

Fylkesmannen i Innlandet

► Miljøovervåking av innsjøer i Oppland og Hedmark fylke, 2019

Oppdragsnr.: 5194172 Dokumentnr.: 01 Versjon: J01 Dato: 2020-04-27



Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Innlandet
Oppdragsgivers kontaktperson: Ragnhild Skogsrud
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Trond Stabell
Fagansvarlig: Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner: Atle Rustadbakken, Annelene Pengerud

J01	2020-04-27	Endelig versjon	Trond Stabell/Atle Rustadbakken	Annelene Pengerud	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.

Forord

I perioden fra månedsskiftet juni/juli og fram til slutten av oktober 2019 ble det gjennomført innsamling av totalt 5-6 vannprøver for kjemisk - og biologisk analyse i tolv innsjøer i Oppland fylke og seks innsjøer i Hedmark fylke. For disse vannforekomstene ble mulig eutrofiering undersøkt. I de kalkfattige lokalitetene ble det også gjort en vurdering av forsuring som påvirkning. For å avdekke mulige påvirkninger ble det gjennomført ulike vannkjemiske analyser, og tatt prøver for analyse av planteplankton. Totalfosfor, totalnitrogen og oksygeninnhold i bunnvann ble også undersøkt, og i noen innsjøer ble det gjort analyser av dyreplankton. I Strykenvatnet i Oppland ble det i tillegg gjennomført kjemiske analyser av et utvalg av tungmetaller

I Oppland hadde Kari-Elin Saglien ansvaret for feltarbeidet i Etnedal kommune, Karri-Anne Steffensen Gorset i Lunner kommune og Håvard Lucassen i Gran kommune. For innsjøene i Hedmark har Norconsult v/ Atle Rustadbakken hatt hovedansvaret. Han har ved hver prøvetaking hatt med en representant fra Fylkesmannen i Innlandet. Disse var: Ragnhild Skogsrud, Ola Gillund, Marte H. Igeltjørn og Trine F. Fjøsne.

Norconsult v/ Trond Stabell har utført analysene av planteplankton og dyreplankton, mens alle vannkjemiske analyser er utført av SynLab AS.

I innsjøene i Hedmark ble vannets innhold av oksygen målt i felt med en YSI EXO1 sonde.

En stor takk til Jens Erik Mathiassen, Cato Rudberg og Gøsta Hallgeir Olsson for utlån av båt og annen assistanse. Takk til Birger Skjelbred for tillatelse til å benytte bilder av planteplankton. En del av disse er utsnitt for å få dem til å passe inn i teksten, originalene er å finne på denne nettsiden: <http://nordicmicroalgae.org/>.

Hos Norconsult har Trond Stabell hatt ansvaret for rapporteringen, mens Annelene Pengerud har vært ansvarlig for kvalitetssikring. Oversiktsfigurer over lokaliteter og økologisk tilstand er lagd av Ida Kasin Hammerborg.

Forsidebildet er fra Nyborgtjernet, og er tatt av Håvard Lucassen, Gran kommune

Norconsult ønsker å takke seniorrådgiver Ragnhild Skogsrud fra Fylkesmannen i Innlandet og alle øvrige involverte i dette prosjektet for et godt samarbeid.



Trond Stabell

Sandvika, 27. april 2020

Innhold

Sammendrag	6
1 Innledning	7
2 Metoder	8
2.1 Feltarbeid og analyser	8
2.2 Klassifisering	9
2.3 Utrekning av nEQR for kvalitetselementet «planteplankton»	12
3 Planteplankton i innsjøer	14
3.1 Sesongsuksesjon	14
3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	16
3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	16
4 Lokalitetsbeskrivelse	18
4.1 Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen	18
4.2 Innsjøer i Oppland	19
4.3 Innsjøer i Hedmark	26
5 Innsjøer i Oppland, Etnedal	29
5.1 Øyangen	29
5.2 Vesle Øyangen	31
5.3 Oppsummering, innsjøer i Etnedal	33
6 Innsjøer i Oppland, Hadeland	34
6.1 Bergstjern	34
6.2 Løntjern	36
6.3 Øvre Falangtjern	38
6.4 Nedre Falangtjern	40
6.5 Nyborgtjern	42
6.6 Muttatjern	44
6.7 Svea	46
6.8 Mylla	48
6.9 Harestuvatnet	50
6.10 Strykenvatnet	52
6.11 Oppsummering, innsjøer på Hadeland	54
7 Kransalgesjøer på Hadeland	55
7.1 Faktorer som påvirker forekomsten av kransalger	55
7.2 Vurdering av vekstvilkår for kransalger	56
7.3 Vekstvilkår for kransalger, resultater 2019	57
8 Innsjøer i Hedmark, Rena	58

8.1	Prestsjøen	58
8.2	Rødstjern	60
8.3	Oppsummering, innsjøer i Rena	62
8.4	Saltpåvirkning	63
9	Innsjøer i Hedmark, sør for Hamar	66
9.1	Vermunden	66
9.2	Bergsjøen	68
9.3	Nordre Hærsjøen	70
9.4	Nessjøen	73
9.5	Dyreplankton	75
9.6	Oppsummering, innsjøer i Hedmark sør for Hamar	78
10	Oppsummering for 2019 og utvikling over tid	79
11	Referanser	81

Sammendrag

I denne undersøkelsen har vi vurdert den økologiske tilstanden i 18 innsjøer i Oppland og Hedmark ved bruk av kvalitetselementet «planteplankton», samt vannkjemiske støtteparametere knyttet til eutrofiering og forsurening.

Innsjøene ble inndelt i regioner med 2 lokaliteter i Etnedal, 10 på Hadeland, 2 i Rena og 4 sør for Hamar i Hedmark.

Av de atten innsjøene som ble undersøkt var det åtte som oppfylte kravet til minst «god» økologisk tilstand. Mylla var den eneste innsjøen hvor alle målte parametere tilsa «svært god» tilstand. I tillegg var den økologiske tilstanden «god» i følgende innsjøer: Vesle Øyangen i Etnedal, Nyborgtjernet, Muttatjernet, Svea og Harestuvatnet på Hadeland, og Bergsjøen og Nordre Hærsjøen i Hedmark. Strykenvatnet på Hadeland hadde «svært god» tilstand vurdert ut fra fosforkonsentrasjon og forekomst av planteplankton, men vi registrerte et innhold av sink som ga tilstandsklasse «dårlig» for dette elementet. Dette trakk den endelige tilstandsvurderingen ned til «moderat». I Øvre- og Nedre Falangtjern på Hadeland ble den økologiske tilstanden fastsatt til «dårlig», mens den i de øvrige innsjøene var «moderat» (tabell S1).

Mange av innsjøene viste bedre tilstandsklasse ut fra forekomsten av planteplankton enn ut fra innholdet av fosfor. Det kan være flere grunner til dette, f.eks. at planteplanktonet beites effektivt ned av dyreplankton, eller at det bare er en begrenset andel av det målte fosforet som planteplanktonet er i stand til å utnytte til vekst. Likevel indikerer et forhøyet innhold av fosfor ofte et potensiale for høyere algevekst.

Tabell S1. Oversikt over fastsatt økologisk tilstand i 2019 for innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen.

Region	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Etnedal, Oppland		Vesle Øyangen	Øyangen		
Hadeland, Oppland	Mylla	Nyborgtjernet Muttatjernet Svea Harestuvatnet	Bergstjernet Lønntjernet Strykenvatnet	Nedre Falangtjernet Øvre Falangtjernet	
Rena, Hedmark			Prestsjøen Rødstjernet		
Sør for Hamar, Hedmark		Bergsjøen Nordre Hærsjøen	Vermunden Nessjøen		

1 Innledning

Norconsult har på oppdrag for Fylkesmannen Innlandet utført undersøkelser i 18 innsjøer i Hedmark og Oppland fylke¹. Av disse ligger 2 i Valdres i vannområde Randsfjorden, 5 på Hadeland i vannområde Randsfjorden, 5 på Hadeland i vannområde Leira-Nitelva, 4 i vannområde Glomma og 2 i vannområde Byälven.

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

Det gjeldende klassifiseringssystemet for vurdering av økologisk tilstand i vannforekomster baserer seg på å kvantifisere graden av påvirkning. Primært gjøres dette ved å se på biologiske parametere hvor responsen på ulike typer påvirkninger er kjent. Disse suppleres med vannkjemiske parametere. På bakgrunn av resultatene vurderes påvirkningsgrad, og den økologiske tilstanden i vannforekomsten kategoriseres som enten «svært god», «god», «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» (Direktoratsgruppa 2018).

Norge er tilsluttet EU's rammedirektiv for vann. Dette ble 15. desember 2006 tatt inn i Norsk lovverk som «vannforskriften». I løpet av første ordinære planperiode 2015 – 2021 skal 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.

Det har vært sentralt i denne undersøkelsen å avdekke graden av eutrofiering i innsjøene. Eutrofiering innebærer økt forekomst av planteplankton som resultat av økt tilførsel av næringssalter, og da primært fosforholdige forbindelser. Dette kan vi undersøke ved å se på samfunnet av planteplankton direkte ved analyse i mikroskop. Da får vi informasjon både om den totale biomassen av planteplankton og om artssammensetningen. Noen av de undersøkte innsjøene er kalkfattige og kan dermed være sårbare for påvirkningen forsuring. For et par av innsjøene er det fare for tilførsel av veisalt eller tungmetaller. Disse påvirkningene har vi vurdert ved å se på utvalgte vannkjemiske parametere.

Alle biologiske og kjemiske rådata er tilgjengelige i portalen Vannmiljø. I tillegg vil artslistene og oversikt over vannkjemiske data publiseres som et eget supplement til denne rapporten.

¹ 1. januar 2020 ble fylkene Oppland og Hedmark slått sammen til Innlandet fylke. På tidspunktet for gjennomføring av denne undersøkelsen eksisterte fortsatt fylkene Oppland og Hedmark, og vi har derfor valgt å benytte disse fylkesnavnene i denne rapporten. Fylkesmannen i Oppland og Fylkesmannen i Hedmark ble slått sammen til Fylkesmannen i Innlandet allerede 1. januar 2019. Endring av fylkesgrensene gjør at følgende innsjøer i denne undersøkelsen nå ligger i Viken fylke: Nyborgtjern, Muttatjern, Svea, Mylla, Harestuvatnet og Strykenvatnet

2 Metoder

2.1 Feltarbeid og analyser

Fylkesmannen Innlandet har hatt ansvaret for feltarbeidet i innsjøene i vannområdene Randsfjorden og Leira-Nitelva. Norconsult har hatt dette ansvaret for innsjøene i vannområdene Glomma og Byälven, mens Fylkesmannen Innlandet her har bistått med feltassistent.

Gjennom sesongen ble det tatt prøver fem eller seks ganger i alle innsjøene. Normalt skal det tas prøver en gang per måned i perioden mai – oktober. Prøvetakingen kom sent i gang med første prøverunde i månedsskiftet juni/juli. Deretter ble det tatt prøver med jevne intervaller fram til midten av oktober. Pga. tidlig islegging lot det seg ikke gjøre å komme ut med båt i oktober på noen av innsjøene, og det ble derfor ikke tatt prøver for planteplankton. Selv om prøvetaksperioden ikke nøyaktig følger protokollen i klassifiseringsveilederen, mener vi at mengden og kvaliteten på innsamlet data er tilstrekkelig til å anvende klassifiseringsverktøyet som er angitt i klassifiseringsveileder 02:2018 (Direktoratsgruppa, 2018).

Norconsult har fulgt sin standard prosedyre for desinfisering, hvor båt og alt utstyr ble innsatt med desinfeksjonsmiddelet Virkon S mellom hvert vannsystem.

I den siste versjonen av klassifiseringsveilederen er det presisert at prøvene skal tas fra blandingssjiktet dersom den vertikale utstrekningen av dette er mindre enn dobbelt siktedyp (Direktoratsgruppa 2018). Denne prosedyren har blitt benyttet for de to innsjøene i Valdres, og for alle i Hedmark. I de ti innsjøene som ligger på Hadeland har prøver for vannkjemi og planteplankton blitt tatt fra to ganger siktedypet, som tidligere har vært standard prosedyre. Det gir resultater som kan sammenliknes med tidligere data, men det kan i klare innsjøer også føre til en viss underestimering av planteplankton i sommerprøvene fordi forekomsten av disse gjerne er lavere under termoklinen enn over. Vi mener likevel ikke det vil være snakk om en betydelig underestimering, særlig ikke siden det kun gjelder for inntil halvparten av prøvene som er tatt gjennom sesongen. Det vil trolig bare være i tilfeller der resultatet havner akkurat på grensen mellom to tilstandsklasser at dette vil kunne ha betydning for den endelige klassifiseringen.

En oversikt over de fysiske-kjemiske og bakteriologiske analysene og metodene som har blitt benyttet er vist i tabell 1. Analyser er utført av analyselaboratoriet Synlab AS. Alle data for vannkjemi og planteplankton er registrert i portalen Vannmiljø², og kan hentes ut der.

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

Prøver for dyreplankton (hjuldyr og småkreps) ble tatt fra en blandprøve fra epilimnion. Et kjent volum (7 – 17 liter) vann ble filtrert gjennom en håv med maskevidde på 64 mm. Innholdet fra håven ble overført til en 100ml glassflaske og konservert med lugol. Hele prøven ble undersøkt i mikroskop. Dyrene ble kvantifisert og målt, og det ble benyttet kjente lengde:vekt regresjoner (Bottrell m.fl. 1976) for å estimere dyrenes biomasse i tørrvekt.

² <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>

Tabell 1. Oversikt over fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyser utført av Synlab AS.

Parameter	Enhet	Metode
Aluminium	µg/l	NS-EN ISO 17294-2
Alkalinitet	mmol/l	ISO 9963-2
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC)	uekv/l	Intern
Arsen	µg/l	NS-EN ISO 17294-2
Bor	µg/l	NS-EN ISO 17294-2
Kalsium	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009
Kadmium	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
Klorid	mg Cl/l	ISO 10304, IC
Klorid	mg Cl/l	SS-EN ISO10304-1:2009
Krom	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
Kobber	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
<i>E. coli</i>	MPN/100ml	NS-EN ISO 9308-2
Fargetall	mg Pt/l	NS-EN ISO 7887 - C
Jern	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
Kalium	mg/l	ISO 11885
Klorofyll A	µg/l	SS028146, NS 4767
Magnesium	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009
Mangan	µg/l	SS-EN ISO 17294
Natrium	mg/l	SS-EN ISO 11885:2009
Nikkel	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
Ammonium	µg N/l	ISO 15923-1:2013 B, EN ISO 11732
Nitrat	µg N/l	SS-EN-ISO 13395:1996, NS 4745
Total nitrogen	µg N/l	NS 4743
Bly	µg/l	SS-EN ISO 17294-2
pH		NS-EN ISO 10523
Fosfat	µg P/l	EN-ISO 15681-2
Total fosfor	µg P/l	EN-ISO 15681-2
Sulfat	mg SO4/l	ISO 10304
Suspendert stoff i rentvann	mg/l	NS-EN 872
Termotolerante koliforme bakterier	Antall/100ml	Intern / NS 4792
Total organisk karbon (TOC)	mg/l	SS-EN 1484 utg.1
Sink	µg/l	SS-EN ISO 17294-2

2.2 Klassifisering

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

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

Ved klassifisering normaliseres EQR – verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0,8, 0,6, 0,4 og 0,2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Direktoratsgruppa 2018).

Forekomsten av planteplankton oppgis noen steder som total biomasse, andre steder som totalt biovolum. I klassifiseringsveilederen benyttes betegnelsen biovolum, men med enheten mg/l, som ikke er en volumenhet. Dette kan virke forvirrende, men tettheten til 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.

I tabellene 2 – 6 vises grenseverdiene i de ulike vanntypene 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*. Enhetene i disse tabellene er: mg/l for total biomasse, PTI og cyano_{max}, og µg/l for klorofyll *a*, totalfosfor og totalnitrogen.

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

Tabell 2. Klassegrenser for vanntype L-N1. Relevant for Bergstjernet.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,64	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll <i>a</i>	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 3. Klassegrenser for vanntype L-N2a. Relevant for Lønntjern, Muttatjern, Svea, Mylla, Harestuvatnet, Strykenvatnet

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,18	4,00	< 0,40	0,40 – 0,64	0,64 – 1,60	1,60 – 3,79	> 3,79
PTI	2,00	4,00	< 2,17	2,17 – 2,34	2,34 – 2,51	2,51 – 2,69	> 2,69
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	2		< 4	4- 6	6 - 13	13 - 27	> 27
Totalfosfor	4		< 7	7 – 11	11 – 20	20 – 40	> 40
Totalnitrogen	200		< 325	325 – 475	475 – 775	775 – 1350	> 1350

Tabell 4. Klassegrenser for vanntype L-N3. Relevant for Øvre- og Nedre Falangtjern, Nyborgtjernet, Prestsjøen, Rødstjern, Nessjøen

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

Tabell 5. Klassegrenser for vanntype L-N5. Relevant for Øyangen og Vesle Øyangen.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,11	3,00	< 0,18	0,18 – 0,40	0,40 – 0,77	0,70 – 1,90	> 1,90
PTI	1,80	4,00	< 2,00	2,00 – 2,17	2,17 – 2,34	2,34 – 2,51	> 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	1,3		< 2,0	2,0– 4,0	4,0 – 7,0	7,0 - 15	> 15
Totalfosfor	3		< 5	5 – 10	10 – 17	17 – 36	> 36
Totalnitrogen	150		< 250	250 – 425	425 – 675	675 – 1250	> 1250

Tabell 6. Klassegrenser for vanntype L-N6. Relevant for Vermunden, Bergsjøen, Nordre Hærsjøen

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,18	3,60	< 0,40	0,40 – 0,64	0,64 – 1,46	1,46 – 3,46	> 3,46
PTI	2,00	4,00	< 2,17	2,17 – 2,34	2,34 – 2,51	2,51 – 2,69	> 2,69
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	2		< 4	4- 6	6 - 12	12 - 25	> 25
Totalfosfor	5		< 9	9 – 13	13 – 24	24 – 45	> 45
Totalnitrogen	250		< 400	400 – 550	550 – 900	900 – 1500	> 1500

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

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

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

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

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

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

Ammonium kan inkluderes i tilstandsvurdering av påvirkningen «eutrofiering» dersom pH er høyere enn 8. Det var ikke tilfellet i noen av innsjøene i denne undersøkelsen. Total ammonium er derfor ikke inkludert i vurderingene av økologisk tilstand, men data for ammonium er tilgjengelig i portalen Vannmiljø, og inkluderes i supplementet til denne rapporten.

2.3 Utregning av nEQR for kvalitetselementet «planteplankton»

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

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

Et eksempel:

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

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

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

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

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

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

3 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 senere kapittel ser på resultatene fra de undersøkte innsjøene.

3.1 Sesongsuksesjon

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 næringsalter 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 næringsalter fra sedimentene, såkalte *interne kilder*, være svært begrenset. Skal biomassen av planteplankton nå øke igjen, vil det kreve tilførsel av næringsalter 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 næringsalter til innsjøen. Dersom slike tilførsler er veldig begrenset, vil biomassen av planteplankton holde seg lav. Tilføres derimot store mengder næringsalter vil forekomsten av alger øke raskt, siden lys- og temperaturforholdene er gode.

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

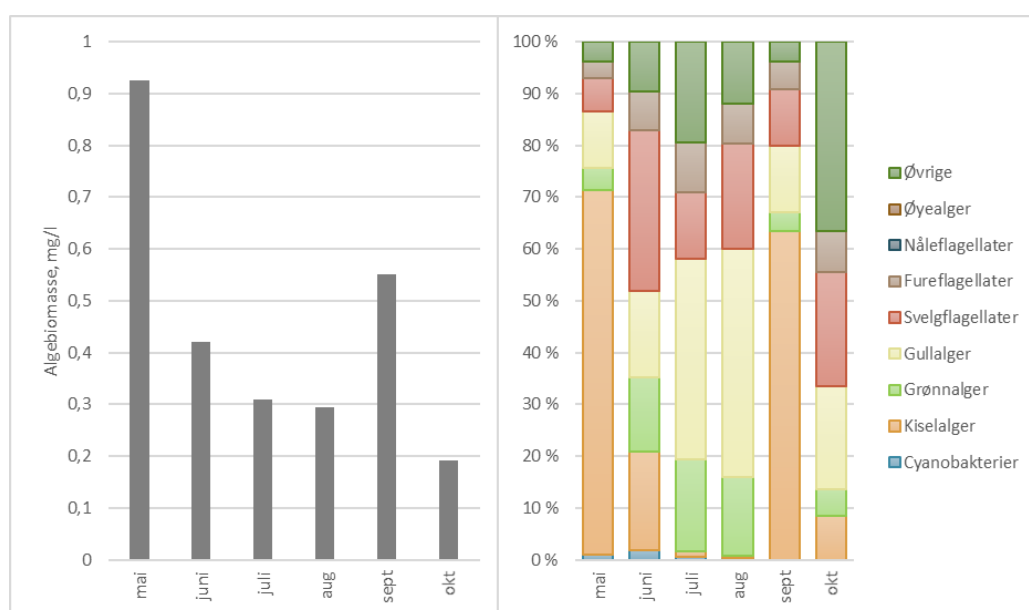
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

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 næringsalter 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.

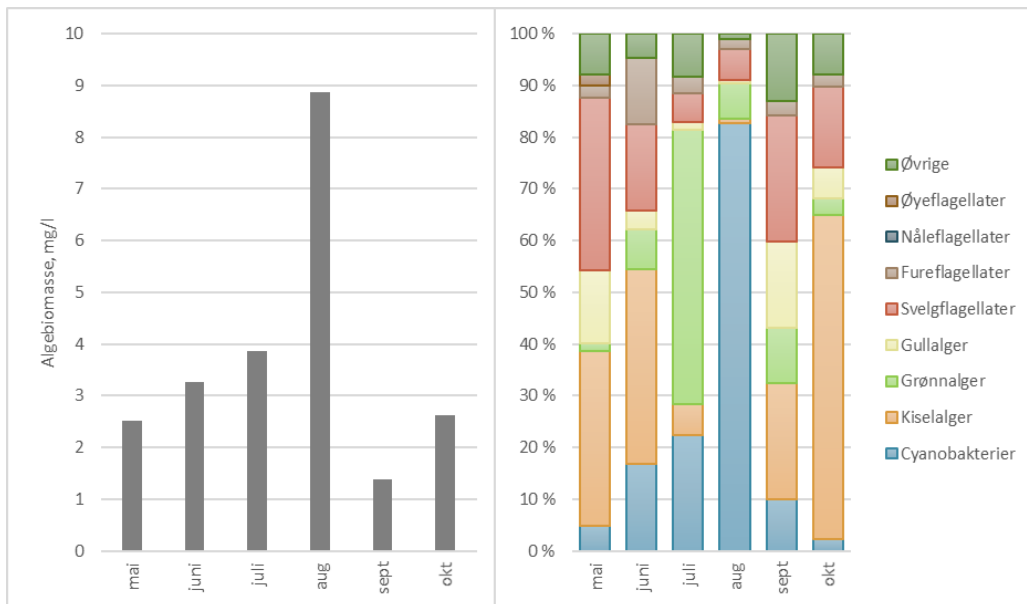
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (fig. 2, venstre del). Maksimal 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 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 2. 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 (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.

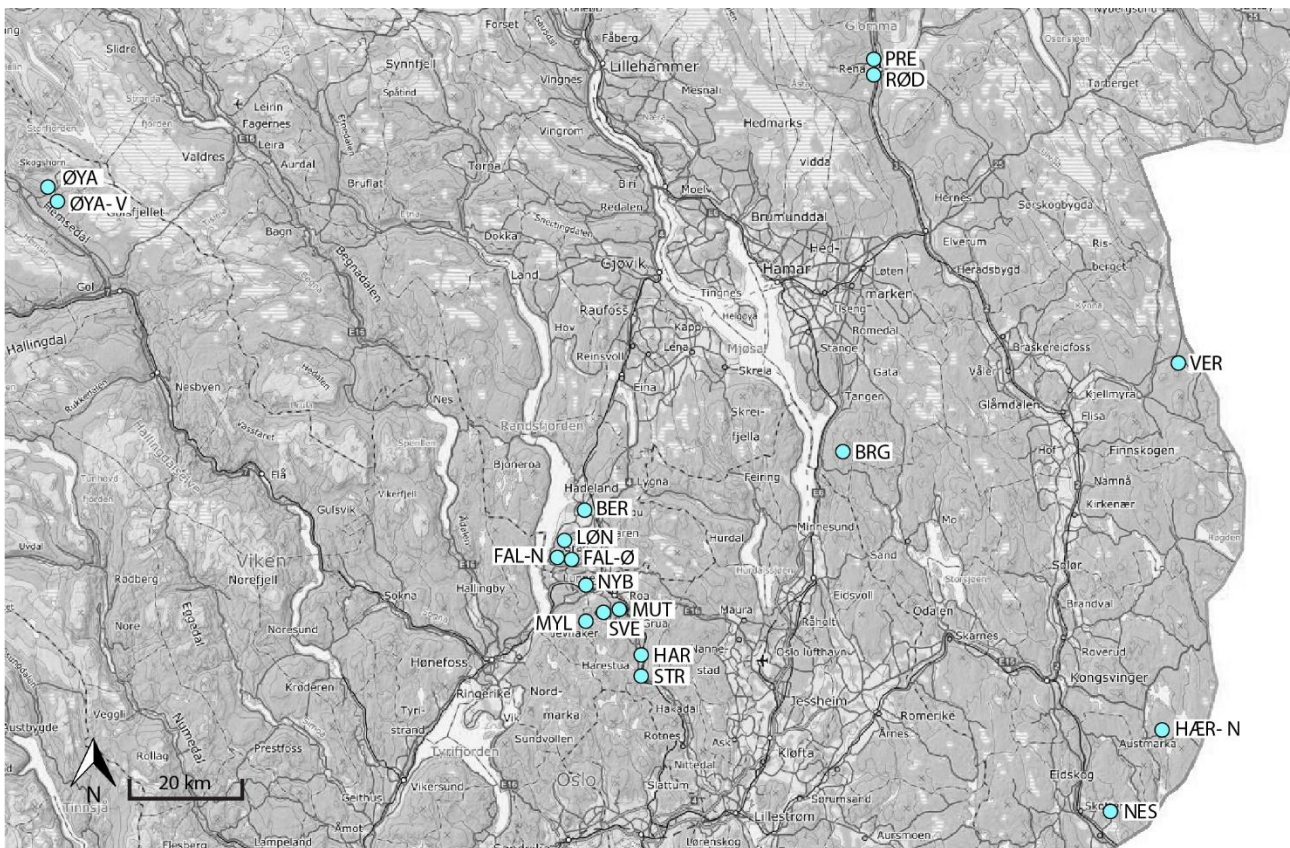


Figur 3. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen i venstre figur er annerledes enn i figur 2.

4 Lokalitetsbeskrivelse

4.1 Oversikt over innsjøene som inngår i undersøkelsen

En oversikt over beliggenheten til alle innsjøene i denne undersøkelsen er vist i figur 1.



Figur 1. Oversiktskart over innsjøene som inngår i denne undersøkelsen. Forkortelser som i tabell 7.

Tabell 7 angir hvilket vannområde innsjøene tilhører og koordinatene for prøvepunktene. I tillegg forteller den hvilken vanntype innsjøen har, noe som har betydning for hvilke grenseverdier som benyttes i tilstandsklassifiseringen.

Tabell 7. Innsjøer som inngår i denne undersøkelsen. Oversikt over vanntype og posisjon til prøvestasjoner.

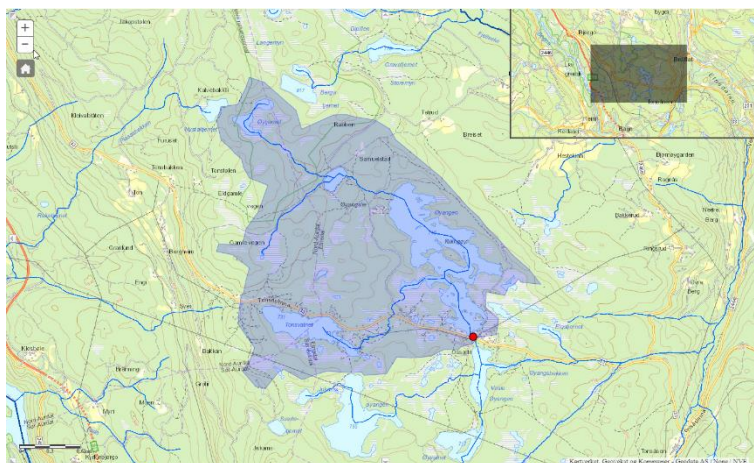
Vannområde	Kode	Innsjø	Norsk vanntype	NGIG-type	Vannmiljø-ID	UTM33N (Øst)	UTM33N (Nord)
Randsfjorden	ØYA	Øyangen	L205	L-N5	012-98128	205753	6760685
Randsfjorden	ØYA-V	Vesle Øyangen	L205	L-N5	012-63315	206269	6759234
Randsfjorden	BER	Bergstjernet	L109	L-N1	012-49518	252889	6706061
Randsfjorden	LØN	Lønntjernet	L207	L-N2a	012-49537	249348	6700285
Randsfjorden	FAL-N	Falangtjernet, nedre	L208	L-N3	012-63317	249437	6698402
Randsfjorden	FAL-Ø	Falangtjernet, øvre	L208	L-N3	012-63318	249714	6698020
Randsfjorden	NYB	Nyborgtjernet	L208	L-N3	012-63417	253257	6692834
Leira-Nitelva	MUT	Muttatjernet	L207	L-N2a	002-49522	258882	6688276
Leira-Nitelva	SVE	Svea	L207	L-N2a	002-49520	256911	6687872
Leira-Nitelva	MYL	Mylla	L207	L-N2a	002-28987	255088	6686661
Leira-Nitelva	HAR	Harestuvatnet	L207	L-N2a	002-38090	262461	6680217
Leira-Nitelva	STR	Strykenvatnet	L207	L-N2a	002-96972	262665	6677010
Glomma	PRE	Prestsjøen	L208	L-N3	002-98114	304937	6783553
Glomma	RØD	Rødstjernet	L208	L-N3	002-98115	304302	6782426
Glomma	VER	Vermunden	L206	L-N6	002-37988	356909	6732340
Glomma	BRG	Bergsjøen	L206	L-N6	002-51899	299898	6716780
Byälven	HÆR-N	Nordre Hærsjøen	L206	L-N6	313-43340	354600	6667100
Byälven	NES	Nessjøen	L106	L-N3	313-43583	345110	6653113

4.2 Innsjøer i Oppland

Øyangen

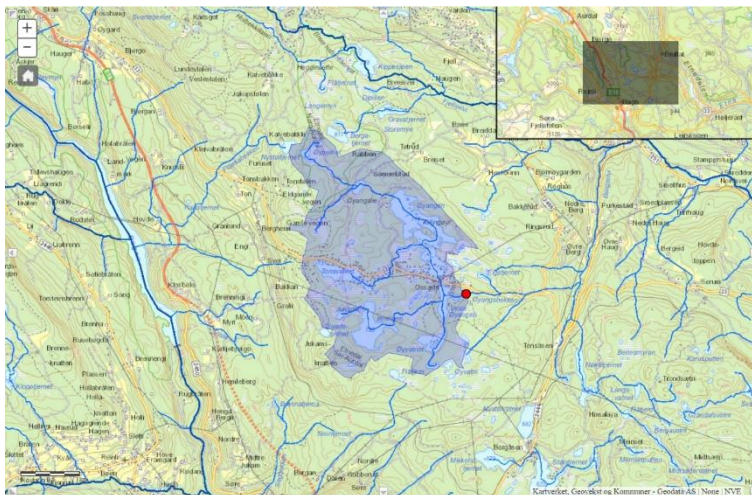
Øyangen ligger i Etnedal kommune i Oppland fylke. Øyangen har et nedbørsfelt på 5,81 km² og drenerer bl.a. de ovenforliggende vannene Øytjernet, Samelstadtjernet og Tonsvatnet før den renner videre nedover mot Vesle Øyangen gjennom en kort elvestrekning. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 861 moh. og ned til 714 m o.h. Foruten innsjø (15,35 %) preges nedbørsfeltet av skog (71,25 %) og myr (12,55 %) (NEVINA, 31.3.2020).

Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger nevnes at diffus avrenning fra hytter medfører organisk forurensning, men bare i liten grad. Den introduserte fiskearten ørekyte medfører «annen betydelig effekt» i middels grad (Vann-nett, 31.3.2020).



Vesle Øyangen

Vesle Øyangen ligger i Etnedal kommune i Oppland fylke. Vesle Øyangen har et nedbørsfelt på 8,7 km² og drenerer bl.a. de ovenforliggende vannene Øyangen, Yukamsøyangen og Øyvatnet før den renner videre via Øyangsbecken, Bergselvi og Fjellselve og deretter drenerer ut i elva Etna. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 861 moh. og ned til 712 moh. Foruten innsjø (16,37 %) preges nedbørsfeltet av skog (70,89 %) og myr (11,98 %) (NEVINA, 31.3.2020).

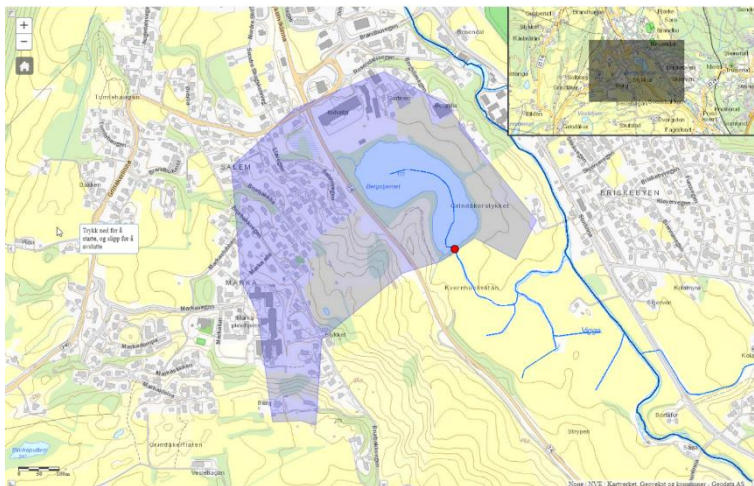


Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «moderat», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører den introduserte fiskearten ørekyte «annen betydelig effekt» i middels grad. Siktedyp er oppført som «moderat» tilstand basert på data fra 2010/2011 da siktedypet lå omkring 3,1 m (Vann-nett, 31.3.2020).

I planbeskrivelsen til Fv. 33 Skartjednet – Tonsvatnet fra september 2015 beskriver Statens vegvesen (SVV) at bekken mellom Vesle Øyangen og Øyangen går gjennom to kulverter som antas å utgjøre vandringshinder for fisk som skal oppover i vassdraget. Gjennom den planlagte utbyggingen skulle vandringshindrene mellom Vesle-Øyangen og Øyangen utbedres (SVV 2015).

Bergstjern

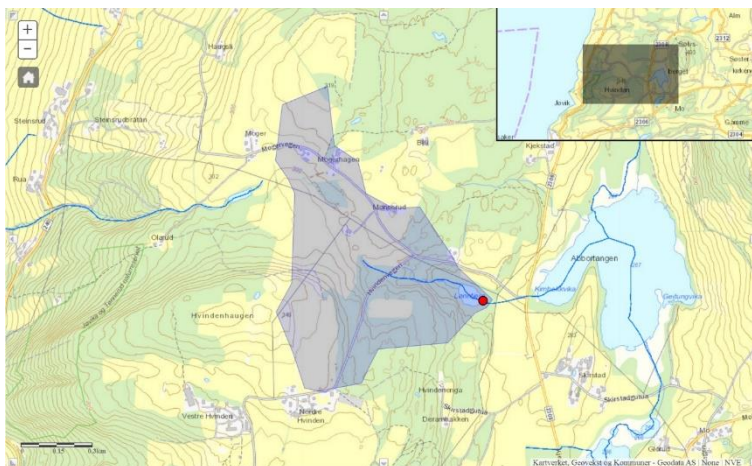
Bergstjern ligger i Gran kommune i Oppland fylke. Bergstjern har et svært begrenset nedbørsfelt på 0,43 km² og drenerer områder vesentlig påvirket av boligbebyggelse, men også næringsvirksomheter. Bergstjern drenerer ut i elva Vigga som igjen drenerer til Randsfjorden ved Brandbu. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 272 moh. og ned til 176 moh. Foruten innsjø (12,13 %) preges nedbørsfeltet av urban bebyggelse (23,16 %), skog (20,59 %), dyrket mark (18,57 %) og uklassifisert areal (26,47 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «dårlig», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra fulldyrket mark» organisk forurensning i stor grad. Siktedyp er oppført som «moderat» tilstand basert på data fra 2011 da siktedypet lå omkring 2,3 m. Vannplanter og trofiindeks er begge karakterisert som «dårlig» tilstand basert på data fra 2011 (Vann-nett, 31.3.2020).

Løntjern

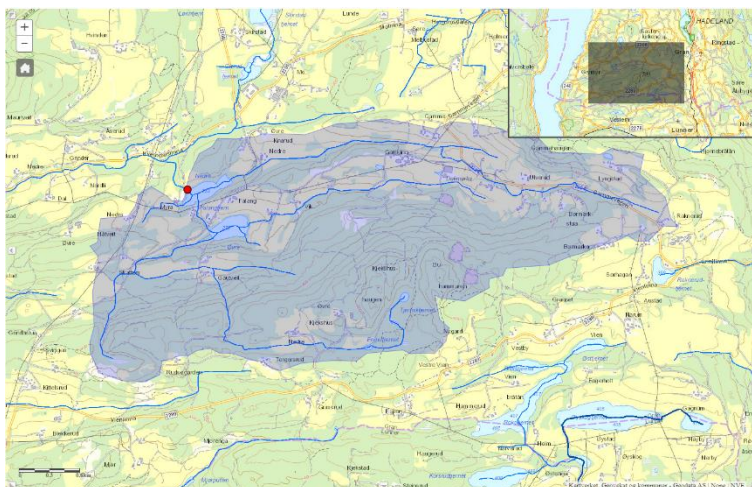
Løntjern ligger i Gran kommune i Oppland fylke. Løntjern har et forholdsvis lite nedbørsfelt på 0,61 km² og drenerer områder med kun spredt bebyggelse. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 348 moh. og ned til 276 moh. Foruten innsjø (1,23 %) preges nedbørsfeltet av dyrket mark (54,82 %) og skog (43,44 %) og uklassifisert areal (1,74 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «moderat», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» organisk forurensning i stor grad. Registrerte totalnitrogenverdier i 2011 karakteriseres som «svært dårlig» tilstand for denne vanttypen med verdier oppunder 2000 µg/l (Vann-nett, 31.3.2020).

Nedre Falangtjern

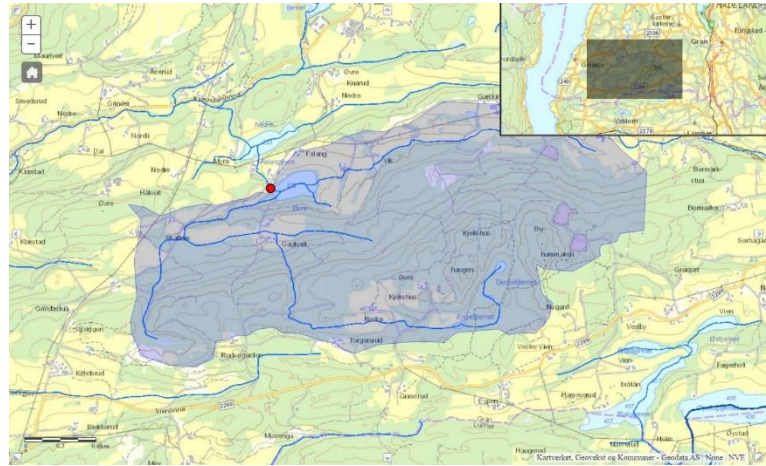
Nedre Falangtjern ligger i Gran kommune i Oppland fylke. Det har et nedbørsfelt på 10 km² og drenerer fra innsjøen Øvre Falangtjern, samt områder med spredt bebyggelse. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 546 moh. og ned til 252 moh. Foruten innsjø (1,55 %) preges nedbørsfeltet av skog (65,74 %), dyrket mark (28,74 %), urbant område (0,45 %) og myr (0,1 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «svært dårlig», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» samt «diffus avrenning fra fulldyrket mark» organisk forurensning i stor grad. Registrerte verdier for planteplankton, vannplanter, nitrogen- og fosforforhold veksler mellom «dårlig» og «svært dårlig» tilstand basert på data fra perioden 2014 - 2018. Definerte tiltak som er startet opp er etablering av grasdekt kantsone mot åker, samt utbedring av separate avløpsanlegg i følsomt og normalt område (Vann-nett, 31.3.2020).

Øvre Falangtjern

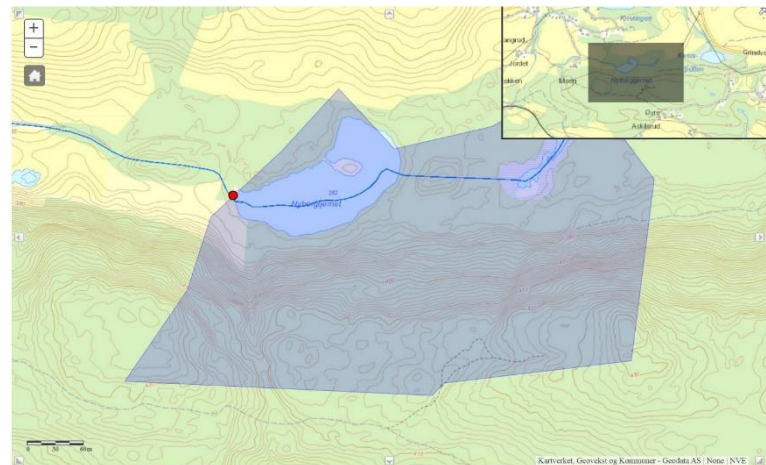
Øvre Falangtjern ligger i Gran kommune i Oppland fylke. Det har et nedbørsfelt på 6,53 km², hovedsakelig skogområde samt områder med spredt bebyggelse. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 546 moh. og ned til 272 moh. Foruten innsjø (1,32 %) preges nedbørsfeltet av skog (76,66 %), dyrket mark (19,08 %), urbant område (0,69 %), myr (0,15 %) og uklassifisert areal (2,17 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «svært dårlig», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse», «diffus avrenning fra fulldyrket mark» og «diffus avrenning fra husdyrhold/husdyrgjødsel» organisk forurensning i stor grad. Registrerte verdier for planteplankton, nitrogen- og fosforforhold veksler mellom «moderat» og «svært dårlig» tilstand basert på data fra perioden 2014 - 2018. Definerte tiltak som er startet opp er etablering av grasdekt kantsone mot åker, samt utbedring av separate avløpsanlegg i følsomt og normalt område. Dette inkluderer også økt tilsyn for å begrense diffus avrenning fra husdyrhold/husdyrgjødsel (Vann-nett, 31.3.2020).

Nyborgtjern

Nyborgtjernet ligger i Lunner kommune i Oppland fylke. Det har et lite nedbørsfelt på 0,13 km² og drenerer det lille tjernet Karussputten, og ellers hovedsakelig skogområder. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 426 moh. og ned til 390 moh. Foruten innsjø (10,1 %) preges nedbørsfeltet av skog (90,87 %) og dyrket mark (0,48 %) (NEVINA, 31.3.2020).

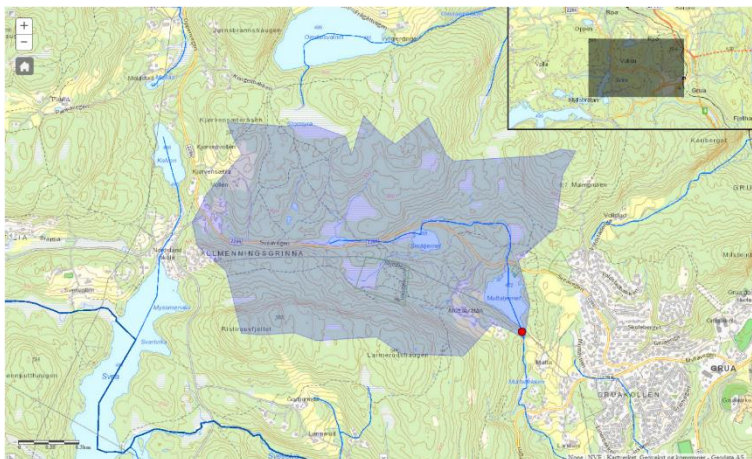


Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» og «diffus avrenning fra fulldyrket mark» organisk forurensning i liten grad. Registrerte verdier for nitrogeninnhold ligger i «moderat» økologisk tilstand. Ellers viser øvrige kvalitetselementer «god» eller «svært god» tilstand. Definerte tiltak som er startet opp er forbedring av kunnskapsgrunnlaget samt forskningsmessige undersøkelser (Vann-nett, 31.3.2020).

Muttatjern

Muttatjernet ligger i Lunner kommune i Oppland fylke. Muttatjernet har et nedbørsfeltareal på 1,64 km² og drenerer det ovenforliggende Småtjernet, og ellers hovedsakelig skogområder. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 569 moh. og ned til 423 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (over 90%) og noe dyrket mark (NEVINA, 31.3.2020).

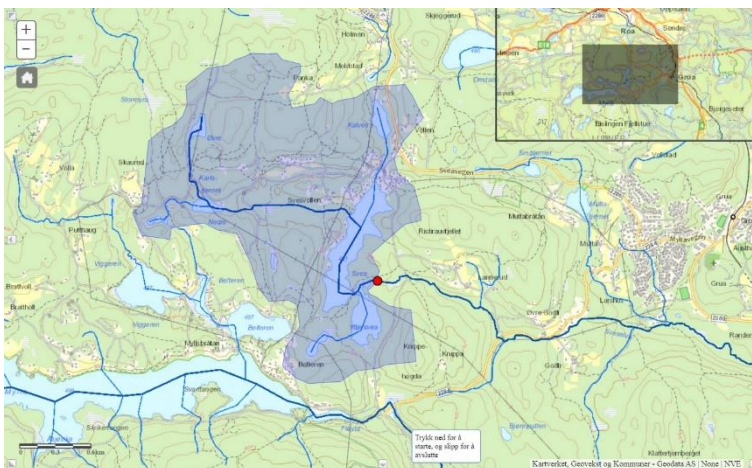
Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «moderat», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» organisk forurensning i middels grad. I tillegg vurderes den introduserte fiskearten gjedde å ha «annen betydelig effekt» i stor grad. Registrerte verdier for vannplanter fra 2011 vurderes som «moderat» tilstand. Ellers viser klorofyll a (planteplankton) og nitrogenforhold «svært god» tilstand. Definerte tiltak som er startet opp er utbedring av separate avløpsanlegg for å fjerne diffus avrenning fra spredt bebyggelse (Vann-nett, 31.3.2020).



Svea

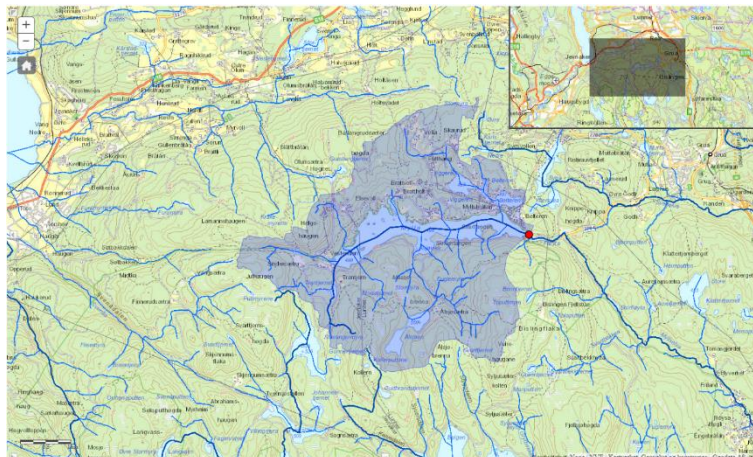
Svea ligger i Lunner kommune i Oppland fylke. Svea har et nedbørsfeltareal på 4,05 km² og drenerer Øvre- og Nedre Karlstjernet, Kalven og Belteren, og ellers hovedsakelig skogområder. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 603 moh. og ned til 480 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (over 80 %), samt noe dyrket mark og myr (NEVINA, 31.3.2020).

Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «moderat», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» organisk forurensning i middels grad. I tillegg vurderes den introduserte vannplanten vasspest å ha «annen betydelig effekt» i stor grad. Registrerte verdier for vannplanter fra 2011 vurderes som «moderat» tilstand. Ellers viser klorofyll a (planteplankton) og nitrogenforhold «svært god» tilstand. Definerte tiltak som er startet opp er utbedring av separate avløpsanlegg for å fjerne diffus avrenning fra spredt bebyggelse samt informasjonstiltak for å forebygge videre spredning av vasspest (Vann-nett, 31.3.2020).



Mylla

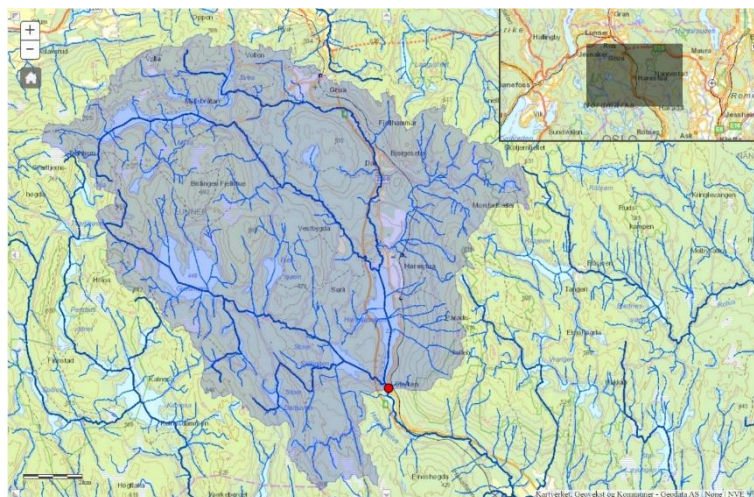
Mylla ligger i Jevnaker og Lunner kommune i Oppland fylke. Mylla har et nedbørsfeltareal på 18,32 km² og drenerer fra Ålsjøen, Viggeren og Belteren, og ellers hovedsakelig skogområder og spredt bebyggelse. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 700 moh. og ned til 496 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (over 80 %), noe myr og noe dyrket mark (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger medfører «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» organisk forurensning i liten grad. I tillegg vurderes den introduserte vannplanten vasspest å ha «annen betydelig effekt» i liten grad, samt at de introduserte fiskeartene gjedde og ørekyte vurderes å ha «annen betydelig effekt» i hhv. stor og liten grad. Registrerte verdier for vannplanter fra 2019 vurderes som «god» tilstand. Ingen flere kvalitetslementer er registrert per i dag. Definerte tiltak som er startet opp er forbedring av kunnskapsgrunnet om dammer og barrierer som fiskevandringshinder, samt informasjonstiltak om fremmede arter for å forebygge videre spredning av bl.a. vasspest (Vann-nett, 31.3.2020).

Harestuvatnet

Harestuvannet ligger Lunner kommune i Oppland fylke. Harestuvannet har et stort nedbørsfeltareal på 139,61 km², og drenerer fra Svea, Mylla og Gjerdingen/Skillingen og ellers både skog og mer urbane områder. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 700 moh. og ned til 233 moh. Foruten innsjø (7,92 %) preges nedbørsfeltet av skog (86,45 %), myr (1,64), dyrket mark (1,02 %), uklassifisert areal (1,86 %), urbane områder (1,07 %) og snaufjell (0,03 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Det er en rekke registrerte påvirkninger av vannforekomsten Harestuvatnet. «Diffus avrenning fra spredt bebyggelse» medfører organisk forurensning i liten grad. «Diffus avrenning fra fulldyrket mark» medfører organisk forurensning i liten grad. «Punktutslipp fra renseanlegg» medfører næringsforurensning i middels grad. Diffus avrenning og utslipp av sink fra transport/infrastruktur medfører kjemisk forurensning i middels grad. Vannkraftutbygging med oppdemming og minstevannføring medfører hydrologiske endringer, bl.a. endret habitat for vannmiljøet i middels grad. Vannuttak eller overføring

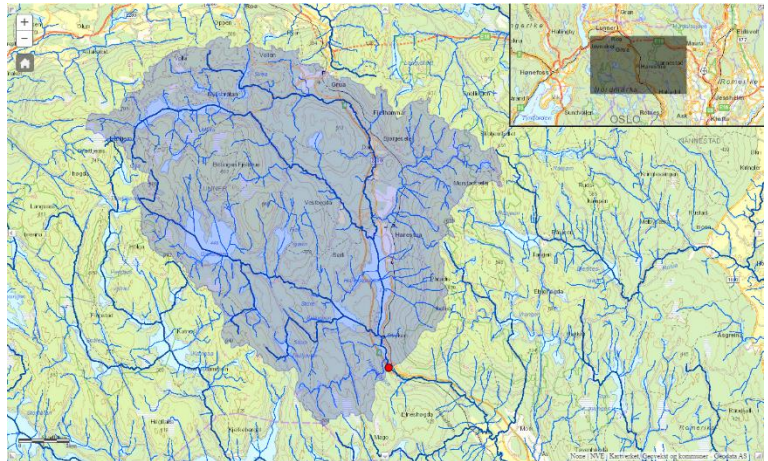
for drikkevannsforsyning medfører «annen betydelig effekt» i liten grad. I tillegg vurderes den introduserte vannplanten vasspest å ha «annen betydelig effekt» i stor grad, samt den introduserte fiskearten gjedde som vurderes å ha «annen betydelig effekt» i middels grad (Vann-nett, 31.3.2020).

Registrerte verdier for vannplanter fra 2019 vurderes til «svært god» tilstand.

En rekke tiltak er foreslått og iverksatt eller ferdigstilt. Dette er forbedring av kunnskapsgrunnlaget om dammer og barrierer som fiskevandringshinder, problemkartlegging ved diffus avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur, riktig salting ved vinterdrift av veg (status som ferdig), problemkartlegging omkring vannføringsreguleringer, samt informasjonstiltak om fremmede arter for å forebygge videre spredning av bl.a. vasspest, og tiltak for å optimalisere renseprosessen ved renseanlegg med punktutslipp (Vann-nett, 31.3.2020).

Strykenvatnet

Strykenvatnet ligger Lunner og Nittedal kommuner i Oppland fylke. Strykenvatnet har et stort nedbørsfeltareal på 142,75 km² og drenerer fra Gjerdingen/Skillingen, Svea, Mylla og Harestuvatnet, og ellers både skog og mer urbane områder. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 700 moh. og ned til 232 moh. Foruten innsjø (7,9 %) preges nedbørsfeltet av skog (86,53 %), myr (1,65), dyrket mark (1 %), urbane områder (1,04 %) og snaufjell (0,03 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Det er flere registrerte påvirkninger. «Diffus avrenning fra spredt bebyggelse» medfører næringsforurensning i liten grad. Punktutslipp fra renseanlegg medfører organisk forurensning i middels grad. Diffus avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur medfører kjemisk forurensning i middels grad. I tillegg vurderes den introduserte vannplanten vasspest å ha «annen betydelig effekt» i stor grad, samt at den introduserte fiskearten gjedde vurderes å ha «annen betydelig effekt» i middels grad (Vann-nett, 31.3.2020).

Registrerte verdier for vannplanter fra 2019 vurderes til «god» tilstand.

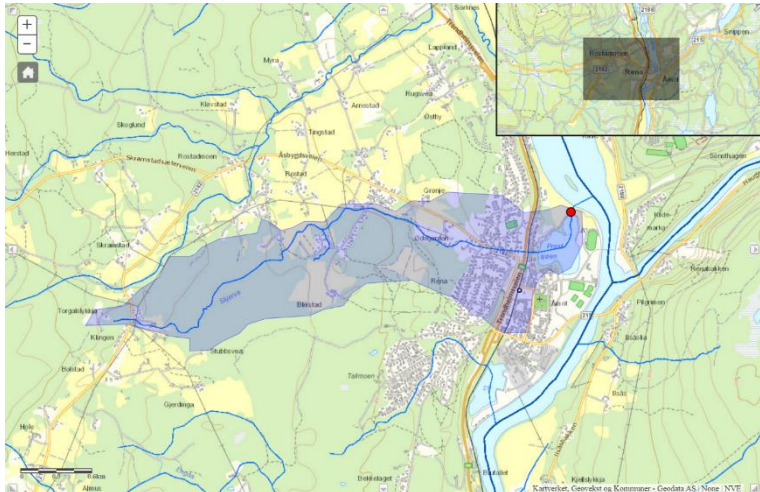
Ingen egne tiltak er definert for Strykenvatnet (Vann-nett, 31.3.2020).

4.3 Innsjøer i Hedmark

Prestsjøen

Prestsjøen ligger i Åmot kommune i Hedmark fylke. Prestsjøen har et nedbørsfelt på 2,98 km² og drenerer områder med skog og jordbruk, samt tettbebyggelse nede i Rena sentrum før den renner videre ut i Glomma gjennom en kort elvestrekning. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 387 moh. og ned til 213 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (ca. 55 %), dyrket mark (ca. 20 %), urbane områder (ca. 15 %) og uklassifisert areal (ca. 10 %) (NEVINA, 31.3.2020).

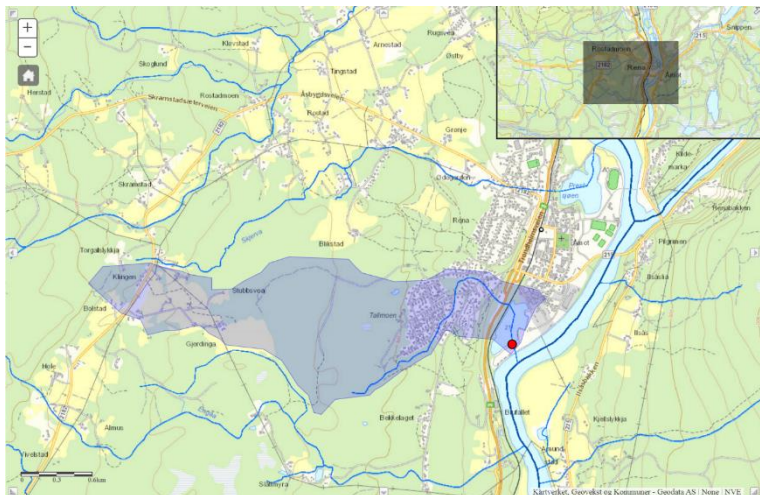
Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «undefinert», og kjemisk tilstand er «ukjent». Det er ikke registrert påvirkninger eller tiltak (Vann-nett, 31.3.2020).



Rødstjernet

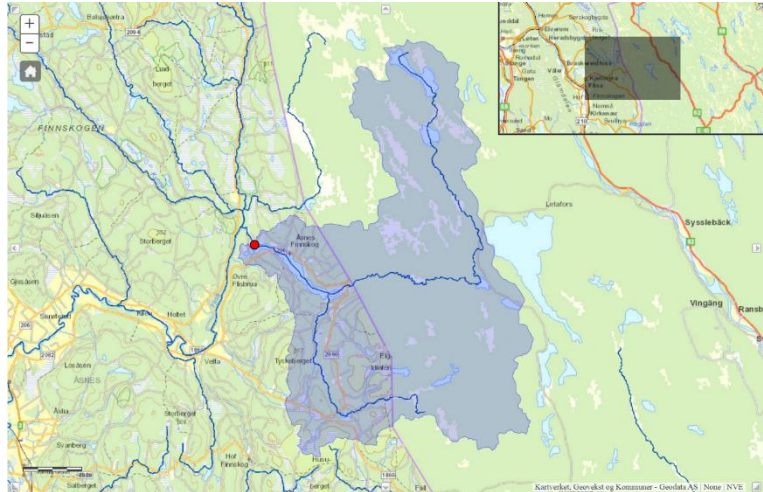
Rødstjernet ligger i Åmot kommune i Hedmark fylke. Rødstjernet har et nedbørsfelt på 2,56 km² og drenerer områder med skog og jordbruk, samt tettbebyggelse nede i Rena sentrum før den renner videre ut i Glomma gjennom et kort løp. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 400 moh. og ned til 211 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (ca. 65 %), dyrket mark (ca. 15 %), urbane områder (ca. 15 %), og noe myr og uklassifisert areal (NEVINA, 31.3.2020).

Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av påvirkninger nevnes «diffus avrenning og utslipp fra transport/infrastruktur» i ukjent grad (Vann-nett, 24.4.2020).



Vermunden

Vermunden ligger i Åsnes kommune i Hedmark fylke. Vermunden har et stort nedbørsfelt på 306,57 km², hvor en stor andel ligger i Sverige. Vannet fra Vermunden drenerer til elva Flisa før Glomma. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 685 moh. og ned til 215 moh. Foruten innsjø (3,23 %) preges nedbørsfeltet av skog (67,1 %), myr (8,6 %) dyrket mark (0,52 %), urbane områder (0,1 %) og uklassifisert areal 20,96 %) (NEVINA, 31.3.2020).

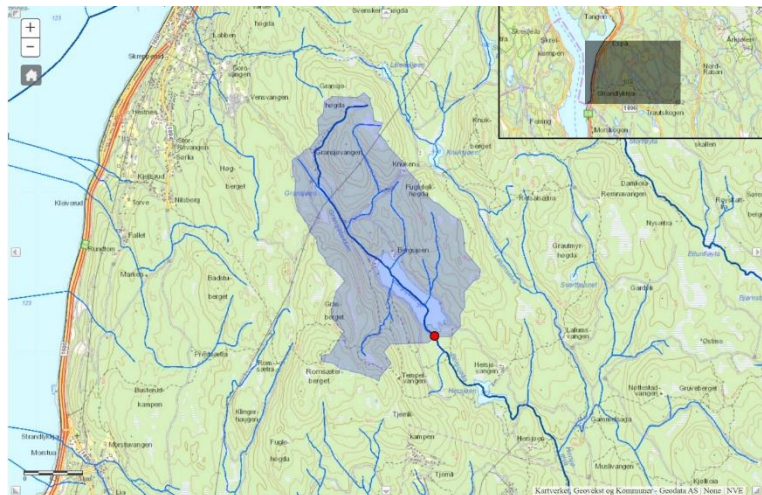


Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent».

Av registrerte påvirkninger er «diffus avrenning fra spredt bebyggelse» som medfører organisk forurensning i liten grad (Vann-nett, 31.3.2020). Det er per idag ingen definerte tiltak for Vermunden (Vann-nett, 31.3.2020).

Bergsjøen

Bergsjøen ligger i Stange kommune i Hedmark fylke. Bergsjøen har et nedbørsfelt på 8,84 km² og drenerer skogsområder i Stange allmenning før den renner videre nedover mot Rasen og Storsjøen i Odal. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 606 moh. og ned til 365 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (ca. 90 %) og myr (ca. 5 %) (NEVINA, 31.3.2020).

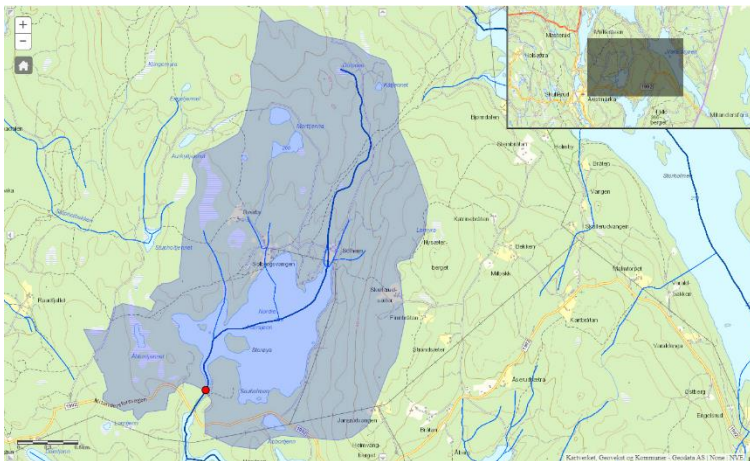


Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger er det oppført at diffus avrenning fra hytter medfører organisk forurensning, men bare i liten grad.

Selv om tidligere kalking av innsjøen er avsluttet, er det fortsatt effekter av sur nedbør i vannforekomsten. Forsuring anses imidlertid kun å påvirke i liten grad. Det er ingen definerte tiltak for Bergsjøen i dag (Vann-nett, 31.3.2020).

Nordre Hærsjøen

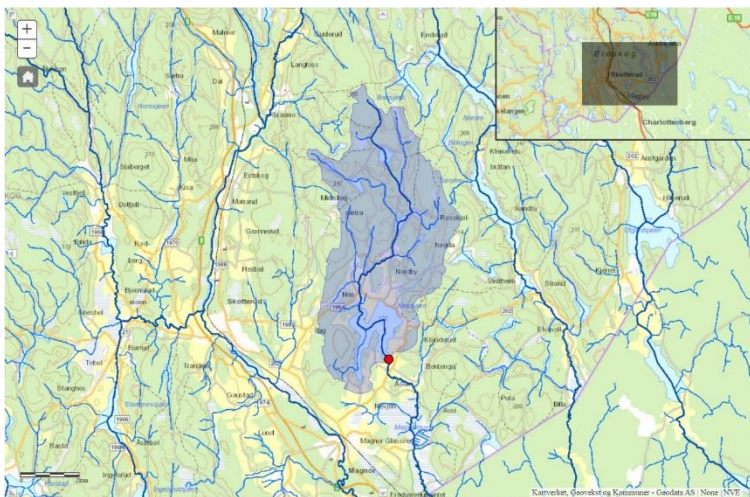
Nordre Hærsjøen ligger i Kongsvinger kommune i Hedmark fylke. Nordre Hærsjøen har et nedbørsfelt på 8,79 km² og drenerer noen få mindre skogstjern samt skogsområder og spredt bebyggelse, før vannet renner videre nedover mot Søndre Hærsjøen gjennom en kort elvestrekning. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 366 moh. og ned til 228 moh. Foruten innsjø (14,27 %) preges nedbørsfeltet av skog (81,77 %), myr (2,51 %) og dyrket mark (1,09 %) (NEVINA, 31.3.2020).



Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «svært god», mens kjemisk tilstand er klassifisert som «dårlig». Det kommer av forhøyede verdier av tungmetaller målt i bunnsediment og vannprøver i 2004. Det er ingen registrerte påvirkninger for Nordre Hærsjøen i dag (Vann-nett, 31.3.2020).

Nessjøen

Nessjøen ligger i Eidskog kommune i Hedmark fylke. Nessjøen har et nedbørsfelt på 30,8 km² og drenerer områder med skog, landbruk og spredt bebyggelse før den renner videre nedover mot Sverige. Nedbørsfeltet dekker arealer fra 368 moh. og ned til 132 moh. Foruten selve innsjøen preges nedbørsfeltet av skog (ca. 80 %), leire, dyrket mark og myr (NEVINA, 31.3.2020).

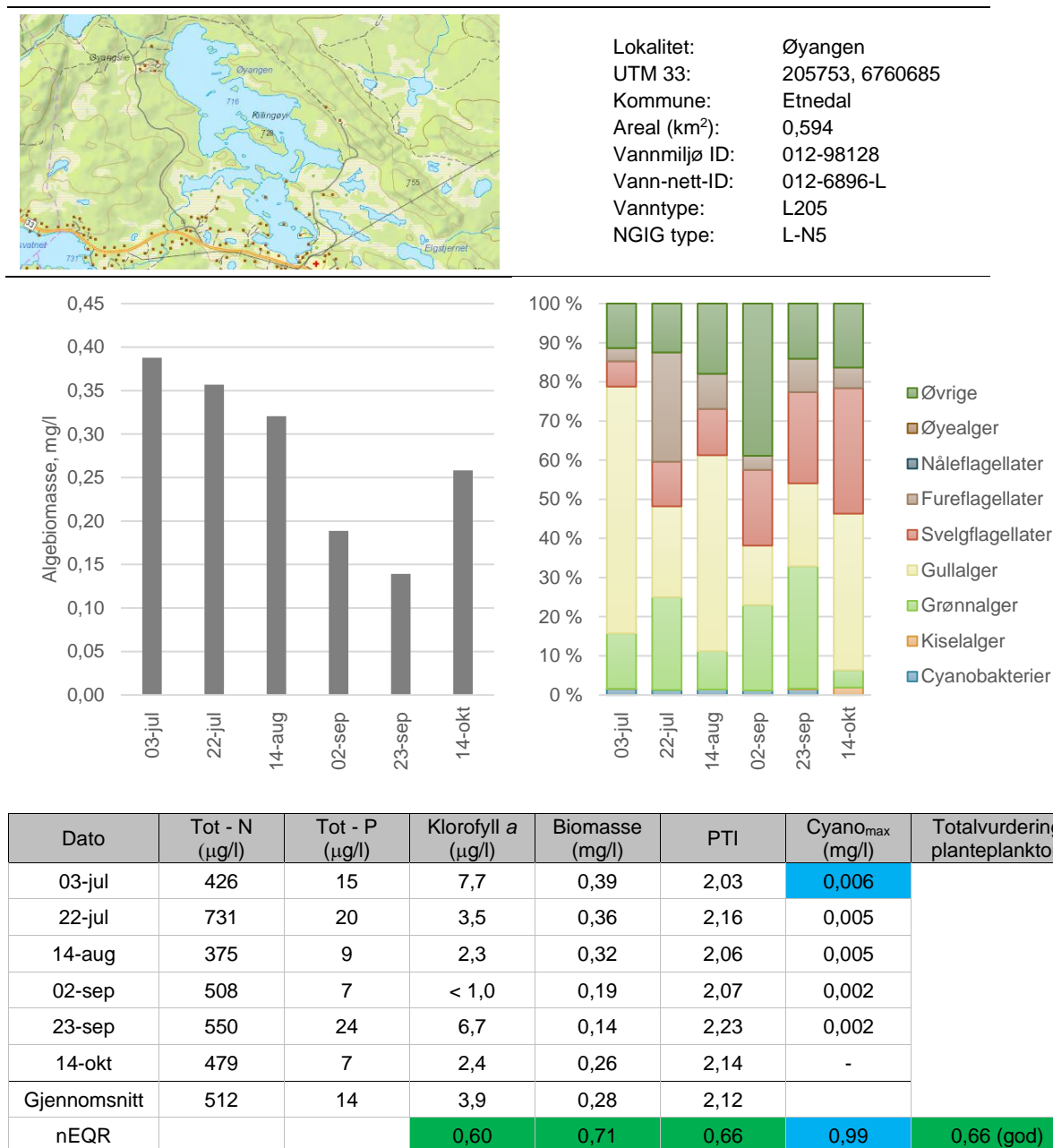


Status for økologisk tilstand er i portalen Vann-nett pr. april 2020 oppgitt som «god», mens kjemisk tilstand er «ukjent». Av registrerte påvirkninger er det oppført at diffus avrenning fra spredt bebyggelse medfører organisk forurensning, men bare i liten grad. Diffus avrenning fra fulldyrket mark anses også å medføre organisk forurensning i liten grad. I tillegg er golfbanen i sørenden ført opp som «menneskelig påvirkning ved fritidsaktivitet». Det er ingen definerte tiltak for Bergsjøen i dag (Vann-nett, 31.3.2020).

5 Innsjøer i Oppland, Etnedal

5.1 Øyangen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Øyangen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 4. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 4. Vurdering av økologisk tilstand i Øyangen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

I gjennomsnitt målte vi en kalsiumkonsentrasjonen i Øyangen på 4 mg/l. Etter klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2018) er dette akkurat på grensen mellom en «kalkfattig» og «moderat kalkrik» vannforekomst. Med et innhold av organisk karbon (TOC) på ca. 6 mg/l, ligger den også i grenseområdet mellom «klare» og «humøse» innsjøer. I tilfeller der vannforekomster ligger nær grenseverdier i klassifiseringssystemet, skal de strengeste grensene benyttes. Øyangen kategoriseres derfor som «kalkfattig, klar». Den ligger 716 moh., og ender dermed i vanntype L205.

I kalkfattige innsjøer kan forsuring påvirke den økologiske tilstanden. Ingen av de tre forsuringparameterne vi målte ga imidlertid noe signal om at forsuringpåvirkning representerer noe problem i Øyangen (tab. 8).

Planteplanktonet var godt sammensatt og uten stor dominans av noen arter gjennom sesongen (fig. 5). Ved alle prøvetakingene fant vi en del grønnalger, deriblant noen næringskrevende arter. Både totalbiomassen av planteplankton og artssammensetningen tydet på en viss næringspåvirkning, noe som ga «god» tilstand ut fra kvalitetselementet «planteplankton». Observasjonen av disse grønnalgene var ikke overraskende med en fosforkonsentrasjon som i gjennomsnitt var såpass høy som 14 µg/l. Vi vet ikke hvor stor andel av dette fosforet som er tilgjengelig for algevekst, men det gir en mulighet for at forekomsten av planteplankton kan bli betydelig høyere enn det vi observerte i 2019. Dette trekker den endelige klassifiseringen av innsjøen ned til «moderat» tilstand (tab. 8). Innholdet av nitrogen i innsjøen ga også inntrykk av en viss tilførsel av næringsalter. Denne parameteren ga også «moderat» tilstand, men siden nitrogen sjelden er begrensende faktor for mengden av planteplankton, inngår den ikke i den endelige klassifiseringen.

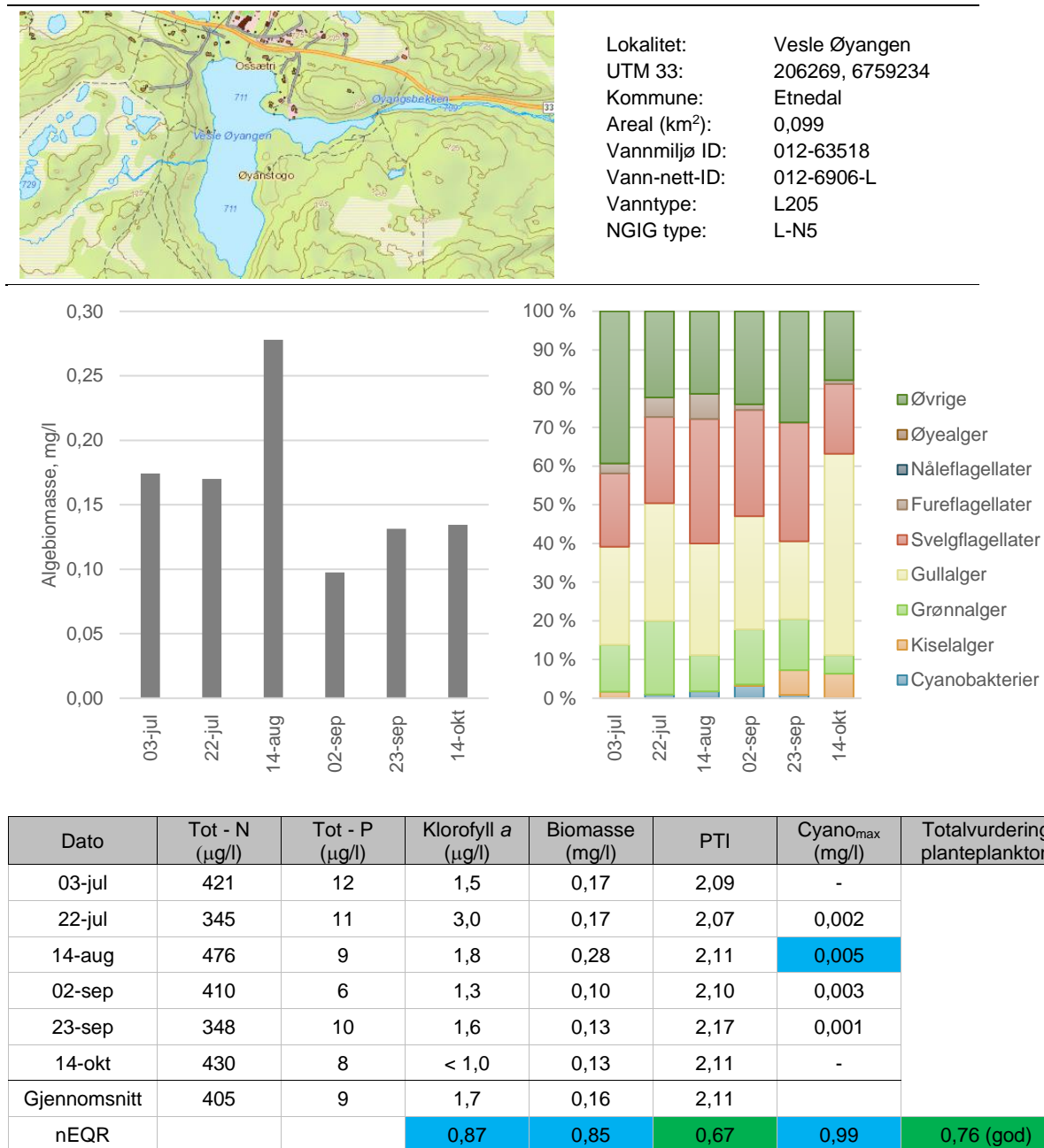


Figur 5. To svært vanlige slekter av planteplankton i norske innsjøer; gullalgen *Dinobryon* (venstre) og svelgflagellaten *Cryptomonas* (høyre). Foto: Birger Skjelbred, NIVA.

Tabell 8. Øyangen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,0	SG	1,01	1,00
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	200	SG	1,33	1,00
Labilt aluminium (µg/l)	8	G	0,31	0,71
Totalvurdering forsuring				0,90
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,66
Totalfosfor (µg/l)	14	M	0,22	0,47
Totalnitrogen (µg/l)	512	M	0,29	0,51
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

5.2 Vesle Øyangen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Vesle Øyangen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 6. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6. Vurdering av økologisk tilstand i Vesle Øyangen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Vannkjemisk er Vesle Øyangen svært lik Øyangen, men med litt lavere verdier for kalsium og organisk karbon (TOC), dvs. et kalsiumnivå like i underkant av 4 mg/l, og TOC like i overkant av 5 mg/l. Denne innsjøen blir dermed også definert som «kalkfattig, klar». Den ligger 711 moh. og vanntypen er L205.

Forsuringsparameterne ga samme resultat som i Øyangen. Den maksimale konsentrasjonen av labilt aluminium var eksakt lik på 8 µg/l, mens pH og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) lå marginalt lavere. Den økologiske tilstanden ut fra påvirkningen forsuring var «svært god» (tab. 9).

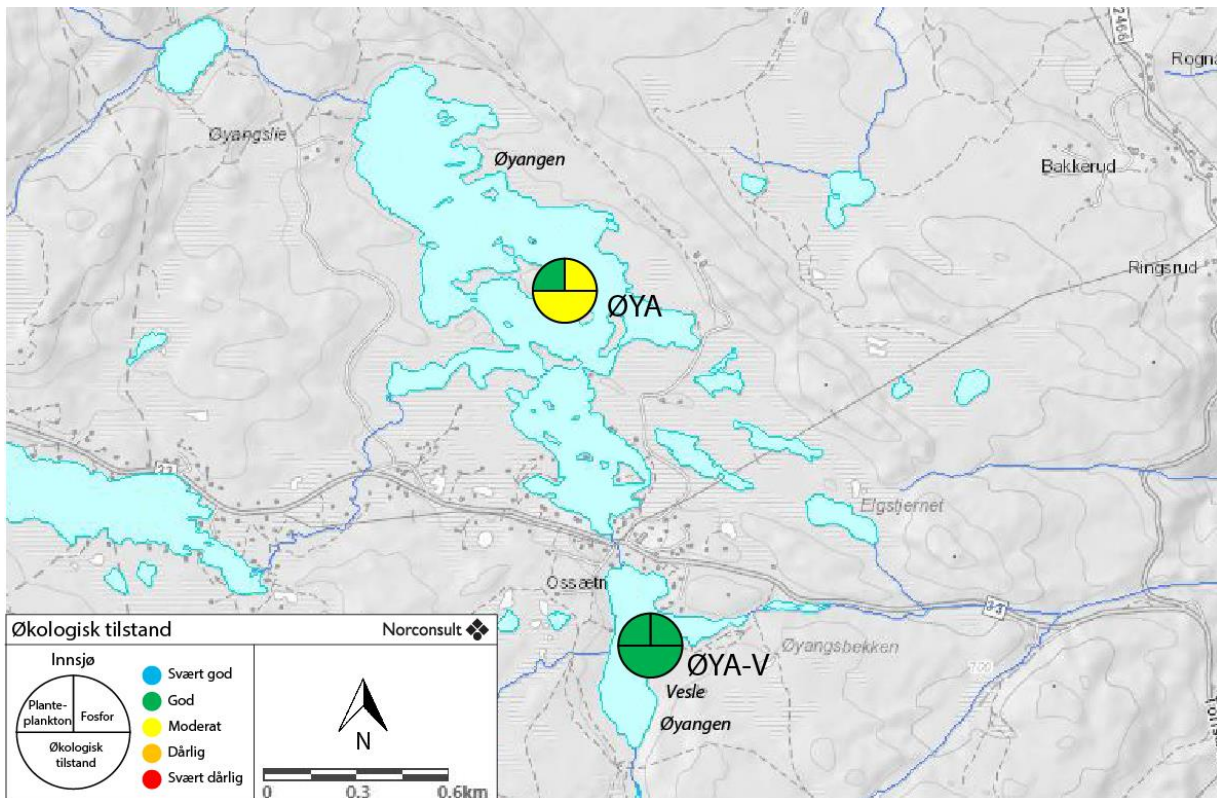
Innholdet av fosfor ble også målt til å ligge noe lavere enn Øyangen, men var fortsatt høyt nok til å ligge helt ned mot grensen til «moderat» tilstand. Biomassen av planteplankton i Vesle Øyangen var klart lavere enn i Øyangen, og ble dominert av små arter (< 4 µm, inkludert i kategorien «øvrige» i figur 6), gullalger og svelgflagellater. Dette er et vanlig bilde i næringsfattige innsjøer (jfr. figur 2), men også i Vesle Øyangen var det innslag av noe mer næringskrevende arter av grønnalger. Det resulterte i at indeksen for artssammensetning (PTI) trakk den økologiske tilstanden ned til «god». Siden totalfosfor endte med samme klasse, ble «god» også den endelige tilstandsvurderingen til innsjøen (tab. 9).

Tabell 9. Vesle Øyangen. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetsэлеment	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	6,9	SG	0,99	0,96
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	189	SG	1,29	1,00
Labilt aluminium (µg/l)	8	G	0,31	0,71
Totalvurdering forsuring				0,89
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,76
Totalfosfor (µg/l)	9	G	0,32	0,62
Totalnitrogen (µg/l)	405	G	0,37	0,61
Totalvurdering eutrofiering				0,62
Totalvurdering for vannforekomsten				0,62 (G)

5.3 Oppsummering, innsjøer i Etnedal

Figur 7 oppsummerer endelig økologisk tilstand i 2019 for de to undersøkte innsjøene i Etnedal kommune.

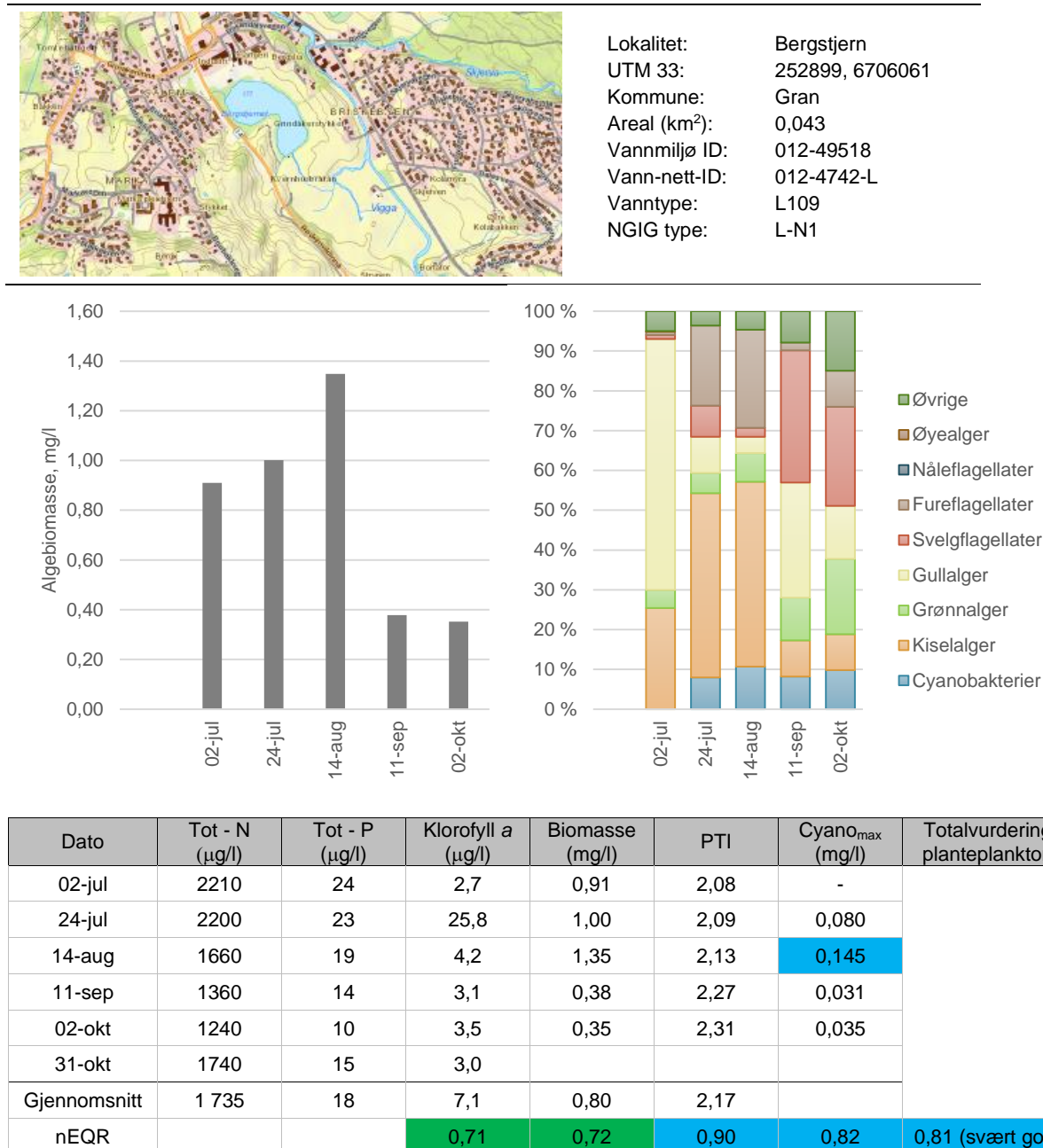


Figur 7. Oppsummering av økologisk tilstand i 2019 for innsjøene Øyangen og Vesle Øyangen i Etnedal. Fargekoder som i tabell 2 – 6 og innsjøkoder som i tabell 7.

6 Innsjøer i Oppland, Hadeland

6.1 Bergstjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Bergstjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 8. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 8. Vurdering av økologisk tilstand i Bergstjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Bergstjern er en liten innsjø som ligger klemt mellom riksvei 34 og elva Viggja like sør for Brandbu sentrum. Den kan være utsatt for avrenning fra vei, og det er i tillegg mye boligbebyggelse, noe industri og noe dyrket mark i nedbørfeltet. Innsjøen er svært kalkrik, med et kalsiuminnhold på ca. 70 mg/l. Forsuring er derfor ikke en påvirkning som er relevant for Bergstjernet. Den er også den eneste av de undersøkte innsjøene på Hadeland som ligger lavere enn 200 moh. Vannets innhold av organisk karbon (TOC) lå i 2019 rett i overkant av grenseverdien på 5 mg/l mellom klare og humøse sjøer. Prinsippet om å benytte de strengeste klassegrensene i tvilstilfeller gjør at den defineres som «kalkrik, klar», noe som gir vanntype L109.

Det var antydning til en oppblomstring av kiselalgen *Cyclotella* i begynnelsen av august, men med klassegrensene for denne vanntypen ga både totalbiomasse av planteplankton og innholdet av klorofyll *a* en nEQR-verdi som ligger midt i klassen «god». *Cyclotella* er typisk for næringsfattige innsjøer og har derfor lav PTI-verdi. Dette gjorde at totalvurderingen for kvalitetselementet «planteplankton» så vidt kom over grensen til «svært god» tilstand.

Med så høyt kalsiumnivå som vi har i Bergstjern, vil også den naturlige bakgrunnstilførselen av fosfor være høyere enn f.eks. i Øyangen i Etnedal (se avsnitt 5.1). Denne forskjellen korrigeres det for ved at innsjøene i klassifiseringssystemet har ulike klassegrenser. En gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på 18 µg/l, slik vi fant i Bergstjern, er trolig godt over normal bakgrunnsverdi, og tilsier en «moderat» tilstand for denne innsjøen.

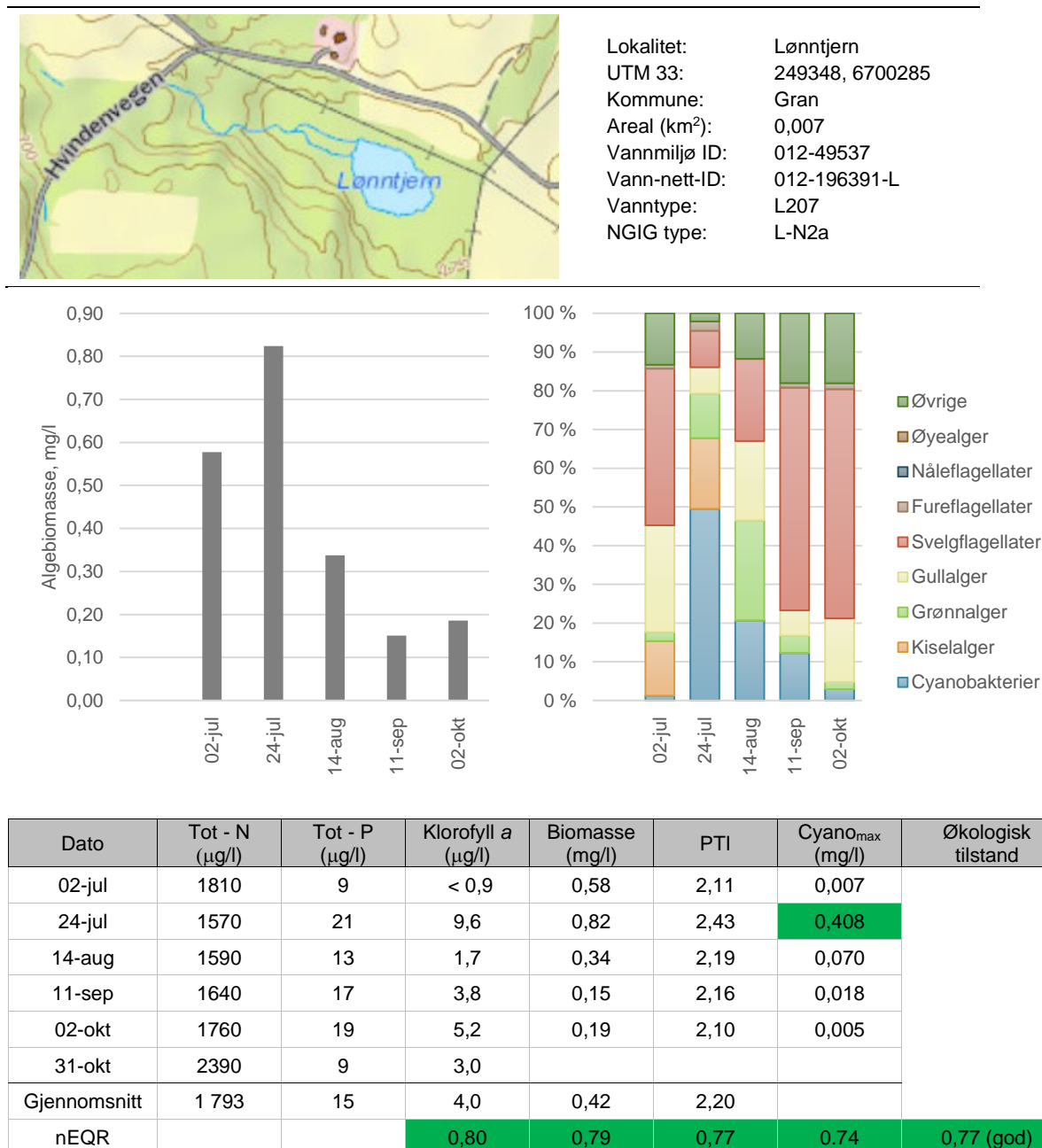
Det kan virke urimelig at den endelige tilstanden trekkes helt ned til «moderat» så lenge planteplankton indikerte beste tilstandsklasse. Vi observerte imidlertid en del cyanobakterier utover høsten, inkludert slektene *Dolichospermum* og *Microcystis*, noe som reflekteres i klart høyere PTI-verdier i høstprøvene. Dette er cyanobakterier som har evne til å danne store oppblomstringer dersom vekstvilkårene tilfeldigvis er i deres favør. I tillegg dominerte gullalgen *Uroglenopsis* i begynnelsen av juli, som også kan danne oppblomstringer. Fosfornivået er såpass høyt at det kan understøtte betydelige oppblomstringer, gitt at forholdene for øvrig ligger til rette for det. Ut fra resultatene i 2019 mener vi derfor at «moderat» økologisk tilstand framstår som en korrekt klassifisering av Bergstjernet (tab. 10). Innholdet av nitrogen var svært høyt og ga dårligste klasse («svært dårlig»). Dette har trolig ikke innvirkning på forekomsten av planteplankton, men er mest sannsynlig negativt for kransalgene som finnes i innsjøen (se kap. 7).

Tabell 10. Bergstjern. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,1			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	3537			
Labilt aluminium (µg/l)	32			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,81
Totalfosfor (µg/l)	18	M	0,34	0,58
Totalnitrogen (µg/l)	1735	SD	0,16	0,16
Totalvurdering eutrofiering				0,58
Totalvurdering for vannforekomsten				0,58 (M)

6.2 Lønntjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Lønntjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 9. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 9. Vurdering av økologisk tilstand i Lønntjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Lønntjern er et lite tjern et par kilometer øst for Randsfjorden og like vest for Skirstadtjern. Det er omgitt av skog, men også med noe dyrket mark i nedbørfeltet. Det er i portalen Vann-nett angitt som en «klar» vannforekomst basert på data for fargetall. For sesongen 2019 fant vi et innhold av organisk karbon (TOC) betydelig over grenseverdien på 5 mg/l. Ut fra disse verdiene burde altså tjernet karakteriseres som «humøst». Innholdet av organisk karbon vil variere fra år til år avhengig av nedbørforholdene. Så lenge det er lite data tilgjengelig, og disse ligger på begge sider av denne grenseverdien, vil det korrekte være å velge den vanntypen med de strengeste klassegrensene. Vi følger derfor typifiseringen i Vann-nett og behandler dette som en «klar» vannforekomst. Av alle innsjøene i denne undersøkelsen var det Lønntjern som hadde det høyeste innholdet av kalsium med ca. 75 mg/l. Tjernet er altså svært kalkrikt. Med en beliggenhet 270 moh., havner det i vanntype L207.

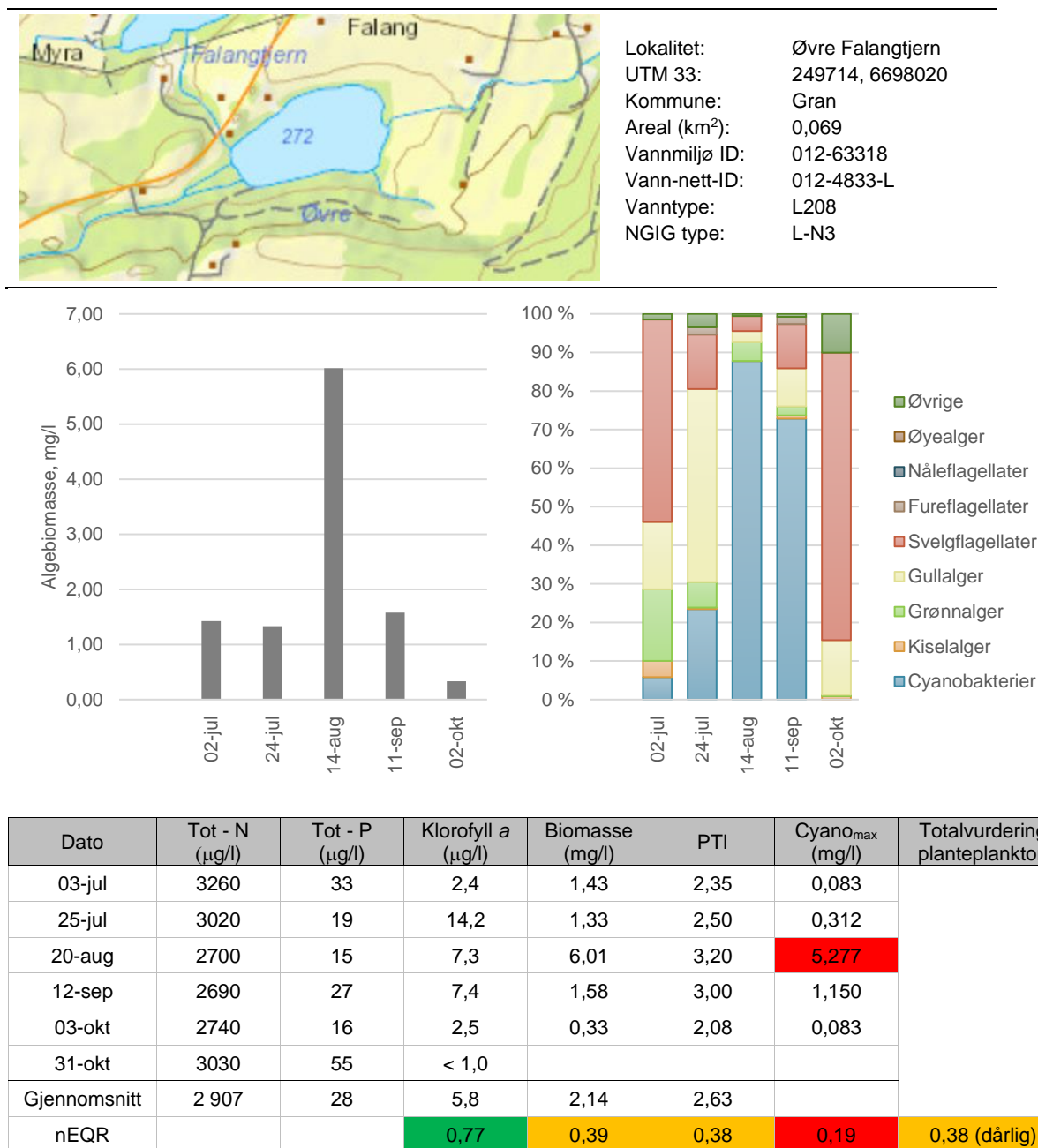
Forekomsten av planteplankton i Lønntjern var svært lav på høsten, men på sommeren var den maksimale biomassen like i underkant av 1 mg/l. Dette er fortsatt ikke høyt, men noe over det som er forventet ved kun naturlig bakgrunnstilførsel av næringssalter. Ved den maksimale forekomsten av planteplankton i slutten av juli utgjorde cyanobakterier en betydelig andel, i første rekke arten *Woronichinia compacta*. Dette resulterte i en høy PTI-verdi ved denne prøvetakingen. For sesongen under ett viste alle planteplankton-parametere «god» tilstand (tab. 11).

Som i Bergstjern vil det høye kalsiuminnholdet naturlig gi høyere fosforverdier enn i mer kalkfattige innsjøer. Det er ikke definert noen egen vanntype for klare, kalkrike innsjøer som samtidig ligger mer enn 200 moh. Denne meget kalkrike innsjøen havner dermed sammen med innsjøer som er «moderat kalkrike», dvs. med et kalsiuminnhold på 4 – 20 mg/l. Klassegrensene for fosfor blir dermed ganske sikkert i overkant strenge for lokaliteter som Lønntjern. Med en nEQR-verdi for totalfosfor i nedre halvdel av klassen «moderat», og med betydelig forekomst av cyanobakterier på sensommeren, mener vi at nedgraderingen til «moderat» økologisk tilstand pga. forhøyete fosforverdier likevel er korrekt. Som i Bergstjern ble det i Lønntjern registrert meget høye konsentrasjoner av nitrogen (tab. 11).

Tabell 11. Lønntjern. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetsэлеment	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,9			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	3742			
Labil aluminium (µg/l)	32			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,77
Totalfosfor (µg/l)	15	M	0,27	0,49
Totalnitrogen (µg/l)	1793	SD	0,11	0,15
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

6.3 Øvre Falangtjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Øvre Falangtjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 10. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 10. Vurdering av økologisk tilstand i Øvre Falangtjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

I Øvre Falangtjern foreligger en del data på vannets fargetall. I 2018 lå dette noe under 30 mg Pt/l, men dette var et år med en særdeles nedbørfattig sommer. I et normalår ser denne verdien i gjennomsnitt å ligge noe over 30 mg Pt/l. Gjennom sesongen 2019 fant vi at innholdet av organisk karbon (TOC) i gjennomsnitt lå noe over 8 mg/l. Disse resultatene tilsier at innsjøen bør betegnes som «humøs», slik det pr. i dag gjøres på portalen Vann-nett. Innsjøen er meget kalkrik med et kalsiuminnhold på ca. 55 mg/l. Forsuring er derfor ingen aktuell problemstilling her. Med en beliggenhet 272 moh. plasseres Øvre Falangtjern i vanntype L208.

Vi har i flere år observert oppblomstring av cyanobakterien *Dolichospermum* i Øvre Falangtjern (fig. 12). Den hadde en voldsom oppblomstring i 2017 med en maksimal biomasse på ca. 20 mg/l (Stabell 2018). Oppblomstringen i 2018 var noe mer moderat (Stabell 2019), og på nivå med det vi registrerte i 2019. Analysene av klorofyll *a* i 2019 ga ikke noe utslag på den kraftige økningen i biomassen av planteplankton i august. Vi kjenner ikke årsaken til dette, men det ga et usedvanlig stort avvik mellom resultatene for klorofyll *a* og totalbiomasse for planteplankton (fig. 10). Ideelt sett skal det være god overensstemmelse mellom disse, siden de forsøker å uttrykke det samme. Til tross for dette endte den økologiske tilstanden i innsjøen opp med klassen «dårlig».

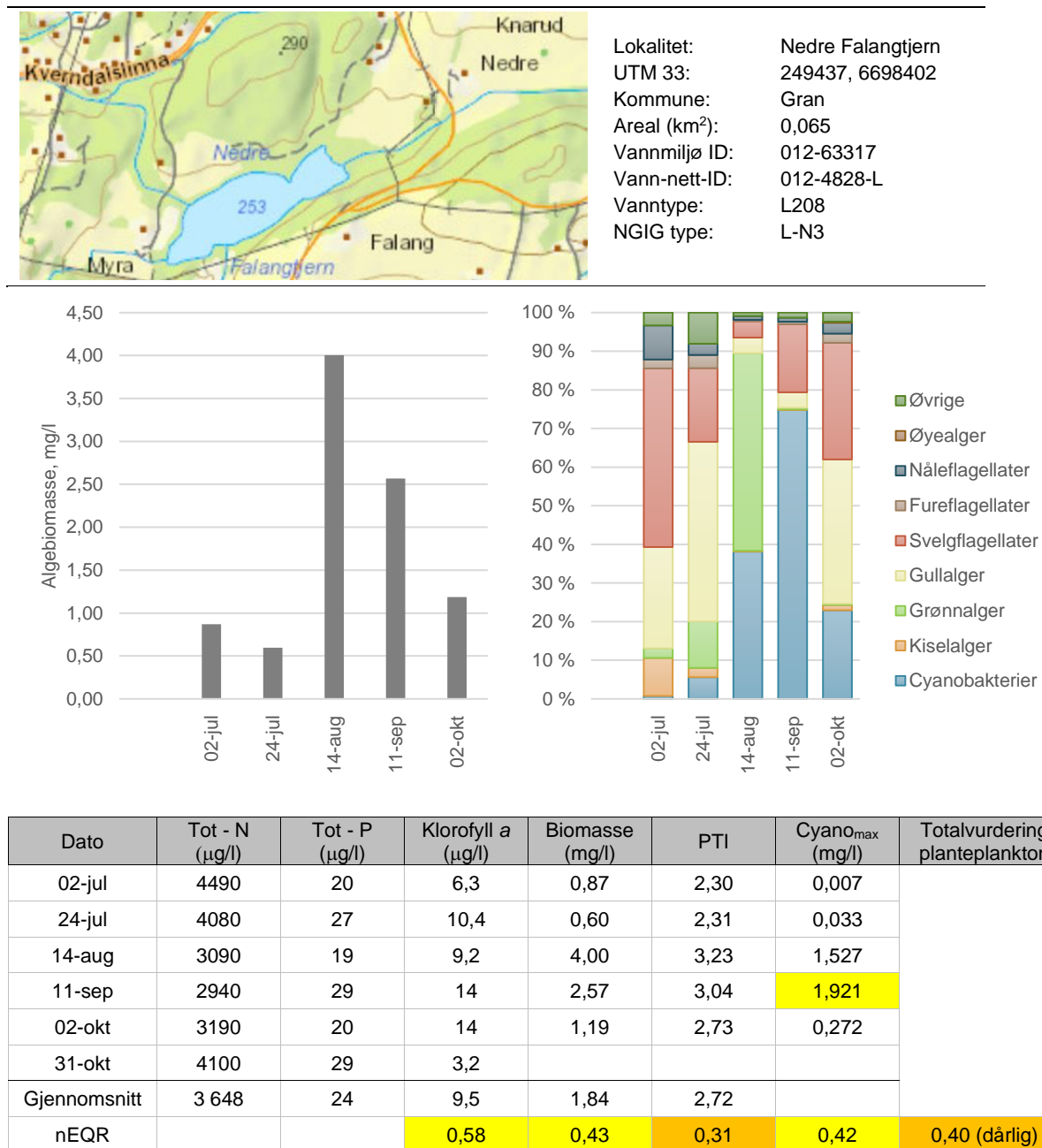
De to viktigste tilførselsbekkene til Øvre Falangtjern er en som kommer inn fra øst, og en fra sør-vest. På den siste stasjonen i den som kommer fra øst (stasjon G08 ved Vik) viser data fra portalen Vannmiljø at fosforkonsentrasjonen som gjennomsnitt av sju målinger i 2019 var på 41 µg/l. Da er en ekstremverdi fra 31. juli på 210 µg/l utelatt. I bekken fra sør-vest var fosforinnholdet i gjennomsnitt 26 µg/l, mens tilsvarende var 15 µg/l i 2018 og 23 µg/l i 2017. I selve innsjøen var konsentrasjonen av totalfosfor i 2019 i gjennomsnitt på 28 µg/l. Dette er ikke ekstremt høyt, og tilsvarer «moderat» tilstand, men tilstrekkelig høyt til å kunne understøtte store oppblomstringer av planteplankton. Den endelige vurderingen av økologisk tilstand i Øvre Falangtjern i 2019 ble «dårlig» (tab. 12). Nitrogeninnholdet påvirker ikke klassifiseringen, men var i gjennomsnitt på nesten 3 mg/l, som er meget høyt.

Tabell 12. Øvre Falangtjern. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetsэлеment	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,2			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	2798			
Labilt aluminium (µg/l)	35			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,38
Totalfosfor (µg/l)	28	M	0,25	0,42
Totalnitrogen (µg/l)	2907	SD	0,10	0,12
Totalvurdering eutrofiering				0,38
Totalvurdering for vannforekomsten				0,38 (D)

6.4 Nedre Falangtjern

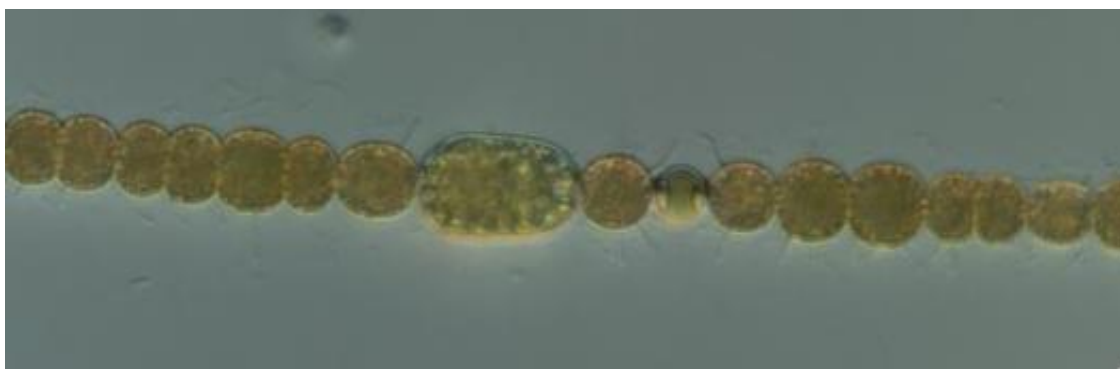
Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Nedre Falangtjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 11. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 11. Vurdering av økologisk tilstand i Nedre Falangtjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Øvre- og Nedre Falangtjern er omtrent like store og ligger bare ca. 300 meter fra hverandre. Det går en bekk fra det øvre til det nedre tjernet. Den andre viktige tilførselsbekken til Nedre Falangtjern renner inn i den østre delen av innsjøen. Ikke overraskende er vannkjemien i de to innsjøene temmelig lik, men med høyere nitrogeninnhold, noe høyere kalsiuminnhold og noe lavere konsentrasjon av totalfosfor i Nedre Falangtjern.

Samfunnet av planteplankton var også temmelig likt i de to innsjøene, men med mye større andel av grønnalger i Nedre Falangtjern i august. I næringsrike innsjøer er det som regel grønnalger som responderer raskest på gode lys- temperatur- og næringsforhold (se fig. 3), mens cyanobakterier ofte overtar dominansen på sensommeren og høsten. Dette kan tyde på at utviklingen i det nedre Falangtjernet hang litt etter det øvre, og at høsten kom litt for raskt til at cyanobakteriene klarte å bygge seg opp i særlig grad. Også i Nedre Falangtjern lå målingene av klorofyll a lavere enn forventet ut fra observert forekomst av planteplankton i mikroskop. Med en endelig nEQR-verdi akkurat på grensen mellom «moderat» og «dårlig» tilstand, mener vi bestemt at det er mest korrekt å plassere innsjøen i tilstandsklassen «dårlig».



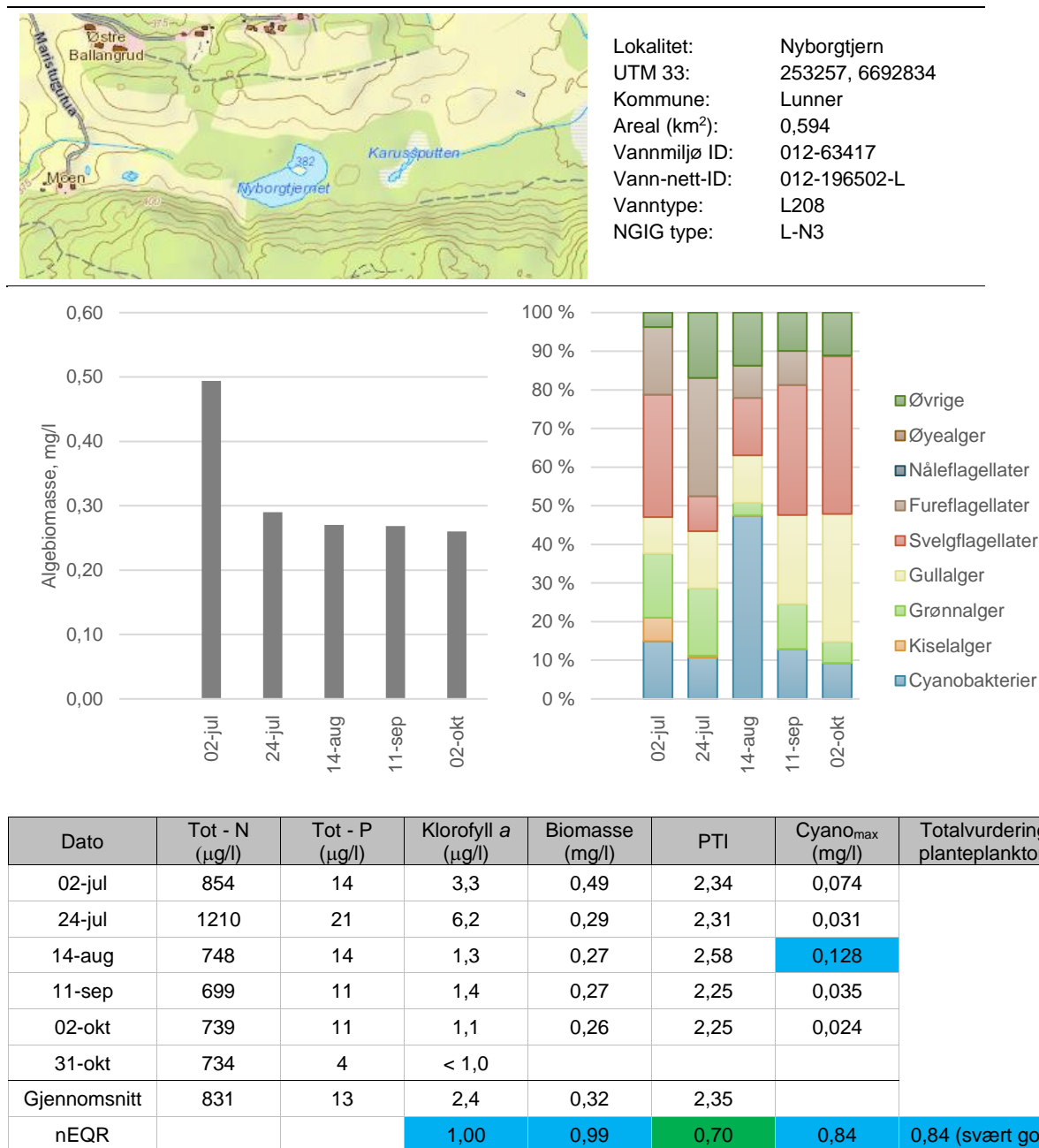
Figur 12. *Dolichospermum* med hvilespore (akinet) og heterocyste («klar» celle, spesialisert for nitrogenfiksering) Foto: Birger Skjelbred, NIVA

Tabell 13. Nedre Falangtjern. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,1			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, $\mu\text{ekv/l}$)	3282			
Labilt aluminium ($\mu\text{g/l}$)	41			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,38
Totalfosfor ($\mu\text{g/l}$)	28	M	0,25	0,42
Totalnitrogen ($\mu\text{g/l}$)	3648	SD	0,08	0,10
Totalvurdering eutrofiering				0,38
Totalvurdering for vannforekomsten				0,38 (D)

6.5 Nyborgtjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Nyborgtjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 13. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.

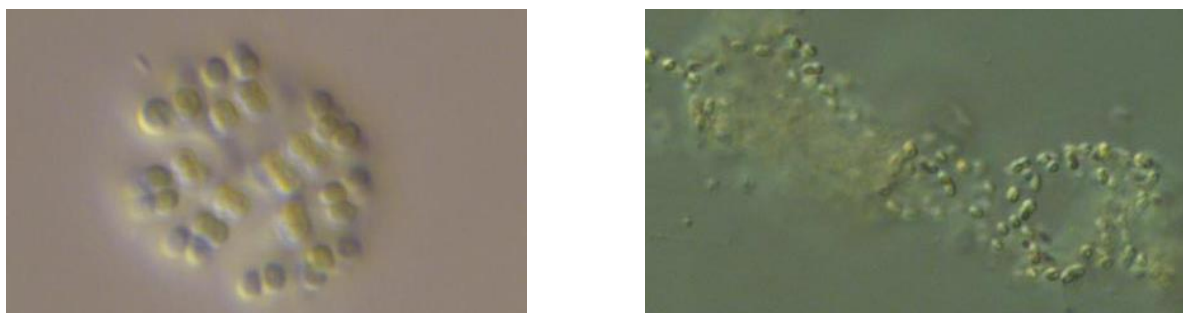


Figur 13. Vurdering av økologisk tilstand i Nyborgtjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton

Nyborgtjern er en kalkrik og svakt humøs innsjø omgitt av skog, men med noe dyrket mark i nedbørfeltet. Vi registrerte i 2019 et gjennomsnittlig innhold av organisk karbon (TOC) på 10 mg/l. I portalen Vannmiljø er det registrert et betydelig antall målinger av fargetall. Mange av disse er under den fastsatt grensen for humøse sjøer på 30 mg Pt/l, men en god del målinger er også langt over dette nivået. Vi har valgt å følge typifiseringen fra Vann-nett, hvor Nyborgtjern er karakterisert som en humøs innsjø. Den ligger 382 moh. og havner dermed i kategorien «skog, kalkrik, humøs». Denne kombinasjonen er ikke gitt en egen vanntype. Den slås derfor sammen med de moderat kalkrike innsjøene, og er inkludert i vanntype L208.

Biomassen av planteplankton var i 2019 lav gjennom hele sesongen uten stor dominans av noen arter. I august utgjorde imidlertid cyanobakteriene *Anathece* og *Snowella* en betydelig andel av totalbiomassen (fig. 14). Dette ga en relativt høy PTI-verdi i august, men ut fra kvalitetselementet «planteplankton» kom likevel innsjøen ut i beste klasse («svært god») (tab. 14).

Med et så høyt kalsiumnivå som 50 mg/l er det naturlig en viss bakgrunnstilførsel av fosfor også. Sent i oktober, etter at vekstsesongen til planteplanktonet var over, ble det registrert en så lav verdi for totalfosfor som 4 µg/l. Dette indikerer at et gjennomsnitt for sesongen på 13 µg/l innebærer en viss tilførsel fra eksterne kilder. Dermed framstår det korrekt at de noe forhøyede fosforverdiene trekker den endelige klassifiseringen av innsjøen ned til «god» tilstand.

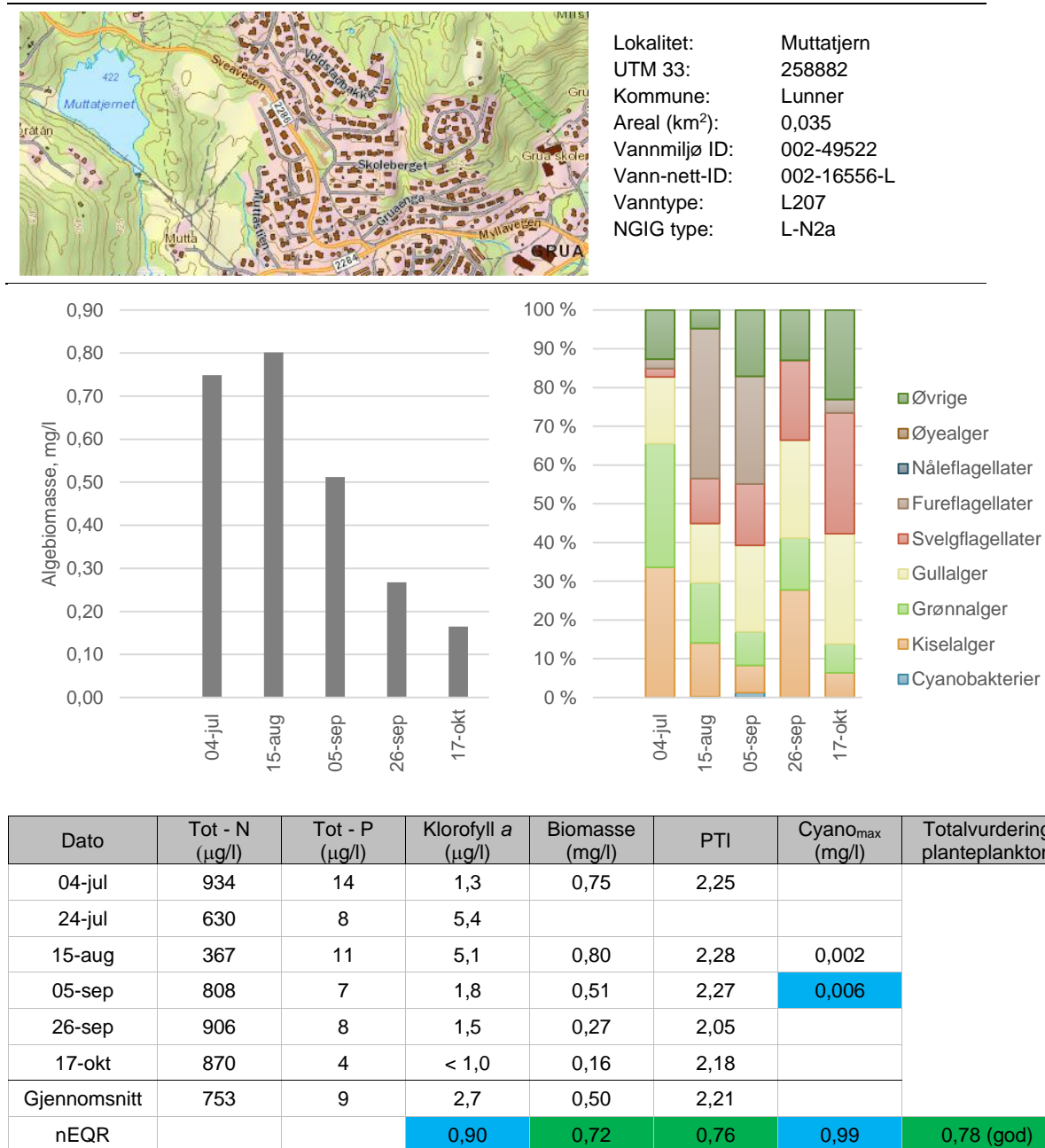


Figur 14. Cyanobakterier i Nyborgtjern. Venstre: *Snowella*. Høyre: *Anathece*. Foto: Birger Skjelbred, NIVA

Tabell 14. Nyborgtjern. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,1			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	2608			
Labilt aluminium (µg/l)	32			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,84
Totalfosfor (µg/l)	13	G	0,48	0,72
Totalnitrogen (µg/l)	831	M	0,33	0,49
Totalvurdering eutrofiering				0,72
Totalvurdering for vannforekomsten				0,72 (G)

6.6 Muttatjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Muttatjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 15. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 15. Vurdering av økologisk tilstand i Muttatjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

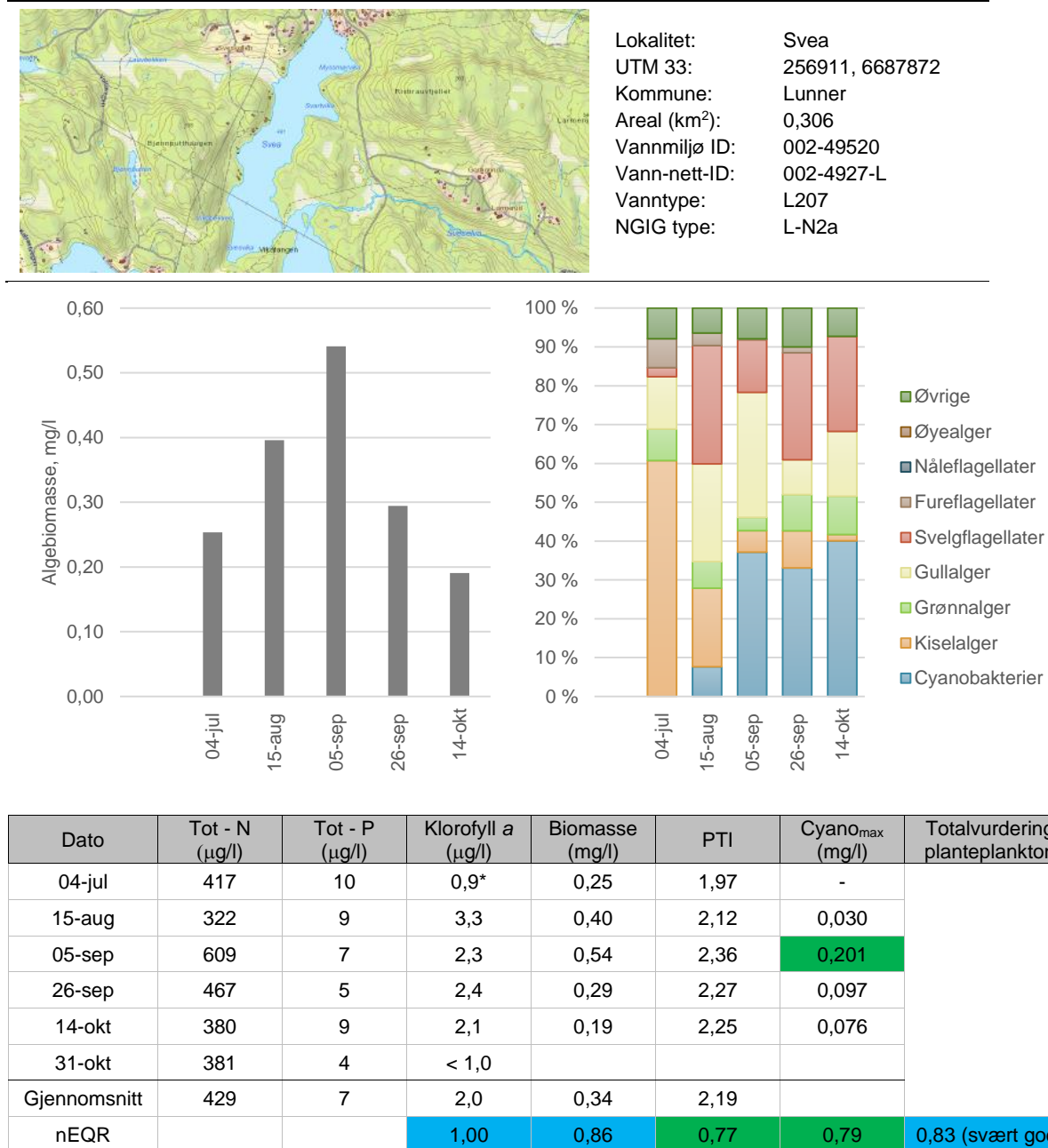
I luftlinje ligger Muttatjernet ca. 7,5 km sør-øst for Nyborgtjernet, men da har vi beveget oss vekk fra Randsfjorden-vassdraget til Nitelva-vassdraget, som igjen er en del av det store Glommavassdraget. Berggrunnen i nedbørfeltet er fortsatt kalkrik, og kalsiuminnholdet i Muttatjern ligger på ca. 40 mg/l. Innholdet av organisk karbon er lavt. I 2019 lå innholdet av totalt organisk karbon i gjennomsnitt på 4 mg/l, som tilsier at dette defineres som en «klar» innsjø. Med en beliggenhet 422 moh. havner den i innsjøtype L207.

Samfunnet av planteplankton var godt sammensatt i Muttatjernet. Arter fra mange av de ulike hovedgruppene var representert gjennom hele sesongen uten at noen utviklet dominans. Totalbiomassen holdt seg hele tiden under 1 mg/l, med et gjennomsnitt på 0,5 mg/l. For denne vanntypen tilsier det «god» tilstand. I sommerprøvene var grønnalgen *Oocystis* vanlig i juli, mens en stor fureflagellat (*Peridinium cinctum*) hadde stor forekomst i august og begynnelsen av september. Begge disse er vanligst i noe næringsrike innsjøer, og bidro til å dra PTI-verdien opp. Også denne komponenten kom ut med «god» tilstand. Dette var også i overensstemmelse med totalfosfor, og dermed ble den endelige klassifiseringen for innsjøen «god» (tab. 15).

Tabell 15. Muttatjern. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetsэлеment	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,0			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	2048			
Labilt aluminium (µg/l)	43			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,78
Totalfosfor (µg/l)	9	G	0,46	0,72
Totalnitrogen (µg/l)	753	M	0,27	0,41
Totalvurdering eutrofiering				
				0,72
Totalvurdering for vannforekomsten				
				0,72 (G)

6.7 Svea

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Svea etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 16. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 16. Vurdering av økologisk tilstand i Svea ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Svea ligger like vest for Muttatjern og de to innsjøene er svært like med hensyn til innhold av kalsium og organisk karbon. Verdiene ligger noe lavere i Svea, men dette er også en «kalkrik, klar» innsjø. Den ligger relativt høyt, 481 moh., men dette er fortsatt godt innenfor den høyderregionen som betegnes «skog» (200 – 800 moh.). Innsjøtypen blir dermed L207 også for Svea.

Innholdet av totalfosfor i Svea var i gjennomsnitt på noe over 7 mg/l. Dette er såpass lavt at det ikke vil være grunnlag for større oppblomstringer av planteplankton. Likevel ligger det noe over forventet bakgrunnsverdi, og tilsier «god» tilstand.

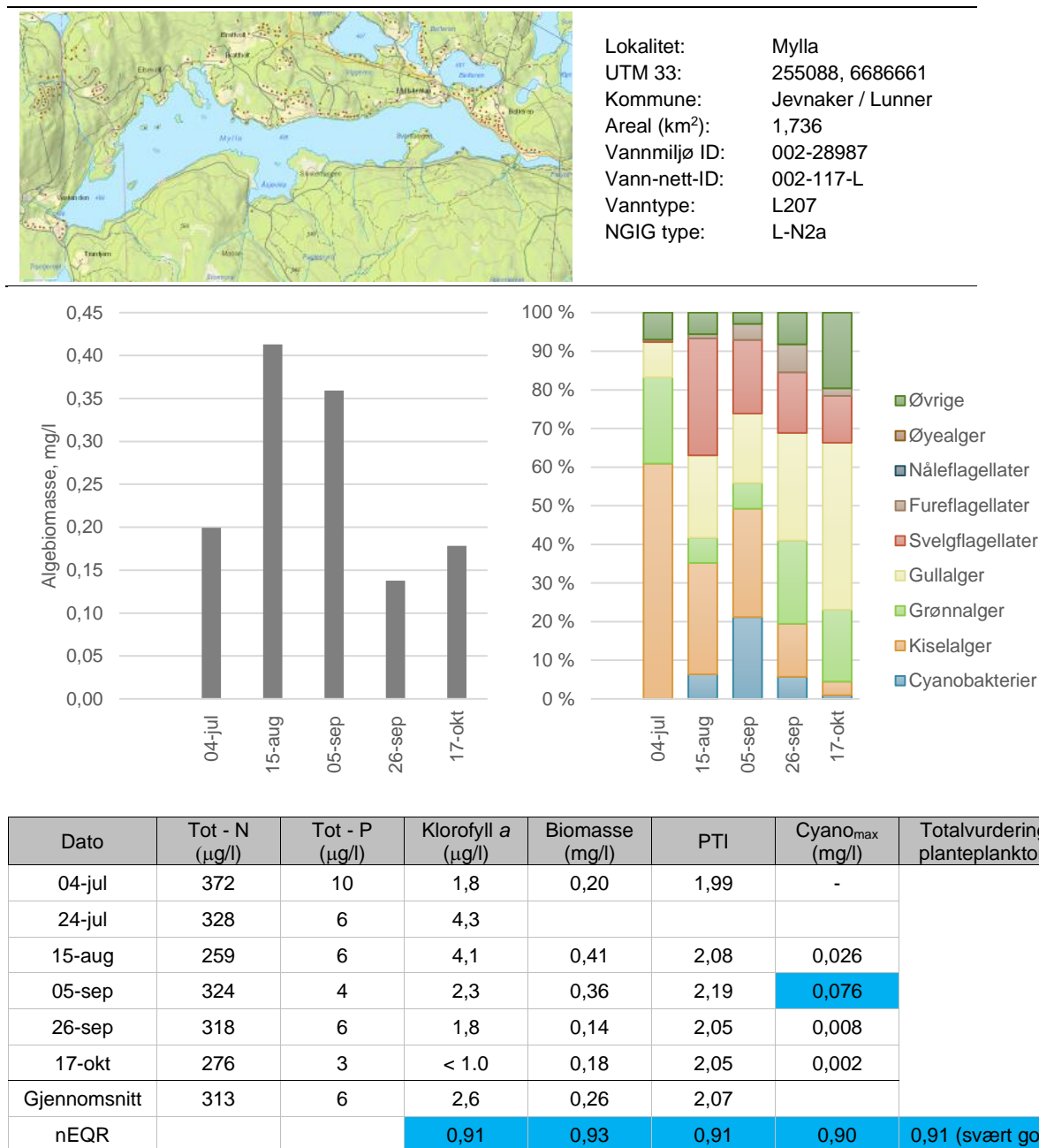
Biomassen av planteplankton var lav gjennom hele sesongen med et maksimum i begynnelsen av september på litt over 0,5 mg/l. Kiselalgen *Cyclotella* dominerte i juli-prøven, mens vi fikk et betydelig innslag av cyanobakterien *Snowella* utover høsten. Dette er en art som er vanlig også i relativt næringsfattige innsjøer, men den bidro til å øke PTI-verdien noe. Denne komponenten endte dermed på «god» tilstand, men hele kvalitetselementet under ett tilsa «svært god» tilstand. Det var godt samsvar mellom nEQR-verdiene for henholdsvis totalfosfor og planteplankton, selv om de la seg på hver sin side av grenseverdien mellom «god» og «svært god» tilstand. Innholdet av totalnitrogen var betydelig lavere i Svea enn i Muttatjern, og også denne parameteren ga i Svea «god» tilstand (tab. 16).

Tabell 16. Svea. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetsэлемент	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	8,0			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	1807			
Labilt aluminium (µg/l)	34			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,83
Totalfosfor (µg/l)	7	G	0,55	0,78
Totalnitrogen (µg/l)	429	G	0,47	0,65
Totalvurdering eutrofiering				0,72
Totalvurdering for vannforekomsten				0,72 (G)

6.8 Mylla

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Mylla etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 17. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 17. Vurdering av økologisk tilstand i Mylla ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Sammenliknet med de øvrige innsjøene på Hadeland som inngår i denne undersøkelsen, er Mylla en nokså stor innsjø, med et areal i underkant av 2 km². I luftlinje ligger den ikke mer enn ca. 700 meter fra sørenden av Svea, men berggrunnen i nedbørfeltet til Mylla er ikke på langt nær så kalkrik. Likevel er kalsiumkonsentrasjonen i innsjøen fortsatt ca. 10 mg/l. Den vurderes da som «middels kalkrik». I innsjøer med et kalkinnhold på dette nivået anses fortsatt ikke forsurening som en aktuell påvirkning.

I Vann-nett er innsjøen karakterisert som «humøs» og gitt vanntype L208. Dette er åpenbart galt. Alle data for totalt organisk karbon (TOC) på portalen Vannmiljø ligger mellom 3 og 5,5, og gjennomsnittsverdien i sesongen 2019 var på 4 mg/l. Dette er under grenseverdien for vanntype «humøs» på 5 mg/l. Siden «klare» innsjøer har strengere klassegrenser enn «humøse» er det liten tvil om at Mylla bør flyttes til vanntype L207. Det er klassegrensene for den vanntypen vi har benyttet her.

Totalbiomassen av planteplankton var lav gjennom undersøkelsesperioden, og holdt seg godt innenfor grensen til beste klasse («svært god»). Artssammensetningen var typisk for næringsfattige innsjøer, med dominans av små arter, gullalger og kiselalgen *Cyclotella*. I begynnelsen av september utgjorde cyanobakterier ca. 10% av totalbiomassen, og igjen var det slekten *Snowella* som utgjorde mesteparten av denne. Likevel registrerte vi også små mengder av representanter fra slektene *Anathece* og *Microcystis*, som er cyanobakterier som er langt vanligere i mer næringsrike innsjøer.

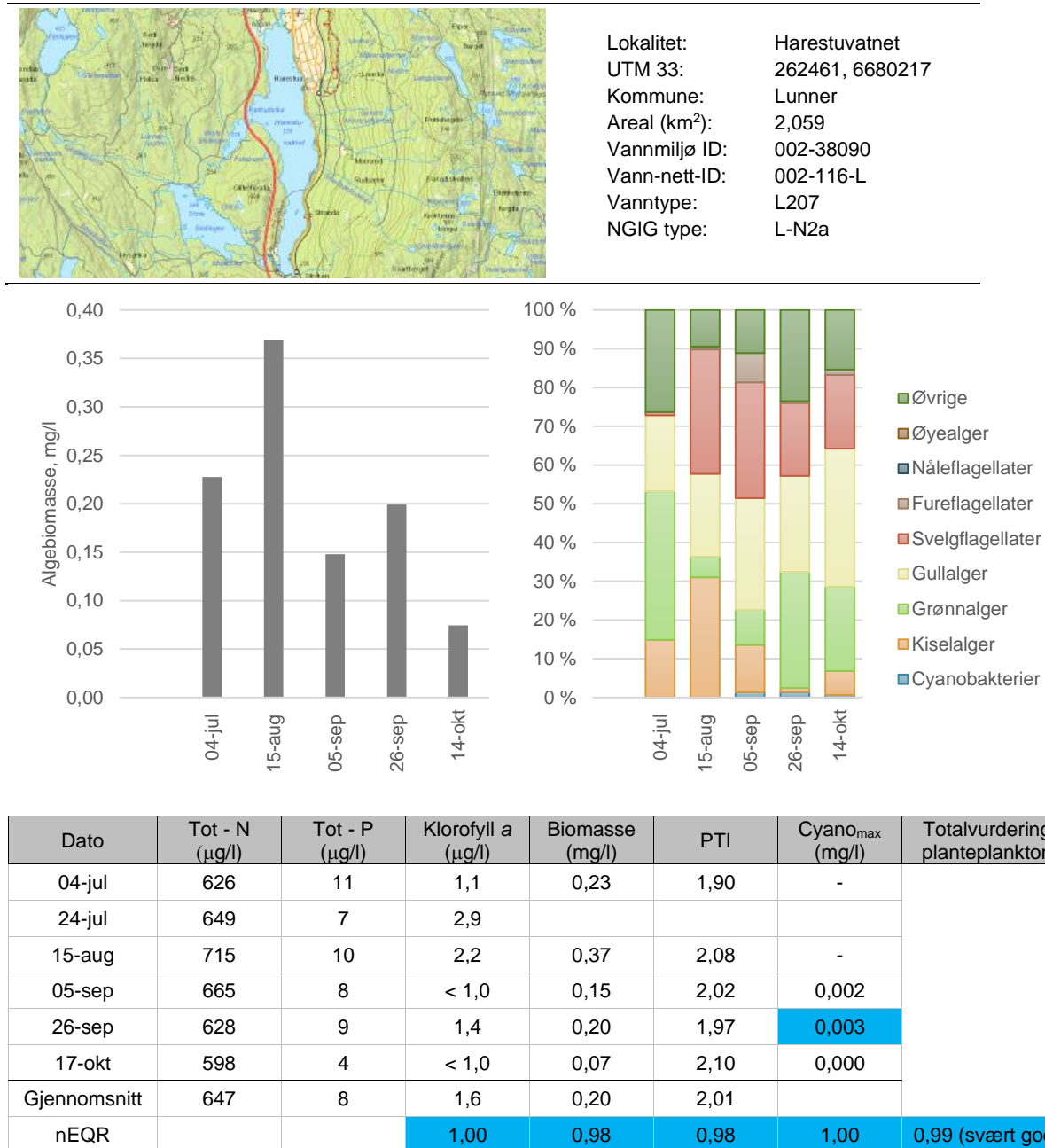
Også rundt Mylla er det en del hytter som kan representere en mulig forurensningskilde. Som for totalfosfor var imidlertid verdiene for totalnitrogen også lave. De ga en nEQR-verdi nær grensen mellom «svært god» og «god» tilstand (tab. 17). Det tilsier at det i 2019 kun var en beskjeden tilførsel av næringsalter til Mylla utover den naturlige bakgrunnstilførselen.

Tabell 17. Mylla. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,6			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	496			
Labilt aluminium (µg/l)	25			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,91
Totalfosfor (µg/l)	6	SG	0,69	0,86
Totalnitrogen (µg/l)	313	SG	0,64	0,81
Totalvurdering eutrofiering				0,86
Totalvurdering for vannforekomsten				0,86 (SG)

6.9 Harestuvatnet

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Harestuvatnet etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 18. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 18. Vurdering av økologisk tilstand i Harestuvatnet ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

I portalen Vann-nett er Harestuvatnet pr. mars 2020 angitt som kalkfattig, dvs. at kalsiuminnholdet skal være mindre enn 4 mg/l. Målingene i 2019 viste at konsentrasjonen av kalsium lå på ca. 10 mg/l. Kalsium er en parameter som ikke varierer veldig mye, og vi mener derfor at innsjøen bør kategoriseres som «moderat kalkrik». Det er ingen data knyttet til vannets innhold av organisk karbon i portalen Vannmiljø, men innsjøen er i Vann-nett karakterisert som «humøs». Resultatene fra 2019 viser at innsjøen har lavt innhold av organisk karbon (TOC < 5 mg/l), og derfor bør betraktes som «klar». Vanntypen L206 («skog, kalkfattig, humøs») i Vann-nett bør endres til L207 («skog, moderat kalkrik, klar»).

En syrenøytraliserende kapasitet på 443 $\mu\text{ekv/l}$, som er omtrent det samme vi fant i Mylla, forteller at forsuring heller ikke i Harestuvatnet er en relevant problematikk.

Harestuvatnet er langstrakt og ligger langs den sterkt trafikkerte riksvei 4. På østsiden av innsjøen går Hadelandsveien helt ned til vannet, men denne har ikke på langt nær så mye trafikk. Det er spredt hyttebebyggelse langs vannet, og i nordenden ligger Harestua sentrum. Til tross for en del mulige forureningskilder var forekomsten av planteplankton i hele undersøkelsesperioden meget lav. Samfunnet besto i tillegg av små arter og uten annet enn sporadiske innslag av arter som er vanligere i mer næringsrike innsjøer. Dette ga også en lav PTI-verdi. Vurdert ut fra mengde og sammensetning av planteplankton framsto innsjøen som et typisk eksempel på en oligotrof innsjø. Kvalitets-elementet «planteplankton» indikerte en «svært god» økologisk tilstand (fig. 18)

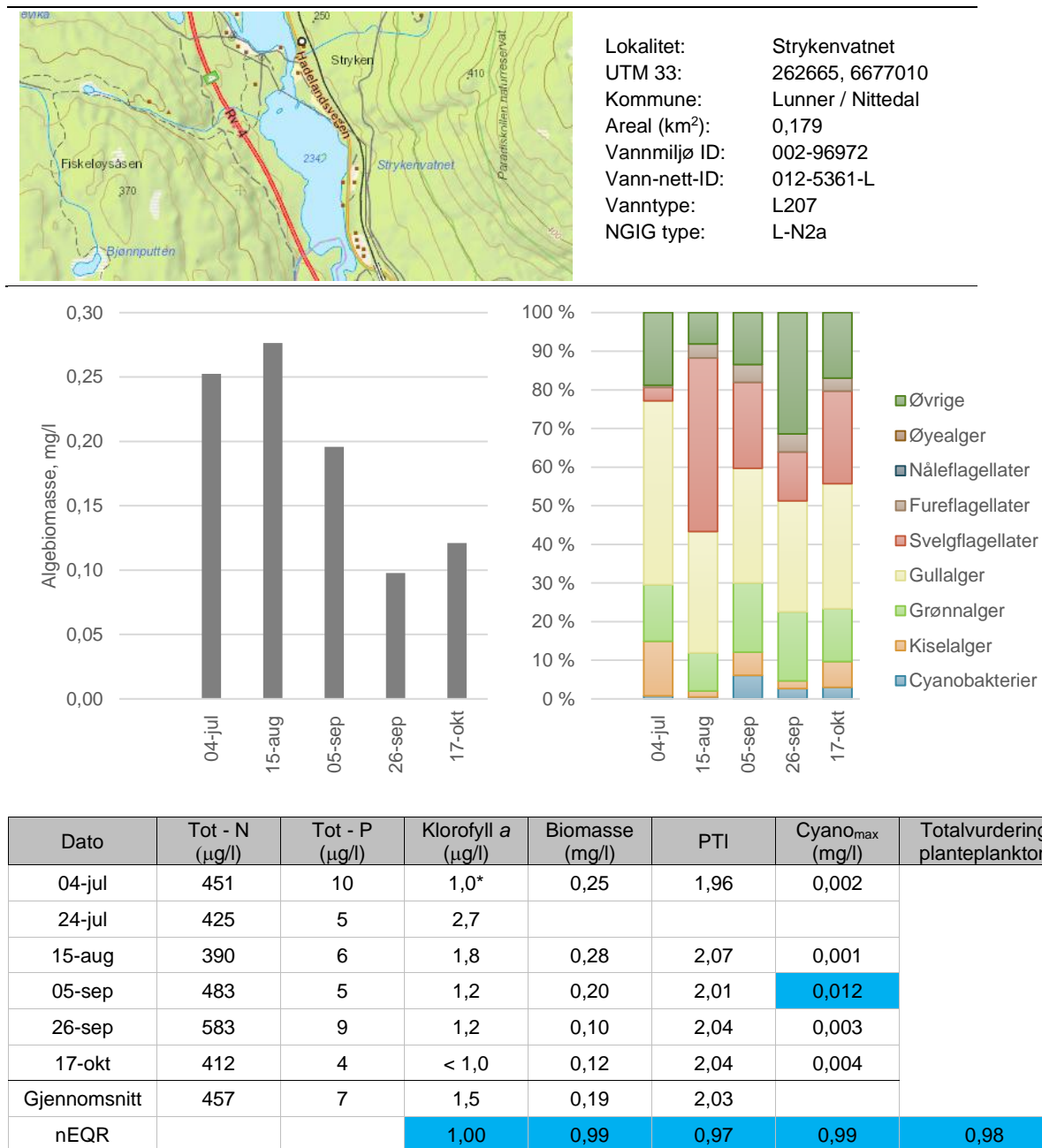
En konsentrasjon av totalfosfor på ca. 10 $\mu\text{g/l}$ og et nitrogeninnhold på ca. 650 $\mu\text{g/l}$, tilsier en viss tilførsel av næringssalter utover den naturlige bakgrunnstilførselen. Dette gir et potensial for høyere algevekst enn vi observerte i 2019, og trekker den endelige tilstandsklassifiseringen ned til «god» (tab.18).

Det er målt høy konsentrasjon av sink i Sveelva som renner inn i Harestuvatnet. I denne undersøkelsen har vi ikke målt sinkinnholdet i innsjøen, men mest sannsynlig er konsentrasjonen av dette elementet så høy at det ville ha nedgradert den økologiske tilstanden til «moderat» (se avsnitt 6.10 om Strykenvatnet).

Tabell 18. Harestuvatnet. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitets-element	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,4			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, $\mu\text{ekv/l}$)	443			
Labil aluminium ($\mu\text{g/l}$)	20			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,99
Totalfosfor ($\mu\text{g/l}$)	8	G	0,49	0,72
Totalnitrogen ($\mu\text{g/l}$)	647	M	0,31	0,46
Totalvurdering eutrofiering				0,72
Totalvurdering for vannforekomsten				0,72 (G)

6.10 Strykenvatnet

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Strykenvatnet etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 19. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 19. Vurdering av økologisk tilstand i Strykenvatnet ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Strykenvatnet henger sammen med Harestuvatnet via en kort, smal kanal ved Stryken stasjon. Det er derfor ikke overraskende at de to innsjøbassengene rent vannkjemisk er temmelig like, og for alle parameterne (kalsium, TOC, totalfosfor, totalnitrogen) lå verdiene bare litt lavere i Strykenvatnet. Også denne innsjøen er i Vann-nett betegnet som «kalkfattig, humøs». Innsjøen bør flyttes fra vanntype L206 til L 207 («skog, moderat kalkrik, klar» med samme begrunnelse som for Harestuvatnet.

Samfunnet av planteplankton var svært likt det vi fant i Harestuvatnet, med tilnærmet identiske gjennomsnittsverdier både for klorofyll *a*, totalbiomasse og PTI. På 1920-tallet ble det utvunnet sink i gruver på Hadeland. Avfall fra utvinningen ble spredt over et stort område sør for Grua og innenfor nedbørfeltet til Strykenvatnet. Konsentrasjonen av utvalgte tungmetaller ble derfor målt tre ganger gjennom sesongen. Flere av tungmetallene viste verdier langt over forventet naturlig bakgrunnsverdi, men holdt seg likevel innenfor grenseverdien til «god» tilstand. Unntaket var sink som i gjennomsnitt hadde en konsentrasjon på 19 µg/l (tab. 19). Grenseverdien for dette elementet er 11 µg/l. Sink er blant stoffene som i klassifiseringsveilederen kalles «vannregionspesifikke». I vurderingen av økologisk tilstand inngår de som en støtteparameter til de biologiske analysene på samme måte som totalfosfor. Det høye sinkinnholdet trekker dermed den samlede økologiske tilstanden ned til «moderat», og nEQR-verdi settes da midt i denne klassen. Måling av tarmbakterier viste et gjennomsnitt av TKB på 5 bakt./100 ml og en maksimalverdi på 11, noe som tilsier «god» tilstand (SFT 1997).

Tabell 19. Strykenvatnet. Konsentrasjoner av metaller og tilstandsklassifisering for enkeltstoffer.

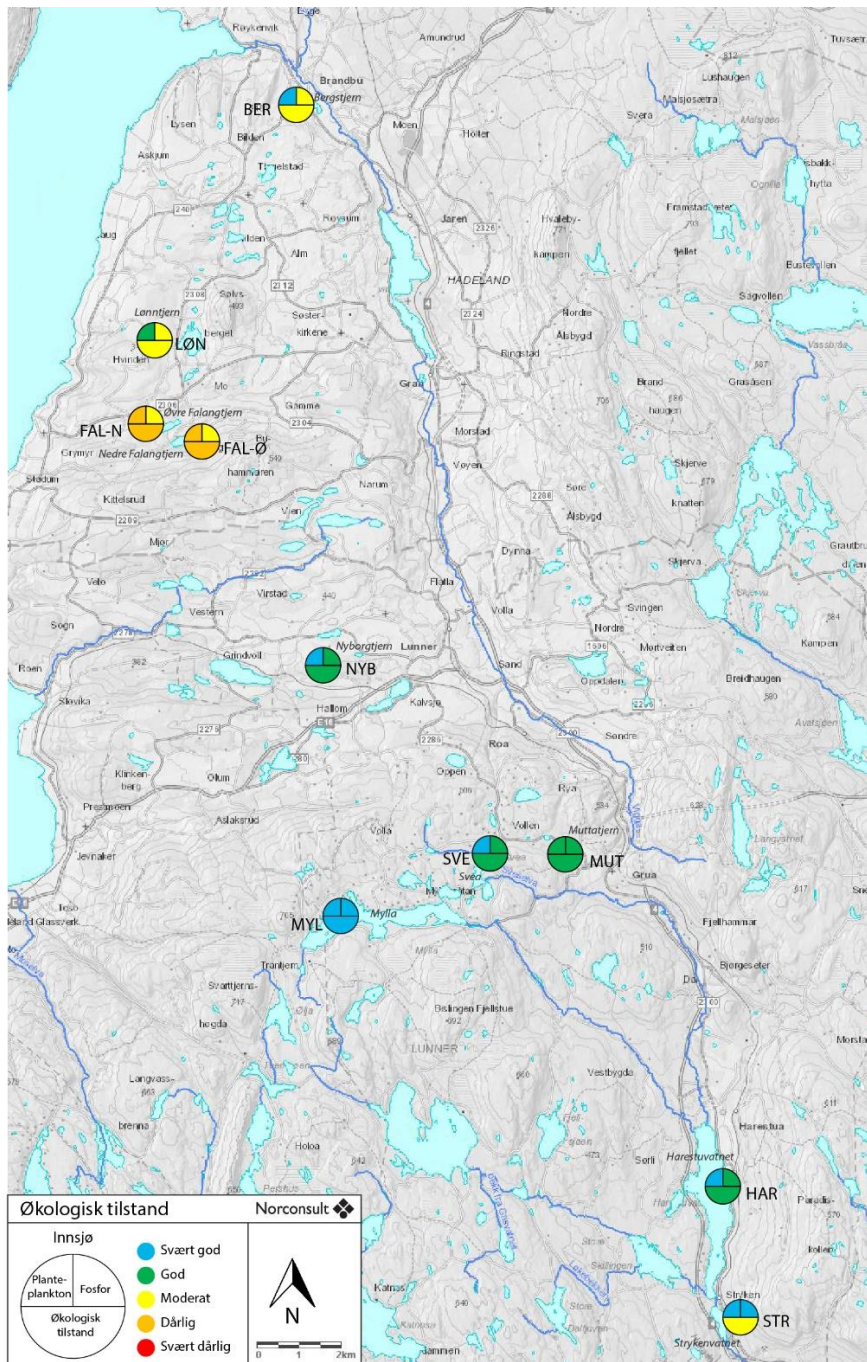
Dato	As	Cr	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
04-jul	0,15	0,14	0,074	6,3	66	18	2,80	0,37	23
24-jul	0,14	0,10	0,039	3,9	41	21	2,50	0,22	17
15-aug	0,14	0,11	0,063	3,6	67	46	2,10	0,28	17
Gjennomsnitt	0,14	0,12	0,059	4,6	58	28	2,47	0,29	19

Tabell 20. Strykenvatnet. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,3			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	326			
Labilt aluminium (µg/l)	17			
Totalvurdering forsuring				
Totalvurdering miljøgiftpåvirkning				Dårlig (sink)
Totalvurdering tarmbakterier (TKB) (vurdert etter veileder SFT 97:04)				God
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,98
Totalfosfor (µg/l)	6,5	SG	0,62	0,82
Totalnitrogen (µg/l)	457	G	0,44	0,62
Totalvurdering eutrofiering				0,82
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

6.11 Oppsummering, innsjøer på Hadeland

Figur 20 oppsummerer økologisk tilstand i 2019 for de ti undersøkte innsjøene på Hadeland. Strykenvatnet (STR) har dårligere tilstand enn planteplankton og totalfosfor skulle tilsa. Den har blitt nedgradert til «moderat» tilstand pga. forhøyete verdier av tungmetallet sink.



Figur 20. Oppsummering av økologisk tilstand i 2019 for innsjøene på Hadeland. Fargekoder som i tabell 2 – 6 og innsjøkoder som i tabell 7.

7 Kransalgesjøer på Hadeland

Det geografiske området som kalles Hadeland inkluderer de tre kommunene Gran, Lunner og Jevnaker. Det ligger innenfor Oslofeltet, hvor det i hovedsak er kambro-siluriske bergarter. Dominans av kalkstein og kalkholdig skifer gjør at berggrunnen er svært kalkrik. Kalksjøer er vannforekomster som har et kalsiuminnhold på over 20 mg/l, og kransalgesjøer utgjør en undergruppe av kalksjøer. I en typisk kransalgesjø består bunnsubstratet av kalkmergel eller kalkgytje, innsjøene er næringsfattige eller middels næringsrike, og har forekomst av en eller flere kransalger innenfor slekten *Chara* (Direktoratet for naturforvaltning 2011).

Av alle innsjøene på Hadeland som er omtalt i kapittel 5, er det bare Mylla, Harestuvatnet og Strykenvatnet som ikke er kalksjøer. I Mylla finnes skjærkrans (*Chara virgata*). Dette er ikke en sjelden art av kransalger og med at kalkinnhold langt under 20 mg/l defineres ikke innsjøen som en kransalgesjø. Det samme gjelder Strykenvatnet, selv om det også der ble funnet en kransalge (mattglanskrans) (Mjelde & Solhaug Jenssen, 2020). Det er uvisst om det nå finnes kransalger i Øvre- og Nedre Falangtjern. Dette er næringsrike innsjøer, men ved en lavere belastning av næringsalter burde forholdene ligge til rette for bestander av kransalger i disse innsjøene. De er derfor inkludert i omtalen her.

Rødlistete arter av kransalger ble funnet i Lønntjern, Bergstjern, Nyborgtjern, Svea og Mutta. Alle disse artene var i kategorien «nær truet». Verdisetting av lokaliteter er basert på sjeldenhet, dvs. truede vegetasjonstyper og rødlistearter. Verdien til alle disse fem innsjøene ble fastsatt til høy (A) (Mjelde & Solhaug Jenssen 2020).

7.1 Faktorer som påvirker forekomsten av kransalger

Forekomsten av kransalger på Hadeland ble undersøkt på slutten av 60-tallet, og igjen på 1990- og 2000-tallet. I noen av innsjøene hadde kransalgene i løpet av denne perioden forsvunnet helt, mens bestandene var redusert i flere andre (Langangen 2008, 2010). I de samme innsjøene på Hadeland som inngår i denne undersøkelsen, unntatt i Øvre- og Nedre Falangtjern, ble det utført en egen undersøkelse av vannvegetasjon i 2019. I denne ble forekomsten av kransalger på nytt registrert (Mjelde & Solhaug Jenssen, 2020).

Kransalger ser ut til å være sensitive for eutrofiering. Ved økt tilførsel av næringsalter blir det mer algevekst, noe som gir dårligere lysforhold og større sedimentasjon av partikulært organisk materiale. Både dårligere gjennomtrenging av lys i vannmassene, nedslamming og økt forekomst av påvekstalter vil gi mindre lys, og dermed redusere fotosynteseaktiviteten og veksthastigheten til kransalgene (Blindow 1992). Store arter ser ut til å være mer sensitive enn små arter. Dersom en innsjø med kransalger beveger seg mot eutrofe forhold, kan vi derfor forvente at disse artene forsvinner helt, eller at vi kun får igjen små arter som da bare befinner seg i innsjøens grunne områder (Blindow 1992, Mjelde 2014).

Det er også vist at andre faktorer, f.eks. jernutfelling (Rybak et al. 2017) eller innhold av nitrogenforbindelser som ammonium ($\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) eller nitrat (NO_3^-) (Barker et al. 2008, Lambert & Davy 2010) kan ha negativ innvirkning på vekst av kransalger. De fleste nitrogenholdige salter løser seg lett i vann, noe som medfører at vannforekomster i områder med f.eks. mye landbruksvirksomhet kan få svært høye nitrogenkonsentrasjoner.

Selv om det vil være flere andre faktorer som påvirker hvor godt kransalger trives i en vannforekomst, vet vi altså at både lys og nitrogeninnhold kan ha betydning. Ved vurdering av vekstvilkår til kransalger finnes det ikke et klassifiseringssystem slik vi har for vurdering av økologisk tilstand. Ut fra den litteraturen som foreligger mente likevel Mjelde (2014) at grenseverdier for nitrat og ammonium burde ligge på henholdsvis 500 $\mu\text{g/l}$ og 300 $\mu\text{g/l}$. I tillegg antydte hun at et humusinnhold tilvarende et fargetall på 30 – 40 mgPt/l og et tett helofyttbelte kombinert med siktedyp på under 2 meter, også ville være negativt for de fleste artene av kransalger.

7.2 Vurdering av vekstvilkår for kransalger

Med kjennskap til at kransalger er avhengige av gode lysforhold og at de påvirkes negativt av høye nitrogenkonsentrasjoner, kombinert med et forslag til grenseverdier for relevante parametere (Mjelde 2014), utviklet vi et vurderingssystem som på en enkel måte kan gi inntrykk av hvor gunstige eller ugunstige levevilkårene for kransalger i en innsjø er (Stabell 2018). Ambisjonen for dette vurderingssystemet var ikke høyere enn at det skulle gi et grovt inntrykk av kransalgenes vekstvilkår, og indikasjoner på hvor faren for tap eller reduksjon av bestander av kransalger er størst. Kunnskapsgrunnlaget er pr. i dag ikke godt nok til å gjøre en sikker og detaljert klassifisering. Derfor er vurderingssystemet bare inndelt i tre kategorier, mot fem i klassifiseringssystemet for økologisk tilstand. Kategoriene vi har valgt å benytte for vekstvilkårene er; «gode», «betenkelige» og «dårlige». Vi har bevisst valgt å unngå bruk av fargekodene som brukes ved klassifisering av økologisk tilstand. I stedet benytter vi lys grå markering for «gode» vekstvilkår, grå for «betenkelige» og mørk grå for «dårlige», og med klassegrenser som angitt i tabell 21.

Tabell 21. Vurderingssystem av vekstvilkår for kransalger ut fra parameterne nitrogen og lysforhold (Stabell 2018)

Vekstvilkår for kransalger	Nitrogen			Lysforhold	
	NH ₄	NO ₃ + NO ₂	Tot-N	Fargetall	Siktedyp
Gode	< 225	< 375	< 975	< 26	> 2,7
Betenkelige	225 - 300	375 - 500	975 - 1300	26 - 35	2,0 – 2,7
Dårlige	> 300	> 500	> 1300	> 35	< 2,0

Den endelige vurderingen gjøres ut fra matrise som angitt i tabell 22.

Tabell 22. Vurdering av vekstvilkår for kransalger. Matrise for endelig vurdering.

Vekstvilkår, nitrogen	Vekstvilkår, lysforhold		
	Gode	Betenkelige	Dårlige
Gode	Gode	Betenkelige	Dårlige
Betenkelige	Betenkelige	Betenkelige	Dårlige
Dårlige	Dårlige	Dårlige	Dårlige

7.3 Vekstvilkår for kransalger, resultater 2019

Fargetall var ikke inkludert i de kjemiske analysene i 2019, men i alle innsjøene så lysforholdene ut til å være akseptable for kransalger. I Bergstjern, Lønntjern og de to Falangtjernene var imidlertid både det totale nitrogeninnholdet og konsentrasjonene av nitrat langt over de fastsatte grenseverdiene (tab. 23). Det er grunn til å tro at en redusert nitrogenbelastning til disse innsjøene ville bedre vekstvilkårene for kransalger.

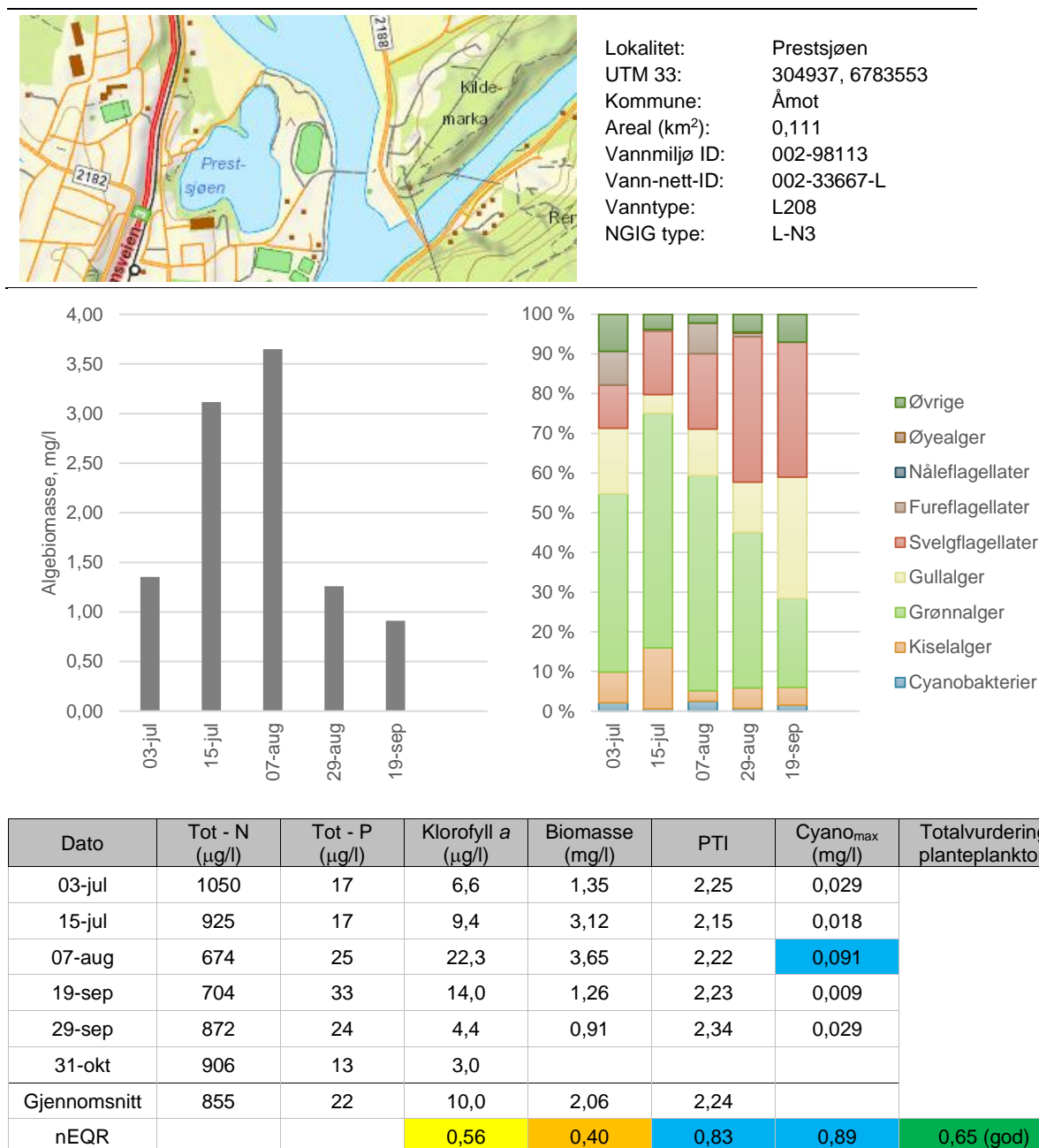
Tabell 23. Vurdering av vekstvilkår for kransalger i kransalgesjøer på Hadeland. Basert på et gjennomsnitt av seks målinger. Konsentrasjoner i $\mu\text{g/l}$.

Innsjø	Nitrogen			Lysforhold		Vekstvilkår for kransalger
	NH ₄	NO ₃ + NO ₂	Tot-N	Fargetall	Siktedyp	
Bergstjern	201	853	1735		3,0	Dårlige
Lønntjern	201	827	1793		3,0	Dårlige
Nedre Falangtjern	118	2733	3648		2,8	Dårlige
Øvre Falangtjern	158	2117	2907		2,6	Dårlige
Nyborgtjern	92	160	831		3,9	Gode
Muttatjern	48	351	753		4,0	Gode
Svea	34	99	429		4,7	Gode

8 Innsjøer i Hedmark, Rena

8.1 Prestsjøen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Prestsjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 21. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 21. Vurdering av økologisk tilstand i Prestsjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Prestsjøen er en liten innsjø som ligger rett nord for Rena sentrum og helt inntil bredden til Glomma. Innsjøen er i portalen Vann-nett kategorisert som «kalkfattig, humøs», dvs. med en kalsiumkonsentrasjon på under 4 mg/l og organisk karbon (TOC) på over 5 mg/l. Med en innhold av organisk karbon (TOC) i underkant av 10 mg/l, er det korrekt å betegne innsjøen som humøs, men den er ikke kalkfattig. Det krever en kalsiumkonsentrasjon på mindre enn 4 mg/l, mens vi i gjennomsnitt fant at denne lå på ca. 15 mg/l. Innsjøen bør derfor flyttes fra vanntype L206 til L208, og det er klassegrensene for L208 (NGIG: L-N3) vi har benyttet her. Med et så høyt kalsiuminnhold blir ikke forsuring en aktuell påvirkning.

Fra juli til september kunne vi kjenne lukt av hydrogensulfid i vannprøver tatt nær sedimentoverflaten. Dannelse av H₂S skjer kun når vannet er helt oksygenfritt. Vi målte at oksygen var til stede, men i svært lav konsentrasjon. Dette er trolig en målefeil som skyldes at oksygensensoren bruker lang tid på å innstille seg på rett verdi når konsentrasjonen er nær null. Under slike forhold er det fare for at vi får lekkasje av fosfor fra sedimentene. Det kan medføre en såkalt intern gjødsling av innsjøen (se avsnitt 4.1). For å få et inntrykk av dette tok vi en ekstra prøve fra bunnvannet i september. Den viste et fosfatinnhold på mindre enn 2 µg/l, som forteller at det ikke skjedde noen utlekking av betydning fra sedimentene i løpet av sommerstagnasjonen i Prestsjøen. Dette er likevel et risikomoment for innsjøen som det er verdt å følge med på.

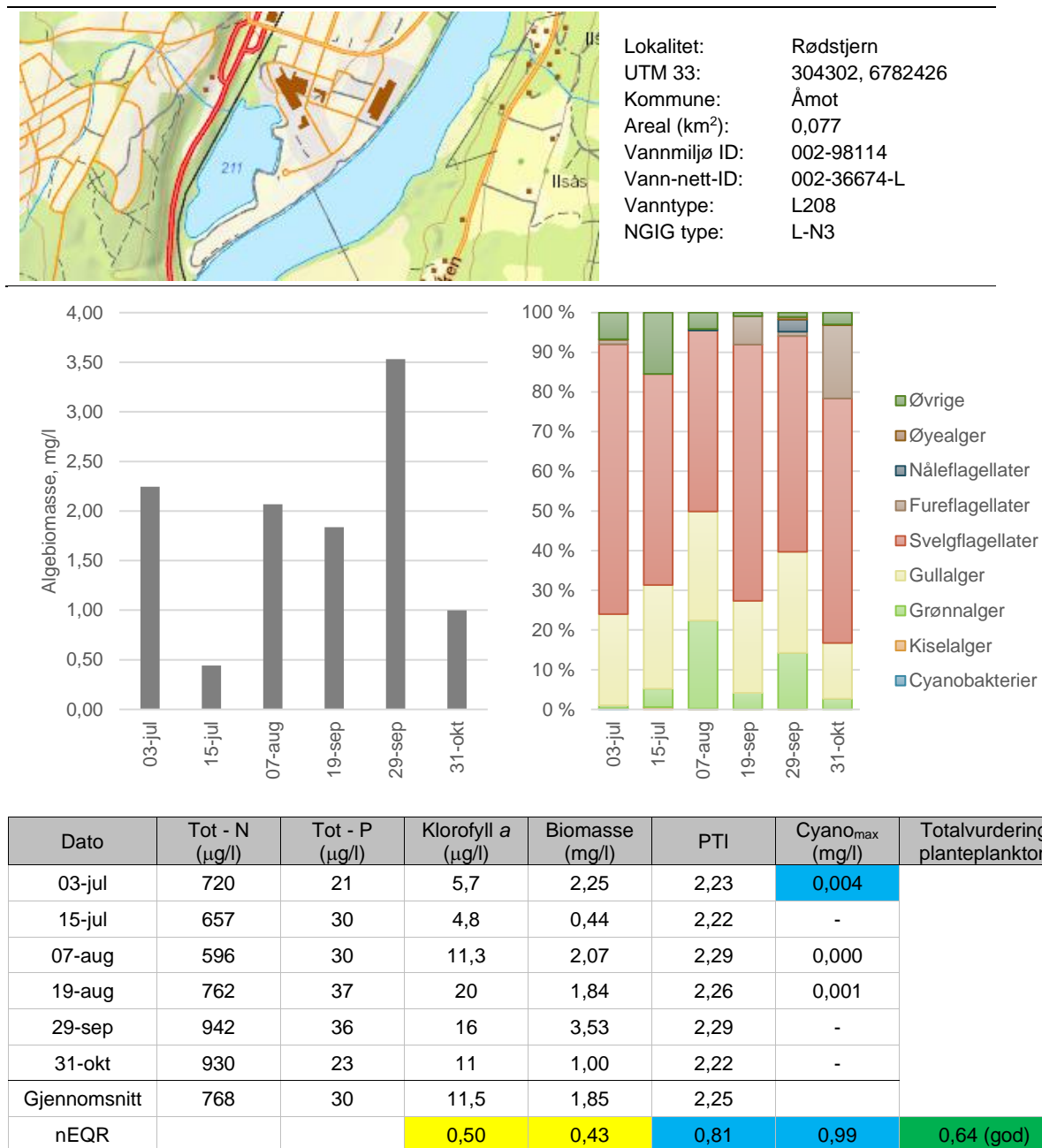
De observerte fosforkonsentrasjonene i Prestsjøen er tilstrekkelig til å understøtte betydelige oppblomstringer av planteplankton. Vi så ikke slike oppblomstringer i 2019, men midt på sommeren må biomassen sies å ha vært høy. Det var da solitære, coccale grønnalger som dominerte, men det var også et betydelig innslag av svelgflagellater. Disse grønnalgene er ikke mulig å artsbestemme i vanlig mikroskop, og inngår derfor ikke i beregning av PTI-verdi. Stor forekomst av grønnalger er vanlig i næringsrike innsjøer om sommeren, og ved å ekskludere disse ble trolig PTI-verdiene kunstig lave. Til tross for en biomasse av planteplankton som lå i området mellom «moderat» og «dårlig» tilstand, trakk PTI totalvurderingen helt opp til «god». Vi mener derfor det er helt korrekt at innholdet av totalfosfor korrigerer den endelige tilstandsvurderingen tilbake til «moderat» (tab. 24).

Tabell 24. Prestsjøen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetsэлемент	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,4			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	679			
Labil aluminium (µg/l)	16			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	5*			
Totalvurdering planteplankton		G		0,65
Totalfosfor (µg/l)	22	M	0,28	0,49
Totalnitrogen (µg/l)	855	M	0,32	0,48
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

* Lukt av hydrogensulfid (H₂S) i prøvene nær sedimentoverflaten i perioden 15/7 – 19/9 som tilsier anoksiske forhold. Sensor har trolig ikke rukket å innstille seg og derfor gitt for høy verdi.

8.2 Rødstjern

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Rødstjern etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 22. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 22. Vurdering av økologisk tilstand i Rødstjern ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Rødstjernet er enda noe mindre enn Prestsjøen, og ligger rett sør for Rena sentrum. Det er bare ca. 1 km mellom disse to innsjøene, men som det framgår av kartene i avsnitt 3.3, er det ikke noe overlapp mellom nedbørfeltene. Vannkjemien framstår likevel som temmelig lik. I Rødstjernet er kalsiuminnholdet noe lavere og totalt organisk karbon (TOC) noe høyere. Også denne innsjøen er oppgitt som kalkfattig i portalen Vann-nett. Argumentasjonen for flytting av Prestsjøen fra vanntype L206 til L208 vil være den samme for Rødstjernet.

Innsjøen har et maksimaldyp på kun ca. 3 meter. Det var bare ved første prøvetaking tidlig i juli at vi kunne registrere en svak temperatursjiktning. Dette var også tidspunktet hvor vi fant den laveste oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Den var relativt lav, som indikerer betydelig nedbrytning av organisk materiale ved sedimentoverflaten. Vi vurderer faren for oksygenvinn om sommeren som liten, nettopp fordi innsjøen er så grunn at den vil fullsirkulere hver gang det er kraftig vind. I vinterperioden, når innsjøen er islagt, er det imidlertid meget sannsynlig at vannet nær bunnen er helt oksygenfritt. I så fall er det fare for utlekking av fosfor fra sedimentene. Dette kan i tilfelle bidra til den høye konsentrasjonen av fosfor vi observerte. Vi anbefaler derfor at det utføres undersøkelser på sen vinteren hvor det gjøres analyse av totalfosfor, fosfat og oksygen fra prøver i ulike dyp.

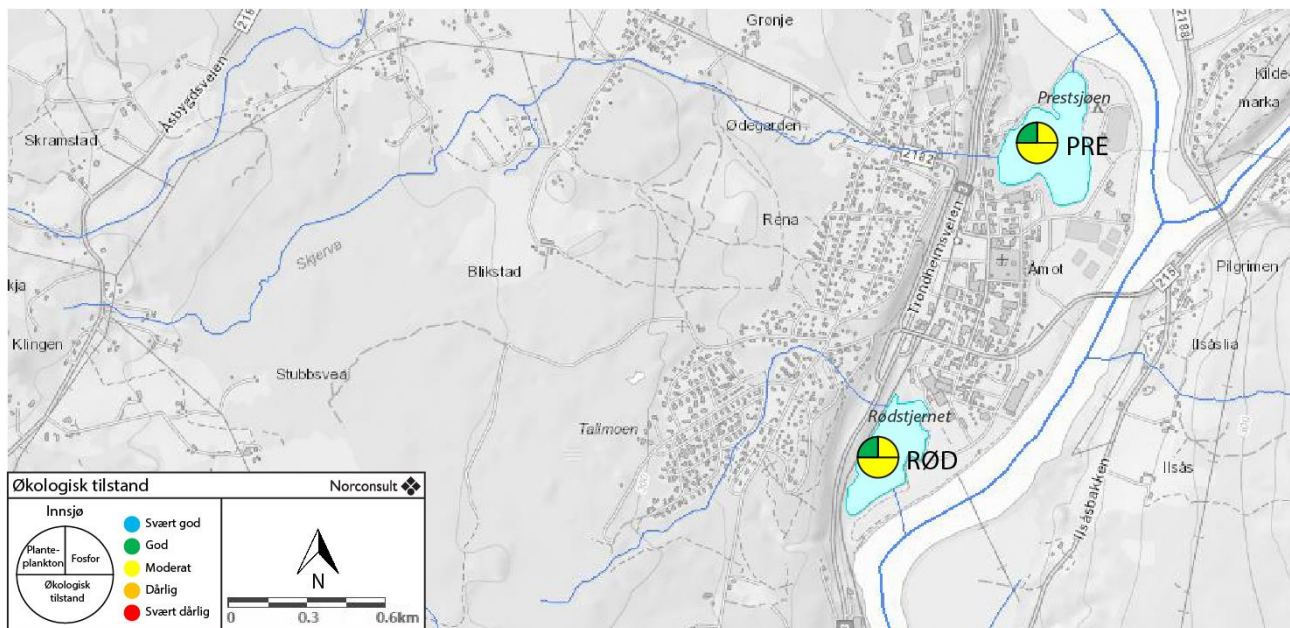
Konsentrasjonen av totalfosfor var med et gjennomsnitt på 30 µg/l enda høyere enn i Prestsjøen. Dette tilsier en tilstand på grensen mellom «moderat» og «dårlig». nEQR for de biologiske parameterne kom imidlertid ut nesten helt likt i disse innsjøene. Det er nok noe tilfeldig i og med samfunnet i Rødstjernet var dominert av svelgflagellater, mens det i Prestsjøen var dominert av grønnalger. Felles for begge var en svært lav forekomst av cyanobakterier, noe som var en viktig årsak til at indeksverdien for artssammensetning (PTI) ga lave verdier, noe som trakk den økologiske tilstanden ut fra kvalitetselementet «planteplankton» opp til «god» (fig. 22). Tidvis høy totalbiomasse av planteplankton gjør at vi også her mener at nedgradering til «moderat» tilstand pga. høye fosforkonsentrasjoner, er korrekt (tab. 25).

Tabell 25. Rødstjern. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetsэлеment	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,2			
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	544			
Labilt aluminium (µg/l)	49			
Totalvurdering forsuring				
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	17			
Totalvurdering planteplankton		G		0,64
Totalfosfor (µg/l)	30	M	0,20	0,40
Totalnitrogen (µg/l)	768	M	0,36	0,52
Totalvurdering eutrofiering				
				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				
				0,50 (M)

8.3 Oppsummering, innsjøer i Rena

Figur 23 oppsummerer økologisk tilstand i 2019 for innsjøene Prestsjøen og Rødstjernet som ligger nær Rena sentrum.



Figur 23. Oppsummering av økologisk tilstand i 2019 for innsjøene Prestsjøen og Rødstjernet i Rena. Fargekoder som i tabell 2 – 6 og innsjøkoder som i tabell 7.

8.4 Saltpåvirkning

Vårsirkulasjon i innsjøer er beskrevet i kapittel 4. Den svake temperatursjiktningen vi finner i innsjøer som er islagte om vinteren vil raskt brytes ned når overflatevannet varmes opp etter at all isen har smeltet. I de fleste tilfeller skal det da svært lite energi til for å få hele vannmassen til å sirkulere. Dette tilfører nytt oksygen til vannmassene samtidig som innblanding av det mer næringsrike dypvannet er et viktig bidrag til våroppblomstringer av planteplankton.

Noen innsjøer er unormalt dype i forhold til overflatearealet. Dersom de i tillegg ligger godt vindbeskyttet, kan vi få en slags trakt-effekt. Nedbrytningen av organisk materiale som skjer ved sedimentoverflaten gjennom vinteren resulterer da i en akkumulasjon av salter som kan være tilstrekkelig til at vindenergien på overflaten ikke er sterk nok til å dra med bunnvannet. Vi får da ingen fullsirkulasjon av vannmassene. Ytterligere tilførsel av organisk materiale som synker ned til bunnen, og nedbrytning av dette materialet, vil etter hvert gjøre dypvannet fullstendig oksygenfritt. Akkumulasjonen av salter vil fortsette, noe som gjør tetthetsgradienten stadig større. Dette igjen gjør det enda vanskeligere å trekke med dypvannet i neste sirkulasjonsperiode. Vi kan få en situasjon med et dypvannssjikt som er helt oksygenfritt og permanent *stagnert*. Innsjøer hvor bare deler av vannmassene sirkulerer kalles *meromiktiske*. I prosessen som er beskrevet her er det materiale fra selve innsjøen som er opphavet til saltakkumulasjonen i dypvannet. Siden dette er en indre prosess, kalles slike innsjøer *endogent* meromiktiske. Nordbytjernet i Ullensaker og Blankvann i Oslo er kjente eksempler på slike naturlig forekommende meromiktiske innsjøer.

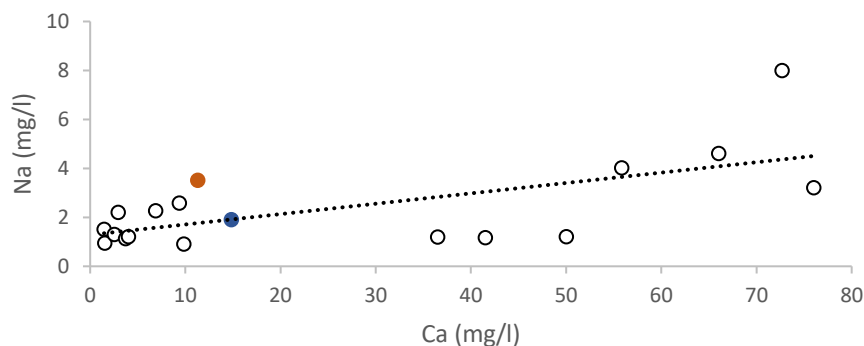
Salttilførselen kan også komme utenfra, f.eks. fra havvann. En del innsjøer har blitt dannet ved avsnøringer fra havet pga. landhevingen som har foregått etter siste istid. Vi kjenner eksempler på at noen slike innsjøer fortsatt har rester av gammelt havvann i dypet, f.eks. Rørholtfjorden i Kragerøvasdraget og Pollevann nær Tusenfyrd i Ås kommune. Siden salttilførselen kommer utenfra kalles dette *ektogent* meromiktiske innsjøer.

Mens eksemplene over representerer naturlig forekommende meromiktiske innsjøer, kan veisalting resultere i en indusert eller påført meromiksis. I slike tilfeller vil altså innsjøer som naturlig fullsirkulerer få en kunstig høy tilførsel av salter. Dette kan resultere i et stagnert bunnsjikt som vil bli oksygenfritt og livløst. Statens vegvesen er oppmerksomme på denne faren og følger med på utviklingen ved å gjennomføre undersøkelser i et utvalg av veinære innsjøer (Saunes m.fl. 2019).

I Rena finner vi innsjøene Prestsjøen og Rødstjernet som begge ligger helt inntil Europavei 3. Denne saltes på vinterstid, og for hver av innsjøene er det en veistrekning på noen hundre meter som ligger innenfor deres respektive nedbørfelt. Det var derfor av interesse å se om det er tendenser til en saltakkumulering i bunnvannet i disse to innsjøene.

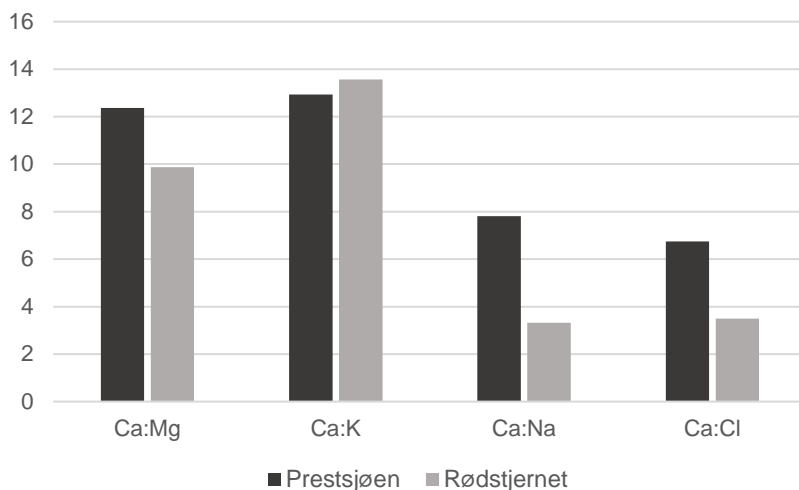
Det er som oftest saltet natriumklorid som benyttes ved salting av veier, og det vi ønsker å få svar på er dermed om konsentrasjonene av natrium og klorid i de aktuelle innsjøene er høyere enn de normalt ville vært. Dersom man ikke har relevante vannkjemiske data fra en periode før veisaltingen startet vil det imidlertid ikke være lett å vite hva som er den naturlige bakgrunnskonsentrasjonen til de ulike ionene. En naturlig tilnæringsmåte i slike tilfeller vil være å sammenlikne ionesammensetningen med den fra innsjøer som ligger i samme geologiske område, men som ikke er påvirket av veisalting. I og med at vi ikke har slike data har vi heller sett på forholdet mellom kalsium og natrium i alle innsjøene i denne undersøkelsen. Pga. ulik berggrunn i nedbørfeltene vil ikke sammenhengen mellom dem være perfekt, men hvis det ene elementet øker vil normalt også det andre gjøre det.

I figur 24 ser vi det gjennomsnittlige forholdet mellom kalsium og natrium i vannprøver fra overflatesjiktet til de 18 innsjøene som inngår i denne undersøkelsen. Av disse er punktet fra Prestsjøen markert med blått, mens det fra Rødstjernet er oransje.



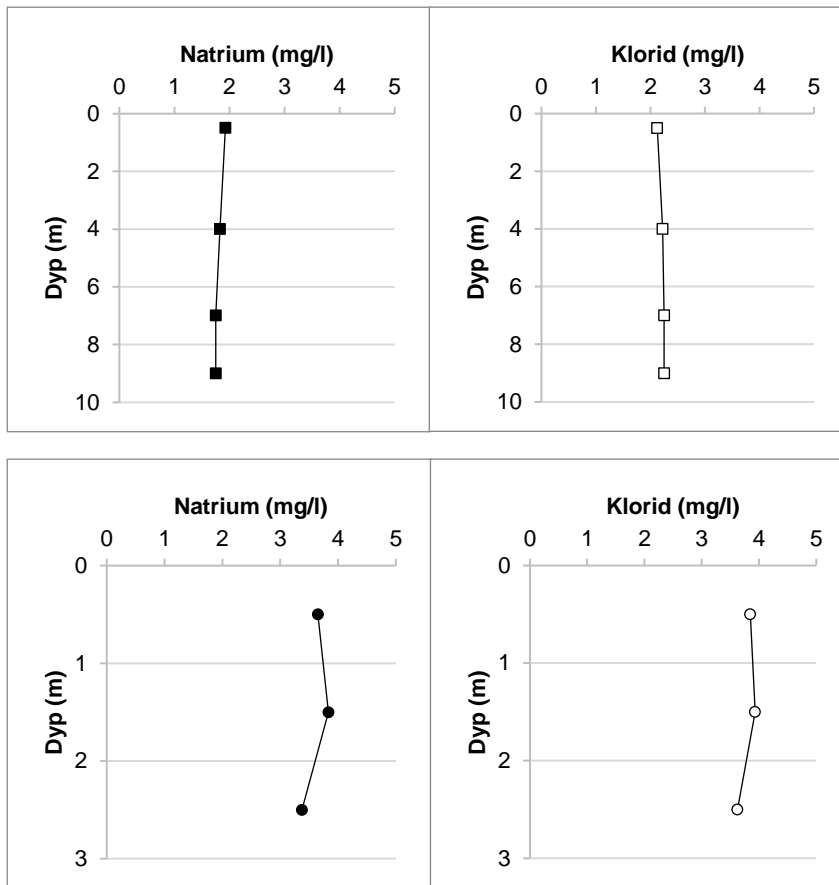
Figur 24. Sammenheng mellom kalsium- og natriumkonsentrasjon i de 18 innsjøene i denne undersøkelsen.

Vi ser at natriumkonsentrasjonen i Prestsjøen er akkurat som forventet ut fra vannets innhold av kalsium. I Rødstjernet er heller ikke natriumkonsentrasjonen usedvanlig høy, men den ligger noe over regresjonslinja. Det indikerer at innholdet av natrium er noe høyere enn vi skulle forvente. Dette resultatet gjør det interessant å sammenlikne ionesammensetningen i Prestsjøen og Rødstjernet, siden vi kan anta at geologien i nedbørfeltet til disse to innsjøene er tilnærmet lik. Dette bekreftes i figur 25 ved at kalsium : magnesium – forholdet og kalsium : kalium – forholdet er nokså likt i begge innsjøene. Dermed burde vi finne tilsvarende i forholdet mellom kalsium og natrium, men det gjør vi ikke. Relativt til kalsium er det ca. dobbelt så mye natrium og klorid i Rødstjernet som i Prestsjøen (fig. 25).



Figur 25. Relativt forhold mellom kalsium og andre hovedioner i Prestsjøen og Rødstjernet.

Resultatene fra prøver tatt fra de øvre vannmassene tyder altså på at Rødstjernet er mer påvirket av veisaltning enn Prestsjøen. Det neste, og mest interessante, spørsmålet er da om dette resulterer i noen saltgradient mot dypet. Prøver tatt fra ulike dyp gjennom sommeren og høsten (juli – september) viser ingen antydning til dette (fig. 26). Det er ikke overraskende i Prestsjøen siden vi allerede har fastslått at konsentrasjonen av natrium og klorid ikke er unormalt høye. Rødstjernet er en svært grunn innsjø med et maksimaldyp på ca. 3 m. Dette er trolig den viktigste årsaken til at det heller ikke i denne innsjøen utvikles noen saltgradient mot bunnen.



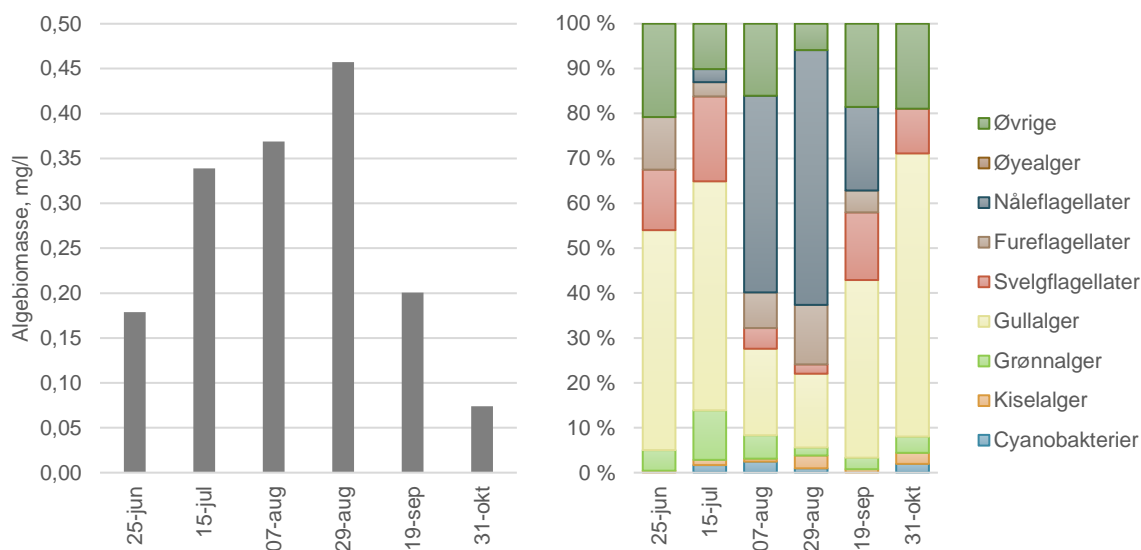
Figur 26. Gjennomsnittlig konsentrasjon av natrium og klorid i ulike dyp i Prestsjøen (øverst) og Rødstjernet (nederst).

Konklusjonen blir at Prestsjøen er lite påvirket av veisaltning, mens Rødstjernet må sies å være moderat påvirket. Det er pr. nå ingen fare for utvikling av en saltgradient og stagnert bunnvann i noen av dem, i Prestsjøen fordi tilførselen er for lav, og i Rødstjernet fordi innsjøen er for grunn.

9 Innsjøer i Hedmark, sør for Hamar

9.1 Vermunden

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Vermunden etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 27. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
25-jun	357	11	1,7	0,18	2,07	-	
15-jul	336	18	4,6	0,34	2,13	0,006	
07-aug	279	14	5,2	0,37	2,52	0,009	
29-aug	326	19	6,5	0,46	2,58	0,004	
19-sep	403	19	1,6	0,20	2,20	-	
31-okt	364	20	< 1,0	0,07	1,98	0,001	
Gjennomsnitt	344	17	3,4	0,27	2,25		
nEQR			0,83	0,92	0,71	0,99	0,79 (god)

Figur 27. Vurdering av økologisk tilstand i Vermunden ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Vermunden har et kalsiuminnhold på ca. 2,5 mg/l og et innhold av organisk karbon (TOC) på ca. 13 mg/l, noe som etter inndelingen i klassifiseringsveilederen gjør at innsjøen karakteriseres som «kalkfattig, humøs». Både pH og syrenøytraliserende kapasitet ga beste tilstandsklasse for denne vanntypen, mens innholdet av labilt aluminium lå på grensen mellom «god» og «moderat» tilstand. Totalt kom forsursparameterne ut med «god» økologisk tilstand (tab. 26).

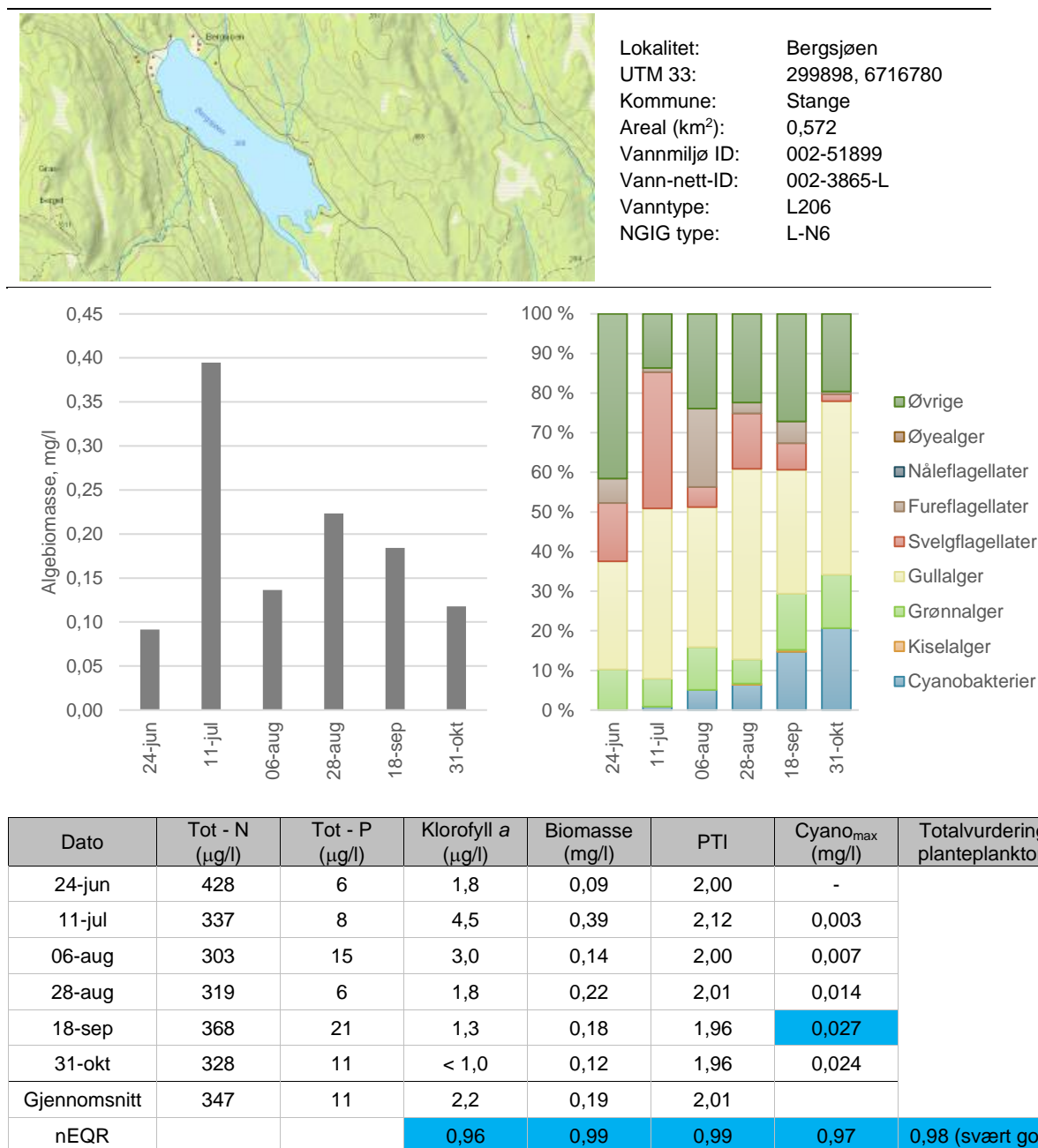
Oksygeninnholdet i bunnvannet ble tydelig redusert gjennom sommeren med et minimum i slutten av august hvor metningsprosenten var 31. Det skulle tilsi at det er liten fare for utlekking av fosfor fra sedimentene i sommerperioden, men det er såpass lavt at det vil være av interesse å se hva oksygeninnholdet er i bunnvannet mot slutten av en lang isleggingsperiode.

Forekomsten av planteplankton var økende gjennom sommeren, men holdt seg likevel på et relativt lavt nivå. Økningen i totalbiomasse i august sammenfalt med at forekomsten av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* økte. Dette må betraktes som en problemalge, som tidvis kan gi meget kraftige oppblomstringer. Algen har også celleorganeller som kalles trichocyster som skytes ut ved stress. Bading i vann med høy forekomst av denne algen kan hos enkelte derfor gi kløe eller allergiske reaksjoner. Den høye andelen av *Gonyostomum* i prøvene fra august ga også høyere PTI-verdier. Totalt sett tilsa kvalitetselementet «planteplankton» at den økologiske tilstanden var «god» (fig. 27). I gjennomsnitt var konsentrasjonen av totalfosfor såpass høy som 17 µg/l, noe som nedgraderte denne til «moderat» tilstand (tab. 26).

Tabell 26. Vermunden. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	6,5	SG	0,95	0,89
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	177	SG	1,23	1,00
Labilt aluminium (µg/l)	28		0,089	0,60
Totalvurdering forsuring				0,83
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	31			
Totalvurdering planteplankton		G		0,65
Totalfosfor (µg/l)	17	M	0,30	0,50
Totalnitrogen (µg/l)	344	SG	0,73	0,85
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

9.2 Bergsjøen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Bergsjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 28. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 28. Vurdering av økologisk tilstand i Bergsjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Bergsjøen er en av de mest kalkfattige blant de 18 innsjøene som inngår i denne undersøkelsen. I gjennomsnitt var kalsiumkonsentrasjonen kun på 1,5 mg/l. Innholdet av organisk karbon (TOC) var imidlertid på ca. 8 mg/l slik at innsjøen havner i kategorien «kalkfattig, humøs».

pH var i gjennomsnitt på 6,2, som er noe lavere enn forventet for denne vanntypen, men faller likevel innenfor «god» tilstand. Den syrenøytraliserende kapasiteten var god, mens innholdet av labilt aluminium var såpass høyt at den parameteren ga «moderat» tilstand. Vurdert samlet indikerte forsuringparameterne «god» tilstand (tab. 27).

Laveste målte oksygenmetning i bunnvannet var på 61%. Det indikerer at det i Bergsjøen ikke er fare for oksygenvinn nær sedimentene, og dermed heller ikke fare for utlekking av fosfor derfra.

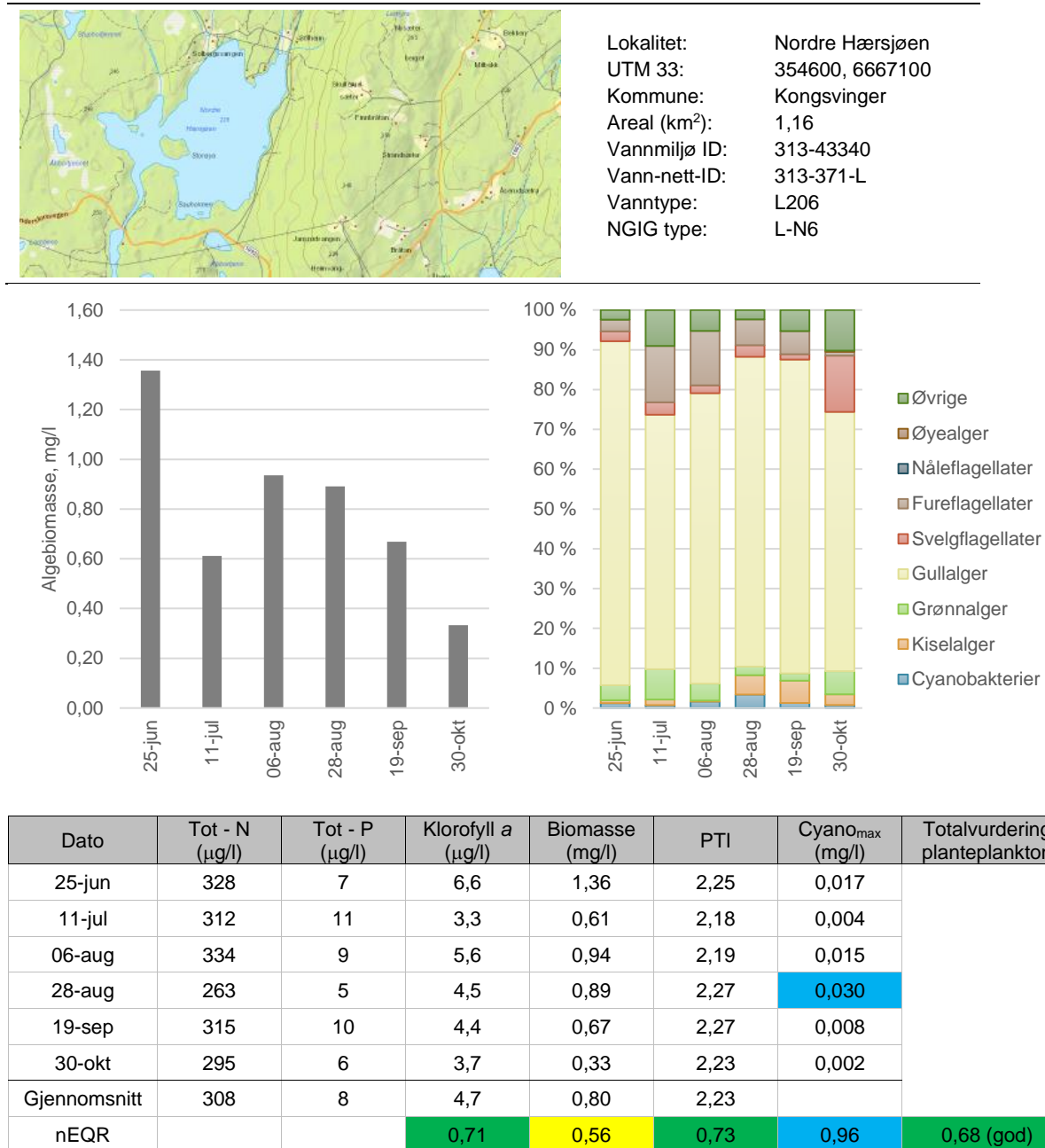
Biomassen av planteplankton var lav gjennom hele undersøkelsesperioden, med dominans av svært små (< 4 µm) gullalger, eller små ubestemte arter (inkludert i gruppen «øvrige» i figur 28). Det var en svak økning i forekomsten av cyanobakterien *Merismopedia tenuissima* utover høsten, men dette er en av de få cyanobakteriene som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer.

Konsentrasjonen av totalfosfor var høyere enn forekomsten av planteplankton skulle tyde på, med et gjennomsnitt på 11 mg/l. Både påvirkningen forsuring og eutrofiering endte opp med «god» økologisk tilstand, som dermed også ble totalvurderingen for innsjøen (tab. 27).

Tabell 27. Bergsjøen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	6,2	G	0,91	0,79
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	80,1	SG	0,80	0,84
Labilt aluminium (µg/l)	32	M	0,078	0,58
Totalvurdering forsuring				0,74
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	61			
Totalvurdering planteplankton		SG		0,98
Totalfosfor (µg/l)	11	G	0,45	0,67
Totalnitrogen (µg/l)	347	SG	0,72	0,85
Totalvurdering eutrofiering				0,67
Totalvurdering for vannforekomsten				0,67 (G)

9.3 Nordre Hærsjøen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Nordre Hærsjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 29. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 29. Vurdering av økologisk tilstand i Nordre Hærsjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Nordre Hærsjøen er også en kalkfattig og humøs innsjø. I gjennomsnitt fant vi en kalsiumkonsentrasjon i underkant av 1,5 mg/l, mens innholdet av organisk karbon (TOC) var på ca. 8 mg/l.

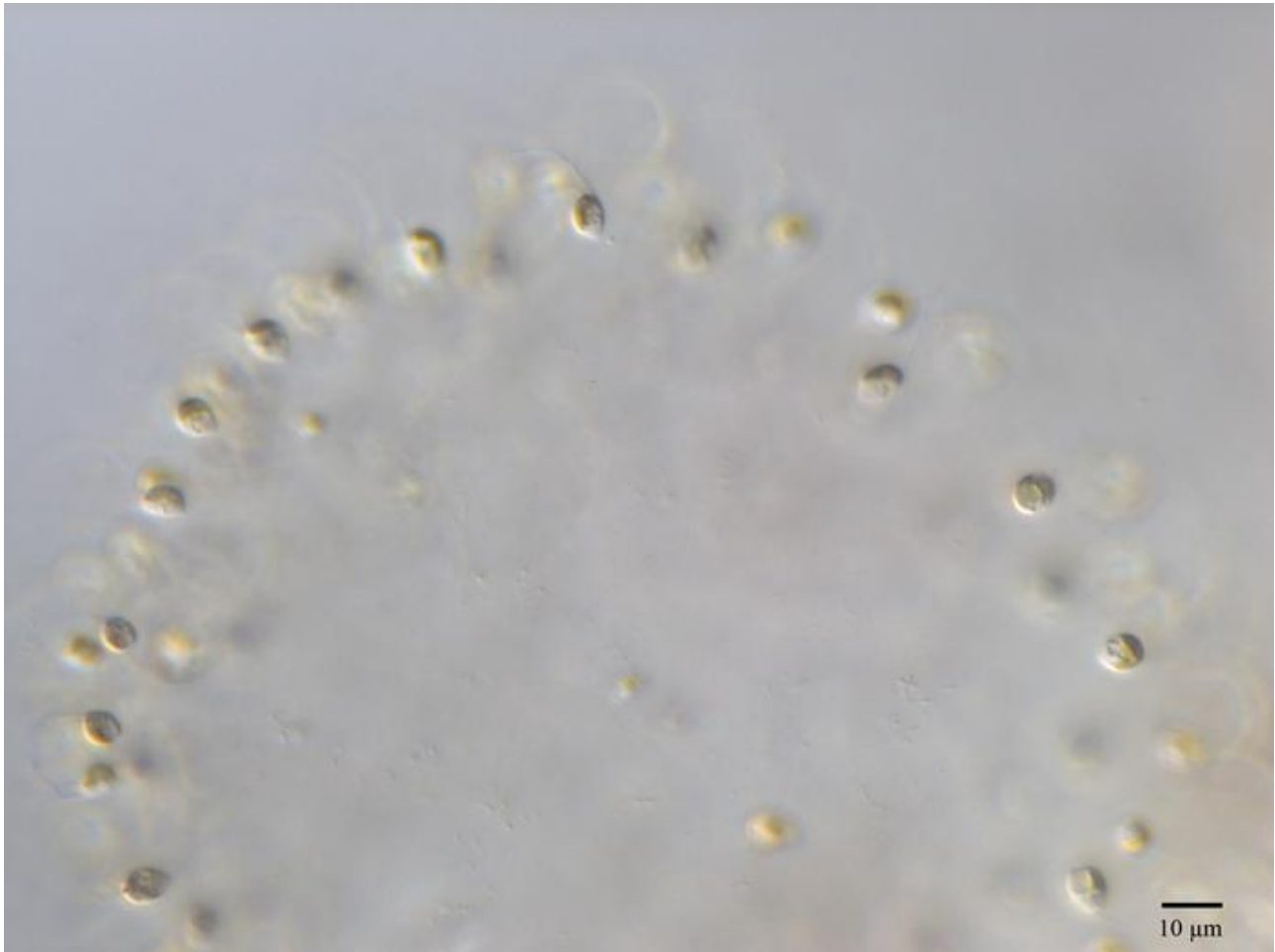
Som gjennomsnitt for sesongen lå pH på 6,4 og syrenøytraliserende kapasitet på 100 $\mu\text{ekv/l.}$, som begge ligger innenfor beste tilstandsklasse for denne vanntypen. Maksimalverdien av labilt aluminium var noe høyere enn forventet bakgrunnsverdi, men innsjøen synes ikke å være negativt påvirket av forsurende stoffer (tab. 28).

Laveste målte oksygenmetning i bunnvannet var på 47%. Det forteller at det forbrukes en del oksygen i nedbrytningen av organisk materiale ved sedimentoverflaten i løpet av sommerperioden. Likevel vurderer vi faren for oksygensvinn i bunnvannet som meget liten.

Innholdet av totalfosfor var lavt, men til tross for dette registrerte vi en moderat oppblomstring av gullalgen *Uroglenopsis americana* i slutten av juni. Dette er en koloniformende art hvor enkeltcellene er små ($< 10 \mu\text{m}$), men hvor hele kolonien kan få en diameter på over 200 μm (fig. 30). I Nordre Hærsjøen fant vi at denne arten dominerte i planteplanktonet gjennom hele undersøkelsesperioden. Det er meget uvanlig at en enkelt art utgjør en så stor andel av totalbiomassen over så lang tid. Arten er vanligst i middels næringsrike innsjøer (Brettum og Andersen 2005), men forekommer også ofte i mer næringsfattige systemer. Den har derfor ikke spesielt høy PTI-verdi.

Kvalitetselementet «planteplankton» ga dermed «god» økologisk tilstand (fig. 29). Når en art som er kjent for å danne oppblomstringer er så dominerende, er det likevel god grunn til å være ekstra oppmerksom på situasjonen i denne innsjøen. Bare en noe høyere fosforbelastning kan resultere i betydelig større oppblomstringer enn det vi registrerte i 2019.

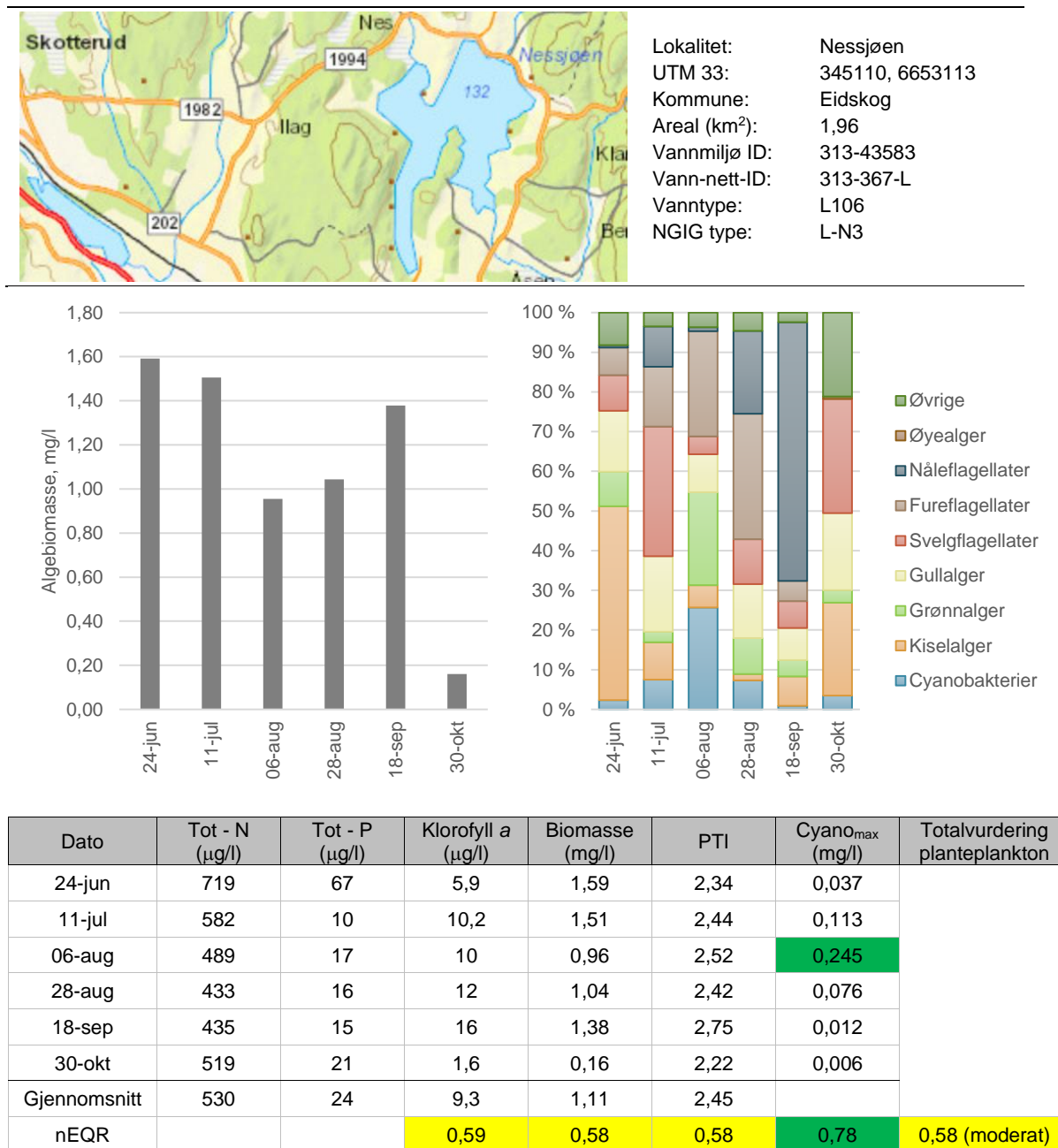
Tabell 28. Nordre Hærsjøen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Kvalitetselement	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	6,4	SG	0,95	0,88
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, $\mu\text{ekv/l}$)	100	SG	0,89	0,91
Labilt aluminium ($\mu\text{g/l}$)	15	G	0,167	0,64
Totalvurdering forsuring				0,81
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	47			
Totalvurdering planteplankton		G		0,68
Totalfosfor ($\mu\text{g/l}$)	8	SG	0,63	0,83
Totalnitrogen ($\mu\text{g/l}$)	308	SG	0,81	0,90
Totalvurdering eutrofiering				0,68
Totalvurdering for vannforekomsten				0,68 (G)



Figur 30. Koloni av gullalgen *Uroglenopsis americana*. Foto: Birger Skjelbred, NIVA

9.4 Nessjøen

Resultater fra 2019 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Nessjøen etter kvalitetselementet planteplankton er vist i figur 31. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 31. Vurdering av økologisk tilstand i Nessjøen ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton.

Med et innhold av kalsium på ca. 3 mg/l betegnes også Nessjøen som kalkfattig, noe som gjør forsuring til en aktuell påvirkning. De tre ulike forsuringparameterne vi har målt viste imidlertid at forsuring pr. i dag ikke representerer noen fare for innsjøen. Vi registrert et noe forhøyet nivå av labilt aluminium, men totalt var den økologiske tilstand godt innenfor beste tilstandsklasse.

Eutrofiering ser ut til å representere et større problem. I gjennomsnitt fant vi en konsentrasjon av totalfosfor på 24 µg/l. Dette er et nivå som i mange innsjøer gir store oppblomstringer av planteplankton. Vi registrerte ingen slike i 2019, men totalbiomassen lå gjennomgående på et nokså høyt nivå.

Store arter som nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og fureflagellatene *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium fuscum* utgjorde en stor andel av planteplanktonet på sensommeren. Cyanobakterier var ikke veldig framtrædende, men en art innenfor slekten *Dolichospermum* sto for nesten en fjerdedel av totalbiomassen i begynnelsen av august (fig. 31). Både fosforinnholdet og forekomsten av planteplankton tilsa en «moderat» økologisk tilstand (tab. 29). Artssammensetningen i innsjøen, kombinert med høyt fosforinnhold, gjør at faren for større oppblomstringer av planteplankton i Nessjøen er betydelig.

Det er også risiko for at innsjøen tilføres fosfor fra sedimentene. I august og september kunne vi kjenne lukt av hydrogensulfid fra prøver tatt nær sedimentoverflaten. Under slike forhold kan fosfor lekke ut fra sedimentene og skape det vi kaller en intern gjødsling. En måling av fosfat tatt fra bunnvannet i september viste en konsentrasjon på kun 2 µg/l. Det utelukker imidlertid ikke at en slik utlekking kan skje i andre år, eller på andre tider av året. Særlig på senvinteren er det fare for at dette kan forekomme, særlig dersom innsjøen har vært islagt lenge.

Tabell 29. Nessjøen. Vurdering av økologisk tilstand.

Kvalitetsэлемент	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Forsuring				
pH	7,0	SG	1,03	1,00
Syrenøytraliserende kapasitet (ANC, µekv/l)	160	SG	1,15	1,00
Labilt aluminium (µg/l)	15	G	0,167	0,64
Totalvurdering forsuring				0,88
Eutrofiering				
Oksygenmetning (%), bunnvann, minimum	6*			
Totalvurdering planteplankton		M		0,58
Totalfosfor (µg/l)	24	M	0,25	0,45
Totalnitrogen (µg/l)	530	G	0,52	0,72
Totalvurdering eutrofiering				0,58
Totalvurdering for vannforekomsten				0,58 (M)

* Lukt av hydrogensulfid (H₂S) i prøvene nær sedimentoverflaten i perioden 6/8 – 18/9 som tilsier anoksiske forhold. Sensor har trolig ikke rukket å innstille seg og derfor gitt for høy verdi.

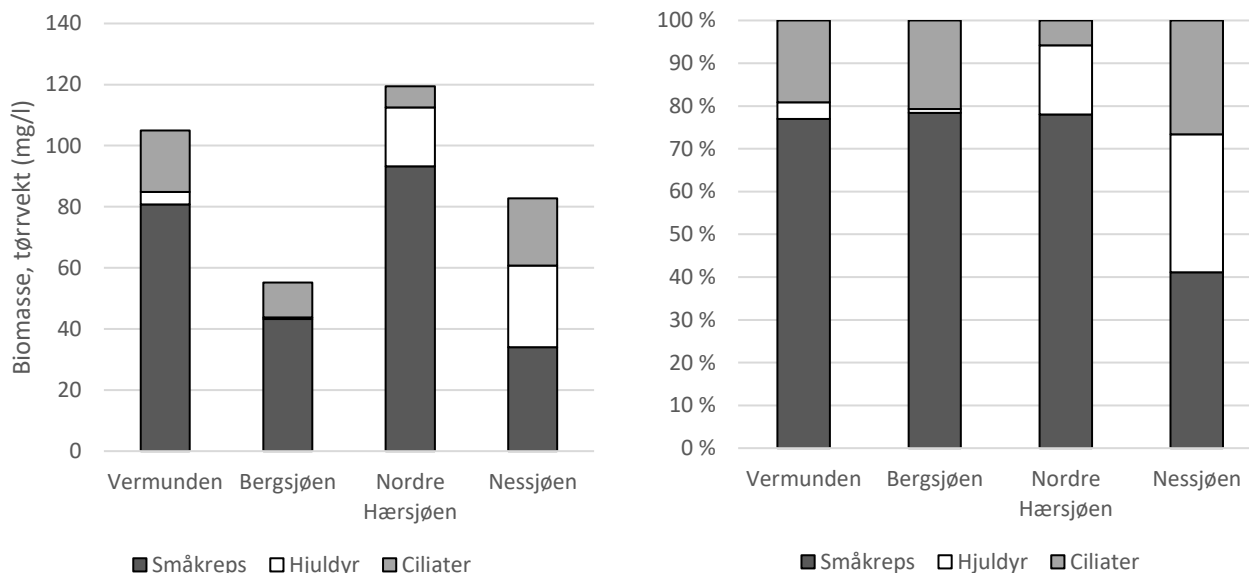
9.5 Dyreplankton

Eutrofiering er en prosess hvor vi får økt vekst av planteplankton som et resultat av økt tilførsel av næringsalter. Mengden av planteplankton vi til enhver tid finner er imidlertid ikke bare avhengig av vekstfaktorer, men også av tapsfaktorer. Beiting fra dyreplankton representerer ofte den største tapsfaktoren. I ellers like innsjøer vil altså forekomsten av planteplankton være mindre jo større beitetrykket fra dyreplankton er. Siden vi gjerne ønsker så lav biomasse av planteplankton som mulig, er det altså gunstig at forekomsten av dyreplankton er høy.

Dyreplankton blir selv spist av planktonspisende fisk. Det betyr at utformingen av hele næringsnettet i innsjøen har betydning for hvor mye planteplankton vi finner per fosforenhet. Er det f.eks. mye planktonspisende fisk til stede får vi mindre dyreplankton og dermed mer planteplankton.

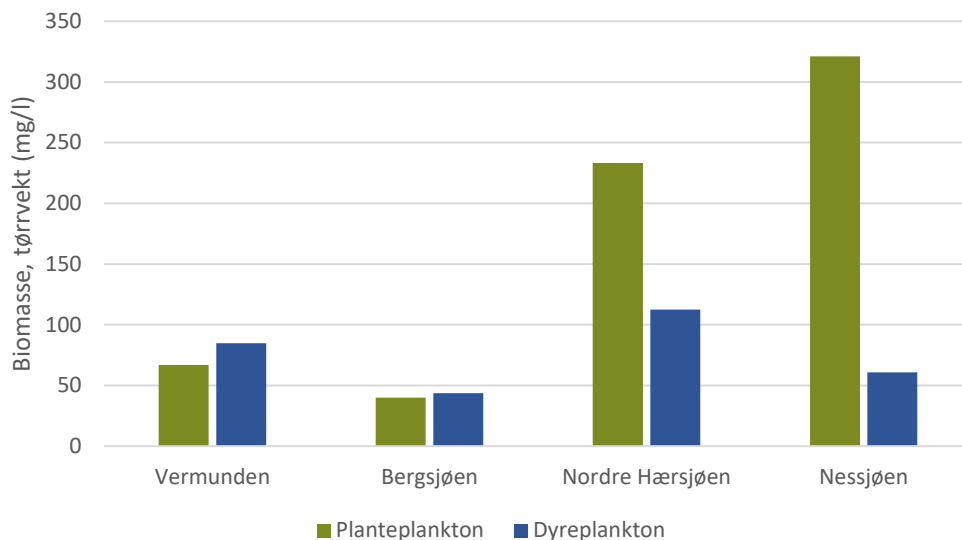
I denne undersøkelsen beregnet vi biomassen av dyreplankton ved tre av prøvetakingene i Vermunden, Bergsjøen, Nordre Hærsjøen og Nessjøen. Dette skjedde i slutten av juni, i begynnelsen av august og midt i september. Vi undersøkte da både mikrozooplankton og småkreps. Mikrozooplankton defineres gjerne som planktoniske dyr som er mindre enn 0,2 mm. I denne kategorien finner vi de fleste hjuldyrene og nesten alle de encellede dyrene i gruppen vi kaller ciliater. Føden til mikrozooplankton består i hovedsak av planteplankton som er mindre enn ca. 10 μm . Småkreps er større og inneholder dyr innenfor gruppene hoppekreps (copepoda) og vannlopper (cladocera). En del av disse utnytter også små fødepartikler, men mange har i tillegg evne til å utnytte vesentlig større alger i sin diett.

Av de ulike gruppene av dyreplankton er småkreps de mest effektive beiterne på planteplankton. Denne gruppen utgjorde ca. 80% av den totale biomassen av dyreplankton i alle innsjøene unntatt i Nessjøen, der denne andelen bare var på litt over 40% (fig. 32).



Figur 32. Biomasse og prosentvis andel av ulike grupper av dyreplankton. Resultater som gjennomsnitt av prøvetakingene fra 24-25/6, 6-7/8 og 18-19/9.

I gjennomsnitt for de tre prøvene så vi at den totale biomassen av dyreplankton var høyere enn den for planteplankton både i Vermunden og i Bergsjøen (fig. 33). Dette indikerer at beitetrykket på planteplanktonet i disse innsjøene var meget høyt, og kan være en mulig forklaring på at biomassen av planteplankton her var lavere enn det vi kunne forvente ut fra fosforinnholdet (se tabell 26 og 27).



Figur 33. Totalbiomasse av dyreplankton og planteplankton (tørrvekt). Resultater som gjennomsnitt av prøvetakingene fra 24-25/6, 6-7/8 og 18-19/9. Ciliater inkluderes vanligvis ikke i slike sammenlikninger og er også her utelatt.

I Nordre Hærsjøen var planteplanktonet fullstendig dominert av den kolonidannende gullalgen *Uroglenopsis*. Likevel fant vi også her en høy biomasse av dyreplankton sammenliknet med planteplankton. Mest sannsynlig var derfor mange av småkreps-artene i stand til å utnytte *Uroglenopsis* som føde.

Både i Vermunden og i Nordre Hærsjøen registrerte vi vannloppen trekanthodekreps (*Limnoscia frontosa*). Denne er relativt sjelden, og kun registrert i lokaliteter på Østlandet. Hjelmdafnie (*Daphnia cristata*) var en av de dominerende artene i samfunnet av dyreplankton både i Vermunden og Nordre Hærsjøen (figur 34).



Figur 34. Vannloppene *Limnoscia frontosa* (venstre) og *Daphnia cristata* (høyre). Tegninger av G.O. Sars.

Nessjøen skilte seg fra de andre tre innsjøene ved at den relative andelen av småkreps her var mye mindre, og totalbiomassen av dyreplankton var også vesentlig lavere enn den for planteplankton (fig. 33). I Danmark ble biomasseforholdet mellom dyreplankton og planteplankton foreslått som en mulig parameter i fastsettelse

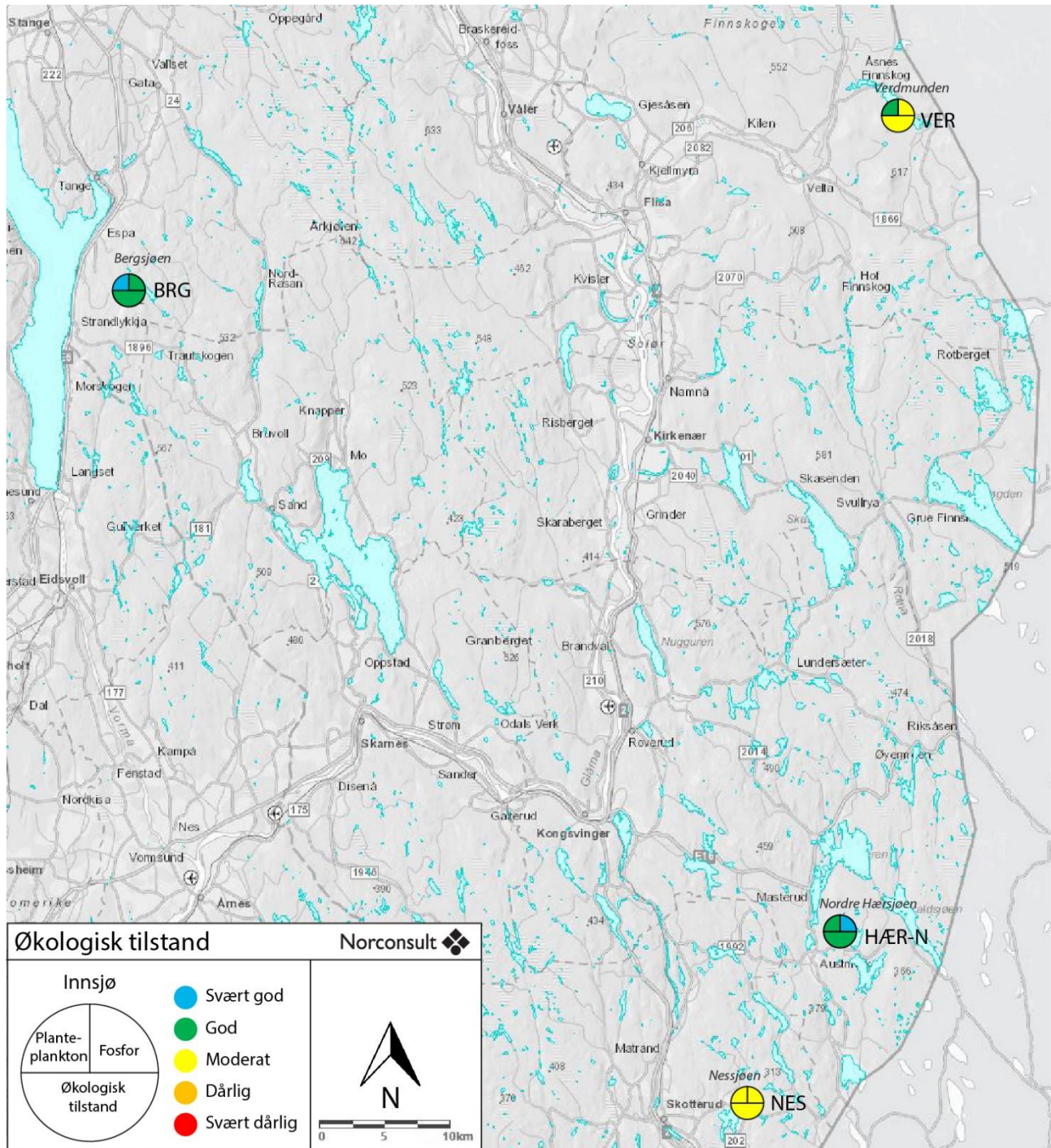
av økologisk tilstand (Søndergaard m.fl. 2005). Deres forslag til klassegrenser for dype innsjøer er anvendt i tabell 30. Den viser at beitekontrollen var meget god i alle innsjøene, unntatt i Nessjøen. Dette øker risikoen for store oppblomstringer av planteplankton i Nessjøen, og situasjonen der bør holdes under oppsikt.

Tabell 30. Vurdering av beitekontroll, biomasseforhold dyreplankton:planteplankton (Zoo:PP), etter Søndergaard m.fl. (2005).

Beitekontroll	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Zoo:PP	> 0,48	0,48 – 0,40	0,40 – 0,21	0,21 – 0,16	< 0,16
Vermunden	1,33				
Bergsjøen	1,11				
Nordre Hærsjøen	0,57				
Nessjøen			0,27		

9.6 Oppsummering, innsjøer i Hedmark sør for Hamar

Figur 35 oppsummerer økologisk tilstand i 2019 for de fire undersøkte innsjøene i Hedmark sør for Hamar.



Figur 35. Oppsummering av økologisk tilstand i 2019 for innsjøene i Hedmark som ligger sør for Hamar. Fargekoder som i tabell 2 – 6 og innsjøkoder som i tabell 7

10 Oppsummering for 2019 og utvikling over tid

I henhold til den gjeldende klassifiseringsveilederen vil vannforekomster som oppnår «god» eller «svært god» økologisk tilstand normalt nedgraderes dersom de vannkjemiske støtteparameterne gir dårligere resultat. Dette var tilfellet i mange av innsjøene som inngikk her. I tabell 31 er det kolonnen helt til høyre som oppsummerer resultatene fra denne undersøkelsen. Koden VK forteller at det er vannkjemiske parametere som har vært styrende for klassifiseringen. I disse tilfellene har klassifiseringen basert på planteplankton blitt trukket en klasse ned, bortsett fra i Bergstjernet og Strykenvatnet hvor den endelige klassifiseringen er satt to klasser dårligere enn resultatene fra planteplankton viste. I Strykenvatnet er det tungmetallet sink som er grunnen til nedgraderingen, mens det er konsentrasjonen av totalfosfor som er årsaken i de øvrige innsjøene.

Det er flere mulige forklaringer på at tilstanden i en innsjø vurderes dårligere ut fra vannkjemiske resultater enn fra de biologiske. Fosfor bindes sterkt til partikler, og kan forkomme i mineraler som f.eks. apatitt. En del av fosforet som inkluderes i analysen av totalfosfor kan dermed være på en form som i liten grad er tilgjengelig for planteplankton. Dersom andelen av slikt lite tilgjengelig fosfor er stor, vil den observerte forekomsten av planteplankton være mindre enn forventet ut fra konsentrasjonen av totalfosfor. Informasjon om andre fraksjoner av fosfor, som løst fosfat, ville vært av verdi for å vurdere slike forhold.

Mengden og sammensetningen av planteplanktonet kan også i betydelig grad påvirkes av hvor stort beitetrykket fra dyreplankton er. Dersom det er mye dyreplankton til stede kan effektiv beiting holde biomassen av planteplankton lavere enn fosforinnholdet skulle tilsi. Tilsvarende, hvis beitetrykket er lavt kan biomassen av planteplankton bli temmelig høy selv i relativt næringsfattige lokaliteter. Forekomsten av dyreplankton styres igjen av andre faktorer, bl.a. beitetrykk fra planktonspisende fisk.

Det er i tillegg flere andre vekst- og tapsfaktorer som påvirker hvor høy biomassen av planteplankton til enhver tid er, f.eks. lysforhold, sedimentasjon og parasittisme. Selv om vi vet at fosfor i de fleste tilfellene er den begrensende faktoren for planteplanktonets vekst, gjør dette komplekse samspillet av vekst- og tapsfaktorer at det varierer mye hvor høy biomasse av planteplankton vi får per fosforenhet. Likevel vil ofte den totale fosformengden gi et signal om hvor stor denne biomassen potensielt kan bli, noe som rettferdiggjør at denne parameteren kan påvirke den endelige tilstandsklassifiseringen.

Av de 18 innsjøene som inngikk i denne undersøkelsen ga kvalitetselementet «planteplankton» god eller bedre tilstand i alle innsjøene, unntatt i Øvre- og Nedre Falangtjern i Gran på Hadeland, og i Nessjøen i Eidskog. Imidlertid ble seks innsjøer trukket ned til «moderat» tilstand pga. forhøyet innhold av fosfor, og en innsjø (Strykenvatnet) pga. høye konsentrasjoner av sink. Dermed var det åtte av innsjøene som til slutt oppfylte kravet om minst «god» økologisk tilstand. Av disse var det kun i Mylla at vi fant at denne var «svært god» (tab. 31).

I de seks innsjøene i Hedmark ble det i felt målt vertikalserier av oksygeninnhold. I Prestsjøen og Nessjøen var bunnvannet på sensommeren etter alt å dømme helt oksygenfritt. Dette medfører risiko for utlekking av fosfor fra sedimentene og såkalt indre gjødsling i innsjøen. Om mulig er dette noe man for enhver pris vil unngå. Dersom en slik prosess først setter i gang, vil den være vanskelig å stoppe. Tiltak i nedbørfeltet for å redusere ekstern tilførsel av fosfor kan da vise seg å hjelpe lite på situasjonen i innsjøen, fordi den interne fosforkilden er tilstrekkelig til å opprettholde høy vekst av planteplankton. Vi mener at indre gjødsling er en risikofaktor også i Rødstjernet og Vermunden, særlig på sen vinteren.

I sju kransalgesjøer på Hadeland ble vekstvilkårene til kransalger vurdert som «dårlige» i Lønntjern, Bergstjern og Øvre- og Nedre Falangtjern pga. høye verdier av nitrogen. I Nyborgtjern, Muttatjern og Svea ble vekstvilkårene ansett som «gode».

I innsjøene på Hadeland ble det 2019 også gjort undersøkelser av vannplanter, men Øvre- og Nedre Falangtjern inngikk ikke der. Med unntak av Strykenvatnet, ga resultatene fra den undersøkelsen gjennomgående noe dårligere økologisk tilstand enn det vi fant ved bruk av planteplankton og vannkjemi (Mjelde & Solhaug Jenssen 2020).

Av innsjøene som ble undersøkt her er det bare i Øvre Falangtjern, Nedre Falangtjern og Nyborgtjernet hvor det finnes en del sammenliknbare data fra de siste ti årene. Disse ble også undersøkt i perioden 2016 – 2018. Det gir fortsatt for lite data til å gjøre noen form for trendanalyse, men det kan være tegn på at forholdene i Falangtjernene beveger seg i positiv retning. For Nyborgtjernet har den økologiske tilstanden ligget stabilt på «god» i hele perioden (tab. 31). I noen av innsjøene på Hadeland ble det også gjort undersøkelse av vannplanter i tidsrommet 2011 – 2013. Disse viste stort sett samme resultat som i 2019. For øvrig finnes det spredte målinger av f.eks. totalfosfor eller klorofyll a, men datamengden er ikke i noen av innsjøene tilstrekkelig til å kunne gjøre beregninger av økologisk tilstand.

Tabell 31. Oversikt over økologisk tilstand (ØT) i 2019, og i fra perioden 2010 – 2018 der det har blitt vurdert. I parentes er det angitt hvilken parameter som har vært styrende for fastsettelsen av tilstand, og for perioden 2010 – 2016 også hvilket år vurderingen er gjort. VP = kvalitetselementet vannplanter, PP = kvalitetselementet planteplankton, VK = vannkjemi, der støttparametere har vært styrende for klassifiseringen, PL = planteplankton, inkl. vannkjemiske støttparametere. Forkortelse på tilstandsklasse og fargekoder er i overensstemmelse med tabell 2 – 6.

Kode	Innsjø	ØT 2010 - 2013	ØT 2014 - 2016	ØT 2017	ØT 2018	ØT 2019 (VP)	ØT 2019 (PP/VK)
ØYA	Øyangen						M (VK)
ØYA-V	Vesle Øyangen						G (PP)
BER	Bergstjernet	D (VP,11)				D	M (VK)
LØN	Lønntjernet	G (VP,11)				M	M (VK)
FAL-N	Nedre Falangtjern		SD (PL,16)	SD (PL)	D (PL)		D (PP)
FAL-Ø	Øvre Falangtjern		D (PL,16)	SD (PL)	D (PL)		D (PP)
NYB	Nyborgtjernet		G (PL,16)	G (PL)	G (PL)	G	G (VK)
MUT	Muttatjernet	M (VP,11)				M	G (PP)
SVE	Svea	M (VP,11)				M	G (VK)
MYL	Mylla					G	SG
HAR	Harestuvatnet	G (VP,13)				G	G (VK)
STR	Strykenvatnet					G	M (VK)
PRE	Prestsjøen						M (VK)
RØD	Rødstjernet						M (VK)
VER	Vermunden						M (VK)
BRG	Bergsjøen						G (VK)
HÆR-N	Nordre Hærsjøen						G (PP)
NES	Nessjøen						M (PP)

11 Referanser

- Barker T, Hatton K, O'Connor M, Connor L, Moss B (2008). Effects of nitrate load on submerged plant biomass and species richness: results of a mesocosm experiment. *Fundamental and Applied Limnology – Archiv für Hydrobiologie* 173 (2): 89-100.
- Blindow I (1992). Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. *Freshwater Biology* 28: 9-14.
- Brettum, P & Andersen, T (2005) The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA-rapport 4818-2004.
- Direktoratet for naturforvaltning (2011) Handlingsplan for kalksjøer. DN-rapport 6-2011
- Direktoratsgruppa, vanndirektivet (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Lambert SJ & Davy AJ (2010). Water quality as a threat to aquatic plants: discriminating between the effects of nitrate, phosphate, boron and heavy metals on charophytes. *New Phytologist* 189: 1051-1059.
- Langangen A (2008). Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. *Blyttia* 66: 104-120.
- Langangen A (2010). Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 2. Lunner og Jevnaker kommuner. *Blyttia* 68: 17 - 46.
- Mjelde M (2014). Handlingsplan for kalksjøer. Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA rapp. 6685-2014.
- Mjelde M & Solhaug Jenssen MT (2020). Undersøkelse av vannplanter i innsjøer i Gran og Lunner kommuner 2019. NIVA rapp. 7475-2020.
- Nordic Microalgae, <http://www.nordicmicroalgae.org> (april 2020)
- Rybak M, Joniak T, Gąbka M & Sobczyński T (2017). The inhibition of growth and oospores production in *Chara hispida* L. as an effect of iron sulphate addition: Conclusions for the use of iron coagulants in lake restoration. *Ecological Engineering*. 105. 10.1016/j.ecoleng.2017.04.044.
- Saunes H, Jørgensen NE, Værøy N, Konieczny RM & Åstebøl SO (2019). Sluttrapport – Undersøkelse av veinære innsjøer 2015-2018. Vannkvalitet og statistiske analyser av data for 2005-2018. Statens vegvesens rapporter, nr. 217.
- Stabell T (2019). Overvåking av kalkrike vannforekomster på Hadeland i Oppland fylke, 2018. Faun rapp. R017-2019
- Stabell T & Kiland H (2018). Overvåking av kalkrike vannforekomster på Hadeland i Oppland fylke, 2017. Faun rapp. 015-2018
- Statens forurensningstilsyn (SFT) (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04
- Søndergaard M, Jeppesen E, Jensen JP & Amsinck SL (2005). Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes. *J. Appl. Ecol.* 42: 616 - 629
- Tikkanen T & Willén T (1992). Växtpanktonflora. Naturvårdsverket.