

RAPPORT LNR 4308-2000

Undersøkelser av
forurensningssituasjonen
i Hagatjern, Nedre Eiker
kommune



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Undersøkelser av forurensningssituasjonen i Hagatjern, Nedre Eiker kommune.	Løpenr. (for bestilling) 4308-2000	Dato 18 desember 2000
	Prosjektnr. Udemnr. O-20089	Sider Pris 18
Forfatter(e) Leif Lien Pål Brettum	Fagområde Eurofi i ferskvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Nedre Eiker kommune	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Vurderinger av SFT's tilstandsklasser i Hagatjern viser at tjernet stort sett har "meget god" vannkvalitet. Noen få parametre indikerer imidlertid tilstandsklasse "god". Egnetheten av vannet til ulike formål viser at Hagatjern er "godt egnet" til bading og rekreasjon, til jordvanning og hovedsakelig også til fritidsfiske. Begrensede oksygenforhold i dypere vannlag redusere egnetheten noe for fritidsfiske. Noen få bakterier medfører at Hagatjern ikke er direkte egnet som drikkevann. Ingen av de målte fysisk/kjemiske eller biologiske parametrene indikerer noen forverring av vannkvaliteten i Hagatjern sammenlignet med tidligere undersøkelser. Derimot kan det på grunnlag av målinger av siktedyp, (oksygen) og planteplankton se ut som vannkvaliteten er noe forbedret siden 1965 - 1973. En antatt økning av makrovegetasjon i strandsonen har trolig sammenheng med tidligere store variasjoner i vannstanden, og at nåværende stabile forhold har gjort det mulig å etablere rotfast vegetasjon her.


Fire norske emneord 1. Vannkjemi 2. Bakterier 3. Eutrofiering 4. Hagatjern	Fire engelske emneord 1. Water chemistry 2. Bacteria 3. Eutrophication 4. Lake Hagatjern
--	--



Prosjektleder
Leif Lien



Forskningsleder
Dag Berge



Forskningsjef
Nils Roar Sælthun

**Undersøkelser av forurensningssituasjonen i
Hagatjern, Nedre Eiker kommune.**

Forord

Nedre Eiker kommune har bedt Norsk institutt for vannforskning (NIVA) foreta en undersøkelse i Hagatjern ved Mjøndalen for å klarlegge forurensningssituasjonen. Brukere av Hagatjernet mener at det pågår en økende forurensning av tjernet. Kommunen ønsket å få bekreftet/avkreftet dette og ved å foreta en undersøkelse av tjernet. Feltundersøkelsen startet i mars 2000 og ble fullført i oktober. Gunnar Brettvik og Geir Windsrygg fra Nedre Eiker kommune har deltatt i feltarbeidet og bidratt med opplysninger om Hagatjernet. Sistnevnte har også vært kommunens saksbehandler på undersøkelsen.

Pål Brettum har bearbeidet materialet av planteplankton, og Leif Lien har bearbeidet de øvrige delene og sammenfattet rapporten.

Oslo, desember 2000

Leif Lien

Innhold

Sammendrag	5
Summary	5
1. Innledning	6
1.1 Områdebeskrivelse	6
2. Materiale og metoder.	8
3. Resultater og diskusjon	9
3.1 Vannkjemi	9
3.2 Planteplankton	13
3.3 Makrovegetasjon	14
3.4 Bakterier.	17
4. Referanser	18

Sammendrag

Hagatjern ble undersøkt m.h.p. eutrofiering (næringssalter, oksygen og planteplankton) samt forekomst av tarmbakterier gjennom månedlige prøver i sommerhalvåret 2000. Det ble i alt tatt seks blandprøver (0-6 m) av overflatelagene og to vertikale serier (1-34 m). Vannprøvene ble analysert på følgende parametre: Temperatur, siktedyp, vannfarge, oksygen, pH, ledningsevne, turbiditet, farge, total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, total organisk karbon, jern, mangan og klorofyll. I tillegg ble det tatt prøver av planteplankton, termotolerante koliforme bakterier og fekale streptokokker. Det ble også samlet inn noen prøver av makrovegetasjonen i strandsonen.

Ingen av de målte fysisk/kjemiske eller biologiske parametrene indikerer noen forverring av vannkvaliteten i Hagatjern sammenlignet med tidligere undersøkelser. Derimot kan det på grunnlag av målinger av siktedyp, (oksygen) og planteplankton se ut som vannkvaliteten er noe forbedret siden 1965 - 1973.

Vurderinger av vannkvalitet i forhold SFT's "tilstandsklasser" i Hagatjern viser hovedsakelig at tjernet har "Meget god" vannkvalitet. Noen få parametre indikerer imidlertid tilstandsklasse "God". Dette gjelder total nitrogen og turbiditet (og totalt organisk karbon).

"Egnetheten" av vannet til ulike formål viser at Hagatjern er "Godt egnet" til bading og rekreasjon, til jordvanning og hovedsakelig også til fritidsfiske. Perioder med reduserte oksygenforhold i dypere vannlag reduserer egnetheten noe for fritidsfiske. Turbiditeten i tjernet reduserer egnetheten for drikkevann, og på grunn av de få termotolerante koliforme bakteriene vi finner i de sentrale delene av tjernet er ikke Hagatjern direkte egnet som drikkevann uten behandling.

Det ble bare funnet små mengder termotolerante koliforme bakterier og fekale streptokokker i de sentrale delene av tjernet. Disse lave bakterietallene kan gjerne stamme fra fugl som er tilknyttet vann. Bakterierprøver fra strandsonen rundt tjernet viste også lave bakterietall med unntak av to småbekker som renner inn i tjernet på sørøst-siden. Ved én anledning ble det også funnet noe bakterier langs sørvest-siden av tjernet.

Undersøkelsen av planteplankton viser at Hagatjern har vannmasser som karakteriseres som oligotrofe til overgang mot oligomesotrofe (næringsfattig til svakt næringsrik). Det kan synes som næringsforholdene for planteplankton var vesentlig høyere i 1973 enn i 2000.

En antatt økning av makrovegetasjon i strandsonen i tjernet har meget sannsynlig sammenheng med at det tidligere var store variasjoner i vannstanden som nå har opphørt, og at dermed mer stabile forhold i strandsonen har gjort det mulig for større etablering av rotfast vegetasjon.

Summary

Title: Water pollution of Lake Hagatjern, Nedre Eiker.

Year: 2000

Authors: Leif Lien, Pål Brettum

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3939-1

1. Innledning

Hagatjern ble benyttet til driftsvann for Mjøndalen Cellulose frem til ca 1974. Innsjøen var da regulert, og regulerings høyden var maksimalt 4-5 m. Etter nedleggelsen av Mjøndalen Cellulose har vannstanden i tjernet blitt mer stabil. Videre, har det blitt bygd vesentlig flere hytter i nedbørfeltet de senere årene. Flere av disse ligger helt nede ved vannkanten, og har mer eller mindre fast, innlagt vann. Det er også en liten, fast bosetning i nedbørfeltet, og en (mer eller mindre) permanent bosetning på hyttene store deler av året.

Hagatjern benyttes i dag til bading, fritidsfiske og annen rekreasjon, spesielt for befolkningen i Mjøndalen og nærmeste omegn. Noen hytteiere og andre brukere av tjernet hevder at det foregår en økende forurensning av vannet med bl.a. tiltagende plantevekst. Bruk av fritidsboliger og annen rekreasjon medfører ofte økte tilførsler av næringssalter og bakterier til vannet. Næringssaltene medfører økende begroing, redusert siktedyp og reduserte oksygenforhold (eutrofiering), mens økende bakterieinnhold medfører at tjernet blir mindre egnet for bl.a. bading.

Undersøkelsene av Hagatjern har bestått av tre hoveddeler:

- Eutrofibeskrivelser
- Bakterieundersøkelser
- Registreringer av vann- og avløpsforhold fra bebyggelsen i nedbørfeltet.

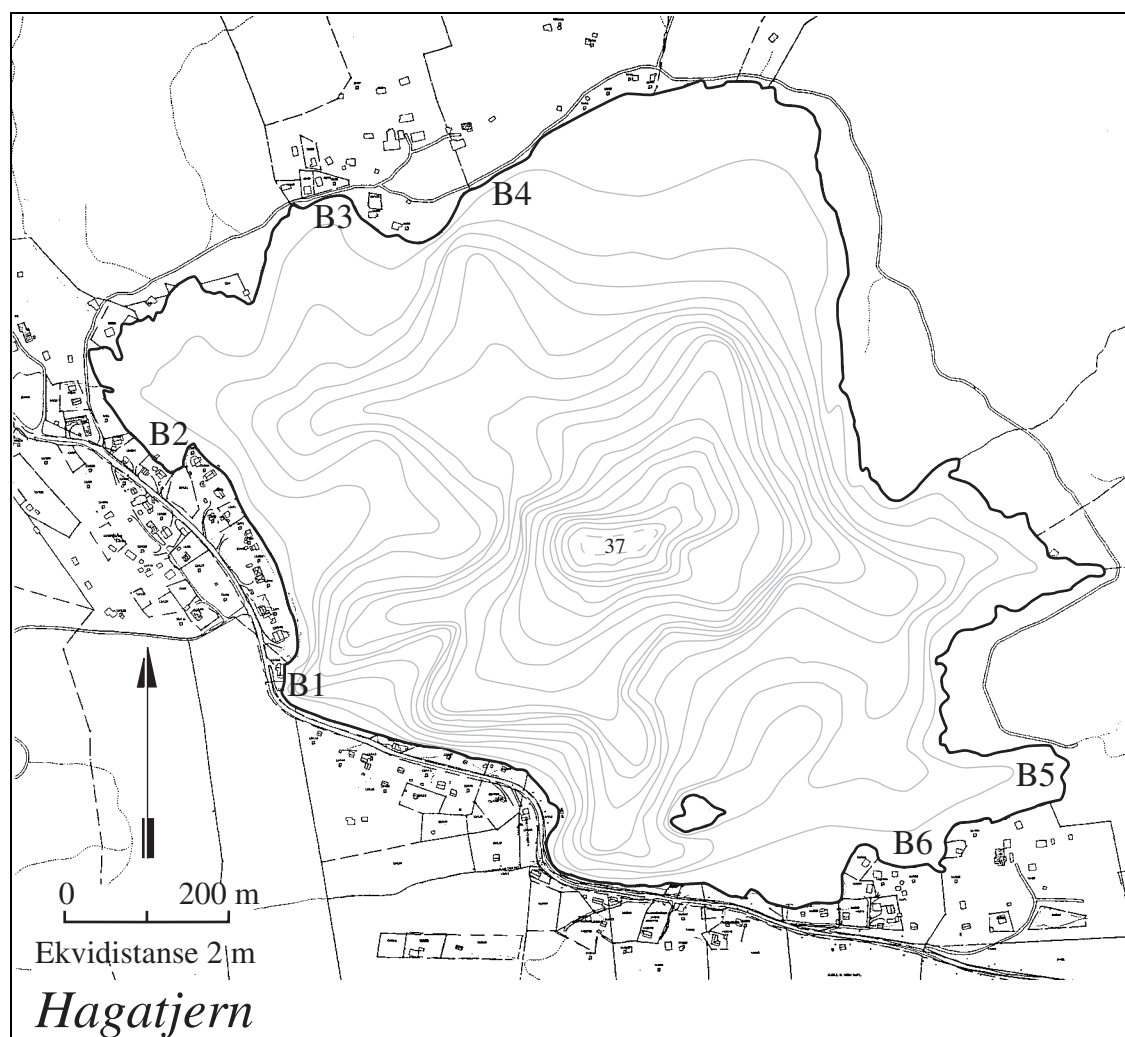
NIVA har vært hovedansvarlig for de to første delene, mens Nedre Eiker kommune har samlet inn data om avløpsforholdene til tjernet. Den siste delen vil foreligge som egen rapport.

Det er tidligere foretatt to undersøkelser av Hagatjern: Én i 1965-66 av Evtun (1966a,b) og én i begynnelsen av september 1973 av Brettum (1979). I tillegg ble det i oktober 1986 tatt en vannprøve nær utløpsoset av Hagatjern i forbindelse med en beskrivelse av sur nedbør over hele landet. Disse undersøkelsene vil bl.a. bli benyttet til å sammenligne eventuelle endringer over tid i vannkvaliteten med den undersøkelsen som vi presenterer her.

1.1 Områdebeskrivelse

Hagatjern ligger i en åsside, 2-3 km sørøst for Mjøndalen sentrum, i Nedre Eiker kommune. Tjernet ligger 253 m. o. h., og geologien i nedbørfeltet består hovedsakelig av kalkstein. Hagatjern er temmelig dypt med en største dybde på 37 m. Et dybdekart (Figur 1) ble tegnet av (Evtun 1966b). Tjernet overflate er 0,7 km², og nedbørfeltet er på bare 4,5 km². Tjernet middeldyp er beregnet til 8,84 m, volumet er på 6,1 mill. m³, og teoretisk oppholdstid av vannet er 2,85 år (Evtun 1966b).

Hagatjern var i 1960- og 70årene en relativ klar innsjø med et siktedyp på (5) 6-7 meter, og en grønnlig gul vannfarge (Evtun 1966b, Brettum 1979). Vannets farge, målt som mg Pt/l, varierte mellom 2 og 8. Tjernet er meget kalkrikt etter norske forhold med et kalsiuminnhold på mellom 25-30 mg/l. Tjernet hadde også på 1960-tallet reduserte oksygenforhold nedover i vannlagene, spesielt på slutten av stagnasjonsperioder på ettervinteren og tidlig høst. Oksygenkonsentrasjonen kunne da være på omkring 80 % nær overflaten og ned mot 5 % nær bunnen på det dypeste området (Evtun 1966b).



Figur 1. Dybdekart av Hagatjern (Evtun 1966b). Områdekart fra Nedre Eiker Kommune. Prøvelokaliteter for bakterier er markert (B1 – B6).

Sammensetningen av planteplanktonet i Hagatjern ble beskrevet av Brettum i september 1973. Totalvolumet var da i underkant av $700 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, og besto hovedsakelig av blågrønnalger (Cyanophyceae) samt en del gulalger (Chrysophyceae) og grønnalger (Chlorophyceae) (Brettum 1979).

Makrovegetasjonen er registrert som sparsom i Hagatjern (Evtun 1966b), med bare tre arter som hovedsakelig forekommer i beskyttede bukter med innløpsbekker. De tre artene er vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), piggknopp (*Sparganium ramosum*), og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*).

Fire fiskearter er observert i Hagatjern: Abbor, hork, ørekyt og ørret. De tre første er selv-reproduserende i tjernet, mens ørreten er avhengig av jevne utsettinger. Bestanden av hork har gått betydelig tilbake de senere årene (Gunnar Brettvik pers medd.). Det fins nå i tillegg en god bestand av kreps (*Astacus astacus*) i tjernet som det også drives fangst på.

2. Materiale og metoder

Der er foretatt syv innsamlinger av vannprøver fra Hagatjern: Mars, mai, juni, juli, august, september, og oktober 2000. Alle prøvene er tatt fra området over største dyp av tjernet (se figur 1). Den første prøven ble tatt fra islagt vann, de øvrige fra båt.

I den isfrie perioden, mai – oktober, ble det i tillegg til siktedyp, vannfarge, temperatur- og oksygenprofiler, tatt blandprøver fra overflatelagene (0-6 m), som ble analysert på pH, ledningsevne, turbiditet, farge, total- fosfor og nitrogen, klorofyll, kvantitativt planteplankton, og bakterier. Disse prøvene ble tatt sentralt i tjernet over største dyp. Ved to anledninger ble det også tatt prøver av bakterier fra strandsonen rundt tjernet (se figur 1).

I mars og i august ble det i tillegg tatt prøver fra en vertikal serie fra 2, 10, 18, 26 og 34 m dyp og analysert på temperatur, oksygen, pH, ledningsevne, turbiditet, farge, total organisk karbon, totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen, jern og mangan.

Temperatur, oksygen, siktedyp og vannfarge ble målt i felt, og de øvrige vannprøvene og bakterieprøvene ble analysert etter akkrediterte metoder på NIVAs laboratorium.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Vannkjemi

Tabell 1 viser en del av analyseresultatene fra Hagatjern fra 1965 (Evtun 1966b), og Tabell 2 viser analyser fra september 1973 (Brettum 1979) og oktober 1986 (Henriksen upubl. data). Resultatene fra 1973 og 1986 viser først og fremst at Hagatjern er en meget kalkrik innsjø etter norske forhold. Hagatjern har dermed en høy ledningsevne og pH, og er på ingen måte sårbar for sur nedbør.

Tabell 1. Utvalgte analyseresultater fra Hagatjern i 1965 (Evtun 1966b).

Dato	3/4	10/5	22/5	21/6	8/8	28/8	25/9	14/10	Middel
pH (2m)	7,10	7,20	7,60	7,80	7,80	7,90	7,80	7,70	7,61
Farge(mgPt/l, 0-5m)	6	7,5			4,0	5,0	5,8	3,3	5,27
Siktedyp(m)		7	6,5	7,5	6	6,15	5,8	5,8	6,4
Jern ($\mu\text{g/l}$, 34m)							25	25	

Tabell 2. Analyseresultater fra Hagatjern fra september 1973 (Brettum 1979) og oktober 1986 (Henriksen upubl. data).

Måned/År	Sep.1973	Okt.1986
Dyp m	1	0
Siktedyp m	5,8	
pH	8,43	8,02
KOND mS/cm	13,8	16,3
FARGE mgPt/l	2	
TOC mg/l		3,04
Tot-P $\mu\text{g/l}$	6	
Tot-N $\mu\text{g/l}$	328	
NO ₃ -N $\mu\text{g/l}$		143
Ca mg/l	28,4	26
Mg mg/l	1,01	0,91
Na mg/l		2,3
K mg/l		0,38
SO ₄ mg/l	9,6	8,2
Cl mg/l		4,5
Alk _{4.5} $\mu\text{ekv/l}$		1256

Temperaturmålingene fra Hagatjern i 2000 er satt opp i Tabell 3, og resultatene fra de fysiske/kjemiske analysene er presentert i Tabell 4. I den siste tabellen er måleresultatene fra de månedlige blandprøvene fra 0 til 6 meter, og de to dybdeprofilprøvene fra mars og august satt opp sammen.

Tabell 3. Temperaturmålinger (°C) i Hagatjern fra mars til oktober 2000.

Dato/Dyp m	1	2	10	18	26	34	37
29.03.		3,7	3,7	3,5	3,6	3,5	3,6
15.05.	15,3	14,6	5,1	4,2	3,9	3,8	
14.06.	14,1	14,1	6,3	4,5	4	4,4	
14.07.	17,4	17,4	7,5	4,6	4,7	4,6	4,6
15.08.	17,7	17,7	8,3	4,6	4,2	4,2	
19.09.	12,5	12,5	11,9	4,7	4,2	4,1	
18.10.	10,1	10,1	10,1	4,8	4,3	4,2	

Tabell 4. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Hagatjern i perioden mars til oktober 2000. Middelveidene er gitt for blandprøvene fra 0-6 m.

Dato	Dyp m	Siktedyp m	pH	KOND mS/m	FARG mg Pt/l	TURB860 FNU	Tot-P/L µg/l P	PO4-P µg/l P	Tot-N/L µg/l N	TOC mg/l	KLA/S µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l
29.03.2000	2		7,76	16,2	6,76	0,41	4	<1	535	3,3		6	1,5
29.03.2000	10		7,79	16,4	6,37	0,24	3	<1	400	2,8		4	1,4
29.03.2000	18		7,75	16,6	6,37	0,24	3	<1	410	2,7		5	2,9
29.03.2000	26		7,74	16,7	6,37	0,31	4	1	410	2,7		7	3,3
29.03.2000	34		7,61	17,0	6,37	0,49	4	<1	400	2,6		9	14,4
15.08.2000	2		8,12	15,4	4,18	0,57	3	<1	320	2,9			
15.08.2000	10		7,97	16,4	5,57	0,93	5	<1	355	2,9			
15.08.2000	18		7,84	17,1	5,97	0,79	5	2	470	2,8			
15.08.2000	26		7,72	17,1	5,57	0,52	4	<1	415	2,6			
15.08.2000	34		7,71	17,6	5,77	2,98	8	1	570	2,8		186	963
15.05.2000	0-6	7,5	7,92	15,0	6,37	0,49	3		430		1,24		
14.06.2000	0-6	5	8,02	15,4	5,77	0,82	3		380		0,92		
14.07.2000	0-6	8	8,04	15,8	5,37	0,91	4		380		0,93		
15.08.2000	0-6	8,2	8,1	15,3	4,18	0,71	4		375		1,44		
19.09.2000	0-6	8,5	7,99	15,7	6,7	0,95	4		315		1,56		
18.10.2000	0-6	7	8	15,8	7,88	0,67	5		370		1,80		
Middel	0-6	7,4	8,01	15,5	6,05	0,76	3,8		375		1,32		

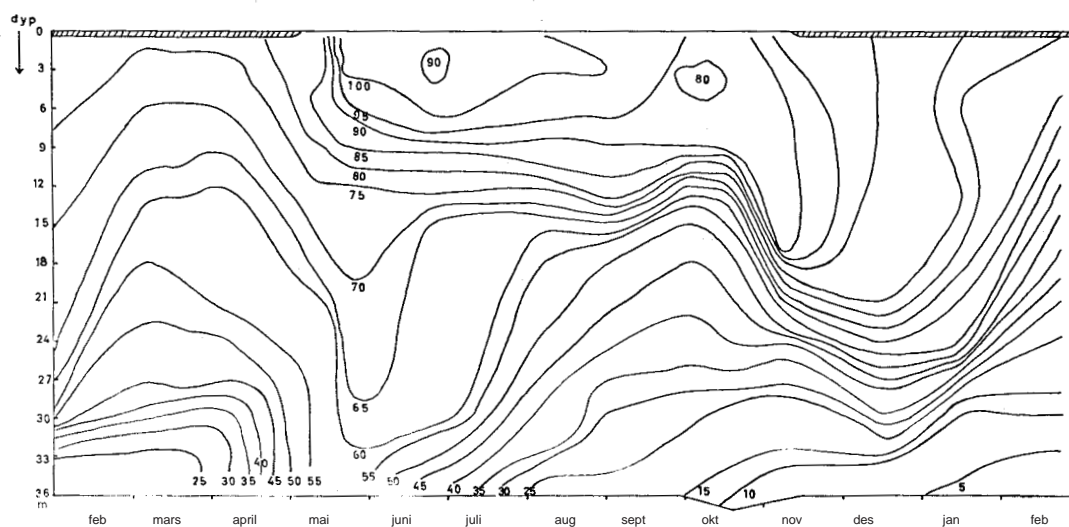
Med unntak av temperatur (Tabell 3), oksygen (Figur 3) og spesielt mangan og jern i august 2000, var det små variasjoner i vannkjemi fra overflaten og ned mot bunnen av Hagatjern. Tabell 4 viser imidlertid en svak reduksjon i pH og økning av ledningsevne mot bunnen både vår og ettersommer, mens farge og total nitrogen økte nedover i vannmassene i mars men avtok nedover i august.

Det er flere interessante analyseparametre som er målt tidligere, og som det er mulig å sammenligne med resultatene fra 2000, bl.a. siktedyp og oksygeninnhold.

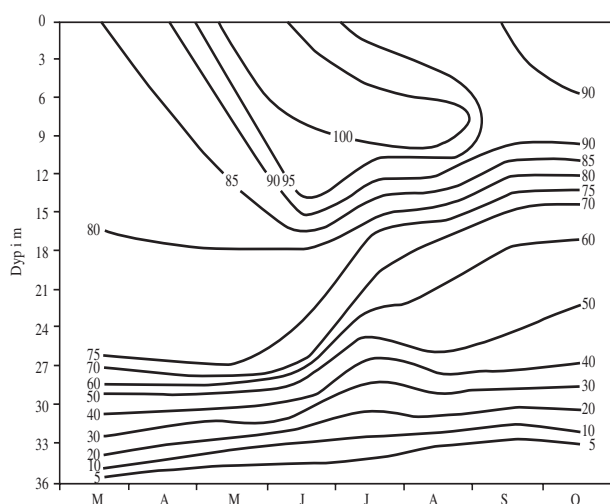
Siktedypet, målt med en hvit secchi-skive, gir en indikasjon på vannets innhold av partikler og løste forbindelser, og vannfargen antyder hvilke partikler og forbindelser som fins i vannmassene (humus, plantep plankton, m.m.).

Vannfargen var grønnlig gul gjennom hele sommerhalvåret 1965 (Evtun 1966b). I 2000 var det noe mer grønnskjær i vannmassene gjennom sommeren. Siktedypet varierte i 1965 mellom 5,8 og 7,5 m (Evtun 1966b), og gjennomsnittlig siktedyp i sommerhalvåret var på 6,4 m (Tabell 1). Sommeren 2000 varierte siktedypet mellom 5 og 8,5 m og gjennomsnittet var økt til 7,4 m (Tabell 4). Dette kan indikere en forbedring av vannkvaliteten de siste 35 årene.

Oksygeninnholdet i Hagatjern er avhengig av hvor mye oksygen som forbrukes til nedbrytning av organisk materiale spesielt i de dypere vannlagene i tjernet, og hvor mye oksygen som blir tilført tjernet under (full)sirkulasjonene vår og høst. I figur 2 nedenfor er oksygenforholdene i Hagatjern illustrert for ett år fra februar 1965 til februar 1966 (Evtun 1966b). Figuren viser at tjernet ikke ble mettet med oksygen under vårsirkulasjonen, og høstsirkulasjonen førte enda mindre oksygen ned til dyplagene. Tilførselen av oksygen til en innsjø vil variere betydelig med de klimatiske forholdene (vind, temperatur) som styrer varigheten og effekten av vår- og høstsirkulasjonene. For å beskrive mengden oksygen som forbrukes til nedbrytning av organisk materiale er det derfor viktig å ha tall for oksygeninnholdet før nedbrytningen starter.



Figur 2. Isopleter for oksygen i prosent metning for Hagatjern fra februar 1965 til februar 1966 (Evtun 1966b).



Figur 3. Isopleter for oksygen i prosent metning for Hagatjern fra mars 2000 til oktober 2000.

Etter isløsningsen i april/mai at det ble en betydelig økning av oksygen i de øvre vannlagene i Hagatjern i 2000 (Figur 3). Dette har sammenheng med en begynnende sirkulasjon av vannmassene. I

forkant av prøvetakingen 15. mai hadde det vært en lengre periode med varmt og stille vær. Dette medførte at sirkulasjonen i vannmassene ikke nådde særlig dypt ned før varmere vannlag i overflaten forhindret videre sirkulasjon og anrikning av oksygen i dyplagene. Dette bekreftes også av temperaturmålingene gjennom 2000 (Tabell 3).

Sammenlignet med mai 1965 (Figur 2) ser vi at oksygeninnholdet økte betydelig mer i dypet av tjernet i 1965. Dette har høyst sannsynlig sammenheng med klimatiske forhold etter isgangen som resulterte i tilnærmet fullsirkulasjon i tjernet. Sammenligner vi oksygenmålingene fra hele perioden fra mars til oktober 2000 (Figur 3) med de tilsvarende månedene i 1965 (Figur 2) ser vi at det var vesentlig høyere oksygeninnhold i de øvre vannlagene (0-20 m) i 2000 og betydelig høyere på dypene mellom 20 og 30 m spesielt på vårparten. Bare på det største dypene, under 30 m, ble det målt lavere verdi i 2000. Det gjennomgående høyere oksygeninnholdet i vannmassene i 2000 kunne ha sammenheng med bedre forhold i tjernet (mindre tilførsler, lavere produksjon og mindre oksygenforbruk), men dette kan også forklares med en mulig god innblanding av oksygen under sirkulasjonen høsten 1999.

I august 2000 ble det målt forhøyede konsentrasjoner av jern og mangan i dyplagene av tjernet. Dette har sammenheng med det lave innholdet av oksygen her, og jern og mangan har blitt frigjort fra sedimentene hvor trolig alt oksygen var brukt opp på dette tidspunktet.

Alle målinger av både total fosfor og fosfat var lave gjennom hele undersøkelsen, mens nitrogenverdiene var noe høyere enn forventet (Tabell 4). Som de fleste innsjøer og tjern er algene i Hagatjern også vekstbegrenset av fosfor. Algebiomassene, målt som klorofyll, var dermed lave gjennom hele sesongen med en middelvei i overkant av 1 µg/l. Tilførselsberegninger av bl.a. næringssalter til Hagatjern vil bli rapportert et annet sted (av Nedre Eiker kommune). Det kan imidlertid ikke være store mengdene som "naturlig" kommer inn i tjernet, og det er lite jordbruksaktivitet i nedbørfeltet. Det ligger som nevnt, en del hytter i strandkanten rundt tjernet. Det vil rimeligvis være en del aktiviteter ved disse som medfører utslipp av næringssalter til tjernet. Bl.a. ble det under feltarbeidet observert gressplener som åpenbart var godt gjødslet. Middelkonsentrasjonene av totalfosfor og totalnitrogen i Hagatjern var i underkant av henholdsvis 4 og 400 µg/l gjennom sommerhalvåret. Dette tilsvarer en samlet mengde av totalfosfor og nitrogen i hele tjernet på henholdsvis 25 og 2.500 kg. Noen ekstra sekker kunstgjødsel på flere steder i strandsonen av tjernet hvert år vil derfor kunne få betydning for Hagatjern, som har en teoretisk oppholdstid på noe under tre år.

Statens forurensningstilsyn har utarbeidet tilstandsklasser for vurderinger av miljøkvalitet for ferskvann basert på fysisk/kjemiske parametere (Andersen og medarb. 1997), og det er også vurdert egnet av vannet til en rekke formål, bl.a. bading, fritidsfiske, jordvanning og drikkevann. Tilstandsklassene er gradert som "Meget god", "God", "Mindre god", "Dårlig" og "Meget dårlig", og egnet er inndelt som "Godt egnet", "Egnet", "Mindre egnet" og "Ikke egnet".

Når det gjelder tilstandsklasser i Hagatjern viser analyseresultatene (Tabell 4, Figur 3.) at tjernet har "Meget god" vannkvalitet med hensyn til de fleste parametrene. Noen få parametre gir imidlertid tilstandsklasse "God". Dette gjelder verdiene for total nitrogen og turbiditet (og de få analysene vi har av totalt organisk karbon).

Egnet av vannet til ulike formål viser at Hagatjern er "Godt egnet" til bading og rekreasjon, til jordvanning og hovedsakelig også til fritidsfiske. Perioder med reduserte oksygenforhold i dypere vannlag reduserer egnetheten noe for fritidsfiske. Turbiditeten i tjernet reduserer egnetheten for drikkevann, og på grunn av de få termotolerante koliforme bakteriene vi finner i de sentrale delene av tjernet, er ikke Hagatjern direkte egnet som drikkevann.

3.2 Planteplankton

Det ble samlet inn og analysert kvantitative planteplanktonprøver fra Hagatjern én gang i måneden i løpet av vekstsesongen, mai-oktober, 2000. Prøvene var blandprøver fra 0-6 m dyp. Analyseresultatene er fremstilt i Figur 4 og Tabell 5.

Som figuren viser ble maksimum planteplanktonvolum registrert i mai med $548 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ (= mg/m^3 friskvekt) og gjennomsnitt for vekstsesongen var $320 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Dette tilsier oligotrofe til overgangen mot oligomesotrofe (næringsfattige til overgang mot middels næringsrike) vannmasser (Brettum 1989).

Det ble i alt registrert 70 taksa av planteplankton i prøvene fra Hagatjern gjennom vekstsesongen 2000. De fleste taksa var innen gruppene grønnalger (Chlorophyceae) og gullalger (Chrysophyceae), men verken grønnalgene eller gullalgene utgjorde noen dominerende kvantitativ andel av det samlede planteplanktonsamfunn.

Viktigste gruppe, sesongen sett under ett, var kiselalger (Bacillariophyceae) med arter som *Cyclotella* cf. *comensis* og *C. comta* v. *oligactis* som de viktigste innen gruppen. Andre arter som var vanlige i planteplanktonsamfunnet gjennom vekstsesongen var *Chrysochromulina parva*, *Dinobryon crenulatum* og ulike andre chrysomonader innen gruppen gullalger (Chrysophyceae) og *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium helveticum* innen gruppen fureflagellater (Dinophyceae). Gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) utgjorde omkring 10 % av det totale algevolum store deler av vekstsesongen, med arter som *Rhodomonas lacustris*, *Katablepharis ovalis* og arter innen slekten *Cryptomonas* som de viktigste. Andre grupper var av underordnet betydning kvantitativt i planteplankton-samfunnet.

Arter som *Cyclotella* cf. *comensis*, *C. comta* v. *oligactis*, *C. glomerata*, *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium helveticum* finner en oftere i kalkrike vannmasser (pH > 7-8) enn det som er vanlig for de fleste relativt oligotrofe, næringsfattige innsjøer i Norge, der pH ligger omkring 6-6.5.

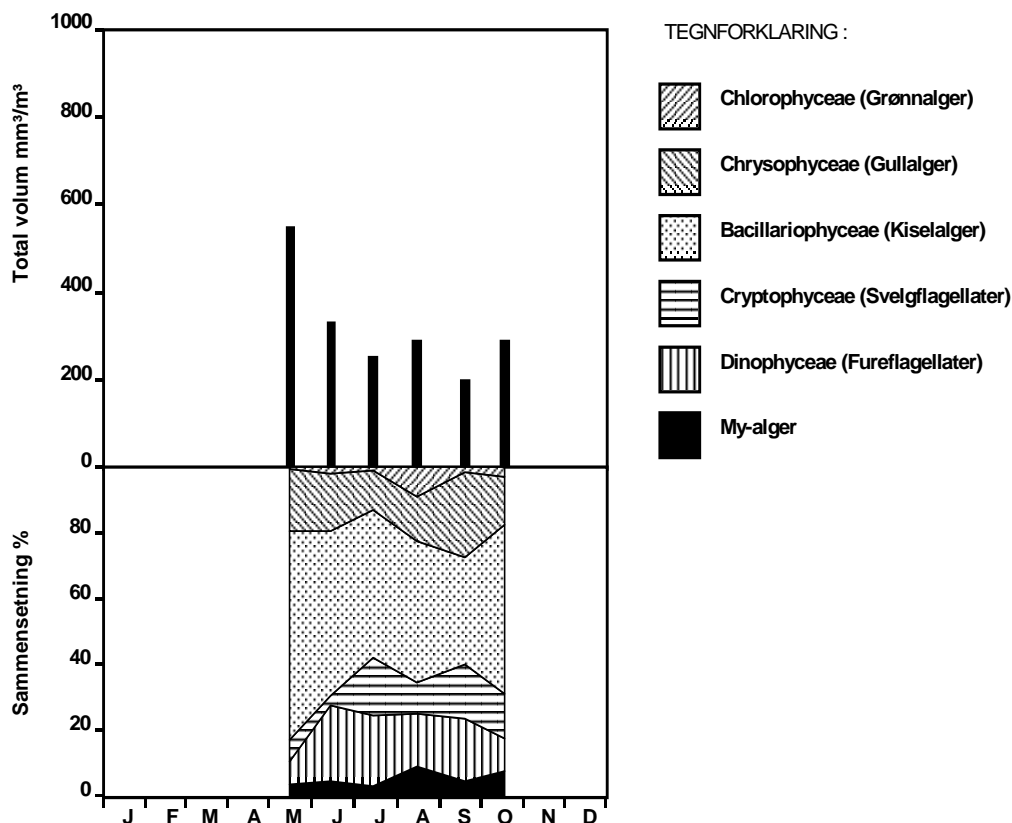
Selv om det ble registrert noen få kolonier av cyanobakterien *Microcystis aeruginosa* i prøven fra september og individer av fureflagellaten *Ceratium hirundinella* og grønnalgen *Pediastrum boryanum*, som er typiske for mer næringsrike vannmasser, så tilsier de registrerte planteplanktonvolumer og artssammensetningen for øvrig relativt næringsfattige vannmasser. Samfunnet virker å være i stor grad av likevekt og en kan ikke ut fra algesamfunnet, slik det ble registrert gjennom vekstsesongen 2000, spore noen spesiell eutrofierende utvikling.

Hagatjern inngikk i en undersøkelse av 100 innsjøer i Norge i 1973 (Brettum 1979). Analysen av en kvantitativ planteplanktonprøve tatt i september den gang viste et totalvolum på $680 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Dette er det eneste sammenlignbare resultat fra Hagatjern en har. I september 2000 ble det, som Tabell 5 viser, registrert et totalvolum på $202 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og totalvolumet i hele perioden juli-oktober lå mellom $200\text{-}300 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

Selv om en bør ta alle forbehold ved å sammenligne årets resultater med et slikt enkeltresultat fra tidligere undersøkelser, må det være lov å antyde at forholdene i 1973 må ha vært gunstigere for større algevekst og dermed større algevolum, enn i 2000.

Siden prøven fra 1973 ble tatt så sent i vekstsesongen som i september, er det høyst sannsynlig at maksimum planteplanktonvekst og algevolum forekom tidligere i sesongen. Denne trolig større algemengden i 1973 kan ha hatt sammenheng med nedtappingene av tjernet, og dermed lettere tilgang på noe mer næringsrikt vann fra dypere vannlag (Tabell 4).

Sammenlignet med dagens forhold som viser oligotrofe til overgang mot oligomesotrofe vannmasser, tyder resultatene på at det har skjedd en bedring av vannkvaliteten i Hagatjern i perioden fra 1973 og frem til nå.



Figur 4. Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Hagatjern 2000 Totalvolum gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

3.3 Makrovegetasjon

Det ble tatt med noen prøver av høyere planter ved én anledning i juni 2000. Det ble da påvist tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og vass-slirekne (*Persicaria amphibia*). Tidligere hadde Evtun (1966b) bare registrert vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), piggeknope (*Sparganium ramosum*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*). Etablering av flere arter med høyere vegetasjon har trolig sammenheng med endret manøvrering av tjernet. Den nåværende stabile vannstanden vil øke mulighetene for etablering av høyere planter i strandsonen i motsetning til det tidligere 5-6 meter høye reguleringsområdet, som var utsatt for både isgang og uttørking.

Tabell 5. Kvantitative planteplanktonanalyser av blandprøver (0-6 m) fra Hagatjern i 2000. Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

Dato	15/5-00	14/6-00	14/7-00	15/8-00	19/9-00	18/10-00
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Microcystis aeruginosa	.	.	.	.	1,3	.
Snowella lacustris	.	.	.	.	0,2	.
Sum - Blågrønnalger	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Botryococcus braunii	.	.	.	.	.	0,7
Chlamydomonas sp. (l=12)	0,2	.	.	.	.	0,1
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,5	0,8	.	.	0,5	0,5
Crucigeniella rectangularis	.	.	.	7,1	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	2,7	1,4	1,7	1,3	1,1
Fusola viridis	.	.	.	.	.	1,3
Oocystis rhomboidea	.	1,3	.	.	.	.
Oocystis submarina v.variabilis	1,6	1,5	.	.	.	.
Paramastix conifera	.	.	.	0,9	.	0,9
Pediastrum boryanum	.	.	.	1,6	.	1,6
Quadrigula pfitzeri	.	.	.	.	.	0,5
Scenedesmus denticulatus v.linearis	.	0,1	0,7	0,1	.	1,4
Scenedesmus quadricauda	.	.	.	0,3	.	.
Sphaerocystis Schroeteri	0,6	.	.	.	.	.
Staurastrum paradoxum	.	.	.	0,7	.	.
Tetraedron caudatum	.	0,5	0,4	0,4	0,4	.
Tetraedron minimum v.tetralobulatum	.	.	0,1	.	.	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)	.	.	.	13,1	.	.
Sum - Grønnalger	2,9	6,9	2,7	25,9	2,2	8,2
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bitrichia chodatii	1,0	1,3	2,0	0,3	0,4	0,4
Chrysochromulina parva	24,1	12,2	1,3	4,0	1,0	4,5
Chrysolynos planctonicus	0,2	.	0,3	0,9	.	.
Craspedomonader	0,3	.	0,3	0,5	2,4	1,0
Cyster av Bitrichia chodatii	.	.	.	.	.	0,3
Dinobryon borgei	0,4	.	.	.	0,4	1,9
Dinobryon crenulatum	17,5	6,4	2,0	3,2	4,4	0,4
Dinobryon sociale v.americanum	.	.	.	.	.	0,8
Dinobryon sp.	11,1	3,2	1,4	.	.	.
Dinobryon suecicum v.longispinum	0,2	0,2	.	.	0,3	1,0
Kephyrion sp.	9,1	6,3	0,8	1,5	0,5	0,4
Løse celler Dinobryon spp.	1,8	0,4	1,4	.	.	.
Mallomonas acaroides	.	.	.	.	13,3	3,0
Mallomonas spp.	.	.	.	.	.	2,0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4,0	1,8	4,3	5,4	4,7	5,7
Små chrysomonader (<7)	22,4	18,2	11,2	17,2	15,0	15,5
Spiniferomonas sp.	.	0,4	.	0,3	.	.
Store chrysomonader (>7)	12,1	7,8	4,3	4,3	10,3	4,3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	0,3	0,7	0,4	1,0
Ubest.chrysophycee	.	.	.	0,4	0,1	0,3
Sum - Gullalger	104,1	58,0	29,7	38,7	53,0	42,3

Tabell 5. fortset.

Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Achnanthes sp. (l=15-25)	.	0,4	.	.	.	.
Cyclotella cf.comensis	280,9	127,2	96,0	7,4	8,3	2,8
Cyclotella comta v.oligactis	.	15,5	11,5	111,3	50,0	82,2
Cyclotella glomerata	40,2	4,7	1,9	6,9	2,0	6,5
Cyclotella radiosa	12,9	6,0	4,3	.	4,5	58,2
Fragilaria sp. (l=30-40)	1,1	0,1	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=40-70)	.	.	.	.	.	0,1
Stephanodiscus hantzschii	11,9	11,2	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa	0,4	.	0,4	.	.	.
Sum - Kiselalger	347,4	165,0	114,1	125,6	64,9	149,7
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
Chroomonas sp.	.	.	.	.	0,5	.
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	0,8	1,4	1,8	1,3	2,4	6,5
Cryptomonas marssonii	0,3	.	.	0,4	.	.
Cryptomonas sp. (l=15-18)	.	.	.	.	4,8	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)	10,1	1,4	5,6	2,2	.	4,9
Cryptomonas spp. (l=24-30)	4,0	1,5	2,0	1,0	4,8	6,5
Katablepharis ovalis	8,8	4,2	4,8	4,4	1,7	3,1
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	8,2	0,8	10,6	7,3	7,6	14,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2,7	0,9	20,4	9,9	8,0	4,2
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	.	.	1,5	3,2	1,0
Sum - Svelgflagellater	34,9	10,2	45,2	27,9	32,8	40,5
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Amphidinium sp.	0,7	.	.	0,5	.	.
Ceratium hirundinella	.	36,0	24,0	18,0	6,0	.
Gymnodinium cf.lacustre	6,0	1,9	1,1	6,4	6,4	1,1
Gymnodinium helveticum	28,8	33,6	10,0	.	6,0	18,2
Gymnodinium sp.	.	.	.	.	5,0	3,3
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0,7	0,5	.	3,1	0,2	0,7
Peridiniopsis edax	.	.	7,4	14,0	7,4	.
Peridinium sp. (l=15-17)	.	.	8,6	2,0	.	4,4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	0,5	4,5	3,0	1,0	2,5	.
Ubest.dinoflagellat	1,6	.	.	1,2	4,6	0,5
Sum - Fureflagellater	38,2	76,4	54,1	46,1	38,2	28,1
My-alger						
My-alger	21,2	15,1	8,2	26,4	9,5	22,8
Sum - My-alge	21,2	15,1	8,2	26,4	9,5	22,8
Sum totalt :	548,8	331,7	254,0	290,6	202,1	291,6

3.4 Bakterier

Termotolerante koliforme bakterier stammer nærmest utelukkende fra tarmen til varmblodige dyr (fugl og pattedyr). De er tilpasset et liv i tarmen og lever bare noen få dager i vann. Forekomsten av slike organismer indikerer derfor fersk forurensning fra f.eks. kloakkutslipp, avrenning fra husdyrgjødsel, fra (ville) dyrs ekskrementer i strandsonene og nærmeste deler av nedbørfeltet, eller fra fugl som ligger på vannet.

Det har tidligere vært tatt bakterieprøver i Hagatjern som har blitt analysert på termotolerante koliforme bakterier ved Næringsmiddeltilsynet i Drammen. Prøvene er tatt på en bade plass sørøst i tjernet (Figur 1, lokalitet B-5). Resultatene er vist i Tabell 5 De fleste av prøvene er lave, men én av disse viste en forhøyet verdi, 230 bakterier 14/7-1999. Dette ble forklart ved kraftig nedbør på prøvetakingsdagen. (Kraftig nedbør kan bl.a. medføre utvasking av ekskrementer fra nedbørfeltet til tjernet.)

Tabell 5. Termotolerante koliforme bakterier fra 1997, 1999 og 2000 i Hagatjern analysert ved Næringsmiddeltilsynet i Drammen.

Dato	Antall bakterier/100 ml
8/8-1997	13
7/7-1999	2
14/7-1999	230
28/7-1999	1
11/8-1999	0
4/7-2000	1

Fekale streptokokker er en annen type bakterier som også forekommer i tarmen til varmblodige dyr. Hos mennesker finnes de i lavere antall enn de termotolerante koliforme bakteriene, mens hos drøvtyggende husdyr kan de forekomme i større mengder. De tåler imidlertid vesentlig bedre opphold i vann enn de koliforme bakteriene. Etter et utslipp vil de derfor kunne registreres i vannet lenge etter at de koliforme bakteriene er blitt inaktive. De vil av samme grunn også kunne observeres i lengre avstand fra utslippskilden sammenlignet med de koliforme bakteriene.

Det ble tatt én bakterieprøve over det dypeste partiet av tjernet ved hver prøvetaking (blandprøve 0-6 m). I tillegg ble det ved to anledninger tatt fire til seks prøver i strandsonen rundt tjernet (se Figur 1). Analyseresultatene er vist i Tabellene 6 og 7.

Tabell 6 Antall termotolerante koliforme bakterier og fekale streptokokker registrert nær midten av Hagatjern i sommerhalvåret 2000.

Dato	15.05.2000	14.06.2000	14.07.2000	15.08.2000	19.09.2000	18.10.2000
T.koli.bakt. ant/100ml	1	0	1	0	0	2
Fek.Strept. ant/100ml	0	1	0	0	0	2

Prøver fra midten av tjernet viser små forekomster av bakterier gjennom hele sommerhalvåret. Disse lave bakterietallene kan gjerne stamme fra fugl som er tilknyttet vann, og som ble observert ved flere av innsamlingsturene (hegre, skarv, fiskeørn, stökkender og andre ender).

Bakterieprøver samlet inn fra strandsonen rundt tjernet viste også lave bakterietall med unntak av to småbekker som renner inn i tjernet på sørøst-siden. Det ble også funnet noe bakterier i august langs sørvest-siden av tjernet. Det hadde regnet en del kvelden og natten før denne prøvetakingen, og bakteriene kunne derfor vært vasket ut fra de nærmeste områdene til tjernet, mens bakterietallene i tilløpene på sørøst-siden stammer trolig fra aktiviteter i og langs disse bekkene.

Tabell 7. Antall termotolerante koliforme bakterier og fekale streptokokker registrert i strandsonen rundt Hagatjern 14. juni og 15. august 2000.

Prøvelokalitet Dato	T.koli.bakt. 14.06.2000	Fek.Strepto 14.06.2000	T.koli.bakt. 15.08.2000	Fek.Strepto 15.08.2000
B-1	0	0	0	10
B-2	0	0	3	3
B-3	1	0	0	0
B-4	1	0	1	0
B-5			42	4
B-6			12	44

4. Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krog, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:04
- Brettum, P. 1979. Planteplankton som indikator på trofinivå i norske innsjøer. Norsk institutt for vannforskning. Rapport XB-07.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 2344. O-86116.
- Evtun, P. 1966a. Hagatjern. En kortfattet fremstilling av noen fysiske, kjemiske og biologiske forhold i tjernet. Notat til Mjøndalen Jeger og Fiskerforening 25/3-1966.
- Evtun, P. 1966b. Hagatjern. En del limnologiske forhold i en innsjø med spesielle morfologiske trekk. Hovedfagsoppgave i limnologi. Universitetet i Oslo.