

Resipientvurdering av
Opstveitvatnet
med vurdering av
utslippene fra
Matre Fisk as.



Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 182, oktober 1995.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Resipientvurdering av Opstveitvatnet med vurdering av utslippene fra Matrefisk as.

FORFATTER:

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAKSGIVER:

Matre Fisk as, ved Ole Sandvold, 5465 Matre

OPPDRAGET GITT:

August 1995

ARBEIDET UTFØRT:

September 1995

RAPPORT DATO:

13. oktober 1994

RAPPORT NR:

182

ANTALL SIDER:

12

ISBN NR:

82-7658-055-6

RAPPORT SAMMENDRAG:

Opstveitvatnets resipientkapasitet med hensyn på utslipp fra settefiskanlegget til Matre Fisk as, er meget god. Dette skyldes den meget høye vannutskiftingshastigheten i innsjøen, med en oppholdstid på rundt 2 døgn på hele innsjøens vannvolum. Innsjøen er derfor ikke temperaturskikket, slik at resipientkapasiteten med hensyn på tilførsler av organisk stoff er meget god. Opstveitvatnet har videre en meget lav biologisk produksjon, både fordi den er breslampåvirket slik at algeplanktonet er lysbegrenset, fordi innsjøen er kald hele året og fordi den er næringsfattig. Tilførsler av næringsstoffer får dermed ikke noen særlig virkning i innsjøen før de spyles på fjorden etter to døgn. Det skulle derfor ikke være nødvendig med omfattende rensing av utslippene fra Matre Fisk as.

EMNEORD:

- Resipientvurdering
- Utslipp fra settefiskanlegg
- Kvinnherad 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 Matre Fisk as. gjennomført en resipientundersøkelse av Opstveitvatnet i Kvinnherad. Undersøkelsen er begrunnet i pålegg fra Fylkesmannens miljøvernavdeling, siden Opstveitvatnet mottar utslippene fra fiskeanlegget.

Denne rapporten baserer seg på en befaring til anlegget og innsjøen 19.september, samt opplysninger skaffet til veie av driftslederen på anlegget, Anni Hermansen. Videre foreligger det en ikke rapportert undersøkelse utført av NIVA (Bakke 1992), og en kartleggingsundersøkelse der Opstveitvatn er med fra 1985 (Eidnes mfl. 1986).

De vannkjemiske analysene er utført av Hordaland fylkeslaboratorium, algeprøven er bearbeidet av cand.real. Nils Bernt Andersen og dyreplanktonprøven er bearbeidet av Randi Lund, LFI - Universitetet i Bergen.

Rådgivende Biologer as. takker Matre Fisk as. ved Ole Sandvoll for oppdraget.

Bergen, 13.oktober 1995.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
Liste over figurer	3
Liste over tabeller	3
SAMMENDRAG	4
OPSTVEITVATNET	5
DRIFTEN VED ANLEGGET	7
TILSTANDEN I OPSTVEITVATNET	9
Virkning av tilførsler av organiske stoff	9
Virkning av tilførsler av næringsstoff	10
REFERANSER	12

LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1: Dybdekart over Opstveitvatnet	5
FIGUR 2: Fiskens gjennomsnittsvikt i anlegget i 1995	7
FIGUR 3: Antall fisk i anlegget i 1995	7
FIGUR 4: Fiskens samlede biomasse i anlegget i 1995	8
FIGUR 5: Temperatur og oksygen profil fra Opstveitvatnet 19.september 1995	9

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1: Hydrologiske nøkkeltall for tilrenning til Opstveitvatnet	6
TABELL 2: Oversikt over beregningsgrunnlaget for tilvekst og førfaktor i anlegget	8
TABELL 3: Vannkjemiske analyseresultat fra Opstveitvatnet 19.september 1995	10
TABELL 4: Algemengde og antall i Opstveitvatnet 19.september 1995	11
TABELL 5: Antall av forskjellige dyreplankton i et hovtrekk fra Opstveitvatnet 19.september 1995 ..	11



SAMMENDRAG OG VURDERING

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Matre Fisk as. gjennomført en resipientundersøkelse av Opstveitvatnet med en vurdering av betydningen av utslippene fra fiskeanlegget. Undersøkelsen er basert på en befaring 19.september 1995.

Opstveitvatnet ligger ved den innerste delen av Matrefjorden i Kvinnherad. Innsjøen er sterkt påvirket av breslam etter vannkraftutbyggingen, der store felt i fjellområdene sør for Folgefonna ble overført til Blåfall II kraftstasjon som har utslipp til innsjøen. Innsjøen er 28 meter dyp, har et overflateareal på 3,36 km² og et samlet volum på 4,5 millioner m³. Innsjøens volum skiftes ut i gjennomsnitt hvert annet døgn.

Det ble ikke observert tegn til oksygenvinn nedover i vannsøylen i Opstveitvatnet ved befaringen 19.september. Tilførsler av organisk stoff til en innsjø vil kunne føre til at oksygenet i dypvannet blir forbrukt. I Opstveitvatnet er det vanligvis ikke noe stabilt dypvann, slik at virkningen av slike tilførsler er minimal i denne innsjøen. Opstveitvatnet har derfor en meget god resipientkapasitet med hensyn på tilførsler av organisk stoff.

Den eneste betydelige innløpselven til Opstveitvatnet,- utløpet fra kraftverket, hadde et vesentlig lavere kjemisk oksygenforbruk enn det som ble observert i innsjøen, hvilket betyr at innsjøen tilføres en del organisk stoff, eller selv produserer organisk materiale. Den biologiske produksjonen er liten i denne innsjøen, slik at en derfor må anta at tilførselen til innsjøen i hovedsak kommer fra fiskeanlegget.

Det kjemiske oksygenforbruket i Opstveitvatnet var likevel lavt, - målt til 1,7 mg O/l og 1,3 mg O/l i henholdsvis overflatevannet og i dypvannet. Dette er klassifisert som tilstandsklasse I i SFTs system som går fra tilstand I = god til tilstand V = meget dårlig. Det betyr at selv om innsjøen mottar merkbare mengder organisk stoff, så er tilstanden fremdeles meget tilfredsstillende.

Opstveitvatnet inneholdt konsentrasjoner av næringsstoffet fosfor som tilsvarer SFT-klasse III. Dette betyr imidlertid ikke at innsjøen nødvendigvis er middels næringsrik. Breslampåvirkete innsjøer kan ha høye verdier av total-fosfor, men dette fosforet er bundet til breslammet og ikke biologisk tilgjengelig. Målingene av ortofosfat av både innløpsvannet og fra dypvannet i innsjøen viser da også svært lave mengder (SFT-klasse I). I overflatevannet var imidlertid alt det observerte fosforet i biotilgjengelig form. Dette kan komme fra utslippet fra fiskeanlegget.

Konsentrasjonene av fosfor var i 1995,- både for innløpsvatnet og innsjøen, høyere enn tidligere målinger fra juni 1989 og desember 1990 (Bakke 1991). Dette kan imidlertid ikke tilskrives fiskeanlegget, siden målingene i tilførselselven (utløpet fra kraftverket) i alle prøveseriene var helt tilsvarende til målingene i innsjøen.

Den biologiske produksjonen i innsjøen er meget lav, både fordi innsjøen er kald hele året og fordi algene i innsjøen er begrenset av dårlig lystilgang med bare tilstrekkelige lysmengder helt i overflaten. Siktedypet i innsjøen er sannsynligvis konstant på under 0,5 meter og vannet har en turbiditet på hele 6,0 F.T.U.

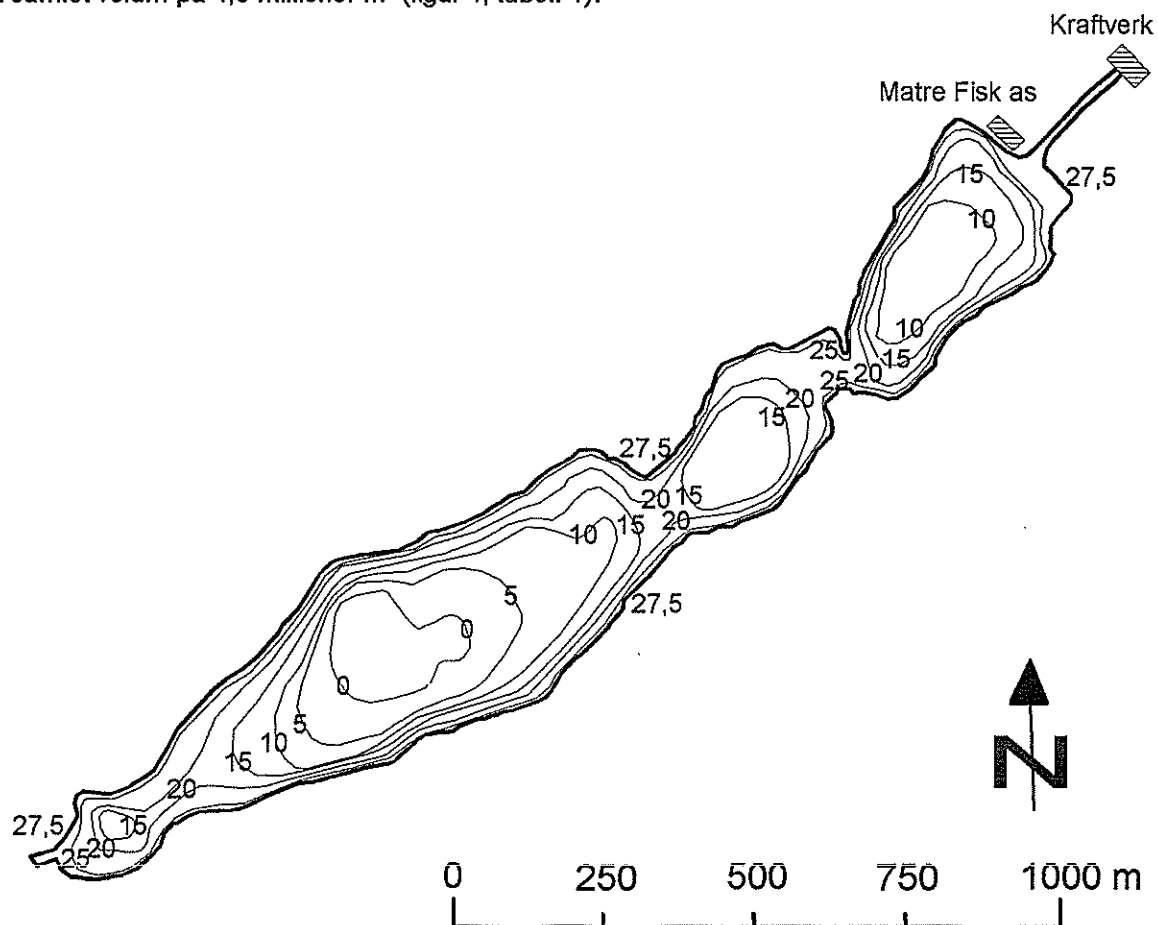
Tilførselene fra fiskeanlegget utgjør i volum maksimalt 0,2 % av vanntilførselene til innsjøen, slik at de derfor blir meget raskt fortennet, samtidig som de meget raskt blir spylt på sjøen på grunn av den ekstremt korte oppholdstiden av vannet i innsjøen. Opstveitvatnet har derfor en god resipientkapasitet med hensyn på tilførsel av næringsstoffer, og næringstilførselene vil i liten grad bli utnyttet til biologisk produksjon. Resipientens tilstand tilsier derfor ikke at det er nødvendig med omfattende rensing av utslippene fra fiskeanlegget.

Innsjøens dynamikk synes altså å være preget av at det kalde og næringsfattige utslippsvatnet fra kraftverket spyles gjennom innsjøen på to dager, mens de varmere, mer næringsrike og stoffrikere vannmassene fra fiskeanlegget legger seg som et tynt skikt oppå. Dette tynne overflateskiktet vil også bli raskt blandet ut med det underliggende kaldere vannet, og vil derfor heller ikke ha en særlig lang oppholdstid i innsjøen.



OPSTVEITVATNET

Opstveitvatnet ligger ved den innerste delen av Matrefjorden i Kvinnherad. Innsjøen er sterkt påvirket av breslam etter vannkraftutbyggingen der store felt i fjellområdene sør for Folgefonni ble overført til Blåfalli II kraftstasjon som har utslipp til innsjøen. Innsjøen er 28 meter dyp, har et overflateareal på 3,36 km² og et samlet volum på 4,5 millioner m³ (figur 1, tabell 1).



FIGUR 1: Dybdekart over Opstveitvatnet. Kartet viser høydekoter med fem meters intervall som høyde over havet. Innsjøens overflate ligger ved høyeste regulerte vannstand på 27,5 meter over havet, og dypeste kote ligger 0 meter over havet. Kartet er hentet fra papirer skaffet til veie ved Fylkesmannens miljøvernavdeling.

Innsjøen har i seg selv et beskjedent nedslagsfelt, men etter reguleringene er feltet blitt hele 30 ganger så stort. Til kraftstasjonen Blåfalli II er det overført vann fra Fjellhaugvatn-feltet og også fra Blomstølskardvatnet, - til sammen årlige vannmengder tilsvarende 759 millioner m³ (tabell 1). Med årlig vanntilførsel på hele 779 millioner m³, og et volum på 4,5 millioner m³, har innsjøen en oppholdstid på litt over to døgn i gjennomsnitt.



Kraftstasjonen går kontinuerlig, og tilrenningen til innsjøen er på mellom 24 og 30 m³ hvert sekund. I tillegg benyttes utløpet fra innsjøen til kraftproduksjon, og vannforbruket der er i gjennomsnitt 1 m³ større pr. sekund enn ved kraftverket ved innløpet til Opstveitvatnet. Forskjellen tilsvarer tilsiget fra det lokale nedslagsfeltet til innsjøen. Utskiftingen av innsjøens volum er derfor tilnærmet på samme nivå hele året gjennom.

TABELL 1: Hydrologiske nøkkeltall for tilrenning fra Opstveitvatnets nedslagsfelt.

DELFELT	AREAL	SPES AVRENNING	MIDL. ÅRLIG TILRENNING
Overført felt	175,3 km ²	137 l / sek / km ²	759 mill. m ³ / år
Opprinnelig lokalt felt	6,3 km ²	100 l / sek / km ²	20 mill. m ³ / år
SAMLET	181,6 km ²		779 mill. m ³ / år



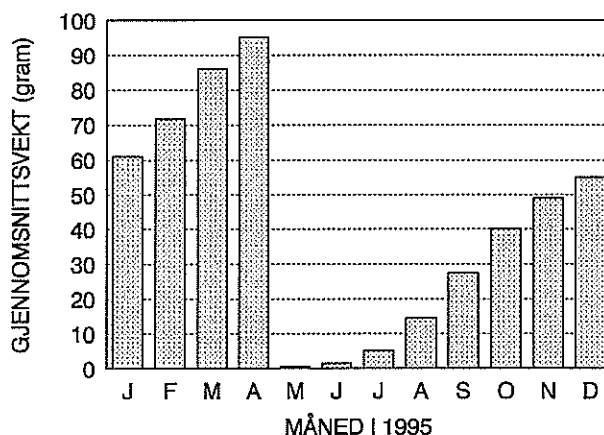
DRIFTEN VED ANLEGGET

Matre Fisk as. overtok driften ved settefiskanlegget i 1994, etter konkursen i Fonnafisk as. Anlegget har konsesjon på produksjon av 200.000 sjøklar smolt, men kan produsere mye mer yngel. Det ligger også i den opprinnelige konsesjonen at en kan produsere røye i anlegget.

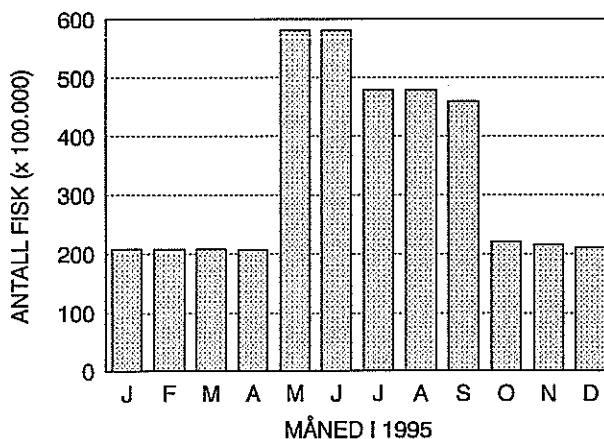
Anlegget mottar oppvarmet kjølevatn fra Sunnhordland kraftlags kraftverk like bortenfor. Disse vannmengdene er begrenset oppad til mellom 2.500 og 3.000 liter pr. minutt, men en kan også få inn annet vann fra kraftverket. Dette kommer fra et oppsamlingsmagasin for inntak av kjølevatn, slik at når kraftstasjonen ikke fullt ut benytter seg av den tilgjengelige vannmengden for kjøling, og kjølevannsmengden da er begrenset, kan fiskeanlegget supplere med dette kalde vannet. Vannet kan så tilsettes oksygen for at en skal klare å holde fisken i anlegget i perioder med stor biomasse.

En vanlig driftssyklus ved anlegget medfører klekking av omtrent 600.000 yngel. Disse settes til startfôring i april, og flyttes så ut i karene en gang i juli. Rundt 17.juni 1995 ble det overflyttet 100.000 fisk til et settefiskanlegg i Skånevik, og seint på høsten skal en overføre enda flere av de største til samme anlegg. En håper også å kunne ta ut noe høstsmolt, slik at en over nyttår vil stå igjen med vel 200.000 fisk som føres fram til smoltifisering og uttak fra anlegget i april (figur 2 - 4).

FIGUR 2: Fiskens gjennomsnittsvekt i anlegget til Matre Fisk as ved inngangen til hver måned i 1995. Opplysningene er basert på data fra foringsanlegget. Nedgangen i gjennomsnittsvekt i midten av april skyldes overgang fra 1994-fisk til 1995-fisk i karene. For årets tre siste måneder er tallene basert på planlagt drift.

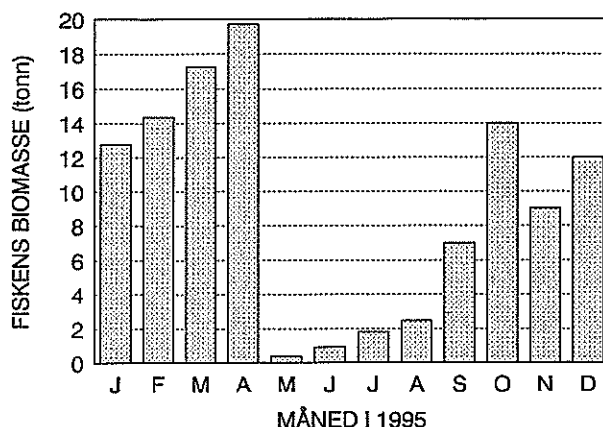


FIGUR 3: Antall fisk i anlegget til Matre Fisk as ved inngangen til hver måned i 1995. Opplysningene er basert på data fra foringsanlegget. Nedgangen i midten av april skyldes overgang fra 1994-fisk til 1995-fisk i karene. For årets tre siste måneder er tallene basert på planlagt drift.





FIGUR 4: Fiskens samlede biomasse i anlegget til Matre Fisk as. ved inngangen til hver måned i 1995 Tallene baserer seg på antatt gjennomsnittsvekt (figur 1) og antall i anlegget. Nedgangen i fiskemengde i midten av april skyldes uttak av 1994-årgangen. For årets tre siste måneder er tallene basert på planlagt drift.



Dersom anlegget har en normal drift og unngår uhell av forskjellig slag, vil en i henhold til beregningene i tabell 2 ha hatt en samlet tilvekst på omtrent 32 tonn fisk i løpet av 1995. Erfaringsmessig vil et anlegg med en førfaktor på 1,0 ha et utslipp på 350 kg tørrstoff, 5 kg fosfor og 35 kg nitrogen for hvert tonn fisk som produseres (Håkanson mfl. 1988). Det betyr at anlegget til Matre Fisk as. har samlede årlige utslipp på i størrelsesorden 22,4 tonn tørrstoff, 160 kg fosfor og 1.120 kg nitrogen.

TABELL 2: Oversikt over beregningsgrunnlag for tilvekst i anlegget til Matre Fisk as. i 1995. Tallene er basert på opplysningene fra fôringsanlegget, sorteringer og salg.

- Bestand i anlegget pr. 1.januar 1995	12.732 kg
+ Anslått mengde dødfisk vinteren 1995 (2.000 stk à 75 g)	150 kg
+ Smoltleveranser (207.000 stk à 97 g)	20.080 kg
= SAMLET TILVEKST VINTEREN & VÅREN 1995	7.498 kg
- Innsatt yngel til startfôring (580.000 stk à 0,4 g)	232 kg
+ Uttak til Skånevikanlegget 17.juli (100.000 stk à 4 g)	400 kg
+ Planlagt uttak av fisk på høsten (250.000 stk à 45 g)	11.250 kg
+ Anslått mengde dødfisk sommer og høst 1995 (20.000 stk à 20 g)	400 kg
+ Antatt bestand i anlegget pr 31.desember 1995 (210.000 stk à 60 g)	12.600 kg
= SAMLET TILVEKST SOMMEREN & HØSTEN 1995	24.418 kg

Anlegget har montert et nytt trommelfilter (HYDROTECH HDF801-2 TYPE 1H) på det ene av sine to utslippsledninger. Dette utløpet er alltid i bruk, og over halvparten av driftsåret er dette det eneste som er benyttet. Det andre utløpet benyttes kun når anlegget har høyest belegg med fisk, og tar da kun toppen i produksjonen. Filteret håndterer på årsbasis således over 75% av de samlede utslippene fra anlegget.

Filteret har en kapasitet på 4.080 liter i minuttet, og har en 90 µm filterduk. Det siler derfor av det meste av det organiske stoffet, men ventes å være mindre effektivt på de mer oppløste næringsstoffene. Også en del organisk materiale kan være i oppløst form. Dersom en antar at filteret har en filtreringseffektivitet på over 60% for organisk stoff og 10% for næringsstoff, og at 80% av utslippsvannet filtreres, vil fiskeanlegget tilføre resipienten Opstveitvatnet i størrelsesorden 11.6 tonn tørrstoff, 145 kg fosfor og 1.030 kg nitrogen.

Matre Fisk as har en henteavtale med en lokal gårdbruker som skal benytte slammet fra filteret som jordforbedringsmiddel.



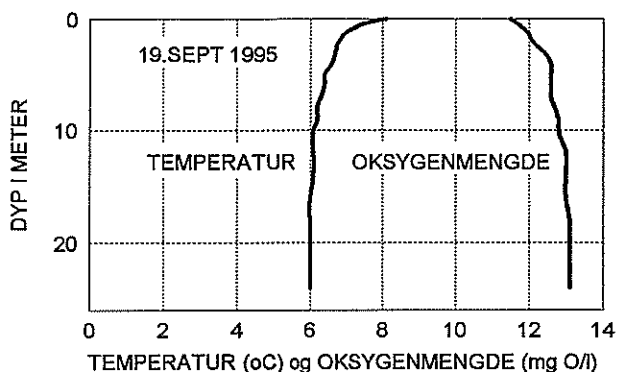
TILSTANDEN I OPSTVEITVATNET

Resipientvurderingen er utført med hensyn på å undersøke virkningen av tilførslene fra fiskeanlegget, altså i hovedsak tilførsler av organisk stoff og av næringsstoff.

VIRKNINGEN AV TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Ved befaringen var vannmassene i Opstveitvatnet svakt skiktet, med 8,1 grader i overflaten og 6,0 grader i dypvannet på 24 meters dyp. Kun den aller øverste meteren hadde særlig varmere vann, og temperaturen sank jevnt mot dypvannet under dette. Innsjøen hadde ingen stabil skiktning ved befaringen, og derfor heller ikke noe stabilt dypvann (figur 5).

FIGUR 5: Temperatur og oksygenprofiler i Opstveitvatnet 19.september 1995. Målingene ble utført av Rådgivende Biologer med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde i vannsøylen over det dypeste punktet i innsjøen.



Vannmassene var mettet med oksygen i hele vannsøylen den 19.september. I overflaten var det 11,5 mg oksygen/liter, mens det i dypvannet var stabilt 13,1 mg oksygen/liter (figur 5). Denne forskjellen skyldes at oksygen har lavere oppløselighet i varmt enn i kaldt vann. Metningen var således rundt 100 % i hele vannsøylen, til tross for at mengdene var lavest i overflatevannet.

Dersom en innsjø tilføres store mengder organisk materiale, vil dette kunne føre til at oksygenet i dypvannet blir brukt opp. I Opstveitvatnet er det vanligvis ikke noe stabilt dypvann, slik at en slik virkning vil være minimal i denne innsjøen. Det ble da heller ikke observert tegn til oksygensvinn nedover i vannsøylen ved befaringen 19.september.

Oksygenforbrukspotensialet i en innsjø kan også måles som kjemisk oksygenforbruk i vannmassene. En måler da hvor mye organisk oksyderbart materiale som finnes i en vannprøve. Det kjemiske oksygenforbruket i Opstveitvatnet ble målt til 1,7 mg O/l og 1,3 mg O/l i henholdsvis overflatevannet og i dypvannet. Dette er lavt, og er klassifisert som tilstandsklasse I i SFTs system som går fra I = god til V = meget dårlig (SFT 1992).

Innløpselven til Opstveitvatnet hadde imidlertid så lavt oksygenforbruk som 0,24 mg O/l, hvilket betyr at innsjøen enten tilføres en del stoff, eller selv produserer en del organisk materiale. Den biologiske produksjonen ansees som ekstremt liten i denne innsjøen, og det er lite bebyggelse eller jordbruksdrift langs vatnet. En må derfor anta at store deler av tilførselen til innsjøen kommer fra fiskeanlegget.



VIRKNING AV TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFF

Ved befaringen 19. september ble det tatt vannprøver både fra overflatevannet (blandprøve 0-5 meter), fra dypvannet (24 meter) og fra innløpet til Opstveitvatnet. Med hensyn på næringsstoffet fosfor, ble det i overflateprøven målt 10 µg P/l, hvilket var det laveste i de undersøkte prøvene. Både dypvannet og innløpet hadde 14 µg P/l, hvilket tilsvarer SFT-klasse III.

Dette betyr imidlertid ikke at innsjøen er middels næringsrik. Slike breslampåvirkete innsjøer, med svært høy turbiditet i vannet, kan ha høye verdier av total-fosfor. Dette fosforet er imidlertid bundet til breslammet og ikke biologisk tilgjengelig. Målingene av orto-fosfat viser hvor stor mengde fosfor som er tilgjengelig for plantevekst, og målingene av både innløpsvannet og fra dypvannet viser svært lave mengder (SFT-klasse I). I overflatevannet var imidlertid alt det observerte fosforet i biotilgjengelig form (tabell 3).

TABELL 3: Resultat av vannkjemiske målinger fra prøver i Opstveitvatnet tatt ved befaringen 19. september 1995. Analysene er utført av Hordaland fylkeslaboratorium.

PARAMETER	ENHET	OVERFLATEN	DYPVANN	INNLØP
Turbiditet	F.T.U.	5,9	6,1	6
Kjemisk oksygenforbruk	mg O / liter	1,7	1,3	0,24
Total-fosfor	µg P / liter	10	14	14
Orto-fosfat	µg P / liter	10	4	3
Total-nitrogen	µg N / liter	315	413	240

Også algemengdene som ble funnet i overflatevannet i innsjøen, var svært lave, og preget av arter som er typiske for næringsfattige innsjøer. Både *Rhodomonas* og *Ankistrodesmus setigerus* er slike alger (Breitum 1989) (tabell 4). I Opstveitvatnet vil en ikke få høy algeproduksjon selv om næringsrikheten hadde vært høyere. Innsjøen er meget kald hele året, fordi tilførselene tappes fra dypvannet i vannkraftmagasinene høyt til fjells. Videre er algene i innsjøen begrenset av lystilgang med bare tilstrekkelige lysmengder helt i overflaten. Med et siktedyp sannsynligvis konstant på under 0,5 meter og en turbiditet på rundt 6,0 F.T.U. (0,5 FTU er øvre grense for råvann i drikkevannskilder), vil det aldri kunne bli noen stor algeproduksjon i Opstveitvatnet.



TABELL 4: Algemengde og antall i Opstveitvatnet 19.september 1995. Prøven er tatt som en blandeprobe i de øverste fem metrene av vannsøylen ved det dypeste punktet i innsjøen, og den er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen.

ALGEPLANKTON ART / TYPE	ANTALL (celler / liter)	VOLUM (mg alger / liter)
GRØNNALGER (Chlorophyceae)		
<i>Ankistrodesmus setigerus</i>	15300	0,0018
<i>Crucigeniella</i> sp.	8000	0,0008
KRYPTOALGER (Cryptophyceae)		
<i>Rhodomonas</i> sp.	15300	0,0015
FLAGELLATER og MONADER		
Celler større enn 5 µm	45900	0,0083
Celler mindre enn 5 µm	138000	0,0006
SAMLET I PRØVEN:	222500	0,013

Det ble også samlet inn dyreplankton ved befaringen 19.september. Den inneholdt lite dyr, og var dominert av vannloppen *Bosmina* og calanoide hoppekreps. Årsaken til at innsjøen har lite dyreplankton ligger både i det forholdet at det er lite mat for disse organismene siden algeproduksjonen er liten, men også at innsjøen har både røye og aure. Særlig røye er effektive planktonspisere, og kan holde dyreplanktonmengden lav. Det går ikke opp fisk fra fjorden til Opstveitvatnet.

TABELL 5: Antall av de forskjellige dyreplanktongrupper i et hovtrekk fra Opstveitvatnet 19.september 1995. Hoven var 30 cm i diameter og ble senket fra overflaten og ned til 25 meters dyp, mens den fanget både på vei opp og ned. Prøven er bearbeidet ved LFI, Universitetet i Bergen.

GRUPPE/ART	ANTALL
Vannlopper: <i>Bosmina</i> sp.	150
Chydoridae	1
Hoppekreps: Calanoide	110
Cyclopoide	4
Nauplielarver	50
Hjuldyr: <i>Keratella hiemalis</i>	få
<i>Kellicottia longispina</i>	få



REFERANSER

BAKKE, H. 1991.

Opstveitvatn som resipient.
NIVA-notat, 4 sider + vedlegg.

BRETTUM, P. 1989.

Alger som indikator på vannkvalitet.
NIVA-rapport 0-86116, 111 sider.

EIDNES T., G. JOHNSEN & E. WAATEVIK 1987.

Kartlegging av innsjølokaliteter i Sunnhordland og i "Bergens-regionen" med hensyn på egnethet for oppdrett av laksesmolt i mær.
NIVA-rapport 0-85250, 130 sider.

SFT 1992

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.
Statens Forurensningstilsyn, 22 sider.