



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1997

FORFATTER:

Cand. scient. Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAGSGIVER:

Fjell kommune ved Magne Eide, 5353 Straume

OPPDRAGET GITT:

juli 1997

ARBEIDET UTFØRT:

juli 97 - januar 98

RAPPORT DATO:

27. januar 1998

RAPPORT NR:

320

ANTALL SIDER:

66

ISBN NR:

ISBN 82-7658-181-1

RAPPORT SAMMENDRAG:

Overvåkingen av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1997 omfattet Morlandsvatnet, Angeltveitvatnet og Ulvesetvatnet på Sotra samt Arevatnet på Lille Sotra. Innsjøene ble undersøkt med hensyn på virkning av tilførsler av tarmbakterier, næringsstoffer og organisk stoff.

Alle de undersøkte innsjøene var moderat preget av til slike førsler. Arevatnet var hovedsakelig forurenset av kloakktilførsler, mens de tre andre i tillegg var forurenset på grunn av tilførsler fra landbruket. Arevatnet hadde totalt sett de dårligste forholdene av de undersøkte innsjøene i 1997, med et høyt innhold av både næringsstoffer og organisk stoff. Også i Morlandsvatnet var tilførsler av organisk stoff et begynnende problem, men næringsinnholdet der var relativt lavt. I Angeltveitvatnet og Ulvesetvatnet var næringsinnholdet moderat, mens tilførslene av organisk stoff ikke var noe stort problem.

EMNEORD:

-Innsjøer
-Resipientundersøkelser
-Fjell kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Fjell kommune gjennomført overvåking av fire av kommunens ferskvannsresipienter i 1997. Overvåkingen er pålagt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i forbindelse med Fjell kommunes utslippstillatelse, og overvåkingen i 1997 er den første i en serie årlige slike undersøkelser.

Undersøkelsene bygger på en kartlegging av ferskvannsresipientene i Fjell (Bjørklund og Johnsen 1994), som innbefattet beskrivelse av tilstand i vassdragene ut fra foreliggende opplysninger, samt teoretiske beregninger av næringssalttilførsler til samtlige aktuelle ferskvanns-resipienter i kommunen.

Målsettingen med den foreliggende resipientundersøkelsen har vært å beskrive tilstand og forurensningsgrad i de fire innsjøene med hensyn på kloakktilførsler. Kloakktilførsler virker på resipientene på tre tett sammenknyttede måter,- ved tilførsler av tarmbakterier, ved tilførsel av plantenæringsstoffer og ved tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale. Rapporten er derfor strukturert i forhold til disse tre virkningene, og forurensningsgrad er presentert med hensyn på hver av dem.

I tillegg til den foreliggende resipientundersøkelsen er det utarbeidet en egen oversikt over forurensnings-tilførsler fra kloakk til vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund 1997). Der er 24 vassdrag undersøkt på i alt 33 steder for å lokalisere eventuelle tilførsler av tarmbakterier.

De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services as. Algeprøvene er bearbeidet av cand. real. Nils Bernt Andersen. Dyreplanktonprøvene er bearbeidet av cand. scient Erling Brekke, og Geir Helge Johnsen og Steinar Kålås har deltatt i feltarbeidet. Magne Eide har vært oppdragsgivers kontaktperson.

Rådgivende Biologer as. takker Fjell kommune ved Magne Eide for oppdraget.

Bergen, 27. januar 1998



INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
INNHALDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	4
UNDERSØKELSEN I 1997	5
MORLANDSVATNET	7
Vassdragsbeskrivelse	9
Tilstand	11
Vurdering	15
Måledata	17
ANGELTVEITVATNET	21
Vassdragsbeskrivelse	23
Tilstand	25
Vurdering	29
Måledata	31
ULVESETVATNET	35
Vassdragsbeskrivelse	37
Tilstand	39
Vurdering	43
Måledata	45
AREVATNET	49
Vassdragsbeskrivelse	51
Tilstand	52
Vurdering	56
Måledata	58
METODER OG BAKGRUNN	61
SFT sitt klassifiseringssystem for vannkvalitet	63
Beregninger av tilførsler og tålegrenser for fosfor	65
REFERANSER	66



SAMMENDRAG

BJØRKLUND, A.E. 1998

Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1997.

Rådgivende Biologer as. Rapport nr 320, 66 sider, ISBN 82-7658-181-1.

I 1997 ble det gjennomført resipientundersøkelser i Morlandsvatnet, Angeltveitvatnet og Ulvesetvatnet på Sotra samt i Arevatnet på Lille Sotra. Innsjøene ble også ekkoloddet og dybdekart er tegnet. Det er ikke gjort resipientundersøkelser i disse innsjøene tidligere. Alle de fire undersøkte innsjøene var moderat preget av tilførsler; Arevatnet var forurenset av kloakk, de tre andre i tillegg var forurenset på grunn av landbruk. Totalt sett er kloakktilførslene den største forurensningskilden i samtlige, og prosentvis utgjør disse tilførslene 96 % i Arevatnet, rundt 80 % i Morlandsvatnet og Angeltveitvatnet og nesten 60 % i Ulvesetvatnet.

TABELL 1. Tilstandsklassifisering av de fire undersøkte innsjøene i Fjell kommune i 1997 i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem (SFT 1992). Klassifiseringen bygger på fire målinger fra hver innsjø i perioden juli til oktober 1997.

LOKALITET	NÆRINGS-SALTER	ORGANISK STOFF	TARM-BAKTERIER	TURBIDITET
Morlandsvatnet	II-III	III-IV	II	II
Angeltveitvatnet	III	IV	III	II
Ulvesetvatnet	III	III	II	II
Arevatnet	III-IV	V	II-III	III

Morlandsvatnet har en relativt bra vannkvalitet med hensyn på næringsrikhet, men tilførslene ligger opp mot tålegrensen. Innholdet av organisk stoff ligger også opp mot tålegrensen, men det ble ikke målt oksygenfritt bunnvann. For å kunne opprettholde dagens tilstand er det derfor viktig at tilførslene til Morlandsvatnet begrenses mest mulig. Både kloakk og landbruk er tilførselskilder til Morlandsvatnet.

Angeltveitvatnet er middels næringsrikt og er periodevis forurenset av tarmbakterier. Innholdet av organisk stoff er relativt høyt, men dette får små konsekvenser fordi innsjøen er lite følsom for slike tilførsler. Dette skyldes at innsjøen er så grunn at det ikke blir noen langvarig temperaturskikning. Ved litt vind vil det være full omrøring i hele vannmassen og det vil derfor ikke kunne oppstå problemer med oksygenfritt bunnvann. Tilførselskilder er arealavrenning fra områder med husdyrgjødsel, og tilsig fra separate kloakkanlegg.

Ulvesetvatnet er moderat næringsrikt og har fosfortilførsler som er over det dobbelte av innsjøens tålegrense. Innholdet av organisk stoff er moderat, og det ble ikke registrert oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Oksygenforbruket er imidlertid relativt stort i forhold til resipientkapasiteten, og det er derfor viktig at tilførslene til Ulvesetvatnet begrenses mest mulig for at vannkvaliteten i innsjøen ikke skal forringes ytterligere. Alle de tre største innløpselvene var forurenset.

Arevatnet hadde den dårligste vannkvaliteten av de undersøkte innsjøene. Innsjøen var næringsrikt og hadde oksygenfritt bunnvann allerede fra begynnelsen av juli. Det ble også registrert en svak indre gjødsling. Fordi Arevatnet er en liten innsjø, er den meget følsom for tilførsler, og det er derfor viktig at tilførslene dit reduseres.

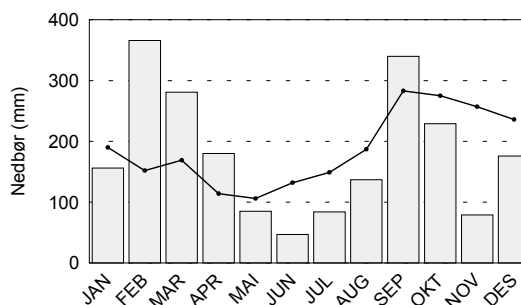


UNDERSØKELSEN I 1997

VÆRFORHOLD

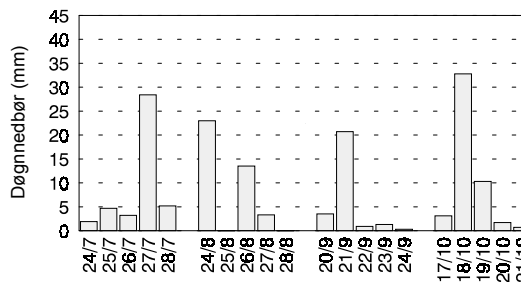
I perioden fra november 1996 til oktober 1997 var de samlede nedbørmengdene omtrent som normalt (figur 1) og gjennomsnittstemperaturen omtrent en halv grad under normalt. Ved Bergen Florida var nedbøren i denne perioden 103 % av normalnedbøren; med 2326 mm mot 2250 mm (DNMI-Klimaavdelingen). I februar og mars var nedbørmengdene nesten det dobbelte av normalen (figur 1), mens det fra mai til og med august var noe mindre enn normalt.

FIGUR 1. Månedlige nedbørmengder i 1996-1997 (søyler) og normalnedbøren i perioden 1961-1990 (linje) ved Bergen-Florida. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt.



Ved prøvetakingen i juli regnet det mye dagen før prøvetakingen (figur 2). Ved de andre prøvetakingene var det stort sett lite nedbør de to siste dagene før prøvetakingene. På selve prøvetakingdagene var det lite nedbør. Vannstanden i vassdragene var lav i august og høy ved de andre prøvetakingene.

FIGUR 2. Døgnet nedbør ved Bergen-Florida de fem siste døgn før prøvetakingene. Nedbøren er målt på angitte dato kl. 07/08 og er falt i løpet av de foregående 24 timene. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt.



PRØVETAKINGSOPPLEGG

Prøvetakingen skjedde månedlig i perioden juli til oktober 1997, og både fysiske-, kjemiske- og biologiske prøver ble tatt. På bakgrunn av dette er tilstand og forurensningsgrad med hensyn på tarmbakterier, næringstilførsler og tilførsler av organisk materiale vurdert. Det ble også målt tarmbakterieinnhold og fosforkonsentrasjoner i innsjøenes viktigste tilløpselver. Dette ble gjort i august i en periode med tørt vær og i september i en periode med mye nedbør. På grunnlag av ekkolodding er det utarbeidet dyblekart for de fire innsjøene.



1. MORLANDSVATNET



INNHALDSFORTEGNELSE

KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	9
TILSTANDEN I MORLANDSVATNET I 1997	11
Temperatur- og oksygenprofiler	11
Tarmbakterier	11
Vannkjemiske parametere	11
Biologiske parametere	13
VURDERING	15
MÅLEDATA	17

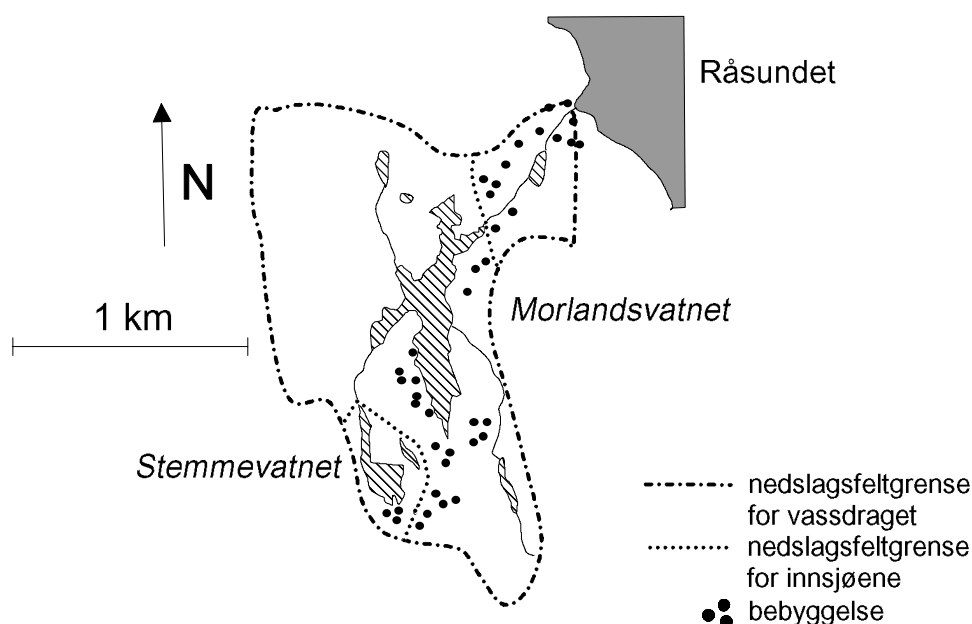




KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Morlandsvassdraget ligger øst i Fjell kommune og har utløp nordøstover til Råsundet. Vassdraget består av flere små og store innsjøer, der Stemmevatnet og Morlandsvatnet er de to største (figur 1.1). Vassdraget er 2,1 km langt, og det er en demning ved utløpet av Morlandsvatnet.

Vassdragets nedslagsfelt er på 1,8 km² og består hovedsakelig av skog, myr og fjellområder. Berggrunnen domineres av granitt og gneis. Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 40 l/s/km² (NVE 1987), og middelvannføringen til sjø er 72 liter pr. sekund eller 2,3 millioner m³ årlig.



FIGUR 1.1. Kart over Morlandsvassdraget.

Morlandsvatnet (KM 829 986) er vassdragets største innsjø. Innsjøen ligger 34 meter over havet, og har et nedslagsfelt på 1,6 km². Innsjøen er relativt grunn og langstrakt med to bassenger som begge er 12 meter dype (figur 1.2). Teoretisk har Morlandsvatnet vannutskifting hver tredje måned (tabell 1.1). Det er en tett og uendret ørretbestand i innsjøen (for referanser se Johnsen og Bjørklund 1993).

TABELL 1.1. Morfologiske og hydrologiske data for Morlandsvatnet.

Areal (km ²)	Maks dyp (m)	Snitt dyp (m)	Volum (mill. m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,12	12	5	0,52	4	17,1



FIGUR 1.2. Dybdekart av Morlandsvatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen og er tegnet med 3 meters koter. For volumberegninger av innsjøen se tabell 1.2.

TABELL 1.2. Areal og dybdeforhold i Morlandsvatnet i Fjell kommune. Arealet er av tre-meters kotene fra figur 1.2, volumene er for tilsvarende skikt og volumet under dypene er angitt.

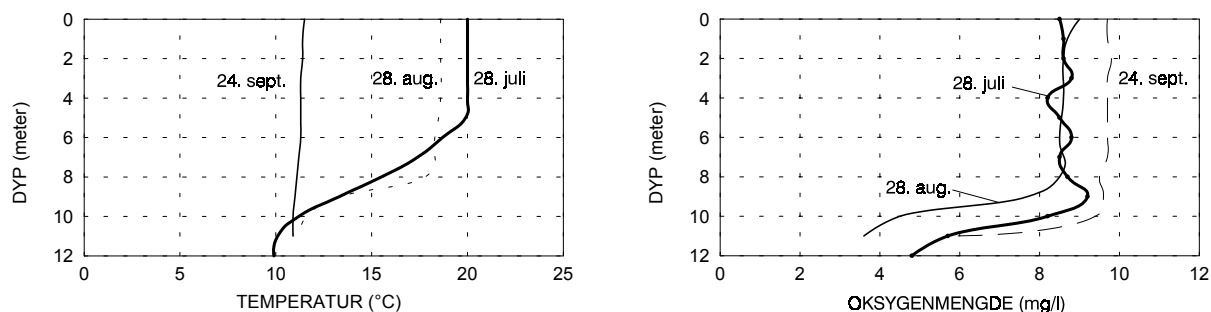
DYP (m)	AREAL (km ²)	VOLUM (mill m ³)	VOLUM UNDER (mill m ³)
0/ 0-3	0,118	0,265	0,565
3/ 3-6	0,059	0,154	0,300
6/ 6-9	0,043	0,100	0,146
9/ 9-12	0,023	0,040	0,045
12/ -	0,003	0,005	0,005



TILSTANDEN I MORLANDSVATNET I 1997

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Temperatursprangskiktet lå rundt 8 meter i slutten av august, og allerede i slutten av september var det omrøring (figur 1.3), etter en periode med mye og sterk vind. Oksygenmålingene viste at oksygenforbruket i bunnvannet var relativt stort i forhold til resipientkapasiteten, noe som førte til at det i slutten av august bare var i underkant av 4 mg O/l eller bare 33 % metning på 10 meters dyp. Trolig var det omtrent oksygenfrie forhold i bunnvannet like før omrøringen. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse IV.



FIGUR 1.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Morlandsvatnet ved tre tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 1.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

TARMBAKTERIER

I Morlandsvatnet ble det funnet tarmbakterier ved samtlige prøvetakinger bortsett fra i juli (figur 1.4, nederst til høyre). Konsentrasjonen var høyest i september da den var på 40 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml. Tilstandsklassen blir II på grunnlag av konsentrasjonen i september.

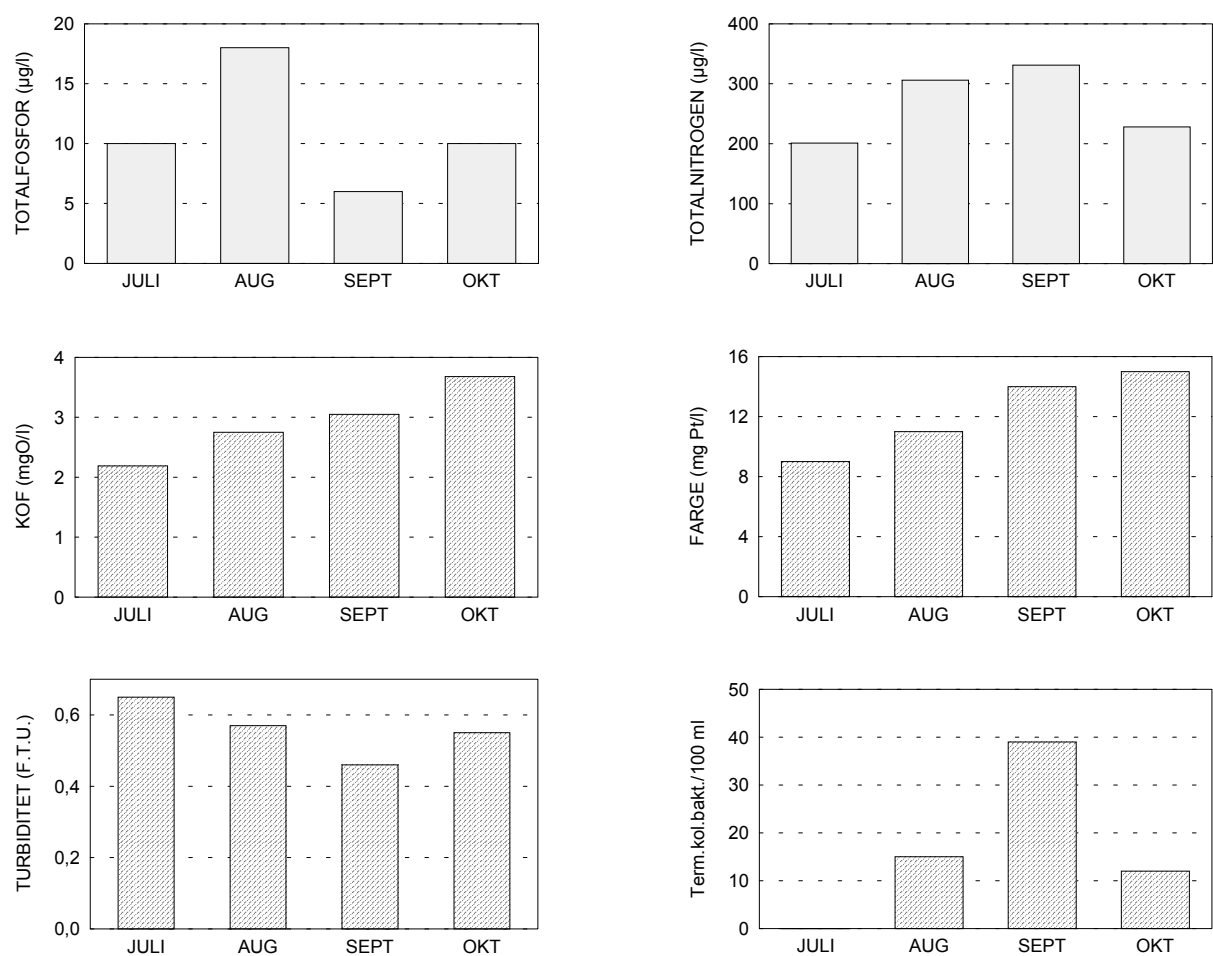
VANNKJEMISKE PARAMETERER

Innholdet av næringsstoffer var moderat (figur 1.4, øverst), og med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor på 11 : g/l og av totalnitrogen på 267 : g/l klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse II-III for fosfor og II for nitrogen. Fosforkonsentrasjonen var høyest ved målingen i august, nitrogenkonsentrasjonene var høyest i september. Det ble også tatt prøver i den største innløpselva til Morlandsvatnet, innløpselva fra Stemmevatnet. Prøvene ble tatt den 5. august i en periode med tørt vær, og den 15. september i en periode med mye nedbør. Konsentrasjonene av totalfosfor i elva var på 3 : g/l i tørrværsperioden og på 4 : g/l i nedbørsperioden. Dette er svært næringsfattig.



Det kjemiske oksygenforbruket var relativt lavt med 2,19 mg O/l ved målingen i juli og 3,68 mg O/l i oktober (figur 1.4, i midten til venstre). Tilstandsklassen ble III på grunnlag av målingen i oktober. Fargetallet varierte på samme måte som det kjemiske oksygenforbruket, og var også høyest ved prøvetakingen i oktober. Tilstandsklassen ble I-II for denne parameteren.

Turbiditeten var meget lav og varierte mellom 0,46 F.T.U. og 0,65 F.T.U. med laveste verdi i september (figur 1.4, nederst til venstre). Tilstandsklassen for turbiditet er II. Siktedypet varierte mellom 4,5 m og 6 m, med størst siktedyp i oktober (vedleggstabell 1.1). Ledningsevnen var også relativt lav med høyeste verdi på 7,56 mS/m i august.



FIGUR 1.4. Vannkjemiske resultater fra Morlandsvatnet i undersøkelsesperioden fra juli til oktober 1997 (vedleggstabell 1.1). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

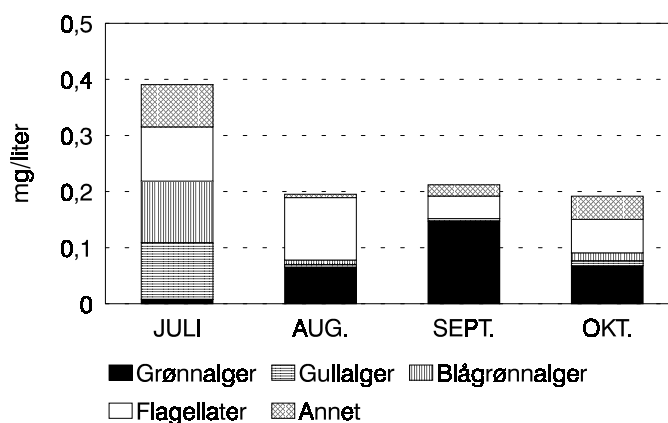


BIOLOGISKE PARAMETERE

Algemengden i Morlandsvatnet var relativt små, med et gjennomsnittlig algevolum på 0,25 mg/l i fire prøver i perioden juli til oktober 1997. Størst algemengde ble målt i juli da den var på 0,40 mg/l (figur 1.5). Det er imidlertid trolig at den gjennomsnittlige algemengden for hele vekstsesongen er noe høyere. Disse prøvene omfatter kun den siste delen av vekstsesongen, og erfaringsmessig er det ofte større algemengder i begynnelsen av vekstsesongen.

Dominerende algegrupper i juli var blågrønnalger og gullalger (figur 1.5), der gullalgen *Dinobryon cylindricum* og blågrønnalge-slektene *Aphanocapsa* og *Anabaena* dominerte (vedleggstabell 1.3). Ved de tre siste prøvetakingene utgjorde grønnalgene en stor andel av algebiomassen, med slektene *Ankistrodesmus* og *Coelastrum* som de dominerende.

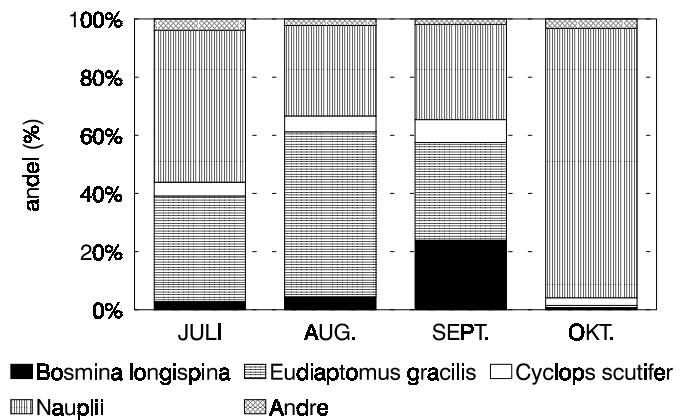
FIGUR 1.5. Algemengder og -typer i Morlandsvatnet ved fire tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 1.3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.



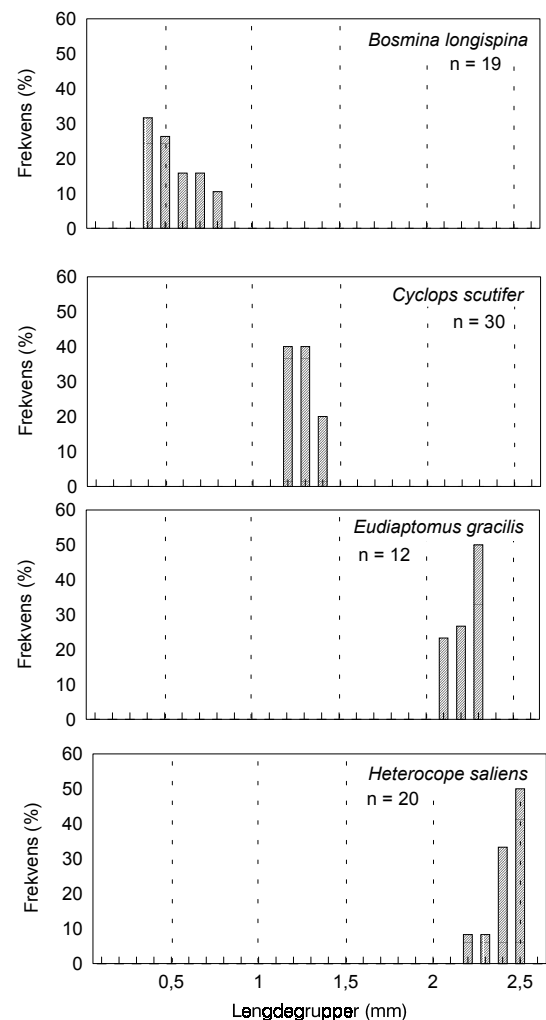
Dyreplanktonsamfunnet var dominert av hoppekreps i hele undersøkelsesperioden (figur 1.6, vedleggstabell 1.4). Dominerende art var *Eudiaptomus gracilis* som i august utgjorde over halvparten av det totale antallet dyreplankton. Arten er meget vanlig i innsjøer under den marine grense. I august var det en del av de små vannloppene *Bosmina longispina*, men ellers hadde disse liten betydning. *Cyclops scutifer* ble også funnet ved alle prøvetakingene, men i relativt små mengder. Generelt sett fant vi både små og store arter av dyreplankton i denne innsjøen (figur 1.5). Hjuldyrsamfunnet var dominert av *Kellicottia longispina*, men også slekten *Conochilus* ble funnet ved nesten samtlige prøvetakinger (vedleggstabell 1.5).



FIGUR 1.4. Prosentvis fordeling av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i fire prøver fra Morlandsvatnet i 1997 (vedleggstabell 1.4). Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 10 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt. For lengder av de viktigste artene se figur 1.5.



FIGUR 1.5. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i prøver fra Morlandsvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 10 øverste metrene i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.





VURDERING

Morlandsvatnet er en innsjø som har en relativt bra vannkvalitet. Innsjøen er imidlertid følsom for tilførsler og tilførslene i dag ligger opp mot tålegrensen. Det er derfor viktig at tilførslene til Morlandsvatnet begrenses mest mulig for å kunne opprettholde den relativt gode vannkvaliteten innsjøen har i dag.

Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Morlandsvatnet i tilstandsklasse II for innhold av tarmbakterier, II-III for næringssalter, III-IV for organisk stoff og II for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Morlandsvatnet er moderat forurenset av tarmbakterier. Høyeste konsentrasjon ble målt i september, og innsjøen tilhører tilstandsklasse II og har forureningsgrad 2. Den største innløpselva, elva fra Stemmevatnet, er ikke forurenset og tilhører beste tilstandsklasse (klasse I) (Bjørklund 1997).

Hovedårsaken til forurensningene i Morlandsvatnet ser ut til å være direkte tilførsler, ettersom bakteriekonsentrasjonen var høyest ved prøvetakingen i tørt vær. Trolig er forureningskilden kloakktilførsler fra bebyggelsen nær innsjøen, som alle har separate avløpsanlegg. Det kan imidlertid ikke utelukkes at arealavrenning fra områder der det er spredd husdyrmøkk også kan forurense innsjøen i perioder. Det ble ikke påvist tarmbakterier i elva fra Stemmevatnet ved disse prøvetakingene. Innløpselva fra sørøst var så liten at det ikke ble tatt prøver derfra, og en eventuell forurensning der vil ha minimal betydning for Morlandsvatnet i tørrværsperioder.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Morlandsvatnet er lite til moderat næringsrikt, og klassifiseres i tilstandsklasse II - III for fosfor og II for nitrogen. Forventet naturtilstand i området forventes å være 4 : g/l for fosfor og 150 : g/l for nitrogen (Johnsen og Bjørklund 1993). Innsjøen er dermed markert forurenset med forureningsgrad 3 for fosfor og 2 for nitrogen. Innløpselva fra Stemmevatnet tilhørte tilstandsklasse I og var ikke forurenset.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene (etter modell fra Berge 1987) til Morlandsvatnet i 1997 viste imidlertid at tilførslene var lavere enn tålegrensen på 60 kg pr år med normalnedbør. Vurdert ut fra de målte fosforkonsentrasjonene i innsjøen mottok Morlandsvatnet bare 40 kg fosfor i 1997. Dette er mindre enn de forrige beregningene ut fra kjente forhold i nedslagsfeltet der tilførslene ble beregnet til omtrent 95 kg fosfor pr år (Bjørklund og Johnsen 1994).

Kildene til fosfortilførslene er utslipp av kloakk og avrenning fra landbruksarealer i nedslagsfeltet. I følge beregningene fra 1994 er kloakk den klart viktigste fosforkilden med nesten 80 % av tilførslene. Landbruket bidrar med nesten 5 %, mens tilførsler fra naturlige arealer utgjør i overkant av 10 % av de totale fosfortilførslene. En årsak til at tilførslene er mindre i 1997, kan være at nedbørmengdene var



mindre gjennom hele sommeren og nesten hele høsten, og at arealavrenning fra jordbruksarealer og naturlige arealer derfor var mindre i disse periodene. Målingene fra innløpselva fra Stemmevatnet viste at næringstilførslene derfra var minimale.

Fosfortilførslene resulterte ikke i store algemengder i Morlandsvatnet. Algemengdene var lavere enn forventet ut fra næringsinnholdet i innsjøen, og tilsvarer mengdene en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer. Algetypene i innsjøen, med grønnalger, gullalger og blågrønnalger tyder imidlertid på en mer næringsrik innsjø. En årsak til de lave algemengdene i forhold til fosformengdene, kan være at vi ikke fikk tatt prøver under algeoppblomstringen på våren. Vanligvis vil det være større algemengder i innsjøene i begynnelsen av vekstsesongen, og den gjennomsnittlige algemengden i Morlandsvatnet er trolig mindre ettersom den første algeoppblomstringen ikke er inkludert her.

Dyreplanktonsamfunnet i Morlandsvatnet er preget av den tette ørretbestanden i innsjøen. De store vannloppene var nedbeitet, og den lille *Bosmina longispina* var dominerende blant vannloppene. Totalt sett var dyreplanktonsamfunnet dominert av en mellomstor art av hoppekreps, *Eudiaptomus gracilis*, en art som ikke spises i samme grad av ørret. Hoppekreps har kun en begrenset evne til å regulere algemengdene i innsjøen, og derfor har Morlandsvatnet kun en lav evne til selvrensing.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Morlandsvatnet har et moderat innhold av organisk stoff. Det kjemiske oksygenforbruket i overflatevannmassene, som gjenspeiler mengden lett nedbrytbart organisk materiale, var lavt i juli og økte utover høsten. Innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse III. Oksygenforbruket i dypvannet var imidlertid relativt stort i forhold til resipientkapasiteten og selv om det ikke ble målt oksygenfritt bunnvann i Morlandsvatnet denne sommeren, ligger innsjøen på grensen, og klassifiseres derfor i tilstandsklasse III-IV for denne parameteren. Fargetallet var lavt men økte også utover sesongen på samme måte som det kjemiske oksygenforbruket.

Hovedkilden for organisk stoff er trolig hovedsakelig nedbrytning av innsjøens egen planteproduksjon. Tilsig fra myrområder, samt kloakk og avrenning fra jordbruksområder kan også bidra til en viss grad. Innsjøen har imidlertid et relativt lite dypvannsvolum og dermed en lav tålegrense for tilførsler av organisk stoff. Det er derfor viktig at en begrenser tilførslene til denne innsjøen så mye som mulig. Dette gjelder både direkte tilførsler av organisk stoff via kloakk og landbruk, men også tilførsler av fosfor som gir økt algevekst og dermed en økning i innsjøens egenproduksjon av organisk materiale.



MÅLEDATA

VEDLEGGSTABELL 1.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Morlandsvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-4 meters dyp, den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	28.juli	28.aug	24. sept.	21. okt.	Snitt
Termostabile koliforme	ant/100ml	0	15	39	12	17
Farge	mg Pt/l	9	11	14	15	12
Turbiditet	F.T.U.	0,65	0,57	0,46	0,55	1
Surhet	pH	6,91	6,75	6,73	6,60	7
Ledningsevne	mS/m		7,56	6,87	7,01	7
Total-nitrogen	: g N/l	201	306	331	228	267
Total-fosfor	: g P/l	10	18	6	10	11
KOF	mg O/l	2,19	2,75	3,05	3,68	3
Siktedyp	m	5	3,75	4,2	4,1	4

VEDLEGGSTABELL 1.2: Temperatur og oksygenmålinger i Morlandsvatnet ved tre tidspunkt i 1997. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	28. juli 1997			28. august 1997			24. september 1997		
	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn
0 m	20	8,5	94	18,6	9,0	94	11,5	9,7	89
1 m	20	8,6	96	18,6	8,7	92	11,4	9,7	89
2 m	20	8,6	96	18,6	8,6	93	11,4	9,8	89
3 m	20	8,8	98				11,3	9,7	88
4 m	20	8,2	92	18,6	8,6		11,3	9,7	89
5 m	19,9	8,5	95				11,3	9,7	89
6 m	18,7	8,8	96	18,3	8,5	90	11,3	9,7	89
7 m	17,4	8,5	90				11,2	9,7	88
8 m	15,5	8,7	88	17,8	8,5		11,1	9,5	86
9 m	13,3	9,2	98	13,4	7,7	78	11,0	9,6	87
10 m	11,2	8,2	76	11,6	4,5	41	10,9	9,4	85
11 m	10,1	5,7	51	11,3	3,6	33	10,9	5,8	
12 m	9,9	4,8	36						



VEDLEGGSTABELL 1.3: Alger i Morlandsvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste fire metre av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	28. juli		28. august		24. sept.		21. okt.	
	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l
KISELALGER (Bacillariophyceae)								
Diatome indet.	15300	0,008					15300	0,0015
GRØNNALGER (Chlorophyceae)								
Ankistrodesmus setigerius			15300	0,0015				
Ankistrodesmus sp.	30600	0,003	245000	0,0245	122000	0,122	15300	0,0015
Coelastrum sp.			291000	0,0329	1000	0,0001	199000	0,0225
Crucigenia quadrata							61200	0,0031
Elakatothrix sp.			30600	0,0031				
Scenedesmus acutus			61200	0,0031				
Sphaerocystis sp.	13000	0,001			168000	0,019	321000	0,036
Staurastrum sp.	2000	0,002						
Chlorophyceae indet.	15300	0,002			61200	0,0061	45900	0,0046
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)								
Chryptomonas sp.	15300	0,0153			15300	0,0153	15300	0,0153
Rhodomonas sp.	61200	0,0061	61200	0,006	45900	0,0046	91800	0,0092
Chryptophyceae indet.								
GULLALGER (Chrysophyceae)								
Bitrichia sp.			15300	0,005	15300	0,0046	15300	0,0046
Dinobryon cylindricum	337000	0,1011						
Dinobryon cf. sociale							15300	0,0046
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)								
Gymnodinium sp.	30600	0,0306					15300	0,0153
Peridinium sp.	15300	0,0153						
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)								
Anabaena spiroides							122000	0,0138
Anabaena sp.	199000	0,0129						
Aphanocapsa sp. (kolonier)	91800	0,0918						
Chroococcus sp.			15300	0,008				
Oscillatoria sp. (kjeder)	1000	0,0049						
FLAGELLATER OG MONADER								
Flagellater og monader > 5 : m	627000	0,0709	474000	0,0536	184000	0,0208	367000	0,0415
Flagellater og monader < 5: m	1825000	0,0256	4107000	0,0575	1394000	0,0196	1304000	0,0183
SAMLET								
	3279400	0,3956	5315900	0,1946	2006700	0,2121	2603700	0,192



VEDLEGGSTABELL 1.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i 4 prøver fra Morlandsvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de øverste 10 metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke.

DYREPLANKTONART	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
VANNLOPPER (CLADOCERA)				
<i>Alona offinis</i>	0	0	0,02	0
<i>Alonella nana</i>	0	0	0,18	0
<i>Bosmina longispina</i>	2,83	4,46	23,89	0,71
<i>Bythotrepes longimanus</i>	0,02	0,01	0	0
<i>Daphnia galeata</i>	0,22	0,09	1,29	0
<i>Holopedium gibberum</i>	0,22	0,2	0	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)				
<i>Acanthocyclops sp.</i>	0	0,1	0	0
<i>Cyclops scutifer</i>	4,78	5,47	7,9	2,64
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	36,3	56,74	33,63	0,79
<i>Hetercope saliens</i>	2,83	0	0	0
<i>Macrocyclus albidus</i>	0,22	0	0	0
<i>Calanoide nauplii</i>	27,17	23,81	4,04	0
<i>Cyclopoide nauplii</i>	25	7,29	28,67	92,6
<i>Cyclopoide copepoda</i>	0,43	1,82	0,37	3,27

VEDLEGGSTABELL 1.5. Forekomst av hjuldyr (Rotatoria) i 4 prøver fra Morlandsvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de gjennom de øverste 10 metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av dyr er inndelt i fire grupper, der * = lavt antall og **** = meget høyt antall.

HJULDYRART	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
<i>Conochilus sp.</i>	*	***	*	*
<i>Kellicottia longispina</i>	**	**	**	****
<i>Keratella cochlearis</i>	*		*	**
<i>Keratella hiemalis</i>				*
<i>Ploesoma sp.</i>	*		*	
<i>Polyarthra sp.</i>		*		



2. ANGELTVEITVATNET



INNHALDSFORTEGNELSE

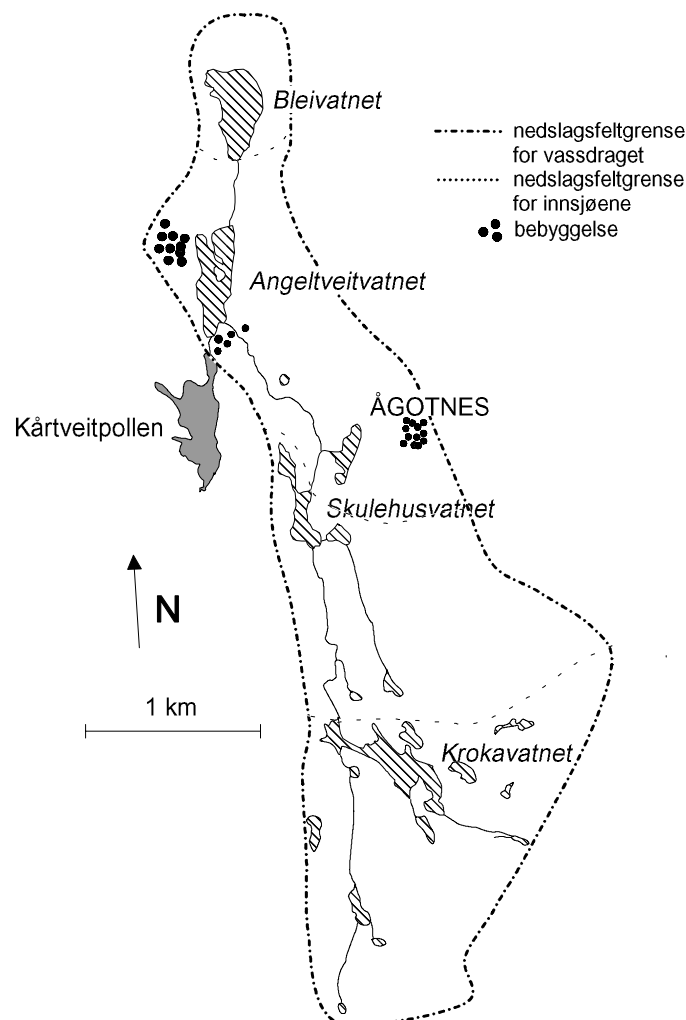
KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	23
TILSTANDEN I ANGELTVEITVATNET I 1997	25
Temperatur- og oksygenprofiler	25
Tarmbakterier	26
Vannkjemiske parametere	26
Biologiske parametere	27
VURDERING	29
MÅLEDATA	31





KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Angeltveitvassdraget ligger nord i Fjell kommune og har utløp til Kårtveitpollen. Vassdraget består av to hovedgreiner som møtes i Angeltveitvatnet (figur 2.1). Greinen nordfra er den minste og kommer fra Bleivatnet. Den andre greinen drenerer flere små og store innsjøer med Krokavatnet og Skulehusvatnet som de to største. Hele vassdraget er 3,8 km langt. Ved Polleidet, der vassdraget har utløp til sjøen, er det et område med mineralforekomster av kalkspatbrekksje med noe flusspat. Lokaliteten er enestående på Vestlandet, og står på Miljøvernavdelingens liste over verneverdige områder for geologisk forskning og undervisning. Området er rundt 1 da stort og har regional verneverdi. Området rundt Krokavatnet, totalt 1500 da, har også regional verneverdi. Dette er et område med osp og lyngmark, og en næringsfattig innsjø som er sur og sterkt humuspåvirket. Området ønskes vernet som typelokalitet.



FIGUR 2.1. Kart over Angeltveitvassdraget.

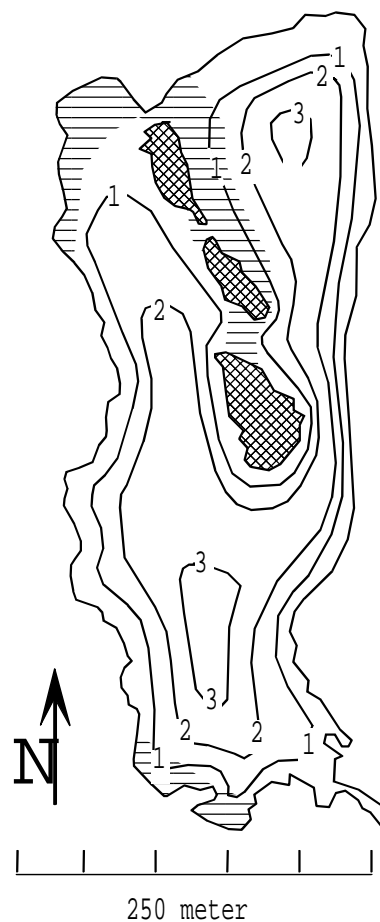


Vassdragets samlede nedslagsfelt er på 5,9 km², og berggrunnen domineres av granitt og gneis. Nedslagsfeltet består hovedsakelig av ubebodde områder med lyngkledd bergknauser og en del myr. Skog finnes hovedsakelig øst og nord for Angeltveitvatnet. Årlig middelavrenning i området er på 40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987) og vassdragets middelvannføring til sjø er 236 liter pr. sekund eller 7,4 millioner m³ årlig.

TABELL 2.1. Morfologiske og hydrologiske data for Angeltveitvatnet.

Areal (km ²)	Maks dyp (m)	Snitt dyp (m)	Volum (mill.m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,077	3,5	1,52	0,12	63	95

Angeltveitvatnet (KN 792 036) ligger i den nedre delen av vassdraget like før utløpet til sjøen. Innsjøen har et nedslagsfelt på 5,8 km² og ligger 4 meter over havet. Det er både bebyggelse og gårdsdrift i nedslagsfeltet til innsjøen. Innsjøen er ekstremt grunn (figur 2.1) med et gjennomsnittsdyp på bare 1,58 meter. På det dypeste er innsjøen bare 3,5 meter (tabell 2.1). Innsjøen har en meget høy vannutsifting, teoretisk skiftes hele vannvolumet ut oftere enn en gang pr. uke. Innsjøen har en god og uendret ørretbestand (for referanser se Johnsen og Bjørklund 1993).



FIGUR 2.2. Dybdekart av Angeltveitvatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne rapporten og er tegnet med 1 meters koter. For volumberegninger av innsjøen se tabell 2.2.



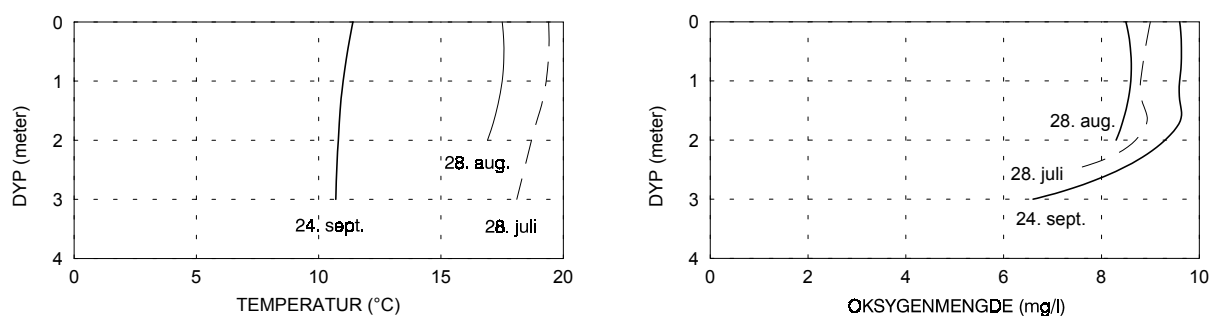
TABELL 2.2. Areal og dybdeforhold i Angeltveitvatnet i Fjell kommune. Arealet er av en-meters kotene fra figur 2.2, volumene er for tilsvarende skikt og volumet under dypene er angitt.

DYP (m)	AREAL (km ²)	VOLUM (mill m ³)	VOLUM UNDER (mill m ³)
0/ 0-1	0,077	0,062	0,117
1/ 1-2	0,048	0,038	0,055
2/ 2-3	0,028	0,016	0,017
3/ -	0,003	0,002	0,002

TILSTANDEN I ANGELTVEITVATNET I 1997

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Angeltveitvatnet er en meget grunn innsjø, og prøvene ble tatt ved det dypeste punktet i det sørligste av de to bassengene (figur 2.2). Fordi Angeltveitvatnet er grunt, vil det være full omrøring i perioder med litt vind og det blir derfor ingen stabil skiktning i disse vannmassene. Målte temperaturforskjeller mellom overflate- og bunnvann var alltid under 2 °C (vedleggstabell 2.2). Det vil derfor heller ikke dannes oksygenfritt bunnvann i innsjøen, selv om oksygenforbruket er relativt stort. Laveste målte oksygeninnhold i bunnvannet var på 6,6 mg O/l eller 58 % metning.



FIGUR 2.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Angeltveitvatnet ved tre tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 2.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

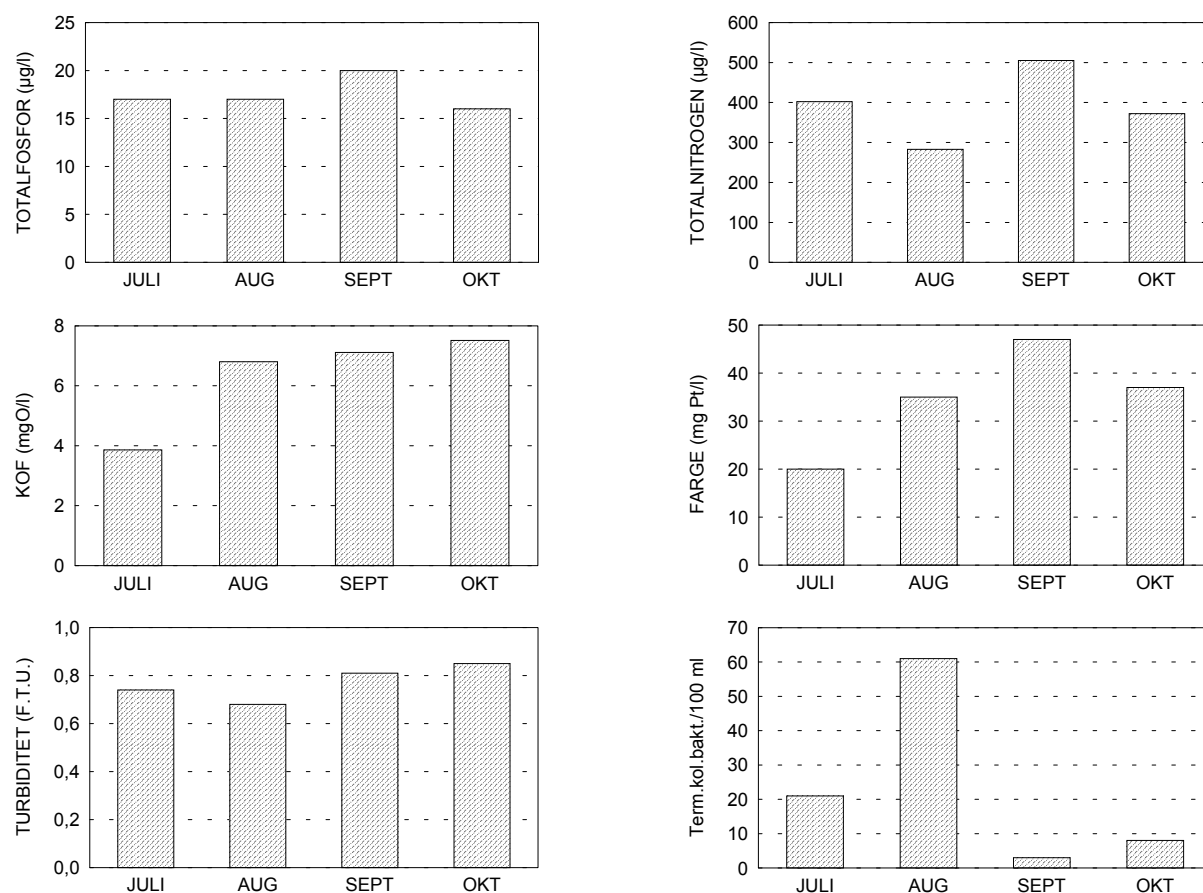


TARMBAKTERIER

Det ble funnet tarmbakterier i Angeltveitvatnet ved alle prøvetakingene (figur 2.4, nederst til høyre). Konsentrasjonene var moderate i juli og august, men lave og ned mot naturtilstanden i september og oktober. På grunnlag av konsentrasjonen i august klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III.

VANNKJEMISKE PARAMETERER

Innholdet av næringsstoffer var også moderat (figur 2.4, øverst), og med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor på 18 : g/l og av totalnitrogen på 391 : g/l klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III for fosfor og II for nitrogen. Høyest konsentrasjon ble målt i september for begge næringsstoffene. Det ble også tatt prøver i innløpselva fra sørøst den 5. august i en periode med tørt vær, og den 15. september i en periode med mye nedbør. Konsentrasjonene av totalfosfor i elva var 6 : g/l i tørrværsperioden og 7 : g/l i nedbørsperioden.



FIGUR 2.4. Vannkjemiske resultater fra Angeltveitvatnet i undersøkelsesperioden fra juli til oktober 1997 (vedleggstabell 2.1). Prøvene er tatt fra hele vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

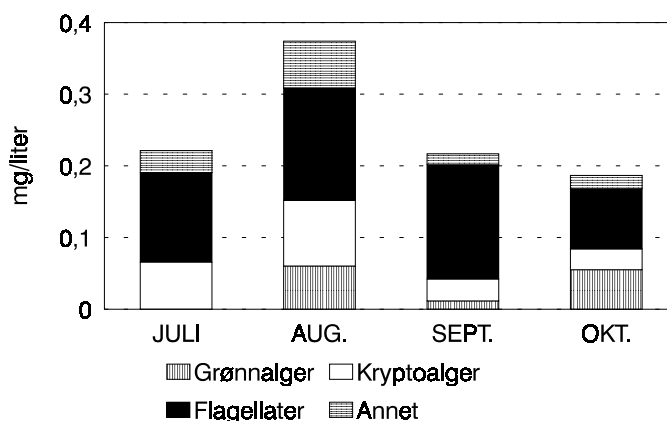


Det kjemiske oksygenforbruket var relativt høyt og lå rundt 7 mg O/l ved de tre siste målingene (figur 2.4, i midten til venstre). Dette tilsvarer tilstandsklasse IV. Fargetallet var også høyere de tre siste månedene, men var høyest i september. Tilstandsklassen ble IV også for denne parameteren. Siktedypet gikk stort sett helt til bunns (vedleggstabell 2.1).

Partikkelinnholdet i Angeltveitvatnet var lavt ved alle prøvetakingene. Høyeste registrerte turbiditet var på 0,85 F.T.U. ved målingen i oktober (figur 2.4, nederst til venstre), og tilstandsklassen ble dermed II. Ledningsevnen var moderat med høyeste verdi på 28,14 mS/m (vedleggstabell 2.1).

BIOLOGISKE PARAMETERE

Algemengden i Angeltveitvatnet var relativt små, med et gjennomsnittlig algevolum på 0,25 mg/l i fire prøver i perioden juli til oktober 1997. Algemengdene var høyest i august og var da på 0,37 mg/l (figur 2.5). Dominerende grupper var kryptoalger og grønnalger. Fureflagellater (dinoflagellater) i slekten *Gymnodinium* var også til stede i nesten samtlige prøver og utgjorde en vesentlig andel i juli og september (vedleggstabell 2.3). I august var grønnalgen *Crusigenia rectangularis* en viktig art, og i august ble blågrønnalger i slekten *Anabaena* registrert i moderate mengder.

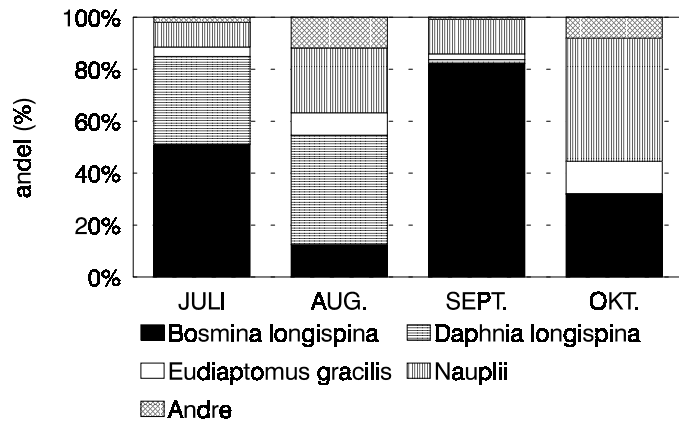


FIGUR 2.5. Algemengder og -typer i Angeltveitvatnet ved fire tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 2.3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra hele vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

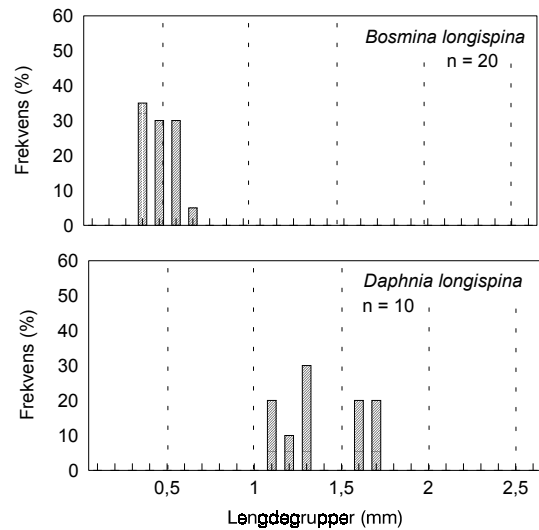
Dyreplanktonsamfunnet i Angeltveitvatnet bar preg av at innsjøen er meget grunn, og ute ved innsjøens dypeste områder ble det funnet flere arter som vanligvis holder til i strandsonen i innsjøene. Dette gjorde at en her fant flere arter enn en vanligvis finner i de frie vannmassene i dypere innsjøer. Dyreplanktonsamfunnet var dominert av vannlopper, og det var relativt mange arter til stede (vedleggstabell 2.4). Dominerende art var den lille og meget vanlige *Bosmina longispina* som utgjorde en stor andel ved samtlige prøvetakinger (figur 2.6, vedleggstabell 2.4). I juli og august var det også en stor andel av den mellomstore arten *Daphnia longispina*. Vannloppearten *Pseudochydorus globosus* ble også funnet i Angeltveitvatnet, - en art som ikke er registrert i Hordaland tidligere. Ellers var hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* til stede ved alle prøvetakingene, men bare i små mengder. Det var imidlertid en del nauplii av hoppekreps ved alle prøvetakingene.



FIGUR 2.6. Prosentvis fordeling av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i fire prøver fra Angeltveitvatnet i 1997 (vedleggstabell 2.4). Prøvene er tatt som både vertikale og horisontale hovtrekk gjennom hele vannsøylen ved innsjøens dypeste område. For lengdemålinger av de viktigste dyrene se figur 2.7.



FIGUR 2.7. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i prøver fra Angeltveitvatnet i 1997. Prøvene er tatt som både vertikale og horisontale hovtrekk gjennom hele vannsøylen ved innsjøens dypeste område.



Hjuldryrsamfunnet var ikke dominert av noen enkeltart, men flere slekter ble registrert i mindre mengder (vedleggstabell 2.5). De to vanlige artene var *Keratella cochlearis* og *Kellicottia longispina*, og slektene *Conochilus* og *Polyarthra* ble også registrert ved to av prøvetakingene.



VURDERING

Angeltveitvatnet er middels næringsrik, og har et noe høyt innhold av organisk stoff. Innsjøen er imidlertid relativt lite følsom for tilførsler. Dette skyldes at innsjøen er så grunn at det ikke vil være stabil skiktning av vannmassene. Ved litt vind vil det være full omrøring i hele vannmassen og vanligvis vil det derfor ikke være problemer med oksygenfritt bunnvann. I tillegg er vannutskiftningen svært rask.

Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Angeltveitvatnet i tilstandsklasse III for innhold av tarmbakterier, III for næringssalter, IV for organisk stoff og II for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Angeltveitvatnet er periodevis moderat forurenset av tarmbakterier. I august var tarmbakteriekonsentrasjonen så høy at innsjøen ble klassifisert i tilstandsklasse III med forurensningsgrad 3. Den største innløpselva, elva fra sørøst, er også moderat forurenset og tilhører tilstandsklasse III (Bjørklund 1997).

Hovedtilførselskilden er arealavrenning fra områder med husdyrmøkk, både med elva fra sørøst og direkte til innsjøen (Bjørklund 1997). En kan imidlertid ikke utelukke små kloakktilførsler fra bebyggelsen i nedslagsfeltet. Samtlige boliger på Ågotneset og rundt Angeltveitvatnet har separate avløpsanlegg.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Angeltveitvatnet er middels næringsrikt, og klassifiseres i tilstandsklasse III for fosfor og II for nitrogen. Etersom størstedelen av innsjøens nedslagsfelt består av "høyereleggende fjellområder", antas den forventet naturtilstand i området å være 4 : g/l med hensyn på fosfor, og 150-200 : g/l med hensyn på nitrogen (Johnsen og Bjørklund 1993). Innsjøen er imidlertid lavtliggende, med marine sedimenter, og naturtilstanden settes derfor til 6 : g/l for fosfor og 200-300 : g/l for nitrogen. Angeltveitvatnet har dermed forurensningsgrad 3-4 for fosfor og 2 for nitrogen. Innløpselva fra sørøst ble klassifisert i tilstandsklasse 2 og hadde forurensningsgrad 2, forutsatt den generelt antatte naturtilstanden i regionen. Fosforkonsentrasjonene dette året ligger noe lavere enn en tidligere måling den 10. oktober 1993, da konsentrasjonen i utløpselva var på 12 : g/l (Johnsen og Bjørklund 1993). Det kan ikke utarbeides tålegrenseberegninger for Angeltveitvatnet, da slike beregninger forutsetter en stabil skiktning av vannmassene i sommerperioden.

Kilden til fosfortilførslene er kloakk og landbruk i nedslagsfeltet. I følge beregningene fra 1994 er kloakk den klart viktigste fosforkilden med over 80 % av de totale tilførslene mens landbruket og avrenning fra naturlige arealer står for omtrent 10 % hver. Målingene fra 1997 tyder imidlertid på at det ikke er direkte utslipp av kloakk til vassdraget, da ville tarmbakteriekonsentrasjonene vært adskillig høyere. Dersom det tar lang tid før sig fra oppsamlingskummene når vassdraget, vil tarmbakteriene dø ut, mens innholdet av fosfor vil være omtrent like stort. Trolig er det dette som skjer i den nedre delen av Angeltveitvassdraget. Periodevise store fosfortilførsler fra gjødslede landbruksarealer vil imidlertid også være en viktig fosforkilde i perioder.



Algemengdene i innsjøen var imidlertid lavere enn forventet ut fra næringsinnholdet, og tilsvarer mengdene en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (Brettum 1989). Algeartene samsvarer imidlertid med det en vanligvis finner i næringsrike innsjøer. Som tidligere nevnt kan en av årsakene til at vi fant så lave algemengder være at vi ikke fikk med algeoppblomstringen på våren. Beiting fra dyreplankton kan også være en medvirkende faktor, da dominerende dyreplanktonarter der er vannlopper av middels størrelse som er middels gode til å regulere algemengdene i en innsjø. I tillegg er vannutskiftningshastigheten i innsjøen høy, noe som også bidrar til en reduksjon i algebiomassen.

Dyreplanktonsamfunnet i Angeltveitvatnet var preget av et stort innslag arter en vanligvis finner i strandsona. Dette skyldes at innsjøen er meget grunn og derfor har preg av strandsoneflora og -fauna over det hele. Artssamfunnet av dyreplankton tyder ikke på noe stort beitepress fra fisk, men den utpregede vegetasjonen og alle littorale artene gjør denne innsjøen meget spesiell og derfor ikke lett å sammenligne med andre dypere innsjøer.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Angeltveitvatnet har et høyt innhold av organisk stoff. Det kjemiske oksygenforbruket i overflatevannmassene, som gjenspeiler mengden lett nedbrytbart organisk materiale, var lavest i juli og økte utover høsten. Innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse IV. Fargetallet var også høyt og økte utover høsten på samme måte som det kjemiske oksygenforbruket. Fargetallet klassifiseres i tilstandsklasse IV. Siktetypet var i perioder meget lavt, spesielt i august da det var på bare 2,0 meter. Vanligvis gikk det stort sett helt til bunns, og vannet hadde en brun farge.

Hovedkilden for organisk stoff er trolig tilsig fra myrområder samt nedbrytning av innsjøens egen planteproduksjon. Disse tilførselene vil imidlertid stort sett ha liten betydning for tilstanden i innsjøen fordi det ikke er noen stabil skiktning i vannmassene, og dermed ingen mulighet for oksygenfritt bunnvann.



MÅLEDATA

VEDLEGGSTABELL 2.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Angeltveitvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra hele vannsøylen (3 meter), den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	28.juli	28.aug	24. sept.	21. okt.	Snitt
Termostabile koliforme	ant/100ml	21	61	3	8	23
Farge	mg Pt/l	20	35	47	37	35
Turbiditet	F.T.U.	0,74	0,68	0,81	0,85	1
Surhet	pH	6,86	6,11	6,34	6,06	6
Ledningsevne	mS/cm		8,14	7,50	7,92	8
Total-nitrogen	: g N/l	402	283	505	372	391
Total-fosfor	: g P/l	17	17	20	16	18
KOF	mg O/l	3,86	6,8	7,11	7,51	6
Siktedyp	m	3	2,1	2,8	3	3

VEDLEGGSTABELL 2.2: Temperatur og oksygenmålinger i Angeltveitvatnet ved tre tidspunkt i 1997. Oksygenverdiene er angitt i mg O₂/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	28. juli 1997			28. august 1997			24. september 1997		
	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn
0 m	19,4	9,0	100	17,5	8,5	89	11,4	9,6	88
1 m	19,3	8,8	97	17,5	8,6	89	11,0	9,6	87
2 m	18,7	8,7	94	16,9	8,3	86	10,8	9,3	84
2,5 m	18,1	7,4	79				10,7	6,6	58
3 m									



VEDLEGGSTABELL 2.3: Alger i Angeltveitvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt som en blandeprøve fra de øverste tre metre av vannsøylen (hele vannsøylen) ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	28. juli		28. august		24. sept.		21. okt.	
	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l
KISELALGER (Bacillariophyceae)								
Tabellaria sp.			15300	0,0153				
GRØNNALGER (Chlorophyceae)								
Ankistrodesmus falcatus					30600	0,0031	122000	0,0122
Coelastrum sp.			61200	0,0069	76500	0,0086	230000	0,026
Crucigenia rectangularis			13146000	0,0526				
Elakatothrix sp.							30600	0,0031
Scenedesmus cf. ecornis							122000	0,0138
Sphaerocystis sp.			6000	0,0007				
KRYPTOALGER (Cryptophyceae)								
Chryptomonas sp.	30600	0,0306	76500	0,0765	15300	0,0153	15300	0,0153
Rhodomonas sp.	352000	0,0352	153000	0,0153	153000	0,0153	138000	0,0138
GULLALGER (Chrysophyceae)								
Bitrichia sp.							15300	0,0015
Dinobryon cf. sociale							30600	0,0092
Mallomonas sp.							15300	0,0077
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)								
Gymnodinium sp.	30600	0,0306	15300	0,0153	15300	0,0153		
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)								
Anabaena cf. spiroides			306000	0,0346				
FLAGELLATER OG MONADER								
Flagellater og monader > 5 : m	761000	0,086	352000	0,0398	1014000	0,1146	536000	0,0606
Flagellater og monader < 5: m	2778000	0,0389	8366000	0,1171	3194000	0,0447	1673000	0,0234
SAMLET								
	3952200	0,2213	22497300	0,3741	4498700	0,2169	2928100	0,1866



VEDLEGGSTABELL 2.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i fire prøver fra Angeltveitvatnet i 1997. Prøvene er tatt som hovtrekk, både horisontalt og vertikalt, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke.

DYREPLANKTONART	28. JULI	28. AUG	24. SEPT.	21. OKT
VANNLOPPER (CLADOCERA)				
<i>Alona guttata</i>	0	1,92	0,74	3,11
<i>Alona</i> sp.	0	0	0	0,03
<i>Alonella nana</i>	0	4,79	0	4,15
<i>Alonella excisa</i>	0	0,96	0	0,03
<i>Bosmina longispina</i>	51,03	12,46	82,22	31,8
<i>Daphnia longispina</i>	33,9	42,17	1,48	0,35
<i>Diaphanosoma brachyrum</i>	0,03	0	0	0
<i>Graptobeeris testudinaria</i>	0	0,08	0	0,06
<i>Polyphemus pediculus</i>	0,06	0,24	0	0
<i>Pseudochydorus globosus</i>	0,03	0	0	0
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	0	0	0	0,35
HOPPEKREPS (COPEPODA)				
<i>Cyclops scutifer</i>	0,36	0	0	0,35
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	3,65	8,63	2,22	12,44
<i>Eucyclops serrulatus</i>	0	0,96	0	0
<i>Hetercope saliens</i>	1,46	2,88	0	0
<i>Calanoide nauplii</i>	6,2	0	2,22	2,76
<i>Cyclopoide nauplii</i>	3,28	24,92	11,11	44,59

VEDLEGGSTABELL 2.5. Forekomst av hjuldyr (Rotatoria) i fire prøver fra Angeltveitvatnet i 1997. Prøvene er tatt som hovtrekk, både horisontalt og vertikalt, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av dyr er inndelt i fire grupper, der * = lavt antall og **** = meget høyt antall.

	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
<i>Conochilus</i> sp.	**	*		*
<i>Euchlanis</i> sp.	*		*	*
<i>Kellicottia longispina</i>	*			
<i>Keratella cochlearis</i>		*		*
<i>Ploesoma</i> sp.		*		
<i>Polyarthra</i> sp.			*	*
<i>Trichocerca longiseta</i>				*





3. ULVESETVATNET



INNHOLDSFORTEGNELSE

KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	37
TILSTANDEN I ULVESETVATNET I 1997	39
Temperatur- og oksygenprofiler	39
Tarnbakterier	39
Vannkjemiske parametere	40
Biologiske parametere	41
VURDERING	43
MÅLEDATA	45

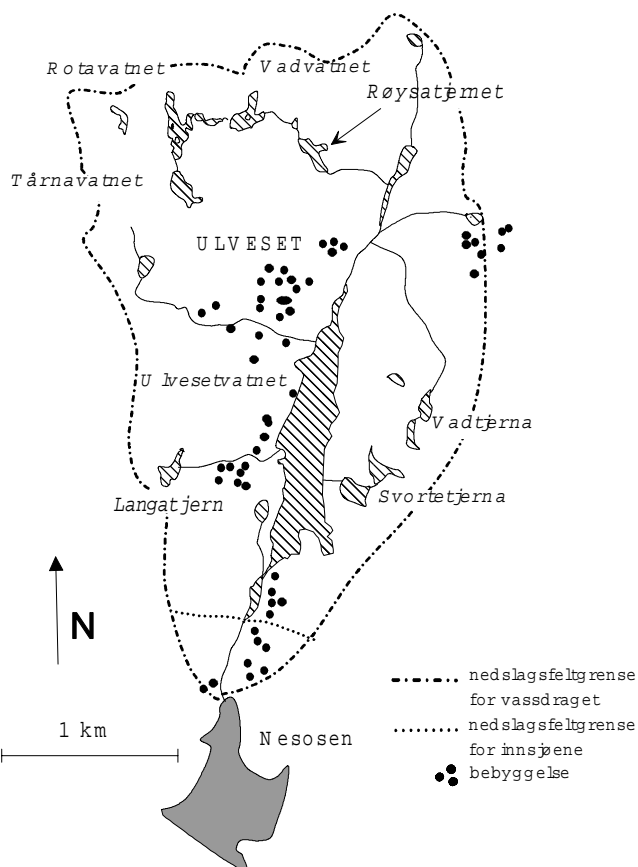




KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Ulvesetvassdraget er 4 km langt, og består av flere små innsjøer som renner til Ulvesetvatnet (figur 3.1). Derfra er det en ca. 500 meter lang utløpselv til sjøen. Vassdraget er et av de største i kommunen med et nedslagsfelt på 6,1 km², og består av myr og høyereliggende områder i den øvre delen og av områder med dyrket mark i den nedre delen. Berggrunnen i nedslagsfeltet består av kalkfattige og tungt forvitrelige gneiser i de øvre høytliggende deler. I de nedre deler er berggrunnen adskillig rikere og domineres av basiske bergarter (amfibolitt, grønskifer mm.). Det er også en del løsmasseavsetninger i de lavereliggende områdene.

Den årlig middelavrenningen i området er på 40 l/s/km² (NVE 1987), og vassdragets middelvannføring til sjø er 244 liter pr. sekund eller 7,7 millioner m³ årlig. Ulvesetvatnet ble undersøkt årlig i perioden 1972 - 1983 av Fjell Helseråd, og i oktober 1989 (NINA 1989).



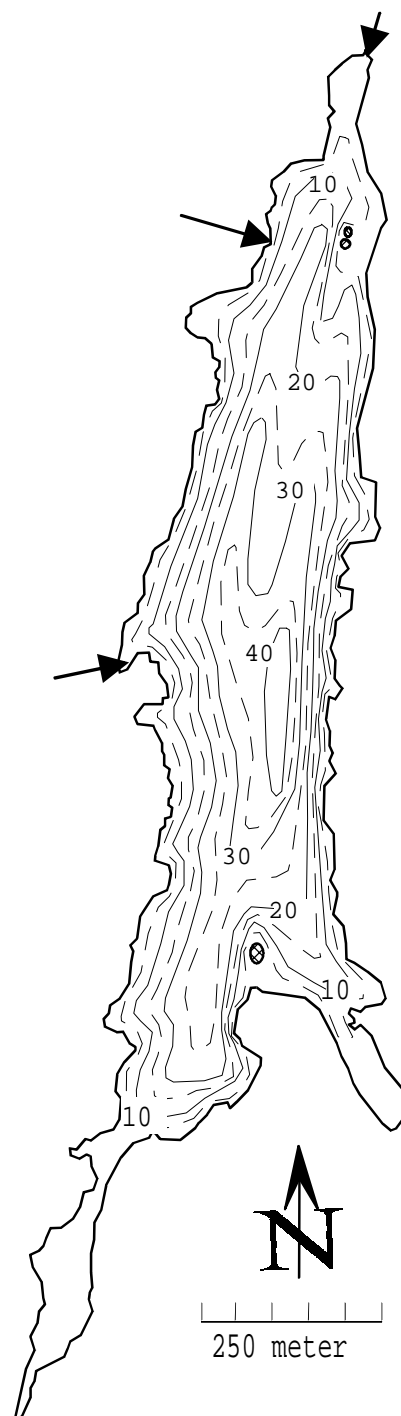
FIGUR 3.1. Kart over Ulvesetvassdraget.

Ulvesetvatnet (KM 812 927, 15 moh.) er en av de store innsjøene i kommunen. Ekkoloddingen av innsjøen viste at gjennomsnittsdypet er på 18 m, altså lavt i forhold til tidligere antatt snittdyp (Bjørklund og Johnsen 1994). Vannutskiftningsraten i innsjøen er relativt høy, og teoretisk skiftes vannet ut omtrent hver fjerde måned (tabell 3.1).



TABELL 3.1. Morfologiske og hydrologiske data for Ulvesetvatnet.

Areal (km ²)	Maks dyp (m)	Snitt dyp (m)	Volum (mill. m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,32	42	18	5,77	2,6	22,5



FIGUR 3.2 Dybdekart av Ulvesetvatnet. Kartet er utarbeidet av Rådgivende Biologer og er tegnet med 5 meters koter. Pilene markerer de tre innløpselvene som omtales i rapporten. For volumberegninger av innsjøen se tabell 3.2.



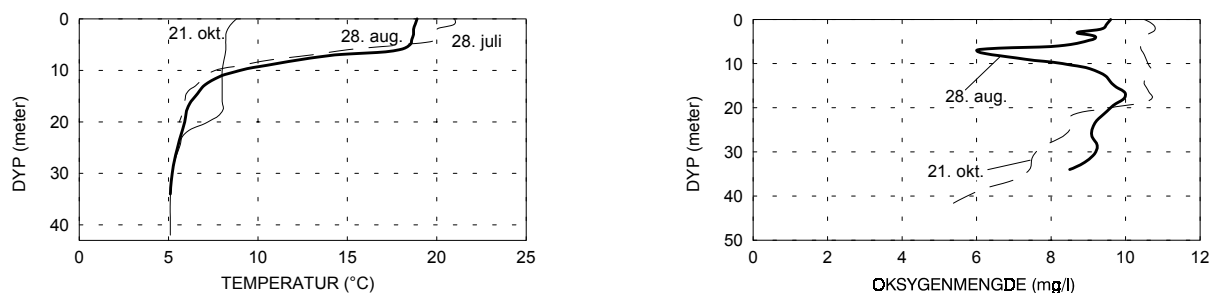
TABELL 3.2. Areal og dybdeforhold i Ulvesetvatnet i Fjell kommune. Arealet er av ti-meters koter (figur 2.2), volumene er for tilsvarende skikt og volumet under dypene er angitt.

DYP (m)	AREAL (km ²)	VOLUM (mill m ³)	VOLUM UNDER (mill m ³)
0/ 0-10	0,32	2,72	5,77
10/ 10-20	0,22	1,79	3,06
20/ 20-30	0,14	0,95	1,27
30/ 30-40	0,05	0,29	0,33
40/ -	0,01	0,03	0,03

TILSTANDEN I ULVESETVATNET I 1997

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Temperatursprangskiktet sank fra rundt 5 meter i slutten av juli og august til rundt 14 meter i slutten av september og rundt 20 meter i slutten av oktober (figur 3.3). I juli var temperaturen i overflaten 21 °C og bare 5,6 °C i dypvannet. Oksygeninnholdet i dypvannet var på 5,1 mg O/l (41 % metning) i slutten av oktober. I slutten av august var det 8,5 mg O/l eller 65 % metning. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse II.



FIGUR 3.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Ulvesetvatnet i 1997 (vedleggstabell 3.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

TARMBAKTERIER

Tarmbakterieinnholdet i Ulvesetvatnet var relativt lavt ved prøvetakingene i 1997 (figur 3.4, nederst til høyre). Bare i august og oktober var konsentrasjonene høyere enn forventet naturtilstand, og tilstandsklassen for innsjøen er satt til II på grunnlag av konsentrasjonen i oktober.

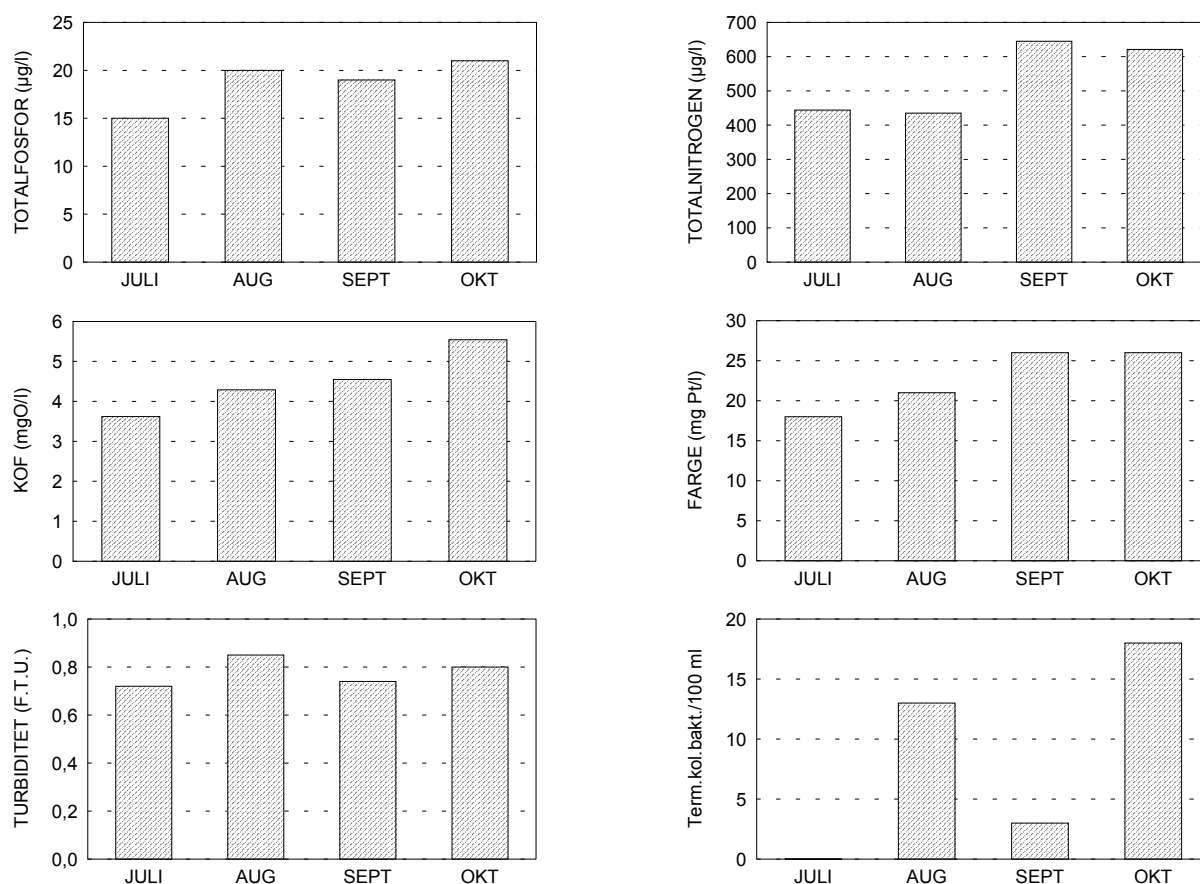


VANNKJEMISKE PARAMETERER

Innholdet av næringsstoffer var relativt høyt (figur 3.4 øverst), og med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor på 19 : g/l og av totalnitrogen på 536 : g/l, klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III for både fosfor og nitrogen. For begge næringsstoffene var konsentrasjonene høyere på høsten enn på sommeren. Det ble også tatt prøver fra tre innløpselver til Ulvesetvatnet; den 5. august i en periode med tørt vær og den 15. september i en periode med mye nedbør (tabell 3.3). Elva fra nord hadde høyest fosforkonsentrasjon i nedbørperioden, mens elva fra nordvest hadde høyest fosforkonsentrasjon i tørrværsperioden.

TABELL 3.3. Innhold av totalfosfor (: g/l) i tre innløpselver til Ulvesetvatnet. Prøvene er tatt den 5. august i en periode med tørt vær og den 15. september i en nedbørrik periode. Alle prøvene er tatt der veien krysser elven.

	Elv fra nord	Elv fra nordvest	Elv fra Langatjern
5. august (lite nedbør)	17	27	10
15. september (mye nedbør)	73	17	12



FIGUR 3.4. Vannkjemiske resultater fra Ulvesetvatnet i undersøkelsesperioden fra juli til oktober 1997 (vedleggstabell 3.1). Prøvene er tatt som blandeprove fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

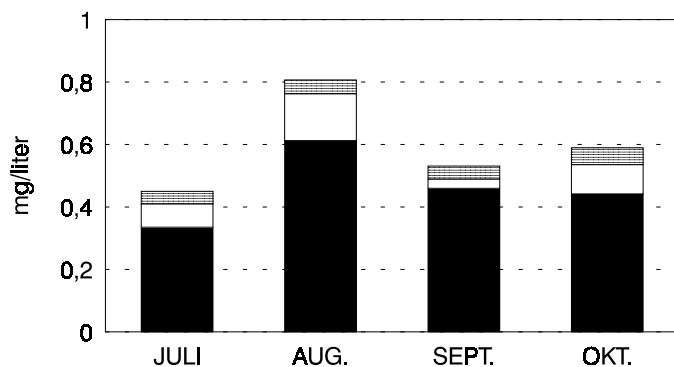


Det kjemiske oksygenforbruket var relativt lavt men økte utover høsten fra 3,62 mg O/l i juli til 5,54 mg O/l i oktober (figur 3.4 i midten til venstre). Tilstandsklassen ble III på grunnlag av målingen i oktober. Fargetallet økte også på omtrent samme måte som det kjemiske oksygenforbruket, men var høyest ved prøvetakingen i september (figur 3.4 i midten). Tilstandsklassen ble III også for denne parameteren.

Partikkelinnholdet i Ulvesetvatnet var lavt ved alle prøvetakingene. Høyeste registrerte verdi var på 0,85 F.T.U. ved målingen i august (figur 3.4, nederst til venstre), og tilstandsklassen ble dermed II. Siktedypet varierte mellom 3,75 m i august og 5,0 meter i juli, og også der er tilstandsklassen III (vedleggstabell 3.1). Ledningsevnen var også moderat med høyeste verdi på 8,18 mS/m i juli (vedleggstabell 3.1).

BIOLOGISKE PARAMETERE

Algemengdene i Ulvesetvatnet var relativt små, med et gjennomsnittlig algevolum på 0,60 mg/l i fire prøver i perioden juli til oktober 1997. Algemengdene var høyest i august og var da på 0,81 mg/l (figur 3.5). Grønnalgene var den dominerende algegruppen ved alle prøvetakingene. Dominerende slekter var *Crucigeniella* i juli, *Staurodesmus* i august og *Staurastrum* i august, september og oktober (vedleggstabell 3.3).

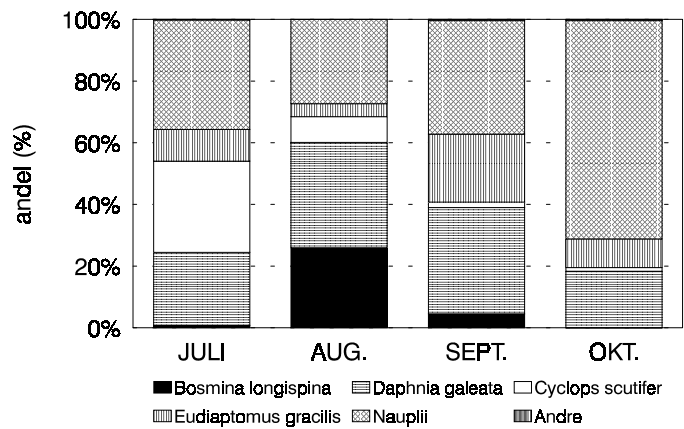


FIGUR 3.5. Algemengder og -typer i Ulvesetvatnet ved fire tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 3.3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

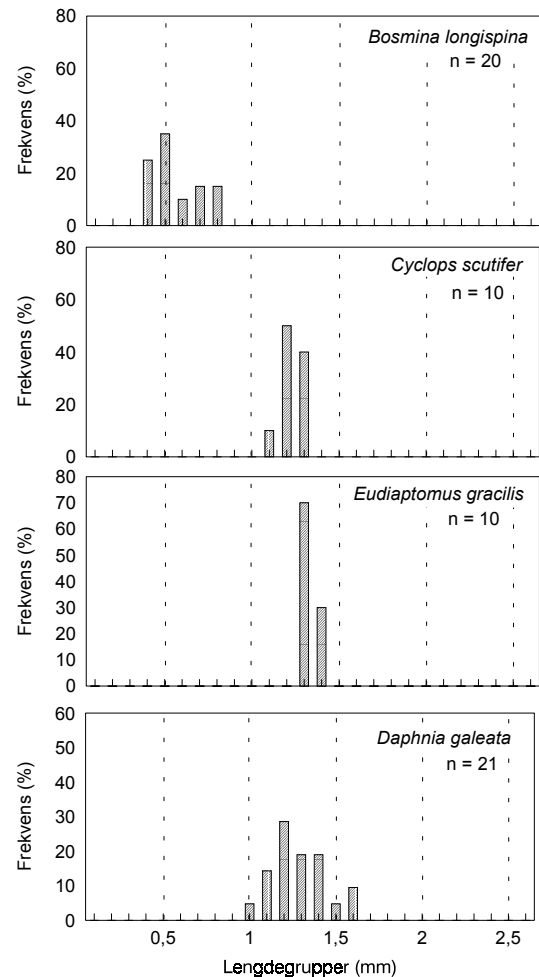
Vannlopper utgjorde en stor andel av dyreplanktonsamfunnet ved alle prøvetakingene (vedleggstabell 3.4). Dominerende art var *Daphnia galeata*, mens *Bosmina longispina* forekom i store mengder kun i august (figur 3.6). Av hoppekrepsene var *Cyclops scutifer* viktig i juli og *Eudiaptomus gracilis* i september. Generelt sett var det mellomstore arter av dyreplankton som dominerte i Ulvesetvatnet (figur 3.7). Ellers ble det funnet store mengder nauplii av hoppekrepsene ved alle prøvetakingene. Hjuldyrsamfunnet var dominert av de to vanligste artene; *Keratella cochlearis* og *Kellicottia longispina*, samt av slekten *Conochilus* (vedleggstabell 3.5).



FIGUR 3.6. Prosentvis fordeling av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i fire prøver fra Ulvesetvatnet i 1997 (vedleggstabell 3.4). Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 15 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt. For lengdemålinger av de viktigste artene se figur 3.7.



FIGUR 3.7. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i prøver fra Ulvesetvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 15 øverste metrene i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.





VURDERING

Ulvesetvatnet er moderat næringsrikt og fosfortilførslene er over det dobbelte av tålegrensen. Innholdet av organisk stoff er moderat, og det ble ikke observert oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Oksygenforbruket er imidlertid relativt stort i forhold til resipientkapasiteten, og det er derfor viktig at tilførslene til Ulvesetvatnet begrenses mest mulig for at vannkvaliteten i innsjøen ikke skal forringes ytterligere.

Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Ulvesetvatnet i tilstandsklasse II for innhold av tarmbakterier, III for næringssalter, III for organisk stoff og II for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Ulvesetvatnet er forurenset av tarmbakterier, men dette merkes ikke så godt ved prøvetakingsstedet ute ved innsjøens dypeste punkt. Høyeste konsentrasjon ble målt i oktober, og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse II med forurensningsgrad 2. Tidligere har innsjøen periodevis hatt meget høye tarmbakteriekonsentrasjoner (Fjell helseråd sine målinger).

Årsaken til forurensningene i Ulvesetvatnet er tilførsler av kloakk og avrenning fra arealer med husdyrmøkk. All bebyggelse i nedslagsfeltet har separate avløpsanlegg, og alle de største innløpselvene var forurenset av kloakk (Bjørklund 1997). Avrenning fra områder med beitende husdyr eller husdyrgjødsel ble også funnet i innløpsbekken fra nord og bekken fra nordvest, samt at slike tilførsler også kommer direkte til Ulvesetvatnet.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Ulvesetvatnet er moderat næringsrikt, og klassifiseres i tilstandsklasse III for både fosfor og nitrogen. Forventet naturtilstand i de høystliggende deler av nedslagsfeltet forventes å være 4 : g/l for fosfor og 150 : g/l for nitrogen (Johnsen og Bjørklund 1993). Berggrunnen i store deler av nedslagsfeltet til Ulvesetvatnet er imidlertid rikere, og naturtilstanden for selve innsjøen settes derfor til 8 : g/l for fosfor og 300 : g/l for nitrogen. Ulvesetvatnet har dermed forurensningsgrad 3 for fosfor og 2 for nitrogen. Innsjøen har tidligere hatt perioder med meget høyt innhold av fosfor (for oppsummering se Johnsen og Bjørklund 1993). To av de tre største innløpselvene til Ulvesetvatnet var relativt sterkt forurenset. Innløpselvene fra nord og nordvest klassifiseres begge i tilstandsklasse IV, og har forurensningsgrad 5. Den sørvestlige elva, elva fra Stemmevatnet, var minst forurenset og klassifiseres i tilstandsklasse II-III med forurensningsgrad 3. Naturtilstanden for elvene er satt til 4 : g/l for fosfor og 150 : g/l for nitrogen

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene (etter modell fra Rognerud mfl. 1989) til Ulvesetvatnet i 1997 viste imidlertid at tilførslene var over det dobbelte av tålegrensen på 80 kg pr år. Vurdert ut fra de målte fosforkonsentrasjonene i innsjøen mottok Ulvesetvatnet rundt 200 kg fosfor i 1997. Dette er imidlertid



125 kg mindre enn de forrige beregningene ut fra kjente forhold i nedslagsfeltet (Bjørklund og Johnsen 1994).

Kilden til fosfortilførslene er kloakk og tilførsler fra landbruk i nedslagsfeltet. Undersøkelsen viser at de to største innløpselvene til Ulvesetvatnet er næringsrike. Elva fra nord har spesielt store næringstilførsler i perioder med mye nedbør, noe som tyder på at arealavrenning fra jordbruksområder er en viktig forurensningskilde der. Elva fra nordvest domineres av direkte tilførsler og elva lukket kloakk ved prøvetakingen i tørrværsperioden. Det gikk også husdyr på beite like ved elva. Elva fra sørvest er moderat næringsrik hele tiden, trolig er det stort sett kloakktilførsler som forurenser denne elva.

I følge beregningene fra 1994 er kloakk den største forurensningskilden når det gjelder fosfortilførsler til Ulvesetvatnet. Kloakktilførslere utgjør nesten 60 % av totaltilførslene, mens landbruket bidrar med nesten 35 %. Tilførsler fra naturlige arealer utgjør i underkant av 10 % av de totale fosfortilførslene. En årsak til at tilførslene er mindre dette året, kan være at nedbørmengdene var mindre hele sommeren og nesten hele høsten, og at arealavrenning fra jordbruksarealer og naturlige arealer derfor var mindre.

Fosfortilførslene førte imidlertid ikke til så store algemengder som en kunne forvente. De målte algemengdene var relativt lave og tilsvarer mengdene en vanligvis finner i svakt næringsrike innsjøer. En årsak kan være at vi ikke fikk med algeoppblomstringen på våren. En annen og medvirkende årsak er at dyreplanktonsamfunnet domineres av middels store arter av dyreplankton som i en viss grad er i stand til å regulere algemengdene i en innsjø.

Dyreplanktonsamfunnet i Ulvesetvatnet har et stort innslag av moderat store arter som *Daphnia galeata* og *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis*. Store vannlopper som *Bythotrephes longimanus* og *Polyphemus pediculus* ble også registrert små mengder, og sammensetningen av relativt store arter av dyreplankton tyder på at beitepresset fra ørreten i innsjøen er moderat.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Ulvesetvatnet har et moderat innhold av organisk stoff. Det kjemiske oksygenforbruket i overflatevannmassene, som gjenspeiler mengden lett nedbrytbart organisk materiale, var moderat og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse III. Oksygenforbruket i dypvannet var stort i forhold til resipientkapasiteten, og i oktober var det bare 5 mg O/l på 41 meters dyp. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse III. Det er imidlertid ikke fare for oksygenfritt bunnvann i Ulvesetvatnet foreløpig. Fargetallet var moderat og klassifiseres i tilstandsklasse III.

Hovedkilden for organisk stoff er hovedsakelig nedbrytning av innsjøens egen planteproduksjon, noe tilsig fra myrområder, samt til dels tilførsler fra kloakk og landbruk. Tilførslene er imidlertid opp mot innsjøens tålegrense og det er viktig at en begrenser de menneskeskapt tilførslene til denne innsjøen så mye som mulig. Dette gjelder både direkte tilførsler av organisk stoff via kloakk og landbruk, men også tilførsler av fosfor som gir økt algevekst og dermed en økning i innsjøens egenproduksjon av organisk materiale.



MÅLEDATA

VEDLEGGSTABELL 3.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Ulvesetvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-6 meters dyp, den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	28. juli	28. aug	24. sept.	21. okt.	Snitt
Termostabile koliforme	ant/100ml	0	13	3	18	9
Farge	mg Pt/l	18	21	26	26	23
Turbiditet	F.T.U.	0,72	0,85	0,74	0,8	1
Surhet	pH	6,89	6,67	6,72	6,46	7
Ledningsevne	mS/cm		8,18	7,63	7,64	8
Total-nitrogen	: g N/l	444	435	645	621	536
Total-fosfor	: g P/l	15	20	19	21	19
KOF	mg O/l	3,62	4,29	4,55	5,54	5
Siktedyp	m	5	3,75	4,2	4,1	4



VEDLEGGSTABELL 3.2: Temperatur og oksygenmålinger i Ulvesetvatnet ved fire tidspunkt i 1997. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	28. juli 1997			28. august 1997			24. september 1997			21. oktober 1997		
	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn
0 m	21	8,5	96	18,9	9,6	102	12,1	10,1	93	8,8	10,5	92
1 m	21	8,4	96	18,8	9,5	102	11,9	10,1	94			
2 m	20	8,5	96	18,7	9,4	100	11,8	10	93	8,3	10,8	94
3 m	20	8,5	95	18,7	8,7	95	11,7	10	92			
4 m	20	8,5	94	18,6	9,2	99	11,7	9,9	92	8,2	10,5	92
5 m	18	8,3	89	18,5	8,9	96	11,7	9,9	91			
6 m	15	7,3	71	17,9	8,2	87				8,2	10,4	91
7 m	13	7,0	66	14,3	6,0	58	11,7	9,9	92			
8 m	10,6	7,7	72							8,1	10,5	91
9 m	9,1	8,4	75	10,5	7,3	65						
10 m	7,6	9,2	78	9,0	8,3	71	11,4	9,5	87	8,0	10,6	92
11 m	7,1	9,5	80									
12 m				7,4	9,3	76	11	8,9	83	8,0	10,7	92
13 m	6,5	9,7	81				9,9	8,9	80			
14 m	6,1	9,9	80				7,6	8,5	71	8,0	10,5	91
15 m				6,5	9,7	79	6,5	8,6	71			
16 m	5,9	10	81				6,2	8,9	73	8,0	10,6	92
17 m				6,1	10,0	81						
18 m	5,8	10	81				5,9	9	73	8,0	10,7	93
19 m												
20 m	5,6	10	80	5,9	9,6	78	5,8	8,9	72	7,2	9,6	81
21 m	bunn											
22 m										6,0	8,5	70
23 m												
24 m												
25 m				5,5	9,1	72	5,5	8,9	71	5,6	8,5	69
30 m				5,2	9,2	72	5,2	8,5	69	5,2	7,6	60
34 m				5,1	8,5	65						
35 m				bunn			5,1	8,1	65	5,1	7,3	58
38 m							5,1	6,8	55			
40 m							bunn			5,1	6,0	48
42 m										5,1	5,3	41
43 m										bunn		



VEDLEGGSTABELL 3.3 Alger i Ulvesetvatnet i ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt som en blandeprøve fra de øverste seks metre av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	28. juli		28. august		24. sept.		21. okt.	
	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l
KISELALGER (Bacillariophyceae)								
C.f. Melosira					15300	0,0077		
GRØNNALGER (Chlorophyceae)								
Ankistrodesmus setigerius			15300	0,0015				
Ankistrodesmus sp.			45900	0,0046	30600	0,0031	15300	0,0015
Ankyra judai	138000	0,0138						
Coelastrum sp.			122000	0,0138	30600	0,0035	107000	0,0121
Crucigeniella sp.	1989000	0,1989	14000	0,0007				
Dictyosphaerium sp.			180000	0,0117				
Elakatothrix sp.	4000	0,0004						
Eudorina sp.			32000	0,0036	32000	0,0036		
Gonium sp.			20000	0,034				
Nephrocytium sp.	11000	0,0011						
Pandorina sp.					12000	0,0014		
Quadriguala sp.			2494000	0,1247				
Sphaerocystis sp.	168000	0,0109	719000	0,0467				
Staurastrum sp.	8000	0,032	45900	0,1836	107000	0,428	91800	0,3672
Staurodesmus sp.	31200	0,078	45900	0,1836	4000	0,016	15300	0,0612
Xanthidium sp.			1000	0,004	1000	0,004		
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)								
Chrytomonas sp.	61200	0,0612	76500	0,0765	1000	0,001	2000	0,002
Rhodomonas sp.	138000	0,0138	734000	0,0734	291000	0,0291	91800	0,0918
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)								
Anabaena sp.					5000	0,0006		
FLAGELLATER OG MONADER								
Flagellater og monader > 5 : m	214000	0,0242	107000	0,0121	184000	0,0208	306000	0,0346
Flagellater og monader < 5: m	1115000	0,0156	2282000	0,0319	1452000	0,0203	1345000	0,0188
SAMLET								
	3877400	0,4499	6934500	0,8064	2165500	0,5391	1974200	0,5892



VEDLEGGSTABELL 3.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i fire prøver fra Ulvesetvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 20 øverste metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke.

DYREPLANKTONART	28. JULI	28. AUGUST	29. SEPTEMBER	21. OKTOBER
VANNLOPPER (CLADOCERA)				
<i>Alona guttata</i>	0,12	0	0	0
<i>Bosmina longispina</i>	0,83	25,96	4,56	0
<i>Bythotrepes longimanus</i>	0,04	0	0,06	0
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0	0,07	0,05
<i>Daphnia galeata</i>	23,65	34,16	34,42	18,32
<i>Polyphemus pediculus</i>	0,02	0,03	0	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)				
<i>Cyclops scutifer</i>	29,57	8,37	1,76	1,21
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	10,29	4,16	22,06	9,31
<i>Heterocope saliens</i>	0,01	0	0	0
<i>Calanoide nauplii</i>	19,87	2,05	2,94	0,3
<i>Cyclopoide nauplii</i>	15,61	25,28	33,83	70,46
<i>Cyclopoide copepoda</i>	0	0	0,29	0,35

VEDLEGGSTABELL 3.5. Forekomst av hjuldyr (Rotatoria) i fire prøver fra Ulvesetvatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de gjennom de øverste 20 metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av dyr er inndelt i fire grupper, der * = lavt antall og **** = meget høyt antall.

HJULDYRART	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
<i>Asplanchna</i> sp.		*	**	
<i>Ascomorpha</i> sp.		*		
<i>Conochilus</i> sp.	**	**	**	
<i>Kellicottia longispina</i>	*	**	*	
<i>Keratella cochlearis</i>	**	*	**	
<i>Keratella hiemalis</i>		*		
<i>Ploesoma</i> sp.			**	

4. AREVATNET



INNHALDSFORTEGNELSE

KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	51
TILSTANDEN I AREVATNET I 1997	52
Temperatur- og oksygenprofiler	52
Tarmbakterier	52
Vannkjemiske parametere	53
Biologiske parametere	54
VURDERING	56
MÅLEDATA	58

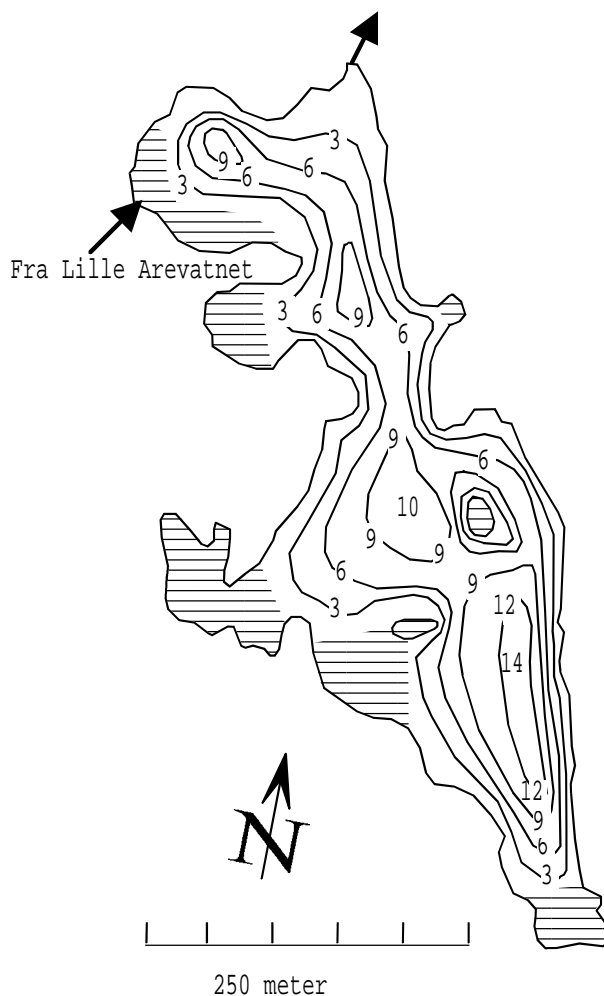




KORT BESKRIVELSE AV VASSDRAGET

Arefjordvassdraget ligger på Lille Sotra i Fjell kommune, er bare 1,2 km langt og består hovedsakelig av Arevatnet (Store og Små). Vassdragets nedslagsfelt er på 1 km², der omtrent halvdelens består av tett bebygde områder. Det resterende arealet domineres av lyngkledd bergknauser. Berggrunnen domineres av gneis med innslag av amfibolitt. Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 45 l/s/km² (NVE 1987), og innsjøens middelvannføring til sjø er 45 liter pr. sekund eller 1,4 millioner m³ årlig.

Arevatnet (KM 875 979, 16 moh.) er en av de større innsjøene på Lille Sotra. Innsjøen har en innløpselv fra sør og vest og en kort utløpselv som munner ut like utenfor Arefjordpollen. Innsjøen er relativt grunn (figur 4.1) med et gjennomsnittsdyp på bare 6 meter (tabell 4.1). Teoretisk har Arevatnet vannutskiftning omtrent hver 7. uke .



FIGUR 4.1. Dybdekart av Arevatnet. Kartet er utarbeidet av Rådgivende Biologer og er tegnet med 3 meters koter.



TABELL 4.1. Morfologiske og hydrologiske data for Arevatnet.

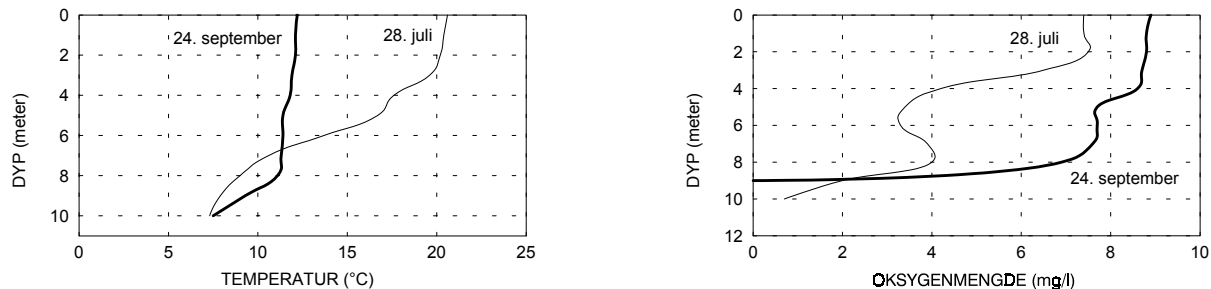
Areal (km ²)	Maks dyp (m)	Snitt dyp (m)	Volum (mill. m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,068	14	6	0,4	7	19

Den sørlige delen av Arevatnet, Vassenden, er i bruk som badeplass. Det er ikke kjent at det er andre spesielle bruksinteresser i innsjøen.

TILSTANDEN I AREVATNET I 1997

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Temperatursprangskiktet var ikke godt utviklet sommeren 1997, men hovedskiktet lå rundt tre-fem meter i slutten av juli og rundt åtte-ni meter i slutten av september (figur 4.2). Oksygeninnholdet i bunnvannet var lavt hele undersøkelsesperioden; og allerede i slutten av juli var det nærmest oksygenfritt nær bunnen. I slutten av september var det oksygenfritt fra ni meters dyp. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse IV.



FIGUR 4.2. Temperatur- og oksygenprofiler i Arevatnet ved to tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 4.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

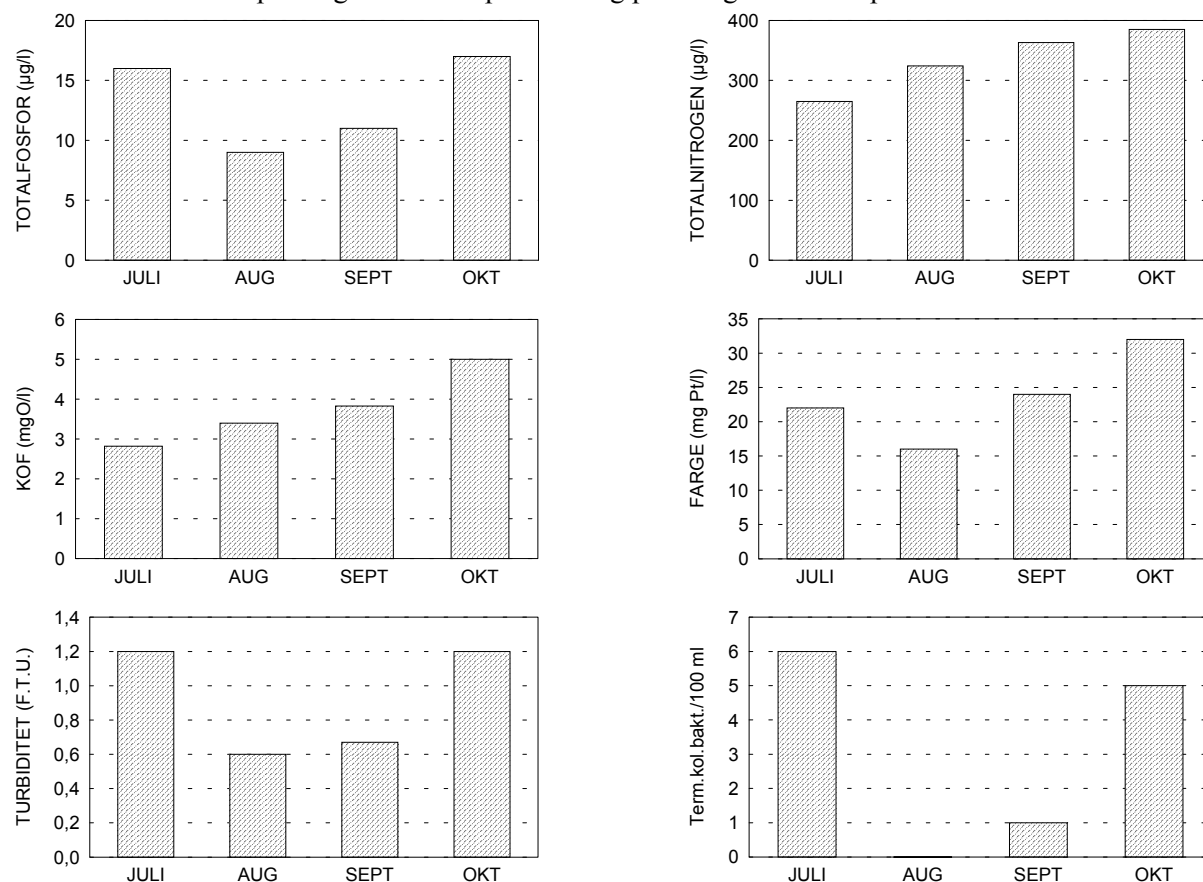
TARMBAKTERIER

Tarmbakterieinnholdet var lavt, - ned mot forventet naturtilstand ved de fleste prøvetakingene (figur 4.3, nederst til høyre). Høyest konsentrasjon ble målt i juli, med 6 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse II. Det ble også tatt en prøve fra dypvannet i innsjøen i september. Der ble det kun funnet en termostabil koliform bakterie pr. 100 ml.



VANNKJEMISKE PARAMETERER

Gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor i Arevatnet var på 13 : g/l og av totalnitrogen på 334 : g/l (figur 4.3, øverst), og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse III for fosfor og II for nitrogen. Høyest konsentrasjon ble målt i oktober for begge næringsstoffer. I dypvannet var imidlertid fosforkonsentrasjonen høyere, i august var konsentrasjonen av totalfosfor på 27 : g/l og av orthofosfat på 25 : g/l (vedleggstabell 4.1). Det ble også tatt prøver fra innløpselva til Lille Arevatnet den 5. august i en periode med tørt vær, og den 15. september i en periode med mye nedbør. Konsentrasjonene av totalfosfor i elva var på 7 : g/l i tørrværsperioden og på 28 : g/l i nedbørsperioden.



FIGUR 4.3. Vannkjemiske resultater fra Arevatnet i undersøkelsesperioden fra juli til oktober 1997 (vedleggstabell 4.1). Prøvene er tatt som blandeprobe fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Det kjemiske oksygenforbruket i overflatevannet var moderat med høyeste oksygenforbruk på 5 mg O/l i oktober (figur 4.3 i midten). Det ble også tatt en prøve fra dypvannet i august og der var oksygenforbruket 7,87 mg O/l. På grunnlag av denne målingen klassifiseres Arevatnet i tilstandsklasse IV. Fargetallet var lavest i august og høyest på høsten, og på grunnlag av et fargetall på 32 Pt/l i oktober klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren.

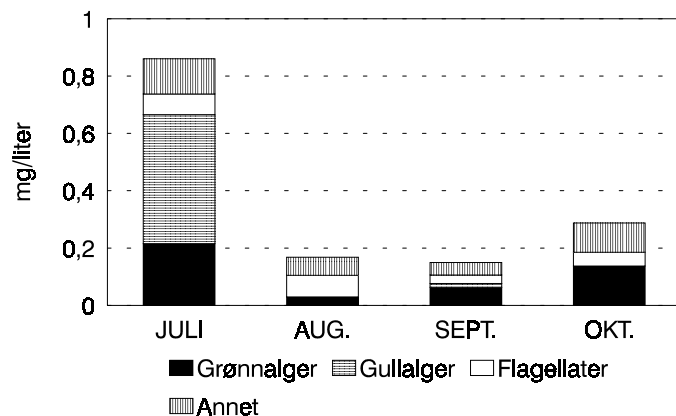


Turbiditeten var også moderat og varierte mellom 0,6 F.T.U. og 1,2 F.T.U. med høyest verdi i juli og oktober (figur 4.3, nederst til venstre). Tilstandsklassen for turbiditet er III. Siktedypet varierte mellom 2,0 m og 4,35 m, med lavest siktedyp i oktober (vedleggstabell 4.1). Ledningsevnen var moderat og lå like i overkant av 8,0 ved alle målingene .

BIOLOGISKE PARAMETERE

Algemengden i Arevatnet var relativt små, med et gjennomsnittlig algevolum på 0,37 mg /l i fire prøver i perioden juli til oktober 1997. Algemengdene var høyest i juli og, var da på 0,86 mg/l (figur 4.4). Grønnalgene utgjorde en vesentlig del av algesamfunnet ved alle prøvetakingene (figur 4.4). I juli dominerte slekten *Pandorina* og i oktober slekten *Coelastrum*, men ellers var det et stort antall forskjellige grønnalgarter til stede. I juli var det i tillegg en stor andel av gullalgen *Dinobryon divergens* (vedleggstabell 4.3).

FIGUR 4.4. Algemengder og -typer i Arevatnet ved fire tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 4.3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

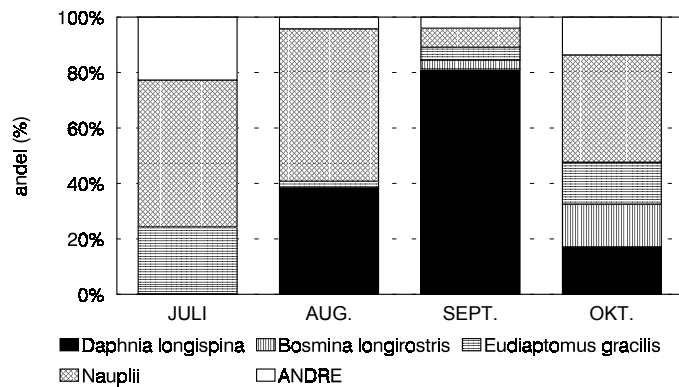


Vannlopper dominerte dyreplanktonsamfunnet i september, men ellers var hoppekrepsen dominerende. Den dominerende arten blant vannloppene var den middels store *Daphnia longispina* (figur 4.5, vedleggstabell 4.4), som i september utgjorde over 80 % av totalantallet. En annen vannloppe, *Bosmina longirostris*, var vesentlig i oktober. Ellers var hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* en viktig art i juli og oktober, samt at det var en god del nauplii av hoppekreps ved alle prøvetakingene.

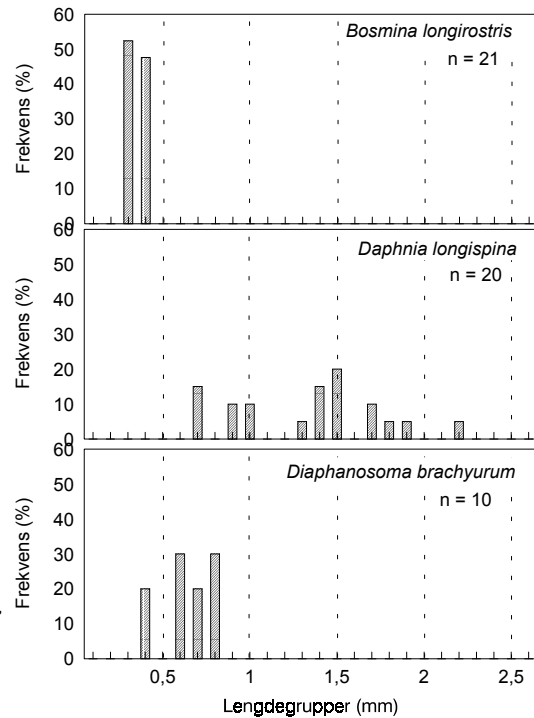
Hjuldyrssamfunnet var dominert av de to meget vanlige artene; *Keratella cochlearis* og *Kellicottia longispina* (vedleggstabell 4.5). Sistnevnte er særlig vanlig i næringsfattig vann. I tillegg ble slekten *Polyarthra* funnet ved de fleste prøvetakingene, mens slekten *Conochilus* ble funnet i store mengder ved prøvetakingen i august.



FIGUR 4.5. Prosentvis fordeling av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i fire prøver fra Arevatnet i 1997 (vedleggstabell 4.4). Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de åtte øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt. For lengdemålinger av de viktigste artene se figur 4.6.



FIGUR 4.6. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i månedlige prøver fra Arevatnet sommeren/høsten 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 8 øverste metrene i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.





VURDERING

Vannkvaliteten i Arevatnet er dårlig, og innsjøen ser ut til å være inne i en dårlig utvikling. Innsjøen hadde oksygenfritt bunnvann allerede fra begynnelsen av juli, og har en svak indre gjødsling som følge av dette. Fordi Arevatnet er en liten innsjø, er den meget følsom for tilførsler, og det er derfor ekstra viktig at tilførslene dit reduseres. Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Arevatnet i tilstandsklasse II-III for innhold av tarmbakterier, III-IV for næringssalter, V for organisk stoff og III for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Tarmbakterieforurensningene i Arevatnet varierte mye avhengig av hvor prøvene ble tatt. I det indre bassenget i Store Arevatnet var forurensningen meget liten både i overflatevannet og i dypvannet, og tilstandsklassen der var I-II. I innløpselva til Lille Arevatnet var forurensningen større, med moderate tarmbakteriekonsentrasjoner både i tørrværsperioder og i nedbørsperioder (Bjørklund 1997). Denne elva klassifiseres i tilstandsklasse II. Utløpet av Arevatnet var også moderat forurenset i tørrværsperioden, men sterkt forurenset i nedbørsperioden og har tilstandsklasse IV. Samlet sett vurderes derfor Arevatnet til tilstandsklasse II-III med forurensningsgrad 3.

Undersøkelsen tyder på at det ikke er store direkte kloakktilførsler til det sørligste bassenget av Store Arevatnet. Til innløpselva til Lille Arevatnet er det imidlertid små slike tilførsler. Den største forurensningen ble imidlertid funnet i utløpet fra Arevatnet. Der var forurensningen høy, noe som kan skyldes både kloakktilførsler og forurensning fra ender. Ved prøvetakingene var det alltid mange ender like ved utløpet, og det er ikke usannsynlig at disse kan ha forårsaket tarmbakterieforurensningene. Vi kan imidlertid ikke utelukke kloakktilførsler som forurensningskilde på grunnlag av denne undersøkelsen. Deler av bebyggelsen rundt Arevatnet er knyttet til offentlig kloakksystem med utløp til sjø, med avskjærende ledninger langs veien på begge sider av innsjøen. Det kan være lekkasjer eller overløp fra disse, eller fra de boliger nær innsjøen som fremdeles har separate avløpsanlegg med slamavskillere og utslipp til Arevatnet.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Overflatevannet i Store Arevatnet var moderat næringsrikt. Forventet naturtilstand i området er 4 : g/l for fosfor og 150 : g/l for nitrogen (Johnsen og Bjørklund 1993), og innsjøen har forurensningsgrad 4 for fosfor og 3 for nitrogen. Fosforinnholdet i dypvannet var imidlertid høyere enn i overflatevannet, og over 90 % forelå som orthofosfat. Dette kan tyde på en begynnende indre gjødsling i Arevatnet. Samlet sett vurderes derfor Arevatnet til tilstandsklasse III-IV på grunn av den begynnende indre gjødslingen, og innsjøen er dermed "sterkt forurenset" og har forurensningsgrad 4.

Arevatnet mottar fosfortilførsler som overstiger tålegrensen på 30 kg pr. år. Beregnet ut fra kjente forhold i nedslagsfeltet er de årlige fosfortilførslene til Arevatnet omtrent 50 kg (Bjørklund og Johnsen 1994). Siden det er tilførsler fra innsjøens egne sedimenter i perioder med oksygenfritt bunnvann, vil imidlertid de totale tilførslene være større.



Fosfortilførslene til Arevatnet kommer fra flere kilder. Bakterieundersøkelsene tydet på at innsjøen ikke forurenses med direkte kloakktilførsler, men trolig er det overløp fra separate kloakkanlegg. Slike tilslag kan bruke lang tid før det når innsjøen, og på denne tiden vil tarmbakteriene dø ut mens fosforinnholdet vil være omtrent uendret. I tillegg tilføres fosfor med avrenning fra naturlige arealer og fra innsjøens egne sedimenter i perioder med oksygenfritt bunnvann. Deler av tilførslene kommer direkte til innsjøen, men målingene viser at innløpselva til Lille Arevatnet også bidrar med slike tilførsler. Det er ikke tilførsler fra landbruk til Arevatnet.

Fosfortilførslene resulterte ikke i store mengder i Arevatnet. Algemengdene var lavere enn forventet ut fra næringsinnholdet i innsjøen, og tilsvarer mengdene en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (Brettum 1989). Algetypene i innsjøen, med grønnalger, og en stor andel av gullalgen *Dinobryon divergens* tyder imidlertid på en mer næringsrik innsjø. En av årsakene til de lave mengdene kan være at vi ikke fikk med algeoppblomstringen på våren. I tillegg var beitepresset fra dyreplanktonsamfunnet i innsjøen høyt. Den middels store vannloppen *Daphnia longispina* fantes i store mengder, og dette er en art som er en meget effektiv algefiltrerer. Den er derfor i stor grad i stand til å holde algemengdene i en innsjø lave.

Bortsett fra dominansen av vannloppen *Daphnia longispina*, var dyreplanktonsamfunnet relativt diverst. En årsak til dette var innslaget av en del littorale arter og arter som er typiske for små og varme innsjøer. Totalt sett tyder imidlertid artssammensetningen på en innsjø med et relativt lavt beitepress på dyreplanktonsamfunnet fra fisk. Dette gjør at Arevatnet i større grad enn de andre innsjøene i denne undersøkelsen er i stand til å takle tilførsler av næringsstoffer.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Det kjemiske oksygenforbruket i overflatevannmassene i Arevatnet var moderat, men oksygenforbruket i dypvannet var stort og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse IV. Oksygenforbruket var høyere enn tålegrensen og det var oksygenfritt bunnvann under 9 meter ved undersøkelsen i slutten av september. Allerede i månedsskiftet juli-august begynte perioden med oksygenfritt bunnvann. Fargetallet var moderat, med tilstandsklasse III, og var høyest på høsten. På grunn av oksygenfritt bunnvann i lengre perioder klassifiseres Arevatnet totalt sett i tilstandsklasse V med hensyn på organisk stoff.

Kildene for organisk stoff i Arevatnet er trolig hovedsakelig nedbrytningen av innsjøens egen planteproduksjon, men også til en viss grad tilførsler utenfra. Innsjøen er imidlertid meget følsom for tilførsler på grunn av et lite dypvannsvolum, og det er derfor spesielt viktig at de menneskeskapt tilførslene begrenses så mye som mulig. Dette betyr i praksis at kloakktilførslene til innsjøen bør begrenses da disse tilfører både organisk stoff og næring. Næringsstilførslene gir økt algevekst og dermed enda større egenproduksjon av organisk materiale og større oksygenforbruk i dypvannet. Økt oksygenforbruk gir lengre periode med oksygenfritt bunnvann, og større tilførsler av næringsstoffer fra innsjøens egne sedimenter. Denne prosessen er selvoppholdende og stadig akselererende.



MÅLEDATA

VEDLEGGSTABELL 4.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater fra Arevatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-4 meters dyp, den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	28.juli	28.aug		24. sept.		21. okt.	Snitt (0-6 m)
			0-6 m	12 meter	0-6 m	12 meter		
Termostabile koliforme	ant/100ml	6	0		1	0	5	3
Farge	mg Pt/l	22	16		24		32	24
Turbiditet	F.T.U.	1,2	0,6		0,67		1,2	1
Surhet	pH	6,7	6,59		6,82		6,6	7
Ledningsevne	mS/cm		8,09		8,19		8,4	8
Total-nitrogen	: g N/l	265	324		363		385	334
Total-fosfor	: g P/l	16	9	27	11		17	13
Orthofosfat	: g/l			25				
KOF	mg O/l	2,82	3,4	7,87	3,83		5	4

VEDLEGGSTABELL 4.2: Temperatur og oksygenmålinger i Arevatnet ved fire tidspunkt i 1997. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	28. juli 1997			28. august 1997			24. september 1997		
	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn	°C	mg O ₂	%metn
0 m	20,6	7,4	85	18,8	8,0	85	12,2	8,9	85
1 m	20,4	7,4	84	18,8	7,1	75	12,1	8,8	84
2 m	20,2	7,5	82	18,7	5,8	60	12,1	8,8	84
3 m	19,6	6,5	71	18,4	4,3	45	11,9	8,7	82
4 m	17,6	4,2	42	16,8	1,0	9	11,8	8,6	81
5 m	16,7	3,4	33	13,0	0	0	11,4	7,7	72
6 m	13,7	3,3	32				11,4	7,7	72
7 m	10,6	3,9	37				11,3	7,6	70
8 m	9,0	4,0	33	9,9			11,1	6,9	65
9 m	7,9	2,0	18	8,5			9,3	0	0
10 m	7,3	0,7	5	7,3			7,5		
11 m	bunn						bunn		
12 m									
13 m									



VEDLEGGSTABELL 4.3: Alger i Arevatnet ved fire tidspunkt i 1997. Prøvene er tatt som en blandeprøve fra de øverste fire metre av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGETYPE	28. juli		28. august		24. sept.		21. okt.	
	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l	ant / l	vol / l
KISELALGER (Bacillariophyceae)								
<i>Asterionella formosa</i>							15300	0,0092
<i>Synedra</i> sp.	61200	0,0306						
<i>Tabellaria fenestrata</i>					4000	0,004		
Diatome indet.	15300	0,0077						
GRØNNALGER (Chlorophyceae)								
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	4000	0,0004						
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	15300	0,0015						
<i>Ankyra judai</i>					1000	0,0001	15300	0,0015
<i>Closterium</i> sp.	91800	0,0459					15300	0,0077
<i>Coelastrum</i> sp.			168000	0,019	15300	0,0017	1056000	0,1193
<i>Crucigenia</i> sp.			61200	0,0009				
<i>Crucigeniella</i> sp.	8000	0,0008						
<i>Elakatothrix</i> sp.			45900	0,0046	15300	0,0015	11000	0,0011
<i>Eudorina</i> sp.					367000	0,0415		
<i>Oocystis</i> sp.					30600	0,0031		
<i>Pandorina</i> sp. (kolonier)	6000	0,12						
<i>Sphaerocystis</i> sp.	13000	0,0008	45000	0,0051	61200	0,0069		
<i>Staurastrum</i> sp.					1000	0,004	1000	0,004
<i>Staurodesmus</i> sp.	76500	0,0383			1000	0,004	1000	0,004
Chlorophyceae indet.	15300	0,0077						
KRYPTOALGER (Chryptophyceae)								
<i>Chryptomonas</i> sp.	45900	0,0459	30600	0,0306	15300	0,0153	45900	0,0459
<i>Rhodomonas</i> sp.	30600	0,0031	168000	0,0168	245000	0,0245	306000	0,0306
GULLALGER (Chrysophyceae)								
<i>Dinobryon borgei</i>					15300	0,0046		
<i>Dinobryon divergens</i>	1499000	0,4497			5000	0,0015		
<i>Mallomonas</i> sp.					15300	0,0077		
DINOFLAGELLATER (Dinophyceae)								
<i>Amphidinium</i> sp.							15300	0,0153
<i>Gymnodinium</i> sp.			15300	0,0153				
Dinophyceae indet.							1000	0,001
BLÅGRØNNALGER (Cyanophyceae)								
<i>Anabaena</i> spp.	245000	0,0159						
<i>Lyngbya limnetica</i> (kolonier)	15300	0,0077						
Cyanophyceaesp.	184000	0,012						
FLAGELLATER OG MONADER								
Flagellater og monader > 5 : m	321000	0,0363	352000	0,0634	122000	0,0138	122000	0,022
Flagellater og monader < 5: m	2567000	0,0359	1404000	0,012	1115000	0,0156	1859000	0,026
SAMLET								
	5214200	0,8602	2290000	0,1677	2029300	0,1498	3464100	0,2876



VEDLEGGSTABELL 4.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i fire prøver fra Arevatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk, gjennom de åtte øverste metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke.

DYREPLANKTONART	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
VANNLOPPER (CLADOCERA)				
<i>Alonella nana</i>	0	0	0,07	0
<i>Bosmina longispina</i>	0	0	0	1,45
<i>Bosmina longirostris</i>	0	0,02	3,27	15,41
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1,1	0	0	0
<i>Daphnia longispina</i>	0,2	38,42	81,25	17,15
<i>Diaphanosoma brachyrum</i>	3,41	0	0	0
<i>Holopedium gibberum</i>	0,1	0	0	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)				
<i>Acanthocyclops sp.</i>	0	0,02	0	0
<i>Cyclops scutifer</i>	1,2	0,02	0,15	0,29
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	24,1	2,36	4,61	15,12
<i>Eucyclops serrulatus</i>	0	0	0,07	0
<i>Macrocyclus albidus</i>	0	0,02	0,07	0
<i>Calanoide nauplii</i>	18,07	1,77	0,15	0,87
<i>Cyclopoide nauplii</i>	34,94	53,2	6,7	37,79
<i>Cyclopoide copepoda</i>	16,87	4,14	3,65	11,92

VEDLEGGSTABELL 4.5. Forekomst av hjuldyr (Rotatoria) i fire prøver fra Arevatnet i 1997. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de øverste åtte metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av dyr er inndelt i fire grupper, der * = lavt antall og **** = meget høyt antall.

HJULDYRART	28. JULI	28. AUGUST	24. SEPTEMBER	21. OKTOBER
<i>Asplanchna sp.</i>	*			**
<i>Ascomorpha sp.</i>	**	**		
<i>Conochilus sp.</i>	****			
<i>Filinia longisetata</i>				*
<i>Kellicottia longispina</i>	***	**	*	**
<i>Keratella cochlearis</i>	**	**	*	**
<i>Keratella sp.</i>				*
<i>Ploesoma sp.</i>	*			
<i>Polyarthra sp.</i>	**		**	*
<i>Trichocerca sp.</i>			*	*



5. METODER OG BAKGRUNN



INNHALDSFORTEGNELSE

SFT SITT KLASSIFISERINGSSYSTEM FOR VANNKVALITET	63
BEREGNINGER AV TILFØRSLER OG TÅLEGRENSENER FOR FOSFOR	65





SFT SITT KLASSIFISERINGSSYSTEM FOR MILJØKVALITET I FERSKVANN

HVA ER MILJØKVALITET I VANN ?

Statens forurensningstilsyn (SFT 1989 og 1992) har utarbeidet et omfattende system for vurdering av miljøkvalitet i ferskvannssystemer. Dette er bygget opp rundt et solid erfaringsmateriale fra norske forhold, og baserer seg på at alle målinger av **observert tilstand** skal relateres til en **forventet naturtilstand**. Avviket mellom den **observerte tilstand** og den **forventede naturtilstand** blir så klassifisert som **forurensningsgrad**. Videre er vannforekomstenes **egnethet** for ulike bruksformål klassifisert i fire egnethetsklasser basert på den **observerte tilstand**.

TABELL 5.1: En skjematisk oversikt over begrepene som er knyttet til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1992, side 6).

	TILSTAND	EGNETHET	FORURENSNINGSGRAD
GRUNNLAG :	Observerte måleverdier	Den observerte vannkvalitetens bruksmuligheter	Avviket mellom observerte tilstand og forventet naturtilstand
KLASSER / GRADER :	Fem klasser: I = God II = Mindre god III = Nokså dårlig IV = Dårlig V = Meget dårlig	Fire klasser: 1 = Godt egnet 2 = Egnet 3 = Mindre egnet 4 = Ikke egnet	Fem grader: 1 = Lite forurenset 2 = Moderat forurenset 3 = Markert forurenset 4 = Sterkt forurenset 5 = Meget sterkt forurenset

Klassifiseringssystemet er delt inn i seks virkningstyper,- nemlig virkningene av tilførsler av:

- **næringssalter**, - som gir eutrofiering eller overgjødning
- **organiske stoffer**, - som gir forbruk av oksygen og derfor oksygenfattige forhold,
- **forsurende stoffer**, - som medfører økologiske forstyrrelser og tap av fiskebestander,
- **miljøgifter**, - som har høy akutt giftighet og liten eller ingen nedbryting i naturen,
- **partikler**, - som gir grumsete vann og forringer livsvilkår for vannlevende organismer,
- **tarmbakterier**, - som indikerer tilførsel av ekskrementer fra mennesker eller dyr.

De seks virkningstypene er karakterisert ved en eller flere fysiske, kjemiske og/ eller biologiske parametere som kan måles eller beregnes. Hver parameter har sitt unike sett av kriterier for inndeling i klasser eller grader.



TABELL 5.2: De seks virkningstypene i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann. Parametere som er uthevet tillegges særlig vekt ved klassifiseringen. Oversikten er imidlertid modifisert fra SFT (1992, side 8).

VIRKNING AV:	PARAMETERE:
Næringsalter	Total fosfor - total nitrogen - klorofyll a - primærproduksjon - siktedyp - oksygenkonsentrasjon
Organiske stoffer	Total organisk karbon (TOC) - kjemisk oksygenforbruk (KOF) - fargetall - siktedyp - oksygenkonsentrasjon
Forsurende stoffer	Alkalitet - surhet (pH) - sulfat - nitrat - klorid
Metaller (miljøgifter)	Kobber - sink - kadmium - bly - nikkel - krom - kvikksølv - aluminium - jern - mangan
Partikler	Turbiditet - suspendert stoff - siktedyp
Tarmbakterier	Termostabile koliforme bakterier - koliforme bakterier

HVA BIDRAR TIL VANNKVALITET ?

Den kjemiske sammensetningen av vann i vassdrag er i hovedsak styrt av bidrag fra de følgende fire kilder, der de tre første dominerer i vannforekomster uten særlig lokal forurensning:

- 1) **Naturgrunnlaget**, - berggrunnen og jordsmonnet bestemmer hvilke ioner som løses ut når nedbøren passerer nedbørfeltet. Dette gjelder viktige stoffer som kalsium, magnesium, bikarbonat og aluminium.
- 2) **Langtransportert forurensning** som kommer med nedbøren eller som tørravsetninger. Her tilføres nedslagsfeltet og vassdraget betydelige mengder syre (hydrogenioner), sulfat og nitrat, samt miljøgifter som kvikksølv og andre metaller.
- 3) **Sjøsalter** fra havvannssprut som føres inn med vind og nedbør. Dominerende stoffer her er klorid og natrium, men også sulfat og magnesium tilføres derfra.
- 4) Lokale tilførsler fra **menneskelig aktivitet**, det være seg kloakk eller avrenning og tilsig fra jordbruksaktiviteter. Dette gir særlig fosfor- og nitrogenforbindelser, organisk stoff og tarmbakterier av forskjellig slag.



BEREGNINGER AV TILFØRSLER OG TÅLEGRENSER FOR FOSFOR

BEREGNING AV TILFØRSLER

Innsjøers tilførsel av fosfor fra nedslagsfeltet kan beregnes på flere måter, og det finnes flere modeller for disse beregningene. En metode er å beregne tilførselene ut fra kunnskap om forhold i nedslagsfeltet, som kloakkeringsforhold, arealbruk, utslipp osv. Sammen med nedbørdata og en erfaringsmodell for arealavrenning fra ulike typer jordsmonn kan fosforavrenningen til vassdraget beregnes (Holtan og Åstebøl 1990). Her behøves ingen vannkjemiske målinger fra vassdraget. Denne metoden er benyttet i forundersøkelsen til vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund og Johnsen 1994), og har den fordelen at bidraget fra de enkelte kildene kan kvantifiseres.

En annen metode er, ut fra vannkjemiske målinger i en innsjø, å regne tilbake til hvor store fosforkonsentrasjoner som må ha vært tilført for at innsjøen skal ha den målte konsentrasjon i vannet. Her er det to typer beregninger, en for grunne til middels dype innsjøer (Berge 1987) og en for dype innsjøer (Rognerud mfl. 1979). Ettersom disse siste to metodene tar hensyn til målte konsentrasjoner i en innsjø, vil nedbøren i undersøkelsesåret være av betydning for beregningene. Som omtalt tidligere, var nedbørmengdene ved Bergen Florida omtrent som normalt i 1997.

BEREGNINGER AV TÅLEGRENSER

Beregninger av innsjøers tålegrense for tilførsler kan også beregnes ut fra ulike metoder. Vollenweider (1976) er tidligere mye benyttet, men bedre tilpasset norske forhold er Berge (1987) for grunne og middels dype innsjøer, og Rognerud mfl. (1979) for dype innsjøer.

REFERANSER

BERGE, DAG 1987

Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofnivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter. SFT rapport nr. 2001, 44 sider.

BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994.

En beskrivelse av de 28 største vassdragene Fjell kommune. Rådgivende Biologer, rapport 119, 61 sider. ISBN 82-7658-028-9.

BJØRKLUND, A.E. 1998

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1997. Rådgivende Biologer as. Rapport nr 313, 26 sider. ISBN 82-7658-173-0

BRETTUM, P. 1989

Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA-rapport nr. 2344, 111 sider.

HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA-JORDFORSK rapport nr 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1.

JOHNSEN, G.H, G.B. LEHMANN, & A.E. BJØRKLUND 1992

Tilstand og status for vatn og vassdrag i Hordaland. Rådgivende Biologer as., rapport nr. 63, 77 sider.

JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993

Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93 75 sider. ISBN 82-7658-013-0

NVE 1987

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M. 1979.

Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.

SFT 1992

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 92:06. ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.

VOLLENWEIDER, R.A. 1976

Advances in defining critical loading levels for phosphorous in lake eutrofication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, sidene 53-83.