

## Smoltproduksjonsforsøk og utset- tinger av laks i Halselva og Altaelva - 2005

Rita Strand  
Bengt Finstad



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler og populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

# Smoltproduksjonsforsøk og utset- tinger av laks i Halselva og Altaelva - 2005

Rita Strand  
Bengt Finstad

Strand, R. & Finstad, B. 2006. Smoltproduksjonsforsøk og utset-  
tinger av laks i Altaelva – 2005. NINA Rapport 160. 28 s.

Trondheim, april 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1712-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Rita Strand og Bengt Finstad, NINA

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund, NINA

ANSVARLIG SIGNATUR

Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Foto: Bengt Finstad

NØKKELOORD

smoltproduksjon, laks, sjøvannstoleranse, overlevelse, trans-  
portstress, kortisol

KEY WORDS

smolt production, Atlantic salmon, seawater tolerance, survival,  
transport stress, cortisol

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA Trondheim**

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

##### **NINA Tromsø**

Polarmiljøsenderet

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkelgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

## Sammendrag

Strand, R. & Finstad, B. 2006. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva- 2005. – NINA Rapport 160. 28 s.

Smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har pågått siden 1986. Det har vært gjennomført ulike forsøk med hensikt å undersøke produksjons- og utsettingsmetoder, utvandringsatferd, transportmetoder og stressnivå i forbindelse med utsettinger. Gjenfangstene fra utsettingsforsøkene har generelt vært lavere fra utsettingene i 2000 til 2004 enn tidligere. Skader har trolig vært en av årsakene til dødelighet og lave gjenfangster. Forsøkene i 2004 viste at det må settes mer ressurser inn på å finne årsaker til skader på fisken for å kunne redusere skadeomfanget under produksjonen. Resultatene fra forsøkene i Talvikanlegget har overføringsverdi til andre anlegg, og vil kunne benyttes til å optimalisere smoltproduksjonen også i andre tilfeller.

Skader på fisken i løpet av produksjonsperioden i anlegget har vært høyt og er en av de viktigste faktorene vi har jobbet med de siste årene. Skadene på fiskens finner, spord og gjellelokk var *ved utsett* på samme nivå som i 2004. Forbedrende tiltak som UV-bestråling og filtrering av inntaksvann reduserte oppblomstringen av sopp og reduserte parasittbelastningen, men forhindret ikke skadeutviklingen på fisken. Ulike førtildelingsmåter for å hindre aggresjon og stress som kan føre til biting og finneskader påvirket heller ikke skadeutviklingen i forhold til hva den har vært tidligere år. Mikrobiologiske undersøkelser av har avdekket funn av en *Clamidia* bakterie i fiskenes finner. Scanning elektronmikroskopi viste infeksjons stor forekomst av *Clamidia* bakterier i kapillærårer i ryggfinner med skade. Lignende bakterier har siden blitt funnet i gjellevev, typet og klassifisert som ny art. Det gjenstår å avklare både hvilken betydning *Clamidia* har i utvikling av finneskader og hvilke miljøforhold som eventuelt påvirker dette.

Sjøvannstoleransen hos smolten ved utsetting i Halselva i begynnelsen av juli var bedre enn hos smolten satt ut en og to uker tidligere, og en høyere andel av smolten satt ut i begynnelsen av juli vandret ut enn gruppene satt ut tidligere. Smolten satt ut i begynnelsen av juli vandret også raskere ut enn smolten satt ut to uker tidligere. Disse resultatene er sammenfallende med forsøkene i 2004.

Laksesmolt viser stressresponser i form av økt nivå av klorid, kortisol og magnesium i blodplasma ved håndtering og transport før utsetting. I 2005 økte alle disse parametrene i forbindelse med håndtering og transport til Altaelva, og gikk tilbake etter en uke i hvilemerd i elva. Gjenfangstene fra forsøkene og utsettingene var fortsatt lave, men forsøk med å benytte PIT-merker ga mer en dobbelt så god gjenfangst som fisk merket med Carlinmerker. Dette til tross for at PIT-merker bare kan registreres i utsettingsvassdraget.

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

## Abstract

Strand, R. & Finstad, B. 2006. Experimental Atlantic salmon smolt production and release in the River Halselva and the River Alta- 2005. – NINA Rapport 160. 28 pp.

Smolt production experiments at the hatchery in Talvik (70° N) have been carried out since 1986. Several projects have been carried out with focus on production- and release methods, migratory behaviour, transport methods and stress experiments, in relation to smolt releases. The recaptures from the release experiments have generally been low in the period 2000-2004. The high degree of damage to the fins and gill cover is probably an important factor for the high mortality and low recaptures. The experiments in 2004 revealed that we have to continue focusing on the causes to the fish damage and reduce the damage during production. The results from the Talvik hatchery are applicable for optimising the smolt production in other hatcheries.

The level of damage to the fish during the smolt production in the hatchery has been extensive and is the most important factor we have focused on the last years. The level of damage to the fins and gill cover were at the same level as it was in 2004. Treatment of the hatchery water reduced the level of costia and parasites, but did not influence on the level of damage on the fish. Adjusted feeding procedures were tried, in order to prevent aggression and stress that might cause the fish to bite each other. This did not influence on the level of damage to the fish compared to previous years. Microbiological investigations have revealed Chlamydia bacteria on the fish. Scanning microscopy showed Chlamydia bacteria in the capillaries in dorsal fins which had damage. Similar bacteria has later been found in the gill tissues and classified as a new species. We do not know which role the Chlamydia bacteria plays in the development of fin damage and eventually, which environmental conditions inflict on the damages.

The seawater tolerance of the fish released in the beginning of July was better than in smolt released one and two weeks earlier, and a higher proportion of the smolt released in the beginning of July descended than the smolt released earlier. The smolt released in the beginning of July descended the river faster after release than smolt released in one and two weeks earlier. This applies to the results in 2004.

Handling and transportation to the release site may induce stress in fish, in terms of increased freshwater plasma chloride-, cortisol- and magnesium levels. In 2005 all these parameters increased in connection to handling and transportation, and decreased during the seven days in a resting cage in the river. The recaptures from the releases were still low, but experiments replacing Carlin tags with Pit tags more than doubled the recapture rate, although Pit tags only can be registered in the release river.

Rita Strand & Bengt Finstad. Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Metode og materiale .....</b>	<b>8</b>
2.1 Fisk og produksjonsforhold .....	8
2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder .....	11
2.3 Definisjon av begreper .....	13
<b>3 Resultater .....</b>	<b>14</b>
3.1 Produksjonsforhold .....	14
3.2 Sjøvannstester .....	15
3.3 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering .....	17
3.4 Transportstressforsøk .....	19
3.4.1 Transportstressforsøk, Altaelva .....	19
3.4.2 Transportstressforsøk, Halselva .....	19
3.5 Gjenfangster .....	20
<b>4 Diskusjon.....</b>	<b>24</b>
<b>5 Litteratur .....</b>	<b>27</b>

## Forord

I forbindelse med utbyggingen av Altavassdraget ble det bygd et settefiskanlegg i Talvik, med ei kontrollfelle i Halsvassdraget i tilknytning til anlegget. Talvikanlegget sto ferdig i 1985, og første trinn i smoltproduksjonsforsøkene på laks, ørret og røye omfattet årene 1986 til 1992, og var en del av prosjektet "kulturbetinget fiske", senere et prosjekt under Programmet for utvikling og stimulering av havbeite (PUSH). Havbeiteprosjektet med røye fortsatte til og med 1996. Resultater fra dette prosjektet er tilgjengelig i Finstad et al. (1997).

Smoltproduksjonsforsøkene med laks fortsatte fra og med 1993, med videreføring fram til 2006. Resultater fra disse forsøkene er tilgjengelig i Finstad (1995), Finstad & Nilsen (1997, 1998), Finstad et al. (1999), Strand & Finstad (1995, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 og 2005). Foreliggende rapport sammenfatter smoltproduksjonsforsøkene fram til 2005. Målet med prosjektet er å optimalisere smoltproduksjon og utsettingsmetoder. Vi vil også søke å øke kvaliteten på fisken ved å fokusere på prosessen fra klekking til utsettingsklar fisk (vannkvalitet, fôring, sorteringer). Videre vil smolten testes fysiologisk for å avdekke stressresponser i forbindelse med ulike håndteringssituasjoner ved produksjon, transport og utsetting. Gjenfangst av utsatt Carlinmerket smolt registreres fortløpende og alternative metoder for merking vil vurderes og testes ut.

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 Energi AS.

Trondheim 01.05.06

Bengt Finstad  
Prosjektleder



# 1 Innledning

Synkronisering av faktorer som styrer smoltifiseringen hos laksefisk (daglengde og temperatur) er avgjørende for om smolten vil smoltifisere til rett tid og vandre ut i sjøen på et tidspunkt som er optimalt mht. overlevelse og vekst (Lundqvist 1983, Parker 1984, Poston 1978, Wedemeyer et al. 1980, Hoar 1988, Boeuf 1993, Høgåsen 1998).

Ved intensiv smoltproduksjon kan fisken påføres skader i form av soppangrep, biting og finneslitasje, noe som igjen kan føre til lav overlevelse og redusert smoltkvalitet. Vannkvalitet, fôringsregime og sorteringshyppighet kan ha sammenheng med skadeomfanget. Oppvarmet vann fra elva som benyttes fra rogninnlegging til startfôring har vist å gi oppblomstring av ekto-parasitter i anlegget. Underfôring fører videre til aggressivitet og stress som igjen kan føre til biting og finneskader. Størrelsessortering kan redusere dominanshierarkier og dermed aggresjon som kan føre til at fiskene skader hverandre.

Håndtering (håving og transport innen anlegget) og transport av smolt til utsettingsstedet er ytterligere stressfaktorer for smolt. Stress hos fisken kan medføre redusert sjøvannstoleranse, redusert immunforsvar og kan påvirke atferden. Avstressing i hvilemerd før utsetting er tidligere blitt benyttet med positive effekter på smoltens vandringsatferd og overlevelse (Iversen et al. 1998, Jonsson et al. 1999, Finstad et al. 2003), og forsøk med hvile etter transport er derfor blitt utført både i Halselva og Altaelva.

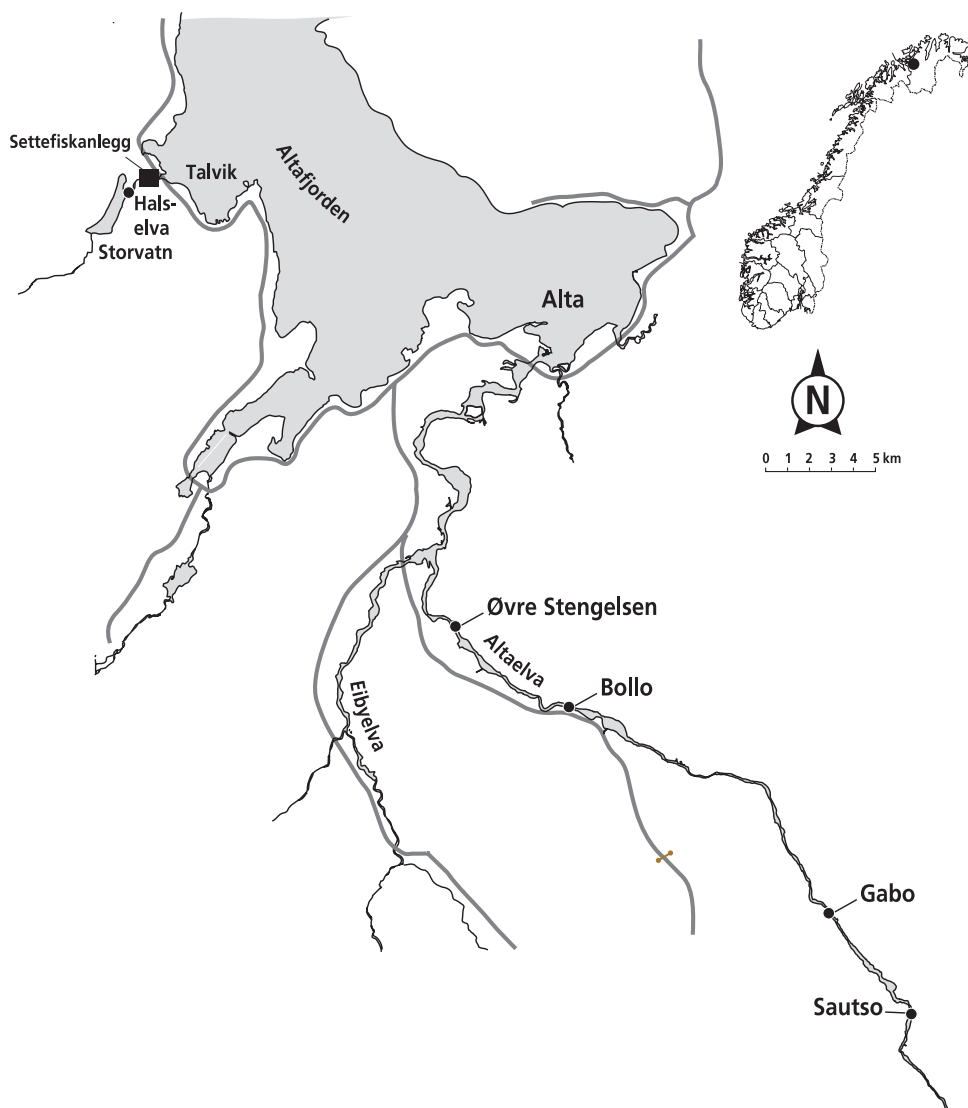
Tidligere har vi påvist at utvikling av finneskader starter tidlig på yngelstadiet. I 2005 forsøkte vi å finne årsaker til starten på skadeutviklingen. Scanning elektronmikroskopi og mikrobiologiske teknikker ble brukt for å lete etter tidlige spor etter aggresjon og mikroflora.

Vi fortsatte utsettingsforsøkene ovenfor fiskefella i Halselva for å se på utvandringsrespons som funksjon av smoltifisering, og simulere utsettene i Altaelva gjennom mindre forsøk der effekt av transportstress og nedstressing etter transport ble testet gjennom nedvandring i fiskefella. Utsettingene i Altaelva ble videreført for å teste hvordan overlevelse hos utsatt laksesmolt påvirkes av utsettingsmetoder, utsettingssted og transportstress. Nedenfor fiskefella satte vi ut Carlinmerket smolt for å få en kontroll til utsettingene i Altaelva og PIT-merket smolt som alternativ til Carlinmerking. Vi ville også undersøke om det var mulig å bedre sjøvannstoleransen for den minste smolten ved å forskyve utsettingstidspunktet siden den minste fisken forventes å bruke lengst tid på fullgod smoltifisering.

## 2 Metode og materiale

### 2.1 Fisk og produksjonsforhold

Smoltproduksjonsforsøkene ble utført ved settefiskanlegget i Talvik, som ligger ved Halselva i Finnmark (70°N, 23°E) (**figur 1**). I tilknytning til anlegget er det bygd en fiskefelle i Halselva hvor all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget merkes og registreres med hensyn til lengde, vekt, merkenummer og tidspunkt. Det er naturlige bestander av laks, ørret og røye i vassdraget. Se også <http://www.nina.no>, forskning og fagområder/ laks og ferskvannsfisk/ forskningsstasjoner og fiskefella i Talvik.



**Figur 1.** Geografisk oversikt over settefiskanlegget i Talvik, Altaelva og utsettingslokaliteter.

## **Stamfisk**

Stamfisket foregikk ved hjelp av stang og not i Bollosonen, fra Detsika til Langstilla, i nedre del av elva. Fangsten foregikk i perioden 3.- 5. september 2003. Det ble tatt åtte par gytere, hvorav en hunn gjennom skjellavlesing ble påvist å være oppdrettslaks og ble tatt ut før stryking. Seks av hunnene var 3-sjøvinter laks, mens en var 4-sjøvinter. Alle hannene var 3-sjøvinter laks.

## **Rogn-startfôring**

Syv hunner og syv hanner ble strøket i tidsrommet 21.-27. oktober 2003, og rognmengden innlagt ble beregnet til 83 827 rognkorn. Klekkeprosenten var 93,5 %. Startfôring ble igangsatt den 8. mars 2004. Antall ferdig startfôrede yngel var 78 345. Innløpsvannet ble filtrert og UV-bestrålet for å redusere soppangrep. Parasittologiske, bakteriologiske, histologiske og elektronmikroskopiske undersøkelser ble utført for å prøve å avdekke årsaker til skader på fisken. NORUT NIBR ble engasjert for elektronmikroskopiske undersøkelser. Tilsynsveterinær foresto obduksjon, mikroskopiering, prøvetaking og dyrking på blodagar og Ordals medium (sopp) og prøvetaking for histologi. Histologiske snitt ble lest av VESO, Trondheim.

## **Yngelstadiet-presmolt**

Størrelsessortering ble foretatt første gang fra 11.- 15. mai, for å redusere dominanshierarkier og dermed aggresjon som kan føre til skader på fisken. Beregnet antall fisk etter utsortering mht. til størrelse og skadegrad var 46 748. Lengde, vekt og skader fra 50 fisk per kar ble registrert i mai, juni, august og oktober i 2004 og i februar 2005. Antall ettårig presmolt var 34 751.

## **Fôring**

Det ble gitt en kontrollert fôrstyrke justert etter appetitt. Biomasse ble målt ukentlig i et representativt utvalg kar og utfôring korrigert daglig ut fra appetitt, målt og forventet vekst og endring i biomasse.

## **Sortering**

Første størrelsessortering ble foretatt den 11.- 15. mai 2004, andre sortering 27. juni til 3. juli og deretter den 17. august og 21.- 28. oktober. De minste fiskene ble destruert ved hver sortering og restbeholdningen i oktober var 34 751 fisk. Deler av årgangen ble sortert på ny i forkant av merking i mars/april 2005, men ingen fisk ble destruert etter sortering.

Hele årgangen er gitt en badebehandling med formalin etter observasjon av blinkingsadferd, i juli 04, i forkant av oppstart av merking i mars 05, og før utsett i juni 05.

## **Parasittbekjempelse**

Parasittbelastning på fisken i startforingsstadiet er redusert ved å behandle innløpsvannet med filtrering og UV bestråling. Formalinbad brukes for å fjerne uønskede ektoparasitter etter påvisning med mikroskop, ved fiskeadferd som tydelig indikerer dette, og før fisken settes ut.

## **Registrering av skader**

Begynnende skadeutvikling på yngel i tidlig startforingsfase ble undersøkt med scanning og snitt elektronmikroskopi, mikroskopiering, dyrking og PCR analyser.

Det ble registrert skadestatus på bryst- og ryggfinner, gjellelokk og spord av 50 fisk i mai, juni, august og oktober i 2004 og i februar og juni i 2005. Skader ble registrert på en skala fra 1-10 (**tabell 1**). Det ble tillatt at hver enkelt fisk maksimalt kunne ha to skader med maksimum tillatt skadegrad for å settes ut. Kjønnsmoden fisk ble ikke satt ut.

**Tabell 1.** Maksimum tillatt skade ved merking av laks av 2004-årgang satt ut våren 2005.

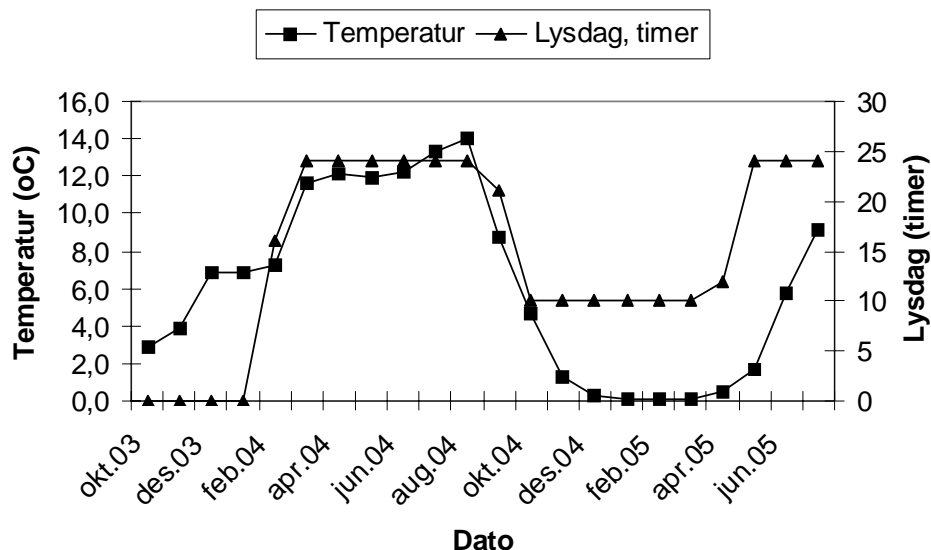
	Maksimum tillatt skade ved merking	Maksimum tillatt tap av finneareal (%)
Høyre gjellelokk	2	20
Venstre gjellelokk	2	20
Ryggfinne	5	50
Høyre brystfinne	3	30
Venstre brystfinne	3	30
Høyre bukfinne	9	90
Venstre bukfinne	9	90
Spord	2	20
Skjelltap	2	20

### Merking

All smolt ble merket med Carlinmerker og PIT-merker. Antall merket presmolt etter utkast grunnet størrelse, skader og kjønnsmodning var 21 460 fisk, samt 300 stor smolt avsatt til prosjektbaserte forsøk. Utkast ved merking var på 38 % og skyldes hovedsakelig for store skader (32 % av produsert presmolt) og dårlig vekst (6,5 % av produsert presmolt). Totalt ble 54,5 % av årgangen frasortert som for små fra avsluttet startføring til oppstart av merking.

### Temperatur og lysregime

Stamfisken ble oppbevart på råvannstemperatur for Halselva fra fangst (3. -5. september) til obduksjon etter stryking. På rogn ble det brukt råvann fra Halselva fra innlegg 21.-27.oktober til 18. november. Fra 18. november 2003 det brukt oppvarmet vann på rogn og yngel fram til 5. juli 2004. I den videre produksjon fram til utsetting ble det brukt råvann fra Halselva (**figur 2**).



**Figur 2.** Temperatur og lys i anlegget under produksjon av 2004-årgangen av laksesmolt satt ut våren 2005.

## Smolt

Det ble registrert lengde, vekt og skader av 50 individuelt merket fisk fra de største forsøksgruppene før utsetting i juni.

Fisken ble sultet ett døgn før transport for å hindre redusert kvalitet på transportvannet, som var oksygenert ferskvann. Sjøvannstest ble utført for alle forsøksgrupper fra uke 17 til 28. Blodprøver av smolt for måling av kortisol, klorid og magnesium før og etter transport ble utført for å få et mål på stress hos fisken i forbindelse med transport og utsetting i Altaelva. Sjøvannstesting og måling av stress ble utført som beskrevet i Iversen et al. (1998) og Finstad et al. (2003). Utsettingsmærd i Altaelva som ble benyttet for avstressing etter transport var 10 m<sup>3</sup> og hadde luke for frivillig utvandring.

## 2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder

Forsøksgruppene produsert ved settefiskanlegget ble satt ut på ulike lokaliteter både i Halselva og Altaelva (**figur 1**). Halselva ligger i Alta kommune, nær Talvik i Finnmark på 70°N, 23°Ø. Vassdraget har et nedslagsfelt på 143 km<sup>2</sup>. Innsjøen i vassdraget, Storvatnet, har et areal på 1,2 km<sup>2</sup>, 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 i Halselva, både nedenfor utløpet av Storvatnet og nedenfor fella i Halselva.

### Smoltutsettinger i Altaelva

Altaelva er lokalisert innerst i Altafjorden. Smolt ble transportert fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Øvre Stengelsen (like nedenfor Bollo) og i munningen (**figur 1**). Smolt ble transportert med helikopter fra settefiskanlegget og satt ut i Altaelva (Øvre Stengelsen og munning). Fra opplasting av fisken i settefiskanlegget til utsetting etter transport til Altaelva tok det omlag 20 minutter. En gruppe av smolt ble plassert i merd og holdt der for nedstressing en uke før frivillig utvandring. En annen gruppe ble transportert og satt ut direkte samtidig som luken på hvilemerden ble åpnet. Den siste gruppen ble satt ut direkte etter helikoptertransport i munningen av Altaelva. Alle utsettingene foregikk samme dag (**tabell 3**).

**Tabell 3:** Grupper av laksesmolt satt ut i Altaelva våren 2005. \*Gruppen ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemærd en uke før utsettingsdato.

Gruppe	Utsatt dato	Uts. metode	Antall utsatt	Uts.sted
303	04.07.05	Helikopter-hvile*	4057	Øvre Stengelsen
304	04.07.05	Helikopter-direkte	3844	Øvre Stengelsen
327	04.07.05	Helikopter-direkte	3483	Munning

### Stressforsøk

Fire grupper med lik bakgrunn ble satt ut i Halselva for å teste utvandring som funksjon av stress. To grupper ble transportert til utsettingsmærd en uke før utsetting den 27.06.05, mens to kontrollgrupper ble transportert direkte fra Talvikanlegget og satt ut samtidig med gruppene som hadde fått en ukes hvile (**tabell 2**). Transporttiden var mindre enn to timer.

Smoltifiseringsforsøk

Åtte smoltgrupper med lik bakgrunn ble satt ut i Halselva fordelt på ukene 25, 26, 27 og 28 for å teste utvandringssatferd i forhold til hvor langt fisken hadde kommet i smoltifiseringsprosessen (gruppe 305, 306, 309, 310 og 311-314, **tabell 2**).

**Tabell 2.** Forsøk gjennomført ved settefiskanlegget i Talvik våren 2005. All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halselva og all smolt var ettårig. \* =Kontrollgrupper for transportforsøket, satt ut direkte etter transport.

Gruppe	Utsatt dato	Forsøk (behandling)	Antall	Anmerkning
307	27.06.05	Transportforsøk	150	Akklimatisering
308	27.06.05	Transportforsøk	100	Akklimatisering
309	21.06.05	Smoltifiseringsgrad	150	Uke 25
310	21.06.05	Smoltifiseringsgrad	150	Uke 25
305	27.06.05*	Smoltifiseringsgrad	149	Uke 26
306	27.06.05*	Smoltifiseringsgrad	149	Uke 26
313	05.07.05	Smoltifiseringsgrad	150	Uke 27
314	05.07.04	Smoltifiseringsgrad	149	Uke 27
311	12.07.05	Smoltifiseringsgrad	133	Uke 28
312	12.07.05	Smoltifiseringsgrad	150	Uke 28

Smoltutsetninger nedenfor fiskefella i Halselva

Gjenfangstregistreringen fra utsettene i Altaelva avhenger av at fiskere rapporterer fangst av smolt med Carlinmerke både i sjø og elv. Denne rapporteringen er ofte mangelfull, så våre gjenfangsttall er minimumstall. For å få et bedre bilde på overlevelse ble det derfor satt ut smolt i Halselva, hvor fella gir full kontroll med laks som kommer tilbake til utsettingselva og dermed et bedre bilde på sjøoverlevelse.

All smolt utsatt i Altaelva og Halselva var Carlinmerket. Denne merkemetoden gir muligheter for å gjenkjenne fisken også utenfor utsettingsvassdraget, men har vist seg å redusere overlevelsen på utsatt smolt. I 2005 gjorde vi dermed et forsøk med å bruke en annen og mer skånsom merkemethode, PIT-merker, i et forsøk på å redusere smoltdødelighet og for å undersøke om denne merkemetoden kan erstatte Carlinmerket. Gjenfangst fra denne gruppen vil bli sammenliknet med Carlinmerket referansegruppe 328 (**tabell 4**).

**Tabell 3.** Grupper av ettårig laksesmolt satt ut i nedenfor fiskefella i Halselva våren 2005.

Gruppe	Utsatt dato	Uts. metode	Antall utsatt
328	12.07.05	Minstesortering, Carlinmerket	282
321	29.06.05	Referansegruppe	3509
324	29.06.05	PIT-merket	2980

## 2.3 Definisjon av begreper

I registreringen av smoltutvandringen i Halselva er det viktig å skille mellom utvandringsandel og utvandringsrespons. Begge begrepene henspeiler på smoltens vandringsatferd, vandringsvillighet- og motivasjon:

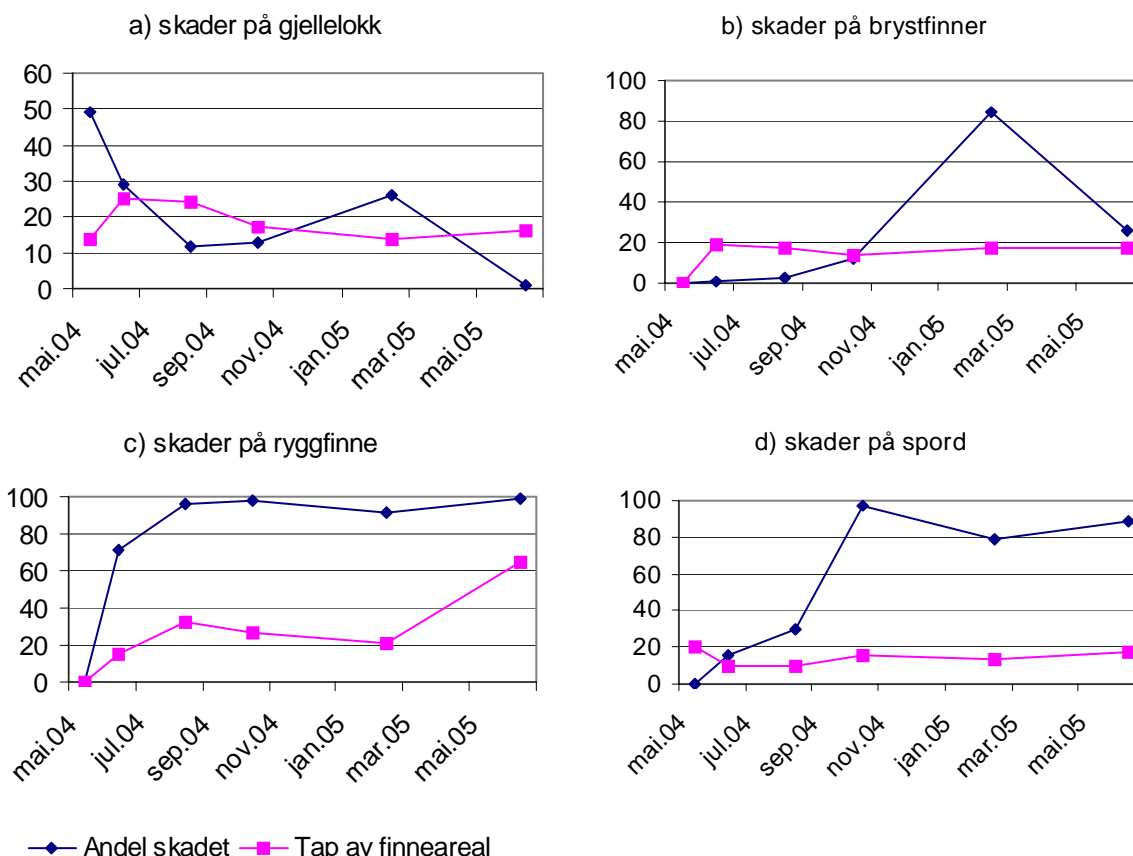
- Utvandringsandel beskriver andel av utsatt fisk som ble registrert nedvandrende i fella i løpet av hele registreringsperioden.
- Utvandringsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer etter utsetting. For å beskrive dette brukes man betegnelsen tid til 50% utvandring, dvs. hvor lang tid (dager) det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

## 3 Resultater

### 3.1 Produksjonsforhold

Et av de viktigste målene for produksjonen av smolt ved settefiskanlegget i Talvik har vært å redusere skadene både med hensyn til fiskens trivsel, funksjonalitet og overlevelsessevne. Ved første registrering av skader på yngelen i mai 2004 hadde 49 % av yngelen enkel eller dobbeltsidig gjellelokkforkortelse av moderat grad (**figur 3a**). Andel fisk med denne type skade avtok, og ved utsetting hadde 1 % gjellelokkforkortelse av moderat grad. Andel fisk med skade på brystfinnene lå mellom 0 og 20 % i perioden mai 2004 til november 2004 (**figur 3b**). Ved registrering i mars hadde hele 84 % av fisken moderat skade på brystfinnene. Utsortering av den mest skadde fisken ved merking bidro til å redusere skader på utsatt fisk. 32 % av årgangen ble kassert grunnet for store skader under merking. Ved utsetting i juni avtok andel fisk med skade på brystfinnene til 26 %, omtrent på samme nivå som det var året før ved utsetting (se Strand & Finstad 2005). Skadegraden var moderat (0-19 %). Andel fisk med skade på ryggfinnerne var høy gjennom hele produksjonsperioden. Graden av skade på ryggfinnerne var lavere enn tidligere årganger fram til oppstart merking, men steg så drastisk de siste månedene før utsett. Ved utsetting hadde 99 % av fisken i gjennomsnitt tapt 65 % av ryggfinnerne (**figur 3c**). Andel fisk med skade på spord økte også betydelig gjennom produksjonsperioden og i februar 2005 var andel fisk med skade oppe i 79 %. Ved utsetting hadde 88 % av fisken moderat skade på sporden (**figur 3d**).





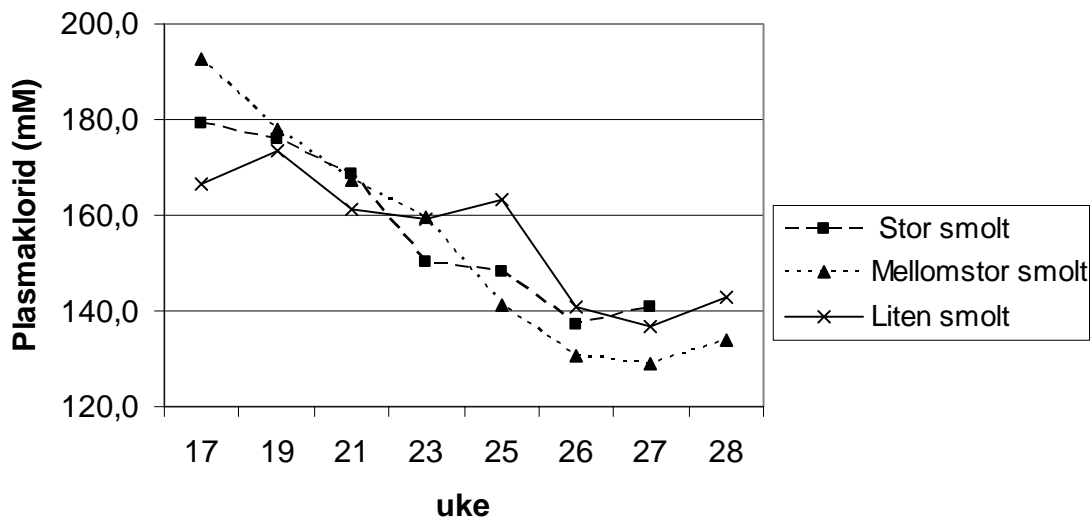
**Figur 3.** Skadeutvikling hos smoltårgangen 2004, utsatt våren 2005.

Det er igangsatt mikrobiologiske undersøkelser for å finne årsaken til skader på fisken. Scanning elektronmikroskopi av ryggfinner på yngel viste ingen spor etter aggressivitet i form av bitemerker på ryggfinnerenes overflater. Derimot viste snitting av prøvene infeksjonsforekomst av *Clamidia* bakterier i kapillærårer i ryggfinner med skade. Lignende bakterier ble høsten samme år påvist i gjellevev på presmolt av samme årgang, men lot seg ikke påvise i vev fra ryggfinne som på det tidspunkt stort sett var avhelet. Forsøk på påvisning i ryggfinner på 2005 årgang laks var ga tvetydige resultater. Bakterien er siden typet og klassifisert som ny art, og det er utviklet artsspesifikk primer som gjør det mulig å påvise og å kvantifisere med PCR teknikk. Den er siden funnet i flere oppdrettsanlegg og på villfisk fra flere elver. Det er for tidlig å si i om og eventuelt i hvilken grad den påvirker skadeutviklingen på fisken.

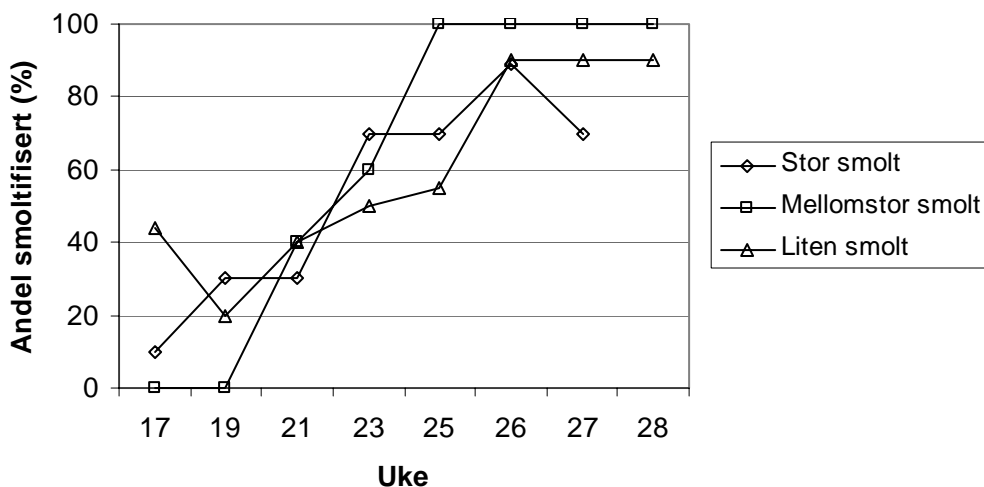
## 3.2 Sjøvannstester

Daglengde og temperatur i anlegget under produksjonen og utover våren er tilpasset slik at smolten er sjøvannstilvent i uke 27 når villsmolten i Altaelva vandrer ut (Næsje et al. 2005) (**figur 4**). Kroppsstørrelsen har betydning for smoltens evne til å sjøvannsregulere og stor smolt regulerer bedre enn mindre smolt (Hoar 1988). Vi ville finne ut hvor store forskjellene er mellom de ulike størrelsesgrupper innen ettårig smolt når det gjelder evnen til å smoltifisere. Derfor

testet vi tre grupper sortert etter størrelse (store, mellomstore og små fisk) mhp. plasmaklorid. Forskjeller i kloridnivå ble tolket som forskjeller i sjøvannstoleranse hvor lave plasmakloridverdier ( $<160$  mM) tyder på god sjøvannstoleranse.



**Figur 4.** Gjenomsnittlig plasmaklorid (mM) med standardavvik hos smolt testet fra uke 17 til 28 i 2005.



**Figur 5.** Andel av sjøvannstestet smolt som var smoltifisert (plasmaklorid  $<160$  mM) i uke 17 – 28 i 2005.

Det var en negativ sammenheng mellom kroppslengde og kloridnivå (Pearson correlation coeff.  $= -0,337$ ,  $0 < 0,01$ ), dvs. at større fisk regulerte bedre i sjøvann enn mindre fisk. Også små fisk hadde god sjøvannstoleranse, men de smoltifiserte litt senere (uke 26) enn stor og mellomstor fisk som nådde tilsvarende verdier en uke tidligere (tabell 4). Det var den mellomstore smolten som regulerte best. Der var 100 % smoltifisert i uke 25, mens aldri mer enn 90 % av de minste fiskene smoltifiserte. Gruppen med stor smolt regulerte også godt tidlig (uke 25), men en del av disse smoltifiserte ikke. Bare 70 % var smoltifisert i uke 27 (figur 5).

**Tabell 4.** Plasmakloridnivå (mM) med standardavvik (sd) hos smolt fra Altaelva testet fra uke 17 til 28 i 2005.

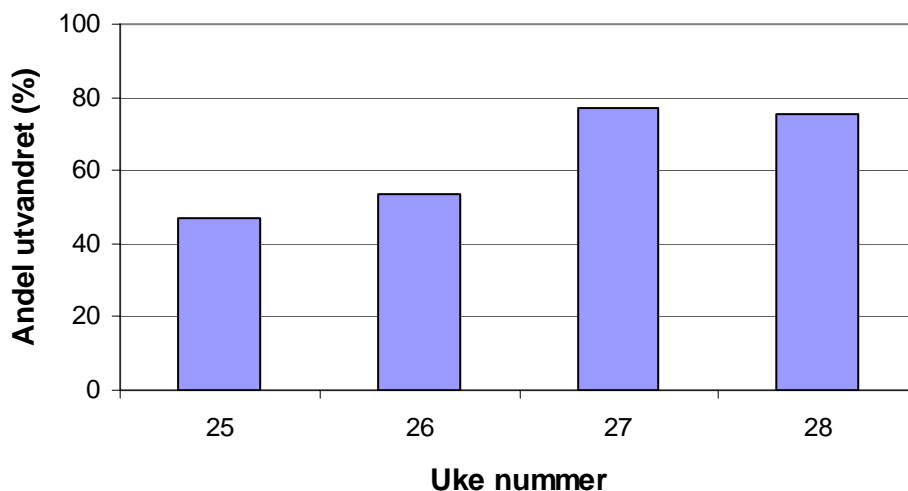
Uke	Stor smolt		Mellomstor fisk		Liten fisk		Ferskvann	
	mM	sd	mM	sd	mM	sd	mM	sd
17	179,0	19,5	192,8	20,1	166,3	22,0	134,8	4,9
19	176,0	18,2	178,1	13,6	173,6	13,2	133,6	4,1
21	168,5	18,4	167,3	15,5	161,3	17,6	131,5	4,9
23	150,3	14,7	159,4	16,2	159,3	7,5	131,4	4,3
25	148,0	22,2	141,2	7,4	163,4	12,4	130,6	3,9
26	137,2	12,7	130,5	7,8	140,9	12,3	127,9	3,6
27	140,8	15,4	128,9	7,5	136,8	11,4	128,5	3,6
28			134,0	6,9	142,9	17,3	129,6	12,8

### 3.3 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering

Utsettingstidspunkt i forhold til grad av smoltifisering er viktig for overlevelse og vekst hos laksesmolt etter utsetting. Grupper av ettårig smolt fra samme stamme ble behandlet likt i anlegget og satt ut i ukene 25-28 for å teste om det var forskjeller i utvandringsatferd (utvandringsandel og –respons) hos smolt satt ut til forskjellig tid (**tabell 2**).

#### Utvandringsandel

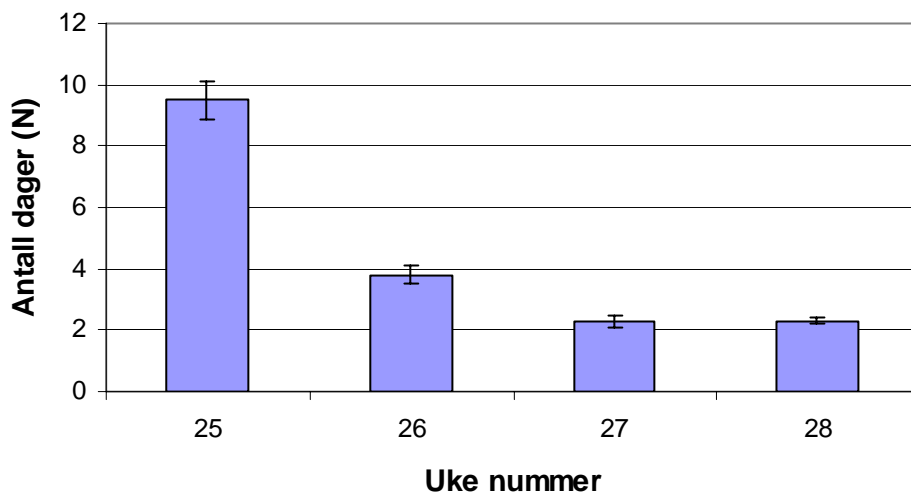
Smolt utsatt i uke 27 vandret ut i størst grad, med en utvandringsandel på 77 %, og dette var høyere enn hos smolt satt ut i uke 25, 47 % (Kji-kvadrat test  $\chi^2 = 13,380$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ) og i uke 26 (53,7 %) ( $\chi^2 = 7,688$ ,  $df=1$ ,  $p=0,006$ ). Også utvandringsandelen hos smolt satt ut i uke 28 var høyere enn for smolt satt ut i uke 25 ( $\chi^2 = 11,625$ ,  $df=1$ ,  $p=0,0006$ ) og i uke 26 ( $\chi^2 = 6,415$ ,  $df=1$ ,  $p=0,01$ ). Det var ingen forskjell mellom de som ble satt ut i uke 25 og 26 ( $\chi^2 = 0,795$ ,  $df=1$ ,  $p=0,372$ ), eller mellom smolt satt ut i uke 27 og 28 ( $\chi^2 = 0,429$ ,  $df=1$ ,  $p=0,836$ ) (**figur 6**).



**Figur 6.** Andel smolt utsatt i uke 25–28 som vandret ned Halselva i 2005.

### Utvandringsrespons

Smoltgruppene som ble satt ut to uker for tidlig i forhold til smoltstatus (uke 25) brukte lengre tid på å vandre ut enn gruppene satt ut senere (Univariate ANOVA,  $F=115,87$ ,  $df=3$ ,  $p<0,001$ ) (**figur 7**). Smoltgruppene satt ut i uke 25 brukte i gjennomsnitt 9,5 dager fra utsett til fellepassering. Gruppene satt ut i uke 26 brukte i gjennomsnitt 3,8 dager, mens det ikke var forskjell i utvandringsrespons mellom gruppene som vandret ut i uke 27 og uke 28 (tukey test,  $p>0,05$ ), hvor begge hadde et gjennomsnitt på 2,3 dager.



**Figur 7.** Gjennomsnittlig antall dager fra utsett til fellepassering for smolt satt ut i uke 25–28 i Halselva i 2005.

### 3.4 Transportstressforsøk

#### 3.4.1 Transportstressforsøk, Altaelva

Vi målte plasmakortisol, plasmaklorid og magnesiumnivå fra opplasting i anlegg til utsetting i Altaelva for grupper som ble satt direkte ut etter helikoptertransport og grupper som fikk hvile en uke etter transporten. Kortisolnivået økte fra 44,0 nM før opplasting til 415,9 nM etter transport (Tukey test,  $p < 0,001$ ), og det ble også registrert økt kortisolnivå i fisken etter opplasting, men det var store variasjoner mellom individene i kortisol-respons så økningen var ikke signifikant (Tukey test,  $p = 0,533$ ). Kortisolnivået hos fisken etter en ukes opphold i hvilemerd gikk tilbake og var ikke forskjellig fra verdiene målt før transport (Tukey test,  $p = 0,150$ ) (**tabell 5**).

Plasmakloridnivået kan også påvirkes av stress, og våre resultater viste at opplasting ikke hadde effekt på kloridnivået (Tukey test,  $p = 0,848$ ), mens verdiene etter transport økte til 146,1 mM (Tukey test,  $p = 0,025$ ). Kloridverdiene gikk imidlertid ikke tilbake etter en uke i hvilemerd i forhold til verdiene etter transport (Tukey test,  $p = 0,586$ ).

Magnesiumverdiene i fisken endret seg ikke i forbindelse med opplastingen (Tukey test,  $p = 0,168$ ), men verdiene økte betydelig etter transport (Tukey test,  $p < 0,001$ ) og etter en uke hvile var magnesiumverdiene på vei ned mot det de var før transport (Tukey test,  $p < 0,001$ ).

**Tabell 5.** Gjennomsnittlig plasmakortisol (nM), plasmaklorid (mM) og magnesium (mM) med standardavvik (sd) målt før opplasting i anlegg, etter opplasting, etter transport 20 min. med helikopter til Altaelva og etter at fisken hadde stått en uke i hvilemerd i Altaelva.

Forsøksgruppe	Antall fisk	Kortisol		Plasmaklorid		Magnesium	
		(nM)	sd	(mM)	sd	(mM)	sd
Før opplasting	10	44,4	26,08	132,5	14,3	0,82	0,08
Etter opplasting	10	108,7	71,79	128,8	5,7	0,71	0,09
Etter transport	10	415,9	175,88	146,1	10,6	1,31	0,15
Etter akklimatisering	10	147,3	89,4	140,3	8,0	1,02	0,14

#### 3.4.2 Transportstressforsøk, Halselva

Akklimatisering etter transport er tidligere vist å gi positive effekter på overlevelse hos utsatt smolt. Grupper av smolt ble lastet opp i anlegget, transportert innen anlegget med truck og lastet opp i bil for å simulere transport til Altaelva. Smolten ble transportert i to timer og satt ut en km ovenfor fiskefella i Halselva, hvor halvparten av gruppene ble satt i bur i elva for avstressing en uke før de ble sluppet (**tabell 2**).

Utvandringsandelen hos gruppene som fikk hvile en uke etter transport var lik utvandringsandelen hos de som ble satt direkte ut på samme tidspunkt (**tabell 6**) ( $\chi^2 = 0,3456$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,557$ ). Det var heller ingen forskjeller mellom gruppene med hensyn til hvor raskt de vandret ut etter utsetting (Univariate ANOVA,  $F = 2,446$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,064$ ).

**Tabell 6.** *Utvandringsandel og gjennomsnittlig antall dager fra utsett til fellepassering hos laksesmolt av Alta stamme transportert to timer med bil og satt i hvilemerd i Halselva en uke før utsett i 2005.*

Gruppe	Utsatt dato	Forsøk	Antall utsatt	Antall utv. (N)	Andel (%) utv.	Antall dager
307	27.06.05	Hvile	150	87	58,0	5,0
308	27.06.05	Hvile	100	59	59,0	3,7
305	27.06.05	Direkte	149	83	55,7	4,1
306	27.06.05	Direkte	149	77	51,7	3,5

### 3.5 Gjenfangster

Vi får fortsatt gjenfangster av laks fra utsettingene fra forrige prosjektperiode (**tabell 7a**), men gjenfangstratene er meget lave. Fra utsettingene i 2002 var det ingen forskjeller i gjenfangstrate mellom grupper satt ut direkte etter helikopter transport (0,27 %) og de som fikk hvile etter helikoptertransporten (0,50 %) (Kji-kvadrat-test,  $\chi^2= 1,953$ ,  $df=1$ ,  $p=0,162$ ). Det var heller ingen forskjeller i gjenfangst mellom de som ble transportert med bil (0,31 %) eller med helikopter og satt ut direkte (0,27 %) ( $\chi^2= 0,062$ ,  $df=1$ ,  $p=0,80$ ) (**tabell 7b**).

Gjenfangstene av utsatt smolt i Halselva i perioden 1999-2002 var gjennomgående gode og da spesielt fra utsettingene nedenfor fella. I 1999 var gjenfangstene i Halselva (2,43 %) lik den helikoptertransporterte gruppen som fikk hvile etter transport i Altaelva (2,06 %) ( $\chi^2= 0,578$ ,  $df=1$ ,  $p=0,45$ ), og høyere enn gruppen satt direkte ut etter transport i Altaelva (1,43 %) ( $\chi^2= 5,394$ ,  $df=1$ ,  $p=0,02$ ). Gruppen transportert med bil og satt ut direkte i Altaelva i 1999 (2,29 %) var ikke forskjellig fra kontrollgruppen i Halselva (2,43%;  $\chi^2= 0,072$ ,  $df=1$ ,  $p=0,787$ ).

For utsettingene i 2002 var gjenfangstene i Halselva (1,32 %) mer enn dobbelt så høye som for utsettingene i Altaelva (0,50 %;  $\chi^2= 10,182$ ,  $df=1$ ,  $p=0,001$ , 0,27 %;  $\chi^2= 19,924$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ , 0,31%;  $\chi^2= 18,139$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ) (**tabell 7b og 8**). For smolt satt ut i 2003 er gjenfangsprosenten for referansefisken i Halselva foreløpig på 0,55 %, og var bare høyere enn en av gruppene satt ut i Altaelva samme år, helikopterutsettet i Gabo ( $\chi^2= 13,850$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ). I 2003 var det ingen forskjell i gjenfangst mellom gruppene som fikk hvile etter transport og de som ble satt ut direkte (0,30 og 0,32;  $\chi^2= 0,014$ ,  $df=1$ ,  $p=0,91$ ) (**tabell 7b og 8**). For utsettene i 2004 var gjenfangstene for referansegruppen i Halselva 0,15 % (ensjøvinter), bare tre fisker ble gjenfanget og dette er for lite til å teste statistisk. Helikoptertransportert fisk utsatt i Altaelva i 2004 hadde 0,26 % gjenfangst, mens direkteutsatt fisk i Altaelva hadde 0,16 % gjenfangst. Pitmerket fisk utsatt nedenfor fella i Halselva hadde mer en dobbelt så mange gjenfangster som Carlinmerket fisk satt ut på samme tid og sted til tross for at PIT-merket fisk bare kan registreres når fiskene kommer tilbake til utsetningsvassdraget (**tabell 8**). Ingen gjenfangster ble registrert fra helikopterutsettet i Steinfossvann i Altaelva.

**Tabell 7a.** Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Altaelva i 1998-2001. Feilv.= feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Altaelva.

Forsøks- nummer	Utsatt tid- punkt	Utsatt sted	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil vandret N	Total gjen- fangst	
						ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
9827	02.07.1998	Bollo	Bil direkte	1	3008	0	1	2	4	0	-	1	8	0,27
9827	03.07.1998	Bollo	Bil direkte	1	3014	2	2	0	1	0	-	0	5	0,17
9827	03.07.1998	Ø. S.	Helikopter- direkte	1	3009	4	1	0	6	1	1	1	14	0,47
9827	03.07.1998	Ø. S.	Helikopter- hvile	1	3000	16	0	1	19	9	1	0	46	1,53
9922	08.07.1999	Ø. S.	Helikopter- hvile	1	3008	21	2	1	33	3	1	1	62	2,06
9922	08.07.1999	Ø. S.	Helikopter- direkte	1	3015	9	0	3	26	3	1	1	43	1,43
9922	30.06.1999	Bollo	Bil direkte	1	3008	14	2	0	38	2	5	8	69	2,29
9922	01.07.1999	Bollo	Bil direkte	2	3082	2	1	0	26	4	2	0	35	1,14
305	04.07.2000	Bollo	Bil - direkte	2	2071	3	0	0	2	1	0	0	6	0,29
306	05.07.2000	Bollo	Bil direkte	1	2742	1	0	0	1	0	0	0	2	0,07
307	06.07.2000	Ø. S.	Helikopter direkte	1	2923	4	0	1	4	0	4	0	13	0,44
308	06.07.2000	Ø. S.	Helikopter hvile	1	2872	7	1	0	5	1	0	2	16	0,56
301	03.07.2001	Bollo	Helikopter direkte	2	2150	1	0	1	3	1	0	0	6	0,28
302	03.07.2001	Sautso	Helikopter direkte	1	5803	0	0	0	6	1	0	0	7	0,12
303	03.07.2001	Bollo	Helikopter hvile	1	2484	2	0	0	2	0	0	0	4	0,16
304	03.07.2001	Bollo	Helikopter direkte	1	1571	0	0	1	2	0	0	0	3	0,19

**Tabell 7b.** Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Altaelva i 2002 - 2005. Feilv.= feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Altaelva.

Forsøks- nummer	Utsatt tid- punkt	Utsatt sted	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil vandret N	Total gjen- fangst	
						ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
303	02.07.2002	Ø. S.	Helikopter-hvile	1	2783	4	0	1	3	2	2	2	14	0,50
304	02.07.2002	Ø. S.	Helikopter-direkte	1	2930	4	0	0	3	0	1	0	8	0,27
320	02.07.2002	Ø. S.	Bil direkte	1	2919	3	1	0	3	0	2	0	9	0,31
302	02.07.2003	Gabo	Helikopter direkte	1	3668	0	0	-	1	1	-	0	2	0,05
303	02.07.2003	Ø.S.	Helikopter hvile	1	2351	3	0	-	2	1	-	1	7	0,30
304	02.07.2003	Ø.S.	Helikopter direkte	1	2529	1	0	-	6	1	-	0	8	0,32
302	02.07.2004	Steinfossvann	Helikopter direkte	1	3892	0	-	-	0	-	-	0	0	0,00
303	02.07.2004	Ø.S.	Helikopter hvile	1	2350	1	-	-	5	-	-	0	6	0,26
304	02.07.2004	Ø.S.	Helikopter direkte	1	2525	2	-	-	2	-	-	0	4	0,16
327	02.07.2004	Munning	Helikopter direkte	1	2481	0	-	-	3	-	-	0	3	0,12



**Tabell 8.** Gjenfangst (antall og %) i Halselva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Halselva i 1999 - 2004. Feilv.= feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Halselva.

Utsatt tid- punkt	Utsatt sted	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil vandret N	Total gjenfangst	
					ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
01.01.1999	Halselva	Ovenfor felle	1+2	4392	19	0	0	18	2	0	0	39	0,89
01.01.1999	Halselva	Nedenfor felle	1	1400	17	0	0	15	2	0	0	34	2,43
01.01.2000	Halselva	Ovenfor felle	1+2	736	1	0	0	3	0	0	0	4	0,54
01.07.2002	Halselva	Nedenfor felle	1	2965	31	0	-	7	0	-	1	39	1,32
30.06.2003	Halselva	Nedenfor felle	1	2199	4	0	-	5	3	-	0	12	0,55
30.06.2003	Halselva	Lusbehandlet NF	1	1987	4	0	-	3	5	-	0	12	0,60
30.06.2003	Halselva	PIT-merket NF	1	1998	3	?	-	0	?	-	0	3	0,15
01.07.2004	Halselva	Nedenfor felle	1	1972	2	-	-	1	-	-	0	3	0,15
01.07.2004	Halselva	Lusbehandlet NF	1	1983	1	-	-	1	-	-	0	2	0,10
01.07.2004	Halselva	PIT-merket NF	1	1889	7	-	-	0	-	-	0	7	0,37

## 4 Diskusjon

### *Produksjonsforhold*

Denne årgangen hadde en noe forsinket skadeutvikling sammenlignet med tidligere årganger, men ved utsett var skadene på fiskens finner, spord og gjellelokk på samme nivå som i 2004. Ulikt forløp skyldes antagelig forskjeller i bruk av oppvarmet vann og sorteringsrutiner. Forbedrende tiltak som UV-bestråling og filtrering av inntaksvann reduserte oppblomstringen av sopp på rogn og reduserte parasittbelastningen på startforingstadiet, men dette forhindret ikke skadeutviklingen på fisken. Ulike førtildelingsmåter for å hindre aggresjon og stress som kan føre til biting og finneskader påvirket heller ikke skadeutviklingen i forhold til hva den har vært tidligere år. Funnet av *Clamidia* – lignende bakterier i blodbanen i tynnvevet på bakkant av ryggfinnene ble sett i sammenheng med tidligere funn av lignende bakterie ved hjelp av snitt elektronmikroskopi i gjellevev fra røye med epitheliosystis (utposinger), samt gjentatte diagnoser med epitheliosystis opp gjennom årene. Forekomstene var så store at tilstopping av kapillærer var sannsynlig nær døde celler/begynnende nekroser i tynnvevet på bakkant av ryggfinnene. Funn i flere oppdrettsanlegg og på vill fisk tyder på at denne er en del av normal mikroflora. Det gjenstår å avklare både hvilken betydning *Clamidia* har i utvikling av finneskader her, og hvilke miljøforhold som eventuelt påvirker dette. Skadene må reduseres både av hensyn til fiskens trivsel, funksjonalitet og overlevelsessevne, og ikke minst av hensyn til publikums opplevelse og nyttevurdering av fiskeutsetninger. Vi vil benytte ekstern kompetanse for å nøste opp årsakssammenhenger videre.

### *Smoltifisering*

Ved smoltutsetninger er det avgjørende at smolten er i stand til å overleve og vokse i sjøen (Boeuf 1993). Dette avhenger blant annet av smoltens evne til å osmoregulere, som igjen påvirkes av fiskens størrelse (overflate i forhold til volum) (Høgåsen 1998), og smolt som settes ut når den har best sjøvannstoleranse overlever bedre i sjøen (Lundqvist et al. 1986; Hansen & Jonsson 1989; Staurnes et al. 1993).

Stor fisk regulerte bedre i sjøvann enn mindre fisk, men også små fisk hadde god sjøvannstoleranse, men de smoltifiserte en uke senere enn stor og mellomstor fisk som nådde tilsvarende verdier en uke tidligere. Det var den mellomstore smolten som regulerte best. Der var 100 % smoltifisert i uke 25, mens aldri mer enn 90 % av de minste fiskene smoltifiserte. Gruppen med stor smolt regulerte også godt tidlig, men en del av disse smoltifiserte ikke. Bare 70 % var smoltifisert i ved utsettingstidspunktet. Vi vet ikke årsaken til at 30 % av den største størrelsesgruppen ikke smoltifiserte, men det kan ha vært andre faktorer enn størrelse som påvirket kloridverdiene hos denne gruppen.

Smolt utsatt i begynnelsen av juli vandret ut i større grad enn smolt satt ut én og to uker tidligere. Også utvandrigsandelen hos smolt satt ut i uke 28 var høyere enn for smolt satt ut i uke 25 og i uke 26. I tidligere undersøkelser (2001-2003) (Strand & Finstad 2002, 2003, 2004) fant vi ingen forskjell i utvandrigsandel mellom grupper satt ut, men i 2004 (Strand & Finstad 2005) og 2005 vandret en større andel av smolten satt ut i uke 27 enn smolt satt ut en og to uker tidligere. Andre studier har vist at smolt satt ut tidlig utviklet sjøvannstoleransen ytterligere i elva før de var klar til å vandre ut i sjøvann (Ugedal et al. 1998, McCormick et al. 2003). Det er mulig at smolt satt ut for tidlig i forhold til sjøvannstoleranse opplevde økt dødelighet i form av predasjon i elva og/ eller at en større andel desmoltifiserer. Smoltstadiet er det mest sensitive

stadiet i laksens liv, og de er velig sårbare i forhold til håndtering. Skader på fisken vil forsterke denne sårbarheten.

Smolten som ble satt ut i slutten av juni og begynnelsen av juli (uke 26 og 27) vandret raskere ut av vassdraget enn gruppene satt ut i uke 25 og uke 26, noe som kan skyldes bedre sjøvannstoleranse og dermed bedre vandringsmotivasjon. Dette sammenfaller med resultatene fra sjøvannstestene som viste at sjøvannstoleransen var dårligere hos smolten satt ut i uke 25 og 26 enn i uke 27 og 28.

### *Transportstress*

Laksesmolt har vist seg å bli stresset ved håndtering og transport før utsetting (Barton 2000a,b, Hansen & Jonsson 1988, Høgåsen 1998). Akklimatisering/hvile etter transport er funnet å ha positiv effekt for å redusere stressnivå både hos laks og ørret (Iversen et al. 1998, Jonsson et al. 1999, Finstad et al. 2003). Kortisolnivået økte fra 44,0 nM før opplasting til 415,9 nM etter transport og det ble også registrert økt kortisolnivå i fisken etter opplasting, men det var store variasjoner mellom individene i kortisol-respons så økningen var ikke signifikant. Det er registrert at kortisolverdiene kan variere så mye som 15-250 ng.mL<sup>-1</sup> innen og mellom hvilende individer (Nichols & Weisbart 1985). Kortisolnivået hos fisken etter en ukes opphold i hvilemerd gikk tilbake og var ikke forskjellig fra verdiene målt før transport. Undersøkelser har vist at håving er den mest utslagsgivende stressor i forbindelse med transport (Iversen et al. 1998). I de fleste tilfeller øker kortisolnivået innen 15 minutter etter påføring av stress og når maksimalt nivå etter en time (Sumpter et al. 1986, Waring et al. 1992). Håving kan dermed være den faktoren som gir størst effekt på kortisolnivået også i vår studie, fordi kortisolnivået hos fisken som ble prøvetatt like etter opplasting sannsynligvis hadde et kortisolnivå som var på vei opp, og som hadde nådd maksimumsnivået etter transport. Det tok ca 1 ½ time fra prøvetaking etter opplasting til prøvetaking etter transport. Det er mulig at kortisolnivået økte ytterligere etter transport før det begynte å avta mens fisken sto i hvilemerd.

Plasmakloridnivået påvirkes også av stress, og våre resultater viste samme utvikling som på kortisolnivået, men forskjellene var for små til å gi signifikante utslag. Magnesiumverdiene i fisken endret seg ikke i forbindelse med opplastingen, men verdiene økte betydelig etter transport og etter en uke hvile var magnesiumverdiene på vei ned mot det de var før transport. Det ser da ut til at det toverdige ionet magnesium som skilles ut over nyrene hos fisken er følsomt for stress og at dette også kan være en parameter å ta hensyn til under stressforsøk.

### *Overlevelse*

Av gjenfangstratene fra utsettinger i 1998 fant vi positiv effekt av å la fisken få stå i hvilemerd for å akklimatisere seg etter transport, og smolt transportert med helikopter hadde bedre gjenfangstrate enn smolt transportert med bil (Finstad et al. 1999). Gjenfangstene fra helikopterutsettene i 1999 og 2000 viste tendens til høyere gjenfangst hos fisk som fikk hvile (Strand & Finstad 2000, 2001), mens det fra utsettingene i 2001 og 2002 ikke har vært forskjeller i gjenfangst mellom grupper satt direkte ut og grupper som har fått hvile (Strand & Finstad 2002, 2003, 2004). Det var heller ingen forskjell i gjenfangst mellom helikoptertransport og transport med bil, noe som kan skyldes at det er håvingen som er mest utslagsgivende med hensyn til å påføre fisken stress i forbindelse med transport (Iversen et al. 1998). Gjenfangstene har generelt vært lavere fra utsettingene i 2000 til 2004 enn tidligere år. Skader på fiskene kan være en av flere viktige årsaker til dødelighet og lave gjenfangster. Overlevelsen på fisken har gått

merkbart tilbake etter 1999, så vi vil konsentrere oss om endringer i produksjonsregimer og i naturlige omgivelser som kan være sammenfallende med endringene i gjenfangstratene.

PIT-merket fisk utsatt nedenfor fella i Halselva i 2004 hadde mer en dobbelt så mange gjenfangster som Carlinmerket fisk satt ut på samme tid og sted, til tross for at man PIT-merket fisk bare kan registreres om fiskene kommer tilbake til utsettingsvassdraget. Dette resultatet viser at Carlinmerking også er en betydelig dødelighetsfaktor for smolt, noe som også er vist tidligere (Strand et al. 2002).

Vi må fortsatt konsentrere oss om å finne årsaker til skader på fisken og redusere skadeomfanget under produksjonen. Fisk med sår og skjelltap og som er stresset er mer utsatt for sykdom og luspåslag (Finstad et al. 2006) enn frisk fisk og er mer utsatt for å bli spist av predatorer. Og for å få et riktigere bilde på overlevelse hos laksesmolt bør PIT-merking vurderes som alternativ til Carlinmerking der man har kontroll over fiskeoppgangen som i Halselva. Det er imidlertid viktig at man setter ut grupper av Carlinmerket smolt som referanse mot tidligere forskning for å få gjenfangster både i sjø og i elv.

## 5 Litteratur

- Barton, B. A. 2000a. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. - North Am. J. Aquacult. 62: 12-18.
- Barton, B. A. 2000b. Stress in fishes: a diversity of responses. - Am. Zool. 40: 937-937.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a pre-adaptation to the oceanic environment. - I Rankin, J. C. & Jensen, F. B., red. Fish Ecophysiology. Chapman & Hall, London. p. 105-135.
- Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.
- Finstad, B., Lamberg, A., Heggberget, T. G. & Strand, R. 1997. Havbeite med sjørøye i Halsvassdraget. - Sluttrapport til PUSH, 08.08.1997. 87 s.
- 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., Nilsen, S. T. & Strand, R. 1999. Smoltproduksjonsforsøk med laks -1998. - NINA Oppdragsmelding 628: 1-18.
- Finstad, B., Iversen, M. & Sandodden, R. 2003. Stress-reducing methods for releases of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in Norway. - Aquaculture 222: 203-214.
- Finstad, B., Kroglund, F., Strand, R., Stefansson, S.O., Bjørn, P.A., Rosseland, B.O. & Salbu, B. 2006. Salmon lice or suboptimal water quality – reasons for reduced postsmolt survival? - Aquaculture, in press.
- Hansen, L. P. & Jonsson, B. 1988. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effects of dip-netting, transport and chlorbutanol anaesthesia on survival. - Aquaculture 74: 301-305.
- Hansen, L. P. & Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. - Aquaculture 82: 367-373.
- Hoar, W. S. 1988. The physiology of smolting salmonids. XIB: 275-341.
- Høgåsen, 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, S., Brennas, E. & Lundquist, H. 1999. Stocking of brown trout, *Salmo trutta* L.: effects of acclimatization. - Fish. Manage. Ecol. 6: 459-473.
- Lundqvist, 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.
- Lundqvist, 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., O'Dea, M.F., Moeckel, A.M., Björnsson, B.T., 2003. Endocrine and physiological changes in Atlantic salmon smolts following hatchery release. Aquaculture 222: 45-57.
- Nichols, D.J. & Weisbart, M. 1985. Cortisol dynamics during seawater adaptation of Atlantic salmon *Salmo salar*. - Am. J. Physiol. 248:R651-R659.
- Næsje, T.F., Fiske, P., Forseth, T., Thorstad, E.B., Ugedal, O., Finstad, A.G., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J. & Saksgård, L. 2005. Biologiske undersøkelser i Altaelva. Faglig oppsummering og kommentarer til forslag om varig manøvreringsreglement. NINA Rapport 80: 1-99.

- Parker, N. C. 1984. Chronobiologic approach to aquaculture. - Trans. Am. Fish. Soc. 115: 545-552.
- 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.
- 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 med laks-1999. - NINA Oppdragsmelding 631: 1-23.
- Strand, R. & Finstad, B. 2001. Smoltproduksjonsforsøk med laks i Halselva og Altaelva - 2000. - NINA Oppdragsmelding 687: 1-21.
- Strand, R. & Finstad, B. 2002. Smoltproduksjonsforsøk med laks i Halselva og Altaelva - 2001. - NINA Oppdragsmelding 751: 1-19.
- Strand, R. & Finstad, B. 2003. Smoltproduksjonsforsøk med laks i Halselva og Altaelva - 2002. - NINA Oppdragsmelding 787: 1-19.
- Strand, R. & Finstad, B. 2004. Smoltproduksjonsforsøk med laks i Halselva og Altaelva - 2003. - NINA Oppdragsmelding 823: 1-27.
- Strand, R. & Finstad, B. 2005. Smoltproduksjonsforsøk med laks i Halselva og Altaelva - 2004. - NINA Rapport 47: 1-24.
- 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. Fishes 64(1-3): 275-280.
- Sumpter, J. P., Dye, H. M. & Bentley, 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., Damsgard, B., Mortensen, A., 1998. Seawater tolerance and downstream migration in hatchery-reared and wild brown trout. - Aquaculture 168, 395-405.
- 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 Rapport 160

ISSN:1504-3312  
ISBN: 82-426-1712-0



## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor  
Postadresse: NO-7485 Trondheim  
Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01  
Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>