

591

# OPPDRAKSMELDING

Klekkeforsøk med røyerogn  
og bestandsforhold hos fisk  
i Fjorda

Randi Saksgård  
Trygve Hesthagen  
Tore Sollibråten



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

# Klekkeforsøk med røyerogn og bestandsforhold hos fisk i Fjorda

Randi Saksgård  
Trygve Hesthagen  
Tore Sollibråten

## NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

### NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

### NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

### NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

### Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i sammenheng. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

### Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Saksgård, R., Hesthagen, T. & Sollibråten, T. 1999. Klekkeforsøk med røyerogn, og bestandsforhold hos fisk i Fjorda. - NINA Oppdragsmelding 591: 1-20.

Trondheim, mai 1999

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1028-2

Forvaltningsområde:

Bevaring av naturens mangfold

Conservation of biodiversity

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

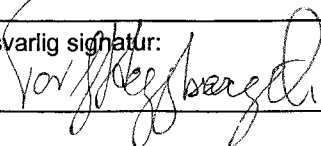
Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13146 Velmundvassdrag (Fjorda)

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Hadeland elektrisitetsverk

## Referat

Saksgård, R., Hesthagen, T. & Sollibråten, T. 1999. Klekketorsøk med røyerogn, og bestandsforhold hos fisk i Fjorda. - NINA Oppdragsmelding 591: 1-20.

I perioden 1991-96 ble det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden i Fjorda. Prosjektet var en del av den biologiske overvåkingen etter kalkingen av innsjøsystemet som startet i 1985. I tillegg foreligger det et referansemateriale fra 1983. Fjorda ble regulert i 1918 og de fleste av aurens gytebekker ble sterkt berørt, og aurebestanden gikk sterkt tilbake. Sandungsbekken innerst i Haukfjorden er den eneste gjenværende gytebekken for aure i Fjorda etter reguleringen. Forsuringen førte til at aurebestanden etter hvert ble nesten helt borte i 1960-åra. Elfiske i Sandungsbekken høsten 1997 viste imidlertid en relativt stor tetthet av aureyngel, mens eldre aureunger ikke ble registrert. Kalkingen synes ikke å ha ført til en god og levedyktig aurebestand i Fjorda. Det har også vært rekrutteringssvikt og store skader hos røye i Fjorda, spesielt i vestre deler av innsjøsystemet. Årsaken til den dårlige rekrutteringen hos røye har tidligere vært antatt å skyldes forsuring. Kalking har imidlertid ikke ført til noen økning i røyebestanden. Det er hittil lokalisert 103 gyteplasser for røye i hele Fjorda, og i november 1997 ble det lagt ut røyerogn på noen av disse gyteplassene i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden. Hensikten var å undersøke om eventuelt surt overflatevann ville gi høy dødelighet hos egg og yngel av røye. Klekketorsøk med røyerogn ble satt på tre ulike dyp i hver lokalitet (1, 3, og 5 m), og tatt opp rett etter isløsningsen i midten av mai 1998. Vannprøver ble tatt hver måned fra ragna ble lagt ut i november 1997 til slutten av mai 1998. Det var stor dødelighet på røyerogna, spesielt før øyerognstadiet. Klekkesuksessen var størst på 1 m dyp, og lavest på 3 og 5 m. I de tre lokalitetene hadde bare mellom 3 og 8 % av ragna utviklet seg til plommesekeyngel. Vannkvaliteten var dårligst rett før isløsning, men basert på antall døgngrader døde det meste av røyerogna på et tidligere tidspunkt. Det var høye konsentrasjoner av TOC (totalt organisk karbon) i vannet, noe som tyder på stor grad av sedimentering. Dette kan være en av årsakene til den høye dødeligheten på røyerogna. Rapporten kommer også med forslag til mulige tiltak for å få levedyktige og gode fiskebestander i Fjorda, bl.a. spyling av gyteplasser for røye og utsetting av eldre aureunger.

Emneord: Aure, klekkesuksess røyerogn, vannkvalitet, sedimentering

Randi Saksgård & Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Tore Sollibråten, Norges Landbrukshøgskole, 1432 Ås.

## Abstract

Saksgård, R., Hesthagen, T. & Sollibråten, T. 1999. Hatching of Arctic charr eggs, and the status of various fish species in Lake Fjorda, a limed and regulated water system in Southern Norway. - NINA Oppdragsmelding 591: 1-20.

Test-fishing was carried out during 1991-96 in Haukfjorden, Svarttjern and Velmunden, three different parts of Lake Fjorda in southern Norway. This was a part of the biological monitoring process following liming of the lakes, which started in 1985. The lake was regulated for the purpose of producing electricity in 1918. There was a large reduction in the population of brown trout (*Salmo trutta*) after regulation, due to the destruction of all spawning streams except one; Sandungsbekken. Due to acidification during the 1960's, the population of brown trout is now almost extinct. Electro-fishing in Sandungsbekken in August 1997 revealed a relatively high density of young (0+) brown trout, but no older individuals. However, liming does not seem to have increased the population of brown trout in Lake Fjorda. Test fishing during 1991-1996 in Lake Fjorda also revealed serious damage to the population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), probably due to acidification. However, the liming of Lake Fjorda has not improved the production of Arctic charr in any part of the lake. So far 103 spawning grounds for Arctic charr have been registered in the lake, and in November 1997 fertilised eggs of Arctic charr were set out at some of these spawning sites. This was done in order to determine whether acid surface water would kill eggs and fry of Arctic charr. Cages with eggs of Arctic charr were placed at three different depths (1, 3 and 5 m) in Haukfjorden, Svarttjern and Velmunden. Water samples were taken every month from November 1997 until the end of May 1998. Egg mortality was high, especially in the phase prior to the eye-stage. Hatching success was greatest at 1 m, and least at 3 and 5 m. Between 3 and 8 % of the eggs reached the yolk-sac stage. Water quality was poorest at the beginning of May, during the ice break-up. However, due to the temperature regime and number of days normal for hatching of Arctic charr eggs, most of the eggs were dead before the beginning of May. High concentrations of TOC (total organic carbon) indicate a severe degree of sedimentation in the lake. This is the most likely reason for the high mortality of Arctic charr eggs in Lake Fjorda. We suggest increasing the populations of Arctic charr in Lake Fjorda by cleaning their spawning grounds. We also propose to stock the water system with brown trout.

Key words: Brown trout, hatching of Arctic charr, water quality, sedimentation.

Randi Saksgård & Trygve Hesthagen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway.

Tore Sollibråten, NVE, Anton Jensens gt. 5, P.B. 2124, N-3103 Tønsberg, Norway.

## Forord

Undersøkelsen er finansiert av Hadeland elektrisitetsverk, i Oppland og vi takker for oppdraget. Prøvefiske i perioden 1991-96, ble finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, og dette inngikk som en del av den biologiske og vannkjemiske overvåkingen av Fjorda etter kalking. Feltarbeidet har vært utført av Iver H. Sevaldrud, Leidulf Fløystad, Hanne Ås, Tore Sollibråten og Randi Saksgård. Leidulf Fløystad har aldersbestemt fisken. Tore Sollibråten sammen med lokale fiskere har vært ansvarlig for registrering av røyas gyteplasser. Det rettes en stor takk til alle som har bidratt til gjennomføring av undersøkelsen.

Trondheim, mai 1999

Trygve Hesthagen  
prosjektleder

## Innhold

Referat.....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
1 Innledning .....	5
2 Områdebeskrivelse .....	5
3 Metoder.....	7
4 Resultater.....	9
4.1 Bestandsundersøkelser av røye og aure .....	9
4.2 Elfiske .....	11
4.3 Klekkforsøk.....	11
4.4 Vannkvalitet.....	13
5 Diskusjon .....	15
5.1 Forslag til tiltak .....	16
6 Litteratur.....	17
Vedlegg 1 Vannkjemiske data .....	19

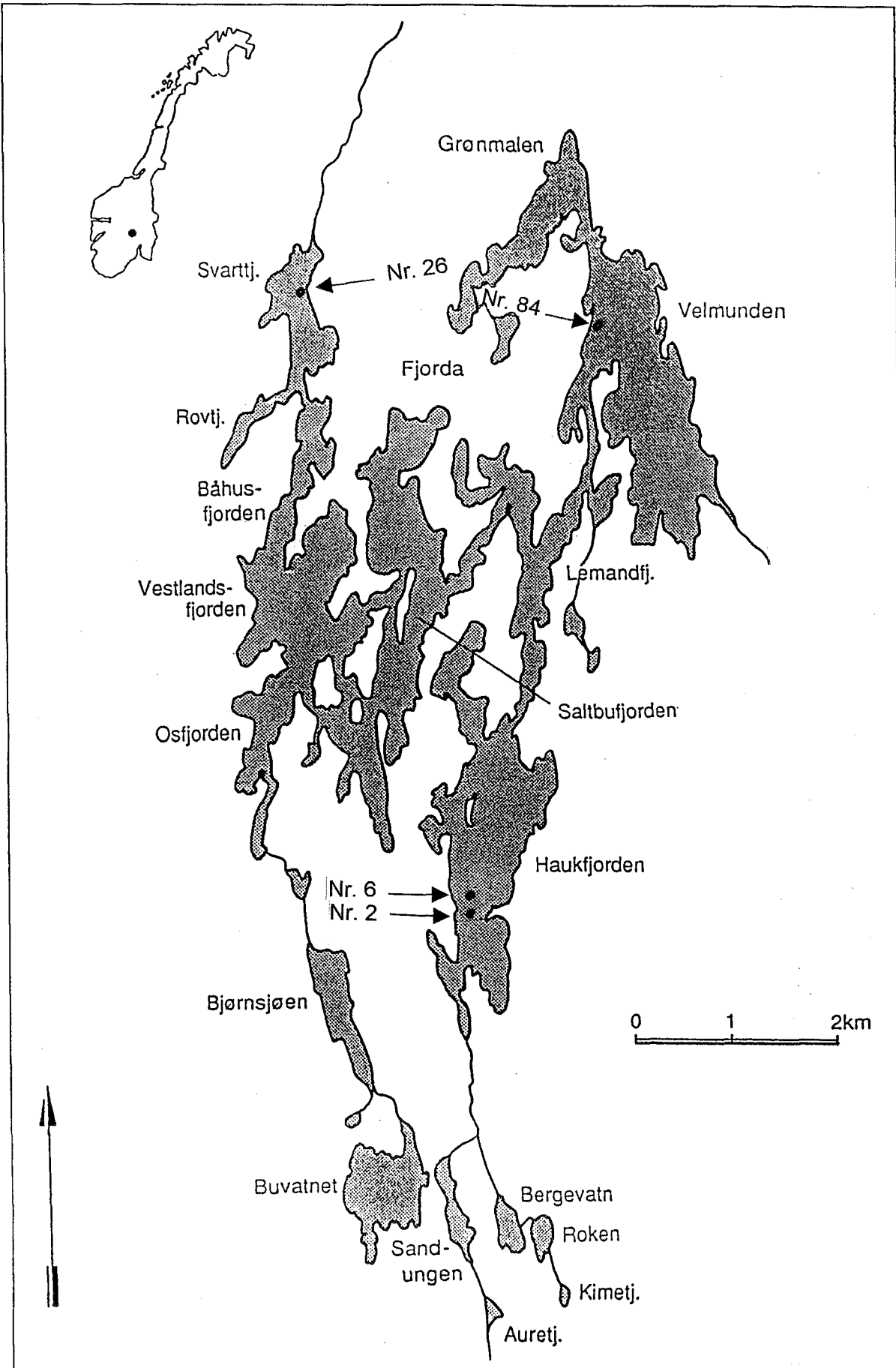
## 1 Innledning

Innsjøsystemet Fjorda ligger på åsene mellom Randsfjorden og Sperillen, og har et flerartssamfunn med sik, røye, abbor, aure, ørekyte og karuss (Sevaldrud & Hegge 1987). Aurebestanden i Fjorda er så godt som utryddet. Ved reguleringen i 1918 ble de fleste av aurens gytebekker ødelagt, og bestanden avtok sterkt etter dette. Sandungsbecken innerst i Haukfjorden er imidlertid uberørt av reguleringen og i denne delen av Fjorda var det en god bestand av aure fram til slutten av 1960-åra. På dette tidspunktet så man de første effektene av forsuring i Fjorda, og aurebestanden i Haukfjorden ble etter hvert nesten helt borte (Iver H. Sevaldrud pers. medd.). Fjorda ble kalket første gang i 1985 og har etter dette vært kalket flere ganger, sist i 1995 (Hindar et al. 1998). Det har vært foretatt prøvafiske i Fjorda både før og etter kalking. Røya omtales som den viktigste fiskearten i Fjorda, men etter reguleringen avtok bestanden i den vestlige delen (Iver H. Sevaldrud pers. medd.). Reguleringen gjør at en del av røyas gyteplasser blir tørrlagte ved nedtapping. Forsuringen forverret forholdene for røya ytterligere og har ført til dårlig rekruttering. Til tross for at vannkvaliteten i Fjorda har blitt god etter kalking, er røyebestanden i vestre deler på et minimum (Hindar et al. 1998). Denne undersøkelsen tar sikte på å belyse betydningen av reguleringen for rekrutteringen av aure og røye, samt om surt overflatevatn resulterer i høy dødelighet hos egg og yngel av røye.

## 2 Områdebeskrivelse

Innsjøsystemet Fjorda ligger på åsene mellom Randsfjorden og Sperillen nord for Hønefoss. Fjorda har en total overflate på 9,2 km<sup>2</sup> og består av en rekke innsjøbassenger som er bundet sammen av smale sund (**figur 1**). Vatna som er med i denne undersøkelsen er; Svarttjern, Haukfjorden og Velmunden. Store deler av nedbørfeltet på 58,8 km<sup>2</sup> består av barskog og myr. P.g.a. sitt særegne vannsystem og sentrale beliggenhet er området mye brukt til kano-padling og annet friluftsliv. I Fjorda finnes aure, røye, abbor, sik, ørekyte og karuss. Siken ble satt ut i Fjorda (Velmunden) i 1885 (Huitfeldt-Kaas 1918).

Fjorda ble regulert i 1918 ved at avrenningen ble ført østover til Toverud kraftverk ved Randsfjorden. Reguleringshøyden er 2,10 m og i Velmunden er HRV 403,50 m o.h. og LRV 401,40 m o.h. som er i mars/april. Hadeland elektrisitetsverk er regulant. Før reguleringen lå Svarttjern ca 2 m lavere enn resten av Fjorda, og hadde sitt utløp i nord (Statens kartverk 1952). Ved reguleringen ble det bygget en demning ved utløpet av Svarttjern som da ble regulert opp til samme nivå som resten av Fjorda. For å senke terskelen mellom vannene ble det sprengt ut en kanal i sørenden av Svarttjern. Reguleringsdammen, med tappeluken ligger i Velmunden, slik at avrenningen fra Svarttjern føres sørøstover, gjennom den utsprengte kanalen (**figur 1**). I 1988-89 ble reguleringsdammen ombygd slik at det ble mulig å tappe helt ned til 2,1 m under HRV. Tidligere var det ikke mulig å tappe lenger ned enn 1,9 m under HRV (Sollibråten & Wien 1997). Det produseres kraft ved tapping av Fjorda fra september/oktober og utover vinteren.



**Figur 1.** Oversiktskart over Fjorda. Områdene hvor klekkekassene ble satt ut er avmerket med piler og nummer, se figur 2.

### 3 Metoder

Det ble lagt ut røyerogn i klekkekasser i tre av innsjøene i Fjorda; Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden. klekkekassene bestod av en treramme på 9,5 x 34,5 x 40 cm, og hadde nettingbunn med åpninger på 1,2 x 2,4 cm (heretter kalt klekkekasse A). I hver av disse kassene ble det plassert 4 mindre plastbokser av to ulike størrelser: 3,5 x 11 x 12,5 cm, og 4,5 x 8,0 x 13,0 cm. Boksene ble perforert for å oppnå vannsirkulasjon. For å være sikker på at røyerogna ikke forsvant ut av boksene ble det festet en duk med maskevidde 0,5 mm på innsiden av boksene. I tillegg til kassene ble det også satt ut enkeltbokser som opprinnelig er laget for abborrogn (Runn et al. 1977). Disse boksene er sylindriske og er laget av hard plast, og har en diameter på 11 cm. Bunn og topp er dekt med finmaska (< 1 mm) metall-netting (heretter kalt klekkekasse B).

I hver av de tre innsjøene ble både klekkekasse A og B satt ut på tre ulike dyp: 1, 3 og 5 m målt i forhold til LRV. Det har tidligere vært gjort registreringer av gyteplasser for røye i hele Fjorda, tilsammen 103 stk ble kartlagt (**figur 2**). Dette ble gjort i samarbeid med lokale fiskere, og de enkelte plassene ble avmerket på kartet. På de grunneste (< 3 m) gyteplassene ble en trestokk slått mot bunnen for å påvise om det var steinbunn, og yttergrensene ble satt der stokken traff mudderbunn. De dypeste gyteplassene (> 3 m) ble registrert ut fra de lokale fiskernes kunnskap. Gyteplassenes dyp ble målt på ulike steder med en dybdemåler, og minste og største dyp ble notert. Dypet av de ulike gyteplassene i forhold til LRV ble beregnet i forhold til vannstanden i magasinet ved registreringen.

Klekkekassene ble satt ut på gyteplass nr. 26 i Svarttjern, på gyteplass nr. 2 (1 m dyp) og nr. 6 (3 og 5 m dyp) i Haukfjorden og på gyteplass nr. 84 i Velmunden (**figur 2**). I hver plastboks ble det lagt ut mellom 30 og 34 rognkorn, totalt 151-163 røyerogn på hvert dyp i hver lokalitet. På hvert dyp ble det lagt ut fem bokser med røyerogn, totalt 15 i hver lokalitet.

Rogna kom fra røye fanget i Eiklivatn ved Ims i Rogaland, ved forsøksstasjonen til NINA. Stamfisken ble undersøkt av veterinær og det ble ikke funnet sykdommer. Rogn og melke ble strøket i plastposer tilført oksygen og deretter lagt i en isoporkasse med is. Kassen ble deretter sendt med fly til Trondheim og fraktet videre med bil til Fjorda. Fra stamfisken ble strøket til rogn ble befruktet gikk det fire døgn. Rogna ble påført melke i et tørt plastfat og blandet forsiktig. Den nybefruktede rogn ble desinfisert med en saltløsning tilsatt buffodine og skylt i vann før den ble lagt til svelling i ca 2,5 timer. Deretter ble rogn overført til de enkelte klekkekassene ved hjelp av ei skjei slik at den hele tiden lå i vann. Røyerogna ble så transportert ut til de respektive innsjøene. Utsetting av befruktet rogn ble gjort i løpet av to dager. Rogna ble befruktet samme dag som den ble satt ut. For å teste befruktningsprosenten ble det for hver befruktning tatt ut ca 100 rognkorn som ble lagt på

glass og oppbevart kjølig. Denne rogn ble kontrollert etter ett døgn og viste 100 % befruktning begge dager.

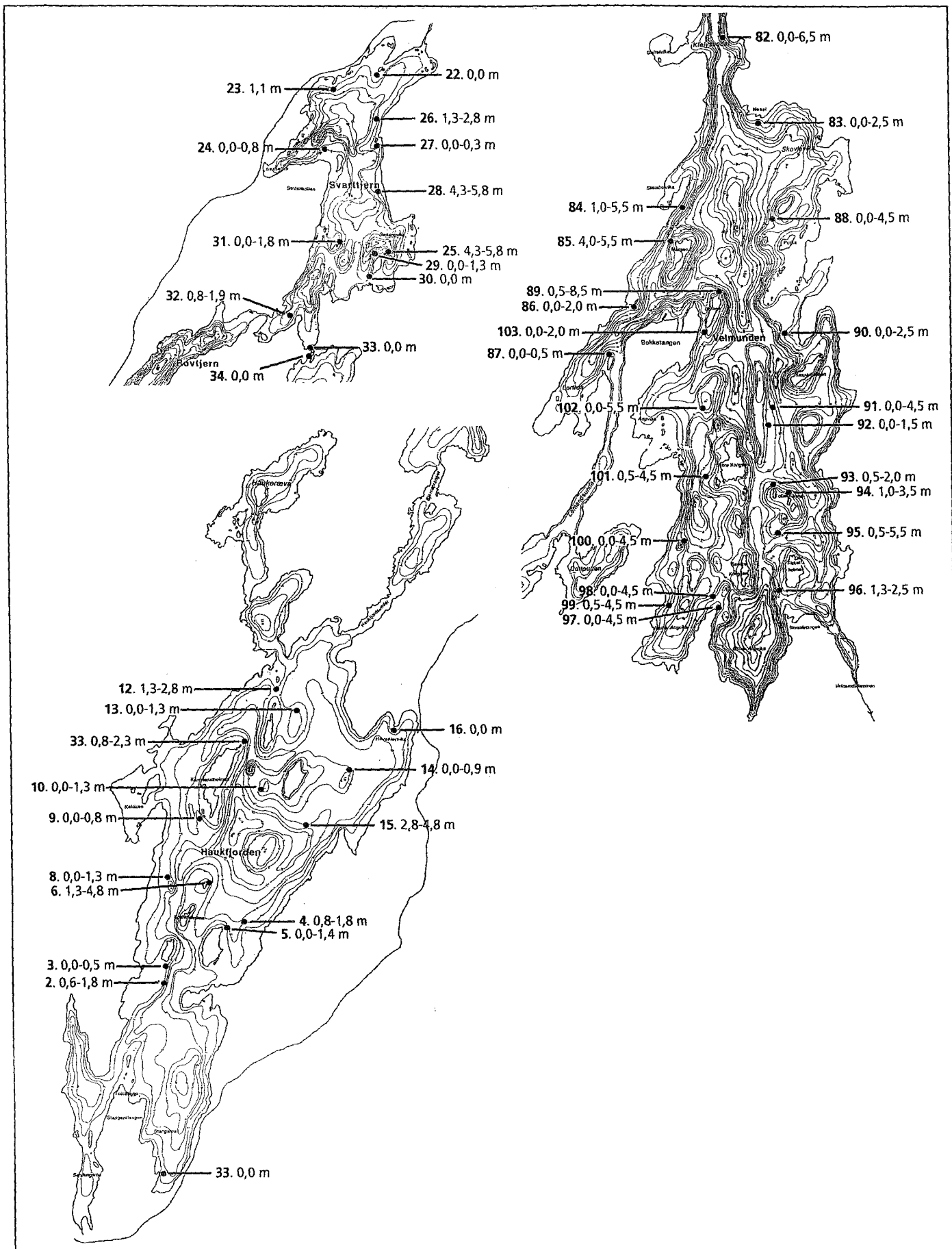
For å få senket kassene med rogn ned i vannet ble det lagt steiner rundt de fire boksene i klekkekasse A, og det ble festet en stein på undersiden av klekkekasse B. Til hver av kassene ble det festet et tau med en blåse. Lengden på tauet var tilpasset slik at blåsa ville ligge like under LRV ved nedtapping. Rogna ble lagt ut den 20. og 21.11.1997, etter at isen var sikker. I Velmunden hadde ikke isen lagt seg på dette tidspunktet, slik at der ble rogn lagt på gyteplassen fra båt. Dybdemåler ble brukt for å finne riktig dyp til de enkelte klekkekassene, og vi benyttet også et videokamera for å se at kassene ikke ble stående skeivt. Klekkekassene ble tatt opp igjen den 15.05.1998. Antall rogn ved ulike stadier og plommeseckkyngel (død og levende) ble registrert i hver enkelt boks. Rogn og yngel fra de enkelte boksene ble lagt på hver sin plastflaske med etanol. Rogna ble undersøkt under ei stereolupe og fordelt på plommeseckkyngel, øyerogn og lite utviklet rogn.

Det ble samlet inn en vannprøve fra Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden hver måned fra rogn ble lagt ut den 20. november 1997 til og med april 1998, mens det i løpet av mai 1998 ble tatt tre vannprøver på hvert sted. Det ble tatt en prøve på 1 m, 3 m og 5 m dyp dvs 27 prøver fra hver lokalitet. Det ble ikke tatt noen vannprøver i Haukfjorden 2. mai 1998 fordi dårlige isforhold hindret prøvetaking. De vannkjemiske analysene omfatter alle hovedanioner og kationer, pH, alkalitet, ledningsevne, farge, turbiditet, og fem fraksjoner av aluminium. Prøvene ble analysert ved NINA's vannkjemiske laboratorium i Trondheim (**vedlegg 1**). TOC (totalt organisk karbon) ble målt i vannprøver tatt i januar, mars og 15. mai, og ble analysert ved SINTEF i Trondheim. Det ble beregnet en TOC-verdi for hvert tidspunkt det ble tatt vannprøver ved å foreta en regresjon mellom farge (mg Pt/l) og TOC- verdiene som ble målt den 17. januar, 14. mars og 15. mai. Samtidig med innsamling av vannprøver ble også temperaturen målt i de ulike dypene i hver lokalitet.

I august 1997 ble det elfisket i Sandungsbekken i Haukfjorden pluss deler av strandsona utenfor munningen av bekken. Det ble elfisket i tre omganger i bekken, og samtidig tatt en vannprøve. All fisk ble lengdemålt etter hver elfiskeomgang og satt ut igjen etter tredje omgang.

Fra og med 1991 til og med 1996 ble det prøvofisket i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden som en del av overvåkingen av biologi og vannkemi i Fjorda etter kalking (Saksgård & Hesthagen 1993, 1994a,b, 1995a,b, Hindar et al. 1998). Det foreligger også et referansemateriale fra 1983, det vil si to år før første kalking. I 1997 ble det foretatt et prøvofiske i Svarttjern med SNSF- bunn garn- og flyte garnserier (Sollibråten & Wien 1997). I 1983 og fra 1991 til 1994 ble det bare fisket med SNSF-garnserier, mens det i 1995 ble benyttet både oversiktsgarn og SNSF-garnserier. I 1996 ble det bare benyttet oversiktsgarn i tillegg til en flyte garnserie (SNSF). En SNSF- serie består av 8 garn med maskevidder fra 10-45 mm, og hvert garn er 27 m

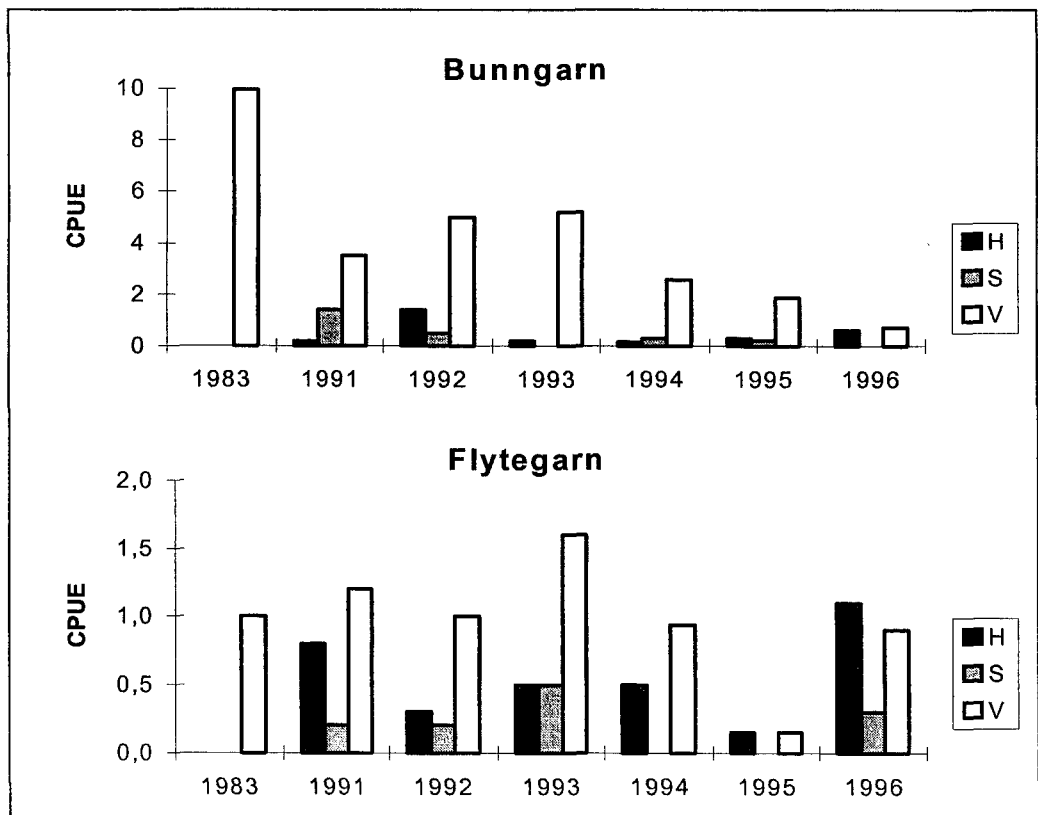




Figur 2. Registrerte gyteplasser for røye i Haukfjorden (nr. 1-16), Svarttjern (nr. 22-34), og Velmunden (nr. 82-103). Dyp ved LRV er oppgitt.

langt og 1,5 m dypt (40,5 m<sup>2</sup>). Alle garna i en serie ble satt i en lanke lodrett ut fra land. I Haukfjorden og Svarttjern ble det satt ut to slike lenker, og i Velmunden tre lenker. Ett oversiktsgarn er 30 m langt og 1,5 m dypt (45 m<sup>2</sup>) og består av 12 ulike maskevidder fra 5-55 mm. I Haukfjorden og Svarttjern ble oversiktsgarna fordelt på fire stasjoner i 4 dyp (0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m), og totalt ble det satt ut henholdsvis 30 og 24 garn. I Velmunden ble oversiktsgarna fordelt på seks stasjoner i 7 dyp (0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50 og 50-75 m), totalt 56 garn. I Haukfjorden og Svarttjern ble det satt flytegarner i to ulike dyp: 0-6 og 6-12 m, mens det i Velmunden også ble satt flytegarner fra 12-18 m dyp. En flytegarnerserie er 54 m lang og 6 m dyp (324 m<sup>2</sup>) og består av de åtte samme maskeviddene som i SNSF-serien. Fangstutbyttet blir uttrykt som antall fisk fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (CPUE). Ved sammenligning av CPUE i 1996 med tidligere år er all fisk fanget på maskevidder mindre og større enn henholdsvis 10 og 45 mm utelatt fra beregningene, og garnarealet tilsvarende redusert. All fisk ble målt til nærmeste mm og veid til nærmeste gram. Fisken ble aldersbestemt ved hjelp av otolitter, og det ble tatt otolitter av all fisk fanget både på bunngarn og flytegarner.

**Figur 3.** Fangstutbyttet (CPUE) av røye uttrykt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal på bunngarn og flytegarner i Haukfjorden (H), Svarttjern (S) og Velmunden (V) i 1983 og 1991-96.

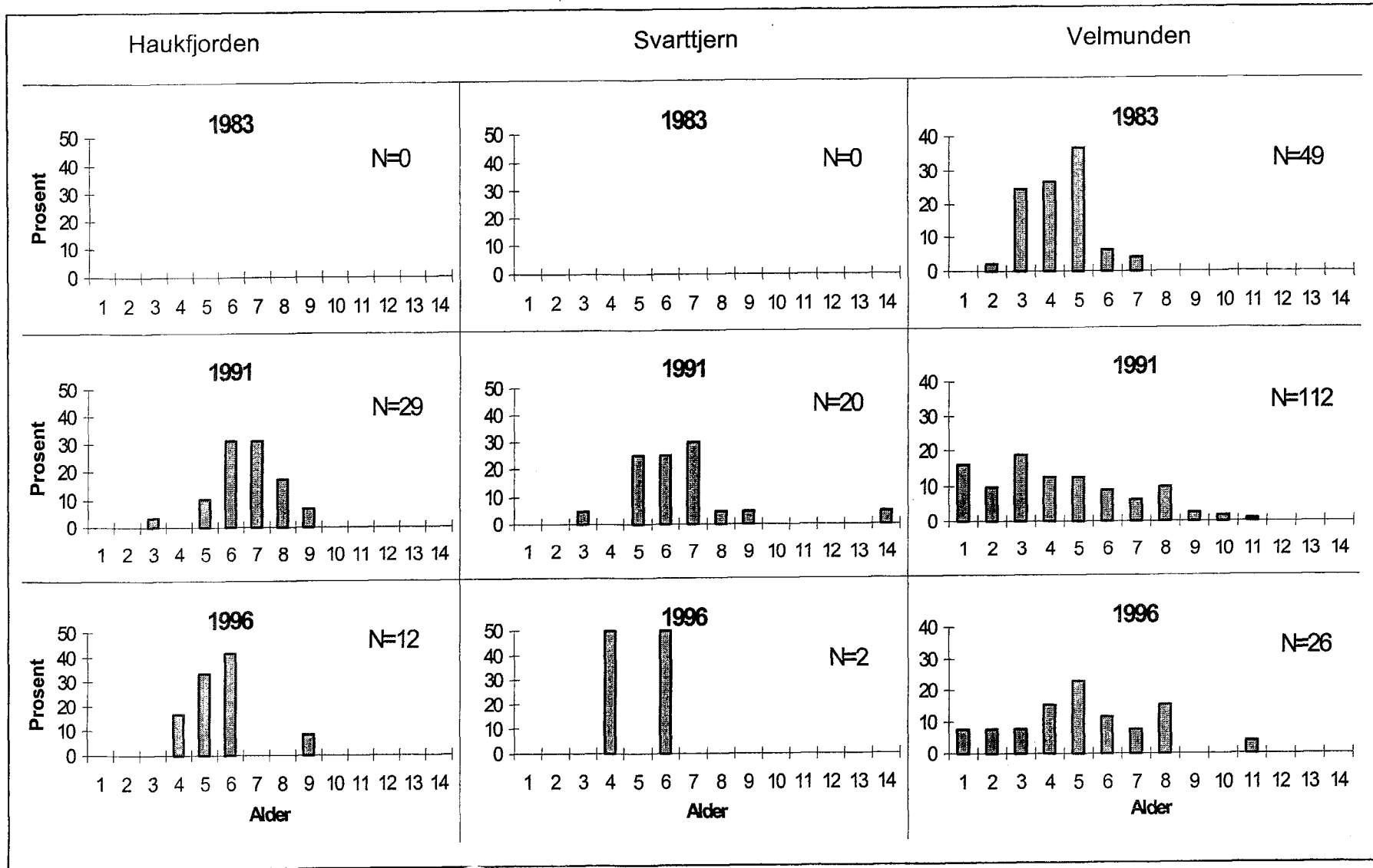


## 4 Resultater

### 4.1 Bestandsundersøkelser av røye og aure

Fangstutbyttet av røye i Haukfjorden og Svarttjern har i hele forsøksperioden vært svært lav både på bunngarn og flytegarner (figur 3). I Velmunden var fangstutbyttet størst i 1983, men med en klar nedgang til 1991 og fra 1993 til 1996, da CPUE var like lavt som i Haukfjorden. Fangstene av røye på flytegarner har vært lav i hele perioden, men generelt sett størst i Velmunden. Rekrutteringen av røye har vært dårlig i både Haukfjorden og Svarttjern (figur 4). I Velmunden har imidlertid rekrutteringen vært jevn og forholdsvis god i hele prøvefiskeperioden.

Av aure har det tilsammen blitt fanget bare 6 individer, alle i Haukfjorden (1991-96). I 1983 ble det fanget en aure, også den i Haukfjorden.



Figur 4. Aldersfordeling hos røye i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden i 1983, 1991 og 1996. N = antall fisk.

Under hele prøvofiskeperioden har abbor vært den dominerende fiskearten i Fjorda. Bestanden av sik er svært liten, og rekrutteringen har vært ujevn. Det har også blitt fanget ørekyte ved prøvofiske i Fjorda ( $n = 99$ ). Karuss har ikke vært påvist ved prøvofiske, men noen få individer er fanget på garn av lokale fiskere. For nærmere beskrivelser av fiskebestandene i Fjorda, se Saksgård & Hesthagen 1995 og Hindar et al. 1998.

## 4.2 Elfiske

I Sandungsbekken ble det ved elfiske fanget 49 aureyngel, tilsvarende 20,4 individ pr. 100 m<sup>2</sup> samt noen ørekyte (**tabell 1**). Gjennomsnittlig lengde på aureyngelen var 65 mm. Det ble ikke fanget eldre aureunger på bekken. I strandsona på begge sider av bekken ble det bare registrert ørekyte.

**Tabell 1.** Antall aureyngel ( $N_A$ ) og ørekyte ( $N_\emptyset$ ) og tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> ved elfiske i Sandungsbekken i august 1997. Gjennomsnittlig lengde ( $L_A$ ) av 0+ aure er oppgitt.

Omgang	$N_A$	Tetthet (A)	$L_A$	$N_\emptyset$	Tetthet ( $\emptyset$ )
1. omgang	38	47,5	64	11	13,8
2. omgang	6	7,5	64	2	2,5
3. omgang	5	6,3	67	2	2,5
Totalt	49	20,4	65	15	6,3

## 4.3 Klekkesforsøk

I Haukfjorden ble det totalt registrert 16 gyteplasser for røye (**figur 2**), og av disse blir 81,3 % helt eller delvis tørrlagt etter reguleringen. Det ble registrert 13 gyteplasser for røye i Svarttjern og her blir 61,5 % av plassene berørt av reguleringen. I Velmunden ble det registrert 23 gyteplasser og 82,6 % berøres av reguleringen.

Fra rogn ble lagt ut den 20. og 21. november og fram til 2. mai 1998 hadde den følgende ligget ute i 338 døgngader (2,1 °C x 161 dager), 502 døgngader (3,1 °C x 162 dager) og 515 døgngader (3,2 °C x 161 dager) på 1 m dyp i henholdsvis Velmunden, Haukfjorden og Svarttjern. Antall døgngader på 3 m og 5 m var høyere pga. høyere gjennomsnittstemperaturer (**tabell 2**). Normal utvikling på røyerogn fram til øyerognstadiet ved 2,0 °C er ca 150 døgngader, ved 3,0 °C ca 180 døgngader og ved 4,0 °C ca 200 døgngader (Jobling et al. 1993). Fram til klekking (plommeseckyngel) ved de samme temperaturene er det henholdsvis 280, 345 og 400 døgngader.

**Tabell 2.** Gjennomsnittlig temperatur på 1 m, 3 m og 5 m dyp med standardavvik (SD) og antall døgngader i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden fra 20. november 1997 til og med 2. mai 1998.

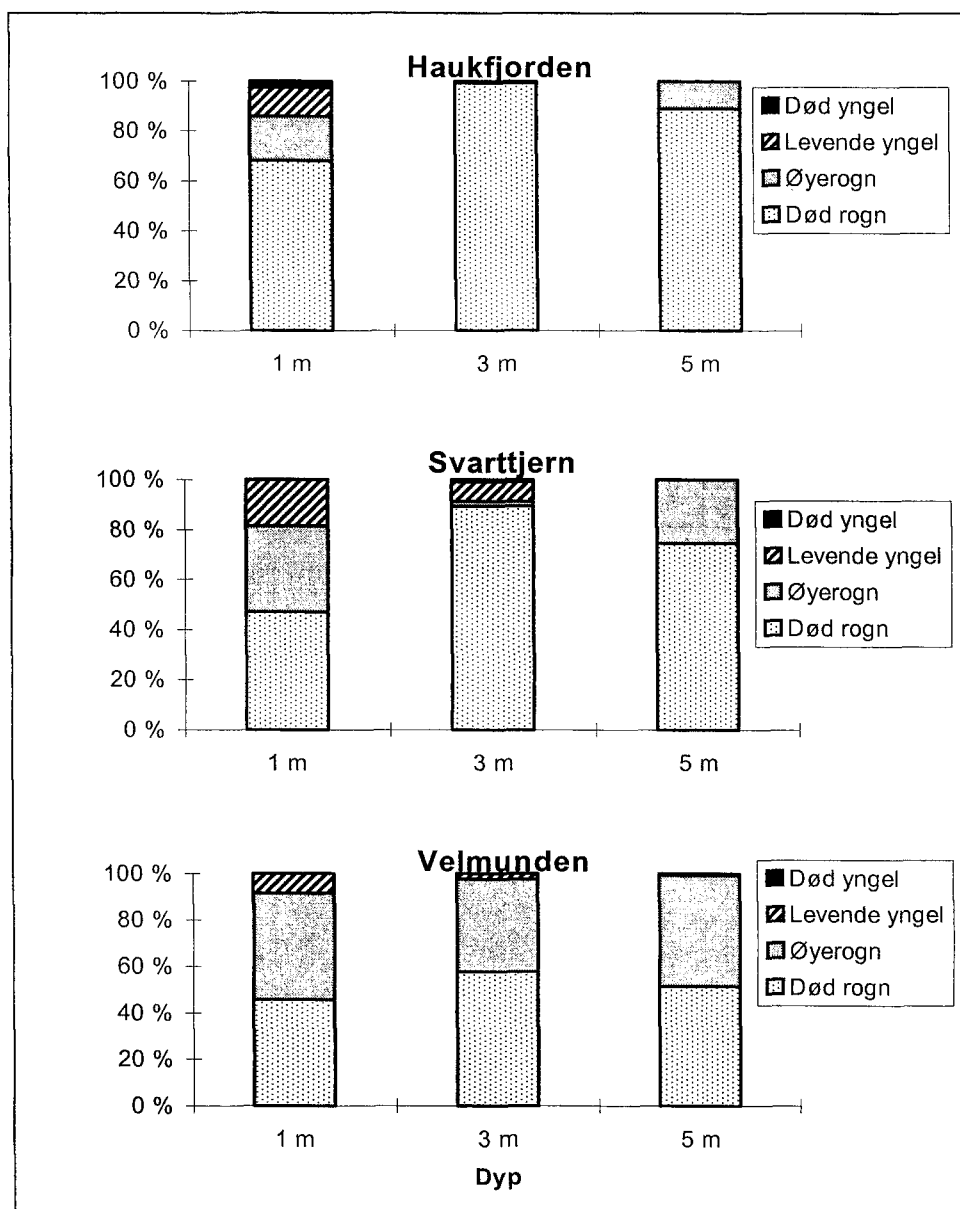
Lokalitet	Dyp	Temperatur	SD	Døgngader
Haukfjorden	1 m	3,10	0,77	502
	3 m	3,86	0,22	625
	5 m	4,12	0,22	667
Svarttjern	1 m	3,20	0,83	515
	3 m	3,82	1,03	619
	5 m	4,18	0,20	677
Velmunden	1 m	2,10	0,41	338
	3 m	2,70	0,30	435
	5 m	2,76	0,33	444

I Haukfjorden ble det tilsammen registrert 21 plommeseckyngel, henholdsvis 17 levende og 4 døde, alle på 1 m dyp (**figur 5, tabell 3**). Totalt var 4 av disse individene i klekkekasse A, mens 17 var i klekkekasse B, herav 4 døde. Plommeseckyngelen utgjorde totalt 13,4 % av all rogn som ble lagt ut på 1 m dyp i Haukfjorden. I de to andre dypene var ingen av eggene klekt. Av øyerogn var det 17,2 % ( $n = 17$ ) på 1 m dyp, 0,6 % ( $n = 1$ ) på 3 m dyp og 10,6 % ( $n = 17$ ) på 5 m dyp. På 1, 3 og 5 m dyp i Haukfjorden var henholdsvis 69,4, 99,4 og 89,4 % av rognen død før øyerognstadiet.

I Svarttjern var 15,0 % ( $n = 23$ ) levende plommeseckyngel på 1 m dyp, 7,8 % ( $n = 12$ ) levende og 0,6 % ( $n = 1$ ) død yngel på 3 m dyp, og ingen på 5 m dyp (**figur 5, tabell 3**). Av øyerogn var det 28,1 % ( $n = 43$ ) på 1 m dyp, 1,9 % ( $n = 3$ ) på 3 m dyp og 23,2 % ( $n = 35$ ) på 5 m dyp. På 1 m, 3 m og 5 m dyp i Svarttjern var henholdsvis 56,9, 89,6 og 76,8 % av rognen død før øyerognstadiet.

I Velmunden hadde 7,8 % ( $n = 12$ ) av røyerogna utviklet seg til plommeseckyngel på 1 m dyp, 2,0 % ( $n = 3$ ) på 3 m dyp og 0,6 % ( $n = 1$ ) på 5 m dyp (**figur 5, tabell 3**). Alle disse var levende og alle var i klekkekasse B. Av øyerogn var det 43,1 % ( $n = 66$ ) på 1 m dyp, 32,2 % ( $n = 49$ ) på 3 m dyp og 43,8 % ( $n = 67$ ) på 5 m dyp. På 1 m, 3 m og 5 m dyp i Velmunden var henholdsvis 49,0, 65,8 og 55,6 % av rognen død før øyerognstadiet.

I enkelte av klekkekoksene ble det funnet døgngfluer, og noen røyerogn var delt i små biter. I Velmunden ble det funnet slike rognbiter i 10 av 15 bokser, i Svarttjern i 7 av 15 bokser og i Haukfjorden i 2 av 15 bokser. Totalt utgjorde denne rognpredasjonen 7,4 % av all rogn som ble lagt ut, mens andelen rogn som var død av andre årsaker var 65,2 %.



**Figur 5.** Prosentvis andel av død og levende plommeseekyngel, øyerogn og død rogn fra klekkekassene satt ut i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden 20. november 1997 og tatt opp 15. mai 1998.

**Tabell 3.** Antall øyerogn (ØR) og plommeseekyngel (PY) i klekkekasser av type A og B på 1, 3 og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden. % angir prosentvis andel av det totale antall rogn i ulike dyp og klekkekasser.

	Haukfjorden					Svarttjern					Velmunden				
	Antall Rogn	ØR	%	PY	%	Antall Rogn	ØR	%	PY	%	Antall Rogn	ØR	%	PY	%
<b>A</b>															
1 m	123	22	17,9	4	3,3	122	40	32,8	11	9,1	123	63	51,2	0	0,0
3 m	131	0	0,0	0	0,0	123	0	0,0	0	0,0	122	44	36,1	0	0,0
5 m	129	0	0,0	0	0,0	121	24	19,8	0	0,0	123	55	44,7	0	0,0
<b>B</b>															
1 m	34	5	14,7	17	50,0	31	3	9,7	12	38,7	30	3	10,0	12	40,0
3 m	32	1	3,1	0	0,0	31	3	9,7	13	41,9	30	5	16,7	3	10,0
5 m	32	17	53,1	0	0,0	30	11	36,7	0	0,0	30	12	40,0	1	3,3
Tot.	481	45	9,3	21	4,4	458	81	17,7	36	7,9	458	182	39,7	16	3,5

Forsøket sett under ett var klekkesuksessen, målt i andel levende plommeseekyngel, høyest i Svarttjern (7,9 %), og lavest i Velmunden (3,5 %), alle dyp medregnet (**tabell 3**). Andelen øyerogn var 39,7, 17,7 og 9,4 % i henholdsvis Velmunden, Svarttjern og Haukfjorden. Generelt var klekkesuksessen høyest i klekkekasse B, med en større andel av plommeseekyngel. I Haukfjorden og Svarttjern var det også en større andel av øyerogn i klekkekasse B enn i klekkekasse A på 3 og 5 m dyp (**tabell 3**).

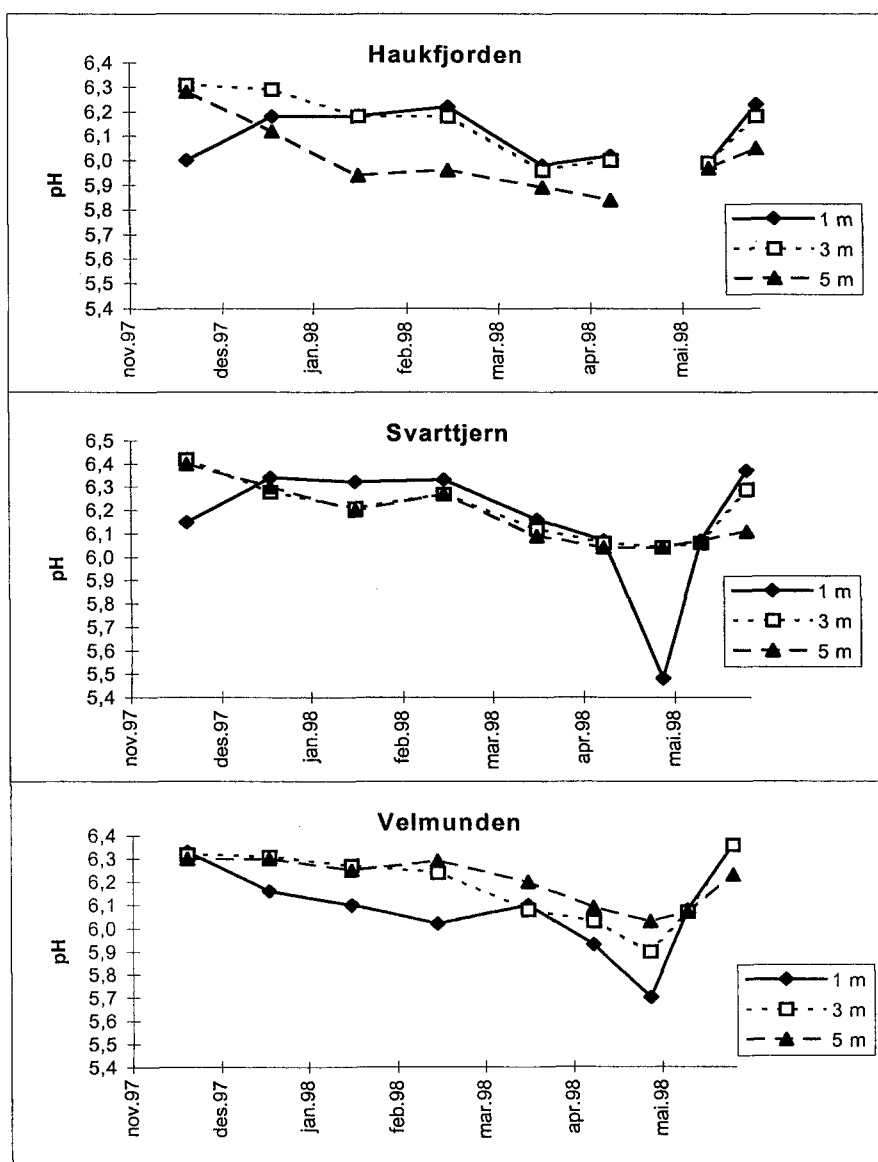
#### 4.4 Vannkvalitet

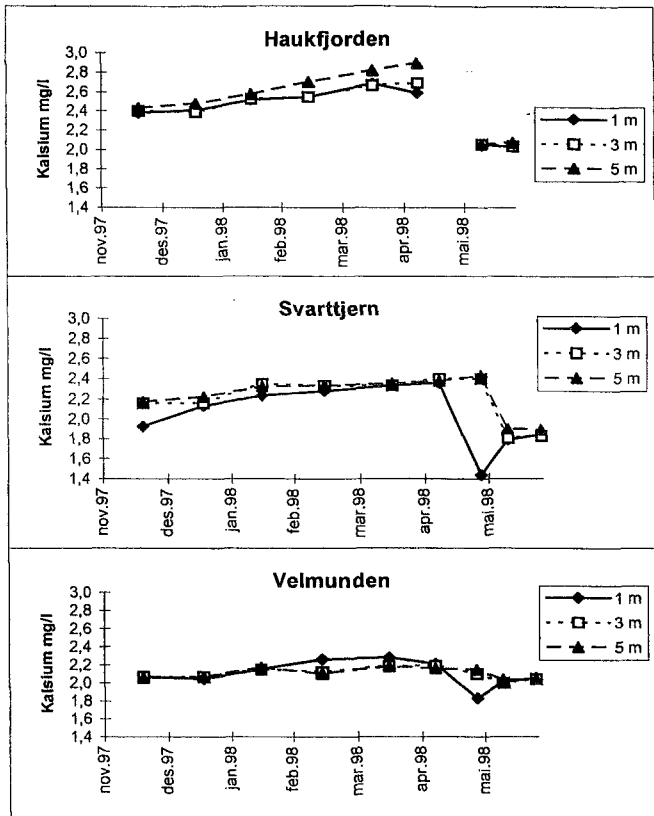
Den laveste pH-verdien i Haukfjorden var 5,84, målt på 5 m dyp i april 1998 (**figur 6, vedlegg 1**). Bortsett fra i november 1997 var pH lavest på 5 m dyp i Haukfjorden. I Svarttjern var pH over 6,0 i alle dyp helt fram til 2. mai 1998. Da falt pH til 5,48 på 1 m dyp, mens den holdt seg over 6,0 i de andre dypene. I Velmunden avtok også pH i begynnelsen av mai, og ble målt til 5,70 på 1 m dyp. Det ble

ikke tatt vannprøver i Haukfjorden på dette tidspunktet fordi dårlige isforhold hindret prøvetaking. Vi antar at pH også her var lavere enn i de andre periodene, noe som trolig skyldes stor is-smeltingen på dette tidspunktet. De vannkjemiske analysene viser også avtakende verdier for kalsium og alkalitet slik som for pH på 1 m dyp i begynnelsen av mai (**figur 7 og 8**). Konsentrasjonen av labilt (giftig) aluminium var stort sett under 10 µg/l på alle dyp og i alle lokalitetene (**figur 9**). De høyeste verdiene ble målt i Svarttjern på 3 m dyp i januar og februar med henholdsvis 54 og 58 µg/l.

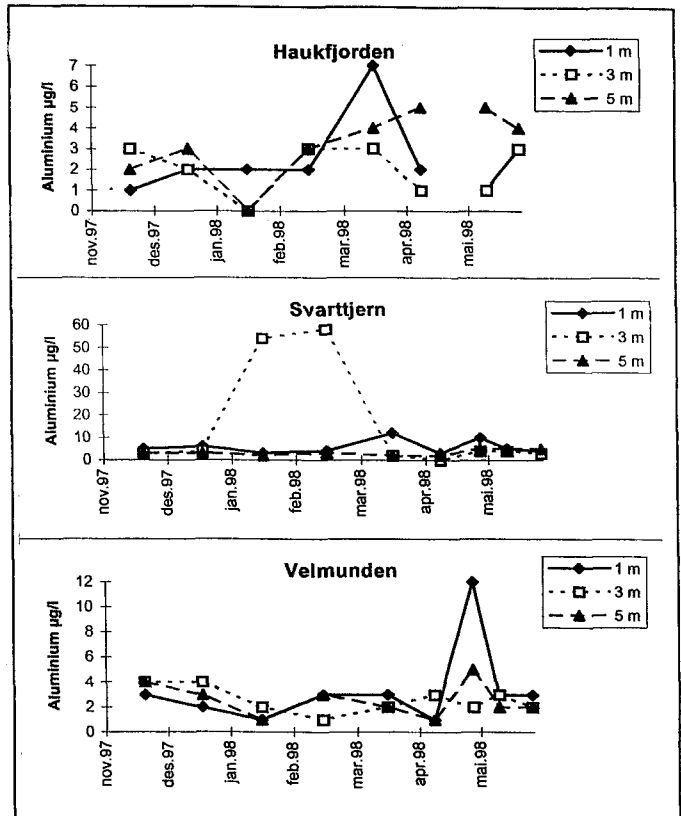
Det var en positiv sammenheng mellom TOC (x) og farge (y) som vist i **figur 10**. Ut fra regresjonsligningen  $y = 10,256x - 17,378$ ,  $R^2 = 0,63$ ,  $p < 0,01$  ble det beregnet TOC-verdier for hele prøvetakingsperioden (**figur 11**). Det ble registrert høye verdier av TOC (4-11 mg C/l) i alle lokalitetene, og konsentrasjonen var størst i Haukfjorden på 5 m dyp. Generelt sett økte mengden TOC fram til 2. mai 1998, og avtok noe etter isløsningen i midten av mai.

**Figur 6.** pH målt på 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden, fra 20. november 1997 til 31. mai 1998.

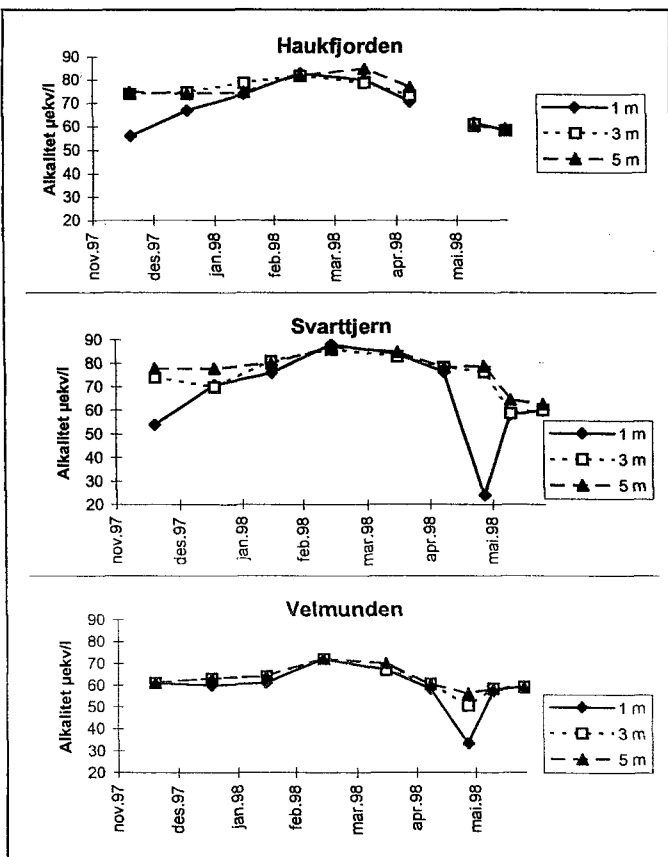




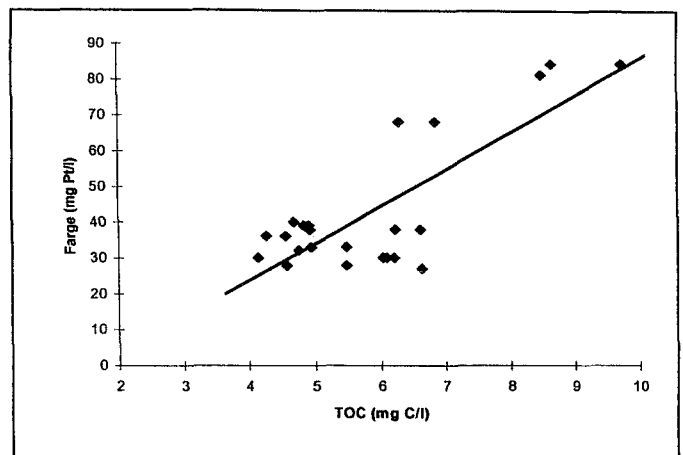
**Figur 7.** Konsentrasjonen av kalsium (mg/l) på 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden, fra 20. november 1997 til 31. mai 1998.



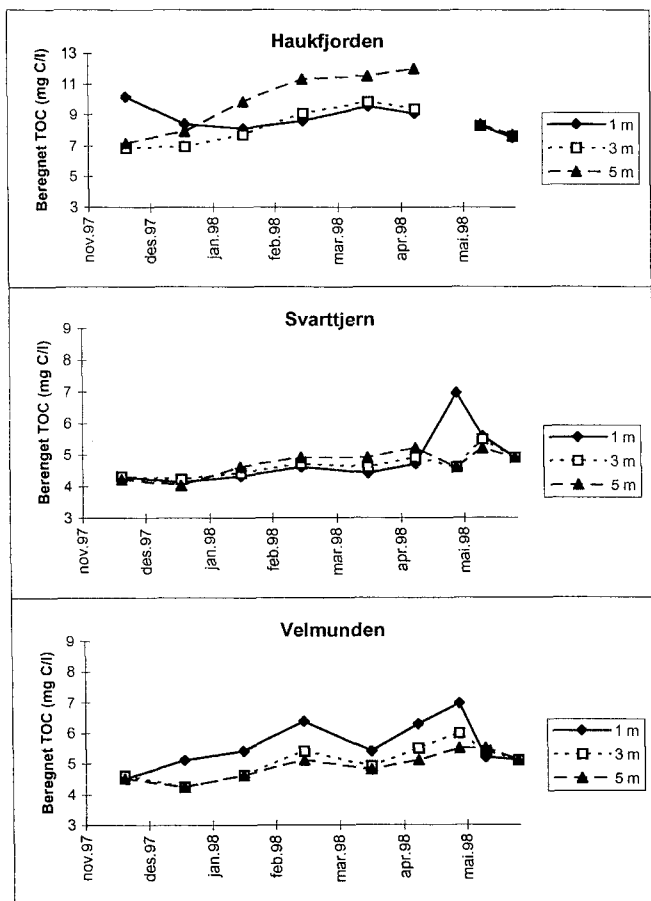
**Figur 9.** Konsentrasjonen av labilt aluminium (µg/l) på 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden, fra 20. november 1997 til 31. mai 1998.



**Figur 8.** Alkalitet (µekv/l) på 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden, fra 20. november 1997 til 31. mai 1998.



**Figur 10.** Lineær regresjon mellom målt TOC (mg karbon/l) og farge (mg Pt/l) for prøvetakingsdagene 17. januar, 14. mars og 15. mai 1998 i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden på 1, 3 og 5 m dyp.



**Figur 11.** TOC (mg C/l) beregnet ut fra den lineære sammenhengen mellom målt TOC og fargetall gitt ved ligningen  $y = 10,26x - 17,38$ , på 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden, fra 20. november 1997 til 31. mai 1998.

## 5 Diskusjon

Ved elfiske i Sandungsbekken ble det bare fanget yngel av aure, noe som tyder på at de går ut i Haukfjorden i løpet av det første leveåret. Sure episoder i bekken, eller at bekken i perioder blir tørrlagt (I.H. Sevaldrud pers. medd.) kan forårsake et kort elve-opphold selv om det da er større muligheter for at den blir spist av abbor. Før reguleringen i 1918 hadde auren i Vest-Fjorda (Saltbu, Vestlandsfjorden, Osfjorden, Båhus og Svarttjern) tre gytebekker i Båhus-Svarttjernområdet. Disse bekkene ble ødelagt ved byggingen av dammen på utløpet av Svarttjern, og auren forsvant fra dette området (I. H. Sevaldrud pers. medd.). Velmundselva er også stengt som mulig gyteelv for auren i Fjorda pga. demningen. Sandungsbekken innerst i Haukfjorden er derfor eneste gjenværende gytebekk for aure i Fjorda. Helt fram til midten av 1960-åra var det bra med aure i Haukfjorden, mens det i andre deler av Fjorda bare ble registrert enkelte individ. Det er derfor grunn til å anta at forsuringen i Sandungsbekken har ført til at aurebestanden i Haukfjorden nå er nærmest utdødd. Kalking av Sandungsbekken har derfor ikke vært nok til å redde auren i Fjorda, noe som trolig skyldes at bestanden i utgangspunktet var altfor liten. Selv om Sandungsbekken har gode gyteforhold for aure, er gytearealet for lite til å rekruttere hele Fjorda.

Klekkeforsøket med røyerogn i Fjorda viste at overlevelsen var lav og at en stor andel av rogn var død før øyerognstadiet. Totalt sett var dødeligheten før øyerognstadiet større på 3 og 5 m enn på 1 m dyp. En svært liten andel av rogn hadde utviklet seg til plommeseckkyngel, og totalt sett utgjorde andelen øyerogn 22 %. Vannkvaliteten i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden var dårligst i begynnelsen av mai, rett før klekketassene ble tatt opp. Dette var på et tidspunkt da rogn i forhold til antall døgngader var på sent øyerognstadium eller plommeseckstadium. Flere laboratorieeksperimenter har vist at hos laksefisk er både øyerognstadiet og stadiene før dette ømfintlige for pH verdier under 5,0 (Peterson et al. 1980, Kügel & Peterson 1989, Woodward et al. 1989, Ingersoll et al. 1990). I Fjorda var ikke pH lavere enn 5,48 ved noe tidspunkt, og kan derfor ikke forklare den høye dødeligheten. Lave kalsiumverdier, med under 1,0 mg/l kan også gi økt dødelighet før øyerognstadiet i surt vatn (Brown & Sadler 1989). Konsentrasjonen av kalsium i Fjorda var godt over 1,0 mg/l i hele forsøksperioden, også på det tidspunktet vannkvaliteten generelt sett var dårligst. Bortsett fra to perioder i Svarttjern var konsentrasjonen av labilt aluminium også svært lav. Andre undersøkelser har vist at aluminiumsforbindelser i samspill med lav pH gir størst negativ effekt på rogn etter klekking (Baker & Schofield 1980). Det er lite sannsynlig at røyerogna hadde klekt på det tidspunktet aluminiumskonsentrasjonen var høyest, dessuten var pH over 6,0 i denne perioden. Vannkvaliteten i Fjorda kan imidlertid ha vært dårligere i tidsrommene mellom våre målinger, og forårsaket dødelighet på ulike rognstadier. I og med at rogn ble lagt på sprit før den ble undersøkt nærmere, kunne vi ikke se hvor mange rogn på ulike stadier som var levende. Basert på antall døgngader rogn hadde ligget



ute konkluderer vi imidlertid med at det meste av rogn var død før øyerognstadiet. Alt i alt tyder undersøkelsen på at den høye dødeligheten av røyerogn skyldes andre faktorer enn surt overflatevann.

Noe av dødeligheten skyldes predasjon fra invertebrater. Andre undersøkelser har også vist at ulike arter av fåbørstemark, *gammarus* og vårfleuelarver spiser rogn (Briggs 1953, Newburg 1974, Oseid 1977, Fox 1978). Predasjon fra invertebrater utgjorde imidlertid bare ca 7 % av den totale dødeligheten på rogn i forsøkene i Fjorda, og følgelig var andre faktorer langt viktigere.

En faktor som kan ha stor betydning for dødelighet av røyerogn i Fjorda er sedimentering. Nedslagfeltet til Fjorda er i stor utstrekning dekt av barskog og myr som avgir relativt mye humus til innsjøene i systemet. Det ble målt høye verdier for både TOC og farge i Fjorda, og sammenlignet med de sure områdene på Sørlandet er konsentrasjonen av organisk materiale i Fjorda svært høy. I regulerte innsjøer vil også erosjon i reguleringssonen føre til at løsmasser blir transportert under laveste reguleringssone og bunnfelle på dypere vann (Aass 1991). De høye konsentrasjonene av TOC i Fjorda antyder en stor grad av sedimentering. Flere undersøkelser viser at røya gyter på steinete bunn (Määr 1949, 1950, Kircheis 1976, Eklöv & Cronberg 1993, Eklöv & Anderson 1996), og velger et grovt substrat med liten innblanding av finere materiale (Fabricius & Gustavson 1954, Mardsen & Krueger 1991, Eklöv & Anderson 1996). I Fjorda så vi ved hjelp av videokamera at gyteplassene var dekt av et lag med mudder som virvlet opp da klekk-kassene ble satt ned. Det ble også registrert en del mudder i og rundt de enkelte boksene da de ble tatt opp. Tilslamming hindrer gjennomstrømning av vann gjennom grusen rundt eggene, og virker som en fysisk barriere for transport av oksygen og avfall til og fra eggene. Dette resulterer i økt dødelighet av fiske-egg (Wolf 1957, Cooper 1965). Det var noe forskjell i overlevelse av røyerogn i de to ulike klekk-kassene som ble benyttet i forsøket. Det var lavere dødelighet i klekk-kasse B som hadde en stein festet til undersiden. Det kan ha sammenheng med at rogn ikke ble liggende helt nede i mudderet. I klekk-kasse A ble derimot steinene lagt oppi selve kassen og røyerogna ble liggende lenger ned i sedimentet enn i klekk-kasse B. Undersøkelser som er gjort på sik og lagesild indikerer lav overlevelsen hos rogn som ligger i mudder (Zawisza & Backiel 1970, Ash 1975, Mikkola et al. 1976, Lahti et al. 1979). Fudge & Bodaly (1984) fant en signifikant negativ korrelasjon mellom mengden sediment og overlevelse av sikrogn i et reguleringsmagasin. De konkluderte med at sedimentering som en reguleringseffekt ville fortsette i mange tiår, og at dødeligheten på sikrogn dermed vil øke med alderen på reservoaret. Det er også vist at det akkumuleres mer sediment på dype enn på grunne områder i et reservoar (Perkins & Krueger 1994). En økt sedimentering i regulerte vann kan skyldes at store deler av flomvannet går med til å fylle opp magasinene, og at oppholdstiden for vannet øker.

En stor andel av røyas opprinnelige gyteplasser i Fjorda blir tørrlagte etter reguleringen. I Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden blir mer enn halvparten av de registrerte gyteplassene helt eller delvis tørrlagt når vannstanden senkes til LRV. Dette gjør at store deler av den gytte rogn går tapt som følge av uttørring når magasinet blir nedtappet. I tillegg til dette kan reguleringen skape 'falske' gyteplasser for røya pga. erosjon i reguleringssonen, og disse blir også tørrlagt ved nedtapping gjennom vinteren. Sedimentering er sannsynligvis den største årsaken til den høye dødeligheten av røyerogn under dette forsøket. Tørrlegging av store deler av røyas opprinnelige gyteplasser ved tapping av magasinet utover våren, samt sedimentering i de vanddekte områdene av gyteplassene er trolig hovedårsakene til rekrutteringsvikten hos røye i Fjorda.

## 5.1 Forslag til tiltak

Den naturlige rekrutteringen av aure i Fjorda er svært begrenset. For å etablere en høstbar aurebestand i Fjorda er det derfor nødvendig med utsettinger. Erfaring viser at utsetting av aureyngel i abborvatn ikke er særlig vellykket (Aass 1995). Dette fordi abboren både er predator og næringskonkurrent til auren. Imidlertid kan utsetting av eldre aureunger gi gode gjenfangster (Aass & Hansen 1991), og det er ikke spesielt vanskelig å forsterke aurebestander i vatn der abbor er eneste konkurrent. Tilstedeværelse av flere fiskearter som i Fjorda, kan vanskeliggjøre gode gjenfangster (Aass 1995). Ved utsettinger av aure i vatn med sik, røye og harr har imidlertid utsetting av eldre (to-somrig/tre-årig) individer gitt relativt høye gjenfangster; 21-42 % (Aass 1995). Generelt kan en si at i flerartssamfunn vil større og eldre fiskeunger gi høyere gjenfangster enn utsetting av ensomrige individ. Valg av utsettingssted kan også påvirke fiskens overlevelse. Utsetting i beskyttede områder gir høyere gjenfangst enn utsetting langs eksponerte strender. Slike steder i Fjorda bør derfor kartlegges før eventuelle utsettinger. Fjerning av kvist og organisk materiale i enkelte områder for å redusere abborens gytemuligheter kan også gjøres i områder som egner seg for utsetting av aure. En god spredning av aureungene ved utsetting reduserer konkurransen mellom ungene (Aass 1995). Vårutsettinger er mer effektiv enn utsettinger om høsten fordi næringstilgangen er bedre om våren. Ved eventuelle utsettinger i Fjorda anbefales derfor at det benyttes eldre aureunger (ettårig-toårig), og fordi gytemulighetene er små bør utsettingene skje årlig. Utsettingene bør ikke skje før etter den sure perioden om våren, dvs. etter 1. juni. Kriteriet for en vellykket utsetting er ikke bare utbyttet i kilo, men også fiskemulighetene og ikke minst opplevelsen dette skaper. Fjorda er et attraktivt fiske- og friluftslivområde og utsetting av aure vil gi økte fiskemuligheter. Næringsgrunnlaget for fisk i Fjorda er dessuten godt nok til at også auren kan oppnå god vekst og overlevelse.

For å øke rekrutteringen av røye i Fjorda er det flere tiltak som kan være aktuelle. Spyling av gyteplassene som ikke blir tørrlagte om vinteren, eller tilføre nytt gytesubstrat er

kanskje de billigste og enkleste tiltakene. Hvor lang tid det vil ta før sedimentering igjen vil begrense overlevelsen av røyerogn er usikkert. Dette bør i så fall følges opp ved at gyteplassene med jevne mellomrom blir sjekket med hensyn til sedimentering. Utsetting av stedegen røye fra eksempelvis Velmunden hvor bestanden er forholdsvis stor, er også et mulig tiltak. Som et forsøk anbefaler vi i første omgang spyling av enkelte gyteplasser i Svarttjern, kombinert med utsetting av rogn på 'rene' og 'urene' gyteplasser for å teste overlevelsen.

## 6 Litteratur

- Aass, P. 1991. Økologiske forandringer og fiskeriproblemer i regulerte fjellvann. - Fauna 44: 164-172.
- Aass, P. 1995. Ørret som settefisk. - P. 138-145 i Borgstøm, R., Jonsson, B. & L'Abée- Lund, J.H., eds. Ferskvannsfisk, kultivering og utnytting. Sluttrap. Fra forskingsprosjektet Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag (FFT).
- Aass, P. & Hansen, B.R. 1991. Ørretutsettinger i abborvann i Osломarka. - Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernemd., rapp:1-18.
- Ash, G.R. 1975. The effects of thermal pollution on the egg survival of the lake whitefish (*Coregonus clupeaformis* (Mitchill)). - Water Pollut. Res. Can. 10: 9-16.
- Baker, J.P. & Schofield, C.L. 1980. Aluminium toxicity to fish as related to acid precipitation and adirondack surface water quality. - S. 292-293 in Drabløs, D. & Tollan, A., red. Ecological impact of acid precipitation, SNSF-project.
- Briggs, J.C. 1953. The behaviour and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. - Calif. Dpet. Fish and Game. Fish Bull. 94: x-xx.
- Brown, D.J.A. & Sadler, K. 1989. Fish survival in acid waters, - S. 31-44 i Morris, R., Taylor, E.W., Brown, D.J.A. & Brown, J.A., eds. Acid toxicity and aquatic animals. Society for experimental biology seminar series 34. Cambridge Univ. Press.
- Cooper, A. 1965. The effect of transported stream sediment on the survival of sockeye and pink salmon eggs and alevins. - Int. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull. 18: 1-71.
- Eklöv, A. & Andersson B.O. 1996. Rödingen i Ören. Undersökning av lekmiljö och lekomsråde. -- Meddelande Länsstyrelsen i Jönköpingslän 8: 1-21.
- Eklöv, A. & Cronberg, G. 1993. Mycklaflon, limnologisk undersökning 1991-1992. - Meddelande Länsstyrelsen i Jönköpingslän 9: 1-53.
- Fabricius, E. & Gustafson, K. J. 1954. Further aquarium observation on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus* L. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 35: 58-104.
- Fox, P.J. 1978. Caddis larvae (Trichoptera) as predators of fish eggs. Freshwater Biol. 8: 343-345.
- Fudge, R.J.P. & Bodaly, R.A. 1984. Postimpoundment winter sedimentation and survival of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) eggs in Southern Indian Lake, Manitoba. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 701-705.
- Hindar, A., Saksgård, R., Hesthagen, T. & Skiple, A. 1998. Fjorda. Kalking av vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. - DN- notat 1998-1: 23-33.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandfiskenes utbredelse og indvandring i Norge, med et tillegg om krebsen. - Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Ingersoll, C.G., Mount, D.R., Gulley, D.D., Lapoint, T.W. & Bergman, H.L. 1990. Effects of pH, Aluminium and calcium on survival and growth of eggs and fry of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1580-1592.

- Jobling, M., Jørgensen, E.H., Arnesen, A.M. & Ringø, E. 1993. Feeding, growth and environmental requirements of Arctic charr: a review of aquaculture potential. - *Aquacult. Internat.* 1: 20-46.
- Kircheis, F. W. 1976. Reproductive biology and early life history of the Sunapee trout of Floods Ponds Maine USA. - *Trans. Am. Fish. Soc.* 105: 615-619.
- Kügel, B. & Peterson, R.H. 1989. Perivitelline fluid pH of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs in relation to ambient pH. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 2070-2073.
- Lahti, E., Oksman, H. & Shemeikka, P. 1979. On the survival of vendace (*Coregonus albula*) eggs in different lake types. - *Aqua Fenn.* 9: 62-67.
- Mardsen, J.E. & Krueger, C.C. 1991. Spawning by hatchery-origin lake trout, *Salvelinus namaycush*, in Lake Ontario. Data from egg collections, substrate analysis and diver observations. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 2377-2384.
- Mikkola, H., Oksman, H. & Shemeikka, P. 1976. On the effect of bottom material on the development of vendace (*Coregonus albula*) eggs. - *Suom. Kalastuslehti* 83: 130-133. (På finsk med engelsk sammendrag).
- Määr, A. 1949. Fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system, Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 29: 57-70.
- Määr, A. 1950. A supplement to the fertility of char (*Salmo alpinus*) in the Faxälven water system, Sweden. - *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 30: 127-130.
- Newburg, H.J. 1974. Planarians as a mortality factor on spawned fish eggs. - *Prog. Fish-Cult.* 36: 227-33.
- Oseid, D.M. 1977. Control of fungus growth on fish eggs by *Asellus militaris* and *Gammarus pseudolimnaeus*. - *Trans. Am. Fish. Soc.* 106: 192-195.
- Perkins, D.L. & Krueger, C.C. 1994. Assessment of lake trout spawning: evaluation of traps for measurement of egg abundance. - *J. Great Lakes Res.* 20: 385-389.
- Peterson, R.H., Daye, P.G. & Metcalfe, J.L. 1980. Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low pH. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 770-774.
- Runn, P., Johansson, N. & Milbrink, G. 1977. Some effects of low pH on the hatchability of eggs of perch, *Perca fluviatilis* L. - *Zoon* 5: 115-125.
- Saksgård, R. 1993. Zooplankton og fisk -Fjorda. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU-årsrapporter. - DN- notat 1993-1: 124-134.
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 1994a. Zooplankton og fisk - Fjorda. Kalking i vann og vassdrag, FoU-virksomheten, Årsrapporter 1992. - DN-notat 1994-2: 112-116, 124-131.
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 1994b. Zooplankton og fisk - Fjorda. Kalking i vann og vassdrag, FoU-virksomheten, Årsrapporter 1993. - DN-notat 1994-14: 51-62.
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 1995a. Zooplankton og fisk - Fjorda. Kalking i vann og vassdrag, FoU-virksomheten, Årsrapporter 1994. - DN-notat 1995-9: 53-64.
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 1995b. Differences in response to liming in a Lake-dwelling fish community. - *Water, Air and Soil Poll.* 85: 973-978.
- Sevaldrud, I.H. & Hegge, O. 1987. Fiskestatus i forsøringsfølsomme områder. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernadv. 8, 24 sider
- Sollibråten, T. & Wien, S.I. 1997. Driftsplan for Svarttjern. Semesteroppgave i forvaltning av ferskvannsfisk ved NLH, 34 s.
- Wolf, K. 1957. Blue-sac disease investigations: microbiology and laboratory induction. *Prog. - Fish Cult.* 17: 14-18.
- Woodward, D.F., Farag, A.M., Mueller, M.E., Little, E.E. & Vertucci, F.A. 1989. Sensitivity of endemic snake cutthroat trout to acidity and elevated aluminium: - *Trans. Am. Fish. Soc.* 118: 630-643.
- Zawisza, J. & Backiel, T. 1970. Gonad development, fecundity and egg survival in *Coregonus albula* L. S. 363-397 i Lindsey, C.C. & Woods, C.S., red. *Biology of coregonid fishes.* University of Manitoba Press. Winnipeg, Man.

Vannkjemiske data ved 1 m, 3 m og 5 m dyp i Haukfjorden, Svarttjern og Velmunden 20. november 1997 til 31. mai 1998, og vannkjemiske data fra Sandungsbekken september 1997. POKAK = kationer minus anioner i % av kationer. POLMEM = målt konduktivitet minus estimert i % av målt konduktivitet.

Lokalitet	Dato	Dyp	FTU Turb.	mg PVI Farge	µS/cm Kond-25	pH	µekv/l Alk-3	mg/l Ca	mg/l Mg	mg/l Na	mg/l K	mg SO4/l Sulfat	mg/l Klorid	µg/l NO3-N Nitrat	mg/l Si Silisium	µg/l Tr-Al	µg/l Tm-Al	µg/l Om-Al	µg/l Um-Al	µg/l Pk-Al	mgC/l TOC	PDKAK l %	PDLMEM i %	ANC µekv/l	
Haukfjorden	20.nov.97	1 m	0,7	87	19,6	6	56	2,38	0,34	0,76	0,22	3,75	1,35	37	1	163	60	59	1	103		6	-16,9	67	
Haukfjorden	18.des.97	1 m	0,68	69	20,2	6,18	67	2,41	0,34	0,78	0,23	3,72	1,24	32	0,82	124	38	36	2	85,6		3,9	-14,2	73	
Haukfjorden	17.jan.98	1 m	0,54	66	20,7	6,18	74	2,52	0,35	0,79	0,24	3,59	1,27	40	0,81	121	38	36	2	83		4,2	-14,1	82	
Haukfjorden	16.feb.98	1 m	0,51	71	20,6	6,22	83	2,55	0,35	0,8	0,25	3,68	1,34	42	0,95	132	48	46	2	84		-1,4	-18,9	80	
Haukfjorden	14.mar.98	1 m	0,91	81	21,3	5,98	80	2,68	0,37	0,85	0,24	3,75	1,48	23	1,14	155	61	54	7	94	8,49	3,3	-19,4	86	
Haukfjorden	12.apr.98	1 m	0,95	76	21,5	6,02	71	2,59	0,36	0,83	0,25	3,72	1,46	55	1,10	140	53	51	2	87		4,6	-15,3	79	
Haukfjorden	02.mai.98	1 m																							
Haukfjorden	15.mai.98	1 m	0,79	68	17,8	5,99	62	2,05	0,29	0,71	0,25	3,04	1,26	42	1,07	142	57	56	1	85	6,3	0,4	-15,5	61	
Haukfjorden	31.mai.98	1 m	0,77	60	16,9	6,23	59	2,03	0,28	0,68	0,22	3,13	1,18	33	0,93	139	50	47	3	89		0,3	-18,4	59	
Haukfjorden	20.nov.97	3 m	0,8	53	20	6,31	74	2,4	0,34	0,76	0,24	3,7	1,05	25	0,54	105	30	27	3	75,1		2,6	-14,1	78	
Haukfjorden	18.des.97	3 m	0,5	54	20,1	6,29	75	2,39	0,34	0,77	0,24	3,6	1,13	23	0,58	109	29	27	2	80,2		2,1	-13,8	78	
Haukfjorden	17.jan.98	3 m	0,58	62	20,8	6,18	79	2,53	0,35	0,79	0,25	3,62	1,25	25	0,72	109	25	25	0	84		2,8	-14,9	83	
Haukfjorden	16.feb.98	3 m	0,55	76	20,5	6,18	82	2,55	0,35	0,79	0,24	3,56	1,39	42	1,03	154	58	55	3	96		-0,9	-19,1	80	
Haukfjorden	14.mar.98	3 m	0,66	84	21,4	5,96	79	2,67	0,37	0,84	0,23	3,70	1,53	44	1,14	148	59	56	3	89	8,67	2,6	-19,2	83	
Haukfjorden	12.apr.98	3 m	0,9	79	21,6	6	74	2,69	0,37	0,84	0,24	3,80	1,46	46	1,12	140	51	50	1	89		5,5	-17,4	84	
Haukfjorden	02.mai.98	3 m																							
Haukfjorden	15.mai.98	3 m	0,68	68	17,6	5,99	61	2,06	0,29	0,70	0,23	3,09	1,22	42	1,08	132	56	55	1	76	6,86	0,3	-16,5	61	
Haukfjorden	31.mai.98	3 m	0,84	61	117	6,18	59	2,04	0,28	0,68	0,23	3,15	1,19	37	0,94	125	47	44	3	78		0,3	-18,2	58	
Haukfjorden	20.nov.97	5 m	0,75	56	20,4	6,28	75	2,43	0,34	0,76	0,24	3,69	1,09	28	0,58	102	21	19	2	81		2,2	-13	79	
Haukfjorden	18.des.97	5 m	0,95	64	20,8	6,12	74	2,48	0,35	0,78	0,24	3,66	1,21	31	0,78	117	38	35	3	79,4		3,2	-13,2	80	
Haukfjorden	17.jan.98	5 m	0,65	84	21,4	5,94	75	2,58	0,36	0,8	0,24	3,57	1,42	29	1,1	160	60	60	0	100	9,74	4,7	-14,0	83	
Haukfjorden	16.feb.98	5 m	0,79	99	21,4	5,96	82	2,7	0,36	0,82	0,23	3,59	1,57	45	1,39	167	71	68	3	96		1,2	-19,4	83	
Haukfjorden	14.mar.98	5 m	0,9	101	22,2	5,89	85	2,82	0,38	0,86	0,22	3,71	1,65	49	1,46	179	74	70	4	105		2,0	-19,8	88	
Haukfjorden	12.apr.98	5 m	0,83	106	22,7	5,84	77	2,89	0,39	0,88	0,23	3,71	1,73	47	1,58	184	75	70	5	109		7,0	-18,0	91	
Haukfjorden	02.mai.98	5 m																							
Haukfjorden	15.mai.98	5 m	0,62	69	17,4	5,97	60	2,06	0,29	0,69	0,23	2,97	1,24	41	1,10	144	61	56	5	83		1,9	-16,5	63	
Haukfjorden	31.mai.98	5 m	0,66	62	17,2	6,05	59	2,07	0,28	0,68	0,23	3,19	1,22	41	1,01	130	48	44	4	82		-0,3	-18,6	58	
Sandu.bekk	01.sep.97	3	85	25,4	6,5	152	3,71	0,43	0,96	0,22	3,7	1,42	12	0,77	143	32	32	0	111		-0,4	-24,8	150		
Svarttjern	20.nov.97	1 m	1,36	27	19	6,15	54	1,92	0,26	0,81	0,28	3,41	1,07	108	0,56	98	27	22	5	70,9		-1,6	-7,2	51	
Svarttjern	18.des.97	1 m	0,84	25	20,5	6,34	71	2,13	0,28	0,85	0,31	3,47	1,11	43	0,5	99	29	23	6	69,9		-1,8	-6,2	68	
Svarttjern	17.jan.98	1 m	0,37	27	20,3	6,32	76	2,23	0,29	0,84	0,32	3,47	1,1	30	0,51	83	25	22	3	58	6,63	-0,6	-9,7	74	
Svarttjern	16.feb.98	1 m	0,44	30	20,1	6,33	88	2,28	0,28	0,84	0,32	3,42	1,11	37	0,55	87	32	28	4	55		-6,0	-13,7	76	
Svarttjern	14.mar.98	1 m	1,03	28	21	6,16	84	2,34	0,29	0,87	0,31	3,47	1,19	49	0,61	90	29	17	12	61	4,59	-3,1	-11,4	77	
Svarttjern	12.apr.98	1 m	0,41	31	21	6,07	76	2,36	0,30	0,89	0,32	2,97	1,63	50	0,65	92	30	27	3	62		1,3	-11,2	78	
Svarttjern	02.mai.98	1 m	0,82	54	15,67	5,48	24	1,44	0,23	0,70	0,31	2,92	1,12	58	1,16	157	76	66	10	81		9,3	-10,0	33	
Svarttjern	15.mai.98	1 m	0,73	40	16,8	6,07	58	1,79	0,24	0,73	0,30	2,92	1,02	47	0,80	131	48	43	5	83	4,69	-1,2	-11,6	55	
Svarttjern	31.mai.98	1 m	0,54	33	16,7	6,37	60	1,84	0,24	0,75	0,30	3,04	1,04	32	0,66	99	27	23	4	72		-1,8	-13,8	57	
Svarttjern	20.nov.97	3 m	0,78	27	19,4	6,42	74	2,16	0,28	0,82	0,31	3,4	1,03	24	0,45	79	20	17	3	59,3		-0,1	-10,8	73	
Svarttjern	18.des.97	3 m	0,63	26	20,7	6,28	70	2,16	0,29	0,87	0,32	3,55	1,13	66	0,52	94	27	23	4	66,7		-1,3	-7,3	67	
Svarttjern	17.jan.98	3 m	0,41	28	21	6,21	81	2,35	0,28	0,85	0,32	3,53	1,09	29	0,55	23	21	2	54	-0,9	5,48	-9,3	79		
Svarttjern	16.feb.98	3 m	0,44	31	20,2	6,27	86	2,33	0,28	0,84	0,33	3,4	1,12	39	0,59	29	26	3	58	-3,5		-13,7	79		

## Vedlegg 1 fors.

Lokalitet	Dato	Dyp	FTU Turb.	mg Pt/l Farge	µS/cm Kond-25	pH	µekv/l Alk-3	mg/l Ca	mg/l Mg	mg/l Na	mg/l K	mg SO4/l Sulfat	mg/l Klorid	µg/l NO3-N Nitrat	mg/l Si Silisium	µg/l Tr-Al	µg/l Tm-Al	µg/l Om-Al	µg/l Um-Al	µg/l Pk-Al	mgC/l TOC	PDKAK I %	PDLMEM i %	ANC µekv/l
Svarttjern	14.mar.98	3 m	0,9	30	20,6	6,12	83	2,34	0,29	0,86	0,32	3,32	1,21	44	0,66	97	31	29	2	66	4,15	-1,4	-12,3	80
Svarttjern	12.apr.98	3 m	0,61	33	21,1	6,06	79	2,40	0,30	0,87	0,32	3,50	1,18	45	0,69	91	32	32	0	59		1,9	-11,2	81
Svarttjern	02.mai.98	3 m	0,54	30	20,98	6,04	77	2,40	0,29	0,87	0,31	3,47	1,16	49	0,71	94	34	30	4	60		2,9	-10,8	81
Svarttjern	15.mai.98	3 m	0,74	39	17	6,06	59	1,81	0,24	0,73	0,30	2,94	1,03	50	0,80	129	48	44	4	81	4,91	-1,6	-11,1	55
Svarttjern	31.mai.98	3 m	0,81	33	16,8	6,29	60	1,83	0,24	0,74	0,30	3,12	1,05	31	0,67	113	32	29	3	81		-3,8	-14,3	54
Svarttjern	20.nov.97	5 m	0,93	26	19,8	6,4	78	2,17	0,28	0,83	0,31	3,45	1,02	25	0,44	79	17	14	3	62,3		-2,5	-10,2	73
Svarttjern	18.des.97	5 m	0,68	24	20,6	6,3	78	2,22	0,28	0,85	0,32	3,43	1,07	26	0,48	81	21	18	3	60,4		-1,1	-7,4	75
Svarttjern	17.jan.98	5 m	0,7	30	20,8	6,2	80	2,32	0,29	0,86	0,32	3,46	1,11	28	0,56	89	24	22	2	65	6,10	0,4	-9,6	80
Svarttjern	16.feb.98	5 m	0,5	33	20,3	6,27	87	2,33	0,29	0,84	0,32	3,38	1,17	39	0,65	101	34	31	3	67		-4,1	-13,6	78
Svarttjern	14.mar.98	5 m	0,9	33	20,7	6,09	85	2,36	0,30	0,85	0,31	3,42	1,21	41	0,73	107	35	33	2	72	5,48	-2,3	-12,9	79
Svarttjern	12.apr.98	5 m	1,02	36	21,2	6,04	78	2,38	0,30	0,88	0,31	3,44	1,23	43	0,75	101	33	31	2	68		1,6	-10,3	80
Svarttjern	02.mai.98	5 m	0,53	30	21,4	6,04	79	2,43	0,30	0,87	0,31	3,41	1,16	51	0,75	101	36	31	5	65		3,5	-9,4	85
Svarttjern	15.mai.98	5 m	0,71	36	17,1	6,07	65	1,90	0,25	0,76	0,30	2,96	1,05	49	0,83	133	48	43	5	85	4,27	-1,6	-11,5	61
Svarttjern	31.mai.98	5 m	0,87	33	17,29	6,11	63	1,89	0,25	0,74	0,30	3,14	1,04	44	0,73	132	48	43	5	84		-3,4	-13,8	57
Velmunden	20.nov.97	1 m	0,72	29	19,5	6,33	61	2,07	0,33	0,76	0,28	3,7	1,04	48	0,43	77	22	19	3	55,3		0,1	-9,6	61
Velmunden	18.des.97	1 m	0,68	35	19,6	6,16	60	2,05	0,32	0,77	0,27	3,59	1,07	53	0,42	84	26	24	2	58,5		0,6	-8	60
Velmunden	17.jan.98	1 m	0,63	38	19,9	6,1	61	2,15	0,32	0,77	0,28	3,66	1,14	47	0,5	92	27	26	1	65	6,62	1,5	-9,7	62
Velmunden	16.feb.98	1 m	0,62	48	19,9	6,02	72	2,26	0,32	0,8	0,27	3,73	1,2	58	0,58	109	45	42	3	64		-3,1	-15,8	65
Velmunden	14.mar.98	1 m	0,5	38	20,4	6,1	67	2,28	0,34	0,84	0,28	3,75	1,28	63	0,60	93	36	33	3	57	6,23	0,1	-14,1	67
Velmunden	12.apr.98	1 m	0,78	47	20	5,93	58	2,21	0,33	0,82	0,27	3,64	1,25	66	0,73	106	42	41	1	64		3,9	-12,6	64
Velmunden	02.mai.98	1 m	0,85	54	17,7	5,7	34	1,83	0,29	0,77	0,26	3,44	1,27	67	0,99	138	70	58	12	68		7,5	-13,0	43
Velmunden	15.mai.98	1 m	0,76	36	18,4	6,08	57	2,01	0,30	0,75	0,27	3,44	1,16	64	0,64	98	40	37	3	58	4,56	-0,8	-13,5	55
Velmunden	31.mai.98	1 m	0,59	35	18,3	6,36	59	2,05	0,31	0,75	0,27	3,58	1,12	52	0,58	91	31	28	3	60		-0,9	-15,4	57
Velmunden	20.nov.97	3 m	0,7	30	19,3	6,32	61	2,07	0,32	0,75	0,28	3,67	1,02	50	0,43	89	25	21	4	63,6		-0,1	-10	61
Velmunden	18.des.97	3 m	0,44	26	19,7	6,31	63	2,07	0,32	0,77	0,29	3,65	1,04	47	0,43	75	23	19	4	52,2		-0,8	-8,5	62
Velmunden	17.jan.98	3 m	0,53	30	19,9	6,27	64	2,15	0,33	0,78	0,29	3,7	1,08	44	0,44	78	23	21	2	55	6,21	0,9	-10,0	65
Velmunden	16.feb.98	3 m	0,45	38	19,3	6,24	72	2,12	0,31	0,76	0,28	3,61	1,12	53	0,46	79	31	30	1	48		-5,9	-14,1	61
Velmunden	14.mar.98	3 m	0,44	33	19,7	6,08	67	2,19	0,33	0,79	0,28	3,64	1,20	56	0,49	78	30	28	2	48	4,95	-1,0	-14,3	64
Velmunden	12.apr.98	3 m	0,41	39	19,7	6,03	61	2,19	0,33	0,80	0,27	3,71	1,18	60	0,54	86	32	29	3	54		2,0	-13,2	63
Velmunden	02.mai.98	3 m	0,96	44	19,1	5,9	51	2,10	0,31	0,79	0,27	3,53	1,21	76	0,72	108	40	38	2	68		5,5	-12,4	59
Velmunden	15.mai.98	3 m	0,58	38	18,6	6,07	59	2,00	0,30	0,75	0,26	3,38	1,16	65	0,63	102	41	38	3	61	4,93	-1,2	-11,6	56
Velmunden	31.mai.98	3 m	0,62	35	18,3	6,36	59	2,04	0,31	0,75	0,27	3,68	1,11	53	0,59	95	30	28	2	65		-2,3	-15,8	55
Velmunden	18.des.97	5 m	0,49	26	19,7	6,3	63	2,07	0,32	0,77	0,28	3,65	1,04	48	0,43	74	22	19	3	52,2		-0,4	-8,3	61
Velmunden	17.jan.98	5 m	0,68	30	19,9	6,25	64	2,17	0,33	0,78	0,29	3,64	1,09	43	0,43	68	20	19	1	48	6,04	1,8	-10,1	67
Velmunden	16.feb.98	5 m	0,63	35	19,3	6,29	72	2,1	0,32	0,76	0,28	3,58	1,11	53	0,44	87	34	31	3	53		-5,7	-13,6	62
Velmunden	14.mar.98	5 m	0,49	32	19,8	6,2	70	2,18	0,32	0,79	0,27	3,63	1,14	55	0,47	81	28	26	2	53	4,77	-2,8	-12,9	65
Velmunden	12.apr.98	5 m	0,34	35	19,6	6,09	60	2,16	0,32	0,79	0,27	3,61	1,19	57	0,49	74	29	28	1	45		1,8	-12,0	63
Velmunden	02.mai.98	5 m	0,55	39	19,4	6,03	56	2,14	0,32	0,78	0,27	3,49	1,18	68	0,58	122	49	44	5	73		4,6	-11,5	63
Velmunden	15.mai.98	5 m	0,49	39	18,6	6,07	58	2,03	0,30	0,76	0,27	3,49	1,16	61	0,64	96	39	37	2	57	4,83	-1,0	-13,2	56
Velmunden	31.mai.98	5 m	0,75	35	18,5	6,23	59	2,04	0,31	0,74	0,27	3,60	1,16	57	0,59	105	35	33	2	70		-2,3	-14,7	54

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-1028-2

591

**NINA  
OPPDRAGS-  
MELDING**

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7485 TRONDHEIM  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefax: 73 80 14 01

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**