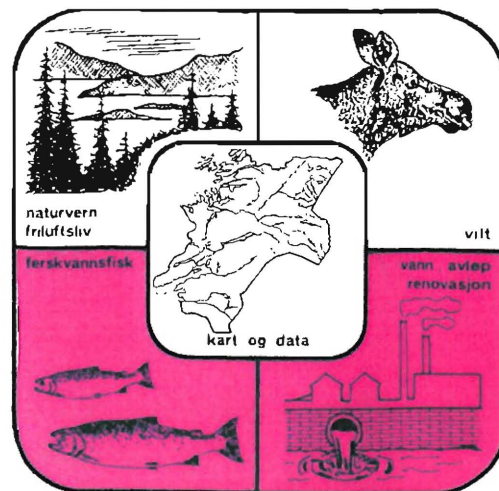


FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG
MILJØVERNDELINGEN

RAPPORT nr. 11 - 1989



Bedret vannkvalitet i Granavatn, Inderøy, etter utsetting av regnbueaure



Foto A Rikstad

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG MILJØVERNDELINGEN

Miljøvernavdelingen er en del av Fylkesmannsembetet i Nord-Trøndelag. Avdelingen ble opprettet 1. september 1982 og består av følgende faggrupper:

- Ferskvannsfisk
- Forurensning (V.A.R.)
- Naturvern og friluftsliv
- Vassdragsforvaltning
- Vilt

Miljøvernavdelingen har 27 personer ansatt i fast eller midlertidige stillinger.

Resultatene av en del av avdelingens virksomhet trykkes bl.a. i denne rapportserien. I tillegg vil resultatene av enkelte konsulentttjenester som er utført for avdelingen bli presentert i serien. Opplaget er begrenset. Rapportens form og innhold er bestemt av hurtig prestasjon av resultater og datagrunnlaget for den enkelte undersøkelse. Det er tillatt og ønskelig at data og vurderinger i rapporten gjengis og benyttes av andre, så fremt kildene oppgis. En liste over tidligere utarbeidete rapporter er gjengitt bak i heftet.

Forespørsel kan rettes til:

**Fylkesmannen i Nord-Trøndelag
Miljøvernavdelingen**

Postboks 145
7701 Steinkjer
Tlf. 077/64 400

FYLKESMANNEN I NORD-TRØNDELAG
MILJØVERNAVDELINGEN
7700 STEINKJER
Tlf 077 - 68073 Telefax: 077 - 68053

R A P P O R T

11 - 1989

TITTEL Bedret vannkvalitet i Granavatn, Inderøy etter utsetting av regnbueaure	DATO 4.7.1989
SAKSBEHANDLER/FORFATTER Leif Inge Paulsen, Arne Haug og Anton Rikstad	ANTALL SIDER 14
AVDELING/ENHET Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, miljøvern- avdelingen i samarbeid med universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, zoologisk avdeling	ANSV.SIGN.
1. EKSTRAKT Stor næringssalttilførsel til Granavatn frem til 1980 medførte økt eutrofiering og redusert oksygeninnhold. Dette er trolig årsaken til at aure- og røyebestanden forsvant rundt 1980. Siden har store stingsildmengder forårsaket betydelig predasjon på dyreplanktonet og dermed økte algemengder. Redusert næringssalttilførsel på 80-tallet har igjen gitt levelige vilkår for laksefisk. For å bedre vannkvaliteten ytterligere, samt utnytte den store biologiske produksjonen, er det fra 1986-1988 satt ut totalt 2700 regnbueaure. Regnbueauren vokste hele 386 g i snitt den første sommeren. Andelen regnbueaure med stingsild i mageinnholdet ble redusert fra omlag 50 % i 1986 til 17 % i 1988. Dette samt store vannlopper i 1988 tyder på at regnbueauren har desimert stingsildbestanden. Til tross for en uheldig utvikling med oppblomstring av fureflagellater i 1988, viser totalfosforkonsentrasjon, oksygeninnhold og siktedyp klar bedring i vannkvalitet siden 1983.	

STIKKORD

REGNBUEAURE

GRANAVATN

EUTROFIERING

FORORD

Midler til prosjektet er gitt fra NTNF's program for eutrofieringsforskning, og er en videreføring av programmet hvor det inngår praktiske tiltak med bakgrunn i erfaringer fra forskningsvirksomhet i eutrofe vatn.

Feltarbeidet er utført av Arne Haug, Leif Inge Paulsen og formannen i Granavatn grunneierlag, Jostein Gran. Jostein Gran har også stilt båt til disposisjon og bidratt med verdifulle opplysninger om vatnets tidligere tilstand.

Pål Brettum, NIVA, har bearbeidet planteplanktonet mens dyreplanktonprøvene er bearbeidet av Arne Haug. Resultatene av plante- og dyreplanktonundersøkelsene er utgitt i en egen detaljert rapport som er bakgrunn for kapitlene om plante- og dyreplankton (Haug, A. 1989. Phyto- og zooplanktonundersøkelser i Granavatn, Nord-Trøndelag 1988).

Prøvefisket er utført av miljøvernavdelingen i samarbeid med grunneierlaget.

Rapporten er skrevet av Leif Inge Paulsen, Arne Haug og Anton Rikstad.

SAMMENDRAG

Granavatn i Inderøy var tidligere kommunens beste fiskevatn. Store tilførsler av næringssalter fra landbruk og boligbebyggelse gjennom 70-åra medførte redusert oksygeninnhold i vatnet. Dette var trolig årsaken til at bestanden av aure og røye forsvant rundt 1980. Stingsildbestanden økte og førte til nedbeiting av dyreplanktonet og dermed økte algemengder.

Granavatn er drikkevatt for noen husstander og reservevannkilde for kommunen. Næringssalttilførslene er etter hvert redusert, slik at Granavatn igjen er levelig for laksefisk. For å bedre forholdene i vatnet ytterligere, samt utnytte den store biologiske produksjonen, er det fra 1986 satt ut regnbueaure; 500 stk i 1986, 1000 stk i -87 og 1200 stk i 1988. En håpet at regnbueauren ville spise stingsild og dermed bidra til større bestand av dyreplankton og bedre vannkvalitet. Sommeren 1988 ble det foretatt prøvefiske samt undersøkelser av plante/dyreplankton og vannkvalitet.

Dyreplanktonets sammensetning med dominans av store vannlopper tydet ikke på særlig beitepress fra stingsild. Dette er nok en effekt av regnbueaure-utsettingene, som har medført reduksjon i stingsildbestanden. Regnbueauren vokste mye, særlig den første sommeren. Regnbueaure med utsettingsvekt på 18 gram veide høsten 1986 vel 4 hg i gjennomsnitt. Stingsild var dominerende mageinnhold og ble funnet i mageprøver i halvparten av regnbueauren. Veksten har senere avtatt. Hundregrams regnbueaure utsatt i 1988 veide om høsten 325 gram i gjennomsnitt. Andelen stingsild i mageprøvene gikk ned til 17 %. Damsnegl dominerte mageinnholdet (62%), ellers var det nå innslag av dyreplankton (14%).

Vannloppebestanden avtok imidlertid utover sommeren 1988 til et meget lavt nivå, sannsynligvis p.g.a. masseoppblomstring av fureflagellater, en type planteplankton (alger) som ikke er beitebær for dyreplanktonet fordi de er store og dekket av et hardt platepanser. Det ble derfor 5-10 ganger mer planteplankton enn dyreplankton i Granavatn, og siktedypet redusert fra 5 til 1,8 meter. Denne utviklingen er uheldig fordi fureflagellatene ikke inngår i næringskjeden, men sedimenteres og etter hvert nedbrytes under forbruk av oksygen. Oppblomstring av fureflagellater, forekomst av blågrønnalger/kiselalger, oksygenmangel samt en totalfosforkonsentrasjon på opptil 30 $\mu\text{g/l}$ viser at Granavatn fortsatt er sterkt forurensset.

Til tross for den uheldige utviklingen med oppblomstring av fureflagellater, tyder fosforkonsentrasjon, oksygeninnhold og siktedyp på at vannkvaliteten er bedret siden 1983, da vatnet ble undersøkt av NIVA.

Ved redusert næringssalttilførsel og riktig utsettingsmengde/beskatning av fisken, kan forholdene stabiliseres. På grunn av fare for spredning av fiskesykdommer- og parasitter bør det satses på vanlig aure framover.

INNHOOLD

Side:

SAMMENDRAG

FORORD

INNLEDNING

1

OMRÅDEBESKRIVELSE

2

PLANTEPLANKTON

3

DYREPLANKTON

4

FISK

6

VANNKVALITET

8

-Totalt fosfor og løst total-fosfor

8

-pH/ledningsevne

8

-Oksygenmålinger

9

-Siktedyp/farge

10

DISKUSJON

11

LITTERATUR

14

VEDLEGG

INNLEDNING

Granavatn i Inderøy kommune er drikkevatn for 120 husstander, vesentlig gardsbruk. Vatnet er også reservevannskilde for kommunen og prosessvannkilde for Sundnes Brenneri.

Granavatnet var tidligere det viktigste lokale fiskevatnet i kommunen med en god bestand av aure og røye foruten stingsild.

I løpet av 1970-årene var det en negativ utvikling m.h.t. vannkvalitet på grunn av store næringssalttilførsler fra landbruk og boligbebyggelse. Aure- og røyebestanden forsvant, trolig p.g.a. oksygensvikt sist på 70-tallet. Stingsildbestanden økte p.g.a. mindre konkurranse og predasjon fra aure/røye.

Forurensningssituasjonen ble undersøkt av NIVA i 1983. Vatnet ble karakterisert som meget næringsrikt, og forholdet mellom de enkelte ledd i næringskjeden syntes å være ute av balanse. Resultatene tydet på at stingsilda hadde en for dominerende rolle, slik at dyreplanktonet ble nedbeitet. Planteplanktonet gikk derfor ikke i tilstrekkelig grad inn i næringskjeden.

Næringssalttilførslene er etter hvert redusert betydelig. Silo- og gjødsellagre er tettet, og hovedtyngden av kloakk ledet bort fra vatnet. Dette har ført til bedre oksygenforhold, slik at laksefisk kan overleve i de øvre vannlag under den mest kritiske tiden før vårsirkulasjonen.

For å bedre forholdene i vatnet ytterligere, samt utnytte den store biologiske produksjonen, ble det i 1986 satt ut 500 stk 18 grams regnbueaure. Et prøvefiske høsten 1986 viste at fisken spiste stingsild og oppnådde god tilvekst (gjen.sn.v. 404 g, K-faktor 1,27). Våren 1987 ble det derfor satt ut nye 1000 stk. regnbueaure som om høsten veide 3 hg i gjennomsnitt, mens de som hadde stått over fra 1986 var blitt hele 1 kg.

I 1988 ble det satt ut 1200 regnbueaure, hver på 100 g. For å undersøke om regnbueauren utnytter stingsildbestanden, og for å se om vannkvaliteten er bedret, ble det sommeren 1988 foretatt undersøkelser av plante- og dyreplankton, fisk og vannkvalitet.

OMRADEBESKRIVELSE

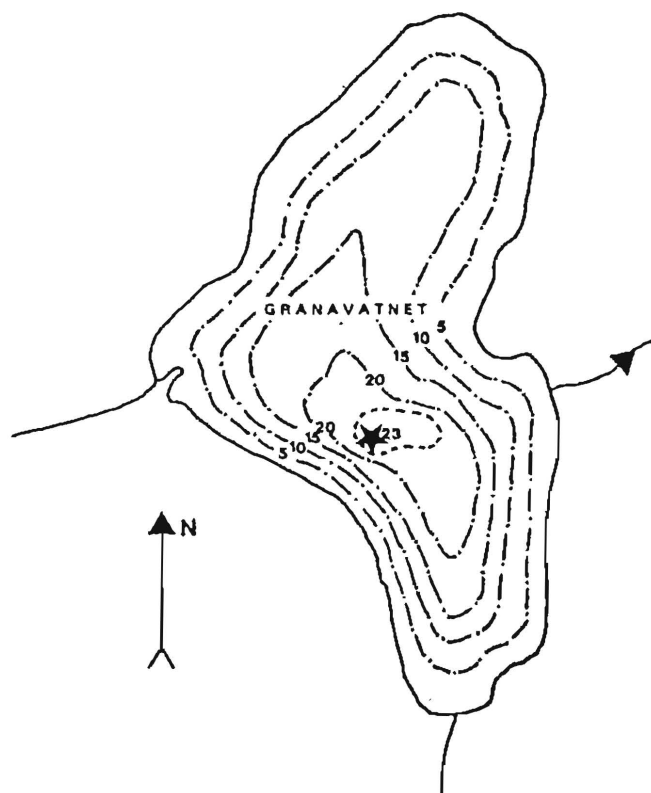
Granavatnet ligger i Inderøy kommune i Nord-Trøndelag med avløp mot Borgenfjorden ca. 4 km fra vatnet. Nedbørsfeltet består vesentlig av dyrkamark (20%) og beiteland. Vatnet ligger under den marine grense og berggrunnen i nedslagsfeltet består av kambro-silurske bergarter.

Innsjødata:

Høyde over havet	141,5 m
Overflateareal	0,13 km ²
Innsjøvolum	1,27 mill.m ³
Største dyp	23 m
Nedbørsfelt	3,6 km ²
Midlere tilrenning	125 l/s
Teoretisk oppholdstid	0.32 år

Granavatnet har hatt store næringssalttilførsler fra jordbruksaktivitet og boligbebyggelse (150 kg P/år beregnet i 1983), og det er registrert store algeoppblomstringer og redusert oksygeninnhold i vatnet. Næringssalttilførslene er imidlertid kraftig redusert de siste årene. Det er også utført tiltak i vatnet i form av fjerning av vannplanter.

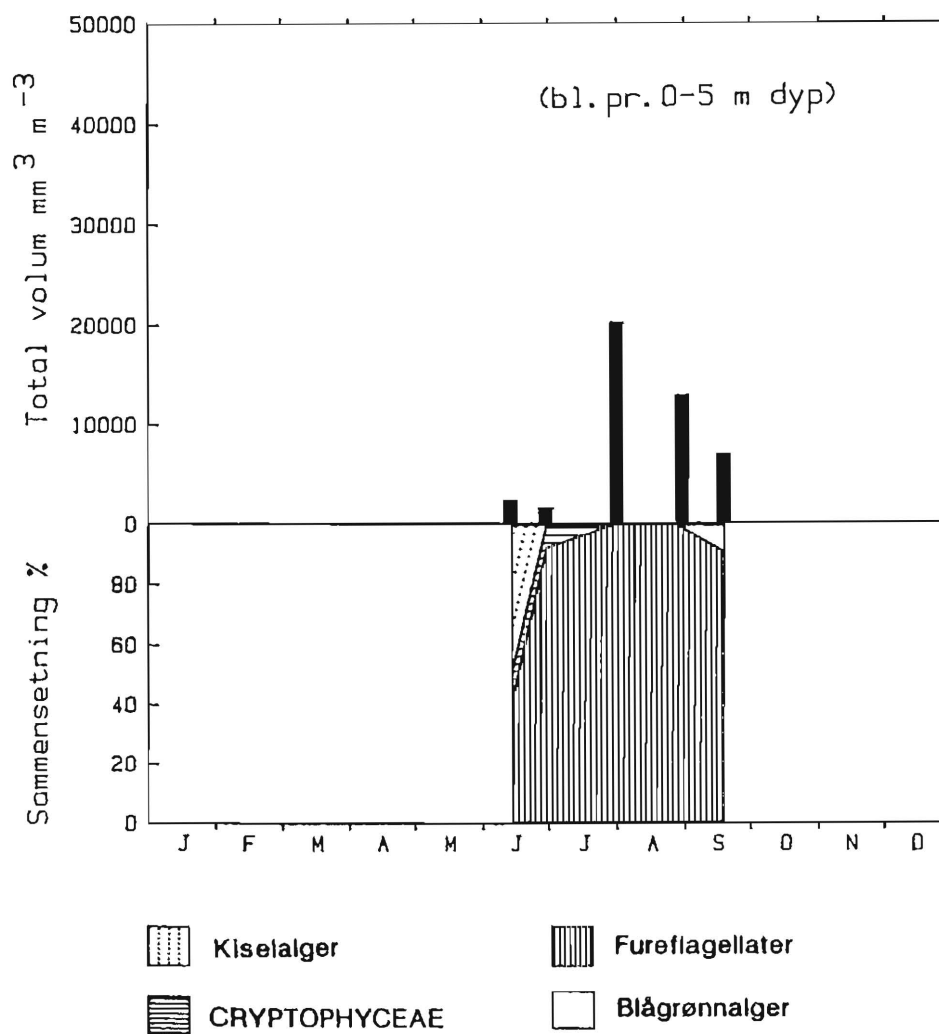
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 m



Figur 1. Dybdekart for Granavatn. ★ - prøvetakingsstasjon.

PLANTEPLANKTON-ALGER

Kvantitative planteplanktonprøver ble samlet inn fem ganger fra midten av juni til midten av september. Prøvene var blandeprøver fra 0-3 m's dyp (juni) og 0-5 m. Resultatene er framstilt i figur 2 og vedlegg 1. Algebiomassen er gitt som volum i mm^3/m^3 (= mg/m^3 våtvekt).



Figur 2. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Granavatn 1988.

Som figur 2 viser, skjedde det en kraftig oppblomstring av en fureflagellat-art, Ceratium hirundinella, i juli (se side 5). Denne er svært stor i forhold til andre alger, dekket av et platepanser med celluloseholdig stoff og kan bevege seg ved hjelp av flageller (haler). Arten dominerte i hele undersøkelsesperioden.

Av andre arter ble det funnet mye kiselalger i juni, særlig arten Synedra rumpens, som er en vanlig forsommerart i

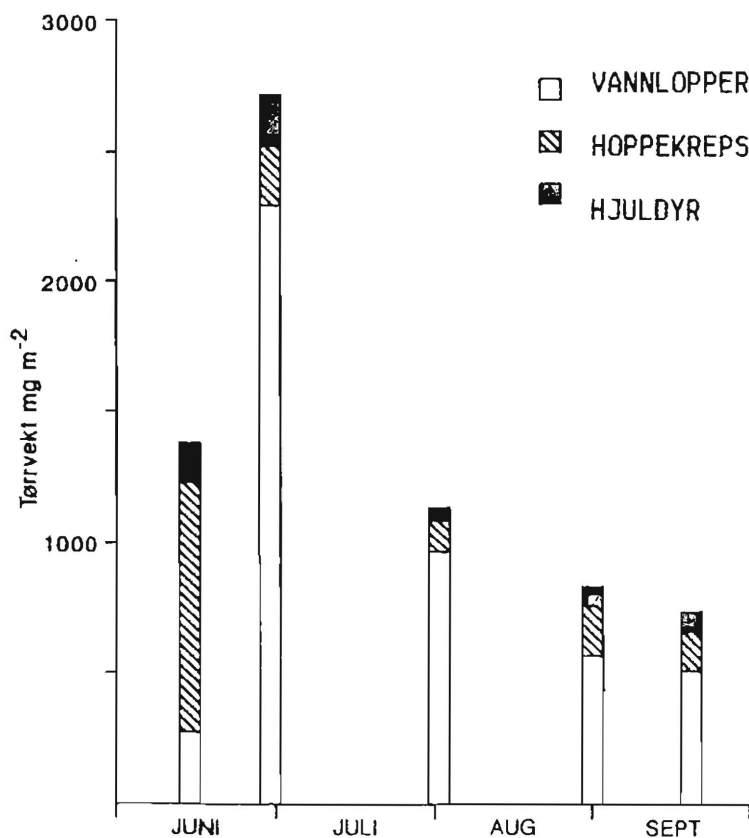
næringsrike innsjøer. I september ble blågrønnalgen Achroonema sp. funnet.

Det høye maksimumsvolumet av alger på over 20000 mm³ /m³, dominansen av fureflagellater samt forekomst av kiselalger og blågrønnalger, viser at Granavatnet er kraftig forurensset og svært næringsrikt.

DYREPLANKTON

Innsamling av dyreplankton ble foretatt ved 5 tidspunkt fra midten av juni til midten av september. For kvantitative masseberegninger ble det brukt rørhenter på 5 liter. Det ble tatt et "kutt" for hver meter i området 0-20 m og vatnet ble silt gjennom en planktonduk med maskevidde 45 μ m. I tillegg ble det tatt vertikalt planktonhåvtrekk (håvåpning 660 cm², maskevidde 90 μ m) ved hver av de 5 prøvetakingene for lengdemåling av vannloppen Daphnia longispina. Seksti vannlopper fra hver av prøvedatoene ble lengdemålt.

Resultatene er fremstilt i figur 3 og vedlegg 2. Biomassen av dyreplankton varierte fra 730 mg/m² til 2720 mg/m². Den største verdien ble registrert 30/6.



Figur 3. Sammensetning av dyreplanktonet (mg tørrv/m²) i Granavatn 1988.

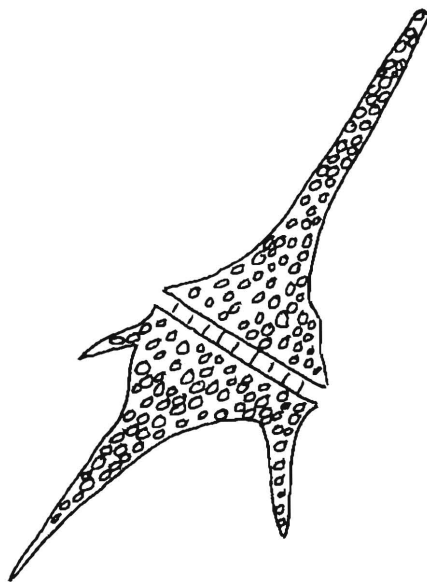
Krepsdyrgruppen vannlopper dominerte gjennom sesongen, bortsett fra første prøvetaking 14/6, da hoppekreps dominerte.

Av vannloppene var det mest av arten Daphnia longispina, noe Bosmina longispina og rovdyrarten Leptodora kindtii.

Hoppekrepsene var dominert av arten Cyclops scutifer. Den andre vanlige arten blant hoppekrepsene var Acanthodiaptomus denticornis.

Den tredje gruppen dyreplankton, hjuldyrene, hadde de laveste biomasseverdier totalt sett. Syv arter ble registrert.

Lengdefordelingen hos Daphnia longispina ble undersøkt. Arten hadde sin største forekomst 30/6. Populasjonen var da spredt på alle lengdegrupper bortsett fra den minste fraksjonen (0,4-0,6 mm), noe som tydet på at rekrutteringen var begrenset til et minimum. Ved de senere prøvetidspunkt var det bare beskjedne mengder små vannlopper. I stedet ble det produsert hanner som utgjorde hele 38% fra 31/8. Hannene parer seg med hunnene som så danner hvileegg for overvintring. At vannloppene innstiller rekrutteringen på et så tidlig tidspunkt og produserer hanner, er ofte et tegn på at populasjonen er påvirket av negative miljøfaktorer som f.eks. matmangel.



Fureflagellaten Ceratium hirundinella forstørret 300 ganger.

FISK

Våren 1986 ble det satt ut 500 stk. 18 grams regnbueaure. Et prøvefiske høsten-86 viste at regnbueauren spiste stingsild og oppnådde god tilvekst (gjennomsnittsvekt 404 g, K-faktor 1,27). Våren 1987 ble det derfor satt ut nye 1000 stk. som om høsten veide 3 hg.

Den 20/05-88 ble det satt ut hele 1200 regnbueaure med en gjennomsnittsvekt på 100 g i Granavatnet.

I løpet av fire helger i august-september ble det solgt 289 fiskekort for stangfiske og tatt opp ca 650 regnbueaure på tilsammen 200 kg, altså ei gjennomsnittsvekt på vel 300 g. Noe av fangsten var fra 1987-utsettet.

Ei natts fiske med 12 botngarn og 6 flytegarn 5/10-88 ga 300 regnbueaure på tilsammen 110 kg og ei lita røye. Dette tilsvarer ei gjennomsnittsvekt på 376 g. Det meste av fisken var fra 1988-utsettet, noen hadde gått 2 somre i vatnet.

Tilsammen 100 fisk ble veid, lengdemålt og undersøkt m.h.t. kjøttfarge og mageinnhold:

Gjennomsnittsvekt: 446 g
K-faktor : 1,21

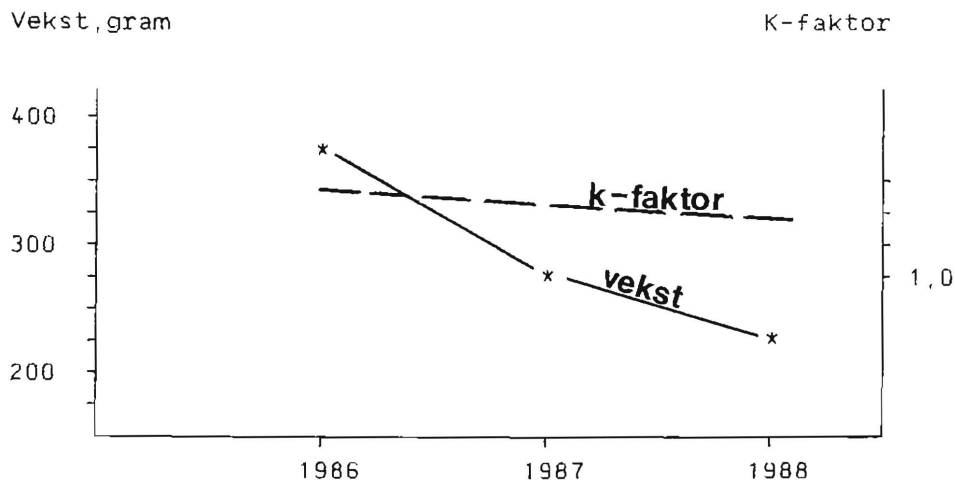
Kjøttfarge : 62 % røde
35 % lyserøde
3 % kvite

Mageinnhold : Snegler (damsnegl) funnet i 62 % av fisken
(53 % hadde kun spist snegler)
Stingsild i 17 %
Plankton i 14 %
Marflo i 6 %
Vårfluelarver i 5 %
Plantemateriale i 2 %

Skjellprøver tyder på at grensen mellom fisk utsatt i 1987 og 1988 lå på rundt 600 gram. Gjennomsnittsvekt og K-faktor for 1988-utsettet (fisk < 600 g) var henholdsvis 325 gram og 1,19. I tabell 1 er gjennomsnittsvekt og K-faktor i 1988 sammenlignet med tilsvarende hos fisk som ble satt ut og fanget de to foregående år.

Tabell 1
Sammenligning av fisk som har gått en sommer i Granavatn.

	1986	1987	1988
Utsettingsstørrelse	18 g	20 g	100 g
Ved fangst: Gjennomsnittsvekt K-faktor	404 g 1,27	300 g	325 g 1,19

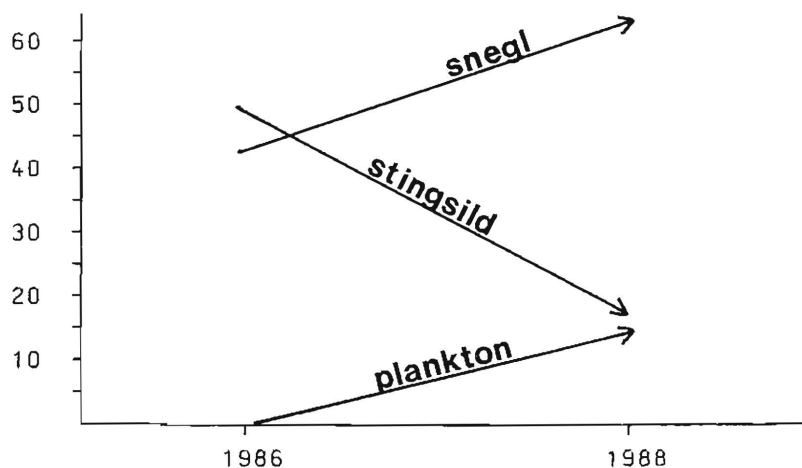


Figur 4. Gjennomsnittlig vekst i perioden 1986-1988.

Regnbueaurens gjennomsnittsvekst er redusert fra 386 g i 1986 til 225 g i 1988.

Sammenlignes mageinnholdet i 1988 med mageprøver fra 1986, er det en kraftig økning av snegl. Andelen fisk som hadde spist stingsild var redusert, mens andelen som hadde spist dyreplankton var økt. Andelen fisk som hadde spist vårfluer var redusert fra 13 til 5%, mens andelen som hadde spist marflo var uendret.

Mageinnhold
%



Figur 5.

Mageprøver fra 1988 sammenlignet med mageprøver fra 1986.

Totalfangsten i 1988 på 950 fisk på tilsammen 320 kg tilsvarer en avkastning på 15 kg/ha (13 ha).

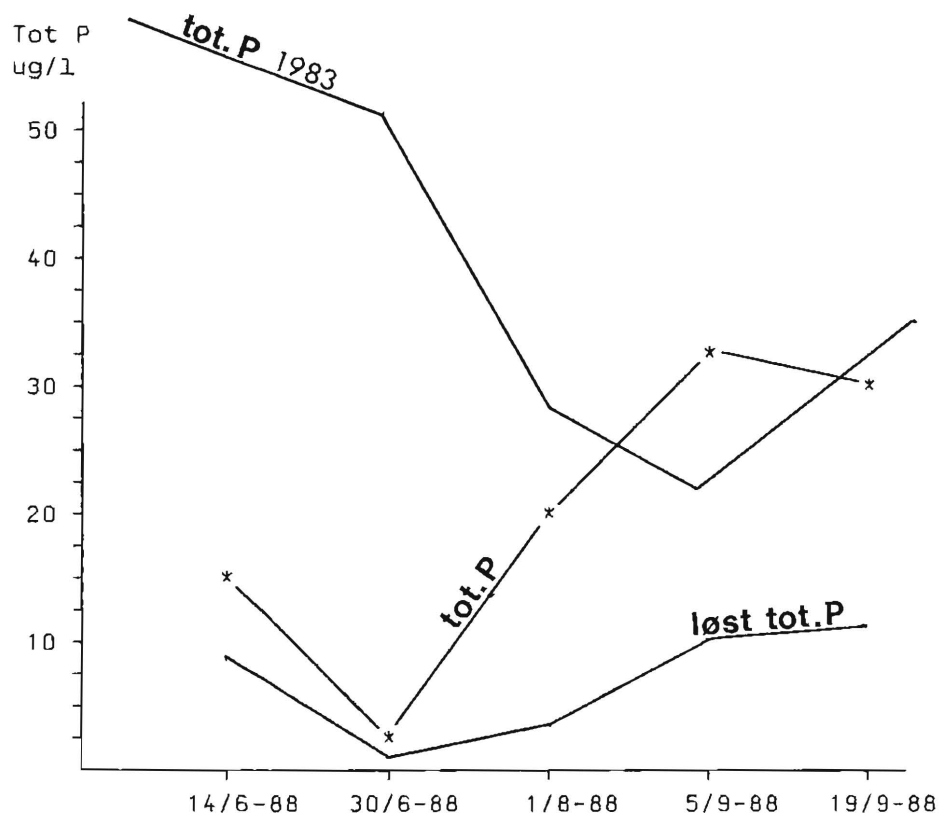
VANNKVALITET

-Konsentrasjon av totalt fosfor og løst totalt fosfor

Det ble tatt 5 vannprøver i tiden 14/6-19/9 for analyse av totalfosfor og løst totalfosfor i overflatelaget (epilimnon).

Fra juli og utover steg verdien av totalfosfor fra 2 til over 30 $\mu\text{g/l}$. Dette er høyt og karakteristisk for næringsrike vatn. Konsentrasjoner over 10-11 $\mu\text{g/l}$ medfører fare for oppblomstring av giftproduserende blågrønnalger.

Sammenlignes fosformålingene fra 1988 med målinger utført til tilnærmet samme tidspunkt i 1983, har det vært en betydelig reduksjon i fosforkonsentrasjon (figur 7 og vedlegg 3).



Figur 6.

Konsentrasjon av totalt fosfor og løst totalt fosfor i epilimnion (overflatelaget). Gjennomsnittsverdien av totalt fosfor målt på 3 m's dyp i 1983 er også inntegnet.

-pH/ledningsevne

pH er målt i overflata og på 20 meters dyp seks ganger i tiden 14/6-19/9 og ledningseven 5 ganger.

I overflata ble det registrert basiske pH-verdier mellom 7,5 og 8,9. Ved botn var pH-verdien rundt 7,0 (Vedlegg 3).

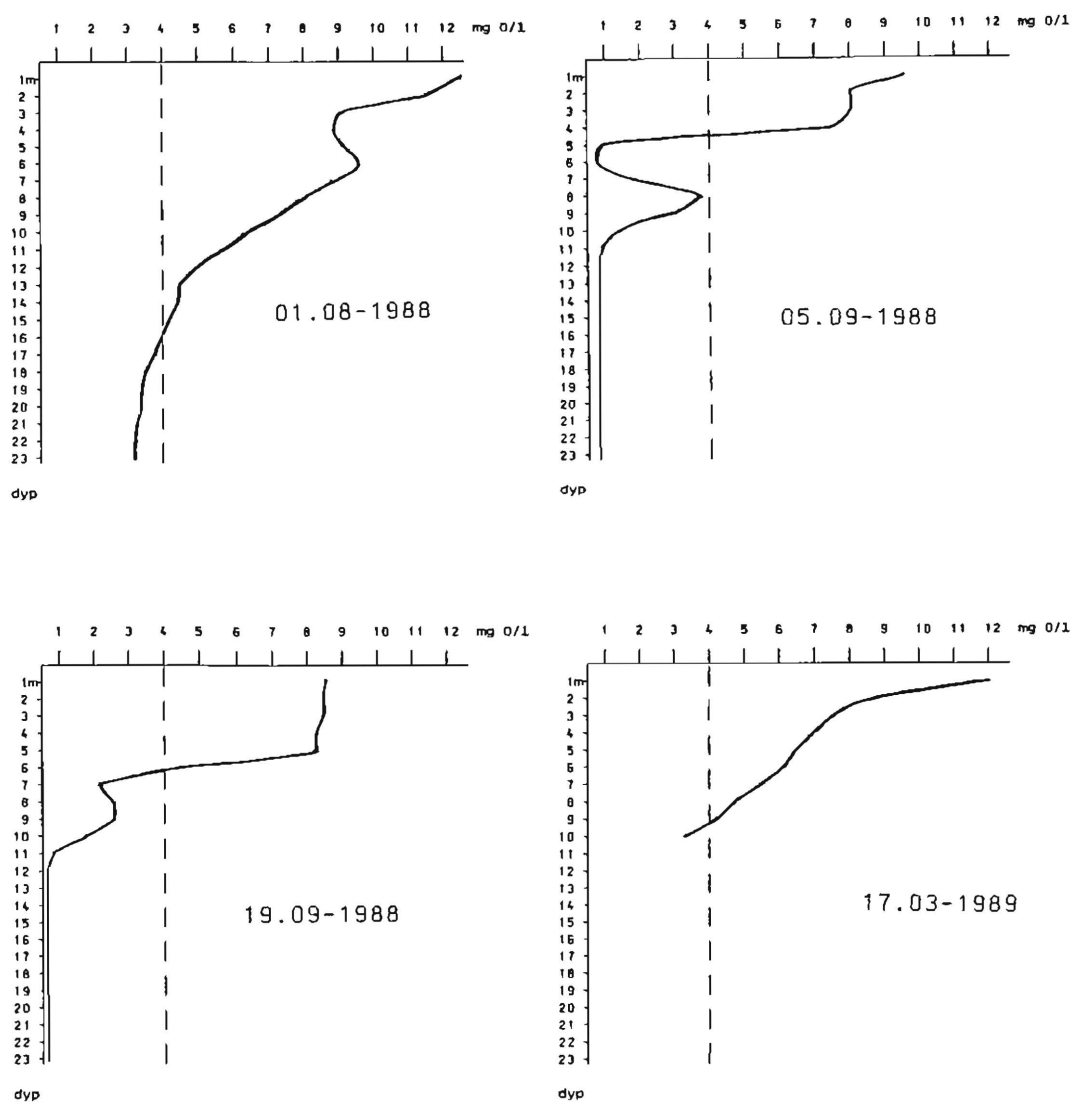
Ledningsevnen i overflata var på 100-120 $\mu\text{S/cm}$, mens den på botn var høyere, 122-155 $\mu\text{S/cm}$.

-Temperatur/oksygen-skjiktning

De øvre 3-5 m av overflatevatnet ble utover sommeren oppvarmet til 15-20 grader (Vedlegg 3). Varmt vatn er lettere enn kaldt vatn og blir liggende som et lokk som hindrer omrøring av vannmassene nedenfor. Den 19/9 var det øvre vannlaget avkjølt til 11-12 grader.

Oksygeninnholdet ble målt tre ganger i løpet av sommeren/høsten 1988 og en gang på isen om våren 1989. I begynnelsen av august var det levelig for fisk (> 4 ppm O₂) ned til 16 m. I begynnelsen av september var det total oksygenmangel under 6 m. Mer avkjølt overflatevatn og vindpåvirkning (begynnende høstsirkulasjon) gjorde oksygenforholdene noe bedre 19/9.

Målingen i mars -89 var overraskende gode: Det var levelig for fisk helt ned til 9 m.

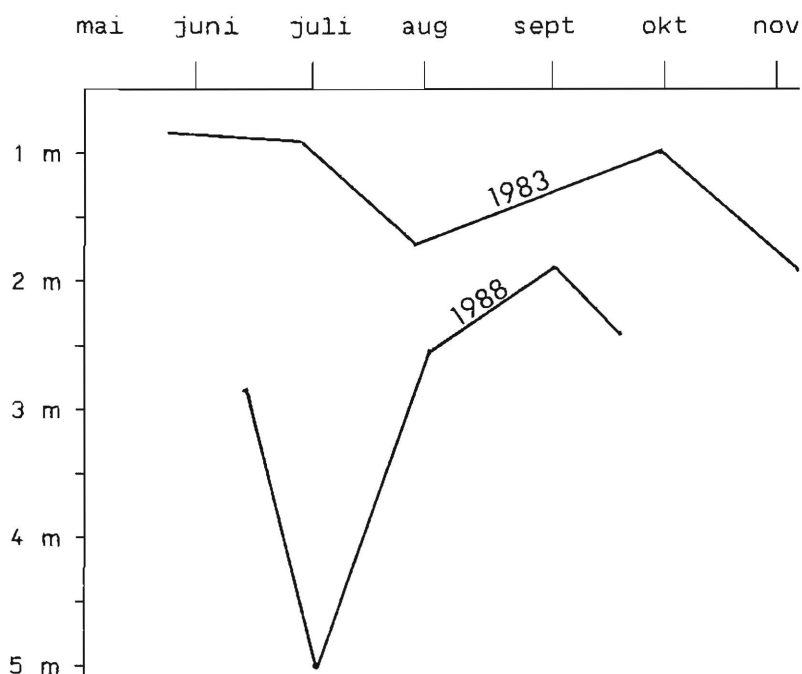


Figur 7. Oksygenmålinger i Granavatnet 1988-89.

-Siktedyp/farge

Siktedyp og farge ble registrert ved 5 tidspunkt i perioden 14/6 - 19/9-88. Det ble brukt en vanlig sikteskive (secci-skive) som ble senket ned i vatnet til den forsvant ut av syne. Middelet av denne dybden og det dypet hvor den igjen ble synlig, ble regnet som siktedyp.

Siktedypet var for det meste mellom 2 og 3 m. Den 30/6 var det hele 5 m men ble utover sensommeren redusert til 1,75 m. Sammenlignet med målinger til nær samme dato i 1983 har det vært en klar bedring i siktedyp (figur 8).



Figur 8. Utvikling i siktedyp i Granavatn i 1988 og i 1983.

Fargen mot sikteskiva varierte mellom brunlig gul og gulig brun.

DISKUSJON

I en NIVA-undersøkelse utført i 1983 (Holtan 1984) ble det nesten ikke funnet vannlopper i Granavatn. Dyreplanktonet bestod hovedsaklig av hoppekreps (Cyclops scutifer), noe som tydet på sterk predasjon fra planktonspisende fisk (stingsild). Hoppekreps er raskere enn vannlopper, og dermed vanskeligere og fange for fisk. Det ble også påvist stingsild i de frie vannmassene, noe som er uvanlig. Mye tydet derfor på at en tett stingsildbestand holdt vannloppebestanden nede på et meget lavt nivå.

Dyreplanktonets sammensetning i 1988 tydet ikke på særlig stor predasjon på vannloppene. Dette er nok en effekt av regnbueaure-utsettingene i 1986-88. Regnbueauren er kjent som en effektiv stingsildpredator. Den stresser også stingsilda, slik at den presses inn i strandsonen. Redusert andel stingsild og økt andel dyreplankton/snegl i mageprøver av regnbueaure fra 1986-88 indikerer også redusert stingsildbestand.

Mengden av planteplankton (kryptonomader, grønnalger) i juni var stor nok til å bygge opp en vannloppebestand (D. longispina) med topp i månedsskifte juni/juli. Disse beitebare formene av planteplanktonet forsvant deretter nesten totalt, og førte til at vannloppebestanden avtok utover sommeren og høsten til et nivå langt mindre enn forventet i forhold til vatnets tilgang på næringssalter. Manglende rekruttering blant vannloppene, samt produksjon av hanner, tydet på at populasjonen var påvirket av negative miljøfaktorer, sannsynligvis matmangel. Dette skyldtes nok oppblomstringen av fureflagellaten Ceratium hirundinella som ikke er beitebar for dyreplanktonet og derfor må regnes som ei blindgate i næringskjeden. Algeproduksjonen som ikke går inn i næringskjeden sedimenteres etter hvert på bunnen og nedbrytes under forbruk av oksygen. Fureflagellatene utnytter særlig løst fosfor, og dette førte til relativt større forskjell mellom konsentrasjonen av totalt fosfor og løst totalfosfor utover sommeren. Oppblomstringen av fureflagellater medførte at siktedypet ble redusert fra 5 til 1,8 m.

Oppblomstringen av ikke-beitebare fureflagellater i Granavatn førte til svært mye planteplankton (P) i forhold til algebeitende dyreplanktonarter (Z). P/Z- forholdet kom opp i hele 9, og indikerte ufullstendig utnyttelse av planteplanktonet samt at dyreplanktonet ble hindret i å utvikle seg (dårlig selvrensningsevne). Det ideelle ville vært et P/Z-forhold < 1 med høy effektivitet i å overføre planteplankton til dyreplankton. Økt næringssalttilgang vil under slike forhold ikke føre til økt mengde planteplankton, men gi en økning i dyreplanktonmengden.

Oppblomstringen av fureflagellater kan skyldes en kombinasjon av utgangskonsentrasjonen, turbulens i vannmassene, konkurransefortrinn p.g.a. egenbevegelse v.h.a. flageller eller mindre beitetrykk fra dyreplankton p.g.a. størrelsen/

platepanseret. Den varme sommeren i 1988 kan også ha hatt betydning. Masseoppblomstring av lite beittbare alger var neppe spesielt for 1988, men hvilke arter som dominerer kan variere fra år til år. Masseoppblomstringer av fureflagellater er også kjent fra næringsrike vatn som Haugatjern ved Røros og Akersvatn i Vestfold. En undersøkelse av planteplankton i Granavatn 26. mai 1983 (Holtan 1984) viste dominans av grønnalger. Utviklingen i algemengde gjennom sommeren var ulik utviklingen i 1988 ved at maksimum algebiomasse var størst i mai. Skiftinger i tidspunkt for maksimum algebiomasse og det at ulike arter (særlig blågrønnalger, fureflagellater, kiselalger) dominerer, er typisk for sterkt forurensede vatn. Den målte totalfosforkonsentrasjonen på opptil 30 ug/l er også høy. Alt ved konsentrasjoner over 10-11 ug tot P/l er det fare for oppblomstring av giftproduserende blågrønnalger. Oksygenmangel ved bunnen på sensommeren og om våren før isen går er også vanlig i sterkt forurensede vatn.

Ledningsevnen, som ble målt til 100-150 uS/cm er karakteristisk for distrikter med mye marin leire.

Til tross for den uheldige utviklingen med oppblomstring av fureflagellater, tyder konsentrasjonen av fosfor, siktedyp og oksygeninnhold på at vannkvaliteten er bedret siden 1983. Gjennomsnittlig P-konsentrasjon er halvert fra om lag 40 ug/l i 1983 til 20 ug/l i 1988. Gjennomsnittlig siktedyp er økt fra 1,3 til 2,9 m. En oksygenmåling fra midten av mars 1989 viste at det var levelig for fisk ned til 9 m's dyp. Ved samme dato i 1983 var det levelig for fisk ned til 3-4 m. I overgangen juli-august 1983 var det levelig for fisk ned til 6 m. Ved samme årstid i 1988 var det levelig til 16 m. For overgangen august-september var situasjonen imidlertid snudd. Da var det levelig for fisk to meter dypere i 1983 enn i 1988. Dette kan skyldes den enorme produksjonen av fureflagellater i juli/august-88. Da vannloppene ikke kan utnytte denne produksjonen, ender algene som strøfall på bunnen og brytes ned under forbruk av oksygen. Temperaturmålingen 19/9-88 viste markert sprangskjikt ved 5-6 m (vedlegg 4), og følgelig minimal utskifting av vannmassene under sprangskjiktet. Oksygenmålingene viste tilsvarende nærmest total oksygenbrist helt opp til sprangskjiktet 5. og 19. september 1988.

Ved redusert næringssalttilførsel og riktig utsettingsmengde/ beskatning av fisk kan forholdene stabiliseres. Fortsatt begrenset predasjon på dyreplanktonet vil styrke bestanden av vannlopper, som igjen kan ha en positiv effekt på utviklingen av planteplanktonet ved måten de gjødsler vannmassene på ved ekskresjon. En tilbakeføring av fosfor til vannmassene fra dyreplankton favoriserer små, hurtigvoksende alger, mens fisk resirkulerer fosfor i større konsentrasjoner, noe som favoriserer store sentvoksende alger som blågrønnalger, fureflagellater og kiselalger. Algenes fosforkrav er større ved hurtig vekst enn lav. Når dyreplanktonet gjennom beiting forårsaker økt veksthastighet i algesamfunnet, fører det derfor til mindre algemengde (Olsen m.fl. 1989). Sterk beiting fra dyreplankton fører også normalt til økt

sedimentasjon av fosfor etter hvert som dyreplanktonet dør. Mengden av fosfor bundet i algene reduseres og medfører nedgang i algemengden (Olsen m.fl. 1989).

Positiv effekt av et biologisk tiltak som iverksettes samtidig med rensetiltak kan bare fastslås dersom innsjøen etter behandling viser økt beiting av dyreplankton og økt spesifikk veksthastighet i algesamfunnet gjennom sommerperioden (Olsen m.fl. 1989). Dyreplanktonets sammensetning med store vannlopper samt et siktedyp på over 2 m i 1988 tyder på at utsettingen av regnbueaure har bedret selvrensningsevnen i vatnet. Særlig før oppblomstringen av fureflagellater var selvrensningsevnen god med P/C-forhold <1 og siktedyp på 5 m.

Den store næringssaltmengden i vatnet kan ved produksjon av gunstige alger resultere i mer dyreplankton som igjen kan tjene som næring for regnbueaure/aure, særlig etter hvert som de andre næringsdyrgruppene er redusert p.g.a predasjon fra regnbueauren.

På grunn av fare for spredning av sykdommer/parasitter bør det satses på aure framfor regnbueaure. Vekten på regnbueauren er redusert siden den første utsettingen i 1986, sannsynligvis p.g.a. redusert næringstilgang (bl.a. stingsild). Antallet som ble satt ut økte også fra 500 i 1986 til 1000 i 1987 og 1200 i 1988. Avkastningen i 1988 var 15 kg/ha, godt over det som er normalt for norske vatn. Både av hensyn til aurens vekst og vannloppebestandens størrelse bør det settes ut færre fisk framover enn i 1988.

Fortsatt overvåking av utviklingen av plante- og dyreplanktonet vil gjøre det lettere å vurdere riktig utsettingsmengde/beskatning av fisk og fornuftig beitetrykk på dyreplanktonet.

LITTERATUR

- HAUG, A. 1989. Phyto- og zooplanktonundersøkelser i Granavatn, Nord-Trøndelag 1988. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 1989-1. 23 s.
- HOLTAN, H. 1984. Undersøkelse av forurensningssituasjonen i Lømsen, Østre Dyen, Granavatn og Nesvatn i Nord-Trøndelag. NIVA-rapport 0-83069. 90 s.
- OLSEN, Y., BRABRAND, Å., KALLQVIST, T., LYCHE, A., REINERTSEN, H. og VADSTEIN, O. 1989. Kriterier og prosedyrer for bestemmelse av biologisk selvrensningsevne i innsjøer. NTNF's program for eutrofieringsforskning. 30 s.

GRUPPER/ARTER	Dato=>	880614	880630	880831	880831	880919
Cyanophyceae (Blågrønner)						
Achroonema sp.		51.4	-	-	176.5	563.7
Anabaena sp. (A.tenericaulis ?)		11.8	-	11.8	136.1	-
Sum		63.2	-	11.8	312.6	563.7
Chlorophyceae (Grønner)						
Ankyra lanceolata		-	9.7	-	-	-
Chlamydomonas sp. (l=8)		.3	-	-	-	-
Dictyosphaerium pulchellum v.minutum		3.5	-	-	-	-
Elakatothrix gelatinosa		-	-	.4	-	-
Koliella sp.		-	-	1.6	-	-
Monoraphidium komarkovae (=setiforme)		11.2	-	-	-	-
Scenedesmus denticulatus v.linearis		2.5	-	-	-	-
Scenedesmus spp.		.9	-	-	-	-
Sphaerocystis Schroeteri		-	6.7	-	-	-
Synedra sp. (S.vaucheria ?) (l=15-20)		99.1	-	-	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		82.2	-	-	-	-
cf.Selenastrum capricornutum		6.1	-	-	-	-
Sum		205.9	16.4	2.0	-	-
Chrysophyceae (Gullalger)						
Chrysochromulina parva		39.8	-	-	-	-
Craspedomonader		-	-	-	7.3	-
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		5.0	-	.5	1.7	2.0
Små chrysomonader (<7)		1.6	2.2	1.2	8.5	1.2
Store chrysomonader (>7)		40.5	3.0	6.1	10.1	18.2
Sum		87.0	5.3	7.8	27.6	21.5
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Asterionella formosa		11.2	1.4	-	-	-
Diatoma elongata		19.9	-	-	-	-
Nitzschia sp. (l=40-50)		71.0	.9	-	16.2	34.9
Synedra rupestris		279.1	-	-	-	-
Synedra sp. (l=100)		519.0	-	-	-	-
Sum		900.2	2.4	-	16.2	34.9
Cryptophyceae						
Chilomonas sp.		-	-	10.3	-	-
Cryptomonas erosa		26.2	26.2	8.7	-	-
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		-	10.6	-	-	-
Cryptomonas sp.2 (l=15-18)		12.5	1.2	-	-	-
Cryptomonas spp. (l=24-28)		12.5	15.6	-	-	-
Katablepharis ovalis		84.7	.9	2.0	2.5	.6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantical)		54.5	45.4	25.5	20.1	16.8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		-	14.0	-	-	-
Sum		190.3	113.9	46.5	22.6	17.4
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Ceratium hirundinella		720.0	1339.2	20084.2	12447.5	6257.5
Gyanodinium sp.1 (l=14-15)		-	-	3.3	-	-
Peridinium inconspicuum		4.4	-	-	-	-
Sum		724.4	1339.2	20087.0	12448.0	6257.5
My-alger						
Sum		26.0	1.4	5.0	12.1	10.2
Total						
		2197.1	1478.5	20160.0	12838.0	6905.1

Vedlegg 2. Granavatnet 1988. Zooplanktonbiomasser (mg tørrv/m²)

LOKALITET: GRANAVATN
AR: 1988
DYP: 0-20 m
METODE: RØRHENTER

ART/GRUPPE

CLADOCERA	DATO:	14.6	30.6	1.8	31.8	19.9
<i>Daphnia longispina</i>		258	2139	952	566	504
<i>Bosmina longispina</i>		8		1		3
<i>Leptodora kindti</i>			162	12		6
COPEPODA						
<i>Diaptomidae</i> naupl. indet			<1	1	<1	
cop. indet	10	7	13	2	1	
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> ad.		10	12	51	20	
<i>Cyclopoidae</i> naupl. indet	99	104	67	50	14	
cop. indet	684	70	26	79	103	
<i>Cyclops scutifer</i> ad.	167	34	11	3	3	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> ad.		5				
ROTATORIA						
<i>Keratella cochlearis</i>	1	1	<1	58	35	
<i>Keratella quadrata</i>	<1	<1	<1	1	<1	
<i>Kellicottia longispina</i>	1	1	<1			
<i>Polyarthra</i> sp	12	14	25	8	7	
<i>Asplanchna priodonta</i>	50	168	8	3	32	
<i>Asplanchna</i> sp.	88	4				
<i>Filinia longiseta</i>	1	1	3	3	1	
CLADOCERA BIOMASSE	266	2301	965	566	513	
COPEPODA BIOMASSE	960	230	130	185	141	
ROTATORIA BIOMASSE	153	189	36	73	75	
ZOOPLANKTON BIOMASSE (mg m ⁻²)	1379	2720	1131	824	729	

Vedlegg 3. Vannkvalitetsdata

GRANAVATN 1988.

TOTALFOSFOR OG LØST TOTALFOSFOR I OVERFLATELAGET

DATO:	14.06	30.06	01.08	05.09	19.09
TOT. P :	14	2.1	21	32	29
LØST TOT P:	9.1	< 2.0	4.4	10	11

GRANAVATN 1988. TEMPERATUR, SIKTEDYP, VANNFARGE.

DYP	14.06	30.06	01.08	31.08	19.09
0.2	14.0	22.0	17.6	15.7	11.3
1	14.0	21.5	17.6	15.4	11.3
2	13.9	19.5	17.6	15.3	11.2
3	10.2	14.8	17.3	15.3	11.2
4	7.7	9.1	12.4	14.4	11.2
5	6.0	7.2	8.2	12.9	11.1
6	5.2	5.7	5.9	8.6	8.3
7	4.6	4.9	5.1	6.2	6.2
8	4.2		4.4	5.4	5.0
9			4.2	4.6	4.3
10	3.9	4.0	4.0	4.2	4.1
11					4.0
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20	3.9	3.9	3.9	4.0	3.9
SIKTEDYP(m)	2.8	5.0	2.5	1.8	2.5
VANNFARGE:	brunlig-gul	brunlig-gul	gulig-brun	gulig-brun	brunlig-gul

OKSYGENMÅLINGER

DYP	01.08	19.09	05.09	17.03-89
1	12.4	8.6	9.7	12.0
2	11.5	8.4	8.0	8.8
3	9.0	8.4	8.1	7.7
4	8.9	8.2	7.5	7.0
5	9.2	8.2	1.0	6.5
6	9.6	4.6	0.8	6.2
7	8.8	2.2	2.0	5.5
8	7.8	2.8	3.8	4.8
9	7.2	2.6	3.2	4.2
10	6.3	1.8	1.6	3.3
11	5.7	0.8	1.0	
12	5.0	0.6	0.9	
13	4.6	0.6	0.8	
14	4.4	0.6	0.8	
15	4.2	0.6	0.8	
16	4.0		0.8	
17	3.8		0.8	
18	3.6		0.8	
19	3.5		0.8	
20	3.4		0.8	
21	3.2		0.7	
22	3.2			
23	3.2			

GRANAVATN 1988. LEDNINGSEVNE, pH.

	14.06	30.06	01.08	31.08	05.09	19.09
LEDNINGSEVNE						
Overflate	100	120	110	105		100
20 m	122	155	135	140		125
pH						
Overflate	8.05	7.8	>7.6	>7.6	8.9	7.5
20 m	7.10	6.8	6.9	6.9		7.0

Hittil utkommet i samme serie:

- Nr. 1 - 1983: Tiltak for å redusere antall kollisjoner mellom elg og tog i kommunene Grong og Snåsa.
- Nr. 1 - 1984: Kontroll med landbruksavrenning. Resultat 1983.
- Nr. 2 - 1984: Viltområdekartlegging. Erfaring fra Nord-Trøndelag.
- Nr. 3 - 1984: Skjøtselsplan for Bergsåsen naturreservat og plantelivsfredningsområde i Snåsa (under utarb.).
- Nr. 4 - 1984: Skjøtselsplan for edellauvskogreservater i Nord-Trøndelag, med spesiell vekt på Byahalla i Steinkjer.
- Nr. 1 - 1985: Forsøksfiske med kilenot i Leksdalsvatnet.
- Nr. 2 - 1985: Fisket i Leksdalsvatnet 1984. En spørreundersøkelse blant grunneiere og fiskekortkjøpere.
- Nr. 3 - 1985: Skogrydding som tiltak for å redusere antall kollisjoner mellom elg og tog.
En beskrivelse av iverksettelsen av tiltaket i Grong og Snåsa i 1984.
- Nr. 4 - 1985: Jegerobservasjoner i elgforvaltningen. Erfaringer med bruk av «Sett elg» i Nord-Trøndelag.
- Nr. 5 - 1985: Rapport fra studietur til Spania. Dagene 21.—28. april 1985.
- Nr. 6 - 1985: Fisket i Snåsavatnet 1984. En spørreundersøkelse blant grunneiere og fiskekortkjøpere.
- Nr. 7 - 1985: Jegerprøven som valgfag i ungdomsskolen.
Erfaringer fra et prøveprosjekt i Nord-Trøndelag skoleåret 1984—1985.
- Nr. 8 - 1985: Tungmetaller i fisk i Indre Namdalen.
- Nr. 1 - 1986: Erfaringer fra drift av minirensanlegg «Klargester Biodisc B2».
- Nr. 2 - 1986: Fisk og forurensing i sidebekkene til Verdalselva.
- Nr. 3 - 1986: Fisket i Snåsavatnet 1985.
- Nr. 4 - 1986: Teinefiske etter røye. En spørreundersøkelse blant brukere av nettingteiner.
- Nr. 5 - 1986: Canadagås i Nord-Trøndelag.
- Nr. 6 - 1986: Forra-området i kommunene Levanger, Stjørdal, Verdal og Meråker. Forslag til vern.
- Nr. 7 - 1986: Lakselver og lakseforvaltning i Spania. Rapport fra studietur til regionen Asturias, 22.—28. mai 1986.
- Nr. 8 - 1986: Fiskeundersøkelser i Bognavassdraget.
- Nr. 9 - 1986: Bever i Nord-Trøndelag.
- Nr. 1 - 1987: Fiskeundersøkelser i Oppløvvassdraget.
- Nr. 2 - 1987: Radioaktivitet i ferskvannsfisk i Nord-Trøndelag i 1986.
- Nr. 3 - 1987: Aurens gytebekker i Snåsavatnet.
- Nr. 4 - 1987: Vannkvalitetsvurdering av innsjøer i Nord-Trøndelag 1986.
- Nr. 5 - 1987: En forurensningsundersøkelse av Levangerelva 1985. Sluttrapport.
- Nr. 6 - 1987: Fisk og forurensing i sideelver til Namsen. Overhalla 1986.
- Nr. 7 - 1987: Rovvilt i Nord-Trøndelag. Bjørn 1986.
- Nr. 8 - 1987: Fiskeforvaltning i Sverige. Rapport fra en studietur til Jämtland og Norrland.
- Nr. 9 - 1987: Fiskeundersøkelser i Hoplavassdraget 1986. Rapport fra prøvefisket i Movatn, Hoklingen og Hammervatnet.
- Nr. 10 - 1987: Avfallsforbrenning i Europa. Rapport fra studietur.
- Nr. 11 - 1987: Vassdragsdata Nord-Trøndelag.
- Nr. 12 - 1987: Batteriinnsamling i Midt-Norge.
- Nr. 1 - 1988: Fisk og forurensing i elver og bekker i Levanger.
- Nr. 2 - 1988: Fisk og forurensing i sideelver til Namsen, Høylandet 1987.
- Nr. 3 - 1988: Fisk og forurensing i Hoplavassdraget, Levanger.
- Nr. 4 - 1988: Rovvilt i Nord-Trøndelag. Bjørn, jerv og ulv 1987.
- Nr. 5 - 1988: Fisket i Snåsavatnet i perioden 1983—1987.
- Nr. 6 - 1988: Oppdrett av fisk og skalldyr. Vegledning i behandling av konsesjonssøknader.
- Nr. 7 - 1988: Fisk og forurensing i elver i Stjørdal kommune.
- Nr. 8 - 1988: Vassdragsrapport Lindseta.
- Nr. 9 - 1988: Lokal innsamling av spesialavfall. En presentasjon av en innsamlingsmodell.
- Nr. 10 - 1988: Forvaltningen av verneområdene på Tautra, Frosta kommune.
- Nr. 11 - 1988: Viltinteressene i kommuneplanen.
- Nr. 1 - 1989: Administrativ samarbeidsmodell for arbeidet med landbruksforurensning mellom ytre landbruks- og miljøvernetat.
- Nr. 2 - 1989: Fisk og forurensning i bekker i Inderøy kommune 1988.
- Nr. 3 - 1989: Overvåking av lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Nord-Trøndelag.
- Nr. 4 - 1989: Skogrydding — et effektivt tiltak for å redusere antall kollisjoner mellom elg og tog.
- Nr. 5 - 1989: Fisk og forurensning i elver og bekker i Steinkjer.
- Nr. 6 - 1989: Forslag til forvaltningsplan for Kongsmoelva, Høylandet.
- Nr. 7 - 1989: Elgprosjektet i Nord-Trøndelag, arbeidsrapport nr. 1.
- Nr. 8 - 1989: Rovvilt i Nord-Trøndelag: Bjørn, Jerv og Ulv, 1988.
- Nr. 9 - 1989: Fisket i Leksdalsvatnet i perioden 1984—1988.
- Nr. 10 - 1989: Lakseundersøkelser i Namsenvassdraget. Årsrapport 1988.
- Nr. 11 - 1989: Bedret vannkvalitet i Granavatnet, Inderøy, etter utsetting av regnbueaure.
- Nr. 12 - 1989: Restaureringsplan for Rognsmoen Grustak.
- Nr. 13 - 1989: Forvaltningen av Hammervatnet naturreservat.

