

Overvåking av vannforekomster i Ringsaker kommune i 2019



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00

NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal
2300 København S, Danmark
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: www.niva.no

Tittel Overvåking av vannforekomster i Ringsaker kommune i 2019	Løpenummer 7511-2020	Dato 09.06.2020
Forfatter(e) Asle Økelsrud og Birger Skjelbred	Eutrofiering	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Innlandet	Sider 21 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Ringsaker kommune	Oppdragsreferanse Elin Sveinhaug
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 190127

<p>Sammendrag</p> <p>Rapporten klassifiserer miljøtilstanden i fem innsjøer i Ringsaker kommune i 2019 med hensyn til eutrofiering (overgjødsling). Basert på mengden og sammensetningen av planteplankton samt fysisk-kjemiske støtteparametere ble innsjøene Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen og Kroksjøen vurdert til å være i moderat økologisk tilstand, mens Sjusjøen ble vurdert til å være i dårlig økologisk tilstand. Miljøålet i vannforskriften om god økologisk tilstand ble dermed ikke oppnådd, og det synes å være behov for ytterligere tiltak for å begrense tilførselene av næringsstoffer (fosfor og nitrogen) til innsjøene.</p>

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag i Ringsaker kommune Overvåking Eutrofiering Økologisk tilstand 	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> Watercourses in the municipality of Ringsaker Monitoring Eutrophication Ecological status
--	---

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Asle Økelsrud
Prosjektleder

Jan-Erik Thrane
Kvalitetssikrer

Marianne Olsen
Forskningsleder

ISBN 978-82-577- 7246-8
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

**Overvåking av vannforekomster i Ringsaker
kommune i 2019**

Forord

Rapporten presenterer resultatene fra overvåkingen av vannkvalitet og miljøtilstand i fem innsjøer i Ringsaker kommune i 2019. Prosjektet er en videreføring av overvåkingen av vannforekomster i kommunen som har pågått siden 1997. Oppdragsgiver for prosjektet er Ringsaker kommune, og vår kontaktperson i kommunen har vært Elin Sveinhaug.

Asle Økelsrud ved NIVA Region Innlandet har vært prosjektleder og har stått for gjennomføringen av feltarbeidet, med assistanse fra Elin Sveinhaug (Ringsaker kommune).

Kjemiske og bakteriologiske analyser er utført av Synlab i Hamar og Skien. Analysene og vurderingene av planteplankton er utført av Birger Skjellbred (NIVA Oslo).

Henriette Kildahl Bøe (NIVA Region Innlandet) har bistått med tilrettelegging av data for overføring til den nasjonale databasen Vannmiljø. Roar Brønden (NIVA Oslo) har hatt ansvaret for datalagring og overføring av data til Vannmiljø. Rapporten er kvalitetssikret av Jan-Erik Thrane (forsker, NIVA) og Marianne Olsen (forskningsleder, NIVA).

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 4. juni 2020

Asle Økelsrud

Innhold

	1
Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Målsetting	8
2. Materiale og metoder	8
2.1 Kort om vannforekomstene	8
2.2 Innsjøer – prøver og analyser	9
2.3 Vurdering av økologisk tilstand	10
3. Resultater og vurderinger	10
3.1 Innsjøer	10
3.1.1 Typifisering og generell vannkjemi	10
3.1.2 Fosfor, nitrogen og siktedyp	11
3.1.3 Temperatur og oksygen	14
3.1.4 Planteplankton 2019	15
3.1.5 Tidsutvikling i økologisk tilstand basert på planteplankton	17
3.1.6 Samlet tilstandsvurdering 2019	20
3.1.7 Tarmbakterier	20
4. Litteratur	21
5. Vedlegg	22

Sammendrag

Målsettingen for overvåkingen av vannforekomster i Ringsaker kommune i 2019 har vært å fremskaffe nye data og vurdere økologisk tilstand i innsjøene Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen Kroksjøen og Sjusjøen i henhold til vannforskriften. Hovedfokuset har vært graden av påvirkning mht. overgjødning (eutrofiering). I nedbørfeltene til alle innsjøene er det et stort antall hytter. Ved Sjusjøen er det i tillegg flere turistbedrifter. Husdyr på beite vil også kunne bidra med tilførsler av næringsstoffer til disse innsjøene.

Den økologiske tilstanden ble vurdert som moderat i fire av fem innsjøer, og som dårlig i en av dem. Det vil si at miljømålet om god økologisk tilstand ikke ble oppnådd, og at tiltak for å begrense tilførslene av næringsstoffer er nødvendig. Det vil være viktig å få en god oversikt over potensielle kilder til tilførsler i de ulike nedbørfeltene. Dette kan f.eks. gjøres gjennom en undersøkelse av tilførsel av næringsstoffer i utvalgte innløpsbekker/elver, både oppstrøms og nedstrøms områder med utstrakt hyttebebyggelse. Oppdaterte oversikter over hvilke avløpsløsninger som eksisterer for boliger, hytter, turistvirksomheter etc. og om disse løsningene fungerer godt, vil også være viktige elementer i det videre arbeidet for å redusere tilførslene. Det vil være viktig å unngå inngrep eller arealdisponeringer som kan føre til økt belastning med næringsstoffer, samt å sette i verk mest mulig kostnadseffektive tiltak for på sikt å kunne oppnå god økologisk tilstand i vannforekomstene.

Ljøsvatnet

En samlet vurdering av det biologiske kvalitetselementet planteplankton og av fysisk-kjemiske støtteparametere ga tilstandsklasse moderat i Ljøsvatnet i 2019. Tilstanden ble også klassifisert som moderat i 2015 og 2017. Middelverdien for total-fosfor (tot-P) har i de senere årene variert fra 3 til 7 ganger høyere enn grenseverdien for god tilstand, mens middelverdien for totalt planteplanktonvolum har variert fra ca. 1 til 7 ganger høyere enn grenseverdien for god tilstand. Til tross for høye tot-P konsentrasjoner over flere år, ser ikke dette ut til å gi tilsvarende forventet høyt planteplanktonvolum, og en samlet vurdering for årene 2015, 2017 og 2019 tilsier god, på grensen til moderat, økologisk tilstand, basert på planteplankton alene. Den store variasjonen fra år til år tyder allikevel på at den økologiske tilstanden i innsjøen er ustabil.

Grunna

Den økologiske tilstanden i Grunna i 2019 var moderat. Mengden og sammensetningen av planteplankton ga god tilstand i 2019. Konsentrasjonen av tot-P var derimot forholdsvis høy og indikerte dårlig tilstand, hvilket trakk den samlede tilstanden ned til moderat. Det er forholdsvis spredte overvåkingsdata som finnes fra Grunna, men resultatene indikerer en økning i middelverdiene for tot-P fra ca. 20 µg P/l omkring årtusenskiftet til ca. 30 µg P/l i 2007-2008 og videre økning til ca. 45 µg P/l i 2014-2015. Etter 2015, og fram til 2019, har fosforkonsentrasjonen gått betraktelig ned. Dette ser ut til å ha ført til en bedring i økologisk tilstand mht. planteplankton i samme periode. Økologisk tilstand basert på planteplankton alene er samlet sett moderat for de tre årene 2015, 2017 og 2019.

Aksjøen

En samlet vurdering ga tilstandsklasse moderat i Aksjøen i 2019. Middelverdiene for tot-P i Aksjøen har variert mellom 18 og 28 µg P/l i perioden 1997 til 2019. Dette tilsvarer tilstandsklasse dårlig for alle årene. Det er ingen tydelig tidstrend mht. planteplankton-parameterne, og samlet sett fluktuierer tilstanden mellom moderat og dårlig for de årene vi har data fra. Dette tyder på at den økologiske tilstanden innsjøen er ustabil.

Kroksjøen

Ut fra planteplanktonets mengde og sammensetning ble tilstanden klassifisert som moderat, og dette var også samlet vurdering av økologisk tilstand for Kroksjøen i 2019. Tilstanden ble også i 2013 vurdert som moderat, mens den i 2014 ble vurdert som dårlig. Det var lavere konsentrasjoner av tot-P i 2013-2014 sammenlignet med på 1990- og 2000-tallet, men denne tendensen ble brutt i 2015, med en middelverdi på 23 µg P/l, som er tilsvarende den som ble målt i 2019. I perioden mellom 1999 og 2013 lå økologisk tilstand med bakgrunn i planteplankton stabilt i tilstandsklasse moderat. I årene 2015, 2017 og 2019 varierte

tilstanden betraktelig (fra god til dårlig). For de tre siste årene samlet vurderes tilstanden mht. planteplankton til moderat.

Sjusjøen

Sjusjøens økologiske tilstand ble klassifisert som dårlig i 2019. Dette er en forverring av den økologiske tilstanden sammenliknet med årene 2013, 2014 og 2015. I forbindelse med overføringen av avløpsvann til Lillehammer renseanlegg tidlig på 1990-tallet ble det registrert en bedring i vannkvaliteten, med reduksjoner i alge mengdene og i konsentrasjonen av tot-P. Middelerdiene for tot-P var enda lavere i 2011-2012, men i løpet av perioden 2011-2019, med unntak av 2017, har verdiene økt til et nivå på høyde med det som ble registrert omkring 1990, før overføringen av avløpsvann til Lillehammer. Alge mengdene har variert betydelig fra år til år. I årene 2012-2015 så vi ikke en tilsvarende økning som for tot-P, men de siste årene (2017-2019) har alge mengdene igjen økt. Samlet sett over de tre siste prøvetakingsrundene (2015 til 2019) vurderes tilstanden i Sjusjøen som dårlig mht. planteplankton.

Summary

Title: Monitoring of Watercourses in the Municipality of Ringsaker

Year: 2020

Author(s): Asle Økelsrud and Birger Skjelbred

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7246-8

The 2019 monitoring program of lakes in Ringsaker municipality aimed at obtaining new data and assessing the ecological status of the lakes Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen Kroksjøen and Sjusjøen, in accordance with the national water guidelines. The focus has been the degree of influence regarding eutrophication. There are a high number of cabins in the area, and within the catchment areas of all the lakes. At Lake Sjusjøen, there are also several tourist companies. Livestock grazing can also contribute with nutrients to these lakes.

The ecological status was classified as moderate in four out of five lakes, and as poor in one of them. This means that the environmental goal of good ecological status was not achieved in any of the lakes, and measures to limit the supply of nutrients are necessary. It is pertinent to identify potential sources of runoff in the individual water catchments. This may be achieved through monitoring nutrient concentrations in selected inlet streams / rivers, both upstream and downstream areas with extensive development (cabins, hotels, roads). Updated overviews of which drainage solutions exist for houses, cabins, tourist establishments etc., and their status, will also be important elements in the further work to reduce nutrient runoff. It will be important to avoid encroachments or land allocations that may lead to increased nutrient load, as well as to implement the most cost-effective measures possible in order to achieve good ecological status in these lakes in the long term.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

NIVA har på oppdrag fra og med assistanse av Ringsaker kommune gjennomført overvåking av vann og vassdrag i kommunen, med årlige undersøkelser i utvalgte lokaliteter i perioden 1997-2014. Resultatene er presentert i tidligere årsrapporter (Løvik og Brettum 2013 med referanser, Løvik og Skjelbred 2014, Løvik og Skjelbred 2015, Løvik m.fl., 2018). Undersøkelsene i 2019 representerer en videreføring av denne overvåkingen, med fokus på eutrofieringsparametere (planteplankton og næringsalter) samt organisk belastning og hygieniske forhold (hhv. vertikal fordeling av oksygen i vannsøylen og *E. coli*).

1.2 Målsetting

Målsettingen med overvåkingen er å registrere vannkvalitet, miljøtilstand og forurensningsgraden av næringsstoffer i vassdragene i Ringsaker kommune. Undersøkelser av planteplanktonets sammensetning og biomasse står sentralt for å vurdere miljøtilstanden med hensyn til eutrofiering (overgjødning). Overvåkingen skal om mulig peke på aktuelle årsaker til eventuelle endringer i miljøtilstanden, og med dette gi grunnlag for å utforme og gjennomføre tiltak for bedring av tilstanden der dette anses nødvendig.

2. Materiale og metoder

2.1 Kort om vannforekomstene

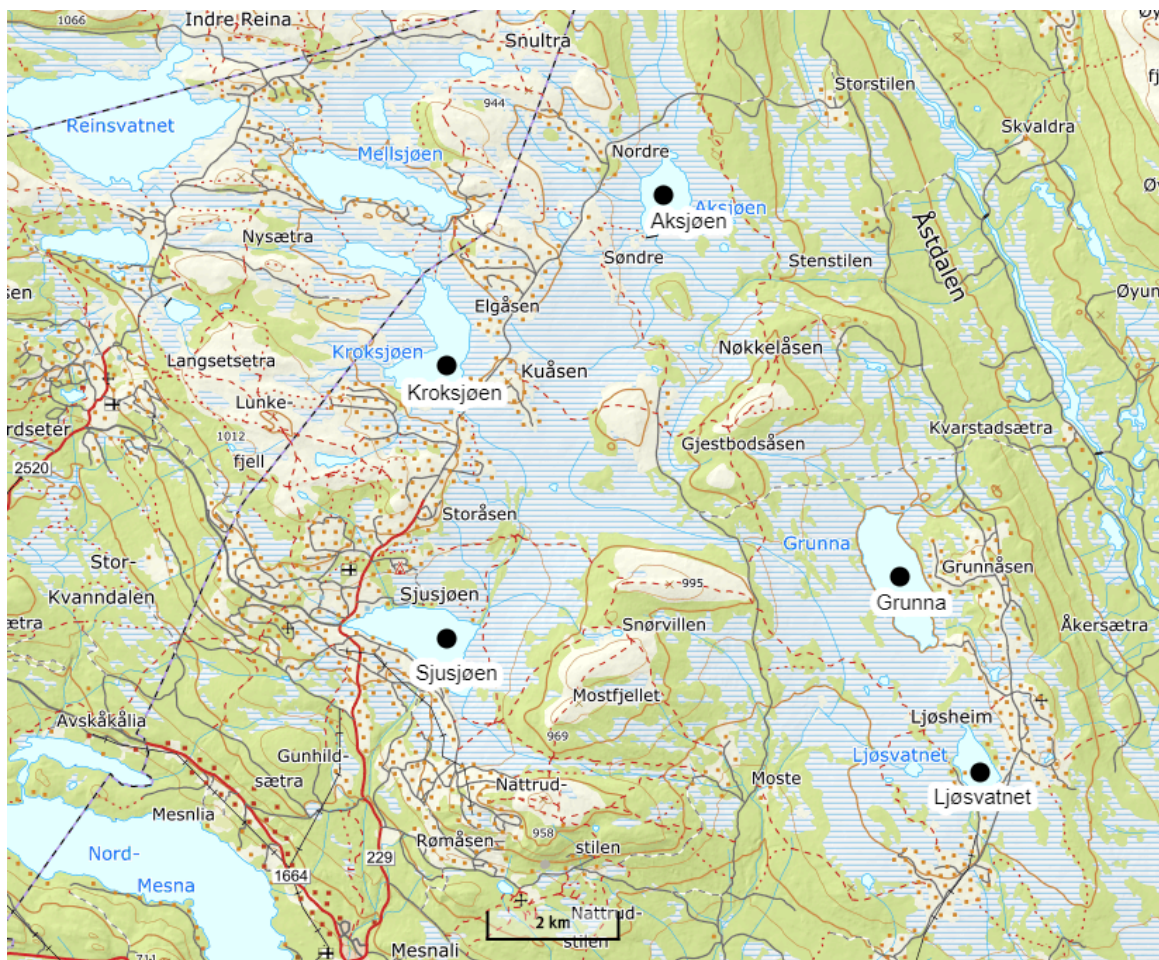
En oversikt over hvilke vannforekomster og lokaliteter som inngikk i overvåkingen i 2019 er gitt i **Tabell 1**, og plasseringen av prøvestasjonene er vist på kart i **Figur 1**.

Tabell 1. Innsjøer som inngikk i overvåkingen i 2019.

Innsjøer	Vannfore- komst ID	Hoh. m	Areal km ²	UTM sone	Øst	Nord	Vannmiljø kode
Ljøsvatnet*	002-869-R	818	0,371	33	277549	6784676	002-51949
Grunna	002-33020-L	800	1,354	33	276316	6787642	002-51921
Aksjøen	002-32962-L	836	0.662	33	268915	6780324	002-1896
Kroksjøen	002-285-L	879-882	1.483	33	269546	6790800	002-51926
Sjusjøen	002-257-L	806-810	1.249	33	269502	6786680	002-37981

*Store Ljøsvatnet, innsjø

Innsjøene Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen, Kroksjøen og Sjusjøen ligger alle i grensesonen mellom skog og snaufjell (800-900 moh.) i nordre deler av Ringsaker kommune. Kroksjøen og Sjusjøen er begge regulerte for kraftproduksjon, med reguleringshøyder på henholdsvis 3,0 m og 4,2 m. Sjusjøen er pga. reguleringen kategorisert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) (<http://vann-nett.no>). Det finnes et stort antall hytter i nedbørfeltet til hver av de fem innsjøene. Ved Sjusjøen er det i tillegg flere turistbedrifter. En annen potensiell kilde til tilførsler av næringsstoffer og tarmbakterier kan være husdyr på beite (Løvik og Skjelbred, 2015).



Figur 1. Oversikt over prøvestasjonene i innsjøene (svarte sirkler) som ble undersøkt i 2019. Kartkilde: www.norgeskart.no.

2.2 Innsjøer – prøver og analyser

Prøveinnsamling ble gjennomført 17. juni og 21. august 2019. Det ble da samlet inn prøver for fysisk-kjemiske, biologiske og bakteriologiske analyser fra én lokalitet ved det dypeste punktet og/eller sentralt i hver av innsjøene. Innsjøstasjonenes plassering er vist på kart i **Figur 1**.

Prøver for fysisk-kjemiske støtteparametere ble tatt som blandprøver fra epilimnion (vannlaget over sprangsjiktet), dvs. 0-2 m i Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen og Kroksjøen og 0-5 m i Sjusjøen. Dette gir integrert informasjon om nivåene av vannkjemiske parametere i det sjiktet der det vesentlige av algebiomassen finnes, og data som vil gjøre det mulig å foreta sammenligninger med tidligere observasjoner. Blandprøvene ble analysert mht. pH, turbiditet og fargetall samt konsentrasjoner av total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N), nitrat og kalsium. En oversikt over kjemiske analysemetoder er gitt i Vedlegg, **Tabell 12**.

Fra epilimnion ble det også samlet inn (bland)prøver for bestemmelse av algemengder (klorofyll-*a*), samt sammensetning og biovolum av planteplankton basert på algetellinger. Sammen med konsentrasjoner av fosfor og nitrogen er dette sentrale parametere for å fastslå økologisk tilstand og forurensningsgrad mht. eutrofiering.

Prøver for analyser av mengden fekale indikatorbakterier (*E. coli*) ble tatt fra ca. 0,5 m dyp. Prøvene ble fylt direkte på egne, sterile flasker. Mengden indikatorbakterier gir en indikasjon på graden av fersk fekal forurensning («tarmbakterier»), som kan stamme fra kloakk eller husdyrgjødsel.

Siktedyp ble målt ved hjelp av standard hvit sikteskive, og vanntemperaturen ble målt i en vertikalseerie for å kunne vurdere sjikttingsforholdene. Oksygen, turbiditet, konduktivitet og pH ble også målt i vertikalseerier fra overflate til ca. 1 m over bunnen ved dypeste punkt i innsjøene. Dette ble gjort for å kunne vurdere organisk belastning og oksygenforbruk i vannsøylen under sommerstagnasjonen.

2.3 Vurdering av økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er vurdert i henhold til den gjeldende klassifiseringsveilederen etter vannforskriften (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). For vurdering av påvirkning fra partikler, organisk stoff og tarmbakterier har vi benyttet SFT-veileder 97:04 (Andersen mfl. 1997).

Klassifiseringen av økologisk tilstand skal i henhold til vannforskriften primært baseres på biologiske kvalitetselementer slik som planteplankton, vannplanter og fisk. Fysisk-kjemiske variabler brukes som støtteparametere i vurderingene. Dersom tilstanden basert på biologiske kvalitetselementer (her planteplankton) er god eller svært god, kan de fysisk-kjemiske støtteparametere trekke ned den samlede økologiske tilstanden til moderat, men ikke til dårlig. Dersom tilstanden basert på biologiske kvalitetselementer er moderat eller dårligere, blir de biologiske kvalitetselementene bestemmende for samlet tilstand.

Av naturgitte årsaker er det ofte betydelige variasjoner i både kjemiske og biologiske parametere gjennom året, f.eks. konsentrasjon av total fosfor eller mengde og sammensetning av planteplankton. Av den grunn skal klassifisering av økologisk tilstand i prinsippet bare gjøres på basis av (års)middelverdier fra flere observasjoner, helst månedlig i algeveksts sesongen f.eks. fra slutten av mai eller begynnelsen av juni til september/oktober for innsjøer (fortrinnsvis seks ganger). I fjellsjøer eller i innsjøer tett oppunder skoggrensa vil naturlig nok veksts sesongen være kortere enn i lavlandet, og aktuelle måneder for innsamling og klassifisering vil da begrense seg til fra ca. juni til september. Eventuelt kan klassifiseringen gjøres med basis i flere observasjoner fra f.eks. de to eller tre siste årene. Siden denne undersøkelsen kun baserer seg på data fra to prøvetakinger i hver innsjø (juni og august) er det et noe begrenset grunnlag for sikker tilstandsklassifisering i 2019. Vi har derfor sammenlignet 2019-dataene med resultater fra tidligere år, for å kunne bedømme utviklingen i innsjøene over tid.

3. Resultater og vurderinger

Primærdata er gitt i tabeller i Vedlegg.

3.1 Innsjøer

3.1.1 Typifisering og generell vannkjemi

Middelverdiene for kalsium (1,0-2,1 mg Ca/l) og konduktivitet i epilimnion (0,66-1,71 mS/m) viser at de fem innsjøene kan karakteriseres som kalkfattige (1-4 mg Ca/l) og fattige på løste mineralsalter (**Tabell 2**). Middelverdiene for farge varierer fra 53,5 mg Pt/l i Kroksjøen til 79 mg Pt/l i Grunna. Ut fra dette kan alle innsjøene karakteriseres som humøse (farge >30 mg Pt/l).

De aktuelle innsjøene ligger fra 800 moh. til 897 moh. Tregrensen går ved ca. 900 moh. eller høyere i dette området. Slik sett kunne en forsvare å benytte kriterier for en innsjøtype i skog. I klassifiseringsveilederen heter det at "Dersom vannforekomsten ligger nær typegrenser mht. en eller flere typologi-faktorer, bør man velge den vanntypen som har strengest klassegrenser mht. de parameterne som er relevante for den dominerende påvirkningen". På basis av dette har vi valgt å orientere tilstandsklassifiseringen etter innsjøtype L306 for Ljøsvatnet, Grunna, Kroksjøen og Sjusjøen, dvs. middels store (0.5-5 km²) kalkfattige,

humøse innsjøer i fjellområder/over tregrensa (jf. tabell 7.8 i Veileder 02:2018). Klassegrenser for planteplankton i den tidligere benyttede innsjøtypen LN-5 (Løvik og Skjelbred, 2015; Løvik m.fl., 2018) er sammenfallende med L306, mens den fysiske kjemiske støtteparameteren Tot-P har noe strengere klassegrenser ved bruk av innsjøtype 306

Tabell 2. Middelverdier for kalsium, farge, konduktivitet (sondemålinger fra juni) og turbiditet i 2019. Fargene markerer miljøtilstanden ifølge SFTs tidligere kriterier: gul = moderat (mindre god), oransje = dårlig

	År	Dyp	Kalsium	Farge	Konduktivitet	Turbiditet
		m	mg Ca/l	mg Pt/l	mS/m	FNU
Ljøsvatnet	2019	0-2	2,0	64	1,39	1,5
Grunna	2019	0-2	1,0	77	0,79	1,3
Aksjøen	2019	0-2	1,8	79	1,17	1,6
Kroksjøen	2019	0-2	1,5	54	1,08	1,4
Sjusjøen	2019	0-5	2,1	54	1,39	2,1

Turbiditet er et mål på konsentrasjonen av partikler i vannet, men er ikke med som fysisk-kjemisk støtteparameter i vannforskriften. Turbiditetsverdier kan likevel bidra til å forklare f.eks. variasjoner i siktedyp. Middelverdiene for turbiditet varierte fra 1,3 FNU i Grunna til 2,1 FNU i Sjusjøen (**Tabell 2**). Det er rimelig å anta at de litt høye turbiditetsverdiene i vesentlig grad var forårsaket av planteplankton (se avsnitt 3.1.4). Spesielt i de grunne og relativt vindutsatte innsjøene Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen og Kroksjøen kan resuspenderte sedimentpartikler også ha bidratt til de noe høye turbiditetsverdiene.

3.1.2 Fosfor, nitrogen og siktedyp

Tilstanden mht. tot-P, tot-N og siktedyp ble klassifisert basert på klassegrensene for innsjøtype L306 (kalkfattig, humøs, fjell). For siktedyp varierer grenseverdien innen en innsjøtype også som funksjon av graden av humuspåvirkning (målt som farge).

Konsentrasjonen av tot-P var meget høy i Ljøsvatnet med 56 µg P/l i juni 2019 (**Tabell 3**). Verdien indikerer svært dårlig tilstand for denne parameteren. Konsentrasjonene var betydelig lavere i Grunna, Aksjøen, Kroksjøen og Sjusjøen, men fortsatt med verdier som tilsvarer dårlig tilstand. Konsentrasjonene av tot-N var relativt lave med middelverdier på 341-454 µg N/l, og indikerte fra god til moderat tilstand. Nivåene viser allikevel en forverring fra tidligere år. Konsentrasjonene av nitrat var lave, dvs. under deteksjonsgrensa på 50 µg N/l i alle innsjøene på begge prøvedatoene (**Vedlegg, Tabell 13**).

Tabell 3. Middelverdier for tot-P, tot-N, nitrat, siktedyp og N/P-forholdet i 2019. Fargene viser tilstandsklasser: grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

	År	Dyp	Tot-P*	Tot-N	Nitrat	Siktedyp	N/P
		m	µg P/l	µg N/l	mg N/l	m	
Ljøsvatnet	2019	0-2	56	454	<50	2,1	8,4
Grunna	2019	0-2	21	341	<50	1,9	16,2
Aksjøen	2019	0-2	22	407	<50	1,8	18,5
Kroksjøen	2019	0-2	23	396	<50	2,5	17,2
Sjusjøen	2019	0-5	20	420	<50	2,7	21

*Representerer kun resulater fra juni-prøvene på grunn av sannsynlig analysefeil ved august-prøvene

Middelverdiene for forholdet tot-N/tot-P («N/P-forholdet») varierte fra 8,4 i Ljøsvatnet til 18,5 i Aksjøen (**Tabell 3**). Vanligvis er fosfor det begrensende næringssaltet for algevekst norske innsjøer. Men om N/P-forholdet er lavere enn 20 kan nitrogen potensielt være begrensende (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). N/P-forhold < 20 finner vi i hovedsak i innsjøer som mottar relativt store mengder fosfor fra

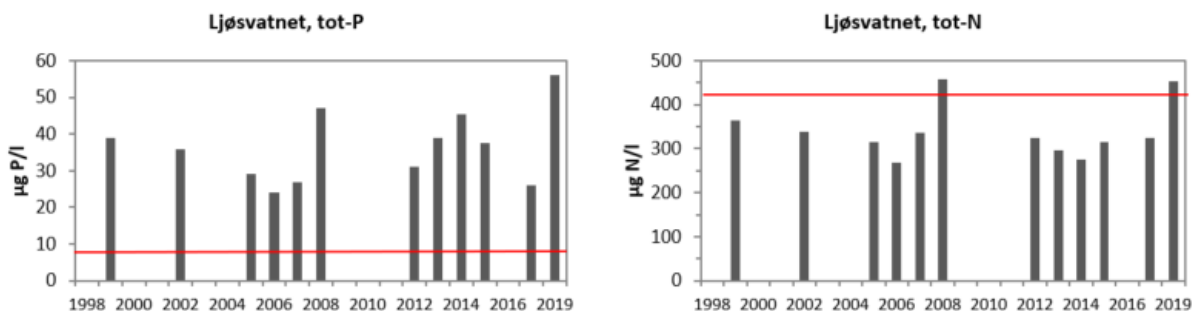
antropogene kilder. Det relativt lave N/P-forholdet og de lave konsentrasjonene av nitrat kan tyde på at nitrogen tidvis kan være begrensende næringsstoff i flere av disse innsjøene. Trolig ligger innsjøene på grensen mellom N og P-begrensning, og er såkalt «ko-begrensede». Selv om nitrogen kan være begrensende i perioder, vil det være svært viktig å redusere fosfortilførselen til innsjøene for å begrense algeveksten.

Siktedypet var lavt i de fleste innsjøene med middelverdier fra 1,8 m til 2,7 m, som tilsvarer moderat til dårlig tilstand.

I de følgende avsnittene diskuteres tidsutviklingen i konsentrasjoner av næringsstoffene fosfor og nitrogen, med utgangspunkt i **Figur 2 - 6**, som viser middelverdier for tot-P og tot-N i de fem innsjøene.

Ljøsvatnet

Vurdert ut fra middelverdiene ser det ut til at konsentrasjonen av tot-P i Ljøsvatnet har vært forholdsvis høy i alle årene med data, fra slutten av 1990-tallet og t.o.m. 2017 (**Figur 2**). Middelverdiene varierte i de ulike årene fra 3 til 5,9 ganger høyere enn grenseverdien mellom god og moderat tilstand på 8 µg P/l. (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). Det ser ikke ut til å ha vært noen klar tendens til endring i nivået av tot-P over tid. I 2019 var tot-P i juni på 56 µg P/l, noe som er 7 ganger høyere enn grenseverdien mellom god og moderat tilstand på 8 µg P/l. Hvorvidt de høye tot-P konsentrasjonene skyldes tilførsel fra husdyrgjødsel eller spredt avløp fra hyttebebyggelse kan ikke avklares basert på våre undersøkelser, men ved såpass høye konsentrasjoner er det sannsynlig at sistnevnte er en betydelig kilde. Middelverdiene for tot-N har i hovedsak variert innenfor intervallet 270-360 µg N/l, som tilsvarer god tilstand etter vannforskriften. Kun i 2008 og 2019 har tot-N konsentrasjonene, med liten margin, vært over grenseverdien for god tilstand.

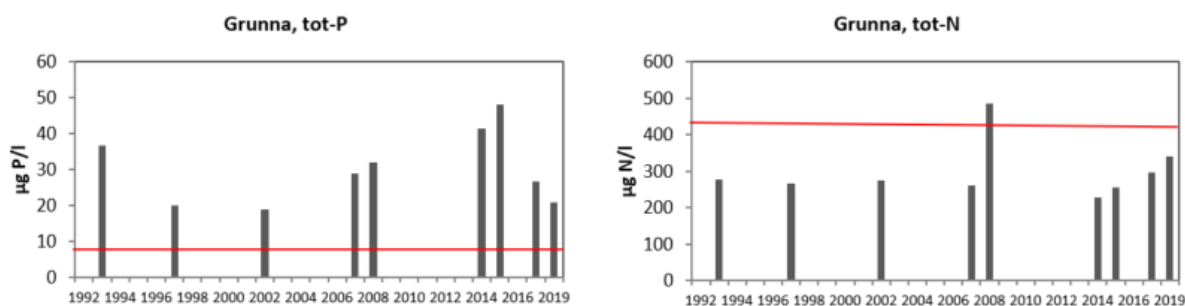


Figur 2. Tidsutviklingen i middelverdier for tot-P og tot-N i Ljøsvatnet. Verdiene for perioden 2005-2008 gjelder enkeltobservasjoner i hvert av årene. De røde linjene angir grensene mellom god og moderat tilstand iht. innsjøtype L306 (Veileder 02:2018).

Grunna

Middelverdiene for tot-P i Grunna har vært markert høyere enn grenseverdien for tilstandsklasse god på 8 µg P/l i perioden 1993-2015 (**Figur 3**). I 2019 var den på 21 µg P/l, hvilket tilsvarer dårlig tilstand. Det er allikevel en betydelig nedgang i fosforkonsentrasjonen siden 2014, hvor middelkonsentrasjonen var ca. 45 µg P/l. Resultatene viser at tot-N har gått opp de senere årene, samtidig som tot-P har gått ned, hvilket har ført til at N/P forhold har gått opp fra rundt 5,5 i 2014 til 16,2 i 2019. Det vil si at fosfor trolig er mer begrensende under dagens forhold, noe som kan forklare at totalt algevolume har gått ned i takt med nedgangen i tot-P konsentrasjonen.

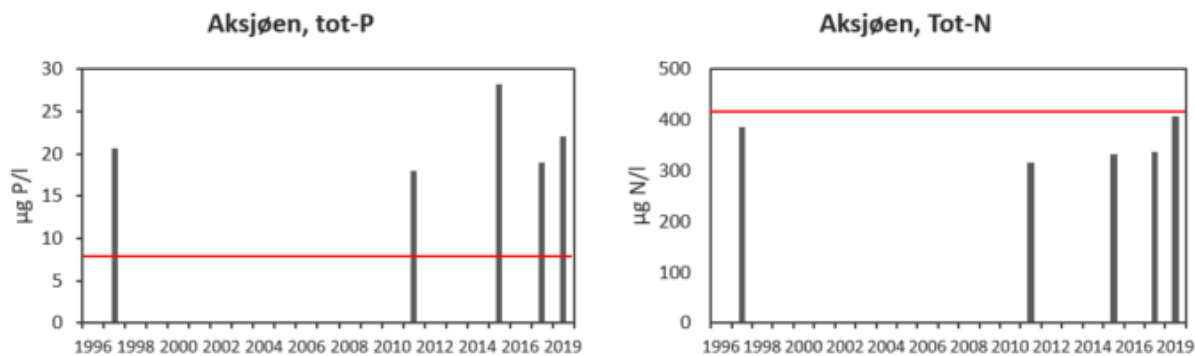
Bortsett fra en forholdsvis høy verdi på 485 µg N/l i 2008 har middelverdiene for tot-N i Grunna variert innenfor intervallet 230-341 µg N/l, som tilsvarer svært god til god tilstand mht. tot-N.



Figur 3. Tidsutviklingen mht. middelverdier for tot-P og tot-N i Grunna. Verdiene for 2001 gjelder én enkelt observasjon. De røde linjene angir grensene mellom god og moderat tilstand iht. innsjøtype L306 (Veileder 02:2018).

Aksjøen

I de årene vi har data fra (1997 – 2019) har middelverdiene for tot-P i Aksjøen variert mellom 18 og 28 µg P/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse dårlig for alle årene, både etter innsjøtype L-N5 og L306. I 2019 var middelverdien for tot-N på 407 µg N/l, hvilket er tett oppunder grenseverdien mellom god og moderat tilstand på 425 µg N/l (**Figur 4**).

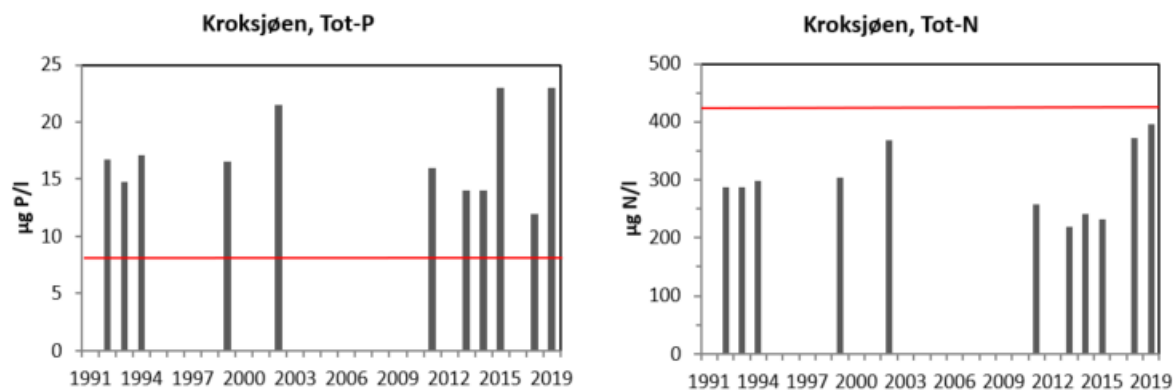


Figur 4. Tidsutviklingen mht. middelverdier for tot-P og tot-N i Aksjøen. De røde linjene angir grensene mellom god og moderat tilstand iht. innsjøtype L306 (Veileder 02:2018).

Kroksjøen

Middelverdiene for tot-P i Kroksjøen lå i årene 1992 til 2017 fra 6 til 17 µg P/l over grenseverdien på 8 µg P/l (**Figur 5**). Det var lavere konsentrasjoner av tot-P i 2013-2014 sammenlignet med på 1990- og 2000-tallet, men denne tendensen ble brutt i 2015, med en middelverdi på 23 µg P/l, som er tilsvarende den som ble målt i 2019. Gjennomsnittet for alle år, inkludert 2019, er 17,1 µg P/l. Fosfor-konsentrasjonen kan variere en hel del av naturlige årsaker, og ettersom middelverdiene er basert på svært få målinger i de fleste årene, behøver dette ikke nødvendigvis å være uttrykk for en ny trend. Siste års måling er allikevel ingen indikasjon på bedring i vannkvaliteten i Kroksjøen mht. tot-P.

Middelverdiene for tot-N i Kroksjøen var lavere i etter 2010 (220-260 µg N/l) enn i perioden 1992-2002 (290-370 µg N/l). Denne nedgangen kan ha sammenheng med nedgang i konsentrasjonen av nitrat (pga. lavere konsentrasjoner i nedbøren) slik det også har vært observert i mange andre innsjøer i Sør-Norge i årene etter 2010 (Garmo mfl. 2014). I 2017 og 2019 har derimot tot-N i Kroksjøen økt, og var i 2019 nå på det høyeste som er målt i perioden 1992-2019. Siden det har vært en økning i Tot-N, samtidig som nitratkonsentrasjonene holder seg lavere enn på nittitallet, er det mulig at denne økningen kan tilskrives lokale kilder. Den samme trenden vises i de andre innsjøene i undersøkelsen. For alle årene havner Kroksjøen i god tilstand mht tot-N, men er i 2019 i nærheten av grenseverdien mellom god og moderat.

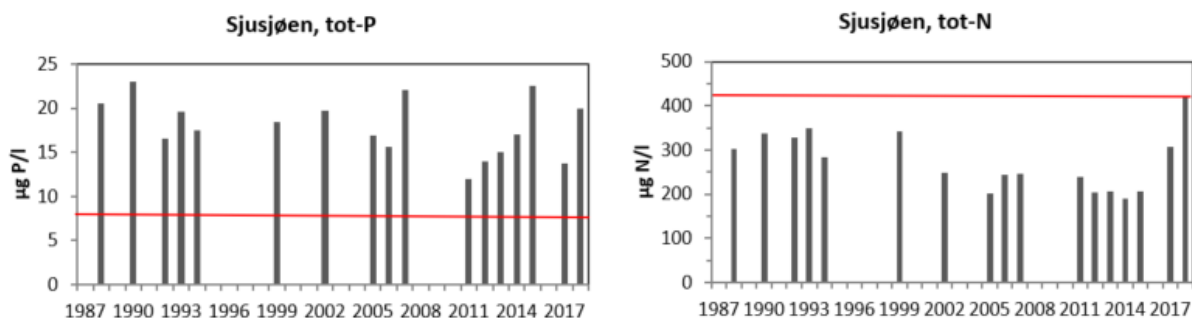


Figur 5. Tidsutviklingen mht. middelverdier for tot-P og tot-N i Kroksjøen. Verdiene for 2001 gjelder én enkelt observasjon. De røde linjene angir grensene mellom god og moderat tilstand iht. innsjøtype L306 (Veileder 02:2018).

Sjusjøen

I Sjusjøen har tot-P konsentrasjonen variert en del fra år til år (**Figur 6**). I årene 2011 til 2015 økte den fra 12 til 23 µg P/l (Løvik og Skjelbred, 2016). I 2017 gikk den noe ned igjen, mens den i 2019 er på 20 µg P/l. Det betyr at tilstanden mht. tot-P har variert mellom hhv. moderat og dårlig tilstand. Løvik og Skjelbred (2016) foreslo at økningen kunne være knyttet opp mot graden av humuspåvirkning (målt som farge), men fant ingen klar sammenheng her. Til tross for at det ikke foreligger data som beskriver utviklingen i tilførselene av fosfor, tyder utviklingen i Sjusjøen på at det har vært en økning i tilførsel av fosfor etter 2011 (Løvik og Skjelbred, 2016), selv om 2017 avviker fra dette mønsteret. Siden resultatene fra alle disse årene, bortsett fra 2011 med en enkeltmåling, består av middelverdier fra kun 2 prøvetakinger, er resultatene utsatt for kortvarige variasjoner gjennom vekstsesongen som kan skyldes variasjoner i avrenning. For eksempel viser resultatene fra 2017 at, til tross for relativt lavt fosforinnhold (13,7 µg P/l), så er totalt algevolum (1,90 mm³/l) relativt høyt.

Vurdert ut fra middelverdiene var konsentrasjonen av tot-N i Sjusjøen relativt stabil fra slutten av 1980-tallet til slutten av 1990-tallet (**Figur 5**). Fra 1999 til 2002 sank middelverdien med ca. 100 µg N/l, og med ytterligere ca. 40 µg N/l fram til 2015. Etter 2015 har tot-N konsentrasjonen økt kraftig, og i 2019 er den 420 µg N/l, og marginalt innenfor tilstandsklasse god. Dette er en lignende utvikling som for Kroksjøen.



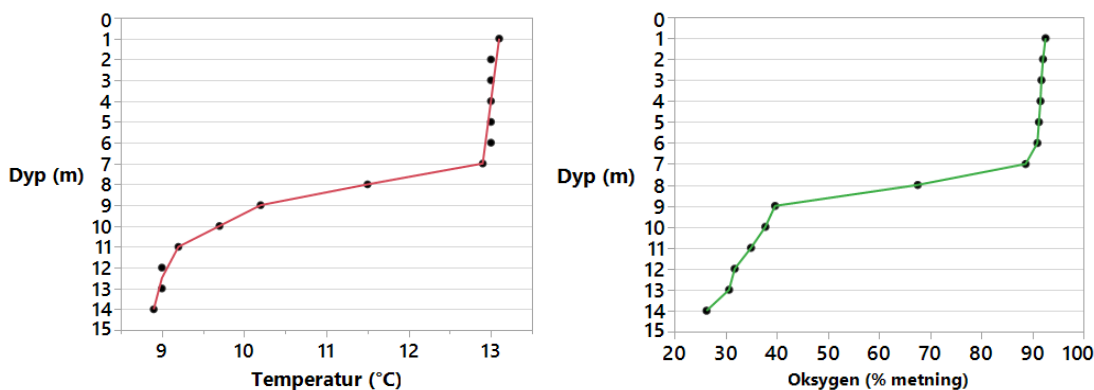
Figur 6. Tidsutviklingen mht. middelverdier for tot-P og tot-N i Sjusjøen. Verdiene for 2005 og 2006 representerer enkeltmålinger. De røde linjene angir grensene mellom god og moderat tilstand iht. innsjøtype L306 (Veileder 02:2018).

3.1.3 Temperatur og oksygen

For Grunna, Aksjøen og Kroksjøen var det lite variasjon gjennom vannsøylen både i temperatur og oksygen i august, mens det var noe større variasjon i juni. Størst variasjon var det i Kroksjøen, hvor oksygen varierte fra 92,3% metning i overflaten til 73,9% metning ved bunnen (Se tabell 14 i vedlegg). Disse sjøene er grunne og utsatt for omrøring i perioder med vind, og har derfor tidvis svak sjiktning. Ljøsvatnet er noe dypere og viser også mer tydelig sjiktning. Temperaturprofilen antydte et sprangsjikt (termoklin) på mellom to og tre

meter i juni. Den laveste oksygenmetningen i Ljøsvatnet ble målt samme måned, med 70,6% metning på 5,5 meters dyp. Dette tyder på noe forbruk av oksygen i dypvannet som trolig skyldes en kombinasjon av relativt høyt naturlig innhold av oppløst organisk materiale (humus), kombinert med økt næringsstofftilførsel.

Vertikalprofilene fra Sjusjøen tyder på en mer tydelig sjiktning (**Figur 7**), spesielt i august, med utpreget termoklin på mellom 7 og 8 meter. Under termoklinen ligger et stagnant bunnsjikt (hypolimnion), som ikke blander seg med overflatevann før høsten kommer og hele vannsøylen kjøles ned. Oksygenmetningen synker også kraftig mot bunnen, og følger kurven for temperatur. Det var også en kraftig økning i turbiditet fra 7 meter og nedover, fra 1,72 FNU ved 7 meter til 2,55 ved 8 meter, hvorpå den økte gradvis nedover i dypet til 8,9 FNU ved 13 meters dyp (Se tabell 14 i vedlegg). Dette sammenfaller med kurven for oksygenmetning, og tyder på at det ligger et lag med partikler rett under sprangsjiktet. Det er usikkert hva dette er, men det kan tenkes at det er døde planteplanktonceller, som brytes ned av heterotrofe bakterier som forbruker oksygen. Oksygenforbruket i hypolimnion skyldes nok også bakteriell nedbrytning av oppløst organisk materiale (humus). Dette er ganske typisk i humuspåvirkede vann dersom det er lite omrøring om sommeren. Trolig øker det totale oksygenforbruket i hypolimnion som følge av sedimenterte algepartikler og et høyt nivå av fosfor, som også kan fungere som næring for heterotrofe bakterier.



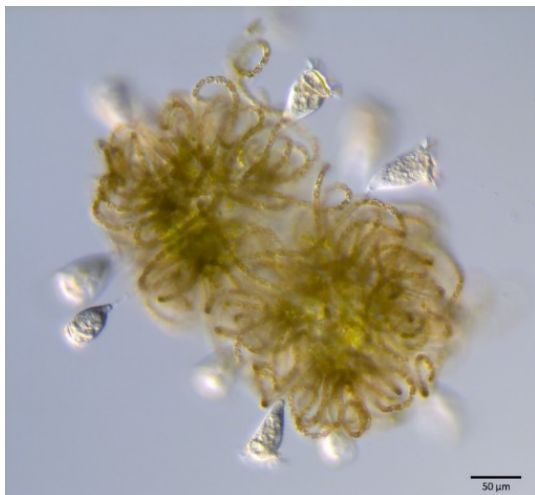
Figur 7. Temperatur og oksygenmetning ved ulike dyp i Sjusjøen 21.august 2019.

3.1.4 Planteplankton 2019

I flere av innsjøene var det forholdsvis høye konsentrasjoner av planteplankton og en artssammensetning som indikerte næringsrike forhold (**Figur 9**). Basert på en samlet vurdering av biomasse (totalt biovolum og klorofyll *a*), artssammensetning (PTI) og mengden cyanobakterier (Cyano_{max}) ble Sjusjøen klassifisert til tilstandsklasse dårlig (tabell 4). Store Ljøsvatnet, Aksjøen og Kroksjøen endte i moderat tilstand, mens Grunna oppnådde tilstandsklasse god. Det ble observert cyanobakterier (blågrønnalger) fra den potensielt toksinproduserende slekten *Dolichospermum* (*Anabaena*) (Skulberg mfl. 1994, Testai mfl. 2016) i alle innsjøene unntatt Grunna (**Figur 8**, tabell A1-A5), men i lave konsentrasjoner. Alle innsjøene oppnådde derfor miljømålet om god eller svært god tilstand med hensyn til cyanobakterier. Vurderingen av planteplankton er kun basert på to prøver fra hver innsjø og resultatene er derfor relativt usikre.

Tabell 4. Oppsummering av resultatene for planteplankton i de ulike innsjøene i Ringsaker 2019. Fargene viser tilstandsklasser: blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

Innsjø	Norsk type	Klf a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR
Store Ljøsvatnet	L306	5.60	0.61	2.15	0.26	0.55
Grunna	L306	3.45	0.23	2.17	0.06	0.64
Aksjøen	L306	6.20	0.53	2.37	0.17	0.42
Kroksjøen	L306	4.40	0.60	2.31	0.09	0.48
Sjusjøen	L306	4.90	1.05	2.73	0.16	0.30



Figur 8. En koloni *Dolichospermum lemmermannii* med ciliater fra slekten *Vorticella* festet til filamentene.

Ljøsvatnet

Verdiene for klorofyll *a* og totalt biovolum var forholdsvis høye og tilsvarende tilstandsklasse moderat. Cyanobakterier dominerte i den første prøven. Gullalger og svelgflagellater utgjorde de største andelene i prøven fra august. Blant gullalgene var *Bitrichia chodatii* og arter fra slekten *Mallomonas* vanligst. Svelgflagellatene besto av slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis* (*Rhodomonas*). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte god tilstand med hensyn til eutrofiering. Det maksimale biovolumet av cyanobakterier (Cyano_{max}) var forholdsvis lavt og tilsvarende god tilstand. Totalvurderingen av Store Ljøsvatnet i 2019 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse moderat med en nEQR på 0,55. Dette tilsvarer det øvre sjiktet av tilstandsklasse moderat, og nær grenseverdien mot god tilstand.

Grunna

Verdiene for klorofyll *a* og totalt biovolum var forholdsvis lave og tilsvarende god tilstand. Gullalger, svelgflagellater og grønnalger utgjorde de største andelene av planktonsamfunnet. Gullalgene besto av blant annet slektene *Chromulina* og *Mallomonas*. Grønnalgene besto av blant annet *Lanceola spatulifera* og slekten *Chlamydomonas*. Svelgflagellatene besto stort sett av slekten *Cryptomonas*. Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte tilstandsklasse moderat med hensyn til eutrofiering. Det maksimale biovolumet av cyanobakterier (Cyano_{max}) var lavt og tilsvarende svært god tilstand. Totalvurderingen av Grunna i 2019 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse god med en nEQR på 0,64.

Aksjøen

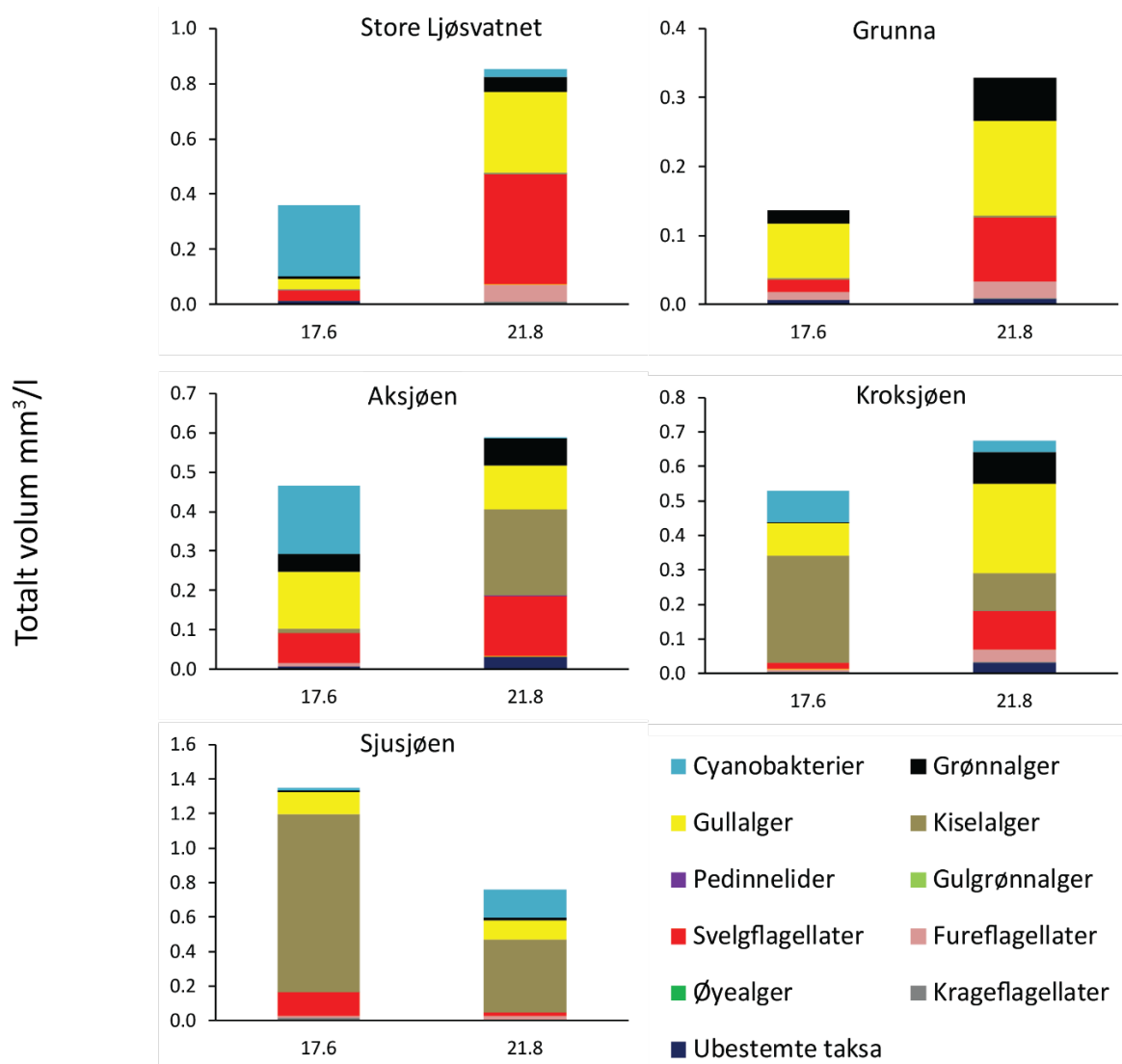
Verdiene for klorofyll *a* og totalt biovolum var forholdsvis høye og tilsvarende tilstandsklasse moderat. Cyanobakterien *Dolichospermum sigmoideum* dominerte prøven fra juli sammen med gullalger. Prøven fra august besto for det meste av kiselalgen *Aulacoseira alpigena* og svelgflagellatene fra slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis* (*Rhodomonas*). Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte dårlig tilstand med hensyn til eutrofiering. Det maksimale volumet av cyanobakterier (Cyano_{max}) var forholdsvis lavt og tilsvarende god tilstand. Totalvurderingen av Aksjøen i 2019 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse moderat med en nEQR på 0,42.

Kroksjøen

Verdiene for klorofyll *a* og totalt volum var forholdsvis høye og tilsvarende tilstandsklasse moderat. Kiselalger og gullalger dominerte planteplanktonsamfunnet. Det ble også observert cyanobakterier fra slekten *Dolichospermum*. De viktigste kiselalgene var *Asterionella formosa* og *Tabellaria flocculosa*. Sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte moderat tilstand med hensyn til eutrofiering. Det maksimale biovolumet av cyanobakterier var lavt og tilstandsklassen ble svært god for Cyano_{max}. Totalvurderingen av Kroksjøen i 2019 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse moderat med en nEQR på 0,48.

Sjusjøen

Verdiene for klorofyll *a* og totalt volum var forholdsvis høye og tilsvarende hhv. tilstandsklassene moderat og dårlig. Kiselalger utgjorde den største andelen, men cyanobakterier og svelgflagellater bidro også. De viktigste kiselalgene var *Asterionella formosa*, *Aulacoseira italica* og *Tabellaria flocculosa*. Også i Sjusjøen ble det observert flere arter cyanobakterier fra slekten *Dolichospermum*. S sammensetningen av planteplanktonet (PTI) indikerte også at Sjusjøen hadde dominans av fosfortolerante taksa og fikk tilstandsklasse svært dårlig med hensyn til eutrofiering. Det maksimale biovolumet av cyanobakterier ($Cyano_{max}$) var forholdsvis lavt og tilsvarende tilstandsklasse god. Totalvurderingen av Sjusjøen i 2019 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse dårlig med en nEQR på 0,30.



Figur 9. Totalt volum og sammensetning av planteplankton i Ringsaker 2019. Merk forskjellig skala på y-aksene.

3.1.5 Tidsutvikling i økologisk tilstand basert på planteplankton

Siden det de senere årene kun er tatt prøver i to ganger per sesong er det betydelig usikkerhet knyttet til klassifisering av økologisk tilstand i enkeltår. Ser vi på resultater fra flere år samlet kan vi derimot si noe om

tidsutviklingen. En kan også øke sikkerheten i vurderingen ved å benytte gjennomsnitt fra aktuelle tidsperioder, f.eks. tre- eller femårsperioder. De følgende tabellene viser konsentrasjoner av klorofyll *a*, totalt algevolum, cyanobakterier maksvolum (CyanO_{max}), samt artssammensetning (PTI), og tilstandsklassifisering for hver parameter og samlet.

Algemengdene har vært til dels svært høye og variert mye i **Ljøsvatnet** i perioden vi har fullstendige data fra (1999-2019) (**Tabell 5**). Det var relativt høye middelveier for klorofyll *a* og planteplanktonvolum i 2019, men data fra de senere årene viser at situasjonen er ustabil. Tilstanden har allikevel bedret seg etter 2013, til tross for fortsatt og tidvise høye tot-P og tot-N konsentrasjoner. Planteplankton viser et integrert bilde av tilstand gjennom sesongen, i større grad en enkeltmålinger av næringsalter, og er dermed et sikrere mål for økologisk tilstand. Ser vi på gjennomsnittet for årene 2015 til 2019 (i alt tre år med undersøkelser og totalt seks enkeltprøver) er tilstanden samlet sett god, på grensen til moderat.

Fra **Grunna** finnes det spredte observasjoner fra perioden 1993-2019 (**Figur 10**). Det er ikke mulig å se noen klar tidstrend, men det ble registrert forholdsvis høye middelveier for klorofyll *a* og planteplanktonvolum både i 2007 og 2014. Basert på gjennomsnittet for årene 2015 til 2019 er tilstanden basert på planteplankton moderat, på grensen til god. For **Aksjøen** ser vi ingen tydelig tidstrend mht. planteplankton parameterne, og samlet sett fluktuierer tilstanden mellom dårlig og moderat for de årene vi har data fra.

De fleste årene vi har data har middelveiene for klorofyll *a* og planteplanktonvolum i **Kroksjøen** vært høyere enn øvre grense for god tilstand (**Figur 11**). Det gjelder også i de senere årene, inkludert i 2019. Det har ikke vært noen klare trender i algemengden i Kroksjøen over tid, verken målt som klorofyll *a* eller som planteplanktonvolum. Tilstanden basert på planteplankton varierer betraktelig i årene 2015, 2017 og 2019, fra god til dårlig. Samlet sett (basert på gjennomsnittet for 2015-2019) er tilstanden moderat.

Fra 1990 til 1994 ble det registrert en nedgang i både klorofyll *a* og planteplanktonvolum i Sjusjøen (**Figur 12**). Dette var sannsynligvis et resultat av reduserte tilførsler av næringsstoffer og overføring av avløpsvann til Lillehammer renseanlegg (Rognerud mfl. 1995). I de senere årene har det vært til dels store variasjoner i årsmiddelveiene for algemengder, og det ser ikke ut til å ha vært noen klar tendens til ytterligere nedgang i algemengdene. Basert på et gjennomsnitt for de tre siste prøvetakingsrundene (2015 til 2019), er tilstanden i Sjusjøen dårlig.

Tabell 5. Tidsutviklingen i middelveier for klorofyll *a* og planteplanktonvolum i Ljøsvatnet. Verdiene for 2005-2008 gjelder enkeltobservasjoner hvert av årene. Fargene viser tilstandsklasser (gjelder også tabell 6-9): blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

Store Ljøsvatn	År	Klf <i>a</i> µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	CyanO _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR	Antall prøver
	1997		1,02	2,38	0,258	0,36	3
	1999	15,13	2,43	2,77	0,822	0,16	3
	2002	10,27	1,06	2,50	0,105	0,27	3
	2005	10,00	1,88	2,32	0,056	0,34	1
	2006	8,10	1,81	2,36	0,102	0,33	1
	2007	16,00	0,69	2,43	0,000	0,31	1
	2008	6,70	0,34	2,41	0,000	0,43	1
	2012	8,65	1,22	2,30	0,152	0,39	2
	2013	20,50	2,89	2,44	0,537	0,18	2
	2014	9,40	0,43	2,11	0,021	0,56	2
	2015	4,20	0,36	2,21	0,003	0,58	2
	2017	2,10	0,23	2,14	0,05	0,71	2
	2019	5,60	0,61	2,15	0,258	0,55	2

Tabell 6. Tidsutviklingen i middelverdier for klorofyll a og planteplanktonvolum i Grunna. Verdiene for 2008 gjelder en enkeltprøve.

Grunna	År	Klf a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR	Antall prøver
	1993	4,92	0,47	1,95	0,00	0,69	3
	1997		0,53	2,24	0,00	0,52	3
	2002	3,23	0,25	2,24	0,00	0,61	3
	2007	8,20	0,99	2,37	0,00	0,36	3
	2008	2,70	0,16	2,20	0,001	0,67	1
	2014	13,50	1,14	2,63	1,10	0,23	2
	2015	5,00	0,60	2,31	0,03	0,47	2
	2017	1,40	0,35	2,65	0,15	0,49	2
	2019	3,45	0,23	2,17	0,06	0,64	2

Tabell 7. Tidsutviklingen i middelverdier for klorofyll a og planteplanktonvolum i Aksjøen. Verdiene for 2008 gjelder en enkeltprøve.

Aksjøen	År	Klf a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR	Antall prøver
	1997		0,99	2,36	0,00	0,37	1
	2004	6,20	0,67	2,12	0,00	0,56	1
	2011	8,50	1,46	2,53	0,57	0,25	1
	2015	7,25	0,53	2,29	0,13	0,46	4
	2017	3,90	0,79	2,58	0,90	0,35	2
	2019	6,20	0,53	2,37	0,17	0,42	2

Tabell 8. Tidsutviklingen i middelverdier for klorofyll a og planteplanktonvolum i Kroksjøen. Verdiene for 2005 og 2006 gjelder enkeltprøver.

Kroksjøen	År	Klf a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR	Antall prøver
	1992	6,95	0,46	2,28	0,28	0,48	8
	1993	4,75	0,47	2,23	0,22	0,54	5
	1994	5,17	0,49	2,47	0,29	0,39	5
	1999	5,91	0,62	2,29	0,12	0,47	3
	2002	8,03	0,65	2,21	0,05	0,48	3
	2011	5,30	1,74	2,12	0,01	0,51	1
	2013	4,70	0,56	2,16	0,06	0,57	2
	2014	5,95	0,70	2,51	0,45	0,32	2
	2015	3,30	0,30	2,22	0,03	0,61	2
	2017	4,25	1,59	2,67	1,19	0,30	2
	2019	4,40	0,60	2,31	0,09	0,48	2

Tabell 9. Tidsutviklingen i middelverdier for klorofyll a og planteplanktonvolum i Sjusjøen. Verdiene for 2005 og 2006 gjelder enkeltprøver.

Sjusjøen	År	Klf a µg/l	Totalt volum mm ³ /l	PTI	Cyano _{max} mm ³ /l	Totalvurdering PP nEQR	Antall prøver
	1988	7,03	0,63	2,33	0,09	0,43	4
	1990	7,40	0,87	2,33	0,01	0,40	6
	1992	7,48	0,78	2,41	0,12	0,35	8
	1993	6,93	0,80	2,39	0,06	0,37	5
	1994	5,22	0,66	2,44	0,23	0,38	5
	1999	4,46	0,92	2,37	0,10	0,41	3
	2002	6,10	0,74	2,34	0,01	0,42	3
	2005	7,20	1,88	2,39	0,00	0,32	1
	2006	6,20	0,60	2,26	0,00	0,48	1
	2007	7,97	0,84	2,32	0,02	0,40	3
	2011	6,70	1,68	2,27	0,02	0,41	1
	2012	4,60	0,60	2,34	0,02	0,46	2
	2013	5,00	0,65	2,31	0,16	0,46	2
	2014	7,15	0,75	2,34	0,13	0,41	2
	2015	5,40	0,69	2,30	0,04	0,40	2
	2017	5,40	1,90	2,62	0,25	0,26	2
	2019	4,90	1,05	2,73	0,16	0,30	2

3.1.6 Samlet tilstandsvurdering 2019

Ut fra en samlet vurdering av økologisk tilstand basert på biologiske kvalitetselementer (planteplankton) og fysisk-kjemiske støtteparametere (næringsalter og siktedyp) var Ljøsvatnet, Grunna, Aksjøen og Kroksjøen i moderat økologisk tilstand mht. eutrofiering i 2019. Sjusjøen var i dårlig økologisk tilstand (**Tabell 10**). Planteplankton alene ga god tilstand i Grunna, men den høye Tot-P konsentrasjonen trakk tilstanden ned til moderat. For Ljøsvatnet, Aksjøen og Kroksjøen var planteplanktonet bestemmende for at innsjøene oppnådde moderat tilstand. Tilstanden for planteplankton var også bestemmende for at den samlede tilstanden i Sjusjøen ble dårlig. Dermed oppnådde ingen av innsjøene miljømålet om god økologisk tilstand. Sjusjøen er pga. reguleringen klassifisert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF), og i tråd med vannforskriften er miljømålet for innsjøen da såkalt «godt økologisk potensial».

Tabell 10. Normaliserte EQR-verdier og klassifisering av økologisk tilstand basert på planteplankton og fysiske-kjemiske støtteparametere i 2019. Fargene viser tilstandsklassene: grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig.

	Planteplankton	Tot-P	Tot-N	Siktedyp	Samlet
Ljøsvatnet	0,55	0,11	0,57	0,35	Moderat
Grunna	0,64	0,29	0,67	0,33	Moderat
Aksjøen	0,42	0,27	0,61	0,30	Moderat
Kroksjøen	0,48	0,26	0,62	0,23	Moderat
Sjusjøen	0,30	0,30	0,60	0,56	Dårlig

3.1.7 Tarmbakterier

Konsentrasjonene av fekale indikatorbakterier (*E. coli*) var lave i overflatelaget av de undersøkte innsjøene i 2019 (**Tabell 11**). Nivåene tilsvarer tilstandsklasse svært god i Grunna, Aksjøen, Kroksjøen og Sjusjøen i juni, og god i august, mens det for Ljøsvatnet er god tilstand i juni, men moderat tilstand i august. Denne forverringen fra juni til august kan skyldes tiltagende økt avrenning fra beitedyr utover sommeren.

Tabell 11. Konsentrasjoner av *E. coli* i prøver fra de undersøkte innsjøene innsamlet ved de to forskjellige prøvedatoene i 2019. Tilstandsklasser iht. Andersen mfl. (1997). Fargene viser tilstandsklasser: blå = svært god, grønn = god, oransje = dårlig

	Ljøsvatnet	Grunna	Aksjøen	Kroksjøen	Sjusjøen
17.06.2019					
Ant./100 ml	6	<1	1	4	<1
21.08.2019					
Ant./100 ml	53	10	12	10	18

4. Litteratur

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, SFT. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.

Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport, løpenr. 2001. 44 s.

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

Garmo, Ø., Skancke, L.B. og Høgåsen, T. 2014. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Vannkjemiske effekter 2013. NIVA-rapport 6674-2014. Miljødirektoratet, rapport M-173/2014. 55 s.

Løvik, J.E. og Brettum, P. 2013. Overvåking av vassdrag i Ringsaker. Undersøkelser av innsjøer og bekker i 2012. NIVA-rapport 6522-2013. 37 s.

Løvik, J.E. og Skjelbred, B. 2014. Overvåking av vassdrag i Ringsaker kommune i 2013. NIVA-rapport 6670-2014. 38 s.

Løvik, J.E. og Skjelbred, B. 2015. Overvåking av vannforekomster i Ringsaker kommune i 2014. NIVA-rapport 6864-2015. 34 s.

Løvik, J.E. og Skjelbred, B. 2016. Overvåking av vannforekomster i Ringsaker kommune i 2015. NIVA rapport 7036-2016. 40 s. Løvik mfl. 2018

Løvik, J.E., Skjelbred B., Røst Kile, M., Håll, J., Hostyeva, V., Lynn Kemp, J., Brandt, U. 2018. Seks innsjøer i Ringsaker kommune. Overvåking av miljøtilstanden i 2017. NIVA rapport 7275-2018. 73 s.

Rognerud, S., Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 1995. Overvåking av vannkvaliteten i Mesna-vassdraget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 1992-1994. NIVA-rapport 3240. 47 s.

Skulberg, O.M., Underdal, B., Utkilen, H. 1994. Toxic waterblooms with cyanophytes in Norway – current knowledge. *Algological Studies* 75; 279-289.

Testai, E., Scardala, S., Vichi, S., Buratti, F.B., Funari, E. 2016. Risk to human health associated with the environmental occurrence of cyanobacterial neurotoxic alkaloids anatoxins and saxitoxins. *Critical Reviews in Toxicology*, DOI: 10.3109/10408444.2015.1137865

5. Vedlegg

Tabell 12. *Oversikt over analysemetoder benyttet ved Synlab, Hamar*

	Enhet	Metode
Fargetall (etter filtrering)	mg Pt/l	NS-EN 7887-C
Total fosfor	µg P/l	EN-ISO 15681-2
Totalt nitrogen	µg N/l	NS 4743
Nitrat + nitritt	µg N/l	NS 4745
Nitrat	mg/l	SS-EN ISO 10304-1:200
Turbiditet	FNU	NS-EN ISO 7027-1
Kalsium	mg Ca/l	SS-EN ISO 11885:200
pH		NS-EN ISO 10523
<i>E. coli</i>	kde/100 ml	NS-EN ISO 9308-2
Klorofyll- <i>a</i>	µg/l	NS 4767:1983

Tabell 43. Resultater av siktedypmålinger samt fysisk-kjemiske og bakteriologiske analyser av prøver fra innsjøenes øvre vannlag i 2019. * Sondemålinger

	Dyp m	Dato	Siktedyp m	pH	Konduktivitet* mS/m	Farge mg Pt/l	Turbiditet FNU	TOC mg/l	Kalsium mg Ca/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat mg N/l	KI-a µg/l	E. coli ant/100 ml
Ljøsvatnet	0-2	17.06.2019	2,3	6,7	1,18	62	1,7	5,4	1,80	56	371	<50	4,3	6
		21.08.2019	2,0	6,6	1,60	65	1,3	6,9	2,20	N/A	537	<50	6,9	53
		Middel	2,1	6,65	1,39	64	1,5	6,2	2,00	56	315	<50	5,6	29,5
Grunna	0-2	17.06.2019	1,8	6,1	0,66	75	1,0	5,9	0,91	21	250	<50	4,3	<1
		21.08.2019	2,0	5,6	0,92	79	1,6	8,0	1,10	N/A	431	<50	6,9	10
		Middel	1,9	5,9	0,79	77	1,3	7,0	1,00	21	341	<50	5,6	<5
Aksjøen	0-2	17.06.2019	1,7	6,5	1,00	73	1,1	6,4	1,60	22	328	<50	5,9	1
		21.08.2019	2,0	6,2	1,35	85	2,0	9,2	2,00	N/A	486	<50	6,5	12
		Middel	1,8	6,55	1,18	79	1,6	7,8	1,80	22,0	407,0	<50	6,2	6,5
Kroksjøen	0-2	17.06.2019	2,5	6,6	0,90	50	1,2	4,4	1,30	23	290	<50	3,0	4
		21.08.2019	2,5	6,5	1,28	58	1,6	6,3	1,70	N/A	501	<50	5,8	10
		Middel	2,5	6,55	1,09	54	1,4	5,4	1,50	23,0	396	<50	4,4	7
Sjusjøen	0-5	17.06.2019	2,5	6,7	1,07	52	1,8	4,9	1,80	20	383	<50	5,2	<1
		21.08.2019	3,0	6,7	1,71	55	2,4	6,0	2,40	N/A	456	<50	4,6	18
		Middel	2,7	6,7	1,39	54	1,1	5,5	2,10	20,0	420	<50	4,9	<18

Tabell 5. Temperatur, turbiditet og oksygen (% O₂ metning) på ulike dyp i innsjøene i juni og august 2019. Målt med sonde.

17.06.2019				21.08.2019			
Sol/overskyet - 5-7 m sek vind, ca. 14-16 °C				Sol/overskyet - 3 m sek vind, ca. 15 °C			
Ljøsvatnet							
Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU	Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU
0,5 m	15,2	92,2	1,47	0,5 m	13,4	88,6	1,14
1 m	15,2	92,2	1,42	1 m	13,4	88,4	1,24
2 m	13,4	86,7	1,52	2 m	13,3	87,8	1,2
3 m	11,2	76,8	1,53	3 m	12,8	85,9	1,17
4 m	11	74,9	1,62	4 m	12,7	85,0	1,24
5 m	10,9	73,7	1,69	5 m	12,7	84,6	1,15
5,5 m	10,8	70,6	1,68	6 m	12,6	84	1,1
				7 m	12,5	82,2	1,7
Grunna							
Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU	Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU
0,5 m	15,1	92,5	1,02	0,5 m	13,7	92,5	1,23
1 m	15,1	92,5	1,12	1 m	13,3	92,5	1,3
2 m	14,9	93,0	1,04	2 m	12,7	93,0	1,3
3 m	14,9	88,5	1,2	3 m	12,5	88,5	1,52
Aksjøen							
Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU	Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU
0,5 m	15,4	93,4	1,26	0,5 m	13,3	86,8	1,4
1 m	15,8	92,6	1,45	1 m	13,1	86,4	1,42
2 m	15,9	92,8	1,62	2 m	12,7	84,5	1,45
3 m	15,6	89,9	319	3 m	12,0	83,3	1,45
Kroksjøen							
Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU	Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU
0,5 m	14,3	92,3	1,09	0,5 m	12,4	87,6	1,3
1 m	14,2	92,1	1,03	1 m	12,1	87,2	1,27
2 m	14,0	91,7	1,04	2 m	12,1	87,0	1,27
3 m	12,0	73,9	11,51	3 m	12,0	86,5	1,3
Sjusjøen							
Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU	Dyp, meter	Temperatur °C	Oksygen %	Turbiditet FNU
1 m	13,8	96,4	1,23	1 m	13,1	92,6	1,73
2 m	12,7	93,6	1,2	2 m	13,0	92,1	1,7
3 m	11,3	91,8	1,41	3 m	13,0	91,8	1,65
4 m	10,2	97,9	1,24	4 m	13,0	91,6	1,75
5 m	9,7	85,2	1,25	5 m	13,0	91,3	1,62
6 m	9,2	83,6	1,32	6 m	13,0	91,0	1,65
7 m	8,7	82,4	1,18	7 m	12,9	88,7	1,72
8 m	7,6	78,9	1,17	8 m	11,5	67,6	2,55
9 m	7,1	78,9	1,16	9 m	10,2	39,7	4,75
10 m	6,8	77,1	1,31	10 m	9,7	37,8	4,7
11 m	6,8	70,9	4,52	11 m	9,2	35,0	6,2
				12 m	9	31,8	8,3
				13 m	9	30,7	8,9
				14 m	8,9	26,3	96

Tabell A1. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Store Ljøsvatnet.

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	Dato	17.06.2019	21.08.2019
	Dyp	0,5 m	0-2 m
Cyanobacteria (Cyanobakterier)			
Cyanophyceae		258.2	.
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>		.	28.6
	Sum - Cyanobakterier	258.2	28.6
Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)			
<i>Ankyra judayi</i>		0.8	14.3
<i>Botryococcus braunii</i>		0.0	0.3
<i>Chlamydomonas</i> (l=8)		.	2.5
Chlorophyta (d=10)		.	6.4
Chlorophyta (d=5)		.	1.6
<i>Desmodesmus armatus</i>		.	0.4
<i>Elakatothrix genevensis</i>		.	2.0
<i>Eudorina elegans</i>		.	0.8
<i>Lanceola spatulifera</i>		2.6	1.3
<i>Monomastix</i>		1.1	0.7
<i>Monoraphidium contortum</i>		1.5	0.5
<i>Monoraphidium dybowskii</i>		1.7	3.5
<i>Oocystis lacustris</i>		.	3.9
<i>Oocystis parva</i>		.	2.5
<i>Oocystis submarina</i>		0.3	.
<i>Pleurotaenium trabecula</i>		.	10.0
<i>Polytoma</i>		.	2.0
<i>Staurastrum petsamoense</i> var. <i>minus</i>		.	1.9
	Sum - Grønnalger	8.0	54.5
Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)			
<i>Bicosoeca planktonica</i>		0.2	0.7
<i>Bitrichia chodatii</i>		.	57.2
<i>Chromulina</i>		7.2	10.7
<i>Chromulina nebulosa</i>		.	1.8
<i>Chrysococcus</i>		4.2	1.9
Chrysophyceae (<7)		23.1	55.7
Chrysophyceae (>7)		1.3	15.9
<i>Mallomonas</i>		1.2	12.3
<i>Mallomonas</i> (l=8-10)		1.2	.
<i>Mallomonas akrokomos</i>		.	10.2
<i>Mallomonas caudata</i>		.	33.2
<i>Mallomonas crassisquama</i>		.	84.5
<i>Ochromonas</i>		.	1.8
<i>Paraphysomonas</i>		.	4.6
<i>Spiniferomonas</i>		0.9	.
	Sum - Gullalger	39.4	290.5
Bacillariophyta (Kiselalger)			

<i>Asterionella formosa</i>	.	2.8
<i>Aulacoseira italica</i>	.	0.3
<i>Hannaea arcus</i>	2.0	.
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0.2	2.5
<i>Ulnaria</i> (l=40-70)	0.3	.
<i>Ulnaria acus</i>	.	0.1
<i>Ulnaria ulna</i>	.	1.2
Sum - Kiselalger	2.6	6.9
Dictyochophyceae (Pedinnelider)		
<i>Pseudopedinella</i>	1.1	.
<i>Pseudopedinella</i> (3 kloroplaster)	.	1.2
Sum - Pedinnelider	1.1	1.2
Cryptophyta (Svelgflagellater)		
<i>Cryptaulax vulgaris</i>	.	0.2
<i>Cryptomonas</i> (l=12-15)	0.8	1.6
<i>Cryptomonas</i> (l=15-18)	0.4	.
<i>Cryptomonas</i> (l=20-22)	2.9	46.6
<i>Cryptomonas</i> (l=24-30)	1.6	98.0
<i>Cryptomonas</i> (l=30-35)	.	115.8
<i>Cryptomonas</i> (l=40)	.	100.5
<i>Katablepharis ovalis</i>	0.4	2.2
<i>Plagioselmis lacustris</i>	18.0	26.1
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	11.6	6.1
<i>Telonema</i>	.	0.7
Sum - Svelgflagellater	35.8	397.9
Haptophyta (Svepeflagellater)		
<i>Chrysochromulina parva</i>	.	0.7
Sum - Svepeflagellater	0.0	0.7
Dinophyceae (Fureflagellater)		
<i>Gymnodinium</i> (l=30)	.	46.6
<i>Gymnodinium</i> (l=40)	.	13.2
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	.	1.5
Sum - Fureflagellater	0.0	61.3
Choanozoa (Krageflagellater)		
Krageflagellater	0.3	5.8
Sum - Krageflagellater	0.3	5.8
Ubestemte taksa		
μ-alger, Picoplankton	15.0	4.0
Heterotrof flagellat (l<15)	.	1.2
Sum - Ubestemte taksa	15.0	5.3
Sum total :	360.4	852.6

Tabell A2. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Grunna.

Verdier gitt i mm^3/m^3 (=mg/m³ våtvekt)

	Dato	17.06.2019	21.08.2019
	Dyp	0,5 m	0-2 m
Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)			
<i>Ankyra judayi</i>		0.5	1.0
<i>Botryococcus braunii</i>		.	1.3
<i>Chlamydomonas (l=10)</i>		1.4	5.6
<i>Chlamydomonas (l=14)</i>		.	2.4
<i>Chlamydomonas (l=5-6)</i>		0.6	0.6
<i>Chlamydomonas (l=8)</i>		0.4	9.0
Chlorophyta (d=10)		2.1	2.1
Chlorophyta (d=5)		1.9	0.5
<i>Desmodesmus aculeolatus</i>		0.2	.
<i>Euastrum elegans</i>		.	0.1
<i>Lanceola spatulifera</i>		6.9	20.3
<i>Monoraphidium contortum</i>		1.7	17.6
<i>Oocystis marssonii</i>		.	0.2
<i>Oocystis submarina</i>		0.6	1.1
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>		2.6	.
	Sum - Grønnalger	18.8	61.9
Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)			
<i>Chromulina</i>		8.4	3.3
<i>Chromulina nebulosa</i>		2.5	16.2
<i>Chrysococcus</i>		5.6	.
<i>Chrysophyceae (<7)</i>		23.4	70.1
<i>Chrysophyceae (>7)</i>		19.9	39.8
<i>Chrysophyceae sp 3</i>		.	2.0
<i>Dinobryon crenulatum</i>		0.1	.
<i>Mallomonas</i>		1.2	3.1
<i>Mallomonas (l=8-10)</i>		7.4	.
<i>Mallomonas akrokomos</i>		0.8	0.3
<i>Mallomonas caudata</i>		5.3	.
<i>Ochromonas</i>		0.9	.
<i>Paraphysomonas</i>		0.7	2.0
<i>Spiniferomonas</i>		0.5	0.9
<i>Stichogloea doederleinii</i>		1.9	.
	Sum - Gullalger	78.5	137.7
Bacillariophyta (Kiselalger)			
<i>Asterionella formosa</i>		0.4	.
<i>Aulacoseira alpigena</i>		.	1.2
<i>Aulacoseira italica</i>		.	0.9
<i>Fragilaria crotonensis</i>		0.9	.
<i>Navicula (l=15-20)</i>		0.4	.
<i>Nitzschia (l=100)</i>		.	0.2

<i>Nitzschia (l=60-80)</i>	0.4	.
<i>Tabellaria flocculosa</i>	1.0	0.3
<i>Ulnaria (l=40-70)</i>	0.3	.
Sum - Kiselalger	3.4	2.6
Cryptophyta (Svelgflagellater)		
<i>Cryptomonas (l=12-15)</i>	1.6	18.0
<i>Cryptomonas (l=15-18)</i>	0.4	4.1
<i>Cryptomonas (l=20-22)</i>	2.0	27.8
<i>Cryptomonas (l=24-30)</i>	4.9	27.2
<i>Cryptomonas (l=30-35)</i>	8.8	14.7
<i>Katablepharis ovalis</i>	.	0.7
Sum - Svelgflagellater	17.7	92.5
Dinophyceae (Fureflagellater)		
<i>Gymnodinium (l=14-16)</i>	0.9	1.4
<i>Gymnodinium (l=25)</i>	0.8	5.5
<i>Gymnodinium (l=30)</i>	6.9	13.2
<i>Gymnodinium (l=50)</i>	.	4.5
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	2.2	.
Sum - Fureflagellater	10.7	24.6
Choanozoa (Krageflagellater)		
Krageflagellater	0.3	1.1
Sum - Krageflagellater	0.3	1.1
Ubestemte taksa		
μ-alger, Picoplankton	6.1	7.1
Heterotrof flagellat (l<15)	0.6	0.8
Sum - Ubestemte taksa	6.7	7.9
<hr/>		
Sum total :	136.1	328.2

Tabell A3. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Aksjøen.
Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

Dato	17.06.2019	21.08.2019
Dyp	0,5 m	0-2 m

Cyanobacteria (Cyanobakterier)

<i>Dolichospermum sigmoideum</i>	174.0	.
<i>Snowella atomus</i>	0.1	0.8
Sum - Cyanobakterier	174.1	0.8

Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)

<i>Ankyra judayi</i>	.	3.1
<i>Botryococcus braunii</i>	0.6	.
<i>Carteria (l= 8-10)</i>	.	2.0
<i>Chlamydomonas (l=10)</i>	5.6	5.6
<i>Chlamydomonas (l=12)</i>	.	9.8

<i>Chlamydomonas</i> (l=14)	.	1.2
<i>Chlamydomonas</i> (l=5-6)	0.6	0.6
<i>Chlamydomonas</i> (l=8)	3.3	8.2
Chlorophyta	0.3	3.9
Chlorophyta (d=10)	8.1	1.4
Chlorophyta (d=5)	1.6	3.2
<i>Closterium setaceum</i>	.	1.8
<i>Desmodesmus armatus</i>	.	0.3
<i>Desmodesmus opoliensis</i>	4.9	0.8
<i>Elakatothrix genevensis</i>	0.1	0.2
<i>Gyromitus cordiformis</i>	0.2	.
<i>Lanceola spatulifera</i>	1.3	10.5
<i>Monomastix</i>	5.9	2.0
<i>Monoraphidium contortum</i>	.	3.9
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	.	0.8
<i>Oedogonium</i>	1.2	.
<i>Oocystis lacustris</i>	.	1.5
<i>Oocystis rhomboidea</i>	.	1.6
<i>Oocystis submarina</i>	.	3.4
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	.	1.3
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	.	0.8
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	9.8	.
<i>Stauridium tetras</i>	0.2	.
<i>Tetraëdron minimum</i>	.	0.3
Sum - Grønnalger	43.5	68.1

Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)

<i>Bicosoeca</i>	0.3	.
<i>Chromulina</i>	6.2	4.7
<i>Chrysococcus</i>	5.6	10.3
Chrysophyceae (<7)	57.3	63.2
Chrysophyceae (>7)	37.2	29.2
Chrysophyceae sp 3	4.1	.
<i>Mallomonas</i>	1.2	1.0
<i>Paraphysomonas</i>	.	0.7
<i>Pseudostaurastrum enorme</i>	0.8	.
<i>Spiniferomonas</i>	.	2.8
<i>Uroglenopsis americana</i>	31.0	.
Sum - Gullalger	143.8	111.9

Bacillariophyta (Kiselalger)

<i>Asterionella formosa</i>	0.1	0.1
<i>Aulacoseira alpigena</i>	1.4	214.4
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0.9	.
<i>Tabellaria flocculosa</i>	8.2	0.6
<i>Ulnaria</i> (l=30-40)	0.7	.
<i>Ulnaria</i> (l=40-70)	0.7	.
<i>Ulnaria</i> (l=80-100)	.	1.6
<i>Ulnaria acus</i>	.	0.1
Sum - Kiselalger	11.9	216.7

Dictyochophyceae (Pedinnelider)

<i>Pseudopedinella</i>	.	2.2
------------------------	---	-----

<i>Pseudopedinella</i> (3 kloroplaster)	.	1.2
Sum - Pedinellider	0.0	3.4
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)		
<i>Ophiocytium parvulum</i>	0.1	.
Sum - Gulgrønnalger	0.1	0.0
Cryptophyta (Svelgflagellater)		
<i>Cryptomonas</i> (l=12-15)	3.3	4.9
<i>Cryptomonas</i> (l=15-18)	0.4	6.1
<i>Cryptomonas</i> (l=20-22)	19.6	42.5
<i>Cryptomonas</i> (l=24-30)	37.6	27.2
<i>Cryptomonas</i> (l=30-35)	0.5	18.4
<i>Katablepharis ovalis</i>	5.1	2.2
<i>Plagioselmis lacustris</i>	3.3	16.3
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	4.9	33.1
Sum - Svelgflagellater	74.7	150.7
Haptophyta (Svepeflagellater)		
<i>Chrysochromulina parva</i>	.	1.6
Sum - Svepeflagellater	0.0	1.6
Dinophyceae (Fureflagellater)		
<i>Gymnodinium</i> (l=14-16)	3.4	1.4
<i>Parvodinium pusillum</i>	1.1	.
<i>Parvodinium umbonatum</i>	5.6	.
Sum - Fureflagellater	10.1	1.4
Ubestemte taksa		
μ-alger, Picoplankton	5.9	29.4
Heterotrof flagellat (l<15)	1.2	1.6
Sum - Ubestemte taksa	7.1	31.1
<hr/>		
Sum total :	465.3	585.9

Tabell A4. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Kroksjøen.

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

Dato	17.06.2019	21.08.2019
Dyp	0-2 m	0-2 m

Cyanobacteria (Cyanobakterier)

<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	.	26.0
<i>Dolichospermum sigmaideum</i>	91.1	.
<i>Rhabdoderma lineare</i>	.	5.8

<i>Snowella atomus</i>	.	1.7
Sum - Cyanobakterier	91.1	33.5
Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)		
<i>Ankyra judayi</i>	.	1.0
<i>Chlamydomonas</i> (l=14)	.	51.5
<i>Chlamydomonas</i> (l=5-6)	0.3	0.3
<i>Chlamydomonas</i> (l=8)	1.6	5.7
Chlorophyta (d=10)	.	15.9
Chlorophyta (d=12)	.	0.9
Chlorophyta (d=5)	1.1	1.6
<i>Closterium kuetzingii</i>	.	2.0
<i>Koliella longiseta</i>	0.2	.
<i>Lanceola spatulifera</i>	.	3.9
<i>Monoraphidium contortum</i>	.	0.5
<i>Oedogonium</i>	.	1.5
<i>Oocystis borgei</i>	.	0.2
<i>Oocystis lacustris</i>	.	1.0
<i>Oocystis submarina</i>	.	2.3
<i>Polytoma</i>	.	2.0
<i>Schroederia setigera</i>	.	1.0
<i>Staurastrum anatinum</i>	.	0.5
<i>Staurastrum crenulatum</i>	.	0.2
Sum - Grønnalger	3.2	92.0
Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)		
<i>Bicosoeca planktonica</i>	.	0.3
<i>Chromulina</i>	7.8	12.5
<i>Chromulina nebulosa</i>	.	0.9
<i>Chrysococcus</i>	2.8	9.4
Chrysophyceae (<7)	41.9	110.4
Chrysophyceae (>7)	29.2	53.1
Chrysophyceae sp 3	.	8.2
<i>Dinobryon bavaricum</i>	0.1	.
<i>Dinobryon borgei</i>	0.2	0.2
<i>Dinobryon crenulatum</i>	.	3.7
<i>Dinobryon vanhoeffenii</i>	0.1	.
<i>Epipyxis polymorpha</i>	.	0.2
<i>Epipyxis tabellariae</i>	2.6	.
<i>Kephyrion</i>	0.8	.
<i>Mallomonas</i>	.	3.1
<i>Mallomonas</i> (l=8-10)	4.9	.
<i>Mallomonas akrokomos</i>	.	32.7
<i>Mallomonas caudata</i>	.	19.9
<i>Paraphysomonas</i>	.	2.0
<i>Pseudostaurastrum enorme</i>	0.2	.
<i>Spiniferomonas</i>	2.8	1.9
Sum - Gullalger	93.5	258.4
Bacillariophyta (Kiselalger)		
<i>Asterionella formosa</i>	249.4	91.5
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0.4	.
<i>Gomphonema</i>	.	2.0

<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>	59.5	13.1
<i>Ulnaria</i> (l=40-70)	.	1.6
<i>Ulnaria</i> (l=80-100)	0.1	.
<i>Ulnaria acus</i>	.	0.1
Sum - Kiselalger	309.4	108.4
Dictyochophyceae (Pedinnelider)		
<i>Pseudopedinella</i> (3 kloroplaster)	.	1.2
Sum - Pedinnelider	0.0	1.2
Cryptophyta (Svelgflagellater)		
<i>Cryptomonas</i> (l=15-18)	1.0	.
<i>Cryptomonas</i> (l=20-22)	2.5	19.6
<i>Cryptomonas</i> (l=24-30)	4.1	20.4
<i>Cryptomonas</i> (l=30-35)	.	22.1
<i>Cryptomonas</i> (l=40)	0.8	.
<i>Katablepharis ovalis</i>	5.1	4.4
<i>Plagioselmis lacustris</i>	4.9	35.9
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	1.2	9.8
Sum - Svelgflagellater	19.6	112.2
Haptophyta (Svepeflagellater)		
<i>Chrysochromulina parva</i>	1.3	0.7
Sum - Svepeflagellater	1.3	0.7
Dinophyceae (Fureflagellater)		
<i>Gymnodinium</i> (l=12)	4.1	8.2
<i>Gymnodinium</i> (l=20-22)	.	21.4
<i>Gymnodinium</i> (l=30)	1.9	4.4
<i>Parvodinium umbonatum</i>	.	0.4
Sum - Fureflagellater	6.0	34.4
Choanozoa (Krageflagellater)		
Krageflagellater	1.1	2.1
Sum - Krageflagellater	1.1	2.1
Ubestemte taksa		
μ-alger, Picoplankton	2.9	29.6
Heterotrof flagellat (l<15)	1.6	1.6
Heterotrof flagellat (l=15-20)	.	0.6
Sum - Ubestemte taksa	4.5	31.8
Sum total :	529.6	674.6

Tabell A5. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Sjusjøen.

Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

Dato	17.06.2019	21.08.2019
Dyp	0-5 m	0-5 m

Cyanobacteria (Cyanobakterier)

<i>Dolichospermum</i> Coiled colony	11.2	.
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	.	3.9
<i>Dolichospermum solitarium</i>	.	127.4
<i>Dolichospermum</i> Straight colony	.	31.4
<i>Snowella atomus</i>	0.1	.
Sum - Cyanobakterier	11.4	162.8

Charophyta/Chlorophyta (Grønnalger)

<i>Chlamydomonas</i> (l=14)	3.7	.
<i>Chlamydomonas</i> (l=8)	3.3	3.3
Chlorophyta (d=10)	1.1	2.1
Chlorophyta (d=5)	1.6	.
<i>Closterium parvulum</i>	0.4	.
<i>Elakatothrix genevensis</i>	.	0.3
<i>Eudorina elegans</i>	.	2.4
<i>Gyromitus cordiformis</i>	1.8	.
<i>Koliella longiseta</i>	0.7	.
<i>Lanceola spatulifera</i>	.	2.0
<i>Monoraphidium contortum</i>	.	0.5
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	.	0.2
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	.	0.8
<i>Schroederia setigera</i>	.	1.0
<i>Staurastrum alternans</i>	0.2	.
<i>Staurastrum cingulum</i> var. <i>obesum</i>	.	0.5
<i>Staurastrum pseudopelagicum</i> var. <i>tumidum</i>	.	0.6
<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	.	0.2
Sum - Grønnalger	12.7	13.9

Chrysophyceae/Synurophyceae (Gullalger)

<i>Bitrichia longispina</i>	1.2	.
<i>Chromulina</i>	6.7	1.6
<i>Chrysococcus</i>	2.8	1.9
Chrysophyceae (<7)	58.9	30.8
Chrysophyceae (>7)	39.8	18.6
Chrysophyceae sp 3	.	2.0
<i>Dinobryon bavaricum</i>	.	0.1
<i>Dinobryon borgei</i>	0.2	0.2
<i>Dinobryon crenulatum</i>	.	0.9
<i>Dinobryon cylindricum</i>	.	0.5
<i>Epipyxis tabellariae</i>	.	1.3
<i>Mallomonas</i>	.	1.5
<i>Mallomonas akrokomos</i>	.	3.6
<i>Mallomonas caudata</i>	0.3	46.5
<i>Mallomonas crassisquama</i>	3.0	1.5
<i>Mallomonas punctifera</i>	5.8	1.9
<i>Paraphysomonas</i>	7.8	.
<i>Synura splendida</i>	2.0	.
Sum - Gullalger	128.7	112.9

Bacillariophyta (Kiselalger)

<i>Asterionella formosa</i>	64.0	76.4
<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenuissima</i>	888.7	49.8

<i>Tabellaria flocculosa</i>	0.8	.
<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>	75.1	290.8
<i>Ulnaria</i> (l=40-70)	.	1.6
<i>Ulnaria</i> (l=80-100)	.	0.1
<i>Urosolenia longiseta</i>	.	0.6
Sum - Kiselalger	1028.6	419.3
Dictyochophyceae (Pedinnelider)		
<i>Pseudopedinella</i> (3 kloroplaster)	2.5	.
Sum - Pedinnelider	2.5	0.0
Cryptophyta (Svelgflagellater)		
<i>Cryptomonas</i> (l=20-22)	17.2	2.5
<i>Cryptomonas</i> (l=24-30)	44.9	4.1
<i>Cryptomonas</i> (l=30-35)	22.1	5.5
<i>Cryptomonas</i> (l=40)	8.4	.
<i>Katablepharis ovalis</i>	5.9	0.7
<i>Plagioselmis lacustris</i>	19.6	.
<i>Plagioselmis nannoplantica</i>	19.6	6.1
Sum - Svelgflagellater	137.6	18.9
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Dinophyceae	.	2.1
<i>Gymnodinium</i> (l=14-16)	6.4	4.3
<i>Gymnodinium</i> (l=30)	.	12.6
<i>Gymnodinium</i> (l=40)	.	1.2
<i>Parvodinium goslaviense</i>	.	0.8
<i>Parvodinium umbonatum</i>	.	3.5
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i>	1.5	.
Sum - Fureflagellater	7.9	24.4
Euglenophyta (Øyealger)		
<i>Euglena</i> (l=70)	.	0.4
Sum - Øyealger	0.0	0.4
Choanozoa (Krageflagellater)		
<i>Aulomonas purdyi</i>	0.3	.
Krageflagellater	5.3	0.5
<i>Sphaeroeca volvox</i>	0.3	.
<i>Stelexomonas dichotoma</i>	3.2	.
Sum - Krageflagellater	9.0	0.5
Ubestemte taksa		
µ-alger, Picoplankton	2.1	3.9
Heterotrof flagellat (l<15)	6.1	.
Heterotrof flagellat (l=15-20)	0.3	0.3
Sum - Ubestemte taksa	8.6	4.2
Sum total:	1347.0	757.3

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no