

448

# OPPDRAKSMELDING

Smoltproduksjonsforsøk med sjøørret

Ola Ugedal  
Bengt Finstad



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

# Smoltproduksjonsforsøk med sjøørret

Ola Ugedal  
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 befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

### NINA•NIKU Project Report

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

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

### Temahefter

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

Opplag: Varierer

### Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Ugedal, O. & Finstad, B. 1996. Smoltproduksjonsforsøk med sjørret. - NINA Oppdragsmelding 448: 1-18.

Trondheim, november 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0752-4

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

Tungasletta 2

7005 Trondheim

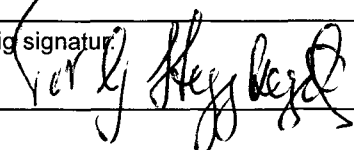
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13308 Smolt - sjørret

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Energiforsyningens Fellesorganisasjon (EnFO)

## Referat

Ugedal, O. & Finstad, B. 1996. Smoltproduksjonsforsøk med sjøørret. - NINA Oppdragsmelding 448: 1-18.

Sjøvannstoleranse og utviklingen av hormonene tyroksin og kortisol ble undersøkt hos toårig sjøørretsmolt ved Settefiskanlegget i Talvik i løpet av smoltifiseringsperioden våren 1995. Fisken ble oppdrettet under en simulert naturlig fotoperiode og temperatur. Fisken ble delt inn i to størrelsesgrupper hvor den minste gruppen igjen ble delt inn i to grupper hvor den ene ble gitt saltfôr fra 2 mai. Fisk fra de to minste gruppene hadde en økende sjøvannstoleranse fra første prøveuttak og en plasmakloridverdi under 160 mmol/l ble passert ved slutten av juni. Gruppen uten saltfôr hadde en raskere desmoltifisering enn gruppen med saltfôr. I begge disse to gruppene var det en topp i plasmatyroksin og plasmakortisol ved henholdsvis midten av mai og slutten av juni. Sjøørret fra den største størrelsesgruppen som ble gitt samme lys- og temperaturregimer som den minste størrelsesgruppen etablerte en sjøvannstoleranse rundt to uker før den minste størrelsesgruppen. Den osmoregulatoriske kapasiteten hos fisk fra den største størrelsesgruppen var også bedre enn hos fisk fra den minste størrelsesgruppen. Konklusjonen fra denne del av undersøkelsen er at fiskestørrelse er viktig for utviklingen av sjøvannstoleranse hos sjøørret. Saltfôring kan øke tiden fisken er i stand til å osmoregulere og det viser seg at sjøørret utvikler det samme hormonelle mønster (tyroksin og kortisol) som andre laksefisk under smoltifiseringen.

Fiskens vandringslyst ble evaluert ved utsetting ovenfor fiskefella i Halselva. Totalt ble 39,7 % av fisken fanget under nedvandring samme år som utsettingene fant sted. Året etter ble bare et fåtall fisk registrert nedstrømsvandrende. Utvandringen var høyest hos fisk fra den største størrelsesgruppen. Saltfôring hadde ingen innvirkning på fiskens vandringslyst.

Sjøvannstester av nedstrømsvandrende fisk viste at utvandringen var knyttet til en velutviklet hypoosmoregulatorisk evne hos både vill og oppdrettet fisk.

Utsettinger nedenfor fiskefella ga lave gjenfangster (6,3-8,7 %). Bare et fåtall av den utsatte fisken hadde vokst under sjøoppholdet. Saltfôring ga ikke høyere gjenfangst og vekst enn bruk av fôr uten salttilsetning.

En naturlig framdrift i et smoltproduksjonsforsøk med sjøørret er at man går tidligere inn i produksjonsfasen (dvs. fra innlagt rogn) mhp. temperatur og lys for å etablere produksjonsstrategier av en økologisk ørretsmolt som har bedre vandringsatferd, vekst og overlevelse enn det vi har sett tidligere.

Emneord: Sjøørret - saltfôring - smoltifisering.

Ola Ugedal, Høgskolen i Finnmark, Seksjon for fiskeri- og naturfag, Follumsvei 1, 9500 Alta.

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

## Abstract

Ugedal, O. & Finstad, B. 1996. Experimental smoltproduction of sea trout. - NINA Oppdragsmelding 448: 1-18.

Seawater tolerance and development of the hormones thyroxine and cortisol were studied in hatchery-reared two-year old sea trout (*Salmo trutta* L.) smolts during the smoltification period in 1995. The fish were reared under a simulated natural photoperiod and ambient water temperature. The fish were divided into two size groups where the smallest size group again was divided into one group given salt feed from 2 May whereas the other group not was given salt feed. Fish from the two smaller size group had an increasing seawater tolerance from the first sampling time, passing a plasma chloride value of 160 mmol/l by the end of June. This group also showed a peak in plasma thyroxine and plasma cortisol concentrations by the middle of May and by the end of June, respectively. The group without salt feed had a faster desmoltification than the group given salt feed. Sea trout from the larger size group given the same light and temperature regimes as the smaller size group established their seawater tolerance about 2 weeks before the smaller size group. Also, the osmoregulatory capacity of fish from the larger size group was better when compared to the smaller size group. It is concluded that fish size is important for the development of the hypoosmoregulatory capacity in sea trout. Saltfeeding the fish may increase the period the fish are able to osmoregulate in seawater and it is also shown that sea trout develop the same hormonal pattern (thyroxine and cortisol) as other salmonid species during the smoltification period.

Migratory behaviour of the hatchery reared trout were assessed by releasing fish above the fish-trap in the River Halselva. A total of 39,7 % of the fish were caught migrating downstream in the year of release, whereas only a few fish were caught the following year. The percentage of migrating fish were highest among the larger size group. Feeding with salt feed did not influence migratory behaviour. Sea-water challenge tests of migrating fish revealed that downstream migration in the Halselva stock appears to be associated with a well developed hypoosmoregulatory capacity, both in wild and hatchery reared fish. Releases of fish below the fish-trap produced low recaptures (6.3-8.7 %) of fish ascending the River Halselva. Only a few hatchery reared fish showed an increase in weight during their stay at sea. Fish fed salt feed prior to release did not produce higher recaptures or showed better growth than fish fed ordinary feed.

A natural progression in experimental smoltproduction of sea trout is to establish production strategies (light/temperature) that affect earlier lifestages (i.e. eggs) and result in a better migratory behaviour, growth and survival as smolts.

Key words: Sea trout - salt feed - smoltification.

Ola Ugedal, Department of Fisheries, Finnmark College, Follumsvei 1, N-9500 Alta, Norway.

Bengt Finstad, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

## Forord

I Norge settes det årlig ut anleggsprodusert smolt av sjøørret for å kompensere for redusert produksjon som følge av vassdragsreguleringer. Resultatet av utsettingene er varierende, noe som skyldes at smoltkvaliteten på denne fisken ikke er god nok. En stor del av denne fisken blir ferskvannsstasjonær istedenfor å smoltfiser og bli sjøørret.

Denne rapporten tar for seg et smoltproduksjonsforsøk med sjøørret utført ved settefiskanlegget i Talvik i 1995. Vi vil takke Energiforsyningens Fellesorganisasjon (EnFO) som har bidratt med finansiering av dette prosjektet, samt de ansatte ved settefiskanlegget og ved NINAs fiskefelle i Talvik for assistanse under gjennomføringen av dette prosjektet.

Trondheim, november 1996

Ola Ugedal  
Bengt Finstad

## Innhold

Referat .....	3
Abstract.....	3
Forord .....	4
1 Innledning .....	5
2 Materiale og metoder.....	6
3 Resultater .....	7
3.1 Fysiologi hos ørret i anlegget.....	7
3.2 Nedvandring.....	10
3.3 Utsettingene nedenfor fella .....	14
4 Diskusjon .....	16
5 Litteratur.....	18

# 1 Innledning

Utsetting av anleggsprodusert smolt av laksefisk er et viktig kompensasjonstiltak ved vassdragsreguleringer. Disse utsettingene gir i mange tilfeller et varierende resultat. Spesielt synes dette å være tilfelle for utsettinger av ørret-smolt. En mulig årsak til det dårlige resultatet av enkelte smoltutsettinger er at den utsatte fisken har dårlig vandringsvillighet og blir stående i ferskvann etter utsetting (Heggberget et al. 1992). Foruten god sjøvannstoleranse, må en smolt som settes ut ha en adekvat vandrings- og næringsatferd. En definisjon av en smolt som skal settes ut må omfatte både fysiologiske atferdsmessige og morfologiske faktorer. Vi velger å betegne en smolt som fungerer godt etter utsetting for "økologisk smolt".

Det fins god kunnskap om produksjon av laksesmolt, men mindre kunnskap foreligger om produksjon av ørretsmolt. En litteraturutredning med oppnådd kunnskap hos ørret fram til nå er gitt i Jonsson & Finstad (1995). Gjennom undersøkelser ved ulike smoltproduksjonsanlegg har vi den senere tiden imidlertid fått noe kunnskap om smoltutvikling og sjøvannstoleranse hos oppdrettet ørretsmolt under norske forhold (Finstad & Iversen 1995; Ugedal et al. 1996). En periode på mer enn 2 måneder med kort dag (6 timers lys:18 timers mørke; 6L:18M) synes nødvendig for at fisken skal utvikle god sjøvannstoleranse til rett tid om våren. Selv med en tilstrekkelig lysstyring ser det imidlertid ut til at en relativt stor andel av ørreten ikke utvikler god sjøvannstoleranse om våren (Ugedal et al. 1996). Ved Settfiskanlegget i Talvik viste det seg at sjøvannstoleransen hos 2-årig ørret var sterkt størrelsesavhengig, og at bare et fåtall fisk mindre enn 19 cm (ca 70 g) viste god osmoreguleringsevne i sjøvann. Også blant større fisk var andelen uten godt utviklet osmoreguleringsevne relativt stor (ca 30-40 %). Ved anlegget var lysstyringen tilstrekkelig for å produsere en god laksesmolt (Strand & Finstad 1995).

Undersøkelsen ved Settfiskanlegget i Talvik viste også at kun 30 % av ørreten som ble utsatt ovenfor fiskefella vandret ut (Ugedal et al. 1996). Dette er lavt sammenliknet med 2-årig laks hvor 70-80 % utvandring ble observert (Strand & Finstad 1995). Også i utvandringforsøket med sjøørret fant vi den samme størrelsesavhengigheten som ved undersøkelsen av osmoreguleringsevnen. Det var en påfallende overenstemmelse mellom prosentandel utvandrere og prosentandel med god osmoreguleringsevne i de ulike størrelsesgruppene. Dette indikerer at vandringsvillighet og god osmoreguleringsevne kan være koblet hos sjøørret. Utvandrende vill sjøørretsmolt viser god evne til å osmoregulere i sjøvann selv mens den ennå oppholder seg i ferskvann (Ugedal et al. 1996). Vi vet imidlertid ikke om en god osmoreguleringsevne er en nødvendig eller en tilstrekkelig forutsetning for at utvandring skal finne sted. En undersøkelse av fysiologi og sjøvannstoleranse hos oppdrettet fisk som vandrer ut etter utsetting vil kunne gi oss mer kunnskap om eventuelle koblinger mellom osmoreguleringsevne og vandringsvillighet. Fiskefella i Halsvassdraget er godt egnet til slike studier.

Ved anlegget i Eidfjord der man brukte noe sjøvannstilsetning til ferskvannet (totalt 1-3 promille i produksjonskarene), hadde oppdrettet sjøørret en meget god evne til å osmoregulere i sjøvann - til tross for at lysstyringen ikke var helt optimal (Finstad & Iversen 1995). Her var også osmoreguleringsevnen hos liten fisk (ned til 30 gram) god. Dette kan indikere at akklimering til lave saliniteter kan stimulere evnen til osmoregulering. Vi vet imidlertid ikke hvordan dette påvirker fiskens vandringsvillighet. Ikke alle anlegg har mulighet til å tilsette sjøvann til ferskvannet. Bruk av sjøvann i anlegg som produserer fisk for utsetting er også smittehygienisk tvilsomt med mindre eventuelle sykdomsorganismer i inntaksvannet kan destrueres. En annen måte å stimulere til økt sjøvannstoleranse hos fisken er å bruke fôr med salttilsetning (salfôr) (Zaugg & McLain. 1969; Duston 1993; Staurnes & Finstad 1993) som har vist seg å øke aktiviteten til gjelle enzymet Na-K-ATPase som styrer osmoreguleringen hos fisk. Det bør imidlertid undersøkes hvordan en slik "kunstig" økning av sjøvannstoleransen innvirker på fiskens vandringsvillighet.

I denne undersøkelsen tok vi sikte på å undersøke flere forhold omkring bruk av salfôr ved produksjon av sjøørretsmolt. Vi ønsket spesielt å belyse følgende spørsmål: 1) gir salfôring bedre sjøvannstoleranse hos oppdrettet sjøørret?, 2) påvirker salfôring fiskens vandringsvillighet?, 3) øker salfôring fiskens overlevelse/gjenfangstrate og vekst ved utsetting i sjøen? Videre ønsket vi å undersøke om vi kunne finne noen sammenheng mellom vandringsvillighet og fiskens fysiologi.

## 2 Materiale og metoder

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

Forsøkene ble utført i 1995. Fisken var 2-årig oppdrettet ørret, første generasjons avkom etter vill sjørøret av Halselvestammen. Fisken hadde gått på oppvarmet vann under startfôringsperioden og utover høsten første året, ellers var den blitt holdt på naturlig vanntemperatur. Anlegget bruker følgende lysregime: om vinteren kjøres det med 8 timer belysning, i løpet av en kort periode på våren forandres dette gradvis til 24 timer belysning, i løpet av høsten går en igjen tilbake til 8 timer belysning.

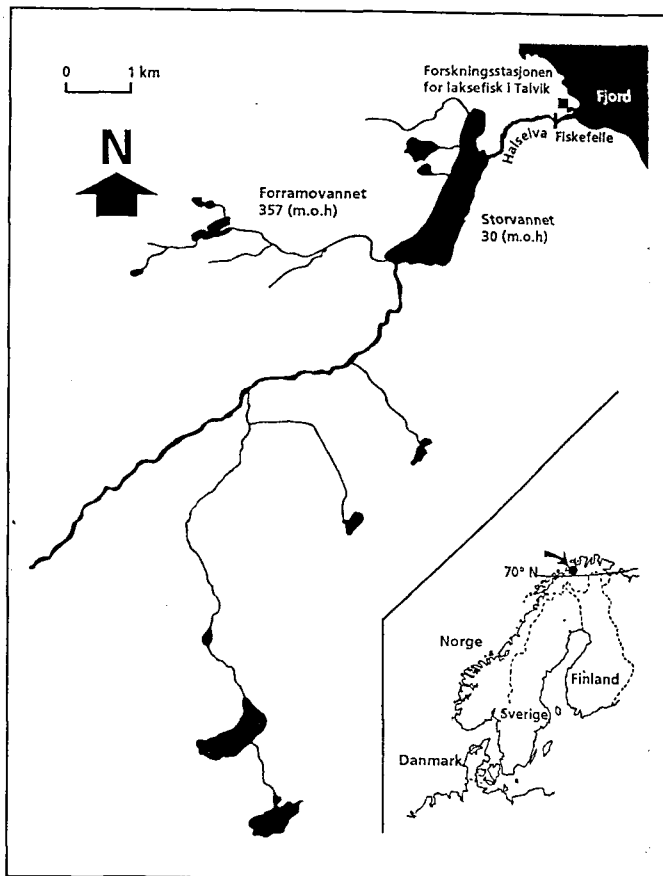
Fisken til saltfôringsforsøket (omtrent 2 500) gikk samlet i ett stort oppdrettskar fram til uke 16, hvor all fisk ble målt, veid og merket med Carlinmerker. I forbindelse med merkinga ble fiskegruppa delt i to og overført til hvert sitt oppdrettskar. Fra og med 2 mai (uke 18) og fram til utsetting ble den ene gruppa føret med vanlig fôr (heretter kalt liten ørret u/saltfôr) mens den andre gruppa ble gitt saltfôr (heretter kalt liten ørret m/saltfôr), som inneholdt en salttilsetning på 8 % (FK Smolt). Det ble foretatt sjøvannstester av fisken seks ganger utover våren (uke 16, 20, 22, 24, 26 og 27). Ved hvert tidspunkt ble det tatt blodprøver av 10 fisk fra hver gruppe i ferskvann, mens omtrent 20 fisk (20-25) fra hver gruppe ble overført til sjøvann (33-34 promille, 8 °C). Etter 72 timer ble det tatt blodprøver av all overlevende fisk. Blodplasma fra fisken i ferskvann ble analysert med hensyn på klorid, tyroksin og kortisol, mens plasma fra fisk i sjøvann bare ble analysert for klorid.

I tillegg til de to forsøksgruppene som inngikk i saltfôringsforsøket ble også en tredje gruppe ørret (omtrent 2 200) i anlegget tatt med i forsøkene. Denne fisken hadde samme bakgrunn som den øvrige fisken, men bestod av større fisk. Denne fiskegruppa (heretter kalt stor ørret m/saltfôr), ble fargemerket med Alcian-blue i uke 16 og gitt saltfôr fra 2 mai. Prøvetaking for denne gruppa skjedde sammen med den øvrige fisken, men det ble tatt blodprøver av færre fisk (8 fisk i ferskvann, omtrent 15 fisk til sjøvannstester).

### Utsettinger

Utsetting av fisk på oversiden av fiskefella i Halselva fant sted på tre ulike tidspunkt i 1995; 12 juni, 26 juni og 3 juli. Ved hvert tidspunkt ble det satt ut omtrent 150 fisk fra hver av de tre forsøksgruppene. Før utsetting ble fisken bedøvd (benzokain), veid og målt. Fisken fikk deretter roe seg ned i 5 døgn før den ble transportert til øverenden av Halselva og satt ut. Utvandrende fisk ble deretter fanget i nedvandringfella ved munningen av Halselva (ca 2 km nedenfor utslippsstedet), og overført til oppbevaringskar for senere sjøvannstester.

Resten av fisken ble satt ut nedenfor fiskefella den 26 juni 1995. Ialt ble det satt ut 2 974 fisk, henholdsvis 638 liten ørret u/saltfôr, 693 liten ørret m/saltfôr, og 1 643 stor ørret m/saltfôr. Fisk som vendte tilbake til Halselva ble registrert i fiskefella hvor lengde og vekt ble målt før fisken ble sluppet videre oppstrøms. Vi har også registreringer av fisk fra disse forsøksgruppene som passerte fiskefella på nedvandring og oppvandring i 1996.



Figur 1. Kart over Halsvassdraget med settefiskanlegget og fella.

## 3 Resultater

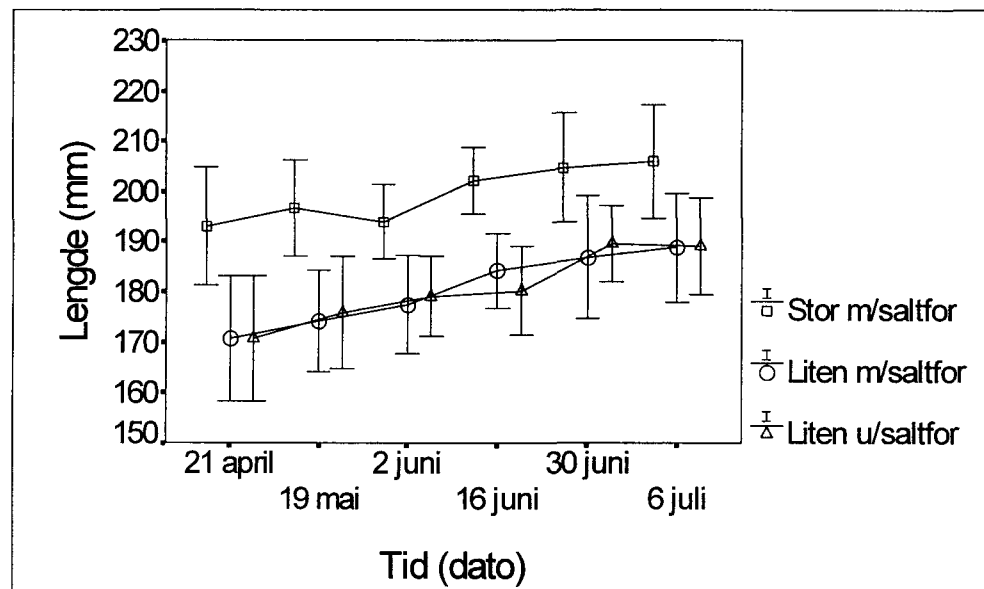
### 3.1 Fysiologi hos ørret i anlegget

Figur 2 viser gjennomsnittlig lengde hos de tre gruppene liten ørret m/saltfór, liten ørret u/ saltfór og stor ørret m/saltfór gjennom forsøksperioden. Det var signifikante forskjeller i lengde mellom gruppene av liten ørret og stor ørret ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) gjennom hele forsøksperioden.

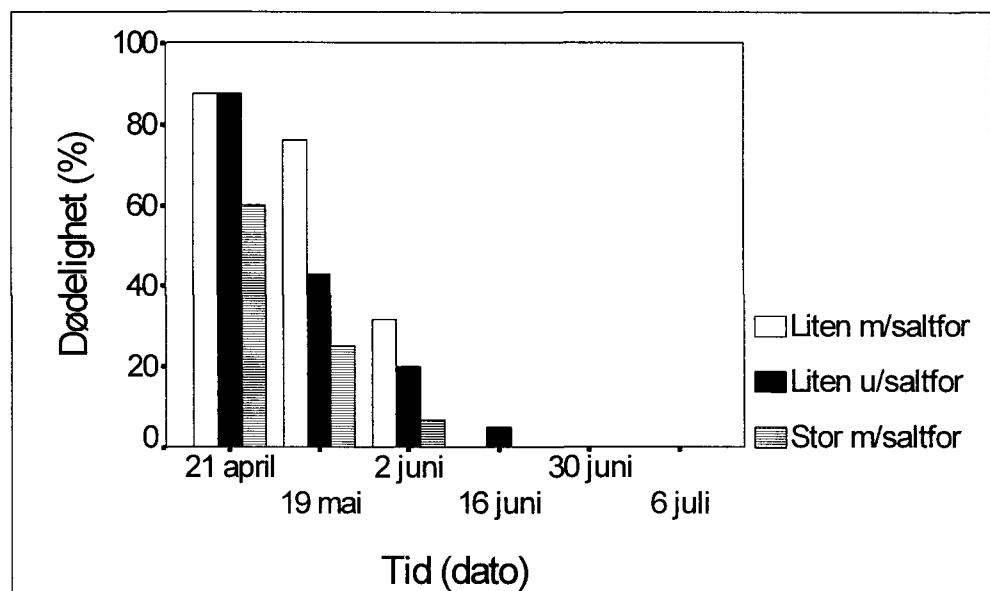
Figur 3 viser dødelighet ved sjøvannstester hos de tre gruppene av ørret gjennom forsøksperioden. Dødeligheten var noe større i hos gruppen liten ørret m/saltfór sammenlignet med gruppen liten ørret u/saltfór. Dødeligheten var desidert lavest i gruppen stor ørret m/ saltfór.

Utviklingen av plasmaklorid i ferskvann og sjøvann hos gruppen liten ørret m/saltfór er vist i figur 4. Det gjennomsnittlige plasmakloridnivået i ferskvann lå stabilt gjennom hele perioden, mens det gjennomsnittlige kloridnivået i sjøvann passerte 160 mmol/l den 30 juni og holdt seg på dette nivået. Ferskvannsverdiene for plasmaklorid for gruppen liten ørret u/saltfór lå likt med den foregående gruppen (figur 5). Gjennomsnittlige plasmakloridverdier i sjøvann for liten ørret u/saltfór lå rundt 160 mmol/l den 30 juni for så å stige igjen den 6 juli. Den 6 juli var det gjennomsnittlige plasmakloridnivå signifikant høyere ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) hos gruppen liten ørret u/saltfór sammenlignet med gruppen liten ørret med saltfór. Dette indikerte at under smoltifiseringsperioden hadde den saltfórede fisken en bedre saltreguleringsevne enn fisk som ikke hadde fått saltfór.

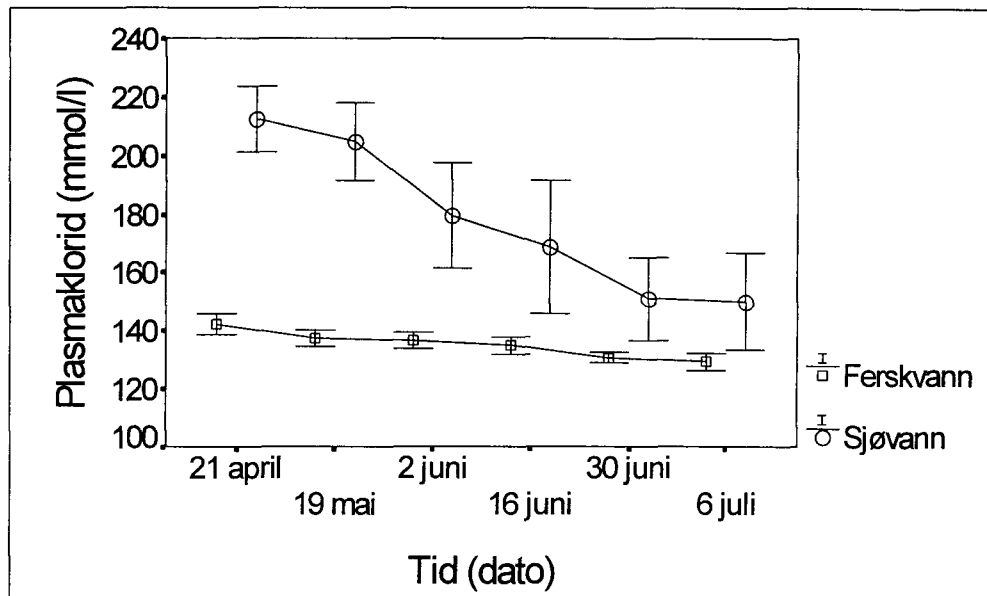
Figur 2. Gjennomsnittlig lengde ( $\pm$  standardavvik) hos de tre gruppene liten ørret m/saltfór, liten ørret u/ saltfór og stor ørret m/saltfór gjennom forsøksperioden.



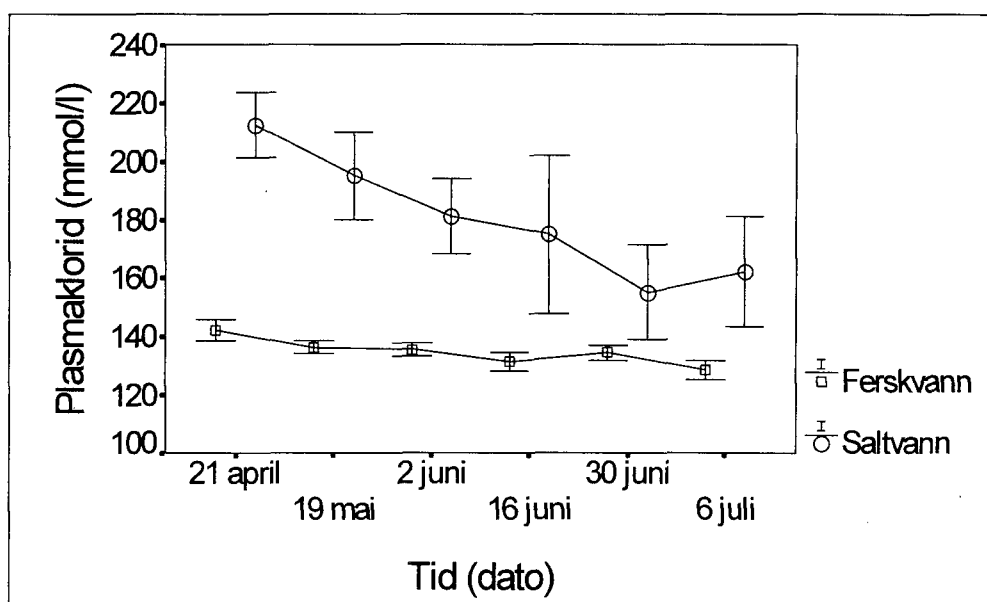
Figur 3. Dødelighet ved sjøvannstester hos de tre gruppene liten ørret m/saltfór, liten ørret u/saltfór og stor ørret m/saltfór gjennom forsøksperioden.







**Figur 4.** Plasmaklorid (mmol/l, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) i ferskvann og etter 3 døgns sjøvannstest hos liten ørret m/saltfôr gjennom forsøksperioden.



**Figur 5.** Plasmaklorid (mmol/l, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) i ferskvann og etter 3 døgns sjøvannstest hos liten ørret u/saltfôr gjennom forsøksperioden.

For gruppen stor ørret m/saltfôr lå det gjennomsnittlige plasmakloridnivå i sjøvann under 160 mM allerede den 16 juni og lå på omlag 140 mmol/l ved prøveuttak den 30 juni og 6 juli (**figur 6**). Gjennomsnittlige plasmakloridnivå den 30 juni og 6 juli var signifikant lavere ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) sammenlignet med de to gruppene av liten ørret. Dette viste at selv om stor ørret hadde fått samme produktionsregimer som de to gruppene med liten ørret hadde gruppen med stor ørret en bedre sjøvannstoleranse under smoltifiseringsperioden.

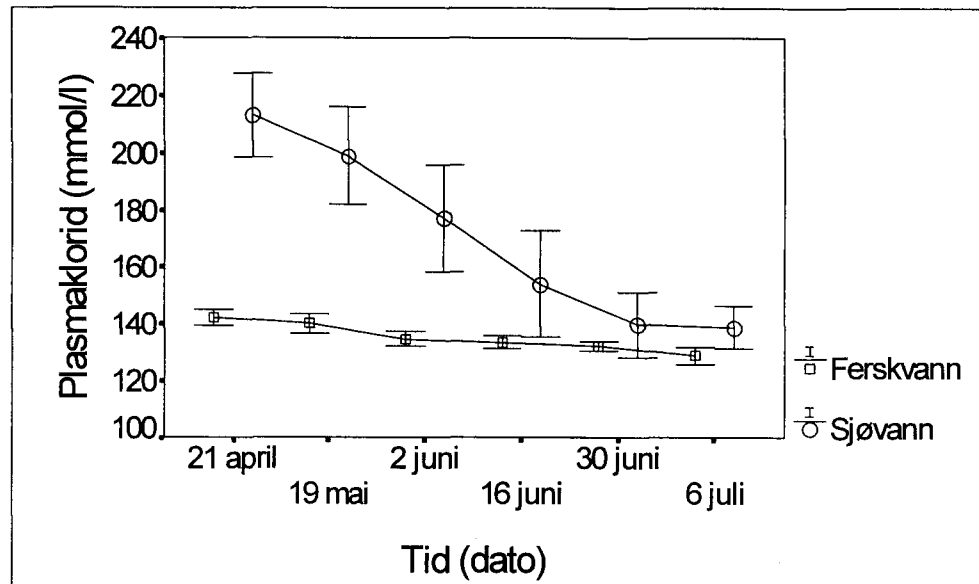
For alle gruppene var plasmakloridverdier i ferskvann signifikant lavere enn sjøvannsverdiene ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) gjennom hele forsøksperioden.

Tyroksinnivåene i plasma hos gruppen liten ørret m/saltfôr hadde en topp mellom 19 mai og 2 juni som var signifikant

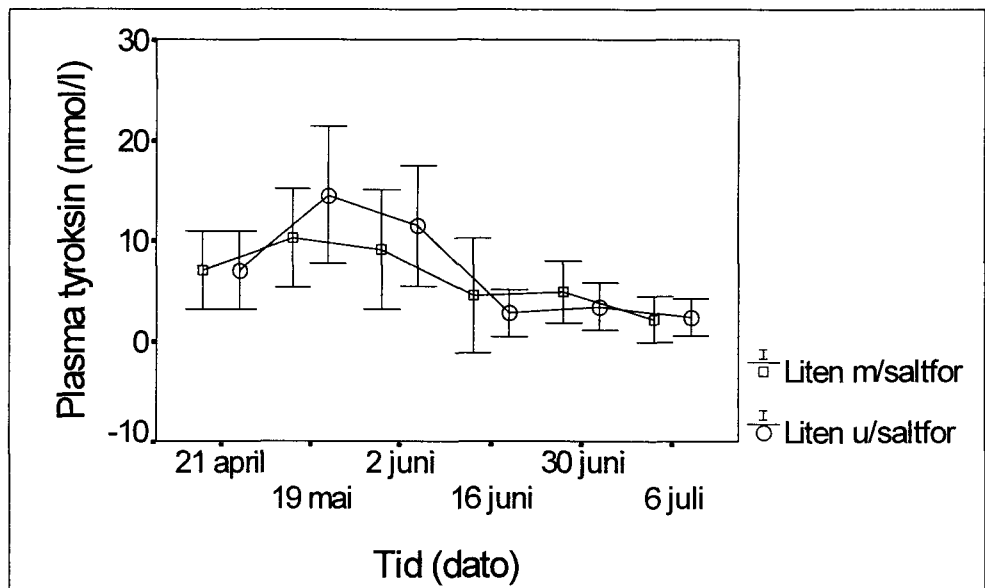
høyere ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) enn verdiene den 16 juni, 30 juni og 6 juli (**figur 7**). Det samme var gjeldende for gruppen liten ørret u/ saltfôr men her var også tyroksinnivåene den 19 og 2 juni signifikant forskjellig fra 21 april. Det var ingen signifikant forskjell ( $p > 0,05$ , Mann-Whitney U-test) mellom de to gruppene.

Plasmakortisol hos de to gruppene av liten ørret hadde en topp den 30 juni som var signifikant høyere ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test) enn ved 21 april, 19 mai og 2 juni (**figur 8**). For gruppen liten ørret u/saltfôr var verdiene den 30 juni signifikant høyere enn de andre verdiene ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U-test). Det var ingen signifikant forskjell ( $p > 0,05$ , Mann-Whitney U-test) mellom de to gruppene. Både for tyroksin og kortisol var disse toppene lik det klassiske hormonspeilet som sett hos laks.

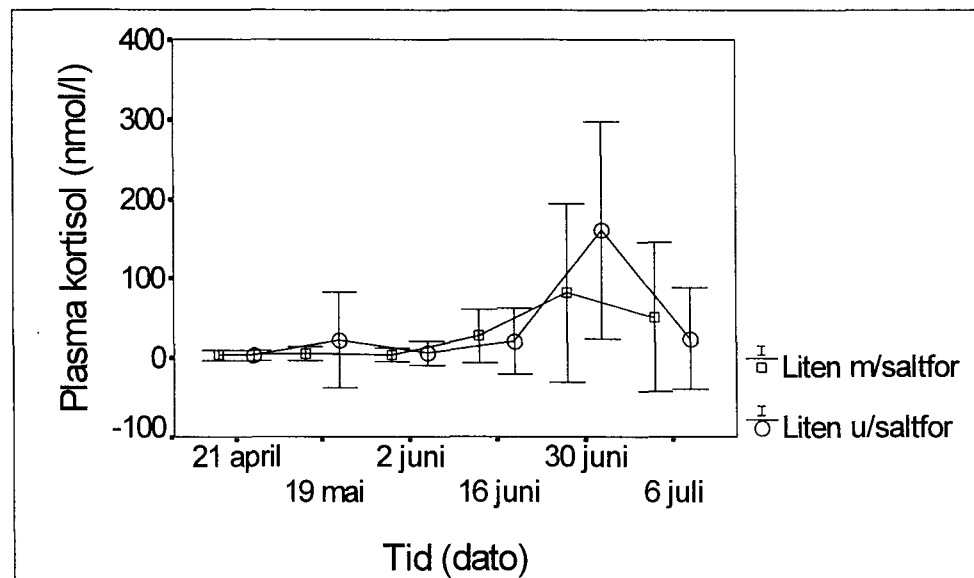
**Figur 6.** Plasmaklorid (mmol/l, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) i ferskvann og etter 3 døgns sjøvannstest hos stor ørret m/saltfor gjennom forsøksperioden.



**Figur 7.** Plasmatyrosin (nmol/l, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) i ferskvann hos de to gruppene av liten ørret gjennom forsøksperioden.



**Figur 8.** Plasmakortisol (nmol/l, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik) i ferskvann hos de to gruppene av liten ørret gjennom forsøksperioden.



## 3.2 Nedvandring

Prosentandel nedvandrende fisk i 1995 varierte mellom 27,5 % og 59,3 % for de ulike fiskegruppene som ble satt ut på oversida av fella i Halselva (**tabell 1**). Vi fant ingen signifikant forskjell i nedvandringprosent mellom de to gruppene av liten ørret ( $\chi^2$ -tester,  $p > 0,05$ ). Nedvandringprosenten blant stor ørret var signifikant høyere enn de andre to gruppene ved de to første utsettingene ( $\chi^2$ -tester,  $p < 0,05$ ), men ikke ved den siste utsettingen. Tidspunkt for nedvandring varierte mellom utsettingene (**tabell 1**). Ved den første utsettingen strakte nedvandringen seg over en lengre tidsperiode enn ved de to siste utsettingene hvor hovedtyngden av fisken vandret ut de første 3 dagene etter utsetting. Alle utsettingene av oppdrettet fisk fant sted mens vill sjøørretsmolt vandret ut fra Halsvassdraget (**figur 9**).

Av totalt 1369 fisk satt ut ovenfor fella i 1995 ble 544 (39,7 %) fanget nedstrøms i fiskefella samme år (**tabell 1**). Mesteparten av fisken ble altså stående i ferskvann etter utsetting. I 1996 ble 32 av disse (fordelt med henholdsvis 7, 8 og 17 fisk på gruppene liten ørret u/saltfór, liten ørret m/saltfór og stor ørret m/saltfór) fanget under utvandring i fiskefella. Det ser derfor ut til at hvis fisken ikke vandrer ut første året forblir den i ferskvann.

Ved alle utsettingene økte andelen nedvandrende fisk med økende fiskestørrelse. Denne størrelseseffekten var lik hos liten ørret med og uten saltfór (**figur 10 og 11**). Alle ut

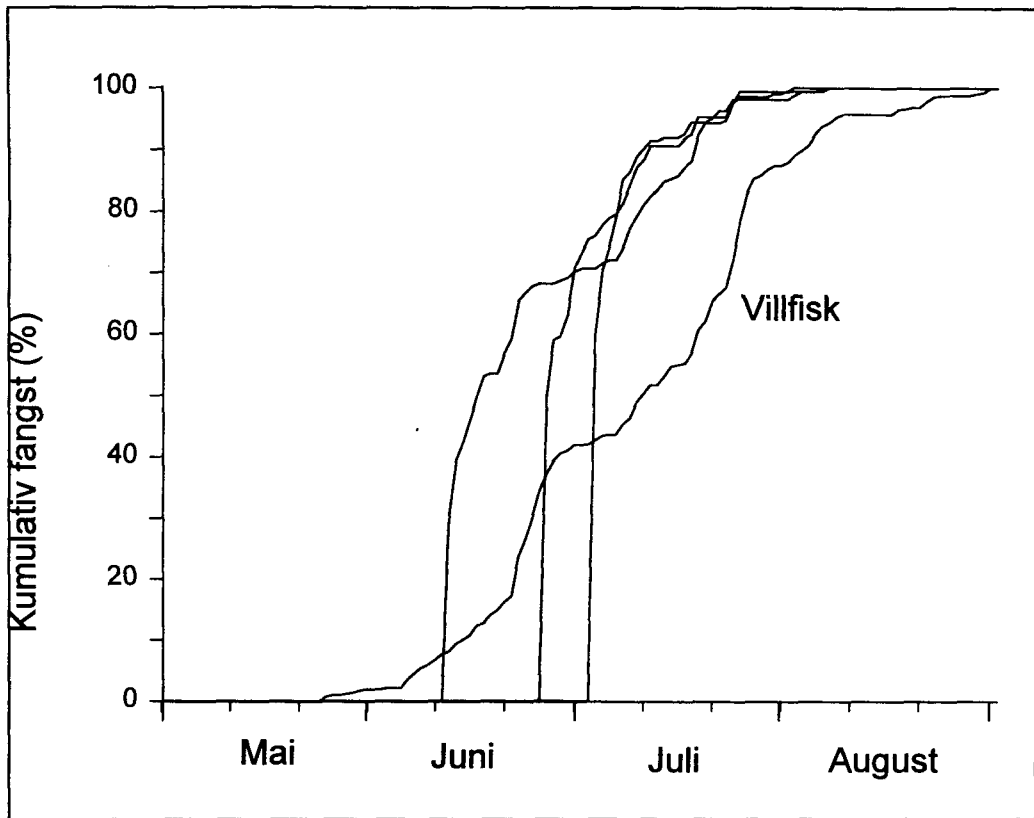
settingene av liten ørret sett samlet viste at nedvandringprosenten økte fra omtrent 13 % hos lengdegruppe 17 cm (16,5-17,4 cm) opp til omtrent 60 % hos lengdegruppe 20 cm. Også blant stor ørret fant vi en klar sammenheng mellom størrelse og nedvandring, men nedre størrelsesgrense for nedvandring var her forskjøvet mot større fisk (**figur 12**).

Sjøvannstester viste at vill ørretsmolt fanget under utvandring i Halselva var istand til å regulere plasmaklorid nært ferskvannsverdier innen 72 timer etter at de ble overført til sjøvann (**tabell 2**). Dette viser at ørretens hypoosmoregulatoriske kapasitet er velutviklet før den vandrer ut i sjøen. Oppdrettsørreten som ble fanget under utvandring viste en hypoosmoregulatorisk kapasitet på omtrent samme nivå som vill fisk (**tabell 2**). Bare et fåtall av den nedvandrende fisken hadde kloridverdier i blodplasma høyere enn 160 mmol/l etter 3 døgns sjøvannstester (**figur 13**). Det var ingen signifikante forskjeller i plasmaklorid etter sjøvannstester mellom fisk som vandret ut på ulike tidspunkt (0-3, 3-11, og 11-39 dager) etter utsettingen ovenfor fella (Kruskal-Wallis enveis rangtester,  $p > 0,05$ ). Vi fant en svak signifikant negativ sammenheng mellom plasmaklorid etter sjøvannstester og fiskens størrelse hos oppdrettsfisken som vandret ut (**figur 13**). Den negative sammenhengen mellom plasmaklorid etter sjøvannstester og fiskens størrelse var mer utpreget ved utsetting, spesielt hos de to forsøksgruppene av liten ørret (**figur 13**).

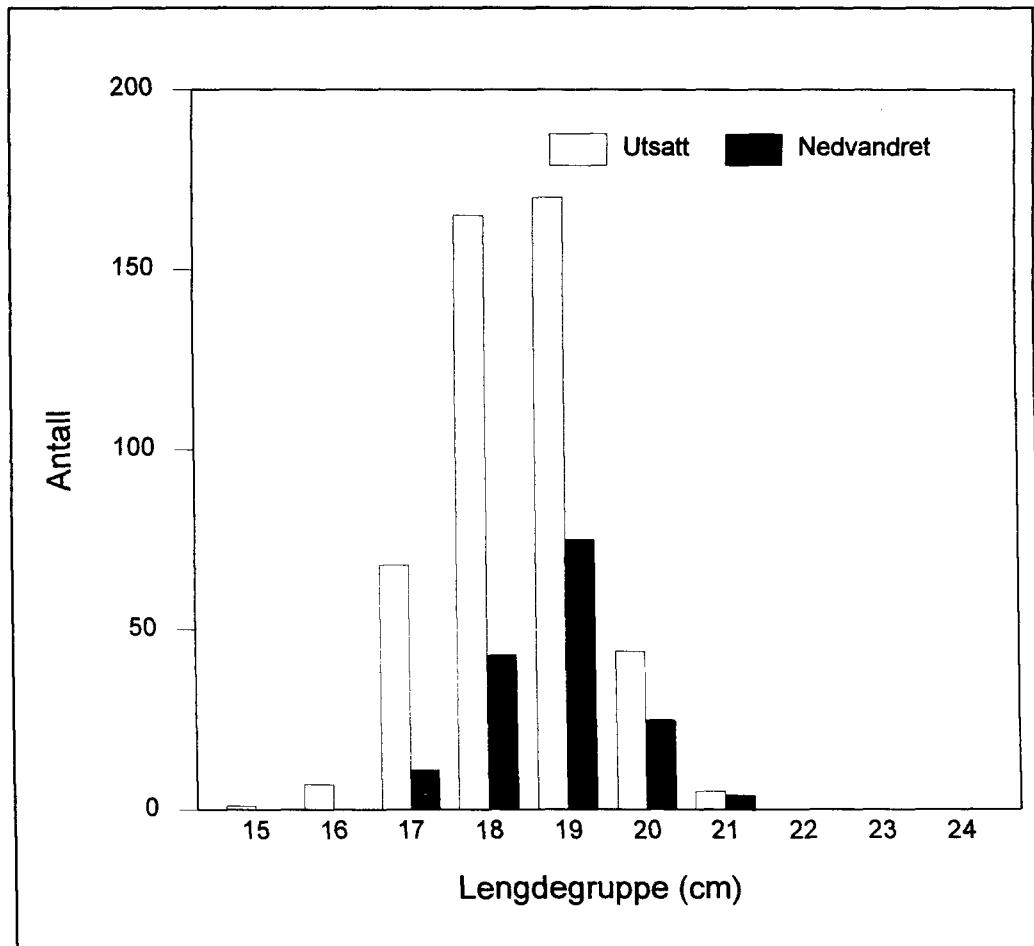
**Tabell 1.** Vandringstid og tidspunkt for nedvandring (dager etter utsetting) hos oppdrettet sjøørretsmolt satt ut ovenfor fella i Halselva i 1995. LU = liten ørret u/saltfór; LS = liten ørret m/saltfór; SS = stor ørret m/saltfór.

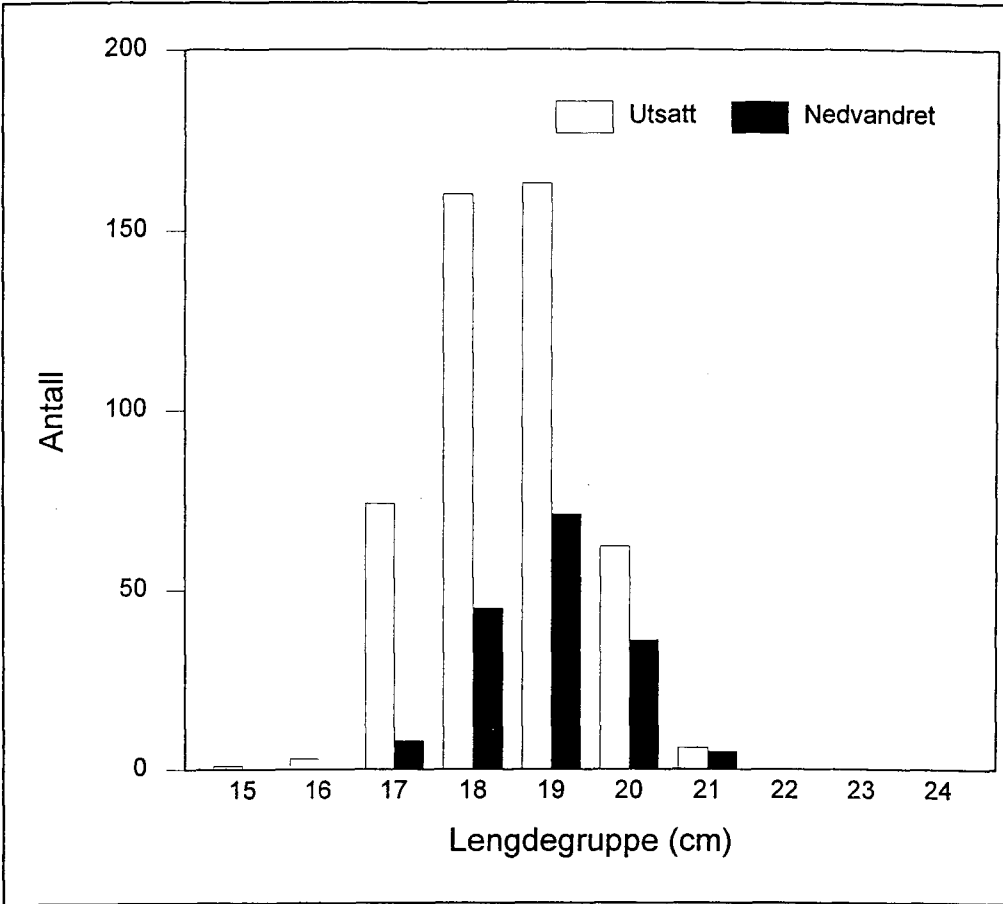
Uke utsatt	Gruppe	Antall utsatt	Totalt nedvandret		Nedvandringstidspunkt		
			antall	%	0-3 d	3-11 d	> 11 d
24	LU	149	59	39,6	20	13	26
24	LS	150	63	42,0	26	13	24
24	SS	150	89	59,3	51	18	20
26	LU	151	55	36,4	38	6	11
26	LS	149	44	29,5	32	5	7
26	SS	150	72	48,0	38	20	14
27	LU	160	44	27,5	33	6	5
27	LS	170	58	34,1	49	3	6
27	SS	167	60	35,9	46	12	2
	SUM	1369	544	39,7			

**Figur 9.** Kumulativ nedvandring av vill sjørøretsmolt ( $n = 422$ ) og utsatt oppdrettet sjørøretsmolt (Uke 24:  $n = 211$ ; uke 26:  $n = 171$ ; uke 27:  $n = 162$ ) i tidsrommet 1 mai-1 september 1995 i Halsvassdraget. (I tillegg til det figuren viser vandret det ut 54 ville sjørøretsmolt etter 1 september).

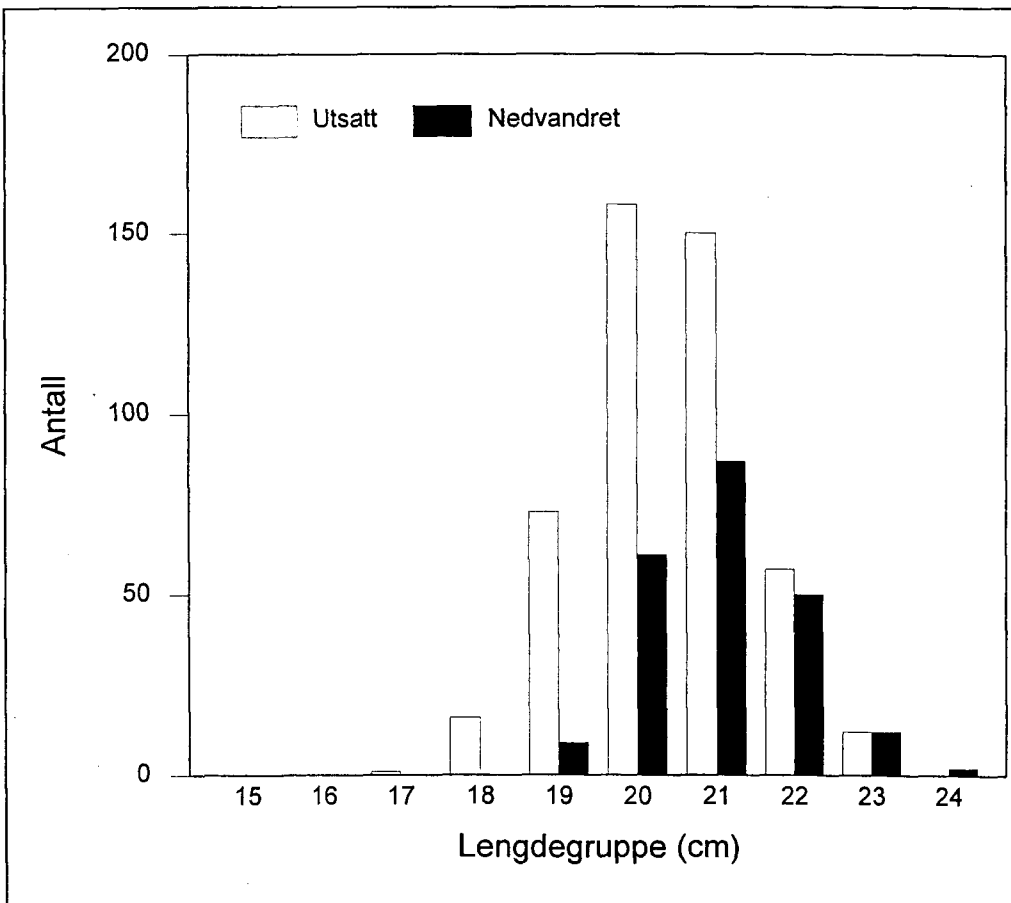


**Figur 10.** Antall fisk satt ut ovenfor fella i Halselva og antall fisk som vandret ut i ulike lengdegrupper (lengde ved utsetting) hos liten ørret u/saltfór.





**Figur 11.** Antall fisk satt ut ovenfor fella i Halselva og antall fisk som vandret ut i ulike lengdegrupper (lengde ved utsetting) hos liten ørret m/saltfôr.

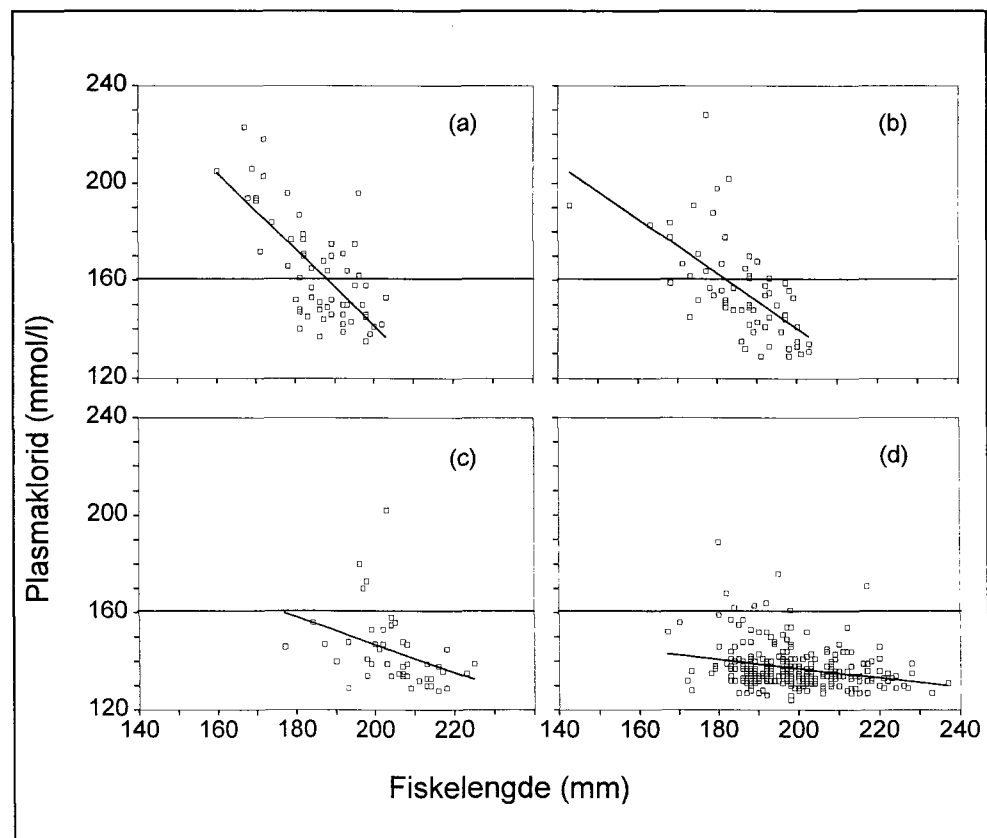


**Figur 12.** Antall fisk satt ut ovenfor fella i Halselva og antall fisk som vandret ut i ulike lengdegrupper (lengde ved utsetting for utsatt fisk og lengde ved gjenfangst for nedvandrende fisk) hos stor ørret m/saltfôr.

**Tabell 2.** Klorid i blodplasma (mmol/l - gjennomsnitt og standardfeil) hos utvandrende oppdrettet og vill sjøørretsmolt fra fella i Halselva i 1995. LU = liten ørret u/saltfór; LS = liten ørret m/saltfór; SS = stor ørret m/saltfór; Vill = vill sjøørretsmolt.

Uke utsatt	Gruppe	Nedvandret	Fisk i ferskvann			Etter 3 døgns sjøvannstest		
			n	Snitt	SE	n	Snitt	SE
4	LU	0-3 d	8	133,0	1,63	10	139,0	2,61
24	LS	0-3 d	10	131,9	1,05	15	134,7	0,63
24	SS	0-3 d	16	134,6	0,63	34	135,5	0,55
24	LU	3-11 d	7	130,6	1,34	8	136,6	0,71
24	LS	3-11 d	7	130,6	1,36	7	142,9	4,80
24	SS	3-11 d	8	135,3	0,75	9	137,0	0,85
24	LU	11-39 d	10	134,8	1,25	9	137,3	2,51
24	LS	11-39 d	5	133,8	1,66	14	138,9	1,92
24	SS	11-39 d	8	135,4	1,43	7	133,9	2,38
26	LU	0-3 d	15	133,4	0,50	22	134,7	1,25
26	LS	0-3 d	15	129,3	1,30	18	134,1	1,55
26	SS	0-3 d	15	133,4	0,53	20	131,7	1,22
26	SS	3-11 d	8	135,6	0,98	12	132,9	1,32
26	SS	11-25 d	6	132,8	1,19	7	135,3	2,78
27	LU	0-3 d	14	131,6	0,60	16	146,7	3,25
27	LS	0-3 d	15	126,5	1,40	32	139,8	1,50
27	SS	0-3 d	15	132,0	1,00	30	137,0	1,70
	Vill		8	131,2	1,49	21	134,4	0,82

**Figur 13.** Plasmaklorid (mmol/l) i forhold til fiskelengde (mm) etter sjøvannstester hos oppdrettet ørret ved utsetting (de tre utsettningstidspunktene slått sammen) og hos nedvandrende ørret (de tre forsøksgruppene slått sammen). De heltrukne linjene er lineære regresjonslinjer. (a) Liten ørret u/saltfór:  $Klorid = 456 - 1,57 \cdot Lengde$ ,  $R^2 = 0,50$ ,  $n = 60$ , (b) Liten ørret m/saltfór:  $Klorid = 366 - 1,13 \cdot Lengde$ ,  $R^2 = 0,40$ ,  $n = 64$ , (c) Stor ørret m/saltfór:  $Klorid = 260 - 0,57 \cdot Lengde$ ,  $R^2 = 0,15$ ,  $n = 46$ , (d) Nedvandrende ørret:  $Klorid = 174 - 0,19 \cdot Lengde$ ,  $R^2 = 0,07$ ,  $n = 293$



### 3.3 Utsettingene nedenfor fella

Gjenfangstene i fiskefella i 1995 av oppdrettet ørret satt ut nedenfor fella var lave. Gjenfangsten av den saltfóra fisken var høyere enn av kontrollfisken, men forskjellen mellom de to gruppene var ikke statistisk signifikant ( $\chi^2$ -tester,  $p > 0,05$ ). Gjenfangsten av vill sjørretsmolt var betydelig høyere enn av oppdrettet smolt (**tabell 3**), og forskjellene i gjenfangst mellom vill og oppdrettet fisk var sterkt signifikant ( $\chi^2$ -tester,  $p < 0,001$ ).

I gjennomsnitt gikk det omtrent 50 dager fra fisken ble utsatt til den ble gjenfanget på oppvandring i Halselva (**tabell 3**). Det var ingen signifikant forskjell mellom de ulike utsettingsgruppene i lengden på sjøoppholdet (Kruskal-Wallis enveis rangtest  $p > 0,10$ ). Til sammenlikning gikk det i gjennomsnitt 56 dager mellom utvandring og oppvandring hos den ville sjørretsmolten (**tabell 3**).

Den utsatte fisken fra de to forsøksgruppene av liten ørret viste lav vekst under sjøoppholdet (**tabell 4**). Gjennomsnittsvakta ved oppvandring var lavere enn estimert gjennomsnittsvekt ved utsetting for begge gruppene. Gjennoms-

nittslengda økte med omtrent 1 cm, mens kondisjonsfaktoren avtok. Av de 100 gjenfangede fiskene estimerte vi vektøkning hos 23, kun 1 av disse hadde økt vekta med mer enn 50 g i løpet av sjøoppholdet. Den utsatte store ørreten var gruppemerket og individuell vekst kunne derfor ikke estimeres for denne gruppen. Størrelsesfordelingen av den gjenfangede fisken indikerer imidlertid at også i denne gruppen hadde bare et fåtall av fiskene noen vesentlig vektøkning under sjøoppholdet. Vill sjørretsmolt mer enn doblet gjennomsnittsvakta under sjøoppholdet (**tabell 4**).

Av de 215 utsatte fiskene som vandret opp i Halselva i 1995 ble 24 (11,2 %) registrert på nedvandring i fiskefella i 1996 (**tabell 5**). Kun 3 av disse ble gjenfanget i fiskefella på oppvandring samme år. Også hos vill fisk minket antallet vandrende fisk året etter første utvandring. Av de 64 førstegangsvandrerne som vendte tilbake til Halselva i 1995 ble 34 (53,1 %) registrert på nedvandring i fiskefella i 1996 (**tabell 5**). I denne fiskegruppen ble 14 fisk registrert på oppvandring i Halselva i 1996, hvorav 3 hadde overvintret utenfor Halsvassdraget. Vi fikk ingen gjenfangster i fiskefella i 1996 av oppdrettet aure som hadde overvintret utenfor Halsvassdraget.

**Tabell 3.** Gjenfangst i fiskefella hos oppdrettet sjørretsmolt satt ut nedenfor fella i Halselva i 1995. LU = liten ørret u/saltfór; LS = liten ørret m/saltfór; SS = stor ørret m/saltfór. For sammenlikningens skyld er også data for gjenfangst av førstegangsvandrerne av vill sjørretsmolt gitt (kun fisk større enn 18 cm ved nedvandring).

Gruppe	Antall utsatt	Gjenfanget		Antall dager ute		
		Antall	%	Snitt	SD	Range
LU	638	40	6,3	49,0	20,0	20-93
LS	693	60	8,7	48,0	19,8	20-100
SS	643	115	7,0	52,3	17,7	20-95
Vill	362	64	17,7	55,8	18,9	19-118

**Tabell 4.** Gjennomsnittlig lengde (L, mm), vekt (V, g), og kondisjonsfaktor (K) hos oppdrettet sjøørret gjenfanget på oppvandring i fella i Halselva. Verdiene for utsettingstidspunktet er beregnet ut fra gjennomsnittlig vekstrater i lengde og vekt hos oppdrettsørret i perioden mellom merking og utsetting. For sammenlikningens skyld er også data for førstegangsvandrere av vill sjøørret gitt (kun fisk større enn 18 cm ved nedvandring).

	n	Merking			Utsetting			Oppvandring		
		L	V	K	L	V	K	L	V	K
LU	40	174,2 (8,6)	54,2 (9,7)	1,01 (0,06)	181,7 (9,0)	67,4 (12,0)	1,11 (0,06)	193,3 (18,4)	66,9 (25,5)	0,90 (0,07)
LS	60	176,3 (8,8)	57,2 (9,7)	1,03 (0,06)	183,6 (9,1)	70,6 (12,0)	1,13 (0,06)	195,8 (14,9)	67,3 (16,4)	0,88 (0,06)
SS	115							224,2 (22,9)	108,5 (38,6)	0,93 (0,07)
VILL	64				222,9 (25,1)	93,2 (31,2)	0,82 (0,08)	272,8 (34,7)	203,1 (76,0)	0,95 (0,08)

**Tabell 5.** Antall fisk av de ulike fiskegruppene satt ut nedenfor fella i Halselva 1995 som ble registrert på ned- eller oppvandring i fella i 1996. LU = liten ørret u/saltfór; LS = liten ørret m/saltfór; SS = stor ørret m/saltfór; UO95 = fisk satt ut ovenfor fiskefella i 1995. For sammenlikningens skyld er også data for førstegangsvandrere av vill sjøørret gitt (kun fisk større enn 18 cm ved utvandring i 1995).

Gruppe	Ned		Opp	
	1995	1996	1995	1996
LU			40	4
LS			60	2
SS			115	18
UO95				32
Vill	362	64	34	14



## 4 Diskusjon

Belaud et al. (1984), Högstrand & Haux (1985), Soivio et al. (1989) og Tanguy et al. (1994) har rapportert at sjøørret har en økende sjøvannstoleranse i løpet av smoltifiseringsperioden. For de to gruppene av liten ørret økte sjøvannstoleransen gjennom eksperimentperioden og den 30 juni var plasmakloridkonsentrasjonen under 160 mmol/l som er rapportert som akseptable verdier hos laksefisk etter en sjøvannstoleransetest (Sigholt & Finstad 1990). Plasmakloridverdiene hos liten ørret u/saltfôr økte fra den 30 juni til 6 juli, mens dette ikke var tilfelle hos liten ørret m/saltfôr som opprettholdt en god sjøvannstoleranse også den 6 juni.

Plasmakloridverdiene hos gruppen gitt saltfôr var også signifikant lavere enn hos gruppen uten saltfôr på dette tidspunktet. Resultatene indikerer at å tilsette salt i føret fører til at fisken klarer å opprettholde sin sjøvannstoleranse over en lengre periode enn fisk uten tilsetning av salt i føret. Lignende resultater er rapportert for Stillehavslaks, *Oncorhynchus sp.* (Zaugg & McLain, 1969), Atlantisk laks, *Salmo salar* (Duston 1993) og for sjørøye, *Salvelinus alpinus* (Staurnes & Finstad 1993).

Dødeligheten under sjøvannstestene var størst i de to minste gruppene sammenlignet med den største gruppen. Dette er et generelt fenomen hos laksefisk (Parry 1958; Houston 1961; Wedemeyer et al. 1980; Hoar 1988). Denne størrelsesrelaterte toleransen kan skyldes fordelene med en mer areal til volumratio hos større fisk og at den osmoregulatoriske kapasiteten øker med størrelse (McCormick & Saunders 1987). Minimumsstørrelsen for sjøvannstoleranse hos sjøørret er gitt som 18 cm (McCormick 1994) og dette stemmer overens med den avtagende dødeligheten og økende sjøvannstoleranse fra 16 juni og utover.

Kortisol har lenge vært kjent som et hormon som fremmer sjøvannstoleransen hos laksefisk (Specker 1982; Barron 1986) og som faller overens med en økende aktivitet til gjelleenzymet Na-K-ATPase, kloridcelleantall og økt tyroksinnivå (Boeuf 1993). Kortisolnivå fra 55 til 165 nmol/l har blitt observert under smoltifiseringen hos Atlantisk laks (Langhorne & Simpson 1981), coho laks, *Oncorhynchus kisutch* (Young et al. 1989), sjørøye (Iversen et al. 199X) og sjøørret (Soivio et al. 1989). I vårt eksperiment ble en lignende topp observert, men denne toppen var noe senere enn det Soivio et al. (1989) rapporterte for sjøørret.

En økning i plasma tyroksinnivået er registrert under smoltifiseringen hos laksefisk, men dette hormonet alene øker ikke sjøvannstoleransen. Det er antatt at dette hormonet spiller en viktig rolle i å øke smoltkarakteristikker som er endogent regulert eller vha. andre hormonelle faktorer. Boeuf (1993) har satt opp følgende funksjoner for tyroksin under smoltifiseringen: kontroll av vekst, stimulering av sølvfarging og metabolisme, dannelse av nye hemoglobinforme, stimulering av vandringsatferd og evne til å finne tilbake til sin barndoms elv. I dette eksperimentet økte tyroksinnivået hos ørret omlag en måned i forkant av

økningen i kortisolnivået som vist hos coho laks (Hoar 1988).

Vi fant ingen forskjeller i nedvandring mellom liten fisk med og uten saltfôr og saltfôring ser derfor ikke ut til å påvirke fiskens vandringsatferd. Vi fant heller ingen indikasjoner på at saltfôring påvirket fiskens vann og saltbalanse i ferskvann på en negativ måte. Finstad (1996) observerte at laksesmolt gitt saltfôr fikk osmoregulatoriske problemer i ferskvann etter at fôringen ble stoppet, noen fisk så rett og slett ut til å pumpe seg tom for salter. Da vi ble klar over disse resultatene gjennomførte vi sjøvannstester på saltfôret ørret noen dager etter at fôringen ble stoppet. Ørreten viste, i motsetning til laksen, ingen tendens å pumpe seg tom for salter etter at fôringen ble stoppet, og plasmakloridverdiene var på normalt nivå. Den utvandrende ørreten hadde også normale ferskvannsverdier av plasmaklorid. Våre resultater indikerer derfor at saltfôring av ørret ikke virker negativt inn på vandringslyst eller osmoregulerings-evne i ferskvann.

Vill ørretsmolt fanget under utvandring i Halselva var istand til å regulere plasmaklorid nært ferskvannsverdier innen 72 timer etter at den ble overført til sjøvann. Dette viser at ørretens hypoosmoregulatoriske kapasitet er velutviklet før den vandrer ut i sjøen. Resultatene er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser på vill sjøørret (Ugedal et al. 1996). Oppdrettsørreten som ble fanget under utvandring viste en hypoosmoregulatorisk kapasitet på omtrent samme nivå som vill fisk. Kun et fåtall fisk fanget under utvandring hadde plasmakloridverdier høyere enn 160 mmol/l som er rapportert som ikke-akseptable verdier hos laksefisk etter en sjøvannstoleransetest (Sigholt & Finstad 1990). Nedstrømsvandring hos sjøørret fra Halsvassdraget synes derfor å være knyttet til en velutviklet hypoosmoregulatorisk evne både hos vill og oppdrettet fisk.

Andelen oppdrettet fisk som vandret nedstrøms økte med økende fiskestørrelse. Det kan derfor tenkes at andelen vandrende fisk kan økes ved å produsere en større smolt, for eksempel ved å forlenge vekstsesongen i anlegget ved bruk av oppvarmet vann. Økt vekst kan imidlertid medføre at andelen av tidlig kjønnsmodne hanner øker (Jonsson 1989). Siden kjønnsmodning synes å inhibere sjøvandringen hos sjøørret (Dellefors & Faremo 1988) er gevinsten ved en slik produksjonsstrategi usikker.

Totalt vandret 39 % av den utsatte ørreten nedstrøms. I forsøk hvor oppdrettede sjøørretsmolt ble satt ut i Akerselva estimerte (ut fra vekst hos gjenfanget fisk) Jonsson et al. (1995) at totalt 34 % av fisken ble sjøvandrende. De fant at andelen sjøvandrende fisk varierte fra 23,3 til 52 % hos ulike ørrestammer, og at sjøørrestammer ga en høyere andel vandrende fisk enn ferskvannsstasjonære stammer. Vårt estimat for andelen utvandrende fisk er ikke direkte sammenlignbart med estimatene til Jonsson et al. (1995). Begge undersøkelsene viser imidlertid at en stor andel av oppdrettet sjøørretsmolt blir stående i ferskvann etter utsetting. Dette er klart uheldig hvis oppdrettet fisk brukes til å styrke ville sjøørrestamper, fordi den utsatte fisken kan

vise seg å bli en næringskonkurrent og kanskje også predator på villfisk i utsettingslokaliteten.

Vi fikk en noe høyere gjenfangst av saltfóra fisk satt ut nedenfor fiskefella enn av fisk som hadde gått på vanlig fór, men forskjellen var ikke statistisk signifikant. Vårt forsøk tyder derfor på at saltfóring ikke gir noen vesentlig økning av overlevelse og gjenfangstrate ved utsetting av oppdrettet sjøørretsmolt. Jonsson et al. (1994) fant at 2 ukers akklimatisering i sjøvann før utsetting ikke ga høyere gjenfangster enn utsetting av ikke akklimatisert fisk hos oppdrettet ørret satt ut utenfor lmsa. Akklimatisering og fóring i sjøvann i 4 og 8 uker ga imidlertid høyere gjenfangster sammenliknet med utsett av ikke akklimatisert fisk. I Nord-Norge hvor sjøørreten har et sjøopphold på omtrent 2 måneder synes ikke lang tids akklimatisering i sjøvann før utsetting å være aktuelt.

Gjenfangstratene av oppdrettet sjøørret i fiskefella var lave, og bare et fåtall av fiskene hadde vokst i løpet av det første sjøoppholdet etter utsetting. Saltfóra fisk hadde ikke bedre vekst enn fisk som hadde fått fór uten salttilsetning. Resultatene viser at den oppdrettede ørreten ikke kan karakteriseres å være en fullgod økologisk smolt. Dårlig vekst under første sjøopphold etter utsetting hos oppdrettet ørret samsvarer med hva en finner ved utsetting av oppdrettet sjørøye (Finstad & Heggberget 1993, 1995). Oppdrettet sjørøye utsatt i Halsvassdraget viser god vekst i sjø først ved andre sjøopphold. En mulig årsak til den lave veksten etter utsetting kan være at oppdrettsfisken må lære seg å spise naturlige byttedyr etter utsetting. Undersøkelser av næringsinntak hos oppdrettet ørret utsatt i innsjøer og i elver har imidlertid vist at oppdrettsfisk oppnår like stor magefylling som villfisk kort tid etter utsetting (Johnsen & Ugedal 1986, 1989). I et forsøk med to-årig ørret tok det imidlertid tre uker før oppdrettsfisken hadde samme magefylling som vill ørret (Ugedal et al. 1985). Siden den utsatte fisken i vårt forsøk hadde et sjøopphold på i gjennomsnitt 50 dager, så vil en læringsperiode som varer i flere uker kunne ha vesentlig betydning for veksten hos den utsatte fisken.

Denne undersøkelsen har vist at bruk av saltfór under smoltifiseringsperioden om våren kan bidra til at fisken opprettholder sin sjøvannstoleranse over lengre tid enn den ellers ville ha gjort. Dette kan bidra til at utsettinger av ørret i sjø kan strekkes ut over en lengre tidsperiode enn tidligere antatt. Bruk av saltfór påvirket ikke ørretens nedstrømsvandring ved utsetting i ferskvann. Bruk av saltfór ga ikke vesentlig høyere gjenfangst av fisk utsatt i overgangen mellom ferskvann og sjø, og førte heller ikke til bedre vekst hos fisken under sjøoppholdet.

Vår undersøkelse tyder på at en står overfor to hovedproblemer ved oppdrett av sjøørret for utsetting: 1) Mer enn 50 % av fisken vandrer ikke ut når den blir satt ut i ferskvann. 2) Bare et fåtall fisk vokser første året etter utsetting i sjø. Den oppdrettede ørreten kan derfor ikke karakteriseres å være en fullgod økologisk smolt.

En naturlig framdrift i et smoltproduksjonsforsøk med sjøørret er at man går tidligere inn i produksjonsfasen (dvs. fra innlagt rogn) mhp. temperatur og lys for å etablere produksjonsstrategier av en økologisk ørretsmolt som har bedre vandringsatferd, vekst og overlevelse enn det vi har sett tidligere.

## 5 Litteratur

- Barron, M.G. 1986. Endocrine control of smoltification in anadromous salmonids. - J. Endocr. 108: 313-319.
- Belaud, A., Yany, G., Kugler, J. & Labat, R. 1984. Compari-son de l'adaptation à la salinité de *Salmo trutta* entre variétés migratic et sédentaire. - Ictophysiol. Acta. 10: 26-40.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a pre-adaptation to the oceanic environment. -S 105-135 i Rankin, J.C & Jensen, F.B., red. Fish Ecophysiology. Chapman & Hall, London.
- Duston, J. 1993. Effects of dietary betaine and sodium chloride on the seawater adaptation of Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.). - Comp. Biochem. Physiol. 105A: 673-677.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1993. Migration, growth and survival of wild and hatchery-reared anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Finnmark, northern Norway. - J. Fish Biol. 43: 303-312.
- Finstad, B. & Heggberget, T.G. 1995. 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. & Iversen, M. 1995. Testing av smoltkvaliteten hos laks og sjørret på smoltproduksjonsanleggene i Eidfjord, Eikesdalen og Lundamo. - NINA Oppdrags-  
melding 341: 1-21.
- Finstad, B. 1996. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 386: 1-15.
- Heggberget, T.G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992. Smoltifisering hos laksefisk. - NINA Forsknings-  
rapport 31: 1-42.
- Hoar, W.S. 1988. The physiology of smolting salmonids. - S 275-343 i Hoar, W.S & Randall, D.J., red. Fish physio-  
logy: The physiology of developing fish. Viviparity and posthatching juveniles, Vol. XIB. Academic Press, New York.
- Houston, A.H. 1961. Influence on size upon the adaptation of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) to sea water. - J. Fish. Res. Bd. Can. 18: 401-415.
- Högstrand, C. & Haux, C. 1985. Evaluation of the sea-water challenge test on sea trout, *Salmo trutta*. - Comp. Biochem. Physiol. 82A: 261-266.
- Iversen, M., Nilssen, K.J., Gulseth, O. & Einarsdottir, I. 199X. Photoperiodic control of Arctic charr (*Salvelinus alpi. us* L.) smoltification. - Submitted for publication.
- Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 1986. Feeding by hatchery-reared and wild brown trout, *Salmo trutta* L., in a Norwegian stream. - Aquacult. Fish. Mgmt. 17: 281-287.
- Johnsen, B.O & Ugedal, O. 1989. Feeding by hatchery-reared brown trout, *Salmo trutta* L., released in lakes. Aquacult. Fish. Mgmt. 20: 97-104.
- Jonsen, B. 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout (*Salmo trutta*). - Freshw. Biol. 21: 71-86.
- Jonsson, N. & Finstad, B. 1995. Sjørret: økologi, fysiologi og atferd. - NINA Fagrapport 06: 1-32.
- Jonsson, N., Jonsson, B., Aass, P. & Hansen, L.P. 1995. Brown trout *Salmo trutta* released to support recreational fishing in a Norwegian fjord. - J. Fish. Biol. 46: 70-84.
- Jonsson, N., Jonsson, B., Hansen, L.P. & Aass, P. 1994. Effects of seawater-acclimatization and release sites on survival of hatchery-reared brown trout *Salmo trutta*. - J. Fish. Biol. 44: 973-981.
- Langhorne, P. & Simpson, T.H., 1981. Natural changes in serum cortisol in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during parr-smolt transformation. - S 349-350 i Pickering, A.D., red. Stress and Fish. Academic Press, London.
- McCormick, S.D. 1994. Ontogeny and evolution of salinity tolerance in anadromous salmonids: hormones and heterochrony. - Estuaries 17: 26-33.
- McCormick, S.D. & Saunders, R.L. 1987. Preparatory physiological adaptations for marine life of salmonids: osmoregulation, growth, and metabolism. - Am. Fish. Soc. Symp. 1: 211-229.
- Parry, G. 1958. Size and osmoregulation in salmonid fishes. - Nature (Lond.) 181: 1218-1219.
- Sigholt, T. & Finstad, B., 1990. Effect of low temperature on seawater tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - Aquaculture 84: 167-172.
- Soivio, A., Muona, M. & Virtanen, E. 1989. Smolting of two populations of *Salmo trutta*. Aquaculture 82: 147-153.
- Specker, J.L. 1982. Interrenal function and smoltification. - Aquaculture 28: 59-66.
- Staurnes, M. & Finstad, B. 1993. Saltanriket smoltfôr øker sjøvannstoleransen hos røyesmolt. - Akvanomen 1: 10-11.
- Strand, R. & Finstad, B. 1995. Smoltproduksjonsforsøk med laks. - NINA Oppdragsmelding 330: 1-16.
- Tanguy, J.M., Ombredane, D., Baglinière & Prunet, P. 1994. Aspects of parr-smolt transformation in anadromous and resident forms of brown trout (*Salmo trutta*) in comparison with Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Aquaculture 121: 51-63.
- Ugedal, O., Gausen, D. & Johnsen, B. 1986. Ernæring hos to-årig settefisk de første fire månedene etter utsetting i et vatn. - DN-Reguleringsundersøkelsene Rapport 13-1986.
- Ugedal, O., Damsgård, B. & Mortensen, A. 1996. "Vand-  
ringslyst" og smoltifisering hos sjørret. - Høgskolen i Finnmark, Rapport XX-1996.
- 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.
- Zaugg, W.S. & McLain, L.R. 1969. Inorganic salt effects on growth, salt water adaption, and gill ATPase of Pacific salmon. - S. 293-306 i Neuhaus, O.W. & Halver, J.E., red. Fish in Research. Academic Press; New York.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0752-4

448

**NINA  
OPPDRAGS-  
MELDING**

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

**NINA  
Norsk institutt  
for naturforskning**