

Overvåking av vannforekomster i Løten kommune Årsrapport for 2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

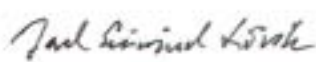
Tittel Overvåking av vannforekomster i Løten kommune Årsrapport for 2010	Løpenr. (for bestilling) 6159-2011	Dato 12. april 2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10267	Sider Pris 27
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik og Maia Røst Kile	Fagområde Limnologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Løten kommune	Oppdragsreferanse Øystein Pedersen
-----------------------------------	---------------------------------------

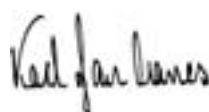
Sammendrag

Hensikten med undersøkelsen har vært å skaffe fram data og vurdere miljøtilstanden i bekkene Kakkhella og Eldåa samt i Sjølisjøen og Svarttjernet. Alle vannforekomstene er humøse. Bortsett fra Svarttjernet hadde alle vannforekomstene svakt sure vannmasser (pH 6,3-6,8). Svarttjernet hadde lav pH (middel 5,3), men dette skyldtes trolig i hovedsak humussyrer. Planteplanktonets mengde og sammensetning i Sjølisjøen tyder på at innsjøen er moderat overgjødset. Innsjøens økologiske tilstand vurderes som moderat, særlig pga. relativt høy konsentrasjon av total-fosfor. Svarttjernet hadde både i 2008 og 2010 høy biomasse av planteplankton pga. store bestander og total dominans av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Arten er en relativt ny innvandrer i Norge og er vanligst i sure, humøse og noe overgjødsetle innsjøer. Den regnes gjerne som en problemalge da den kan skape kløe og hudirritasjon hos badende når den opptrer i store mengder. Det er ingen kjente, lokale kilder til vesentlige menneskeskapte tilførsler av næringsstoffer til Svarttjernet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Løten kommune Sjølisjøen Svarttjernet <i>Gonyostomum semen</i> 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> The municipality of Løten Lake Sjølisjøen The tarn Svarttjernet <i>Gonyostomum semen</i>
--	--



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Overvåking av vannforekomster i Løten kommune

Årsrapport for 2010

Forord

Dette er den 5. i en serie årsrapporter fra overvåking av miljøkvalitet i vann og vassdrag i Løten kommune, Hedmark. Rapporten beskriver vannkvalitet og biologiske forhold i bekkene Kakkhella og Eldåa samt i Sjølisjøen og Svarttjernet (sørøst for Ebru). Undersøkelsene er utført på oppdrag fra Løten kommune og representerer en videreføring av programmet for vassdragsovervåking som kommunen vedtok i 2006. Kontaktperson i kommunen har vært Øystein Pedersen, som også har bistått i feltarbeidet.

Jarl Eivind Løvik ved NIVAs østlandsavdeling har vært prosjektleder for NIVA. Han har stått for feltarbeidet, analysert og vurdert dyreplankton samt hatt ansvar for utarbeidelsen av rapporten. Planteplanktonet er analysert av Pål Brettum (tidligere NIVA) i samarbeid med Camilla H.C. Hagman (NIVA Oslo). Maia Røst Kile (NIVA Oslo) har analysert prøvene av påvekstalg og vurdert resultatene av disse analysene.

De kjemiske og mikrobiologiske analysene er utført ved LabNett (Hamar og Skien, bekker) og NIVAs kjemilaboratorium i Oslo (innsjøer). Mette-Gun Nordheim (NIVAs østlandsavdeling) har bistått med tilrettelegging av kart.

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 12.4.2011

Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 De undersøkte vannforekomstene	7
1.3 Målsetting	8
2. Program og gjennomføring	8
3. Resultater og vurderinger	10
3.1 Kakkhella og Eldåa	10
3.1.1 Vannkjemiske og bakteriologiske forhold	10
3.1.2 Bentiske alger	11
3.1.3 Andre observasjoner	14
3.2 Sjølisjøen og Svarttjernet	14
3.2.1 Generell vannkjemi – typifisering	14
3.2.2 Vannkjemi – forsuring	15
3.2.3 Vannkjemi og siktedyp – overgjødsling	15
3.2.4 Planteplankton	16
3.2.5 Dyreplankton	18
4. Litteratur	20
5. Vedlegg	22

Sammendrag

Hensikten med undersøkelsene i 2010 har vært å skaffe fram vannkjemiske og biologiske data fra bekkene Kakkhella og Eldåa samt Sjølisjøen og Svarttjernet, og å vurdere miljøtilstanden (økologisk tilstand) i de nevnte vannforekomstene.

Kakkhella og **Eldåa** er typiske skogsbekker med en brun og svakt sur vannkvalitet, dvs. høyt humusinnhold og pH 6,3-6,7. Bufferevnen mot forsuring så ut til å være relativt god vurdert ut fra alkalitet. Den noe forsuringfølsomme døgnflueslekten *Baetis* var vanlig både i Kakkhella og Eldåa. Samfunnet av påvekstalger i Kakkhella indikerte også at vassdraget ikke er forsuret. Vurderingen er imidlertid noe usikker siden det bare ble funnet et fåtall indikatorarter.

Konsentrasjonene av total-fosfor (tot-P) og total-nitrogen (tot-N) tydet på god vannkvalitet i forhold til overgjødning, men vurderingen er basert kun på stikkprøver i hver av bekkene. Analyser av bentiske alger (påvekstalger, ”grønske”) gir et mer integrert bilde som representerer et lengre tidsrom. Den gamle eutrofiindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) ga lave verdier for begge stasjonene i Kakkhella og indikerte svært god økologisk tilstand iht. vanddirektivet. Beregninger ut fra en ny PIT-indeks tydet imidlertid på at Kakkhella var noe eutrofiert (overgjødning). Vi vet ikke sikkert hva påvirkningen kan skyldes, men Kakkhella renner bl.a. gjennom et seterområde som benyttes til beite for husdyr. I et lite vassdrag som Kakkhella skal det lite til av ekstra næringstilførsler før effekter på algesamfunnet kan observeres. En mer omfattende hogst i nedbørfeltet vil også ha kunnet medført økte næringstilførsler, men aktiviteter i nedbørfeltet er ikke nærmere kartlagt.

Sjølisjøen er en liten (0,1 km²) og grunn innsjø hvor nedbørfeltet er dominert av barskog. Noen få mindre gardsbruk finnes i nedbørfeltet. Gruntområdene har en relativt velutviklet vannvegetasjon, og langs land er det bestander av bl.a. takrør. Innsjøen har en meget humøs og svakt sur vannkvalitet (farge ca. 175 mg Pt/l, pH ca. 6,5). Konsentrasjonen av kalsium ligger i nedre del av intervallet for moderat kalkrike innsjøer (ca. 5,8 mg Ca/l). Høy syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og pH sammen med lav konsentrasjon av labilt aluminium tydet på god tilstand mht. forsuring. Det ble funnet flere forsuringfølsomme arter av krepsdyrplankton, noe som også indikerer at Sjølisjøen ikke er forsuret.

Middelverdiene for tot-P og tot-N (30 µg P/l og 592 µg N/l) tilsier henholdsvis dårlig og moderat tilstand mht. næringsstoffer i forhold til vanddirektivets kriterier. Den relativt høye konsentrasjonen av næringsstoffer henger trolig sammen med høyt humusinnhold, men tyder også på at innsjøen er noe overgjødning. Algemengden målt som klorofyll-*a* var ikke spesielt høy, på nivå tilsvarende god tilstand. Ut fra mengden og sammensetningen av planteplankton kan innsjøen sies å befinne seg i overgangen mellom næringsfattige og middels næringsrike innsjøer (oligomesotrof). Totalt sett vurderes økologisk tilstand som moderat. Det er viktig å begrense tilførslene av næringsstoffer for å unngå en negativ utvikling i innsjøens tilstand. Krepsdyrplanktonet var dominert av småvokste former, noe som trolig skyldtes et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk som abbor og mort.

Svarttjernet har en kalkfattig, meget brun og sur vannkvalitet (kalsium ca. 1,6 mg/l, farge ca. 195 mg Pt/l, pH ca. 5,3). Konsentrasjonen av labilt aluminium var lav og den syrenøytraliserende kapasiteten var høy. Lav pH skyldes trolig i hovedsak humussyrer. Det er ingen kjente lokale kilder til forurensning i nedbørfeltet. Både i 2008 og i 2010 var planteplanktonet totalt dominert av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. Arten regnes som en nyinnvandrer i våre innsjøer, og den opptrer med store bestander særlig i sure, humøse og noe overgjødning innsjøer. Den betraktes gjerne som en problemalge bl.a. fordi den kan forårsake kløe og hudirritasjon hos badende når den forekommer i store mengder. Pga. den store biomassen av *Gonyostomum* var også totalbiomassen av planteplankton stor i Svarttjernet, tilsvarende næringsrike (eutrofe) forhold. Økologisk tilstand kan karakteriseres som dårlig ut fra middelverdien for klorofyll-*a* i 2008-2010 (34 µg/l).

Summary

Title: Monitoring of water bodies in the municipality of Løten, SE Norway. Annual report for 2010.

Year: 2011

Author: Jarl Eivind Løvik and Maia Røst Kile

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5894-3

The report presents the results from an investigation of the forest brooks Kakkhella and Eldåa and the small lakes Sjølisjøen and Svarttjernet in 2010. The waterbodies are quite humic with colour values varying between 50 mg Pt/l and 300 mg Pt/l. The water quality of Kakkhella, Eldåa and Lake Sjølisjøen was slightly acidic with pH in the range 6.3-6.8. The tarn Svarttjernet had a markedly lower pH (5.1 in August 2010), mainly caused by natural organic acids. The acid neutralizing capacity (ANC) was high and the concentration of potential toxic Al-forms (LAl) was low in both Sjølisjøen and Svarttjernet.

The observations of phyto-benthos and benthic invertebrates indicated that the brooks Kakkhella and Eldåa were not significantly affected by acidification. However, the species composition of the phyto-benthos in Kakkhella showed a moderate eutrofication effect in this brook.

The biomass and the composition of phytoplankton in Lake Sjølisjøen indicated that the lake is moderately eutrofied (oligomesotrophic conditions). The concentration of chlorophyll-*a* was in the range of good status (mean value 5.1 µg/l), but the ecological status is classified as moderate, first of all because of relatively high concentrations of total phosphorus (mean value 30 µg P/l). The crustacean zooplankton was dominated by small specimens, indicating a very strong predation pressure from planktivorous fish (e.g. roach and perch).

Both in 2008 and 2010 large biomasses of the flagellate *Gonyostomum semen* were recorded in Svarttjernet. In August the species accounted for more than 95 % of the phytoplankton biomass. *Gonyostomum semen* is regarded as an invasive species in Scandinavian lakes, and it is most common in acidic, humic and more or less eutrofied lakes. It might be a nuisance to bathers in some cases (high biomasses) because it contains trichocysts, which may cause skin irritation upon contact. There are no known, significant sources of antropogenic nutrient inputs to Svarttjernet.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Løten kommune vedtok i mars 2006 å i verksette et program for overvåking av vannforekomster i kommunen. Et forslag til overvåkingsprogram for perioden 2005-2010 ble først utarbeidet av NIVA og senere omarbeidet for å gjelde perioden 2006-2011 (datert 17.2.2006). EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet) som Norge nå er forpliktet å følge, stiller krav til overvåking av økologisk tilstand i alle vannforekomster av en viss størrelse. Som en oppfølging av Vanddirektivet har Norge vedtatt Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften, gjeldende fra 1.1.2007) som også legger føringer mht. overvåking av vannforekomstene. Hensikten er bl.a. at vannforvaltningen skal være helhetlig, nedbørfeltorientert og kunnskapsbasert. Et hovedmål er at alle vannforekomster skal ha god økologisk tilstand eller bedre innen 2015.

Overvåkingsprogrammet for vannforekomstene i Løten må ses i sammenheng med overvåkingen av Mjøsa med tilløpselver og overvåkingsaktiviteter i nabokommuner som Løten kommune har felles nedbørfelter med. I første omgang tar en sikte på å skaffe fram data for å få en oversikt over forurensningsgrad og miljøtilstand (økologisk tilstand) i de fleste vannforekomstene i kommunen. Videre skal de vassdragene eller deler av vassdragene som har mindre god eller dårlig økologisk tilstand, følges opp med tiltaksrettet overvåking. Det er tidligere utgitt 4 rapporter fra overvåkingsprogrammet i Løten kommune (Løvik og Romstad 2007, Løvik 2008, Løvik mfl. 2009 og Løvik og Brettum 2010).

1.2 De undersøkte vannforekomstene

I 2010 omfattet overvåkingen de mindre elvene Kakkhella og Eldåa samt Sjølisjøen i østre deler av kommunen (Figur 1). Det ble i tillegg gjennomført en oppfølgende undersøkelse av Svarttjernet sørøst for Ebru (ved Trollheimen). Bakgrunnen var at det i 2008 ble observert høy biomasse av problemalgen *Gonyostomum semen* i dette tjernet (Løvik mfl. 2009).

Kakkhella har sitt utspring i skogområdet mellom Savalsæterhøgda (633 moh.) og Narsæterberget (591 moh.) og renner bl.a. gjennom Narsætra før den går sammen med Terninga like nedstrøms Sjølisjøen. Terninga er sideelv til Glåma og renner sammen med Glåma i Elverum. Eldåa har sine kilder i skogområdene øst for Kakkhella nær grensa til Elverum kommune. Også denne elva renner sammen med Terninga, litt lengre nede i vassdraget.

Sjølisjøen (268 moh.) er en liten innsjø med et overflateareal på 100,5 da = 0,1 km² (<http://atlas.nve.no/>). Innsjøen ligger ca. 2,5 km nordvest for Ebru langs Rv 25/3 mellom Hamar og Elverum. Nedbørfeltet er dominert av barskog, men omfatter også noen få, mindre gardsbruk. Innsjøen er grunn; vi registrerte et maksdyp på ca. 5 m. Strandområdene er i stor grad preget av sumpvegetasjon med bl.a. takrør, mens en betydelig del av gruntområdene har bestander av bl.a. elvesnelle og nøkkeroser. Geologisk sett ligger innsjøen og nedbørfeltet innenfor det sørøstnorske grunnfjellsområdet, men nær grensa mot Oslo-feltet i vest (Nordgulen 2005). Her består berggrunnen av omdannede gneiser, granitter og ryolitter som gir sur, kalkfattig avrenning. Enkelte steder innenfor det sørøstnorske grunnfjellsområdet finnes imidlertid også mindre formasjoner med gabbro som lokalt bidrar til at vannet blir noe rikere på mineralsalter.

Svarttjernet (ca. 266 moh.) har et overflateareal på ca. 1,5 da, og maksdypet er trolig på ca. 5 m. Det ligger i et nokså flatt myrområde med også en del barskog særlig i øst. Nedbørfeltet ligger i det sørøstnorske grunnfjellsområdet (granitter, kvartsdioritt mm.). Et område med gabbro i nordøst kan muligens delvis ha avrenning mot Svarttjernet (Nordgulen 2005).

1.3 Målsetting

Målsettingen med undersøkelsene i 2010 har vært å skaffe fram vannkjemiske og biologiske data fra Kakkhella, Eldåa, Sjølisjøen og Svarttjernet og å vurdere miljøtilstanden (økologisk tilstand) i de nevnte vannforekomstene.

2. Program og gjennomføring

Det ble gjennomført en befaring med prøveinnsamling i Kakkhella og Eldåa den 30. september 2010. Vannføringen kan karakteriseres som middels til lav på dette tidspunktet. Prøver for vannkjemiske og hygieniske/bakteriologiske analyser ble samlet inn ved 2 stasjoner i Kakkhella og 1 stasjon i Eldåa (Tabell 1, Figur 1). Prøvene ble analysert mht. pH, farge, kalsium, total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N) alkalitet og *E. coli*. En oversikt over analysemetoder/betegnelser er gitt i Vedlegg.

Tabell 1. Koordinater til prøvestasjoner i 2010. UTM sone 33.

	Øst	Nord
Kakkhella 1	0305224.76	6754404.23
Kakkhella 2	0305216.83	6759063.90
Eldåa	0307184.36	6757175.70
Sjølisjøen	0304798.99	6754364.57
Svarttjernet	0306272.00	6751109.15



Figur 1. Oversikt over østre deler av Løten kommune med prøvestasjoner i de undersøkte vannforekomstene. Kartkilde: <http://kart.statkart.no/>.

Prøver av bentiske alger ble innsamlet ved de to stasjonene i Kakkhella den 30. september 2010. Materiale og metoder er nærmere beskrevet i Vedlegg. I forbindelse prøveinnsamlingen i september ble det også gjort observasjoner av biologiske forhold ved et mindre antall andre lokaliteter for å undersøke om det kunne være åpenbare forurensningsproblemer.

I Sjølisjøen ble det samlet inn prøver månedlig i perioden juli-september 2010, dvs. 3 ganger. I Svarttjernet ble det samlet inn prøver kun én gang i 2010 (26. august). Prøver for kjemiske analyser og analyser av planteplanktonets mengde og sammensetning ble samlet inn fra sjiktet 0-2 m (blandprøver). Kvalitative prøver av dyreplankton ble samlet inn i form av håvtrekk fra 0-4 m. Samtidig med prøveinnsamlingen ble siktedypet målt og temperatursjiktningen klarlagt. En oversikt over parametre og analysemetoder er gitt i Vedlegg.

De vannkjemiske forholdene, siktedypet og mengden og sammensetning av plante- og dyreplankton kan variere relativt mye i løpet av sommerhalvåret i mange innsjøer. For å få godt nok datagrunnlag for en sikker vurdering av den økologiske tilstanden i innsjøer anbefales derfor at en benytter middelverdier fra minst én observasjon i måneden gjennom vekstsesongen for alger (6 ganger) og helst prøver fra ca. 3 påfølgende år (Direktoratgruppa 2009). Vi vil derfor understreke at vurderinger av miljøtilstanden ut fra bare én observasjon må regnes som meget usikre. 3 observasjoner i året øker sikkerheten i vurderingene betraktelig, men det er fortsatt muligheter for feilklassifisering (jf. Faafeng og Fjeld 1996).

Vannkjemiske forhold i elver og bekker kan også variere mye av naturgitte årsaker, ikke minst i små elver eller bekker. En enkelt prøve blir derfor å regne som en stikkprøve, og resultatene behøver ikke å være representative for elvens eller bekkens tilstand mer generelt.

3. Resultater og vurderinger

3.1 Kakkhella og Eldåa

3.1.1 Vannkjemiske og bakteriologiske forhold

Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater er gitt i Tabell 2. Her er også tilstandsklasser vist ved fargekoder.

Tabell 2. Resultater for kjemiske og mikrobiologiske analyser i Kakkhella og Eldåa i 2011. Klassifisering i henhold til Veileder 01:2009 (Direktoratgruppa 2009) for pH, tot-P og tot-N. Øvrig klassifisering i henhold Klifs (tidligere SFTs) Veileder 97:04 (Andersen mfl. 1997).

		Kakkhella 1 30.09.2010	Kakkhella 2 30.09.2010	Eldåa 30.09.2010		
pH		6.3	6.7	6.3		
Alkalitet	mmol/l	0.133	0.113	0.071		
Farge	mg Pt/l	79	72	51		
Total-fosfor	µg/l	9.6	11	6.6		
Total-nitrogen	µg/l	374	224	218		
Kalsium	mg/l	4.42	2.99	2.09		
<i>E. coli</i>	/100 ml	18	14	21		
Tilstandsklasser (Veileder 01:2009):						
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Tilstandsklasser (Veileder 97:04):						
		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig

Konsentrasjonen av kalsium varierte i området ca. 2,1-4,4 mg Ca/l. Verdiene for kalsium og farge tilsier at Eldåa og Kakkhella 2 hører til elvetype 10 (R-N9) i henhold til typologien for elvetyper i Norge (Solheim og Schartau 2004, Direktoratgruppa 2009), dvs. små til middels store, kalkfattige og humøse elver i skog. Kakkhella stasjon 1 hadde noe høyere konsentrasjon av kalsium og hører trolig til type 11, dvs. små til middels store, moderat kalkrike og humøse elver i skog. Foreløpig er det imidlertid ikke etablert grenseverdier for tilstandsklasser i henhold til Vanddirektivet når det gjelder denne elvetyper. Siden konsentrasjonen av kalsium lå nær grensen mot kalkfattige elver (1-4 mg Ca/l), har vi valgt å klassifisere tilstanden i forhold til grenseverdier for moderat kalkrike elver (type 10).

Resultatene fra september 2010 kan tyde på at Kakkhella og Eldåa har en god vannkvalitet mht. forsuring. pH på 6,3-6,7 viser en svakt sur vannkvalitet, og alkalitet på 0,071 -0,133 mmol/l indikerer relativt god evne til å motstå endringer av pH ved forsuring. Det er imidlertid rimelig å anta at pH og alkalitet kan være noe lavere særlig i forbindelse med store nedbørmengder og snøsmelting. Eldåa hadde alkalitet nær grensen til mindre god tilstand (0,010-0,050 mmol/l) og kan trolig være noe mer utsatt for forsuring enn Kakkhella.

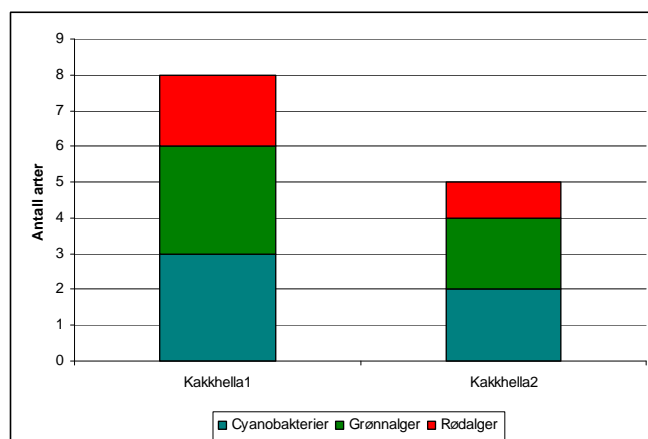
Elvene er humøse (jf. farge), og vannkvaliteten kan karakteriseres som dårlig mht. organisk stoff. De relativt høye fargeverdiene kan antas å være i hovedsak naturlig betinget. "Dårlig" tilstand er derfor mer et uttrykk for egnethet til ulike bruksformål som drikkevann og klesvask enn det er et uttrykk for forurensning. Verdiene for næringsstoffene total-fosfor (tot-P) og total-nitrogen (tot-N) tilsvarer svært god tilstand, unntatt Kakkhella stasjon 1 hvor tot-N-verdien tilsvarer god tilstand.

Det ble påvist fekale indikatorbakterier (*E. coli*) på alle prøvelokalitetene, men i relativt lave tettheter (Tabell 2). Verdiene tilsvarer god tilstand (Andersen mfl. 1997). Kildene til fekal forurensning kan være avføring fra husdyr på beite, ville pattedyr og fugl eller mennesker.

3.1.2 Bentiske alger

Biologisk mangfold

Begge stasjoner er karakterisert av få taksa (Figur 2). På Kakkhella 1 ble det registrert 8 taksa, hvorav tre cyanobakterier, tre grønnalger og to rødalger. På Kakkhella 2 ble det registrert 5 taksa; to cyanobakterier, to grønnalger og én rødalge.



Figur 2. Antall taksa innen de ulike hovedgruppene i begroingssamfunnet (grønnalger, rødalger og cyanobakterier) på stasjonene Kakkhella 1 og 2 høsten 2010.

De dominerende artene på stasjon 1 i Kakkhella var rødalgen *Batrachospermum gelatinosum* og på stasjon 2 grønnalgen *Klebshormidium flaccidum* samt diverse moser (Tabell 3).

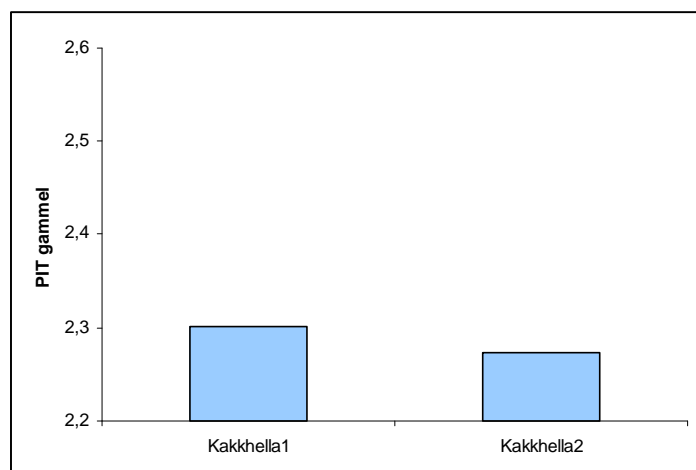
Tabell 3. Registrerte begroingselementer fra stasjonene Kakkhella 1 og 2, samlet inn høsten 2010. Hyppigheten er angitt på en skala fra 1-5, der 1=svært sjelden, 2=mindre vanlig, 3=vanlig, 4=hyppig og 5=rikelig/dominerende. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	Kakkhella1	Kakkhella2
Cyanobakterier		
Calothrix spp.	x	x
Heteroleibleinia pusilla	xxx	
Phormidium spp.	x	x
Grønnalger		
Cosmarium spp.	x	
Klebshormidium flaccidum		1
Oedogonium a (5-11u)	x	
Oedogonium b (13-18u)	x	
Uidentifiserte coccale grønnalger		x
Kiselalger		
Tabellaria flocculosa	x	
Rødalger		
Audouinella pygmaea		x
Audouinella spp.	xx	
Batrachospermum gelatinosum	2	
Moser		
Fontinalis antipyretica		1
Uidentifiserte bladmoser		2

Økologisk status

Eutrofiering

Den gamle eutrofieringsindeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) gir lave indeksverdier på begge stasjoner. Henholdsvis 2,30 på Kakkhella 1 og 2,27 på Kakkhella 2, som tilsvarer svært god økologisk status i henhold til vanddirektivet (Figur 3).

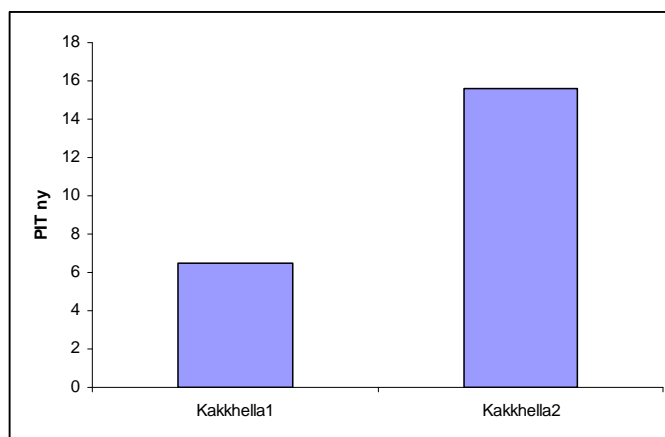


Figur 3. Gammel PIT (Periphyton Index of Trophic status) beregnet for stasjonene Kakkhella 1 og 2 høsten 2010, der PIT-verdiene angir økologisk tilstand. Blå = svært god tilstand.

Den nye PIT-indeksen (Schneider og Lindström 2011) gir derimot et litt annet resultat. Med utgangspunkt i denne har Kakkhella 1 en lav indeksverdi, mens Kakkhella 2 har en mer enn dobbelt så høy indeksverdi (Figur 4). Disse beregningene indikerer at Kakkhella 2 var noe eutrofiert (overgjødset).

Ved nærmere undersøkelse av artslisten over stasjonene (Tabell 3), kan man se at rødalgeslekten *Audouinella* var representert på begge stasjoner. Dette er en slekt som indikerer begynnende eutrofiering, noe som imidlertid ikke kommer tydelig fram ved å beregne den nye PIT-indeksen på grunn av at det ikke er bestemt noen indikatorverdi for slekten som helhet. Med utgangspunkt i at stasjonene er relativt nærme hverandre er det svært sannsynlig at den samme *Audouinella*-arten (*A. pygmaea*) var til stede på begge stasjonene. Hvis dette er tilfelle, vil Kakkhella 1 ha en høyere indeksverdi og således nærme seg den mer enn dobbelt så høye indeksverdien på Kakkhella 2. Med dette utgangspunktet vil Kakkhella 1 (lengst ned i vassdraget) også måtte betraktes som noe eutrofiert. Prøver og analyser av ett kvalitetselement til, f.eks. bunndyr, ville sannsynligvis ha gitt en sikrere vurdering av tilstanden i vassdraget.

Det er ikke godt å si hva som kan være mest sannsynlige kilder til eutrofiering av vassdraget. Nedbørfeltet er dominert av skog, men prøvestasjon 2 ligger i tilknytning til Narsætra med beiteområde for husdyr. Dyr som oppholder seg nær vassdraget og benytter det til drikkevann, vil også lett kunne forårsake noe ekstra tilførsler av næringsstoffer direkte til vassdraget. Kakkhella er et lite vassdrag med nokså begrensede fortynningsmuligheter spesielt i perioder med lite avrenning. Dermed vil effekter på begroingssamfunnet kunne observeres selv om tilførslene totalt sett er relativt små. Eventuell hogst i området vil også kunne forårsake noe økt avrenning av næringsalter og et bedre lysklima som kan føre til en moderat eutrofiering i en begrenset periode.



Figur 4. Ny PIT (*Periphyton Index of Trophic status*) beregnet for stasjonene Kakkhella 1 og 2 høsten 2010, der PIT-verdiene i relativ forstand angir økologisk tilstand. Lave verdier indikerer god økologisk tilstand, mens høyere verdier indikerer dårligere tilstand.

Forsuring

Det var for få indikatorarter til å beregne en sikker AIP (Acidification Index for Periphyton) for disse stasjonene. For å beregne en sikker AIP-indeks trengs et minimum av tre indikatorarter per stasjon. I dette tilfellet ble det registrert 2 indikatorarter på Kakkhella 1 (indikatorverdi = 7,02) og ingen på Kakkhella 2. Til tross for at dette ikke er en sikker beregning indikerer dette at Kakkhella1 ikke er forsuret. Som nevnt ovenfor under "eutrofiering" ville sannsynligvis prøver og analyser av f.eks. bunndyr i tillegg til bentiske alger ha gitt en sikrere vurdering av tilstanden.

3.1.3 Andre observasjoner

Døgnflueslekten *Baetis* ble påvist på de lokalitetene i Kakkhella og Eldåa som ble besøkt, noe som kan tyde på relativt god tilstand i forhold til forsurening. Det ble ikke observert åpenbare effekter av forurensninger f.eks. i form av stor forekomst av sopp/bakterier eller vond lukt etc. på noen av lokalitetene.

3.2 Sjølisjøen og Svarttjernet

3.2.1 Generell vannkjemi – typifisering

Resultatene av de vannkemiske målingene og siktedypsobservasjonene er gitt i Tabell 4. Begge vannforekomstene er sterkt humuspåvirket med fargeverdier stort sett på over 170 mg Pt/l og totalt organisk karbon (TOC) på 17-25 mg C/l. Svarttjernet har en ionefattig, kalkfattig vannkvalitet med lav pH (5,1-5,5) dvs. surt vann. Sjølisjøens vannmasser har noe høyere ioneinnhold og kalkinnhold og en svakt sur vannkvalitet (pH 6,4-6,8). Ut fra typologien for norske innsjøer tilhører Sjølisjøen type 15, dvs. små, moderat kalkrike og humøse innsjøer i skog. Svarttjernet tilhører type 13, dvs. små, kalkfattige og humøse innsjøer i skog. Strengt tatt er begge så humøse (farge >90 mg Pt/l) at de ikke faller innenfor noen av de typene som er listet opp i den reviderte innsjøtypologien (Solheim og Schartau 2004, Direktoratgruppa 2009).

Det er foreløpig ikke fastsatt grenseverdier for tilstandsklassifisering for moderat kalkrike innsjøer i skogområder. Siden kalsium-konsentrasjonen i Sjølisjøen ligger i den lavere delen av intervallet for moderat kalkrike innsjøer (4-20 mg Ca/l), har vi valgt å benytte klassegrenser for kalkfattige, humøse innsjøer (type 13) i klassifiseringen mht. forsurening og overgjødning.

Tabell 4. Resultater av vannkemiske målinger og siktedypsobservasjoner i Sjølisjøen i 2010 og i Svarttjernet i 2008 og 2010. Tilstandsklasser er gitt med fargekoder. Blandprøver fra 0-2 m dyp.

	Sjølisjøen				Svarttjernet		
	19.07.10	26.08.10	16.09.10	Middel	22.8.08	26.8.10	Middel
pH	6.80	6.40	6.43	6.51	5.5	5.12	5.27
Konduktivitet	mS/m	4.04	3.50	3.69	3.74	1.62	1.62
Alkalitet	µekv/l	226	170	201	199	23	52
Farge	mg Pt/l	134	206	183	174	153	236
Total-fosfor	µg/l	25	35	29	30	27	14
Total-nitrogen	µg/l	530	665	580	592	469	400
Nitrat	µg/l	34	62	73	56	<1	<1
Totalt organisk karbon	mg/l	17.2	24.9	22.3	21.5	21.2	21.2
Klorid	mg/l	1.45	1.10	1.46	1.34	0.36	0.36
Sulfat	mg/l	2.94	2.08	2.54	2.52	0.05	0.05
Ikkemarin sulfat	µekv/l	57	40	49	49	0	0
Reaktivt aluminium	µg/l	64	102	119	95	32	32
Ikkelabilt aluminium	µg/l	46	83	111	80	25	25
Labilt aluminium	µg/l	18	19	8	15	7	7
Kalsium	mg/l	6.22	5.84	5.35	5.80	1.56	1.63
Kalium	mg/l	0.60	0.89	0.90	0.80	0.08	0.08
Magnesium	mg/l	0.70	0.59	0.59	0.63	0.32	0.32
Natrium	mg/l	1.25	1.07	1.15	1.16	0.63	0.63
ANC	µekv/l	333	330	289	317	126	126
Klorofyll-a	µg/l	9.4	4.0	2.0	5.1	46	22
Siktedyp	m	1.6	0.7	1.2	1.2	1.3	0.7
Tilstandsklasser (Veileder 01:2009):		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Tilstandsklasser (Veileder 97:04):		Meget god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig	

3.2.2 Vannkjemi – forsureing

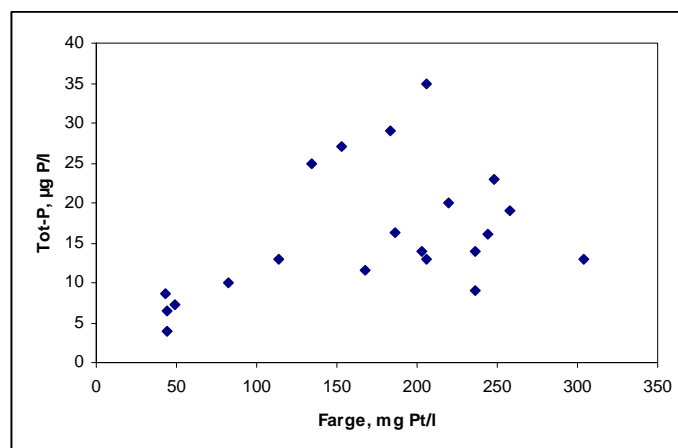
Vurdert ut fra laveste pH-verdi (6,40), høyeste konsentrasjon av labilt aluminium (19 µg/l) og middelveidien for syrenøytraliserende kapasitet (ANC, 317 µekv/l) kan økologisk tilstand mht. forsureing karakteriseres som svært god til god i Sjølisjøen (Tabell 4, jf. klassifiseringsveileder 01:2009, Direktoratgruppa 2009).

pH var meget lav i Svarttjernet (pH 5,12) i 2010, tilsvarende dårlig økologisk tilstand. Konsentrasjonen av labilt aluminium var imidlertid lav (7 µg/l), og ANC var høy (126 µekv/l), tilsvarende henholdsvis god og svært god tilstand. Konsentrasjonen av sulfat (SO₄) var meget lav, og det ble ikke påvist ikke-marin sulfat. En sulfat-konsentrasjon på 0,05 mg/l (= 1 µekv/l) er svært lavt også sammenlignet med andre innsjøer i Hedmark og i Norge for øvrig (Rognerud 1992, Schartau mfl. 2009). Vi vet ikke årsaken til den lave konsentrasjonen av sulfat; mye humus og planteplankton kan trolig ha ført til reduserende forhold særlig i dypere vannlag og dermed en reduksjon av SO₄ til H₂S (hydrogensulfid). Vi kjente lukt av H₂S fra prøvene tatt på større dyp. Lav pH i Svarttjernet er trolig i stor grad forårsaket av organiske syrer (humussyrer) og dermed i hovedsak naturlig betinget.

3.2.3 Vannkjemi og siktedyp – overgjødning

Sjølisjøen

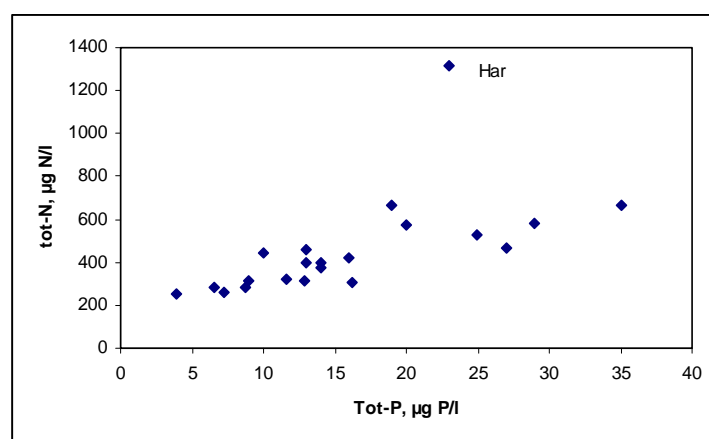
Middelveidene for tot-P og tot-N (30 µg P/l og 592 µg N/l) tilsier henholdsvis dårlig og moderat tilstand mht. næringsstoffer i Sjølisjøen i følge klassifiseringsveilederen (Tabell 4, Direktoratgruppa 2009). I Figur 5 er sammenhengen mellom farge og tot-P vist for tjern og små innsjøer i Løten undersøkt i perioden 2007-2010 (Løvik 2008, Løvik og Brettum 2010). Disse ligger alle sammen i skogområder, og de fleste må antas å være relativt lite påvirket av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet. Tidligere hogst og skogsgrøfting samt beveraktivitet (oppdemming etc.) kan imidlertid ha ført til noe økt utvasking av fosfor fra nedbørfeltet. Fargeverdiene i dette materialet varierte i området 43-304 mg Pt/l, og konsentrasjonen av tot-P varierte i området 4-35 µg P/l. Det var ingen god sammenheng mellom farge og tot-P. Likevel, høyt humusinnhold er sannsynligvis en medvirkende årsak til de relativt høye tot-P-verdiene i flere av tjerna; de fleste vannforekomstene med farge høyere enn ca. 100 mg Pt/l hadde tot-P-verdier i området ca. 10-30 µg P/l. I klassifiseringsveilederen oppgis en referanseverdi for kalkfattige, humøse innsjøer i skog til 8 µg P/l. Sett i denne sammenhengen synes en middelveid av tot-P på 30 µg P/l i Sjølisjøen (farge ca. 175 mg Pt/l) å være klart høyere enn en antatt naturtilstand, men vi vet ikke hvor høy referanseverdi vi kan forvente, kanskje opp mot ca. 15-20 µg P/l.



Figur 5. Sammenhengen mellom organisk stoff og total-fosfor i små innsjøer og skogstjern i Løten undersøkt i perioden 2007-2010 (enkeltobservasjoner).

I det nevnte datamaterialet fra humøse skogstjern og små innsjøer i skog (Løten kommune) varierte konsentrasjonen av tot-N stort sett i området ca. 250-650 $\mu\text{g N/l}$ (Figur 6). Ett bever-oppdemt tjern (Haratjennet) hadde en betydelig høyere konsentrasjon (1315 $\mu\text{g N/l}$), trolig pga. utlekking av nitrogen-forbindelser fra oversvømt mark og død skog. Klassifiseringsveilederen oppgir 275 $\mu\text{g N/l}$ som referanseverdi for kalkfattige, humøse innsjøer i skog. En middelvei for tot-N på 592 $\mu\text{g N/l}$ i Sjølisjøen kan trolig antas å være moderat forhøyet i forhold til en antatt referansetilstand.

Siktedypet i Sjølisjøen varierte fra 0,7 m 1,6 m med en middelvei på 1,2 m, noe som tilsvarer dårlig tilstand i henhold til vanndirektivet. Lavt siktedyp her er nok i hovedsak naturlig betinget og skyldes sterk humuspåvirkning. Det ble ikke registrert lukt av hydrogensulfid (H_2S) fra noen av vannprøvene, dvs. at det ikke var indikasjon på oksygenvinn i dypvannet.



Figur 6. Sammenhengen mellom konsentrasjoner av tot-P og tot-N i små innsjøer og skogstjern i Løten undersøkt i perioden 2007-2010 (enkeltobservasjoner). Har = Haratjennet (2009).

Svartjernet

Middelveiene for tot-P og tot-N på 21 $\mu\text{g P/l}$ og 435 $\mu\text{g N/l}$ tilsier henholdsvis moderat og god tilstand med hensyn til næringsstoffer i Svartjernet (Tabell 4). Det ble registrert lavere konsentrasjoner av både tot-P og tot-N i 2010 sammenlignet med i 2008. Middelveiene er basert på 2 observasjoner (2008 og 2010). Generelt bør en ha flere observasjoner enn dette for å gi en noenlunde sikker vurdering av miljøtilstanden. Verdiene kan likevel antas å gi en pekepinn på nivåene. Middelveien for siktedyp (1,0 m) tilsier dårlig tilstand. Lavt siktedyp i Svartjernet skyldes både sterk humuspåvirkning og høy biomasse av planteplankton (se nedenfor).

3.2.4 Planteplankton

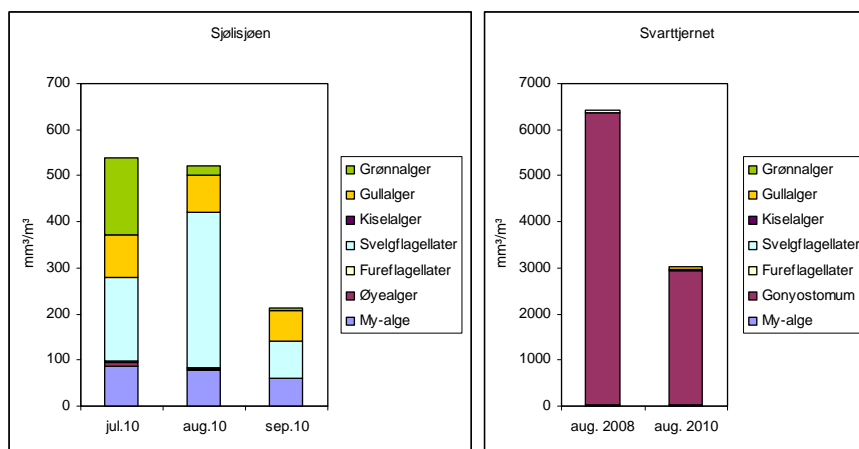
Mengden planktoniske alger målt som klorofyll-*a* varierte i Sjølisjøen i området 2,0-9,4 $\mu\text{g/l}$ med middelvei 5,1 $\mu\text{g/l}$. Middelveien ligger i lavere del av intervallet for middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer (4-12 $\mu\text{g/l}$, jf. Faafeng mfl. 1991) og tilsvarer god tilstand i henhold til vanndirektivet (Direktoratgruppa 2009). Svartjernet hadde en klorofyll-*a*-konsentrasjon i august 2010 på 22 $\mu\text{g/l}$ og en middelvei for 2008 og 2010 på 34 $\mu\text{g/l}$. Dette tilsvarer eutrofe (næringsrike) forhold og dårlig tilstand i henhold til vanndirektivet. Vi har her benyttet kriterier for kalkfattige innsjøer i skog for begge vannforekomstene.

Primærdataba fra algetellingene er gitt i Vedlegg. Figur 7 viser totalvolumer av planteplankton i Sjølisjøen og Svartjernet, fordelt på hovedgruppene innen planteplanktonet.

I Sjølisjøen ble det registrert et totalt planteplanktonvolum på 212-539 mm^3/m^3 (= 0,21-0,54 g/m^3 våtvekt) med en middelvei på 424 mm^3/m^3 . Middelveien ligger innenfor intervallet som er typisk

for oligomesotrofe innsjøer, dvs. overgangen mellom næringsfattige (oligotrofe) og middels næringsrike innsjøer (Brettum og Andersen 2005). Maksverdien ligger innenfor intervallet som er karakteristisk for oligotrofe innsjøer. Avviket fra en antatt naturtilstand kan betegnes som lite.

Planteplanktonet i Sjølisjøen hadde en nokså variert sammensetning med dominans av grønnalger, gullalger, svelgflagellater og my-alger. Det hadde innslag av arter som er typiske for så vel næringsfattige vannmasser (f.eks. gullalgene *Bitrichia chodatii* og *Mallomonas allorgei*), middels næringsrike vannmasser (f.eks. grønnalgen *Ankyra lanceolata* og gullalgen *Mallomonas punctifera*) som mer næringsrike vannmasser (f.eks. svelgflagellaten *Cryptomonas erosa*), jamfør Brettum og Andersen (2005). Samlet sett indikerer trolig planteplanktonet i Sjølisjøen oligomesotrofe vannmasser. Innsjøen kan sies å være moderat overgjødset, dvs. at den har blitt tilført en del næring ut over det naturgitte, men uten at det har ført til noen dramatisk endring av planteplanktonets mengde og sammensetning.



Figur 7. Totalvolumer av planteplankton i Sjølisjøen i 2010 og i Svarttjernet (ved Trollheimen) i 2008 og 2010, fordelt på hovedgrupper av alger. Merk ulik skala på y-aksene.

Svarttjernet hadde i august 2008 en meget høy biomasse av planteplankton ($6436 \text{ mm}^3/\text{m}^3 = 6,4 \text{ g}/\text{m}^3$). Biomassen var bare ca. halvparten så stor i august 2010 ($3,0 \text{ g}/\text{m}^3$), men kan fortsatt betegnes som høy, tilsvarende eutrofe vannmasser. Planteplanktonet var helt dominert av nåleflagellaten *Gonyostomum semen* som i begge prøvene representerte over 95 % av totalbiomassen. Få arter, stor forekomst av *G. semen* samt fravær av de svært vanlige artene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* indikerer sure og kraftig humøse vannmasser.

Gonyostomum semen regnes som en relativt ny innvandrer i våre innsjøer ("invasive species"), og den ser ut til å opptre med store bestander først og fremst i sure, humøse, oligomesotrofe og mesotrofe innsjøer og tjern (Cronberg mfl. 1988, Hongve mfl. 1988, Brettum og Andersen 2005, Willén 2003). I forbindelse med overvåkingen av vassdrag i Løten er den foruten i Svarttjernet påvist i Rokosjøen, Yksensjøen, Vintertjernet, Jøstjernet og Ørfalltjennet. Av disse hadde den store og dominerende bestander ($>1500 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og $>50 \%$ av totalvolumet) i Svarttjernet, Jøstjernet og Ørfalltjennet. Den har blitt funnet å representere en betydelig del av planteplanktonet i større innsjøer som Rokosjøen så tidlig som i 1986 (Løvik 2008) og i Storsjøen i Odal fra 2002 (Kjellberg 2003). Arten ble påvist i Storsjøen allerede i 1980 (Lingsten 1982).

Gonyostomum semen er en relativt stor form (50-60 μm lang), og cellene inneholder såkalte trichocyster. Disse har samme effekt som nesleceller hos maneter og brennesle, og representerer et forsvarsvåpen hos cellene. Cellestørrelsen og trichocystene gjør at *G. semen* sannsynligvis er lite attraktiv som næring for beitende dyreplankton. Dette bidrar til at denne arten ofte danner store bestander som kan være ujevnt fordelt i innsjøene. Dermed kan det gis inntrykk av mer næringsrike

vannmasser enn det som er reelt. Det vil i slike tilfeller være en stor fordel å ha flere prøver fordelt over vekstsesongen for å kunne fastslå vannmassenes trofegrad. *G. semen* omtales ofte som en problemalge da store bestander av arten kan skape kløe og hudirritasjon hos badende.

3.2.5 Dyreplankton

Sjølisjøen

Dyreplanktonet i Sjølisjøen var dominert av hjuldyrene *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra* spp. og *Conochilus* spp. samt hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* og vannloppene *Daphnia cristata* og *Bosmina longirostris* (Tabell 5). Krepserplanktonet var dominert av småvokste arter; middellengden av *D. cristata* og *B. longirostris* var på henholdsvis 0,89 og 0,35 mm (Tabell 6). Dette er trolig et utslag av meget sterk predasjon fra planktonspisende fisk dvs. i hovedsak abbor og mort (jf. Kjellberg mfl. 1999, Løvik mfl. 2009 med ref.).

Tabell 5. Kvalitativ forekomst av dyreplankton i Sjølisjøen og Svarttjernet i 2010. Mengdeforhold er angitt ved 1 = få individer, 2 = vanlig og 3 = rikelig/dominerende.

	Sjølisjøen			Svarttjernet	
	19.07.10	26.08.10	16.09.10	22.08.08	26.08.10
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>					
<i>Keratella cochlearis</i>	1				
<i>Keratella serrulata</i>					1
<i>Kellicottia longispina</i>	2	2	2	1	2
<i>Kellicottia bostoniensis</i>					3
<i>Trichocerca</i> cf. <i>similis</i>					1
<i>Asplanchna priodonta</i>	3	3	2	1	1
<i>Synchaeta</i> spp.			1		
<i>Polyarthra</i> spp.	2	2	3		1
<i>Conochilus</i> spp.	1	3	2		1
cf. <i>Lecane</i> sp.			1		
Rotifera ubest (<i>Lepadella</i> ?)					1
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>					
<i>Heterocope appendiculata</i>	1	1			
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	3	3	3	1	1
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	2	2	1	1	
<i>Thermocyclops oithonoides</i>				2	3
<i>Cyclopoida</i> ubest. cop.	2	2	1		1
<i>Cyclopoida</i> ubest. naup.	2	2		1	3
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>					
<i>Leptodora kindtii</i>		2	1		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1	2		1	
<i>Daphnia cristata</i>	3	3	2		
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>				2	2
<i>Bosmina longispina</i>	1	2	1	3	3
<i>Bosmina longirostris</i>	3	3	2		
<i>Sida crystallina</i>		1			
<i>Peracantha truncata</i>			1		

Tabell 6. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Sjølisjøen og Svarttjernet i 2010.

	Sjølisjøen 2010		Svarttjernet 2010	
	D. cristata	B. longirostris	C. quadrangula	B. longispina
Middel	0.89	0.35	0.43	0.36
Min	0.78	0.30	0.38	0.32
Maks	1.06	0.40	0.50	0.44
Standardavvik	0.08	0.03	0.04	0.04
N	30	30	19	20

Effektive algebeitere som storvokste dafnier ble ikke registrert. Det vil si at innsjøen kan være noe mer utsatt for algeoppblomstringer ved økt næringstilførsel enn om storvokste dafnier hadde vært til stede med betydelige bestander. De registrerte artene er vanlige i fra næringsfattige til noe mer næringsrike lokaliteter.

Det ble registrert et relativt stort artsantall og forekomst av forsuringsfølsomme arter som *Heterocope appendiculata*, *Daphnia cristata* og *Bosmina longirostris*. Dette viser at krepsdyrplanktonet ikke var skadet av forsurening (jf. Halvorsen mfl. 2002).

Svarttjernet

I Svarttjernet var dyreplanktonet dominert av hjuldyret *Kellicottia bostoniensis* samt krepsdyrene *Thermocyclops oithonoides*, *Bosmina longispina* og *Ceriodaphnia quadrangula* (Tabell 5). Det ble registrert arter som er vanlige i så vel næringsfattige som noe mer næringsrike lokaliteter.

Kellicottia bostoniensis har trolig ikke tidligere blitt påvist i noen vannforekomst i Hedmark (Svein Birger Wærvågen, Høgskolen i Hedmark pers. oppl.). Den nære slektningen *Kellicottia longispina*, som er en av de aller vanligste hjuldyrartene i Norge, var også vanlig i Svarttjernet i 2010. For å sjekke om *K. bostoniensis* kan ha blitt oversett i prøven som ble innsamlet i 2008, ble denne gjennomgått på nytt, likeså prøvene fra Vintertjernet, Jøsstjernet og Stålsætertjernet innsamlet i 2008. *K. bostoniensis* ble imidlertid ikke funnet i noen av disse prøvene. Jens Petter Nilssen ved Naturhistorisk museum, UiO opplyser at han har funnet *K. bostoniensis* i ca. 30 lokaliteter i Akershus og Østfold fra ca. midten av 1980-tallet, og at den nå er relativt vanlig mange steder i Norge og Sverige. Arten ble sannsynligvis overført fra Nord-Amerika til Sverige i forbindelse med innføringen av regnbueørret (Blomqvist mfl. 1976).

Det var sterk dominans av meget småvokste arter i Svarttjernet (Tabell 5-6), noe som trolig i hovedsak skyldtes sterk predasjon fra en tett bestand av planktonspisende abbor (se Løvik mfl. 2009 med ref.). Krepsdyrplanktonet var i hovedsak sammensatt av arter som tåler relativt surt vann (Halvorsen mfl. 2002). En forsuringsfølsom art, hoppekrepsen *Thermocyclops oithonoides*, hadde imidlertid også en bra bestand. Til tross for at totalbiomasses av planteplankton var høy i Svarttjernet, var andelen og mengden beitebart planteplankton for dyreplanktonet sannsynligvis relativt lav ettersom planteplanktonet var fullstendig dominert av *Gonyostomum semen* (se kpt. 3.2.4).

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.

Blomqvist, P., Grundström, R., Johansson, J.-Å., Kinsten, B., Olofsson, H., Pejler, B. og Persson, G. 1976. Djurplanktonkompendium. Limnologiska institutionen, Uppsala. 67 s.

Brettum, P. and Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA-report 4818-2004. 33 pp. + 164 fact-sheets.

Cronberg, G., Lindmark, G. og Björk, S. 1988. Mass development of the flagellate *Gonyostomum semen* (Raphidophyta) in Swedish forest lakes – an effect of acidification? *Hydrobiologia* 161: 217-236.

Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. <http://www.vannportalen.no/>. 181 s.

Faafeng, B. og Fjeld, E. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport 3427-96. 21 s.

Faafeng, B., Hessen, D. og Brettum, P. 1991. Eutrofiering av innsjøer i Norge. Generelt om eutrofiering og resultater fra en landsomfattende undersøkelse i 1988 og 1989. NIVA og SFT. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 497/92, TA 814/1992. ISBN 82-577-2034-8. 37 s.

Halvorsen, G., Schartau, A.K. og Hobæk, A. 2002. Planktoniske og litorale krepsdyr. I: Aagaard, K., Bækken, T. og Jonsson, B. (red.). *Biologisk mangfold i ferskvann. Regional vurdering av sjeldne dyr og planter*. NINA Temahefte 21. NIVA-rapport 4590-2002: 26-31.

Hessen, D.O., Faafeng, B.A. and Andersen, T. 1995a. Replacement of herbivore zooplankton species along gradients of ecosystem productivity and fish predation pressure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 733-742.

Hongve, D., Løvstad, Ø. og Bjørndalen, K. 1988. *Gonyostomum semen* – a new nuisance to bathers in Norwegian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 430-434.

Kjellberg, G. 2003. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Nord-Odal kommune. Årsrapport for 2002. NIVA-rapport 4680-2003. 57 s.

Kjellberg, G., Hegge, O., Lindstrøm, E.-A. og Løvik, J.E. 1999. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1998. NIVA-rapport 4022-1999. 96 s

Lingsten, L. 1980. Glåma i Hedmark. Delrapport. Datarapport 1978-80. Vannkjemi og planteplankton. NIVA-rapport 1436. 150 s.

Løvik, J.E. 2008. Overvåking av vannforekomster i Løten kommune. Undersøkelser av Rokosjøen og Mosjøen i 2007. NIVA-rapport 5588-2008. 28 s.

- Løvik, J.E. og Romstand, R. 2007. Overvåking av vassdrag i Løten kommune i 2006. NIVA-rapport 5435-2007. 25 s.
- Løvik, J.E., Brettum, P. og Romstad, R. 2009. Overvåking av vannforekomster i Løten kommune i 2008. NIVA-rapport 5779-2009. 33 s.
- Løvik, J.E. og Brettum, P. 2010. Overvåking av vannforekomster i Løten kommune i 2009. NIVA-rapport 5996-2010. 25 s.
- Nordgulen, Ø. 2005. Mjøsregionen, berggrunnskart M 1:125 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. and Eloranta, P. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwater part I: sampling, processing and application in freshwater environmental monitoring programs. Naturvårdsverket report 4860. Stockholm. 86 pp.
- Rognerud, S. 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen, rapport 4/92. 30 s. + vedlegg.
- Schneider, S. and Lindstrøm, E.-A., 2009: Bioindication in Norwegian rivers using non-diatomaceous benthic algae: The acidification index periphyton (AIP). *Ecological Indicators* 9: 1206-1211.
- Schneider, S. and Lindstrøm, E.-A. 2011: The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia*. In press.
- Solheim, A.L. og Schartau, A.K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport 4888-2004. 17 s.
- Willén, E. 2003. Dominance patterns of planktonic algae in Swedish forest lakes. *Hydrobiologia* 502: 315-324.

5. Vedlegg

Tabell 7. Oversikt over kjemiske og mikrobiologiske analysemetoder benyttet ved LabNett i 2010.

Analyse	Måleenhet	Metode
Surhetsgrad, pH		Intern
Farge	mg Pt/l	NS 4787
Kalsium	mg Ca/l	ICP-AES
Tot-P	µg P/l	ISO 6878
Tot-N	µg N/l	NS 4743
Alkalitet	mmol/l	Intern
E. coli, Colilert	/100 ml	Colilert

Tabell 8. Oversikt over kjemiske analysemetoder benyttet ved NIVAs laboratorium i 2010.

Analyse	Måleenhet	NIVA metodebetegnelse og kort beskrivelse
Surhetsgrad, pH		A 1: Elektrometrisk bestemmelse av pH med SP 100 analyserobot.
Konduktivitet (Kond.)	mS/m	A 2-3: Bestemmelse av konduktivitet med 789 Robot prøvekarusell
Alkalitet (Alk.)	mmol/l	C 1: Manuell bestemmelse av alkalitet ved potensiometrisk bestemmelse med Mettler memotitrator.
Total-fosfor (Tot-P)	µg/l	D 2-1: Best. av totalfosfor i ferskvann og sjøvann med Skalar Autoanalysator etter oppslutning med peroksodisulfat.
Total-nitrogen (Tot-N)	µg/l	D 6-1: Best. av nitrogen i ferskvann og sjøvann etter oppslutning med peroksodisulfat, sluttbestemmelse med Skalar Autoanalysator.
Farge	mg Pt/l	A 5: Prøven filtreres (membranfilter med porevidde 0,45 µm). Filtratets absorbans måles spektrofotometrisk ved 410 nm.
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l	G 4-2: Bestemmelse av TOC med peroksodisulfat/UV-metoden.
Nitrat (NO ₃ -N), klorid (Cl), sulfat (SO ₄), kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg) og natrium (Na)	mg/l µgN/l for NO ₃	C 4-3: Bestemmelse av anioner og kationer med Dionex IC25 ionekromatograf.
Aluminium (RAI og IIAI)	µg/l	E 3-2: Fotometrisk best. av reaktivt og ikke-labil aluminium med Skalar Autoanalysator.
Kobber (Cu), bly (Pb), antimon (Sb) og sink (Zn)	µg/l	E 8-3: Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS
Klorofyll- <i>a</i>	µg/l	H 1-1: Spektrofotometrisk bestemmelse i metanolekstrakt

Materiale og metoder

Bentiske alger

På hver stasjon ble en elvestrekning på ca. 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det ble tatt prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger, og de ble lagret i separate beholdere (dramsglass). Forekomst av alle makroskopisk synlige elementer er angitt etter følgende skala: + enkeltfunn, 1 = < 5 %, 2 = 5-12 %, 3 = 12-25 %, 4 = 25-50 % og 5 = 50-100 %. For prøvetaking av kiselalger og andre mikroskopiske alger ble 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca 8 ganger 8 cm, på oversida av hver stein, ble børstet med en tannbørste. Det avbørstede materialet ble så blandet med ca 1 liter vann. Fra blandingen ble det tatt en delprøve som ble konservert med formaldehyd. Innsamlede prøver ble senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene som ble funnet sammen med de makroskopiske elementene ble estimert som hyppig (xxx), vanlig (xx) eller sjelden (x).

For hver stasjon ble den gamle eutrofieringsindeksen (PIT=Periphyton Index of Trophic status; [Direktoratsgruppa](#) for gjennomføring av vanddirektivet 2009) beregnet. PIT er basert på indikatorverdier for bentiske alger (ekskludert kiselalger) og brukes til å beregne den delen av totalfosfor-konsentrasjonen som umiddelbart kan tas opp av algene og som dermed kan kalles "eutrofieringsrelevant". Utregnede indeksverdier strekker seg over en skala fra 1,83 til 4,41, hvor lave PIT verdier tilsvarende lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker 'gammel' PIT indeks, kreves kun 1 indikatorart pr stasjon.

En ny og forbedret versjon av PIT indeksen er publisert i Schneider & Lindstrøm (2011), og den nye indeksen ble beregnet i tillegg til den gamle. Også i den nye PIT indeksen tilsvarende lave verdier (minimum = 1,87) lave fosforkonsentrasjoner (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier (maksimum = 68,91) indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold). For å kunne beregne en sikker ny PIT indeks, må det være minst 2 indikatorarter til stede på en stasjon. For den gamle PIT indeksen, som er beskrevet i klassifiseringsveilederen, finnes det et foreløpig system for inndeling i økologiske tilstandsklasser i henhold til Vanddirektivet, mens det ennå ikke finnes et slikt system for den nye indeksen. Etter hvert kommer imidlertid den nye indeksen til å erstatte den gamle. I denne rapporten ble det foretatt en tilstandsvurdering basert på de gamle systemene både for forsurening og eutrofiering, fordi de nye systemene ikke er godkjent av myndighetene ennå. Den nye PIT indeksen ble imidlertid anvendt i tillegg til den gamle i denne rapporten.

I tillegg ble forsuringindeksen for begroingsalger (AIP = acidification index periphyton) beregnet for hver stasjon (Schneider & Lindstrøm, 2009). AIP er basert på indikatorverdier for til sammen 108 arter av bentiske alger (kiselalger ekskludert) og blir brukt til å beregne den årlige gjennomsnittsverdien for pH på en gitt lokalitet. Indikatorverdiene strekker seg fra 5,13 – 7,50, hvor lave verdier indikerer sure betingelser, mens høye verdier indikerer nøytral til lett basiske betingelser. For å kunne beregne en sikker AIP indeks, må det være minst 3 indikatorarter til stede på en stasjon.

Planteplankton

Kvantitative prøver av planteplankton ble fylt på 100 ml mørke glassflasker og konservert i felt med Lugols løsning (fytofiks). Planteplanktonprøvene ble analysert i henhold til metoder beskrevet av Olrik mfl. (1998). Planteplanktonets sammensetning og mengde ble vurdert i forhold til indikatorverdier gitt av Brettum og Andersen (2005).

Dyreplankton

Prøver av dyreplankton ble samlet inn ved hjelp av en planktonhåv med diameter 15,5 cm og maskevidde 50 µm (= 0,05 mm). Prøven ble konservert i felt med Lugols løsning (fytofiks). Individene i hele eller en representativ del av prøven ble identifisert, og den relative fordelingen ble anslått etter en tredelt skala: 1 = få individer, 2 = vanlig og 3 = rikelig/dominerende. Sammensetningen av krepsdyrplanktonet ble vurdert i forhold til beskrivelser av ulike arters miljøpreferanser gitt av Hessen mfl. (1995) og Halvorsen mfl. (2002). Graden av predasjon fra planktonspisende fisk ble vurdert i henhold system beskrevet av Kjellberg mfl. (1999).

Tabell 9. Målte vanntemperaturer (°C) i Sjølisjøen og Svarttjernet i 2010.

Dyp, m	Sjølisjøen 19.07.2010	Sjølisjøen 26.08.2010	Sjølisjøen 16.09.2010	Svarttjernet 26.08.2010
0.5	19.6	13.9	11.5	15.1
1.0	19.1	13.7	11.3	15.1
2.0	17.2	12.6	11.0	15.0
3.0		12.4	10.9	14.5
4.0	10.5	11.7	10.3	9.7
4.5			9.8	
5.0				9.5

Tabell 10. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Sjølisjøen (0-2 m). Verdier gitt i mm³/m³ (mg/m³ våtvekt).

	År	2010	2010	2010
	Måned	7	8	9
	Dag	19	26	16
	Dyp	0-2 m	0-2 m	0-2 m

Chlorophyceae (Grønnalger)

Ankyra lanceolata	26.8	2.4	.
Chlamydomonas sp. (l=10)	5.6	.	2.8
Chlamydomonas sp. (l=8)	17.2	3.6	0.3
Closterium acutum v.variabile	1.3	.	0.1
Closterium setaceum	1.1	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	1.9	1.1	0.1
Koliella sp.	102.1	11.2	1.0
Scenedesmus sp.	5.3	.	.
Scourfieldia complanata	0.3	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	5.5	0.7	.
Sum - Grønnalger	167.0	19.0	4.2

Chrysophyceae (Gullalger)

Aulomonas purdyi	.	.	0.5
Bicosoeca sp.	.	0.3	.
Bitrichia chodatii	5.7	0.8	0.4
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	2.1	1.2	.
Craspedomonader	.	0.5	0.4
Cyster av chrysophyceer	3.2	.	.
Dinobryon borgei	0.4	0.2	.
Mallomonas allorgei	1.5	.	6.7
Mallomonas crassisquama	.	4.5	.
Mallomonas punctifera (M.reginae)	.	.	7.6
Mallomonas spp.	0.9	27.0	18.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4.9	3.3	3.4
Ochromonas spp.	3.4	.	2.6
Små chrysomonader (<7)	44.8	34.5	15.5
Store chrysomonader (>7)	24.1	10.3	12.9
Ubest.chrysophyceer	0.7	.	.

	Sum - Gullalger	91.6	82.7	67.9
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
	Asterionella formosa	0.1	.	.
	Fragilaria sp. (l=40-70)	0.5	.	0.2
	Tabellaria fenestrata	0.7	.	.
	Sum - Kiselalger	1.4	0.0	0.2
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
	Cryptomonas cf.erosa	25.4	89.0	41.5
	Cryptomonas curvata	.	1.8	.
	Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	6.8	23.3	7.9
	Cryptomonas pyrenoidifera	.	6.4	.
	Cryptomonas sp. (l=15-18)	1.0	3.2	.
	Cryptomonas spp. (l=24-30)	8.8	160.3	20.4
	Katablepharis ovalis	14.3	1.9	2.9
	Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	117.8	9.9	2.7
	Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2.4	35.8	2.4
	Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	5.7	5.2	2.6
	Sum - Svelgflagellater	182.2	336.9	80.4
Dinophyceae (Fureflagellater)				
	Gymnodinium cf.lacustre	.	2.1	.
	Peridinium sp. (l=15-17)	0.7	.	.
	Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	1.0	.	.
	Ubest.dinoflagellat	1.6	.	.
	Sum - Fureflagellater	3.3	2.1	0.0
Euglenophyceae (Øyealger)				
	Rhabdomonas incurva	5.3	2.7	.
	Trachelomonas volvocinopsis	1.0	.	.
	Sum - Øyealger	6.3	2.7	0.0
My-alger				
	My-alger	87.5	78.3	59.5
	Sum - My-alger	87.5	78.3	59.5
	Sum total :	539.2	521.6	212.1

Tabell 11. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Svarttjernet (0-2 m).
Verdier gitt i mm³/m³ (mg/m³ våtvekt).

	År	2010
	Måned	8
	Dag	26
	Dyp	0-2 m
Chlorophyceae (Grønnalger)		
Chlamydomonas sp. (l=8)		1.3
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)		0.3
Sum - Grønnalger		1.6
Chrysophyceae (Gullalger)		
Bitrichia chodatii		0.7
Craspedomonader		1.1
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		7.7
Små chrysonader (<7)		25.2
Store chrysonader (>7)		6.0
Uroglena sp.(U.americana ?)		20.5
Sum - Gullalger		61.2
Bacillariophyceae (Kiselalger)		
Rhizosolenia longiseta		0.5
Sum - Kiselalger		0.5
Cryptophyceae (Svelgflagellater)		
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		10.2
Sum - Svelgflagellater		10.2
Dinophyceae (Fureflagellater)		
Gymnodinium cf.lacustre		3.2
Ubest.dinoflagellat		1.4
Sum - Fureflagellater		4.6
Raphidophyceae (Nåleflagellater)		
Gonyostomum semen		2916.6
Sum - Nåleflagellater		2916.6
My-alger		
My-alger		26.9
Sum - My-alge		26.9
<hr/>		
Sum total :		3021.6

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