

Vannkvalitet i
Ulvvatnet i Bergen
2005



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

881



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Vannkvalitet i Ulvvatnet i Bergen 2005

FORFATTERE:

Annie Bjørklund, Geir Helge Johnsen og Erling Brekke

OPPDRAKSGIVER:

Bergen kommune, Vann- og avløpsetaten, ved Kjell Rypdal
Postboks 7700, 5020 Bergen

OPPDRAGET GITT:

mai 2005

ARBEIDET UTFØRT:

mai 2005 – januar 2006

RAPPORT DATO:

4. februar 2006

RAPPORT NR:

881

SIDETALL:

20

ISBN NR:

ISBN 82-7658-462-4

EMNEORD:

Ulvvatnet
Drikkevann
Vannkvalitet

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843 667 082-MVA
www.radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefaks: 55 31 62 75 e-post: post@radgivende-biologer.no

FORORD

Ulvvatnet i Fana, er råvannskilde for Kismul vannverk. Vannverket forsyner områdene Skjold, Nordås, Krokstad, Flesland, Milde, Valle, Stend og deler av Krokeide. I forbindelse med humusfjerning i råvannet vurderes det å lede rejektivannet etter rengjøring av filterne tilbake til Ulvvatnet i stedet for å lede det rett inn på råvannsinntaket slik det gjøres i dag.

I den forbindelse var det nødvendig med en vannkvalitetsundersøkelse av Ulvvatnet. Dette er den siste av kommunenes råvannskilder der dette ikke foreligger.

De bakteriologiske og vannkjemiske analysene i forbindelse med vannkvalitetsundersøkelsen er utført av Chemlab Services AS. De vannkjemiske analysene i forbindelse med vannbehandlingen er gjennomført ved Bergen kommune sitt eget laboratorium.

Rådgivende Biologer takker Arne Seim, Ketil Gangstø og Ottar Gjengedal for godt samarbeid underveis, og Kjell Rypdal ved Vann og Avløpsetaten for oppdraget.

Bergen, 4. februar 2006

INNHold

Forord.....	2
Innhold	2
Sammendrag	3
Beskrivelse av Sagstadvassdraget.....	4
Gjennomføring av undersøkelsen i 2005	6
Resultater	8
Vurdering	13
Vedleggstabeller	16
Referanser	20

SAMMENDRAG

Bjørklund, A.E., G.H.Johnsen og E.Brekke 2005. Vannkvalitet i Ulvvatnet i Bergen 2005.
Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 881, 20 sider. ISBN 82-7658-462-4

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Bergen kommune gjennomført en undersøkelse av Ulvvatnet i Sagstadvassdraget i Fana. Ulvvatnet er råvannskilde for Kismul vannverk, som står for 15 % av den totale drikkevannsproduksjonen i Bergen kommune. Ulvvatnet har et naturlig nedbørfelt på 2,15 km², er oppdemmet og er i dag ca. 110 meter dyp og. For å øke mengden tilgjengelig drikkevann er 1,6 km² av områdene nordvest og nordøst for Ulvvatnet overført.

Ulvvatnet ble undersøkt seks ganger i perioden mai til november 2005. Vannkjemiske og bakteriologiske prøver ble tatt, alge- og dyreplanktonsamfunnet ble undersøkt og temperatur- og oksygenprofiler ble registrert. I tillegg ble to av tilløpsbekkene til Ulvvatnet undersøkt med hensyn på fargetall.

Ulvvatnet er lite forurenset av tarmbakterier. Bare på ettersommeren og tidlig på høsten ble det påvist tarmbakterier i overflatevannet men da kun i små mengder. I dypvannet ble det knapt påvist tarmbakterier. Næringsinnholdet var også meget lavt og tilsvarte omtrent det en forventer som naturtilstand i slike områder. Innholdet av organisk stoff derimot var middels høyt på grunn av tilsig fra myr- og skogsområder. Dette ga et middels høyt fargetall men det ble ikke noe stort svinn i oksygeninnholdet i dypvannet. Algeproduksjonen var lav, og både algeplanktonet og dyreplanktonsamfunnet var typisk for næringsfattige, noe humøse innsjøer.

I henhold til SFT sitt klassifiseringssystem (SFT 1997) tilsvarende forholdene i Ulvvatnet tilstandsklasse I med hensyn på næringsrikhet, partikler og innhold av metaller, klasse II med hensyn på innhold av tarmbakterier og surhet og klasse III med hensyn på innhold av organisk stoff.

	Tarmbakterier	Næringsalter	Organisk stoff	Surhet	Partikler	Metaller
SFT klasse	II	I	III	II	I	I-II

Det er få aktuelle forurensningskilder til Ulvvatnet; det er ikke bebyggelse av noe slag i nedbørfeltet, og området er ikke i bruk som beiteområde for husdyr. De små mengdene av tarmbakterier som ble påvist kommer med arealavrenning fra områder der det ligger møkk etter hund, hest eller ville dyr. Det er trolig en del hjort i området, og dersom det er fugler på innsjøen kan også disse påvirke. Aktiviteter i nedbørfeltet til Jordavatnet vil også påvirke vannkvaliteten i Ulvvatnet da vannet fra Jordavatnet overføres til Ulvvatnet

Humusinnholdet i Ulvvatnet kommer delvis fra det lokale nedbørfeltet rundt innsjøen, men også med de to innløpsbekkene. Spesielt bekken fra nordøst, med overføringsvann fra feltene øst for vannrenseanlegget, hadde et høyt innhold av humus, og vanligvis var denne bekken dobbelt så humøs som den andre bekken og Ulvvatnet.

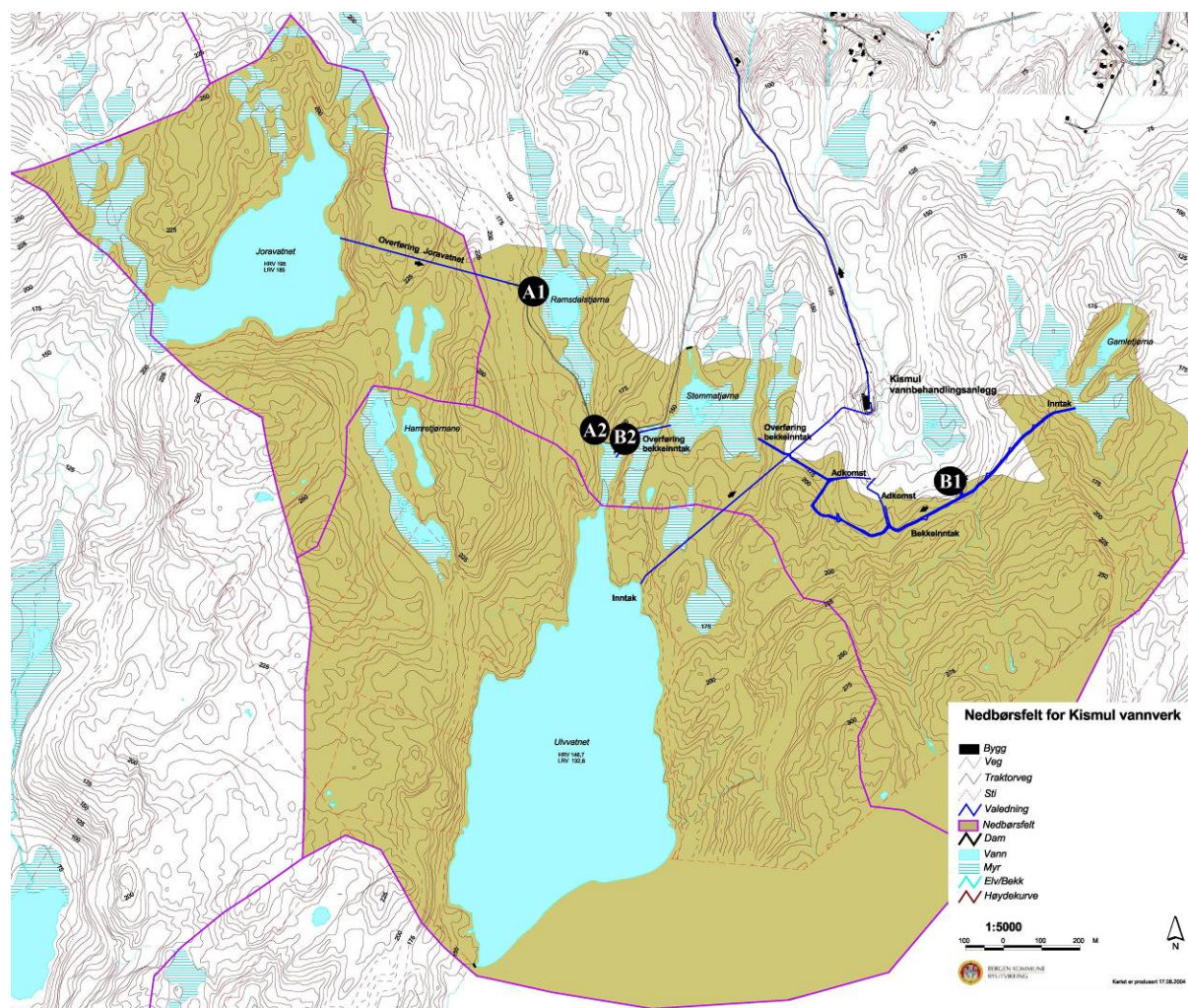
I henhold til EU sitt Rammedirektiv for Vann er Ulvvatnet typifisert som en "liten, svært kalkfattig og humøs innsjø" med "Høy" økologisk status i 2005. Det er ingen grunn til å anta at dette ikke er tilfelle i 2015 også.

BESKRIVELSE AV SAGSTADVASSDRAGET

Sagstadvassdraget (NVE; 056.1) ligger sør i Bergen kommune helt på grensen mot Os, og har utløp til Nordvika i Lysefjorden. Nedbørfeltet er på kun 3,3 km², og består i all hovedsak av skog og myr. Det er ingen bebyggelse der og området er ikke i bruk som beiteområde for husdyr.

Vassdraget består i hovedsak av Ulvvatnet med utløpselv til fjorden (figur 1). Ulvvatnet er regulert til drikkevannsformål, og for å øke mengden tilgjengelig vann er flere små nabofelt overført til vassdraget. De overførte arealene utgjør til sammen 1,6 km² eller 42 % av det totale nedbørfeltet til innsjøen etter reguleringen (tabell 1). Avrenningen fra de overførte feltene føres til de to innløpsbekkene til Ulvvatnet som renner inn i den nordre delen av innsjøen.

Årlig middelavrenning i nedbørfeltet varierer fra 60 til 75 l/s pr. km² (NVE 2002). Det meste av tilrenningen tappes til drikkevann med inntak i Ulvvatnet, og det er derfor redusert vannføring i utløpselva fra Ulvvatnet. Med en årlig gjennomsnittlig tilrenning på 8,5 mill. m³ og et uttak av råvann på rundt 6 mill m³ pr år er årlig vannføring i elva ut fra Ulvvatnet i underkant av 5 mill m³. Dette inkluderer en tilrenningen fra elva sitt lokale nedbørfelt på 2,3 mill m³.



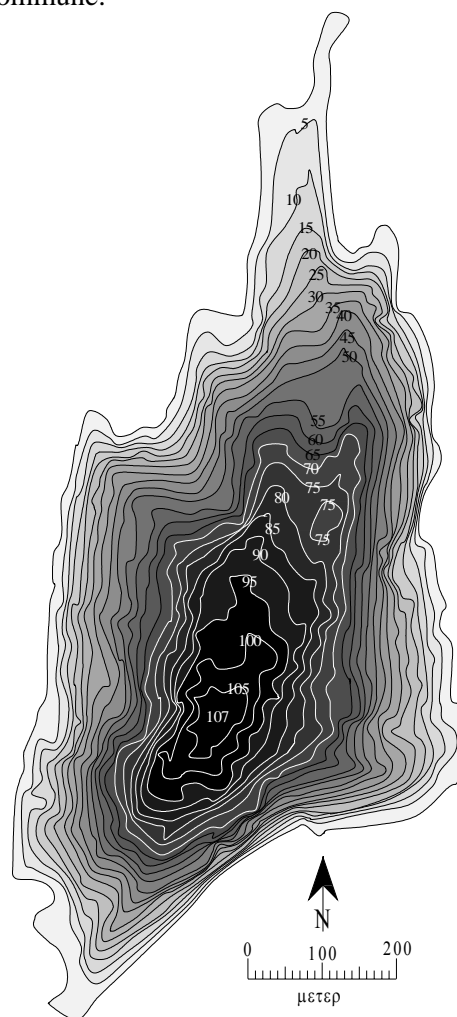
Figur 1. Oversiktskart over Sagstadvassdraget med naturlig nedbørfelt og overføringstunneler tegnet inn. Svarte punkter viser til prøvetakingssteder i de to tilløpsbekkene. Kartet er fra Bergen kommune.

Tabell 1. Nedbørfeltarealer og årlig middelavrenning fra naturlige og tilførte felt i Sagstadvassdraget. Data er stilt til rådighet fra Bergen kommune.

Felt navn	Beliggenhet	Felt type	Feltstørrelse (km ²)	Årlig middelavrenning (mill m ³ /år)
Jordavatnet	Nordvest	Overført	0,46	1,05
Stemmetjernet	Nordvest	Overført	0,25	0,57
Nabofelt til Stemmetj.	Nordøst	Overført	0,16	0,36
Overføringer fra øst	Nordøst	Overført	0,70	1,60
Ulvvatnet		Naturlig	2,15	4,92
Totalfelt til Ulvvatnet		Naturlig + overført	3,72	8,50
Utløpselv fra Ulvvatnet		Naturlig	1,16	2,65

Ulvvatnet (innsjønr. 26912) har et areal på 0,3976 km². Innsjøen er oppdemmet i to omganger. Første gang i 1911 da en 7 meter høy murdam ble bygget, noe som ga et magasinivolum på 2 mill. m³. Andre oppdemming fant sted i 2003. Da ble det bygget en 3 meter høy betongdemning som økte magasinivolumet med ytterligere 1 million m³. Høyeste regulerte vannstand i dag er på 146,6 moh og laveste regulerte vannstand på 132,6 moh. Ved høyeste regulerte vannstand er innsjøen 107,6 meter dyp (figur 2). Inntaksdypet for råvann er på 16,4 meter ved overløp og 2,4 meter ved laveste regulerte vannstand. (Bergen kommune, 2004)

Kismul vannverk forsyner 32 500 mennesker og hadde i 2004 en produksjon på 6,1 mill. m³ drikkevann. Dette utgjør rundt 70 % av den totale tilrenningen til Ulvvatnet. Produksjonen ved Kismul utgjør 15 % av den totale drikkevannsproduksjonen i Bergen kommune.



Figur 2. Dybdekart over Ulvvatnet, Kismul. Oppmålingen er utført av Bloms Survey AS.

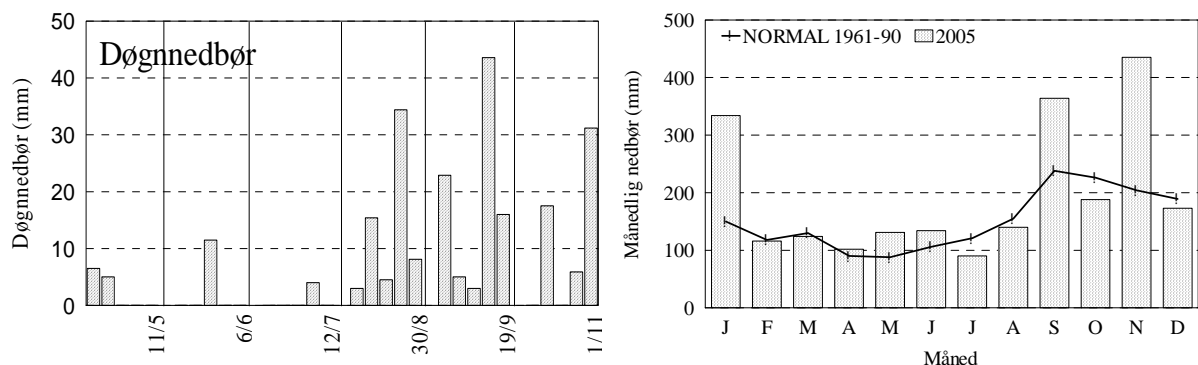
GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSEN I 2005

Ulvvatnet ble undersøkt seks ganger i perioden mai til november 2005. Det ble tatt vannkjemiske og bakteriologiske prøver fra overflatevannet og bakteriologiske prøver på 30 meters dyp. I tillegg ble algeprøver og prøver av dyreplankton samlet inn ved hver prøvetaking, samt at temperatur- og oksygenprofiler ble registrert.

Fra juli ble det også tatt prøver i de to bekkene som renner inn til Ulvvatnet fra nord. Det ble tatt to prøver fra hver bekk (figur 1). I bekken fra nordvest ble prøven tatt like etter utløpet av tunnelen fra Jordavatnet (A1) og før innløpet til Ulvvatnet (A2). I den nordøstre bekken ble prøven tatt i en inntaksdam øst for renseanlegget (B1) og før innløpet til Ulvvatnet (B2). Disse prøvene ble analysert for farge tall ved samtlige prøvetakinger og for tarmbakterier ved prøvetakingen i november.

Ved prøvetakingene var det opphold og fint vær i mai, juni og juli. De siste tre prøvetakingene derimot skjedde i forbindelse med, eller like etter perioder med mye nedbør (figur 3). Prøvetakingen i september skjedde en uke etter episoden med rekordnedbør i Bergen og vannstanden var omtrent et par meter over vanlig vannstand og dekket hele parkeringsplassen nede ved innsjøen. Ved prøvetakingen 1. november var vannstanden nesten like høy.

I løpet av hele året kom det 2305 mm nedbør ved målestasjonen på Flesland. Dette utgjør 127 % av normalen. Spesielt i september og november var nedbørmengdene ekstremt store (figur 3).



Figur 3. Til venstre; Døgnet nedbør fram til kl. 08.00 (mm) ved Flesland på prøvetakingdagene og fire dager tidligere. Til høyre; Månedsnedbør i 2005 (søyler) og normalnedbør (1961-90) (linje) ved Flesland. Data er hentet fra Meteorologisk institutt.

Analysar og databehandling

De vannkjemiske undersøkelene i denne undersøkelsen er gjennomført av Chemlab Services as. Laboratoriet er i ferd med å akkreditere seg på de fire bakterietypene og driver derfor foreløpig på dispensasjon.

Det er tatt i bruk nye analysemetoder for koliforme bakterier. Colilert 18 metoden skiller seg fra den gamle NS-EN-ISO 9308-1 ved at flere koliforme bakterier påvises den nye metoden. Dette skyldes sannsynligvis at den nye metoder registrerer flere av de naturlig forekommende koliforme bakteriene. Verken den nye eller den gamle metoden er imidlertid spesielt godt egnet til bruk på naturlig vann for å skille koliforme bakterier som finnes naturlig i vann og jordsmonn fra koliforme bakterier som kommer fra fæces.

Analyse	Enhet	Metode	Deteksjons- grense	Akkreditert for analysen
Totalfosfor	µg/l	Chem-210	2	Ja
Total Nitrogen	mg/l	Chem-250	0,05	Ja
Totalt Org. Karbon	mg/l	Chem-109	0,3	Ja
Fargetall	mg Pt/l	Chem-250	5	Ja
Turbiditet	NTU	Chem-105	0,1	Ja
pH	Chem-101	Chem-104		Ja
Klorofyll a	µg/l	NS 4767	0,01	Nei
<i>E. coli</i>	antall / 100 ml	Colilert-18	0	Nei
Coliforme bakterier	antall / 100 ml	Colilert-18	0	Nei
<i>Clostridium perfringens</i>	antall / 100 ml	NS-ISO-7899-2	0	Nei
Intestinale enterokokker	antall / 100 ml	mCP agar	0	Nei

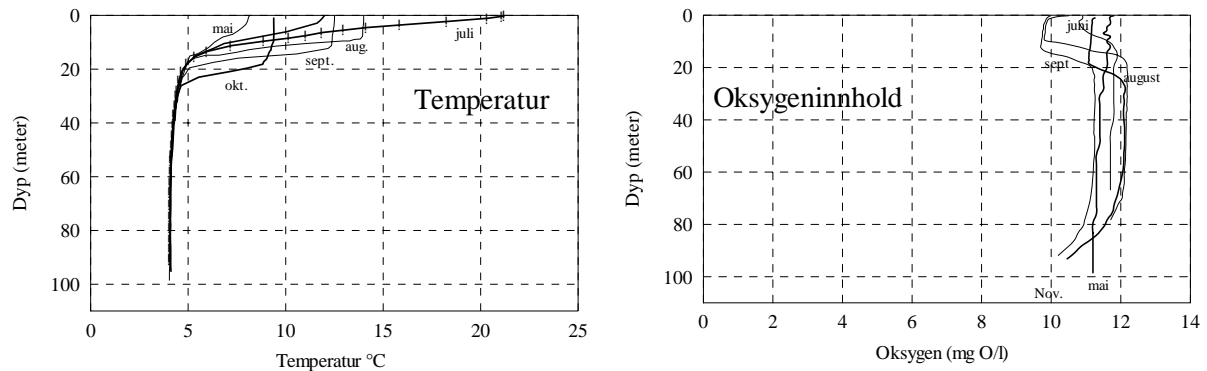
Analysene av algeplankton er utført av cand. real Nils Bernt Andersen, Skøyteveien 17, 4370 Egersund.

RESULTATER

Temperatur- og oksygenforhold

Temperatursprangsjiktet i Ulvvatnet var stabilt i hele undersøkelsesperioden (figur 4), og i begynnelsen av november lå det i underkant av 20 meters dyp. Trolig vil sjiktningen vare til slutten av november i denne innsjøen da den både er relativt dyp og ligger forholdsvis skjermet for vindpåvirkning. Temperaturen var rundt 4 °C i dypvannet i hele undersøkelsesperioden.

Oksygeninnholdet var høyt i hele undersøkelsesperioden, og sjøl så seint som 1. november var det kun en liten reduksjon i oksygeninnholdet i dypvannet. På grunnlag av laveste oksygeninnhold på 9,7 mg O/l i november klassifiseres Ulvvatnet i tilstandsklasse I med hensyn på oksygenforhold. Oksygenmålingen går ikke helt til bunns; innsjøen er 110 meter dyp og målingene går kun til 95 meter, og det er mulig at innsjøen ville blitt klassifisert i tilstandsklasse II med måling på 110 meter i slutten av november. Men uansett viser målingene at det ikke vil bli et lavt oksygeninnhold i dypvannet i denne innsjøen.



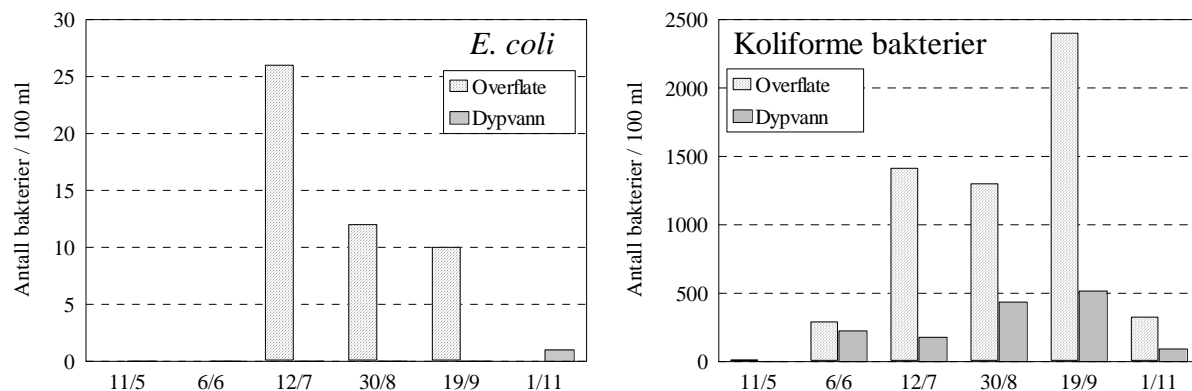
Figur 4. Temperatur- og oksygenprofiler i Ulvvatnet i perioden mai til november 2005. Målingene er utført med en YSI instrument med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

Tarmbakterier

Det ble påvist *E. coli* i overflatevannet ved prøvetakingene i juli, august og september (figur 5). Høyeste påviste konsentrasjon var på 26 *E. coli* / 100 ml i juli. I dypvannet ble det kun påvist *E. coli* ved prøvetakingen i november og da bare 1 *E. coli* / 100 ml (vedleggstabell 2). I henhold til SFT sitt klassifikasjonssystem (1997) tilsvarer dette tilstandsklasse II "God" med hensyn på innhold av tarmbakterier.

Koliforme bakterier ble påvist i større mengder, med høyeste konsentrasjoner i overflatevannet (figur 5). Intestinale enterokokker ble kun påvist en gang i dypvannet i september (2 bakt./100 ml) og aldri i overflatevannet, mens *Clostridium perfringens* kun ble påvist en gang i overflatevannet (1 bakt./100 ml) og aldri i dypvannet. Det er ikke noe klassifikasjonssystem for disse bakterietypene, men konsentrasjonene er generelt sett meget lave.

1. november ble det tatt bakteriologiske prøver fra fire steder i de to tilløpsbekkene til Ulvvatnet (figur 5). Samtlige steder var konsentrasjonene lave, med høyest funn på 9 *E. coli* / pr. 100 i bekken fra nordøst før den renner inn i Ulvvatnet (vedleggstabell 4). Konsentrasjonen av koliforme bakterier var høyest ved utløpet av tunnelen som overfører vann fra Jordavatnet.



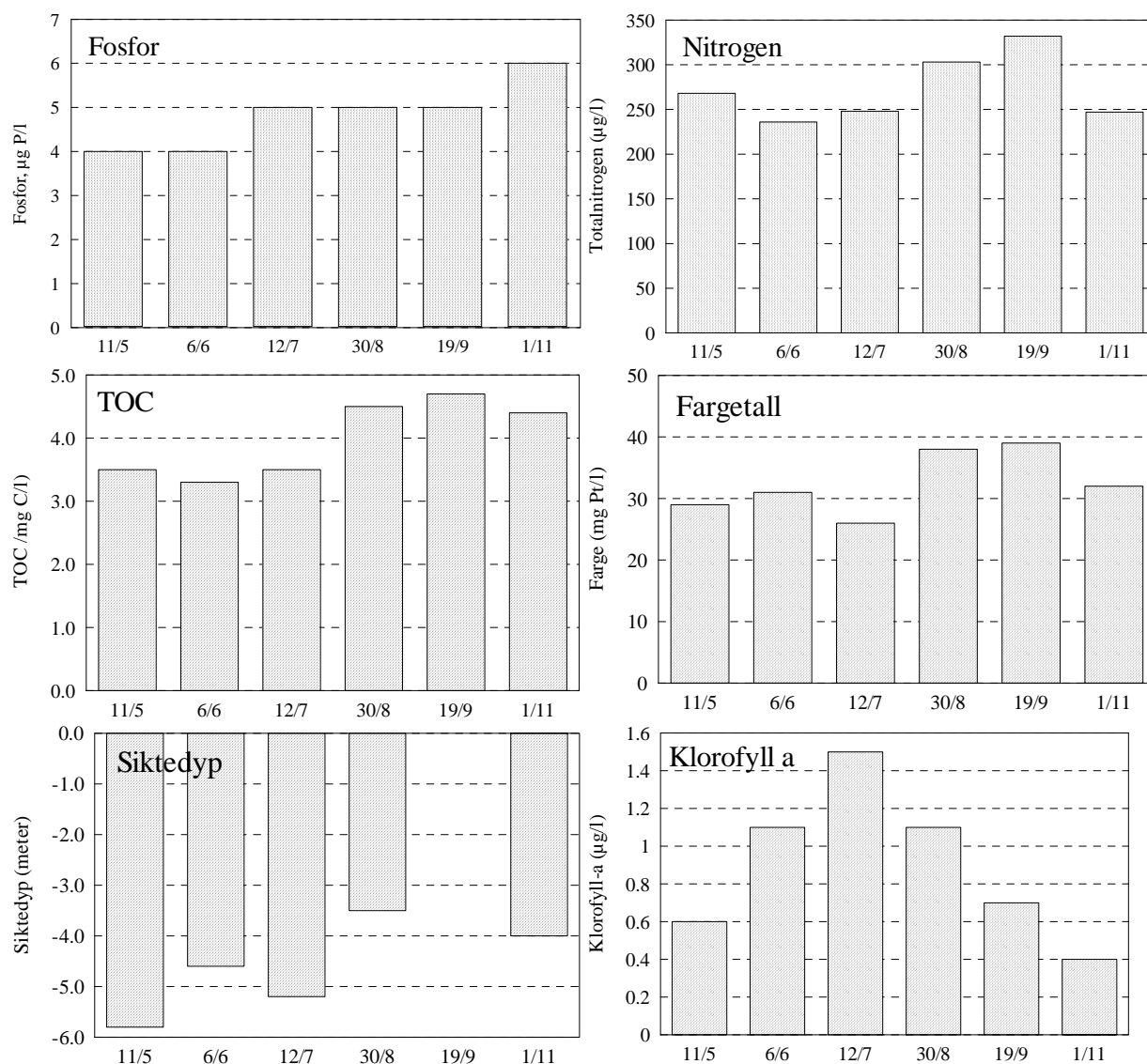
Figur 5. Innholdet av *E. coli* og koliforme bakterier i overflatevann (stiplede søyler) og dypvann (grå søyler) i Ulvvatnet ved seks måletidspunkter i perioden mai – november 2005 (vedleggstabellene 1 og 2).

Næringsrikhet og innhold av organisk stoff

Innholdet av næringsstoffer i Ulvvatnet var meget lavt og relativt stabilt (figur 6, oppe). Med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor på 4,8 $\mu\text{g/l}$ og av totalnitrogen på 272 $\mu\text{g/l}$ klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse I = ”meget god” for både fosfor og nitrogen.

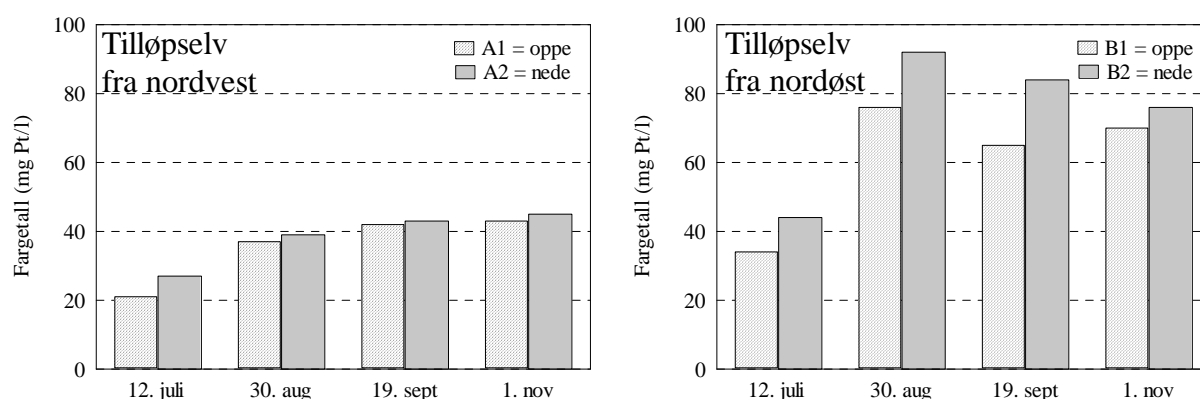
Innholdet av organisk karbon (TOC) i overflatevannet var middels høyt ved alle målingene (figur 6, i midten). Med en gjennomsnittlig verdi på 4,0 mg C/l, klassifiseres Ulvvatnet i tilstandsklasse III = ”mindre god”. Fargetallet (figur 6, i midten) var også middels høyt, og med et gjennomsnitt på 32,5 mg Pt/l ble tilstandsklassen III også for denne parameteren.

Siktedypet var høyest på våren og forsommeren og lavere på høsten (figur 6, nede). En gjennomsnittsverdi på 4,62 m tilsvarer tilstandsklasse II = ”god” i SFT sitt klassifiseringssystem. Innholdet av organisk stoff og fargetall samvarierer med siktedypet.



Figur 6: Innholdet av totalfosfor og totalnitrogen (oppe), TOC og fargetall (i midten) og siktedyp og klorofyll a (nede) i Ulvvatnet ved seks måletidspunkter i perioden mai - november 2005 (vedleggstabell 1). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

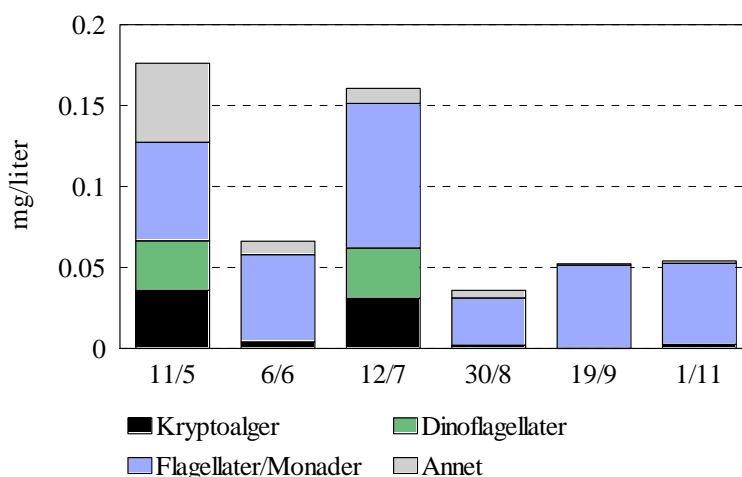
Fargetall ble også målt i de to tilløpsbekkene til Ulvvatnet (figur 7). Klart høyest fargetall ble påvist i bekken fra nordøst (B1 og B2). Begge prøvetakingssteder i denne bekken klassifiseres i tilstandsklasse IV = "dårlig" i SFT sitt klassifiseringssystem, men fargetallet var helt klart høyest i den nedre delen av denne bekken. I bekken fra nordvest, som inkluderer overført vann fra Jordavatnet, var fargetallet atskillig lavere og denne klassifiseres i tilstandsklasse III = "mindre god".



Figur 7: Gjennomsnittlig fargetall i de to tilløpsbakkene til Ulvvatnet fra fire måletidspunkter i perioden juli - november 2005 (vedleggstabell 3).

Algemengdene i Ulvvatnet var meget lave, med et gjennomsnittlig innhold av klorofyll a på 0,9 : g/l. Dette tilsvarer tilstandsklasse I i SFT sitt klassifikasjonssystem. Klorofyllinnholdet var høyest i juli (figur 6). Algevolumet var også meget lavt (figur 8). Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,09 mg/l og et høyeste registrerte volum på 0,18 mg/l klassifiseres innsjøen som meget næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Både klorofyllmålingene og algevolumet indikerer en topp i algemengder i juli, men algevolumet indikerer en topp også i mai.

Algesamfunnet var dominert av små flagellater og monader, med innslag av kryptoalger og dinoflagellater i mai og juli (figur 8). Det var ingen algearter som dominerte verken gjennom sesongen eller ved noen av enkeltprøvetakingene (figur 8, vedleggstabell 6). Både algegruppene og algemengdene indikerer en meget næringsfattig innsjø.



Figur 8. Algevolum og -slekter i Ulvvatnet ved seks tidspunkt 2005 (vedleggstabell 6). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Dyreplanktonsamfunnet i Ulvvatnet var dominert av de to svært vanlige vannloppeartene *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* (vedleggstabell 7). Fem andre arter av vannlopper ble også påvist men i meget små mengder. Av hoppekrepsene var *Eudiaptomus gracilis* den vanligste mens *Cyclops scutifer* ble påvist i små mengder ved de tre første prøvetakingene. Begge disse er meget vanlige, *E. gracilis* finnes hovedsakelig i lavtliggende innsjøer og *C. scutifer* foretrekker innsjøer som ikke er særlig forsuringpåvirkede. Artssammensetningen, og den relativt beskjedne tettheten av dyreplankton i innsjøen, er vanlig i relativt næringsfattige, lavtliggende, ikke sure innsjøer.

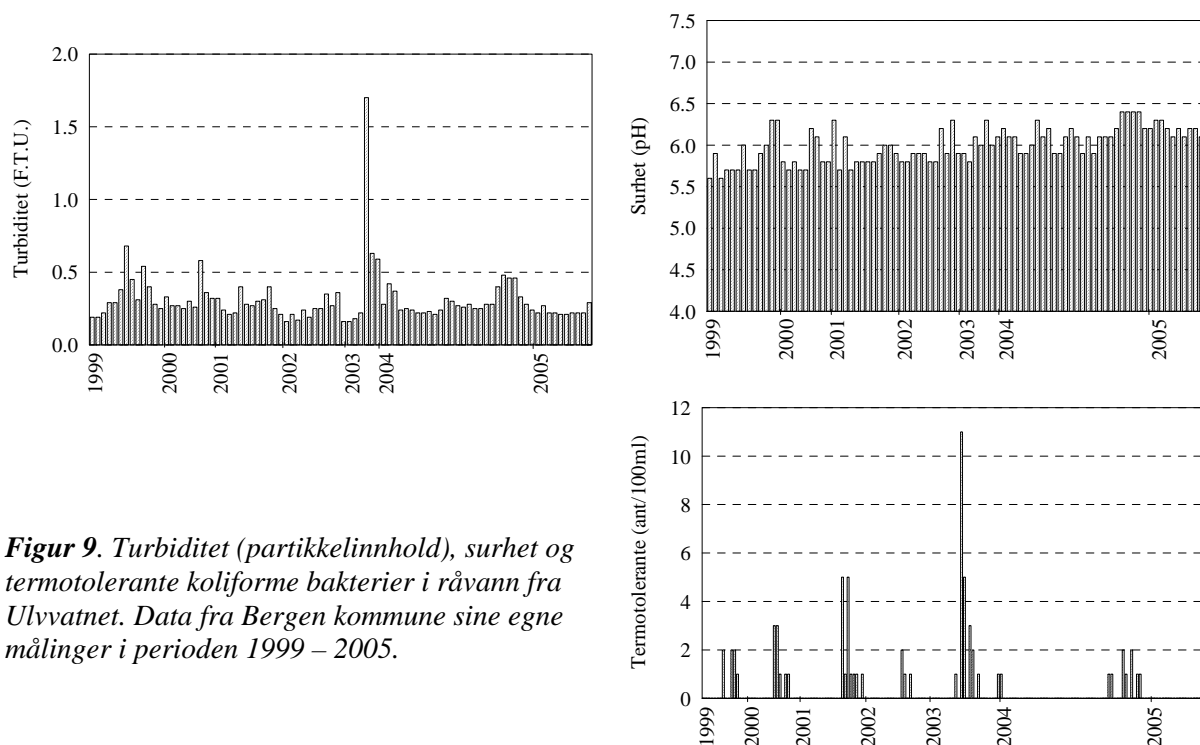
Hjuldrysamfunnet var dominert av slektene *Conochilus* og *Collotheca* og artene *Kellicottia longispina* og *Asplanchna priodonta* (vedleggstabell 7). Dette er alle meget vanlig forekommende i næringsfattige ikke sure innsjøer på vestlandet.

Råvannskvalitet

Partikkelinnholdet i Ulvvatnet er meget lavt. Bergen kommune sine målinger av råvannet viser at det kun er en gang i perioden 1999-2005 at turbiditeten var over 0,7 F.T.U (figur 9). På grunnlag av gjennomsnittet av disse målingene klassifiseres Ulvvatnet i tilstandsklasse I i SFT sitt klassifikasjonssystem.

Innsjøen er ikke sur, og det ser ut til å ha vært en liten men jevn økning i surhet de siste årene. På grunnlag av laveste målte pH i 2005 på 6,2 ligger Ulvvatnet innenfor SFTs tilstandsklasse II.

Innholdet av tarmbakterier er lavt i råvannet. Høyeste måling i 179 prøver fra perioden 1999 -2005 er på 11 termotolerante koliforme bakterier / 100 ml. Ut fra disse kan Ulvvatnet klassifiseres i tilstandsklasse II = "god". I prøvene fra råvannet er det på ettersommeren og høsten at det registreres tarmbakterier der. (De siste årene har anbefalt undersøkelsesmetode for innhold av tarmbakterier variert mellom å påvise "E. coli" og "termotolerante koliforme bakterier" og begge disse er derfor i bruk når tarmbakterieinnholdet skal klassifiseres.)



Figur 9. Turbiditet (partikkelinnhold), surhet og termotolerante koliforme bakterier i råvann fra Ulvvatnet. Data fra Bergen kommune sine egne målinger i perioden 1999 – 2005.

Bergen kommune har også målt innholdet av metaller i råvannet. For de metallene der SFT har laget et klassifikasjonssystem ligger Ulvvatnet alltid de to beste tilstandsklassene (vedleggstabell 8).

VURDERING

Sagstadvassdraget består i hovedsak av Ulvvatnet som er råvannskilde for Kismul vannbehandlingsanlegg samt en kort utløpselv til sjøen. Dagens nedbørfelt er på 3,7 km², men til sammen 1,6 km² av dette er overført til vassdraget fra nabovassdrag for å øke mengden tilgjengelig drikkevann. Overføringen inkluderer vann fra Jordavatnet. Avrenningen fra de overførte feltene føres til de to bekkene som renner inn i Ulvvatnet fra nord. Innsjøen har ikke vært undersøkt med hensyn på eutrofiering tidligere.

Ulvvatnet er en næringsfattig, middels humøs innsjø, med et lavt algevolum, gode oksygenforhold i dypvannet og et lavt innhold av tarmbakterier. Innsjøen er lite sur og har et lavt innhold av metaller. I henhold til SFT sitt klassifiseringssystem (SFT 1997) tilsvarer forholdene i Ulvvatnet tilstandsklasse I med hensyn på næringsrikhet, klasse II med hensyn på innhold av tarmbakterier og klasse III med hensyn på innhold av organisk stoff.

Påvirkning	Tarmbakterier	Næringssalter	Organisk stoff	Surhet	Partikler	Metaller
SFT klasse	II	I	III	II	I	I-II

I henhold til EU sitt Rammedirektiv for Vann er Ulvvatnet typifisert som en "liten, svært kalkfattig og humøs innsjø" med "Høy" økologisk status. Og ut fra dagens tilførsler det er all grunn til å anta at innsjøen vil nå Rammedirektivets mål om minst "God økologisk status" innen 2015.

Tilførsler av tarmbakterier

Ulvvatnet hadde et lavt innhold av tarmbakterier, og bare ved prøvetakingene i juli, august og september ble det påvist tarmbakterier i overflatevannet. Høyeste registrerte konsentrasjon var på 26 *E. coli* / 100 ml i en overflateprøve i juli. Dette medfører at Ulvvatnet klassifiseres i tilstandsklasse II = "god" med hensyn på innhold av tarmbakterier.

Bergen kommune har målinger av bakterieinnholdet i råvann fra Ulvvatnet. Også disse har lave konsentrasjoner; høyeste måling i 179 prøver fra perioden 1999 -2005 er på 11 termotolerante koliforme bakterier / 100 ml. Også ut fra disse målingene kan Ulvvatnet klassifiseres i tilstandsklasse II. Både i prøvene fra råvannet og prøvene fra denne undersøkelsen er det på ettersommeren og høsten at det registreres tarmbakterier der.

Det ble påvist en del koliforme bakterier både i overflatevannet og i dypvannet i Ulvvatnet. Disse finnes i gammel avføring, men er også meget utbredt i naturlig jordsmonn. Siden det knapt ble påvist andre mer spesifikke tarmbakterier som intestinale enterokokker eller *Clostridium perfringens* i innsjøen, tyder det på at fekal forurensning til Ulvvatnet er meget liten.

Forurensningskilder med hensyn på tarmbakterier er få og små. Det er ingen bebyggelse i nedbørfeltet, så all tarmbakterieforurensning må skyldes avføring fra dyr eller evt. folk på tur som vaskes ut i vassdraget i nedbørperioder. Ingen deler av nedbørfeltet er i bruk som beiteområde for husdyr, men nedbørfeltet brukes i noen grad til friluftsliv så både hunder og hester er aktuelle forurensningskilder. I tillegg er det sikkert en del hjort i skogsområdene rundt innsjøen. Tilløpsbekkene til Ulvvatnet går delvis nær turstier, men vannprøver fra de to tilløpsbekkene i november hadde alle lavt innhold av tarmbakterier. Trolig ville en undersøkelse av disse gjennom hele sommersesongen påvist høyere tarmbakterie konsentrasjoner der.

Tilførsler av næringsstoffer

Ulvvatnet har lavt innhold av næringsstoffer og klassifiseres totalt sett i tilstandsklasse I = ”meget god”. Klassifiseringen bygger på at både totalfosfor, totalnitrogen og klorofyll a klassifiseres i tilstandsklasse I = ”meget god”, samt at algemengdene og – artene i Ulvvatnet tilsvarte det en vanligvis finner i meget næringsfattige innsjøer (SFT 1997, Brettum 1989).

Konsentrasjonen av næringsstoffer tilsvare det en forventer som naturtilstand i dette området med fosforkonsentrasjoner rundt 5 µg/l og nitrogenkonsentrasjoner rundt 200 µg/l (Bjørklund mfl. 1994).

Av næringsstoffene er det fosfor som oftest er begrensende for algevekst i våre innsjøer. Ulike typer tilførsler har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffene, uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. For eksempel vil avrenning fra fjell og myr på Vestlandet kunne ha et høyt N:P-forholdstall, gjerne opp mot 70. I Ulvvatnet var dette forholdstallet på 57, og en del skog i nedbørfeltet tyder på et noe mer rikt jordsmonn enn på høyfjellet. I kloakk eller dyremøkk ligger dette forholdstallet vesentlig lavere, gjerne under 10.

Algesamfunnet i innsjøen bekrefter den næringsfattige tilstanden. Både algemengdene og alge artene tyder på meget næringsfattige forhold (Brettum 1989). I tillegg er variasjonen av algemengdene, med mest alger på forsommeren og avtagende utover høsten slik en finner i næringsfattige innsjøer.

Også dyreplanktonsamfunnet bekrefter inntrykket av en næringsfattig, noe humøs innsjø. I Ulvvatnet dominerte de svært vanlige vannloppene *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum*, to typiske arter i næringsfattige og relativt humøse innsjøer på Vestlandet. Også dominansen av hjuldyrene *Kellicottia longispina*, *Conochilus sp.* og *Collotheca sp.*, samt forekomsten av de meget vanlige hoppekepsene *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis* tyder på næringsfattige forhold.

Tilførsler av organisk stoff

Innholdet av organisk stoff i Ulvvatnet var middels høyt og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse III = ”mindre god” med hensyn på virkningen av tilførsler av organisk stoff. Klassifiseringen bygger på et middels høyt innhold av organisk stoff (klasse III), et middels høyt fargetall (klasse III), relativt gode oksygenforhold (klasse II), og et relativt stort siktedyp (klasse I). Bergen kommune sine egne målinger fra råvannet i perioden 1999-2005 viser et fargetall som vanligvis ligger i underkant av 30 mg Pt/l, noe som tilsvare tilstandsklasse III. Høyeste registrerte måling i disse årene var på 41 mg Pt/l. Dette var i 2003 da demningen ble bygget på, noe som kan være en medvirkende årsak til høyere verdier. Dette året var partikkelinnholdet (turbiditeten) også noe høyere enn de andre årene og tilsvarte tilstandsklasse II mot klasse I alle andre år.

Tilførsler av organisk stoff kan komme fra både naturlige og menneskeskapte eksterne kilder i et nedbørfelt, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av alger og dyr. I Ulvvatnet er det liten algeproduksjon og heller ikke noen tilførsler fra menneskeskapte kilder i feltene. Det meste av det tilførte organiske materialet kommer fra humusstoffer, som hovedsakelig stammer fra skog og myrområder.

Innholdet av organisk stoff kan påvirke oksygeninnholdet i det stabile dypvannet, men Ulvvatnet førte ikke det middels høye innholdet av organisk stoff til noe vesentlig oksygenforbruk i det hele tatt. Dette skyldes at humusstoffene er relativt tungt nedbrytbare, og oksygenforbruket ved en slik nedbrytning vil dermed bli tilsvarende lite.

De to innløpsbekkene, som inkluderer de overførte feltene, ble også undersøkt med hensyn på fargetall. I elva fra nordvest var fargetallet middels høyt ved begge prøvetakingsstedene, og både ved utløpet av tunnelen fra Jordavatnet og i bekken ved veien før den renner inn i Ulvvatnet tilsvarte fargetallet tilstandsklasse III = ”mindre god”.

Bekken fra nordøst derimot hadde vesentlig høyere fargetall enn både Ulvvatnet og bekken fra nordvest. Med et gjennomsnittlig fargetall på 61 mg Pt/l ved det øverste prøvetakingspunktet oppe ved demningen og 74 mg PT/l nede like før bekken renner ut i Ulvvatnet klassifiseres denne elva i tilstandsklasse IV = "dårlig". Ved begge stedene var fargetallet i perioder dobbelt så høyt som i bekken fra nordvest.

Surhet

Ulvvatnet har relativt gode forhold med hensyn på surhet. I Bergen kommune sine egne målinger varierer pH mellom 5,7 og 6,3 i 1999 og mellom 5,9 og 6,4 i 2004. Det ser ut til at Ulvvatnet har hatt en liten men jevn økning i pH disse årene, men en faktor som kan ha innvirkning på dette bildet er at råvannsinntaket tidligere lå nærmer overflaten og dermed var mer påvirket av plutselige tilførsler i nedbørperioder. Fra 2004 har inntaket ligget nede på 16 meters dyp, noe som gir større stabilitet i vannkvaliteten.

Metaller

Innholdet av metaller i innsjøen er kun undersøkt et par ganger; i en måling 1998 og en måling i 2003. Dette er målinger Bergen kommune har gjennomført på råvannet fra Ulvvatnet. Av de metallene det finnes et klassifikasjonssystem for (SFT 1997) er innholdet lavt og Ulvvatnet klassifiseres i tilstandsklasse I = "meget god" til II = "god" for samtlige. Klasse I gjelder for bly, jern, kadmium, krom og kvikksølv. Kobber og sink hadde tilstandsklasse II.

VEDLEGGSTABELLER

Vedleggstabell 1. Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra overflatevannet i Ulvvatnet ved seks tidspunkt i 2005. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-6 meters dyp, de bakteriologiske prøvene er tatt på 0,1 meters dyp. Analysene er utført av Chemlab Services AS.

PARAMETER	ENHET	11. mai	6. juni	12. juli	30. aug.	19. sept.	1. nov.
Fargetall	mg Pt/l	29	31	26	38	39	32
UV-transmisjon		19,8	16,2	18,0	11,1	7,9	9,7
Turbiditet	F.T.U.						0,4
Total-fosfor	F g P/l	4	4	5	5	5	6
Total-nitrogen	F g N/l	268	236	248	303	332	247
TOC	mg C/l	3,5	3,3	3,5	4,5	4,7	4,4
Klorofyll a	F g/l	0,6	1,1	1,5	1,1	0,7	0,4
Siktedyp	meter	5,8	4,6	5,2	3,5		4,0
Koliforme bakt.	ant/100ml	13	291	1414	1300	> 2400	325
<i>E. coli</i>	ant/100ml	0	0	26	12	10	0
Intestinale enterokokker	ant/100ml	0	0	0	0	0	0
<i>Clostridium perfringens</i>	ant/100ml	0	0	0	1	0	0

Vedleggstabell 2 Bakteriologiske analyseresultater fra dypvannet i Ulvvatnet ved seks tidspunkt i 2005. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. Prøvene er tatt på 30 meters dyp. Analysene er utført av Chemlab Services AS.

PARAMETER	ENHET	11. mai	6. juni	12. juli	30. aug.	19. sept.	1. nov
Koliforme bakt.	ant/100ml	2	225	179	436	517	93
<i>E. coli</i>	ant/100ml	0	0	0	0	0	1
Intestinale enterokokker	ant/100ml	0	0	0	0	2	0
<i>Clostridium perfringens</i>	ant/100ml	0	0	0	0	0	0

Vedleggstabell 3 Fargetall (mg Pt/l) i tilløpsbekken og i vannet i de to overføringstunnelene til Ulvvatnet ved fire tidspunkt i 2005. Analysene er utført av Chemlab Services AS.

Kart-ref.	STED	12. juli	30. aug.	19. sept.	1. nov.
A1	Utløpet av overføringstunnel fra Jordavatnet	21	37	42	43
A2	Vann fra Jordavatnet ved innløpet til Ulvvatnet	27	39	43	45
B1	Bekkeinntak i nordøst	34	76	65	70
B2	Bekk fra nordøst, etter samløp like før utløp til Ulvvatnet	44	92	84	76

Vedleggstabell 4. Konsentrasjonen (ant./100 ml) av koliforme bakterier og *E. coli* i vann fra tilløpsbekken og i vannet i de to overføringstunnelene til Ulvvatnet 1. november 2005. Analysene er utført av Chemlab Services AS.

Kart-ref.	STED	Koliforme bakt	<i>E. coli</i>
A1	Utløpet av overføringstunnel fra Jordavatnet	1553	1
A2	Vann fra Jordavatnet ved innløpet til Ulvvatnet	548	2
B1	Bekkeinntak i nordøst	687	3
B2	Bekk fra nordøst, etter samløp like før utløp til Ulvvatnet	727	9

Vedleggstabell 5. Temperatur- og oksygenmålinger i Ulvvatnet ved seks tidspunkt i 2005. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

11. mai			6. juni			12. juli			30. august			19. september			1. november		
Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	
0.20	8.14	11.79	0.15	11.99	10.88	1.09	20.37	7.96	0.19	13.64	10.51	0.12	12.51	9.99	1.02	9.39	11.26
0.63	8.10	11.73	1.30	11.85	10.88	2.31	18.29	8.19	1.41	14.00	9.94	0.93	12.51	9.89	1.27	9.39	11.21
2.24	8.04	11.71	2.33	11.71	10.78	3.56	15.89	8.48	2.01	14.00	9.90	2.10	12.50	9.84	2.96	9.39	11.18
3.34	7.96	11.68	2.59	11.65	10.77	4.56	14.16	8.73	3.11	13.99	9.86	2.91	12.49	9.81	6.50	9.40	11.16
4.61	7.77	11.57	6.10	10.05	11.04	5.47	13.00	8.87	4.29	13.97	9.84	3.80	12.48	9.78	8.11	9.39	11.15
5.83	7.54	11.61	10.48	6.84	11.72	6.41	11.88	9.02	5.60	13.95	9.83	5.20	12.45	9.78	9.76	9.38	11.14
7.03	7.29	11.53	12.20	6.33	11.78	7.49	11.06	9.19	6.66	13.95	9.83	6.19	12.43	9.75	10.17	9.35	11.14
8.10	6.76	11.67	15.03	5.36	11.87	8.47	10.18	9.34	7.76	13.94	9.81	7.63	12.39	9.75	11.32	9.28	11.13
9.86	6.37	11.63	19.86	4.74	11.83	9.58	8.90	9.59	8.93	13.53	9.80	9.28	12.38	9.73	13.31	9.19	11.11
11.98	6.05	11.66	23.66	4.63	11.79	11.28	7.22	9.95	9.54	12.93	9.81	11.26	12.35	9.71	14.05	9.13	11.09
14.27	5.51	11.57	24.41	4.64	11.78	13.40	5.99	10.20	10.49	11.02	10.23	12.36	12.17	9.70	15.03	9.09	11.09
15.11	5.08	11.58	27.26	4.48	11.79	15.37	5.35	10.31	11.54	9.43	10.61	14.34	10.57	9.94	16.27	9.02	11.08
20.12	4.83	11.57	31.70	4.45	11.79	17.90	4.95	10.34	12.76	8.14	10.98	15.91	7.58	10.46	17.25	8.87	11.09
22.94	4.71	11.52	32.91	4.37	11.76	21.05	4.67	10.35	13.78	7.47	11.21	17.51	6.28	10.75	18.20	8.83	11.07
25.90	4.60	11.51	39.06	4.28	11.75	24.25	4.53	10.30	14.81	5.91	11.78	19.57	5.05	11.13	19.63	8.06	11.24
28.62	4.53	11.46	45.65	4.23	11.72	28.00	4.45	10.22	15.96	5.31	12.01	21.91	4.85	11.21	20.85	7.19	11.44
30.73	4.45	11.43	49.17	4.21	11.73	30.07	4.40	10.17	16.94	5.10	12.10	23.32	4.68	11.25	22.97	5.55	11.84
34.49	4.38	11.40	54.42	4.14	11.71	33.65	4.34	10.14	18.06	4.92	12.16	24.92	4.56	11.23	26.16	4.64	12.08
36.90	4.29	11.41	62.51	4.09	11.68	36.93	4.28	10.10	19.35	4.81	12.18	26.43	4.48	11.25	29.24	4.48	12.12
41.08	4.23	11.39	66.83	4.09	11.67	41.04	4.23	10.03	20.41	4.71	12.18	27.62	4.45	11.24	30.21	4.44	12.09
46.18	4.17	11.37				44.62	4.20	10.00	21.58	4.64	12.19	28.79	4.43	11.24	32.99	4.37	12.10
48.98	4.15	11.37				48.64	4.17	9.96	22.98	4.57	12.20	30.52	4.38	11.26	36.45	4.30	12.08
53.35	4.14	11.33				52.09	4.15	9.91	24.22	4.54	12.18	33.28	4.32	11.26	40.05	4.23	12.09
57.11	4.12	11.33				52.34	4.14	9.89	25.32	4.52	12.17	35.95	4.26	11.25	43.16	4.21	12.11
61.14	4.11	11.31				53.98	4.12	9.32	27.06	4.46	12.19	36.16	4.25	11.25	46.46	4.17	12.11
65.11	4.10	11.30				58.07	4.10	9.30	28.19	4.42	12.18	38.20	4.23	11.24	49.49	4.15	12.11
68.88	4.09	11.27				62.21	4.09	9.29	29.17	4.39	12.18	40.69	4.22	11.23	52.67	4.13	12.09
72.31	4.08	11.27				65.92	4.08	9.27	30.29	4.39	12.18	43.63	4.20	11.23	55.47	4.12	12.09
75.86	4.07	11.25				70.67	4.07	9.24	31.10	4.35	12.19	45.73	4.18	11.23	58.85	4.11	12.07
79.54	4.06	11.24				75.03	4.08	9.21	31.92	4.34	12.18	46.41	4.16	11.25	62.35	4.11	12.02
83.26	4.06	11.21				79.00	4.08	9.17	33.31	4.31	12.18	47.39	4.15	11.25	65.57	4.10	11.96
83.16	4.05	11.21				83.40	4.07	9.11	34.58	4.30	12.17	49.38	4.15	11.25	69.35	4.11	11.89
86.93	4.05	11.21				87.06	4.08	9.03	35.04	4.29	12.18	51.14	4.14	11.25	71.93	4.10	11.82
89.80	4.05	11.20				90.74	4.08	8.86	36.46	4.27	12.18	53.84	4.14	11.24	75.67	4.09	11.75
92.77	4.05	11.19				90.74	4.09	6.13	37.22	4.25	12.16	56.54	4.13	11.22	78.01	4.10	11.62
95.67	4.04	11.20							38.87	4.24	12.16	59.72	4.11	11.21	80.78	4.09	11.52
98.54	4.04	11.15							40.72	4.22	12.16	62.85	4.10	11.19	83.51	4.09	11.35
									42.48	4.20	12.16	65.72	4.09	11.17	86.08	4.10	11.11
									47.10	4.17	12.15	68.14	4.09	11.15	88.41	4.10	10.86
									49.76	4.15	12.15	71.39	4.10	11.11	90.78	4.10	10.68
									52.17	4.14	12.14	74.45	4.10	11.05	93.16	4.10	10.46
									53.95	4.13	12.14	77.97	4.09	10.97	95.19	4.12	9.73
									57.51	4.11	12.12	80.80	4.08	10.91			
									60.16	4.10	12.10	82.88	4.09	10.79			
									64.32	4.09	12.10	86.12	4.09	10.66			
									67.95	4.08	12.05	88.93	4.09	10.45			
									70.58	4.08	12.02	91.85	4.09	10.20			
									71.16	4.09	11.98	92.49	4.10	9.91			
									74.83	4.09	11.84	92.50	4.11	8.36			
									78.22	4.09	11.71						

Vedleggstabell 6. Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Ulvvatnet ved seks tidspunkt i 2005. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

Dato:	11.mai		06.jun		12.jul		30.aug		19.sep		01.nov	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Asterionella formosa</i>	61000	0.0488										
CHLOROPHYCEAE												
Chlorophyceae spp.					31000	0.0078						
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	31000	0.031	4000	0.004	31000	0.031	2000	0.002				
<i>Rhodomonas</i> sp.	61000	0.0049									31000	0.0025
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dinobryon divergens</i>			14000	0.0021								
DINOPHYCEAE												
<i>Amphidinium</i> sp.					31000	0.031						
<i>Gymnodinium</i> sp.	61000	0.0305										
CYANOPHYCEAE												
<i>Chroococcus</i> sp.							8000	0.0009	8000	0.0009		
<i>Merismopedia</i> sp.					490000	0.0015	1285000	0.0039			490000	0.0015
Cyanophyceae sp.			31000	0.0062								
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubest. flagell.< 5 µm	1530000	0.0021	887000	0.0124	1683000	0.0236	734000	0.0052	949000	0.0133	857000	0.012
Ubest.flagell.> 5 µm	520000	0.0588	367000	0.0415	581000	0.0657	367000	0.0239	337000	0.0381	337000	0.0381
SAMLET												
	2264000	0.1761	1303000	0.0662	2847000	0.1606	2396000	0.0359	1294000	0.0523	1715000	0.0541

Vedleggstabell 7. Tetthet (antall / m³) av dyreplankton i prøver fra Ulvvatnet i 2005. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste 60 meterne av vannsøylen. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der * = lavt antall og ***** = meget høyt antall. Prøvene er analysert av cand. scient. Erling Brekke.

DYREPLANKTONART	11. mai	6. juni	12. juli	24. aug.	19. sep.	1. nov.
VANNLOPPER (CLADOCERA)						
<i>Alonella nana</i>	0	0	0	0	0.1	0
<i>Bosmina longispina</i>	212	425	289	92	96	96
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	0	1	0.2	0	0
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	0	0	0	0.5	4	7
<i>Chydorus sphaericus</i>	0.2	0.4	0	0	0.1	0
<i>Holopedium gibberum</i>	13	238	85	35	44	4
<i>Polypheumus pediculus</i>	0	0	0.2	0	0	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)						
<i>Cyclops scutifer</i>	3	16	4	0.1	0	0
<i>Diacyclops cf. nanus</i>	0	0	0	0	0	0.1
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	40	18	1	7	30	51
<i>Calanoide nauplier</i>	225	289	17	1	3	0
<i>Cyclopoide nauplier</i>	58	17	425	35	153	35
<i>Calanoide copepoditter</i>	0	204	221	54	764	4
<i>Cyclopoide copepoditter</i>	52	289	187	20	730	24
TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)						
	603	1495	1230	246	1825	222
HJULDYR						
<i>Asplanchna priodonta</i>	**	*****	*****	*****	*****	*
<i>Collotheca</i> sp.	***	*****	*****	***	*****	*****
<i>Conochilus</i> sp.	*****	*****	*****	*****	*****	***
<i>Kellicottia longispina</i>	*****	*****	*****	*****	*****	*****
<i>Keratella cochlearis</i>				**	**	*****
<i>Keratella hiemalis</i>	***	***	**			
<i>Lecane lunaris</i>				*		
<i>Ploesoma hudsoni</i>	**	**	***	*	*	
<i>Polyarthra major</i>				***	**	**
<i>Trichocerca</i> cf. <i>jenningsi</i>				*		
ANDRE (totalt antall)						
Midd	2	1				

Vedleggstabell 8. Innhold i Ulvvatnet av de metallene som SFT har utarbeidet et klassifikasjonssystem for. Data er fra Bergen kommune.

PARAMETER	ENHET	18.februar 1998	3.desember 2003
Bly	µg/l	0,5	0,45
Jern	µg/l	35	28
Kadmium	µg/l	0,034	0,023
Kobber	µg/l	0,7	1
Krom	µg/l	< 0,2	0,16
Nikkel	µg/l	0,83	0,49
Kvikksølv	µg/l	0,002	< 0,01
Sink	µg/l	6	-

REFERANSER

BERGEN KOMMUNE, 2004

Drikkevannskvalitet i Bergen kommune
Årsrapport 2004. 65 sider

BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN & A.KAMBESTAD 1994

Miljøkvalitet i vassdragene i Bergen, status 1993.
Rådgivende Biologer, rapport 110, 156 sider. ISBN 82-7658-024-6

BRETTUM, P. 1989.

Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton.
NIVA-rapport nr. 2344, 11 sider.

NVE 2002

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1961 -1990.
NVE. Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

SFT 1997

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04.