

Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2001

Rita Strand
Bengt Finstad

NINA Oppdragsmelding 751



NINA•NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2001

Rita Strand
Bengt Finstad

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs 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

Dette er det minimum av rapportering som NINA 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, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra projekter 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 "allmennheten" 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-nsatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Strand, R & Finstad, B. 2002. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2001. - NINA Oppdragsmelding 751: 1-19.

Trondheim, september 2002

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1334-6

Forvaltningsområde:

Bærekraftig høsting, fisk

Sustainable harvest, fish

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Norunn S. Myklebust

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 13306 Smoltproduksjonsforsøk

Ansvarlig signatur:

Norunn S. Myklebust

Oppdragsgiver:

Statkraft SF

Referat

Strand, R & Finstad, B. 2002. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2001. - NINA Oppdragsmelding 751: 1-19.

Denne undersøkelsen er ment å danne grunnlag for eventuelle fremtidige kompensasjonsutsettinger i Altaelva. Smoltproduksjonsforsøk ved settefiskanlegget i Talvik og utsetting av laksesmolt i Halselva og Altaelva har vært foretatt fra 1986 til og med 2001. Den siste forsøksperioden har omfattet årene 1993–2001. Forsøkene har omfattet produksjons- og utsettingsmetoder, vandringsatferd, transportmetoder og stressforsøk i forbindelse med utsettinger. I 2001 har vi videreført transportstressforsøk, utsettingsmetodikk og testing av utvandringsatferd, samt registrert gjenfangster fra utsettingene. Vi har benyttet stamfisk fra to soner i Altaelva (Sautso og Bollo). Dette for å se om det er forskjeller som kan knyttes til genetiske ulikheter med hensyn til presmoltvekst, utvandring og overlevelse hos smolten fra ulike soner i Altaelva.

Toårig smolt smoltifiserte noe tidligere enn ettårig smolt, og viste tendenser til å desmoltifisere tidligere enn ettårig smolt. Avkom fra Sautso og Bollo stamme hadde lik presmoltvekst og utviklet sjøvannstoleranse samtidig.

Kortisol- og plasmaklorid-målinger i forbindelse med opplasting og transport viste at kortisolnivået økte betydelig i forbindelse med opplasting, og ytterligere under transport. Det var imidlertid opplastingen/håving av fisken som påførte fisken mest stress. Plasmakloridnivået gikk ned til under normalnivå som følge av håndteringen, noe som er sammenfallende med det økte kortisolnivået og underbygger stresspåvirkningen.

Akklimatisering/hvile i ferskvann etter transport til utsettingslokaliteten har i tidligere forsøk hatt en positiv effekt på vandringsatferden. I 2001 var det ingen signifikante forskjeller i utvandringsrespons og utvandringsandel hos grupper satt ut direkte etter transport og grupper som fikk hvile etter transport selv om det var tendenser til at gruppene som fikk hvile etter transport hadde størst utvandringsandel.

Utsettingstidspunktet hadde betydning for hvor raskt smolten vandret ut av Halselva. Smolt satt ut i begynnelsen av juli (uke 27) vandret ut i løpet av fire dager, mens smolt satt ut to uker tidligere (uke 25) brukte i gjennomsnitt 11 dager fra utsetting til den vandret ut. Sjøvannstestene viste tendens til bedre sjøvannstoleranse i uke 27 enn i 25.

Gjenfangstene av smålaks i 2001 var betydelig lavere enn i 2000. Laksestatistikken for fangster av smålaks i Altaelva viser de samme forskjellene i fangster mellom årene, slik at de lave gjenfangstene fra våre utsettinger i 2000 til en

viss grad kan tilskrives forholdene i fjordsystemet og i havet.

I forbindelse med eventuelle kompensasjonsutsettinger av smolt i Altaelva viser denne undersøkelsen at det er gunstig med utsettinger av ettårig smolt. Bruk av hvilemær i forbindelse med utsettingene kan bedre overlevelse og gjenfangst av utsatt smolt. Utsettingstidspunktet rundt månedskiftet juni/juli er også gunstig både med hensyn på optimal sjøvannstoleranse og vandringsvillighet.

Emneord: Smoltproduksjonsforsøk – laks – sjøvannstoleranse – overlevelse – vandring – transportstress – kortisol.

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

Abstract

Strand, R & Finstad, B. 2002. Experimental Atlantic salmon smolt production and release in the River Halselva and the River Alta – 2001. – NINA Oppdragsmelding 751: 1-19.

This study forms a basis for possible future compensatory releases of smolts in the River Alta. Smolt production experiments at the hatchery in Talvik (70° N) and releases of Atlantic salmon smolts in the River Halselva and in the River Alta were carried out from 1986 to 2001. The present project includes the years 1993 to 2001. Experiments focused on production- and release methods, migratory behaviour, transport methods and stress experiments, in relation to smolt releases. In 2001 we continued the experiments on transport stress, release methods, migratory behaviour, and the registration of recaptures of adult salmon. We used brood fish from two zones in the River Alta (Sautso and Bollo) to explore differences associated with genetic traits.

Two-year-old fish smoltified earlier than one-year-old smolts, and showed a tendency to desmoltify at the time when one-year-old smolt smoltified. Offspring from the Sautso and the Bollo strains had similar presmolt growth and developed seawater tolerance at the same time.

Plasma-cortisol levels increased during the loading of fish and increase further during transportation. Loading/handling of fish from rearing tanks to transport tanks inflicted most of the stress for the smolts. Plasma chloride level declined to below normal due to loading/handling and coinciding with increased cortisol levels.

Earlier experiments showed a positive effect of acclimatisation/ rest in freshwater after transport to the release site on smolt migration behaviour. In 2001 there were no significant differences in migratory response (time from release to migration) and emigration rate for groups released directly after transport and groups that were given a one-week's rest in the river after transport. There was, however an increased migratory tendency for groups that were given one-week's rest after transport.

The time of release was important for how fast the fish emigrated from the River Halselva. Smolt released in the beginning of July (week 27) emigrated within four days, while smolt released two weeks earlier (week 25) waited on average 11 days from release to emigration. The seawater test showed a tendency to better seawater tolerance in week 27 than in week 25.

Recapture rates of one-seawinter salmon in 2001 were considerably lower than in 2000. Catch statistics for one-seawinter salmon in the River Alta showed the same variation as did recapture rates. Thus, the low recaptures from

our releases in 2000 may partly be attributed to conditions in the fjord system and in the ocean.

With respect to compensatory releases of smolts in the River Alta, the present study shows that production of one-year-old smolts seems most suitable for this purpose. Smolts given a recovery period in the river after transport seems to have an increased survival and recapture rate compared to smolts released directly into the river. Further, we found that it was favourable for the smolts to be released in the period late June/early July with respect to time of optimal seawater tolerance.

Key words: 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 laksefiskeriinteressenskab, 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, og første trinn i smoltproduksjonsforsøkene omfattet årene 1986 til 1992. Fisk produsert i anlegget ble første gang satt ut i 1986, og anlegget hadde en produksjonskapasitet på 50 000 lakse-smolt årlig.

Målet for smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere lakse-smolt og å utvikle utsettingsmetoder/merkemetoder for å øke overlevelse og gjenfangst hos fisk utsatt i Altaelva i forbindelse med kompensasjonsutsettinger. Smoltproduksjonsforsøkene ble videreført fra og med 1993-2001, og resultater fra disse forsøkene er tilgjengelig i Finstad (1995), Strand & Finstad (1995), Finstad & Nilsen (1997), Finstad & Nilsen (1998), Finstad et al. (1999), Strand & Finstad (2000) og Strand & Finstad (2001). Foreliggende rapport er den siste årsrapporten fra denne forsøksperioden.

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, september 2002

Bengt Finstad
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Metode og materiale	6
2.1 Fisk og produksjonsforhold	6
2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder	9
2.2.1 Sjøvannstester og stressmålinger	10
2.2.2 Vekst hos presmolt	10
2.2.3 Transportstressforsøk i Halselva	10
2.2.4 Vandringssatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering	10
2.2.5 Gjenfangst og sjøvekst hos voksen laks ..	10
2.3 Definisjon av begreper	10
3 Resultater	11
3.1 Sjøvannstester	11
3.2 Presmolt vekst	11
3.3 Transportstressforsøk	12
3.4 Vandringssatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering	13
3.5 Gjenfangster av voksen laks	15
3.6 Vekst i sjøen	16
4 Diskusjon	17
5 Litteratur	18

1 Innledning

Utsetting av kunstig produsert smolt 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 tilpasse seg 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 det 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 transportmetoder, utsettingsmetoder i forhold til vandringssatferd 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 kostnadskrevenne å produsere.

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

På bakgrunn av tidligere undersøkelser ble det i 2001 gått videre med følgende studier:

- Å benytte Halselva m/fiskefelle som referanse mot Altaelva når det gjelder tilbakevandring av utsatt smolt.
- Det ble også foretatt transportstressforsøk hvor smolt ble transportert i tankbil, med påfølgende utsettinger ovenfor fella i Halselva, for å se på smoltens utvandringssatferd i forhold til både utsettingsmetode og smoltifiseringsgrad.
- I Altaelva ble utsettingsmetoder testet, hvor smolt ble transportert med helikopter og enten satt ut direkte etter transport eller satt i hvilemerd en uke før de ble sluppet. Samtidig ble stresseffekter på smolten i forbindelse med opplasting, transport og utsettingsmetoder testet.

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.

Stamfisk

Toårig smolt av 1999-årgang

Stamfisk ble fanget på stang i to soner i Altaelva, to par fra Sautsosenen øverst i elva og to par fra Bollosonen i nedre del den 08.09.–10.10. 1998. 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, 24 000 fra Sautso og 9 800 fra Bollo, overført til startfóringssavdelingen. I mars 2000 var det totalt 23 400 presmolt, hvorav 19 500 var ettårige. Av disse var 40 % fra Sautso. Ved størrelses- og skadegrad-sorteringen den 06.07.99 ble yngel med opphav i Sautso og Bollo blandet sammen. I august '99 ble grupper med mer enn 88 % Sautsoandel godtatt som utgangspunkt for utsettingsmateriale i Sautsosenen. Lengde og vekt ble registrert jevnlig fra august '99 til juni '01. 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, og 14 442 ettårig smolt ble satt ut i begynnelsen av juni (06.–07.00). I mars 2001 var antall toårig presmolt 3 700, og 94 % av fisken var >150 mm. Skadegrad på fisken ble fortløpende registrert. Antall ferdig merket smolt var 2144. Skader ble registrert fra og med mars 2000 og fram til utsetting i 2001. Sjøvannstester ble utført fra og med uke 17 til uke 27 våren 2001.

Ettårig smolt av 2000-årgang

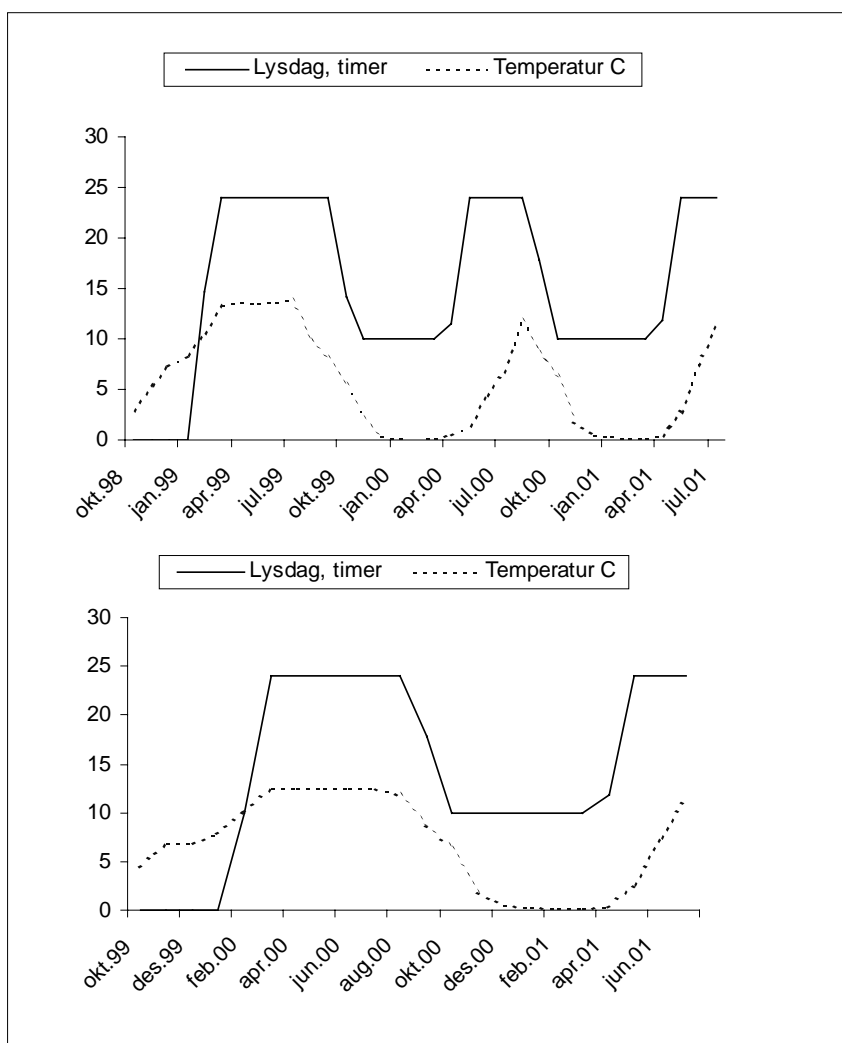
Stamfisk ble fanget i Sautsosenen øverst i Altaelva og i Bollosonen, i nedre del av elva (**figur 1**) i perioden 08.–23.09. 1999. To par gytefisk fra Sautso og tre par fra Bollosonen ble fanget. I Bollosonen ble det brukt not først i perioden da vannføringen gjorde notfiske mulig og innsamlinger ble komplettert med stangfiske da vannføringen økte. I Sautsosenen ble det kun brukt stang. Stamfisken ble strøket den 22.10.–01.11.00, og det ble innlagt rogn fra fem hunner og fem hanner. Rognmengden ble beregnet til 63 000. Klekkeprosent (overlevelse til startfóring) var 85,8 %. Den 15.–20.02.00 ble yngelen, 25 000 fra Bollo og 26 000 fra Sautso, overført til startfóringssavdelingen. Ved sortering den 16.–21.06.00 ble en familie fra Bollo destruert på grunn av skader og det ble ikke

avsatt fisk til toårsmolt. Antall smolt var nå 12 900 fra Bollo og 11 600 fra Sautso. Etter sortering og merking i mars 2001 ble 6 659 fisk fra Sautso (to familiegrupper) og 5 808 fisk fra Bollo (to familiegrupper) klar for forsøk og utsetting. Det ble foretatt sjøvannstester i uke 17 til uke 27. Smolten ble satt ut i Altaelva og Halselva i slutten av juni og begynnelsen av juli (**tabell 1, 2**).

Følgende generelle retningslinjer ble fulgt for begge årgangene:

- Stamfisken ble oppbevart fram til stryking i hvert sitt sirkulære kar med diameter 300 cm og høyde 125 cm og med en vannstand på 60 cm (3,5 m³).
- Rogna ble lagt inn på naturlig vanntemperatur (råvann fra elva) og 24 timers mørke. Rogna fikk oppvarmet vann etter en måned i klekkesylindre. Den ble overført fra klekkesylindre til åpne klekkerenner på øyerognstadiet. I februar ble yngelen overført til startfóringsavdelingen 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 oktober/november.

- Det ble gjennomført appetittfóring med fó fra Skretting. Det ble brukt svak fóring ved nattemørke ved høsttemperatur fra 5 til 1 °C, ellers fulgte fóringdøgnet lysdagen. Ved mørke 12 timer om høsten ble utfóringen redusert, og fórdøgnet ble redusert fra 24 til 12 timer fra november. I slutten av april ble fórdøgnet økt igjen.
- Det var mørke fra rogninnlegging til startfóring. Lysdøgnet ble økt til 24 timer fra begynnelsen av februar, og redusert til 10 timer i september og for deretter å bli økt igjen til 24 timer i slutten av april. Lysdøgnet ble redusert til 10 timer igjen i september og økt til 24 timer lys i april 2001.
- Finneråte og skjelltap ble registrert i mars. Fisken ble kontrollert jevnlig for parasitter av ansatte og tilsynsveterinær.



Tabell 1. Forsøk gjennomført ved settefiskanlegget i Talvik våren 2001. All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halseva og all smolt var ettårig.

Gruppe	Utsatt dato	Forsøk (behandling)	Antall	Stamme	Smoltalder	Anmerkning
305	04.07.01	Transporteffekter	93	Sautso	1	Direkteutsett
306	04.07.01	Transporteffekter	90	Sautso	1	Direkteutsett
307	04.07.01*	Transporteffekter	89	Sautso	1	En uke hvile
308	04.07.01*	Transporteffekter	94	Sautso	1	En uke hvile
309	21.06.01	Smoltifiseringsgrad	98	Sautso	1	Uke 25
310	21.06.01	Smoltifiseringsgrad	102	Sautso	1	Uke 25
311	27.06.01	Smoltifiseringsgrad	94	Sautso	1	Uke 26
312	27.06.01	Smoltifiseringsgrad	99	Sautso	1	Uke 26
313	04.07.01	Smoltifiseringsgrad	90	Sautso	1	Uke 27
314	04.07.01	Smoltifiseringsgrad	148	Sautso	1	Uke 27

* smolten ble transportert til utsettingsstedet syv dager før utsetting.

Tabell 2: Grupper av laksesmolt satt ut i Altaelva (Bollo, Sautso og i munningen) i perioden 1995 til 2001.

Gruppe	Utsatt dato	Uts.metode	Antall utsatt	Smoltalder	Uts.sted
A1	28.06.95	Bil-direkte	5 893	2	Bollo
A2	27.06.96	Bil-direkte	3 002	1	Bollo
A3	27.06.96	Bil-direkte	7 000*	1	Bollo
A4	03.07.96	Bil-hvile	1 639	2	Sautso
A5	19.06.97	Bil-direkte	3 098	1	Bollo
A6	20.06.97	Bil-direkte	5 100*	1	Bollo
A7	02.07.98	Bil-direkte	3 008	1	Bollo
A8	03.07.98	Bil-direkte	3 014	1	Bollo
A9	03.07.98	Helikopter-direkte	3 009	1	Øvre Stengelsen
A10	03.07.98	Helikopter-hvile	3 000**	1	Øvre Stengelsen
A11	08.07.99	Helikopter-direkte	3 015	1	Øvre Stengelsen
A12	08.07.99	Helikopter-hvile	3 008**	1	Øvre Stengelsen
A13	30.06.99	Bil- direkte	3 008	1	Bollo
A14	01.07.99	Bil- direkte	3 082	2	Bollo
A15	01.07.99	Bil- direkte	2 941*	1	Bollo
A16	02.07.99	Bil- direkte	3 896*	2	Munning
A17	04.07.00	Bil direkte	2 071	2	Bollo
A18	05.07.00	Bil direkte	2 742	1	Bollo
A19	06.07.00	Helikopter-direkte	2 923	1	Øvre Stengelsen
A20	06.07.00	Helikopter-hvile	2 872**	1	Øvre Stengelsen
A21	06.07.00	Helikopter-direkte	5 905*	1	Sautso
A22	03.07.01	Helikopter-direkte	1 977	2	Øvre Stengelsen
A23	03.07.01	Helikopter-direkte	5 662*	1	Sautso
A24	03.07.01	Helikopter-hvile	2 362**	1	Øvre Stengelsen
A25	03.07.01	Helikopter-direkte	1 469	1	Øvre Stengelsen

*Fettfinneklippet (for 2001 ble samme fisk også Carlinmerket).

**Gruppen ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemør en uke før utsettingsdato.

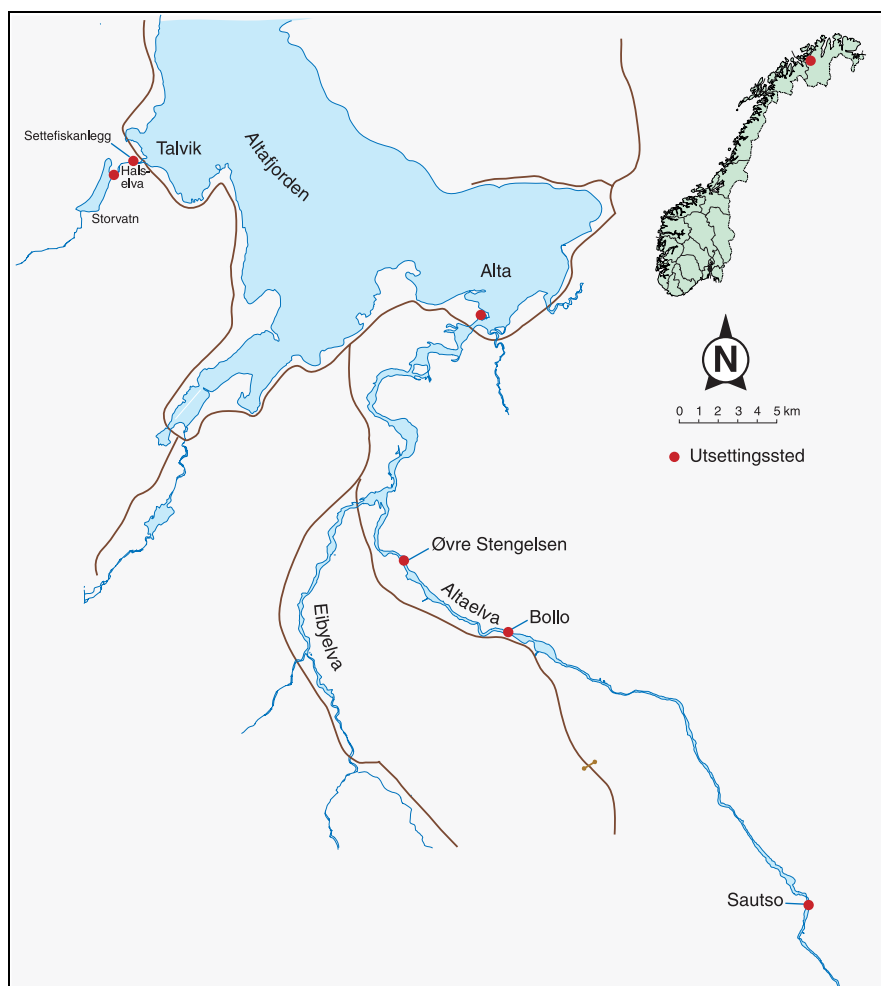
2.2 Utsetningslokaliteter og utsetningsmetoder

Forsøksgruppene produsert ved settefiskanlegget ble satt ut på ulike lokaliteter både i Halselva og Altaelva (**figur 2**). 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.

Altaelva er lokalisert innerst i Altafjorden. Smolt ble transportert fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Øvre Stengelsen (like nedenfor Bollo) og i Sautso 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.

Våren 2001 ble det utført forsøk ved settefiskanlegget for å teste a) effekter av transport på stressnivå og utvandringssatferd hos smolt og b) utvandringssatferd i forhold til smoltifiseringsgrad (**tabell 1**). Effekt av transportstress, utsetningssted og smoltalder ble testet i form av gjenfangst av tilbakevandret voksen laks utsatt i Altaelva. Gjenfangst i Halselva av utsatte forsøksgrupper tidligere år ble registrert og benyttet som kontroll mot Altautsettingene (**tabell 2**).



Figur 2. Geografisk oversikt over settefiskanlegget i Talvik, Altaelva og utsetningslokaliteter.

2.2.1 Sjøvannstester og stressmålinger

Sjøvannstoleransetester av fire grupper ettårig smolt satt ut i Altaelva i 2001 ble foretatt i seks perioder utover våren samt etter utsetting, fra uke 17 til uke 27. Målinger av plasmaklorid og plasmakortisol (stressindikator) ble foretatt i forbindelse med transport til Altaelva.

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 klorid i blodplasmaet ble deretter foretatt. Er kloridkonsentrasjonen under 160 mmol/l er dette en fullverdig smolt.

Fisken fikk stå uforstyrret i tre 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. 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, 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.

2.2.2 Vekst hos presmolt

Spesifikk vekstrate (G) ble beregnet ut fra vektmålingene fra sjøvannstestene ut fra følgende formel uttrykt som % per tidsenhet.:

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

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

2.2.3 Transportstressforsøk i Halselva

Utsettingsforsøk ble foretatt i Halselva for å simulere transport med bil fra Talvik til Altaelva med påfølgende utsetting. Avstanden mellom settefiskanlegget i Talvik og utsettingsstedet i Altaelva (Øvre Stengelsen/Bollo) er ca 35 km, og det tar to timer fra fisken haves fra karene på settefiskanlegget, 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. Vandringsatferd ble testet i forhold til utsettingsmetode (direkte/hvile) og familiebakgrunn (Bollo/Sautso) (**tabell 1** og **2**). I tillegg ble det tatt kortisolmålinger av fisken i forbindelse med transportforsøket.

2.2.4 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering

Smoltgrupper med lik bakgrunn ble satt ut i Halselva fordelt på ukene 25, 26 og 27 for å teste utvandringsatferd i forhold til hvor langt fisken hadde kommet i smoltifiseringsprosessen (**tabell 1**).

2.2.5 Gjenfangst og sjøvekst hos voksen laks

Registrering av gjenfangster fra utsettingene i Altaelva og Halselva 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:

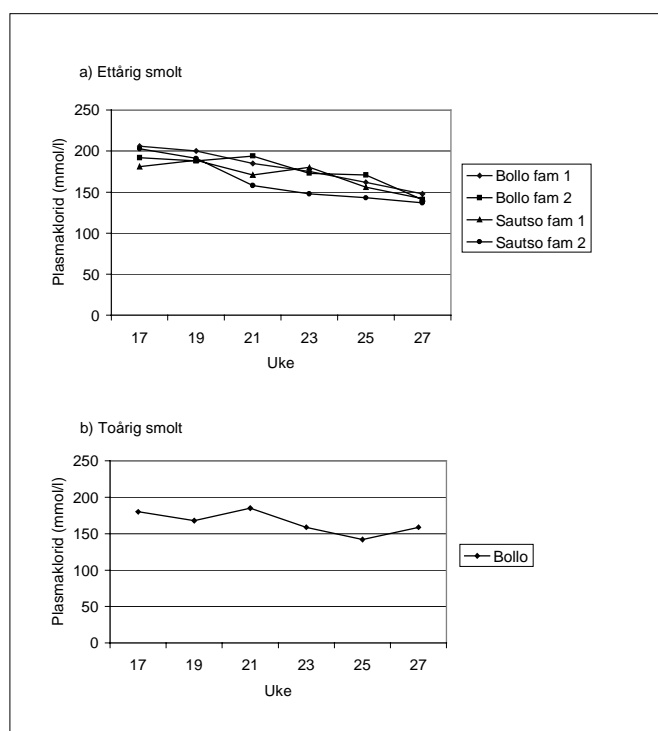
- Utvandringsandel beskriver andel av utsatt fisk som ble registrert nedvandrende i fella i løpet av hele registreringsperioden.
- Utvandringsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer etter utsetting. For å beskrive dette brukes man betegnelsen tid til 50 % utvandring, dvs. hvor lang tid (dager) det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

3 Resultater

3.1 Sjøvannstester

Sjøvannstester ble tatt av ettårig smolt fra begge familiegruppene fra Sautso og Bollo og toårig smolt fra Bollo. Smolten ble testet i anlegg i ukene 17, 19, 21, 23, 25 og 27 våren og sommeren 2001.

Alle gruppene ettårig smolt fra begge stammene hadde en jevnt god utvikling av sjøvannstoleransen utover våren. Familie 2 av Sautso stamme lå noe lavere og smoltifiserte tidligere enn gruppen fra Sautso familie 1 (Kolmogorov - Smirnov two-sample test, $Z=1,451$, $p=0,03$) og Bollo familie 1 ($Z=1,950$, $p=0,001$) (**figur 3a**). Toårig smolt smoltifiserte i uke 25, og det var tendens til at den hadde begynt å desmoltifisere i uke 27 (**figur 3b**). Vi satte ut ettårig smolt i ukene 25-27 for å teste utvandringssatferd i forhold til sjøvannstoleranse (se pkt. 3.4).

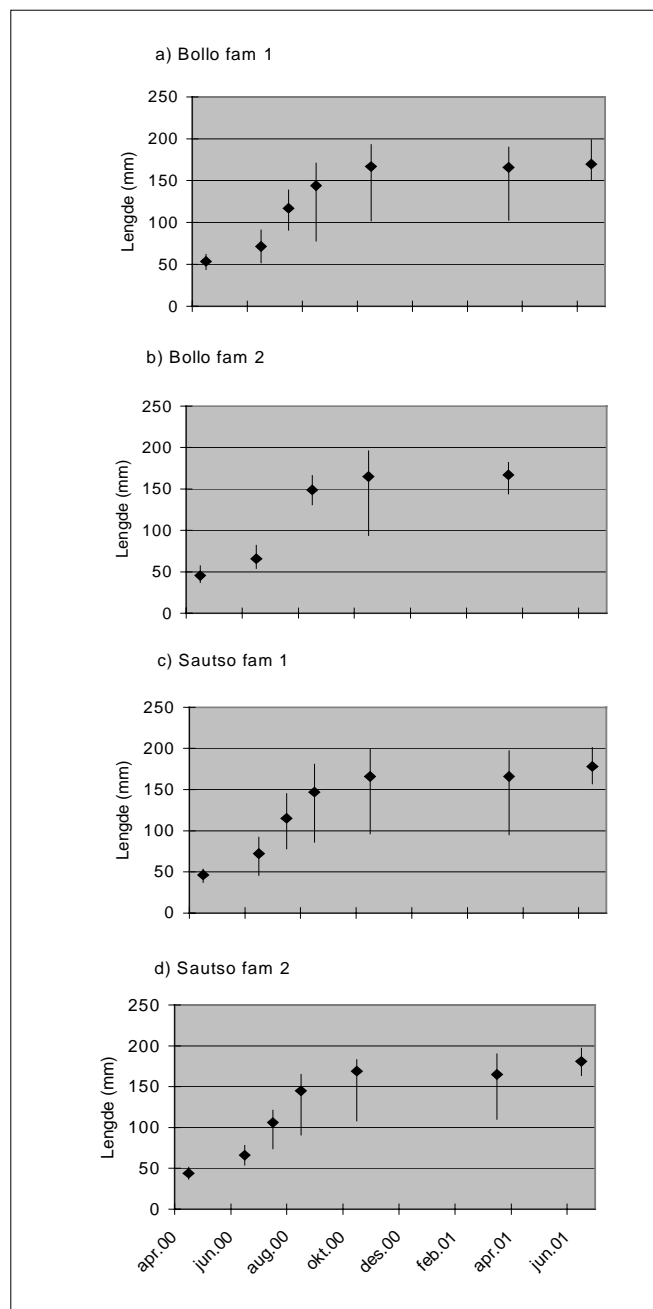


Figur 3. Plasmaklorid (mmol/l) hos a) ettårig smolt og b) toårig smolt testet fra uke 17 til 27 i 2001.

3.2 Presmolt vekst

Vekst i presmoltstadiet har betydning for utvikling av sjøvannstoleranse og overlevelse i sjøen. Ved settefiskanlegget ble presmoltveksten hos ettårig smolt som ble satt ut i 2001 lengdemålt jevnlig fra april 2000 fram til utsetting i juni 2001.

Det var ingen forskjeller i presmolt vekst mellom de ulike stammer og familier som ble benyttet ved utsettingene i 2001 (Kolmogorov-Smirnov two-sample test, $p > 0,05$) (**figur 4**).



Figur 4. Presmoltvekst hos ettårig smolt som stammet fra to familiegrupper i Sautso og to familiegrupper fra Bollo i Alta-elva.

3.3 Transportstressforsøk

Stressnivå hos fisken

Transport av smolt i tanker på bil fra smoltanlegg til utsettingssted er en stressfaktor for smolt. Stress hos fisken kan medføre lavere sjøvannstoleranse, redusert immunforsvar og kan påvirke atferden hos fisken. Plasmakloridnivået hos fisk i ferskvann går ned som respons på stress, mens plasmakortisol øker under stress (Høgåsen 1998). Vi utførte transportstressforsøk hvor vi målte plasmaklorid og plasmakortisol fra opplasting i anlegg til utsetting i Altaelva.

Plasmakloridnivået hos fisken ble ikke påvirket av behandlingen den ble utsatt for før, under og etter transport til Altaelva (ANOVA, $F=2,456$, $df=3$, $p=0,085$) (**tabell 3**). Kortisolnivået økte fra 83,4 til 399,3 nM i forbindelse med opplastingen i anlegget (Tukey HSD-test, $p=0,002$), og ytterligere til et nivå på 469,6 nM etter transport. Etter ei uke i hvilemær hadde nivået sunket til 289,4 nM. Variasjonen i målingene mellom individer var stor og det var ingen forskjell i nivået etter opplasting og etter transport ($p=0,784$) eller i nivået før opplasting og etter hvile ($p=0,746$).

I Halselva foretok vi et forsøk med å simulere transport med bil til utsettingslokalitetene i Altaelva ved å laste opp, transportere smolten to timer i bil og enten sette fisken ut direkte i Halselva, eller la smolten få stå i hvilemær ei uke i elva for å redusere stressnivået før utsetting.

I Halselva utførte vi transportstressforsøk hvor vi målte plasmaklorid underveis fra opplasting til utsetting. Plasmakloridnivået endret seg ubetydelig i forbindelse med opplasting, mens det etter transport var meget lavt, lavere enn alle de andre målingene (ANOVA, $F=22,142$, $df=2$, $p=0,001$). Etter hvile i mær var kloridnivået hos fisken tilbake til normalt nivå (**tabell 4**).

Utvandringsatferd

Akklimatisering (hvile) etter transport har også tidligere vist seg å gi positive effekter på overlevelse hos utsatt smolt. I tillegg til fysiologiske undersøkelser (plasmakloridnivå) foretok vi forsøk for å se hvordan stressnivået påvirket utvandring av smolt ved å se om det var forskjell i andel av utsatt smolt som vandret og hvor raskt etter utsetting de vandret ut av vassdraget.

Forsøkene viste tendenser til at fisk satt ut direkte etter transport vandret ut i en mindre grad enn fisk som fikk hvile etter transport (**tabell 5**). Det var imidlertid ingen av kji-kvadrattestene som var signifikant forskjellig i henhold til en sekvensiell Bonferroni test ($p>0,05$).

Alle gruppene vandret ut like raskt etter utsetting. Utvandringsresponsen var uavhengig av om de ble satt ut direkte etter utsetting eller fikk hvile etter transport (ANOVA, $F=1,169$, $df=3$, $p=0,322$) (**figur 5**). Gjennomsnittlig antall dager fra utsetting til fisken vandret ned vassdraget varierte fra 1,2 til 1,8 dager for de ulike gruppene.

Tabell 3. Plasmaklorid (mmol/l) og plasmakortisol (nM) målt før opplasting i anlegg, etter opplasting, umiddelbart etter transport til Altaelva og etter at fisken hadde stått i hvilemær ei uke etter transport i 2001. *sd=standard avvik.*

Målinger	Dato	Plasmaklorid (mmol/l)		Plasmakortisol (nM)	
		Gj.snitt	sd	Gj.snitt	sd
Før opplasting	04.07.01	136,9	6,9	83,4	51,0
Etter opplasting	04.07.01	141,8	4,2	399,3	226,2
Etter transport	04.07.01	139,6	5,5	469,6	144,2
Etter hvile	04.07.01	130,9	13,8	289,4	102,7

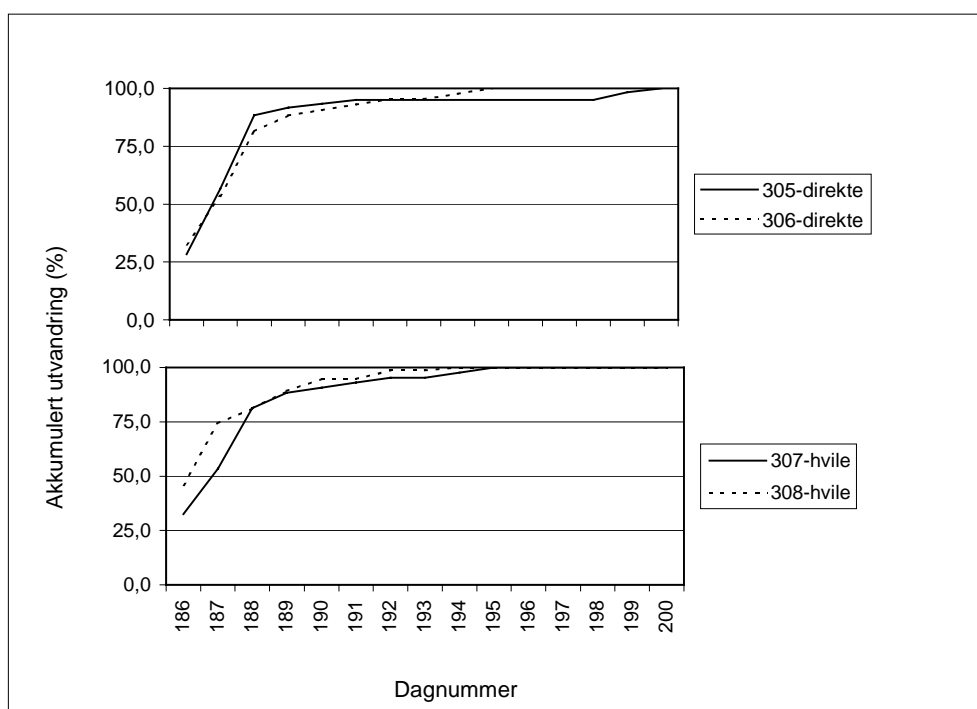
Tabell 4. Plasmaklorid (mmol/l) målt før opplasting i anlegg, etter opplasting, umiddelbart etter transport og etter hvile en uke i mær før utsetting i Halselva i 2001.

Målinger	Dato	Klorid (mmol/l)	
		Gj.snitt	sd
Før opplasting	04.07.01	136,9	6,7
Etter opplasting	04.07.01	141,8	4,2
Etter transport	04.07.01	122,6	5,4
Etter hvile	04.07.01	136,6	3,3

Tabell 5. Transportstressforsøk hvor ettårig smolt som stammet fra Sautso og Bollo i Altaelva ble transportert to timer og enten satt direkte ut eller satt i hvilemerd ei uke før de ble sluppet i Halselva. Alle gruppene ble satt ut den 04.07.01 (dagnummer 186). Gruppene som fikk hvile ble transportert til utsetningslokaliteten den 27.06.01. Se også **tabell 1**.

Gruppe	Forsøk (behandling)	Antall utsatt	Smoltlengde (mm)	sd	Antall utvandret	Andel utvandret
305	Transp.-direkte	93	175,3	9,1	60	64,5
306	Transp.-direkte	90	174,7	8,8	43	47,8
307	Transp.-hvile	89	175,7	9,2	74	83,1
308	Transp.-hvile	94	176,7	8,9	79	84,0

Figur 5. Utvandningsrespons hos smolt fra transportstressforsøk i Halselva i 2001. Dagnummer 186= 04.07.01. Se **tabell 5** for beskrivelse av forsøksgruppene 305-308.



3.4 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering

Grupper av ettårig smolt med lik bakgrunn ble satt ut i Halselva i ukene 25, 26 og 27 for å teste om det var forskjeller i utvandningsatferd hos smolt satt til forskjellig tid (**tabell 6**). Sjøvannstestene (**figur 3a**) viste tendens til bedre sjøvannstoleranse i uke 27 enn i uke 25, og vi ville teste om det var forskjeller i utvandningsatferd (utvandningsandel og -respons) hos smolt satt ut med en ukes mellomrom fra uke 25 til uke 27.

Utvandringsandel

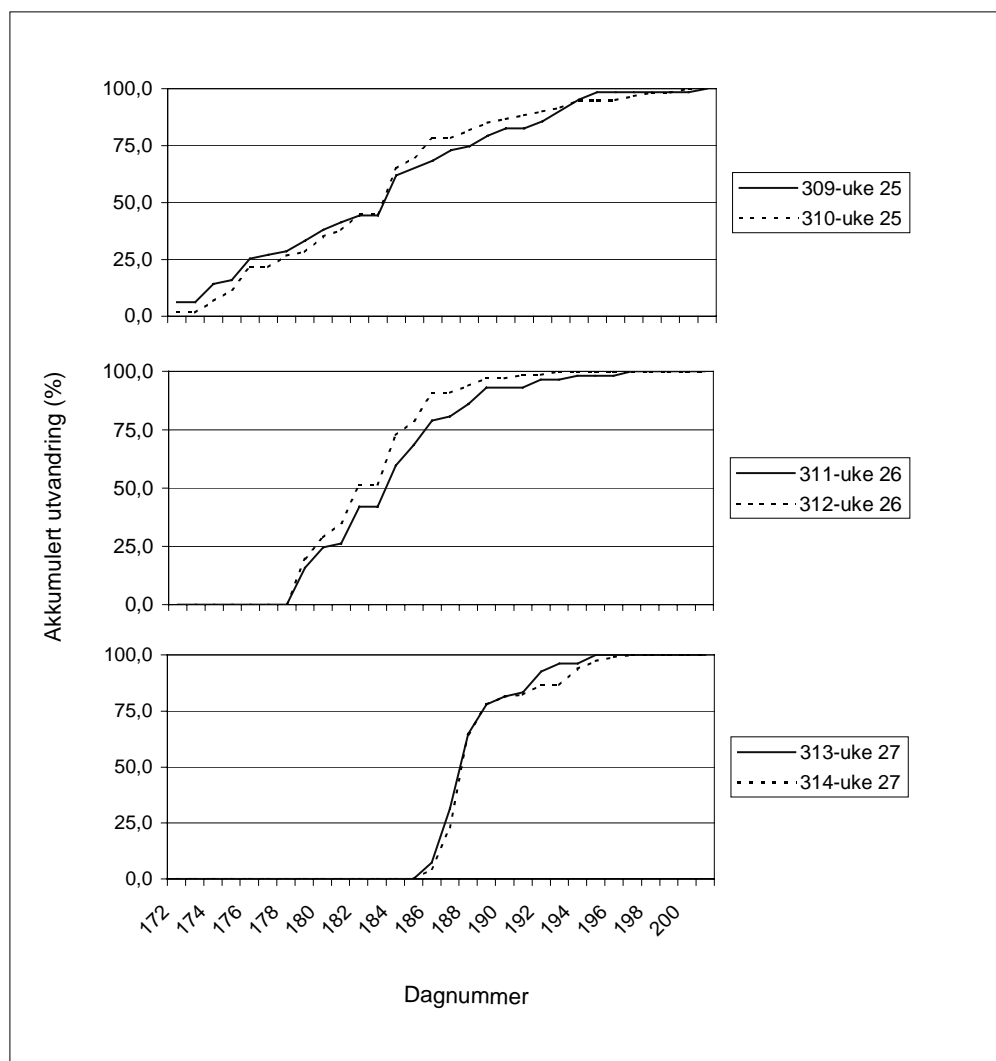
Det var ingen forskjeller i andel som vandret mellom noen av gruppene, verken hos grupper som ble satt ut på samme tid eller mellom grupper satt ut på forskjellig tidspunkt (Kji-kvadrat-test, $p > 0,05$). Alle gruppene var like med hensyn til kroppsstørrelse (ANOVA, $F=1,979$, $df=5$, $p=0,08$) (**tabell 6**).

Utvandringsrespons

Gruppene satt ut i uke 25 (dagnr 172) brukte i gjennomsnitt 11,4 (gruppe 309) og 11,2 (gruppe 310) dager fra utsetting til de ble registrert nedvandrende i fella (**figur 6**). Hele utvandningsperioden strakk seg over 30 dager for disse gruppene. Gruppene 309 og 310 brukte signifikant lengre tid før utvandring enn både gruppene satt ut både i uke 26 (dagnr 178) og i uke 27 (dagnr. 186) (ANOVA, Tukey test, $p < 0,0001$). Gjennomsnittlig antall dager før utvandring hos gruppene satt ut i uke 26 var henholdsvis 6,1 og 5,0 dager for gruppe 311 og 312. Dette var ikke forskjellig fra utvandringen hos gruppene satt ut uka etterpå, hvor gruppe 313 brukte 3,7 dager og gruppe 314 brukte i gjennomsnitt 4,0 dager fra utsetting til de vandret ut (Tukey test, $p > 0,05$). Disse resultatene er i samsvar med sjøvannstestene (**figur 3a**), hvor smolten var bedre smoltifisert i uke 27 enn i uke 25.

Tabell 6. Utvandringsandel hos smolt satt ut til forskjellig tid i øvre del av Halselva våren 2001.

Gruppe	Forsøk (behandling)	Utsatt uke	Utsatt dato	Lengde (mm)	sd	Antall utsatt	Antall utvandret	Andel utvandret
309	Smoltifiseringsgrad	25	21.06.01	175,3	9,4	98	63	64,3
310	Smoltifiseringsgrad	25	21.06.01	175,5	9,5	102	60	58,8
311	Smoltifiseringsgrad	26	27.06.01	177,2	9,0	94	57	60,6
312	Smoltifiseringsgrad	26	27.06.01	178,2	10,0	99	66	66,7
313	Smoltifiseringsgrad	27	04.07.01	176,2	8,4	90	54	60,0
314	Smoltifiseringsgrad	27	04.07.01	177,9	8,7	148	112	75,7



Figur 6. Utvandringsrespons hos smolt fra forsøk med smoltifiseringsgrad i forhold til utvandringsatferd Halselva i 2001. Dagnummer 172=21.06.01, dagnummer 178=27.06.01 og dagnummer 185=04.07.01. Se **tabell 6** for beskrivelse av forsøksgruppene 309-314, og **tabell 3a** for resultater av sjøvannstester av ettårig smolt benyttet i disse forsøkene.

3.5 Gjenfangster av voksen laks

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 0,24 % (**tabell 7**). Fra utsettingene i 1998 var også gjenfangstene lave, med unntak av gruppene transportert med helikopter. Helikoptertransportert smolt som fikk hvile etter utsetting hadde bedre gjenfangst (1,50 %) enn smolt satt ut umiddelbart etter transport (0,47 %) (Kji-kvadrat test, $\chi^2 = 16,222$, $df=1$, $p=0,000$). Smolt transportert med bil og helikopter og satt ut direkte på samme dag i 1998, hadde ulik tilbakevandring, henholdsvis 0,17 % og 0,47 % ($\chi^2 = 4,265$, $df=1$, $p=0,039$).

Gjenfangstene fra utsettingene i 1999 viste en kraftig økning av tilbakevandret laks, ikke bare for de helikoptertransporterte gruppene (1,99 og 1,26 %) men også for gruppene transportert med bil og satt ut direkte, henholdsvis 1,86 (ettårig) og 1,07 (toårig) %. Ettårig smolt transportert med bil ga bedre gjenfangst enn toårig smolt ($\chi^2 = 6,422$, $df=1$, $p=0,011$). Helikoptertransportert smolt som fikk hvile før utsetting ga høyere gjenfangst enn de som ble satt ut direkte ($\chi^2 = 4,910$, $df=1$, $p=0,026$).

Smålaksgjenfangstene fra utsettingene i 2000 var lavere enn fra utsettingene i 1999. Helikoptertransporterte grupper som fikk hvile etter utsetting hadde ikke signifikant høyere gjenfangst (0,56 %) enn smolt satt ut direkte (0,34 %) i 2000 ($\chi^2 = 1,486$, $df=1$, $p=0,223$), selv om gjenfangstraten hos helikoptertransportert fisk var bedre. Det var heller ingen forskjell i gjenfangst i forhold til smoltalder fra utsettingen i 2000 ($\chi^2 = 2,299$, $df=1$, $p=0,129$).

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 %). I 2000 ble det kun satt ut fisk ovenfor fella i Halselva og smålaksgjenfangstene i 2001 var 0,92 %.

Gjenfangstene av fettfinneklippet fisk er fortsatt lav. Ingen fisk fra utsett ingen i Altaelva i 2000 ble gjenfanget i 2001, mens fem fettfinneklippet tosjøvinterlaks fra ble registrert gjenfanget fra utsettingene i 1999.

Det er generelt sett lav feilvandringsandel fra utsettingene i Altaelva. Det er registrert totalt seks laks gjenfanget i andre elver i løpet av de seks årene utsettingene har pågått. Disse ble gjenfanget i Halselva, Lakselv i Porsanger, Elvegårdselv, Nordreissaelva og Repparfjordelva.

Tabell 7: Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Altaelva i 1995- 2000. * = fettfinneklippet smolt.

Utsatt tidpunkt	Utsatt sted	Utsetningsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feilvandret N	Total gjenfangst	
					ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
29.06.95	Bollo	Bil- direkte	2	5893	2	1	0	3	2	2	0	10	0,17
19.06.96	Bollo	Bil- direkte	1	3002	1	0	0	0	1	0	0	2	0,07
27.06.96	Bollo	Bil- direkte	1	7000*	11	0	0	0	0	0	0	11	0,16
03.07.96	Sautso	Bil- hvile	2	1640	0	0	0	0	1	3	0	4	0,24
15.06.97	Bollo	Bil- direkte	1	3099	2	0	1	1	0	1	0	5	0,16
20.06.97	Bollo	Bil- direkte	1	5100*	8	0	0	0	0	0	0	8	0,16
02.07.98	Bollo	Bil direkte	1	3008	0	1	2	4	0	-	0	7	0,23
03.07.98	Bollo	Bil direkte	1	3014	2	2	-	1	0	-	0	5	0,17
03.07.98	Ø. Stengelsen	Helikopter- direkte	1	3009	4	1	-	6	1	1	1	14	0,47
03.07.98	Ø. Stengelsen	Helikopter- hvile	1	3000	14	0	1	18	10	1	0	45	1,50
08.07.99	Ø. Stengelsen	Helikopter- hvile	1	3008	21	2	-	33	3	-	1	60	1,99
08.07.99	Ø. Stengelsen	Helikopter- direkte	1	3015	9	-	-	26	3	-	0	38	1,26
30.06.99	Bollo	Bil direkte	1	3008	14	2	-	38	2	-	0	56	1,86
01.07.99	Bollo	Bil direkte	2	3082	2	1	-	26	4	-	0	33	1,07
01.07.99	Bollo/munning	Bil direkte	1+2	6837*	15	5	-	-	-	-	0	20	0,29
1999	Halselva	Ovenfor felle	1+2	4392	19	-	-	18	2	-	0	39	0,89
1999	Halselva	Nedenfor felle	1	1400	17	-	-	15	2	-	0	34	2,43
04.07.00	Bollo	Bil - direkte	2	2071	3	-	-	2	-	-	0	5	0,24
05.07.00	Bollo	Bil direkte	1	2742	1	-	-	1	-	-	0	2	0,07
06.07.00	Ø. Stengelsen	Helikopter direkte	1	2923	5	-	-	4	-	-	1	10	0,34
06.07.00	Ø. Stengelsen	Helikopter hvile	1	2872	8	-	-	5	-	-	3	16	0,56
06.07.00	Sautso	Helikopter direkte	1	5905*	0	-	-	0	-	-	0	0	0,00
2000	Halselva	Ovenfor felle	1+2	736	1	-	-	3	-	-	0	4	0,92

*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 som enten er fettfinneklippet eller som har mistet Carlinmerket, men det kan ikke utelukkes at det er et innslag av rømt smolt.

3.6 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, som smålaks. 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 ($r=0,229$, $p<0,05$) (**tabell 8**). For utsettingene i 2000 fant vi ingen slik sammenheng ($r=0,152$, $p=0,094$).

Toårig smolt var signifikant større enn ettårig smolt både i 1999 (Oneway ANOVA, $F=166,76$, $df=3$, $p<0,001$) og i 2000 ($F=157,560$, $df=3$, $p=0,001$) og ga større ensjøvinter

laks enn smolt satt ut som ettårig i 1999 ($F=9,052$, $df=3$, $p<0,001$). Toårig smolt satt ut i 2000 ga større smålaks enn én av de tre ettårige gruppene satt ut samme år (tukey HSD-test, $p<0,05$).

Gjenfangstene i 2001 var for lave til å beregne vekst for fisken satt ut i 2000. For ettårig smolt satt ut i Halselva i 1999 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 8: Vekt (g) hos Carlinmerket smolt satt ut i 1998-1999 i Altaelva og hos ensjøvinter laks gjenfanget fra de samme utsettingene.

Gr.	Dato	Uts.metode	Smolt alder	Smoltvekt (g, sd, n)			Vekt gjenfanget laks (g, sd, n)		
A7	02.07.98	Bil-direkte	1	45,5	3,1	4	2 363	402,8	4
A8	03.07.98	Bil-direkte	1	46,0	2,7	3	2 467	208,2	3
A9	03.07.98	Heli.-direkte	1	46,0	6,1	11	2 649	416,0	9
A10	03.07.98	Heli.-hvile	1	48,3	9,1	32	2 526	421,4	30
A11	08.07.99	Heli.-direkte	1	65,2	16,6	35	2 365	472,8	34
A12	08.07.98	Heli.-hvile	1	61,0	13,8	52	2 470	439,5	47
A13	30.06.99	Bil direkte	1	57,2	10,0	51	2 267	524,7	44
A14	01.07.99	Bil direkte	2	151,2	37,5	28	2 908	680,5	27
-	15.06-05.07.99	Ovenfor felle	1	66,1	24,7	29	2 298	398,2	27
-	15.06-05.07.99	Ovenfor felle	2	173,8	30,7	8	3 053	1 220,8	8
-	02.07.99	Nedenfor felle	1	61,4	18,6	31	2 450	472,8	29
A17	04.07.00	Bil-direkte	2	223,8	24,0	5	3 050	479,6	4
A18	05.07.00	Bil direkte	1	55,0	17,0	2	2 200	424,3	2
A19	06.07.00	Heli. direkte	1	59,2	14,4	10	1 986	471,4	8
A20	06.07.00	Heli.-hvile	1	56,8	13,5	16	2 177	531,0	15

4 Diskusjon

Smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik ble videreført i 1993 med utsetninger fra og med 1995 til 2001. Vi vil her diskutere resultatene fra utsettingene i 2001 og se disse i sammenheng med resultatene fra de tidligere utsettingene. I våre tidligere forsøk har vi konsentrert oss om å utvikle produksjons- og utsettingsmetoder, samt registrere vandringsatferd (vandringsmotivasjon- og evne) hos eksperimentgruppene. Forsøkene med å optimalisere produksjonsforholdene (lys og temperatur) har gitt gode resultater, og forsøkene med å gi smolten en hvileperiode etter transport har ført til redusert stressnivå og økt overlevelse. Vi har i 2001 derfor konsentrert oss om å videreføre utviklingen av transport- og utsettingsmetoder og teste utvandringsatferd og registrere gjenfangst.

Ved smoltutsetninger 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 (180-190 mm). Ettårig smolt smoltifiserte litt senere enn toårig smolt, noe som vi har funnet tidligere (Strand & Finstad 2000) og som har vært registrert i andre forsøk (Hansen & Jonsson 1985). Den ene familiegruppen fra Sautso viste tendens til å smoltifisere tidligere enn de andre gruppene fra samme årgang, men vi vet ikke om dette gjenspeiler genetiske forskjeller eller andre faktorer som vi ikke hadde kontroll på. Det var ingen forskjeller i presmoltvekst hos de ulike stammer/familiegrupper fra Altaelva.

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 og plasmaklorid 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, noe som kan ha sammenheng med økt kortisolnivå som følge av smoltifiseringsprosessen i seg selv og ikke nødvendigvis stress (Langhorne & Simpson 1981). Ved forsøkene i 2001 økte kortisolverdiene mest i forbindelse med opplasting, og ytterligere etter transport. Smoltens kortisolnivå reagerer raskt på stress. I de fleste tilfeller øker kortisolnivået innen 15 min. etter påføring av stress og når max. nivå etter en time (Sumpter et al. 1986; Waring et al. 1992). Resultater fra blant andre Iversen et al. (1998) viser at det er håvingen som er mest utslagsgivende med hensyn til å påføre smolt stress i for-

bindelse med transport. Plasmakloridnivået endret seg ikke i løpet av transporten til Altaelva. Vi utførte imidlertid samme type forsøk i Halselva hvor plasmaklorid ble målt underveis, og fant her at kloridnivået hadde sunket etter transport. Dette fant vi også i 1999 og 2000, og er sannsynligvis en fysiologisk respons på stress (Høgåsen 1998).

Akklimatisering/hvile etter transport er funnet å ha positiv effekt både hos laks og ørret (Iversen et al. 1998; Jonsson et al. 1999). I 2001 var det en tendens til at hvile etter transport økte utvandringsandelen, men det var ingen forskjell i utvandringsrespons mellom gruppene som fikk hvile etter transport eller satt direkte ut. Dette samsvarer ikke med resultatene fra utsettingene i 1999 og 2000, hvor enkelte av gruppene som fikk hvile etter transport hadde signifikant høyere utvandringsandel- og respons enn smolt satt direkte ut etter transport (Strand & Finstad 2000; 2001).

Smolt satt ut for tidlig eller for sent i forhold til smoltifiseringstidspunktet har stor betydning for marin overlevelse (Lundquist et al. 1986; Jonsson et al. 1998), og det er vist at laksesmolt satt ut ved optimalt tidspunkt (best sjøvannstoleranse), hadde bedre overlevelse enn smolt satt ut tidligere eller senere (Staurnes et al. 1993). I Halselva satte vi ut smolt i tre perioder med en ukes mellomrom, og brukte utvandringsatferd som mål på sjøvannstilpassning. Andel av utsatt smolt som vandret var lik for gruppene, men utvandringsresponsen hos smolt satt ut i midten av juni (uke 25) var lavere enn for smolt satt ut en og to uker senere. Dette stemte overens med sjøvannstestene, hvor ettårig smolt hadde best sjøvannstoleranse i uke 27 (begynnelsen av juli).

Gjenfangstene av voksen Carlinmerket laks satt ut i Altaelva var i 2001 lave og varierte mellom 0,07 og 0,56 %. Dette var lavere enn smålaks-gjenfangstene i 2000 (0,97-1,96) (Strand & Finstad 2001) og i 1999 (0,13-1,07) (Strand & Finstad 2000). I 2000 ble det brukt ekstra ressurser på å bedre innrapporteringen fra sjølaksefiskerne, noe som sannsynligvis bidro til de økte gjenfangstratene vi registrerte i 2000. Samtidig ser vi av den offisielle fangststatistikken at fangstene av smålaks i Altaelva i 2001 var betydelig lavere (N=1518) enn i 2000 (N=2436), og fangstene i 1999 var omtrent på samme nivå som i 2001 i Altaelva (N=1499). Dermed kan de lave gjenfangstene i 2001 i forhold til i 2000 fra utsettingene i Altaelva for en stor del forklares ut fra forholdene i fjordsystem og i havet.

Det ble ikke registrert forskjeller i gjenfangstrate i forhold til transportmetode fra utsettingene i 2000. Lave gjenfangster generelt i 2001 kan være med på å forklare dette. Fra utsettingene både i 1998 og 1999 var det best overlevelse på helikoptertransportert smolt (Strand & Finstad 2000).

Carlinmerking har vist seg å redusere smoltens overlevelse i forhold til andre merkemethoder (Rikardsen 2000; Strand et al. 2002), og fettfinneklippet smolt har gitt bedre overlevelse enn Carlinmerket smolt (Hansen 1988). De lave gjenfangstregistreringene vi ser hos fettfinneklippet fisk skyldes sannsynligvis at fiskere i større grad overser finneklipping og at denne fisken dermed blir underrapportert i forhold til Carlinmerket fisk. Likevel må det påpekes at Carlinmerking er den mest tilfredsstillende merkemethoden vi har i dag når det gjelder innrapportering av merket fisk fra sjø- og elvefangster. Innrapporteringen kan forbedres blant annet ved å bruke ressurser på å opplyse om viktigheten av å rapportere gjenfangstene av merket fisk.

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.
- 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. and Ugedal, O. 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. 1988. Effects of Carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released as smolts. – Aquaculture 70: 391-394.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1985. Downstream migration of hatchery-reared smolt of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the River Imsa, Norway. – Aquaculture 45: 237-248.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1988. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effect of dip-netting, transport and chlorobutanol anesthesia on survival. – Aquaculture 74: 301-305.
- Heifetz, J., Johnson, S.W., Koski, K.V. & Murphy, M.L. 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 seawater. – 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. 128 p.
- Iversen, M., Finstad, B. & Nilssen, K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. – Aquaculture 168: 387-394.

- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1998. The relative role of density- dependent and density- independent survival in the life cycle of Atlantic salmon (*Salmo salar*). – J. Anim. Ecol. 67: 751-762.
- 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. & Lundquist, H. 1999. Stocking of brown trout, *Salmo trutta* L.: effects of acclimatization. – Fisheries Management and Ecology 6 (6): 459-473.
- Langhorne, P. & Simpson, T.H. 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.
- 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.
- Lundquist, H., Clarke, W.C., Eriksson, L.-O., Funegård, P. & Engstrøm, B. 1986. Seawater adaptability in three different stocks of Baltic salmon (*Salmo salar*) during smolting. – Aquaculture 52: 219-229.
- 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.
- Rikardsen, A. 2000. Effects of Floy and Vialpha tags on growth and survival of juvenile Arctic char. – N. Amer. J. Fish. Manage. 2: 184-187.
- Robertson, L.P., Thomas, C.R., & Trant, J.M. 1987. Plasma cortisol and secondary stress responses of red drum to handling, transport, rearing density and disease outbreak. – Prog. Fish. Cult. 1: 1-12.
- 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., Lysfjord, G., Hansen, L.P. & Heggberget, T.G. 1993. Recapture rates of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) related smolt development and time of release. – Aquaculture 118: 327-337.
- 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.
- Strand, R. & Finstad, B. 2001. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva – 2000. – NINA Oppdragsmelding 687: 1-21.
- Strand, R., Finstad, B., Lamberg, A. & Heggberget, T.G. 2002. The effect of Carlin tags on survival and growth of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. – Environ. Biol. Fish. 64: 275-280.
- Sumpter, J.P., Dye, H.M. & Benfey, T.J. 1986. The effects of stress on plasma ACTH, a-MSH, and cortisol levels on salmonid fishes. – Gen. Comp. Endocrinol. 62: 377-385.
- Ugedal, O., Finstad, B., Damsgård, B. & Mortensen, A. 1998. Seawater tolerance and downstream migration in hatchery-reared and wild brown trout. - Aquaculture 168: 395-405.
- 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.
- Waring, C.P., Stagg, R.M. & Poxon, M.G. 1992. The effects on handling on flounder (*Platichthys flesus* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). – J. Fish. Biol. 41: 131-144.
- Wedemeyer, G.A., Saunders, R.L. & Clarke, W.C. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. - Mar. Fish. Rev. 42: 1-14.

NINA Oppdragsmelding 751

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1334-6

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

