

# 758 Smoltproduksjonsforsøk og utsetninger av laks i Halselva og Altaelva - 2010

NINA Rapport

Rita Strand  
Bengt Finstad



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en 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, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Smoltproduksjonsforsøk og utsetninger av laks i Halselva og Altaelva – 2010

Rita Strand  
Bengt Finstad

Strand, R. & Finstad, B. 2011. Smoltproduksjonsforsøk og utset-  
tinger av laks i Halselva og Altaelva - 2010 - NINA Rapport 758. 35  
s.

Trondheim, november 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2349-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Rita Strand og Bengt Finstad

KVALITETSSIKRET AV

Arne J. Jensen (NINA)

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef: Elisabet Forsgren (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Rune Limstrand, Statkraft Energi AS

FORSIDEBILDE

Villsmolt fra Altaelva. Foto: Bengt Finstad

NØKKELOORD

Smoltproduksjon, laks, sjørøye, sjørret, sjøvannstoleranse, over-  
levelse, transportstress, PIT-merking

KEY WORDS

Smoltproduction, Atlantic salmon, Arctic charr, sea trout, seawater  
tolerance, survival, transport stress, PIT-tagging

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

##### **NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

##### **NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

##### **NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

##### **NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)



## Sammendrag

Strand, R. & Finstad, B. 2011. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2010 - NINA Rapport 758. 35 s.

Smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har pågått siden 1986. Det har vært gjennomført ulike forsøk for å forbedre produksjons- og utsettingsmetoder, undersøke utvandringsatferd, transportmetoder og stressnivå i forbindelse med utsettinger. De siste årene har vi lagt sterkere vekt på produksjonsbetingelsene i anlegget i forsøk på å forbedre skadegraden på fiske. I den forbindelse holder vi på å legge om produksjonen fra å produsere ettårig til toårig smolt.

Toårig laksesmolt som ble utsatt i 2010 fikk for god vekst og smoltifiserte derfor i stor grad tidlig i andre vekstsesong og pådro seg skjelltap i desmoltifiseringsprosessen. For toårig smolt var skadegraden fremdeles for høy, og det ser ikke ut som at det har vært merkbar forbedring på 08-årgangen i forhold til 07-årgangen.

Sjøvannstestene viste at laksesmolten hadde god sjøvannstoleranse ved utsetting i Altaelva i begynnelsen av juli. Imidlertid viste det seg at allerede i slutten av mai var laksesmolten sjøvannstolerant, men en del desmoltifiserte. Toårig sjøørret ble satt ut i uke 25, og målingene viste at bare 85 % regulerte godt uka før, men at all fisk regulerte godt ved utsetting. Toåring røye ble satt ut i uke 25, og 94 % av alle individene var sjøvannstilpasset ved utsetting.

Laksesmolt viser stressresponser i form av ubalanse i klorid, kortisol og magnesium i blodplasma ved håndtering og transport før utsetting. Siden det er vist at håving påfører fisken et betydelig stressnivå, ble det forsøkt en fiskepumpe til å overføre fisken fra kar i anlegg til transportkar. Resultatene fra dette forsøket viste ingen forventet stressreduksjon ved bruk av fiskepumpe.

Gjennfangstene av smålaks i Altaelva i 2010 var høyere enn for de tre foregående årene. Andelen små-, mellom- og storlaks har variert mye fra utsettingene i 2002 til 2007. Smålaksen har variert mellom 34 og 70 %, mens storlaksen tilsvarende mellom 20 og 63 %. Andelen mellomlaks har vært lav alle år (3 -18 %).

Gjennfangstratene for anleggsprodusert smolt utsatt i Halselva og vill merket smolt fra Halselva var lave.

Bengt Finstad. Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, N-7485 Trondheim.  
Epost: [benkt.finstad@nina.no](mailto:benkt.finstad@nina.no).

Rita Strand. Vilt- og fiskeinfo AS, Ranheimsvegen 281, N-7054 Ranheim.

## Abstract

Strand, R. & Finstad, B. 2011. Experimental Atlantic salmon smolt production and release in the River Halselva and the River Alta - 2010. – NINA Rapport 758. 35 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. A focus on the causes to fish damage and attempts to reduce the damage during production is needed. The aim of this study was to investigate potential positive effects of a change in the smolt production from release of one-year old to two-year-old smolt.

The two-year old salmon smolts released in 2010 grew faster than planned and smoltified too early in the second growth season and thereby desmoltified and experienced scale loss. The damage to the fins for the two-year-old smolts was still too high and no improvement compared to the year before was seen.

Seawater challenge tests showed that all of the two-year old salmon smolts were seawater tolerant in week 27 (release time), but already one month earlier they smoltified with a subsequent desmoltification. Of the two-year old sea trout, 100 % of the fish was seawater tolerant in week 25 (release time). Arctic charr were released in week 25, when 94 % were smoltified.

Handling and transportation to the release site may induce stress in fish, in terms of imbalance in freshwater plasma chloride, cortisol and magnesium levels. In order to reduce the stress level we used a fish pump to transfer half of the groups from tanks in the hatchery to transport tanks, and half of the groups were hauled as usual. However, the fish pump did not reduce the stress level as expected; rather the opposite, the hauling induced less stress to the fish than the fish pump.

The recapture rate of one-sea winter salmon in 2010 was higher than the three previous years. The proportion of one sea-winter fish has varied between 34 and 70 % during the period from 2002 to 2007, and the three-sea winter between 20 and 63 %. The proportion of two-sea-winter fish has been low, 3 to 18 % over the studied years.

The recapture rates for hatchery-reared fish released in the River Halselva, and wild tagged smolt from River Halselva had low recaptures.

Bengt Finstad. Norwegian Institute for Nature Research, P.O. Box 5685 Sluppen, N-7485 Trondheim, Norway. Email: [bengt.finstad@nina.no](mailto:bengt.finstad@nina.no).

Rita Strand. Vilt- og fiskeinfo AS, Ranheimsvegen 281, N-7054 Ranheim, 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 Stamfisk og smoltproduksjon .....	8
2.3 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder .....	10
2.4 PIT-merkinger av sjøørret og sjørøye i fiskefella i Halselva .....	12
2.5 Definisjon av begreper .....	13
<b>3 Resultater .....</b>	<b>14</b>
3.1 Produksjonsforhold .....	14
3.2 Smoltifiseringsforsøk.....	16
3.3 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering .....	18
3.4 Stressforsøk .....	19
3.5 Registrering av PIT-merker .....	21
3.6 Gjenfangster .....	25
<b>4 Diskusjon.....</b>	<b>32</b>
<b>5 Litteratur .....</b>	<b>34</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. Prosjektet med forsøksproduksjon av laksesmolt gikk fram til og med 2001. Resultater fra disse undersøkelsene er tilgjengelig i Finstad (1995), Finstad & Nilsen (1997, 1998), Finstad et al. (1999), Strand & Finstad (1995, 2000, 2001, 2002). Videreføring av prosjektet ble igangsatt i 2002 og gikk fram til og med 2006. I disse årene fulgte vi opp de tidligere undersøkelsene, og det ble lagt sterkere vekt på produksjonsbetingelsene i anlegget, i forsøk på å redusere typiske oppdrettsrelaterte skader på fisken. Resultater fra de videreførte undersøkelsene er utgitt i Strand & Finstad (2003, 2004, 2005, 2006, 2007). Pålegg om forsøksproduksjon utløp i 2006, men har siden vært videreført i påvente av avklaring om varig manøvreringsreglement for Alta Kraftverk. Resultater fra disse forsøkene er publisert i Strand & Finstad (2008, 2009, 2010). Alta Kraftverk ble gitt varig manøvreringsreglement i februar 2010 og det ble dermed besluttet at det ikke var behov for fiskeutsetninger i Altaelva lenger.

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.

Trondheim, november 2011

Bengt Finstad  
Prosjektleder



# 1 Innledning

Smoltproduksjonen ved settefiskanlegget i Talvik er inne i en overgangsfase i forhold til tidligere år med et skifte fra å produsere ettårig til toårig laksesmolt. For å produsere toårig smolt må vanntemperaturen senkes. Lavere vanntemperatur vil dessuten kunne føre til at fisken får færre produksjonsrelaterte skader. Oppvarmet vann fra elva som benyttes for å gi bedre vekst, har vist seg å gi oppblomstring av ektoparasitter som gjellecostia (*Ichthyobodo necator*) i tidlig yngelstadie, og skadene fortsetter å utvikle seg videre fram til smoltstadiet. En omlegging til en mindre intensiv smoltproduksjon hvor toårig smolt går på råvann fra elva kan derfor gi en bedre smolt. Allerede i 2007 og 2008 ble det fra henholdsvis 2006- og 2007-årgangene satt av fisk til å produsere toårig smolt som ble satt ut våren 2008 og 2009. Disse årgangene gikk imidlertid på oppvarmet vann det første året. Laksesmolt som hadde gått utelukkende på kaldt vann ble satt ut i 2010.

Smoltproduksjon i kunstige omgivelser er avhengig av at omgivelsesfaktorene er mest mulig lik det fisken opplever i vill tilstand. Synkronisering av faktorer som styrer smoltifiseringen hos laksefisk (daglengde og temperatur) er avgjørende for om ungfisken vil smoltifisere til rett tid og vandre ut i sjøen på et tidspunkt som er optimalt med hensyn til overlevelse og vekst (Poston 1978; Wedemyer et al. 1980; Lundqvist 1983; Parker 1984; Hoar 1988; Boeuf 1993; Høgåsen 1998; lwata 2007; Bjerknes 2007). I løpet av de siste prosjektperiodene har vi kommet fram til et lys- og temperaturregime som får smolten til å smoltifisere omtrent på samme tidspunkt som vill laksesmolt forlater Altaelva. Det har imidlertid vært noen år hvor anleggssmolten har smoltifisert for tidlig og begynt å desmoltifisere fram mot utsettingstidspunktet. Vi følger derfor opp hver årgang med sjøvannstester hver vår fram mot utsetting.

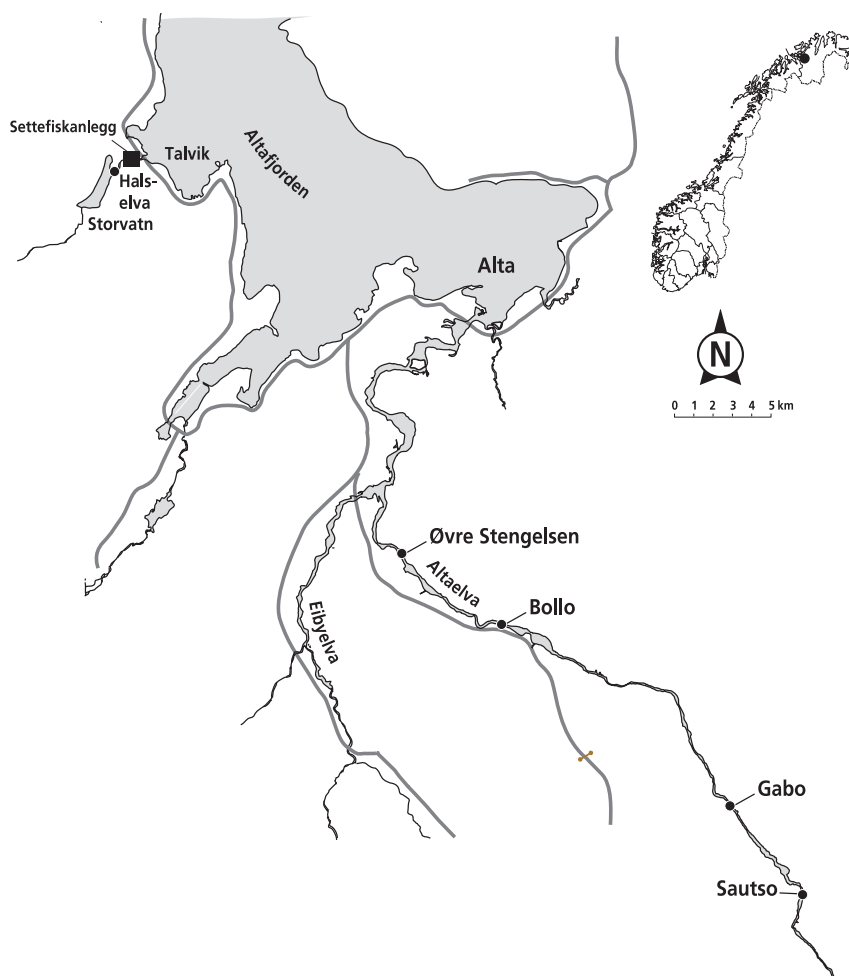
Vi har tidligere utført merkeforsøk ved å sammenlikne gjenfangster i utsettingselva av laks merket med Carlinmerker og PIT-merker. I 2009 og 2010 benyttet vi sjøørret og sjørøye for å teste registreringssystemet for PIT-merking ved automatisk registrering i ned- og oppgangsfella (Strand & Finstad 2010).

Stress hos fisken kan medføre redusert sjøvannstoleranse, redusert immunforsvar og kan påvirke atferden (Høgåsen 1998; lwata 2007; Bjerknes 2007). Håving fra kar til bil og transport av smolt til utsettingsstedet er stressfaktorer for smolt (Strand & Finstad 2008, 2009, 2010). Vi ville derfor prøve ut en fiskepumpe som alternativ til håving for å se om denne ville redusere stressnivået hos fisken før utsetting. Avstressing i hvilemerd etter transport er tidligere blitt benyttet med positive effekter på smoltens vandringsatferd og overlevelse (Iversen et al. 1998; Jonsson et al. 1999; Finstad et al. 2003). Vi utførte både transport-, opplastings- og stressforsøk både i Halselva og Altaelva i 2010. Stressnivået hos fisken ble målt underveis.

## 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 ei 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. Settefiskanlegget i Talvik er beskrevet i tidligere rapporter (bl.a. Strand & Finstad 2006, 2007, 2008, 2009, 2010).



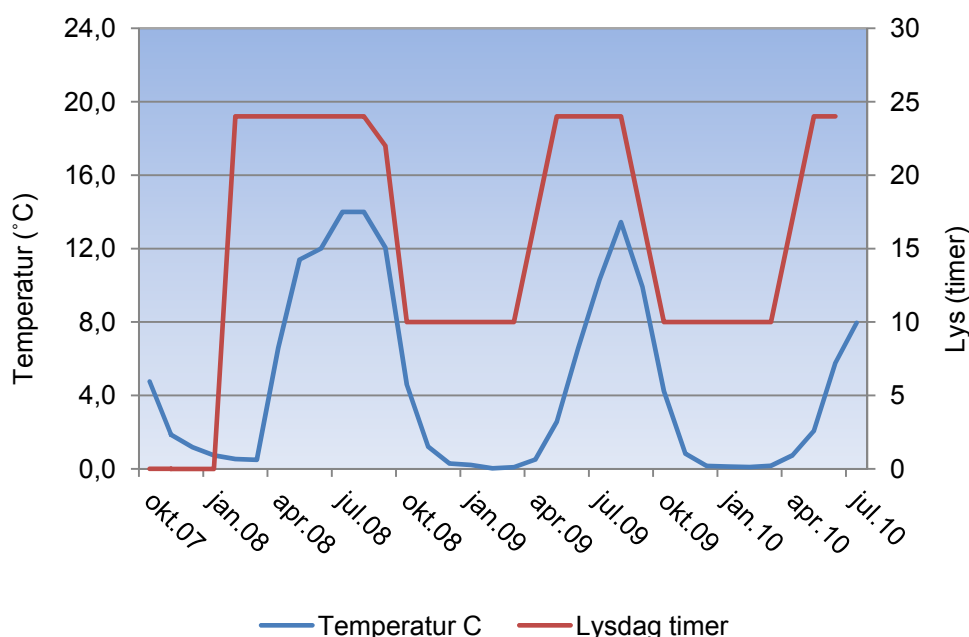
**Figur 1.** Geografisk oversikt over settefiskanlegget i Talvik, Altaelva og utsettingslokaliteter.

### 2.2 Stamfisk og smoltproduksjon

Stamfisket etter laks foregikk ved hjelp av stang og not fra Bollo til Øvre Sierra i Altaelva. Fangsten foregikk i perioden 4.-6. september 2007. Det ble tatt ni hunnlaks, og alle var tresjøvinter laks. De ni hannene hadde alle en kroppslengde større enn 82 cm. Den lengste var 130 cm, men det var vanskelig å lese av sjøalder på skjellene. Ni hunner og ni hanner ble strøket i perioden 23.-29. oktober 2007. Rognmengden innlagt ble beregnet til 117 131 rognkorn. Klekprosenten var 94,7 %. Antall ferdig startfødte yngel var 41 457 stk.

Stamfisken ble oppbevart på råvannstemperatur for Halselva, og holdt på filtrert og UV-bestrålet råvann fra Halselva fram til 3. april 2008. Deretter ble det brukt oppvarmet vann på yngelstadiet fram til 29. september 2008. I den videre produksjon fram til utsetting ble det brukt råvann fra Halselva (**figur 2**).

Fra innlegging til klekking ble rogn lagt i mørke. Plommeseekkyngelen ble holdt i mørke til ti dager før startfôring, da den ble gitt kontinuerlig dunkel belysning. Fra overføring til startfôringsavdeling 15. mai 2008 ble det gitt full lystyrke, og lysdagen ble holdt på 24 timer over vekstsesongen sommeren 2008. Høsten 2008 ble lysdagen redusert fra 24 til 10 timer i løpet av uke 39 fra 24.–30. september 2008. Våren 2009 ble lysdagen økt fra 10 til 24 timer i løpet av uke 17 fra 14.–20. april 2009. Høsten 2009 ble lysdagen redusert fra 24 til 10 timer i løpet av uke 14.–20. september, og økt igjen våren 2010 til 24 timer lys fra 12.–18. april (**figur 2**).



**Figur 2.** Temperatur og lys i anlegget under produksjon av 2008 - årgangen av toårig lakse-smolt.

Det ble gitt appetittjustert kontrollert fôrstyrke med stort sett jevnlig mål av biomasse i kar. Fôr anrikt med immunstimulanter og vitaminer ble tatt i bruk i korte perioder. Fôrstyrke om vinteren, nær 0°C, har variert fra 0,15 % for den minste og til 0,3 % for den største fisken, fordi erfaringer tilsier økt fôropptak på stor fisk på kaldt vann.

Costia ble påvist på flere kar fra en uke etter første fôrtildeling. Saltbehandling ble foretatt etter ti dager, uten forutgående forhøyet dødelighet. Dosering var 25 ‰ salt i 30 minutter, og kontroll av resultatet bekreftet at behandlingen virket. Det har vært relativt moderat parasittbelastning på denne årgangen. Kontrollhyppighet var i stor grad styrt av observasjoner av fiskeatferd (blinking). Hele årgangen ble saltbehandlet med 30 ‰ salt i 45 til 60 minutter etter mye blinking og påvisning av Trichodina (ciliater) fra 11. februar- 31. mars 2009, og på ny 4.-11. juni 2009 med 30 ‰ salt i 60 minutter. Fire kar ble saltbadet med 30 ‰ salt i 45 minutter etter forhøyet dødelighet 6.-16. juli 2009. Forutgående mikroskopiering viste kun en sparsom forekomst av Costia som normalt ikke gir dødelighet på denne størrelse fisk.

Dødsårsak viste seg å være desmoltifiseringsstress (reduert sjøvannstoleranse) og jernutfelling på gjeller. Etter avsluttet merking og før utsetting var det igjen en del Trichodina på fisken og fra 26. april til 9. mai 2010 ble hele årgangen behandlet på ny med 30 ‰ salt i 1 time.

Fisken ble sortert én gang, og det skjedde i perioden 11-29. september 2008. Fisken ble uhen-siktsmessig stor og smoltifiserte i stor grad tidlig i andre vekstsesong og pådro seg skjelltap i desmoltifiseringsprosessen. Denne type skader kunne antagelig vært redusert med produksjon av mindre og jevnere fisk.

Utviklingen av skader på fisken produsert fram til toårssmolt ble fulgt opp med den interne ska-deregistreringen. Utkast ved merking var på 24 %, og det ble merket 20 256 toårig smolt. Ska-der 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. Minimum utsettingslengde var 150 mm og minimum vekt var 40 gram.

**Tabell 1.** Maksimum tillatt skade ved merking av laks av 2008-årgangen satt ut våren 2010.

	Maksimum tillatt skade ved merking/utsetting	Maksimum tillatt tap av areal (%)
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

Standardiserte sjøvannstester ble utført for toårig lakse-, ørret- og røyesmolt fra uke 17 til uke 27. Blodprøver av laksesmolten for måling av kortisol, klorid og magnesium før og etter trans-port ble utført for å få et mål på stress hos fisken i forbindelse med transport og utsetting i Al-taelva. Sjøvannstesting og måling av stress ble utført som beskrevet i Iversen et al. (1998) og Finstad et al. (2003).

## 2.3 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder

Forsøksgruppene som ble produsert ved settefiskanlegget i Talvik ble satt ut både i Halselva og i Altaelva (**figur 1**) etter ulik behandling mhp. opplasting, transport, direkte utsetting, hvile samt sted og tid ved utsetting.

### Smoltutsettinger i Altaelva

Laksemolt ble transportert med helikopter eller bil fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Øvre Stengelsen (like nedenfor Bollo) og i munningen (**figur 1**). Fra opplasting av fisken i sette-fiskanlegget til utsetting etter transport til Altaelva tok det omlag 20 minutter med helikopter og to timer med bil. Utsettingsmærden i Altaelva som ble benyttet for avstressing etter biltransport var 10 m<sup>3</sup> og fisken fikk hvile i en uke i denne før frislipping.

Det ble satt ut fem grupper med laksesmolt i Altaelva i 2010 (**tabell 2**). Sammenlignbare grupper ble behandlet slik at vi kunne teste opplastingsmetode, transportmetode, utsettingssted og effekt av hvile etter transport.

**Tabell 2.** Grupper av laksesmolt som har fått ulik behandling før de ble satt ut i Altaelva våren 2010. Behandlingen var ulik med hensyn til transport, hvile og opplastingsmetode (se metoder). \*Gruppen ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemær en uke før utsettingsdato.

Gruppe	Utsatt dato	Antall utsatt	Utsettingsmetode	Opplastingsmetode	Utsettingssted
303	02.07.	2875	Bil-hvile*	Håving	Øvre Stengelsen, Altaelva
304	02.07.	2980	Bil-direkte	Håving	Øvre Stengelsen, Altaelva
327	01.07.	2958	Helikopter-direkte	Pumping	Øvre Stengelsen, Altaelva
344	30.06+01.07.	2983	Helikopter-direkte	Pumping	Munning, Altaelva
345	30.06.	2998	Helikopter-direkte	Håving	Munning, Altaelva

### Utsettinger i Halselva

To grupper av laksesmolt ble håvet i forbindelse med transport, og to grupper ble pumpet over i transportkarene. Alle gruppene hadde lik bakgrunn og ble satt ut samtidig en km ovenfor fella i Halselva for å teste utvandring som funksjon av stress/opplastingsmetode (**tabell 3**). Tidspunkt for når smolten kom ned i fella, samt andel fra de ulike gruppene ble registrert og utvandningsandel og utvandningsrepons ble beregnet. Tilsvarende ble to grupper satt i hvilemerd i Halselva en uke før utsetting (24.06.2010), og to grupper ble satt direkte ut etter transport (**tabell 4**). Andel fisk som vandret ut og tid til utvandring ble beregnet.

**Tabell 3.** Grupper av laksesmolt som har fått ulik behandling før de ble satt ut i Halselva våren 2010. Behandlingen var ulik med hensyn til opplastingsmetode (se metoder).

Gruppe	Utsatt dato	Opplastingsmetode	Antall	Smoltalder
201	29.06	Håving	98	2
202	29.06	Håving	100	2
203	29.06	Pumpe	99	2
204	29.06	Pumpe	100	2

**Tabell 4..** Grupper av laksesmolt som har fått ulik behandling før de ble satt ut i Halselva våren 2010. Behandlingen var ulik med hensyn til utsettingssmetode (se metoder). All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halselva.

Gruppe	Utsatt dato	Utsettingsmetode	Antall	Smoltalder
305	28.06	Direkte utsetting	100	2
306	28.06	Direkte utsetting	100	2
307	28.06	Hvile etter transport	100	2
308	28.06	Hvile etter transport	100	2

## Smoltifiseringsforsøk

Seks grupper av laksesmolt med lik bakgrunn ble satt ut en km ovenfor fella i Halselva fordelt på ukene 25, 26 og 27 for å teste utvandringssatferd i forhold til hvor langt fisken hadde kommet i smoltifiseringsprosessen (gruppe 309 – 314, **tabell 5**). Tidspunkt for når smolten kom ned i fella, samt andel fra de ulike gruppene ble registrert og utvandringssandel og utvandringsspons ble beregnet.

**Tabell 5.** Smoltifiseringsforsøk gjennomført med laksesmolt ved settefiskanlegget i Talvik våren 2010. All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halselva og all smolt var toårig.

Gruppe	Utsatt dato	Forsøk (behandling)	Antall	Anmerkning
309	21.06	Smoltifiseringsgrad	100	Uke 25
310	21.06	Smoltifiseringsgrad	100	Uke 25
311	28.06	Smoltifiseringsgrad	97	Uke 26
312	28.06	Smoltifiseringsgrad	100	Uke 26
313	05.07	Smoltifiseringsgrad	99	Uke 27
314	05.07	Smoltifiseringsgrad	100	Uke 27

## 2.4 PIT-merkinger av sjørret og sjørøye i fiskefella i Halselva

Et PIT-merke er et individuelt nummerert merke som stikkes inn i bukula på fisken med ei sprøyte eller med en spesialpistol. PIT står for "Passive Integrated Transponder". PIT-merkene er indre merker. De registrerer ingenting aktivt, men fungerer som en elektrisk coil som gir en bestemt ID når de passerer magnetfeltet til ei antenne. Merkene kan ha ulik størrelse alt etter hvor stor fisken er, og hvor sterke signalene må være når en skal registrere fisk som passerer ei antenne. Nummeret kan leses av ved hjelp av en PIT-merkeleser (antenne) som holdes inn til fisken uten å skade den eller en undervannsantenne som registrerer fisken automatisk. Den alfanumeriske koden har 34 000 000 000 merkekombinasjoner, noe som i praksis innebærer at fisken er individmerket. I denne undersøkelsen har vi montert en antenne (diameter 20 cm) rundt samlerøret fra renna i nedgangsfella, dvs. før fisken går i fangstburet for registrering i fella (se bilder og videre forklaringer i Strand & Finstad 2010). Antennesystemet ledes via et ledningsnett til en koblingsboks på innsiden av fellehuset og videre til PCen i fella som jevnlig logger og lagrer disse registreringene automatisk 24 timer i døgnet. Dette systemet er videre koblet opp mot en server som gjør at vi kan avlese dataene jevnlig på NINAs intranett og også fjernstyre eventuell oppgradering av programvare og rette opp i uforutsette feil som måtte oppstå.



PIT-merkene som ble benyttet i dette forsøket er av type ISO 11784/85, leverandør Trac ID Systems AS, størrelse (lengde/diameter) 12x2 mm, frekvensområde 134,2 KHz. Antennene som ble benyttet på oppvandringsregistrering er av type 50 x 55 cm TRAC-47-AA og på nedvandringsregistrering 30 cm rund TRAC-30-AA, leverandør Trac ID Systems AS, frekvensområde 134,2 KHz. PIT-merkepistol-type: merkepistol blå, leverandør Trac ID System AS. Leser er av type: Trac-21-AA. Strømforsyning er: Trac-12-12. Grensesnitt mellom leser og registreringssystem: Data ligger i en SQL server database som vi henter dataene ned fra og den er tilgjengelig i lokal database.

Ved oppvandring registreres fisken vha. ei PIT-merkeantenne som er montert i fangstrenna opp mot fangstburet i oppgangsfella. Antennesystemet her består av ei ramme på 50\*50 cm som er plassert i ei slisse i muren for åpningen til oppvandringsfella. Dette systemet skal kunne logge all fisk som passerer ved oppvandring. Antennesystemet ledes som ved nedgangsfella via et ledningsnett til en koblingsboks på innsiden av fellehuset og videre til PCen i fella som jevnlig logger og lagrer disse registreringene automatisk 24 timer i døgnet. Ned- og oppgang-registreringene holdes separate ved logging på PC.

Registreringssystemet for PIT-merkingen har tidligere vært for unøyaktig, og ved å benytte røye og ørret som vandrer tilbake til elva samme sesong, forventet vi at test av registreringssystemet ville bli mer effektivt. I 2009 og 2010 ble det satt ut totalt åtte forsøksgrupper, hvorav en PIT-merket gruppe var laks med første gjenfangst i 2011 (**tabell 6**). Gruppene med sjørøye og sjørørret har vi gjenfangstregistreringer på fra 2009 (Strand & Finstad 2010) og 2010 (denne rapporten).

**Tabell 6.** Toårig sjørøye og sjørørret satt ut i Halselva i 2010 for å teste merkem metode. En gruppe toårig PIT-merket laks ble satt ut i 2010 med første forventet gjenfangst i 2011. NF=nedenfor felle. OF=Ovenfor felle.

Gruppe	Art	Utsatt dato	Utsatt sted	Merkemetode	Antall utsatt
341	Røye	22.06.10	NF	PIT	223
342	Ørret	22.06.10	OF	PIT	916
343	Røye	22.06.10	NF	PIT	889
324	Laks	24.06.10	NF	PIT	1711

## 2.5 Definisjon av begreper

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

- Utvandningsandel beskriver andel av utsatt fisk som ble registrert nedvandrende i fella i løpet av hele registreringsperioden.
- Utvandningsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer etter utsetting. For å beskrive dette bruker man 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

##### Skader

Finneskader hos laksesmolten har vært meget høy over mange år. Det er forsøkt mange forskjellige tiltak for å redusere skadene, men det er ikke funnet noen enkeltfaktorer som ser ut til å forårsake skadene. For ettårig smolt fra årgangene 2006 og 2007 var det en svak tendens til at skadene på fisken var blitt noe redusert i forhold til de tidligere årene (**tabell 7**). For toårig smolt var skadegraden fremdeles alt for høy, og det ser ikke ut som at det har vært merkbar forbedring på 08-årgangen i forhold til 07-årgangen. I november året før utsetting var skadene lavere for 08-årgangen, men ved utsetting var de høyere enn 07-årgangen (**tabell 8**).

**Tabell 7.** Gjennomsnittlig utvikling av ryggfinneskade (%) på ensomrig yngel til utsettingsklar laksesmolt for årgangene 1998 - 2007 ved settefiskanlegget i Talvik.

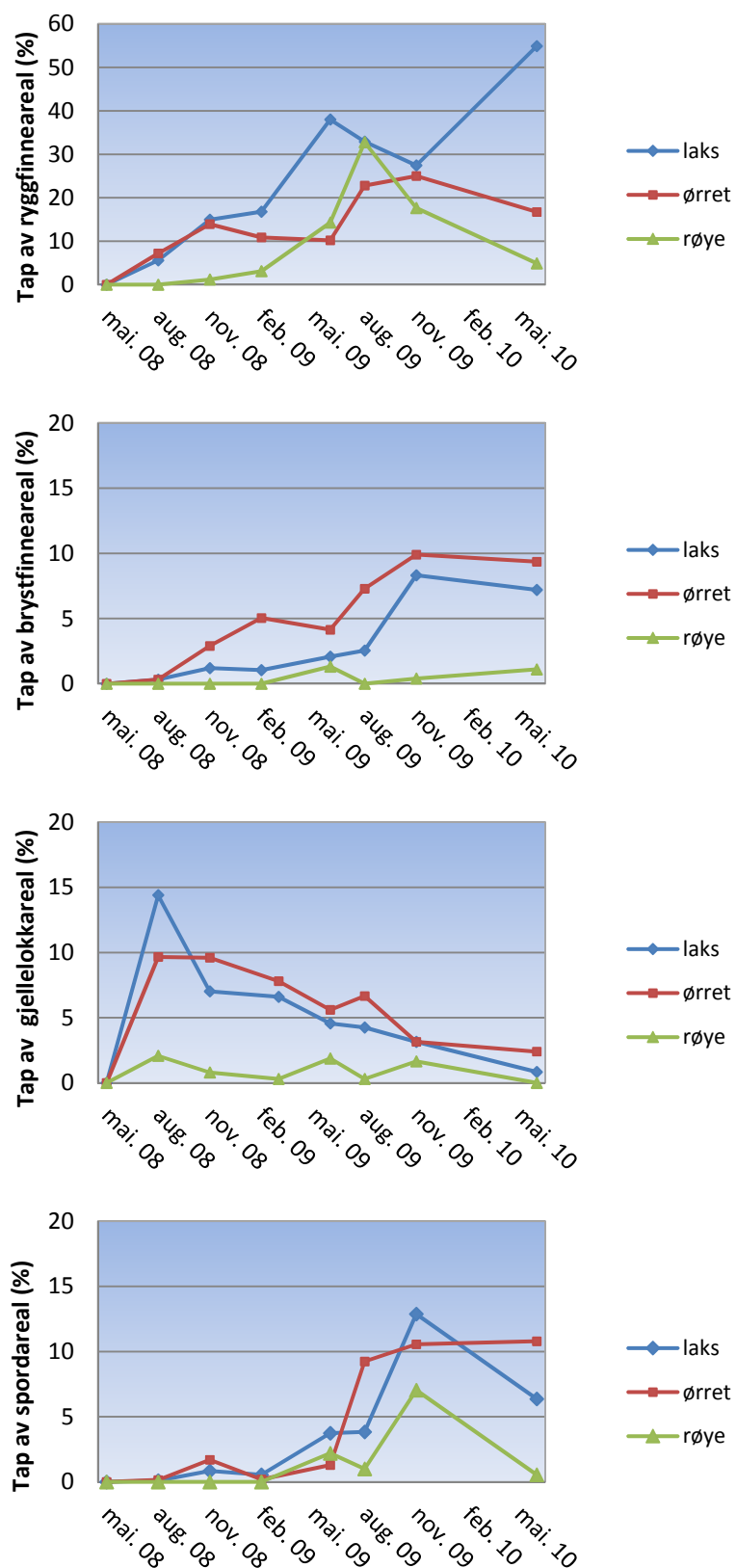
Årgang	Smoltalder	Juni, yngel (%)	Oktober (%)	Februar (%)	Juni, presmolt (%)
2001	1	4,7	28,3	43,2	68,5
2002	1	14,5	31,1	48,6	70,2
2003	1	9,5	23,4	55,6	72,5
2004	1	10,8	25,3	19,8	63,6
2005	1	20,2	28,5	39,3	76,9
2006	1	16,0	21,5	29,1	51,4
2007	1	18,7	22,2	28,6	49,1

**Tabell 8.** Gjennomsnittlig utvikling av ryggfinneskade (%) på tosomrig yngel til utsettingsklar laksesmolt for årgangene 2007 og 2008 ved settefiskanlegget i Talvik.

Årgang	Smoltalder	Juni, yngel (%)	November (%)	Mars (%)	Juni, presmolt (%)
2007	2	53,1	54,1	49,4	42,5
2008	2	41,5	28,8	-	56,0

Brystfinner, ryggfinne og spord utviklet seg negativt hos laksesmolten gjennom hele produksjonsperioden og det synes å gjenspeile en lengre produksjonstid og temperatur (**figur 3**). Gjellelokkskadene ble mindre fram mot utsetting. Det var også langt mer skjelltap på årets to-åringer sammenlignet med tidligere årganger (se tidligere rapporter). I november 2009 var over halvparten av fisken registrert med tap av skjell, 35 % i snitt. Ved utsetting manglet en fjerdedel av den merkede fisken ca 15 % av skjelldrakten.

Toårig ørret hadde mye av det samme skadebildet som laks med hensyn til gjellelokk, spord og brystfinner, mens ryggfinnen hos laksen ved utsetting var styggere enn hos ørreten. Røya hadde gjennomgående mindre skader enn laks og ørret (**figur 3**).



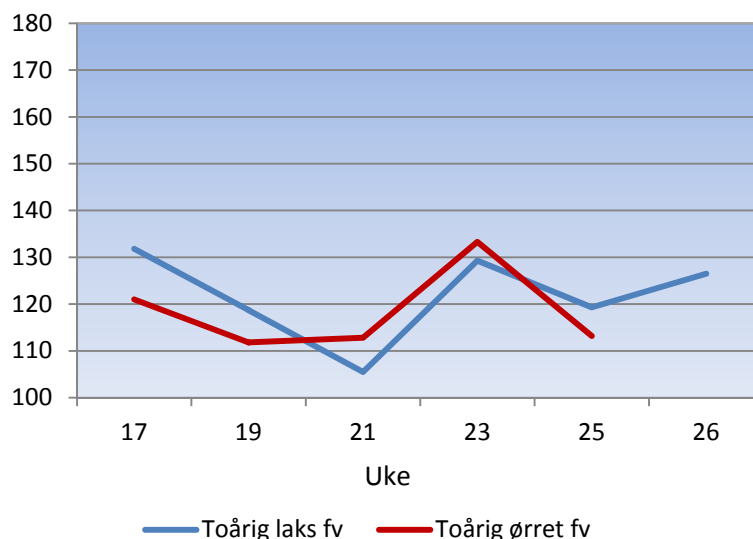
**Figur 3.** Gjennomsnittlig tap (%) av finne-, gjellelokk- og spordareal hos laks (toårig), sjøørret og sjøørre satt ut våren 2010.

### 3.2 Smoltifiseringsforsøk

Daglengde og temperatur i anlegget under produksjonen og utover våren ble forsøkt tilpasset slik at smolten var sjøvannstilvent i uke 26 når villsmolten i Altaelva vandrer ut. Laksesmolten hadde en gjennomsnittlig lengde på 241,7 mm, noe som er høyere enn forutsatt. Også sjøørret og sjørøye hadde stor kroppsstørrelse (**tabell 9**). Forskjeller i kloridnivå ble tolket som forskjeller i sjøvannstoleranse hvor plasmakloridverdier < 160 mM tyder på god sjøvannstoleranse. Plasmakloridnivåene lå innen normalnivået under hele prøvetakingen i ferskvann hos både laks og sjøørret (< 140 mM) (**figur 4**).

**Tabell 9.** Kroppslengde (mm), vekt (gram) og standard avvik (sd) for sjøvannstestet smolt av laks, ørret og røye før utsetting i 2010. N= antall fisk fra hver gruppe som ble testet den aktuelle uken.

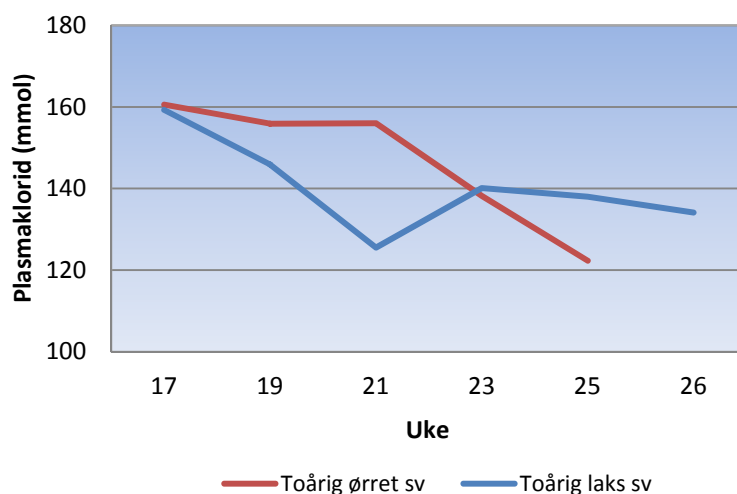
Uke	Laks				Ørret				Røye				N
	Lengde	sd	Vekt	sd	Lengde	sd	Vekt	sd	Lengde	sd	Vekt	sd	
17	231,1	35,4	126,9	54,2	201,9	11,8	85,5	17,2					16
19	237,0	31,3	132,3	48,2	192,9	14,2	75,7	16,8					16
21	227,8	29,8	120,4	48,9	198,1	13,5	84,0	18,2					16
23	250,6	37,6	161,9	64,7	199,1	13,1	85,9	21,2	229,2	29,8	103,5	50,2	16
25	256,1	30,6	166,9	53,7	207,8	5,9	96,2	9,7					16
26	241,7	33,2	137,4	59,5									16
Snitt	240,9	33,7	140,5	56,9	200,0	12,7	85,5	17,9	229,2	29,8	103,5	50,2	



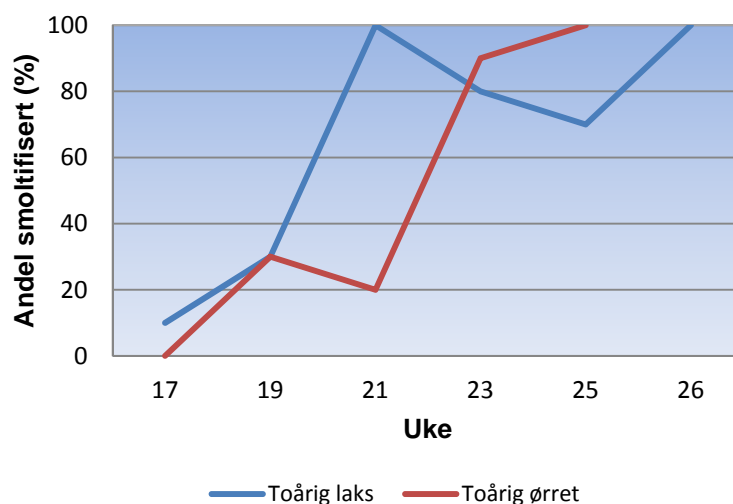
**Figur 4.** Plasmaklorid hos toårig laksesmolt og sjøørret som gikk på ferskvann i anlegget fra uke 17 til 26 i 2010. fv=ferskvannsverdier.

Sjøvannstestene viste at laksesmolten hadde god sjøvannstoleranse ved utsetting i Altaelva i uke 26 (**figur 5**). Allerede i uke 21 var laksesmolten sjøvannstolerant, men en del desmoltifi-

serte, slik at i uke 25 var bare 75 % sjøvannstolerante. Ved utsetting uka etter var 100 % sjøvannstilpasset. Toårig sjørret ble satt ut i uke 25, og målingene viste at 85 % regulerte godt uka før, og at all fisk regulerte godt i uke 25 (**figur 5 og 6**). Toårig røye ble satt ut i uke 25. På grunn av at hele årgangen totalt bestod av bare 240 fisk ble de testet kun en gang, i uke 23. Ingen døde her og 94 % av alle individene var sjøvannstilpasset (plasmakloridnivåer) ved utsetting (gjennomsnittslengde = 136,5 mm, sd = 9, n = 14).



**Figur 5.** Plasmaklorid hos toårig laksesmolt og sjørretsmolt som gikk på sjøvann i anlegget og ble testet fra uke 17 til 26 i 2010. sv = sjøvannsverdier.



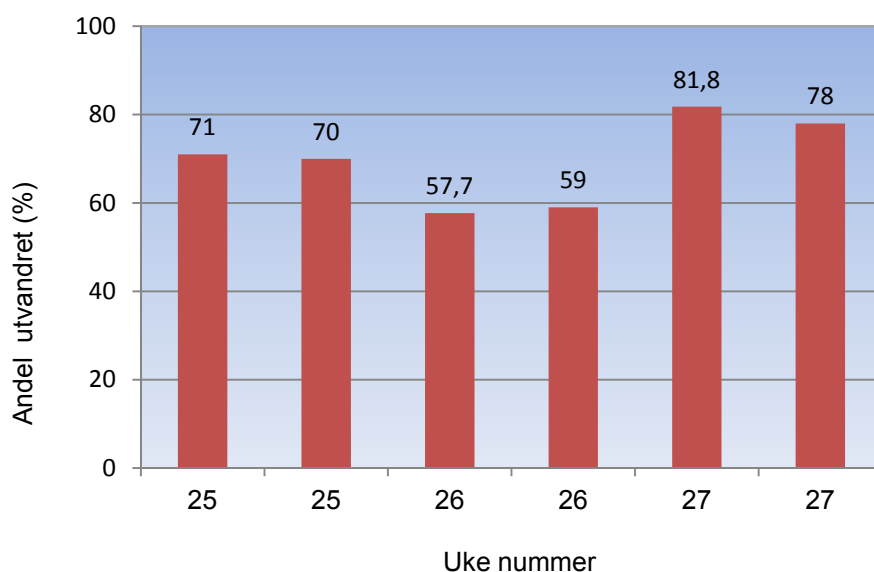
**Figur 6.** Andel av laks og sjørret som hadde smoltifisert (plasmakloridnivåer <150 mM) i ukene 17 – 26 i 2010.

### 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. Toårig smolt fra samme stamme ble behandlet likt i anlegget og satt ut i ukene 25-27 for å teste om det var forskjeller i utvandringsatferd (utvandringsandel og –respons) hos smolt satt ut til forskjellig tid (**tabell 5**).

#### Utvandringsandel

Det var en tendens til at en større andel av smolten vandret ut jo nærmere det naturlige utvandringstidspunktet de ble satt ut (uke 27), men forskjellene var ikke større enn at de kan forklares med tilfeldigheter (Kji-kvadrat-test,  $\chi^2=4,111$ ,  $df=2$ ,  $p=0,128$ ) (**figur 7**). Utvandringsandelen for smolt satt ut i uke 25, 26 og 27 var henholdsvis 70,5 %, 58,4 % og 80,4 %.

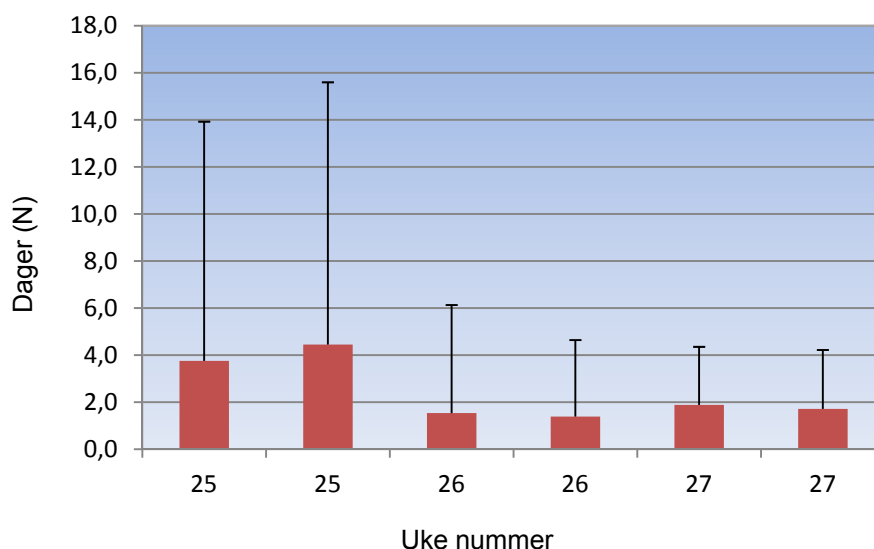


**Figur 7.** Andel laksesmolt som vandret ned Halselva i 2010. Det ble satt ut to grupper av smolt i hver av ukene 25, 26 og 27.

#### Utvandringsrespons

Smoltgruppene som ble satt ut i uke 25 brukte i gjennomsnitt ca 2,5 dager lengre tid fra utsetting til fellepassering enn gruppene satt ut i uke 26 og uke 27 (ANOVA,  $F=2,527$ ,  $df=5$ ,  $p=0,03$ ) (**figur 8**). Det var ikke signifikante forskjeller i utvandringsrespons mellom noen enkeltgrupper på grunn av stor variasjon innen gruppene (tuckey test,  $p<0,0001$ ) (**figur 8**). Gjennomsnittlig antall dager fra utsetting til fellepassering var henholdsvis 4,1, 1,5 og 1,8 dager for gruppene satt ut i ukene 25, 26 og 27.





**Figur 8.** Gjennomsnittlig antall dager (med standardavvik angitt) fra utsetting til fellepassering for laksesmolt satt ut i ukene 25, 26 og 27 i Halselva i 2010.

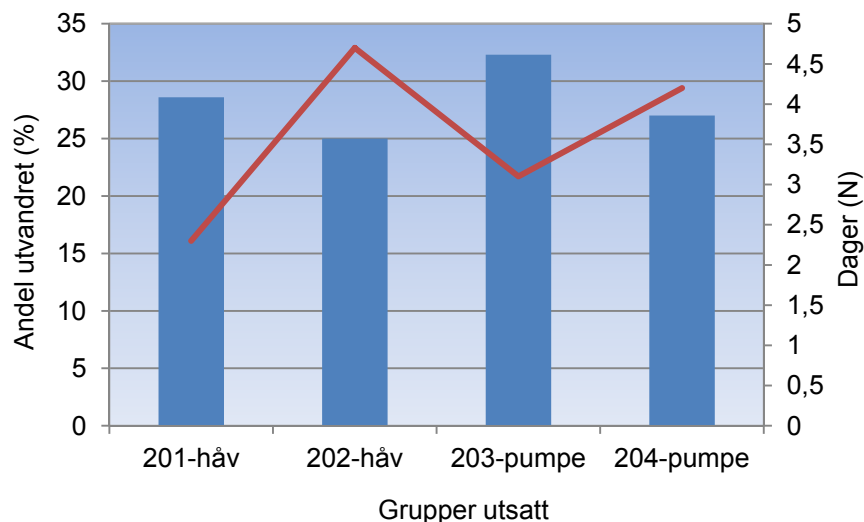
### 3.4 Stressforsøk

#### Opplastings- og transportstress

##### Halselva

Håving av fisk fra kar til transportkar har ved tidligere forsøk vist seg å påføre smolten stress som kan påvirke både vandringsatferd og overlevelse. Vi ville derfor prøve ut en fiskepumpe som alternativ til håving for å se om denne ville redusere stressnivået hos fisken før utsetting. To grupper ble håvet fra innekarene over i transportkar, mens to grupper ble pumpet over i transportkarene. Alle gruppene hadde lik bakgrunn og ble satt ut samtidig en km ovenfor fella i Halselva (**tabell 3**). Vi benyttet utvandringsandel og hvor raskt de vandret ned til fella som mål på stresspåvirkning.

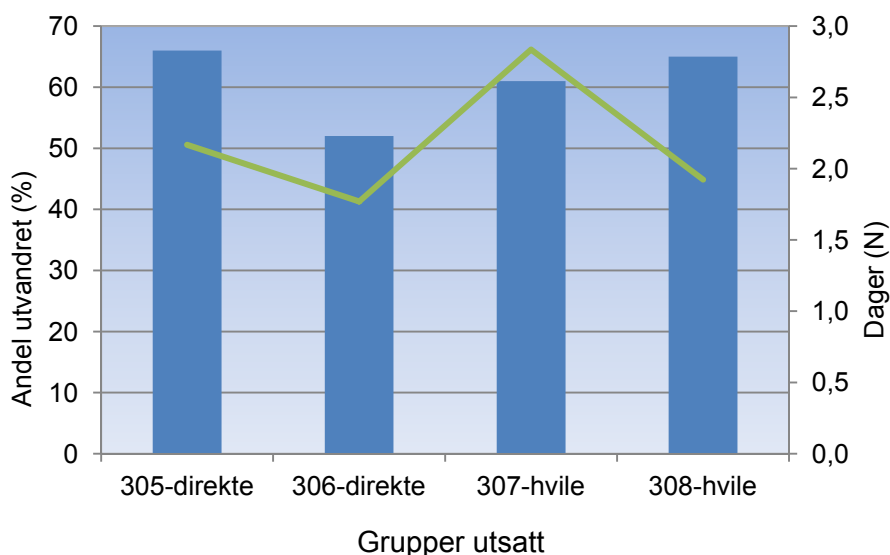
Andelen som vandret ned til fella var lav for alle gruppene. Bare 25 – 32 % av smolten ble registrert i fella utover i sesongen, men de som vandret gikk raskt ut. I gjennomsnitt brukte gruppene 2,3 – 4,7 dager (**figur 9**). Det var imidlertid ingen forskjell mellom de gruppene som ble håvet og de som ble pumpet opp fra karene, verken med hensyn til andel utvandret (Kjikkvadrat-test,  $\chi^2=0,2277$ ,  $df=1$ ,  $p=0,633$ ) eller hvor lang tid de brukte (ANOVA,  $F=1,075$ ,  $df=3$ ,  $p=0,363$ ).



**Figur 9.** Gjennomsnittlig utvandringsandel (søylor) og gjennomsnittlig antall dager (linje) fra utsetting til fellepassering hos laksesmolt satt ut ovenfor fella i Halselva i 2010.

Utsettingsforsøk ble utført i Halselva. For å simulere transport med tankbil fra Talvik til Altaelva med påfølgende utsetting (**tabell 4**) så ble grupper av smolt lastet opp i anlegget, transportert innen anlegget med truck og lastet opp i bil og transportert to timer og satt ut ovenfor fella i Halselva. Der ble halvparten av gruppene satt i bur i elva for avstressing en uke før de ble sluppet, mens den andre halvparten ble satt direkte ut på samme tid som de avstressede gruppene ble sluppet fri.

Det var ingen forskjell mellom gruppene som fikk hvile og gruppene som ble satt direkte ut etter transport, verken med hensyn til andel som vandret ut (Kji-kvadrat-test,  $\chi^2=0,163$ ,  $df=1$ ,  $p=0,686$ ), eller hvor raskt de vandret ned (ANOVA,  $F=0,596$ ,  $df=3$ ,  $p=0,618$ , **figur 10**).



**Figur 10.** Gjennomsnittlig utvandringsandel (søylor) og gjennomsnittlig antall dager (linje) fra utsetting til fellepassering hos laksesmolt transportert to timer med bil og ut i Halselva i 2010. Hvilegruppene (307 og 308) ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemær en uke før utsettingsdato.

### Altaelva

Vi målte plasmakortisol, plasmaklorid og magnesiumnivå fra opplasting i anlegg til utsetting i Altaelva for grupper som ble opplastet ved hjelp av håv og pumpe, satt ut oppe i elva og i munningen. Gruppene ble satt ut direkte etter transport eller ble holdt i hvilemerd før utsetting (**tabell 10**).

Kontrollen før opplasting viste at fisken hadde normale verdier for kortisol, magnesium og klorid i blodet (**tabell 10**). Etter opplasting med fiskepumpe økte kortisolverdiene kraftig, og også magnesiumverdiene økte, mens kloridnivået var lavere enn det som er normalt. Fisken som ble håvet viste ingen stressresponser. Etter transport hadde begge gruppene høye kortisolverdier. Her hadde gruppen som ble håvet noe høyere kortisolverdier enn gruppen som ble pumpet opp fra karene.

Gruppen som fikk hvile etter biltransport hadde kortisol- og magnesiumsnivåer ned mot det normale, mens kloridverdiene var noe lavere enn normalt i ferskvann.

**Tabell 10.** Gjennomsnittlig plasmakortisol (nM), plasmaklorid (mM) og magnesium (mM) med standardavvik (sd) målt før opplasting i anlegg (1), etter opplasting med hhv. fiskepumpe (2) og håv (3), etter at fisken hadde stått en uke i hvilemerd i Altaelva (4) og etter transport med helikopter for grupper som ble hhv pumpet (5) og håvet (6) fra karene.

Behandlingsmetode	Kort.	sd	Magnesium	sd	Klorid	sd
1) Kontroll før opplasting	55,11	55,15	1,04	0,10	120,3	7,3
2) Etter opplasting vhj. pumpe	449,4	297,2	1,19	0,20	118,8	4,0
3) Etter opplasting vhj. håv	51,9	38,5	1,01	0,16	125,0	2,7
4) Etter transport med bil og hvile en uke	128,1	108,6	1,00	0,17	114,0	14,8
5) Etter transp. helikopter-direkte-pumpe	477,1	133,8	1,81	0,31	121,3	4,7
6) Etter transp. helikopter-direkte-håv	537,9	150,3	1,26	0,22	124,2	3,0

## 3.5 Registrering av PIT-merker

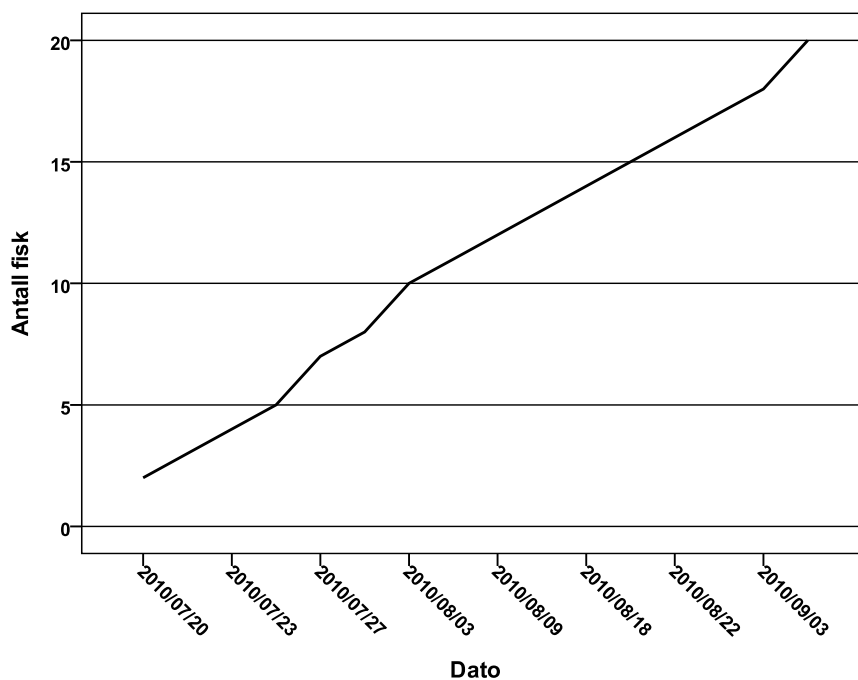
Sjørøye og sjørøret ble satt ut ovenfor og nedenfor fella i 2009 for å teste registreringssystemet for PIT-merking (se Strand og Finstad 2010 for ytterligere info for 2009 -forsøkene).

Forsøket ble gjentatt i 2010 (**tabell 11**) med grupper av sjørøye satt ut nedenfor fella og sjørøret ovenfor fella.

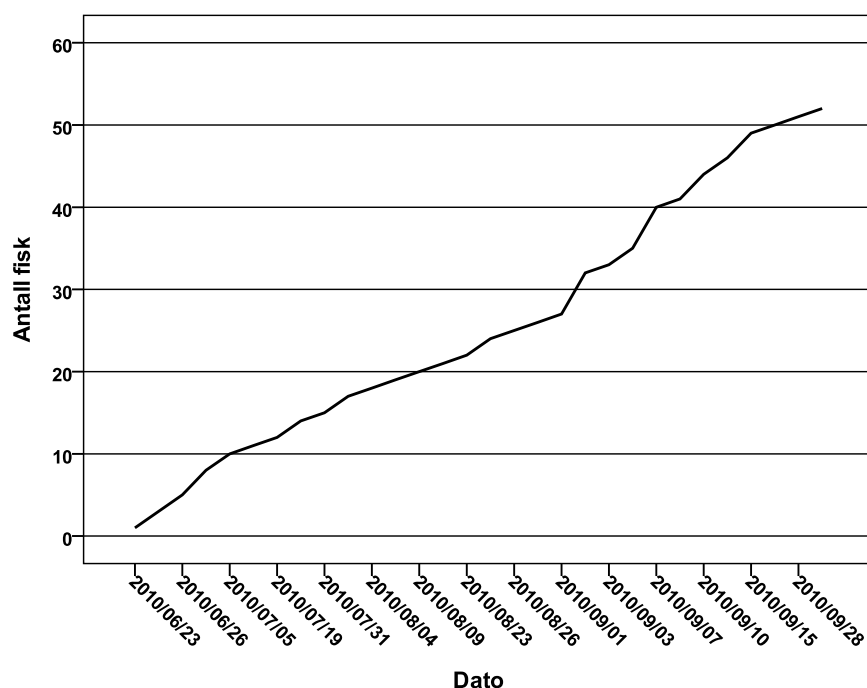
**Tabell 11.** Toårig sjørøye og sjøørret satt ut Halselva i 2010 for å teste merkemetode. Vekt og lengde for fisk fra gruppe 341, 342 og 343 var henholdsvis 193 gram/27.4 cm, 93 gram/20.3 cm og 86 gram/19.6 cm. OF = ovenfor felle; NF = nedenfor felle.

Gruppe	Art	Utsatt dato	Sted	Merke-metode	# utsatt	Gjenf.PIT ned		Gjenf. PIT opp	
						N	%	N	%
341	Røye	22.06.10	NF	PIT	223			20	9
342	Ørret	22.06.10	OF	PIT	916	506	55,2	32	6,3*
343	Røye	22.06.10	NF	PIT	889			52	5,9

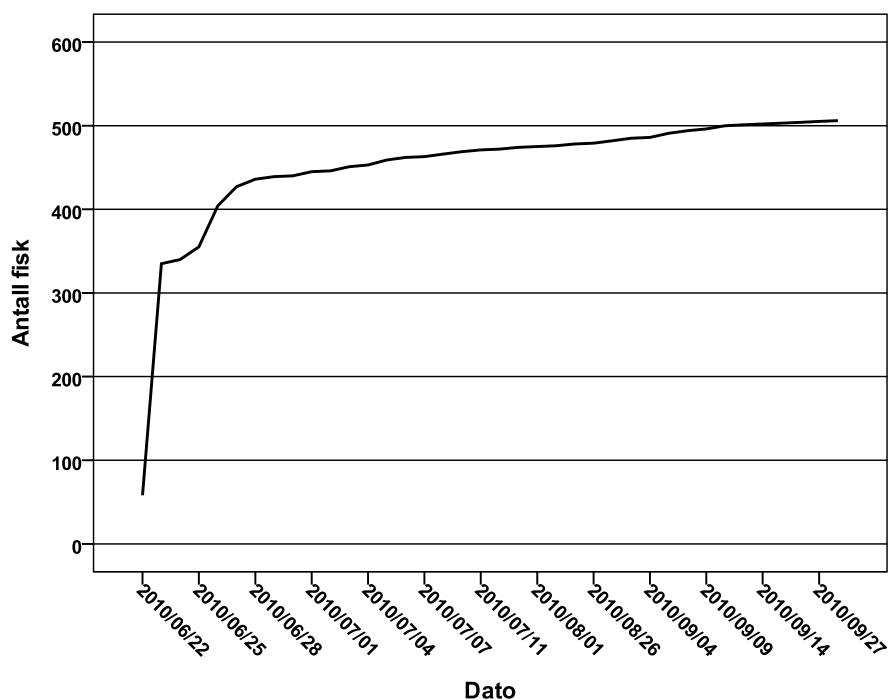
\* Beregnet av andelen fisk som gikk ned fella.



**Figur 11.** Vandringsfrekvens for sjørøye (N = 223, gruppe 341) satt ut nedenfor fella i Halselva den 22.06.2010 og registrert på oppvandring vha PIT-merke antenne i oppgangsfella. Se **tabell 11** for nærmere forklaringer.



**Figur 12.** Vandringsfrekvens for sjørøye satt ut nedenfor fella (N = 889, gruppe 343) i Halselva den 22.06.2010 og registrert på oppvandring vha PIT-merke antenne i oppgangsfella. Se **tabell 11** for nærmere forklaringer.



**Figur 13.** Vandringsfrekvens for sjørret (N = 916, gruppe 342) satt ut ovenfor fella i Halselva den 22.06.2010 og registrert på nedvandring vha PIT-merke antenne i oppgangsfella. Se **tabell 11** for nærmere forklaringer.

Resultatene presentert i **figur 11, 12 og 13** er nok et underestimat i og med at 1) antennene ikke hadde 100% registrering av fisk og 2) i og med at de registrerte merkenummer ved mer-

king ble tastet inn manuelt er det grunn til å anta en liten feilprosent mhp. denne innleggingen av kodene. For videre prosjektfremdrift baserer vi oss på å benytte et optisk merkebord som registrerer automatisk lengde, vekt og PIT-merkenummer på fisken for å unngå denne feilkilden.

For sjørøye som ble satt ut nedenfor fella (gruppe 341 og 343) registrerte vi henholdsvis 5,9 og 9 % gjenfangst på oppvandring (**figur 11 og 12**). Det var den største fisken (fra gruppe 341) som hadde høyest oppvandringsprosent (9 %). For sjørørret som ble satt ut ovenfor fella (gruppe 342) vandret 55,2 % ut i sjøen og av disse gjenfanget vi 6,3 % på oppvandring (**figur 13**).



### 3.6 Gjenfangster

All laks, sjørret og sjørøye som vandrer opp i Halselva blir registrert i NINAs fiskefelle i vassdraget og gjenfangster fra utsettingene fanget av fiskere i elver og i sjøfisket blir registrert i NINAs merkesentral.

Foreløpige gjenfangster fra utsettingene av laks i Altaelva og Halselva fra 2001 til og med 2009 er oppsummert i **tabell 12 og 13**. I løpet av årene 2002 til 2010 har andel gjenfanget utsatt smolt variert fra 0 til 2,13 %. Gjenfangster i Altaelva vil variere med beskatningstrykket, mens gjenfangster i fella i Halselva i prinsippet skal fange opp all tilbakevandrende utsatt fisk. Det er imidlertid en begrensning her i og med at vi ser at i noen tilfeller unngår de største laksene å gå opp i fella.

#### Altaelva

I 2009 ble det satt ut bare 2741 laksesmolt i Altaelva på grunn av omlegging av smoltproduksjon til toårig smolt. Denne gruppen er den første med toårig smolt, men fikk produksjonsbetingelser som for ettårig smolt det første året. Denne gruppen hadde 0,40 % (n=11) gjenfangst som smålaks. Seks ble gjenfanget i Altaelva, og fem utenfor vassdraget.

I 2008 ble det satt ut 11 674 smolt i Altaelva. Fem individer av disse ble gjenfanget som smålaks til Altaelva og fem ble gjenfanget utenfor vassdraget. Ingen ble gjenfanget i andre elver. Dette utgjør 0,03 – 0,15 % gjenfangst som smålaks for de tre ulike gruppene satt ut i 2008. Inkludert gjenfangster av tosjøvinter laks i 2010 har gjenfangstene økt til 0,10 - 0,28 % for de ulike gruppene.

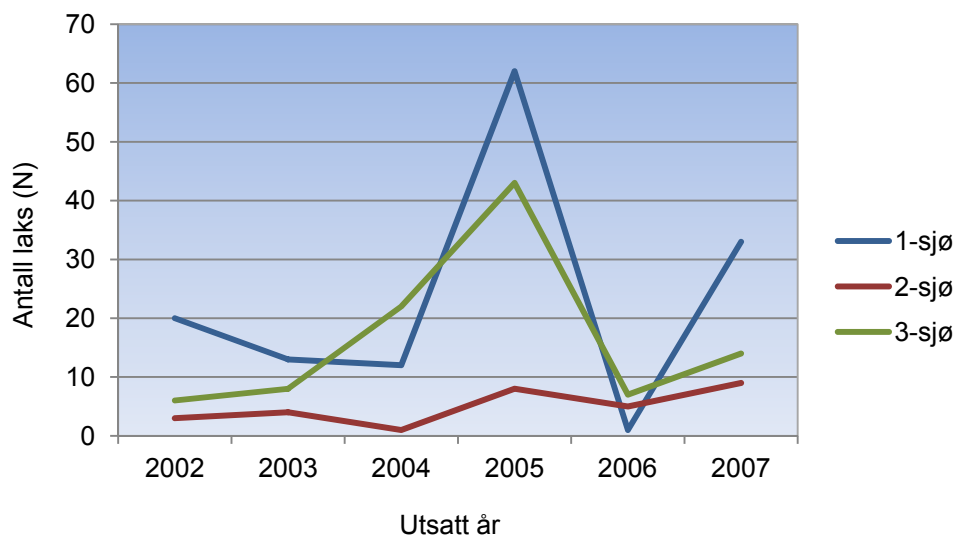
I 2007 ble det satt ut 11 676 smolt og etter tre år har det totalt kommet 24 individer tilbake til Altaelva og 32 ble gjenfanget utenfor vassdraget. To lakser ble gjenfanget i andre elver - Målselv og Reisaelva. Dette utgjør 0,44 – 0,59 % gjenfangst for de tre ulike gruppene satt ut i 2007 (**tabell 12**).

Fra utsettingene i 2006 ble det gjenfanget totalt 14 laks fra de to utsettingene (henholdsvis 0,21 og 0,16 %). Dette er inkludert to firesjøvinter laks som ble tatt utenfor vassdraget i 2010. Dette er det dårligste resultatet vi har registrert fra utsettingsforsøkene (**tabell 12**).

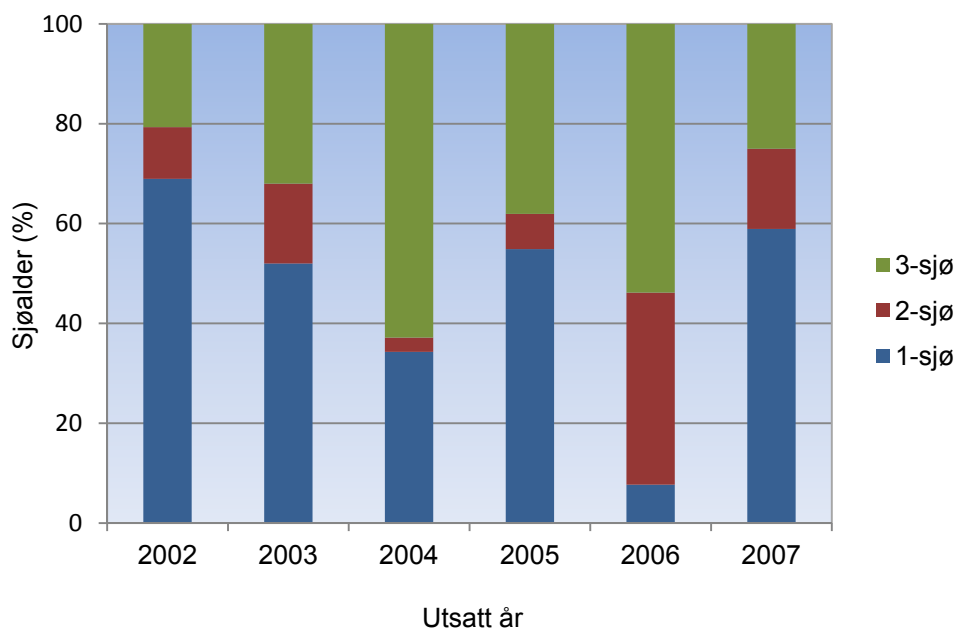
Det ble gjenfanget flere laks fra utsettingene i 2005 enn tidligere år, spesielt gjelder dette en- og tresjøvinter laks (**figur 12 og 13**). I 2009 kom det også en firesjøvinter laks tilbake fra utsettingen i 2005. Den totale gjenfangsten for de to gruppene som ble utsatt i 2005 er nå mellom 0,73 til 1,31 % (**tabell 12**).

Også smolten som ble satt ut i 2004 hadde forholdsvis gode gjenfangster av ensjøvinter laks, og det var nesten like gode gjenfangster av tresjøvinter laks, men tosjøvinterlaksen var omtrent fraværende (n=1) (**figur 12 og 13**).

Gjenfangstene fra 2006-utsettingene var meget lave og med en størrelsesfordeling som var helt forskjellig fra de tidligere årene. Det ble gjenfanget totalt 13 laks (samt 1 feilvandret), hvorav 1 (7,7 %) var smålaks, 5 (38,5 %) var mellomlaks og 7 (53,8 %) var storlaks (**figur 12**). Det lave totalantallet gjør at størrelsesfordelingen er mer tilfeldig enn de andre årene. Aldersfordelingen av gjenfangster fra 2007-utsettingene er igjen mer likt de foregående år, bortsett fra 2006, med høy andel smålaks, og mer storlaks enn mellomlaks.

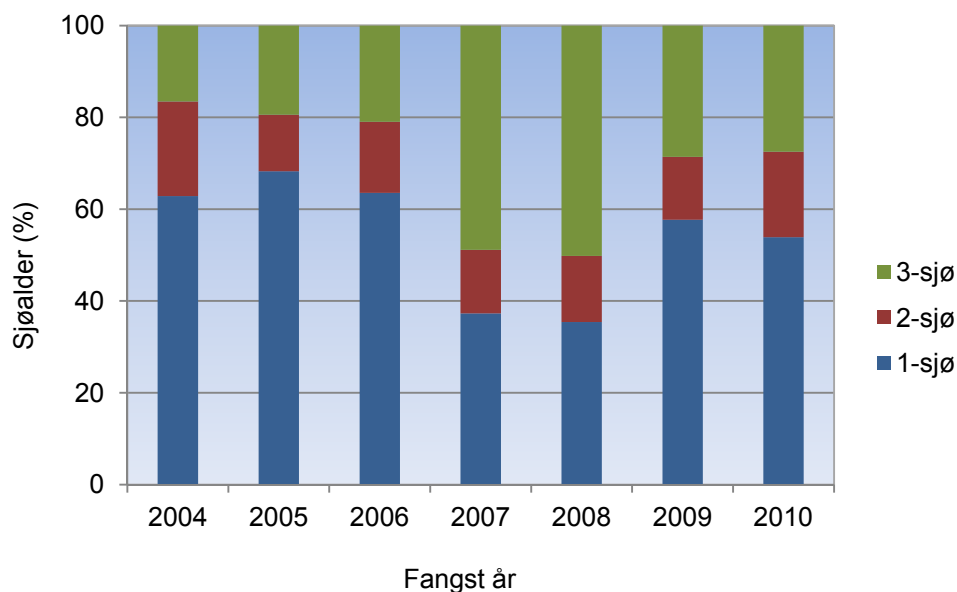


**Figur 12.** Antall 1-, 2- og 3-sjøvinterlaks gjenfanget til og med 2010 fra utsettingene i Altaelva i 2002 – 2007.



**Figur 13.** Prosentvis fordeling av 1-, 2- og 3-sjøvinterlaks gjenfanget i elv og sjø til og med 2010 fra utsettingene i Altaelva i 2002 – 2007.

Andelen som kom tilbake som smålaks var ca 46 % (gjennomsnitt for utsettingsgrupper fra 2002 til 2007), mens det i totalfangstene fra sportsfisket i Altaelva var 58 % smålaks i samme periode (**figur 14**). Andel gjenfanget som mellomlaks for utsatt fisk og totalt antall fanget laks i Altaelva var 14 % vs. 19 %, mens andel tresjøvinterlaks var høyere for utsatt laks enn for vill laks i fangstene (37 % vs. 44 %). En forklaring på lavere andel smålaks og høyere andel storlaks i Halselva i forhold til Altaelva kan være at det blir stort sett benyttet storlaks som stamlaks og at sjøalder til en viss grad er arvelig.



**Figur 14.** Prosentvis fordeling av vill 1-, 2- og 3-sjøvinterlaks fanget ved sportsfiske i Altaelva i 2004 - 2010.

## Transportforsøk

Gjenfangstene fra utsettingene i Altaelva i 2002 til og med 2006 har ikke vist noen entydig forskjell i gjenfangster mellom helikoptertransportert fisk som fikk en uke hvile etter transport og de som ble satt ut direkte (**tabell 12**).

I 2007 ble det benyttet tankbiler ved utsettingene i Øvre Stengelsen, hvor en gruppe ble satt i hvilemerd en uke før utsetting og en annen satt direkte ut i elva. Gjenfangstandelen av smålaks var lik hos de to gruppene ( $\chi^2 \approx 0,000$ ,  $df=1$ ,  $p=0,975$ ). Den helikoptertransporterte gruppen satt ut direkte var ikke forskjellig fra gruppene transportert med bil ( $\chi^2 \approx 0,290$ ,  $df=2$ ,  $p=0,865$ ).

Gjenfangstandelen hos gruppen som ble transportert med bil og fikk hvile før utvandring i 2008 hadde dobbelt så mange gjenfangster som gruppen som ble satt direkte ut og gruppen som ble transportert med helikopter. Antallene var imidlertid for lave til at de ble statistisk forskjellige ( $\chi^2 \approx 0,423$ ,  $df=2$ ,  $p=0,120$ ).

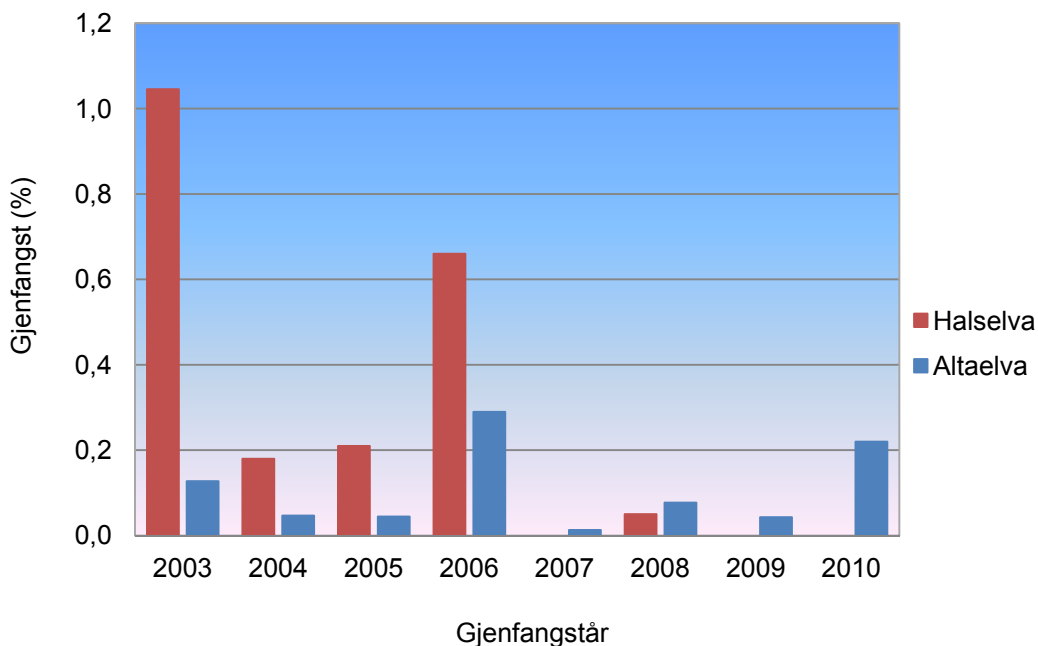
## Halselva

Gjenfangster fra utsettinger nedenfor fella i Halselva blir benyttet som kontrollgruppe til utsettingene i Altaelva. Det er forventet at gjenfangstene i Halselva burde ligge høyere enn gjenfangstene i Altaelva, fordi registreringen i fella skal være totalregistrering av all tilbakevandrende fisk. I tillegg er det sannsynlig at transportstress vil påvirke smolten utsatt i Alta negativt i forhold til fisken som blir satt ut fra fella. På tross av dette ble det i 2009 ikke registrert noen gjenfangster av de 5604 laksesmolt satt ut i 2008 i Halselva. Det var generelt få gjenfangster i Halselva i 2009 uansett utsetningsår.

Gjenfangstene fra utsettingene i 2006 og 2007 i Halselva var for lave til at de kunne sammenliknes mot Altaelva. I 2006 var det ingen gjenfangster i Halselva, mens det i Altaelva ble registrert fire tilbakevandrende fisk (0,10 %). I 2007 var det bare fire gjenfangster (minus PIT-merket fisk) i Halselva. Utsettingene i 2005 hadde derimot meget gode gjenfangster både i Halselva

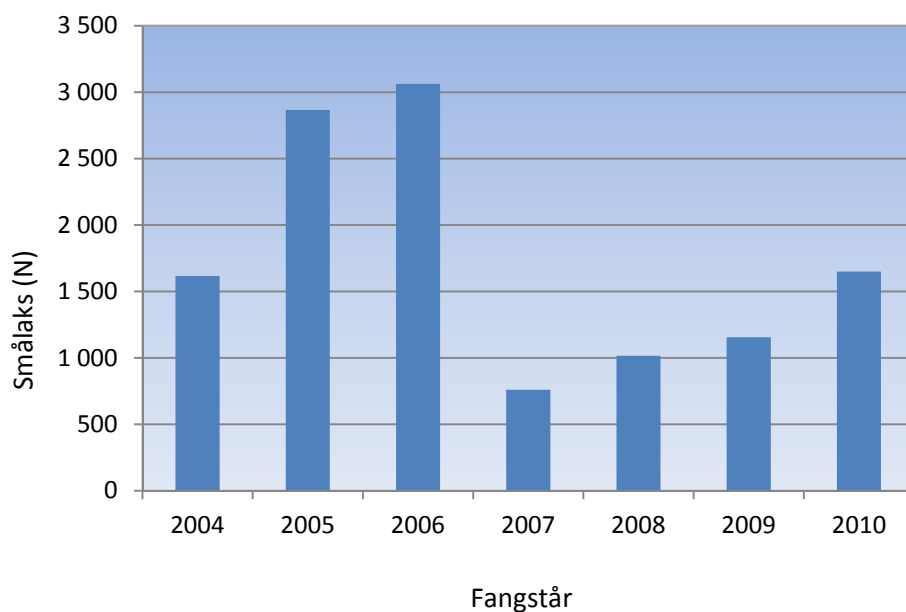
og Altaelva. Etter tre års gjenfangster fra utsettingene i 2005 hadde referansegruppen i Halselva høyere gjenfangstrate (1,68 % - **tabell 13**) enn fisk satt direkte ut i munningen av Altaelva (1,0 % - **tabell 12**) ( $\chi^2 = 5,872$ ,  $df=1$ ,  $p<0,015$ ), men ikke signifikant høyere enn gruppen som fikk hvile før utsetting i Altaelva (1,31 %;  $\chi^2 = 1,761$ ,  $df=1$ ,  $p=0,185$ ). For utsettingene i 2004 var gjenfangstene for referansegruppen i Halselva 0,46 %, og ikke statistisk forskjellig fra gruppene fra Altaelva (0,32-0,47 %) ( $p>0,1$ ). For smolt satt ut i 2003 var gjenfangsprosenten for referansefisk i Halselva 0,55 %, og var bare signifikant høyere enn en av gruppene satt ut i Altaelva samme år, helikopterutsett i Gabo (0,08 %) ( $\chi^2 = 13,850$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ). Gjenfangstene fra utsettingene i 2002 i Halselva (1,32 %) var 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%;  $\chi^2 = 18,139$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ). Dette viser at det ikke har vært entydige resultater med hensyn til gjenfangstrate mellom smolt utsatt i Halselva og i Altaelva.

Hvis vi ser på gjenfangster av kun smålaks fra utsettingene i Alta og Halselva (**figur 15**), ser vi at det var forholdsvis god tilbakevandring av smålaks til Halselva i 2003 og 2006. I 2004 og 2005 var gjenfangstene lave, men det var fremdeles noe bedre gjenfangst i Halselva enn i Altaelva. Fra og med 2007 er det svært lav eller ingen tilbakevandring til Halselva. I Altaelva var det få tilbakevandrere i 2007, men i 2008 og 2009 var gjenfangstene omtrent som i 2004 og 2005. I 2010 var gjenfangstraten i Altaelva høyere enn den har vært siden 2006.



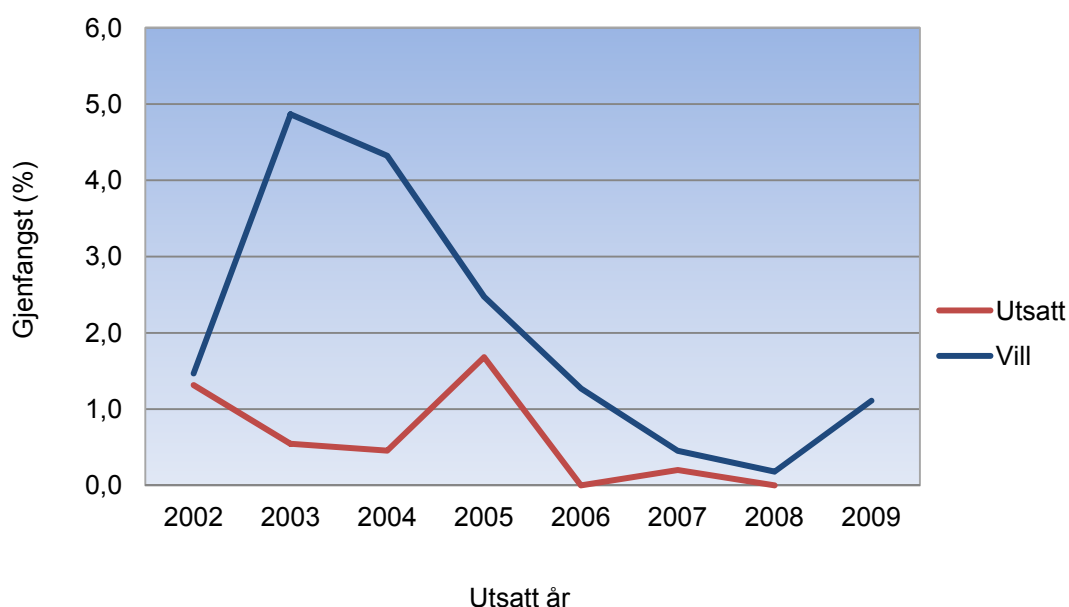
**Figur 15.** Gjenfangstrate (%) for smålaks fra smoltutsettinger i Halselva og Altaelva i årene 2002-2009. Gjenfangster i sjø er utelatt.

Sammenlikner vi gjenfangstene av utsatt fisk med fangststatistikk fra sportsfiske i Altaelva de samme årene ser vi at smålaksfangstene var gode til og med 2006. I 2007 ble fangstene redusert til en fjerdedel, men har økt jevnt i 2008, 2009 og 2010 (**figur 16**).



**Figur 16.** Antall smålaks fanget i sportsfisket i Altaelva i 2004 - 2010.

Gjenfangster av Carlinmerket vill laksesmolt i Halselva har ligget høyere enn Carlinmerket anleggsprodusert laksesmolt i alle årene (**figur 17**), men det var bare i 2003, 2004 og 2006 at forskjellene var statistisk forskjellige (2003;  $\chi^2 \approx 60,961$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ , 2004;  $\chi^2 \approx 46,084$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ , 2006;  $\chi^2 \approx 24,937$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ ). I 2009 ble det ikke satt ut anleggsprodusert laks i Halselva.



**Figur 17.** Gjenfangster av Carlinmerket vill og anleggsprodusert laks fra Halselva utvandret i 2002 - 2009. I 2009 ble det ikke satt ut anleggsprodusert laks i Halselva.

**Tabell 12.** Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av laksesmolt satt ut i Altaelva i 2002 - 2008 (se Strand & Finstad 2010 og referanser i denne). Feilvandret = feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Altaelva

Forsøks- nummer	Utsatt tids- punkt	Utsatt sted	Utsetningsmetode	Smolt- alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil- vandret	Total gjen- fangst	
						ensjø	tosjø	≥tresjø	ensjø	tosjø	≥tresjø		N	%
303	02.07.2002	Alta, Ø. S.	Helikopter-hvile	1	2783	4	0	1	3	2	2	1	13	0,50
304	02.07.2002	Alta, Ø. S.	Helikopter-direkte	1	2930	4	0	0	3	0	1	0	8	0,27
320	02.07.2002	Alta, Ø. S.	Bil direkte	1	2919	3	1	1	3	0	1	0	9	0,31
302	02.07.2003	Alta, Gabo	Helikopter direkte	1	3668	0	0	0	1	1	1	0	3	0,08
303	02.07.2003	Alta, Ø. S.	Helikopter hvile	1	2351	3	0	0	2	1	3	2	11	0,47
304	02.07.2003	Alta, Ø. S.	Helikopter direkte	1	2529	1	0	0	6	2	4	0	13	0,51
302	02.07.2004	Steinfossvann	Helikopter direkte	1	3892	0	0	-	0	0	-	1	1	0,03
303	02.07.2004	Alta, Ø. S.	Helikopter hvile	1	2350	2	0	3	2	0	4	0	11	0,47
304	02.07.2004	Alta, Ø. S.	Helikopter direkte	1	2525	2	0	4	2	0	-	0	8	0,32
327	02.07.2004	Alta, Munning	Helikopter direkte	1	2481	1	0	3	3	1	8	0	16	0,64
303	04.07.2005	Alta, Ø. S.	Helikopter hvile	1	4057	12	1	6	18	3	13	1	53	1,31
304	04.07.2005	Alta, Ø. S.	Helikopter direkte	1	3844	6	2	4	5	-	10	1	28	0,73
327	04.07.2005	Alta, Munning	Helikopter direkte	1	3483	15	1	6	6	1	4	2	35	1,00
303	04.07.2006	Alta, Ø. S.	Helikopter hvile	1	3904	1	0	2	0	2	2	1	8	0,21
304	04.07.2006	Alta, Ø. S.	Helikopter direkte	1	3717	0	1	1	0	2	2	0	6	0,16
303	04.07.2007	Alta, Ø. S.	Bil hvile	1	3902	6	4	3	7	2	1	-	23	0,59
304	04.07.2007	Alta, Ø. S.	Bil direkte	1	3851	1	2	-	11	1	1	1	17	0,44
327	04.07.2007	Alta, Ø. S.	Helikopter direkte	1	3923	2	0	6	6	0	3	1	18	0,45
303	02.07.2008	Alta, Ø.S.	Bil hvile	1	3910	3	3	-	4	1	-	-	11	0,28
304	02.07.2008	Alta, Ø.S.	Bil direkte	1	3841	1	2	-	0	2	-	-	5	0,13
327	01.07.2008	Alta, Ø.S.	Helikopter direkte	1	3923	1	2	-	1	0	-	-	4	0,10
303	02.07.2009	Alta, Ø.S.	Bil hvile	2	2741	6	-	-	5	-	-	-	11	0,40



**Tabell 13.** Gjenfangst (antall og %) i Halselva og i sjøen fordelt på sjøalder av laksesmolt satt ut i Halselva i 2002 – 2009 (se Strand & Finstad 2010 og referanser i denne). NF = nedenfor fella. Feilvandret = feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Halselva. Grupper merket \* ble finnemerket. Ellers ble de resterende gruppene Carlinmerket eller PIT-merket.

Forsøks- nummer	Utsatt tidspunkt	Utsetningsmetode	Smolt- alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feil- vandret  N	Total gjenfangst	
					ensjø	tosjø	≥tresjø	ensjø	tosjø	≥tresjø		N	%
321	01.07.02	Referanse NF	1	2965	31	0	0	7	0	0	1	39	1,32
321	30.06.03	Referanse NF	1	2199	4	0	0	5	3	0	0	12	0,55
323	30.06.03	Lusbehandlet NF	1	1987	4	0	0	3	5	0	0	12	0,60
234	30.06.03	PIT-merket NF	1	1998	3	0	1	0	0	0	0	4	0,20
321	01.07.04	Referanse NF	1	1972	2	0	0	1	1	4	1	9	0,46
323	01.07.04	Lusbehandlet NF	1	1983	1	2	0	1	0	3	0	7	0,35
324	01.07.04	PIT-merket NF	1	1889	7	0	0	0	0	0	0	7	0,37
321	29.06.05	Referanse NF	1	3509	21	6	1	8	4	16	3	59	1,68
324	29.06.05	PIT-merket NF	1	2980	21	0	2	0	0	0	0	23	0,77
328	12.07.05	Minstesortering NF	1	282	3	0	0	1	0	1	1	6	2,13
321	28.06.06	Referanse NF	1	1984	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
324	28.06.06	PIT-merket NF	1	1979	0	2	1	0	0	0	0	3	0,15
321	26.06.07	Referanse NF	1	1981	2	0	1	1	0	0	0	4	0,20
324	26.06.07	PIT-merket NF	1	1999	4	1	-	0	0	0	0	5	0,25
338*	26.06.07	Lusbehandlet NF	1	3365	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
339*	26.06.07	Kontroll lus NF	1	4426	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
321	27.06.08	Referanse NF	1	1985	0	0	-	0	0	-	-	0	0,00
324	27.06.08	PIT-merket NF	1	2900	0	-	-	0	0	0	0	0	0,00
338	27.06.08	Lusbeskyttelse	1	1988	0	0	-	0	0	-	-	0	0,00
340	27.06.08	Carlin NF	2	1631	0	0	-	0	0	-	-	0	0,00

## 4 Diskusjon

### Produksjonsforhold

Oppvarmet vann som benyttes for å gi bedre vekst har vist seg å gi oppblomstring av ektoparasitter i tidlig yngelstadium som fører til skader på fisken. På 2008-årgangen var det meningen å redusere perioden på oppvarmet vann, men på grunn av litt senere klekking og en uvanlig kald sommer i 2008 gikk fisken på oppvarmet vann fram til september. Fisken fikk for god vekst og gjennomsnittsstørrelsen var nær det dobbelte av hva vi ønsket og det var stor spredning i fiskestørrelse. Fisken smoltifiserte i stor grad tidlig i andre vekstsesong og pådro seg skjelltap i desmoltifiseringsprosessen. Denne type skader kunne antagelig vært redusert med produksjon av mindre og jevnere fisk. Stor spredning gjenspeiler at vi kun har hatt en fiskesortering og lang produksjonstid. Ved produksjon av toåringer vil det antakelig være gunstig å korrigere størrelsesforskjeller med bruk av oppvarmet vann tidligst mulig i produksjonen.

Det var økt skjelltap hos toårig smolt i forhold til ettårig smolt, noe som skyldtes desmoltifisering etter smoltifisering andre vekstsesong. For ettårig smolt fra årgangene 2006 og 2007 var det en svak tendens til at skadene på fisken var blitt noe redusert i forhold til de tidligere årene. For toårig smolt var skadegraden fremdeles alt for høy, og det ser ikke ut som at det har vært merkbar forbedring på 08-årgangen i forhold til 07-årgangen. I november året før utsetting var skadene lavere for 08-årgangen, men ved utsetting var de høyere enn 07-årgangen.

Vannkvalitet og fôringsregime kan også ha sammenheng med skadeomfanget som vi ser under smoltproduksjonen ved anlegget i Talvik, men det er allerede utført omfattende forsøk for å avdekke betydningen av disse faktorene. Vi har imidlertid ikke kunnet påvise noen enkeltfaktorer som kan ha påvirket skadeutviklingen hos fisken. Det er også foretatt mikrobiologiske undersøkelser for om mulig å finne patogener som kan forårsake skader hos fisken.

### Smoltifisering

Vi har benyttet to måter å måle kvaliteten på utsettingsgrupper av laksesmolt. Den ene er direkte målinger av fysiologiske parametre, sjøvannstoleranse og stresshormoner. Den andre og ultimate testen er å måle gjenfangstrater etter at den utsatte smolten har vært i havet ett, to eller tre år. Ved smoltutsettinger er det avgjørende at smolten er i stand til å overleve og vokse i sjøen (Boeuf 1993; Iwata 2007). 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). Sjøvannstestene viste at laksesmolten hadde god sjøvannstoleranse ved utsetting i Altaelva i uke 27. Allerede i uke 21 var laksesmolten sjøvannstolerant, men en del desmoltifiserte, slik at i uke 25 var bare 75 % sjøvannstolerant. Ved utsetting uka etter var 100 % sjøvannstilpasset. Toårig sjørørret ble satt ut i uke 25, og målingene viste at bare 85 % regulerte godt uka før og at all fisk regulerte godt ved utsetting. Toåring røye ble satt ut uke 25. På grunn av at hele årgangen totalt besto av bare 240 fisk ble den testet kun en gang (uke 23). Ingen døde og 94 % av alle individene var sjøvannstilpasset ved utsetting.

### Transportstress-Altaelva

Laksesmolt blir stresset ved håving og transport før utsetting (Hansen & Jonsson 1988; Høgåsen 1998; Barton 2000a,b). Hvile etter transport har vist seg å ha en positiv effekt for å redusere stressnivå både hos laks og ørret (Iversen et al. 1998; Jonsson et al. 1999; Finstad et al. 2003) og også i 2010 viste testene at stressnivået hos smolten gikk ned etter en uke i hvilemerd. Siden det er vist at håving påfører fisken et betydelig stressnivå, ble det forsøkt en fiske-

pumpe til å overføre fisken fra kar i anlegg til transportkar. Resultatene fra dette forsøket viste ingen forventet stressreduksjon ved bruk av fiskepumpe. Håving påførte faktisk fisken mindre stress enn pumpen. Dette forsøket bør gjentas med flere mindre grupper og med flere etterfølgende målinger for å se om forskjellene er reelle og om stressresponsen i tid er forskjellig for de to metodene. I tidligere forsøk har vi funnet at håving påførte fisken mer stress enn transporten (Iversen et al. 1998).

## Gjenfangst

Antall (andel) gjenfangede voksne laks utsatt som smolt er det endelige målet på hvor god kvalitet smolten hadde under utsetting. Siden det blir satt ut smolt både i Altaelva og i Halselva og at det kun er i Halselva at en kan registrere all tilbakevandrende fisk, er det ikke mulig å gjøre en nøyaktig sammenligning av gjenfangstrater for utsettingsgruppene i de to elvene. Gjenfangstratene bør i utgangspunktet være høyere for grupper satt ut i Halselva enn i Altaelva. Dersom fangstraten i sportsfisket i Altaelva er ca 30 % så bør gjenfangstratene for Halselva ligge ca 70 % over den fra Altaelva. Dette er tilfelle for smolt satt ut i 2002 til og med 2006. I 2007 til og med 2009, er det derimot høyere gjenfangstrater i Altaelva enn i Halselva. I 2009 ble det ikke satt ut en referansegruppe i Halselva. Resultatene kan tyde på at fellesystemet ikke er optimalt og dermed ikke fanger opp all tilbakevandrende voksen laks de siste årene. Problemet med fella synes også å reflekteres i andel tilbakevandrere av vill utvandrende smolt. Vill smolt som vandret ut i 2006 ble i svært liten grad registrert tilbake i fella. Det er generelt sett meget lav overlevelse/gjenfangst på alle utsettinger fra Halselva og Talvik, uavhengig av transportmetode og utsettingssted. I 2009 og 2010 ble det satt ut sjøørret og sjørøye i Halselva som modellfisk i forsøkene med å teste registreringssystemet for PIT-merking. Resultatene fra 2010 viste at for røya som ble satt ut nedenfor fella var gjenfangstraten mellom 5,9-9 % samt at 55,2 % av ørreten satt ut ovenfor fella vandret ut. Tallene vi ser her er nok et underestimat i og med at 1) antennene hadde nok ikke 100% registrering av fisk og 2) i og med at de registrerte merkenummer ved merking ble tastet inn manuelt er det grunn til å anta en liten feilprosent ved innlegging av kodene. For videre prosjektfremdrift baserer vi oss på å benytte et optisk merkebord som registrerer automatisk lengde, vekt og PIT-merkenummer på fisken for å unngå denne feilkilden.

Det er viktig framover å bruke ressursene på omleggingen av smoltproduksjonen og å finne årsakene til skadeutviklingen på fisken, samt kontrollere og forbedre registreringssystemene for PIT-merker for å optimalisere registreringene ved minimal håndtering av fisken.

## 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: 937-947.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a preadaption to the oceanic environment. I Rankin, J.C. & Jensen, F.B., red. *Fish Ecophysiology*. Chapman & Hall, London: 105-135.
- Bjerknes, V. 2007 (red.). *Vannkvalitet og smoltproduksjon*. Juul forlag 2007, ISBN 978-82-8090-018-0, 228 s.
- Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. NINA Oppdragsmelding 386:1-15.
- Finstad, B., M. Iversen & R. Sandodden. 2003. Stress-reducing methods for releases of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in Norway. *Aquaculture* 222:203-214.
- Finstad, B. & S. T. Nilsen. 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 - 1998. NINA Oppdragsmelding 628:1-18.
- Hansen, L. P. & Jonsson, B. 1988. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effects of dip-netting, transport and chlorobutanol 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 s.
- Iversen, M., Finstad, B. & Nilssen, K.J. 1998. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture* 168:387-394.
- Iwata, M. 2007. The 7th International Workshop on Salmonid Smoltification. *Aquaculture* 273:183-391.
- Jonsson, S., Brennas, H. & Lundqvist, 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 the three different stocks of Baltic salmon (*Salmo salar*) during smolting. *Aquaculture* 52: 219-229.
- 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 Atlantic 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 og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2000. NINA Oppdragsmelding 687:1-21.
- Strand, R. & Finstad, B. 2002. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2001. NINA Oppdragsmelding 751:1-19.
- Strand, R. & Finstad, B. 2003. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2002. NINA Oppdragsmelding 787: 1-19.
- Strand, R. & Finstad, B. 2004. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2003. NINA Oppdragsmelding 823: 1-27.
- Strand, R. & Finstad, B. 2005. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2004. NINA Rapport 47:1-24.
- Strand, R. & Finstad, B. 2006. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2005. NINA Rapport 160:1-28.
- Strand, R. & Finstad, B. 2007. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2006. NINA Rapport 263:1-29.
- Strand, R. & Finstad, B. 2008. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2007. NINA Rapport 366: 1-30.
- Strand, R. & Finstad, B. 2009. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2008 NINA Rapport 473: 1-30.
- Strand, R. & Finstad, B. 2010. Smoltproduksjonsforsøk og utsetting av laks i Halselva og Altaelva - 2009. NINA Rapport 563: 1-33.
- Wedemyer, 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.







*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2349-2

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger