

628

# OPPDRAKSMELDING

Smoltproduksjonsforsøk  
med laks - 1998

Bengt Finstad  
Svein Tore Nilsen  
Rita Strand



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

# Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1998

Bengt Finstad  
Svein Tore Nilsen  
Rita Strand

## 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 samfunnet. 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.

Finstad, B., Nilsen, S.T. & Strand, R. 1999. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1998. - NINA Oppdragsmelding 628: 1-18.

Trondheim, desember 1999

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1099-1

Forvaltningsområde:

Bærekraftig høsting, fisk

Sustainable harvesting, fish

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon

Tor F. Næsje

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13306 Smoltproduksjonsforsøk

Ansvarlig signatur:

*Tor F. Næsje*

Oppdragsgiver:

Statkraft

Finnmark Energiverk AS

## Referat

Finstad, B., Nilsen, S.T. & Strand, R. 1999. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1998. - NINA Oppdragsmelding 628: 1-18.

Det har vist seg at forholdene i Nord-Norge, spesielt på grunn av den lange og mørke vinteren, gjør at produksjonsmetoder for laksesmolt utviklet lengre sør ikke lar seg overføre uten spesielle tilpasninger. Fisken i nord må holdes lengre på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsettingsstørrelse. Det er derfor en stor utfordring å få til en regional tilpasning av produksjon av laksefisk til kultiveringsformål og kompensasjonsutsetninger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Det ble i 1998 produsert ettårig laksesmolt som ble gitt ulike lys- og temperaturregimer og som ble testet i standardiserte sjøvannstester fra tidlig vår fram mot utsetting. Grupper av fisk fra de ulike produksjonsgruppene ble carlinmerket og satt ut ovenfor NINAs fiskefelle i Talvik for testing av vandringslyst, smoltfysiologi, transportstress og betydning av utsettingssted. I Altaelva ble det satt ut 12 000 fisk for å teste betydningen av transport på vandringslyst.

Utvandringsresponsen til ettårig smolt ble så høy som 80 %, og kan dermed være et alternativ til utsetting av toårig smolt. Utvandringsrespons, vekst og sjøvannstilpasning var best hos grupper satt ut i juli, sent på sesongen. Det var ingen forskjell mellom grupper som hadde gått på forskjellig temperatur i anlegget før utsetting ved dette tidspunktet. Hos grupper satt ut tidligere (juni), var det imidlertid gruppene som hadde gått på oppvarmet vann som hadde best utvandringsrespons, vokste best og hadde best saltreguleringsevne. Vandringslyst hos fisk under simulert isdekke var noe dårligere enn hos gruppene uten simulert isdekke. Totalutvandringen i disse forsøkene var imidlertid lik for alle gruppene. Smolt satt ut i utløpet til Halselva vandret ut i større grad enn smolt satt ut lenger oppe i vassdraget. Stresshormonene i fisken steg under transport, men var normale etter en uke i merd.

Emneord: Smoltproduksjonsforsøk, laks, sjøvannstoleranse, overlevelse, vandring, transportstress.

Bengt Finstad & Rita Strand, Norsk Institutt for Naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.  
Svein Tore Nilsen, Finnmark Energiverk, Halsen, 9540 Talvik.

## Abstract

Finstad, B., Nilsen, S.T. & Strand, R. 1999. Experimental smolt-production with Atlantic salmon - 1998. - NINA Oppdragsmelding 628: 1-18.

Due to the climatic conditions in Northern Norway - particularly the long and dark winter - the production methods for Atlantic salmon smolts developed in the south, cannot be applied in the north without modifications. The northern fish must be held longer in artificial temperatures and light in order to achieve stocking size. Thus, it is a major challenge to adapt the production methods of salmon smolts to regional conditions for efficient production of smolt for the different enhancement programmes.

One year old salmon smolts were produced under different temperature conditions and tested in standard seawater challenge tests. Groups of fish from the different production groups were Carlin tagged and released upstream from NINA's fish trap at Talvik for testing of migratory behaviour, smolt physiology and the importance of transport stress and release site. In the River Alta, 12 000 salmon smolts were released in order to test the importance of transportation on migration.

These experiments showed that one-year old Atlantic salmon smolt has a high migratory frequency, and nearly 80 % of the released smolt migrated to the sea. Hence, one-year-old smolt may be an alternative to releases of two-year-old smolts. The migratory response (the time before 50 % of the smolt had migrated), growth and seawater tolerance was best in the groups released late, in July. No differences were observed between groups reared at different temperatures at this time. In June, however, the groups reared at elevated temperatures showed better migratory response, growth and seawater tolerance than the other experimental groups. The migratory response was slower for fish that experienced simulated ice cover before release, than the control groups without ice cover. The smolt groups released in the outlet of the river migrated to a larger extent than smolt released further up in the watercourse. The stress hormones (cortisol) were elevated during transport, but stabilized to normal levels after a week's rest.

Keywords: Smolt production, Atlantic salmon, seawater tolerance, survival, migration, transport stress.

Bengt Finstad & Rita Strand, Norsk Institutt for Naturforskning, Tungasletta, NO-7485 Trondheim, Norway.  
Svein Tore Nilsen, Finnmark Energiverk, Halsen, NO-9540 Talvik, Norway.

## Forord

I forbindelse med Altautbyggingen ble spørsmålet om bygging av et settefiskanlegg tatt opp av Alta Laksefiskeri Interessentskap, Alta kommune og Finnmark fylkeskommune. Direktoratet for Naturforvaltning (DN) anmodet Statkraft å bygge et forsøksanlegg i tilknytning til de undersøkelser som pågikk i Altaelva, og i 1985 inngikk Statkraft en avtale med DN om drift av Talvikanlegget for perioden 1985-89. Statkraft, DN, NINA og Alta kommune ble enige om at det skulle bygges ei kontrollfelle i Halsvassdraget i samband med prosjektet "kulturbetinget fiske" (senere havbeiteprosjektet). Talvikanlegget var ferdig bygd ved slutten av 1985, med en kapasitet på 50 000 laksesmolt, og fisk produsert i anlegget ble første gang satt ut i 1986.

Målet for smoltproduksjonsforsøket ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere en laksesmolt og å utvikle utsettingsmetoder/merkemetoder for å øke overlevelse og gjenfangst hos utsatt laksesmolt i Altaelva i forbindelse med en fremtidig kompensasjonsutsetting. Prosjektet ble igangsatt i 1993 og tidligere resultater er tilgjengelig i Finstad (1995), Strand & Finstad (1995), Finstad & Nilsen (1997) og (1998).

De ansatte ved settefiskanlegget i Talvik og ved NINAs fiskefelle i Talvik takkes for et godt samarbeid. Produksjonsbetingelsene for laksen er som for tidligere år rapportert av stasjonsleder Frode Løvik ved settefiskanlegget. Per Ivar Møkkelgjerd foretok skjellanalysene fra fisk fanget i Altaelva for å skille mellom villfisk og utsatt/rømt fisk. Prosjektet er finansiert av Statkraft og Finnmark Energiverk AS, samt at resultater fra andre relevante prosjekt har vært benyttet for å utfylle dette prosjektet.

Trondheim, desember 1999

Bengt Finstad  
prosjektleder

## Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	3
Forord.....	4
1 Innledning.....	5
2 Metode og materiale.....	6
2.1 Fisk og produksjonsforhold.....	6
2.2 Sjøvannstester.....	6
2.3 Utsetninger i Halselva.....	6
2.3.1 Effekten av temperatur og utsettingstidspunkt.....	6
2.3.2 Effekten av lys.....	7
2.3.3 Effekten av transport.....	7
2.3.4 Effekten av utsettingssted.....	7
2.4 Utsetninger i Altaelva.....	8
2.4.1 Betydning av transport.....	8
2.5 Gjenfangster.....	8
3 Resultater.....	9
3.1 Effekten av temperatur.....	9
3.2 Vandringslyst.....	12
3.3 Effekten av lys.....	12
3.4 Transportstressforsøk.....	13
3.5 Effekten av utsettingssted.....	14
3.6 Utsetninger i Altaelva.....	14
3.6.1 Transportstressforsøk.....	14
3.6.2 Gjenfangster.....	14
4 Diskusjon.....	16
5 Konklusjon.....	17
6 Litteratur.....	17

# 1 Innledning

Smoltifisering hos laksefisk er en komplisert prosess som omfatter store endringer i atferd, morfologi og fysiologi (Wedemeyer et al. 1980; Langdon 1985; Hoar 1988; Boeuf 1993; Høgåsen 1998). Forberedelsen til et marint liv består av flere mer eller mindre uavhengige prosesser som styres av indre biologiske rytmer som synkroniseres av ytre miljøforhold slik at utvandringen kan skje på et optimalt tidspunkt. Hos ville bestander skjer dette i løpet av noen uker om våren, og tidspunktet for utvandring varierer både innen samme elv fra år til år, mellom elver og med breddegrad (Metcalf et al. 1988).

Hos laksefisk er generelt årssyklusen i daglengde (fotoperiode) den viktigste faktor som kontrollerer tidspunkt for smoltifisering (Poston 1978; Wedemeyer et al. 1980; Lundquist 1983; Parker 1984). Ved manipulering av fotoperioden kan tidspunktet for de smoltifiserings-relaterte endringene forskyves (Saunders & Henderson 1970; Wagner 1974; Clarke et al. 1978; Clarke 1989). Vanntemperaturen er først og fremst en hastighetskontrollerende faktor i smoltifiseringen og samvirker med fotoperiode (Wedemeyer et al. 1980; Hoar 1988; Boeuf 1993). En økning i temperatur akselererer smoltifiseringen, men fører også til en raskere desmoltifisering, slik at perioden hvor fisken er smolt kortes kraftig ned ved høye temperaturer (Clarke et al. 1978, 1981; Soivio et al. 1988, 1989).

Utsetting av kunstig produsert smolt har foregått i norske vassdrag siden 1950-tallet. Utsettingene har gitt svært varierende gjenfangster og det er vist at gjennomsnittlig overlevelse av anleggsprodusert smolt bare er halvparten av vill smolt (Jonsson et al. 1991). Ulike temperatur- og lysregimer i anlegg er forsøkt for å bedre smoltifiseringen hos laksefisk i anlegg. I tillegg har saltføring (Wedemeyer 1972; Wedemeyer & Wood 1974) og saltvannsakklimering (5-15 ‰) vist seg å være gunstig for å produsere en optimal smolt (Long et al. 1977) ved utsettinger i sjø.

De siste 10 årene har det vært økende interesse for effekten av stress på fisk i oppdrett. Det er nå generelt akseptert at det er en tydelig sammenheng mellom store forandringer i omgivelsene til fisken og forstyrrelser i fiskens fysiologi inkludert osmoregulering, metabolisme, respirasjon og sykdomsmotstand (Barton & Iwama 1991; Iwama et al. 1997). Skadelige forandringer i omgivelsene (stressorer) inkluderer dårlig vannkvalitet, raske temperaturforandringer, forstyrrelser som fysisk håndtering, transport (Iversen et al. 1997, 1998) og sammenhengning av fisk.

Når en fisk utsettes for en stressor vil fisken gjennomgå endelig ikke spesifikke endringer for å takle den nye situasjon. Disse endringene kan deles inn i tre ulike faser:

- 1 Primærfase. En alarmreaksjon, der katekolaminer og kortikosteroider («stresshormoner») frigjøres.
- 2 Sekundærfase: En motstands tilstand, som medfører tilpasning til stressoren.

- 3 Tertiærfase: Utmattelse eller død hvis tilpasningen uteblir fordi stressoren er for voldsom eller langvarig.

En organismes stressrepons er en integrert respons som omfatter alle nivåer (Pickering 1981). Mange primære og sekundære responser til stress er adaptive fysiologiske responser som opprettholder den indre fysiologiske og biokjemiske likevekten og som øker individets overlevelsessevne. For en frittlevende fisk er det mulig å svømme bort fra en eventuell stressor, mens i intensivt oppdrett må fisken leve under konstant kronisk stress. Langvarig kronisk stress kan være maladaptivt og redusere fiskens evne til vekst, reproduksjon og overlevelse (Barton & Iwama 1991; Iwama et al. 1997).

Det har vist seg at forholdene i Nord-Norge, spesielt den lange og mørke vinteren, gjør at produksjonsmetoder utviklet lengre sør ikke lar seg overføre uten spesielle tilpasninger. Fisken i nord må gå lenger på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsetningsstørrelse. En stor utfordring har derfor ligget i en regional tilpasning av produksjon av laks, sjøørret og sjørøye til kultiveringsformål og kompensasjonsutsettinger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Målet for smoltproduksjonsforsøket ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere en laksesmolt og å utvikle utsetnings- og merkemethoder som øker overlevelse og gjenfangst hos utsatt laksesmolt i Altaelva i forbindelse med fremtidige kompensasjonsutsettinger. Prosjektet ble igangsatt i 1993 (se årsrapport for 1993) og videre presentert i Strand & Finstad (1995), Finstad (1995) og Finstad & Nilsen (1997, 1998).

## 2 Metode og materiale

### 2.1 Fisk og produksjonsforhold

Forsøkene ble utført ved settefiskanlegget i Talvik, som ligger ved Halselva i Finnmark. Produksjon av settefisk til utsettingene i Altaelva har foregått ved dette anlegget siden 1986. I tilknytning til anlegget er det bygd en fiskefelle i Halselva hvor all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget merkes og registreres med lengde og vekt samt annen totalstatus. Det er naturlige bestander av laks, ørret og røye i vassdraget.

I 1993 ble prosjektet startet med at åtte grupper à 600 Carlinmerket ettårig smolt ble gitt ulike produksjonsbetingelser (lys/temperatur), testet i standardiserte sjøvannstester og satt ut ovenfor fiskefella den 21.06.93 (se årsrapport for 1993). Disse eksperimentene ble utvidet og videreutviklet i 1994 (Strand & Finstad 1995), 1995 (Finstad 1995), 1996 (Finstad & Nilsen 1997) og 1997 (Finstad & Nilsen 1998).

Høsten 1996 ble ni par av laks fra Bollo i Altaelva (22 km oppe i elva) krysset og til sammen 75 000 rogn ble lagt på naturlig vanntemperatur. Rogna ble holdt ved 24 timers mørke. Tre av ni hunnfisk var to-sjøvinter fisk, noe som er sjeldent i Altaelva. Tre av ni hannfisk var en-sjøvinter (grilse). Skjellavlesningene viste at stamfiskmaterialet bare bestod av villfisk. Hver familie ble holdt i egne klekkesylindere. Forsøk med vanntilførsel på 2 og 4 liter pr. minutt og med hel og halv tildekking av klekkesylindrene ga ingen forskjell i rogn-overlevelse. Dødeligheten fram til startføring var på om lag 3 %. Etter ca fire uker på oppvarmet vann (8 °C) ble rogn flyttet til åpne klekkerenner, og i midten av januar var 50 % av rogn klekket.

I februar ble fisken overført til 10 kar à 2,25 m<sup>3</sup> i startføringsavdelingen. Familiene ble holdt adskilt og ble gitt 24 timers lys og oppvarmet vann (10 °C). Fisken ble føret i overskudd med vanlig fiskefôr (Skretting). Etter startføring ble fisken ble fordelt til 12 kar og 50 fisk fra hver familie ble lengdemålt og veid.

Fisk fra de ulike sorteringene ble satt over fra oppvarmet vann til naturlig vanntemperatur henholdsvis den 17.07.97, 06.08.97, 08.12.97 og den 13.02.98.

På Talvik settefiskanlegg følges generelle produksjonsstrategier. Disse strategiene som er beskrevet nedenfor gjelder alle våre forsøk om ikke annet er anmerket:

Daglengden (godt lys) reduseres fra 24 til 10 timer i løpet av uke 38 (16-22.09), økes igjen til 24 timer i uke 17 (20-26.04). Føringperiode reduseres fra 24 timers utføring om sommeren til 10 timer om vinteren etter at daglengden er redusert:

### 2.2 Sjøvannstester

Sjøvannstesting ble utført som beskrevet i Iversen et al. (1999). Grupper av fisk overføres fra ferskvann til sjøvann (34 ‰) og etter 24 timer i sjøvann blir det tatt blodprøver av fisken (Blackburn & Clarke 1987). Denne metoden er innarbeidet i de fleste laboratorier som arbeider med fiskefysiologiske problemstillinger og er internasjonalt akseptert. Analyser av natrium eller klorid i blodplasmaet ble deretter foretatt. Er natriumkonsentrasjonen under 170 mM og kloridkonsentrasjonen under 160 mM er dette en fullverdig smolt.

Fisken fikk stå uforstyrret i 3 dager før testene ble igangsatt og ble sultet de siste 48 timene før overføring til sjøvann. Det ble tatt blodprøver av 10 tilfeldig valgte individer (kontrollgruppe) i ferskvann før overføring til sjøvann. Overføringen fra ferskvann til sjøvann skjedde direkte og med svært kort transporttid. Det ble overført 40 fisk og blodprøver av 10 fisk ble tatt etter 24 timers eksponering i sjøvann. Fiskene ble fanget inn på en forsiktig måte for å unngå stress som kan influere på nivåene av natrium og klorid i plasma. Blodprøver ble tatt ved at en sprøytespiss ble stukket inn i området nedenfor sidelinjen og ovenfor gattet. Spissen ble stukket forsiktig inn på skrå slik at den traff undersiden av virvelsøyla. Det ble benyttet en heparinisert 1 ml sprøyte (1 dråpe heparin per sprøyte), og ble tatt ca. 0,5 til 0,6 ml blod av hver fisk. Blodet fra sprøyta ble overført til et plasmarør, sentrifugert ved høyeste hastighet i 5 minutter, og plasma ble pipettert over til et nytt plasmarør som raskt ble satt i fryseren (-20 °C).

Blodplasmaklorid-nivå ble bestemt med en Radiometer CMT-10 kloridtitrator. Plasmakortisol ble analysert vha. en RIA-metode (Simensen et al. 1978) med modifikasjoner som beskrevet i Olsen et al. (1992).

### 2.3 Utsettinger i Halselva

#### 2.3.1 Effekten av temperatur og utsettingstidspunkt

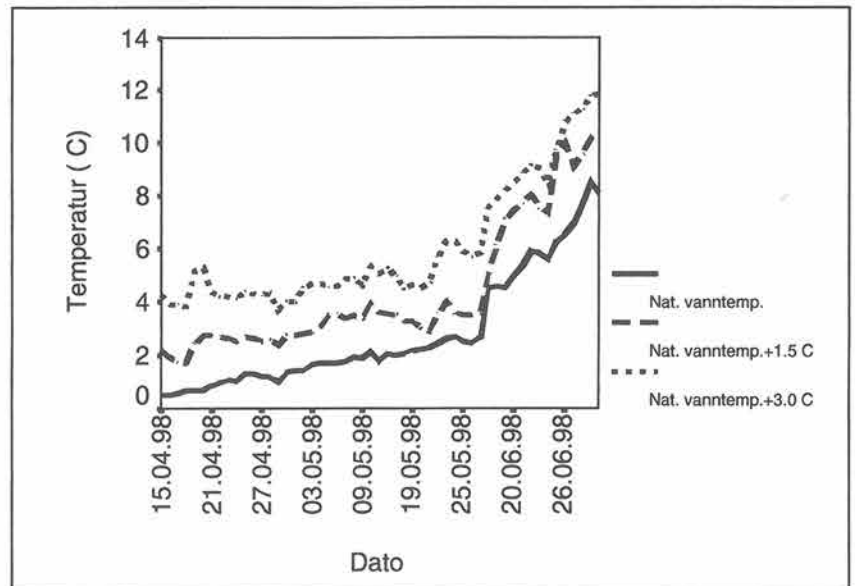
For å undersøke betydningen av vanntemperatur, vannføring, smoltifisering og utsettingstidspunkt for fiskens vandringsevillighet sammenliknet vi andelen utvandret fisk og dens osmoreguleringsevne hos fisk som var holdt ved ulike vanntemperaturer og satt ut til ulike tidspunkt (**tabell 1**).

Grupper av fisk (470 pr. gruppe) ble holdt på naturlig vanntemperatur, naturlig vanntemperatur + 1,5 °C og naturlig vanntemperatur + 3 °C (**figur 1**), smoltkvaliteten ble vurdert i sjøvannstester. Dette opplegget ble gjentatt tre ganger over det mest aktuelle tidspunktet for smoltutvandring/smoltifisering slik at fisk kunne settes ut til ulike tidspunkt. Slik kan vi finne det mest optimale utsettingstidspunktet. For å finne ut om smoltifiseringsutviklingen ble påvirket ved å sette ut fisken ble parallelle grupper til utsettingsgruppene holdt igjen på

**Tabell 1:** Oversikt over produksjonsforhold (temperatur) og utsettingsparametre for de ulike grupper laks (ettårsmolt) benyttet i utvandringforsøkene hvor fisken ble satt ut ovenfor fella (O.F) ved de aktuelle tidspunktene i 1998. SV-tester indikerer at det ble tatt standardiserte sjøvannstoleransetestet i anlegg.

Beskrivelse	SV-test	Antall fisk merket	Antall ut	Uts.dato
Naturlig vanntemp.	x	470	100	12.06.98
Naturlig vanntemp.+1.5 °C			100	12.06.98
Naturlig vanntemp.+3.0 °C			99	12.06.98
Naturlig vanntemp.	x	470	100	22.06.98
Naturlig vanntemp.+1.5 °C			98	22.06.98
Naturlig vanntemp.+3.0 °C			103	22.06.98
Naturlig vanntemp.	x	470	95	11.07.98
Naturlig vanntemp. +1.5 °C			112	11.07.98
Naturlig vanntemp.+3.0 °C			35	11.07.98

**Figur 1.** Temperaturforhold for tre ulike grupper av fisk fram til utsetting. Disse ble brukt til å teste smoltifiseringsutviklingen som funksjon av temperatur. Gruppene ble holdt på naturlig vanntemperatur, naturlig vanntemperatur + 1.5 °C og naturlig vanntemperatur + 3,0 °C fram mot utsetting.



anlegget og testet for osmoreguleringsevne å de samme tidspunkter som utvandrende fisk ble testet. All fisk ble satt ut ovenfor fella og nedvandringen ble registrert der. Et utvalg av fiskene ble sjøvannstestet.

### 2.3.2 Effekten av lys

Det ble utført forsøk for å teste effekten av lys (daglengde) på utviklingen av sjøvannstoleransen hos ettårsmolt (**tabell 2**). To grupper av fisk ble satt på 24 timers mørke (simulert isdekke) den 22.01 og holdt på dette regimet inntil den 05.05.98 da fisken ble tatt opp til 24 timers lys og holdt på dette fram til utsetting. To grupper ble holdt som kontroll. I disse ble daglengden økt til 24 timer i uke 14 (31.03-06.04.98) og holdt stabilt fram til utsetting. All fisk ble satt ut ovenfor fella og nedvandringen ble registrert der. Et utvalg av fiskene ble sjøvannstestet.

### 2.3.3 Effekten av transport

For å teste hvilken betydning transport hadde på fiskens stressnivå, ble to grupper transportert til innløpet av Halselva en uke før utsetting og satt i to bur fram til utsetting (**tabell 3**). To grupper ble samtidig transportert til Halselva og satt direkte ut.

### 2.3.4 Effekten av utsettingssted

I dette eksperimentet skulle betydningen av utsettingssted i elva testes (**tabell 4**). Tre grupper ble satt direkte ut henholdsvis i utløpet av Halselva, og 50 og 100 meter ovenfor utløpet av Halselva. Formålet var å teste om det var noen forskjell på hvor stor andel av hver gruppe som vandret ut (totalutvandring), samt om det var noen forskjell i hvor raskt etter utsetting de vandret ut (utvandringrespons).



**Tabell 2:** Fire forsøksgrupper brukt for å studere effekten av lys (isdekkelikke-isdekke).

Beskrivelse	SV-test	Uts.dato
Lys uke 14 vv uke 50/97 isdekke (22.01.-06.04)		12.06.98
Lys uke 14 vv uke 50/97 isdekke (22.01.-06.04)	x	22.06.98
Lys uke 14 vv uke 50/97, kontroll		12.06.98
Lys uke 14 vv uke 50/97, kontroll	x	22.06.98

**Tabell 3:** Fire ulike forsøksgrupper brukt for å teste transportstress.

Beskrivelse	Utsettingstidspunkt
Oppvarmet vann, uke 50/97 bur hvile	01.07.98
Oppvarmet vann, uke 50/97 bur hvile	01.07.98
Oppvarmet vann, uke 50/97 transport 2 timer, direkte utsetting	23.06.98
Oppvarmet vann, uke 50/97 transport 2 timer, direkte utsetting	23.06.98

**Tabell 4:** Tre forsøksgrupper brukt for å teste betydningen av utsettingssted i Halselva.

Beskrivelse	Uts.sted	Uts.dato
Oppvarmet vann	Utløpet av Halselva	22.06.98
Oppvarmet vann	50 m ovenfor utløpet	24.06.98
Oppvarmet vann	100 m ovenfor utløpet	24.06.98

**Tabell 5:** Utsettingsgrupper i Altaelva (Bollo) 1998m.

Beskrivelse	Antall	SV-test	Uts.dato
Altaelva, bil direkte	1500	x-uts	02.07.98
Altaelva, bil direkte	1500	x-uts	02.07.98
Altaelva, helikopter direkte	1500	x	03.07.98
Altaelva, helikopter direkte	1500	x	03.07.98
Altaelva, helikopter hvile	1500	x-uts	03.07.98
Altaelva, helikopter hvile	1500	x-uts	03.07.98
Altaelva, bil direkte	3000	x-uts	03.07.98

## 2.4 Utsettinger i Altaelva

### 2.4.1 Betydning av transport

Utsettinger i Altaelva innebærer lang transport av fisk. Vi testet derfor betydningen av transport som stressfaktor for fisken (**tabell 5**). To typer transportmiddel er benyttet ved transporten fra Talvik settefiskanlegg til utsettingslokaliteten (Bollo) i Altaelva: bil og tilhenger med 1 200 liters transporttanker og helikopter. To grupper ble transportert med bil og satt ut direkte. Dagen etter ble to grupper satt direkte ut på samme sted fra helikopter, mens to grupper ble satt i hvilemær fra helikopter på samme sted ti dager før utsetting. Disse gruppene ble sluppet ut av merdene samme dag som helikopterutsettingene. Ei gruppe, som skiller seg fra de andre gruppene ved annen behandling i anlegget før utsetting, ble satt ut samtidig direkte fra bil.

## 2.5 Gjenfangster

Registreringer av gjenfangster baserer seg på innrapporterte carlinmerker til NINAs merkesentral, samt skjellavlesninger fra fiskefangster i Altaelva av fettfinneklippet utsatt smolt fra Talvikanlegget.

### 3 Resultater

I denne undersøkelsen er det viktig å skille mellom begrepene totalutvandring og utvandningsrespons. Totalutvandring beskriver den totale utvandringen hos fisk, dvs. det totale antallet fisk som vandrer ut i løpet av hele registreringsperioden. Utvandningsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer ut i forhold til manipulering i anlegget. For å beskrive dette bruker man betegnelsen tid til 50 % utvandring, dvs. hvor lang tid (dager) det tar før 50 % av det totale antallet utsatt fisk har vandret ut. Hvis man følger grafen over akkumulert utvandring vil man kunne se utvandningsresponsen hos de ulike gruppene som ble satt ut.

#### 3.1 Effekten av temperatur

Det ble utført forsøk for å teste grenseverdier for temperatur hos presmolt (ettårig) før utsetting (**tabell 6**). Grupper av fisk (200 pr. gruppe) av samme produksjon ble holdt på ulike vanntemperaturer fram mot utsettingsperioden for å teste hvordan smoltifiseringsutviklingen påvirkes av vanntemperatur.

Utvandringen hos ettårssmolten var jevnt over god (fra 51,0 til 77,6 %). Ved første utsettingsperiode (12.06) var tiden til

50% utvandring raskest hos fisk holdt på naturlig vanntemperatur +3,0 °C. Andelen utvandrende fisk lå her fra 51,0 til 56,6 %. Ved andre utsettingsperiode (22.06) vandret 50 % av fisken ut etter 2-3 dager hos fisk holdt på naturlig vanntemperatur +1,5 °C og naturlig vanntemperatur +3,0 °C mens 50 % av fisken holdt på naturlig vanntemperatur vandret ut etter 8 dager. Andelen totalt utvandret smolt var god ved begge utsettingene.

Vekst hos fisk holdt på naturlig vanntemperatur +3,0 °C var signifikant bedre ( $P < 0,05$ , T-test) enn gruppene holdt på naturlig vanntemperatur og naturlig vanntemperatur +1,5 °C (**tabell 7**).

Sammenlignet med 1995 og 1996 var fisken i 1998 mindre (**figur 2**). Vekstutviklingen gjennom sesongen for fisk fra 1998 var også generelt dårligere sammenlignet med tidligere år.

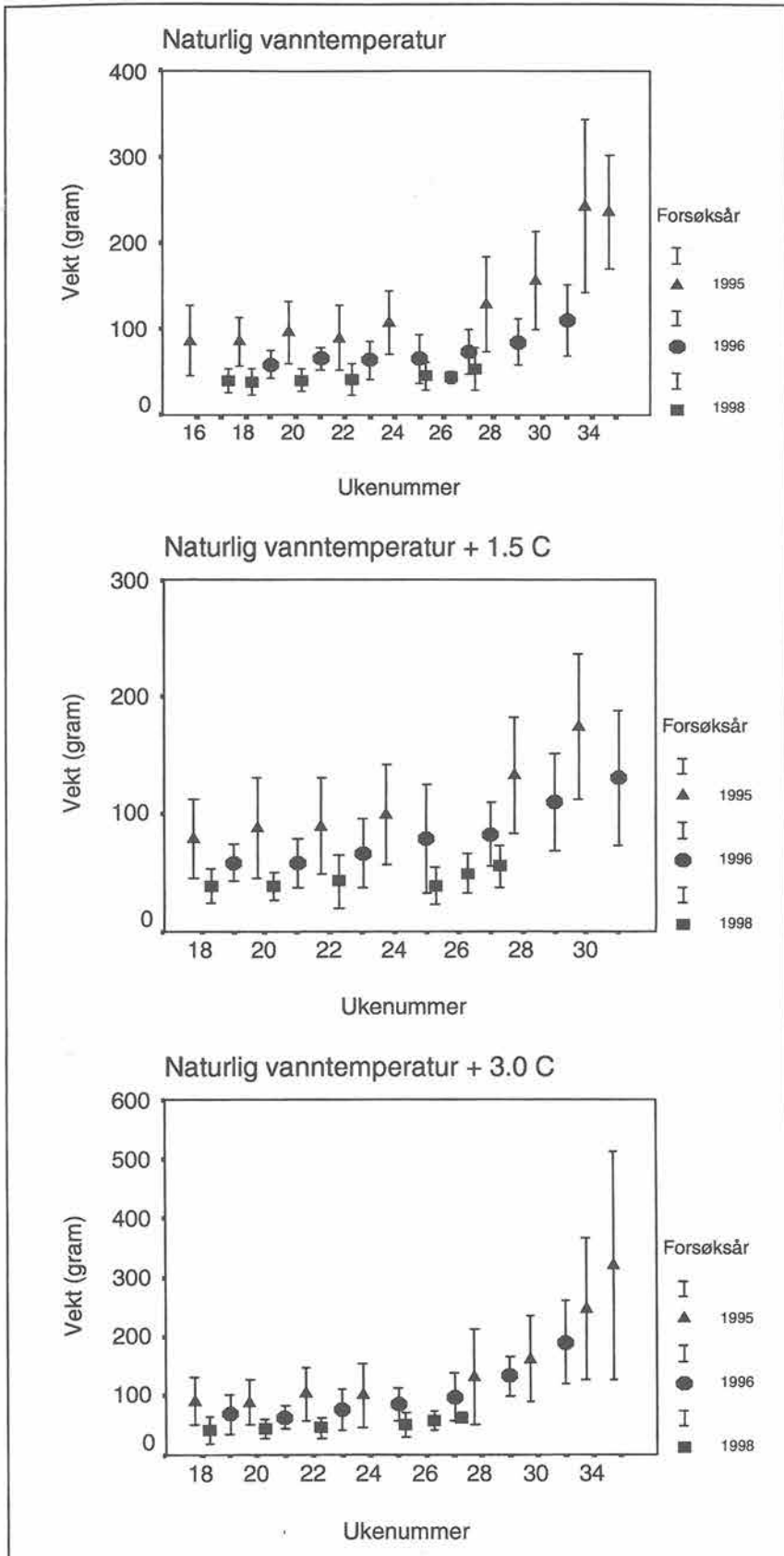
Sjøvannstoleransen hos ettårig laks fra 1998 var dårligere sammenlignet med 1995 og 1996 i gruppene gitt naturlig vanntemperatur og naturlig vanntemperatur +1,5 °C. Gruppen gitt naturlig vanntemperatur +3,0 °C hadde en lik utvikling i sjøvannstoleranse som tilsvarende grupper i 1995 og 1996 (**figur 3**).

**Tabell 6:** Prosent utvandring og antall dager til 50 % utvandring hos grupper gitt ulike temperaturforhold og satt ut til ulike tider. Fisken ble satt ut ovenfor fiskefella i Halselva.

Beskrivelse	Uts.dato	% utv.	Tid (dager) til 50 % utv.
Nat. vanntemp.	12.06.98	51,0	26
Nat. vanntemp.+1.5 °C	12.06.98	56,0	20
Nat. vanntemp.+3.0 °C	12.06.98	56,6	15
Nat. vanntemp.	22.06.98	65,0	8
Nat. vanntemp.+1.5 °C	22.06.98	77,6	2
Nat. vanntemp.+3.0 °C	22.06.98	74,8	3
Nat. vanntemp	11.07.98	66,3	1
Nat. vanntemp. +1.5 °C	11.07.98	71,4	1
Nat. vanntemp.+3.0 °C	11.07.98	77,1	1

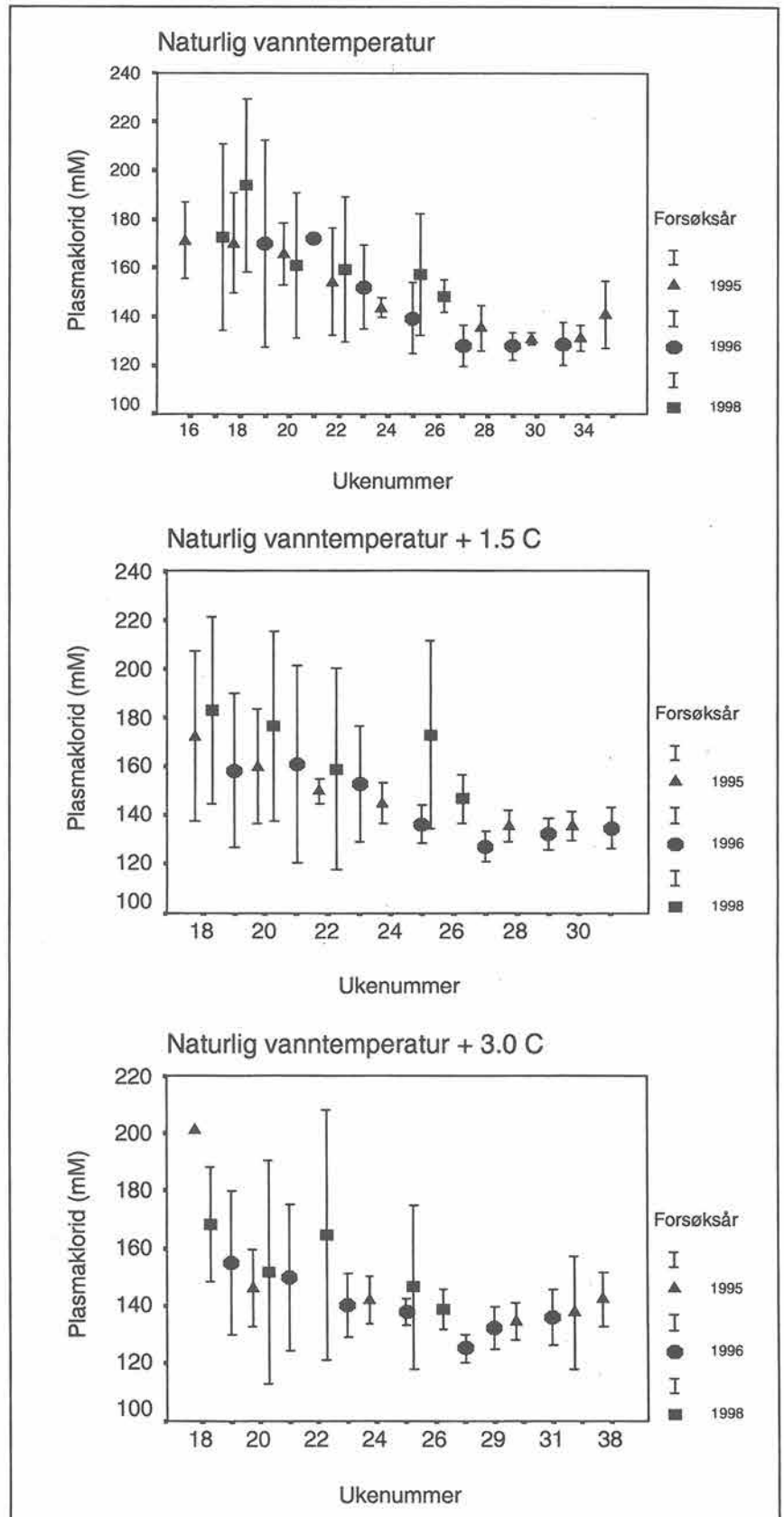
**Tabell 7:** Størrelse, kondisjon og vekst hos fisk i forsøk med effekt av vanntemperatur. Veksten er beregnet fra merking den 14.04.98 til avslutning av forsøket den 04.07.98 (83 dager). Fisken ble satt ut den 11.07.98.

Beskrivelse	Lengde (mm)	Vekt (g)	Lengde (mm)	Vekt (g)	Cf.	Vekstrate (% pr. dag)	Vektøkning (%)
Nat. vanntemp	160,0	40,0	179,6	55,3	0,95	0,28	38,3
Nat. vanntemp.+1.5 °C	165,3	42,3	183,0	58,6	0,95	0,38	38,5
Nat. vanntemp.+3.0 °C	168,1	47,0	196,5	72,2	0,94	0,62	53,6



**Figur 2.** Vekst hos ettårig laks i 1995, 1996 og 1998. Fisken fra 1998 er gitt de ulike produksjonsbetingelsene gitt i **tabell 1** ved settefiskanlegget i Talvik. Ellers henvises det til Finstad (1995) og Finstad & Nilsen (1997) for beskrivelse av produksjonsbetingelsene for henholdsvis 1995 og 1996.

**Figur 3:** Saltvannsverdier av plasmaklorid hos ettårig laks i 1995, 1996 og 1998 gitt ulike produksjonsbetingelser ved settefiskanlegget i Talvik. Se **figur 2** for videre forklaringer.



## 3.2 Vandringslyst

Sjøvannstoleransetester gir en god indikasjon på om smolten fysiologisk er i stand til å tåle overgangen fra ferskvann til sjøvann. Ved smoltutsettinger er det imidlertid avgjørende om fisken er motivert og atferdsmessig klar til å vandre ut. I de fleste gruppene var utvandrandeandelen totalt fra 51 til 77,6 prosent.

Blant den fisken som ble satt ut den 12.06 (se **tabell 6**) var utvandningsresponsen raskest hos fisk gitt naturlig vann-temperatur +3,0 °C, etterfulgt av fisk gitt naturlig vann-temperatur +1,5 °C og fisk gitt naturlig vann-temperatur. Dette betyr at utvandningsresponsen var raskest hos fisk gitt den høyeste vanntemperaturen og som hadde den beste saltreguleringsevnen. For fisk satt ut den 22.06 hadde fisk gitt naturlig vann-temperatur en noe senere utvandring enn de andre gruppene. Ved siste utsettingsdato (11.07) var det ingen forskjeller i utvandningsrespons mellom gruppene. Utvandningsresponsen var altså raskest hos fisk gitt den høyeste vanntemperaturen, som hadde den beste saltreguleringsevnen og som ble satt ut tidlig (12.06). Ved dette

tidspunktet vandret henholdsvis 51,0, 56,0 og 56,6 % av fiskene fra gruppene gitt naturlig vann-temperatur, naturlig vann-temperatur +1,5 °C og naturlig vann-temperatur +3,0 °C. Tid til 50 % utvandring for de samme gruppene var henholdsvis 26, 20 og 15 dager.

## 3.3 Effekten av lys

Fisken hadde en god sjøvannstoleranse ved de aktuelle utsettingstidspunktene (**tabell 8, 9**).

Ved utsettingene den 12.06 hadde fisk fra behandling 1 (simulert isdekke) en noe langsommere utvandningsrespons sammenlignet med behandling 11 (ikke isdekke) og 50 % av fisken fra disse to gruppene var vandret ut etter henholdsvis 20 og 15 dager (**figur 4**). Ved utsettingene den 22.06 var utvandningsresponsen rask og 50 % av fisken hadde vandret ut like etter utsettingene. Totalutvandringen fra begge gruppene varierte fra 67,0 til 70,8 %.

**Tabell 8:** Prosent utvandring og antall dager til 50 % utvandring hos grupper gitt ulike lysforhold og satt ut til ulike tider. Fisken ble satt ut ovenfor fiskefella i Halselva. Behandlingskodene er gitt i parentes.

Beskrivelse	SV-test	Uts.dato	% utv,	Tid (dager) til 50% utvandring
Lys uke 14 vv uke 50-97 isdekke (22.01-06.04) (1)		12.06.98	67,0	20
Lys uke 14 vv uke 50-97 isdekke (22.01-06.04) (2)	x	22.06.98	70,1	1
Lys uke 14 vv uke 50-97, Kontroll (11)		12.06.98	67,7	15
Lys uke 14 vv uke 50-97, Kontroll (12)	x	22.06.98	70,8	1

**Tabell 9:** Plasmakloridnivå hos tre av behandlingsgruppene gitt i **tabell 8**. Behandlingskodene er gitt i parentes.

Beskrivelse	Utsettingsdato	Ferskvann, plasmaklorid (mM)	Saltvann, plasmaklorid (mM)
Lys uke 14 vv uke 50-97 isdekke (22.01-06.04) (1)	12.06	136,7 ± 11,8	137,2 ± 3,6
Lys uke 14 vv uke 50-97, Kontroll (11)	12.06	136,0 ± 3,0	144,5 ± 5,4
Lys uke 14 vv uke 50-97 isdekke (22.01-06.04) (2)	22.06	133,5 ± 4,5	142,5 ± 3,5

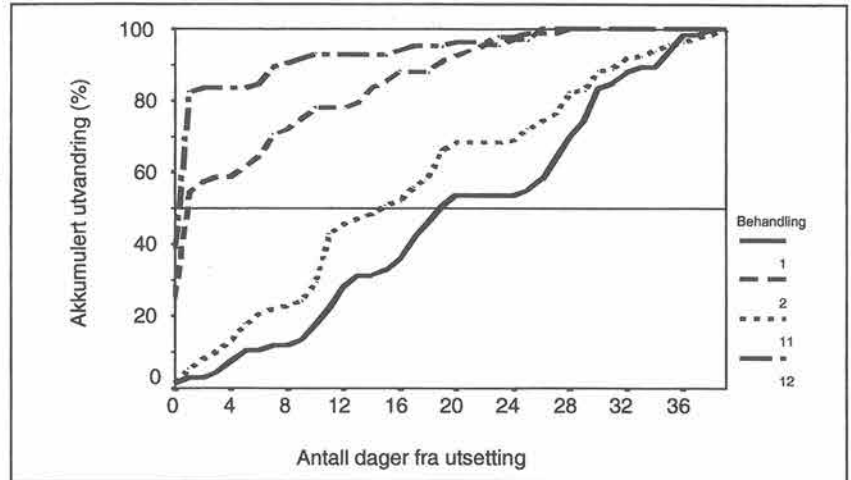
### 3.4 Transportstressforsøk

Ved et beklagelig uhell ble fisk fra behandling 13 og 14 (direkte utsetting) sluppet ut samtidig med at fisk fra behandling 15 og 16 ble satt i bur (23.06). Det eksisterer

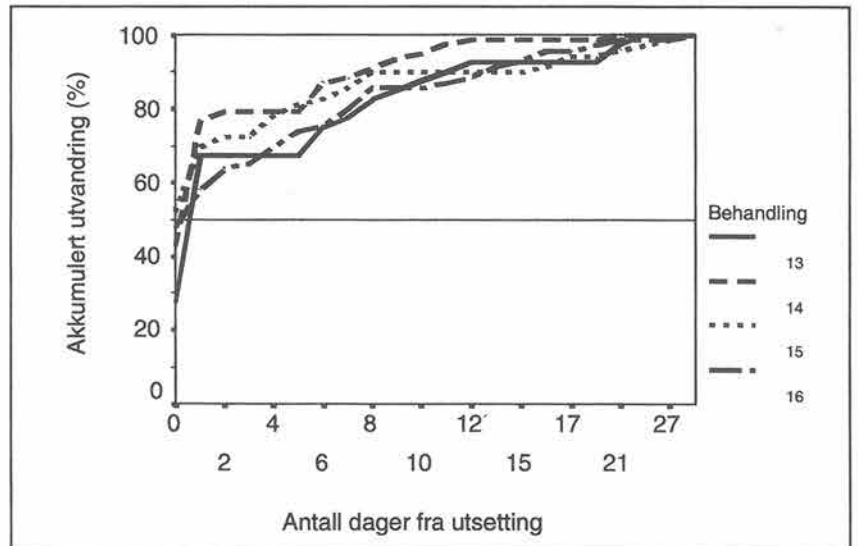
dermed ikke noen kontroll mot utsettingene etter hvile (behandling 15 og 16).

Utvandringen av fisk fra behandling 13, 14, 15 og 16 var rask og etter henholdsvis 1 døgn var 50 % av fisken fra de ulike gruppene utvandret (figur 5, tabell 10).

**Figur 4.** Akkumulert utvandring (%) hos grupper av laks satt ut ovenfor fella og som ble gitt ulike lysbetingelser som skal simulere isdekkelikke isdekke. Utvandringsrespons hos fisk satt ut den 12.06 og den 22.06 er gitt i denne figuren. Se tabell 8 for beskrivelse av utvandringsgruppene.



**Figur 5.** Akkumulert utvandring (%) hos ettårig laksesmolt satt direkte ut i elv (behandling 15 og 16) eller satt ut etter 1 ukes hvile (behandling 13 og 14). Gruppene av fisk ble satt ut den 23.06 og den 01.07. Se tabell 10 for beskrivelse av utvandringsgruppene.



**Tabell 10:** Prosent utvandring og antall dager før 50 % utvandring hos grupper satt direkte ut i elv (behandling 15 og 16) eller satt ut etter en ukes hvile (behandling 13 og 14). Gruppene av fisk ble satt ut den 23.06 og den 01.07. Behandlingskodene er gitt i parenteser.

Beskrivelse	Uts.dato	% utv.	Tid (dager) til 50 % utv.
Oppv. vann, uke 50-97 bur hvile (13)	01.07.98	40,0	1
Oppv. vann, uke 50-97 bur hvile (14)	01.07.98	78,0	1
Oppv. vann, uke 50-97 transport 2 timer (15)	23.06.98	69,0	1
Oppv. vann, uke 50-97 transport 2 timer (16)	23.06.98	69,0	1

## 3.5 Effekten av utsettingssted

I dette eksperimentet skulle betydningen av utsettingssted innen elva testes. Fisk med samme bakgrunn fra anlegget ble satt direkte ut henholdsvis 0, 50 og 100 meter fra utløpet av Halselva (**tabell 11**).

Av fisk satt ut 0, 50 og 100 meter fra utløpet av elva vandret henholdsvis 67,0, 57,4 og 55,4 % av fisken ut. Totalutvandringen var dermed størst hos fisken satt ut ved utløpet av Halselva. Imidlertid var utvandningsresponsen hos gruppene satt 50 og 100 m fra utløpet raskere enn fisk satt ut ved utløpet av Halselva (**figur 6, tabell 11**).

## 3.6 Utsetninger i Altaelva

### 3.6.1 Transportstressforsøk

Plasmakloridverdiene i ferskvann hos gruppene var normale. Imidlertid var plasmakloridverdiene hos den sjøvannstestede fisken noe høye (**tabell 12**). De er over 160 mmol, noe som viser at de har problemer med å tilpasse seg saltvann. Kortisolverdiene før transport (K) var lave. Etter transport (A) steg plasmakortisolverdiene og var ved utsettingsstedet signifikant høyere enn før transport ( $p < 0,05$ , Mann Whitney U-test). Det viste seg imidlertid at etter en ukes hvile på anlegget eller i mæer (H) var verdiene tilbake til normalnivåer og var ikke signifikant forskjellig fra verdiene før transport ( $p > 0,05$ ).

### 3.6.2 Gjenfangster

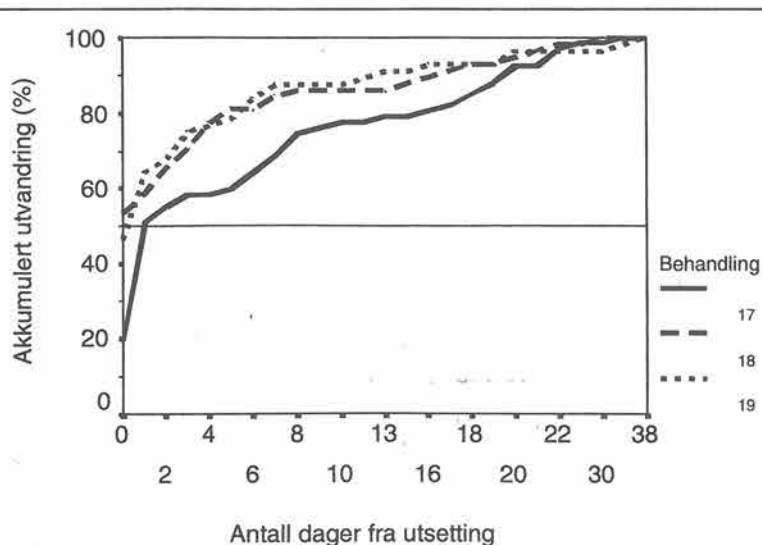
Gjenfangstene av den carlinmerkede fisken utsatt i Bollo i 1995 fordelte seg på sju gjenfangster i sjø og tre gjenfangster i elv. Fordelingen av en-, to og tresjøvinter laks var henholdsvis fem, tre og to (**tabell 13**). Gjenfangstene av den carlinmerkede fisken utsatt i Bollo i 1996 fordelte seg på en gjenfangst i sjø og en gjenfangst i elv. Det ble fanget en ensjøvinter og en tosjøvinter laks. Gjenfangstene av den carlinmerkede fisken utsatt i Sautso i 1996 gav en gjenfangst av en ensjøvinter laks.

Av den fettfinneklippede fisken som ble utsatt i Bollo i 1996 ble det registrert ti gjenfangster i Altaelva. Det ble fanget fem ensjøvinter og fem tosjøvinter laks.

Gjenfangstene av den carlinmerkede fisken utsatt i Bollo i 1997 fordelte seg på en gjenfangst i sjø og to gjenfangster i elv. All fisk var ensjøvinter laks. Av den fettfinneklippede fisken som ble utsatt i Bollo i 1997 ble det registrert 1 gjenfangst i Altaelva. I og med at registreringene av gjenfangster av fettfinneklippet fisk er et klart underestimat vil det legges opp til en bedre tilbakemelding av gjenfangster av fettfinneklippet fisk fra i år av. For utsettingene i 1998 vil de første gjenfangstene bli registrert høsten 1999.

**Tabell 11** Prosent utvandring og antall dager før 50 % utvandring hos grupper satt ut henholdsvis 0, 50 og 100 meter fra utløpet av Halselva. Behandlingskodene er gitt i parentes.

Beskrivelse	Uts.dato	% utv.	Tid (dager) til 50 % utv.
Oppv. vann, 50-97 sted 0 meter (17)	22.06.98	67,0	1
Oppv. vann, 50-97 sted 50 meter (18)	24.06.98	57,4	0,5
Oppv. vann, 50-97 sted 100 meter (19)	24.06.98	55,4	0,5



**Figur 6.** Akkumulert utvandring (%) hos ettårig laksesmolt satt direkte ut henholdsvis 0, 50 og 100 meter fra utløpet av Halselva. Se **tabell 11** for beskrivelse av utvandningsgruppene.

**Tabell 12:** Ulike utsettingsgrupper, utsettingsprosedyrer, dato, vekt og sjøvannstest. I tillegg er plasmakortisolverdier angitt. Disse verdiene beskriver fiskens stressnivå. K = prøvetagning før transport; A = prøvetagning ved ankomststed; H = prøvetagning etter 1 ukes hvile i mær eller i kar på anlegget.

Beskrivelse	Uts.dato	Vekt	Ferskvann	Saltvann	Kortisol
Bollo bil direkte	02.07.98	43,3 ± 9,3	133,3 ± 6,9	162,5 ± 16,6	45,2 ± 33,9 K 430,6 ± 239,1 A 25,2 ± 17,3 H
Bollo heli direkte	03.07.98	43,0 ± 11,9	134,8 ± 7,9	161,3 ± 18,5	45,2 ± 33,9 K 368,6 ± 286,4 A 28,0 ± 20,1 H
Bollo heli hvile	03.07.98	41,3 ± 8,6	133,0 ± 3,5	166,10 ± 15,4	45,2 ± 33,9 K 300,5 ± 151,1 A 25,6 ± 18,5 H

**Tabell 13:** Gjenfangster av smolt utsatt i Altaelva i perioden 1995 til 1998.

År	Dato	Produksjon	Merkemetode	Bollo	Sautso	Gjenf. (sjø)	Gjenf. (elv)
1995	28.06	Toårssmolt	Carlinmerket	4000		7	3
1996	27.06	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000		1	1
1996	27.06	Ettårssmolt	Fettfinneklippet*	7000			10
1996	03.07	Toårssmolt	Carlinmerket		2000	1	
1997	19.06	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000		1	2
1997	20.06	Ettårssmolt	Fettfinneklippet*	5100			1
1998	02.07	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000			
1998	03.07	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000			
1998	03.07	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000			
1998	03.07	Ettårssmolt	Carlinmerket	3000			

\*På grunn av manglende tilbakemelding av fettfinneklippet fisk er gjenfangstvurderingene basert på skjellavlesninger. For å kunne bli vurdert å være en gjenfangst fra våre utsettinger måtte fisken være vurdert som oppdrettsfisk i skjellavlesningene men ha en ryddig sjøvekst fra smolt til fangst. Majoriteten av denne fisken vil være utsatt fisk men det kan ikke utelukkes at det er et innslag av rømt smolt.



## 4 Diskusjon

I denne undersøkelsen har vi videreutviklet produksjonsmetoder, utsetningsmetoder, vurderinger av utsetningssted og analyser av vandringsatferd som vi tidligere har presentert (Finstad & Nilsen 1997, 1998). Forsøkene har foregått ved settefiskanlegget, og ved hjelp av fiskefella har vi kunnet foreta en god vandringsanalyse av den utsatte fisken. Utsettinger av carlinmerket smolt har også foregått i Altaelva (Bollo). I tillegg er det i Altaelva utprøvd utsetningsmetoder med helikopter og bil, samt oppbevaring av smolt i hvilemær etter utsetting.

Utvandringsresponsen hos den ettårige smolten var gjennomgående meget god og i enkelte tilfeller ble det registrert opp til 80 % utvandring. Disse resultatene er i overensstemmelse med 1997 utsettingene (Finstad & Nilsen 1998) som også viste en god utvandring. Ettårssmolt produsert på denne måten ser derfor ut til å være et godt alternativ til utsettinger av toårssmolt.

Totalutvandringen hos ettårssmolten var jevnt over god men bedre hos gruppene satt ut i midten av juni og begynnelsen av juli, enn de som ble satt ut tidlig i juni. Dette kan skyldes flere forhold. Fisken satt ut i juli var bedre smoltifisert, hadde bedre utvandringslyst og større kroppsstørrelse enn de satt ut tidligere. Disse gruppene hadde gått lenger tid i anlegget før utsetting. Det er påvist økende sjøvannstoleranse med økende størrelse (Houston 1961; McCormick & Naiman 1984; McCormick & Saunders 1987). Fra midten av juni økte også vannføringen, noe som er vist å kunne stimulere utvandring (Youngson et al. 1983; Northcote 1984).

Utvandringsresponsen (tiden til 50 % utvandring) var også best hos gruppene satt ut i juli, sent på sesongen, og her var det ingen forskjell mellom grupper som hadde gått på forskjellig temperatur i anlegget fram til utsetting. Fisken fikk en bedret sjøvannstoleranse ut mot det siste utsettingstidspunkt, og temperaturen i sjø passerte 6,0 °C og bedret derfor forholdene for utvandring og overlevelse i sjø (Sigholt & Finstad 1989; Heggberget et al 1993; Hvidsten et al. 1998). Utvandringsresponsen hos fisk satt ut tidligere, ved to tidspunkt i juni, var best hos fisk som gikk på oppvarmet vann i anlegg før utsetting, noe som kan skyldes forskjeller i kroppsstørrelse. Økt vanntemperatur i anlegg fører til bedre vekst (Hoar 1988), og dermed bedre sjøvannstilpasning (Houston 1961; McCormick & Naiman 1984; McCormick & Saunders 1987).

Sammenlignet med 1995 og 1996 hadde smolten mindre kroppsstørrelse i 1998. Vekstutviklingen gjennom sesongen for fisk fra 1998 var også generelt dårligere enn tidligere år.

Fotoperiode er den viktigste faktoren for å synkronisere de enkelte faktorene som fører til at laksefisk smoltifiserer (Poston 1978; Wedemeyer et al. 1980). Smolt som vokser opp på nordlige breddegrader er ikke bare styrt av den naturlige daglengden, men også av hvor lenge isen ligger i vassdraget og skaper 'mørke midt på dagen'. Fisk under simulert isdekke

hadde i våre forsøk en noe langsommere utvandringsrespons enn gruppen uten isdekke. Disse resultatene viser at man ved smoltutsettinger må ta hensyn til variasjoner mellom år når det gjelder hvor lenge vassdraget er islagt. Totalutvandringen varierte fra 67,0 til 70,8 %, og her var det ingen forskjell mellom gruppene med og uten simulert isdekke.

Forsøk med utsettinger innen vassdrag har vist forskjell i overlevelse mellom smolt satt ut nær elvemunningen og smolt satt ut lenger oppe i vassdraget (Peterson 1973; Hansen & Lea 1982; Einarsson et al. 1987). I Halselva fant vi at totalutvandringen var størst hos fisken satt ut ved utløpet av Halselva sammenlignet med gruppene satt ut med en avstand av 50 og 100 m ovenfor utløpet. Dette kan skyldes høyere predasjon på fisk satt ut lenger oppe i vassdraget, eller at fisken i litt mer stillestående vann ikke ble stimulert til å vandre ut.

Det er vist at stress og skjellavskrapning under transport til utsetningsstedet fører til redusert overlevelse (Long et al. 1977). Plasmakonsentrasjonen av kortisol øker under smoltifiseringen (Langhorne & Simpson 1981; Virtanen & Soivio 1985), og kan øke 20-50 ganger når fisken er under stress (Nichols & Weisbart 1984). Plasmakortisolverdiene før transport til Altaelva var lave, steg etter transport (A) og var ved utsetningsstedet svært høye. Etter en ukes hvile på anlegget eller i mær (H) var verdiene tilbake til normalnivåer. Dette er i overensstemmelse med andre undersøkelser (Bouck & Smith 1979), og er også vist ved transporter til Sautso i Altaelva (Finstad & Nilsen 1997). Plasmakloridverdiene i ferskvann hos disse gruppene var normale. Imidlertid var plasmakloridverdiene hos den sjøvannstestede fisken noe høye. Dette kan tyde på at fisken ikke var helt sjøvannstilvent. Fisken vil da bruke lenger tid i elva før den vandrer ut. Transportstressforsøkene i Halselva gjentas i 1999, da vi ikke fikk kjørt forsøksgruppene mot kontrollgrupper i 1998.

Carlinmerking av smolt har ført til redusert overlevelse (Hansen 1988). Gjenfangstregistreringene har vært lave hvert år fra utsettingene i 1995 til 1997. Gruppene varierer fra 0,02-0,2 %. Vi har ingen fangstinnretning i Altaelva som kan fange en representativ andel av fisken som kommer opp. Stangfiske er selektivt og vi har ingen god kontroll med rapporteringsraten. Det er derfor vanskelig å si noe om overlevelseshraten til den utsatte fisken ut fra denne type registreringer. For utsettingene i 1998 vil de første gjenfangstene bli registrert høsten 1999.

## 5 Konklusjon

Utvandringsresponsen til ettårig smolt ble så høy som 80 % og det kan se ut til at slike utsettinger kan være et alternativ til utsetting av toårig smolt. Utvandringsrespons, vekst og sjøvannstilpasning var best hos grupper satt ut i juli, sent på sesongen. Det var ved dette tidspunktet ingen forskjell mellom grupper som hadde gått på forskjellig temperatur i anlegget før utsetting. Hos grupper satt ut tidligere (juni), var det imidlertid gruppene som hadde gått på oppvarmet vann som hadde best utvandringsrespons, vokste best og hadde best saltreguleringsevne. Vandringslyst hos fisk under simulert isdekke var noe dårligere enn hos gruppene uten simulert isdekke. Totalutvandringen i disse forsøkene var imidlertid lik for alle gruppene. Smolt satt ut i utløpet av Halselva vandret ut i større grad enn smolt satt ut lenger oppe i vassdraget. Stresshormonene i fisken steg under transport, men var normale etter en uke i merd.

## 6 Litteratur

- Barton, B.A. & Iwama, G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on response and effects of corticosteroids. - *Ann. Rev. Fish Dis.*: 3-26.
- Blackburn, J. & Clarke, W.C. 1987. Revised procedure for the 24 hour seawater challenge test to measure seawater adaptability of juvenile salmonides. - *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 1515: 1-39.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a pre-adaptation to the oceanic environment, - S. 105-135 in Rankin, J.C & Jensen, F.B., eds. *Fish Ecophysiology*. Chapman & Hall, London.
- Bouck, G.R., & Smith, S.D. 1979. Mortality of experimentally descaled smolts of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in fresh and salt water. - *Trans. Am. Fish. Soc.* 108: 76-69.
- Clarke, W.C., J.E. Shelbourne, & J.R. Brett. 1978. Growth and adaption to sea water in "underyearling" sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon subjected to regimes of constant or changing temperature and day length. - *Can. J. Zool.* 56: 2413-2421.
- Clarke, W.C., J.E. Shelbourn, & J.R. Brett. 1981. Effect of artificial photoperiod cycles, temperature, and salinity on growth and smolting in underyearling coho (*Oncorhynchus kisutch*), chinook (*O. tshawytscha*) and sockeye (*O. nerka*) salmon. - *Aquaculture* 22: 105-116.
- Einarsson, S.M., Isakson, A., & Oskarsson, S. 1987. The effect of smolt release location on the recapture rates of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Langa, Iceland. - *Int. Counc. Explor. Sea. C.M./M:27*.
- Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.
- Finstad, B. & Nilsen, S.T. 1997. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 486: 1-21.
- Finstad, B. & Nilsen, S.T. 1998. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1997. - NINA Oppdragsmelding 558: 1-24.
- Hansen, L.P. 1988. Effects of carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - *Aquaculture* 70: 391-394.
- Hansen, L.P. & Lea, T.B. 1982. Tagging and release of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.) in the River Rana, northern Norway. - *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 60: 31-38.
- Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L.P., & Jensen, A.J. 1993. Interactions between wild and cultured Atlantic salmon: a review of the Norwegian experience. - *Fish. Res.* 18: 123-146.
- Hoar, W.S. 1988. The physiology of smolting salmonids, - S. 75-343 in Hoar, W.S & Randall, D.J., eds. *Fish Physiology: The Physiology of Developing Fish. Viviparity and Posthatching Juveniles*, volume XIB. Academic Press, New York, NY.
- Houston, A.H. 1961. Influence of size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) to sea water. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 18: 401-415.
- Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Jensen, A.J. 1998. Sea water temperatures at Atlantic salmon smolt entrance. - *Nordic. J. Freshw. Res.* 74: 79-86.

- Høgåsen, H.R. 1998. Physiological changes associated with the diadromous migration of salmonids. - Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 127: 1-128.
- Iversen, M., Finstad, B. & Bendiksen, E.Å. 1997. Transport og utsetting av laksesmolt og ørret parr. Minimalisering av transportstresset. - NINA Oppdragsmelding 498: 1-32.
- Iversen, M., Finstad, B. & Nilssen, K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - Aquaculture 168: 387-394.
- Iversen, M., Finstad, B., Sandodden, R., & Bendiksen, E.Aa. 1999. Kompensasjonsutsettinger av smolt i Eira. Effekt av stressreducerende tiltak på vandringsatferd. - NINA Oppdragsmelding 592: 1-16.
- Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P. & Schreck, C.B. 1997. Fish Stress and Health in Aquaculture. - Society for Experimental Biology Seminar Series 62. University Press, Cambridge.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery-reared Atlantic salmon in nature. - Aquaculture 98: 69-78.
- Langdon, J.S. 1985. Smoltification physiology in the culture of salmonids, - S. 79-118 in Muir, J.F. & Roberts, R.J., eds. Recent Advances in Aquaculture, Volume 2. Croom Helm, London.
- Langhorne, P., & Simpson, T.H. 1981. Natural changes in serum cortisol in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during parr-smolt transformation. - S. 349-350 in: Pickering, A.D., ed. Stress in Fish. Academic Press, Inc., London..
- Long, C.W., McComas, J.R. & Monk, B.H. 1977. Use of salt (NaCl) water to reduce mortality of chinook salmon smolts, *Oncorhynchus tshawytscha*, during handling and hauling. - Mar. Fish. Rev. 39 (7): 6-9.
- Lundquist, H. 1983. Precocious sexual maturation and smolting in Baltic salmon (*Salmo salar* L.): Photoperiodic synchronization and adaptive significance of annual biological cycles. - Ph.D. Thesis, University of Umeå, Umeå, Sweden.
- McCormick, S.D. & Naiman, R.J. 1984. Osmoregulation in Brook trout (*Salvelinus fontinalis*). II. Effects of size, age and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. - Comp. Biochem. Physiol. 79: 17-28.
- McCormick, S.D. & Saunders, R.L. 1987. Preparatory physiological adaptations for marine life of salmonids: osmoregulation, growth and metabolism. - Am. Fish. Soc. Symp. 1: 211-229.
- Metcalfe, N.B., J.E. Thorpe, & F.A. Huntingford. 1988. Determinants of variation in life-history strategies in Atlantic salmon. - Abstract, 2nd. Internat. Conf. Behav. Ecol. Vancouver, Canada.
- Nichols, D.J., & Weisbart, M. 1984. Plasma cortisol concentrations in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: episodic variations, diurnal change, and short term response to adenocorticotrophic hormone. - Gen. Comp. Endocrinol. 56: 169-176.
- Northcote, T.G. 1984. Mechanisms of fish migrations in rivers. -S. 317-355 in McCleave, J.D., Arnold, G.P, Dodson, J.J., & Neill, W.H., red. Mechanisms of migrations in fishes. Plenum Publishing Corporation, New York, N.Y..
- Olsen, Y.A., Falk, K. & Reite, O.B., 1992. Cortisol and lactate levels in Atlantic salmon *Salmo salar* developing infectious anaemia (ISA). - Dis. Aquat. Org., 14: 99-104.
- Parker, N.C. 1984. Chronobiologic approach to aquaculture. - Trans. Am. Fish. Soc. 115: 545-552.
- Peterson, H.H. 1973. Adult returns to date from hatchery-reared one-year-old smolts. - 219-226 in Smith, M.V. & Carter, W.M., red. Int. Atl. Salmon Found. Spec. Publ. Vol. 4.
- Pickering, A.D. 1981. Introduction: The concept of biological stress. - P. 1-19 in Pickering, A.D., ed. Stress and Fish. Academic Press, New York.
- Poston, H.A. 1978. Neuroendocrine mediation of photoperiod and other environmental influences on physiological responses in salmonids: A review. - Tech. Pap. U.S. Fish. Wild. Serv. 96: 1-14.
- Saunders, R.L., & E.B. Henderson. 1970. Influence of photoperiod on smolt development and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - J. Fish. Res. Board Can. 27: 1295-1311.
- Sigholt, T. & Finstad, B., 1989. Effect of low temperature on sea-water tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Aquaculture 84: 167-172.
- Simensen, E., Olson, L.D., Vanjonack, W.J., Johnson, H.D. & Ryan, M.P. 1978. Determination of corticosterone concentration in plasma of turkeys using radioimmunoassay. - Poultry Sci., 57: 1701-1704.
- Soivio, A. Virtanen, E. & Mouna, M. 1988. Desmoltification of heat-accelerated Baltic salmon (*Salmo salar*) in brackish water. - Aquaculture 71: 89-97.
- Soivio, A., Muona, M. & Virtanen, E. 1989. Temperature and daylengths as regulators of smolting in cultured Baltic salmon, *Salmo salar*. - Aquaculture 82: 137-145.
- Strand, R. & Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 330: 1-16.
- Virtanen, E., & Soivio, A. 1985. The patterns of T3, T4, cortisol and NaK-ATPase during smoltification of hatchery-reared *Salmo salar* and comparison with wild smolts. - Aquaculture 45: 97-109.
- Wagner, H.H. 1974. Photoperiod and temperature regulation of smolting in steelhead trout (*Salmo gairdneri*). - Can. J. Zool. 52: 219-234.
- Wedemeyer, G. 1972. Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). - J. Fish. Res. Board Can. 29: 1780-1783.
- Wedemeyer, G. & Wood, J. 1974. Stress as a predisposing factor in fish diseases. - U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Dis. Leaflet. 38: 8s.
- Wedemeyer, G.A., R.L. Saunders, & W. Craig Clarke. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. - Mar. Fish. Rev. 42: 1-14.
- Youngson, A.F., Buck, R.J.G., Simpson, T.H., & Hay, D.W. 1983. The autumn and spring emigrations of juvenile atlantic salmon, *Salmo salar* L., from Girnock Burn, Aberdeenshire, Scotland: environmental release of migration. - J. Fish. Biol. 23: 625-639.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-1099-1

628

**NINA  
OPPDRAGS-  
MELDING**

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

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**