

Overvåking av Breiavatnet 1995

Rapport RF-96/045

Vår referanse: 643692	Forfatter(e): Åge Molversmyr	Revisjonsnr. / dato: Rev. 1 / 09.02.96
Ant. sider: 22	Oppdragsgiver(e): Stavanger kommune	Forskningsprogram:
ISBN: 82-7220-745-1	Gradering: Åpen	Åpen fra (dato):

Sammendrag:

Breiavatnet er en næringsrik (eutrof) innsjø hvor intern gjødsling fra sedimentene må antas å bidra med en betydelig del av den totale næringstilgangen. Innsjøen er dyp i forhold til overflatearealet, og den ligger skjermet for vindpåvirkning. Dette bidrar til at temperatur-sjiktning inntreer tidlig om våren, og varer langt ut på høsten. I bunnvannet forbrukes oksygenet raskt, og midt på sommeren i 1995 var det oksygenfritt i hele vannsøylen under 4 meters dyp. Store mengder næringsstoffer lekker ut fra sedimentene i det oksygenfrie bunnvannet. Sammenliknet med målinger fra slutten av 70-tallet synes innholdet av næringsstoffer i overflatevannet å være klart redusert, særlig med hensyn til fosfor.

Det ble ikke målt spesielt høyt innhold av tungmetaller i overflatevannet i Breiavatnet, men metallinnholdet var gjennomgående noe høyere enn hva tilsvarende målinger i 1995 viste for Lille Stokkavatnet.

Emne-ord:

Breiavatnet, Næringsstoffer, Tungmetaller, Fosforutlekking fra sedimenter

Ingen del av dette dokumentet kan reproduseres i noen form uten skriftlig tillatelse fra RF - Rogalandforskning ©.



Prosjektleder
Åge Molversmyr



Kvalitetssikrer
Steinar Sanni



for RF - Miljø og Næringsutvikling
Inge Brun Henriksen

FORORD

Sommeren og høsten 1995 har RF - Rogalandsforskning hatt ansvar for overvåking av vannkvaliteten i Breiavatnet i Stavanger sentrum, med tanke på å skaffe oppdaterte data om innsjøen.

Undersøkelsen er finansiert av Stavanger kommune ved kommunalavdeling Tekniske Driftstjenester, vann og avløp.

Analysearbeid er i hovedsak utført ved RFs miljølaboratorium, som er akkreditert i henhold til kvalitetsnormen EN 45001 for en lang rekke kjemiske og biologiske metoder. Unntaket er bakteriologiske analyser, som er utført ved Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland. Feltarbeidet er utført av personell i tilknytning til RFs miljølaboratorium.

Bearbeiding og rapportering er utført av seniorforsker Åge Molvermyr, og kvalitetssikrer har vært seniorforsker Steinar Sanni.

Stavanger, 9. februar 1996.

INNHOOLD

1. INNLEDNING.....	1
2. SAMMENDRAG.....	2
3. MATERIALE OG METODER.....	3
3.1 Lokalitet	3
3.2 Prøvetaking	4
3.3 Analysemetoder	4
4. RESULTATER OG DISKUSJON.....	5
4.1 Fysiske målinger og feltobservasjoner	5
4.1.1 Temperatur og oksygen.....	5
4.1.2 Siktedyp	6
4.1.3 Turbiditet	6
4.1.4 Surhetsgrad (pH)	7
4.2 Kjemiske og biologiske målinger	8
4.2.1 Fosfor.....	8
4.2.2 Nitrogen	8
4.2.3 Organisk karbon	11
4.2.4 Klorofyll.....	11
4.2.5 Termotolerante koliforme bakterier.....	12
4.3 Metallanalyser	13
4.4 Konklusjon	14
5. REFERANSER.....	15
DATAVEDLEGG.....	16

Breiavatnet i Stavanger sentrum utgjør midtpunktet i et mye benyttet parkareal, og innsjøen har stor rekreasjonsverdi. Det er et rikt fugleliv på og i tilknytning til vannflaten. Breiavatnet bærer generelt preget av høyt næringsstoffinnhold, oksygenfritt bunnvann og utlekking av næringsstoffer fra sedimentene.

Vannkvaliteten i Breiavatnet er tidligere undersøkt på slutten av 70-tallet (Byveterinæren i Stavanger 1978, 1980). I 1995 ble det gjort undersøkelser for å skaffe nye vannkvalitetsdata i tilknytning til trofitalstand, bakteriologisk tilstand og innhold av tungmetaller i vannet.

Den foreliggende rapporten presenterer en sammenstilling og kortfattet vurdering av resultatene fra undersøkelsene i 1995.

Breiavatnet er dypt i forhold til overflatearealet, og ligger relativt godt skjermet med hensyn til vindpåvirkning. Dette bidrar til at temperatursjiktning inntreffer tidlig om våren, og varer langt ut på høsten. I bunnvannet forbrukes oksygenet raskt, og midt på sommeren i 1995 var det oksygenfritt i hele vannsøylen under 4 meters dyp.

Breiavatnet hadde relativt klart vann gjennom hele undersøkelsesperioden i 1995, og siktedypet var i gjennomsnitt 3,7 meter. Det ble ikke registrert nevneverdig oppblomstring av alger. Dette til tross for at det i en periode ble målt høy pH og stor oksygenovermetning i overflatevannet, noe som viser at algeproduksjonen var høy (stor fotosynteseaktivitet). Dette kan indikere at selvrensingsevnen i Breiavatnet er høy, noe som er i samsvar med at det visuelt ble observert store forekomster av krepsdyret *Daphnia* i vannet i denne perioden.

Innholdet av fosfor i overflatevannet var relativt moderat (i gjennomsnitt 28 µg P/l), mens nitrogeninnholdet var lavt (i gjennomsnitt 320 µg N/l). Innholdet av nitrat var ekstremt lavt gjennom hele sommeren, noe som kan indikere at nitrogen var en begrensende faktor for algeveksten i denne perioden.

I det oksygenfrie bunnvannet var det kraftig utlekking av næringsstoffer fra sedimentene, og i slutten av oktober var eksempelvis fosforinnholdet i bunnvannet 100 ganger høyere enn i overflatevannet om sommeren.

Innholdet av termotolerante koliforme bakterier i overflatevannet viser en viss påvirkning av fekal forurensning, og det ble funnet mellom 72 og 210 pr 100 ml (i gjennomsnitt omlag 130 pr. 100 ml). Det rike fuglelivet på og omkring Breiavatnet er en kilde til termotolerante koliforme bakterier, men det er uvisst om dette er det eneste bidraget til de observerte forekomstene.

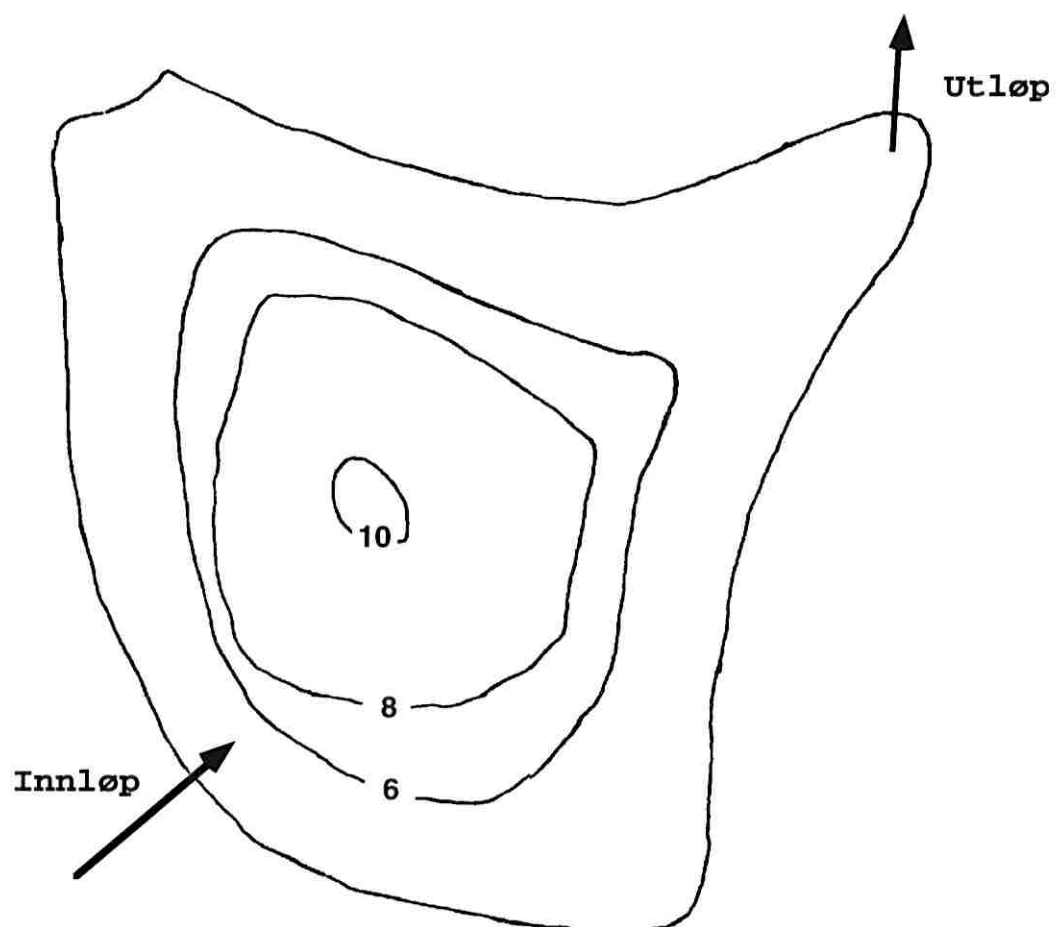
Det ble ikke målt spesielt høyt innhold av tungmetaller i overflatevannet, men innholdet var markert forhøyet ved prøvetakingen i slutten av oktober. Dette kan skyldes tilrenning fra nærområdene etter kraftig nedbør et par dager i forveien for prøvetakingen. Metallinnholdet i Breiavatnet var gjennomgående noe høyere enn hva tilsvarende målinger i 1995 viste for Lille Stokkavatnet.

Generelt må Breiavatnet regnes som en næringsrik (eutrof) innsjø, og det må antas at intern gjødsling fra sedimentene bidrar med en betydelig del av den totale næringstilgangen. Sammenliknet med målinger fra slutten av 70-tallet synes innholdet av næringsstoffer i overflatevannet å være klart redusert, særlig med hensyn til fosfor.

3.1 Lokaltet

Breiavatnet ligger i Stavanger sentrum, og det nære nedbørfeltet består av park- og trafikkareal. Hovedtilløpet til Breiavatnet er Kannikbekken, som får overført vann fra Mosvatnet. På grunn av lav vannstand i Mosvatnet ble Kannikbekken en stor del av sommeren 1995 tilført vann fra vannforsyningsnettet.

Breiavatnet har en overflate på ca. 30 da og et største dyp på 10 m (figur 1). Innsjøen er dyp i forhold til overflatearealet, og ligger relativt godt skjermet med hensyn til vindpåvirkning. Som en del av parken er det en fontene i Breiavatnet, som benytter overflatevann fra innsjøen.



Figur 1. Dybdekart for Breiavatnet, med avmerket prøvestasjon. (Byveterinæren i Stavanger 1978).

3.2 Prøvetaking

Det ble i 1995 lagt opp til et enkelt overvåkingsprogram i Breiavatnet, med i alt 7 prøvetakinger gjennom sommer- og høstperioden (se datavedlegg for nærmere tidsangivelse). Sen prosjektstart gjorde at første prøvetaking startet så sent som 20. juni, og en har derfor ikke fanget opp utviklingstrender i den første perioden etter temperatursjiktningen om våren.

I felt ble det målt temperatur- og oksygenprofiler, samt siktedyp og farge mot siktedypsskive. Prøver til ulike kjemiske målinger ble tatt fra overflatevannet (0-4m) ved hjelp av en rørprøvetaker (Ramberg henter), og av bunnvannet (1 meter over bunn) ved hjelp av en Ruttner henter. Prøve til surhetsgrad ble tatt i egne flasker for analyse ved tilbakekomst til laboratoriet. Prøver til metallanalyser ble tatt fra overflatelaget, ved å dyppe spesialvaskede prøveflasker ned i vannet etter spesielle retningslinjer for å unngå kontaminering. Prøver til bakteriologiske analyser ble tatt fra 1 meters dyp direkte i sterile prøveflasker.

3.3 Analysemetoder

Vannprøvene ble fordelt i felt direkte i egnede prøveflasker/-begre for oppbevaring og analyse. Prøver som ble oppbevart før analyse ble konserverert ved frysing. Følgende analysemetoder ble brukt (NS = Norsk Standard; Norges Standardiseringsforbund):

Temperatur og Oksygen. Målt med et WTW feltoksygenmeter OXI 196, med en EOT 196-4 elektrode.

Surhetsgrad (pH). Målt i henhold til Norsk standard NS 4720, med et Radiometer PHM 82 pH-meter og kombinert elektrode (Radiometer GK 2401 C).

Turbiditet (Turb). Målt i henhold til Standard Methods 2130 B, med et HACH Model 2001 A turbidimeter.

Total fosfor (TP). Målt i henhold til Norsk standard NS 4725 ("total fosfor"), tilpasset en ChemLab autoanalysator.

Løst molybdatreaktivt fosfat (LMRP). Målt i henhold til Norsk standard NS 4725 ("orto-fosfat fosfor"), tilpasset en ChemLab autoanalysator. Modifikasjon: filtertype Whatman GF/C.

Total nitrogen (TN). Målt i henhold til Norsk standard NS 4743, tilpasset en ChemLab autoanalysator.

Nitrat+nitritt (NO_x -N). Målt i henhold til Norsk standard NS 4743, tilpasset en ChemLab autoanalysator. Filtrert gjennom Whatman GF/C filter. (I teksten for enkelthets skyld kalt nitrat, NO_3). Analysene er ikke korrigert for nitritt (NO_2).

Total organisk karbon (TOC). Målt i henhold til Norsk standard NS-ISO 8245, på en Astro modell 2001 TOC-analysator.

Klorofyll a (Kla). Metode med Aceton/DMSO (Klaveness 1984). Spektrofotometer: Perkin-Elmer Lamda 7. Filtertype: Whatman GF/C.

Metaller - Elementanalyser. Analysert ved hjelp av plasma-massespektrometri (ICP-MS) for en rekke elementer, i henhold til RF-intern metode.

Termotolerante koliforme bakterier, 44°C (TKB). Målt i henhold til Norsk standard NS 4792. (Utført av Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland).

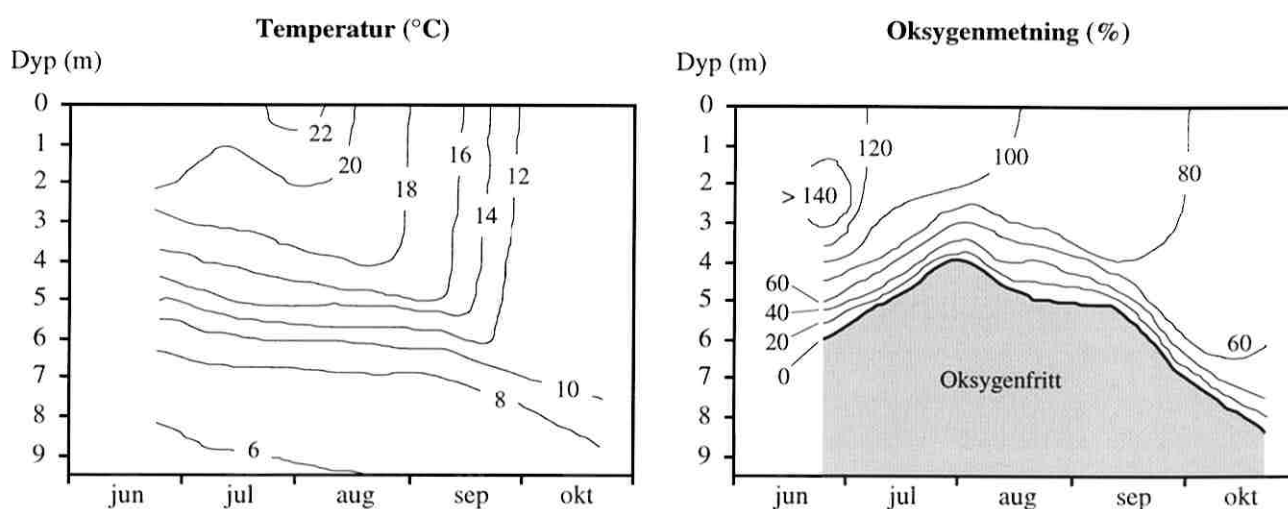
4.1 Fysiske målinger og feltobservasjoner

4.1.1 Temperatur og oksygen

Målingene av temperatur og oksygen gjenspeiler Breiavatnets store dyp i forhold til overflateareal, og den skjermede beliggenheten med hensyn til vindpåvirkning (figur 2). Temperaturen i bunnvannet viser at innsjøen ble sjiktet tidlig etter fullsirkulasjonen om våren, og sprangsjiktet lå i området rundt 4-5 meter hele sommeren. Innsjøen hadde temperatursjiktning gjennom hele undersøkelsesperioden, og høstsirkulasjonen syntes ikke å ha inntruffet før i begynnelsen av november.

Bunnvannet var totalt oksygenfritt allerede ved første prøvetaking i juni, igjen delvis et resultat av en tidlig sjiktning i innsjøen. Oksygenvinnet i bunnvannet var meget kraftig, og i månedsskiftet juli - august var det oksygenfritt i hele vannsøylen under 4 meter. Dette tyder på omfattende nedbrytning av organisk materiale, som i hovedsak må antas å ha opphav i innsjøen selv (sedimenterende rester av plante- og dyreplankton). Målingene i siste del av juni viser at det var meget kraftig algeproduksjon i overflatelaget, med et oksygenmaksimum i tilknytning til en sekundær temperaturgradient på omlag 2-3 meters dyp (oksygenmetning helt opp i 150%).

I henhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Holtan & Rosland 1992) tilsier oksygeninnholdet i bunnvannet tilstandsklassen "meget dårlig".



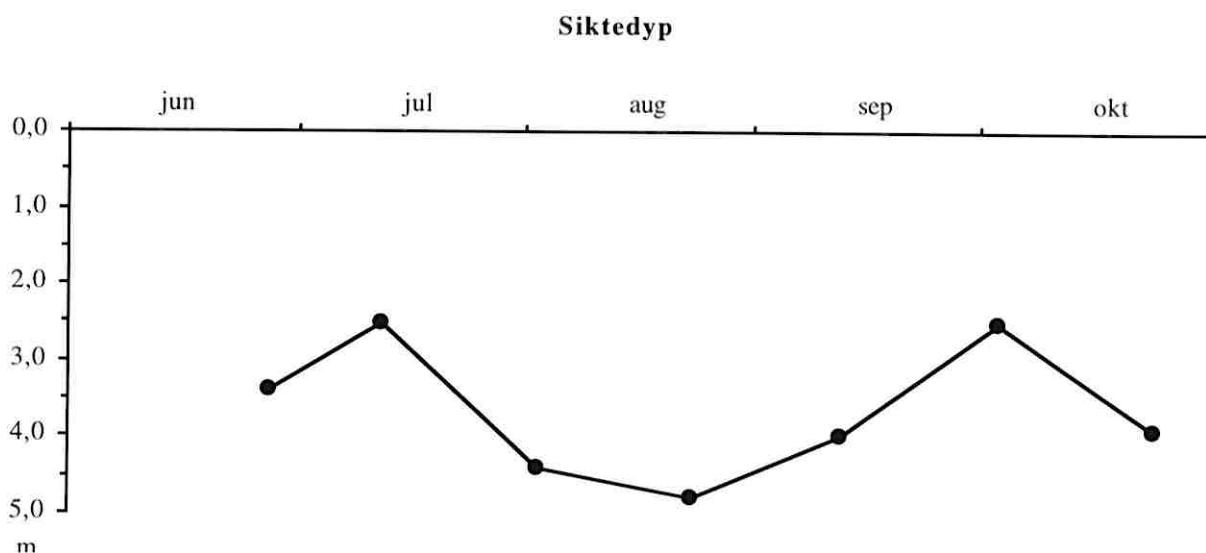
Figur 2. Tid-dyp diagram av temperatur (°C) og oksygenmetning (%) i Breiavatnet 1995.

4.1.2 Siktedyp

Siktedypet i en innsjø bestemmes av mengde og sammensetning av partikler og enkelte løste forbindelser i de øverste vannmassene, og ofte vil siktedypet være et enkelt mål på algetetthet.

I Breiavatnet varierte siktedypet ved målingene i 1995 mellom 2,5 og 4,8 meter (i gjennomsnitt 3,7 meter; figur 3), og dette er relativt dypt sett i forhold til Breiavatnets generelle trofitilstand. Eksempelvis var siktedypet i slutten av juni nærmere 3,5 meter, i en periode hvor algeproduksjonen var særlig høy (se kommentarer under "temperatur og oksygen" ovenfor og "surhetsgrad (pH)" nedenfor). At en ikke hadde høy algebiomasse og dermed lite siktedyp i denne perioden kan sannsynligvis tilskrives en stor forekomst av krepsdyret *Daphnia* som visuelt ble observert ved prøvetakingen i slutten av juni (se datavedlegg). *Daphnia* regnes som en svært effektiv algebeiter, og kan under gitte forhold holde algebiomassen nede selv om algeproduksjonen er høy.

I henhold til SFTs klassifiseringssystem tilsier siktedypet tilstandsklassen "nokså dårlig".

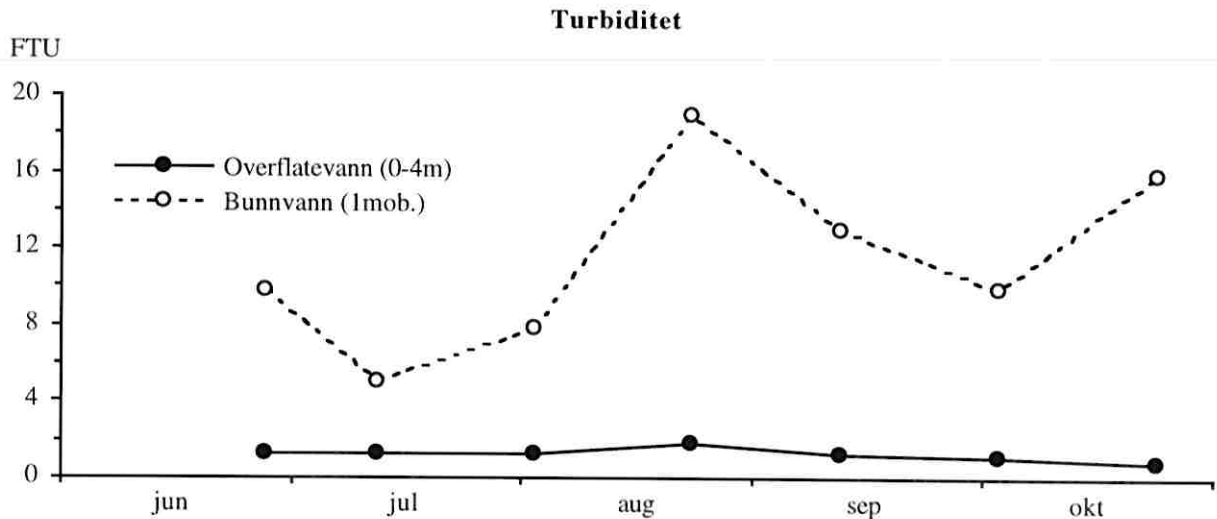


Figur 3. Siktedyp i Breiavatnet 1995

4.1.3 Turbiditet

Turbiditet gir uttrykk for vannets innhold av finfordelte partikler, og er ofte et mål på tilført erosjonsmateriale fra nedbørfeltet i tillegg til algemengde i frie vannmasser. I Breiavatnet var turbiditeten i overflatevannet relativt lav og konstant (omlag 1,3 FTU, maks. 1,8 FTU), mens den i bunnvannet var vesentlig høyere og varierte betydelig (figur 4). Turbiditeten i bunnvannet er i første rekke et resultat av akkumulering av sedimenterende partikler.

I henhold til SFTs system tilsier turbiditeten i overflatevannet tilstandsklassen "nokså dårlig".

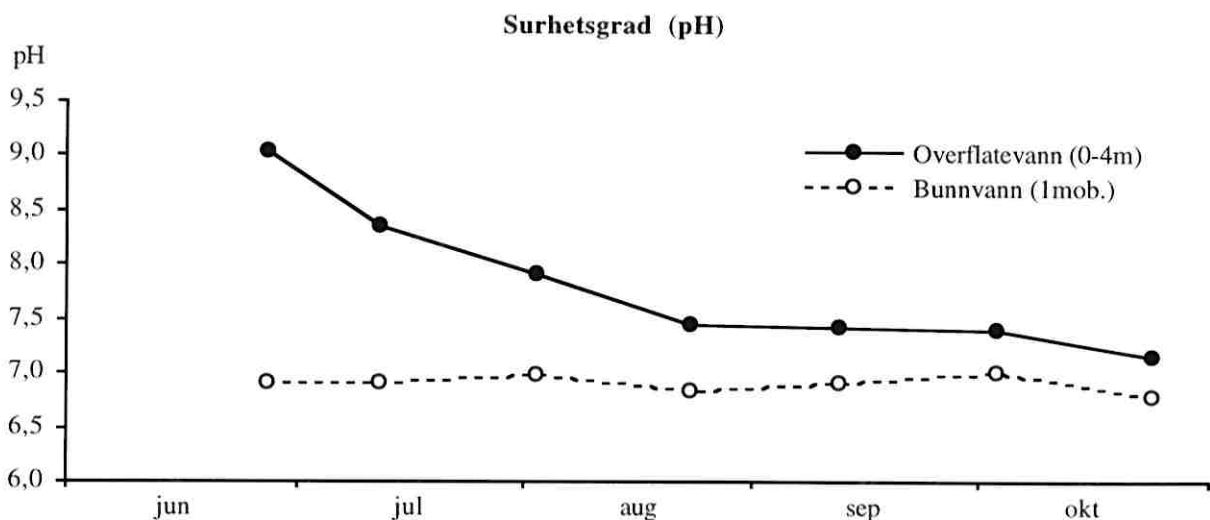


Figur 4. Turbiditet i overflatevann og bunnvann i Breiavatnet 1995.

4.1.4 Surhetsgrad (pH)

I næringsrike innsjøer kan en ofte observere høye pH-verdier i overflatelaget om sommeren, forårsaket av høy fotosynteseaktivitet og vekst av planktonalger. Dette er også tydelig i Breiavatnet (figur 5), og særlig høye pH-verdier er sammenfallende med overmetning av oksygen (se figur 2) som også indikerer kraftig fotosynteseaktivitet. Om sensommeren og høsten var pH i overflatelaget i underkant av 7,5 mens pH i bunnvannet var i underkant av 7,0 gjennom hele sesongen.

SFTs klassifiseringssystem (Holtan & Rosland 1992) er ikke relevant å anvende for pH i næringsrike innsjøer.



Figur 5. Surhetsgrad (pH) i overflatevann og bunnvann i Breiavatnet 1995.

4.2 Kjemiske og biologiske målinger

4.2.1 Fosfor

Bortsett fra silikat som i enkelte tilfeller kan begrense kiselalgenes vekst, er det fosfor som generelt regnes for å være det næringsstoffet som begrenser algeveksten i innsjøer. I noen tilfeller vil også nitrat kunne være begrensende. Løst molybdatreaktivt fosfat regnes å være løst i vannmassene, og å foreligge på en lett tilgjengelig form for algene. Total fosfor inkluderer i tillegg forbindelser som er mindre tilgjengelige, i tillegg til fosfat som allerede er tatt opp i organismer.

I overflatelaget i innsjøer vil fosfor i vekstperioden om sommeren i hovedsak være bundet opp i organismer, eller foreligge i løste former som er lite tilgjengelig for algevekst. Innholdet av løst fosfat, på lett tilgjengelig form for alger, vil normalt være svært lavt. I bunnvann med sterkt oksygenvinn vil en kunne få utlekking av betydelige mengder fosfat fra sedimentene, i løst form som er lett tilgjengelig for algevekst dersom bunnvann blandes opp i overflatelaget.

I Breiavatnet var innholdet av total fosfor i overflatevannet relativt stabilt i området 25 µg P/l gjennom det meste av sesongen, men økte kraftig i slutten av oktober (figur 6). Dette kan settes i sammenheng med innblanding av fosfatarikket bunnvann, etter hvert som det øvre sirkulerende vannlaget stadig når dypere frem mot høst-fullsirkulasjonen (se figur 2). Også andre analyseparametre indikerer innblanding av bunnvann i denne perioden (se nedenfor).

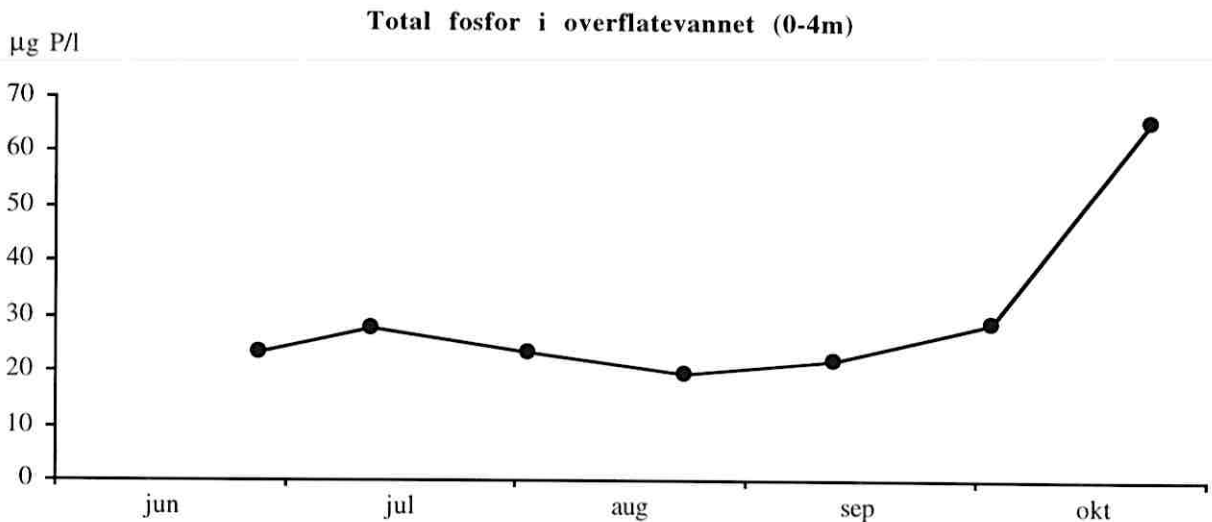
Det oksygenfrie bunnvannet i Breiavatnet var preget av kraftig utlekking av fosfat fra sedimentene (figur 7), og i slutten av oktober var fosforinnholdet i bunnvannet 100 ganger høyere enn i overflatevannet om sommeren. Det alt vesentligste av fosforet i bunnvannet forelå som løst fosfat. Figur 7 synes å indikere at fosforinnholdet i bunnvannet avtok i perioder, men dette skyldes sannsynligvis at prøvetakingsdypet varierte noe fra gang til gang som følge av at prøvetakingsstedet ikke var eksakt det samme (se datavedlegg om observert maksimaldyp; prøve av bunnvann tatt 1 meter over bunn). Den reelle utviklingen i fosforkonsentrasjon i bunnvannet var sannsynligvis relativt lineært økende.

I henhold til SFTs klassifiseringssystem tilsier fosforinnholdet i overflatevannet i Breiavatnet tilstandsklassen "dårlig".

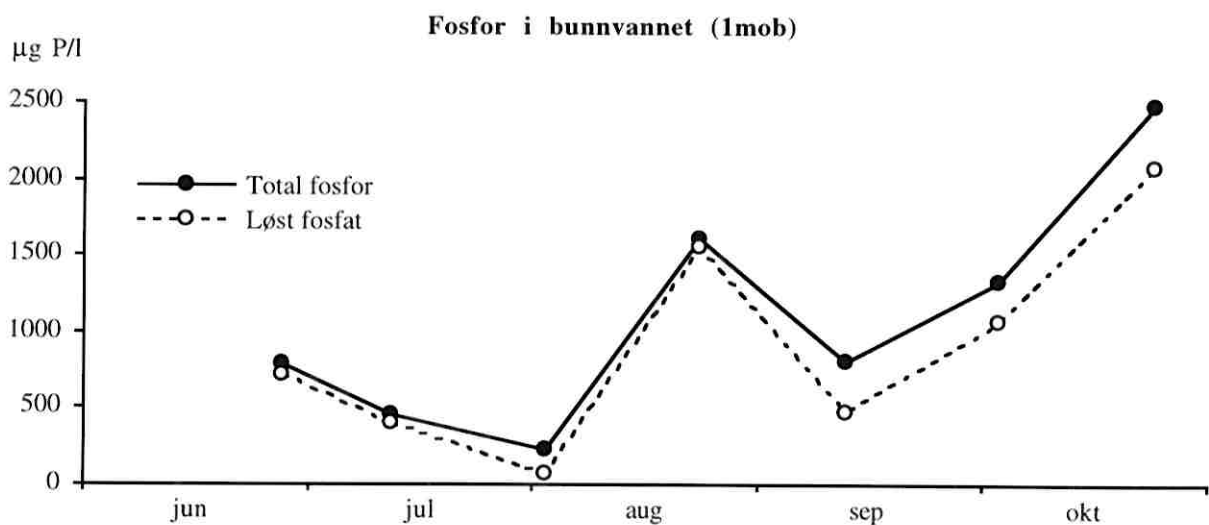
4.4.2 Nitrogen

I motsetning til fosfor er nitrogen et næringsstoff som i de fleste tilfeller regnes å forekomme i overskudd for algenes vekst i innsjøer. Bare i tilfeller med særlig høy algebiomasse og begrenset fosfattilgang vil nitrogen kunne være begrensende for algeveksten, og det vil da ofte være blågrønnalger som drar nytte av dette. Nitrat, nitritt og ammonium regnes å være løst i vannmassene. Total nitrogen inkluderer i tillegg løste organiske forbindelser, i tillegg til den partikulære nitrogenfraksjonen.

Ammonium ble ikke målt i Breiavatnet, men konsentrasjonene vil normalt være svært lave i overflatevann, siden ammonium blir raskt forbrukt ved opptak i alger. I oksygenfritt bunnvann vil det imidlertid kunne forekomme en betydelig utlekking av ammonium fra sedimentene (Wetzel 1983).



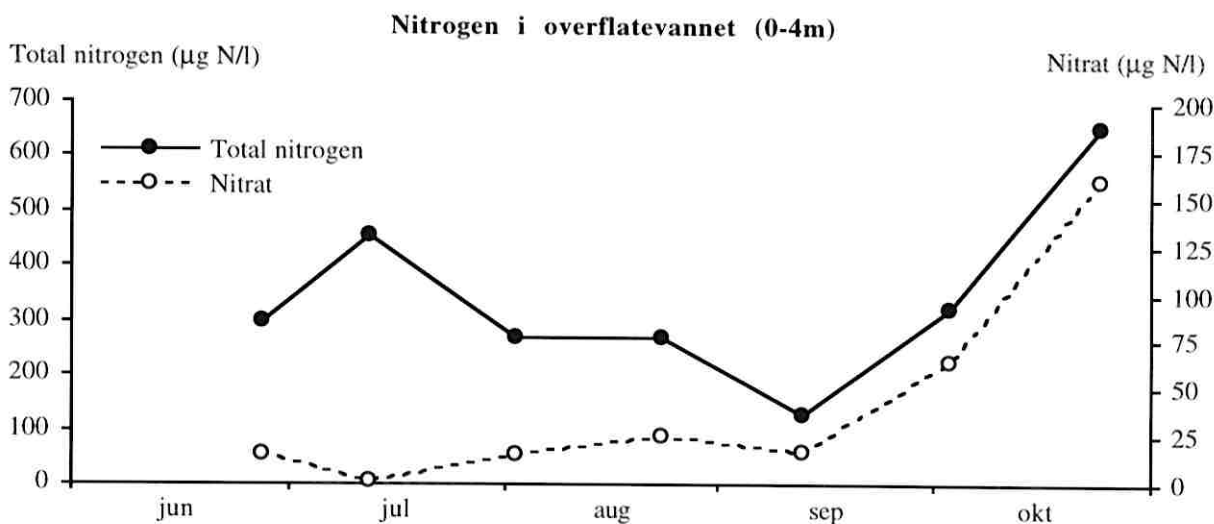
Figur 6. Total fosfor i overflatevann i Breiavatnet 1995



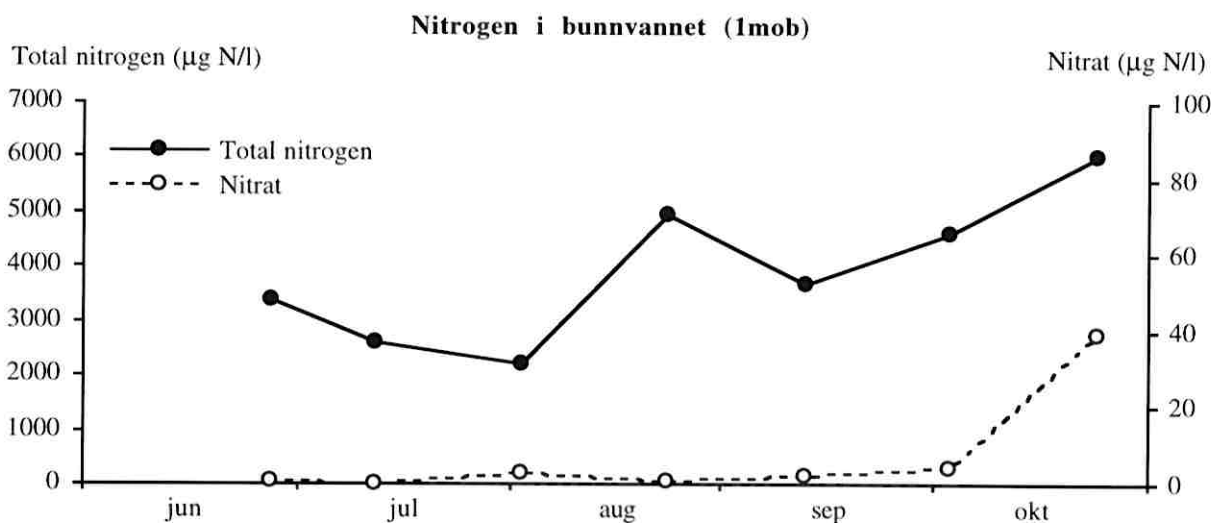
Figur 7. Total fosfor og løst fosfat i bunnvann i Breiavatnet 1995.

I Breiavatnet var det lavt innhold av nitrogen i overflatevannet (figur 8), sett i forhold til innsjøens generelle trofitalstand. Dette har sammenheng med at nitratinholdet var ekstremt lavt gjennom hele sommersesongen, sannsynligvis som følge av opptak i planktonalger og transport ut av systemet via sedimenteringsprosesser. Slike lave nitratverdier kan indikere at nitrogen var en begrensende faktor for algeveksten i denne perioden.

I det oksygenfrie bunnvannet var som forventet nitratinholdet stort sett under detekterbart nivå (figur 9). Under oksygenfrie forhold vil bakteriell omsetning av nitrat (denitrifisering) skje relativt raskt, og nitratinholdet vil normalt være redusert til svært lave verdier før en får massiv



Figur 8. Total nitrogen og nitrat i overflatevann i Breiavatnet 1995.



Figur 9. Total nitrogen og nitrat i bunnvann i Breiavatnet 1995.

utlekking av fosfat fra sedimentene (slik en hadde i Breiavatnet). Det totale nitrogeninnholdet i bunnvannet var imidlertid svært høyt, i størrelsesorden 10 - 20 ganger høyere enn i overflatevannet. Dette kan i stor grad antas å skyldes utlekking av ammonium fra sedimentene, selv om en ikke har utført målinger av ammonium i bunnvannet som kan bekrefte dette.

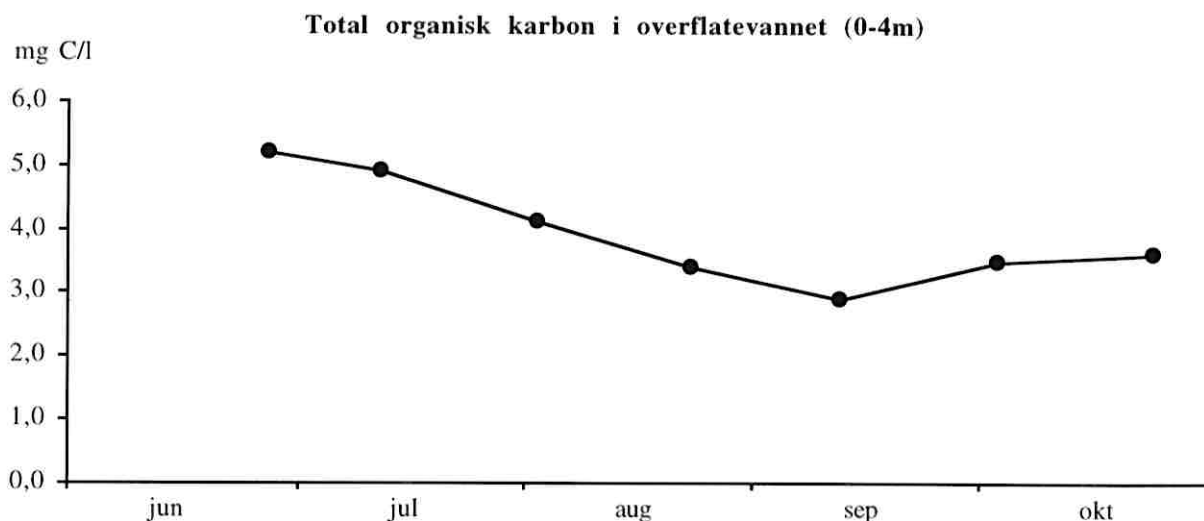
I overflatevannet var det i gjennomsnitt omlag 320 µg N/l målt som total nitrogen, noe som i henhold til SFTs system skulle tilsi tilstandsklassen "mindre god". Dette gir imidlertid et noe skjevt bilde av situasjonen (angir bedre vannkvalitet enn reelt), siden nivået antas å være influert av det svært lave nitratinnholdet (se ovenfor).

4.2.3 Organisk karbon

Organisk stoff i en innsjø forekommer dels som oppløste former (f.eks. humus), og som stoffer bundet til partikler. Kilder til organisk stoff er tilførsler av humusstoffer fra nedbørfeltet (lite aktuelt for Breiavatnet), tilførsler fra menneskelig aktivitet (f.eks. kloakk, silosaft, ol.) og produksjon av organisk stoff i selve innsjøen (biologisk materiale).

Virkingen av organisk stoff fremtrer først og fremst ved redusert oksygeninnhold i dypvannet (nedbrytningsprosesser), og i Breiavatnet var det bunn-nære vannet oksygenfritt allerede i juni. Som nevnt i avsnittet "temperatur og oksygen" indikerer dette en relativt betydelig organisk belastning, som i hovedsak antas å ha opphav i selve innsjøen.

I overflatevannet var innholdet av organisk stoff målt som total organisk karbon relativt moderat, og varierte i området 3 - 5 mg/l (figur 10). I henhold til SFTs klassifiseringssystem tilsier dette tilstandsklassen "nokså dårlig".

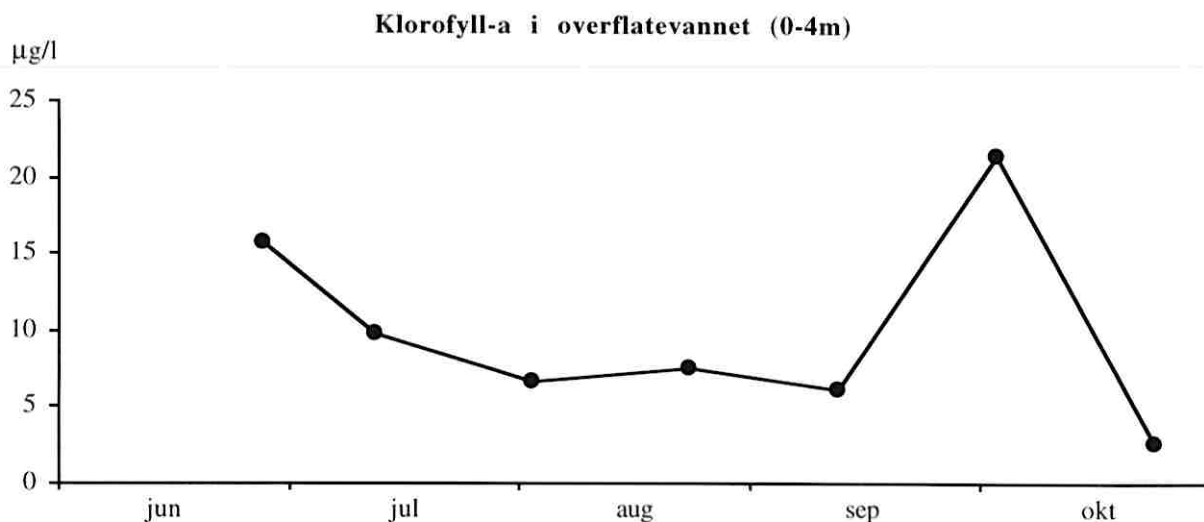


Figur 10. Total organisk karbon i overflatevann i Breiavatnet 1995.

4.2.4 Klorofyll

Klorofyll er en forbindelse som bare finnes i grønne planter, og vannets innhold av klorofyll blir ofte benyttet som et enkelt mål på algebiomasse. Det skal imidlertid nevnes at klorofyllinnholdet i algene ikke er konstant. Ulike algetyper har forskjellig mengde klorofyll pr. volumenhet, og klorofyllmengden kan variere innen samme art avhengig av vekstforholdene.

I Breiavatnet varierte klorofyllinnholdet i overflatevannet gjennom undersøkelsesperioden, med høyt innhold i slutten av juni og avtakende verdier utover sommeren (figur 11). I begynnelsen av oktober var det et maksimum, som antas å ha sammenheng med nye tilførsler av næringsstoffer etter innblanding av næringsanrikt bunnvann mot slutten av perioden med temperatursjiktning.



Figur 11. Klorofyll-a i overflatevann i Breiavatnet 1995.

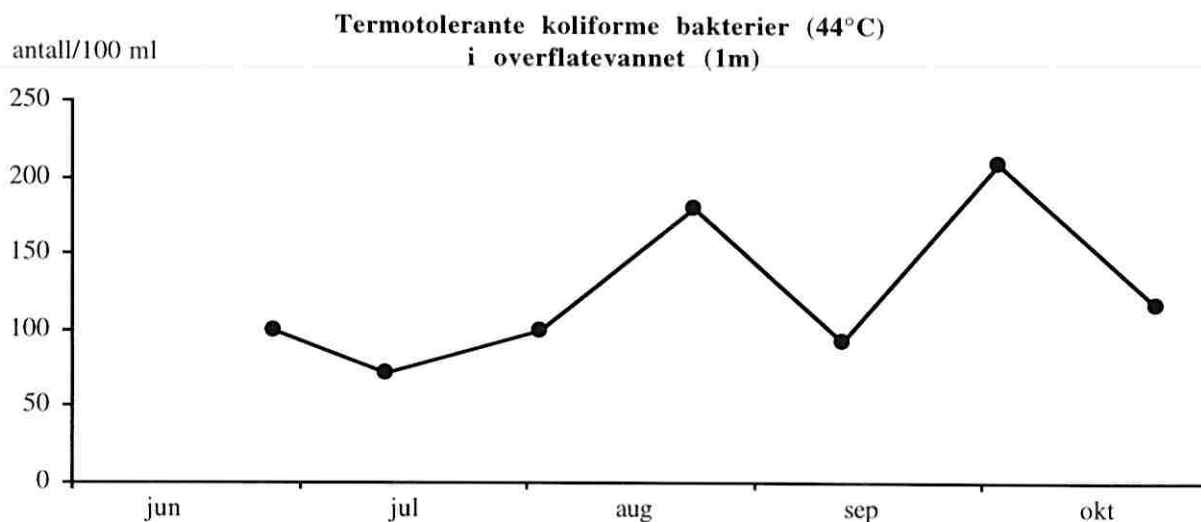
I gjennomsnitt for undersøkelsesperioden var klorofyllinnholdet 10 µg/l, som i henhold til SFTs klassifiseringssystem tilsier tilstandsklassen "dårlig".

4.2.5 Termotolerante koliforme bakterier

Termotolerante koliforme bakterier finnes i avføringen hos alle mennesker og varmblodige dyr, og brukes som en indikator på fekal (avføring) forurensning. Forekomst indikerer at sykdomsfremkallende mikroorganismer kan forekomme.

I Breiavatnet varierte innholdet av termotolerante koliforme bakterier i overflatevannet mellom 72 og 210 pr. 100 ml (figur 12). I henhold til SFTs klassifiseringssystem tilsier dette tilstandsklassen "dårlig" (basert på høyeste verdi av de 7 målingene). Selv om Breiavatnet ikke er en lokalitet for badeaktivitet, kan det nevnes at disse målingene overskrider grensen for "god" vannkvalitet men ligger vesentlig lavere enn grensen for "ikke akseptabel" vannkvalitet i henhold til et utkast til ny "Forskrift om friluftsbad mv." (Sosial- og helsedepartementet).

Det rike fuglelivet på og omkring Breiavatnet er en opplagt kilde til termotolerante koliforme bakterier. Om dette alene kan forklare de observerte bakterieforekomstene er uvisst.



Figur 12. Termotolerante koliforme bakterier (44°C) i overflatevann i Breiavatnet 1995.

4.3 Metallanalyser

Analysen av metaller og sporelementer ble tatt med som et tillegg til de eutrofieringsrelaterte parametrene i undersøkelsene som er utført i Breiavatnet, og resultatene gjengis her i et eget avsnitt. Prøver for metallanalyser ble samlet inn ved tre anledninger, og analysert ved hjelp av ICP-MS. Resultatene for metaller som er prioritert i SFTs klassifiseringssystem er gjengitt i tabell 1, som også angir plassering i henhold til SFTs tilstandsklasser. Det presiseres at SFTs system bygger på vurdering av større måleserier, og ikke på enkeltmålinger slik det kan synes å fremgå av tabell 1. Angivelse av SFT-klasse for hvert måleresultat er derfor bare ment som en veiledning, for å se størrelsesnivåene i forhold til SFTs tilstandsklasser.

I datavedlegget er gjengitt resultater for en del andre elementer som ble kvantifisert ved ICP-MS analysene, men som ikke er videre kommentert i denne rapporten.

Tabell 1. Innhold av metaller i overflatevann i Breiavatnet 1995. Konsentrasjoner og tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av vannkvalitet (se tekst).

Dato --> Element	28.06.95		24.08.95		25.10.95	
	µg/l	SFT-klasse	µg/l	SFT-klasse	µg/l	SFT-klasse
Kobber (Cu)	2,31	II Mindre god	1,89	I God	3,23	II Mindre god
Sink (Zn)	1,32	I God	1,36	I God	17,5	II Mindre god
Kadmium (Cd)	0,004	I God	0,005	I God	0,186	III Nokså dårlig
Bly (Pb)	0,268	I God	0,233	I God	0,980	I God
Nikkel (Ni)	3,15	II Mindre god	2,54	I God	3,64	II Mindre god
Krom (Cr)	0,705	I God	0,899	I God	3,90	III Nokså dårlig
Aluminium (Al)	10,7	II Mindre god	10,5	II Mindre god	20,0	III Nokså dårlig
Jern (Fe)	366	IV Dårlig	340	IV Dårlig	774	V Meget dårlig
Mangan (Mn)	240	V Meget dårlig	75	III Nokså dårlig	874	V Meget dårlig

Resultatene i tabell 1 viser at Breiavatnet ikke har spesielt høyt metallinnhold i vannfasen, til tross for den høye andelen av trafikkareal i nærområdet. Ved de to første prøvetakingene var innholdet av de fleste elementene lavt, tilhørende de to laveste tilstandsklassene i SFTs system. Unntaket var et relativt høyere innhold av jern og mangan, men det er uvisst hva som er kildene til dette. Metallkonsentrasjonene i Breiavatnet var gjennomgående noe høyere enn hva tilsvarende målinger i 1995 viste for Lille Stokkavatnet (Molversmyr 1996).

Ved siste prøvetaking den 25. oktober var det markert høyere innhold av de fleste elementene. Dette kan ha sammenheng med tilrenning etter kraftig nedbør et par dager i forveien. På Sola ble det målt hele 59 mm nedbør den 23. oktober (Meteorologisk institutt). Forhøyede konsentrasjoner i denne perioden kan også skyldes innblanding av bunnvann (se ovenfor), som kanskje i første rekke vil få utslag for jern og mangan.

Relativt lavt metallinnhold i vannfasen i Breiavatnet trenger ikke bety at metallbelastningen av innsjøen er tilsvarende lav. Sedimentene i Breiavatnet har ikke vært undersøkt med hensyn til metaller, men det er her en i første rekke vil kunne forvente å måle eventuell belastning og akkumulering av slike. Sedimentene i Breiavatnet bør derfor undersøkes med hensyn til metaller ved fremtidig undersøkelse i innsjøen.

4.4 Konklusjon

Breiavatnet er en næringsrik (eutrof) innsjø hvor intern gjødsling fra sedimentene må antas å bidra med en betydelig del av den totale næringstilgangen. Innsjøen er dyp i forhold til overflatearealet, og den ligger godt skjermet for vindpåvirkning. Dette bidrar til at temperatur-sjiktning inntreffer tidlig om våren, og varer langt ut på høsten. I bunnvannet forbrukes oksygenet raskt, og midt på sommeren i 1995 var det oksygenfritt i hele vannsøylen under 4 meters dyp. Store mengder næringsstoffer lekker ut fra sedimentene i det oksygenfrie bunnvannet.

Til tross for den eutrofe tilstanden var vannet i Breiavatnet relativt klart (stort siktedyp), og det ble ikke registrert nevneverdig oppblomstring av alger. Dette kan indikere at selvrensingsevnen i Breiavatnet er høy, noe som er i samsvar med at det visuelt ble observert store forekomster av krepsdyret *Daphnia*. I fremtidige undersøkelser i Breiavatnet bør innsjøens selvrensingsevne belyses nærmere.

Sammenliknet med målinger fra slutten av 70-tallet synes innholdet av næringsstoffer i overflatevannet å være klart redusert, særlig fosfor. Årlig middelkonsentrasjon av total fosfor var den gangen høyere enn 50 µg P/l (Byveterinæren i Stavanger 1980).

- Byveterinæren i Stavanger, 1978. Overvåking av ferskvannsressursene i Stavanger 1977. *Rapport nr. 1A 1978.*
- Byveterinæren i Stavanger, 1980. Overvåking av ferskvannsressursene i Stavanger 1977 - 1979. *Rapport nr. 2.A 1980.*
- Holtan, H. & D.S. Rosland, 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. *SFT-veiledning nr 92:06, TA-905/1992.*
- Klaveness, D., 1984. Klorofyll a. I: Vennerød, K. (red.), *Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi.* Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget: 127-131.
- Molversmyr, Å., 1996. Overvåking av Lille Stokkavatnet 1995. *RF - Rogalandsforskning, rapport RF-96/046.*
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnology. Second edition.* Saunders College Publishing, Philadelphia.

DATAVEDLEGG

Analysedata, samt feltregistreringer.....	17
Feltmålinger av temperatur og oksygen	18
Metallanalyser (ICP-MS).....	19

BREIAVATNET 1995

ANALYSERESULTATER:

Prøvetaking Nr.	Dato	Total fosfor		Fosfat		Total nitrogen		Nitrat		TOC		Turbiditet		Surhetsgrad		Kl-a		TKB 1 m pr.100ml	Sikte- dyp m
		0-4 m	1 mob.	1 mob.	1 mob.	0-4 m	1 mob.	0-4 m	1 mob.	0-4 m	1 mob.	0-4 m	1 mob.	0-4 m	1 mob.	0-4 m	1 mob.		
1	28.jun-95	24	780	720	300	3360	15	< 3	5,2	1,3	9,8	9,04	6,90	15,7	100	3,4			
2	13.jul-95	28	460	410	455	2600	< 3	< 3	4,9	1,3	5,0	8,35	6,90	9,8	72	2,5			
3	3.aug-95	24	230	75	270	2200	15	< 3	4,1	1,2	7,8	7,90	6,99	6,7	100	4,4			
4	24.aug-95	20	1600	1560	270	4960	25	< 3	3,4	1,8	19,0	7,45	6,82	7,6	180	4,8			
5	13.sep-95	22	800	480	125	3670	17	< 3	2,9	1,2	13,0	7,43	6,90	6,1	92	4,0			
6	4.okt-95	29	1320	1070	325	4620	65	5	3,5	1,1	9,9	7,40	7,01	21,5	210	2,5			
7	25.okt-95	66	2480	2080	655	6030	160	39	3,6	0,9	16,0	7,14	6,79	2,6	118	3,9			
Tidsveid snitt:		28	1025	844	319	3827	37	5	3,8	1,3	11,4	7,73	6,91	10,0	129	3,7			
Aritm. middel:		30	1096	914	343	3920	43	7	3,9	1,3	11,5	7,82	6,90	10,0	125	3,6			
Median:		24	800	720	300	3670	17	< 3	3,6	1,2	9,9	7,45	6,90	7,6	100	3,9			
Min.:		20	230	75	125	2200	< 3	< 3	2,9	0,9	5,0	7,14	6,79	2,6	72	2,5			
Maks.:		66	2480	2080	655	6030	160	39	5,2	1,8	19,0	9,04	7,01	21,5	210	4,8			

FELTOBSERVASJONER:

Prøvetaking Nr.	Dato	Farge	Bunn	Kommentarer
			m	
1	28.jun-95	Brunlig gul	9,5	V bris, pent, sol (20-23 °C). Grått bunnvann, svak lukt av sulfid. Masse Daphnia !!
2	13.jul-95	Grønnlig gul	9,0	Vindstille, sol, varmt. Fortsatt mye dyreplankton
3	3.aug-95	Grønnlig gul	8,5	N frisk bris, sol, varmt.
4	24.aug-95	Grønn	9,5	NV flau vind, opphold. Gråsvart luktende bunnvann. En god del dyreplankton.
5	13.sep-95	Grønnlig gul	9,0	Vindstille, regn.
6	4.okt-95	Grønnlig gul	9,0	SØ laber bris, delvis skyet, opphold.
7	25.okt-95	Grønn	9,5	SV laber bris, delvis skyet, opphold.

BREIAVATNET 1995

FELTOBSERVASJONER:

TEMPERATUR (°C)

Dyp (m)	Prøvetakingsnr:						
	1	2	3	4	5	6	7
Dato ->	28.jun	13.jul	3.aug	24.aug	13.sep	4.okt	25.okt
0	21,4	20,5	23,1	19,1	16,1	11,8	10,5
1	20,8	20,0	21,3	19,2	16,1	11,8	10,5
2	20,2	19,9	20,0	19,2	16,1	11,7	10,5
3	17,5	18,4	18,9	19,1	16,1	11,5	10,5
4	15,6	16,5	17,5	18,4	16,0	11,5	10,5
5	12,0	13,9	14,5	15,0	15,5	11,0	10,5
6	8,5	9,6	10,2	10,7	11,4	10,9	10,5
7	7,0	7,2	7,4	7,8	8,1	10,0	10,5
8	6,1	6,4	6,6	6,8	7,0	7,4	9,6
9	5,8	5,9	6,1	6,3	6,7	6,7	7,0

FELTOBSERVASJONER:

OKSYGEN (mg/l)

Dyp (m)	Prøvetakingsnr:						
	1	2	3	4	5	6	7
Dato ->	28.jun	13.jul	3.aug	24.aug	13.sep	4.okt	25.okt
0	11,5	10,3	9,5	8,7	8,5	8,8	7,3
1	11,7	10,4	10,3	8,7	8,4	8,8	7,3
2	13,7	10,4	10,1	8,8	8,4	8,7	7,4
3	13,5	9,6	6,0	7,9	8,3	8,1	7,3
4	10,3	8,1	0,5	3,7	8,1	7,7	7,3
5	6,0	1,4	0,0	0,0	1,1	6,7	7,1
6	0,0	0,0			0,0	6,6	6,7
7						0,0	6,4
8							1,2
9							0,0

FELTOBSERVASJONER:

OKSYGENMETN. (%)

Dyp (m)	Prøvetakingsnr:						
	1	2	3	4	5	6	7
Dato ->	28.jun	13.jul	3.aug	24.aug	13.sep	4.okt	25.okt
0	128	113	109	93	86	81	65
1	129	113	115	93	85	81	65
2	150	113	110	94	85	80	66
3	140	101	64	85	84	74	65
4	103	82	5	39	82	70	65
5	56	14	0	0	11	61	64
6	0	0			0	60	60
7						0	57
8							11
9							0

BREIAVATNET 1995

ANALYSERESULTATER METALLER (ICP-MS):

"SFT-metaller":

Parameter	Dato:	28.jun	24.aug	25.okt
Kobber (Cu)	µg/l	2,31	1,89	3,23
Sink (Zn)	µg/l	1,32	1,36	17,49
Kadmium (Cd)	µg/l	0,004	0,005	0,186
Bly (Pb)	µg/l	0,268	0,233	0,980
Nikkel (Ni)	µg/l	3,15	2,54	3,64
Krom (Cr)	µg/l	0,705	0,899	3,900
Aluminium (Al)	µg/l	10,7	10,5	20,0
Jern (Fe)	µg/l	366	340	774
Mangan (Mn)	µg/l	240	75	874

Andre sporelementer (isotopnr. angitt i parentes):

Parameter	Dato:	28-jun	24-aug	25-okt
Arsén (As)	µg/l	1,13	1,53	2,75
Kobolt (Co)	µg/l	0,226	0,156	0,390
Vanadium (V, 51)	µg/l	-	0,64	0,67
Selen (Se, 82)	µg/l	-	0,39	0,36
Sølv (Ag, 107)	µg/l	-	< 0,005	0,014
Tinn (Sn, 120)	µg/l	-	0,005	0,007
Lanthan (La, 139)	µg/l	-	0,014	0,027
Cerium (Ce, 140)	µg/l	-	0,023	0,039
Praseodymium (Pr, 141)	µg/l	-	0,003	0,006
Neodymium (Nd, 146)	µg/l	-	0,014	0,022
Samarium (Sm, 147)	µg/l	-	0,003	0,004
Europium (Eu, 151)	µg/l	-	0,003	0,005
Terbium (Tb, 159)	µg/l	-	< 0,002	< 0,002
Holmium (Ho, 165)	µg/l	-	< 0,002	< 0,002
Ytterbium (Yb, 174)	µg/l	-	0,003	0,003
Lutetium (Lu, 175)	µg/l	-	< 0,002	< 0,002