

Jo Vegar Arnekleiv, Jarl Koksvik,
Kjetil Hindar¹, Lars Rønning og
Gaute Kjærstad

Smoltundersøkelser i Driva i 2005 i forbindelse med endring av manøvreringsreglement for Driva kraftverk





Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Zoologisk notat 2006-2

Smoltundersøkelser i Driva i 2005 i forbindelse med endring av manøvreringsreglement for Driva kraftverk

Jo Vegar Arnekleiv, Jarl Koksvik, Kjetil Hindar¹, Lars Rønning og Gaute Kjærstad

¹Norsk institutt for naturforskning, NINA

Laboratoriet for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI, notat nr. 34)
Trondheim, april 2006

Dette notatet refereres som: Arnekleiv, J.V., Koksvik, J., Hindar, K., Rønning, L. & Kjærstad, G. 2006. Smoltundersøkelser i Driva 2005 i forbindelse med endring av manøvreringsreglement for Driva kraftverk. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk Notat 2006, 2: 1-23.

Utgiver: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Seksjon for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
Telefaks 73 59 22 95
e-mail: zoo@vm.ntnu.no

Tidligere utgivelser i samme serie, se:
http://www.ntnu.no/vmuseet/nathist/nathist_publ.htm

Forsidebilde: Smoltskrue plassert i Driva. Foto: J.V. Arnekleiv.

ISBN 978-82-7126-745-0
ISSN 1504-503X

FORORD

I tillatelsen til nytt manøvreringsreglement for Driva kraftverk ble det stilt krav om undersøkelser av de fiskebiologiske forholdene, forholdene for utøvelse av fiske og grunnvannsførhold i de fem første årene med nytt manøvreringsreglement samt forundersøkelser i 2 år før iverksetting av reglementet.

Rammene for et undersøkelsesprogram ble utarbeidet av en arbeidsgruppe med representanter for regulanten, fylkesmannen i Møre og Romsdal, Sunndal kommune og NVE. Samtidig kom det innspill fra Direktoratet for naturforvaltning og Norsk institutt for naturforskning (NINA) med ønske om en samordning av undersøkelser relatert til *Gyrodactylus* med de foreslåtte undersøkelsene. Laboratoriet for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ved NTNU - Vitenskapsmuseet og NINA fikk deretter i oppdrag å gjennomføre en smoltundersøkelse i Driva etter en felles plan.

Undersøkelsen skal gjennomføres i perioden 2005-2007 med mulighet til forlengelse, og denne rapporten er en årsrapportering av foreløpige resultater etter første års undersøkelser i 2005. Gjennomføringen av feltarbeidet har vært krevende med mange utfordringer både på det tekniske og faglige plan. Vi retter en spesiell takk til arbeidsteamet ved Driva kraftverk som gjorde en ekstra stor innsats for å få smoltfelle og smoltskrue operativ under vanskelige forhold. Likeså takk til Jan Gunnar Jensås og Nils Arne Hvidsten (NINA) og Egil Lund for praktiske råd ved valg av fangststed og hjelp til montering av smoltskruen, og til Svenn K. Høydal, Driva kraftverk for meget god tilrettelegging. Torveig Balstad og Gunnel Østborg (NINA) takkes for gjennomføring av den genetiske artsbestemmelsen på laboratoriet. Også takk til Torbjørn Forseth og Bjørn Ove Johnsen (NINA) for nyttige tips og diskusjoner.

Feltarbeidet ble gjennomført av Jarl Koksvik, Lars Rønning, Gaute Kjærstad og Jo Vegar Arnekleiv (LFI). LFI har også gjennomført de biologiske analysene av smoltmaterialet, mens Kjetil Hindar (NINA) har vært ansvarlig for de genetiske analysene. Torbjørn Forseth (NINA) vil ha ansvaret for modellering av smoltutvandring relatert til miljøvariabler og manøvreringsreglement, men dette vil først bli utført fra 2006. Bjørn Ove Johnsen (NINA) har ansvaret for undersøkelser av gyroinfeksjon på laks, ørret og hybrider, men dette rapporteres i et eget prosjekt.

Undersøkelsen er utført på oppdrag fra TrønderEnergi/Driva kraftverk som også har dekket den vesentligste kostnaden, med mindre bidrag fra Direktoratet for naturforvaltning.

Trondheim, april 2006

Jo Vegar Arnekleiv
prosjektansvarlig

INNHOOLD

FORORD.....	1
1 INNLEDNING.....	3
1.1 Hensikten med undersøkelsen.....	4
1.2 Drivavassdraget – kort beskrivelse.....	4
1.2.1 Beliggenhet – nedbørfelt.....	4
1.2.2 Reguleringer, manøvreringsreglement og elvebeskrivelse fra Driva kraftverk til sjøen	5
1.2.3 Fiskeelva Driva.....	6
2 METODER OG MATERIALE.....	7
2.1 Tradisjonell smoltfelle.....	7
2.2 Smolthjul.....	8
2.3 Genetisk artsbestemmelse.....	8
2.4 Analyse av individuell smolt og utvandringsmønster.....	8
3 RESULTATER.....	9
3.1 Artsbestemmelse og artsfordeling.....	9
3.2 Alders- og lengdefordeling, kjønnsfordeling.....	12
3.3 Smoltutvandring relatert til miljøvariabler.....	14
4 DISKUSJON.....	17
5 SAMMENDRAG.....	19
6 LITTERATUR.....	20

1 INNLEDNING

Variasjoner i vannføring og temperatur påvirker mange aspekter i laks- og sjørretens livs-syklus. I en studie i Suldalslågen fant Saltveit et al. (1995) at raske og store økninger i vannføringa på grunn av kraftverksmanøvreringa medførte en utspyling av nyklekte laksyngel. Jensen og Johnsen (1999) dokumenterte en sammenheng mellom vårflomtoppens størrelse og dødelighet og vekst hos ørretunger i Saltdalselva, der dødeligheten til årsyngelen økte signifikant i år med stor vårflom i perioden rett før og under plommesekkstadiet til yngelen.

Både undersøkelser i 80-årene og de seineste år viser at unaturlig rask senking av vannstanden ved f.eks. stans i kraftverk gir stor stranding og dødelighet på ungfiskstadiet til både laks og ørret (Hvidsten 1985, Arnekleiv et al. 1994, Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2005). Tilsvarende er det registrert stor dødelighet på laksunger ved stranding i Altaelva ved stans i kraftverket (Forseth et al. 1996).

Det er godt kjent at vandring hos laks og sjørret er sterkt påvirket av vannføring og temperatur (se Jonsson 1991, Jonsson & Jonsson 2002). Både oppvandring av voksen fisk og utvandring av smolt synes å stimuleres av økning i vannføring, turbiditeten på ellevannet og temperaturen. Smoltutvandringen av særlig laks er etterhvert godt studert i flere norske elver bl.a. Imsa (Hansen og Jonsson 1989, Jonsson og Jonsson 2002), Orkla (Hvidsten et al. 1995), Stjørdalselva (Arnekleiv et al. 2000, Hembre et al. 2001) og i Alta (Næsje et al. 1998). I de midtnorske vassdragene synes utvandringstidspunktet å være mest påvirket av økning i vannføring, mens temperaturen synes å være den viktigste utløsende faktoren i Imsa og Alta. I Stjørdalselva påvirkes utvandringen av vassdragsreguleringen i Meråker som påvirker vannføringa i utvandringsperioden. I Orkla fant Hvidsten (1993) en positiv sammenheng mellom vintervannføring og smoltproduksjon, og at økt vintervannføring på grunn av kraftutbyggingen bidro til høyere smoltproduksjon.

Undersøkelser i både Orkla og Stjørdalselva viser at etter at fisken har gjennomgått smoltifiseringsprosessen så er vannføringsøkning framfor temperaturøkning den utløsende faktoren for utvandringa av både laks- og sjørretsmolt. I Stjørdalselva var laksen sjøtolerant fra tidsrommet 4. til 10. mai, mens vi ikke har tilsvarende data på sjørretet. Utvandringa av sjørretsmolt fulgte laksesmolten, men var spredt over en noe lengre periode (Arnekleiv et al. 2000, Hembre et al. 2001). Begge artene vandra ut i perioder med høy vannføring, som regel sammenfallende med vårflommen, og spesielt ved økning i vannføringa. Ved lav og stabil vannføring i utvandringsperioden kunne små vannføringsøkninger gi stor utvandring. Siden vårflommen i Driva er noe seinere enn i Orkla og Stjørdalselva, er det noe mer usikkert når hovedutvandringa skjer her.

I forbindelse med at TrønderEnergi igangsatte et arbeid med tanke på en endring av manøvreringsreglementet for Driva kraftverk, ble det utført en sammenstilling og vurdering av eksisterende data om fiskebiologiske forhold og fangststatistikk for Driva (Arnekleiv & Koksvik 2002). Endringer i manøvreringsreglementet vil få innvirkning på vannføringsforholdene og sannsynligvis også vanntemperaturen i Driva. Dette vil kunne få innvirkning både på smoltutvandring, oppvandring av voksen fisk og eventuelt utøvelse av fiske.

TrønderEnergi har derfor bestilt en undersøkelse om smoltutvandringen i Driva hvor LFI og NINA samarbeider om gjennomføringen. Gjennom en smoltundersøkelse vil vi forsøke å finne sammenhenger mellom smoltutvandringen og ulike miljøfaktorer, for videre å kunne lage en modell som kan anvendes til å simulere smoltutvandringen ved ulike vassføringer og temperaturforhold. Dette vil gjøre det mulig å simulere effekten av endret manøvreringsreglement på

smoltutvandringen. Siden det nye reglementet skal fungere for både laks og ørret må en ha data om utvandring til begge artene og eventuelt hybrider for å lage en modell tilpasset situasjonen i Driva. For laks er det imidlertid mulig også å benytte en nasjonal smoltmodell som er under utarbeidelse. Denne modellen er selvsagt mer usikker enn en modell basert på laks fra Driva. I den grad det blir fanget laksesmolt i fellene i Driva vil disse kunne brukes til å kalibrere laksemodellen. Det er vist at hybridiseringsandelen (mellom ørret og laks) er høy i Driva (Johnsen *et al.* 2004). Fordi vi mangler erfaringer med, og at det trolig er vanskelig å identifisere ørret, laks og hybrider i smoltmaterialet, må et utvalg av smolten fordelt over hele utvandringsperioden artsbestemmes genetisk. Bare slik kan man være sikker på at ørretmodellen faktisk er basert på ørretsmolt og at de laksesmoltene vi fanger faktisk er laks.

Samtidig har miljøforvaltningen behov for å kartlegge smoltutvandringen av hybrider (og om de er bærere av *G. salaris*.) fra vassdraget, og i den grad det er mulig, skaffe informasjon om hvordan hybridfisk oppfører seg (vandringsmønster – tilbake til elv, feilvandring osv.). Slik informasjon vil skaffes til veie ved å analysere fisk fanget i smoltfellene, ved å telle gyro på utvalgte fisk fra smolthjulet og ved å brikkemerke og slippe videre det meste av fisken.

Med unntak av fangststatistikken er det lite data for å vurdere oppvandring av fisk i Driva-vassdraget. Det er ingen fangstfelle eller fisketeller som kan gi gode oppvandringsdata. En må derfor basere seg på fangstdata gjennom fiskesesongen og eventuelt andre observasjoner. Ut fra eksisterende fangststatistikk kan oppvandringen synes å være størst i juli og august (Arnekleiv & Koksvik 2002). Vanligvis vil oppgangen av laks være noe tidligere enn sjøørret, og før *Gyro*-infeksjonen var beste fangsttid for laks nederst i elva ofte rundt St. Hans (jf. Vik og Korsen 1984). For om mulig å avdekke virkninger av endret manøvreringsreglement på utøvelse og fangst av voksen fisk, vil det i et annet prosjekt bli foretatt fangstregistrering og innsamling av skjellprøver i samarbeid med elveeierlaget og Sunndal Jeger- og fiskerforening.

1.1 Hensikten med undersøkelsen

Undersøkelsen skal gi en beskrivelse av utvandringen av laks- og sjøørretsmolt, og så godt som mulig predikere effekt av endret manøvreringsreglement for smoltutvandringen i henhold til kgl. res. av 23. april 2004. Det skal fokuseres på når smolten vandrer og hvilke miljøvariabler (vannføring, vanntemperatur, månefase, skydekke etc.) som har innvirkning på, og betyr mest for smoltutvandringa. Art, lengde, alder og kjønn av utvandrende smolt skal inngå i undersøkelsen. Videre var det ønskelig å undersøke fordelingen av laks, hybrider og ørret ved kombinasjon av artsbestemmelse i felt og genetiske analyser, og brikkemerke (Carlinmerke) utvandrende laks/hybridsmolt for økt kunnskap om hybridisering og vandring.

1.2 Drivavassdraget – kort beskrivelse

1.2.1 Beliggenhet – nedbørfelt

Driva er et av Midt-Norges største vassdrag. Vassdraget har sitt utspring på Dovrefjell ved Snøhetta og Åmotdalsflyene, ca. 150 km fra utløpet ved Sunndalsøra. Øverst samler vassdraget seg i Drivdalen og renner nordover mot Oppdal der elva dreier mot vest ned Sunndalen. Også store deler av Trollheimen (nordre delfelter) drenerer til Driva og store deler av nedbørfeltet er derfor høytliggende fjellområder; 70 % ligger over 1000 m.o.h.

Driva har et nedbørfelt på 2484 km² pluss 46 km² overført til Driva kraftverk fra Toåas felt. Middelvannføringen ved utløpet i Sunndalsfjorden er på ca. 68 m³/s.

Typisk for hovedelva er et relativt jevnt fall hele veien fra Dovrefjell hvor lange strykpartier dominerer, avbrutt av roligere partier med til dels dype kulper, mens større fosser mangler i hovedelva.

Vassdraget har en rekke større sideelver, flere av disse med imponerende fosser som Lindøla, Reppa og Svøku som løper sammen med Grøvu i Åmotan. I feltets nordre del er sideelvene Otta, Vindøla, Festa, Dørumselva og Vekveelva berørt i forbindelse med reguleringen til Driva kraftverk.

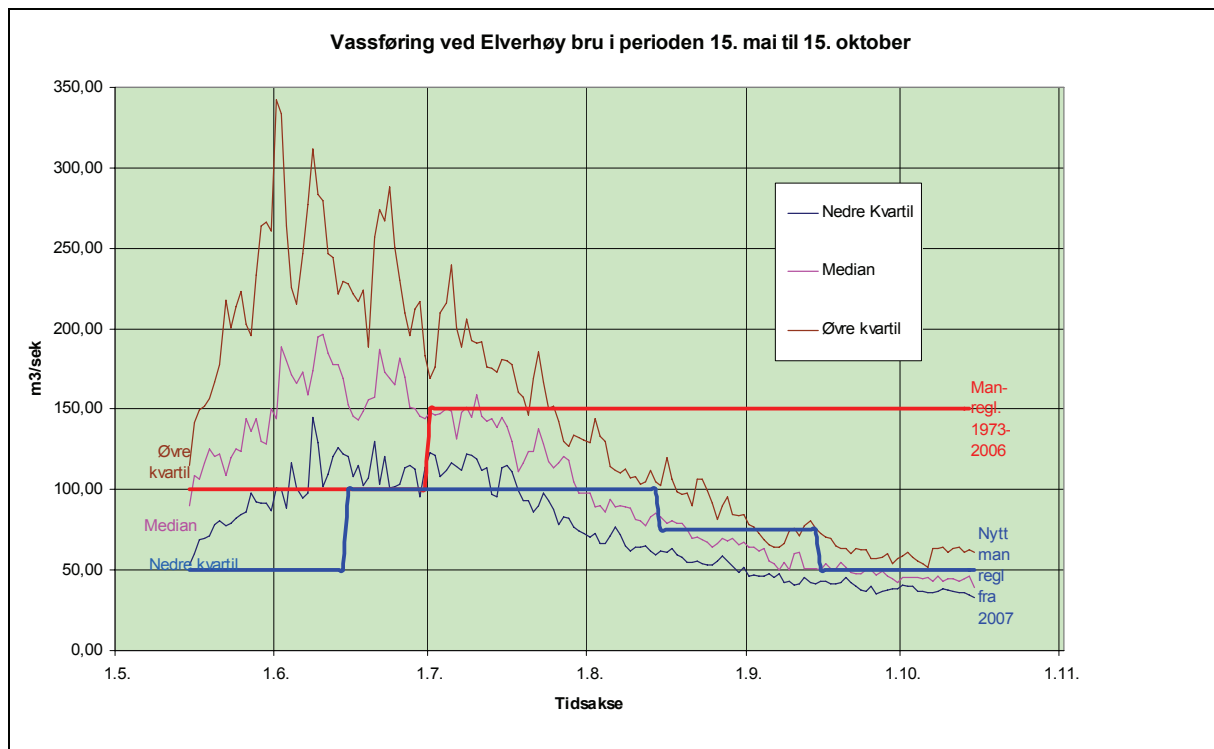
1.2.2 Reguleringer, manøvreringsreglement og elvebeskrivelse fra Driva kraftverk til sjøen

Drivas høytliggende nedbørfelt medfører en forholdsvis sein avsmelting, og vårfloppen starter ikke før i slutten av mai/begynnelsen av juni de fleste år, men varer som regel til godt ut i juli. Deretter avtar vannføringen mer eller mindre jevnt til høstvannføring på +/- 50 m³/s i oktober, jf. fig. 1. Driva kraftverk påvirker vannføringen i Driva ved redusert vannføring på strekningen Festa – Litlefale, mens strekningen fra Litlefale (Driva kraftverk) til utløp fjorden påvirkes av kjøringen av Driva kraftverk.

Driva kraftverk har en midlere årsproduksjon på 575 GWh og omfatter et nedbørfelt (inkl øvre deler av Toåa) på 410 km². Drivavassdraget har få innsjøer, noe som gir liten evne til å dempe vannføringseendringer. Det regulerte Gjevilvatnet (21 km²) er vassdragets viktigste.

Manøvreringsreglementet som ble endret i 2005, gir bestemmelser om vannslippet gjennom Driva kraftverk i perioden 15.mai – 15. oktober. Når vannføringa ved Elverhøy bru kommer under 50 m³/s i perioden 15. mai til 14. juni skal det slippes vann gjennom Driva kraftverk tilsvarende en gjennomsnittsvannføring på minimum 10 m³/s forutsatt at et fyllingskrav i Gjevilvatnet er oppnådd. Innslagspunktet (vannføringsgrense målt ved Elverhøy bru, Driva) for når kraftverket plikter å kjøre, og relatert til fyllingskravet for Gjevilvatnet til enhver tid, er vist i figur 1. I praksis er det aktuelt å slippe mellom 10 m³/s og 30 m³/s som er maksimal driftsvannføring.

Det er elvstrekningen mellom Driva kraftverk og utløp sjøen som blir berørt av endringer i manøvreringen (se fig. 1). Utløpet fra kraftverket ligger på kote ca 94 m o.h. og strekningen ned til sjøen er ca 22 km (fall 1:235). Elva faller jevnt på denne strekningen med høler og rolige partier med relativt lange, slake stryk i mellom. Elva renner på denne strekningen gjennom Sunndalen som her danner en dyp (>1500m) U-dal der den relativt flate dalbunnen i 1 – 2 km bredde er dominert av glasifluviale avsetninger hvor elva meandrerer. Ved Gikling har elva skåret seg gjennom Giklingmorenen, et markert minne etter siste store breframstøt ved avslutningen av istiden. Videre nedover dalen finner vi flere gamle deltaplataer som elva senere har formet. Områdene rundt elva er delvis dyrka mark, delvis flommarkskog. På Grøa, Holssanden, Furu og Sunndalsøra er det tettbebyggelse med boliger og industri nær elva. I disse områdene er det bygd flomverk og erosjonsvern langs store deler av elva. Stedvis er også mye av dyrkamarka beskyttet ved hjelp av forbygninger.



Figur 1. Vannføringer (median, øvre og nedre kvartil) i Driva ved Elverhøy bru, med innlagt restriksjon for kjøring av Driva kraftverk i forhold til nytt (grønn strek) og gammelt (rød strek) manøvereringsreglement

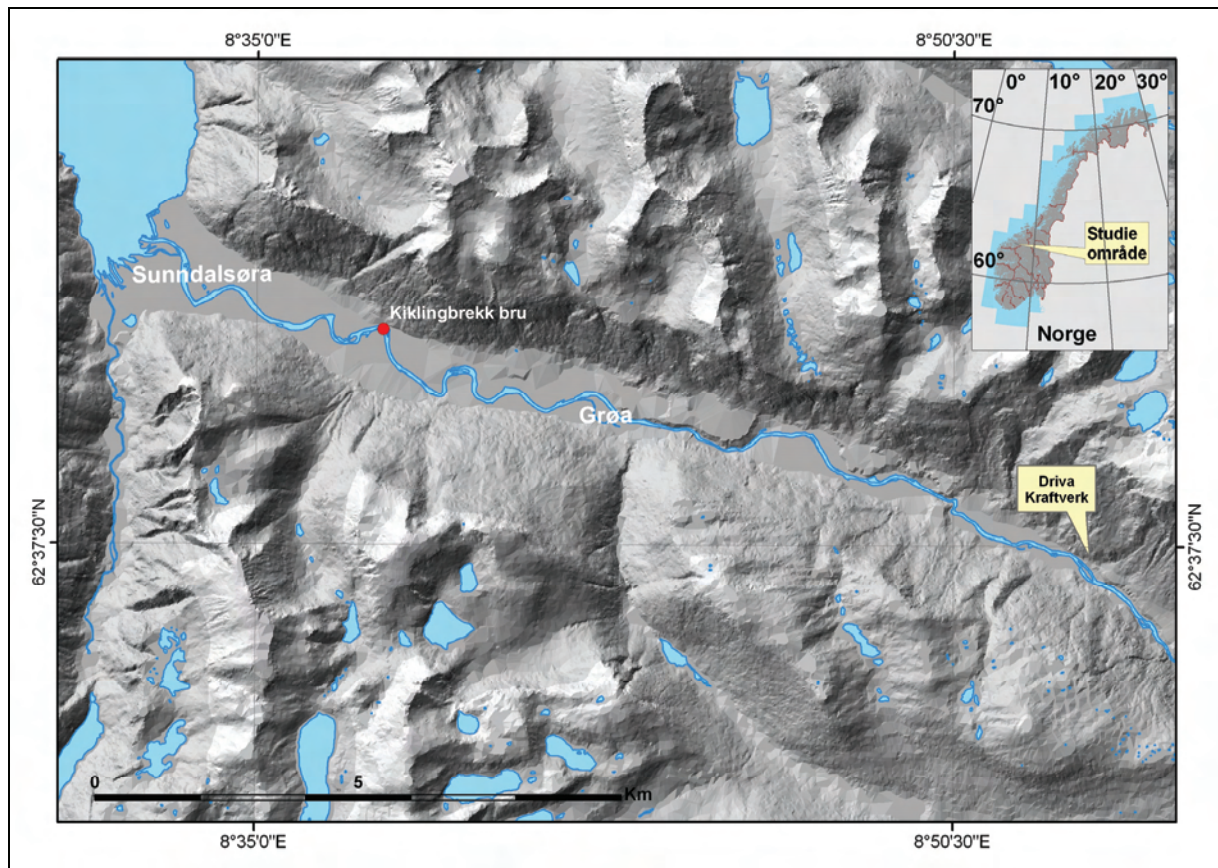
1.2.3 Fiskeelva Driva

Driva har en laks- og sjørretførende strekning på 85 km i hovedelva og 5 km i Grøvu (Gjøvik 1981). Driva er en svært populær fiskeelv med stor produksjon av sjørret og tidligere laks. Elva ble sist på 70-tallet infisert av *Gyrodactylus salaris*, og dette ødela i løpet av få år rekrutteringen av laks (jf. Johnsen et al. 1999). Før smitten av lakseparasitten, var Driva rangert som nr. 4 til nr. 11 blant landets lakseelver (perioden 1969-1978) (NOU 1999-9). Drivalaksen hadde høy gjennomsnittsvekt og Driva var således betraktet som ei storlakselv. Laksefisket har siden blitt opprettholdt gjennom utsetting, i det TrønderEnergi har et pålegg om utsetting av 35 000 laksesmolt årlig. Dette pålegget ble nylig revidert av DN og er nå midlertidig stoppet.

Gjennomsnittlig fangst av laks og sjørret siden registreringene startet i 1876 er totalt ca 7,2 tonn pr. år. Etter infeksjonen med *Gyrodactylus salaris* har gjennomsnittsfangsten vært 6,5 tonn pr. år, av dette 1,4 tonn laks og 5,1 tonn sjørret. Driva er i dag kjent for å være ei av landets beste sjørretelver, med en stamme av meget stor fisk (kludd). I dag er fluefisket mest utbredt, men det fiskes også med mark og sluk, særlig helt nederst i elva. Driva er prioritert som ett av de nasjonale laksevassdragene (NOU 1999-9), og Drivas nedbørfelt ovenfor samløp Festa og delfelt Grøvu er varig vernet mot kraftutbygging.

2 METODER OG MATERIALE

Det ble gjennomført befaringer for å vurdere et best mulig sted for fangst av smolt. Siden mye av sjørreten fanges i nedre del av elva, ønsket vi en plassering langt ned i vassdraget for å sikre at størst mulig av produksjonsarealet for sjørret ble med. Valget falt på området ved Kiklingbrekkhølen. Her er elvestrømmen relativt konsentrert i tillegg til at Kiklingbrekkbrua kunne brukes til montering av vinsj etc. Konsentrert elvestrøm ble vurdert som viktig siden andre undersøkelser har vist at smolten gjerne følger hovedstrømmen.



Figur 2. Kart av Driva nedenfor Driva kraftverk. Kiklingbrekk bru, hvor smoltfangsten foregikk fra, er angitt.

2.1 Tradisjonell smoltfelle

Det ble etablert ei fangstfelle av trålnottypen fra Kiklingbrekkbrua, drevet av en elektrisk vinsj. Fella var av samme type som blir benyttet i Orkla og Stjørdalselva. Smoltfella ble operert hver natt mellom kl. 20 og kl. 08 i perioden 30. april til 1. juli. Fella ble ettersatt jevnlig og normalt tømt og røktet om morgenen, men i perioder med høy vannføring og mye rask, måtte fella tømmes og røktes flere ganger i løpet av natta. Enkelte netter med ekstremt høy vannføring ble fangsttiden kortet inn og fella sto da ute i den mørkeste delen av natta. Noen få netter (totalt 4) var fella helt ute av funksjon, bl.a revna hāvposen ved en anledning.

Smolt som ble fanget i denne felletypen ble artsbestemt i felt ut fra morfologiske karakterer, og all smolt ble lengdemålt, veid og loggført. Et utvalg sjørretsmolt, hybridfisk og lakssmolt ble

hvert døgn tatt ut for videre analyse. Det ble tatt vare på $\frac{3}{4}$ av en bukfinne fra ca. hver femte fisk som morfologisk ble bestemt til laks/hybrid og fra ca. hver 20. ørret for genetisk artsbestemmelse. Ved løpende å gjennomføre genetisk artsbestemmelse kunne vi avgjøre hvor gode de morfologiske artsbestemmelsene var, og ev. justere opplegget. Genetisk artsbestemmelse var viktig for å vite hvilken "art" som vandret ut når, og fordi det var spesielt vanskelig å skille ut laks og hybrider i dette materialet siden fiskene som regel mistet skjellene og ble skadet i fella.

Totalt ble det fanget 752 smolt i notfella.

2.2 Smolthjul

Nederst på Kiklingbrekkhølen ble det etablert en kabelbane tvers over elva for drift av et smolthjul. Smolthjulet har den fordelen at det fanger levende smolt, og i tillegg vil et smolthjul og ei tradisjonell smoltfelle kunne utfylle hverandre slik at man får et mest mulig representativt utvalg av utvandrende smolt. Smolthjulet var i drift mellom kl. 20 og kl. 08 i perioden 23. april til 27. juni, men viste seg å kreve jevnlig ettersyn og rengjøring. Kabelbanen ble justert og oppgradert flere ganger, men det viste seg vanskelig å manøvrere smolthjulet på store vannføringer. Fram til 13. juni ble hjulet plassert i hovedstrømmen hvoretter det måtte flyttes på grunn av flom. Hjulet ble da flyttet ut av hovedstrømmen og mot vestre bredd. Hjulet var ute av drift i totalt 13 døgn.

Smolt fra hjulet ble håvet over i plastbøtter og seinere oppbevart i perforerte plastkasser før de ble artsbestemt, lengdemålt, brikkermerket og sluppet tilbake i elva. Smolten ble artsbestemt morfologisk, lengdemålt og tatt foto av. Det ble tatt prøve av bukfinne (klippet av og spritfiksert $\frac{3}{4}$ av bukfinnen) av hver 2. fisk som morfologisk ble artsbestemt til laks/hybrid, og fra ca. hver 20. ørret for genetisk artsbestemmelse. Et utvalg smolt (ca. hver femte laks/hybrid og ca. hver 30. ørret) ble holdt adskilt enkeltvis og senere avlivet og fiksert for seinere telling/analyse av *G. salaris*. Et lite antall smolt ble også analysert for øvrige biologiske data (lengde, vekt, otolitt - alder, kjønn).

Totalt ble det fanget 384 smolt i smolthjulet.

2.3 Genetisk artsbestemmelse

Artstilhørigheten ble undersøkt i to gener fra cellekjernens DNA: et 5SrDNA-gen som av Pendas et al. (1995) er vist å kunne skille mellom laks, ørret og hybrider (laks x ørret), og en mikrosatelitt (SsOSL438) som av erfaring kan skille de tre gruppene. De genetiske undersøkelsene ble utført av NINA.

2.4 Analyse av individuell smolt og utvandringmønster

Etter morfologisk artsbestemmelse, ble all smolt fra notfella lengdemålt, og et utvalg laks, hybridfisk og ørret ble fortløpende analysert videre (alder, kjønn, gonadeutvikling, magefylling) på stedet så langt det tidsmessig lot seg gjøre. Øvrig bearbeidelse (aldersanalyse etc.) skjedde på lab. Tilsvarende analyse ble også foretatt på et utvalg fisk fra smoltskruen.

Med bakgrunn i den genetisk artsbestemmelsen, ble det totale antallet av ørret, laks og hybrider i materialet beregnet. Dette ble gjort ved at det genetiske materialet ble benyttet som fasit og at

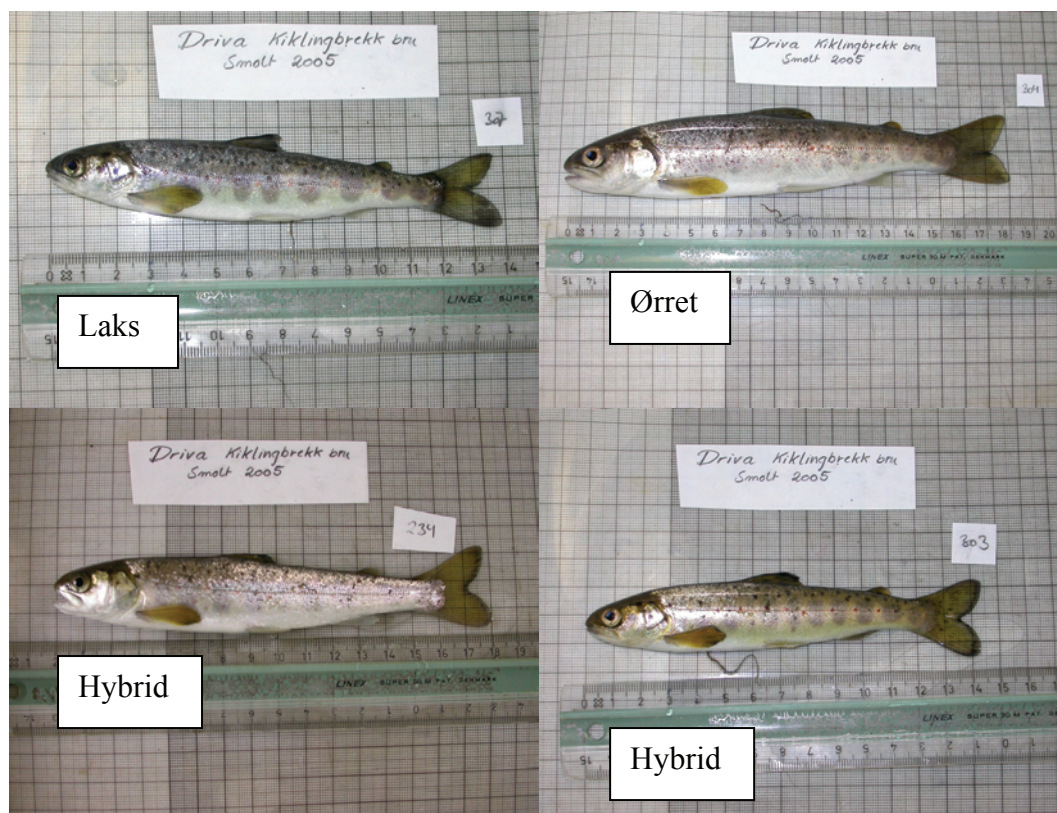
eventuell prosentvis feilbestemmelse gjort i felt ble korrigert og justert for i det totale materialet. Fangstperioden ble inndelt i tre tidsperioder og korrigerings utført innenfor hver av disse.

Utvandringen ble bestemt som antall smolt av hver gruppe fanget pr. døgn i henholdsvis notfelle og smoltskrue. En nærmere analyse av de ulike miljøfaktorenes betydning for utvandringen, og utvandringen relatert til endringer i manøvreringsreglementet vil bli undersøkt fra og med 2006. Dette fordi man bør ha to ulike år for å få kalibrert en modell over smoltutvandringen.

3 RESULTATER

3.1 Artsbestemmelse og artsfordeling

Totalt ble det foretatt morfologisk artsbestemmelse av 1136 smolt i felt. Det var et betydelig antall hybrider i smoltmaterialet, noe som gjorde artsbestemmelsen mer krevende, særlig av smolt som ble fanget i notfella. Men også levende smolt fra smoltthjulet kunne være vanskelig å artsbestemme pga. det til tider store innslaget av hybrider. Bilde 1-4 viser smolt av laks, hybrider og ørret med korrekt artsangivelse basert på genetiske analyser.



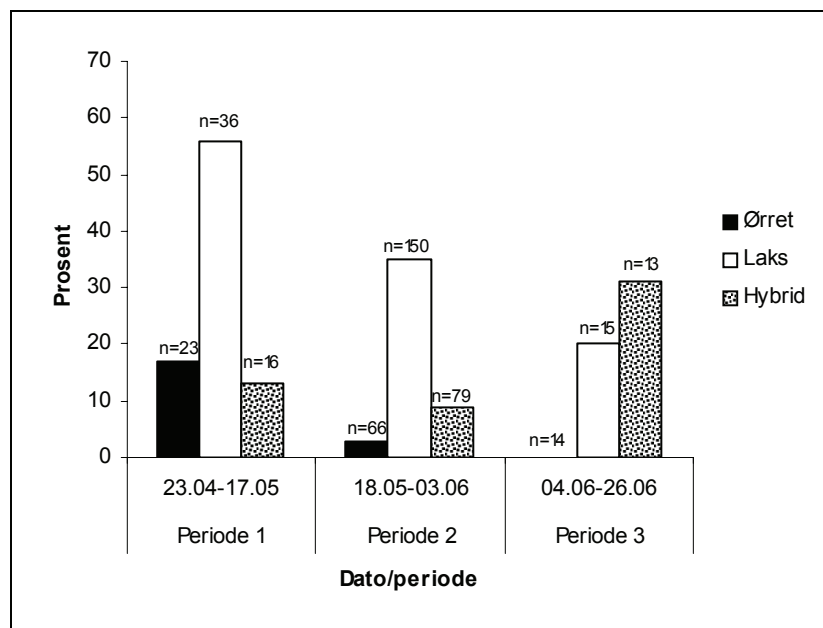
Bilde 1-4. Smolt av laks, ørret og hybrid fra Driva

Totalt ble det utført genetisk analyse av 412 smolt. Resultatene viste at feltbestemmelsen av ørret var relativt god med en feilbestemmelse på totalt 5,8 % (tabell 1). En oppdeling av materialet i tid viste at det i all hovedsak var i første periode at denne feilbestemmelsen fant sted (figur 2). Resultatene fra de genetiske analysene viste videre at alle ørretsmoltene (6 stk) som ble feilbestemt var hybrider (tabell 1). Ikke i noen av periodene ble det artsbestemt feil mellom ørret og laks. Når det gjaldt laks ble det hele sesongen sett under ett gjort feil artsbestemmelse på 37 % av materialet. Figur 2 viser at det som hos ørret ble gjort klart flest feilbestemmelser i første periode. Hele 56 % av de lakselignende fiskene viste seg da å være hybrider. Feilbestemmelsen av laks avtok utover fangstperioden, noe som tyder på at vi ut fra morfologiske karakterer etter hvert ble betydelig bedre til å skille ut hybridene fra laksen. Dette resulterte i at det etter hvert ble ”våget” å plukke ut en del individer som ble kategorisert som hybrider. I de to første periodene var feilprosenten av denne bestemmelsen lav med 13 % og 9 % (figur 2). I siste periode økte imidlertid denne feilbestemmelsesprosenten til 31 %. Dette skyldes trolig at det denne måneden kun ble gjennomgått et beskjedent materiale (13 prøver) og at noen få feilbestemmelser (4 stk) følgelig ga høy feilprosent. I store deler av denne perioden var det også til dels svært høy vannføring noe som gjorde at fisken lett fikk store ytre skader og dermed ble vanskelig å artsbestemme. Feilbestemmelsene av hybrider fordelte seg totalt sett relativt likt mellom laks (5,6 %) og ørret (6,5 %) (tabell 1). De totalt sett lave feilbestemmelsene innenfor kategorien hybrider, er et tegn på at en del av hybridene greit lot seg skille morfologisk fra laks og ørret. Dette arbeidet var imidlertid ofte tidkrevende. Nedgangen i feilbestemmelsen av laks over tid, og hvor alle feilbestemmelsene som tidligere nevnt var hybrider, viste også at evnen til å skille ut hybridene økte med erfaring. Disse resultatene, sammen med den lave feilbestemmelsen av ørret, viser også at de fleste hybridene i Driva morfologisk sett var mer lik laks enn ørret. For å kunne korrigere artsbestemmelsen underveis var det helt nødvendig å ha de genetiske analysene å justere etter.

Tabell 1. Oversikt over antall fisk bestemt i felt, antall genetiske prøver tatt og feilbestemmelse innenfor hver art med bakgrunn i de genetiske analysene.

	Tot antall fisk fanget (Artsbestemt i felt)	Antall analyserte genetiske prøver	Andel feilbest fisk totalt (%)	Andel feilbest. =Laks Antall (%)	Andel feilbest. =Hybrid Antall (%)	Andel Feilbest. =Ørret Antall (%)
Ørret	526	103	5,8	-	6 (5,8)	-
Laks	392	201	37,3	-	75 (37,3)	-
Hybrid	218	108	13,2	6 (5,6)	-	7 (6,5)
Totalt	1136	412				

De genetiske analysene var videre helt nødvendig for å korrigere utvandringssdataene for de ulike gruppene (ørret, laks og hybrid) av smolt. Ved å legge resultatene fra de genetiske analysene til grunn ble artsbestemmelsene gjort i felt justert slik at det ble tatt hensyn til graden av feilbestemmelse. Resultatene av disse korrigeringsene er gitt i tabell 2.



Figur 2. Feilbestemming (%) av ørret, laks og hybrid ved smoltundersøkelsen i periode 1-3. n angir antall genetiske prøver som ligger til grunn i hver periode.

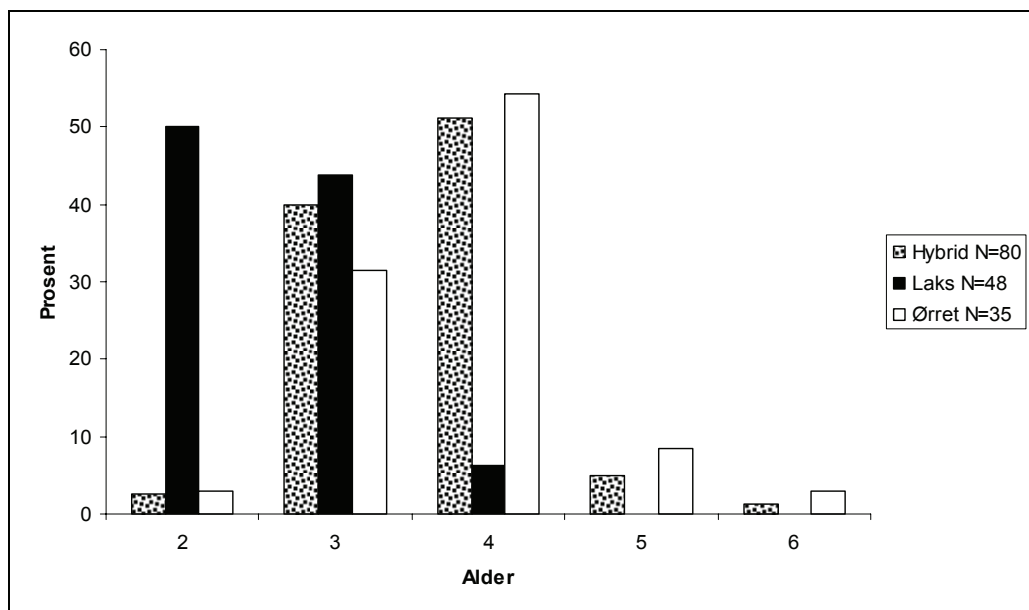
Tabell 2. Korrigering av smoltmaterialet fra Driva i 2005 med bakgrunn i de genetiske analysene. Periode 1: 23.04-17.05, Periode 2: 18.05-03.06, Periode 3: 04.06-26.06.

	Antall fisk artsbestemt i felt	Antall analy- serte genetiske prøver	Korrigert antall fisk	Andel etter korrigering %
Periode 1				
Ørret	98	23	81	35,8
Laks	61	36	35	15,5
Hybrid	67	16	110	48,7
Totalt	226	75	226	100
Periode 2				
Ørret	319	66	318	41,1
Laks	316	150	209	27,0
Hybrid	138	79	246	31,8
Totalt	773	295	773	100
Periode 3				
Ørret	109	14	111	81,0
Laks	15	15	14	10,2
Hybrid	13	13	12	8,8
Totalt	137	42	137	100
Sum total	1136	412	1136	

Det var interessant, med tanke på at Driva er infisert av *G. salaris*, å finne en såpass stor andel laks. I hele materialet sett under ett utgjorde laks en andel på 22,7 %, mens hybrider og ørret utgjorde henholdsvis 32,5 % og 44,8 %. Går man inn i de enkelte tidsperiodene (tabell 2) ser man at hybrider utgjorde nær halvparten av all smolt som ble tatt i første periode. Andelen avtok i de to neste periodene med 31,8 % i periode 2 og 8,8 % i periode 3. Laks utgjorde en relativ andel av totalen innenfor hver periode med henholdsvis 15,9 %, 27 % og 10 %. Til tross for en god del hybrider og laks i materialet var det imidlertid ørretsmolt som var representert med flest individer både i periode 2 (41,1 %) og ikke minst i periode 3 (81,0 %). I periode 1 var det som tidligere nevnt flest hybrider i materialet og ørret utgjorde da 35,8 % av totalen.

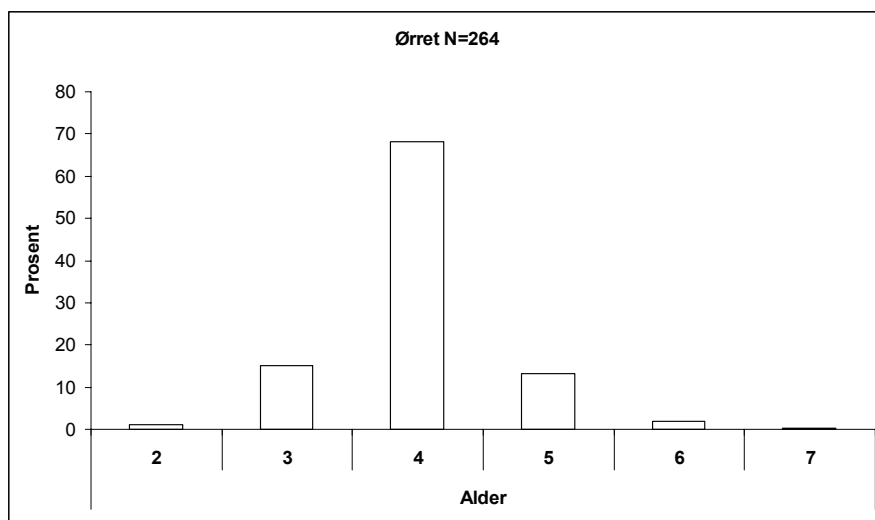
3.2 Alders- og lengdefordeling, kjønnsfordeling

Av totalt 1136 smolt ble det aldersbestemt 479 smolt ved analyse av otolitt. Siden det var vanskelig med sikker artsbestemmelse av laks og hybrider ut fra morfologiske karakterer, har vi valgt å presentere aldersfordelingen kun for de individene som ble artsbestemt genetisk (fig.4). Laksesmolt var yngst med henholdsvis 50 % og 44 % 2- og 3-åringer (gjennomsnittsalder 2,6 år ± 0,2 95 % c.i, N= 48), mens ørretsmolt var eldst med henholdsvis 31 % og 54 % 3- og 4-åringer (gjennomsnittsalder 3,8 år ± 0,26 95 % c.i, N= 35). Hybridene inntok en mellomstilling med flest 3-årig (40 %) og 4-årig (51%) smolt (gjennomsnittsalder 3,6 år ± 0,15 95 % c.i, N= 80).



Figur 4. Aldersfordeling av laksesmolt, ørretsmolt og hybridsmolt i Driva 2005, basert på materiale som er artsbestemt ved genetisk analyse.

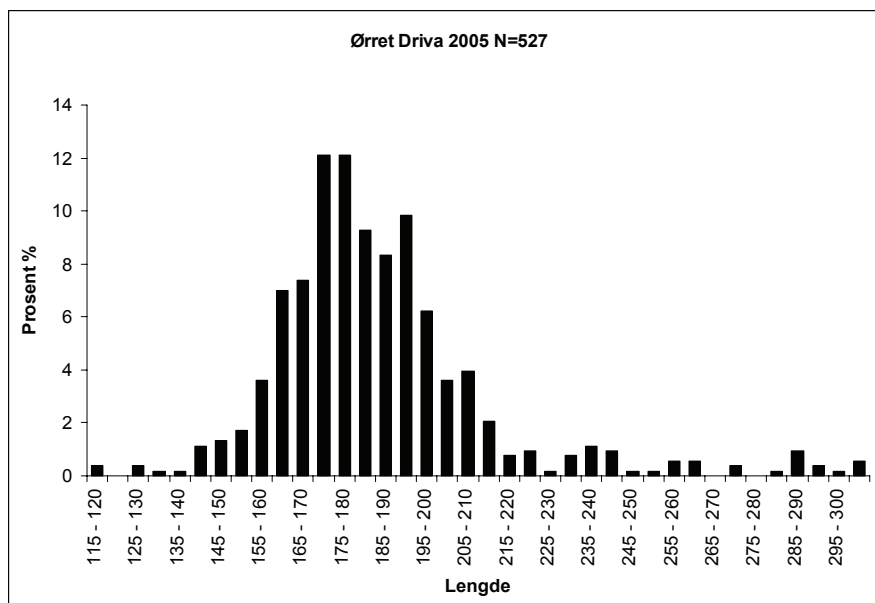
Materialet av ørretsmolt som både ble genetisk artsbestemt og aldersanalysert var lite (N=35), og siden ørreten i hovedsak ble korrekt artsbestemt på grunnlag av morfologiske karakterer i felt, gjengir vi aldersanalysen av et større materiale ørretsmolt (fig. 5). Dette viser en noe mindre andel 3-åringer og større andel 4-åringer enn i det lille utvalget ørretsmolt som var genetisk artsbestemt. Gjennomsnittlig smoltalder blant ørretsmolt var 4,0 år (± 0,08 95 % c.i, N= 264).



Figur 5. Aldersfordeling (%) av ørretsmolt fra notfelle og smolthjul i Driva 2005, basert på en kombinasjon av morfologisk og genetisk artsbestemmelse.

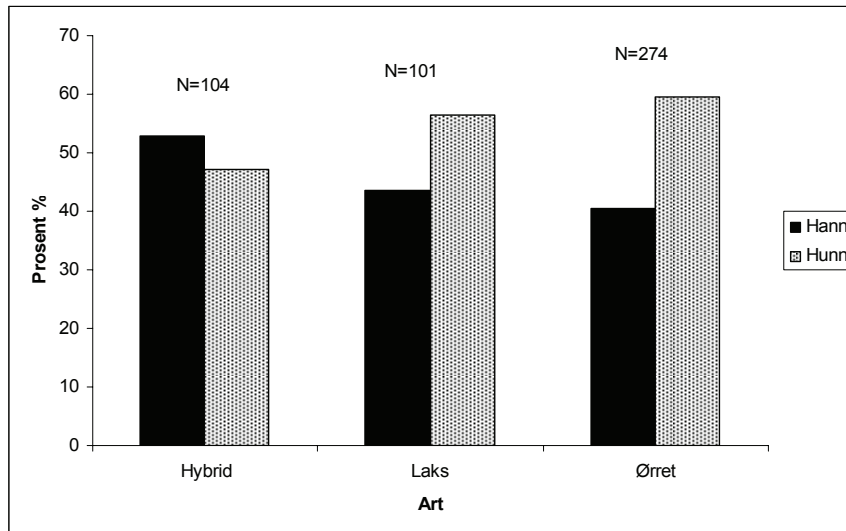
Gjennomsnittslengden til ørretsmolten var 180,5 mm ($\pm 2,5$ 95 % c.i, N= 527), men med stor variasjon (fig. 6). Det kan ikke utelukkes at noen av de største ørretene allerede hadde vært i sjøen (overvintrende sjøørret, gjellfisk), men antallet er lite og vil derfor gi lite utslag på gjennomsnittslengden.

I det genetisk artsbestemte materialet av laksesmolt var gjennomsnittslengden 135,4 mm ($\pm 3,5$ 95% c.i, N= 48), mens hybridmolten hadde gjennomsnittslengde 153,4 mm ($\pm 2,6$ 95% c.i, N= 80).



Figur 6. Prosentvis lengdefordeling (mm) av ørretsmolten fra notfelle og smoltskrue i Driva 2005.

Hos anadrom laksefisk er det vanlig med skeiv kjønnsfordeling blant utvandrende smolt, siden en del av hannene blir stående igjen på elva og deltar i gytingen påfølgende høst (gyteparr). I smoltmaterialet som ble artsbestemt ved kombinasjon av genetisk og morfologisk artsbestemmelse, var det overvekt av hunnfisk hos laks- og ørretsmolten, mens dette ikke var tilfelle hos hybridene (fig. 7). Hunnene til hybridsmolten hadde også avvikende form og farge på gonadene i forhold til laks og ørret.



Figur 7. Kjønnsfordeling hos et utvalg utvandrende smolt av laks, ørret og hybridfisk i Driva 2005.

3.3 Smoltutvandring relatert til miljøvariabler

For å få et best mulig mål på utvandringen pr. døgn til de tre ”artene” (ørret, laks og hybrider) ble graden av feilbestemmesle i forhold til de genetiske analysene og innenfor de tre periodene lagt til grunn (jmf. tabell 2). Andelen feilbestemt fisk innenfor hver art ble rettet opp og artsrettingene ble fordelt mellom døgnene i perioden. Metoden er grov og feilangivelse av en fisks art vil forekomme. Den er allikevel den beste tilnærmingen for å få et mål på utvandringen av de ulike artene i tidsperioden.. Figur 8 viser antall smolt av laks, hybrid og ørret som ble fanget i notfella hvert døgn etter denne tilnærmingen.. Vanntemperaturen (egne målinger) og døgnmiddel vannføring ved Elverhøy bru (data fra TE) er også vist.

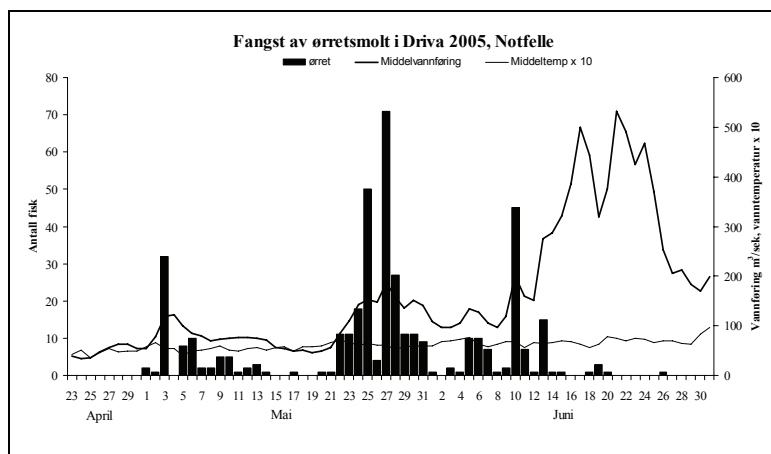
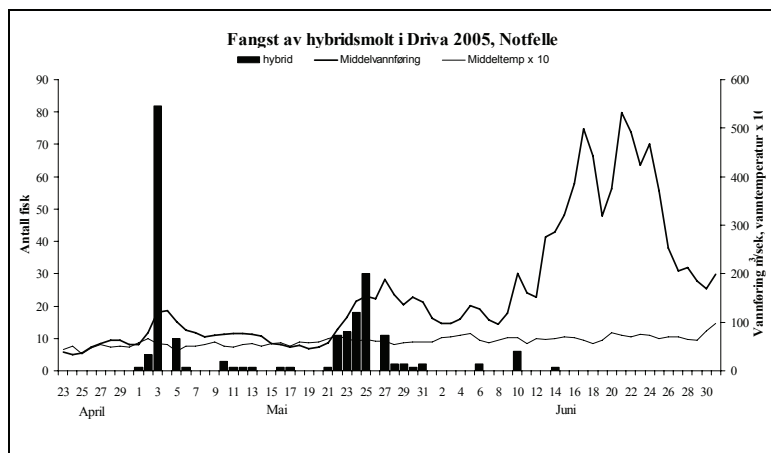
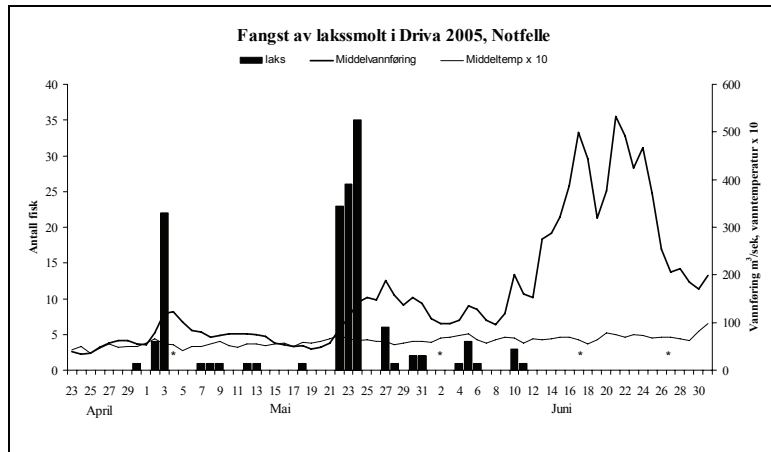
Laksesmolt hadde to topper i utvandringa; 3. mai og 22.-24. mai. Dette var sammenfallende med en økning i vannføringa, men skjedde før vårflomtoppen i juni (fig. 8). Et mindre antall lakssmolt pr. natt (< 5 stk.) ble registrert enkelte døgn i hele perioden 30. april – 11. juni.

Smolt av hybrider mellom laks og ørret hadde en klar topp i fangst den 3. mai, og en mindre topp 22.-25. mai (fig. 8). Hybridsmolt ble ellers registrert i lavt antall i enkeltnetter i perioden 1. mai – 14. juni.

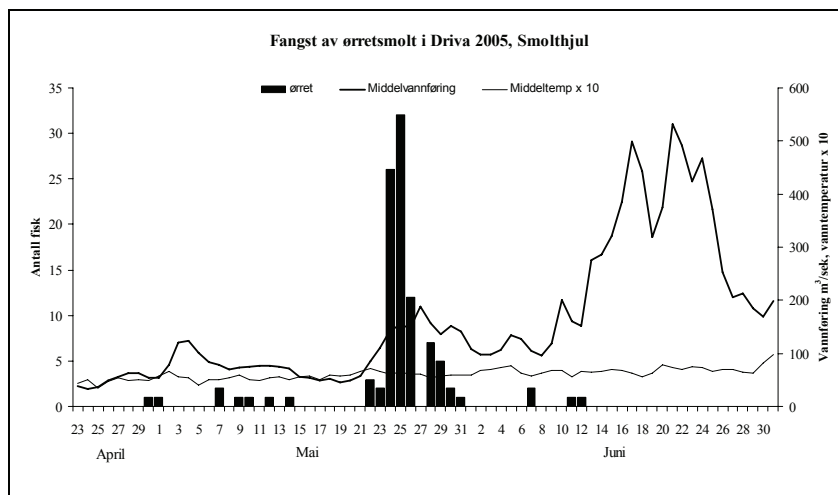
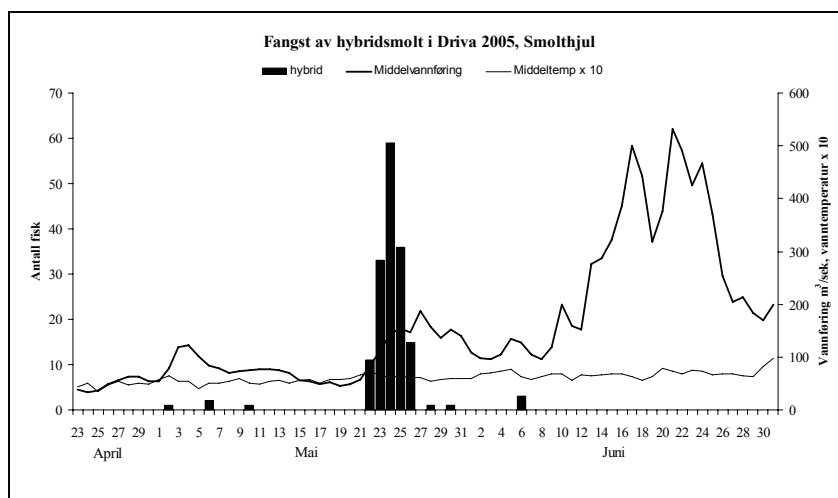
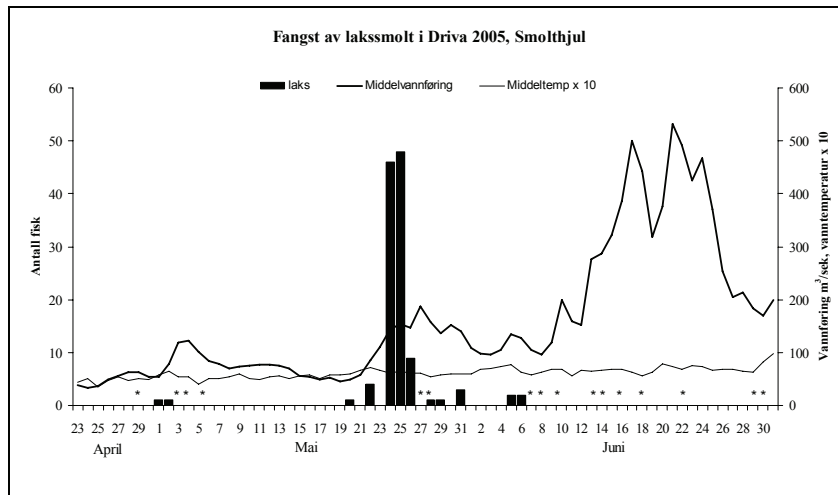
Ørretsmolten synes å vandre i noe større antall over et større tidsrom enn laks/hybrider, og hadde tre topper i utvandring; 3. mai, 24.-28. mai og 10. juni (fig. 8). Alle tre fangsttoppene skjedde i forbindelse med økning i vannføring. Utenom disse datoene ble det imidlertid fanget mellom 5 og 20 ørretsmolt pr. natt i flere perioder (5.-10. mai, 22.-31. mai, 5.-7. juni, 10.-13.

juni) foruten enkeltsmolt spredt gjennom utvandningsperioden som ut fra fangsttallene varte mellom 1. mai og 26. juni.

Siden smolthjulet var mye ute av drift, eller hadde dårlig funksjon i perioder med mye rask, vil ikke smolthjulet gi like gode indikasjoner for utvandringstidspunkt til ”artene” som notfella. Vi velger likevel å vise korrigerede fangsttall for smolt også fra smolthjulet (fig. 9). I likhet med notfella var det en topp i fangsten i smolthjulet i perioden 22-27. mai, mens smolthjulet ikke fungerte under utvandringa den 3. mai.

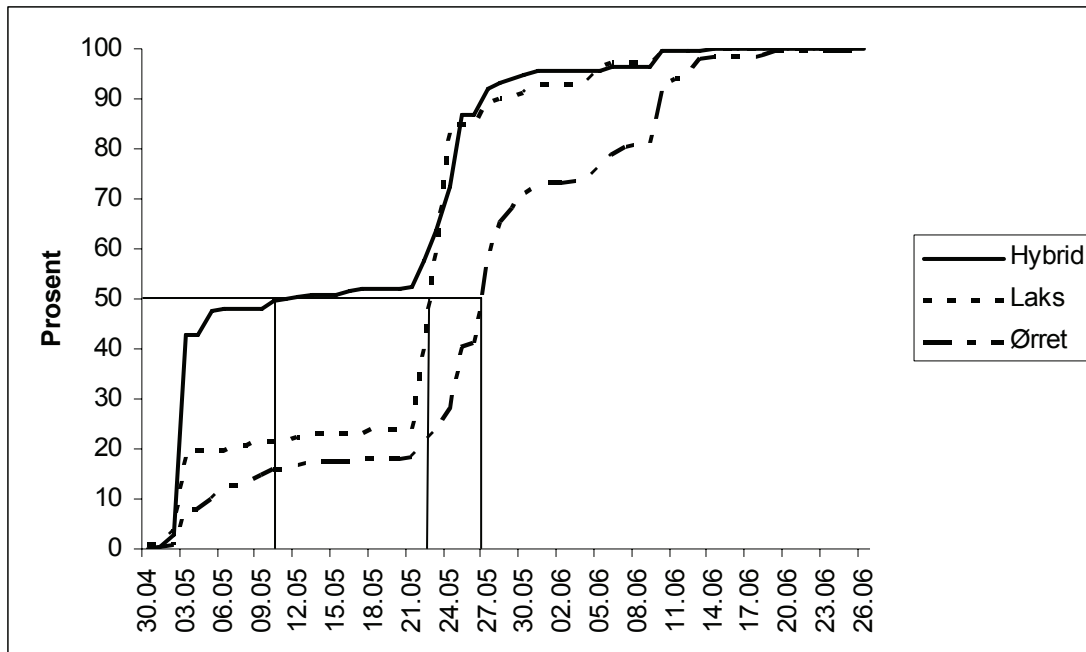


Figur 8. Antall smolt av laks, hybrid og ørret pr. natt (søyler) i notfelle, samt vannføring (døgnmiddel i m³/s) ved Elverhøy og temperatur i Driva i 2005. Laks/hybrid er korrigeret i samsvar med resultater fra genetiske analyser. Stjerner i øverste figur angir netter da fella har vært ute av drift.



Figur 9. Antall smolt av laks, hybrid og ørret pr. natt (søyler) i smoltskrue, samt vannføring (døgnmiddel i m³/s) ved Elverhøy og temperatur i Driva i 2005. Laks/hybrid er korrigert Stjerner i øverste figur angir netter da smoltskruen har vært ute av drift.

Kumulativ fangst av smolt i notfella for de tre gruppene viste forskjell i utvandringstid. Smolt av hybrider vandret tidligst, og 50 % av disse smoltene hadde vandret ut den 11. mai. Det var særlig fangsttoppen den 3. mai som bidro til dette mønsteret. Laksesmolten vandret noe seinere, og 50 % hadde vandret ut 22.-23. mai. Ørretsmolten vandret ut seinest, og 50 % av ørreten hadde vandret pr. 26.-27. mai.



Figur 10. Kumulativ (%) fangst av laks, hybrider og ørret i Driva 2005, basert på fangst i notfelle. Antallet av laks og hybrider pr. natt er korrigert i forhold til artsbestemmelse etter genetiske analyser. Dato for 50 % utvandring av de tre gruppene er angitt.

4 DISKUSJON

Når ungfisk av anadrome laksefisk gjør seg klar til utvandring og et liv i sjøen, gjennomgår de en rekke fysiologiske, atferdsmessige og utseendemessige (morfologiske) forandringer. Fisken blir stimdannende og begynner å følge strømmen nedover mot sjøen. I tillegg gjennomgår fiskene en del fysiologiske prosesser for å kunne leve i vann med saltholdighet høyere enn sin egen kroppsvæske. Fiskene blir også blanke med hvit buk, mens ryggen blir mørk og fisken får en slankere kropp. Denne smoltifiseringen er en sammensatt prosess som foregår gradvis og starter i god tid før utvandringen til sjøen (Hoar 1988, Heggberget et al. 1992). Lyset styrer i stor grad smoltifiseringen hos laksefisk (Wedemeyer et al. 1980), mens temperaturen er en viktig faktor for hastigheten i smoltifiseringsprosessen i samvirke med fotoperioden (Hoar 1988, Wedemeyer et al. 1980, Boeuf 1993). Temperaturen er videre viktig for vekst og smoltalder, og vannføring og vanntemperatur har vist seg å være viktige faktorer for selve smoltutvandringen (Arnekleiv et al. 1995, Hvidsten et al. 1995, Johnsen et al. 1997). Siden vannføring og vanntemperatur påvirkes av driften av Driva kraftverk, er det viktig å undersøke virkningen fra disse miljøparametrene på smolt og smoltutvandring hos både laks og ørret, for videre å kunne vurdere virkningen av endret manøvreringsreglement for Driva kraftverk.

Bruk av smoltfelle og smolthjul til fangst av utvandrende laksesmolt er benytta i en rekke vassdrag som Orkla, Stjørdalselva, Alta og Numedalslågen (Hesthagen & Garnås 1986, Arnekleiv et al. 2000, Hvidsten et al 2004) og det er antatt at slike feller gir et relativt mål på utvandringen av smolt til enhver tid (Hvidsten 1990, Hvidsten et al. 2004). Særlig for laks synes fellene å gi et godt mål for smoltutvandringen i Sør- og Midt-Norge, men det er noe større usikkerhet i forhold til utvandringen av ørret og særlig hybrider. Vi vet mindre om hvor i vannmassene disse vandrer og tidsperiodene for utvandring, men data fra første års smoltfangst i Driva indikerer at smolt av laks, ørret og hybrider vandret til noe forskjellig tid i 2005, og at økning i vassføring sannsynligvis var en viktig faktor. Det blir derfor viktig å få analysert de ulike miljøfaktorenes betydning for utvandringen av de ulike gruppene, og dette vil bli utført etter at en har data fra utvandringen i 2006. Ørreten syntes å vandre over en lengre periode enn laksen. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra smoltutvandringen til laks og ørret i Stjørdalselva (Arnekleiv et al 2000, Hembre et al. 2001). Utvandringen til hybridene syntes å foregå tidlig og konsentrert, men det er lite kunnskap om atferd hos hybrider. Kjetil Hindar og Lars Petter Hansen fikk også hybridene først i fella på Ims (Hindar upublisert). Oppfølgingen i Driva vil vise i hvilken grad vannføringsvariasjonene som skyldes drift av kraftverket kan påvirke utvandringen til ”artene”.

Med bakgrunn i artsfordelingen av ungfisk i elfiskefangster i Driva (Arnekleiv 2002a,b, Johnsen et al. 2004), var det var litt overraskende at ørret ikke utgjorde en større andel av smoltmaterialet i Driva (45 %), og at laks utgjorde en såpass stor andel (23 %). Det kan være at fellene sto plassert slik at de ikke fanget optimalt på ørret. Dette bør undersøkes nærmere ved at en forsøker fangst i større deler av elveprofilen og også på dagtid. En oppfølging vil derfor gi et sikrere svar på om artsfordelinga slik den framsto i 2005 er representativ for vassdraget.

Fangsten av såpass mye laksesmolt (N=257) indikerer at Driva fortsatt har en naturlig smoltproduksjon av et visst omfang. På 10 elfiskestasjoner fant Johnsen et al. (2004) bare i gjennomsnitt 2,1 laksunge pr. 100 m², noe som er svært lavt sammenlignet med tettheten av laksunger før *G. salaris* gjorde seg gjeldende. De fant heller ikke toårige eller eldre laksunger, og mente at dette kunne skyldes dødelighet på grunn av *G. salaris* og/eller at laksungene vandret ut som 2-årig smolt. Smoltundersøkelsene i 2005 viste at størstedelen av laksesmolten var toårig (50 %), men vi fikk også en betydelig andel 3-årig smolt (44 %) og noen 4-åringer. Eldre laksunger har tydeligvis holdt seg i andre deler av elva enn de grunne områdene som kan elfiskes effektivt. Det kan heller ikke utelukkes at det kan være områder/sideelver hvor infiseringsgraden av *G. salaris* er lavere og at overlevelsen dermed er høyere. Andelen 3- og 4-årig laksesmolt i fellene indikerer videre at dødeligheten på eldre laksunger på grunn av *G. salaris* angrep ikke er total. Ser en på aldersfordelingen mellom laks, ørret og hybrider så var laksesmolten yngst (gj.sn smoltalder 2,6 år), hybridene inntok en mellomstilling (3,6 år) og ørretsmolten var eldst (4,0 år). I en del andre midt-norske elver som Stjørdalselva, Nidelva og Orkla er som regel laksesmolten eldre enn ørretsmolten (Arnekleiv et al. 1994, 2000, Hvidsten et al. 2004). Selv om det var en del 3- og 4-årig laksesmolt i Driva er det nok en betydelig dødelighet på eldre laksunger, og et sterkt selektivt press mot en ung smoltalder.

Smolt av hybrider utgjorde 33 % av smoltfangsten. I Vefsna, som også er infisert av *G. salaris*, ble det blant to og treårig fisk funnet ca 60 % hybrider (Johnsen et al 2005). I ungfiskmaterialet fra Driva i 2004 var frekvensen av hybrider 1 % blant årsyngelen og 10,1 % blant ettåringene, mens den var 28,8 % blant ettåringene i Vefsna (jf. Johnsen et al. 2005). Etter at det ble mulig å skille ut hybrider ved hjelp av genetiske markører, er hybrider rapportert fra flere elver med naturlige bestander, men som regel med en frekvens på under 1 % blant voksen laks (Solomon

& Child 1978, Crozier 1984, Hindar & Balstad 1994). Janson et al. (1991) fant en frekvens på 13 % hybrider i Grønån i Sverige og betraktet det som en høy andel i en naturlig bestand.

Det er mange uløste spørsmål relatert til forekomsten av hybrider i Driva. Vi vet lite om hvordan habitatutnyttelsen og konkurranseforholdene til laks og ørret er under oppveksten. En nærmere analyse vil vise i hvor stor grad hybridene er infisert av *G. salaris*, men de kan sannsynligvis bidra til å spre parasitten. Vi vet imidlertid lite om sjøoverlevelsen til hybridene. Johnsen et al (2005) fant ikke hybrider i materialet av voksen laks i Driva i 2004, noe som kan tyde på at sjøoverlevelsen er dårlig og/eller at de ikke finner tilbake til Driva. Vi vet også lite om hybridene er i stand til å få avkom i vassdraget, og om den høye frekvensen av hybrider skyldes oppdrettslaks, feilvandrerer eller om de er avkom av opprinnelig Drivalaks og Drivaørret. Innsamling og data fra både smolt og voksen fisk fra Driva de kommende år vil forhåpentligvis gi oss flere svar.

5 SAMMENDRAG

I forbindelse med nytt reglement for Driva kraftverk ble det vedtatt å utføre undersøkelser på bl.a. smoltutvandringen i Driva for å kartlegge mulige effekter av endringen i manøvreringen for fiskebestandene. I tillegg var det av interesse å få mer kunnskap om effekter av *G. salaris* og forekomst og atferd til hybrider mellom laks og ørret. LFI ved NTNU Vitenskapsmuseet og NINA har i fellesskap gjennomført en smoltundersøkelse i 2005.

Vi benyttet to smoltfeller ved Kiklingbrekk bru; en tradisjonell notfelle og et smolthjul som fanget levende smolt. Totalt ble det foretatt morfologisk artsbestemmelse av 1136 smolt i felt. Det var et betydelig antall hybrider i smoltmaterialet, og artsbestemmelsen viste seg å være krevende, særlig av smolt som ble fanget i notfella. Det ble derfor gjennomført genetiske analyser fortløpende for korrekt artsbestemmelse. De genetiske analysene ble videre brukt til å korrigere artsfordelingen av det totale materialet. Totalt besto det korrigerede smoltmaterialet (N=1136) av 44,8 % ørret, 32,5 % hybrider og 22,7 % laks.

Laksesmolt hadde to topper i utvandringa; 3. mai og 22.-24. mai. Smolt av hybrider mellom laks og ørret hadde en klar topp i fangst den 3. mai, og en mindre topp 22.-25. mai, mens ørretsmolten vandret i noe større antall over et lengre tidsrom enn laks/hybrider, og hadde tre topper i utvandring; 3. mai, 24.-28. mai og 10. juni. Alle fangststoppene skjedde i forbindelse med økning i vannføring. Kumulativ fangst over når 50 % av smolten hadde vandret viste at hybridene vandret tidligst, deretter kom laksesmolten, mens ørret vandret ut seinest i perioden.

Laksesmolten var yngst (gj.sn. 2,6 år), hybridene inntok en mellomstilling (gj.sn. 3,6 år), mens ørretsmolten var eldst (gj.sn. 4,0 år). Selv om det foruten toårs smolt var en del tre- og fire-årig laksesmolt i Driva, er det sannsynligvis en betydelig dødelighet på eldre laksunger, og et sterkt selektivt press mot en ung smoltalder. Gjennomsnittslengden på laksesmolten var 13,5 cm, hybridmolten 15,3 cm, mens ørretsmolten hadde en snittlengde på 18,0 cm.

Den høye andelen hybrider kan sannsynligvis bidra til spredning av *G. salaris*, men vi vet lite om sjøoverlevelse til hybridene og generell vandringsatferd, og kunnskapen er også dårlig med hensyn til hybridenes habitatutnyttelse og konkurransen med laks og ørret.

6 LITTERATUR

- Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Johansen, S.W., Haug, A. & Bongard, T. 1995. Fiskebiologiske referanseundersøkelser i Stjørdalsvassdraget. – Vitenskapsmuseet, Rapp. Zool. Ser. 1995-5: 1-86.
- Arnekleiv, J.V. & Koksvik, J. 2002. Endring av manøvreringsreglement for Driva kraftverk – mulige konsekvenser for fiskebiologiske forhold i Driva og Gjevilvatnet. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2002,3: 1-32.
- Arnekleiv, J.V. & Urke, H. 2002b. Grøa kraftverk, Sunndal kommune. Fiskeundersøkelser 1999-2001. Årsrapport 2001. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2002,2: 1-14.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. Og Urke, H.A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del I. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2000, 3: 1-91.
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Hvidsten, N.A. og Jensen, A.J. 1994. Virkninger av Bratsberg-reguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). – Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1994, 7: 1-56.
- Boeuf, G. 1993. Salmonid smolting: a pre-adaption to the oceanic environment. – s. 105-135 i Rankin, J.C. & Jensen, F.B. (eds.). *Fish Ecophysiology*. Chapman & Hall, London.
- Bruun, P. og Eide, O. 1999. Status for lakseførende vassdrag i Møre og Romsdal. – Fylkesmannen i Møre og Romsdal- Rapport nr. 2- 1999: 1-186.
- Crozier, W.W. 1984. Electroforetic identification and comparative examination of naturally occurring F1 hybrids between brown trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*S. Salar* L.) – *Comparative Biochemistry and Physiology* 78 B: 785-790.
- Eide, O. 1997. Undersøkelser vedr. lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal 1996. – Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Rapport nr. 1-1997.
- Forseth, T., Næsje, T., Jensen, A.J., Saksgård, L. & Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappingsventil i Alta kraftverk: betydning for laksebestanden. – NINA Oppdragsmelding 392: 1-26.
- Halleraker, J.H., Johnsen, B.O., Lund, R.A., Sundt, H., Forseth, T. & Harby, A. 2005. Vurdering av stranding av ungfisk i Surna ved utfall av Trollheim kraftverk i august 2005. – SINTEF Rapport TR A6220: 1-36.
- Hansen, L. P. and Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa; effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. – *Aquaculture* 82: 367-373.
- Heggberget, T.G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992. Smoltification in salmonids. – NINA Forskningsrapport 31: 1-42.
- Hembre, B., Arnekleiv, J.V. & L'Abbè-Lund, J.H. 2001. Effect of water discharge and temperature on the seaward migration of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, smolts. – *Ecol Freshw. Fish.* 10: 61-64.
- Hesthagen, T. & Garnås, E. 1986. Migration of Atlantic salmon smolts in river Orkla of central Norway in relation to management of a Hydroelectric station. – *North American Journal of Fisheries Management* 6: 376-378.
- Hindar, K. & Balstad, 1994. Salmonid Culture and Interspecific Hybridization. – *Conservation Biology* 8: 881-882.
- Hoar, W.S. 1988. The physiology of smolting salmonides. – s. 275-343 i ”Fish physiology” Hoar, W. S. and Randall, D. J. (eds). Academic Press, New York. XIB.
- Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, Central Norway. – *J. Fish Biol.* 27: 711-718.
- Hvidsten, N.A. 1990. Utvandring og produksjon av laks og auresmolt I Orkla 1979-1988. – NINA Oppdragsmelding 39: 1-26.

- Hvidsten, N.A. 1993. High Winter Discharge after Regulation Increases Production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) Smolts in the River Orkla, Norway. – s. 175-177 i Gibson, R.J. and Cutting, R.E. (eds.). Production of Juvenile Atlantic Salmon, *Salmo salar*, in Natural Waters. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 118.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Johnsen, B.O. og Jensås, J.G. 1995 b. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. – NINA Oppdragsmelding 389: 1-27.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke Ø. & Heggberget T. G. 1995 a. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. – Nordic J. Freshw. Res. 70: 38-48.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. – NINA Fagrapport 079: 1-96.
- Janson, H., Holmgren, I., Wedin, K. & Anderson, T. 1991. High frequency of natural hybrids between Atlantic salmon, *Salmo salar* L, and brown trout, *S. Trutta* L., in a Swedish river. – J. Fish Biol. 39: 343-248.
- Jensen, A. & Johnsen, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic Salmon (*Salmo salar*) and Brown Trout (*Salmo trutta*). – Functional Ecology 13: 778-785.
- Jensen, J. W. 1986. Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of mesh sizes for some freshwater fish. – J. Fish Biol. 28: 637-646.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. – NINA Oppdragsmelding 617: 1-129.
- Johnsen, B.O., Hindar, K., Balstad, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Syversveen, M. & Østborg, G. 2004. Laks og *Gyrodactylus* i Driva - status 2004 (foreløpig rapport). – NINA Minirapport 78: 1-14.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2002. Temperastur og vannføring påvirker vandringen hos laksefisk i vassdrag. – Naturen nr. 1-2002: 31-35.
- Jonsson, N. 1991. Influence of Water Flow, Water Temperature and Light on Fish Migration in Rivers. – Nordic J. Freshw. Res. 66: 20-35.
- NOU 1983-44. Vilt og ferskvannsfisk og vassdragsvern. Utredning fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk i forbindelse med kartlegging av verneinteressene i de 10-års vernete vassdrag. 328 s.
- NOU 1999-9. 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. 297 s.
- Næsje, T.F., Finstad, B., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L., Aursand, m., Forseth, T., Heggberget, T.G. og Hvidsten, N.A. 1998. Fiskeribiologiske undersøkelser i Altaelva 1981-1998. – Statkraft Engineering. Alta-rapport nr. 9: 1- 159.
- Pendas, A.M., Moran, P., Martinez, J.L. & Garcia-Vasquez, E. 1995. Applications of 5SrDNA in Atlantic salmon, brown trout, and in Atlantic salmon x brown trout hybrid identification. – Molecular Ecology 4 (2): 275-276.
- Saltveit, S.J., Bremnes, T. & Lindås, O.R. 1995. Effect of sudden increase in discharge in a large river on newly emerged Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) fry. – Ecology of Freshwater Fish 4: 168-174.
- Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. and Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. – Regul. Rivers: Res. Mgmt. 17: 609-622.
- Solem, Ø. 2002. Rapport fra overvåkingsfiske i Driva Oppdal. – Oppdal Jæger- & Fiskarlag, Rapport 14 s.

- Solomon, D.J. & Child, A.R. 1978. Identification of juvenile natural hybrids between Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) – J. Fish Biol. 12: 499-501.
- Strand, R., Fleming, I.A. & Johnsen, B.O. 2000. Utsettinger av laksefisk. Arbeidsmøte Kongsvoll 2000. – NINA Fagrapport 045: 1-49.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer i ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. – Utredning for DN nr. 1995-7: 1-107.
- TrønderEnergi 2002. Vassføring i Driva ved Elverhøy bru. Notat.
- Vik, R. & Korsen, I. 1984. Drivareguleringen. Innvirkning på lakse- og sjørrettfisket i Driva. – Rapport til overskjønnet, 49 s.
- 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. (6): 1-14.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. – J. Wild. Man. 22 (1): 82-90.

ISBN 978-82-7126-745-0
ISSN 1504-503X