

386

OPPDRAKSMELDING

Smoltproduksjonsforsøk
med laks

Bengt Finstad



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Smoltproduksjonsforsøk med laks

Bengt Finstad

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

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

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. -NINA Oppdragsmelding386: 1-15.

Trondheim, januar 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0638-2

Forvaltningsområde:

Bærekraftig høsting, fisk

Sustainable harvesting, fish

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag:150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

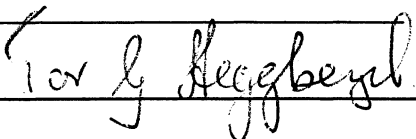
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.:13306 Smoltproduksjonsforsøk

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Statkraft

Referat

Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. -NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.

Fisken i nord må gå lenger på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsettingsstørrelse. Dette har vist seg å skape problemer for en god smoltifisering, noe som igjen fører til dårlig overlevelse for den utsatte fisken. En stor utfordring har derfor ligget i en regional tilpasning av produksjon av laks, sjørørret og sjørøye til kultiveringsformål og kompensasjonsutsettinger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Målet for smoltproduksjonsforsøkene ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere en laksesmolt som har bedre overlevelse og gjenfangst enn det som tidligere er oppnådd ved anlegget i Talvik med tanke på en mulig kompensasjonsutsetting i Altaelva i framtida. Prosjektet ble igangsatt i 1993 og er presentert i årsrapport for 1993 og NINA Oppdragsmelding 330 (1995).

Det ble produsert ett- og toårig laksesmolt som ble gitt ulike lys- og temperaturregimer og som ble testet mhp. standardiserte sjøvannstester fra tidlig vår, sommer og på høsten for å få med et helt års smoltifiseringssyklus. Grupper av fisk fra de ulike produksjonsgruppene ble carlinmerket og satt ut ovenfor NINA's fiskefelle i Talvik (testing av vandringslyst/smoltfysiologi). En gruppe på omlag 4 000 smolt ble carlinmerket og satt ut i Altaelva (Bollo).

Resultatene viste at bruk av varmtvann på våren ga en hurtigere smoltifisering hos laks over en viss størrelse og at lysstyring innen de hittil utprøvde regimer ikke var effektiv for å hindre eller synkronisere prosessen. Selv små temperaturendringer påvirket smoltens osmoreguleringsevne og dermed muligens dens vandringsvillighet. Det bør arbeides videre med de gruppene som har gitt de beste resultatene med hensyn på sjøvannstestene for å oppnå den optimale smolten tilpasset disse nordlige breddegradene.

Undersøkelser mhp. fysiologi/utvandring testes i anlegget, Halselva/fiskefelle og i utvandringdam i øvre del av Halselva. Atferd, herunder vandringslyst hos ett- og toårig smolt er ennå ikke klarlagt og testet tilstrekkelig. Det foreslås derfor at slike undersøkelser videreføres. Fisk som gir de beste resultatene settes ut i Altaelva (2*3000 grupper carlinmerket, samt en større gruppe finneklippet fisk). Utsettinger repeteres gjennom en 3-års periode i Bollo og gjenfangster registreres og evalueres de etterfølgende år. Det må vurderes om det skal bygges en utsettingsdam i Altaelva for videre kompensasjonsutsettinger.

Emneord: Smoltproduksjonsforsøk - laks - sjøvannstoleransetester - overlevelse - vandring.

Bengt Finstad, Norsk Institutt for Naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Abstract

Finstad, B. 1995. Experimental smoltproduction with Atlantic salmon. - NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.

Fish in the northern part of Norway must be reared for a longer time on artificial light and temperature in order to achieve a satisfactorily releasing size. This has made some problems for the smoltification and again a poor survival of the released fish. A great challenge for releasing fish in addition to regulated rivers has therefore been to produce Atlantic salmon, sea trout and Arctic charr with regional adaptations.

The aim for the experimental smoltproduction at the hatchery in Talvik has been to produce Atlantic salmon smolts having a better survival which have been achieved earlier. This in connection to a possible compensatory releasing of fish in the River Alta in the future. The project was started in 1993 and is presented in the annual report for 1993 and in NINA Oppdragsmelding 330 (1995).

One- and two-year old salmon smolts given different light- and temperature regimes were produced and were tested by standardized seawater-challenge tests from early spring, through summer end in autumn in order to examine the whole smoltification cycle. All fish from the different groups were tagged by external Carlin tags and released above a fish trap in the River Halselva. Standardized seawater-challenge tests were taken and the migratory pattern was analyzed. One group of about 4 000 carlintagged smolts were released in the River Alta (Bollo).

The results showed that use of heated water in the spring period increased the smoltification process in smolts above a certain size and that the tested lightregimes were not sufficient to prevent or to synchronize the process. Even small changes in temperature affected the osmoregulatory ability of the smolts and probably their migratory behaviour. A further work must be done with fish in optimal groups adapted to the northern latitudes.

Experiments for testing physiological responses/migration are performed in the hatchery, the River Halselva/fish trap and in migration tanks in the river. Studies of the migratory behaviour in one- and two-year old smolts are not fully clarified and further investigations must be performed. Groups of fish giving the best results are released in the River Alta (2*3000 groups of carlintagged fish and bigger groups tagged by fin clipping). The releasing experiments must be performed in a 3-year period in Bollo (River Alta) and registrations of the recaptures are given in the years to come.

Keywords: Smoltproduction - Atlantic salmon - seawater tolerance tests - survival - migration.

Bengt Finstad, Norsk Institutt for Naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

I samband med Altautbyggingen ble spørsmålet om bygging av et settefiskanlegg tatt opp av Alta Laksefiskeriers Intressentskap, Alta kommune og Finnmark fylkeskommune. Direktoratet for Naturforvaltning (DN) anmodet Statkraft å bygge et forsøksanlegg i tilknytning til de undersøkelser som pågikk i Altaelva, og i 1985 inngikk Statkraft en avtale med DN om drift av Talvikanlegget for perioden 1985-1989. Statkraft, DN, NINA og Alta kommune ble enige om at det skulle bygges ei kontrollfelle i Halsvassdraget i samband med prosjektet "kulturbetiget fiske" (senere havbeiteprosjektet). Talvikanlegget var ferdig bygd ved slutten av 1985, med en kapasitet på 50 000 laksesmolt, og fisk produsert i anlegget ble første gang satt ut i 1986.

Det har vist seg at forholdene i Nord-Norge, spesielt på grunn av den lange og mørke vinteren, gjør at produksjonsteknologi utviklet lengre syd ikke lar seg overføre uten spesielle tilpasninger. Fisken i nord må gå lenger på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsettingsstørrelse. Dette har vist seg å skape problemer for en god smoltifisering, noe som igjen fører til dårlig overlevelse for den utsatte fisken. En stor utfordring har derfor ligget i en regional tilpasning av produksjon av laks, sjørret og sjørøye til kultiveringsformål/ kompensasjonsutsettinger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Målet for smoltproduksjonsforsøket ved settefiskanlegget i Talvik har vært å produsere en laksesmolt som har bedre overlevelse og gjenfangst enn det som tidligere er oppnådd ved anlegget i Talvik med tanke på en mulig kompensasjonsutsetting i Altaelva i framtida. Prosjektet ble igangsatt i 1993 (se årsrapport for 1993) og NINA Oppdragsmelding 330 (1995).

Frode Løvik, Svein T. Nilsen og Harald Mikkelsen ved Statkrafts settefiskanlegg og de ansatte ved NINA's fiskefelle i Talvik takkes for et godt samarbeid. Prosjektet er finansiert av Statkraft, samt at resultater fra andre relevante prosjekt har vært benyttet for å utfylle dette prosjektet.

Trondheim, januar 1996

Bengt Finstad
Prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	3
Forord.....	4
1 Innledning.....	5
2 Metode og materiale.....	5
3 Resultater.....	8
3.1 Produksjonsforhold/sjøvannstoleranse.....	8
3.2 Vandringslyst.....	11
4 Diskusjon.....	13
5 Litteratur.....	14

1 Innledning

Smoltifisering hos laksefisk er en komplisert prosess og omfatter store endringer i atferd, morfologi og fysiologi (Wedemeyer et al. 1980; Langdon 1985; Hoar 1988; Heggberget et al. 1992). Forberedelsen til et marint liv består av flere mer eller mindre uavhengige prosesser som styres av indre biologiske rytmer som synkroniseres av ytre miljøforhold slik at utvandringen kan skje på et optimalt tidspunkt. Hos ville bestander skjer dette i løpet av noen uker om våren, og varierer både innen samme elv fra år til år, mellom elver og med breddegrad (Metcalf et al. 1988).

Hos laksefisk er generelt årssyklusen i daglengde (fotoperiode) den viktigste faktor som kontrollerer tidspunkt for smoltifisering (Poston 1978; Wedemeyer et al. 1980; Lundquist 1983; Parker 1984). Ved manipulering med fotoperioden kan tidspunktet for de smoltifiserings-relaterte endringene forskyves (Saunders og Henderson 1970; Wagner 1974; Clarke et al. 1978; Clarke 1989). Vann-temperaturen er først og fremst en hastighetskontrollerende faktor i smoltifiseringen, og samvirker med fotoperiode (Wedemeyer et al. 1980; Hoar 1988). En økning i temperatur aksellerer smoltifiseringen, men fører også til en raskere desmoltifisering, slik at perioden hvor fisken er smolt kortes kraftig ned ved høye temperaturer (Clarke et al. 1978, 1981; Soivio et al. 1988, 1989).

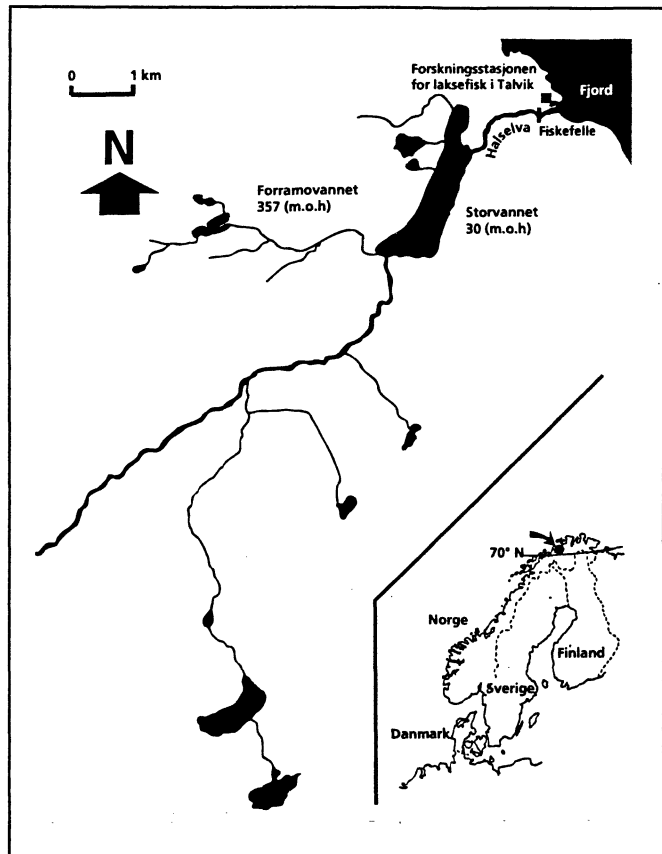
Utsetting av kunstig produsert smolt har foregått i norske vassdrag siden 1950-tallet. Resultatene av utsettingene har gitt svært varierende gjenfangster, og det er vist at gjennomsnittlig overlevelse av anleggsprodusert smolt bare er halvparten av vill smolt (Jonsson et al. 1991). Ulike temperatur- og lysregimer i anlegg er forsøkt for å bedre smoltifiseringen hos laksefisk i anlegg. I tillegg har saltføring (Wedemeyer 1972; Wedemeyer og Wood 1974) og saltvannsaklimering (5-15 ‰) vist seg å være gunstig for å produsere en optimal smolt (Long et al. 1977).

Det har vist seg at forholdene i Nord-Norge, spesielt på grunn av den lange og mørke vinteren, gjør at produksjonsteknologi utviklet lengre syd ikke lar seg overføre uten spesielle tilpasninger. Fisken i nord må gå lenger på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsetningsstørrelse. Dette har vist seg å skape problemer for en god smoltifisering, noe som igjen fører til dårlig overlevelse for den utsatte fisken. En stor utfordring har derfor ligget i en regional tilpasning av produksjon av laks, sjørøtt og sjørøye til kultiveringsformål/ kompensasjonsutsettinger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Målet for dette prosjektet har vært å produsere en lakse-smolt som har bedre overlevelse og gjenfangst enn det som tidligere er oppnådd ved anlegget i Talvik med tanke på en mulig kompensasjonsutsetting i Altaelva i framtida.

2 Metode og materiale

Forsøkene ble utført ved settefiskanlegget i Talvik, som ligger ved Halselva i Finnmark (figur 1). Produksjon av settefisk til utsettingene i Altaelva har foregått ved dette anlegget siden 1986. I tilknytning til anlegget er det bygd en fiskefelle i Halselva hvor all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget merkes og registreres med lengde og vekt. Det er naturlige bestander av laks, ørret og røye i vassdraget.



Figur 1. Kart over Halsvassdraget med settefiskanlegget og fiskefella.

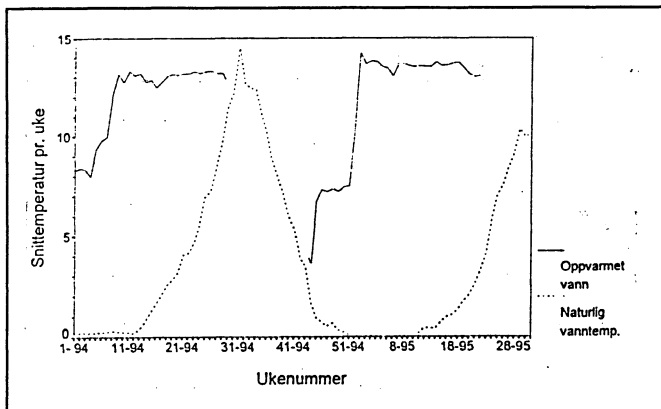
I 1993 ble prosjektet igangsatt med at 8 grupper à 600 Carlinmerket ettårig smolt ble gitt ulike produksjonsbetingelser (lys/temperatur), testet ved hjelp av standardiserte sjøvannstester og satt ut ovenfor fiskefella den 21/6-93 (se årsrapport for 1993). Disse eksperimentene ble utvidet i 1994 (Strand & Finstad 1995)

Produksjonsbetingelser og bakgrunn:

For temperatur- og lysbetingelser før den 1/1-94 henvises det til Strand & Finstad (1995).

For 1995 ble produksjonen fokusert mer på ettårssmolt. Denne fisken krever mindre produksjonskapasitet enn toårssmolt og ved de rette lys- og temperaturregimene gjennom hele produksjonen kan dette være et alternativ til en produksjon av toårssmolt.

Ettårsmolt: Stamfisk ble fanget i midtsonen av Altaelva i uke 36 og oppbevart i villfiskavdelingen på anlegget fram til stryking den 30/11-93. Skjellprøver ble tatt av foreldrene og ble analysert av NINA. Fisk ble undersøkt av lokal tilsynsveterinær etter stryking og de uttatte prøvene ble sendt til Veterinærinstituttet for analyser. Rogn og melke fra hvert foreldrepar ble desinfisert og innlagt i egen sylinder i klekkeriet. Den befruktede rogn ble holdt ved naturlig vanntemperatur en periode og deretter gitt oppvarmet vann etter at svaret fra Veterinærinstituttet mhp. eventuelle sykdommer forelå. Fisk ble gitt oppvarmet vann fram til den 19/7-94, og videre på naturlig vanntemperatur fram til utsetting. Etter innlegging av rogn til utpå våren var det 24 timers mørke. Den 17/3-94 fikk fisken en gradvis økning i lysmengde i løpet av to dager. Fisk ble holdt på full belysning hele sommeren døgnet rundt fram til den 25/8-94 og redusert til 10 timer pr dag fram til den 24/04-95 da lyset ble tatt opp til 24 timers lys. **Figur 2 og 3** viser henholdsvis temperatur (oppvarmet vann og naturlig vanntemperatur) og lys i anlegget fra innlegging av rogn til utsetting.



Figur 2. Temperatur (°C) på naturlig vanntemperatur og oppvarmet vann ved settefiskanlegget i Talvik.

Toårsmolt: De samme prosedyrer som for ettårsmolten ble fulgt. Fisk ble satt over på svakt oppvarmet vann ($\approx 7^\circ\text{C}$) fram til den 2/3-93 og holdt på oppvarmet vann over sommeren fram til den 4/9-93, og deretter på naturlig vanntemperatur fram til utsetting. Fisk benyttet i behandling 2 og 3 fikk tilførsel av oppvarmet vann fra den 24/4-95 fram til utsetting. Etter innlegging og fram til februar 1993 var det 24 timers mørke, deretter en gradvis økning til 24 timer i døgnet under startfóringen og over sommeren. Fisk ble deretter satt på simulert naturlig belysning med innlagt natt fram til den 27/4-94, da fisken fikk lys hele døgnet over sommeren. I oktober fikk fisken igjen simulert natt (10 timer i døgnet), som ble holdt fram til den 24/4-95 da lyset ble tatt opp til 24 timers lys.

I tillegg ble det satt ut omlag 4 000 carlinmerket toårsmolt i Altaelva (Bollo).

Lyset ble tatt opp til 24 timers lys fra den 24/4-95 og fisken ble holdt på naturlig vanntemperatur. Naturlig vanntempera-

tur er den samme som temperaturen i Halselva på samme tid. Grupper satt ut ovenfor fella er satt ut i Halselva like nedenfor utløpet fra Storvatnet (**figur 1**). De ulike produksjonsgruppene er vist i **tabell 1**.

Det ble foretatt sjøvannstester av de ulike produksjonsgruppene utover våren, samt før og etter utsetting. En parallell oppfølging av fisk i anlegg og fella ble foretatt under smoltutvandringen. Det ble tatt blodprøver av 6 fisk fra hver gruppe i ferskvann (kontrollgruppe) og 10 fisk fra hver gruppe ble så overført til sjøvann (34‰). Etter 24 timer ble det tatt blodprøver. Analyser av klorid i blodplasmaet viste om fisken var en fullverdig smolt (dvs. verdier under 160 mmol/l).

Alle gruppene gikk på vanlig fó helt fram til den 2/5-95 og deretter på saltfó fram til utsetting. For fisk satt ut i Altaelva ble saltfóring avsluttet 2 dager før utsetting.

Fisken benyttet i forsøket var alle individuelt merket med Carlinmerker. Noen fisk ble brukt til eksperimenter i anlegget, noe ble satt ut ovenfor fella for registrering av vandringslyst ved tidspunktene 12/6, 26/6 og 3/7 (ettårsmolt) og den 26/6 og 3/7 (toårsmolt). Resten ble satt ut i Altaelva (Bollo). All vill laksesmolt i Halselva på vei ut ble registrert i fella med lengde, vekt og utvandringstidspunkt. Totalt 1078 villsmolt (snittlengde 141.61 ± 15.29 mm, snittvekt 22.10 ± 9.07 gram) vandret ut fra Halselva i 1995. Vandringslysten til fisk i de ulike gruppene ble registrert ettersom de passerte fella på nedvandring.

Grenseverdier-temperatur/lys:

Det ble utført et forsøk for å teste grenseverdier for temperatur og lys hos presmolt (toårs) før utsetting (beh. 1, 2 og 3). Grupper av fisk (200 pr. gruppe) ble holdt på naturlig vanntemperatur, naturlig vanntemperatur +1.5°C og naturlig vanntemperatur +3°C (**figur 4**) fram mot utsettingsperioden for å teste smoltifiseringsutviklingen som funksjon av lys og temperatur.

Utsettinger ovenfor fella (OF-grupper):

Det ble utført forsøk for å teste betydningen av smoltstatus og utsettingstidspunkt på fiskens vandringsvillighet og forsøk for å teste om smoltutviklingen ble påvirket ved utsettinger til ulike tidspunkt. For å teste betydningen av smoltstatus mot vandringsvillighet ble smoltstatus i anlegget dokumentert ved hjelp av saltvannstester gjennom hele smoltifiseringsprosessen fram til de ulike utsettingstidspunktene. Forløpet av vandrende fisk ble registrert i fella og fisken skulle fortløpende testes mhp. osmoreguleringsevne. Ved å repetere opplegget tre ganger (OF-grupper) over det mest aktuelle tidspunktet for smoltutvandring/smoltifisering prøvde vi å finne det mest optimale utsettingstidspunktet for vandringsvillighet både relatert til smoltstatus og tid. For å finne ut om smoltifiseringsutviklingen ble påvirket ved å sette ut fisken ble parallelle grupper til utsettingsgruppene holdt igjen på anlegget og testet mhp. osmoreguleringsevne på de samme tidspunktet som utvandrende fisk ble testet.

Smolttestinger av andre grupper:

I tillegg til smolttestingene på de ovennevnte gruppene ble andre grupper av fisk også testet i anlegget. Generelt for alle smolttestingene var at fisken ble testet vha. sjøvannstester fra tidlig vår, under smoltifiseringen og utover i desmoltifiseringsperioden. Dette for å kunne danne seg et helhetlig bilde av smoltifiseringsutviklingen gjennom et helt år.

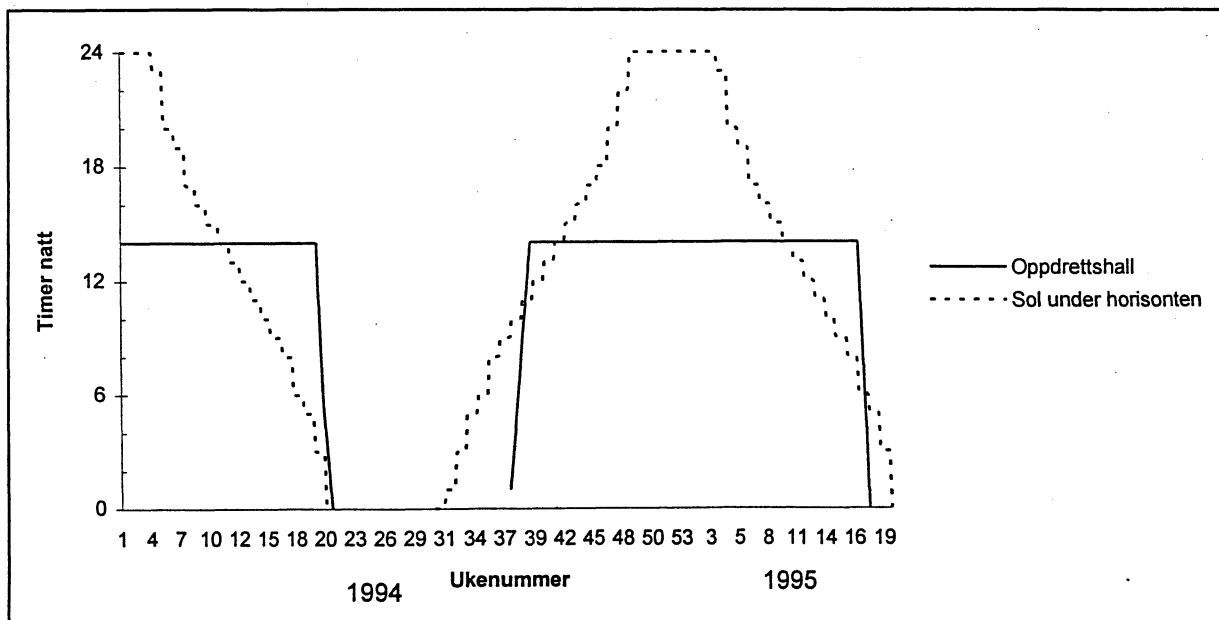
Utsettinger i Altaelva:

Omlag 4 000 Carlinmerket toårssmolt ble transportert fra settefiskanlegget i Talvik og satt ut i Altaelva (Bollo) den 28/6-95. De første gjenfangstene av ensjøvinter laks kan først forventes i 1996.

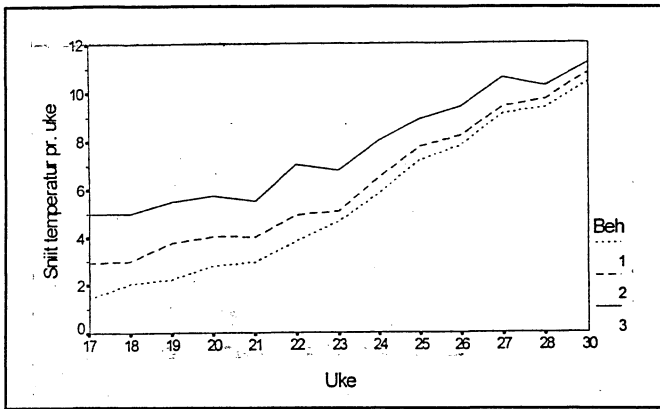
Tabell 1. Oversikt over produksjonsforhold og utsettingsparametre for de ulike grupper laks benyttet i forsøkene i 1995. Fra den 24/4-95 ble lysdagen forlenget fra 10 til 24 timers lys i løpet av uke 17 (24.-30/4) og fisken ble holdt på naturlig vanntemperatur fram mot utsetting.

Gruppe	Lys	Temperatur	Alder	Utsettings- sted	Utsettingstidspunkt	Antall utsatt
1	24.04.95	Naturlig vanntemperatur	2			
2	"	Naturlig vanntemperatur +1.5 °C	2			
3	"	Naturlig vanntemperatur +3.0 °C	2			
4a	"	Naturlig vanntemperatur	1	OF*	12.06	147
4b	"	"	1	OF	26.06	148
4c	"	"	1	OF	03.07	149
5	"	"	2			
6	"	"	2			
7	"	"	1			
24	"	"	2	OF	26.06	124
25	"	"	2	OF	03.07	118
26	"	"	2	OF	10.07	100
27	"	"	1	OF	10.07	100

* OF=utsatt ovenfor fella.



Figur 3. Lysregimer ved settefiskanlegget i Talvik. Fra den 24/4-95 ble det gitt 24 timers lys.



Figur 4. Snitttemperaturer pr. uke i forsøket grenseverdier-temperatur/lys.

3 Resultater

3.1 Produksjonsforhold/sjøvannstoleranse

Ved å utføre en standardisert 24-timers sjøvannstest får man et bilde på hvor godt fisken er i stand til å regulere kroppsvæsken slik at den fysiologisk klarer å tilpasse seg sjøvann. Det ble tatt sjøvannstester av de ulike gruppene i forsøket utover våren. Resultatene er angitt som gjennomsnittlige verdier for hver gruppe (Tabell 2 og Figur 5, 6, 7, 8, 9, 10 og 11).

Grenseverdier-temperatur/lys:

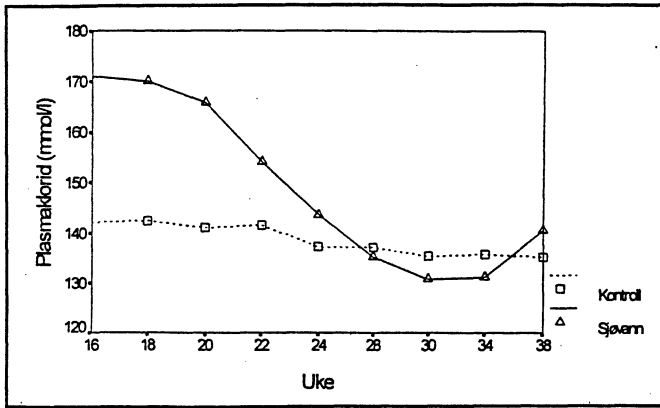
Det ble utført et forsøk for å teste grenseverdier for temperatur og lys hos presmolt (toårig) før utsetting. Grupper av fisk (200 pr. gruppe) av samme produksjon ble holdt på naturlig vanntemperatur (beh. 1), naturlig vanntemperatur +1.5 °C (beh. 2) og naturlig vanntemperatur +3 °C (beh. 3) fram mot utsettingsperioden for å teste smoltifiseringsutviklingen som funksjon av lys og temperatur. De ulike temperaturregimene er vist i figur 4.

Toårig fisk ble benyttet i dette forsøket. Resultatene viste at fisk fra behandling 3 (naturlig vanntemperatur +3.0 °C) som fikk den høyeste temperaturen fra og med uke 17 (figur 4) etablerte en sjøvannstoleranse raskere enn de to andre gruppene (tabell 2, figur 5, 6 og 7). Denne gruppen passerte plasmakloridverdien på 150 mmol/l i uke 20, dvs. smoltifiserte for tidlig. For gruppen av fisk som fikk naturlig vanntemperatur +1.5 °C ble plasmakloridverdiene på 150 mmol/l passert i uke 22 (figur 6), dvs. fisken smoltifiserte ennå for tidlig i forhold til utsettingstidspunktet. Fisk gitt naturlig vanntemperatur passerte plasmakloridverdien på 150 mmol/l i uke 24, dvs. fisken smoltifiserte til rett tid i henhold til utsettingstidspunktet. Konklusjonen fra dette forsøket var at tilførsel av varmt vann på våren gav en litt for tidlig smoltifisering hos fisk i behandling 2 og 3, mens fisk gitt naturlig vanntemperatur (behandling 1) smoltifiserte til rett tid.

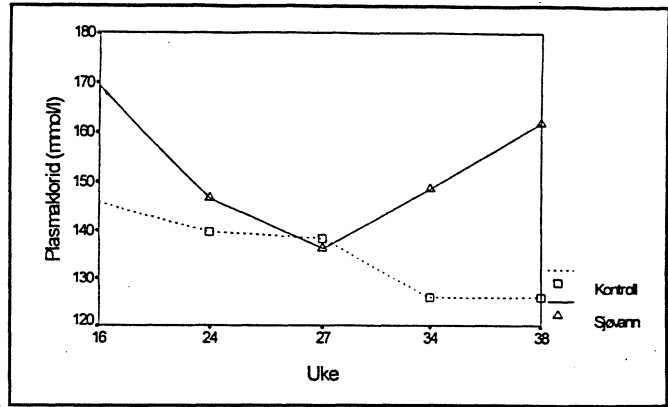
I det neste eksperimentet skulle vi undersøke betydningen av smoltstatus og utsettingstidspunkt på fiskens vandringsvillighet hos ettårig smolt. Fisken ble holdt på naturlig vanntemperatur fram mot utsetting. Utviklingen av sjøvannstoleransen hos ettårssmolten satt ut ovenfor fella er vist i figur 8. Fra figuren ser vi at fisken satt ut i uke 24 (første utsetting ovenfor fella, behandling 4a, tabell 1 og 2, figur 14 og 15) hadde plasmakloridverdier i en standardisert sjøvannstoleranasetest på rundt 147 mmol/l. Dvs. fisken var utsettingsklar til dette tidspunktet. Denne sjøvannstoleransen ble ytterligere forbedret fram til siste utsetting i uke 27 (behandling 4c, tabell 1 og 2, figur 14 og 15) da hovedparten av den utsatte fisken vandret ut. Det kunne synes fra disse resultatene at vandringsvilligheten økte ved økende sjøvannstoleranse.

Tabell 2: Sjøvannstest med plasmakloridverdier (mmol/l) i ferskvann og sjøvann ± standardavvik (SD) for de ulike gruppene i smoltproduksjonsforsøket i 1995. Vekt, lengde og antall fisk (n) er angitt.

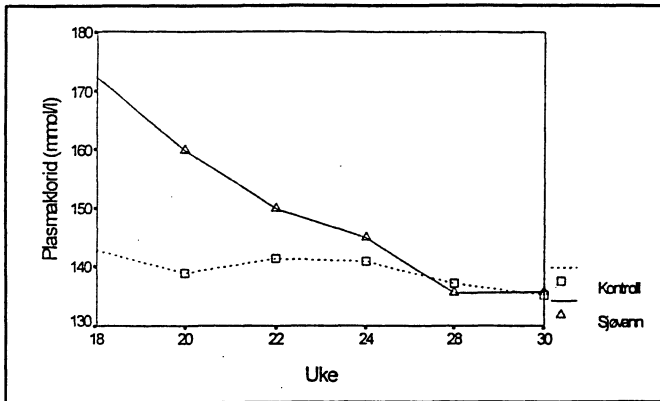
Beh	Kontroll						24 timer's saltvannstest								
	UKE	Lengde	SD	Vekt	SD	Klorid	SD	N	Lengde	SD	Vekt	SD	Klorid	SD	N
1	16	218,50	16,06	97,00	20,45	142,17	3,82	6	209,40	16,70	80,10	18,62	171,10	7,81	10
	18	208,83	12,66	83,83	14,54	142,50	1,05	6	215,40	11,49	86,70	14,70	170,20	10,17	10
	20	223,83	17,12	105,17	18,76	141,17	1,47	6	216,60	12,34	90,60	16,26	165,90	6,35	10
	22	213,50	12,66	98,17	17,85	141,67	4,23	6	208,40	13,11	84,40	18,52	154,30	11,06	10
	24	220,83	13,57	108,00	20,60	137,33	5,32	6	222,10	11,42	106,40	17,75	143,70	2,00	10
	28	238,83	16,75	140,17	30,04	137,17	3,37	6	234,90	13,05	121,70	24,86	135,40	4,58	10
	30	249,33	18,04	156,67	29,36	135,50	1,64	6	254,80	14,75	155,70	29,01	130,90	1,20	10
	34	294,00	12,31	265,33	31,89	135,83	4,22	6	284,00	16,08	229,30	55,76	131,20	2,62	10
38	288,17	7,03	233,83	31,01	135,33	0,82	6	290,50	13,87	237,50	36,17	140,75	6,84	8	
2	18	208,67	13,54	83,00	16,94	142,83	1,72	6	206,00	13,87	75,70	16,46	172,30	17,42	10
	20	214,83	11,02	91,00	16,53	138,83	2,04	6	212,50	18,77	85,60	24,48	159,90	11,67	10
	22	210,83	16,56	92,00	17,64	141,33	2,16	6	212,30	19,45	87,70	22,99	149,90	2,56	10
	24	217,33	11,33	99,33	19,72	140,83	3,66	6	219,30	18,49	99,30	23,43	144,90	4,12	10
	28	240,83	15,97	135,67	32,78	137,17	1,72	6	239,40	13,26	131,60	20,44	135,60	3,20	10
	30	267,67	15,71	191,50	35,02	135,17	2,93	6	261,30	15,64	164,50	25,30	135,70	2,95	10
3	18	216,33	8,09	96,67	14,53	143,17	2,86	6	205,80	16,61	75,70	17,44	175,40	14,21	10
	20	215,17	20,55	92,17	23,39	141,17	0,75	6	212,00	12,07	86,20	16,73	146,30	6,70	10
	22	222,19	15,77	103,25	22,78	140,88	3,32	6	220,50	16,99	100,10	23,18	145,10	3,54	10
	24	227,83	21,47	112,83	34,41	131,83	4,67	6	219,50	18,01	94,70	20,77	142,00	4,22	10
	28	243,83	12,52	118,67	55,44	140,33	4,08	6	244,60	14,54	139,20	28,22	128,90	3,18	10
	30	264,00	14,93	183,17	38,55	135,83	1,60	6	254,30	14,83	150,10	31,25	134,60	3,20	10
	34	274,17	21,98	214,67	62,83	133,67	1,37	6	297,50	18,03	267,50	51,64	137,80	9,81	10
	38	313,17	17,95	307,33	63,62	135,00	2,97	6	315,60	35,58	327,80	114,21	142,30	4,72	10
4	16	160,83	2,99	40,83	3,71	145,83	2,79	6	157,70	3,47	34,00	3,33	169,30	4,06	10
	24	158,50	2,51	35,83	1,94	139,67	3,67	6	165,00	7,26	40,20	6,39	146,60	3,86	10
	27	179,17	12,48	50,67	10,44	138,20	4,71	6	175,70	10,61	43,30	6,13	136,20	1,75	10
	34	208,83	9,62	82,67	12,19	125,83	29,36	6	204,80	13,97	76,10	18,39	148,50	12,49	10
	38	224,17	24,80	108,50	40,40	125,83	30,95	6	206,20	8,39	73,50	13,83	161,80	19,61	10
5	16	147,33	5,75	31,00	3,10	143,17	2,32	6	147,78	9,87	29,11	5,84	179,33	7,73	9
	20	148,67	7,99	30,50	4,85	139,67	1,03	6	147,11	10,08	27,11	4,59	160,67	8,80	9
	24	158,50	6,66	38,33	4,76	137,00	1,67	6	147,38	13,82	29,88	7,83	160,63	29,42	8
	27	175,67	5,82	51,50	5,72	132,83	1,47	6	163,20	14,43	39,80	9,37	145,60	25,31	10
	28	176,67	9,05	59,33	7,58	137,33	2,94	6	165,40	12,97	44,20	8,63	138,20	13,85	10
	30	191,67	5,43	70,00	5,10	133,50	1,52	6	193,10	3,75	66,70	4,42	139,60	3,72	10
	34	215,00	13,16	99,50	22,39	134,00	1,67	6	210,20	20,39	89,60	24,57	148,00	13,11	10
	38	228,17	39,08	121,33	46,35	133,67	1,97	6	229,63	25,75	121,13	29,43	149,50	21,39	8
6	16	229,17	6,85	116,33	11,66	146,00	1,79	6	231,70	10,33	107,30	17,70	173,10	8,32	10
	20	234,17	15,64	123,50	25,52	145,17	1,83	6	229,56	14,05	114,33	20,23	151,22	7,51	9
	24	245,33	12,23	142,17	25,42	140,33	3,39	6	241,30	11,34	127,30	18,17	148,80	5,61	10
7	16	138,83	8,16	25,17	3,60	140,17	3,06	6	145,90	7,46	25,90	4,70	186,20	13,66	10
	20	148,17	8,75	29,00	5,02	142,50	2,07	6	151,20	8,54	30,90	6,17	163,00	8,61	20
	24	155,50	9,73	34,67	10,05	143,67	3,01	6	153,00	5,77	30,90	4,09	149,50	5,89	10
	28	165,83	7,55	41,50	7,37	136,67	3,39	6	169,70	6,34	42,90	3,75	135,10	2,56	10
	30	188,67	4,23	60,33	6,47	136,00	2,00	6	183,60	8,28	52,90	6,14	139,33	5,22	10
	34	208,83	8,89	79,67	14,09	137,33	1,97	6	209,40	7,69	79,40	9,87	149,10	7,17	10



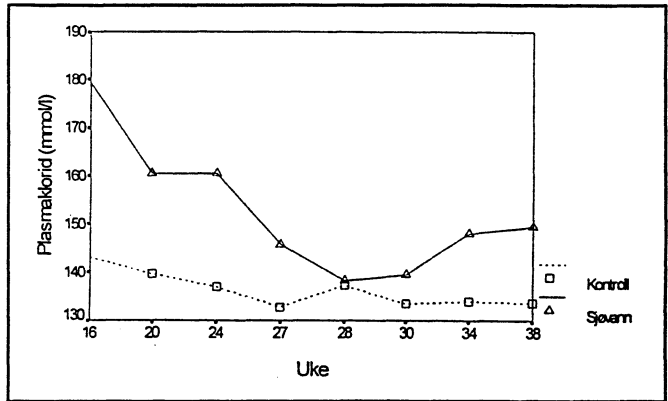
Figur 5. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 1 (naturlig vanntemperatur) utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.



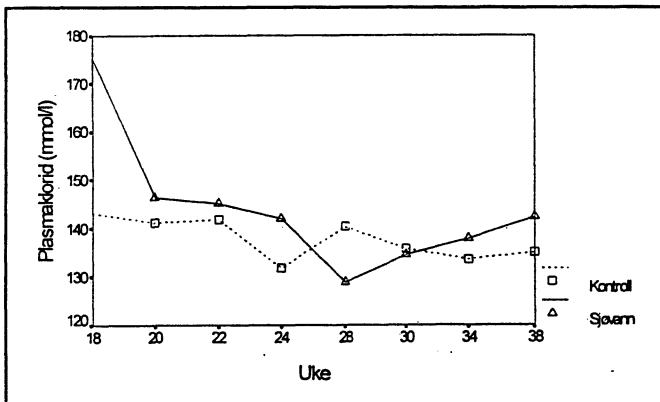
Figur 8. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 4 (a, b og c) utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.



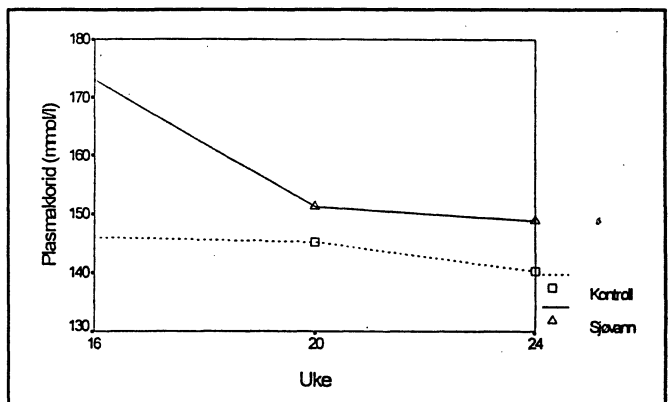
Figur 6. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 2 (naturlig vanntemperatur +1.5 °C) utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.



Figur 9. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 5 utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.



Figur 7. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 3 (naturlig vanntemperatur +3 °C) utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.



Figur 10. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 6 utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se tabell 1 og 2.

Fisk i behandling 5 var toårig smolt av minstesortering (figur 9) og her ønsket vi å undersøke effekten av størrelse på smoltifiseringen. Denne fisken gikk på naturlig vann-temperatur fram mot utsetting og utviklet ikke en tilfredsstillende sjøvannstoleranse før i uke 27 da fisken hadde en snittvekt på omlag 40 gram. Fisken opprettholdt en tilfredsstillende sjøvannstoleranse helt fram til uke 38.

Figur 10 viser utviklingen av sjøvannstoleransen hos toårig smolt av største sortering. Til sammenligning med toårssmolt vist i figur 9 som hadde fått samme produksjonsregimer var sjøvannstoleransen allerede etablert i uke 20 for så å øke ytterligere fram mot uke 24. Snittvekt for fisk ved begge disse periodene lå på omlag 110 gram. Forsøket viste at en toårssmolt med lik behandling, men med ulik størrelse har forskjellig utvikling i smoltifiseringen fram mot våren. Fisk fra behandling 6 smoltifiserte litt for tidlig i forhold til utsettingstidspunktet, mens fisk fra behandling 5 hadde en forsinket smoltifisering til tross for at begge gruppene hadde lik behandling mhp. temperatur og lys. Vi hadde altså her en størrelsesrelatert smoltifisering.

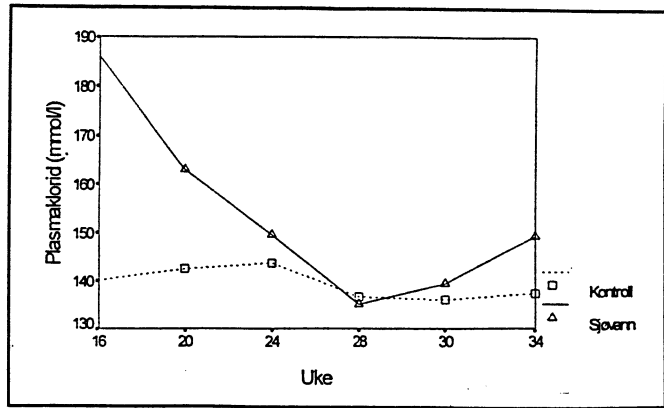
Resultatene presentert i figur 11 (behandling 7) var ettårssmolt av minste sortering gitt samme produksjonsregimer som fisk i behandling 4. Det kunne ikke registreres noen åpenbare forskjeller i smoltifiseringen mellom disse to gruppene selv om denne fisken var noe mindre (snittvekt i uke 24 på 31 gram) enn fisk i behandling 4 (snittvekt i uke 24 på 40 gram).

Den fysiologiske status til en fisk for utsetting har som regel bare blitt fulgt fram til utsetting. Vi ville videreføre disse målingene i anlegget og figur 12 viser en videreføring av sjøvannstesting av laks av 94-årgang som skal settes ut i 1996 som toårssmolt. I uke 40 var gjennomsnittlig vekt og lengde henholdsvis 120.17 ± 14.11 gram og 235.83 ± 9.37 mm. Fra uke 40 og utover avtar sjøvannstoleransen, dvs. fisken desmoltifiserer.

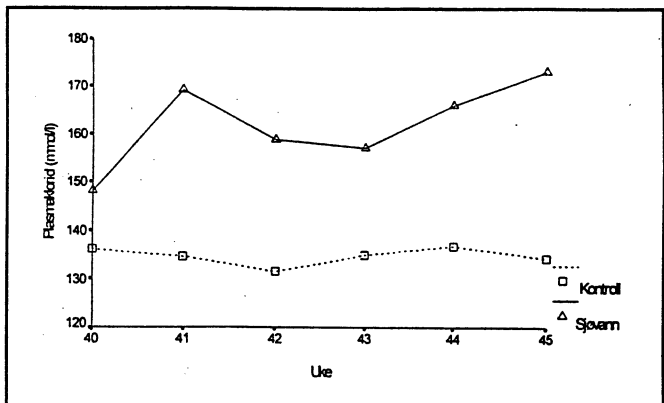
Samme type oppfølging ble utført på fisken vist i figur 13 som er en videreføring av sjøvannstesting av laks av 95-årgang som skal settes ut i 1996 som ettårssmolt. I uke 40 var gjennomsnittlig vekt og lengde henholdsvis 41.00 ± 9.80 gram og 160.45 ± 16.89 mm. Fisken har ingen sjøvannstoleranse ved noen av tidspunktene og det er stor dødelighet her. Etter en vinterperiode i anlegget vil denne fisken kunne settes ut som sjøvannstolerant laksesmolt i 1996.

3.2 Vandringslyst

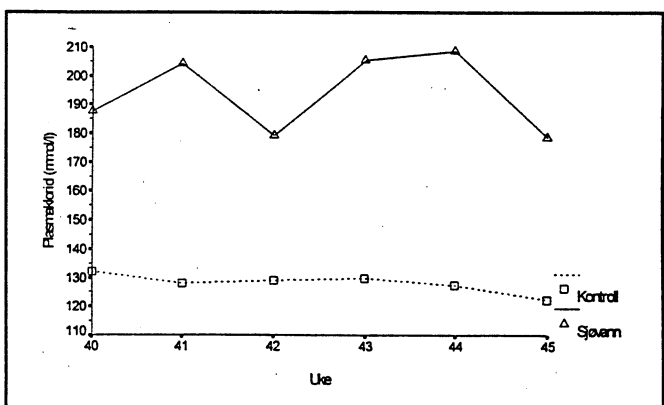
Sjøvannstester gir en god indikasjon på om smolten fysiologisk er i stand til å tåle overgangen fra ferskvann til sjøvann, men ved smoltutsettinger er det avgjørende om den også er motivert og atferdsmessig klar til å vandre ut. Figur 14 viser kumulativ utvandring eller tidsforløpet for utvandring hos villsmolt og gruppene satt ovenfor fella (sml. tabell 2). I de fleste gruppene var utvandingsandelen totalt fra 24 til 49 prosent slik at det er fra dette antallet det bereg-



Figur 11. Gjennomsnittlige verdier for plasmaklorid (mmol/l) hos laksesmolt i behandling 7 utsatt for en 24 timers sjøvannstest i de angitte ukene. For videre forklaringer se Tabell 1 og 2.



Figur 12. Sjøvannstester på igjenholdt laks av 94-årgang (toårssmolt i 1996) på anlegget.



Figur 13. Sjøvannstester på laks av 95-årgang (ettårssmolt i 1996) i anlegget.

nes kumulativ utvandring eller tidsforløpet for utvandring hos den utsatte fisken.

Fra figuren ser vi at ettårssmolt satt ut i uke 24 (12/6, beh. 4a) ikke vandret ut ved utsettingstidspunktet. Ved utsettinger i uke 26 (26/6, beh. 4b) og spesielt ved utsettingene i uke 27 (3/7, beh. 4c) vandret hovedtyngden av all fisk ut. På dette tidspunktet hadde fisken den beste sjøvannstoleransen (figur 8, tabell 2). Villsmolten startet utvandringen i uke 19 og i løpet av uke 30 hadde omlag 90 % vandret ut. Toårssmolten (beh. 24 og 25, utsatt henholdsvis den 26/6 og 3/7) hadde hovedtyngden av utvandringen fra uke 26 og utover. Det ble kjørt sjøvannstoleransetester på utvandrende fisk når den passerte fella (opsamlet innen 5 dager fra passering av fella) og eteksempel fra behandling 24 viste at fisken hadde plasmakloridverdier i ferskvann og saltvann på henholdsvis 111.88 ± 16.01 og 133.50 ± 11.60 mmol/l. Dette er verdier som er omtrent sammenlignbare med samme grupper testet i anlegget (behandling 1 og 5) på samme tid (tabell 2, figur 9). Den utvandrende fisken hadde signifikant høyere vekt ($p < 0.05$, Students T-test) enn gruppen testet i anlegget.

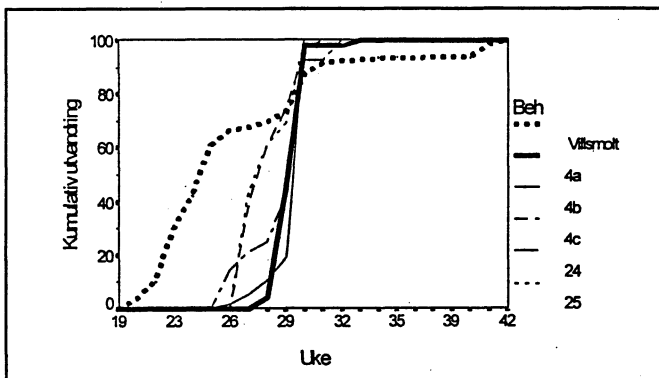
Figur 15 viser kumulativ utvandring hos gruppene satt ut ovenfor fella (sml. tabell 1). Figur 15 viser som for figur 14 at den fisken som ble satt ut den 12/6 (uke 24, beh. 4a) og den 26/6 (uke 26, beh. 4b og 24) hadde hovedtyngden av utvandringen omtrent samtidig med siste utsettingen den 3/7 (uke 27, beh. 4c og 25).

Tabell 3 viser prosentvis antall fisk som vandret ned av de ulike behandlingsgruppene. For ettårssmolten var utvandringsprosenten fra 23.5 (beh. 4c) til omlag 42 % (beh. 4a og 4b). Omlag 48 % av toårssmolten vandret ut i behandling 25, mens tallet for behandling 24 var 29 %. Fra tabell 1 henvises det til utsettingsgruppene fra behandling 26 og 27. Dette var ett- og toårig smolt utsett den 10/7 og hadde en utvandringsprosent på henholdsvis 29 og 49 %.

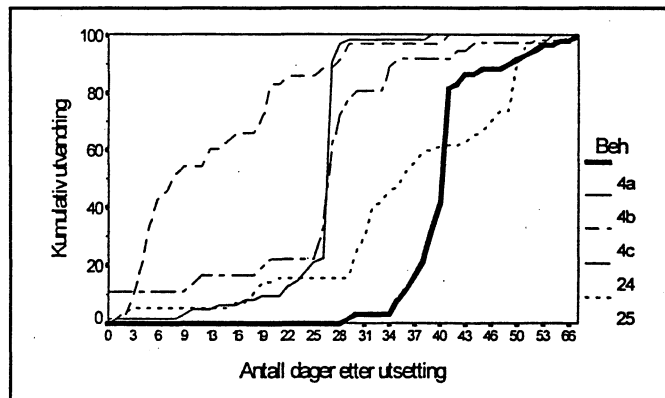
Fra utsettingene i Altaelva (Bollo) forventer vi de første gjenfangstresultatene av ensjøvinter (grilse), tosjøvinter og tresjøvinter laks i henholdsvis 1996, 1997 og 1998. Slike utsettinger krever minimum tre års utsettinger slik at de tidligste evalueringene av utsettingene i Bollo kan foretas i 2001. Inkludert en mulig kompensasjonsutsetting i Sautso vil man med rimelig god sikkerhet kunne evaluere resultatene i 2005.

Tabell 3. Utvandringsdata hos laksesmolt satt ut nedenfor utløpet av Storvatnet i 1995 (sml. Figur 14 og 15).

Merkeidata				Fella ned			Snitt utv.		Prosent		Merket		
BEH	VANDR	Lengde	SD	Vekt	SD	Lengde	SD	Vekt	SD	SD	ut	N	N
4a	0	160,90	6,51	42,54	7,17							87	147
	1	160,53	7,03	42,52	5,44	167,38	7,72	38,02	5,29	41,35	6,40	40,8 %	60
4b	0	165,12	6,21	47,60	5,58							86	148
	1	166,08	7,42	48,15	6,61	173,53	15,22	43,11	8,64	25,40	5,29	41,9 %	62
4c	0	169,60	7,44	50,35	6,61							114	149
	1	170,77	9,19	49,71	7,63	177,29	8,75	49,91	9,89	12,83	9,80	23,5 %	35
24	0	181,12	16,78	63,51	18,77							89	125
	1	182,19	18,17	64,17	20,67	190,25	19,32	56,97	20,98	25,39	12,00	28,8 %	36
25	0	180,98	14,68	62,38	15,85							61	118
	1	193,40	26,07	77,79	32,49	204,60	26,75	80,30	33,42	36,42	13,53	48,3 %	57



Figur 14. Kumulativ utvandring hos villsmolt og gruppene satt ut ovenfor fella. I de fleste gruppene var utvandringsandelen totalt fra 24 til 49 prosent slik at det er fra dette antallet det beregnes kumulativ utvandring. For forklaringer av de ulike gruppene se Tabell 1



Figur 15. Kumulativ utvandring hos gruppene satt ut ovenfor fella. I de fleste gruppene var utvandringsandelen totalt fra 24 til 49 prosent slik at det er fra dette antallet det beregnes kumulativ utvandring. For forklaringer av de ulike gruppene se tabell 1.

4 Diskusjon

Hovedhensikten med denne undersøkelsen er å klare å produsere en smolt som egner seg for utsetting i Altaelva for å kompensere for skader pga. reguleringen. Årets eksperimenter var en videreføring av eksperimentene fra 1994 hvor det ble klart at bruk av varmtvann på våren (grenseverdier - temperatur/lys) ga hurtigere smoltifisering hos laks over en viss størrelse og at lysstyring innen de hittil utprøvde regimer ikke var effektivt for å hindre eller synkronisere prosessen. Samtidig var vi opptatt av å klarlegge om det fantes minimumstemperaturer for oppstart av smoltifiseringsprosessen. Resultatene fra 1995 viste at selv små temperaturendringer påvirket smoltens osmoreguleringsevne på våren og dermed muligens dens vandringsvillighet. Vi satte imidlertid ikke ut smolt som hadde blitt manipulert mhp. temperatur slik at dette gjenstår å få avklart.

Ved produksjon av laksesmolt for utsetting i vassdrag er det viktig å produsere smolt som smoltifiserer og er store nok til å settes ut i forkant av villsmoltens hovedutvandring. Tidspunkt for smoltutvandring varierer med temperatur og fotoperiode og er knyttet til breddegrad (Farmer et al. 1978). Utvandringen av laksesmolten synes å skje når temperaturen i havet er mellom 7-9°C (Heggberget et al. 1993). Årsaken kan være at fisken får osmoregulatoriske problemer ved lavere sjøtemperaturer (Sigholt & Finstad 1990). I Altaelva (70 °N) starter utvandringen i siste halvdel av juni (Heggberget et al. 1993).

Det er vist at en viss minimumsstørrelse er nødvendig før laksefiskene kan smoltifisere og overleve i sjøvann (Parry 1958; Houston 1961; Parry 1966; Wedemeyer et al. 1980; Hoar 1988). Det er imidlertid en avveining mellom rask vekst og tidspunkt for smoltifisering. Vokser fisken for raskt i anlegget vil man få en økt andel av fisken som kjønnsmodner, og som dermed forhindrer smoltifisering (Thorpe et al. 1983; Saunders et al. 1982). Dette er hensyn man spesielt må ta når det gjelder strategier for produksjon av ett- eller toårig smolt for utsettinger. En slik størrelsesrelatert smoltifisering fant vi hos toårssmolten i behandling 5 og 6 (figur 9 og 10). Hvor fisk av minstesortering ble gitt samme temperatur- og lysregimer smoltifiserte senere enn fisk av den største sorteringen.

Ettårssmolt krever mindre produksjonskapasitet og er dermed rimligere å produsere enn toårssmolt, og ved de rette lys- og temperaturregimene gjennom hele produksjonen kan dette være et alternativ til en produksjon av toårssmolt. Mange undersøkelser (Hansen & Lea 1982, Finstad & Heggberget 1995a) viser imidlertid at toårssmolt gir bedre gjennfangster enn ettårssmolt. Tilsetning av mer varme på høsten fører til bedre vekst før vinteren. Vi vet derimot ikke hvor lenge fisken kan holdes på varmtvann utover høsten før det får negative effekter på smoltifiseringen eller om ulike fiskestørrelser bør behandles ulikt mhp. lys og varme ved en forlengt sommer. Fisken må deretter settes over på råvann fram mot utsetting (utføres i 1996). Råvann iblandet

små varmemengder på våren har ført til for tidlig smoltifisering. Uten varmtvann på våren ser det ut til at vi har god kontroll over smoltifiseringen hos fisk. En lang lysdag fra månedsskiftet april/mai når temperaturen begynner å stige er også nødvendig for å produsere en god smolt til utsetting. Ettårssmolten til utsetting i 1996 vil være større enn i 1995 og vil dermed smoltifisere noe tidligere enn i 1995 ved samme produksjonsregimer. Dette vil sannsynligvis bidra til bedre overlevelse etter utsetting. Toårig smolt har bedre tilbakevandring men krever mer produksjonskapasitet enn ettårssmolt.

Utsettingsmetoden er meget viktig for å sikre en god vandring, vekst og overlevelse hos molten og behandling og transport kan være med på å forringe smoltkvaliteten (Finstad & Iversen 1996). Utsettingsstedets lokalisering i forhold til elveutløpet har vist seg å være av stor betydning for smoltens overlevelse når den går fra ferskvann til sjøvann. Loyenko og Chernitskiy (1984) fant at ved å sette ut molten langt oppe i elva ble parren skilt fra molten tidlig, slik at presmolten fikk tid på seg til å utvikle optimal sjøvannstoleranse for bedre overlevelse i sjøen. Andre har vist at det er bedre overlevelse hos smolt satt ut nær estuariet (Peterson 1973; Hansen & Lea 1982; Einarsson et al. 1987). I vårt forsøk ble molten satt ut ca 2 km ovenfor utløpet av Halselva. I utsettingsforsøket i Altaelva ble molten satt ut i Bollo som er omlag 20 km fra munningen av Altaelva. Utsettingsperioden var noe senere enn hovedutvandringsperioden for villsmolten, men innenfor det området anleggssmolten hadde en god osmoreguleringsevne.

Utvandringsprosentene fra vandringsforsøkene for ett- og toårssmolt ble noe lavere i forhold til i 1994 (Strand & Finstad 1995). Det ble tatt sjøvannstoleransetester på utvandringsgruppene både i anlegg og i fiskefella og denne fisken hadde jevnt over en god sjøvannstoleranse. Vi tilføyde saltfôr en periode før utsetting. Dette har vist seg å være gunstig for smoltifiseringen (Wedemeyer 1972; Wedemeyer & Wood 1974). Imidlertid viste det seg at etter at fôringen ble avsluttet (dvs. to dager før utsetting) fikk en del av fisken osmoregulatoriske problemer i ferskvann - den rett og slett pumpet seg tom for salter. Dette kan ha forårsaket en viss dødelighet i ferskvann etter utsetting og kan muligens forklare de lavere utvandringstallene i 1995 sammenlignet med 1994. Noe fisk ble derfor holdt igjen for videre prøveuttak etter at fisken var satt ut og det ble for en periode registrert lave plasmakloridverdier og noe dødelighet hos denne fisken. Saltfôr vet vi fungerer som en trigger for smoltifiseringen hos suboptimalt smoltifisert fisk. Det synes derfor ikke nødvendig å tilføre saltfôr til laksesmolt gitt de rette lys- og temperaturregimer og som skal settes ut i ferskvann (elv) og fullføre smoltifiseringen der før den vandrer ut.

Det har lenge vært kjent at carlinmerking kan gi en betydelig dødelighet hos laksesmolt (Isaksson & Bergman 1978; Hansen 1988). I følge Hansen (1988) var det bare 3.1 % av carlinmerket smolt som vendte tilbake til lmsa, mens 7.7 % av umerket smolt ble gjenfanget. Lignende

resultater er funnet på carlinmerket/fargemerket sjørøye fra Halsvassdraget (Finstad & Heggberget 1995b).

På bakgrunn av undersøkelsene fram til nå bør man gå videre med videreutvikling av produksjonsmetoder, utsettingsmetoder/utsettingssted og analyser av vandringsatferd. Undersøkelser mhp. fysiologi/utvandring kan testes i anlegget, Halselva/fiskefelle, og i utvandringdam i øvre del av Halselva. Atferd, herunder vandringslyst hos ett- og to-årig smolt er ennå ikke klarlagt og testet tilstrekkelig. Det foreslås at slike undersøkelser videreføres. Fisk som gir de beste resultatene settes ut i Altaelva (2*3000 grupper carlinmerket, samt en større gruppe finneklippet fisk). Utsettinger repeteres gjennom en 3-års periode i Bollo og gjenfangster registreres og evalueres de etterfølgende år. Det må vurderes om det skal bygges en utsettingdam i Altaelva for videre kompensasjonsutsettinger.

5 Litteratur

- Clarke, W.C. 1989. Photoperiod control of smolting: A review. - *Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol.*, 1: 497-502.
- Clarke, W.C., J.E. Shelbourne, & J.R. Brett. 1978. Growth and adaptation to sea water in "underyearling" sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon subjected to regimes of constant or changing temperature and day length. - *Can. J. Zool.* 56: 2413-2421.
- Clarke, W.C., J.E. Shelbourne, & J.R. Brett. 1981. Effect of artificial photoperiod cycles, temperature, and salinity on growth and smolting in underyearling coho (*Oncorhynchus kisutch*), chinook (*O. tshawytscha*) and sockeye (*O. nerka*) salmon. - *Aquaculture* 22: 105-116.
- Einarsson, S.M., Isaksson, A. & Oskarsson, S. 1987. The effect of smolt location on the recapture rates of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Langa, Iceland. - *Int. Counc. Explor. Sea. C.M./M:27*.
- Farmer, G.J., Ritter, J.A., & Ashfield, D. 1978. Seawater adaptation of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35: 93-100.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1995a. Seawater tolerance, migration, growth and recapture rates of wild and hatchery-reared Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)). - *Nordic J. Freshw. Res.* 71: 229-236.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1995b. Havbeite med sjørøye i Halsvassdraget i Finnmark. - NINA Oppdragsmelding XXX: 1-XX.
- Finstad, B. & Iversen, M. 1996. Testing av smoltkvaliteten hos laks og sjørret på smoltproduksjonsanleggene i Eidfjord, Eikesdalen og Lundamo. Effekt av transportstress på sjøvannstoleransen. - NINA Oppdragsmelding, under bearbeiding.
- Hansen, L.P. & Lea, T.B. 1982. Tagging and release of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.) in the river Rana, northern Norway. - *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 60: 31-38.
- Hansen, L.P. 1988. Effects of carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Aquaculture* 70: 391-394.
- Heggberget, T.G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992. Smoltfisering hos laksefisk. - NINA Forskningsrapport 31: 1-42.
- Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L.P., Hvidsten, N.A. & Jensen, A.J. 1993. Interactions between wild and cultured salmon: a review of the Norwegian experience. - *Fish. Res.* 18: 123-146.
- Hoar, W.S. 1988. The physiology of smolting salmonids.- p. 275-343. In: W.S. Hoar & D.J. Randall, red. *Fish physiology: The physiology of developing fish. Viviparity and posthatching juveniles, volume XI*B. Academic Press, New York, NY.
- Houston, A.H. 1961. Influence on size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) to sea water. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 18: 401-415.

- Isaksson, A. & Bergman, P.K. 1978. An evaluation of two methods and survival rates of different age and treatment groups of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. - *J. Agr. Res. Ice* 10,2: 74-99.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen L.P. 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery reared Atlantic salmon in nature. - *Aquaculture* 98: 69-78.
- Langdon, J.S. 1985. Smoltification physiology in the culture of salmonids.- P. 79-118. In: J.F. Muir & R.J. Roberts, red. *Recent advances in aquaculture, volume 2*. Croom Helm, London.
- Long, C.W., McComas, J.R. & Monk, B.H. 1977. Use of salt (NaCl) water to reduce mortality of chinook salmon smolts, *Oncorhynchus tshawytscha*, during handling and hauling. - *Mar. Fish. Rev.* 39,7: 6-9.
- Loyenko, A.A. & Chernitskiy, A.G. 1984. Factors influencing downstream migration of young Atlantic salmon, *Salmo salar* (Salmonidae), released from hatcheries. - *Vopr. Ikhtiol.* 24: 307-315.
- Lundquist, H. 1983. Precocious sexual maturation and smolting in Baltic salmon (*Salmo salar* L.): Photoperiodic synchronization and adaptive significance of annual biological cycles. - Ph.D. Thesis, University of Umeå, Umeå, Sweden.
- Metcalfe, N.B., J.E. Thorpe, & F.A. Huntingford. 1988. Determinants of variation in life-history strategies in Atlantic salmon. - Abstract, 2nd. Internat. Conf. Behav. Ecol. Vancouver, Canada.
- Parker, N.C. 1984. Chronobiologic approach to aquaculture. - *Trans. Am. Fish. Soc.* 115: 545-552.
- Parry, G. 1958. Size and osmoregulation in salmonid fishes. - *Nature (Lond.)* 181: 1218-1219.
- Parry, G. 1966. Osmotic adaptation in fishes. - *Biol. Rev. Cambridge Philos. Soc.* 41: 392-444.
- Peterson, H.H. 1973. Adult returns to date from hatchery-reared one-year-old smolts. - In M.V. Smith & W.M. Carter, red. - *Int. Atl. Salmon Found. Spec. Publ.* 4: 219-226.
- 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.
- Saunders, R.L., & E.B. Henderson. 1970. Influence of photoperiod on smolt development and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - *J. Fish. Res. Board Can.* 27: 1295-1311.
- Saunders, R.L. E.B. Henderson, & B.D. Glebe. 1982. Precocious sexual maturation and smoltification in male Atlantic salmon (*Salmo salar*). - *Aquaculture* 28: 211-229.
- Sigholt, T. & Finstad, B. 1990. Effect of low temperature on seawater tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - *Aquaculture* 84: 167-172.
- Soivio, A. Virtanen, E. & Mouna, M. 1988. Desmoltification of heat-accelerated Baltic salmon (*Salmo salar*) in brackish water. - *Aquaculture* 71: 89-97.
- Soivio, A., Muona, M. & Virtanen, E. 1989. Temperature and daylengths as regulators of smolting in cultured Baltic salmon, *Salmo salar*. - *Aquaculture* 82: 137-145.
- Strand, R. & Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 330: 1-16.
- Thorpe, J.E., Morgan, R.I.G., Talbot, C., & Miles, M.S. 1983. Inheritance of development rates in Atlantic salmon. *Salmo salar*, L. - *Aquaculture* 33: 119-128.
- Wagner, H.H. 1974. Photoperiod and temperature regulation of smolting in steelhead trout (*Salmo gairdneri*). - *Can. J. Zool.* 52: 219-234.
- Wedemeyer, G. 1972. Some physiological consequences of handling stress in the juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*). - *J. Fish. Res. Board Can.* 29: 1780-1783.
- Wedemeyer, G. & Wood, J. 1974. Stress as a predisposing factor in fish diseases. - *U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Dis. Leaflet* 38: 8 s.
- Wedemeyer, G.A., R.L. Saunders, & W. Craig Clarke. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. - *Marine Fisheries Reviews* 42: 1-14.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0638-2

386

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**