

592

OPPDRAKSMELDING

Kompensasjonsutsettinger
av smolt i Eira
Effekt av stressreducerende tiltak
på vandringsatferd

Martin Iversen
Bengt Finstad
Roar Sandodden
Eldar Aasgard Bendiksen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Kompensasjonsutsettinger
av smolt i Eira
Effekt av stressreducerende tiltak
på vandringsatferd

Martin Iversen
Bengt Finstad
Roar Sandodden
Eldar Aasgard Bendiksen

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.

Iversen, M., Finstad, B., Sandodden & Bendiksen, E.Aa. 1999. Kompensasjonsutsettinger av smolt i Eira. Effekt av stressreducerende tiltak på vandringsatferd - 1997/98. - NINA Oppdragsmelding 592: 1-16.

Trondheim, mai 1999

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1029-0

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 Varvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

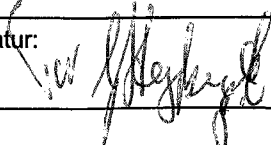
Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13307 Smolt-testinger

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Statkraft

Referat

Iversen, M., Finstad, B., Sandodden & Bendiksen, E.Aa. 1999. Kompensasjonsutsetninger av smolt i Eira. Effekt av stressreducerende tiltak på vandringsatferd - NINA Oppdragsmelding 592: 1-16.

Suboptimale produksjons- og transportrutiner ved de enkelte produksjonsanlegg kan virke forstyrrende på normal vandringsatferd hos utsatt smolt. Opplastingen av fisk synes å virke særlig stressende på laksefisk og det er vist at stressrelatert kortisolutskillelse kan forstyrre vandringsatferden.

En ønsket i denne undersøkelsen å se på effekten av stressreducerende tiltak på vandringsmotivasjonen til utsettingsklar smolt av laks og sjøørret. De stressreducerende tiltak som ble gitt omfattet kombinasjoner av bedøvelse, brakkvann og rekonvalesensperioder etter transport.

I 1997 ble det registrert 1032 nedvandrende fisk i fangstsystemet. Det ble det fanget 189 "villfisk". Av disse var 52 % laks (99 stk) og 48 % ørret (90 stk). Av fisk som var blitt påført ulike stressreducerende tiltak ble det registrert 215 (21 %). 78 % var laks (168 stk) og 22 % ørret (47 stk). I 1998 ble det registrert 1489 nedvandrende fisk i fangstsystemet. Det ble det fanget 664 "villfisk" (100 % ørret). Av fisk som var blitt påført ulike stressreducerende tiltak ble det registrert 370 (25 %). Av disse var 71 % ørret (264 stk) og 28 % laks (106 stk).

De høyeste gjenfangster ble funnet i gruppen transportert i 11 ppt med 1,0 mg/L metomidat med etterfølgende 2 dager rekonvalesens. Tidligere undersøkelser har vist at lakse-smolt transportert i 11 ppt med 1,0 mg/L metomidat med etterfølgende 2 dagers rekonvalesens reduserte stressbelastningen, og etter to dagers "hvile" var fisken fullstendig restituert. Dette kan tyde på at en får en mest mulig vandringsvillig lakse-smolt med størst mulighet for å overleve ved å redusere transportstresset med å bruke 1.0 mg/L metomidat i 11 ppt oksygenert vann, med etterfølgende 48 timers hvile i elva før frislipping av fisk.

Rusefangsten av villsmolt av laks har vært ubetydelig i de periodene rusa har stått i elva. Dette kan tyde på at hoveddelen av villsmolten av laks allerede har vandret ut i begynnelsen av april. Fisken satt ut i Eira har da etter all sannsynlighet vært satt ut for sent i forhold til villsmoltens utvandring. Dette ønsker en å ta konsekvensene av i 1999, og sette ut anleggssmolten fra begynnelsen av april og fram til månedsskiftet april/mai, i stedet for midten av mai som har vært praktisert tidligere.

Det må understrekes at disse resultatene er preliminnære og må videreføres. En klarte kun å holde rusa operativ i 7 og 14 dager i henholdsvis 1997 og 1998. En vil derfor gjennomføre tilsvarende forsøk våren 1999 i Talvik (Finmark), hvor det er installert en fangstfelle som gjør at en har

100 % kontroll på ned- og oppvandrende fisk uansett vannføring.

Emneord: Eira - smolt - transport - stress - utsetninger - vandringsatferd.

Martin Iversen, Fiskeridirektoratet Region Nordland, Postboks 323, 8001 Bodø.

Bengt Finstad, Roar Sandodden & Eldar Aasgard Bendiksen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Abstract

Iversen, M., Finstad, B., Sandodden & Bendiksen, E.Aa. 1999. Releases of smolts in the River Eira. The effects of reducing stress on the migratory ability in smolts. - NINA Oppdragsmelding 592: 1-16.

Suboptimal production and transport routines at hatcheries producing smolts can disturb the normal migratory in released fish. Hauling of fish seems especially to be stressful for salmonids and studies have shown that a stressrelated cortisol excretion can disturb the migratory ability.

In this investigation we wanted to study the effects of reducing stress on the migratory ability in smolts of Atlantic salmon and sea trout. Combinations of anaesthetics, brackish water and periods of convalescence after transport were used.

In 1997, 1032 descending fish were registered in the fish trap. 189 "wild smolts" was captured. Out of these, 52 % were salmon (99 fish) and 48 % were sea trout (90 fish). Out of the fish used in the experiment, 215 fish (21 %) were captured in the fish trap. 78% (168 fish) were salmon and 22 % (47 fish) were trout. In 1998, 1489 descending fish were registered in the fish trap. 664 "wild smolts" (100 % sea trout) were captured in the fish trap. Out of the fish used in the experiment with stressreduction, 370 fish (25 %) were registered.

Highest recaptures were found in the group transported in 11 ppt added 1.0 mg/L metomidate with 2 days in convalescence. Earlier investigations have shown that this treatment has given the fish full recover and may be a solution for transport and releases of fish.

Recaptures of wild smolts in the fish trap were low. It may be that the main part of the fish already had descended the river and therefore that the releases of hatchery reared smolts in the River Eira has been to late compared to the migratory behaviour of the wild smolts. We will therefore release the hatchery reared smolts earlier (from April and onwards) than practised before (mid May).

The results given in this report are preliminary and further investigations are necessary. The fish trap was operative for 7 and 14 days in 1997 and 1998, respectively. We therefore want to perform similar experiments in Talvik (Finnmark) where a permanent fish trap is installed and where we have 100 % control on descending and ascending fish at any waterflow.

Key words: Eira - smolts - transport - stress - releases - migratory behavior.

Martin Iversen, Directorate of Fisheries, Fisheries Advisory Service, Nordland, PB 323, N-8001 Bodø, Norway.
Bengt Finstad, Roar Sandodden & Eldar Aasgard Bendiksen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway.

Forord

Statkraft startet et FOU-prosjekt om bedring av smoltkvaliteten på produksjonsanleggene. NINA og EnFO ble i denne sammenhengen kontaktet med tanke på å få samordnet de undersøkelsene som allerede utføres, foruten å kunne organisere et større prosjekt hvor alle større smoltanlegg kunne være med.

Prosjektets hovedmål var å teste smoltkvaliteten ved disse anleggene. Målsetningen var å produsere en ørret- og laksesmolt med morfologiske, fysiologiske og økologiske kvaliteter mest mulig lik villsmolt, samt lære opp ansatte ved disse smoltanleggene til å gjennomføre prøvetakingsprosedyrerne slik at man i nær framtid selv kunne følge utviklingen av smoltifiseringsprosessen, og dermed kontrollere kvaliteten av den produserte smolten, og bestemme rett tidspunkt for utsett. Disse målsetningene ansees som nådd, og er blitt presentert i tidligere rapporter (Finstad & Iversen 1995; 1996; Iversen et al. 1997; Finstad & Iversen 1998).

En ønsket å arbeide videre med selve transport- og utsettingssrutinene ved Statkrafts smoltanlegg i Eidfjord, Eikesdalen og Lundamo (Finstad & Iversen 1996; Iversen et al. 1997). Målsetningen var å finne fram til transport- og utsettingsmetoder som minimaliserte transportstresset, og dermed øke den utsatte smolten sin evne og sjanse til å overleve i naturen. I 1997 ble det gjennomført en undersøkelse som skulle gi en foreløpig dokumentasjon på vandringsadferden til lakse- og ørretsmolten etter stressreducerende tiltak (Iversen et al. 1998a). Dette arbeidet ble videreført i 1998. For å forenkle løsningen av rapporten har en delt resultat/diskusjons kapittelet opp del I: Smoltifisering, sjøvannstester og del II: Effekten av stressreducerende tiltak på smoltvandringen.

De ansatte på de aktuelle anleggene takkes for et godt samarbeid. Vi vil takke Eira Elveeigarlag for godt samarbeid under dette prosjektet. Dette prosjektet er finansiert av Statkraft, samt at resultater fra andre relevante prosjekt har vært benyttet for å utfylle prosjektet.

Trondheim, mai 1999.

Bengt Finstad
prosjektleder.

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	4
Forord.....	5
1 Innledning.....	6
1.1 Smoltifisering.....	6
1.2 Stressreducerende tiltak og vandring.....	6
2 Materiale og metoder.....	7
2.1 Del 1: Smoltifisering, forsøksfisk.....	7
2.1.1 Eikesdal.....	7
2.1.2 Eidfjord.....	7
2.1.3 Lundamo.....	7
2.2 Vannkvalitet.....	7
2.2.1 Eikesdal.....	7
2.2.2 Eidfjord.....	7
2.2.3 Lundamo.....	7
2.3 Fôring.....	7
2.3.1 Eikesdal.....	7
2.3.2 Eidfjord.....	7
2.3.3 Lundamo.....	8
2.4 Lyssetting og lysregime.....	8
2.4.1 Eikesdal.....	8
2.4.2 Eidfjord.....	8
2.4.3 Lundamo.....	8
2.5 Sjøvannstoleransetester metodikk.....	8
2.5.1 Sjøvannstesting av smolt.....	8
2.5.2 Testmiljø.....	8
2.5.3 Behandling av fisk.....	8
2.5.4 Blodprøvetakning.....	8
2.5.5 Plasmaklorid.....	8
2.6 Del 2: Effekten av stressreducerende tiltak på smoltvandringen.....	8
2.6.1 Forsøksfisk 1997 og 1998.....	8
2.7 Forsøksoppsett.....	9
2.8 Gjenfangst og registreringer.....	9
2.9 Statistisk behandling.....	9
3 Resultater.....	10
3.1 Del I: Smoltifisering, sjøvannstester.....	10
3.1.1 Eikesdal.....	10
3.1.2 Eidfjord.....	10
3.1.3 Lundamo.....	10
3.2 Del 2: Effekten av stressreducerende tiltak på smoltvandringen.....	12
3.2.1 Registreringer i fangstsystemet 1997 og 1998.....	12
3.2.2 Nedvandrende "vill" fisk i perioden 1997 og 1998.....	12
4 Diskusjon.....	14
4.1 Del I: Smoltifisering, sjøvannstester.....	14
4.2 Del 2: Effekten av stressreducerende tiltak på smoltvandringen.....	14
5 Litteratur.....	15

1 Innledning

1.1 Smoltifisering

Smoltifisering hos laksefisk er en komplisert prosess og omfatter store endringer i atferd, morfologi og fysiologi (Wedemeyer et al. 1980; Langdon 1985; Hoar 1988; Boeuf 1993). 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 & Henderson 1970; Wagner 1974; Clarke et al. 1978; Clarke 1989). Vanntemperaturen er først og fremst en hastighetskontrollerende faktor i smoltifiseringen, og samvirker med fotoperiode (Wedemeyer et al. 1980; Hoar 1988; Boeuf 1993). En økning i temperatur akselererer 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 er forsøkt for å bedre smoltifiseringen hos laksefisk i anlegg. I tillegg har saltfóring (Wedemeyer 1972; Wedemeyer & Wood 1974) og saltvannsakklimering (5-15 ‰) vist seg å være gunstig for å produsere en optimal smolt (Long et al. 1977) ved utsettinger i sjø.

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 (Finstad & Nilsen 1998). Fisken i nord må gå lenger på kunstig temperatur og lys for å oppnå utsetningsstørrelse. 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 del I av undersøkelsen har vært å produsere en sjøvannstolerant lakse- og ørretsmolt og å utvikle utsettingsmetoder/merkemetoder for å øke overlevelse og gjenfangst hos utsatt smolt.

1.2 Stressreducerende tiltak og vandring

De siste 10 årene har det vært en økende interesse for effekten av stress på fisk innenfor akvakultur. Det er nå generelt akseptert at det er en tydelig sammenheng mellom store forandringer i omgivelsene til fisken og forstyrrelser i fiskens fysiologi inkludert osmoregulering, metabolisme, respirasjon og sykdomsmotstand (Barton & Iwama 1991; Iwama et al. 1997). Skadelige forandringer i omgivelsene (stressorer) inkluderer dårlig vannkvalitet, raske temperaturforandringer, forstyrrelser som fysisk håndtering, transport og sammentrenging av fisk.

En organismes stressrespons er en integrert respons som omfatter alle nivåer (Pickering 1981). Mange primære og sekundære responser til stress er adaptive fysiologiske responser som opprettholder den indre fysiologiske/biokjemiske likevekten og som øker individets overlevelsessevne. For en frittlevende fisk er det mulig å svømme bort fra en eventuell stressor, mens i intensivt oppdrett må fisken leve under konstant kronisk stress. Langvarig kronisk stress kan være maladaptivt og redusere fiskens evne til vekst, reproduksjon og overlevelse (Barton & Iwama 1991; Iwama et al. 1997).

Som en kompensasjon for vassdragsutbygginger, og tap i den naturlige rekrutteringen i de berørte vassdrag er det gitt pålegg for utsettinger av omlag 400 000 smoltenheter i de berørte vassdragene (NOU 1999:9). Denne strategien innebærer kunstig oppdrett av smolt av stedegne stammer i settefiskanlegg rundt om i landet. Hvorvidt fisk oppdrettet under kunstige betingelser innehar den samme vandringsmotivasjonen som villfisk er et åpent spørsmål. Suboptimale produksjons- og transportrutiner ved de enkelte produksjonsanlegg kan virke forstyrrende på normal vandringsatferd. Opplastingen av fisk synes å virke særlig stressende på laksefisk (Barton et al. 1980; Schreck, 1982; Maule et al. 1988, Finstad & Iversen 1996; Iversen et al. 1998). Det er vist at en stressrelatert kortisolutskillelse kan forstyrre vandringsadferden (Schreck 1982). For en nærmere beskrivelse av stress se Iversen et al. (1997).

En ønsket i del II av denne undersøkelsen å se på effekten av stressreducerende tiltak på vandringsmotivasjonen til utvandringssynsklar smolt av laks og sjørøtt. De stressreducerende tiltak som ble gitt omfattet kombinasjoner av bedøvelse, brakkvann og rekonvalesensperioder etter transport.

2 Materiale og metoder

2.1 Del 1: Smoltifisering, forsøksfisk

2.1.1 Eikesdal

En sjørretstamme fra Eikesdal ble undersøkt. Fisken var av 1996 årgang, og avkom av vill sjørret.

En årgang av laks fra Eikesdal ble undersøkt. Laksesmoltene var avkom av villaks strøket i slutten av 1995 (1996 årgang).

Rogn fra laks og sjørret ble inkubert ved 4.5-6.0 °C i tidsrommet fra 15.10-01.12.1995. Klekking skjedde fra primo januar til ultimo februar 1996. Startfôring begynte den 15.03.96 og foregikk ved 8 °C.

Fisken ble etter startfôring overført til produksjonshallen. Fisken ble sortert i oktober, mars/april og juni. Laks og ørret ble den 22.10.96 overført fra Eresfjord til Eikesdal. I perioden fra 06.-12.06.97 ble fisken transportert til Eresfjord for så igjen å bli transportert til Eikesdal fra 06.-15.10.97. Fisken ble utsatt i mai det påfølgende år.

2.1.2 Eidfjord.

To sjørretstammer fra henholdsvis Sima og Dalselva ble undersøkt. Fisken var av 1996 årgang (strøket høsten 1995) og avkom av vill sjørret. Rogn fra ørret ble inkubert ved 6 °C i tidsrommet fra den 15.10.-01.12.95. Klekking skjedde fra 01.01.96 til ultimo januar 1996. Startfôring begynte den 01.02.96, og foregikk ved 10 °C.

To laksestammer fra henholdsvis Bjoreio og Vik (1997 årgang) ble undersøkt. Fisken var avkom av villaks.

Rogn fra de ulike stammene ble inkubert ved 6 °C i tidsrommet fra 15.10.-01.12.96. Klekking skjedde fra 01.01.97 til ultimo januar 1997. Startfôring begynte den 01.02.97, og foregikk ved 10 °C.

Fisken ble etter startfôring overført til produksjonshallen med en tetthet på ca 1000-1500 fisk pr. m². Fisken ble sortert i september/oktober, desember og februar. Fisk med en størrelse på 10-12 gram ble isolert, og deretter ikke sortert mer før utsetting. Ingen av ørret- og laksestammene gjennomgikk noen form for medisinsk behandling.

2.1.3 Lundamo

En laksestamme fra Orkla ble undersøkt. Fisken var av 1996 årgang, og avkom av villaks.

Rogn fra laks ble inkubert ved 4.5 °C i tidsrommet fra 15.10.95-28.02.96. Klekkingen foregikk fra medio februar 1996. Startfôring begynte ultimo april 1996, og foregikk ved 10 °C. Dette foregikk på andelsanlegget på Ler. Fisken ble overført fra startfôring (Ler-Kallvella) til sommeranlegget på Lundamo. Fisken ble deretter overført til vinteranlegget på Ler hvor den oppholdt seg fra 01.10.96-20.05.97 for deretter igjen bli ført tilbake til Lundamo. På høsten ble den igjen ført til vinteranlegget på Ler og utsatt i mai det påfølgende år.

Fisken ble sortert på våren og på høsten.

2.2 Vannkvalitet

2.2.1 Eikesdal

Ved Eikesdal gikk fisken på grunnvann med en temperatur på 5.9 °C.

2.2.2 Eidfjord

Råvannet i anlegget har en ledningsevne på 30-35 mS/cm og en pH på 6.4. Vannet holder en temperatur på 5,5 til 6,8 °C gjennom året. Råvannet blir blandet med sjøvann hentet fra 25 meter dybde i Eidfjorden, slik at gjennomstrømningskarene har en saltholdighet på 1-3 ppt. (Rolf Jenssen, pers.medd.).

Temperaturen i de store gjennomstrømnings-karene (6,0 m³) varierte fra 7,5 °C (mai-september) til 5,5 °C (februar) med en middeltemperatur på 6,8 ± 0,82 °C (Rolf Jenssen, pers.medd.).

2.2.3 Lundamo

Laks gikk på grunnvann med en stabil temperatur på 6 °C ved Ler. Etter overføring tilbake til Lundamo gikk fisken på naturlig elvetemperatur (12-20 °C).

2.3 Fôring

2.3.1 Eikesdal

Lakse- og ørretstammene ble føret etter appetitt med Felleskjøpets fôr. Utfôringen skjedde med skiveautomater (Akvaprodukter). Skiveautomatene gjorde en omdreining i døgnet.

2.3.2 Eidfjord

Lakse- og ørretstammene ble føret etter tabell (fôrfaktor 1) med Skretting fôr. Utfôringen skjedde med skive- (Akvapro-

dukter) og skrueautomater (Stern Fish Tech AS). Skiv-automatene gjorde en omdreining hvert 3. døgn.

2.3.3 Lundamo

Laksestammen ble føret etter appetitt med Felleskjøpets før. Utføringen skjedde med skruautomater (Stern Fish Tech AS).

2.4 Lyssetting og lysregime

2.4.1 Eikesdal

Vanlig lysrørmatur (58 W) var plassert 2,4 m over vannoverflaten. Lysreguleringen skjedde ved hjelp av en automatisk regulator. Fra og med den 01.12.97 ble lyset redusert til 16M:8L, og ble deretter gradvis økt (1 time pr. dag) fra den 01.03.98 til lyset nådde 4M:20L den 15.03.98 og fram til utsetting.

2.4.2 Eidfjord

Vanlig lysrørmatur (36 45 W) var plassert 4 til 4,5 m over vannflaten. Lysreguleringen skjedde ved hjelp av en 8 kanalers SRS 3001 (Solberg Andersen A/S) lysreguleringsenhet. Fra og med den 01.12.97 ble lyset redusert til 16M:8L, og ble deretter gradvis økt (1 time pr. dag) fra den 01.03.98 til lyset nådde 0M:24L den 21.03.98 og fram til utsetting.

2.4.3 Lundamo

På Ler benyttet man vanlig lysrørmatur (40 W) plassert ca 1,0 m over vannoverflaten. Lysreguleringen skjedde ved hjelp av manuell styring og lysplater i taket.

Ved vinteranlegget på Ler gikk fisken ved simulert naturlig døgnperiode fra den 01.10.97 til utsetting medio mai 1998.

2.5 Sjøvannstoleransetester - metodikk

2.5.1 Sjøvannstesting av smolt

En sjøvannstest av smolt er basert på at fisk blir overført fra ferskvann til sjøvann, og etter 24 timer i sjøvann gjennomføres blodprøvetakning av denne fisken (Blackburn & Clarke 1987). Denne metoden er innarbeidet i de fleste fysiologiske laboratorier som arbeider med fiskefysiologiske problemstillinger og er internasjonalt akseptert. Vi benyttet derfor denne metodikken i våre undersøkelser for en generell og uspesifikk kvalitetsvurdering av smolt. Metoden sier ingenting om skadeårsak, men kan uttrykke skadeomfang.

Analyser av natrium eller klorid i blodplasmaet ble deretter foretatt. Er natriumverdien under 170 mM og kloridnivået under 160 mM er dette en fullverdig smolt.

2.5.2 Testmiljø

Det ble benyttet enten 34 promille sjøvann eller sjøsalt (Instant Ocean). En blandet 3,5 kg med 100 liter ferskvann. Ved utblanding av sjøsaltet med ferskvann oppnås en salinitet på mellom 29 til 35 promille. Denne ble så justert til 34 promille. Temperaturen i forsøkskaret ble holdt tilnærmet lik den i ferskvannet, og karet ble luftet ved hjelp av akvariepumper (RENA 301). Fisketettheten oversteg ikke 2 kg/m³. Temperaturen på eksponeringsvannet varierte mellom 6 og 8 °C.

2.5.3 Behandling av fisk

Fisken ble sultet 48 timer før overføring til sjøvann. Det ble tatt blodprøver av 10 tilfeldig valgte individer (kontrollgruppe) i ferskvann før overføring til sjøvann. Deretter ble det overført 40 fisk for sjøvannstest.

2.5.4 Blodprøvetakning

Det ble tatt blodprøver fra de ulike lakse- og ørretstammene i ferskvann for måling av plasmaklorid.

For saltvannstestene ble 10-15 fisk pr. stamme tatt ut i ett håvtrekk, og overført i en 10 liters bøtte med metomidatløsning (5 mg metomidat pr. L vann). Blodprøver ble tatt fra kaudalårerekomplekset ved hjelp av 1 mL hepariniserte sprøyter. Blodet ble overført til et 2 mL eppendorf-rør, og sentrifugert i fem minutter ved 5 000 omdr./minutt i en Hettich EBA III, type 2 030 (radius 25 mm). Plasma ble deretter overført til et nytt 2 mL eppendorfrør, og umiddelbart frosset til -20 °C.

2.5.5 Plasmaklorid

Konsentrasjonen av plasmaklorid ble målt ved hjelp av en klorid-titrator (Radiometer CMT 10) med to paralleller fra hver prøve og konsentrasjonen bestemt til nærmeste hele millimol pr. liter (mM).

2.6 Del 2: Effekten av stress-reducerende tiltak på smoltvandringen

2.6.1 Forsøksfisk 1997 og 1998

Undersøkelsen ble gjennomført i Eira i Møre og Romsdal. Det ble brukt 2-årig avkom av vill laks og sjørret fra

Auravassdraget i forsøkene. Fisken var av 1995- og 1996-årgang, og oppdrettet i utsettingsøyemed ved Statskraft's settefiskanlegg i Eikesdalen.

Den benyttede fisken ble testet for smoltstatus ved anlegget før utsetting våren 1997 og 1998. 8 grupper à 500 laks (1997: $109,3 \pm 59,9$ g og 1998: $113,0 \pm 59,5$ g) og 8 grupper à 500 sjørørret (1997: $96,4 \pm 41,1$ g og 1998: $78,7 \pm 19,2$ g) ble merket innbyrdes forskjellig ved at et blått fargestoff (Alcian blue, blandet ut i destillert vann (10g/4dl)) ble skutt inn i bryst-, buk- eller gattfinne på fisken vha. en Pan-Jet inoculator (Hart et al. 1969).

2.7 Forsøksoppsett

Gruppene gjennomgikk i perioden fra den 23.-30.05.1997 og fra den 25.-31.05.1998 simulerte fisketransporter (transporttid 2 timer) i to glassfibertanker fastmontert på lastebil. Tettheten i transporttankene var ca 10 kg/m^3 . De stressreducerende tiltak gitt de ulike gruppene under og etter transport omfattet: bruk av bedøvelse (metomidat, 1 mg/L) i transporttankene (ferskvann eller brakkvann (Instant Ocean, 11 ppt)), med eller uten hvileperioder før utsetting (tabell 1). Under hvileperioder (rekonvalesens) ble fisken holdt i en betongdam (ca 12 m^3) i Ugla, en sideelv til Eira, i 2 dager før slipp. Grupper uten en rekonvalesensperiode etter transport ble satt direkte ut i elva. Parallelt med transporten av de behandlede gruppene ble det transportert en kontrollgruppe. Denne gruppen ble transportert i ferskvann, men ellers behandlet identisk med de eksponerte gruppene. Det ble foretatt registreringer av både vill og utsatt fisk.

2.8 Gjenfangst og registreringer

For å kontrollere vandringsen av fisk i Eira i 1997 ble elva stengt ved hjelp av et fangstsystem av ledegarn og ruser. Systemet ble lokalisert ovenfor Nyhølen, ca 1 km fra utløpet til Eresfjorden. Et ledegarn (1,80 x 40 m, maskevidde 10 mm) med blytelne ble strukket tvers over elva. Ledegarnet ble festet til armeringsjern (16 mm, 2 meters lengder) slått ned i elvegrunnen. To fangstkamre (ruser) utgjorde den eneste passeringsmulighet for henholdsvis ned- og oppvandrende fisk. Systemet var operativt i perioden fra 26.-30.05.97.

I 1998 ble fangstsystemet av ledegarn og ruser flyttet ca 25 meter nedenfor Nyhøla. Systemet var operativt i perioden fra 26.05 -09.06.98

Fangstsystemet fikk daglig tilsyn i forsøksperioden. Fisken ble håvet fra fangstkamrene over i metomidatløsning (5 mg/L). Etter 2-3 min. i bedøvelse ble fisken målt og veid, og eventuelle merkekoder registrert. Deretter ble fisken satt i en beholder med friskt vann i et døgn før de ble satt tilbake i elva. Temperatur og relativ vannstand ble registrert daglig i prosjektperiodene (figur 1, 2, 3 og 4).

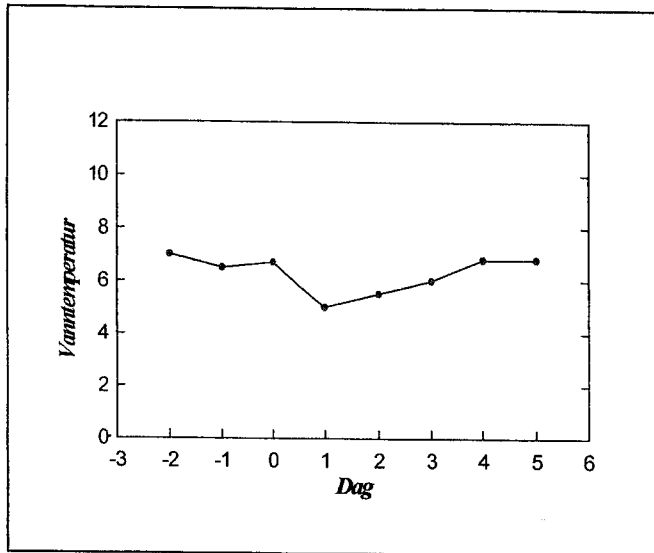
2.9 Statistisk behandling

Programmet SPSS statistical program, (Ver. 6.0.1 software for Windows, IBM-PC) ble brukt for statistiske analyser av dataene. Mann-Whitney U-test for ikke parametriske data ble benyttet for å finne forskjeller mellom gruppene. Datagruppene med $p < 0,05$ ble betraktet som signifikante.

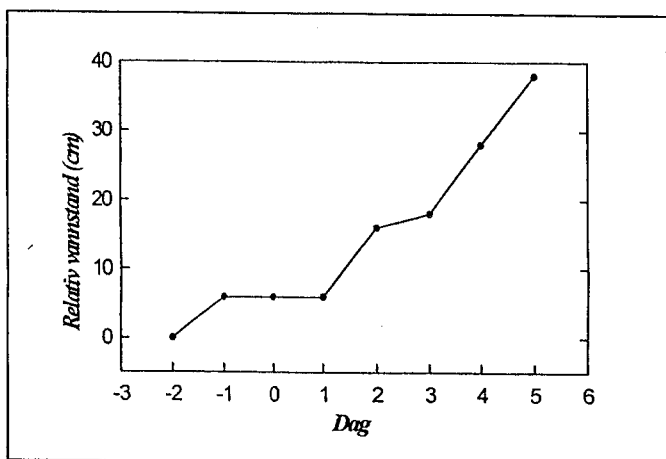
Tabell 1. Forsøksoppsett med ulike kombinasjoner av stressreducerende tiltak gitt under og etter transportene i 1997 og 1998.

Gruppe	Art	Metomidat (1 mg/L)	Brakkvann (11 ppt)	Rekonvalesens	n
1	L/SØ	Kontroll	Kontroll	Kontroll	1000
2	L/SØ	x	x	x	500
3	L/SØ	x	x		500
4	L/SØ	x		x	500
5	L/SØ	x			500
6	L/SØ			x	1000

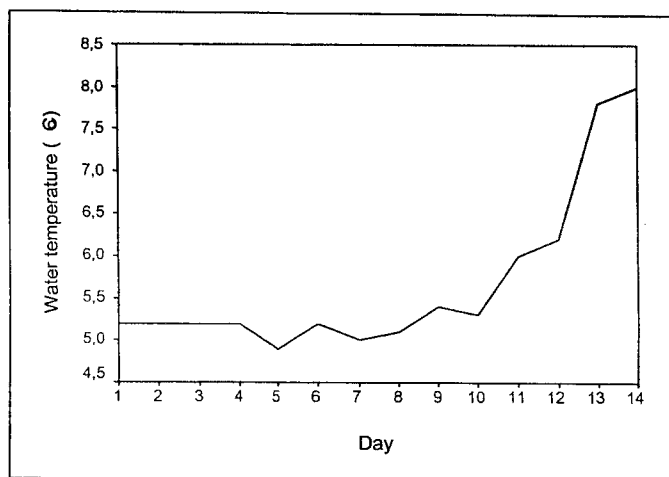
Kommentar: L = laksesmolt og SØ = Sjørørret



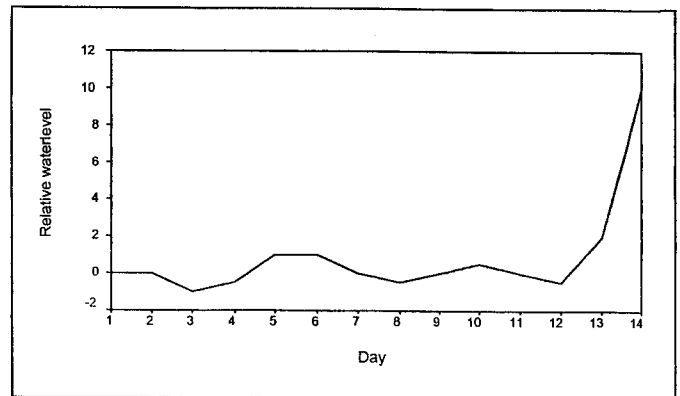
Figur 1. Vanntemperatur i Eira (°C) i perioden 26.05.-30.05.97.



Figur 2. Relativ vannstand (cm) ved rusa i Eira i perioden 26.05.-30.05.97.



Figur 3. Vanntemperatur i Eira (°C) i perioden 26.05.-09.06.98



Figur 4. Relativ vannstand (cm) ved rusa i Eira i perioden 26.05.-09.06.98.

3 Resultater

3.1 Del I: Smoltifisering, sjøvannstester

3.1.1 Eikesdal

Resultatene fra sjøvannstoleransetestene er gitt i tabell 2. Ut fra tabellen ser en at laksen raskt etablerte en sjøvannstoleranse, og var den 30.04.98 nede på verdier rundt 145 mM. Ørreten lå på 167 mM ved samme tidspunktet. Laksen opprettholdt sjøvannstoleransen mens ørretens sjøvannstoleranse gradvis ble forverret fram mot utsett. Det var signifikante forskjeller ($P < 0,05$, Mann-Whitney U-test) mellom laks og ørret mhp. plasmakloridverdier i sjøvann ved alle prøvetakingstidspunkt.

3.1.2 Eidfjord.

Resultatene fra sjøvannstoleransetestene er gitt i figur 5. Ut fra figuren ser vi at laksen og ørreten etablerte en sjøvannstoleranse den 12.05.98, og var nede på verdier rundt 150 mM. Laks- og ørretsmolten opprettholdt sjøvannstoleransen fram mot utsetting. Det var ingen signifikante forskjeller ($P < 0,05$, Mann-Whitney U-test) mellom laks og ørret mhp. plasmakloridverdier i sjøvann ved noen av prøvetakingstidspunktene.

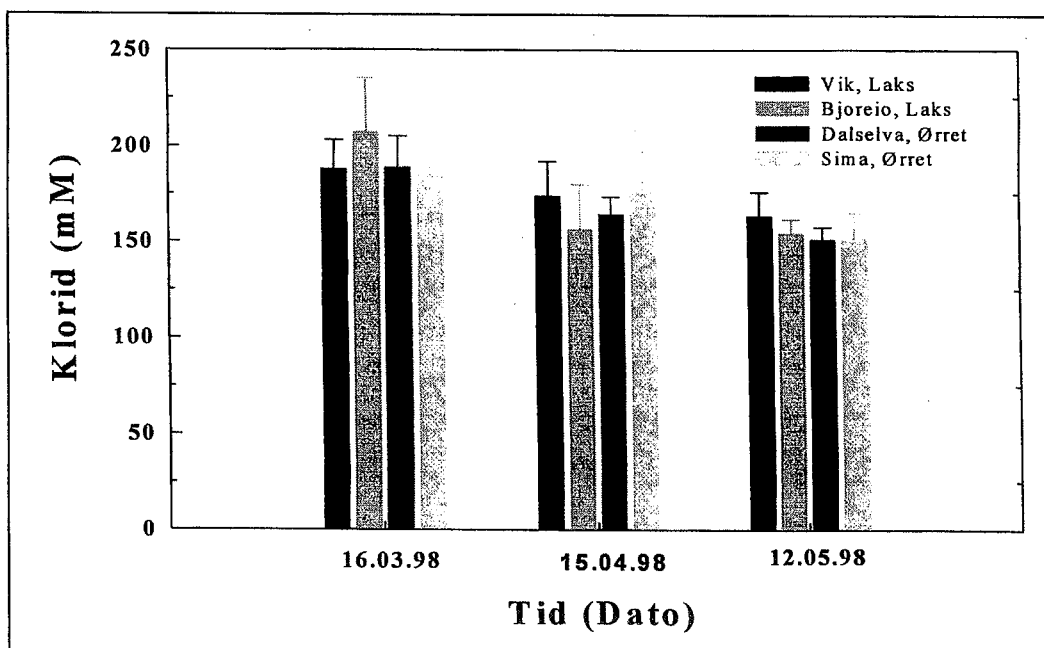
3.1.3 Lundamo

Resultatene fra sjøvannstoleransetestene er gitt i tabell 3. For fisk både i ferskvann og sjøvann var plasmakloridverdiene innenfor normalområdet, og en konstaterte at fisken var fullt ut smoltifisert ved utsettingstidspunktet.

Tabell 2. Sjøvannstoleranse hos toårig laks og sjørret i Eikesdalen i 1998. Verdiene er gitt som gjennomsnitt \pm standardavvik (SD). Antallet fisk ved hver testing er 10. FV = ferskvann; SV = sjøvann.

Art	Dato	Miljø	Lengde (cm)	Vekt (gram)	Kondisjonsfaktor	Plasmaklorid (mM)
Laks	12.03.98	FV	18,7 \pm 2,9	71,13 \pm 5,1	1,04 \pm 0,07	134,3 \pm 6,0
Laks	12.03.98	SV	19,5 \pm 3,6	74,04 \pm 4,1	0,92 \pm 0,06	156,4 \pm 8,7
Laks	04.04.98	FV	22,2 \pm 3,0	109,1 \pm 37,6	0,97 \pm 0,12	133,4 \pm 3,3
Laks	04.04.98	SV	17,6 \pm 0,8	47,4 \pm 7,5	0,87 \pm 0,07	154,4 \pm 20,5
Laks	30.04.98	FV	16,7 \pm 1,2	47,5 \pm 10,8	0,99 \pm 0,04	127,9 \pm 4,7
Laks	30.04.98	SV	16,7 \pm 0,9	44,3 \pm 10,3	0,95 \pm 0,07	145,3 \pm 10,7
Laks	15.05.98	FV	22,8 \pm 4,1	113,0 \pm 59,5	0,90 \pm 0,09	138,8 \pm 14,8
Laks	15.05.98	SV	22,9 \pm 5,7	122,3 \pm 100,0	0,95 \pm 0,04	139,3 \pm 6,4
Art	Dato	Miljø	Lengde (cm)	Vekt (gram)	Kondisjonsfaktor	Plasmaklorid (mM)
Ørret	12.03.98	FV	19,9 \pm 1,5	96,6 \pm 22,7	1,23 \pm 0,26	134,3 \pm 4,1
Ørret	12.03.98	SV	19,9 \pm 1,6	82,4 \pm 26,4	1,02 \pm 0,07	204,4 \pm 23,1
Ørret	04.04.98	FV	19,1 \pm 1,8	75,1 \pm 25,1	1,05 \pm 0,09	136,9 \pm 5,7
Ørret	04.04.98	SV	19,2 \pm 1,3	68,9 \pm 15,5	0,96 \pm 0,09	187,9 \pm 26,3
Ørret	30.04.98	FV	20,0 \pm 2,0	85,5 \pm 26,7	1,05 \pm 0,06	139,7 \pm 4,45
Ørret	30.04.98	SV	19,2 \pm 1,8	69,8 \pm 18,3	0,98 \pm 0,08	167,3 \pm 16,6
Ørret	15.05.98	FV	19,1 \pm 1,8	78,7 \pm 19,2	1,11 \pm 0,09	139,0 \pm 4,2
Ørret	15.05.98	SV	19,8 \pm 1,9	77,5 \pm 22,1	0,98 \pm 0,06	190,6 \pm 13,6

Figur 5. Sjøvannstoleranse hos to laksestammer fra henholdsvis Vik og Bjoreio (1997-årgang) og ørret fra Dalselva og Sima (1996-årgang) ved Statkraft, Eidfjord. Verdiene er gitt som gjennomsnitt \pm standardavvik (SD) ($n = 10$).



Tabell 3. Sjøvannstoleranse hos toårig laks ved vinteranlegget på Ler i 1998. Verdiene er gitt som gjennomsnitt \pm standardavvik (SD). Antallet fisk ved hver testing er 10, FV = ferskvann; SV = sjøvann.

Art	Dato	Miljø	Lengde (cm)	Vekt (gram)	Plasmaklorid (mM)
Laks	20.05.98	FV	19,2 \pm 1,0	57,8 \pm 10,3	140,2 \pm 1,2
Laks	20.05.98	SV	18,1 \pm 0,9	53,1 \pm 9,6	148,9 \pm 9,2

3.2 Del 2: Effekten av stress-reducerende tiltak på smoltvandringen

I forsøksperioden ble det i 1997 registrert 1 032 nedvandrende fisk i fangstsystemet. Kun en fisk ble registrert opp (sjørret 6 kg).

3.2.1 Registreringer i fangstsystemet 1997 og 1998

I forsøksperioden fra 26.05.-09.06.98 ble det registrert 1 489 nedvandrende fisk i fangstsystemet.

3.2.2. Nedvandrende "vill" fisk i perioden 1997 og 1998

Som **tabell 4** og **figur 6** viser ble det fanget 189 "vill" fisk i 1997. Av disse var 52 % laks (99 stk) og 48 % ørret (90 stk). I 1998 ble det fanget 664 "vill" fisk. Alle var ørret (**Tabell 5** og **figur 6**).

Den nedvandrende laksen hadde i 1997 en gjennomsnittlig vekt og lengde på henholdsvis 243,1 g ($\pm 154,1$ g) og 30,5 cm ($\pm 7,2$ cm). Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor var 0,75 ($\pm 0,12$). Minste og største registrerte vekt var 22 g og 710 g med en lengde på henholdsvis 14,0 og 44,0 cm. Ingen tilsvarende observasjoner "vill" laks ble gjort i 1998.

I 1997 hadde den nedvandrende ørreten en gjennomsnittlig vekt og lengde på henholdsvis 66,3 g ($\pm 198,9$ g) og 16,2 cm ($\pm 7,9$ cm). Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor var 0,79 ($\pm 0,09$). Minste og største registrerte vekt var 10 g og 1 680 g med en lengde på henholdsvis 10,6 og 63,0 cm. Den gjennomsnittlige vekt og lengde var i 1998 på henholdsvis 95,5 g ($\pm 62,6$ g) og 23,4 ($\pm 48,9$ cm). Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor var 0,66 ($\pm 0,15$). Minste og største registrerte vekt var 8 g og 613 g med en lengde på henholdsvis 11,7 og 45,0 cm.

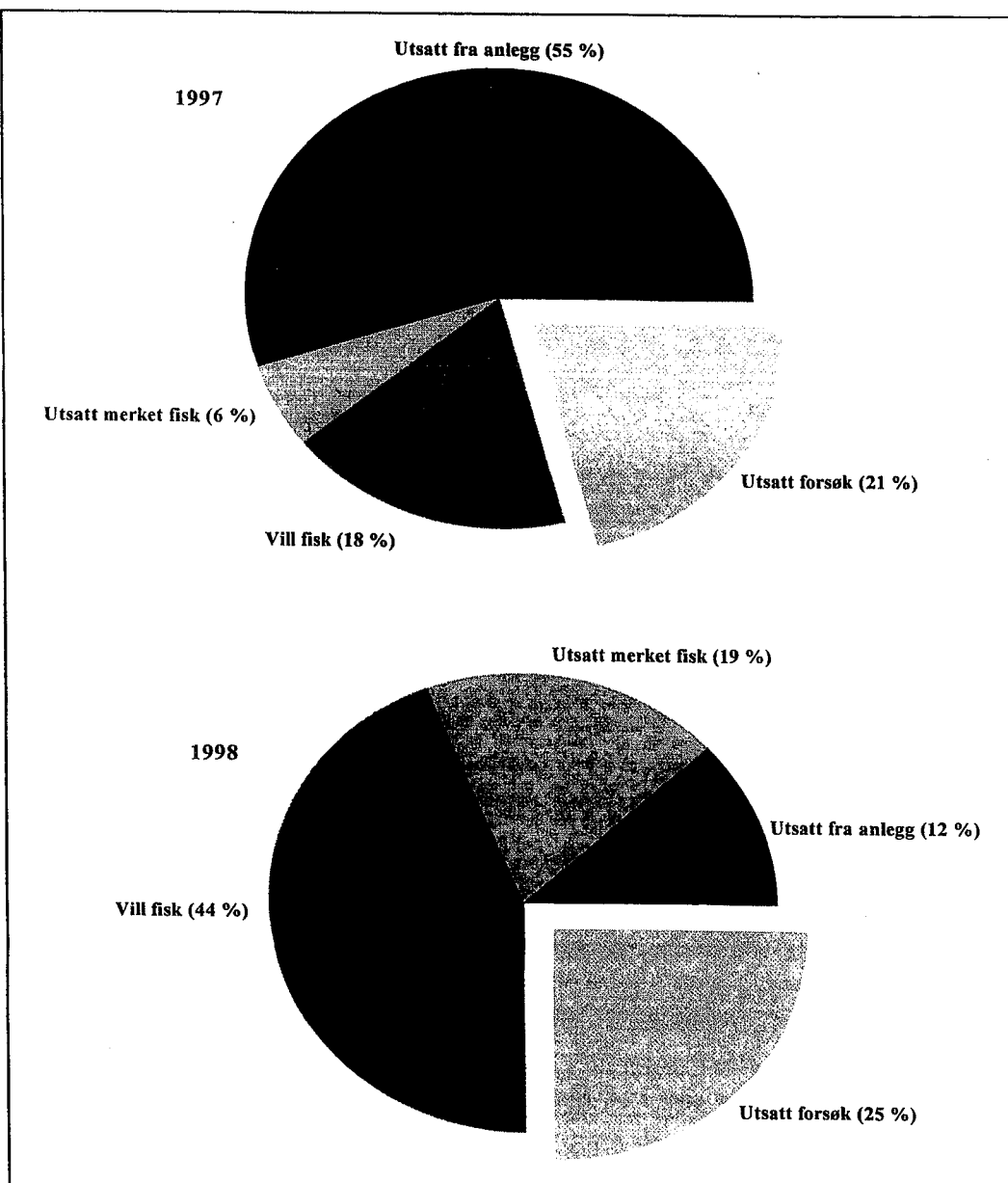
Tabell 4. Fangst av nedvandrende fisk i perioden fra den 26.05 til den 30.05.97.

Opprinnelse	Antall (n)	%	Laks (%)	Ørret (%)
Villfisk	189	18,3	52,4	47,6
Utsatt, merket - Carlin	57	5,5	100	0
Utsatt - ordinær utsett	572	55,4	100	0
Utsatt - forsøk	215	20,8	78,1	21,9
Sum	1032	100,0		

Tabell 5. Fangst av nedvandrende fisk i perioden fra den 26.05 til den 09.06.98.

Opprinnelse	Antall (n)	%	Laks (%)	Ørret (%)
Villfisk	664	44,6	0	100
Utsatt, merket - Carlin	278	18,7	72,7	27,3
Utsatt - ordinær utsett	177	11,9	93,8	6,2
Utsatt - forsøk	370	24,8	28,6	71,4
Sum	1489	100,0		

Figur 6. Fordelingen (%) av nedvandrende laks og ørret i Eira i 1997 og 1998.



4 Diskusjon

4.1 Del I: Smoltifisering, sjøvannstester

En ønsket med dette prosjektet å undersøke kvaliteten på ørret- og laksesmolt som ble produsert på Statkrafts anlegg i Eidfjord, Eikesdal Lundamo og eventuelt komme med forslag til forbedringer i produksjonen.

Resultatene fra smoltanlegget i Eikesdalen i 1994 viste at ørret- og laksesmolten ikke ved noen av prøvetidspunktene osmoregulerte tilfredsstillende etter sjøvannstesting (Saksgård et al. 1996, Finstad & Iversen 1995). Det er kjent at smoltens størrelse har betydning for evne til sjøvannstoleranse (Parry 1958, Hoar 1988). Både laksen og ørreten var over denne minstestørrelsen (12-13 cm) slik at dette ikke skulle være den begrensende faktoren. Fisken hadde delvis utviklet smolt-drakt, men viste ikke noen grad av sjøvannstoleranse. Visuelt smoltkarakter (f.eks. sølvfarging) er ikke tilfredsstillende kriterier for dokumentasjon av smoltifisering. Visuelt smolt er ikke nødvendigvis en fysiologisk funksjonell smolt. Mange forandringer av visuelt karakter kan forklares som variasjoner av fiskens vekstmønster. En slik størrelsesrelatert sølvfarging er blitt rapportert hos Atlantisk laks og sølvlaks (*Oncorhynchus kisutch*) (Johnston & Eales 1970, McMahon & Hartman 1988).

Lysstyringen ved Eikesdalsanlegget var lite tilfredsstillende for perioden 1993/94 slik at resultatene vi fikk i denne undersøkelsen kan tilskrives dette. Det er foretatt merkeforsøk på fisk fra anlegget i Eikesdalen tidligere og gjenfangstdataene derfra har vært lave (Jakobsen et al. 1992). Dette kan muligens settes i sammenheng med at den utsatte fisken fra dette anlegget ikke hadde den nødvendige osmoregulatoriske kapasiteten tilstede for å mestre overgangen fra ferskvann til sjøvann.

I perioden 1994-95 ble lysstyringen endret, og dette førte til bedre smoltkvalitet på den utsatte fisken (Saksgård et al. 1996, Finstad & Iversen 1996). Laksen hadde en meget god osmoreguleringsevne før utsetting. For ørreten var resultatene noe bedre enn for 1994. En sannsynlig grunn kan være at god vekst, og dermed bedre forhold for kjønnsmodning hemmet sjøvannstoleransen hos ørreten (Dellefors & Faremo 1988). Til tross for god osmoreguleringsevne hos laksen før utsetting har vi fått svært få gjenfangster av molten som ble merket i 1995. Som før nevnt var det lav fangst av smålaks i de fleste elver i Midt-Norge i 1996, inkludert Eira. Årsaken til den lave gjenfangsten hittil etter merkingene i 1995 kan derfor skyldes ugunstige forhold i sjøen eller høy stressbelastning under transport/utsetting.

Resultatene fra 1996 viste at laksen hadde en god sjøvannstoleranse utover våren og fram mot utsetting (Iversen et al. 1997; Saksgård et al. 1997). Resultatene er i overensstemmelse med det vi fant i 1995 for laks (Finstad & Iversen 1996) og representerer gode fysiologiske verdier for en

sjøvannstilpasset laks (Sigholt & Finstad 1990). For ørreten ser vi at den hadde plasmakloridverdier ned mot 160 mM i slutten av mars for så å få en avtagende sjøvannstoleranse fram mot utsetting. Disse resultatene er i overensstemmelse med det vi fant i 1995 (Finstad & Iversen 1996). For 1997 og 1998 var resultatene for laksen de samme som for 1996 (Saksgård et al. 1997, 1998; Finstad & Iversen 1998). Ørreten derimot hadde en lite tilfredsstillende sjøvannstoleranse fram mot utsetting. Pågående forsøk vil avklare dette forholdet.

Smolten testet på Lundamoanlegget i 1997 og 1998 viste, som for 1995 og 1996 (Finstad & Iversen 1996; Iversen et al. 1997; Finstad & Iversen 1998), en klassisk smoltutvikling med dertil økende sjøvannstoleranse fram mot utsetting.

Sjøvannstoleransetestene fra Eidfjordanlegget i 1996 (Iversen et al. 1997) viste en ufullstendig smoltifisering hos samtlige laksegrupper bortsett fra ved ett tidspunkt den 30.04.96 hos laks av Eio-stammen (95 årgang) der det gjennomsnittlige plasmakloridnivået lå under 150 mM. Ellers var det jevnt over en utilfredsstillende smoltifiseringsutvikling hos laksen. Likeledes viste ørreten en utilfredsstillende smoltifiseringsutvikling. Dette skyldes sannsynligvis at det avtalte lysregimet som skulle kjøres for dette anlegget for perioden 1995-96 (Finstad & Iversen 1995, 1996) ikke ble fulgt, og at dette dermed førte til en svekket smoltifiseringsutvikling hos fisken. Resultater fra testingene av laks og ørret i 1997 og 1998 ved dette anlegget, der de oppsatte lysregimer har blitt fulgt, viste at både laks og ørret har en mer fullstendig smoltutvikling opp mot det vi finner ved Eikesdals- og ved Lundamo-anlegget (Finstad & Iversen 1998).

4.2. Del 2: Effekten av stress-reducerende tiltak på smoltvandringen

Den gjennomsnittlige smoltlengden på en førstegangsvandrende ørretsmolt i Eira er ca 19,5 cm (Saksgård et al. 1999). I 1997 og 1998 var henholdsvis 85 og 18 % av den registrert ørreten under denne størrelsen, og var pr. definisjon parr. Denne ørretparren var ikke på vei ut i sjøen, men foretok sannsynligvis en intern næringsvandring. I 1998 var ørreten større, og ca 82 % av den nedvandrende ørreten var over den definerte minstestørrelse for førstegangsvandrende ørretsmolt (Saksgård et al. 1999).

Den midlere størrelsen på en førstegangsvandrende laksesmolten i Eira er ca 13,1 cm (Saksgård et al. 1999). 100 % av den nedvandrende laksen i 1997 var smolt. Karakteristisk for denne molten er at den er lengre og større enn en "vanlig" førstegangsvandrende smolt. Mye tyder på at denne laksesmolten ikke er avkom av villfisk, men fisk ut-satt fra Eikesdalsanlegget. Denne fisken var ved utsetnings-tidspunktet ikke klar for vandring (fullstendig smoltifisert), og prioriterte sannsynligvis å stå i vassdraget 1-3 år før vandring. Andelen av denne fisken i Eira vil etterhvert

kunne avta ettersom de endrete produksjonsrutinene (endring i lysregime - fullstendig smoltifisering) ved anlegget får effekt. I 1998 ble det ikke gjort noen tilsvarende observasjoner av "stor" laksesmolt. Dette kan tyde på de endrete produksjonsrutinene nå begynner å ta effekt slik at laksen nå vandrer samme år den blir satt ut i Eira.

Nedvandrende laks av grupper med to dagers rekonvalesens gav gjennomsnittlig høyere gjenfangster enn grupper uten tilsvarende rekonvalesens. De høyeste gjenfangster ble funnet i gruppen transportert i 11 ppt med 1,0 mg/L metomidat med etterfølgende 2 dager rekonvalesens. Tidligere undersøkelser av Iversen et al. (1997, 1998ab) har vist at laksesmolt transportert i 11 ppt med 1,0 mg/L metomidat med etterfølgende 2 dager rekonvalesens reduserte stressbelastningen, og etter to dagers "hvile" var fisken fullstendig restituert. Dette kan tyde på at en får en mest mulig vandringvillig laksesmolt med størst mulighet for å overleve, ved å redusere transportstresset med å bruke 1,0 mg/L metomidat i 11 ppt oksygenert vann, med etterfølgende 48 timers hvile i elva før frislepp.

Det må understrekes at disse resultatene er preliminære og må videreføres. En klarte kun å holde rusa operativ i 7 og 14 dager i henholdsvis 1997 og 1998. Selv om gjenfangsten av den nedvandrende fargemerkede smolten var lave i 1997 og i 1998, ble det påvist en økt gjenfangst i sammenheng med økt vannføring og temperatur. Økt vannføring og økt temperatur har tidligere vist seg å påvirke når fisken vandrer og tidspunktet for vandringen (Heggberget et al. 1993). Økt vannføring ser ut til å være av betydning for å transportere fisken nedstrøms og i tillegg påvirker vannføringen retningen og hastigheten på vandringen. Vanntemperaturen påvirker sannsynligvis tidspunktet for vandringen nedstrøms. Hadde en klart å holde fangstsystemet operativt over lengere tid ville mest sannsynlig antall utsatt laksesmolt fanget i rusa ha økt betraktelig. Dette skyldes at Eira er en middels stor elva med store endringer i vannføringen i løpet av våren. Rusesystemet er benyttet i denne undersøkelsen har klare begrensninger i hva den tåler av vannføring. Rusesystemet kollapset både i 1997 og 1998 på grunn av ekstrem vannføring (vårflom).

En vil derfor gjennomføre tilsvarende forsøk våren 1999 i Talvik (Finnmark), hvor det er installert en fangstfelle som gjør at en har 100 % kontroll på ned- og oppvandrende fisk uansett vannføring.

En har som tidligere nevnt blant annet observert at fangsten av villsmolt av laks har vært ubetydelig i de perioden rusa har stått i elva. Dette kan tyde på at hoveddelen av villsmolten av laks allerede vandret ut fra begynnelsen av april. Fisken satt ut i Eira har da etter all sannsynlighet vært satt ut for sent i forhold til villsmoltens utvandring. Dette ønsker en å ta konsekvensene av i 1999, og sette ut anleggssmolten fra begynnelsen av april og fram til månedsskiftet april/mai, i stedet for midten av mai som har vært praktisert tidligere.

5 Litteratur

- Barton, B.A., Peter, R.E. & Paulencu, C.R., 1980. Plasma cortisol levels of fingerling rainbow trout, *Salmo gairdneri*, at rest, and subjected to handling, confinement, transport, and stocking. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 805-811.
- Barton, B.A. & Iwama, G.K. 1991. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on response and effects of corticosteroids.- Ann. Rev. Fish Dis.: 3-26.
- Blackburn, J. & Clarke, W.C., 1987. Revised procedure for the 24 hour seawater challenge test to measure seawater adaptability of juvenile Salmonids. - Can. Tech. Rep. Fish. and Aqua. Sci. 1515.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a pre-adaptation to the oceanic environment. - P. 105-135 in Rankin, J.C & Jensen, F.B., eds. Fish Ecophysiology. Chapman & Hall, London.
- 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 adaption 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. Shelbourn, & 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.
- Dellefors, C. & Faremo, U. 1988. Early sexual maturation in males of wild sea trout, *Salmo trutta* L., inhibits smoltification. - J. Fish Biol. 33: 741-749.
- Finstad, B. & Iversen, M. 1995. Testing av smoltkvaliteten hos laks og sjøørret på smoltproduksjonsanleggene i Eidfjord, Eikesdalen og Lundamo. - NINA Oppdragsmelding 341: 1-21.
- Finstad, B. & Iversen, M. 1996. Smoltifisering hos laks og sjøørret: Effekt av ulike produksjonsregimer og transport. - NINA Oppdragsmelding 445: 1-16.
- Finstad, B. & Iversen, M. 1998. Smoltproduksjonsprosjektet - sluttrapport. - Sluttrapport til Statkraft: 1-11.
- Finstad, B. & Nilsen, S.T. 1998. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1997. - NINA Oppdragsmelding 558: 1-14.
- Hart, P.J.B. & Pitcher, T.J. 1969. Field trials of fish marking using a jet inoculator. - J. Fish. Biol. 1: 383-385.
- 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 Hoar, W.S & Randall, D.J., eds. Fish Physiology: The Physiology of Developing Fish. Viviparity and Posthatching Juveniles, volume XIB. Academic Press, New York, NY.

- Iverson, M., Finstad, B. & Bendiksen, E. AA. 1997. Transport og utsetting av laksesmolt og ørretparr. Minimalisering av transportstresset. - NINA Oppdragsmelding 489: 1-32.
- Iverson, M., Finstad, B. & Bendiksen, E. AA, 1998a. Kompensasjonsutsetninger av smolt i Eira. Effekt av stressreducerende tiltak på vandringsadferden – 1997. - Sluttrapport til Statkraft: 1-12.
- Iverson, M, Finstad, B. & Nilssen, K.J., 1998b. Recovery from loading and transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts. - Aquaculture 168: 387-394.
- Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter, J.P. & Screck, C.B. 1997. Fish Stress in Aquaculture: Society for the Experimental Biology. Seminar Series: 62: - Cambridge University Press: Cambridge. 278 pp.
- Jakobsen, H.J., Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. and Saksgård, L., 1992. Laks og sjøaure i Auravassdraget (Atlantic salmon and anadromous brown trout in the Aura watercourse). - NINA Forskningsrapport 027: 1-35.
- 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.
- Johnston, C. E. & Eales, J. G., 1970. Influence of body size on silvering of Atlantic salmon (*Salmo salar*) during parr-smolt transformation. - J. Fish. Res. Bd. Canada 24: 955-964.
- Langdon, J.S. 1985. Smoltification physiology in the culture of salmonids. - P. 79-118 in Muir, J.F. & Roberts, R.J., eds. 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.
- 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.
- Maule, A.G., Schreck, C.B., Bradford, C.S. & Barton, B.A. (1988) The physiological effects of collecting and transporting emigrating juvenile chinook salmon past dams on the Columbia River. - Trans. Am. Fish. Soc. 117: 245-261
- McMahon, T. E. & Hartman, G. F., 1988. Variation in the degree of silvering of wild coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, smolts migration seaward from Carnation Creek, British Columbia. - J. Fish Biol. 32: 825-833.
- 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.
- NOU. 1999. Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. - Norges Offentlige Utredninger 1999:9: 1-297.
- 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.
- Pickering, A.D. 1981. Introduction: The concept of biological stress. - P. 1-9 in Pickering, A. D., ed. Stress and Fish. Academic Press, New York.
- 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.
- Saksgård, L., Jensen, A.J., Finstad, B., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1996. Smoltutsetninger i Auravassdraget. Årsrapport 1995. - NINA Oppdragsmelding 398: 1-16.
- Saksgård, L., Jensen, A.J., Finstad, B., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1997. Smoltutsetninger i Auravassdraget. Årsrapport 1996. - NINA Oppdragsmelding 465: 1-17.
- Saksgård, L., Jensen, A.J., Finstad, B., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1998. Smoltutsetninger i Auravassdraget 1992-1997. - NINA Oppdragsmelding 528: 1-19.
- Saksgård, L., Jensen, A.J., Finstad, B., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1999. Smoltutsetninger i Auravassdraget 1992-1998. - NINA Oppdragsmelding 581: 1-19.
- 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.
- Schreck, C. B. 1982. Stress and rearing of salmonides. - Aquaculture 28: 545-555.
- 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.
- 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: 8s.
- Wedemeyer, G.A., R.L. Saunders, & W. Craig Clarke. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. - Mar. Fish. Rev. 42: 1-14.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1029-0

592

NINA
OPPDRAKS-
MELDING

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

NINA
Norsk institutt
for naturforskning