

687

OPPDRAGSMELDING

Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger
av laks i Halselva og Altaelva - 2000

Rita Strand
Bengt Finstad



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2000

Rita Strand
Bengt Finstad

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 beraringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene 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.

Strand, R & Finstad, B. 2001. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Alftaelva - 2000. -NINA Oppdragsmelding 687: 1-21.

Trondheim, mai 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1214-5

Forvaltningsområde:

Bærekraftig høsting, fisk

Sustainable harvest, fish

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Torbjørn Forseth

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:

Torbjørn Forseth

Oppdragsgiver:

Statkraft SF

Referat

Strand, R & Finstad, B. 2001. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2000. - NINA Oppdragsmelding 687: 1-21.

Utsettinger av kunstig produsert smolt i Altaelva har gitt svært lav overlevelse i forhold til vill smolt. Dette kan skyldes produksjonsforhold, håndtering av fisken, transport og utsettingsmetoder som kan resultere i ned-satt smoltkvalitet og evne til å overleve i naturlig miljø. På bakgrunn av en serie eksperimenter fra 1993 til 1999 har vi i 2000 konsentrert oss om å teste betydningen av familiebakgrunn, transportmetoder, utsettingsmetoder, skadegrad og skjelltap for vandringsatferd og overlevelse.

Ett- og toårig laksesmolt produsert ved settefiskanlegget i Talvik (70°N) ble gitt like lys- og temperaturregimer fram mot utsetting i 2000. Standardiserte sjøvanntester ble benyttet fra tidlig om våren for å kvantifisere smoltifiseringsprosessen. Fisk fra de ulike produksjonsgruppene ble Carlinmerket og satt ut ovenfor NINAs fiskefelle i Halselva for testing av smoltfysiologi, betydning av familiebakgrunn, transportstress, skadegrad og grad av skjelltap for vandringsatferd. I Altaelva ble det satt ut laksesmolt som ble transportert på ulike måter og satt ut enten direkte eller satt i hvilemær en uke før utvandring. Gjenfangster av voksen tilbakevendt laks fra tidligere utsettinger i Altaelva ble registrert.

Familiegrupper med smolt som stammet fra Bollo og Sautso i Altaelva (henholdsvis midtre og øvre del), ble testet i forhold til utvandringsatferd. Smolt som stammet fra Bollo hadde både større kroppsstørrelse, bedre utvandringsandel og vandret raskere ut enn smolt som stammet fra Sautso. Vi vet ikke i hvilken grad resultatene gjenspeiler genetiske effekter og/eller størrelses-effekter.

Smolt med forhøyet skadegrad (både ett- og toårig) i forhold til det som er satt som tillatt grense for utsetting av smolt hadde lavere utvandringsandel enn kontrollgruppene. Ettårig smolt med forhøyet skadegrad hadde dårligere utvandringsrespons, mens toårig hadde lik utvandringsrespons som kontrollgruppene.

Grupper av smolt som ble håvet tre ganger mer enn kontrollgruppene hadde ikke økt grad av skjelltap som følge av håvingene, og forskjeller i utvandringsandel ble heller ikke observert. Utvandringsresponsen til den ene kontrollgruppen var raskere enn de andre gruppene i forsøket. Det var tre til fire uker i forskjell i tidspunkt når 50 % av smolten hadde vandret mellom denne kontrollgruppen og de andre gruppene i forsøket.

Smolt som fikk en uke hvile i elva etter transport hadde høyere utvandringsandel og raskere utvandring enn smoltgrupper satt direkte ut etter transport. Også

her benyttet vi grupper med ulik familiebakgrunn (Sautso/Bollo), men ingen forskjeller ble observert mellom disse med hensyn til vandringsatferd.

Kortisolmålinger i forbindelse med håving og transport til Altaelva viste at kortisolnivået økte etter opplasting og var opp til seks ganger høyere etter transport i forhold til før opplasting. Etter en ukes hvile etter transport var nivået fortsatt høyt, og 4 ganger over normalnivå. Vi registrerte ikke forskjeller verken med hensyn til helikopter- kontra bil-transport og eller med hensyn til merke metode (Carlinmerket / fettfinneklippet).

Sjøvanntoleransen var god hos både de ettårige og toårige smoltgruppene som ble testet, og det var ingen forskjeller i sjøvanntoleranse mellom grupper av ulike familiebakgrunn. Presmoltveksten var også god og Carlinmerket smolt hadde en tendens til bedre vekst enn fettfinneklippet.

Gjenfangstene fra utsettingene i Altaelva har økt betydelig siden utsettingene i 1995. I 1995-97 lå gjenfangstene på 0,1-0,2 %, mens fra utsettingene i 1999 hadde vi gjenfangstrater (bare ensjøvinter laks) på 0,91-1,96 %. Det var smolt transportert med helikopter som totalt ga de beste gjenfangstene. Smoltstørrelsen var også positivt korrelert med størrelsen på gjenfanget laks.

Gjenfangster fra utsettinger i Halselva med stamlaks fra Altaelva i 1999 viste gjenfangstrater fra 0,84 og 2,2 % for smolt utsatt henholdsvis ovenfor og nedenfor fella.

I 2001 vil vi gå videre med undersøkelser der fisk gitt ulike transportmetoder settes ut i Altaelva. Vi vil benytte Halselva med fiskefella som kontroll mot utsettingene i Altaelva.

Emneord: Smoltproduksjonsforsøk - laks - sjøvanntoleranse - overlevelse - vandring - transportstress - kortisol.

Rita Strand & Bengt Finstad. Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim.

Abstract

Strand, R. & Finstad, B. 2001. Experimental Atlantic salmon smolt production and release in River Halselva and River Alta - 2000. - NINA Oppdragsmelding 687: 1-21.

Hatchery-reared Atlantic salmon smolts in the River Alta have shown a very low survival compared to that of wild smolts. This may be due to production regimes, handling, transportation and release methods that may result in reduced smolt quality and their ability to survive in nature. Based on a series of experiments from 1993 to 1999 we have in 2000 concentrated on testing the importance of genetic background, transport- and release methods, and wounds and scale loss for migratory behaviour and survival.

One- and two-year-old smolts produced by the hatchery at Talvik (70°N) were given equal light and temperature regime prior to release in 2000. Standardised seawater tests beginning in early spring were carried out to quantify the smolting process. The smolts were Carlin tagged and released above NINAs fish trap in the River Halselva to test for smolt physiology, importance of family background, transport stress and release methods, wounds and degree of scale loss for migratory behaviour. In the River Alta, Atlantic salmon smolts were exposed to different transport stresses and released either directly or after a one-week recovery period. Recaptures of returning adult salmon from the releases in the river Alta were subsequently registered.

Family groups of smolts that originated from the middle section, Bollo, and the upper section, Sautso, in the River Alta was tested in relation to migratory behaviour. We found that smolt from Bollo had larger body size, a higher proportion of the released fish emigrated and migrated faster after release than the smolts from Sautso. It is difficult to separate a possible effect of family background from the body size effect.

Smolts (both one- and two-year old) with an increased level of wounds, in relation to the limit determined as acceptable for releasing fish, migrated to a lesser extent than the control groups. One-year olds with increased wound level emigrated later after release than the control groups, while the two-year smolts and their control groups emigrated at the same time.

Groups of smolts dip-netted three times more than control groups did not experience greater scale loss than the control groups and no differences in emigration rate were recorded. One of the controlgroups migrated three to four weeks earlier than the other groups in this experiment. Time of migration was measured in relation to the time of 50 % cumulative decent.

Smolts that were given one-week rest in the river after transport to the release site emigrated faster and had a higher emigration rate than smolts released directly after transport. No differences were recorded with respect to migratory behaviour between smolts from Bollo and Sautso.

Cortisol measurements in relation to dip-netting and transport to the River Alta showed that the cortisol level increased after loading and was up to six times higher after transport compared to before loading. After one-week rest the cortisol level was still four times above the normal level. We did not observe any differences either with respect to transport method (helicopter/ car) or with respect to tagging method (Carlin/fin clipping).

The seawater tolerance was good both for the one- and two-year-old smolt groups at the time of release and no differences with respect to family background were recorded. Presmolt growth was also good and Carlin tagged smolts had a tendency to grow better than adipose fin clipped smolts.

Recaptures from the releases in the River Alta have increased significantly since the releases in 1995. In 1995-97 the recapture rates varied from 0.1 to 0.2 %, while recapture rates from the releases in 1999 recapture rates (only one-sea-winter fish) varied between 0.9-1.96 %. Smolts transported by helicopter showed the highest recapture rates. We also found that smolt size was positively correlated with size of the recaptured one-sea-winter salmon. Recaptures from the releases of River Alta strain smolts in the River Halselva in 1999 showed recapture rates of 0.84 and 2.2 % for smolt released above and beneath the fish trap, respectively.

In 2001 we will continue the investigations regarding transport methods and releases in the River Alta. We will use the River Halselva, with the fish trap, as a control against the releases in the River Alta.

Keywords: smolt production experiments - Atlantic salmon - seawater tolerance - survival - migration - transport stress - cortisol.

Rita Strand & Bengt Finstad. Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Forord

I forbindelse med Altautbyggingen ble spørsmålet om bygging av et settefiskanlegg tatt opp av Alta Laksefiskeri Intressentskap, 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 årlig, og fisk produsert i anlegget ble første gang satt ut i 1986.

Målet for smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere laksesmolt og å utvikle utsettingsmetoder/merkemetoder for å øke overlevelse og gjenfangst hos fisk utsatt i Altaelva i forbindelse med kompensasjonsutsettinger. Prosjektet ble igangsatt i 1993 og tidligere resultater er tilgjengelig i Finstad (1995); Strand & Finstad (1995); Finstad & Nilsen (1997), Finstad & Nilsen (1998), Finstad et al. (1999) og Strand & Finstad (2000).

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. Prosjektet er finansiert av Statkraft SF.

Trondheim, mars 2001

Bengt Finstad
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Metode og materiale	7
2.1 Fisk og produksjonsforhold	7
2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder	7
2.2.1 Vandringsatferd hos ulike familiegrupper	8
2.2.2 Vandringsatferd hos smolt med skade ...	8
2.2.3 Vandringsatferd hos smolt med skjelltap	8
2.2.4 Transportstressforsøk i Halselva/Altaelva	8
2.2.5 Sjøvannstester og stressmålinger	8
2.2.6 Vekst hos presmolt	11
2.2.7 Gjenfangster fra smoltutsettingene i Altaelva	11
2.3 Definisjon av begreper	11
3 Resultater	11
3.1 Utvandringssatferd hos ulike familiegrupper ...	11
3.2 Utvandring hos smolt med ulik skadegrad	11
3.3 Utvandringssatferd hos smolt med skjelltap	13
3.4 Transportstressforsøk i Halselva	13
3.5 Transportstressforsøk i Altaelva	13
3.6 Sjøvannstester	15
3.7 Presmolt vekst	16
3.8 Gjenfangster fra smoltutsettingene i Altaelva og Halselva	16
3.9 Vekst i sjøen	17
4 Diskusjon	18
5 Litteratur	19
Vedlegg 1 Skaderegistrering av fisk ved settefiskanlegget i Talvik	21

1 Innledning

Utsetting av kunstig produsert smolt i Altaelva 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). Lav overlevelse kan skyldes produksjonsforhold, håndtering av fisken, transport og utsettingsmetodikk som resulterer i nedsatt smoltkvalitet og evne til å overleve i naturlig habitat (Robertson et al 1987; Soivio et al 1988, 1989; Barton & Iwama 1991; Barton 2000; Finstad & Jonsson 2001).

Hos laksefisk er det daglengde og temperatur som i størst grad påvirker tidspunkt for smoltifisering (Poston 1978; Wedemyer et al. 1980; Lundquist 1983; Parker 1984). Disse faktorene er viktig å synkronisere i anlegg for å optimalisere tidspunkt for smoltifisering hos anleggsprodusert fisk. I Talvik har vi kommet fram til produksjonsregimer som er tilpasset smoltens utvikling på denne breddegraden, og har konsentrert de videre undersøkelser om smoltalder, familiebakgrunn, transportmetoder, utsettingsmetoder, skadegrad og skjelltap i forhold til vandringsatferd og overlevelse.

Overlevelse hos smolten er størrelsesavhengig, og det er funnet størrelsesrelatert sjøvannstoleranse og overlevelse både hos laks, ørret og sjørøye (Parry 1958, 1966; Houston 1961; McCormick & Naiman 1984; Heifetz et al. 1989; Finstad & Ugedal 1998, Ugedal et al. 1998). I våre forsøk ble både ett- og toårig smolt benyttet for å teste om ettårig smolt kan være aktuelt å benytte til utsettinger i stedet for toårig smolt som må oppholde seg lenger tid i anlegg og som er mer kostnadskrevenende å produsere.

Smolt fra ulike familiegrupper ble holdt atskilt under produksjonen i anlegget og testet med hensyn til vekst og vandringsatferd for å avdekke eventuelle genetiske forskjeller mellom stamfisk fra ulike deler av vassdraget.

Smolt er veldig ømfintlig med hensyn til håndtering under smoltifiseringsprosessen. I forbindelse med høving og transport får de skjellavskrapning, noe som kan hemme sjøvannstoleransen hos smolten (Bouck & Smith 1979; Rosseland et al. 1982). Grad av skjellavskrapning ble registrert hos smolt som ble håvet tre ganger mer enn grupper som ble håvet og transportert på vanlig måte i forsøkene våre, og testet med hensyn til vandringsatferd.

Smolt produsert i anlegg har ofte skader på finnene som er et resultat av at fisken ofte står tett i karene, og dette kan være med på å redusere smoltens evne til å overleve etter utsetting i naturlig miljø (Long et al. 1977; Bouck & Smith 1979; Rosseland et al. 1982). Finneslitasje på ulike finner ble registrert for ulike grupper i anlegget før utsetting og vandringsatferd hos disse gruppene ble testet mot skadegrad.

Det er dokumentert negative stresseffekter på lakse-smolt etter fysisk håndtering og transport med bil før utsetting (Long et al 1977; Hansen & Jonsson 1988, Iversen et al. 1998). Fiskens stressrespons kan måles ved hjelp av blodprøver som avdekker økt nivå av kortisol i blodet (Langhorne & Simpson 1981; Virtanen & Soivio 1985). Kortisolnivå ble målt før, under og etter transport med både bil og helikopter hos smoltgrupper satt ut i Altaelva.

Avstressing i hvilemerd før utsetting er blitt benyttet med positive effekter på smoltens vandringsatferd og overlevelse (Iversen et al. 1998; Jonsson et al. 1999), og forsøk med hvile etter transport ble utført både i Halselva og Altaelva.

Hensikten med disse undersøkelsene er å produsere lakse-smolt av høy kvalitet med god overlevelse gjennom å utvikle gode transport- og utsettingsmetoder.

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 forsøksgrupper av laksesmolt ble gitt ulike produksjonsbetingelser (lys/temperatur), testet i standardiserte sjøvannstester og satt ut ovenfor fiskefella for å teste andel av utsatt smolt som vandret og utvandningsrespons (se årsrapport for 1993). Disse eksperimentene ble utvidet og videreutviklet i 1994 (Strand & Finstad 1995), 1995 (Finstad 1995), 1996 (Finstad & Nilsen 1997), 1997 (Finstad & Nilsen 1998), 1998 (Finstad et al. 1999) og 1999 (Strand & Finstad 2000).

Stamfisk

Toårig smolt, 1998-årgang:

I 1997 ble åtte par laks av Altastamme fra Bollosonen fanget med not i uke 36 til 40. Stryking ble foretatt i tidsrommet 21.10–03.11 1997 og 95 000 rogn ble innlagt. Familiene ble holdt atskilt. Skjellavlesning viste at all stamfisken var vill. Hunn-fisken besto av syv tresjøvinter- og en femsjøvinter laks. Hannfisken besto av tre en-sjøvinter og fem flersjøvinter laks. Klekkeprosent (overlevelse til startfóring) var 88,5 %. Den 06.02.98 ble yngelen overført til startfóringssavdelingen. Registreringer av lengde, vekt og skader ble foretatt i mai. Etter sortering i slutten av mai ble det bestemt at kun familie 5 og 6 skulle brukes til toårsproduksjon. Registreringer av lengde og vekt ble også registrert jevnlig fra mai '98 til mars '00. I mars var antall toårig presmolt 4750, og 99,5 % av fisken var > 150 mm. Skader ble registrert. Antall ferdig merket smolt var 2 527. Familie 5 ble testet med hensyn til sjøvannstoleranse fra uke 17 (24.04.) til uke 27 (03.07.) i 2000.

Ettårig smolt, 1999-årgang:

Stamfisk ble fanget på stang i to soner i Altaelva, to par fra Sautsosenen og to par fra Bollosonen. Det var for høy vannføring til at not, som vanligvis blir brukt ved stamfisket, kunne benyttes. Stamfisken ble strøket den 22.-27.10.98, og 34 000 rogn ble innlagt. Klekkeprosent (overlevelse til startfóring) var 97,7 %. Den 12.02.99 ble yngelen overført til startfóringssavdelingen. 24 000 fra Sautso og 9 800 fra Bollo. I mars 2000 var det totalt 23 400 presmolt, 19 500 var ettårige. Av disse var 40 % fra Sautso. Ved sorteringen 06.07.99 ble yngel med opphav i Sautso og Bollo blandet sammen. I august '99 ble grupper med mer enn 88 % godtatt som ut-

gangspunkt for utsetningsmateriale i Sautsosenen. Registreringer av lengde og vekt ble registrert jevnlig fra august '99 til mars '00. Etter størrelsessortering i mars '00 (78 % >150 mm) ble totalt 15 915 presmolt, hvorav 40 % fra Sautso merket (16.-20.03.00) og skadegrad registrert. Sjøvannstester av en gruppe fra Sautso og en fra Bollo ble foretatt fra uke 17 til uke 27.

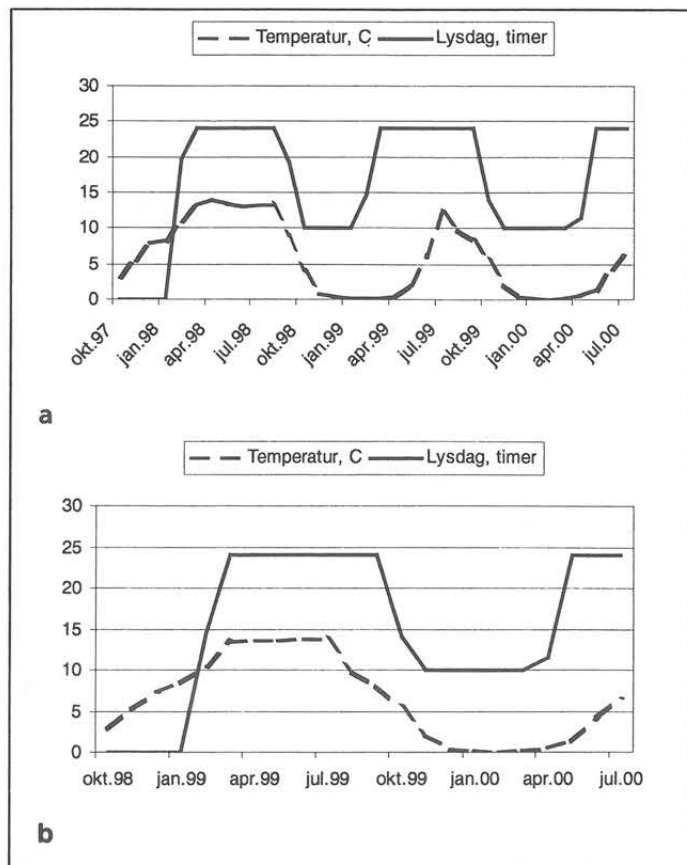
Følgende generelle retningslinjer ble fulgt for begge årgangene:

- Rogna ble lagt inn på naturlig vanntemperatur (råvann fra elva) og 24 timers mørke. Rogna fikk oppvarmet vann etter ca 14 dager i klekkesylindre. Den ble overført fra klekkesylindre til åpne klekkerenner på øyerognstadiet. I februar ble yngelen overført til startfóringssavdelingen med 24 timers lys. Første fóropptak var i midten av februar. Fisk fra de ulike sorteringene ble satt over fra oppvarmet vann til naturlig vanntemperatur fra den 8. og 16. juli (**figur 1**).
- Det ble gjennomført appetittfóring med fórn fra Skretting. Svak fóring ved nattemørke ved høsttemperatur fra 5 til 1 °C, ellers fulgte fóringssdøgnet lysdagen. Redusert utfóring ved mørke 12 timer om høsten og redusert fórdøgn fra 24 til 12 timer fra november. I slutten av april ble fórdøgnet økt igjen.
- Mørke fra rogninnlegging til startfóring. Lysdøgn opp til 24 timer fra begynnelsen av februar, redusert til 10 timer i september og økt igjen til 24 timer i slutten av april. Lysdøgn redusert til 10 timer igjen i september og økt til 24 timer lys i april 2000 (**figur 1**).
- Finneråte og skjelltap ble registrert i mars. Fisken ble kontrollert jevnlig for parasitter av ansatte og tilsynsveterinær.

2.2 Utsetningslokaliteter og utsetningsmetoder

Forsøksgruppene produsert ved settefiskanlegget ble satt ut på ulike lokaliteter både i Halselva og Altaelva. Halselva ligger i Alta kommune, nær Talvik i Finnmark på 70°N, 23°Ø. Vassdraget har et nedslagsfelt på 143 km². Innsjøen i vassdraget, Storvatnet har et areal på 1,2 km², og ligger 30 moh. Halselva er 2,5 km lang, fra Storvatnet til den munner ut i Altafjorden. Fella i Halselva er lokalisert ca 200 meter ovenfor utløpet. Forsøksgruppene ble satt ut ved innløpet til Halselva (**figur 2**).

Altaelva er lokalisert innerst i Altafjorden. Smolt ble transportert fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Sautso, Bollo og Øvre Stengelsen i Altaelva (**figur 2**). Det er ca. 35 km fra Halselva til utsetningsstedet (Øvre Stengelsen/Bollo) i Altaelva. Fra opplasting av fisken i settefiskanlegget til utsetting i Altaelva tok det om lag to timer med bil og ca. 20 minutter med helikopter.



Figur 1. Temperatur og lys i anlegget under produksjon av **a)** 1998-årgangen og **b)** 1999-årgangen av laksesmolt satt ut våren 2000.

Våren 2000 ble det utført forsøk ved settefiskanlegget for å teste a) utvandringssatferd hos ulike familiegrupper av laksesmolt, b) utvandringssrespons i forhold til skadegrad og skjelltap, c) transportstressforsøk med avkom av stamlaks fra to lokaliteter i Altaelva (Sautso og Bollo) (**tabell 1**). Ulike transport- og utsetningsmetoder for laksesmolt satt ut i Altaelva ble testet i form av gjenfangst av tilbakevandret voksen laks (**tabell 2**). I Bollo ble fisken transportert med bil og satt ut direkte, mens smolten satt ut i Sautso/Øvre Stengelsen ble transportert med helikopter og enten satt ut direkte eller satt i hvilemær en uke.

2.2.1 Vandringssatferd hos ulike familiegrupper

Avkom av to par familiegrupper fra henholdsvis Sautso og Bollo i Altaelva ble produsert under like betingelser i anlegget, og satt ut som to-årig smolt på samme sted den 23.06.00 i Halselva (**tabell 1**). Vandringssatferd, utvandringssandel og utvandringssrespons ble testet.

2.2.2 Vandringssatferd hos smolt med skade

Det ble foretatt skaderegistreringer av smoltens finner (brystfinner, ryggfinne og spord). Skadene ble gradert etter en skala fra 1-10, hvor tillatt skadegrad på utsatt materiale var forskjellig for ett- og toårig smolt. Tillatt skadegrad var åtte for ryggfinne både for ett- og toårig smolt, fire for brystfinner og tre for spord for ettårig smolt og tre for brystfinner og to for spord for toårig smolt (**vedlegg 1**). Ved sortering/merking ble fisk med høyere skadegrad tatt ut og destruert. I våre forsøk ble to grupper ettårig smolt og to grupper toårig smolt med høyere skadegrad enn tillatt for utsetting merket og graden av skade ble testet i forhold til utvandringssrespons og utvandringssandel, og i forhold til vandringssatferd hos kontrollgrupper med tillatt skadegrad.

2.2.3 Vandringssatferd hos smolt med skjelltap

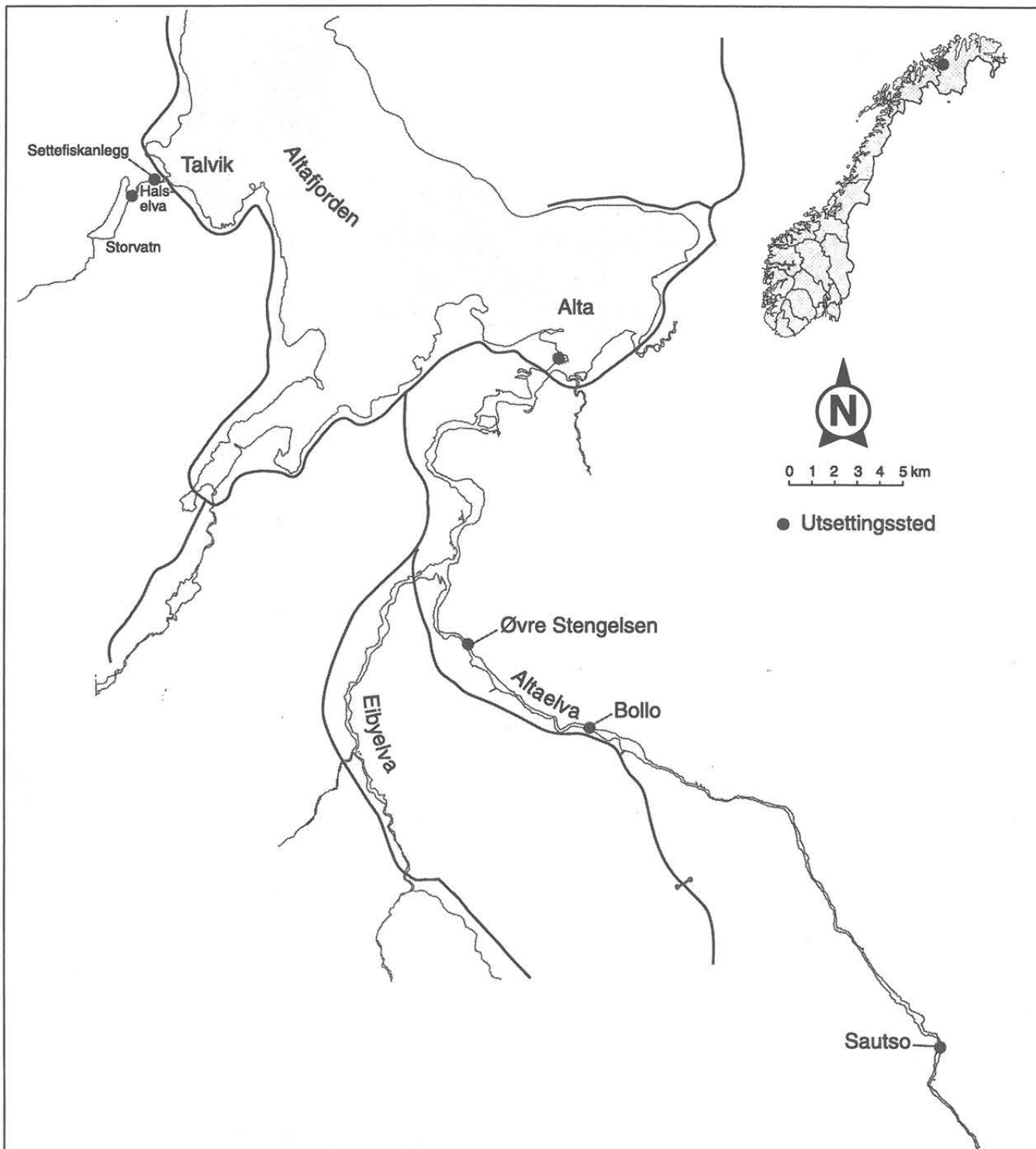
Skjellavskraping er et problem for smolt som blir håvet i forbindelse med transport og utsetting. Grad av skjellavskraping ble registrert hos smoltgrupper som ble håvet tre ganger mer (gruppe 320 og 321) enn kontrollgrupper som ble håvet og transportert på vanlig måte i forsøkene våre (gruppene 316 og 317) (**tabell 1**).

2.2.4 Transportstressforsøk i Halselva/Altaelva

Avstanden mellom Talvik Settefiskanlegg og utsetningsstedet i Altaelva (Øvre Stengelsen/Bollo) er ca 35 km, og det tar to timer fra fisken håves fra karene på Settefiskanlegget, transport med bil fram til utsetting i Altaelva. Grupper av smolt ble lastet opp i anlegget, transportert innen anlegget med truck og lastet opp i bil. Smolten ble transportert i to timer og satt ut ovenfor fella i Halselva. Halvparten av gruppene ble satt i bur i elva for avstressing etter transport en uke før de ble sluppet. Vandringssatferd ble testet i forhold til utsetningsmetode (direkte/hvile) og familiebakgrunn (Bollo/Sautso) (**tabell 1** og **2**).

2.2.5 Sjøvannstester og stressmålinger

Det ble tatt sjøvannstoleransetester av enkelte grupper (gruppe 305, 306 og 309, **tabell 2**) utover våren samt etter utsetting, fra uke 17 til uke 27. Målinger av plasmakortisol ble foretatt i forbindelse med utsettingene i Altaelva i uke 25.



Figur 2. Geografisk oversikt over settefiskanlegget, Altaelva og utsettingslokaliteter.

Sjøvannstesting ble utført som beskrevet i Iversen et al. (1998). Grupper av fisk ble overført fra ferskvann til sjøvann (34 %) og etter 24 timer i sjøvann ble det tatt blodprøver av fisken (Blackburn & Clarke, 1987). 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.

Det ble tatt blodprøver av 6 tilfeldig valgte individer (kontrollgruppe) i ferskvann før overføring til sjøvann. Overføringen fra ferskvann til sjøvann skjedde direkte. Blodprøver av 10 toårig smolt ble tatt etter 24 timers eksponering i sjøvann, mens antallet var 20 for ettårig smolt på grunn av stor størrelsesspredning. Fiskene ble fanget inn på en forsiktig måte for å unngå stress som kan influere på nivåene av natrium og klorid i plasma.

Tabell 1. Forsøk gjennomført ved settefiskanlegget i Talvik i 2000. All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halselva den 23.06.00 (uke 25).

Gruppe	Forsøk (behandling)	Smoltalder	Utsatt tidspunkt	Antall utsatt
Familiegrupper				
301	Bollo	2	23.06.00	149
302	Bollo	2	23.06.00	100
303	Sautso	2	23.06.00	100
304	Sautso	2	23.06.00	100
Skadegrad/skjelltap				
318	Forhøyet skadegrad	1	23.06.00	98
319	Forhøyet skadegrad	1	23.06.00	94
320	Påført skjelltap	1	23.06.00	82
321	Påført skjelltap	1	23.06.00	71
322	Forhøyet skadegrad	2	23.06.00	100
323	Forhøyet skadegrad	2	23.06.00	96
Transportstressforsøk Halselva				
310	Sautso- hvile	1	23.06.00*	100
311	Sautso- hvile	1	23.06.00*	99
312	Bollo- hvile	1	23.06.00*	99
313	Bollo- hvile	1	23.06.00*	89
314	Sautso- direkte	1	23.06.00	99
315	Sautso- direkte	1	23.06.00	100
316	Bollo- direkte	1	23.06.00	80
317	Bollo- direkte	1	23.06.00	82

* Gruppene ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i bur den 19.06.00.

Tabell 2. Grupper av laksesmolt satt ut i Altaelva (Bollo, Sautso og i munningen) i perioden 1995 til 2000.

År	Dato	Uts.metode	Smoltalder	Antall utsatt	Uts.sted
1995	28.06.	Bil- direkte	2	5 893	Bollo
1996	27.06.	Bil- direkte	1	3 002	Bollo
1996	27.06.	Bil- direkte	1	7 000*	Bollo
1996	03.07.	Bil- hvile	2	1 639	Sautso
1997	19.06.	Bil- direkte	1	3 098	Bollo
1997	20.06.	Bil- direkte	1	5 100*	Bollo
1998	02.07.	Bil- direkte	1	3 008	Bollo
1998	03.07.	Bil- direkte	1	3 014	Bollo
1998	03.07.	Helikopter- direkte	1	3 009	Øvre Stengelsen
1998	03.07.	Helikopter- hvile	1	3 000**	Øvre Stengelsen
1999	08.07.	Helikopter- direkte	1	3 015	Øvre Stengelsen
1999	08.07.	Helikopter- hvile	1	3 008**	Øvre Stengelsen
1999	30.06.	Bil- direkte	1	3 008	Bollo
1999	01.07.	Bil- direkte	2	3 082	Bollo
1999	01.07.	Bil- direkte	1	2 941*	Bollo
1999	02.07.	Bil- direkte	2	3 896*	Munning
2000	04.07.	Bil - direkte	2	2 071	Bollo
2000	05.07.	Bil direkte	1	2 742	Bollo
2000	06.07.	Helikopter direkte	1	2 923	Øvre Stengelsen
2000	06.07.	Helikopter hvile	1	2 872**	Øvre Stengelsen
2000	06.07.	Helikopter direkte	1	5 905*	Sautso

* Fettfinneklippet

** Gruppen ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemær den 28.06.00.

Blodprøver ble tatt ved at en sprøytespiss ble stukket inn i området nedenfor sidelinjen og ovenfor gattet, 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.

2.2.6 Vekst hos presmolt

Spesifikk vekstrate (G) ble beregnet ut fra vekt-målingene fra sjøvannstestene ut fra følgende formel uttrykt som % per tidsenhet:

$$G = (\ln V_2 - \ln V_1) / (t_2 - t_1) \cdot 100,$$

Hvor V_1 er fiskens vekt ved forsøkets start (t_1), V_2 er vekt ved forsøkets slutt (t_2).

2.2.7 Gjenfangster fra smoltutsettingene i Altaelva

Registrering av gjenfangster baserer seg på innrapporterte Carlinmerker til NINA's merkesentral, samt skjellavlesninger fra laksefangster i Altaelva av fettfinneklippet utsatt smolt fra Talvikanlegget.

Data på gjenfanget Carlinmerket laks ble benyttet til å teste vekst i sjøen i forhold til smoltstørrelse for en- og tosjøvinter laks.

2.3 Definisjon av begreper

I denne undersøkelsen er det viktig å skille mellom utvandringsandel og utvandringsrespons. Begge begrepene henspiller på smoltens vandringsatferd, vandringsvillighet- og motivasjon:

- Utvandringsandel beskriver andel av utsatt fisk som ble registrert nedvandrende i fella i løpet av hele registreringsperioden.
- Utvandringsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer etter utsetting. For å beskrive dette brukes man betegnelsen tid til 50% utvandring, dvs. hvor lang tid (dager) det tar før 50 % av fiskene som vandrer ut har passert fella.

3 Resultater

3.1 Utvandringsatferd hos ulike familiegrupper

To familiegrupper med forskjellig bakgrunn, stamfisk fra Bollo og Sautso i Altaelva, ble gitt samme produksjonsforhold og behandling i anlegget. Disse gruppene ble satt ut på samme tid og sted i Halselva og testet med hensyn til vandringsmotivasjon (utvandringsandel- og respons) (**tabell 3**). Smolt av Bollo stamme hadde større kroppstørrelse enn smolten fra Sautso stamme (Oneway ANOVA, $F=146,633$, $df=1$, $p<0,001$). Smolt av Bollo stamme vandret ut i større grad enn smolten fra Sautso stamme (Kji-kvadrat test, gruppe 301;303, $\chi^2 = 7,0238$, $p < 0,01$, 301;304, $\chi^2 = 8,0219$, $p < 0,005$, 302;303, $\chi^2 = 6,1015$, $p < 0,05$, 302;304, $\chi^2 = 6,9833$, $p < 0,01$). Det var ingen forskjeller i utvandringsandel mellom parallellene fra samme lokalitet (Bollo, $\chi^2 = 0,001$, $p > 0,05$, Sautso, $\chi^2 = 0,0316$, $p > 0,05$).

Utvandringsresponsen var også bedre for smolten som stammet fra Bollo enn for smolten som stammet fra Sautso (Kolmogorov-Smirnov two-sample test, gruppe 301;303, $Z = 1,785$, $p < 0,01$, 301;304, $Z = 1,772$, $p < 0,01$, 302;303, $Z = 1,819$, $p < 0,01$, 302;304, $Z = 1,646$, $p < 0,01$). Det var ingen forskjeller i utvandringsrespons mellom parallellene fra samme lokalitet (Bollo, K-S, $Z = 0,183$, $p > 0,05$, Sautso, $Z = 0,385$, $p > 0,05$) (**figur 3**).

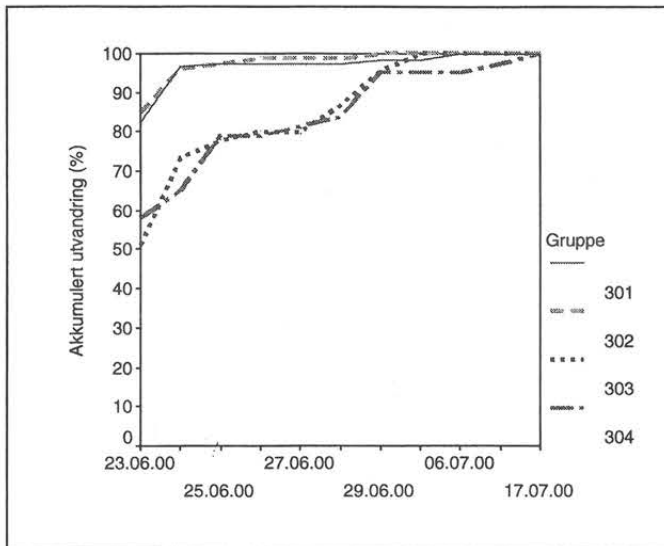
3.2 Utvandring hos smolt med ulik skadegrad

Det ble sortert ut fire grupper á 100 smolt som hadde forhøyet skadegrad i forhold til grense tillatt for utsatt smolt fra anlegget i Talvik (**tabell 4**). Både ett- og toårig smolt ble testet i forhold til skadegrad (på brystfinner, ryggfinne og spord) og med hensyn til utvandringsatferd (andel og utvandringsrespons). Toårig smolt ble sortert fra fire grupper som besto av to ulike familiegrupper. De utsorterte gruppene med forhøyet skadegrad besto derfor av en blanding av familiegruppene fra Bollo og Sautso, hvor 2/3 av smolten var fra Sautso. Som kontrollgrupper for toårig smolt ble derfor fisk fra Sautso benyttet.

Ettårig smolt hadde lavere skadegrad på brystfinner og spord enn toårig smolt (ANOVA, $F = 11,890$, $df = 3$, $p < 0,001$) (**tabell 4**). Ryggfinner hadde imidlertid høyere skadegrad hos ettårig enn toårig smolt ($F = 31,956$, $df = 3$, $p < 0,001$). Andel av smolt med registrert skade var gjennomgående høyere hos toårig smolt enn hos ettårig. En høyere andel toårig smolt hadde skader på brystfinner (høyre, $\chi^2 = 38,838$, $df = 1$, $p < 0,05$, venstre, $\chi^2 = 27,941$, $df = 1$, $p < 0,05$) og på sporden ($\chi^2 = 5,404$, $df = 1$, $p < 0,05$) enn ettårig smolt. Andel

Tabell 3. Familiegrupper av smolt fra stamfisk fanget i Bollo og Sautso i Altaelva i 1998. Gruppene ble satt ut 23.06.00. Se også **tabell 1**.

Gruppe	Familie	Antall utsatt	Smoltlengde mm	sd	Antall fanget i fella	Andel utvandret (%)
301	Bollo	149	277,51	18,76	119	79,9
302	Bollo	100	277,86	16,22	80	80,0
303	Sautso	100	240,14	17,62	45	45,0
304	Sautso	100	245,01	17,57	43	43,0



Figur 3. Utvandningsrespons (%) hos smolt fra ulike familiegrupper satt ut i Halselva i 2000. Se **tabell 3** for forklaring.

smolt med skade på ryggfinnen var lik mellom årsklassene ($\chi^2 = 1,129$, $df = 1$, $p > 0,05$).

Skadegrad hos kontrollgruppene (gruppe 303 og 304) var lavere enn hos forsøksgruppene med forhøyet skade (brystfinne, høyre: ANOVA, $F = 106,437$, $df = 3$, $p < 0,001$, venstre: $F = 121,137$, $df = 3$, $p < 0,001$, spord: $F = 110,486$, $df = 3$, $p < 0,001$, ryggfinne: $F = 2,652$, $df = 3$, $p < 0,05$) (**tabell 4**). Bare på spord ble det registrert forskjeller i andel smolt med skade mellom forsøks- og kontrollgruppene (Kji-kvadrat, $\chi^2 = 4,837$, $df = 1$, $p < 0,05$).

Utvandningsandelen hos ettårig smolt med forhøyet skadegrad var lik kontrollgruppene med 'normal' skadegrad ($\chi^2 = 2,606$, $df = 1$, $p > 0,05$) (**tabell 5**). Toårig smolt hadde høyere utvandningsandel enn ettårig smolt ($\chi^2 = 6,4557$, $df = 1$, $p < 0,05$), og samme utvandningsandel som kontrollgruppene ($\chi^2 = 0,7978$, $df = 1$, $p > 0,05$).

Tabell 4. Andel av merket smolt med skader (%) og gjennomsnittlig skadegrad registrert på smolt fra utkast under merking (forhøyet skadegrad, gruppe 318,319,322 og 323) og på smolt med tillatt skadegrad for utsetting (kontrollgrupper, 303, 304, 316 og 317). Se også **tabell 1**.

Gruppe	Alder	Forsøk	Registrert dato	Brystfinne, H		Brystfinne, V		Ryggfinne		Spord	
				%	grad	%	grad	%	grad	%	grad
318	1	Forhøyet skade	24.05.00	27	3,5	33	2,9	86	7,7	69	2,8
319	1	Forhøyet skade	24.05.00	37	3,7	48	3,7	82	7,6	68	2,9
316	1	Kontroll	22.05.00	0	-	3	2,3	67	7,8	37	1,5
317	1	Kontroll	22.05.00	1	3,0	0	-	54	7,8	41	1,5
322	2	Forhøyet skade	25.05.00	91	5,8	95	5,7	97	6,1	94	5,4
323	2	Forhøyet skade	25.05.00	97	5,5	98	5,4	99	5,7	100	4,8
303	2	Kontroll	17.03.00	63	2,1	77	2,1	100	6,1	95	2,0
304	2	Kontroll	20.03.00	72	2,1	84	2,3	100	5,6	100	2,2

Utvandningsresponsen hos ettårig smolt med forhøyet skadegrad (gruppe 318 og 319) var signifikant dårligere enn toårig smolt (K-S, $Z > 2,120$, $p < 0,001$) (**figur 4**). Det var tre uker forskjell mellom ett- og toårig smolt med forhøyet skadegrad med hensyn til tidspunkt når 50 % av smolten hadde vandret. Kontrollgruppene for ettårig smolt varierte mye med hensyn til utvandnings-

respons. Tidspunkt når 50 % av smolten hadde vandret var for kontrollgruppe 316 en uke tidligere enn forsøksgruppene, mens kontrollgruppe 317 vandret en uke senere enn forsøksgruppene (**figur 4 a**). Ettårig smolt med forhøyet skadegrad vandret tre uker senere enn toårig smolt.

Tabell 5. Grad av skade i forhold til utvandringsatferd hos smolt med forhøyet skadegrad og kontrollgrupper med tillatt skadegrad satt ut ovenfor fella i Halselva i 2000. Se også **tabell 1**.

Gruppe	Forsøk	Antall utsatt	Smolt-alder	Smolt-lengde mm	sd	Antall utvandret	Andel utvandret (%)
318	Forhøyet skade	98	1	163,6	11,93	30	30,6
319	Forhøyet skade	94	1	164,3	11,16	34	36,2
316	Kontroll	80	1	168,3	9,40	24	30,0
317	Kontroll	82	1	169,1	9,43	21	25,6
322	Forhøyet skade	100	2	232,0	23,42	55	55,0
323	Forhøyet skade	96	2	240,1	28,07	48	50,0
303	Kontroll	100	2	240,1	17,62	45	45,0
304	Kontroll	100	2	245,0	17,57	43	43,0

Gruppene med toårig smolt med forhøyet skadegrad (gruppe 322 og 323) hadde lik utvandringsrespons ($Z = 1,310$, $p > 0,05$), og gruppene var ikke signifikant forskjellig fra kontrollgruppene (gruppe 303 og 304) ($Z = 2,880$, $p < 0,05$) (**figur 4 b**).

3.3 Utvandringsatferd hos smolt med skjelltap

Håving og transport har vist seg å påføre smolt skjelltap som reduserer overlevelsen til utsatt smolt. To grupper smolt ble håvet tre ganger mer enn de andre utsettingsgruppene og ble testet med hensyn til grad av skjelltap, utvandringsandel og -respons mot kontrollgrupper fra transportstressforsøkene.

Det var ingen forskjeller mellom gruppene med hensyn til grad av skjelltap (Oneway ANOVA, $F = 0,468$, $df = 3$, $p > 0,05$) og heller ingen forskjeller mellom noen av gruppene i andel som vandret ut etter utsetting ($\chi^2 < 0,02$, $p > 0,05$) (**tabell 6**). Smoltlengde var lik hos gruppene i forsøket (Oneway ANOVA, $F = 0,472$, $df = 3$, $p > 0,05$).

Den ene av kontrollgruppene, gruppe 316, hadde bedre utvandringsrespons enn alle de andre gruppene (K-S, 317; $Z = 1,434$, $p < 0,05$, 320; $Z = 1,753$, $p < 0,01$, 321; $Z = 1,514$, $p < 0,05$). Utvandringsresponsen hos de to gruppene som ble påført skjelltap var ikke forskjellig (K-S, $Z = 0,579$, $p > 0,05$) (**figur 5**).

3.4 Transportstressforsøk i Halselva

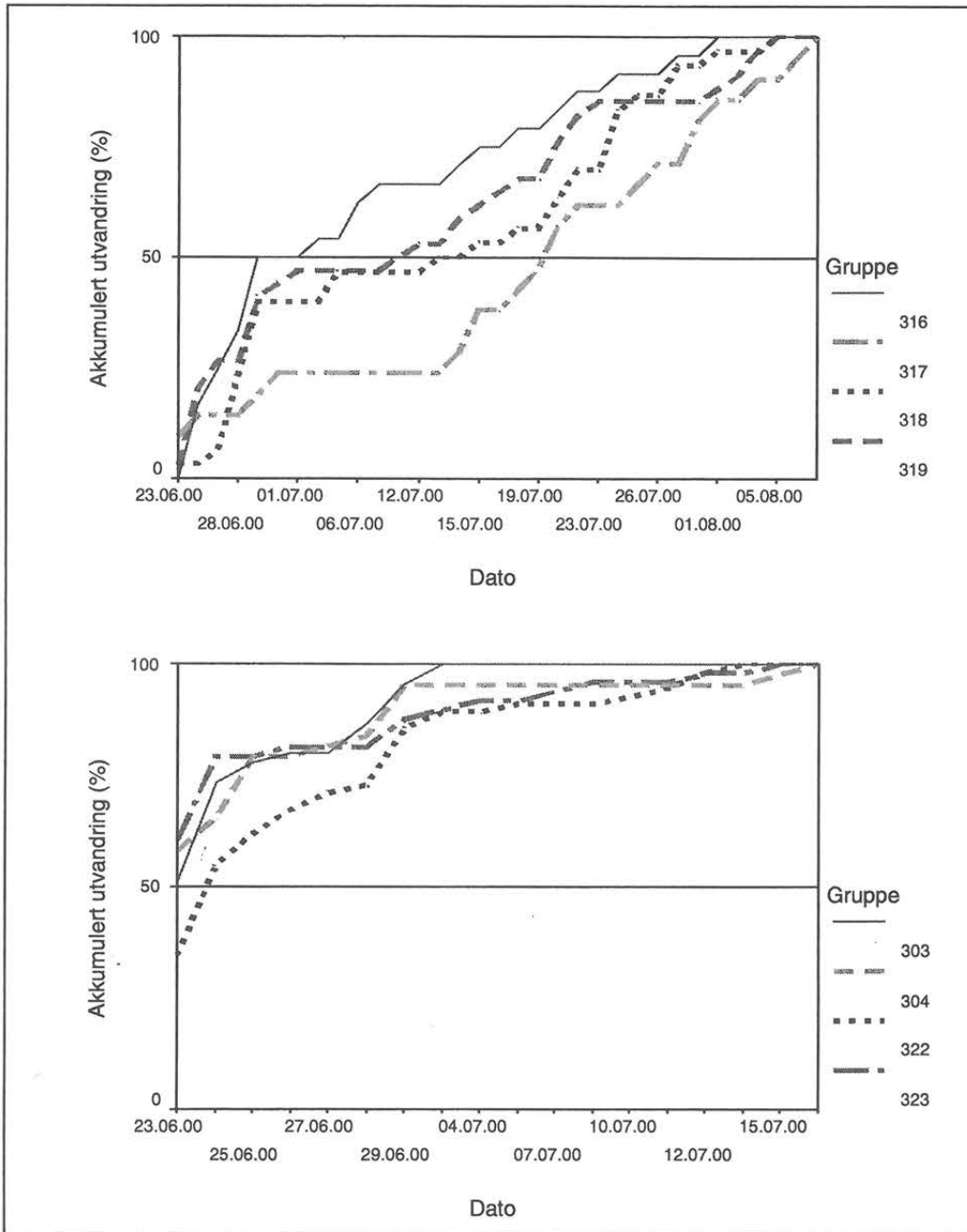
Akklimatisering (hvile) etter transport har tidligere vist seg å gi positive effekter på overlevelse hos utsatt smolt. I Halselva gjorde vi forsøk med å laste opp, transportere smolten to timer i bil eller 20 minutter med helikopter

og enten sette fisken ut direkte, eller la smolten få stå i hvilemerd en uke i elva før å redusere stressnivået før utsetting. Vi testet smolt som stammet fra henholdsvis Sautso og Bollo. Det var gjennomgående høyere utvandringsandel blant smolten som hadde fått hvile enn gruppene som ble satt ut direkte etter transport ($\chi^2 = 13,399$, $p < 0,001$) (**tabell 7**).

Det ble ikke registrert store forskjeller i utvandringsrespons mellom gruppene som ble satt ut direkte og de som fikk hvile en uke før utsetting. Tre av gruppene som fikk hvile før utsetting vandret raskere enn grupper satt direkte ut (**figur 6**). Gruppe 310 vandret raskere enn gruppe 317 (Kolmogorov-Smirnov two-sample test, $Z = 1,378$, $p < 0,05$), og gruppe 311 raskere enn gruppe 314 ($Z = 1,382$, $p < 0,05$) og gruppe 317 ($Z = 1,688$, $p < 0,05$). Gruppe 312 fikk også hvile før utsetting og vandret raskere ut enn gruppe 314 ($Z = 1,597$, $p < 0,05$) og gruppe 317 ($Z = 1,836$, $p < 0,01$). Det var også forskjeller i utvandringsrespons mellom to av gruppene satt ut direkte, hvor gruppe 316 vandret raskere enn gruppe 317 ($Z = 1,434$, $p < 0,05$). Ingen forskjeller i utvandringsrespons ble registrert mellom fisk med ulik familiebakgrunn, verken blant de som fikk hvile ($\chi^2 = 0,3416$, $p > 0,05$) eller de som ble satt ut direkte ($\chi^2 = 2,1845$, $p > 0,05$).

3.5 Transportstressforsøk i Altaelva

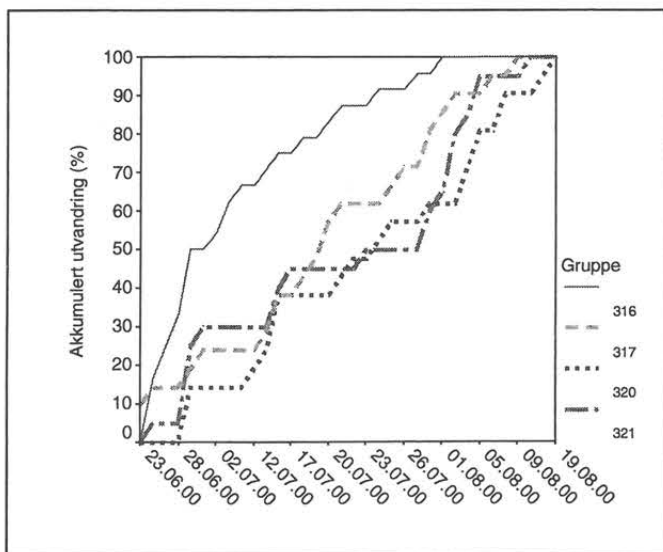
Stresshormonet kortisol ble målt hos grupper transportert med bil og helikopter i anlegget før opplasting, etter opplasting, ved ankomst Altaelva og etter en uke hvile i mæri i Altaelva. Kortisolnivået hos Carlinmerket smolt transportert med bil var normalt før opplasting, økte etter opplasting og økte også signifikant etter transport, ble redusert men gikk ikke signifikant tilbake



Figur 4. Utvandringsrespons hos ettårig (øverst) og toårig smolt (nederst) med forhøyet skadegrad og hos kontrollgrupper satt ut i Halselva i 2000. Se **tabell 4** og **5** for forklaring.

Tabell 6. Grad av skjelltap og utvandring hos ettårig smolt i håvingsforsøk og hos kontrollgrupper i Halselva i 2000. Gruppene ble satt ut 23.06.00. Se også **tabell 1**.

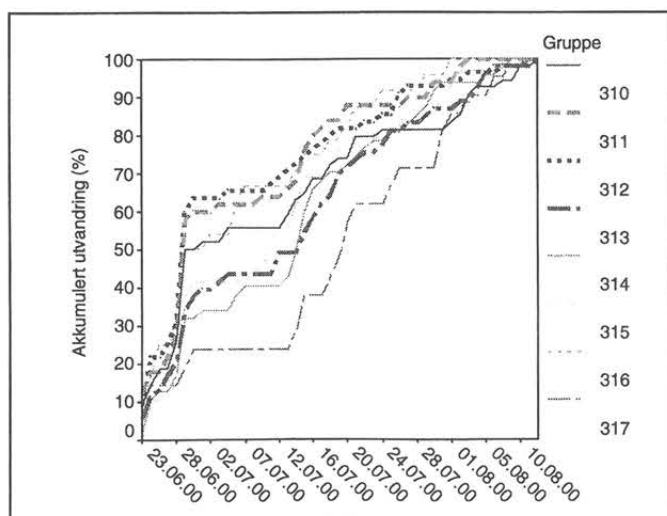
Gruppe	Forsøk	Antall utsatt	Smolt lengde mm,	sd	Skjelltap (sd)	Antall utvandret	Andel utvandret (%)
316	Kontroll	80	168,33	9,40	1,62 (0,59)	21	26,3
317	Kontroll	82	169,08	9,43	1,78 (1,00)	18	22,0
320	Håvingseffekt	82	169,74	11,52	1,90 (0,64)	20	24,4
321	Håvingseffekt	71	169,89	10,99	1,75 (0,79)	20	28,2



Figur 5. Utvandningsrespons (%) hos smolt påført skjelltap (gruppe 320 og 321) og kontrollgrupper (316 og 317) satt ut i Halselva i 2000. Se tabell 6 for forklaring.

Tabell 7. Transportstressforsøk hvor ett-årig smolt som stammet fra Sautso og Bollo i Altaelva ble transportert to timer og enten satt direkte ut eller satt i hvilemerd en uke før de ble sluppet i Halselva. Alle gruppene ble satt ut 23.06.00. Gruppene som fikk hvile ble transportert til utsettingslokaliteten den 19.06.00. Se også **tabell 1**.

Gruppe	Antall utsatt	Familie	Behandling	Smoltlengde mm	sd	Antall utvandret	Andel utvandret
310	100	Sautso	hvile	164,06	8,40	54	54,0
311	99	Sautso	hvile	164,33	8,58	50	50,5
312	99	Bollo	hvile	168,94	10,85	55	55,6
313	89	Bollo	hvile	166,52	10,29	53	59,6
314	99	Sautso	direkte	164,20	9,68	47	47,5
315	100	Sautso	direkte	165,84	8,90	29	29,0
316	80	Bollo	direkte	168,33	9,40	24	30,0
317	82	Bollo	direkte	169,08	9,43	21	25,6



etter hvile (Oneway ANOVA, gruppe 306: $F = 11,572$, $df = 3$, $p > 0,05$, gruppe 307: $F = 27,154$, $df = 2$, $p > 0,05$) (**tabell 8**). Carlinmerket- og fettfinneklippet smolt hadde ikke signifikant forskjellig stressnivå etter opplasting (Oneway ANOVA, $F = 3,0506$, $df = 1$, $p > 0,05$). Variasjonen innen gruppene var stor. Kortisolnivået økte signifikant fra opplasting til etter transport hos både bil- og helikoptertransportert smolt ($p < 0,05$). Det var ingen forskjeller i stressnivå mellom helikoptertransportert Carlin- og fettfinnemerket smolt etter transport ($F = 0,002$, $df = 1$, $p > 0,05$) og kortisolnivået hos smolt transportert med bil var ikke forskjellig fra helikoptertransportert smolt etter transport ($F = 0,586$, $df = 1$, $p > 0,05$). Stressnivået etter en uke i hvilemerd var fremdeles høyt, men det var en tendens til nedgang.

Figur 6. Utvandningsrespons (%) hos gruppene i transportstressforsøket som ble satt ut direkte (gruppe 314–317) og satt i hvilemerd en uke for avstressing (gruppe 310–313) i Halselva 2000. Se **tabell 7** for forklaring.

3.6 Sjøvannstester

Sjøvannstester av ettårig smolt fra gruppene (306 og 309) og toårig smolt fra gruppe 305 ble foretatt i uke 17, 19, 21, 25 og 27 våren og sommeren 2000. Det var ingen forskjeller i osmoreguleringsevne mellom ettårig smolt som stammet fra Bollo og Sautso ved noen av prøvetidspunktene (Oneway ANOVA, $p > 0,05$), og både ett- og toårig smolt viste god sjøvannstoleranse (< 150 mmol/l) ved utsettingstidspunktet i uke 25 (**figur 7**).

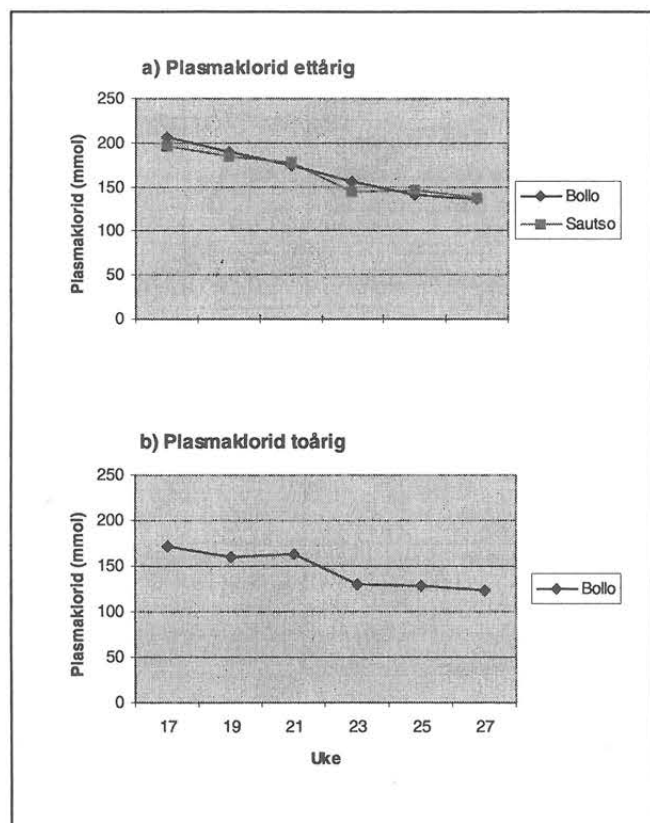
3.7 Presmolt vekst

Vekst i presmoltstadiet har betydning for utvikling av sjøvannstoleranse og overlevelse i sjøen. Spesifikk vekstrate ble beregnet for to grupper ettårig smolt våren 2000, fra uke 17 til 27, de samme fiskene som ble

sjøvannstestet (**tabell 9**). Enkeltindivider ble dermed ikke fulgt hele testperioden og test av vekstratene er derfor ikke mulig. Gruppe 306 var Carlinmerket mens gruppe 309 var fettfinneklippet. Gruppen som var Carlinmerket hadde tendens til bedre vekst i presmoltstadiet enn fettfinneklippet smolt.

Tabell 8. Kortisol (mM) målt hos smolt før opplasting i anlegg, etter opplasting og ved ankomst Altaelva eller etter en uke i hvilemerd i Altaelva våren 2000.

Gruppe	Transport	Merke	Før opplasting (sd)	Etter opplasting (sd)	Etter transport (sd)	Etter hvile
306	Bil	Carlin	23,53 (32,6)	82,9 (47,5)	144,5 (31,8)	
307	Helikopter	Carlin	24,05 (28,7)	-	131,3 (37,2)	95,4 (19,8)
309	Helikopter	FF	-	45,7 (30,3)	132,3 (47,9)	-



Figur 7. Plasmaklorid (mmol/l) hos a) ettårig smolt og b) toårig smolt testet fra uke 17 til uke 27 i 2000.

Tabell 9. Spesifikk vekstrate (SVR, %) hos to grupper ett- og toårig smolt i Halselva våren 2000.

Gruppe	Alder	Merke	Uke 17			Uke 27			SVR
			Vekt	SD	N	Vekt	SD	N	
305	2	Carlin	190,8	34,8	10	265,4	50,1	16	0,471
306	1	Carlin	31,5	7,1	19	52,0	16,0	26	0,714
309	1	FF	35,8	6,7	20	48,5	9,9	26	0,435

3.8 Gjenfangster fra smolt-utsettingene i Altaelva og Halselva

I denne rapporten er all Carlinmerket laks fra utsettingene i Altaelva som ble gjenfanget i Altaelva, som voksen laks i sjøfisket og i andre elver definert som overlevd, og dermed betraktet som gjenfangster.

Gjenfangstene fra utsettingene fra 1995 til 1997 har vært lave, fra 0,1 til 0,18 % (**tabell 10**). Fra utsettingene i 1998 var også gjenfangstene lave, med unntak av gruppene transportert med helikopter (0,43 og 1,40 %). Resultatene omfatter foreløpig bare en- og to-sjøvinter gjenfangster hos disse gruppene. Ensjøvinter gjenfangstene fra utsettingene i 1999 viste en økning i andel tilbakevandret laks, både for de helikopter-transporterte gruppene (1,16 og 1,76 %) og for gruppene transportert med bil og satt ut direkte (1,96 og 0,97 %).

Gjenfangster fra utsettingene av Altasmolt i Halselva i 1999 viste god tilbakevandring både av smolt satt ut ovenfor fella (0,84 %) og spesielt for smolt satt ut nedenfor fella (2,21 %).

3.9 Vekst i sjøen

Smoltstørrelse er viktig for overlevelse etter utsetting, både med hensyn til sjøvannstoleranse og antipredatoratferd. Vi testet også smoltstørrelsens betydning for størrelse ved gjenfangst (**tabell 11**). Vi fant en positiv korrelasjon mellom smoltens vekt og vekt hos ensjøvinter laks, både hos ettårig smolt satt ut i 1998 (Pearson korrelasjon, $r = 0,389$, $p < 0,01$) og i 1999 ($r = 0,229$, $p < 0,05$) i Altaelva. Toårig smolt var signifikant større enn ettårig smolt (Oneway ANOVA, $F = 166,76$,

$df = 3$, $p < 0,001$) og gav større ensjøvinter laks enn smolt satt ut som ettårig ($F = 9,052$, $df = 3$, $p < 0,001$).

For ettårig smolt satt ut i Halselva fant vi positiv korrelasjon mellom ettårig smolt og vekt hos ensjøvinter laks for smolt satt ut nedenfor fella ($r = 0,612$, $p = 0,01$), men ikke hos ettårig smolt satt ut ovenfor fella ($r = 0,039$, $p > 0,05$), eller mellom toårig smolt og ensjøvintervekt ($r = 0,582$, $p > 0,05$). Toårig smolt var større enn ettårig smolt ($F = 164,4$, $df = 1$, $p < 0,001$) og gav større ensjøvinterlaks enn smolt satt ut som ettårig smolt ($F = 9,387$, $df = 1$, $p < 0,01$).

Tabell 10: Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Altaelva i 1995-99. *= fettfinneklippet smolt.

Utsatt tidpunkt	Utsatt sted	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil vandret N	Total gjenfangst N	%
					ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø			
29.06.95	Bollo	Bil- direkte	2	5 893	2	1	0	3	2	2	-	10	0,17
19.06.96	Bollo	Bil- direkte	1	3 002	1	0	0	0	1	0	-	2	0,07
27.06.96	Bollo	Bil- direkte	1	7 000*	-	-	-	-	-	-	-	11	0,16
19.06.96	Sautso	Bil- hvile	2	1 639	0	0	0	0	1	2	-	3	0,18
15.06.97	Bollo	Bil- direkte	1	3 098	2	0	1	1	0	1	-	5	0,16
20.06.97	Bollo	Bil- direkte	1	5 100*	-	-	-	-	-	-	-	8	0,16
02.07.98	Bollo	Bil direkte	1	3 008	0	0	-	4	0	-	-	4	0,13
03.07.98	Bollo	Bil direkte	1	3 014	2	2	-	1	0	-	-	5	0,17
03.07.98	Ø. Stengelsen	Helikopter- direkte	1	3 009	4	1	-	6	1	-	1	13	0,43
03.07.98	Ø. Stengelsen	Helikopter- hvile	1	3 000	14	0	-	18	10	-	-	42	1,40
08.07.99	Ø. Stengelsen	Helikopter- hvile	1	3 008	21	-	-	32	-	-	-	53	1,76
08.07.99	Ø. Stengelsen	Helikopter- direkte	1	3 015	9	-	-	26	-	-	-	35	1,16
30.06.99	Bollo	Bil direkte	1	3 008	14	-	-	38	-	-	7	59	1,96
01.07.99	Bollo	Bil direkte	2	3 082	2	-	-	26	-	-	2	30	0,97
01.07.99	Bollo/munning	Bil direkte	1+2	6 837*	15	-	-	-	-	-	-	15	0,22
1999	Halselva	Ovenfor felle	1+2	4 392	19	-	-	18	-	-	-	37	0,84
02.07.99	Halselva	Nedenfor felle	1	1 400	17	-	-	14	-	-	-	31	2,21

*På grunn av manglende tilbakemelding av fettfinneklippet fisk er gjenfangstvurderingene basert på skjellavlesninger. For å kunne bli vurdert å være en gjenfangst fra våre utsetninger 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 som enten er fettfinneklippet eller som har mistet carlinmerket, men det kan ikke utelukkes at det er et innslag av rømt smolt.

Tabell 11: Vekt (g) hos Carlinmerket smolt satt ut i 1998-99 i Altaelva og hos ensjøvinter laks gjenfanget fra de samme utsettingene.

År	Dato	Uts.metode	Smolt alder	Smoltvekt (g, sd, n)	Vekt gjenfanget laks (g, sd, n)
1998	02.07	Bil- direkte	1	45,50 3,1 4	2 363 402,8 4
1998	03.07	Bil- direkte	1	46,00 2,7 3	2 467 208,2 3
1998	03.07	Helikopter- direkte	1	46,00 6,1 11	2 649 416,0 9
1998	03.07	Helikopter- hvile	1	48,25 9,1 32	2 526 421,4 30
1999	08.07	Helikopter- hvile	1	61,0 13,8 52	2 470 439,5 47
1999	08.07	Helikopter- direkte	1	65,2 16,6 35	2 365 472,8 34
1999	30.06	Bil direkte	1	57,2 10,0 51	2 267 524,7 44
1999	01.07	Bil direkte	2	151,2 37,5 28	2 908 680,5 27
1999	-	Ovenfor felle	1	66,1 24,7 29	2 298 398,2 27
1999	-	Ovenfor felle	2	173,8 30,7 8	3 053 1220,8 8
1999	02.07	Nedenfor felle	1	61,4 18,6 31	2 450 472,8 29

4 Diskusjon

Smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har pågått i 15 år. Vi vil her diskutere resultatene fra utsettingene i 2000 og se disse i sammenheng med resultatene fra utsettingene foretatt de siste åtte årene, hvor vi har foretatt systematiske forsøk. Ut fra dette vil vi trekke konklusjoner og vurdere på hvilke områder det er behov for videre undersøkelser. I våre tidligere forsøk har vi konsentrert oss om å utvikle produksjons- og utsettingsmetoder, samt registrere vandringsatferd (vandringsmotivasjon- og evne) hos forsøksgruppene. Forsøkene med å optimalisere produksjonsforholdene (lys og temperatur) har gitt gode resultater, og forsøkene med å gi smolten en hvileperiode etter transport har vist gode effekter for å redusere stress og øke overlevelsen. Vi har i 2000 derfor konsentrert oss om å videreføre utviklingen av transport- og utsettingsmetoder, samt teste vandringsatferd hos ulike familiegrupper og teste hvordan finneslitasje og skader hos smolten påvirker vandring og overlevelse.

Stamfisk fra ulike deler av Altaelva, Sautso (øverst i vassdraget) og Bollo (midtre del av elva) ble satt ut i Halselva og testet i forhold til vandringsatferd. Familiegruppene fra Bollo viste seg å vandre ut i større grad, og hadde en raskere utvandring enn familiegruppene fra Sautso. Smolten fra Bollo var signifikant større enn Sautso-smolten, så vi vet ikke i hvilken grad resultatene gjenspeiler størrelsesforskjeller eller genetiske forskjeller mellom laks fra ulike deler av elva.

Kunstig produsert smolt i anlegg har ofte skader og finneslitasje som følge av å stå tett i karene, soppinfeksjoner og håving/fysisk håndtering. Smolt som ble sortert ut under merking på grunn av for høy skadegrad og finneslitasje til å bli satt ut, ble samlet i grupper og satt ut for å teste effekten av skade og finneslitasje på vandringsatferd. Både ett- og toårig smolt med forhøyet skadegrad vandret ut i mindre grad enn kontrollgruppene. Ettårig smolt hadde også en lavere utvandringsrespons enn kontrollgruppene. Disse resultatene bekrefter tidligere erfaringer som viser at økt skadegrad reduserer fiskens helse og overlevelse.

Smolt som ble håvet flere ganger enn kontrollgrupper opplevde ikke økt grad av skjelltap som følge av dette, og bare små forskjeller i vandringsatferd ble registrert. Disse resultatene kan skyldes at tre håvinger ekstra er for lite til å gjøre utslag på grad av skjelltap.

Positiv effekt av akklimatisering/hvile etter transport er funnet å ha positiv effekt både hos laks og ørret (Iversen et al. 1998; Jonsson et al. 1999). Grupper som fikk hvile etter transport og satt ut i Halselva hadde høyere utvandringsandel og raskere utvandringsrespons enn smolt satt direkte ut etter transport. Dette er i samsvar med tidligere forsøk vi har gjort i dette prosjektet (Strand & Finstad 2000).

Laksesmolt har vist seg å bli stresset ved håndtering og transport før utsetting (Hansen & Jonsson 1988). Dette kan måles ved hjelp av blodprøver som avdekker økt nivå av kortisol i blodet (Langhorne & Simpson 1981; Virtanen & Soivio 1985). I 1998 økte plasmakortisolnivået etter transport til Altaelva, men verdiene gikk tilbake til det normale etter ei uke i hviledam på utsettingsstedet (Finstad et al. 1999). Dette ble også funnet i 1996 ved transport av smolt til Sautso (Finstad & Nilsen 1997). I 2000 fant vi også at kortisolverdiene økte i forbindelse med opplasting og transport, men vi registrerte ikke en like rask tilbakegang i nivået etter hvile. Kortisolnivået var fortsatt fem ganger høyere enn før opplasting etter ei uke i hvilemerd. Ingen forskjeller ble observert i forhold til verken transportmetode eller merke metode.

Ved smoltutsettinger er det avgjørende at smolten er i stand til å overleve og vokse i sjøen (Bouef 1993), og smoltens evne til osmoregulering og overlevelse er vist å være størrelsesavhengig. I våre forsøk hadde både ett- og toårig smolt god sjøvannstoleranse og god overlevelse, noe som tyder på at også ettårig smolt hadde en kroppstørrelse som var gunstig for utsetting. Smoltstørrelsen var positivt korrelert med størrelsen på ensjøvinterlaks, noe som viser størrelsens betydning både for overlevelse og vekst i sjøen.

Gjenfangstene fra smoltutsettingene i Altaelva i 1998 og 1999 viste at det var best gjenfangster hos smolt transportert med helikopter og satt i hviledam før utsetting i Altaelva. Gjenfangstregistreringene har vært meget lave fra utsettingene i 1995 til og med 1997 (0,1-0,2 %), men bedret seg med utsettingene i 1998 (0,1-1,43 %) og 1999 (0,97-1,96 % bare ensjøvinterlaks). Det var smolt transportert med helikopter og som fikk hvile etter utsetting som gav de beste gjenfangstene, men også bil-transportert smolt hadde betydelig bedre gjenfangster enn tidligere år. Bedring i registrert gjenfangst i 2000 sammenfaller både med ekstra innsats for gjenfangstregistrering og endring av utsettingssted. Høsten 2001 blir disse tallene trolig enda høyere når henholdsvis to- og tresjøvinterlaksen kommer tilbake. I 2000 ble forsøkene med helikoptertransport gjentatt og i tillegg ble grupper transportert med bil og satt ut i munningen av Altaelva/Bollo.

Gjenfangster fra utsettinger i Halselva i 1999 med stam-laks fra Altaelva viste gjenfangstrater fra 0,84 og 2,2 % for smolt utsatt henholdsvis ovenfor og nedenfor fella. Disse resultatene er i samsvar med andre undersøkelser som viser høyere gjenfangster for smolt satt ut ved elvemunningen i forhold til fisk satt ut lenger oppe i vassdraget (Hansen 1980; Hansen & Lea 1982; Einarsson et al. 1987; Staurnes et al. 1996). Det er også mulig at fella til en viss grad kan virke som et vandringshinder.

Fettfinneklippet fisk hadde lave gjenfangster (0,16-0,22 %), noe som sannsynligvis skyldes at fiskere i større

grad overser finnekipping enn Carlinmerker, og dermed blir finneklippet fisk i større grad underrapportert. I teorien skulle fettfinneklippet fisk ha høyere gjenfangstrate enn Carlinmerket fisk på grunn av at de opplever mindre håndtering og dermed mindre stress før utsetting (Hansen 1988).

På bakgrunn av disse resultatene og resultater fra tidligere undersøkelser vil vi i 2001 gå videre med å undersøke:

- 1) Halselva m/fiskefelle: benytte Halselva som referanse opp mot Altaelva fordi vi i Halselva har full kontroll over all fisk som vandrer opp og ned i vassdraget. Utsettinger av laksesmolt i Halselva i 1999 har gitt gode gjenfangster. Vi vil også benytte utsettinger i Halselva (transporteffekter/ utvandringsatferd) som kontroll mot forsøkene i Altaelva, samt teste om fella utgjør et vandringshinder for fisk satt ut ovenfor i forhold til fisk satt ut nedenfor fella.
- 2) Altaelva – videreføre utsettinger i Øvre Stengelsen (helikopter-direkte utsettinger/hvilemær), samt utsettinger ved hjelp av transporttank i bil til Bollo. I tillegg vil det kunne være aktuelt å sette ut fisk i Sautso ved hjelp av helikopter. Under helikoptertransporten vil det be-nyttes et transportkar som er nyutviklet og som vil være mer skånsom for smolten.

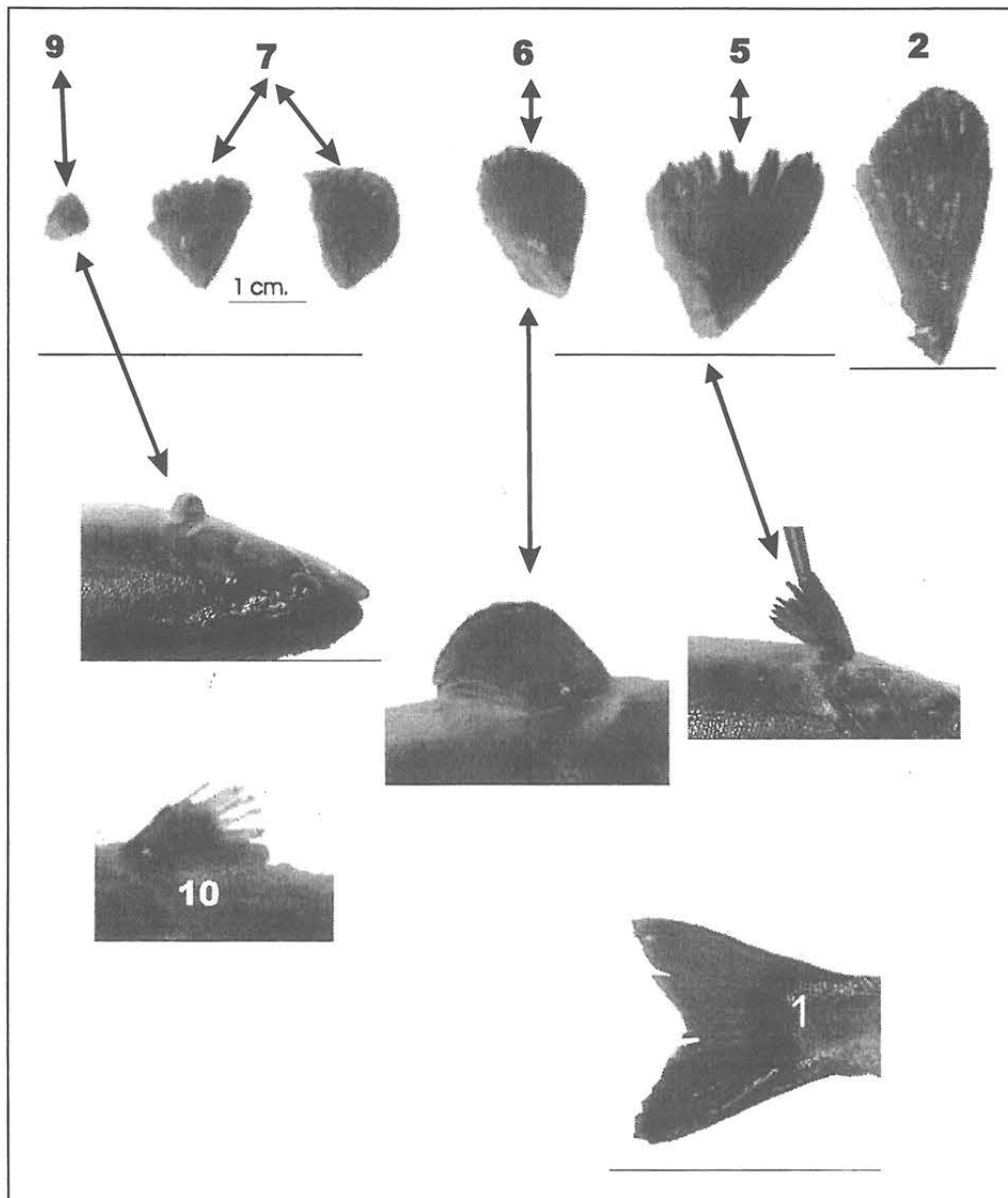
5 Litteratur

- Barton, B.A. 2000. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. – North Am. J. Aquacult. 62: 12-18.
- 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: 67-69.
- Einarsson, S.M., A. Isaksson & S. Oskarsson. 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.
- Finstad, B. & O. Ugedal. 1998. Smolting of sea trout (*Salmo trutta* L.) in northern Norway. Aquaculture 168: 341-349.
- Finstad, B., Nilsen, S.T. & Strand, R. 1999. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1998. - NINA Oppdragsmelding 628: 1-18.
- Finstad, B. & Jonsson, N. 2001. Factors influencing the yield of smolt releases in Norway. – Nordic J. Freshw. Res. 75: 37-55.
- Hansen, L.P. 1980. Tagging and release of Atlantic salmon smolts *Salmo salar* L. in the River Glomma. – Fauna 33: 89-97 (In Norwegian with English summary).
- Hansen, L.P. & B. Jonsson. 1988. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effect of dip-netting, transport and chlorobutanol anesthesia on survival. – Aquaculture 74: 301-305.
- Hansen, L. P. & T. B. Lea. 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.
- Heifetz, J., S.W. Johnson, K.V. Koski & M.L. Murphy. 1989. Migration timing, size, and salinity tolerance of sea-type sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in an Alaska Estuary. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 633-637.

- Houston, A.H. 1961. Influence on size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) to sea water. – J. Fish. Res. Bd. Can. 18: 401-415.
- Høgåsen, H.R. 1998. Physiological changes associated with the diadromous migration in salmonids. – Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci. 127: 1-128.
- Iversen, M., Finstad, B. & Nilssen, K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. – Aquaculture 168: 387-394.
- 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.
- Jonsson, S., Brennäs, E. & H. Lundquist. 1999. Stocking of brown trout, *Salmo trutta* L.: effects of acclimatization. – Fish. Mngm. Ecol. 6: 459-473.
- Langhorne, P. & T.H. Simpson. 1981. Natural changes in serum cortisol in Atlantic salmon (*Salmo Salar* L.) during parr-smolt transformation. – pp 349-350 in Pickering, A.D, ed. Stress and 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: 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. Effect of size, age and photoperiod on seawater survival and ionic regulation. – Comp. Biochem. Physiol. 79: 17-28.
- Parker, N.C. 1984. Chronobiologic approach to aquaculture. – Trans. Am. Fish. Soc. 115: 545-552.
- Parry, G. 1958. Size and osmoregulation in salmonid fishes. – Nature 181: 1218-1219.
- Parry, G. 1966. Osmotic adaptation in fishes. – Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc. 41: 392-444.
- 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.
- Robertson, L.P., Thomas, C.R., & J.M. Trant. 1987. Plasma cortisol and secondary stress responses of red drum to handling, transport, rearing density, and disease outbreak. – Prog. Fish. Cult. 1: 1-12.
- Rosseland, B.O., Lea, T.B. & Hansen, L.P. 1982. Physiological effects and survival of Carlin-tagged and descaled Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in different water salinities. – ICES C.M. 1982/M:30, 23 s.
- 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.
- Staurnes, M., Hansen, L.P., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1996. Short-term exposure to acid water impairs osmoregulation, seawater tolerance, and subsequent marine survival of smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 1695-1704.
- Strand, R. & Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. – NINA Oppdragsmelding 330: 1-16.
- Strand, R. & Finstad, B. 2000. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva – 1999. – NINA Oppdragsmelding 631: 1-23.
- Ugedal, O. B. Finstad, B. Damsgård & A. Mortensen. 1998. Seawater tolerance and downstream migration in hatchery-reared and wild brown trout. – Aquaculture 168: 395-405.
- Virtanen, E. & A. Soivio. 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.
- 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.

Vedlegg 1

Skaderegistrering av fisk ved settefiskanlegget i Talvik. Skadene ble registrert i en skala fra 1-10. I praksis vil dette si at ved skadegrad 6 er det ca. 4/10 deler igjen av den aktuelle spord eller finne.



ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1214-5

687

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

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

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**