

Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2003

Rita Strand
Bengt Finstad



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Norsk institutt for naturforskning

Smoltproduksjonsforsøk og utsetninger av laks i Halselva og Altaelva - 2003

Rita Strand

Bengt Finstad

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utrednings-prosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

NINA Fakta

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Strand, R. & Finstad, B. 2004. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2003. – NINA Oppdragsmelding 823. 27pp.

Trondheim, april 2004

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1459-8

Forvaltningsområde:
Bærekraftig høsting, fisk

Management area:
Sustainable harvest, fish

Rettighetshaver ©:
Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Norunn S. Myklebust
NINA

Ansvarlig kvalitetssikrer:
Torbjørn Forseth
NINA

Kopiering: Norservice

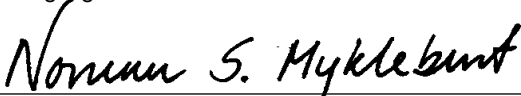
Opplag: 150

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
N-7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01
<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13306 Smoltproduksjonsforsøk

Ansvarlig signatur:


Forskningsdirektør

Oppdragsgiver:

Statkraft SF

Referat

Strand, R. & Finstad, B. 2004. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva - 2003. – NINA Oppdragsmelding 823. 27pp.

Smoltproduksjonsforsøk ved settefiskanlegget i Talvik og utsetting av laksesmolt i Halselva og Altaelva har vært foretatt fra 1986 til og med 2003. Den siste forsøksperioden har omfattet årene 1993 –2001, hvor vi har gjennomført ulike forsøk med hensikt å undersøke produksjons- og utsettingsmetoder, vandringsatferd, transportmetoder og stressnivå i forbindelse med utsettinger. I 2002 og 2003 har vi fokusert i større grad på skade påført fisken i løpet av produksjonsperioden, samt videreført transportstressforsøk, optimalisering av utsettingsmetodikk og testing av utvandringsatferd, samt registrert gjenfangster fra utsettingene fra forrige forsøksperiode.

Smoltårgangen satt ut våren 2003 hadde god rogn- og yngeloverlevelse og redusert parasittbelastning i forhold til tidligere år. Dette kan sannsynligvis tilskrives installasjon av filter og UV-bestråling av innløpsvannet, håndplukking av rogn som erstatning for bruk av kjemikalier og en forbedret fôrtype. Skadegraden på fisken var likevel høy ved utsetting.

Sjøvannstoleransen hos smolten ved utsetting i Halselva i uke 27 var bedre enn to uker tidligere, og smolt satt ut i uke 27 vandret raskere ut etter utsetting enn de som ble satt ut to uker tidligere. Utvandringsandelen hos de ulike gruppene lå mellom 50 og 72 %, men ingen signifikante forskjeller ble registrert mellom gruppene.

Laksesmolt har vist seg å bli stresset ved håndtering og transport før utsetting, og stressresponsene kan måles som økte nivå av glukose og kortisol i blodplasma. I våre undersøkelser i 2003 økte kortisolnivået etter helikoptertransport til Altaelva og var etter en uke i hvilemerd tilbake på normalnivå. Glukoseverdiene endret seg ikke i forbindelse med transport og hvile. I forsøkene i Halselva benyttet vi vandringsatferd som mål på stress hos smolten. Vi transporterte fisken med bil og foretok tilsvarende fysiologiske målinger med samme resultat som for transporten til Altaelva. Gruppene som ble satt ut direkte etter transport vandret i gjennomsnitt raskere ut enn gruppene som fikk hvile, men det var en tendens til at gruppene som fikk hvile hadde størst utvandringsandel. 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.

Gjenfangstene har generelt vært lavere fra utsettingene i 2000 til 2002 enn tidligere. Skader har trolig vært en av årsakene til dødelighet og lave gjenfangster. Forsøkene i 2003 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.

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

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

Abstract

Strand, R. & Finstad, B. 2004. Experimental Atlantic salmon smolt production and release in the River Halselva and the River Alta – 2003. – NINA Oppdragsmelding 823. 27pp.

Smolt production experiments at the hatchery in Talvik (70° N) and releases of Atlantic salmon smolts in the River Halselva and in the River Alta were carried out from 1986 to 2003. The last project period included the years 1993 to 2001, where we focused on production- and release methods, migratory behaviour, transport methods and stress experiments, in relation to smolt releases. In 2002 and 2003 we focused on the level of the damage to the fins and gill cover on the fish, inflicted during the production period. We also continued the experiments on transport stress, release methods, migratory behaviour, and the registration of recaptures of adult salmon.

The smolt released in spring 2003 showed good egg- and fry survival and reduced parasite infestation compared to earlier years. This may be due to an installation of a water filter and UV-radiation of the water from the river into the hatchery. For this brood we also used a manual method for picking dead eggs instead of use of chemicals and we used an improved type of feed. Registrations showed that the level of damage on the fish was extensive in spite of the treatment of the hatchery water, and no effects of feeding procedures were observed.

The seawater tolerance at the time of release (week 27) was better than two weeks earlier during the experiment in the River Halselva, and smolt released in week 27 descended the river sooner after release than did fish released in week 25. There were no differences in migration rate among groups released in the beginning of July (week 27) and those released one and two weeks earlier.

It has been shown that transportation to the release site and release methods may induce stress in fish, and experiments have shown a positive effect of acclimatisation in fresh water after transport on salmon migration behaviour. Fish transported by helicopter and released in the River Alta experienced increased plasma-cortisol levels during the transportation which dropped to normal levels after a weeks rest in a cage in the River Alta. The glucose level did not change during the transportation or after resting compared to the levels prior to transportation. In the River Halselva experiments we used migratory behaviour as a measure of stress responses in the smolt. We did not find any significant differences in migratory behaviour between the fish released directly after transport and those given a week rest, but a tendency for higher numbers of outmigrating smolts was present for the groups given rest. This is in contrast to earlier findings where we found a positive effect of acclimatisation after transport on both migratory behaviour and recaptures rates.

The recaptures were generally been low in the period 2000-2002. The high degree of damage to the fins and gill cover may be one of the factors causing high mortality and low recaptures. The experiments in 2003 show that we have to continue focusing on the causes of fish damage and reduce the damage during production. The results from the Talvik Hatchery may be applicable for optimize the smolt production also in other hatcheries.

Key words: smolt production – Atlantic salmon – seawater tolerance – survival – migration – transport stress – cortisol.

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).

Smoltproduksjonsforsøk på laks fortsatte fra og med 1993, med videreføring fram til 2001. Målet med disse forsøkene var å produsere laksesmolt og å utvikle utsettings- og merkemethoder for å øke overlevelse og gjenfangst hos fisk utsatt i Altaelva i forbindelse med eventuelle kompensasjonsutsetninger i framtida. Resultater fra disse forsøkene er tilgjengelig i Finstad (1995), Finstad & Nilsen (1997, 1998), Finstad et al. (1999), Strand & Finstad (1995, 2000, 2001, 2002, 2003).

Foreliggende rapport sammenfatter andre års resultater i videreføringen av smoltproduksjonsforsøkene, som skal fortsette fram til og med 2006. 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 SF.

Trondheim 20.04.2004

Bengt Finstad
Prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract	4
Forord.....	5
1 Innledning.....	7
2 Metode og materiale	8
2.1 Fisk og produksjonsforhold	8
2.1.1 Stamfisk og presmolt	8
2.1.2 Skadegrad.....	10
2.1.3 Sjøvannstester og stressmålinger	10
2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder	11
2.2.1 Forsøksgrupper	11
2.2.2 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering	12
2.2.3 Transportstressforsøk i Halselva	12
2.3 Definisjon av begreper	12
3 Resultater	13
3.1 Produksjonsforhold	13
3.2 Sjøvannstester	15
3.3 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering	16
3.4 Transportstressforsøk	17
3.4.1 Transportstressforsøk, Altaelva	17
3.4.2 Transportstressforsøk, Halselva	18
3.5 Gjenfangster.....	20
4 Diskusjon.....	23
5 Litteratur	26

1 Innledning

Produksjon av laksesmolt for utsetting i naturlige omgivelser krever spesielle produksjonsregimer. Smoltifiseringen styres hovedsakelig av daglengde og temperatur i ferskvann (Lundqvist 1983, Parker 1984, Poston 1978, Wedemeyer et al. 1980). Det er derfor viktig å synkronisere disse faktorene for å optimalisere tidspunkt for smoltifisering og utvandring hos anleggsprodusert fisk, slik at de vandrer ut i sjøen på et tidspunkt som er optimalt mht. overlevelse og vekst.

Et problem ved intensiv smoltproduksjon er at fisken kan påføres skader i form av sop-pangrep, biting og finneslitasje, noe som 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 ektoparasitter 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 blitt benyttet med positive effekter på smoltens vandringsatferd og overlevelse (Finstad et al. 2003, Iversen et al. 1998, Jonsson et al. 1999), og forsøk med hvile etter transport er derfor blitt utført både i Halselva og Altaelva.

På bakgrunn av tidligere undersøkelser ble det i 2003 gått videre med følgende studier:

Produksjonsforsøk:

- Bekjempelse av sopp og parasittbelastning på rogn og tidlige yngelstadier ved hjelp av behandling av innløpsvann, håndplukking av død rogn og godt kontrollert fôring
- Reduksjon av finneskader ved hjelp av a)filtrering og UV-behandling av inntaksvann, b) optimalisering av fôringsregimer og fôrtildelingmåte og c) økt sorteringshyppighet for å redusere størrelsesspredning

Utsettingsforsøk, ovenfor fiskefella i Halselva

- Kartlegging av utvandringsrespons som funksjon av smoltifisering
- Simulering av utsettingene i Altaelva gjennom mindre forsøk der effekt av transportstress og nedstressing etter transport undersøkes med hensyn på registrert utvandring i fiskefella

Utsettingsforsøk, Altaelva

Undersøkelse av hvordan vandring og overlevelse hos utsatt laksesmolt påvirkes av:

- transportstress
- transportmetoder
- utsettingsmetoder

Utsettingsforsøk, nedenfor fiskefella i Halselva

- etablering en langsiktig kontroll til utsettingene i Altaelva
- utredning av PIT-tag som alternativ til Carlinmerking
- måling av effekt av en kjemisk beskyttelse mot lakselus på overlevelse hos laksesmolt

2 Metode og materiale

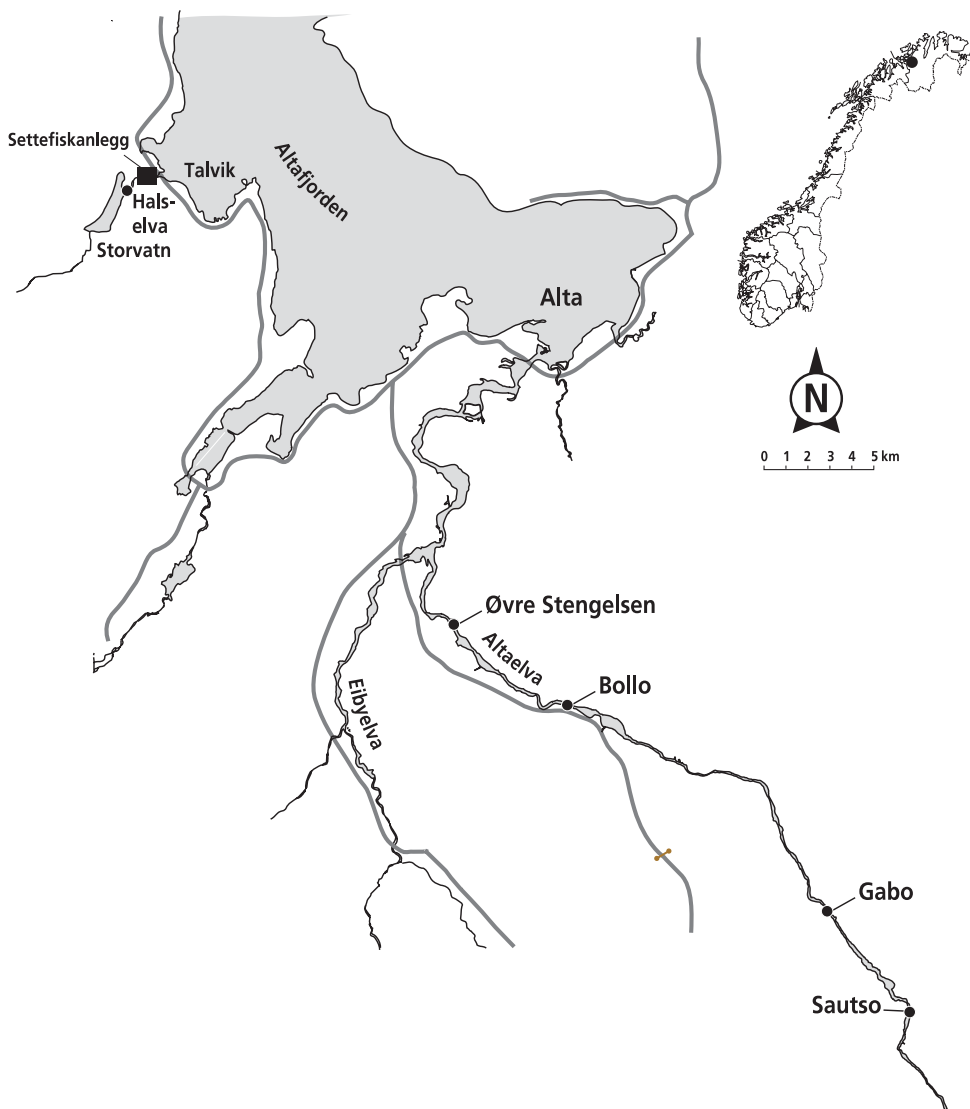
2.1 Fisk og produksjonsforhold

Smoltproduksjonsforsøkene ble utført ved settefiskanlegget i Talvik, som ligger ved Halselva i Finnmark. Produksjon av settefisk til utsettingene i Altaelva har foregått ved dette anlegget siden 1986. I tilknytning til anlegget er det bygd en fiskefelle i Halselva hvor all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget merkes og registreres med 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.

2.1.1 Stamfisk og presmolt

Stamfisk

Stamfisket foregikk i Sautsosenen øverst i Altaelva, og i Vina og Jorrasonen, fra Bollo til Langstilla, i nedre del av elva. Fangsten i Sautso foregikk 3. og 4. september 2001 og i nedre del i perioden 7. til 13. september 2001 (**figur 1**). Det ble tatt fire hunner og fem hanner fra Sautsosenen og fire av hvert kjønn fra Bollososenen.



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

Rogn-startfôring

Åtte hunner og ni hanner ble strøket i tidsrommet 22.-26. oktober 2001, og rognmengden innlagt ble beregnet til 83 500 rognkorn. Klekkeprosenten var 96,1 %. Antall ferdig startfôrede yngel var 72 500, hvorav 39 000 fra Sautso. Startfôring ble igangsatt den 22. februar 2002. Det ble prøvd ut en kombinasjon av vannbehandling av innløpsvann (filter og UV-bestråling) og håndplukking av død rogn som metode for å bekjempe sopp på rogn. På startfôringsstadiet ble det benyttet en kombinasjon av vannbehandling av innløpsvannet og fôring i overskudd for å bekjempe belastning av Costia. Parasittbelastningen ble sterkt redusert i forhold til tidligere år, men det var fremdeles nødvendig med formalinbading, og det ble foretatt inntil fire badebehandlinger på deler eller hele årgangen i perioden 20.-27. mars 2002.

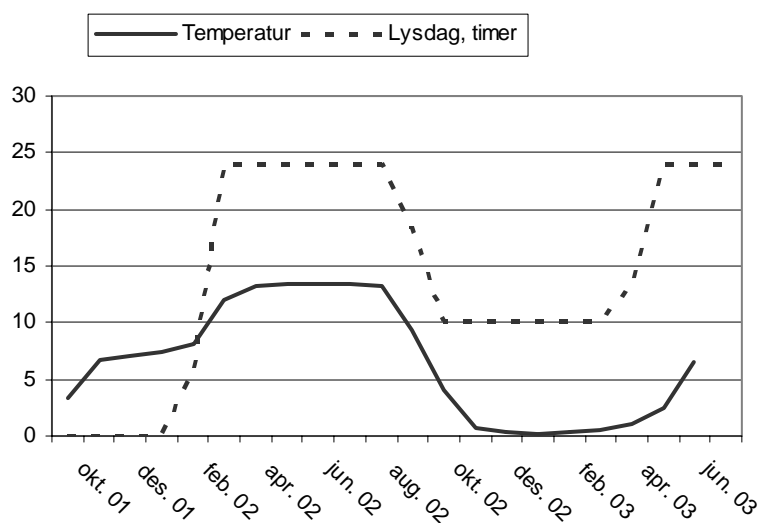
Yngelstadiet-presmolt

Størrelsessortering ble foretatt første gang fra 3. til 8. mai 2001, 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 36 107, hvorav 13 204 fra Sautso. Lengde, vekt og skader fra 50 fisk per kar ble registrert i august og oktober høsten 2002 og i februar 2003. Antall merket ettårig presmolt var 16714, hvorav 3970 fra Sautso. Det ble registrert lengde, vekt og skader av 50 individuelt merket fisk fra de største forsøksgruppene før utsetting i juni.

Temperatur og lysregime

Stamfisken ble oppbevart på råvannstemperatur fra fangst (3. september til 3. oktober 2001) til obduksjon etter stryking som ble avsluttet i november. På rogn ble det brukt råvann fra Halselva fra innlegg 22.-26. oktober til 2. november 2001. Deretter ble det brukt oppvarmet vann på rogn og yngelstadiet fram til 12. juli 2002. I den videre produksjonen til utsetting gikk fisken på råvann fra Halselva (**figur 2**).

Stamfisken gikk på 24 timer lys fra fangst til uke 38, og lyset ble gradvis redusert til 10 timer i perioden 19. til 25. september og holdt slik fram til stryking. Rogna ble holdt i mørke fra innlegging til startfôring, og fra oppstart av startfôring den 22.-25. februar 2002 ble lys-settingen øket til 24 timer og holdt slik over vekstsesongen på råvann sommeren 2002. Presmolten fikk lys-settingen redusert fra 24 til 10 timer fra 16. til 22. september 2002, og økt igjen til 24 timer fra april 2003 (**figur 2**).



Figur 2. Temperatur og lys i anlegget under produksjon av 2002-årgangen av laksesmolt satt ut våren 2003.

Smolt

Det ble registrert lengde, vekt og skader av 50 individuelt merket fisk fra de største forsøksgruppene før utsetting i juni. En uke før utsetting ble fisken badet i formalinløsning som beskyttelse mot ektoparasitter. Fisken ble sultet ett døgn før transport for å hindre redusert kvalitet på transportvannet, som var oksygenert ferskvann. Blodprøvetaking av smolt for måling av kortisol og glukose ble foretatt før og etter transport til Altaelva. Utsettingsmærd som ble benyttet for avstressing etter transport var 10 m³ og har luke for frivillig utvandring. For å estimere smoltifiseringsgrad ble sjøvannstester utført fra uke 17 til 27 (se pkt. 2.1.3.).

2.1.2 Skadegrad

Skaderegistreringene viste at omfanget av finneskader var høyt. I et forsøk på å begrense skadeomfanget ble det prøvd ut en kombinasjon av behandling av innløpsvannet (filter og UV-bestråling) og endrede utføringsrutiner. Fôret ble enten tildelt som punktfôring fra automatene, der videre spredning skjer med vannstrømmen, eller tildelt spredt diagonalt over karet fra automatene. Størrelsessortering ble foretatt for å redusere dominanshierarkier og dermed aggresjon som kan føre til skader på fisken. Enkelte grupper ble sortert flere (2 og 4) ganger for å undersøke om det var noen sammenheng mellom sorteringshyppighet, størrelsesspredning og finneskader.

Det ble registrert skadestatus på bryst- og ryggfinner, gjellelokk og spord av 50 fisk i april, juni, august, oktober i 2002 og i februar, mars og juni i 2003. 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. For å avdekke årsak og å begrense skader på merket smolt ble det gjennomført badebehandling med formalin fra midten av mai til midten av juni.

Tabell 1. Maksimum tillatt skade ved merking av laks av 2002-årgang satt ut våren 2003.

	Maksimum tillatt skade ved merking	Maksimum tillatt tap av finneareal (%)
Høyre gjellelokk	2	20
Venstre gjellelokk	2	20
Ryggfinne	8	80
Høyre brystfinne	3	30
Venstre brystfinne	3	30
Spord	2	20
Skjelltap	2	20

2.1.3 Sjøvannstester og stressmålinger

Sjøvannstest ble utført for alle smoltgrupper med ulik behandling, to grupper fra Sautso og to fra nedre del, fra uke 17 til 27. Blodprøver av smolt for måling av kortisol og glukose 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).

2.2 Utsettingslokaliteter og utsettingsmetoder

2.2.1 Forsøksgrupper

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 km². Innsjøen i vassdraget, Storvatnet, har et areal på 1,2 km², og ligger 30 moh. Halselva er 2,5 km lang, fra Storvatnet til den munner ut i Altafjorden. Fella i Halselva er lokalisert ca 200 meter ovenfor utløpet. Forsøksgruppene ble satt ut i Halselva, nedenfor utløpet av Storvatnet, og nedenfor fella i Halselva.

Altaelva er lokalisert innerst i Altafjorden. Smolt ble transportert fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Øvre Stengelsen (like nedenfor Bollo) og i Steinfossvann nedenfor Gabo i Altaelva (**figur 1**). Det er ca. 35 km fra Halselva til utsettingsstedet (Øvre Stengelsen/Bollo) i Altaelva. Fra opplasting av fisken i settefiskanlegget til utsetting i Altaelva tok det omlag to timer med bil og 20 minutter med helikopter.

Våren 2003 ble det utført forsøk ved settefiskanlegget for å teste a) effekter av transport på stressnivå og utvandringssatferd hos smolt og b) utvandringssatferd i forhold til tidspunkt for utsetting (**tabell 2**).

Tabell 2. Forsøk gjennomført ved settefiskanlegget i Talvik våren 2003. All fisk ble satt ut ovenfor fella i Halselva og all smolt var ettårig.

Gruppe	Utsatt dato	Forsøk (behandling)	Antall	Stamme	Smolt alder	Anmerkning
305	24.06.03	Transporteffekter	192	Bollo	1	Direkteutsett
306	24.06.03	Transporteffekter	186	Bollo	1	Direkteutsett
307	24.06.03*	Transporteffekter	191	Bollo	1	En uke hvile
308	24.06.03*	Transporteffekter	198	Bollo	1	En uke hvile
309	19.06.03	Smoltifiseringsgrad	100	Bollo	1	Uke 25
310	19.06.03	Smoltifiseringsgrad	99	Bollo	1	Uke 25
311	26.06.03	Smoltifiseringsgrad	98	Bollo	1	Uke 26
312	26.06.03	Smoltifiseringsgrad	99	Bollo	1	Uke 26
313	03.07.03	Smoltifiseringsgrad	100	Bollo	1	Uke 27
314	03.07.03	Smoltifiseringsgrad	99	Bollo	1	Uke 27

* smolten ble transportert til utsettingsstedet syv dager før utsetting (17.06.03).

Smolt ble transportert med helikopter fra settefiskanlegget og satt ut i Altaelva (Øvre Stengelsen) (**tabell 3**). Gjenfangstregistreringen fra disse utsettene avhenger av at fiskere rapporterer fangst av smolt med Carlinmerke både i sjø og elv. For å få et bedre bilde på overlevelse ble det satt ut smolt i Halselva, hvor fella gir full kontroll med tilbakevandret laks.

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 2003 gjorde vi dermed et forsøk med å bruke en annen og mer skånksom merkemetode, 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 321 (**tabell 3**).

Luspåslag under utvandring er en annen faktor som bidrar til redusert overlevelse hos smolt. For å redusere luspåslag ble smolten badet i en kjemisk oppløsning (Substans EX) som be-

skytter smolten mot lakselusangrep i opptil 16 uker. Gjenfangst fra denne gruppen vil også bli sammenliknet med referansgruppe 321 (**tabell 3**).

Tabell 3: Grupper av laksesmolt satt ut i Altaelva (Øvre Stengelsen) og nedenfor fiskefelle (NF) i Halselva våren 2003. *Fettfinneklippet. **Gruppen ble transportert til utsettingslokaliteten og satt i hvilemær en uke før utsettingsdato.

Gruppe	Utsatt dato	Uts. metode	Antall utsatt	Smoltalder	Uts.sted
302	02.07.03	Helikopter-direkte*	3892	1	Steinfossvann
303	02.07.03	Helikopter-hvile**	2350	1	Øvre Stengelsen
304	02.07.03	Helikopter-direkte	2525	1	Øvre Stengelsen
321	30.06.03	Referanse i Halselva	3409	1	NF
323	30.06.03	Antilusbehandlet	1976	1	NF
324	30.06.03	PIT-merket	1998	1	NF

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

2.2.2 Vandringsatferd hos smolt med ulik grad av smoltifisering

Seks smoltgrupper med lik bakgrunn ble satt ut i Halselva fordelt på ukene 25, 26 og 27 for å teste utvandringsatferd i forhold til hvor langt fisken hadde kommet i smoltifiseringsprosessen (**tabell 2**).

2.2.3 Transportstressforsøk i Halselva

Utsettingsforsøk ble foretatt i Halselva for å simulere transport med tankbil fra Talvik til Altaelva med påfølgende utsetting. Avstanden mellom settefiskanlegget i Talvik og utsettingsstedet i Altaelva (Øvre Stengelsen) er ca 35 km, og det tar to timer fra fisken høves fra karene på settefiskanlegget, fram til utsetting i Altaelva.

Fire grupper av smolt ble lastet opp i anlegget, transportert innen anlegget med truck og lastet opp i bil. Smolten ble transportert i to timer og returnerte til Halselva, der de ble satt ut ovenfor fella. To av gruppene ble holdt i bur i en uke i elva for avstressing etter transport før de ble sluppet. Vandringsatferd ble testet i forhold til utsettingsmetode (direkte/hvile) (**tabell 2**). Alle gruppene ble satt ut til samme tid.

2.3 Definisjon av begreper

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

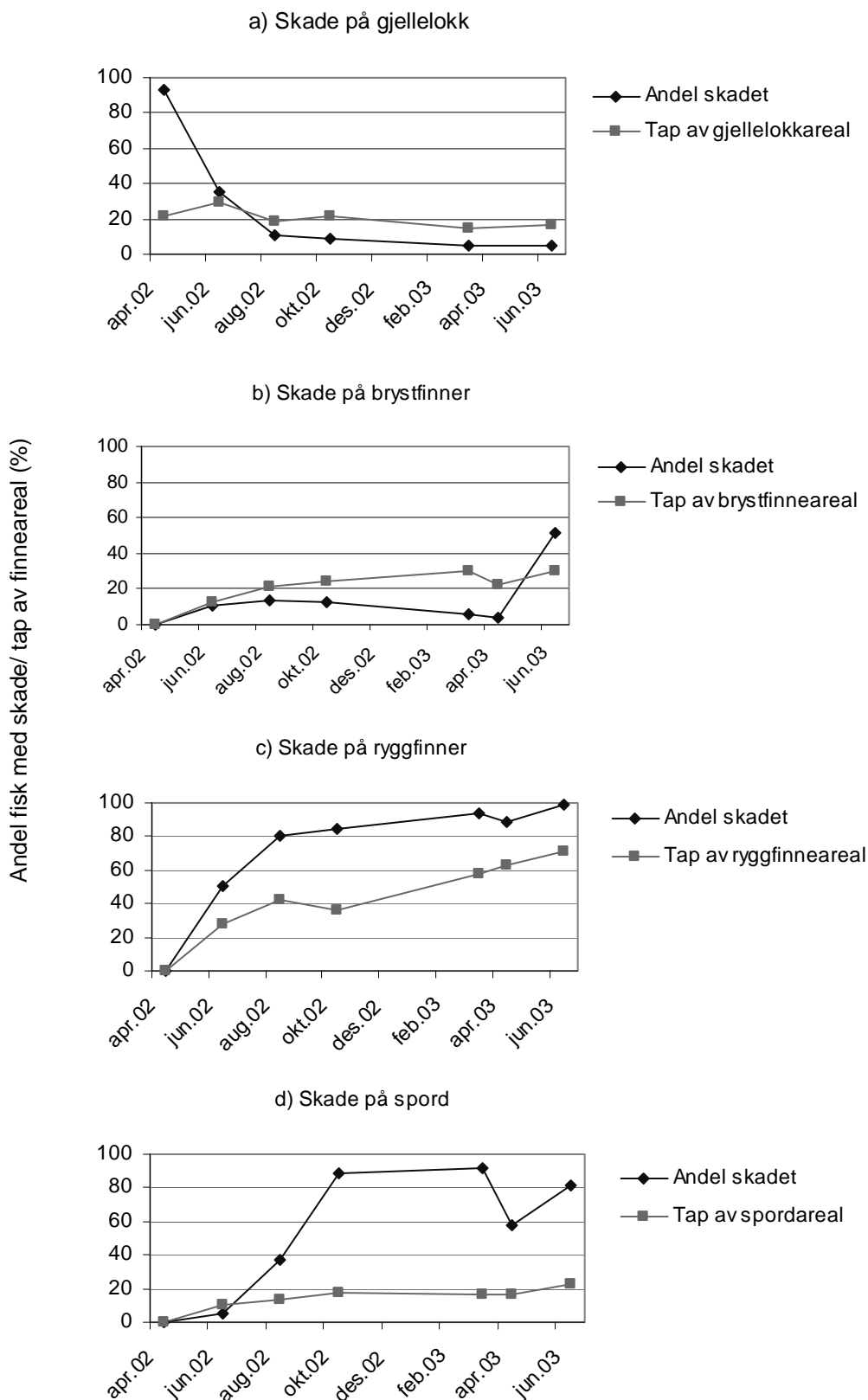
- Utvandringsandel beskriver andel av utsatt fisk som ble registrert nedvandrende i fella i løpet av hele registreringsperioden.
- Utvandringsrespons beskriver hvor raskt fisken vandrer etter utsetting. For å beskrive dette brukes man betegnelsen tid til 50% utvandring, dvs. hvor lang tid (dager) det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

3 Resultater

3.1 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. I 2000 satte vi ut grupper av fisk med ulik grad av skade, og testet gruppene i forhold til utvandringssatferd. Både ett- og toårig smolt med forhøyet skadegrad vegret seg mot å gå ut og vandret ut i mindre grad enn kontrollgruppene. Vi har ikke gjentatt utsettingsforsøk med fisk av ulik skadegrad, men gir en oversikt over skadestatus hos utsettingsårgangen 2002 (**figur 3**).

Ved første registrering av skader på yngelen i april 2003 hadde 93 % av yngelen enkel eller dobbeltsidig gjellelokkforkortelse av moderat grad (**figur 3a**). Andel fisk med denne type skade avtok, og ved utsetting hadde 5 % gjellelokkforkortelse av moderat grad. Andel fisk med skade på brystfinnene lå mellom 0 og 14 % i perioden april 2002 til mars 2003 (**figur 3b**). Fra april og fram mot utsetting i juni økte andel fisk med skade på brystfinnene til 51 %. Skadegraden var moderat (0-30 %). Andel fisk med skade og graden av skade på ryggfinne økte gjennom hele produksjonsperioden (**figur 3c**). Skadeomfanget var moderat fram til oktober, men økte fram mot utsetting. Ved utsetting hadde 99 % av fisken i gjennomsnitt tapt 71 % av ryggfinnen. Andel fisk med skade på spord økte også betydelig gjennom produksjonsperioden og i mars 2003 var andel fisk med skade oppe i 92 %. Ved utsetting hadde 81 % av fisken moderat skade på sporden (**figur 3d**).



Figur 3. Skadeutvikling hos smoltårgangen 2002, utsatt våren 2003.

3.2 Sjøvannstester

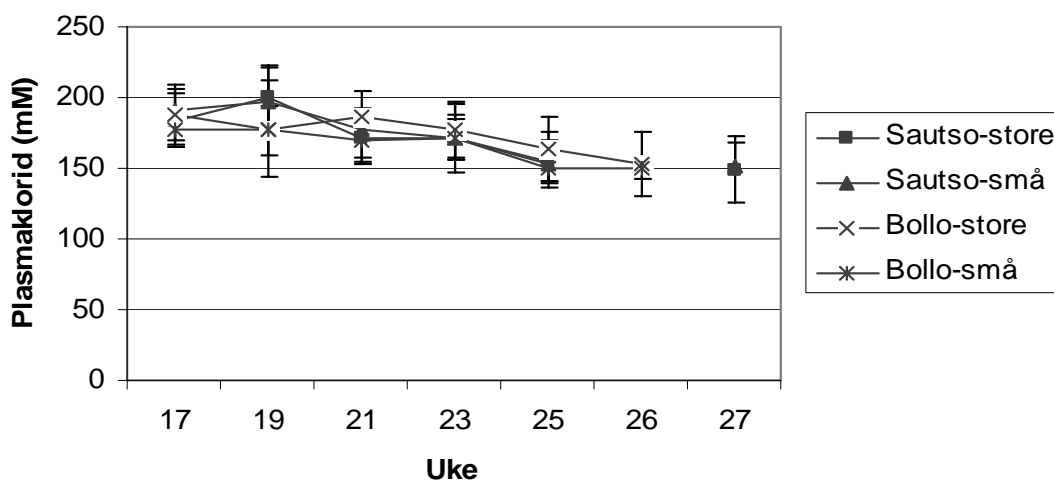
Kroppsstørrelsen har betydning for smoltens evne til å sjøvannsregulere og stor smolt regulerer bedre enn mindre smolt (Hoar 1988). Derfor testet vi fire grupper sortert på størrelse (store og små fisk) fra Sautso og nedre del av elva mhp. Plasmaklorid. Forskjeller i kloridnivå ble tolket som forskjeller i sjøvannstoleranse, og lave kloridverdier tyder på god sjøvannstoleranse.

Ingen forskjeller i kloridnivå ble registrert mellom størrelsesgruppene fra Sautso stammen (Univariate ANOVA, $F=0,240$, $df=1$, $p=0,625$), mens den minste størrelsesgruppen fra Bollo hadde bedre sjøvannstoleranse enn den største størrelsesgruppen fra samme stamme ($F=6,918$, $df=1$, $p=0,01$) (tabell 4, figur 4). Smolt i den minste størrelsesgruppen fra Nedre del (Bollo) hadde bedre sjøvannstoleranse enn fisk fra samme størrelsesgruppe fra Sautso ($F=8,611$, $df=1$, $p=0,004$). For den største størrelsesgruppen fant vi ikke at det var forskjeller mellom stammene med hensyn til sjøvannstoleranse ($F=0,241$, $df=1$, $p=0,625$). Forskjellene mellom gruppene er små og alle har en positiv utvikling fram mot utsettingstidspunktet (figur 4).

Tabell 4. Plasmakloridnivå (mM) med standardavvik (sd) hos smolt fra Sautso og nedre del av Altaelva testet fra uke 17 til 27 i 2003.

Uke	Nedre del (Bollo)				Øvre del (Sautso)			
	Små fisk		Stor fisk		Små fisk		Stor fisk	
	mM	sd	mM	sd	mM	sd	mM	sd
17	176,6	9,9	187,9	17,6	191,4	17,1	183,9	19,0
19	177,0	17,5	177,9	34,2	197,6	23,4	199,8	22,6
21	169,6	11,8	187,1	17,5	177,1	15,2	171,0	16,6
23	170,9	13,2	177,0	20,6	171,9	16,4	171,2	23,8
25	149,5	8,5	163,2	23,3	152,6	23,9	155,0	14,8
26	150,4	7,7	153,2	22,5	*-	*-	*-	*-
27	-	-	-	-	152,2	15,7	148,8	23,5

* verdier mangler pga. feil på måleinstrument



Figur 4: Gjennomsnittlig plasmaklorid (mM) med standardavvik hos smolt fra Sautso og nedre del av Altaelva testet fra uke 17 til 27 i 2003.

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 25-27 for å teste om det var forskjeller i utvandringsatferd hos smolt satt ut til forskjellig tid (**tabell 5**).

Utvandringsandel

Andel av utsatt smolt som vandret ned vassdraget viste en tendens til å øke med økende grad av smoltifisering, men ingen statistisk signifikante forskjeller ble registrert ($\chi^2 = 4,701$, $df=2$, $p=0,095$). Sjøvannstestene viste at smolten var bedre smoltifisert i uke 27 enn i uke 25, og andelen som vandret i uke 27 var 71-72 %, mens andelen i uke 25 var 50-51 % (**tabell 5**). Forsøksgruppene hadde lik lengde ved utsetting (ANOVA, $F=1,077$, $df=5$, $p=0,372$).

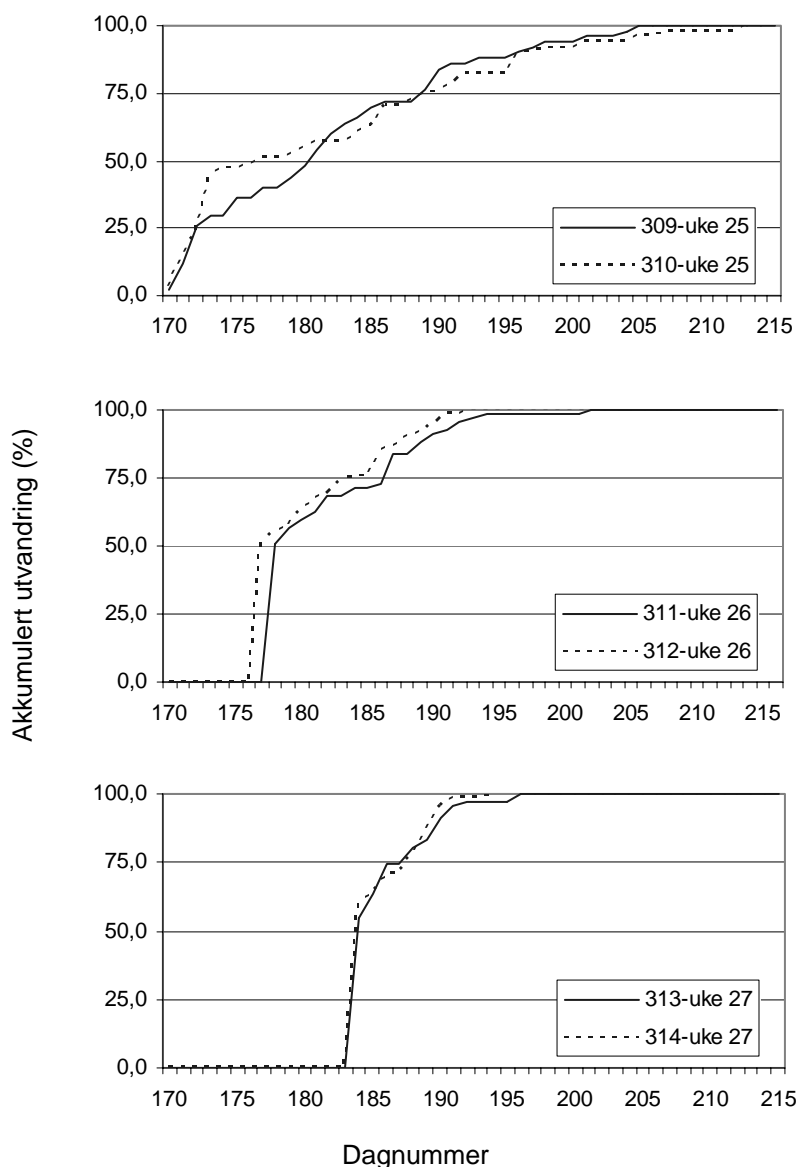
Tabell 5. Gjennomsnittlig lengde (mm), kloridverdi (mM) og utvandringsandel hos laksesmolt satt ut til forskjellig tid i øvre del av Halselva i 2003. Uke 25=19.06.03, uke 26=26.06.03 og uke 27=03.07.03.

Gruppe	Utsatt uke	Lengde (mm)	Klorid verdi (mM)		Antall utsatt	Antall utv.	Andel (%) utv.	
			sd	sd				
309	25	186,2	9,5	155,07	18,7	100	50	50,0
310	25	185,1	9,8	155,07	18,7	99	51	51,5
311	26	186,3	10,6	151,80	16,5	98	67	68,4
312	26	187,8	10,3	151,80	16,5	99	62	62,6
313	27	187,7	9,6	148,53	18,6	100	71	71,0
314	27	187,3	10,6	148,53	18,6	99	72	72,7

Sjøvannstestet fisk lå innen samme lengdeintervall (160-220 mm). I uke 25 var 77,5 % av fisken i lengdegruppen 160-220 mm smoltifisert, dvs. med kloridverdier <160 mM, og med gjennomsnittlig kloridnivå på 155,1 mM (**tabell 5**). I uke 26 var 75,0 % smoltifisert, med gjennomsnitt på 151,8 mM, og i uke 27 var 76,5 % av smolten sjøvannstolerant, hvor gjennomsnittlig kloridnivå var nede på 148,5 mM.

Utvandringsrespons

Smoltgruppene som ble satt ut da de hadde best sjøvannstoleranse (uke 26 og 27) vandret ut raskere etter utsetting enn smolten satt ut i uke 25 (ANOVA, Tukey test, $p<0,001$). Smolten satt ut i uke 25 som vandret, brukte i gjennomsnitt 11,8 dager fra utsett til fellepassering, og utvandringsperioden strakk seg over 44 dager. Gruppene satt ut senere (uke 26 og 27) brukte 1,8 – 4,0 dager i gjennomsnitt. Total utvandringsperiode for gruppen som vandret ut raskest (314) var på 11 dager (**figur 5**).



Figur 5. Utvandringsrespons hos smolt fra smoltifiseringsgrad forsøk i forhold til utvandringsatferd i Halselva i 2003. Dagnummer 170 = 19.06.03, dagnummer 177 = 26.06.03 og dagnummer 184 = 03.07.03. Se **tabell 2 og 5** for beskrivelse av forsøksgruppene.

3.4 Transportstressforsøk

3.4.1 Transportstressforsøk, Altaelva

Transport fra smoltanlegg til utsettingssted er en stressfaktor for smolt. Stress hos fisken kan medføre lavere sjøvannstoleranse, redusert immunforsvar og kan påvirke atferden. Plasmakortisol hos fisk i ferskvann øker som respons på stress og plasmaglukose øker under eller etter en stressrespons for å gi energi til fisken (Høgåsen 1998). Vi målte plasmakortisol og plasmaglukose 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. Hensikten var å undersøke om ulik behandling etter transport har betydning for gjennfangsraten.

Fiskene som ble undersøkt var like store (ANOVA, $F=0,357$, $df=2$, $p=0,702$). Glukosenivået lå noe høyere enn normalnivå som er 3-5 mM før transport og endret seg verken etter transport eller etter hvile ($F= 0,308$, $df=2$, $p=0,737$). Kortisolnivået økte betydelig etter transport (Tukey test, $p<0,001$), og sank etter hvile til nivået før opplasting (Tukey test, $p<0,001$) (**tabell 6**).

Tabell 6. Gjennomsnittlig lengde (mm), plasmaglukose (mM) og plasmakortisol (nM) med standardavvik (sd) målt før opplasting i anlegg, etter transport 20 min. med helikopter til Altaelva og etter at fisken hadde stått en uke i hvilemerd i Altaelva.

Forsøksgruppe	Antall fisk	Lengde		Glukose		Kortisol	
		(mm)	sd	(mM)	sd	(nM)	sd
Før opplasting	10	201,1	16,4	8,2	3,8	40,9	45,2
Etter transport	10	205,5	8,5	9,0	1,6	557,9	277,5
Etter akklimatisering	15	203,7	9,8	8,6	1,7	48,5	42,5

3.4.2 Transportstressforsøk, Halselva

Akklimatisering (hvile) etter transport har tidligere gitt positive effekter på overlevelse hos utsatt smolt satt ut i Altaelva. Vi ville teste hvordan akklimatisering etter transport med bil påvirket utvandring av smolt ved å se om det var forskjell i andel av utsatt smolt som vandret ut av vassdraget avhengig av hvilken behandling de fikk etter transport (akklimatisering-hvile eller satt direkte ut). Vi benyttet Halselva som forsøkslokalitet siden fella ved utløpet gir mulighet til kontroll med hvor stor andel som vandrer (utvandningsandel) og hvor raskt de vandret (utvandningsrespons). Fysiologiske målinger av glukose og kortisol ble utført underveis på samme måte som ved transport til Altaelva.

De ti fiskene som ble undersøkt var like store (ANOVA, $F=0,611$, $df=2$, $p=0,55$). Glukosenivået lå høyt før transport og endret seg ikke signifikant etter transport (ANOVA, Tukey test, $p=0,933$). Etter en uke i hvilemerd lå gjennomsnittet enda over normalnivå som er 3-5 mM, men lavere enn før transport (Tukey test, $p=0,029$). Kortisolnivået økte betydelig etter transport (Tukey test, $p<0,001$), og sank til nivået før opplasting etter hvile (tukey test, $p<0,001$)(**tabell 7**).

Tabell 7. Gjennomsnittlig lengde (mm), plasmaglukose (mM) og plasmakortisol (nM) med standardavvik (sd) målt før opplasting i anlegg, etter transport to timer med bil og etter at fisken hadde stått ei uke i hvilemerd i Halselva.

Forsøksgruppe	Antall fisk	Lengde		Glukose		Kortisol	
		(mm)	sd	(mM)	sd	(nM)	sd
Før opplasting	10	189,2	12,4	12,4	5,1	56,2	41,8
Etter transport	10	188,5	7,7	11,7	3,7	387,2	233,6
Etter akklimatisering	10	193,1	9,4	7,7	2,2	46,5	48,2

Utvandringsandel

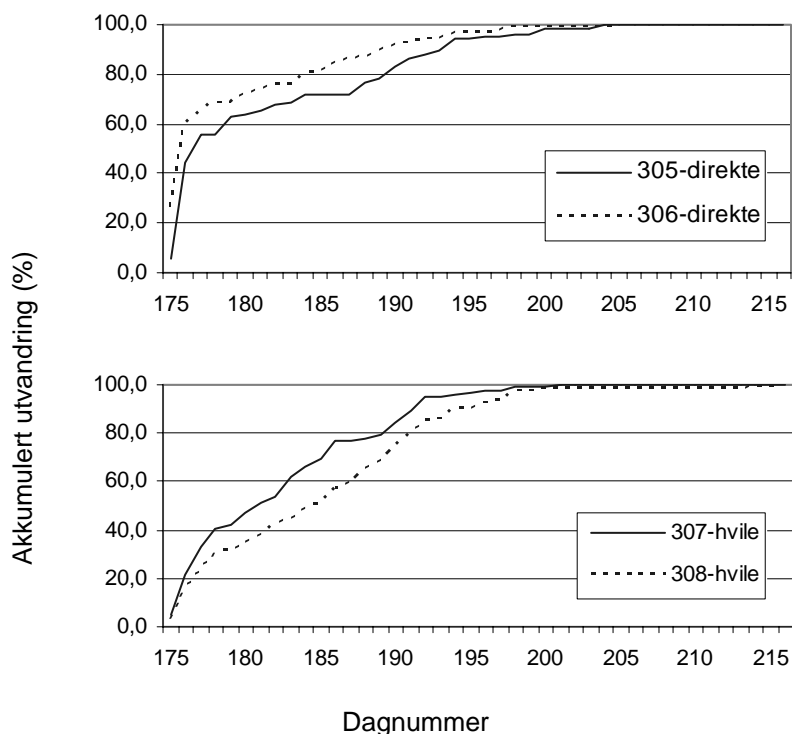
Vi fant ingen forskjell mellom gruppene i andel som vandret ut (χ^2 -test, $p> 0,05$), selv om det var tendenser til at grupper gitt hvile hadde størst utvandring (**tabell 8**). Gruppen som hadde lavest utvandningsandel (46,2 %) ble satt ut direkte, mens gruppen med høyest utvandningsandel (58,6 %) fikk hvile før utvandring ($\chi^2=1,814$, $df=1$, $p=0,178$). Forsøksgruppene hadde lik lengde ved utsetting (ANOVA, $F=0,219$, $df=3$, $p=0,883$).

Tabell 8. Transportstressforsøk hvor ettårig smolt som stammet fra Bollo i Altaelva ble transportert to timer og enten satt direkte ut eller satt i hvilemerd en uke før de ble sluppet i Halselva. Alle gruppene ble satt ut den 21.06.03 (dagnummer 172). Gruppene som fikk hvile ble transportert til utsettingslokaliteten den 14.06.03. Se også **tabell 2**.

Gruppe	Forsøk (behandling)	Antall utsatt	Smoltlengde (mm)	sd	Antall utvandret	Andel (%) utvandret
305	Transp.-direkte	192	185,6	9,9	102	53,1
306	Transp.-direkte	186	185,3	10,2	86	46,2
307	Transp.-hvile	191	185,7	10,3	112	58,6
308	Transp.-hvile	198	184,9	10,5	109	55,1

Utvandringsrespons

Vi testet også hvor raskt etter utsetting smolten vandret ut av vassdraget avhengig av hvilken behandling de fikk etter transport (akklimering/hvile eller satt direkte ut) (**figur 6, tabell 8**). Smoltgrupper satt ut direkte etter transport vandret raskere ut enn gruppene som fikk hvile etter transport. Gruppe 306 brukte i gjennomsnitt 4,5 dager fra utsett til de hadde passert fella, mens gruppe 307 og 308 brukte signifikant lengre tid, henholdsvis 7,5 og 10,3 dager (ANOVA, Tukey test, $p < 0,05$). Gruppe 305 brukte 6,6 dager fra utsett til fellepassering og vandret raskere ut enn gruppe 308 som hadde fått hvile etter transport (Tukey test, $p < 0,001$).



Figur 6. Utvandringsrespons hos smolt fra transportforsøk i Halselva 2003. Dagnummer 175 = 24.06.03. Se **tabell 2 og 8** for beskrivelse av forsøksgruppene 305-308.

3.5 Gjenfangster

Vi får fortsatt gjenfangster av laks fra utsettingene fra forrige prosjektperiode (**tabell 9**), men gjenfangstratene er meget lave. Fra utsettingene i 2002 var det ingen forskjeller i gjenfangstrate mellom grupper satt ut direkte etter helikopter transport (0,24 %) og de som fikk hvile etter helikoptertransporten (0,25 %) (Kji-kvadrat-test, $\chi^2= 0,009$, $df=1$, $p=0,923$). Det var heller ingen forskjeller i gjenfangst mellom de som ble transportert med bil (0,21 %) eller med helikopter og satt ut direkte (0,24 %) ($\chi^2= 0,073$, $df=1$, $p=0,79$) (**tabell 9**).

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 (2,06 %) ($\chi^2= 0,578$, $df=1$, $p=0,45$), og høyere enn gruppen satt direkte ut etter transport (1,43%) ($\chi^2= 5,394$, $df=1$, $p=0,02$). Gruppen transportert med bil og satt ut direkte (2,29 %) var ikke forskjellig fra kontrollgruppen i Halselva ($\chi^2= 0,072$, $df=1$, $p=0,787$). I 2002 var gjenfangstene i Halselva (1,21 %) mer enn tre ganger høyere enn for utsettingene i Altaelva (0,25 %; $\chi^2= 17,656$, $df=1$, $p<0,001$, 0,24 %; $\chi^2= 19,078$, $df=1$, $p<0,001$, 0,21%; $\chi^2= 20,817$, $df=1$, $p<0,001$) (**tabell 9 og 10**).

Tabell 9. Gjenfangst (antall og %) i Altaelva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Altaelva i 1998-2002. Feilv.= feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn **Altaelva**.

Utsatt tidpunkt	Utsatt sted	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feilv. N	Total gjenfangst	
					ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
02.07.1998	Bollo	Bil direkte	1	3008	0	1	2	4	0	-	1	8	0,27
03.07.1998	Bollo	Bil direkte	1	3014	2	2	0	1	0	-	0	5	0,17
03.07.1998	Øvre stengelsen	Helikopter- direkte	1	3009	4	1	0	6	1	1	1	14	0,47
03.07.1998	Øvre stengelsen	Helikopter- hvile	1	3000	16	0	1	19	9	1	0	46	1,53
08.07.1999	Øvre stengelsen	Helikopter- hvile	1	3008	21	2	1	33	3	1	1	62	2,06
08.07.1999	Øvre stengelsen	Helikopter- direkte	1	3015	9	0	3	26	3	1	1	43	1,43
30.06.1999	Bollo	Bil direkte	1	3008	14	2	0	38	2	5	8	69	2,29
01.07.1999	Bollo	Bil direkte	2	3082	2	1	0	26	4	2	0	35	1,14
04.07.2000	Bollo	Bil - direkte	2	2071	3	0	-	2	0	-	0	5	0,24
05.07.2000	Bollo	Bil direkte	1	2742	1	0	-	1	0	-	0	2	0,07
06.07.2000	Øvre stengelsen	Helikopter direkte	1	2923	4	0	-	4	0	-	0	8	0,27
06.07.2000	Øvre stengelsen	Helikopter hvile	1	2872	7	1	-	5	1	-	3	17	0,59
03.07.2001	Bollo	Helikopter direkte	2	2150	1	-	-	3	-	-	0	4	0,19
03.07.2001	Sautso	Helikopter direkte	1	5803	0	-	-	6	-	-	0	6	0,10
03.07.2001	Bollo	Helikopter hvile	1	2484	2	-	-	2	-	-	0	4	0,16
03.07.2001	Bollo	Helikopter direkte	1	1571	0	-	-	2	-	-	0	2	0,13
02.07.2002	Øvre stengelsen	Helikopter-hvile	1	2783	3	-	-	3	-	-	1	7	0,25
02.07.2002	Øvre stengelsen	Helikopter-direkte	1	2930	4	-	-	3	-	-	0	7	0,24
02.07.2002	Øvre stengelsen	Bil direkte	1	2919	3	-	-	3	-	-	0	6	0,21

Tabell 10. Gjenfangst (antall og %) i Halselva og i sjøen fordelt på sjøalder av smolt satt ut i Halselva i 1999-2002. Feilv.= feilvandret fisk som ble gjenfanget i andre elver enn Halselva.

Utsatt år	Utsettingsmetode	Smolt alder	Antall smolt	Gjenfangst elv			Gjenfangst sjø			Feilv. N	Total gjenfangst	
				ensjø	tosjø	tresjø	ensjø	tosjø	tresjø		N	%
1999	Ovenfor felle	1+2	4392	19	-	-	18	2	-	0	39	0,89
1999	Nedenfor felle	1	1400	17	-	-	15	2	-	0	34	2,43
2000	Ovenfor felle	1+2	736	1			3			0	4	0,54
2002	Nedenfor felle	1	2965	30	-	-	5	-	-	1	36	1,17

4 Diskusjon

Smoltproduksjonsforsøkene i Talvik er inne i en ny prosjektperiode som går fra 2002 til og med 2006. I våre tidligere forsøk (1993 -2001) har vi konsentrert oss om å utvikle produksjons- og utsettingsmetoder, samt registrere vandringsatferd (vandringsmotivasjon- og evne) hos eksperimentgruppene. Forsøkene med å optimalisere produksjonsforholdene (lys og temperatur) har gitt gode resultater, og forsøkene med å gi smolten en hvileperiode etter transport har ført til redusert stressnivå og økt overlevelse. Det har imidlertid vært problemer med skader på smolten under produksjonen, slik at en stor andel av smolten ikke har vært av god nok kvalitet til å settes ut, og en høy andel av utsatt smolt har hatt skader på en eller flere finner. På produksjonssiden vil vi derfor i framtiden fokusere på å finne årsakene til skadene og minske skadeomfanget.

Produksjonsforhold

Det var i år god overlevelse på rogn, med redusert parasittbelastning i forhold til tidligere år. Dette kan sannsynligvis tilskrives en kombinasjon av vannbehandling (installasjon av filter og UV-bestråling av innløpsvannet) og håndplukking av død rogn som erstatning for bruk av kjemikalier. Yngeloverlevelsen var meget god og det var redusert parasittbelastning som følge av filtrering og UV-bestråling av vannet. I tillegg fikk yngelen et forbedret (agglomerert) fôr som kan være med å forklare forbedring i overlevelse i forhold til tidligere.

Skadegraden på fisken i 2003 var fortsatt høy. Dette til tross for forventet lavere skadegrad på grunn av reduksjon av *Costia* gjennom behandling av innløpsvann og ulike fôrtildelingsmåter. For å avdekke årsak til skader og begrense skadene ble det gjennomført et fôringsopplegg som skulle sikre fôring i overskudd, og tildelingsmåte ble også variert med å fôre enten fra ett punkt eller spredt kun med vannstrømmen. Disse forsøkene avdekket ingen resultatforbedring verken med hensyn til vekst, jevnhet eller skade innen eller mellom grupper. Utkast ved merking var meget høyt, 35% (8993 fisk) av antall presmolt før merking, hvorav utkast grunnet skader utgjorde ca. 25 % (6500 fisk) av totalt antall presmolt.

Yngelen hadde ved første registrering i april 2002 93 % enkel eller dobbeltsidig gjellelokkforkortelse. Denne type skade avtok, og ved utsetting i 2003 hadde 35 % av fisken gjellelokkforkortelse av moderat grad. Vi vet ikke hva som forårsaket skadene på gjellelokk tidlig i produksjonen. Andel fisk med skade på brystfinner, ryggfinne og spord økte utover i produksjonsperioden og ved utsetting hadde henholdsvis 51, 99 og 81 % av fisken skade. Skadegraden var høyest på ryggfinneren hvor fiskene i gjennomsnitt hadde et areal tap på 71 %.

Skadebildet ble vurdert som litt mindre omfattende for 2003 årgangen i forhold til forrige årgang, men utviklingsforløpet var ganske likt. Det var en tendens til at startfôringsveksten var noe bedre enn 2001-årgangen. Vi vil i fortsettelsen gjøre forsøk med å isolere enkeltfaktorer gjennom hele produksjonstiden for å finne årsaker til skadene på fisken.

Smoltifisering

Ved smoltutsettinger 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). Kloridnivåene målt på avkom av Sautso stammen viste ingen forskjeller mellom grupper av stor og små fisk, mens den minste størrelsesgruppen fra Bollo stamme hadde lavere kloridnivå (sjøvannstoleranse) enn stor fisk fra samme stamme. Siden vi ikke hadde replikater i forsøket er det vanskelig å si

noe om hvorfor vi fikk dette resultatet. Generelt hadde stor fisk bedre sjøvannstoleranse enn mindre fisk i disse forsøkene.

Smolt satt ut for tidlig eller for sent i forhold til smoltifiseringstidspunktet varierer mhp. marin overlevelse (Lundqvist et al. 1986; Hansen 1989) og det er vist at laksesmolt satt ut ved optimalt tidspunkt (best sjøvannstoleranse), hadde bedre overlevelse enn smolt satt ut tidligere eller senere (Staurnes et al. 1993). I Halselva satte vi ut smolt i tre perioder med en ukes mellomrom, og brukte utvandringssatferd som mål på sjøvannstilpasning. Andel av utsatt smolt som vandret ut i uke 25 var ikke forskjellig fra andel fisk som vandret ut en og to uker senere (uke 26 og 27). Det var en tendens til økende utvandringssandel fra uke 25 til uke 27, men forskjellene var for små til at man kan utelukke at det skyldes tilfeldigheter. Andel av fisken som hadde smoltifisert (<160 mM) var lik alle tre forsøksukene, men smolt satt ut i uke 27 hadde tendens til lavere kloridnivå (bedre smoltifisert) enn smolt satt ut i uke 25. Smolten som ble satt ut i slutten av juni og begynnelsen av juli (uke 26 og 27) vandret imidlertid raskere ut av vassdraget enn gruppene satt ut i uke 25, noe som kan skyldes bedre sjøvannstoleranse og dermed bedre vandringssmotivasjon. Det kan tyde på at smolten satt ut tidlig utviklet sjøvannstoleransen ytterligere i elva før de var klar til å vandre ut i sjøvann. Smolten i Altaelva ble satt ut i uke 27, da smolten hadde best sjøvannstoleranse.

Transportstress

Laksesmolt har vist seg å bli stresset ved håndtering og transport før utsetting (Barton 2000a,b, Hansen & Jonsson 1988, Høgåsen 1998). Dette kan måles ved hjelp av blodprøver som avdekker økt nivå av glukose og kortisol i blodet (Barton 2000a, Langhorne & Simpson 1981, Virtanen & Soivio 1985). Akklimatisering/hvile etter transport er funnet å ha positiv effekt for å redusere stressnivå både hos laks og ørret (Finstad et al. 2003, Iversen et al. 1998, Jonsson et al. 1999). Glukosenivået lå noe over normalnivået for laksesmolt både før og etter transport og etter en uke i hvilemerd. Det er tidligere vist at de fysiologiske endringene knyttet til smoltifiseringsprosessen i seg selv skaper stressresponser som forhøyet glukosenivå (Høgåsen 1998). Smoltens kortisolnivå reagerer raskt på stress. 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). Undersøkelser har vist at håving er mest utslagsgivende med hensyn til å påføre smolt stress i forbindelse med transport (Iversen et al. 1998). Kortisolnivået hos anleggsprodusert laks er vanligvis lavere enn 50 nM (Finstad et al. 2003, Sandodden et al. 2001), og nivået før transport i våre forsøk lå innen normalområdet med gjennomsnittsverdi på 41 nM. Kortisolnivået økte etter transport og var etter en uke i hvilemerd tilbake på samme nivå som før transport. Dette samsvarer med tidligere resultater fra våre undersøkelser i Altaelva (Strand & Finstad 2002, 2003).

I Halselva benyttet vi utvandringssatferd som mål på stress hos smolten. De fysiologiske målingene i forbindelse med tankbiltransport viste samme resultater som for målingene på smolt transportert til Altaelva med helikopter. Glukoseverdiene endret seg ikke i forbindelse med transport, men kortisolnivået steg betydelig fra før transport til de ble målt etter transport, og sank til normalnivå etter hvile i elva. Ingen signifikante forskjeller i andel som vandret ut ble registrert. Gruppene som ble satt ut direkte etter transport vandret i gjennomsnitt raskere ut enn gruppene som fikk hvile. Tilsvarende forsøk fra utsettinger i 1999 og 2000 viste at enkelte av gruppene som fikk hvile etter transport vandret raskere enn smolt som ble satt ut direkte etter transport (Strand & Finstad 2000, 2001), mens forsøk fra 2001 og 2002 ikke viste noen forskjell mellom grupper i hvor raskt smolten vandret ut etter utsetting (Strand & Finstad 2001, 2002).

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). 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 2002 enn tidligere år. Skader på fiskene er sannsynligvis en viktig årsak til dødelighet og lave gjenfangster. Forsøkene i 2003 viste at vi må sette mer ressurser inn på å finne årsaker til skadegraden på fisken og redusere skadeomfanget under produksjonen. I 2004 vil vi få de første gjenfangstene av smolt som ble behandlet med antilusemiddel før utsetting og fra forsøket med PIT-merket smolt satt ut i Halselva i 2003.

5 Litteratur

- Barton, B. A. 2000a. Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. - North American Journal of Aquaculture 62: 12-18.
- Barton, B. A. 2000b. Stress in fishes: a diversity of responses. - American Zoologist 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. S. 105-135.
- Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.
- 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., 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.
- 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 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. - Fisheries Management and ecology 6: 459-473.
- Langhorne, P. & Simpson, T. H. 1981. Natural changes in serum cortisol in Atlantic salmon (*Salmo Salar* L.) during parr-smolt transformation. - I Pickering, A. D., red. Stress and fish. Academic Press, Inc., London. S. 349-350.
- 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.
- 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.
- Sandodden, R., Finstad, B. & Iversen, M. 2001. Transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): anaesthesia and recovery. - Aquaculture Reseach 32: 87-90.

- 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.
- Sumpter, J. P., Dye, H. M. & Bentley, T. J. 1986. The effects of stress on plasma ACTH, α -MSH, and cortisol levels on salmonid fishes. - *Gen. Comp. Endocrinol.* 62: 377-385.
- Virtanen, E. & Soivio, A. 1985. The patterns of T3, T4, cortisol and NaK-ATPase during smoltification of hatchery-reared *Salmo salar* and comparison with wild smolts. - *Aquaculture* 45: 97-109.
- Waring, C. P., Stagg, R. M. & Poxon, M. G. 1992. The effects on handling on flounder (*Platichthys flesus* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). - *J. Fish. Biol.* 41: 131-144.
- Wedemeyer, G. A., Saunders, R. L. & Clarke, W. C. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. - *Mar. Fish. Rev.* 42: 1-14.

NINA Oppdragsmelding 823

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1459-8

NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

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

<http://www.nina.no>