

Overvåking av vannforekomster i Hamar kommune i 2007

Frognertjernet



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

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Overvåking av vannforekomster i Hamar kommune i 2007 Frognertjernet	Løpenr. (for bestilling) 5613-2008	Dato Mai 2008
	Prosjektnr. Undernr. O-27297	Sider Pris 22
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik, Marit Mjelde og Randi Romstad	Fagområde Eutrofiering og biologisk mangfold	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Hamar kommune	Oppdragsreferanse T.Y. Myre
-----------------------------------	--------------------------------

Sammendrag

Frognertjernet er et av Norges mest kalkrike tjern, og det er markert overgjødset som følge av store tilførsler av næringsstoffer fra befolkning og jordbruk. Basert på middelverdiene for algemengder målt som klorofyll-*a* og konsentrasjoner av total-fosfor og total-nitrogen i 2007 kan vannkvaliteten karakteriseres som dårlig til meget dårlig (tilstandsklasse IV-V). Det ble konstatert oksygensvinn, lukt av hydrogensulfid og meget høy konsentrasjon av fosfor i bunnvannet i september. Biomassen av planteplankton var relativt høy tilsvarende det øvre området for middels næringsrike (mesotrofe) vannforekomster. Dyreplanktonet var karakteristisk for et relativt næringsrikt tjern med moderat til markert predasjonspress fra planktonspisende fisk. Vannvegetasjonen var artsfattig og gjenspeiler en kalkrik og næringsrik vannkvalitet. Basert på vannvegetasjon kan økologisk status betegnes som god i 2007. Bruk av samme indeks på data fra 1995 indikerer dårlig økologisk status den gang.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Frognertjernet 2. Hamar kommune 3. Vannkvalitet 4. Biologiske forhold 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lake Frognertjernet 2. The municipality of Hamar 3. Water quality 4. Aquatic biota
--	---



Jarl Eivind Løvik
Prosjektleder



Unn Hilde Refseth
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Overvåking av vannforekomster i Hamar kommune i
2007

Frognertjernet

Forord

Rapporten omhandler vannkvalitet, miljøtilstand og biologiske forhold i Frognertjernet i Hamar kommune. Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra Hamar kommune, og kontaktperson i kommunen har vært Torleiv Yli Myre.

Prosjektleder i NIVA har vært Jarl Eivind Løvik ved NIVA Østlandsavdelingen. Feltarbeidet ble gjennomført av Marit Mjelde (NIVA Oslo) og Jarl Eivind Løvik, med assistanse fra Torleiv Yli Myre.

Plantep plankton er analysert av Pål Brettum (tidligere NIVA) i samarbeid med Robert Ptacnik (NIVA Oslo). Dyreplankton er analysert og vurdert av Jarl Eivind Løvik. Undersøkelsen av vannvegetasjon ble utført av Marit Mjelde, mens analyser og vurderinger av begroingsorganismer ble gjort av Randi Romstad (NIVA Oslo). Svein Birger Wærvågen ved Høgskolen i Hedmark har bidratt med mange nyttige opplysninger om innsjøen.

Vannkjemiske analyser bortsett fra klorofyll-*a* er utført av LabNett as. Klorofyll-*a* er analysert ved NIVAs kjemilaboratorium i Oslo.

Samtlige takkes for godt samarbeid!

Ottestad, 20. mai 2008



Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Målsetting	6
2. Materiale og metoder	6
2.1 Generell karakteristik av innsjøen og nedbørfeltet	6
2.2 Prøveprogram, analyser og vurderingskriterier	7
2.2.1 Vannkjemiske forhold og plankton	7
2.2.2 Makrovegetasjon	8
3. Resultater og diskusjon	8
3.1 Temperatur	8
3.2 Siktedyp og vannkjemi	9
3.3 Planteplankton	10
3.4 Dyreplankton	12
3.5 Makrovegetasjon	13
3.6 Begroingsorganismer	16
4. Litteratur	17
5. Vedlegg	19

Sammendrag

Formålet med undersøkelsene i Frognertjernet i 2007 har vært å vurdere vannkvaliteten, biologiske elementer som planteplankton, dyreplankton og vannvegetasjon samt forurensningssituasjonen, særlig med tanke på effekter av næringsstofftilførsler, det vil si overgjødslingsproblematikk.

Med en konsentrasjon av kalsium på ca. 150 mg/l er Frognertjernet muligens Norges kalkrikste tjern. Det ligger midt i et intensivt drevet jordbrukslandskap og har vært utsatt for betydelig overgjødsling med store tilførsler av næringsstoffer fra kloakk og fra jordbruket. Tilførslene er i dag sterkt redusert sammenlignet med situasjonen f.eks. i perioden ca. 1950-1975. Betydelige tilførsler av næringsstoffer sammen med tjernets bassengform og at det ligger relativt vindbeskyttet til, har ført til at det viser flere av de karakteristiske trekkene ved en overgjødslet innsjø. Konsentrasjonene av næringsstoffene fosfor og nitrogen i de øvre vannlag var i 2007 høye, tilsvarende henholdsvis dårlig og meget dårlig vannkvalitet (tilstandsklasse IV og V, SFT 1997). Det ble konstatert oksygenvinn og lukt av hydrogen-sulfid samt meget høy konsentrasjon av total-fosfor i bunnære vannmasser ved slutten av stagnasjonsperioden i september. Dette innebærer at tjernet er gjenstand for indre gjødsling, det vil si at sedimentert fosfor lekker til vannmassene i perioder med oksygenfritt bunnvann.

Algemengden målt som klorofyll-*a* var høy tilsvarende dårlig vannkvalitet (tilstandsklasse IV). Biomassen av planteplankton bestemt ved algetellinger var også høy. Basert på middelverdiene for klorofyll-*a* og planteplanktonbiomasse kan Frognertjernet karakteriseres som et middels næringsrikt (mesotroft) tjern. Planteplanktonet var dominert av en ikke nærmere identifisert grønnalge og hadde for øvrig betydelige innslag av flere arter som er karakteristiske for mesotrofe og eutrofe (næringsrike) innsjøer. Ut fra middelverdiene for 2007 var Frognertjernet innenfor foreslåtte grenseverdier for god økologisk status mht. total planteplankton-biomasse og total-fosfor, men tilfredsstilte ikke kravet for god økologisk status mht. klorofyll-*a* (jf. EUs vannrammedirektiv/Vannforskriften)

Dyreplanktonet var dominert av krepsdyr, først og fremst relativt storvokste former av hoppekreps og vannlopper av slekten *Daphnia*. Sammensetningen var karakteristisk for et middels næringsrikt til næringsrikt tjern med moderat til markert predasjonspress (beitepress) fra planktonspisende fisk. Den store andelen effektive algebeitere indikerer at tjernets "selvrensingsevne" var relativt god.

Vannvegetasjonen var artsfattig og gjenspeiler en kalkrik og næringsrik vannkvalitet. Kransalgen gråkrans (*Chara contraria*) dominerte og dannet store bestander på grunt vann flere steder. Arten er rødlistet, men har en noe større toleranse enn mange andre kransalger. Flytebladvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), stedvis iblandet vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*). Videre forekom følgende arter med større eller mindre bestander: langskuddsplantene klovasshår (*Callitriche hamulata*) og hesterumpe (*Hippurus vulgaris*) samt flytebladsplanten vasslirekne (*Persicaria amphibia*). Den viktigste helofytten i 2007 var takrør (*Phragmites australis*), som dannet bestander rundt store deler av innsjøen, og med midlere ytre grense på 1,6 m. Videre fantes mindre bestander av brei dunkjevle (*Typha latifolia*) og kjempepiggeknope (*Sparganium erectum*).

Vurdert ut fra trofi-indeksen basert på vannvegetasjon, hadde Frognertjernet i 2007 god økologisk status. Bruk av samme indeks på data over artssammensetningen i 1995 (Martinsen 1995) tyder på at tjernet den gang hadde dårlig økologisk status.

To prøver av begroingsalger fra tjernet var preget av arter som er forurensningstolerante og er vanligst i vann med høye konsentrasjoner av næringsstoffer. Ingen forurensningsømfintlige arter ble funnet. I den viktigste tilløpsbekken til tjernet ble det observert framtrepende begroing av sopp og bakterier samt lukt av kloakk.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Hamar kommune startet i 2006 et overvåkingsprogram for kommunens vann og vassdrag. Programmet tar i første omgang sikte på undersøkelser over 5 år, dvs. i perioden 2006-2010. Hensikten er å øke kunnskapen om alle vannforekomster av betydning i kommunen. Første året ble Finsalbekken undersøkt (Løvik og Romstad 2007). Fra før deltar kommunen i overvåkingen av Mjøsa med tilløpselver, som organiseres av Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver (se www.vassdragsforbundet.no). Størstedelen av Flagstadelvas nedbørfelt og noe av Svartelvas nedbørfelt ligger innenfor Hamar kommune. Disse elvene inngår som 2 av 6 elver i Mjøsovervåkingen der det bl.a. gjennomføres årlige undersøkelser av konsentrasjoner og transport av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Hamar kommunes eget overvåkingsprogram er nærmere beskrevet i et forslag utarbeidet av NIVA, datert 2.3.2006. Det ble avtalt at overvåkingen i 2007 skulle omfatte Frognertjernet, og kontrakt som omhandler dette er underskrevet 3.7.2007.

Frognertjernet har tidligere vært gjenstand for ferskvannskologiske undersøkelser av bl.a. Faafeng (1976) og Økland (1990). I forbindelse med en hovedoppgave ved NLH gjennomførte Martinsen (1995) beskrivelser bl.a. av biologiske forhold samt en vurdering av verneverdi. I en studentoppgave ved Høgskolen i Hedmark foretok Andersen, Rasen og Skjønberg (1995) undersøkelser av bly- og jernkonsentrasjoner i Frognertjernets sedimenter. Johansen (2002) har foretatt en sammenstilling av tidligere registreringer av plante- og dyrelivet i forbindelse med kartlegging av biologisk mangfold i Hamar kommune. Videre har Svein Birger Wærvågen ved Høgskolen i Hedmark gjennomført ferskvannskologiske studier i Frognertjernet gjennom flere år (upubliserte data).

1.2 Målsetting

Hovedhensikten med undersøkelsene i Frognertjernet i 2007 har vært å vurdere vannkvalitet, biologiske elementer som planteplankton, dyreplankton og vannvegetasjon samt forurensningssituasjonen, særlig med tanke på effekter av næringsstofftilførsler (overgjødslingsproblematikk).

2. Materiale og metoder

2.1 Generell karakteristikk av innsjøen og nedbørfeltet

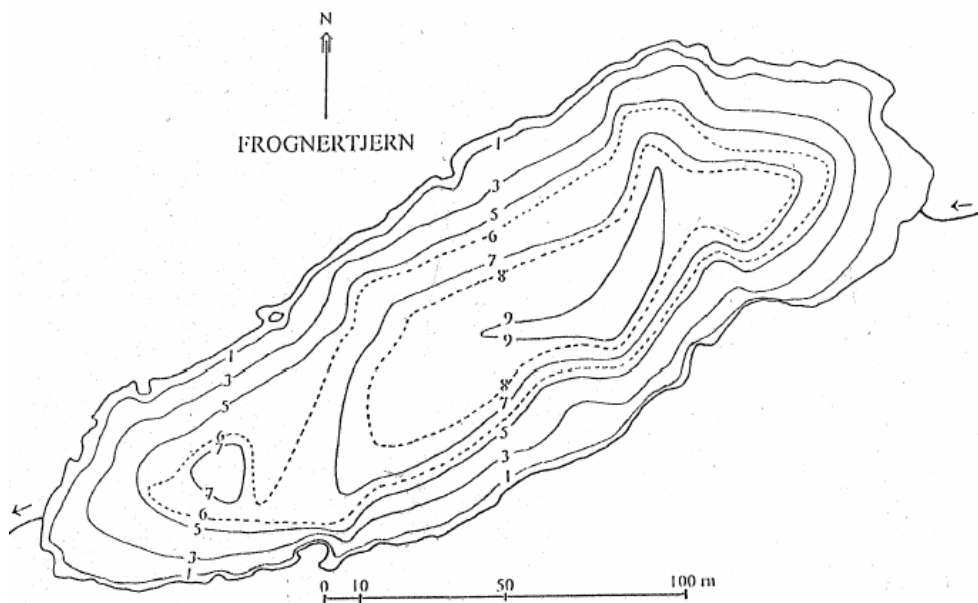
Frognertjernet ligger 168 moh. i kambrosilurområdet øst for Mjøsa. Overflatearealet er på 18 dekar, og maks dyp er på 9,5 m ved normalvannstand (Martinsen 1995). Berggrunnen i området består av kambrisk og ordovicisk kalkstein og skifer (Nordgulen 2005), og Frognertjernet regnes som Norges mest kalkrike tjern (Økland og Økland 1998), med et kalsiuminnhold på rundt 150 mg Ca/l. Det ligger i et område med intensivt jordbruk og er påvirket av eutrofiering (overgjødsling). Bl.a. gikk all kloakk fra Olsrud pleiehjem direkte ut i Frognertjernet i perioden 1952-1974 (Martinsen 1995). Det fins også noe annen bebyggelse som har bidratt med kloakktilførsler i nedbørfeltet. En stor del av tjernets nedbørfelt er oppdyrket, og viktigste produksjon er korn og grønnsaker. I dag representerer sannsynligvis jordbruket den største eksterne kilden for tilførsler av næringsstoffer til tjernet (Martinsen 1995), men muligheter for kloakktilførsler foreligger også. Tjernet blir brukt til jordbruksvanning, og vannstanden kan senkes opptil én meter i sommerhalvåret.

Frognertjernet er en rik kulturlandskapssjø, vurdert som en svært viktig (A) lokalitet i henhold til kriteriene i DN 1999 (Johansen 2002). Tjernet tilhører små, svært kalkrike og klare innsjøer i lavlands-

områder (iht. Solheim og Schartau 2005). Karuss (*Carassius carassius*) er trolig eneste fiskeart i tjernet (S.B. Wærvågen, pers. oppl.). Martinsen (1995) nevner at det finnes mort (*Rutilus rutilus*) i tjernet, men dette er ikke bekreftet. Tjernet har en god bestand av liten salamander, og det er en rik fuglelokalitet (Martinsen 1995). Et stort antall arter av ferskvannsnegl er registrert i Frognertjernet (Økland 1990). Hydrologiske og morfometriske data er gitt i Tabell 1, og dybdekart er vist i Figur 1.

Tabell 1. Hydrologiske og morfometriske data over Frognertjernet (Kilder: Andersen, Rasen og Skjønsberg 1995, høyde over havet fra Statens kartverks kart i målestokk 1:50.000 (kartblad 1916 I Løten), maks dyp fra Martinsen 1995).

Høyde over havet	168	moh.
Nedbørfeltareal	2,47	km ²
Overflateareal	18150	m ²
Volum	87810	m ³
Middeldyp	4,8	m
Største dyp	9,5	m
Årlig vanntilførsel	1,23	mill. m ³
Teoretisk oppholdstid	26	dager



Figur 1. Dybdekart over Frognertjernet, utarbeidet av Svein Birger Wærvågen, Høgskolen i Hedmark, 1994.

2.2 Prøveprogram, analyser og vurderingskriterier

2.2.1 Vannkjemiske forhold og plankton

Det ble samlet inn prøver for vurdering av vannkvalitet, næringsstatus og forurensningssituasjon 3 ganger i løpet av vegetasjonssesongen (20. juni, 22. august og 20. september). Prøvene ble tatt som blandprøver fra det øvre, varme vannlaget (0-4 m), over det dypeste punktet, sentralt i tjernet. Prøvene ble analysert mht. pH, alkalitet, konduktivitet, fargetall, kalsium, totalfosfor, totalnitrogen og nitrat. En oversikt over analysemetoder er gitt i vedlegget. Fra det samme sjiktet ble det også tatt ut prøver for

bestemmelse av algemengder i form av klorofyll-målinger, samt at mengden og sammensetningen av planteplanktonet ble bestemt ved mikroskopanalyser. Prøver for bestemmelse av sammensetningen av dyreplanktonet ble samlet inn i form av vertikale håvtrekk fra 0-8 m. Samtidig med prøvetakingen ble siktedyp og vanntemperatur målt.

Miljøtilstanden med hensyn til vannkjemiske forhold er vurdert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Mengde og sammensetning av planteplankton er vurdert i henhold til Brettum og Andersen (2005) samt Andersen og Brettum (2004).

2.2.2 Makrovegetasjon

Definisjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann og deles ofte inn i helofytter ("sivvegetasjon") og vannplanter. Vannplantene vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortsukksplanter), elodeider (langsukksplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (flytere). De siste fire gruppene omtales som vannvegetasjon. I tillegg inkluderes også de største algene, kransalgene, blant vannplantene.

Feltarbeid

Makrovegetasjonen, inklusive kransalgene, ble undersøkt 22. august 2007. Registreringer av vannvegetasjonen ble foretatt i henhold til standard prosedyre; ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt. Kvantifisering av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Bare de viktigste helofyttene ble registrert. Navnsettingen følger Lid og Lid (2005) og Langangen (2007). Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet.

I forbindelse med registreringene av makrovegetasjon ble det også samlet inn 2 prøver av fram-tredende begroingsorganismer. Disse er bestemt ved mikroskopanalyser. Feltobservasjoner av begroingsorganismer i den viktigste tilløpsbekken til tjernet ble gjort i mai 2008.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Temperatur

Vannmassene var termisk sjiktet ved alle prøvetidspunktene i 2007 (Tabell 2). Størst forskjell i temperatur mellom overflatelaget og bunnære vannmasser ble registrert 20. juni med 12,8 °C, mens forskjellen var betydelig mindre 20. september (3,4 °C). Høyeste registrerte temperatur var 18,7 °C 22. august. Det kan nevnes at midlere lufttemperatur i perioden juni-september 2007 var 0,8 °C over normalen for 1961-1990 (Kise meteorologiske stasjon). Alle måneder i denne perioden hadde middeltemperaturer litt over normalen.

Tabell 2. *Temperaturobservasjoner i Frogner tjernet i 2007.*

m	20.6.2007	22.8.2007	20.09.2007
0.5	18.3	18.7	11.1
1.0	-	17.7	10.9
2.0	17.5	16.9	10.9
3.0	-	15.9	10.9
4.0	9.8	15.6	10.8
5.0	-	-	10.7
6.0	8.8	7.8	8.8
8.0	5.5	7.5	7.7

På grunn av størrelsen, bassengformen og at tjernet ligger relativt vindbeskyttet til, er det rimelig å anta at sirkulasjonen om våren kan være ufullstendig i hvert fall enkelte år, men tjernet er sannsynligvis ikke meromiktisk (S.B. Wærvågen pers. oppl.). I meromiktiske innsjøer deltar ikke dyplagene i sirkulasjonen verken om våren eller høsten.

3.2 Siktedyp og vannkjemi

Resultatene av de vannkjemiske analysene og siktedypsobservasjonene er gitt i Tabell 3.

Siktedypet gir i de fleste tilfeller et indirekte mål på lyssvekningen i vannmassene. Økte mengder løste forbindelser (humussyrer) og partikler, slik som alger, dødt organisk materiale og erosjonsprodukter fra nedbørfeltet, nedsetter siktedypet. I produktive innsjøer er gjerne algeveksten bestemmende for siktedypet, mens det for eksempel i innsjøer med mye myr og skog i nedbørfeltet vanligvis er graden av humuspåvirkning som er avgjørende. I forbindelse med stor avrenning kan siktedypet også reduseres på grunn av utvasking av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet.

I juni-september 2007 varierte siktedypet i Frognertjernet i intervallet 2,3-2,8 m, og lavest siktedyp ble registrert i august (Tabell 3). Vurdert ut fra middelverdien for siktedypet (2,5 m) kan vannkvaliteten karakteriseres som mindre god (tilstandsklasse III, jf. SFT 1997).

Tabell 3. Analyseresultater fra Frognertjernet i 2007. Tilstandsklasser i henhold til SFT (1997).

Dato	Dyp m	Sikted. m	pH	Alkalitet mmol/l	Kond. m S/l	Fargetall mg Pt/l	Kalsium mg Ca/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	NO ₃ µg N/l	Klorofyll-a µg/l
20.06.2007	0-4	2.5	7.9	4.750	75.6	27	156	25	5191	4053	13
22.08.2007	0-4	2.3	8.1	4.640	70.9	30	146	20	2480	1736	14
20.09.2007	0-4	2.8	8.0	4.950	73.0	26	165	22	2343	1429	8.7
20.09.2007	8							573			
Middel	0-4	2.5	8.0	4.780	73.2	28	156	22	3338	2406	11.9
Tilst. klasse		III	I	I		III		IV	V		IV
Tilstandsklasser (SFT 1997):											
		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig					
		I	II	III	IV	V					

Frognertjernet hadde basiske vannmasser med pH i området 7,9-8,1. Etter norske forhold er tjernet svært kalkrikt med en middelkonsentrasjon av kalsium i 2007 på 156 mg/l i 2007. Til sammenligning ble det ved en undersøkelse av 11 kalkrike innsjøer på Hadeland i 2007 målt konsentrasjoner av kalsium i området 37-89 mg/l (Mjelde 2008). Frognertjernet har også meget høy konsentrasjon av oppløste ioner (jf. konduktivitet) og meget høy alkalitet. Basert på verdiene for fargetall kan vannet karakteriseres som relativt lite humuspåvirket.

Konsentrasjonen av total-fosfor og total-nitrogen sier oftest noe om hvor næringsrike vannforekomstene er. Fosfor er det næringsstoffet som vanligvis begrenser algeveksten i innsjøer. Økt tilførsel av fosfor f.eks. fra kloakk, landbruksaktiviteter eller industri vil derfor oftest føre til økt vekst av planteplankton (alger) og/eller begroingsalger og vannvegetasjon i strandsonen. I en del situasjoner kan imidlertid algeveksten være begrenset av tilgangen på løste nitrogenforbindelser (først og fremst nitrat).

Konsentrasjonen av total-fosfor i sjiktet 0-4 m var relativt høy og i et område som er karakteristisk for næringsrike innsjøer (jf. Faafeng mfl. 1991). Ut fra middelverdien på 22 µg P/l kan vannkvaliteten betegnes som dårlig (tilstandsklasse IV). Fastsettelse av tilstandsklasser skal normalt gjøres ut fra et større antall observasjoner, fortrinnsvis minst én gang pr. måned i vekstsesongen for alger (mai-oktober i Sør-Norge); usikkerheten i sesongmiddelverdier og tilstandsklasser blir forholdsvis stor ved

bare 3 observasjoner (jf. Faafeng og Fjeld 1996). Vi har likevel valgt å angi tilstandsklasser for å kunne illustrere nivåene i Frognertjernet i forhold til gjeldende norske standarder.

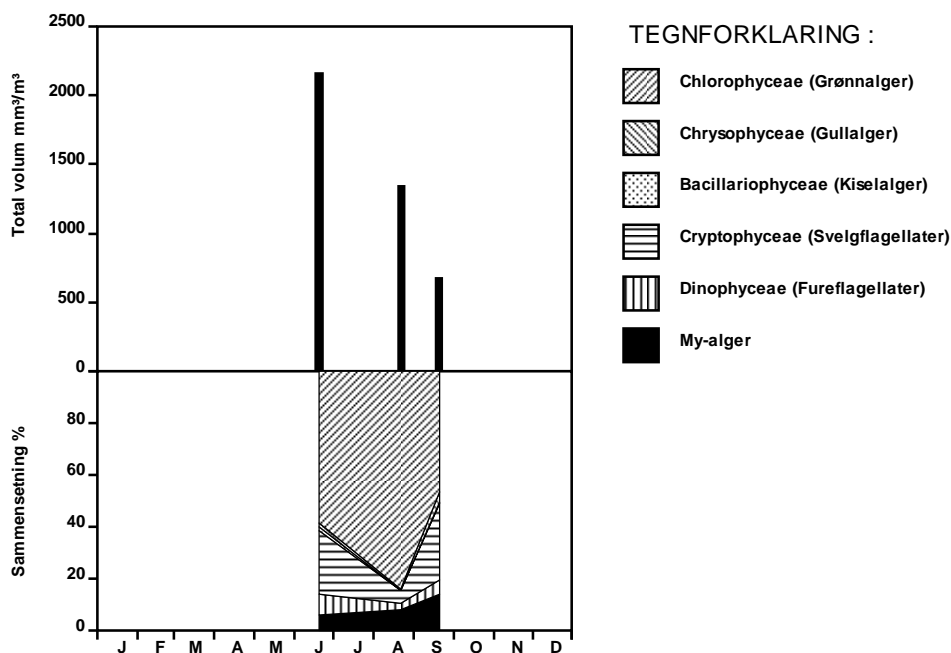
Konsentrasjonen av total-fosfor ble også analysert i en prøve fra ca. 1 m over bunnen 20. september. Dette sjiktet hadde meget høy konsentrasjon av total-fosfor (573 µg/l), dvs. 26 ganger høyere enn i det øvre vannlaget. Videre ble det registrert lukt av hydrogensulfid (H₂S) på 8 m dyp både i august og september, men ikke i juni. I august kjente vi også litt H₂S-lukt på 6 m dyp. Til sammen er dette klare indikasjoner på såkalt intern gjødsling. Det vil si at det ved slutten av stagnasjonsperiodene sommer og vinter blir så lite oksygen i dypvannet og sedimentet at det frigjøres betydelige mengder fosfor fra sedimentet. Dette fosforet kan så i større eller mindre grad bli tilgjengelig for algevekst.

Konsentrasjonen av total-nitrogen var meget høy spesielt 20. juni, men ble sterkt redusert fram til 22. august. Slike høye konsentrasjoner av nitrogen-forbindelser er ofte karakteristisk for innsjøer og tjern som er sterkt påvirket av avrenning fra dyrka mark. Ut fra middelverdien for total-nitrogen på 3338 µg/l, kan vannkvaliteten betegnes som meget dårlig (tilstandsklasse V). Konsentrasjonen av nitrat var også høy; nitrat representerte ca. 60-80 % av total-nitrogenet.

I praksis regner en med at fosfor er det begrensende næringsstoffet for algevekst når forholdet mellom total-nitrogen og total-fosfor er større enn 12 (Faafeng mfl. 1990, Berge 1987 m. ref.). Ved verdier lavere enn denne grensen er nitrogen vanligvis begrensende. I Frognertjernet varierte N/P-forholdet mellom 107 i september og 208 i juni. Dette skulle tilsi at algeveksten er klart fosfor-begrenset. Den høye konsentrasjonen av nitrat mot slutten av vekstsesongen tyder videre på god tilgang på løste nitrogenforbindelser og er en ytterligere indikasjon på at fosfor er begrensende næringsstoff.

3.3 Planteplankton

Konsentrasjoner av klorofyll-*a*, som er et mål på algebiomassen, er gitt i Tabell 3 (se avsnitt 3.2). Primærdata fra algetellingene er gitt i vedlegget, og totalbiomasser (biovolumer) samt andel av hovedgrupper innen planteplanktonet er vist i Figur 2.



Figur 2. Totalvolumer av planteplankton og prosentandel av ulike hovedgrupper i Frognertjernet 2007 (sjiktet 0-4 m).

Algemengder og sammensetning

Algemengden målt som klorofyll-*a* var relativt høy med en middelvei på 11,9 µg/l og maksverdi på 14 µg/l. Dette tilsvarer øvre del av området for middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer, og dårlig vannkvalitet (tilstandsklasse IV). Høyest planteplanktonvolum ble registrert 20. juni med 2162 mm³/m³, og middelveien for de tre datoene var 1395 mm³/m³. Dette tilsvarer også mesotrofe forhold (Brettum og Andersen 2005).

Planteplanktonet var dominert av grønnalger, og av disse representerte en ikke identifisert art størst biovolum. Av andre arter/grupper med stor andel i planktonet kan nevnes: grønnalgene *Crucigenia quadrata*, *Oocystis parva* og *Selenastrum capricornutum*, kiselalgen *Stephanodiscus hantzschii* v. *pusillus*, svelgflagellatene *Rhodomonas lacustris* og diverse *Cryptomonas*-arter, fureflagellaten *Ceratium hirundinella* samt gruppen my-alger. Flere av disse, som *O. parva*, *S. hantzschii* v. *pusillus* og noen av *Cryptomonas*-artene, er typiske for eutrofe eller mesotrofe innsjøer, mens andre (f.eks. *C. quadrata* og *R. lacustris*), er vanlige i de fleste vanntyper. Så vel mengdene som sammensetningen indikerer produktive vannmasser. Blågrønnalger (cyanobakterier) ble ikke registrert i prøvene. Det høye kalkinnholdet i vannet kan være en årsak til at blågrønnalger ikke har så lett for å etablere seg (P. Brettum, pers. oppl.). I 1994 ble det imidlertid observert 30-40 % blågrønnalger i juni/juli, mens det var lite videre utover sommeren (S.B. Wærvågen pers. oppl.).

Økologisk status

Det er utarbeidet forslag til aktuelle kriterier og grenseverdier for klassifisering av økologisk status med hensyn til planteplankton i innsjøer (Andersen og Brettum 2004). Grenseverdiene er differensiert i forhold til ulike innsjøtyper. Foreslåtte grenseverdier for kalkrike, klare innsjøer er gitt i Tabell 4, sammen med referansetilstand og verdier fra Frognertjernet i 2007. I mai 2008 vedtar EU (og Norge) nye grenselinjer mht. klorofyll-*a* for norske vanntyper (A.L. Solheim, NIVA, pers. oppl.). Disse blir lovmessig bindende også for Norge.

Tabell 4. Foreslåtte grenseverdier (foreløpige) mellom god og moderat økologisk status samt referansetilstand for kalkrike, klare innsjøer (Andersen og Brettum 2004). For klorofyll er kommende grenseverdier for EU (og Norge) gitt (A. L. Solheim, NIVA, pers. oppl.). Verdier for Frognertjernet i 2007 er også gitt.

Kriterier	Referansetilstand	Grenseverdier	Frognertjernet 2007
Total algebiomasse	0,15 ± 0,08 mg WW/L	1,5 mg WW/L	1,4 (0,7-2,2) WW/L
Andel cyanobakterier*	0,8 % ± 2,0 %	10 %	0 (0-0) %
Andel gullalger**	50 % ± 16 %	33 %	1,4 (0,4-4,0) %
Klorofyll- <i>a</i>	2,5-3,5 µg kl/L	7,5-10,5 µg kl/L	11,9 (8,7-14) µg Kl/L
Total P	8 ± 2 µg P/L	30 µg P/L	22 (20-25) µg P/L

* Blågrønnalgearten *Merismopedia tenuissima* er trukket fra blågrønnalgebiomassen før beregning av % cyanobakterier. Andelen cyanobakterier* bør være mindre enn 10 % for å oppnå god status.

** Gullalger er en følsom gruppe som avtar langs trofigradienten. Andelen gullalger bør være større enn 33 % for å oppnå god økologisk status.

For en så kalkrik vannforekomst som Frognertjernet er det rimelig anta at så vel referansetilstanden som grenseverdien mellom god og moderat økologisk status bør ligge mot de øvre yttergrensene av variasjonsområdene i Tabell 4. Muligens burde det ha vært utviklet egne grenselinjer for svært kalkrike vannforekomster; kalkrike vannforekomster er definert som vannforekomster med konsentrasjoner av kalsium høyere enn 4 mg Ca/l (Solheim og Schartau 2004). Av tabellen framgår det at Frognertjernet er markert overgjødslet (eutrofiert). Så vel totalbiomassen av alger som konsentrasjonene av klorofyll-*a* og total-fosfor var vesentlig høyere enn en antatt referansetilstand. Middelveiene for totalbiomasse av alger, andelen blågrønnalger og total-fosfor var innenfor foreslåtte grenser for god økologisk status, mens andelen gullalger og klorofyll-*a* ikke tilfredstilte kravet til god økologisk status. For kriteriet total algebiomasse var verdien fra Frognertjernet nær

opptil den foreslåtte grenseverdien, mens total-fosfor var betydelig lavere. Det er betydelig usikkerhet knyttet til disse vurderingene av økologisk status siden verdiene for Frognertjernet er basert på et lite antall observasjoner.

3.4 Dyreplankton

Resultatene av analysene av dyreplanktonprøvene er gitt i vedlegget.

Svært få arter av hjuldyr ble observert. *Keratella quadrata*, *Polyarthra* sp. og ubestemte arter (muligens *Synchaeta* spp.) var det som ble funnet. Også tidligere år er det observert lite hjuldyr (S.B. Wærvågen pers. oppl.).

Dyreplanktonet var totalt sett dominert av krepsdyr og da spesielt vannlopper av slekten *Daphnia*, nærmere bestemt *Daphnia longispina*-gruppen og *Daphnia pulex*. Stor formmessig plastisitet innenfor *Daphnia longispina*-gruppen har lenge ført til betydelig forvirring mht. artsavgrensning innen gruppen (jf. Nilssen mfl. 2007 m. ref.). Arten i Frognertjernet er sannsynligvis *D. longispina* (*D. rosea*-morfe) eventuelt *D. lacustris*. *Daphnia pulex* finnes sjelden i planktonet i større innsjøer, men kan være relativt vanlig i næringsrike, små innsjøer og tjern med svakt predasjonspress fra planktonspisende fisk. *D. pulex* var størst av de to *Daphnia*-artene i Frognertjernet med middellengde av voksne hunner på 1,62 mm (se vedlegg), mens *D. longispina*-gruppen hadde en middellengde på 1,35 mm. I tillegg var den lille vannloppen *Bosmina longirostris* nokså vanlig.

Den relativt storvokste hoppekrepsen *Acanthodiaptomus denticornis* hadde en bra bestand, og hoppekrepsen *Cyclops strenuus* var vanlig i juni. Andre uidentifiserte cyclopoide hoppekreps var også vanlige i 2007. S.B. Wærvågen (pers. oppl.) har i tillegg observert vannloppen *Polyphemus pediculus* (i litoralsonen) og de cyclopoide hoppekrepsene *Megacyclops gigas* og muligens *Megacyclops viridis* samt *Cyclops insignis* i vinterplanktonet (Holynska og Dahms 2004). S.B. Wærvågen har ikke funnet *B. longirostris* tidligere. Årsaken til at den har dukket opp nå, kan være at predasjonspresset fra karuss på de mer predasjonsutsatte dafniene muligens har økt i den senere tid.

Totalt sett kan krepsdyrplanktonet sies å være karakteristisk for et relativt næringsrikt vann med moderat til markert predasjonspress fra planktonspisende fisk. Ingen typiske indikatorer for næringsfattige forhold ble funnet. Dafniene har stort behov for kalsium for oppbyggingen av skallet sitt sammenlignet med enkelte andre grupper krepsdyrplankton, og store dafnier er dessuten meget effektive algebeitere. Videre har de en evne til å formere seg raskt under gunstige forhold. De har derfor en konkurransemessig fordel i et kalkrikt og produktivt vann som Frognertjernet. Ut fra den betydelige tettheten av forholdsvis storvokste dafnier er det rimelig å anta at omsetningen av produsert algebiomasse ("selvrensingsevnen") var relativt god i Frognertjernet i 2007. Grønnalgene som det var mye av, er sannsynligvis beitebare for bl.a. dafniene (P. Brettum pers. oppl.).

3.5 Makrovegetasjon

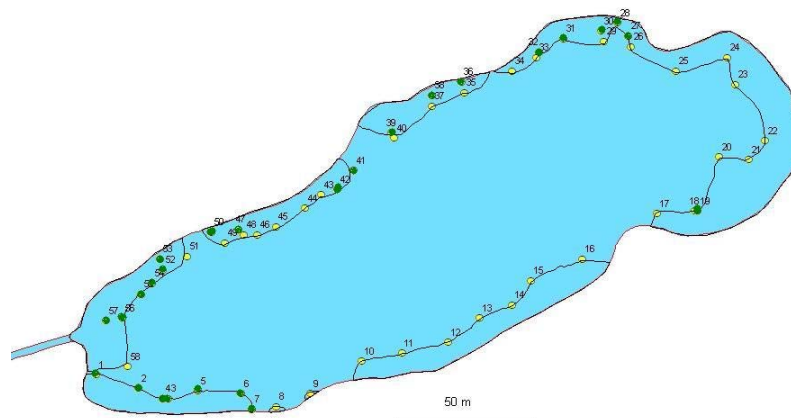
Artssammensetning og tilgroing

Vannvegetasjonen var artsfattig (Tabell 5), og gjenspeiler en kalkrik og næringsrik vannkvalitet. Kransalgen gråkrans (*Chara contraria*) dominerte og dannet store bestander på grunt vann innenfor takrør-bestandene i sørvest, og langs nordre strand (Figur 6). Gråkrans forekommer over hele landet på lokaliteter med høyt kalkinnhold, og er den vanligste av "kalksjø"-kransalgene (Langangen 2007). Arten er rødlistet, men har en noe større toleranse enn mange andre kransalger. Mindre forekomster av hesterumpe (*Hippuris vulgaris*) fantes flere steder rundt innsjøen, dels sammen med gråkrans, men også spredt på grunt vann langs søndre strand.

Tabell 5. Vannvegetasjon i Frognertjernet august 2007. Mengdeangivelse: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. T=tolerante, S=sensitive og I=indifferente arter i forhold til eutrofiering.

	Latinske navn	Norske navn	forekomst
	ELODEIDER		
S	<i>Callitriche hamulata</i>	klovasshår	3
S	<i>Hippuris vulgaris</i>	hesterumpe	3
	NYMPHAEIDER		
I	<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose	3-4
T	<i>Persicaria amphibia</i>	vasslirekne	2
I	<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks	3
	KRANSALGER		
S	<i>Chara contraria</i>	gråkrans	4

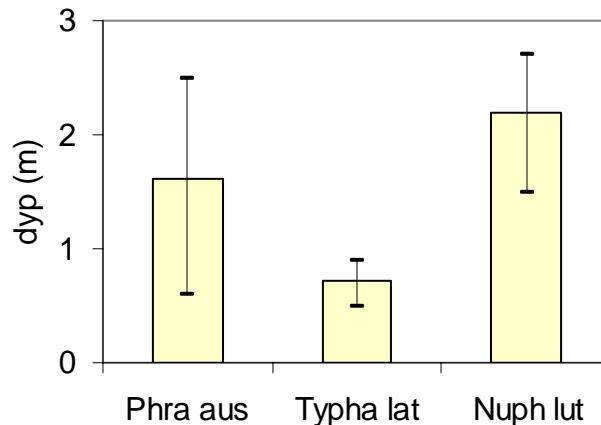
Flytebladvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), stedvis iblandet vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), og dannet bestander rundt det meste av innsjøen ut til på 2,2 m.



Figur 3. Frognertjernet. Vegetasjonsskisse 2007. Linjene viser makrovegetasjonens ytterkant, grønne prikker representerer helofyttvegetasjon mens gule prikker representerer flytebladvegetasjon.

Den viktigste helofytten i 2007 var takrør (*Phragmites australis*), som dannet bestander rundt store deler av innsjøen (Figur 3), og med midlere ytre grense på 1,6 m (Figur 4). Dessuten fantes to mindre bestander av brei dunkjevle (*Typha latifolia*), en i vest og en ved nordøstre strand. Dunkjevla hadde

midlere ytre grense på 0,7 m. Kjempepiggnopp (*Sparganium erectum*) dannet mindre bestander på grunnere vann.



Figur 4. Ytre dybdegrense for de viktigste artene i Frognerfjernet 2007. *Phra aus* = takrør, *Typha lat* = brei dunkjevle, *Nuph lut* = gul nøkkerose.

Litteratordata viser at takrør kan vokse ned til 2-2,5 m dyp (se referanser Hvoslef og Mjelde 1983), men ser ut til å gå grunnere i eutrofe innsjøer med dårlige lysforhold (Mjelde 1994). Basert på dette kan vi anta at utbredelsen av takrør i Frognerfjernet har nådd eller er nær maksimal dybdeutbredelse. En økning ut til 2-2,5 m vil uansett ikke medføre store arealmessige endringer. På grunn av dybdeforholdene er det ingen fare for gjengroing av tjernet. Vi forventer heller ingen ytterligere dybdeutbredelse av flytebladsvegetasjon.

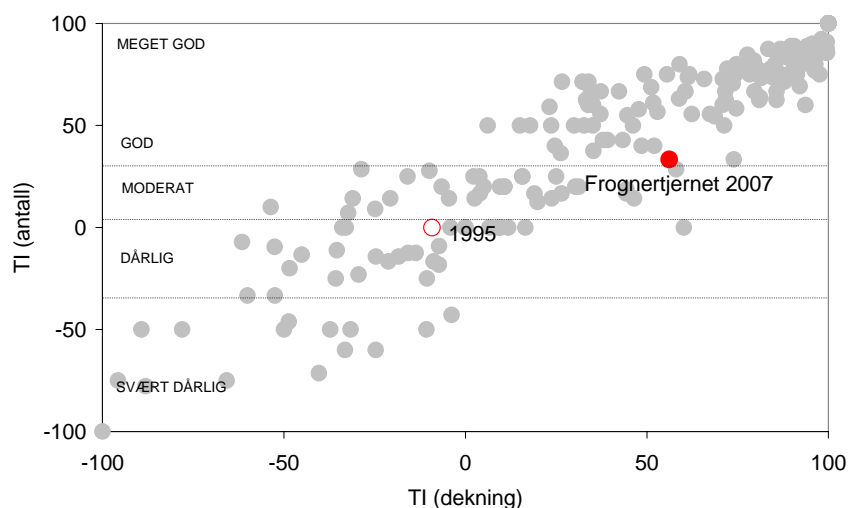
Artssammensetningen av vegetasjonen ser ut til å ha endret seg lite de siste 15 årene. Martinsen (1995) anga gul nøkkerose, hesterumpe, tjønnaks (*Potamogeton* spp. (vår komm.: sannsynligvis *P. natans*)), vasshår og vasslirekne som de viktigste vannplantene, mens takrør og brei dunkjevle var viktigste helofytter. Kransalgene var ikke nevnt, men andemat (*Lemna* sp.) kunne ”danne betydelige matter på vannet utover sensommeren”. Her menes sannsynligvis *Lemna minor*. I tillegg nevner Johansen (2002) forekomst av *Lemna trisulca* (korsandemat). Sammenliknet med Martinsens beskrivelse ser det ut til at flytebladsvegetasjonen, og sannsynligvis også takrør, har fått en noe større utbredelse i 2007, mens de frittflytende bestandene av andemat er gått tilbake.

Trofi-indeks

Indeksen (Mjelde, unpubl.) er basert på forholdet mellom antall sensitive, tolerante og indifferente arter av vannplanter i innsjøen. *Sensitive arter* er arter som foretrekker eller bare forekommer i upåvirkede innsjøer (referanseinnsjøer), hvor de ofte har stor dekning, mens de får redusert forekomst og dekning (ofte bortfall) ved eutrofiering. *Tolerante arter* er arter med økt forekomst og dekning ved økt eutrofiering, og ofte sjeldne eller med lav dekning i upåvirkede innsjøer. *Indifferente arter* er arter med vide preferanser, vanlig i upåvirkede innsjøer og i eutrofe innsjøer, men forsvinner i hypereutrofe innsjøer. Indeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. I TI(antall) teller alle artene likt uansett hvilken dekning de har. I TI(dekning) tas det hensyn til den kvantitative forekomsten av artene. Grenselinjer for meget god, god, moderat, dårlig og svært dårlig status (iht. Vannrammedirektivet) er utarbeidet for TI(antall)-indeksen.

Trofi-indeksen viser at vannvegetasjonen i Frognerfjernet i 2007 hadde god status, TI(antall) = 33.3 (Figur 5). Tar vi hensyn til artenes mengdemessige forhold får vi et noe bedre bilde, fordi de sensitive artene har større mengdemessig forekomst enn de tolerante.

Situasjonen i 1995, basert på data fra Martinsen (1995), er også inkludert i figuren. For artene registrert i 1995 har vi benyttet samme mengdemessige forekomst som i 2007, mens forekomsten av *Lemna minor* er satt til 4 (lokalt dominerende) basert på beskrivelsen i Martinsen 1995. *Chara contraria* er ikke nevnt av Martinsen og derfor utelatt i status-vurderingen for 1995. Dette gir en TI(antall)-verdi på 0, dvs. vannvegetasjonen hadde dårlig status i 1995.



Figur 5. Vannvegetasjonens økologiske status i forhold til eutrofiering for Frognertjernet 2007.



Figur 6. Eksempler på karakteristisk vegetasjon i Frognertjernet i august 2007. Til venstre: kransalgeeng (*Chara contraria*), til høyre: brei dunkjevle (*Typha latifolia*). Foto: Jarl Eivind Løvik.

3.6 Begroingsorganismer

Resultatene av analysene av begroingsorganismer fra tjernet er gitt i vedlegget.

Grønnalgen *Cladophora* sp., som var dominerende eller hadde stor forekomst i de to prøvene, er vanligst i vann med høyt innhold av næringssalter. Kiselalgene *Diatoma vulgare*, *Navicula* spp. samt *Nitzschia* spp., er forurensningstolerante og finnes i næringsrike vann. Slekten *Phacus* som lever planktonisk, er vanlig i små eutrofe dammer. Det ble ikke funnet forurensningsømfintlige arter.

Ved en feltbefaring i mai 2008 (J. E. Løvik) ble det i tilløpsbekken ved Olsrud observert framtreddende begroing av nedbrytere som sopp og bakterier (se Figur 7) samt lukt av kloakk.



Figur 7. Heterotrof begroing i tilløpsbekk til Frognertjernet 18.5.2008. Foto J.E. Løvik.

4. Litteratur

- Andersen, T. og Brettum, P. 2004. Planteplankton i innsjøer i forhold til eutrofiering. I: Solheim, A.L. (red.). BOKLASS – Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster: Forslag til aktuelle kriterier og foreløpige grenseverdier mellom god og moderat økologisk status for utvalgte elementer og påvirkninger. NIVA-rapport 4860-2004. 63 s.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport 2001-1987. 44 s.
- Brettum, P. og Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA report 4818-2004. 33 pp + 164 fact-sheets.
- Faafeng, B. 1976. Fotosyntetiske bakterier. Utbredelse og funksjon i naturen. Blyttia 34: 53-65.
- 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.O. og Brettum, P. 1990. Landsomfattende trofiundersøkelse av innsjøer. Oppfølging av 49 av de 355 undersøkte innsjøene i 1989. SFT. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 425/90. NIVA-rapport 2476-1990. 69 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. SFT. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 497/92, TA 814/1992. 36 s.
- Holynska, M. og Dahms, H.U. 2004. New diagnostic microcharacters of the cephalothoracic appendages in *Cyclops* O.F. Müller, 1776 (Crustacea, copepoda, Cyclopoida). Zoosystema 26: 175-198.
- Hvoslef, S.; Mjelde, M. 1983. Strandvegetasjon i Vansjø, vannstandsvekslingers virkning på strandvegetasjonen. NIVA-rapport lnr. 1596.
- Johansen, M.F. 2002. Kartlegging av naturtyper. Verdisetting av biologisk mangfold i Hamar kommune. Rapport. 96 s.
- Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.
- Martinsen, O.-E. 1995. Sikring av biologisk mangfold i Hamar kommunes kulturlandskap. Hovedoppgave ved Institutt for biologi og naturforvaltning, NHL. 89 s. + vedlegg.
- Mjelde, M. 1994. Nitrogen fra fjell til fjord. Makrovegetasjon i Bergsvatn i Vassås, Eikenesvatn, Grennevatn, Haugestadvatn og Vikevatn i Eikerenvassdraget. NIVA-rapport lnr. 3054.
- Mjelde, M. 1997. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Vannvegetasjon i innsjøer - effekter av eutrofiering. En kunnskapsstatus. NIVA-rapport lnr. 3755-97.

Mjelde, M. 2008. Kransalgesjøer på Hadeland 2007. Vurdering av økologisk status for 11 innsjøer og tjern. NIVA-rapport 5603-2008. 24 s.

Nilssen, J.P., Hobæk, A., Petrusek, A. og Skage, M. 2007. Restoring *Daphnia lacustris* G.O. Sars, 1862 (Crustacea, Anomopoda): a cryptic species in the *Daphnia longispina* group. *Hydrobiologia* 594: 5-17.

Nordgulen, Ø. 2005. Mjøsregionen, berggrunnskart M 1:125 000. Norges geologiske undersøkelse.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

Solheim, A.L. og Schartau, A.K. 2004. Revidert typologi for norske elver og innsjøer. NIVA-rapport 4888-2004. 17 s.

Økland, J. 1990. Lakes and Snails. Environment and Gastropoda in 1.500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys.

Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Vann og vassdrag 3. Kjemi, fysikk og miljø. Vett og Viten AS.

5. Vedlegg

Tabell 6. Oversikt over kjemiske analysemetoder og benevninger brukt ved LabNett AS i 2007 og NIVA (klorofyll-*a*).

Analyse	Metode	Benevning
Surhetsgrad (pH)	NS 4720	
Alkalitet	Intern	mmol/l
Konduktivitet 25 °C	ISO 7888	m S/m
Fargetall (etter filtrering)	NS 4787	mg Pt/l
Kalsium	ICP-AES	mg Ca/l
Totalfosfor (Tot P)	ISO 6878	µg P/l
Totalnitrogen (Tot N)	NS 4743	µg N/l
Nitrat + nitritt	NS 4745 M	µg N/l
Klorofyll- <i>a</i> *	H 1-1	µg /l

* Klorofyll-*a* i vann, metanol, spektrofotometri

Tabell 7. Kvalitativ sammensetning av dyreplankton i Frognertjernet i 2007, basert på vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-8 m. 1 = sjelden/få individer, 2 = vanlig, 3 = rikelig/dominerende

	20.06.2007	22.08.2007	20.09.2007
<u>Hjuldyr (Rotifera):</u>			
Keratella quadrata	3	2	2
Polyarthra sp.			1
Rotifera ubest. (cf. Synchaeta spp.)	3	1	
<u>Krepsdyr (Crustacea):</u>			
<u>Hoppekreps (Copepoda):</u>			
Acanthodiptomus denticornis	3	3	3
Cyclops strenuus	2		
Cyclopoida ubest. cop.	3		2
Cyclopoida ubest. naup.	2	2	1
<u>Vannlopper (Cladocera):</u>			
Daphnia longispina-gruppen*	3	2	3
Daphnia pulex	3	1	2
Daphnia spp., ubest. juv.	2	3	3
Bosmina longirostris	2	2	1
Chydorus cf. sphaericus	1		

* Sannsynligvis *Daphnia longispina* (*D. rosea*-morf) eller *Daphnia lacustris* (jf. Nilssen mfl. 2007)

Tabell 8. Lengder av dominerende vannlopper (voksne hunner, mm).

	Middel	Min	Maks	St. avvik	Antall (n)
Daphnia longispina-gruppen	1.35	1.06	1.62	0.17	36
Daphnia pulex	1.62	1.40	1.84	0.13	20
Bosmina longirostris	0.39	0.32	0.48	0.05	21

Tabell 9. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Frognertjernet i 2007. Verdier gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt).

	År	2007	2007	2007
	Måned	6	8	9
	Dag	20	22	20
	Dyp	0-4 m	0-4 m	0-4 m
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Ankistrodesmus falcatus		1.6	.	.
Botryococcus braunii		.	2.1	2.8
Chlamydomonas sp. (l=8)		2.7	4.6	.
Crucigenia quadrata		251.2	45.3	25.4
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		31.7	.	0.5
Kirchneriella obesa		.	9.1	.
Monoraphidium dybowskii		3.7	1.1	11.0
Oocystis lacustris		.	6.4	.
Oocystis parva		4.0	100.7	13.4
Oocystis rhomboidea		.	.	4.2
Scenedesmus arcuatus		.	1.0	21.2
Scenedesmus bicaudatus		.	5.3	.
Scenedesmus ecornis		.	.	2.7
Scenedesmus sp.		0.4	0.6	1.0
Selenastrum capricornutum		379.5	2.7	2.2
Tetraedron minimum		.	2.7	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		587.2	941.3	230.6
Sum - Grønnalger		1262.0	1122.8	314.9
Chrysophyceae (Gullalger)				
Ochromonas sp.		.	.	1.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1.3	0.6	0.3
Små chrysomonader (<7)		13.1	4.8	19.3
Store chrysomonader (>7)		12.1	.	6.9
Sum - Gullalger		26.4	5.4	27.4
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
Diatoma tenuis		.	.	0.6
Fragilaria crotonensis		1.1	.	1.5
Fragilaria sp. (l=30-40)		3.5	.	0.1
Fragilaria sp. (l=40-70)		1.0	.	.
Fragilaria ulna (morfortyp"acus")		1.0	.	0.3
Fragilaria ulna (morfortyp"ulna")		.	.	1.6
Stephanodiscus hantzschii v.pusillus		31.0	.	.
Sum - Kiselalger		37.7	0.0	4.1
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
Chroomonas sp.		.	.	9.4
Cryptomonas cf.erosa		0.5	10.6	11.2
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		2.5	2.2	21.2
Cryptomonas marssonii		.	0.9	0.6
Cryptomonas spp. (l=24-30)		1.4	7.2	40.2

Katablepharis ovalis	1.6	.	3.8	
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	523.0	44.4	98.1	
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.4	3.0	14.8	
Sum - Svelgflagellater	530.4	68.2	199.1	
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Ceratium hirundinella	165.0	35.0	37.5	
Gymnodinium cf.lacustre	0.3	.	.	
Gymnodinium sp. (l=14-16)	0.2	.	.	
Ubest.dinoflagellat	1.9	.	.	
Sum - Fureflagellater	167.4	35.0	37.5	
My-alger				
My-alger	137.8	109.9	98.1	
Sum - My-alge	137.8	109.9	98.1	
Sum total :	2161.6	1341.4	681.1	Middel 1394.7

Tabell 10. Begroingsorganismer i Frognertjernet, innsamlet 22.8.2007.

Prøve 1	<i>Cladophora</i> sp.	dominerer
	<i>Diatoma vulgare</i>	xxx
	<i>Phacus</i> sp.	xx
	<i>Navicula</i> sp.	xx
	<i>Fragilaria ulna</i>	x
	<i>Nitzschia</i> sp.	x
	Ubestemte kiselalger	xx
	<i>Vorticella</i> sp.	x
	Fargeløse små flagellater	x
Prøve 2	Ubestemt bladmose	dominerer
	<i>Cladophora</i> sp.	xxx
	<i>Spirogyra</i> sp.	x
	Ubestemte kiselalger	xxx
	<i>Cocconeis placentula</i>	x
	<i>Navicula</i> sp.	xx
	Fargeløse flagellater	xx
	Ubestemte ciliater	x
	Rotatorier	x
	Amøber	x

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