

Gjesåssjøen og Gardsjøeni Hedmark

Undersøkelser av vannkvalitet i 2009



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
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 Gjesåssjøen og Gardsjøen i Hedmark Undersøkelser av vannkvalitet i 2009	Løpenr. (for bestilling) 5931-2010	Dato 3.3.2010
	Prosjektnr. Undernr. O-29223	Sider Pris 28
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Hedmark	Oppdragsreferanse Hans Chr. Gjerlaug
--	---

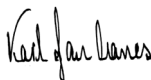
Sammendrag

Rapporten beskriver resultatene av en undersøkelse av vannkvalitet og miljøtilstand i Gjesåssjøen og Gardsjøen i Hedmark. Basert på middelverdiene for klorofyll-*a*, total-fosfor og mengde og sammensetning av planteplankton i 2009 kan Gjesåssjøen karakteriseres som en næringsrik (eutrof) innsjø. Planteplanktonet var i store deler av sesongen sterkt dominert av problemalgen *Gonyostomum semen*, en art som kan skape kløe og utslett hos badende når den forekommer i store mengder. Innsjøens økologiske tilstand vurderes som moderat i 2009. Det ser ikke ut til å ha skjedd vesentlige endringer i trofitylstanden siden slutten av 1990-tallet. I Gardsjøen ble det observert store variasjoner i algemengden gjennom vekstsesongen. Ut fra middelverdien for klorofyll-*a* bedømmes tilstanden som god, men høye konsentrasjoner av total-fosfor og de til dels store algemengdene viste at det var potensial for sterk algevekst. Totalt sett vurderes derfor også Gardsjøens tilstand som moderat i 2009.

Fire norske emneord 1. Gjesåssjøen 2. Gardsjøen 3. Vannkvalitet 4. Økologisk tilstand	Fire engelske emneord 1. Lake Gjesåssjøen 2. Lake Gardsjøen 3. Water quality 4. Ecological status
---	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Fag- og markedsdirektør

Gjesåssjøen og Gardsjøen i Hedmark

Undersøkelser av vannkvalitet i 2009

Forord

Rapporten presenterer resultatene fra en undersøkelse av vannkvalitet og miljøtilstand i innsjøene Gjesåsjøen i Åsnes kommune og Gardsjøen i Grue kommune i 2009. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen.

Kontaktpersoner hos Fylkesmannens miljøvernavdeling har vært Hans Chr. Gjerlaug og Oddmund Wold, som begge har bidratt med opplysninger om innsjøene.

Prosjektleder i NIVA har vært Jarl Eivind Løvik ved NIVAs Østlandsavdeling. Han har stått for gjennomføringen av feltarbeidet med assistanse fra Silje Nygaard Holen (NIVAs Østlandsavdeling), Kristin Frodahl Rognerud og Gjermund Tomasgard. De kjemiske analysene er utført av LabNett as og NIVAs kjemilaboratorium (klorofyll-*a*). Analysene av planteplankton er utført av Camilla H.C. Hagman (NIVA Oslo), mens analysene av dyreplankton er utført av Jarl Eivind Løvik. Atle Rustadbakken (NIVAs Østlandsavdeling) har bistått med kartframstilling. Arne Skytteren (Kirkenær) har bidratt med opplysninger om Gardsjøen. Undertegnede har stått for bearbeiding av data og har skrevet rapporten.

Samtlige takkes for godt samarbeid.

Ottestad, 3.3.2010

Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Kort beskrivelse av innsjøene	7
1.3 Målsetting	9
2. Program og gjennomføring	10
3. Resultater og diskusjon	11
3.1 Gjesåssjøen	11
3.1.1 Generell vannkvalitet - typifisering	11
3.1.2 Næringsstoffer	12
3.1.3 Planteplankton	13
3.1.4 Dyreplankton	15
3.2 Gardsjøen	16
3.2.1 Generell vannkvalitet - typifisering	16
3.2.2 Næringsstoffer	17
3.2.3 Planteplankton	17
3.2.4 Dyreplankton	18
4. Innsjøenes miljøtilstand – oppsummering	19
5. Litteratur	21
6. Vedlegg	22

Sammendrag

Hensikten med undersøkelsen har vært å skaffe fram data for å beskrive og vurdere vannkvalitet og miljøtilstanden i Gjesåssjøen (Åsnes kommune) og Gardsjøen (Grue kommune) i Hedmark. Vurderingene gjelder primært miljøtilstanden eller forurensningssituasjonen med hensyn til effekter av næringsstoffer, dvs. eutrofiering (overgjødning). Undersøkelsen omfatter prøver og analyser av næringsstoffer, planteplankton og dyreplankton innsamlet i perioden juni-oktober 2009. Fra Gjesåssjøen finnes også data fra 1980-tallet og perioden 1996-2000. Disse er brukt for å vurdere eventuelle endringer i miljøtilstanden over tid. Begge innsjøene med nærmeste omgivelser er fredet som naturreservater.

Gjesåssjøen er en ca. 4 km² stor, grunn, humøs og moderat kalkrik innsjø. Ut fra middelverdiene for total-fosfor og algemengde målt som klorofyll-*a* i 2009 (henholdsvis 26 µg P/l og 14 µg/l) kan innsjøen karakteriseres som næringsrik (eutrof). Konsentrasjonen av total-nitrogen var ikke spesielt høy, med en middelverdi på 422 µg N/l. Det relativt lave N:P-forholdet og svært lave konsentrasjoner av nitrat i sommermånedene kan tyde på at algeveksten til tider kan være begrenset av tilgangen på løste nitrogenforbindelser.

Biomassen av planktoniske alger varierte i området 0,8-4,2 g/m³ våtvekt med et middel for algeveksts sesongen på 2,4 g/m³. Dette karakteriserer også innsjøen som eutrof. Planteplanktonet var i store deler av sesongen dominert av *Gonyostomum semen*, en art innen gruppen Raphidophyceae. Arten representerte 51 % av middelbiomassen og som mest over 80 % av totalbiomassen. *G. semen* har en østlig utbredelse i Norge, og den har vist seg å opptre med store biomasser spesielt i en del humusrike, eutrofierte innsjøer. Den regnes som en problemalge fordi den kan sette lukt og smak på vannet og kan føre til kløe og utslett hos badende når den forekommer i store mengder. Blågrønnalger utgjorde en relativt liten del av middelbiomassen (3,6 %), men var representert med arter som indikerer eutrofe forhold. Dyreplanktonets sammensetning var karakteristisk for næringsrike innsjøer med et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. Andelen effektive algebeitere var lav.

Det ser ikke ut til å ha skjedd vesentlige endringer i Gjesåssjøens miljøtilstand siden de forrige undersøkelsene på slutten av 1990-tallet. Miljøtilstanden i 2009 vurderes totalt sett som moderat (mindre god) med hensyn til overgjødning. Det anbefales derfor at tiltak gjennomføres for å begrense tilførselene av næringsstoffer. Dette for å redusere sannsynligheten for uønskede algeoppblomstringer. En eventuell bedring av vannkvaliteten vil også kunne bedre forholdene for ulike brukerinteresser slik som bading, fiske og rekreasjon.

Gardsjøen er en ca. 0,3 km² stor, langsmal kroksjø (meander), avsnørt fra Glåma. Innsjøen er sterkt humuspåvirket og ligger i grenseområdet mellom kalkfattige og moderat kalkrike innsjøer. Ut fra midlere algemengde målt som klorofyll-*a* (9 µg/l) og biomasse av planteplankton i august kan innsjøen karakteriseres som middels næringsrik (mesotrof). Basert på klorofyll-*a* kan tilstanden betegnes som god, men vurderingen er usikker siden algemengden varierte svært mye gjennom sesongen, og vi har observasjoner fra bare ett år. Konsentrasjonen av total-fosfor var høy, tilsvarende eutrofe forhold, og middelverdien på 26 µg P/l tilsier moderat tilstand. Meget lave konsentrasjoner av nitrat i juni og august kan tyde på at algeveksten til tider kan være begrenset av tilgangen på løste nitrogenforbindelser også i Gardsjøen. Dyreplanktonets sammensetning var karakteristisk for næringsfattige til middels næringsrike innsjøer med et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk.

En betydelig del av fosforet i Gardsjøen vil være bundet til humus og er dermed lite tilgjengelig for algevekst. Den høye maksimumsverdien for klorofyll-*a* i august viste imidlertid at det var potensial for stor algevekst i innsjøen. Totalt sett vurderes Gardsjøens miljøtilstand som moderat. Tilførselene av næringsstoffer bør etter vår vurdering reduseres for å hindre en forverring av tilstanden.

Summary

The report describes the results from an investigation of water quality and environmental status of lakes Gjesåssjøen and Gardsjøen in the county of Hedmark. Based on mean values of chlorophyll-*a*, total phosphorus, algal biomass and composition of phytoplankton in 2009, Lake Gjesåssjøen can be characterized as a eutrophic lake. During August and September the phytoplankton community was strongly dominated by the problem algae *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae). If the density of *G. semen* is high, it can be a nuisance to bathers by causing itch and allergic reactions. The ecological status of the lake was classified as moderate in 2009. The trophical state of the lake has probably not changed significantly since the 1990ies.

In Lake Gardsjøen, the concentration of chlorophyll-*a* varied considerably through out the algal growth season. Based on chlorophyll-*a* mean value, the ecological status is classified as good. However, high concentrations of total phosphorus and occasionally high algal biomass showed that there was a potential for strong algal growth. In summary the ecological status of Lake Gardsjøen is classified as moderate.

Title: Lakes Gjesåssjøen and Gardsjøen in the county of Hedmark. An investigation of water quality in 2009.

Year: 2010

Author: Jarl Eivind Løvik

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5666-6

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I brev av 3. april 2009 til tre ulike konsulenter i Østlandsområdet bad Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernnavdelingen om tilbud på innhenting av vannkvalitetsdata for beskrivelse av vannkvaliteten i naturreservatene Gjesåssjøen og Gardsjøen i Solør. Det er gjennomført flere undersøkelser av vannkvaliteten i Gjesåssjøen tidligere, men Fylkesmannen uttrykte behov for oppdatert kunnskap i forbindelse med utarbeiding av forvaltningsplan for naturreservatet. Fra Gardsjøen kjenner en bare til sporadiske vannkvalitetsdata, og også for denne innsjøen var det behov for noe mer kunnskap i forbindelse med utformingen av en forvaltningsplan. Et tilbud fra NIVA datert 28. april 2009, ble akseptert av Fylkesmannen og meddelt NIVA Østlandsavdelingen i brev datert 7. mai 2009.

1.2 Kort beskrivelse av innsjøene

Gjesåssjøen er en ca. 4 km² stor, grunn og næringsrik innsjø ca. 7 km nord for Flisa i Åsnes kommune (Tab. 1, Fig. 1 og 3, Berge mfl. 2001). Innsjøen med kantsone ble fredet som naturreservat i 2002. Innsjøens nedbørfelt er vel 54 km² stort, og dyrka mark utgjør 19 % av nedbørfeltet med hoveddelen i innsjøens umiddelbare nærhet (Bratli 1997). Den viktigste produksjonen er korn og poteter. Ca. 20 % av nedbørfeltet ligger under marin grense og utgjøres i stor grad av jordbruksarealer. Gjesåssjøen har utløp til elva Hasla som munner ut i Glåma like nord for tettstedet Flisa.



Figur 1. Gjesåssjøen med prøvestasjon og nærmeste omgivelser.

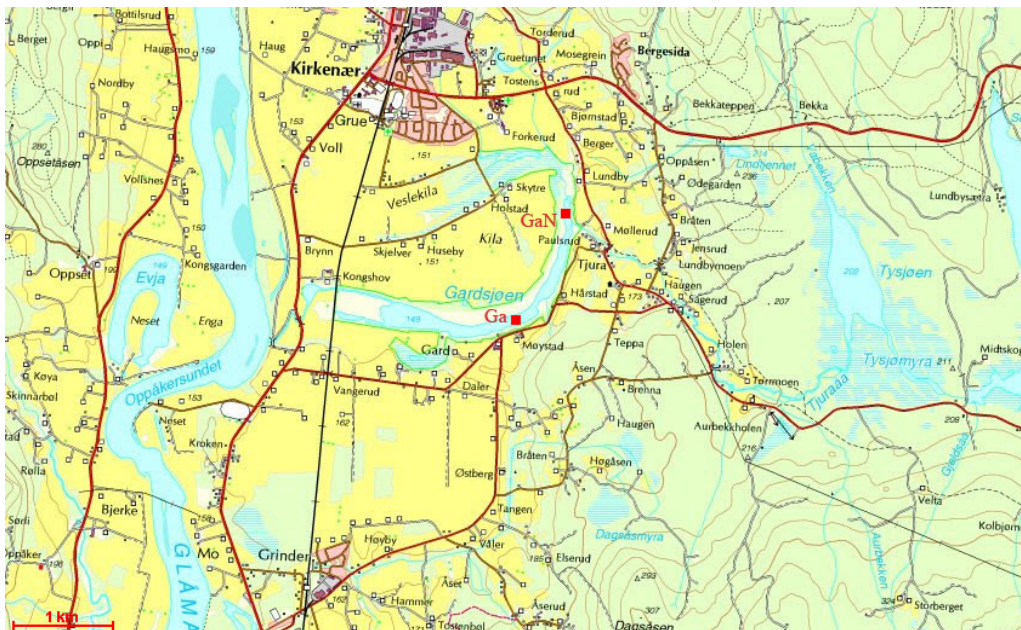
Vannkvaliteten i Gjesåssjøen er tidligere undersøkt i 1985, 1988 og i årene 1996-2000 (Rognerud 1986, Faafeng mfl. 1990, Bratli 1997 og 1998, Berge mfl. 2000 og 2001). På bakgrunn av de relativt høye konsentrasjonene av næringsstoffer og de store mengdene som ble registrert på 1990-tallet, ble tilstanden karakterisert som dårlig (tilstandsklasse IV, jf. Andersen mfl. 1997). Siktedypet var relativt lavt, delvis pga. betydelig humuspåvirkning. Prøver fra slutten av vinterstagnasjonen (12. april) i 2000 viste gode oksygenforhold på maksimalt dyp og ikke forhøyede næringsstoffkonsentrasjoner mot dypet (Berge mfl. 2001).

Tabell 1. Hydrologiske data for Gjesåssjøen og Gardsjøen. Kilder: ¹ NVE Atlas, ² Bratli (1997), ³ Rognerud (1986).

		Gjesåssjøen	Gardsjøen
Vatn nr. ¹		239	3950
Høyde over havet ¹	m	176	149
Overflateareal ¹	km ²	3.9755	0.3249
Nedbørfeltets areal ²	km ²	54.5	
Innsjøens volum ³	mill. m ³	10.4	
Middeldyp ³	m	2.5	
Maks dyp ³	m	3.5	
Teoretisk oppholdstid ³	år	0.58	

Gardsjøen er en delvis vannfylt meander (kroksjø), avsnørt fra Glåma, ca. 2-3 km sør for Kirkenær i Grue kommune (Fig. 2 og 3). Nedbørfeltet er relativt stort og omfatter bl.a. Frysjøen (205 moh.) som har utløp via Tysjøen (201 moh.) og videre via den viktigste tilløpselva til Gardsjøen, Tjuraå. Det ca. 1 km lange utløpet fra Gardsjøen munner ut i Glåma i Oppåkersundet.

Nedbørfeltet er dominert av skog, men i nærområdet er det mye jordbruk og en god del bebyggelse. Det har vært rapportert om forurensningsepisoder med påfølgende massiv fiskedød, spesielt i den nordlige delen av innsjøen (pers. oppl. Oddmund Wold, Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernadv. og Arne Skytteren, Kirkenær). Forurensningen antas å ha stammet fra treindustrien på Kirkenær via ”Stordika”, ei grøft som munner ut i Gardsjøens nordlige del.



Figur 2. Gardsjøen med prøvestasjoner og nærmeste omgivelser.

Innsjøen har et overflateareal på 325 da, og den er smal og grunn. Dette gir et lite innsjøvolum som i kombinasjon med et stort nedbørfelt innebærer at vannutskiftingen eller vanngjennomstrømningen er stor i hvert fall i deler av året (liten oppholdstid på vannet). Vannstanden i Gardsjøen påvirkes i stor grad av vannstanden i Glåma, men også av tilførslene fra Frysjøen og nedbørfeltet for øvrig. Før flomverkene langs Glåma ble bygd (1968-1969), strømmet vann fra Glåma inn i Gardsjøen hver vår i perioden april-mai til litt inn i juni (pers. oppl. Arne Skytteren). Nå er det vanlig at vannstanden om våren stiger fra ca. nivå 148 moh. til 150,50 moh. (ca. 2,5 m). Når vannstanden når nivå 150,50 moh., noe som skjer nesten hver vår, settes det i gang pumper for å hindre ytterligere stigning bl.a. av hensyn

til jordbruket i området. I følge A. Skytteren (pers. oppl.) holder sommervannstanden seg nå vanligvis høyere enn i første del av 1900-tallet, før vannkraft-reguleringene i Glåma.

Følgende fisekarter er registrert i Gardsjøen (pers. oppl. A. Skytteren): gjedde, abbor, brasme, mort, laue og vederbuk.



Gjesåssjøen 2. juli 2009



Gjesåssjøen 5. august 2009



Gardsjøen 2. juli 2009



Gardsjøen 7. oktober 2009

Figur 3. Bilder fra Gjesåssjøen og Gardsjøen 2009. Legg merke til inntørket algebegroing i Gardsjøen i oktober (nederst til høyre). Foto: Gjermund Tomasgard og Jarl Eivind Løvik

1.3 Målsetting

Hovedhensikten med undersøkelsen har vært å skaffe fram data og kunnskap om vannkvalitet og økologisk tilstand i Gjesåssjøen og Gardsjøen basert på vannkjemiske målinger, observasjoner av siktedyp og biologiske analyser av plankton. Vurderingene skulle primært gjelde miljøtilstand eller forurensningssituasjonen med hensyn til effekter av næringsstoffer, dvs. eutrofiering (overgjødning). For Gjesåssjøens del skulle resultatene også sammenholdes med resultater fra tidligere undersøkelser for om mulig å avdekke eventuelle endringer i innsjøens tilstand.

2. Program og gjennomføring

Fra begge innsjøene ble det samlet inn prøver én gang pr. måned i perioden juni-oktober. Prøvene ble samlet inn som blandprøver fra de øvre, varme vannlagene (epilimnion, 0-2 m) sentralt i innsjøene (Tab. 2, Fig. 1-2), og ble analysert med hensyn til følgende kjemiske variabler:

Gjesåssjøen: total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N), nitrat, kalsium, farge, pH, alkalitet, konduktivitet, turbiditet, silisium og algemengde målt som klorofyll-*a* (kl-*a*). I tillegg ble det målt på totalt organisk karbon (TOC) 2 ganger.

Gardsjøen: tot-P, tot-N, nitrat, kalsium, farge, og kl-*a*. I tillegg ble det her tatt vannprøver for måling av pH, alkalitet, konduktivitet og TOC to ganger og turbiditet fire ganger. Etter at prosjektet var etablert, bad Fylkesmannes miljøvernavdeling om at det ble tatt ut en ekstra prøve i nordre del av Gardsjøen. Dette ble gjort den 3. september, og prøven ble analysert for pH, alkalitet, konduktivitet, farge, turbiditet, tot-P, tot-N og TOC. En oversikt over kjemiske analysemetoder/-betegnelser er gitt i vedlegget.

Tabell 2. *Prøvestasjonenes UTM-referanser (UTM-sone 32 og 33).*

Stasjonsnavn	Stasjonskode	32 N	32 Ø	33 N	33 Ø
Gjesåssjøen	Gj	6731023	662442	6731151	334764
Gardsjøen	Ga	6703344	669688	6702927	339458
Gardsjøen Nord	GaN	6704447	670085	6703989	339954

I Gjesåssjøen ble det samlet inn kvantitative prøver for analyser av planteplanktonets mengde og sammensetning, som blandprøver fra epilimnion (0-2 m). Det ble her benyttet såkalt rask metode, dvs. at hovedgruppene og de viktigste/dominerende artene ble bestemt ved mikroskopering. Det ble også samlet inn prøver av dyreplankton i form av håvtrekk (maskevidde 50 μ = 0,05 mm). Disse gir et kvalitativt bilde av dyreplanktonets sammensetning. Prøver av plante- og dyreplankton i Gardsjøen ble samlet inn og analysert på den ene av prøvedatoene, 5. august.

Siktedyp og vanntemperaturer ble målt hver gang.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Gjesåssjøen

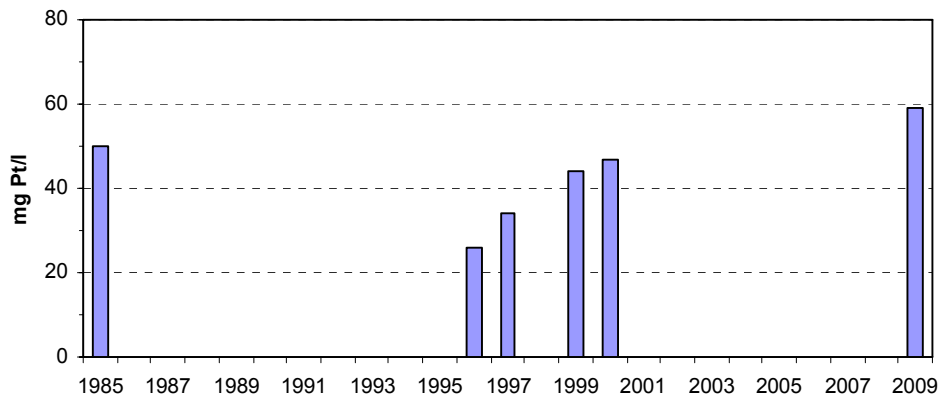
3.1.1 Generell vannkvalitet - typifisering

Tabell 3 gir en del karakteristiske verdier for den generelle vannkvaliteten i Gjesåssjøen. Primærdata finnes i vedlegget.

Tabell 3. *Middelverdier for fysisk/kjemiske variabler og siktedyp i Gjesåssjøen i 2009.*

pH	Alkalitet mmol/l	Konduktivitet m S/m	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Turbiditet FNU	Kalsium mg Ca/l	Siktedyp m
6,9	0,166	4,3	59	11	2,9	4,2	2,2

Gjesåssjøen hadde en vannkvalitet som betegnes som svakt surt til omkring nøytral med god bufferevne mot forsurening (jf. pH, og alkalitet). En konduktivitet på vel 4 m S/m viser at innholdet av løste mineralsalter er lavt, men ikke ekstremt lavt sammenlignet med mange andre norske innsjøer. Høye middelverdier for farge og TOC viser at innsjøen er sterkt humuspåvirket. Av Fig. 4 framgår det at fargen kan variere mye fra år til år (jf. perioden 1996-2000), og at middelverdien for 2009 er den høyeste som er registrert i Gjesåssjøen.

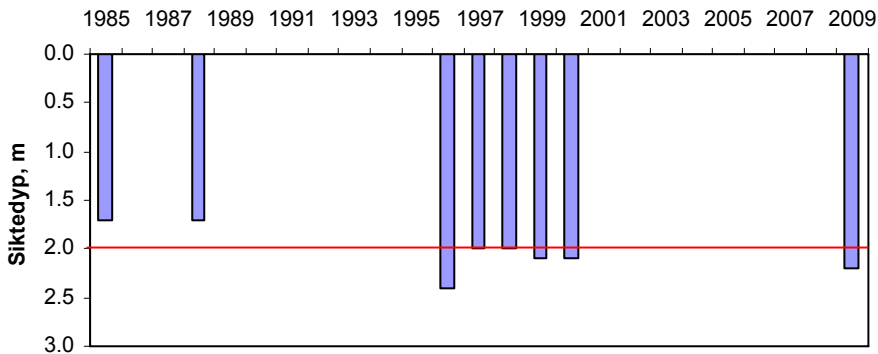


Figur 4. *Middelverdier for farge i Gjesåssjøen.*

Turbiditet er et mål på konsentrasjonen av partikler i vannet. Middelverdi på 2,9 FNU i 2009 indikerer relativt høyt partikkelinnhold, dvs. at vannet kan virke grumset. Ut fra turbiditeten kan vannkvaliteten karakteriseres som dårlig mht. partikler i 2009 (jf. Andersen mfl. 1997). Siktedypet var nokså lavt i Gjesåssjøen og varierte i intervallet 1,7-2,7 m i 2009. Dette skyldes mye humusfarge, partikler og planktonalger (se avsn. 3.1.3).

Typologien for norske innsjøer benyttes til å kategorisere innsjøene i ulike typer med utgangspunkt i om de ligger i lavlandet, i skog eller fjelltrakter, innsjøens størrelse, kalkinnhold og humuspåvirkning. Responser på f.eks. økte tilførsler av næringsstoffer varierer for ulike typer innsjøer, og de naturgitte konsentrasjonene av f.eks. kalsium, humus, fosfor osv. bør tas i betraktning når grenseverdier for miljøtilstanden skal fastsettes. Dette er også gjort i den nye klassifiseringsveilederen fra Direktoratgruppa for gjennomføring av vanddirektivet (2009), der typologien er modifisert etter Solheim og Schartau (2004). I henhold til denne tilhører Gjesåssjøen Type nr. 4 (NGIG type L-N8),

dvs. små (<5 km²), moderat kalkrike (4-20 mg Ca/l), humøse (30-90 mg Pt/l) innsjøer i lavlandet (<200 moh.).



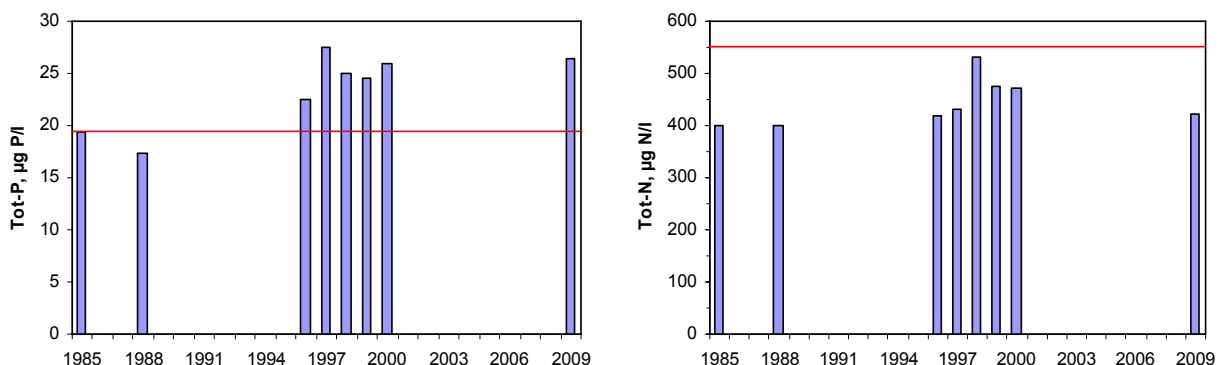
Figur 5. Middelerverdier for siktedyb i Gjesåssjøen. Rød, horisontal linje angir grensen mellom God (>2 m) og Moderat økologisk tilstand i henhold til den nye klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet 2009).

3.1.2 Næringsstoffer

Tilgangen på næringsstoffer som løste forbindelser av fosfor og nitrogen er avgjørende for hvor mye alger (planteplankton) som utvikles i de frie vannmasser. Det er også en viktig faktor for hvor mye og hvilke typer vannplanter og begroingsalger som kan vokse i gruntområder og langs land.

Det har i lengre tid vært allment antatt at det er tilgangen på fosfor som er begrensende for algeveksten i de fleste innsjøer. Fosfor regnes i praksis å være begrensende for algeveksten når forholdet mellom tot-P og tot-N (N/P-forholdet) er høyere enn 12, mens ved lavere verdier er nitrogen begrensende (Berge 1987 med referanser). Nyere forskning tyder på at nitrogen kan være begrensende bl.a. i mange relativt ”upåvirkede” innsjøer i skog- og fjelltrakter i f.eks. sentrale områder av Norge (Elser mfl. 2009). Lokalt er det imidlertid fortsatt viktig å ha oppmerksomheten rettet mot fosfor med tanke på å hindre overgjødning av innsjøer.

I Gjesåssjøen varierte konsentrasjonen av total-fosfor i intervallet 22-35 µg/l med en middelerverdi på 26 µg/l i 2009 (se Fig. 6 og vedlegg). Dette kan betegnes som høye verdier og gir grunnlag for å karakterisere Gjesåssjøen som en næringsrik eller eutrof innsjø (Faafeng mfl. 1991).



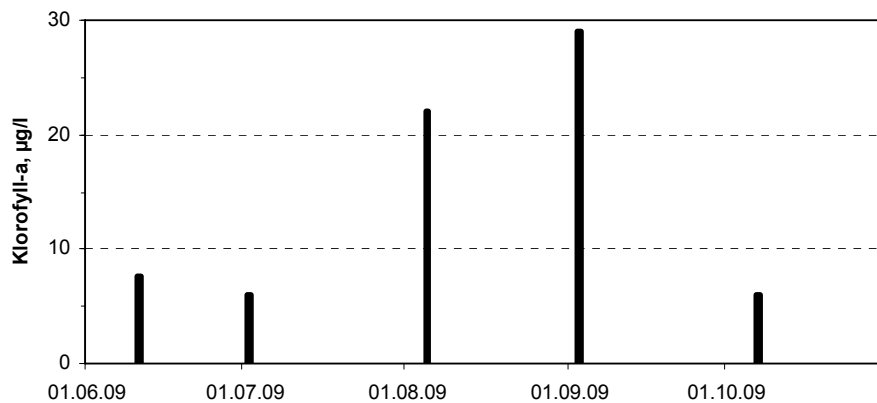
Figur 6. Middelerverdier av total-fosfor og total-nitrogen i Gjesåssjøen i perioden 1985-2009. Rød horisontale linjer angir grensene mellom God og Moderat økologisk tilstand i henhold til den nye klassifiseringsveilederen.

Konsentrasjonene av total-nitrogen varierte i intervallet ca. 310-500 $\mu\text{g/l}$ med middelværdi 422 $\mu\text{g/l}$. N/P-forholdet var relativt lavt, dvs. det varierte mellom 12,4 og 21,0 (middel 16,2). Videre var konsentrasjonen av nitrat lavere enn deteksjonsgrensa på 10 $\mu\text{g N/l}$ allerede fra begynnelsen av juni og til uti august. Dette kan være indikasjoner på at tilgang på løste nitrogen-forbindelser kan være begrensende for algeveksten, i hvert fall i perioder. En slik tilstand er uheldig fordi det kan forverre en eutrofi-situasjon ved at blågrønnalger favoriseres framfor andre algegrupper. Dette henger sammen med at en del arter av blågrønnalger (cyanobakterier) kan fikse atmosfærisk nitrogen. Store mengder blågrønnalger er uønsket bl.a. fordi mange arter kan ha toksinproduserende stammer. Konsentrasjonen av silisium var meget lav i juli ($<0,05 \text{ mg/l}$), noe som muligens kunne begrense kiselalgenes vekst.

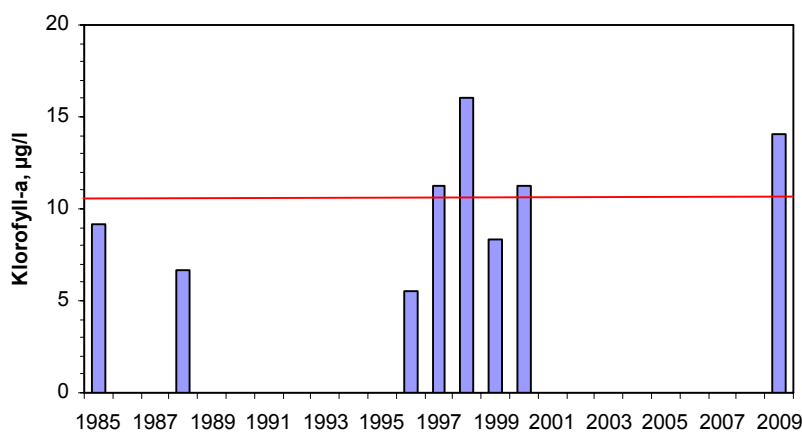
På bakgrunn av middelværdiene av tot-P og tot-N i Fig. 6 kan det se ut som om det ikke har skjedd noen nevneverdige endringer i konsentrasjonene siden 1990-tallet, og at konsentrasjonen av tot-P har økt noe sammenlignet med på 1980-tallet. De relativt spredte undersøkelsen fra 1980-tallet og fram til 2009 gir imidlertid ikke grunnlag for noen sikker analyse av eventuelle tidstrender i vannkvaliteten.

3.1.3 Plantep plankton

Algemengden målt som klorofyll-*a* varierte i 2009 i området 6-29 $\mu\text{g/l}$ med høyeste verdi i begynnelsen av september (Fig. 7 og vedlegg). Ut fra middelværdien på 14,1 $\mu\text{g/l}$ kan innsjøen karakteriseres som eutrof (jf. Faafeng mfl. 1991).



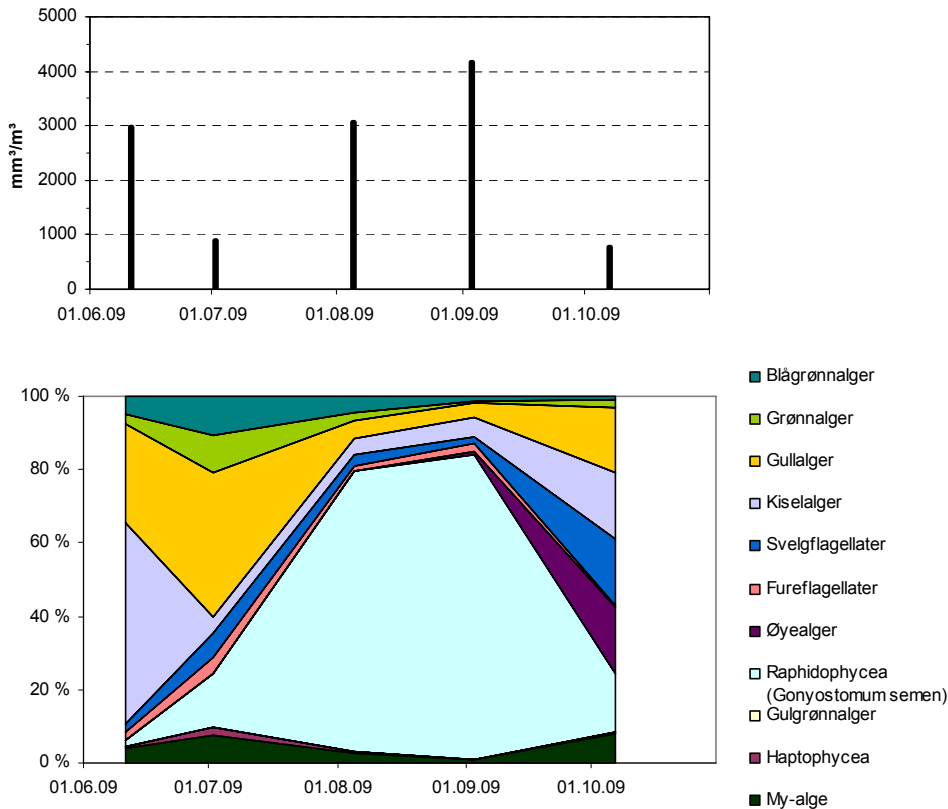
Figur 7. *Algemengde i Gjesåssjøen i 2009, målt som klorofyll-a i sjiktet 0-2 m.*



Figur 8. *Midlere algemengde i Gjesåssjøen målt som klorofyll-a i 1985, 1988, 1996-2000 og 2009. Rød horisontal linje angir grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.*

Vurdert ut fra gjennomsnitt klorofyll-*a* har det ikke skjedd noen bedring i overgjødningssituasjonen i Gjesåssjøen sammenlignet med i perioden 1996-2000. Middelerdien for algeveksts sesongen 2009 er den nest høyeste som er registrert.

Innsjøens vannkvalitet mht. overgjødning er vurdert på grunnlag av mengden og sammensetningen av planteplanktonet i henhold til Brettum og Andersen (2005). Planteplanktonets mengde og sammensetning i 2009 er framstilt i Fig. 9, mens artslisten og primærdata finnes i vedlegget. Totalvolumet varierte i området ca. 780-4200 mm³/m³ (=0,78-4,2 g/m³ våtvekt) med et middelvolum på 2378 mm³/m³. Middel- og maksverdiene er karakteristiske for eutrofe innsjøer. De høyeste algevolumene ble observert i begynnelsen av september, i likhet med klorofyll-*a*.



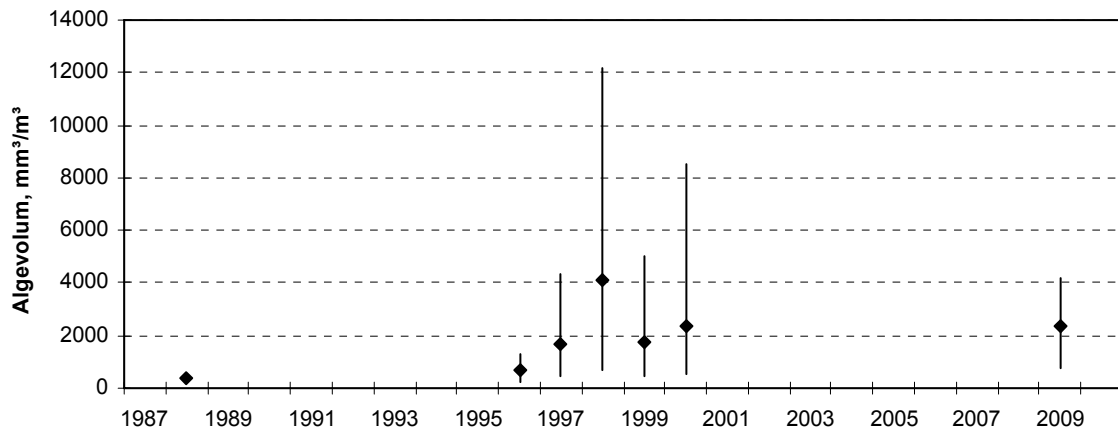
Figur 9. Planteplanktonets mengde og sammensetning i Gjesåssjøen i 2009.

Gonyostomum semen har en østlig utbredelse i Norge og har vist seg å kunne opptre med store biomasser spesielt i humuspregete, mer eller mindre overgjødlede innsjøer. Arten regnes som en problemalge da den setter lukt på vannet og kan føre til kløe og utslett hos badende når den opptre i store mengder. Gruppen blågrønnalger (cyanobakterier) utgjorde en liten andel av totalvolumet (3,6 % i gjennomsnitt), men var representert med arter som er indikatorer for middels næringsrike (mesotrofe) til næringsrike (eutrofe) innsjøer slik som *Anabaena cf. solitaria f. planctonica* og indikatorer for svært næringsrike (polyeutrofe og hypereutrofe) innsjøer slik som *Microcystis wesenbergii*.

Algemengden var relativt lav i 1988 tilsvarende oligomesotrofe forhold. Det skjedde en markant økning fra 1996 til et meget høyt nivå i 1998, og det var relativt høye algevolumer også i årene 1999, 2000 og 2009. Ut fra middelverdiene kan innsjøen betegnes som mesotrof i 1996, eutrof i 1997, 1999, 2000 og 2009 og polyeutrof (meget næringsrik) i 1998. I store deler av sesongen 1996 var algesamfunnet dominert av kiselalger og spesielt *Aulacoseira ambigua*. Arten regnes som en god indikator for eutrofe forhold. *Gonyostomum semen* ble første gang registrert i 1997 og allerede da med en stor andel av totalvolumet i juli-september. Siden den gang har den vært dominerende i store deler av

sesongen i alle år vi har observasjoner fra. De største tetthetene av algen ble observert i juli 1998. Blågrønnalger har ikke vært sterkt dominerende i noen av sesongene vi har data fra, men på det meste representerte denne gruppen ca. 30 % av totalbiomassen (september 1997).

Observasjonene i 2009 med til dels høye algevolumer og sterk dominans av *G. semen* indikerer en innsjø som ikke er i økologisk balanse. Algemengdene var høyere enn i 1996, men lavere enn i 1998 og omtrent på samme nivå som i 1997, 1999 og 2000 (Fig. 10). Det kan derfor ikke sies å være noen klare tegn til endring av tilstanden sammenlignet med perioden 1997-2000. Middelverdien fra 1988 er noe mer usikker (bare 4 observasjoner), men det kan se ut som innsjøen nå befinner seg noe høyere opp på eutrofi-skalaen enn på slutten av 1980-tallet og i 1996.



Figur 10. Total algevekslingsmengde i Gjesåssjøen i 1988, 1996-2000 og i 2009. Figuren viser middelverdier og variasjonsbredder for algeveksts sesongene. Data fra: Faafeng mfl. (1990), Bratli (1998), Berge mfl. (2000 og 2001).

3.1.4 Dyreplankton

Resultatene av dyreplanktonanalysene er gitt i Tab. 4-5. Til sammen ble det registrert 8 taksa av hjuldyr, 5 taksa av hoppekreps og 8 taksa av vannlopper. Dette kan karakteriseres som en normal og relativt artsrik dyreplanktonfauna. Fravær av typiske oligotrofi-indikatorer og stor forekomst av eutrofi-indikatorer som hjuldyret *Polyarthra euryptera* og vannloppen *Daphnia cucullata* viser en sammensetning som er karakteristisk for næringsrike innsjøer (Hessen mfl. 1995).

Graden av predasjon (beiting) fra planktonspisende fisk har ofte stor innvirkning på sammensetningen av dyreplanktonet. Dette fordi fisken foretrekker store og lett synlige planktonformer. Økende predasjonstrykk fører derfor til at sammensetningen forskyves i retning mer småvokste arter og individer. I Gjesåssjøen var dyreplanktonet også dominert av småvokste arter og individer (Tab. 4-5), noe som trolig i stor grad var forårsaket av et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. Predasjonspresset var likevel ikke større enn at den nokså storvokste vannloppen *Limnospida frontosa* kunne utvikle en forholdsvis god bestand.

Storvokste dafnier regnes som de mest effektive algebeiterne innen dyreplanktonet. Store bestander av slike planktonkreps er derfor gunstig med tanke på en innsjøes "selvrensingsevne". Ut fra sammensetningen innen krepsdyrplanktonet (svært liten andel av store dafnier) kan Gjesåssjøens selvrensingsevne (i de åpne vannmasser) antas å være liten.

Tabell 4. *Dyreplankton i Gjesåssjøen i 2009. 1 = få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende.*

	11. jun.	2. jul.	5. aug.	3. sep.	7. okt.
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>					
Keratella cochlearis	2	2	2	2	2
Kellicottia longispina	2	2	2	1	1
Asplanchna priodonta			1		
Synchaeta spp.		3	3	1	
Polyarthra euryptera		1	3		
Polyarthra spp.	3	2	2	1	1
Gastropus sp.	2	2		1	
Trichocerca cf. birostris			2	3	
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>					
Heterocope appendiculata		1			
Eudiaptomus gracilis	3	3	3	3	3
Mesocyclops leuckarti		3	2	3	2
Thermocyclops oithonoides	2	3	3		1
Cyclopoida ubest. cop.	2	2	2	1	
Cyclopoida ubest. naup.	3	2	2	2	2
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>					
Leptodora kindtii	2	2	2		1
Diaphanosoma brachyurum			1		1
Limnospira frontosa	1	2	2	2	1
Daphnia cristata	3	2	1	2	2
Daphnia cucullata	1		2	3	3
Bosmina longirostris					1
Polyphemus pediculus			1	1	
Chydorus sphaericus			1		1

Tabell 5. *Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Gjesåssjøen i 2009.*

	D. cristata	D. cucullata	L. frontosa
Middel	1.02	1.11	1.53
Min	0.94	0.88	1.26
Maks	1.18	1.34	1.74
Standardavvik	0.06	0.13	0.16
N	20	20	15

3.2 Gardsjøen

3.2.1 Generell vannkvalitet - typifisering

En del karakteristiske verdier som viser den generelle vannkvaliteten i Gardsjøen, er gitt i Tab. 6.

Tabell 6. *Middelverdier for generelle vannkvalitetsvariabler i Gardsjøen i 2009.*

pH	Alkalitet mmol/l	Konduktivitet m S/m	Farge mg Pt/l	TOC mg C/l	Turbiditet FNU	Kalsium mg Ca/l	Siktedyp m
6,3	0,113	4,0	107	12,2	3,5	3,7	1,6

pH på 6,3 og alkalitet på 0,113 mmol/l tyder på svakt sure vannmasser og relativt god bufferevne mot forsurening. Konduktivitet og konsentrasjonen av kalsium var litt lavere enn i Gjesåssjøen. Dette indikerer at vannet er relativt ionefattig og kalkfattig. Stor vannutskifting gjør imidlertid at en kan forvente relativt store variasjoner gjennom året. Gardsjøen hadde høye fargetall (65-160 mg Pt/l) og høy TOC, dvs. at innsjøen kan karakteriseres som sterkt humuspåvirket. Turbiditet på 2,4 - 4,8 FNU

viser relativt høyt partikkelinnhold. Prøven som ble innsamlet den 2. juli, hadde betydelig høyere turbiditet (168 FNU), noe som trolig skyldtes oppvirvling av bunnslam enten pga. vannstrømmen eller selve prøvetakingen. En forklaring på dette kan være at vannstanden var meget lav på dette tidspunktet. Vi anser denne prøven for ikke å være representativ, og har derfor valgt å ikke benytte resultatene av de kjemiske målingene (bortsett fra klorofyll-*a*) og siktedypsobservasjonene fra denne datoen i vurderingene.

Siktedypet var lavt (1,3-2,0 m) pga. mye partikler, humusfarge og alger (se avsnitt 3.2.3).

Det er mest nærliggende å plassere Gardsjøen i innsjøtype nr. 2 (NGIG type L-N3), dvs. ”små, kalkfattige, humøse innsjøer i lavlandet”. Gardsjøen hadde imidlertid i 2009 enda høyere fargetall enn denne typen (30-90 mg Pt/l), og kalsium var nær grensen til ”moderat kalkrike”. Dette i tillegg til innsjøens spesielle karakter for øvrig gjør at en muligens bør kunne vurdere miljøtilstanden ut fra noe ”slakere” grenser enn de som gjelder for Type nr. 2, f.eks. Type nr. 4 (samme som Gjesåssjøen).

Prøvestasjonen i nordre del av Gardsjøen hadde noe høyere konsentrasjon av mineralsalter, partikler og organisk stoff enn det hovedstasjonen hadde den 3. september.

3.2.2 Næringsstoffer

Konsentrasjonen av tot-P varierte i intervallet 20-31 µg P/l med middelerdi 26 µg P/l (se vedlegg). Dette tilsvarer næringsrike forhold og tyder på at innsjøen tilføres næringsrikt vann fra nedbørfeltet. Til sammenligning kan nevnes at median-konsentrasjonen av total-fosfor i Glåma på strekningen fra Braskereidfoss til Funnefoss/Ulleren har ligget på ca. 5-10 µg P/l, mens median-konsentrasjonen i Flisa har ligget på ca. 9-10 µg P/l (<http://hedmark.miljostatus.no>). Siden Gardsjøen er sterkt humuspåvirket, vil en betydelig del av fosforet være lite tilgjengelig for algevekst.

Konsentrasjonen av total-nitrogen varierte i intervallet ca. 320-1060 µg N/l med middelerdi 575 µg N/l. Dette tilsvarer nærmest middels næringsrike forhold og er ikke spesielt høye verdier sammenlignet med verdiene for tot-P. Et til tider lavt N/P-forhold (<12) og periodevis meget lave nitrat-konsentrasjoner (<10 µg N/l) kan tyde på at algeveksten kan være nitrogenbegrenset i perioder også i Gardsjøen. Dette er lite gunstig med tanke på eventuell framvekst av blågrønnalger.

Prøvestasjonen i nordre del av innsjøen hadde den 3. september betydelig høyere konsentrasjon av tot-P enn hovedstasjonen, henholdsvis 42 µg P/l og 20 µg P/l. Konsentrasjonen av tot-N var også noe høyere på stasjonen i nord, henholdsvis 599 µg N/l og 427 µg N/l, men var innenfor variasjonsområdet for hovedstasjonen.

3.2.3 Planteplankton

Algemengden målt som klorofyll-*a* var høy på sommeren med 10-20 µg/l og lav i september og oktober (2,4-2,8 µg/l). Middelerdien på 9 µg/l tilsvarer middels næringsrike (mesotrofe) forhold. Planteplanktonprøven fra august inneholdt et relativt høyt biovolum (2838 mm³/m³). Antar en at dette representerte maksverdien for sesongen (jf. klorofyll-*a*), indikerte det mesotrofe forhold.

Planteplanktonet var dominert av gullalger (små og store chrysonader samt *Synura* sp.), som utgjorde 51 % av totalvolumet, og av svelgflagellater (*Cryptomonas* sp.) som representerte 36 % av totalvolumet. *Gonyostomum semen* ble ikke registrert her, og blågrønnalger representerte mindre enn 1 %. Sammensetningen er karakteristisk for relativt næringsfattige innsjøer, men forekomst av blågrønnalgen *Anabaena solitaria* f. *planctonica* kan være en indikasjon på noe mer tilgang på næringsstoffer.

3.2.4 Dyreplankton

Dyreplankton ble bare undersøkt i en prøve fra august. Sammensetningen av dyreplanktonet kan betegnes som ”tilnærmet normal”; det var relativt mange arter eller taksa av hjuldyr og vannlopper, men bare et fåtall arter av hoppekreps ble funnet, og gruppen calanoide hoppekreps ble ikke registrert (Tabell 7). I de fleste innsjøer finnes denne gruppen med minst en art. Det kan være flere årsaker til at gruppen ikke var representert her. Prøvetaking gjennom hele sesongen kunne ha resultert i funn av en eller flere arter, men det er også mulig at calanoide hopperkreps har problemer med å etablere seg. Dette kan f.eks. skyldes et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk (se nedenfor), i kombinasjon med at innsjøen er svært grunn og har rask gjennomstrømning.

Tabell 7. Dyreplankton i Gardsjøen 5.8.2009. 1 = få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende.

Hjuldyr (Rotifera):		Hoppekreps (Copepoda):		Vannlopper (Cladocera):	
Keratella cochlearis	2	Thermocyclops oithonoides	3	Leptodora kindtii	1
Kellicottia longispina	1	Cyclopoida ubest. cop.	1	Diaphanosoma brachyurum	1
Asplanchna priodonta	1	Cyclopoida ubest. naup.	3	Limnosida frontosa	1
Synchaeta spp.	2			Daphnia cristata	3
Polyarthra spp.	2			Ceriodaphnia quadrangula	2
Trichocerca cf. birostris	1			Bosmina longispina	2
Rotifera ubest.	1			Bosmina longirostris	2
				Chydoridae ubest.	2

Dyreplanktonet var sammensatt av arter som er vanlige i et vidt spekter av innsjøtyper på Østlandet fra næringsfattige til relativt næringsrike, men ingen sikre eutrofi-indikatorer ble registrert. Gruppen Chydoridae omfatter arter som i hovedsak finnes i tilknytning til strandsonen og vegetasjonsbelter (litorale småkreps). Denne gruppen var her representert med flere ikke nærmere identifiserte arter.

Krepsdyrplanktonet var dominert av små arter og former slik som den cyclopoide hoppekrepsen *Thermocyclops oithonoides* og vannloppene *Daphnia cristata* og *Bosmina longirostris*. Middellengden av voksne hunner av de to sistnevnte artene var på henholdsvis 0,68 mm og 0,33 mm (Tabell 8). Dette kan tyde på at det her har vært et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk.

Tabell 8. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) i Gardsjøen 5. august 2009.

	Daphnia cristata	Bosmina longirostris
Middel	0.68	0.33
Min	0.58	0.28
Maks	0.82	0.36
Standardavvik	0.06	0.03
N	20	17

Andelen av effektive algebeitere (store dafnier) var lik null i prøven fra august. Det vil si at innsjøens ”selvrensingsevne” (i de frie vannmasser) trolig kan karakteriseres som svært liten.

4. Innsjøenes miljøtilstand – oppsummering

Begge innsjøene er grunne og har betydelige arealer med vannvegetasjon. Vegetasjonsområdene er meget viktige både for omsetningen av næringsstoffer, for sedimentasjon av partikulært materiale og som habitat for vannlevende dyr og fugl. Disse områdene er ikke undersøkt i dette prosjektet; her er det vannkvaliteten og de biologiske forholdene i de frie vannmasser (pelagialen) som er vurdert. I slike grunne, eutrofierte innsjøer kan imidlertid også vannkvaliteten i de frie vannmasser påvirkes betydelig av prosesser i arealene med vannvegetasjon og vise versa (se f.eks. Scheffer mfl. 1993). Noe forenklet kan en si at store bestander av vannvegetasjon har en tendens til å øke klarheten på vannet, mens høy turbiditet (f.eks. pga. ”oppgrusning” eller store mengder planktonalger) kan hindre vekst av undervannsvegetasjon.

Økologisk tilstand skal primært fastsettes ut fra biologiske kvalitetselementer slik som planteplankton, vannvegetasjon, bunndyr eller begroingsalger. I denne undersøkelsen er klorofyll-*a* det viktigste biologiske kvalitetselementet, ved siden av algevolumer og algesammensetning. Fysisk/kjemiske variabler som tot-P, tot-N og siktedyp er viktige støtteparametere. Selv om en innsjø har god tilstand ut fra klorofyll-*a*, kan innsjøens økologiske tilstand bli vurdert som moderat hvis f.eks. middelveien for tot-P er høy tilsvarende dårlig tilstand. I tabell 9 er Gjesåssjøens og Gardsjøens økologiske tilstand vurdert, basert på klassegrenser for innsjøtype nr. 4 (små, moderat kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet).

Tabell 9. *Klassifisering av økologisk tilstand i Gjesåssjøen og Gardsjøen mht. overgjødning i 2009.*

	Klorofyll- <i>a</i> µg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Siktedyp m
Gjesåssjøen 2009	14.1	26.4	422	2.2
Gardsjøen 2009	9.2	26.0	575	1.6

Økologisk tilstand (Klassifiseringsveileder pr. 3.7.2009):

	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Kl-a	<7	7-10.5	10.5-20	20-40	>40
Tot-P	<13	13-19	19-35	35-65	>65
Tot-N	<450	450-550	550-900	900-1500	>1500
Siktedyp	>3	2-3	1-2	0.5-1	<1

Gjesåssjøen

På grunn av naturlige variasjoner i forekomsten av planteplankton mellom ulike år anbefales minst 3 års observasjoner for en mest mulig pålitelig fastsettelse av økologisk tilstand (Direktoratgruppa for gjennomføring av Vanddirektivet 2009). Med forbehold om at 2009 kan antas å ha vært et representativt år, vurderes Gjesåssjøens økologiske tilstand som moderat ut fra klorofyll-*a* og dårlig ut fra konsentrasjonen av tot-P, mens siktedyp og tot-N tilsvarer god tilstand (Tabell 9).

I henhold til det nye klassifiseringssystemet skal innsjøenes miljøtilstand også bestemmes ut fra avvik fra naturtilstand. Til det beregnes såkalte EQR-verdier (Ecological Quality Ratios) og normaliserte EQR-verdier. For å gjøre dette må en benytte referanseverdier (angir antatt naturtilstand) for ulike variabler og innsjøtyper. For innsjøtype nr. 4 er referanseverdiene satt til: 3,5 µg/l kl-a, 7 µg/l tot-P og 5 m siktedyp (jf. klassifiseringsveilederen). Grunne innsjøer er ofte mer produktive enn djupe innsjøer og tåler høyere konsentrasjoner av næringsstoffer og større algemengder før økologisk ubalanse inntreffer (Berge 1987). Vi vet strengt tatt ikke om de nevnte referanseverdiene er representative for Gjesåssjøens naturtilstand. EQR er alltid et tall mellom 0 og 1 og er lik referanseverdien delt på observert verdi (middelvei) for variabler hvor observert verdi stiger med økende avvik fra

naturtilstanden (eks. Kl-a og tot-P), mens for siktedyp (avtar med økende avvik fra naturtilstand) er EQR lik observert verdi delt på referanseverdien.

Ut fra disse forutsetningene får vi at klorofyll-a plasserer Gjesåssjøen i klassen Moderat med en EQR-verdi på 0,25 (3,5/14,1) og en normalisert EQR-verdi på 0,49. Tot-P plasserer også innsjøen i klassen Moderat med en EQR-verdi på 0,27 (7/26,4) og en normalisert EQR-verdi på 0,48. Siktedyp gir klassen God med en EQR-verdi på 0,44 (2,2/5) og en normalisert EQR-verdi på 0,64.

Planteplanktonets mengde og sammensetning viser at innsjøen er markert overgjødset og ikke i økologisk balanse. Dyreplanktonet indikerte også eutrofe forhold. Tidligere undersøkelser viste imidlertid relativt gode oksygenforhold på maksimalt dyp ved slutten av vinterstagnasjonen og heller ingen forhøyde konsentrasjoner av næringsstoffer mot dypet (Berge mfl. 2001). Oksygenforholdene ble ikke undersøkt spesielt i 2009, men vi merket heller ikke tegn til oksygenvinn mot dypet (lukket av hydrogensulfid).

Totalt sett vurderes Gjesåssjøens miljøtilstand som moderat. Miljømålet må være at innsjøens tilstand skal være god eller bedre. Det vil si at det bør gjennomføres tiltak for å redusere tilgangen på næringsstoffer, med den hensikt å redusere sannsynligheten for uønskede algeoppblomstringer, og for å oppnå god økologisk tilstand.

Gardsjøen

Gardsjøens økologiske tilstand vurderes også ut fra bare ett års observasjoner i vekstsesongen. Det vil si at det er relativt stor usikkerhet knyttet til vurderingen. Basert på midlere klorofyll-a direkte kan tilstanden i 2009 karakteriseres som god (Tabell 9). Det var imidlertid stor variasjon i algemengden (jf. standard-avvik for klorofyll-a), noe som øker usikkerheten i klassifiseringen. Klorofyll-a gir en EQR-verdi på 0,38 (3,5/9,2) og en normalisert EQR-verdi på 0,66, dvs. god tilstand. Videre tilsvarte konsentrasjonen av tot-P dårlig tilstand, men ut fra EQR-verdien på 0,27 (7/26,0) og normalisert EQR-verdi på 0,48 får vi moderat tilstand. Siktedyp resulterer også i moderat tilstand med en EQR-verdi på 0,32 (1,6/5) og en normalisert EQR-verdi på 0,52.

En stor del av fosforet vil i Gardsjøen være bundet til humus og dermed lite tilgjengelig for algevekst, men den høye maksimumsverdien for klorofyll-a i august (20 µg/l) viser at det var potensial for stor algevekst i innsjøen. Dette gjør at økologisk tilstand trolig bør betegnes som moderat. Den høye konsentrasjonen av tot-P i nordre del av innsjøen underbygger også denne vurderingen. Innsjøens helt spesielle karakter som en grunn, avsnørt meandersjø med store vannstandsvariasjoner bl.a. som følge av påvirkningen fra Glåma er viktig å ta med i vurderingene. Tilførslene av næringsstoffer bør etter vår vurdering reduseres for å hindre en forverring av miljøtilstanden.

5. 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., Vandsem, S.M. og Bechmann, M. 2000. JOVÅ – Overvåking av jordbrukspåvirkede innsjøer 1999. Tiltaksgjennomføring, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport 4315-2000. 96 s.
- Berge, D., Vandsem, S.M. og Bechmann, M. 2001. JOVÅ – Overvåking av jordbrukspåvirkede innsjøer 2000. Tiltaksgjennomføring, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport 4470-2002. 94 s.
- Bratli, J.L. 1997. Resultatkontroll jordbruk 1997. Næringssalttilførsler, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport 3619-97. 83 s.
- Bratli, J.L. 1998. JOVÅ – Overvåking av jordbrukspåvirkede vannforekomster. Næringssalttilførsler, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport 3928-98. 56 s. + vedlegg.
- 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 2001. 44 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.
- Elser, J.J., Andersen, T., Baron, J.S., Bergström, A.K., Jansson, M., Kyle, M., Nydick, K.R., Steger, L. and Hessen, D.O. 2009. Shifts in lake N:P stoichiometry and nutrient limitation driven by atmospheric nitrogen deposition. *Science* 326: 835-837
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitalstanden i 355 innsjøer i Norge. SFT, Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 389/90. NIVA-rapport 2355. 57 s.
- Faafeng, B., Hessen, D.O. og Brettum, P. 1991. Eutrofiering av innsjøer i Norge. Generelt om eutrofiering og resultater fra en landsomfattende undersøkelse i 1988 og 1989. NIVA. SFT-rapport 497/92, TA-814/1992. 36 s.
- Hessen, D.O., Faafeng, B.A. og Andersen, T. 1995. 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.
- Rognerud, S. 1986. Limnologisk undersøkelse av 6 innsjøer i Hedmark fylke sommeren 1985. NIVA-rapport 1841. 18 s. + vedlegg.
- Scheffer, M., Hosper, S.H., Meijer, M-L., Moss, B. and Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 275-279.

6. Vedlegg

Tabell 10. Oversikt over kjemiske analysemetoder/analysebetegnelser.

Analyse	Metode	Benevning
<u>LabNett:</u>		
Surhetsgrad (pH)	NS 4720	
Alkalitet	Intern	mmol/l
Konduktivitet 25 °C	ISO 7888	m S/m
Fargetall (etter filtrering)	NS 4787	mg Pt/l
Turbiditet (Turb.)	ISO 7027	FNU
Totalt organisk karbon (TOC)	NSEN 1484	mg C/l
Kalsium (Ca)	ICP-AES	mg/l
Totalfosfor (Tot-P)	ISO 6878	µg P/l
Totalnitrogen (Tot-N)	NS 4743	µg N/l
Nitrat + nitrit	NS 4745 M	µg N/l
Silisium (Si)	ICP-AES	mg/l
<u>NIVA:</u>		
Klorofyll- <i>a</i>	H 1-1 (spektrofotometrisk best. i metanolekstr.)	µg/l

Tabell 11. Vanntemperaturer i Gjesåssjøen i 2009, °C.

Dyp, m	11.06.2009	02.07.2009	05.08.2009	03.09.2009	07.10.2009
0.5	15.1	ca. 26	17.9	15.5	6.8
1.0	15.1	ca. 25	17.7	15.5	6.8
2.0	15.1	21.5	17.6	15.5	6.8
2.5	15.1	20.5	17.2		6.8
3.0			16.9	15.4	
3.5				15.3	

Tabell 12. Vanntemperaturer i Gardssjøen i 2009, °C.

Dyp, m	11.06.2009	02.07.2009	05.08.2009	03.09.2009	07.10.2009
0.5	13.9	27	18.6	15.7	6.0
1.0	13.8	24	16.3	15.0	5.7
2.0	13.5	23	15.5	14.8	5.7
2.5	13.5		15.2		5.5
2.8				14.8	

Tabell 13. Vanntemperatur i Gardsjøen, prøvestasjon i nordre del i 2009, °C.

Dyp, m	03.09.2009
0.5	15.3
1.0	14.6
2.0	14.3
3.0	14.2
4.0	13.9

Tabell 14. Resultater av kjemiske analyser og siktedypobservasjoner i Gjesåssjøen og Gardsjøen i 2009

	pH	Alkalitet mmol/l	Konduktivitet m S/m	Farge mg Pt/l	Turbiditet FNU	Kalsium mg Ca/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Nitrat µg N/l	Silisium mg/l	TOC mg C/l	Siktedyp m	Klorofyll-a µg/l
<u>Gjesåssjøen</u>													
11.06.2009	7.0	0.155	4.06	54	4.1	3.87	25	309	<10	0.45		1.7	7.6
02.07.2009	7.0	0.157	4.08	41	2.0	4.04	25	382	<10	<0.05		2.7	6
05.08.2009	6.7	0.159	4.20	55	2.8	4.17	25	459	<10	1.13		2.5	22
03.09.2009	6.8	0.178	4.40	76	3.3	4.32	35	496	20	1.78	11.2	1.7	29
07.10.2009	7.0	0.183	4.74	71	2.5	4.35	22	463	24	2.43	10.7	2.2	6
Min	6.7	0.155	4.06	41	2.0	3.87	22	309	<10	<0.05	10.7	1.7	6.0
Maks	7.0	0.183	4.74	76	4.1	4.35	35	496	24	2.43	11.2	2.7	29.0
Middel*	6.9	0.166	4.30	59	2.9	4.15	26.4	422	12	1.16	11.0	2.2	14.1
Standardavv.*	0.1	0.013	0.28	14	0.8	0.20	5	76	9	0.97	0.4	0.5	10.7
<u>Gardsjøen</u>													
11.06.2009				65		3.48	30	322	<10			1.6	10
02.07.2009					(168)								11
05.08.2009				160	3.3	3.58	31	496	<10			1.3	20
03.09.2009	6.2	0.093	3.24	104	2.4	3.25	20	427	45		12.5	2.0	2.4
07.10.2009	6.4	0.132	4.76	100	4.8	4.39	23	1056	163		11.8	1.5	2.8
Min	6.2	0.093	3.24	65	2.4	3.25	20	322	<10		11.8	1.3	2.4
Maks	6.4	0.132	4.76	160	4.8	4.39	31	1056	163		12.5	2.0	20
Middel*	6.3	0.113	4.00	107	3.5	3.68	26.0	575	55		12.2	1.6	9.2
Standardavv.*	0.1	0.028	1.07	39	1.2	0.50	5	328	75		0.5	0.3	7.2
<u>Gardsjøen N</u>													
03.09.2009	6.5	0.272	7.23	123	5.6		42	599			14.5	1.6	

*) Ved beregninger av middelverdier og standardavvik der resultatene var lavere enn deteksjonsgrensa, er disse satt lik halve deteksjonsgrensa. Vannkjemi-data fra Gardsjøen 2.7.09 er ikke benyttet pga. svært høy turbiditet (se teksten).

Tabell 15. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser fra Gjesåssjøen i 2009. Verdier gitt i mm³/m³ = mg/m³ våtvekt.

	År	2009	2009	2009	2009	2009
	Måned	6	7	8	9	10
	Dag	11	2	5	3	7
	Dyp	0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-2 m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Anabaena cf. solitaria f. planctonica		30.8	9.4	90.5	8.3	.
Aphanizomenon sp.		.	8.0	.	.	.
cf. Aphanocapsa sp.		.	.	.	0.9	.
cf. Aphanothece sp.		.	.	.	4.5	.
Chroococcus sp.		.	1.3	.	.	.
Microcystis wesenbergii		30.0	30.8	15.7	2.0	3.0
Snowella sp.		8.8	0.3	1.8	33.4	.
Ubest.cyanobakterie i koloni		77.7	46.9	22.8	.	3.9
Sum - Blågrønnalger		147.2	96.6	130.9	49.2	6.9
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Botryococcus braunii		.	.	.	7.6	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		8.7	0.7	.	.	1.3
Gyromitus cordiformis		.	7.9	2.1	1.5	1.1
Pediastrum privum		3.7	.	.	2.8	.
Staurastrum longipes		1.4
Ubest kuleformet gr.alge (d=5)		30.8	10.7	21.7	4.0	8.2
Ubest. kuleformet gr.alge		.	.	2.0	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (4*7)		.	15.0	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=4)		.	6.1	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=8 um)		.	4.0	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge i koloni (d=5)		4.8
Ubest.ellipsoidisk gr.alge		29.7	44.4	42.0	1.4	2.0
Ubest.spindelformet gr.alge		.	0.7	3.1	0.7	.
Ubestemte desmidiacéer		.	1.0	2.4	.	.
Sum - Grønnalger		72.9	90.6	73.2	18.0	18.8
Chrysophyceae (Gullalger)						
Chromulina sp.		0.3
Chromulina spp.		.	.	.	6.1	.
Craspedomonader		6.5	0.7	6.5	6.1	6.3
Cyster av Dinobryon spp.		11.7
Dinobryon spp.		52.7
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		.	.	.	14.9	1.5
Mallomonas caudata		23.8	3.9	.	.	1.3
Mallomonas spp.		.	.	.	2.8	2.0
Små chrysomonader (<7)		357.9	79.9	58.5	53.5	24.7
Store chrysomonader (>7)		429.8	272.9	84.0	58.6	27.9
Synura sp.		.	.	.	24.1	8.2
Sum - Gullalger		818.0	357.4	149.0	166.2	136.7
Bacillariophyceae (Kiselalger)						

Asterionella formosa	.	.	108.5	3.4	3.9
Aulacoseira italica v. tenuissima	62.4	.	.	.	.
Aulacoseira sp.	734.8	.	12.6	207.5	131.9
Aulacoseira sp. b=15 um	551.3	19.0	.	.	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	7.3	1.1	.	.	.
Fragilaria sp. (l=80-100)	20.1	9.9	.	.	.
Rhizosolenia longiseta	.	2.2	1.4	0.9	0.6
Rhizosolenia spp.	77.2	.	.	.	.
Tabellaria fenestrata	98.9	10.8	3.6	10.8	4.5
Ubestemt centrisk diatomé d=10-12	15.4	.	4.3	.	.
Ubestemt centrisk diatomé d=17 um	62.3	.	.	.	.
Ubestemt centrisk diatomé d=9 um	8.0	.	.	.	.
Sum - Kiselalger	1637.7	43.0	130.5	222.5	140.8

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptomonas sp. (l=15-18)	4.6	1.8	5.4	.	8.2
Cryptomonas sp. (l=30-35)	.	.	.	.	11.0
Cryptomonas spp. (l=20-24)	8.8	5.8	24.5	10.2	34.3
Cryptomonas spp. (l=24-30)	7.3	1.6	8.2	.	53.1
Katablepharis ovalis	9.0	14.8	10.5	11.1	10.7
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	31.1	33.7	49.0	54.4	22.5
Sum - Svelgflagellater	60.8	57.7	97.6	75.6	139.7

Dinophyceae (Fureflagellater)

Ceratium hirundinella	.	.	6.5	45.5	.
Dinoflagellat diam = 15 um	.	4.5	.	.	.
Dinoflagellat diam = 20 um	6.1	.	.	.	.
Dinoflagellat diam = 20-25 um	.	15.7	.	.	.
Dinoflagellat diam = 25 um	.	.	.	18.4	.
Dinoflagellat diam = 30*40 um	.	12.0	.	.	.
Dinoflagellat diam = 30*40um	.	.	24.0	.	.
Dinoflagellat diam = 40	.	.	.	26.0	.
Gymnodinium sp. (10*12) (G. lacustre?)	.	7.5	4.2	.	.
Gymnodinium sp. (9*7)	.	3.4	.	.	2.8
Gymnodinium sp. (d=40)	45.8	.	.	.	.
Peridinium bipes	20.0	.	.	.	.
Sum - Fureflagellater	71.9	43.1	34.7	89.9	2.8

Euglenophyceae (Øyealger)

Trachelomonas sp.	.	.	.	35.6	56.4
Trachelomonas volvocinopsis	.	.	.	.	87.2
Sum - Øyealger	0.0	0.0	0.0	35.6	143.6

Raphidophyceae

Gonyostomum semen	51.3	128.8	2343.6	3469.6	123.2
Sum - Raphidophyceae	51.3	128.8	2343.6	3469.6	123.2

Xanthophyceae (Gulgrønnalger)

Goniochloris sp.	.	.	.	2.8	.
Goniochloris spp.	.	.	0.6	.	.
Sum - Gulgrønnalger	0.0	0.0	0.6	2.8	0.0

Haptophyceae

Chrysochromulina parva	4.0	23.8	10.5	0.4	3.3
Sum - Haptophyceae	4.0	23.8	10.5	0.4	3.3

My-alger

My-alger	125.6	66.5	80.5	35.7	61.9
Sum - My-alger	125.6	66.5	80.5	35.7	61.9

Sum total : 2989.4 907.6 3051.1 4165.6 777.8

Tabell 16. Resultater av kvantitative planteplanktonanalyser fra Gardsjøen i 2009. Verdier gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

År 2009
Måned 8
Dag 5
Dyp 0-2 m

Cyanophyceae (Blågrønnalger)

Anabaena solitaria f. planctonica	8.6
Jaaginema sp.	0.1
Pseudanabaena limnetica	0.1
Ubest.cyanobakterie i koloni	0.8
Sum - Blågrønnalger	9.6

Chlorophyceae (Grønnalger)

Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0.1
Gyromitus cordiformis	0.2
Ubest kuleformet gr.alge (d=5)	40.8
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	26.3
Ubest.spindelformet gr.alge	4.6
Sum - Grønnalger	71.9

Chrysophyceae (Gullalger)

Chromulina sp.	10.5
Craspedomonader	9.9
Dinobryon sp.	1.4
Mallomonas spp.	12.3
Små chrysomonader (<7)	108.8
Store chrysomonader (>7)	587.3
Synura sp.	713.6
Sum - Gullalger	1443.8

Bacillariophyceae (Kiselalger)

Fragilaria sp. (l=80-100)	0.5
Sum - Kiselalger	0.5

Cryptophyceae (Svelgflagellater)

Cryptomonas sp. (l=15-18)	67.4
---------------------------	------

Cryptomonas sp. (l=30-35)	159.9
Cryptomonas sp. (l=40-50)	303.2
Cryptomonas spp. (l=20-24)	210.7
Cryptomonas spp. (l=24-30)	273.6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	9.5
Sum - Svelgflagellater	1024.4

Dinophyceae (Fureflagellater)

Dinoflagellat 10 * 12 um	28.5
Dinoflagellat diam = 20 um	20.5
Dinoflagellat diam = 20*30 um	51.1
Dinoflagellat diam = 30*40	30.6
Sum - Fureflagellater	130.7

Euglenophyceae (Øyealger)

Euglena sp. (l=70)	3.0
Phacus sp.	13.5
Trachelomonas sp.	10.8
Sum - Øyealger	27.3

Haptophyceae

Chrysochromulina parva	2.3
Sum - Haptophyceae	2.3

My-alger

My-alger	127.4
Sum - My-alge	127.4

Sum total : 2837.8

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