



Utredning 2006-4

Reetablering av laks på Sørlandet

Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005



Miljøsamarbeid



Naturområder
og arealbruk



Dyr og planter



Friluftsliv

Reetablering av laks på Sørlandet

Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005

Utredning 2006-4

Utgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Dato:

Mai 2006

Antall sider:

82

Emneord:

Laks
Genetikk
Forsuring
Kalking
Aluminium
Ferskvann
Regulering

Keywords:

Atlantic salmon
Genetics
Acidification
Liming
Aluminium
Freshwater
Flows

Bestilling:

Direktoratet for naturforvaltning,
7485 Trondheim
Telefon: 73 58 05 00
Telefaks: 73 58 05 01
www.dirnat.no/publikasjoner

TE 1183

Refereres som:

Hesthagen, Trygve, redaktør. 2006.
Reetablering av laks på Sørlandet.
Årsrapport fra reetableringsprosjektet
2005. DN-utredning 2006-4.

Foto forside: Ørnulf Haraldstad

Bilde av Haugefossen i Mandalselva

Ekstrakt:

Mandalselva har fortsatt et godt laksefiske, med et utbytte på 10 858 kg i 2005. I Tovdalselva ble det tatt 1 149 kg, som tyder på en positiv utvikling idet utbyttet i 2004 bare var på 479 kg. Hovedtyngden av laksen i begge elvene er nå naturlig rekruttert, med en andel villfisk på henholdsvis 93 og 97 %. I Tovdalselva ble rognplantingen videreført i 2005, med utlegging av 207 000 individ av Storelvastammen på strekningen Teinefossen - Herefossfjorden. Totalt er det nå lagt ut over 1,5 millioner rogn i Tovdalselva. Rogna er fargemerket, og gjenfangster av smolt våren 2004 og 2005 viste at henholdsvis 81 og 80 % stammet fra utlagt rogn to år tidligere. I Mandalsvassdraget ble det lagt ut øyerogn av Bjerkreimstammen i Lågåna og Kosåna (ovenfor anadrom strekning), med henholdsvis 64 000 og 194 000 individ i 2005. Gjennomsnittlig overlevelse fra rogn ble lagt ut og fram til yngelen forlot grusen var 87 % i Tovdalselva, 83 % i Kosåna og 52 % i Lågåna. I Mandalselva ble sammenlignede studier av overlevelse og vekst hos énsomrige laksunger av Bjerkreim- og Mandalsstammen videreført i 2005, med utsetting av 27 417 individ. Det er hittil ikke påvist systematiske forskjeller i vekst og overlevelse mellom de to stammene, basert på data fra 2004 og 2005. Våren 2005 ble det fanget smolt med feller i Mandalselva, Tovdalselva, Otra, Nidelva og Storelva. Fangstene tyder på at smoltproduksjonen er svært lav i Nidelva (n=10), middels høy i Tovdalselva (n=98) og Otra (n=134), og relativt høy i Storelva (n=606) og Mandalselva (n=447 ved Hesså og n=716 ved Møll). I alle elvene skjedde utvandringen i hovedsak mellom 10. - 25. mai. Mengden aluminium på gjellene hos smolt i de enkelte elvene våren 2005 var blant de laveste som er målt etter kalking, og tyder på en bedret vannkvalitet. De målte verdiene tilsier små effekter på laksens sjøoverlevelsen etter utvandring.

Abstract:

This report gives a summary of the effects and strategies for re-establishing Atlantic salmon in two limed rivers in southernmost Norway, mainly for the rivers Tovdalselva and Mandalselva. The liming in these two rivers started in 1996 and 1997, respectively. The salmon stocks in both rivers were virtually extinct by the end of the 1960s. In Mandalselva, salmon catches amounts to 10 858 kg in 2005, which is the highest catch after liming. In Tovdalselva, the annual catches of salmon have been much lower so far, reaching 1 149 kg in 2005. The proportion of natural produced salmon in Tovdalselva and Mandalselva have increased highly in recent years, reaching 93 and 97 % among adults in 2005, respectively. The upper part of Tovdalselva have been stocked with eyed eggs in the river bed during the years between 2000 and 2005 (n=1 553 000), based on brood stock from neighbouring River Storelva. The eyed eggs were coloured-marked, and recaptures of smolts in 2004 and 2005 showed that about 80 % were stocked as eyed eggs. During the period between 2003 and 2005, two tributary streams to Mandalselva, Lågåna and Kosåna, were also stocked with eyed eggs (n=689 000), based on brook stock from the nearby river Bjerkreimselva. The survival of eyed eggs was good in River Tovdalselva (87%) and Kosåna (83%), but less so in Lågåna (52%). Mandalselva have also been stocked with about 1.6 million one-summer-old salmon (age 0+) after liming (1997-2003), based on brood stock from Bjerkreimselva. In 2004 and 2005, a comparative study using brood stocks from Mandalselva and Bjerkreimselva was carried out by stocking a total of 118 417 individuals of age 0+. So far no systematic differences in growth and survival between these two strains have been found. In the spring of 2005 smolts were sampled with traps in five rivers, indicating these levels of production: very low in Nidelva (n=10), small in Tovdalselva (n=98) and Otra (n=134) and relatively high in Storelva (n=606) and Mandalselva (n=447 at Hesså and n=707 at Møll). Smolt health based on gill aluminum concentration indicated good conditions in the spring of 2005, and an improvement compared with previous years.

Forord

Agderfylkene hadde opprinnelig sju større lakseførende vassdrag. Men i løpet av første halvdel av 1900-tallet ble alle disse laksebestandene sterkt redusert pga sur nedbør, og de siste individene regner en med forsvant rundt 1970. Sur nedbør har totalt utryddet laksestammene i minst 18 vassdrag i Sør-Norge, mens 12 stammer regnes som utryddingstruet på grunn av forsuring. I 1996 og 1997 ble det satt igang kalking på lakseførende strekning av henholdsvis Tovdals- og Mandalsvassdraget. Dette var to av de betydeligste laksevassdragene på Sørlandet før forsuringen startet. Målsettingen med kalkingsprosjektene i de to elvene var å skape en god nok vannkvalitet til at sjølreproduserende laksebestander kunne reetableres. I 1997 opprettet Direktoratet for naturforvaltning (DN) ”Reetableringsprosjektet”, med et styre som ledes i samarbeid med fylkesmennene i Vest-Agder og Aust-Agder. Flerbruksplan for Mandalsvassdraget/Agder Energi Produksjon og forskningsinstitusjonene Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk institutt for vannforskning

(NIVA) er også representert i styret. Prosjektet er finansiert av DN, med betydelige bidrag fra Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Reetableringsprosjektet er organisert i en kultiveringsdel og en forskningsdel. Kultiveringsgruppen ledes av Fylkesmannen i Vest-Agder, med deltakere fra DN, berørte kommuner og lokale lag og foreninger. Forskningsgruppen koordineres av NINA, med deltakelse fra DN, fylkesmennene og de engasjerte forskningsinstitusjonene. Målsettingen med prosjektet er å gjennomføre en genetisk og veterinærmessig forsvarlig fiskekultivering av vassdragene, samt sikre en vitenskapelig basert kunnskapsoppfølging gjennom ulike FoU-aktiviteter. Denne rapporten gir en oppsummering av resultatene fra Reetableringsprosjektet for 2005.

Trondheim, mai 2006

Yngve Svarte
Direktør Artsforvaltningsavdelingen

INNHold

	Side
1 Innledning	7
1.1 Litteratur.....	8
2 Beskrivelse av vassdragene	9
3 Genetiske undersøkelser	10
3.1 Genetisk identifikasjon av laks til Bjerkreims- og Mandalsstamme	10
3.1.1 Bakgrunn	10
3.1.2 Metode.....	10
3.1.3 Referansebestander	10
3.1.4 Resultater og diskusjon	11
3.1.5 Litteratur	12
4 Utlegging av øyerogn som kultiveringsstrategi for reetablering av laks.....	13
4.1 Rognplanting i Tovdalselva og i Mandalsvassdraget i 2005	13
4.1.1 Bakgrunn og hensikt.....	13
4.1.2 Metoder	13
4.1.3 Resultater og diskusjon	14
4.1.4 Samlet vurdering	20
4.1.5 Litteratur	21
5 Utsetting av laks som kultiveringsstrategi for reetablering av laks.....	22
5.1 Utsetting av ensomrige laksunger av Bjerkreims- og Mandalsstammen i Mandalselva. Årsrapport 2005.....	22
5.1.1 Innledning.....	22
5.1.2 Materiale og metoder.....	22
5.1.3 Resultater	26
5.1.4 Diskusjon	33
5.1.5 Foreløpig konklusjon	36
5.1.6 Litteratur	36
6 Smoltundersøkelser	38
6.1 Undersøkelse av smoltutgangen i Tovdalselva, Otra, Nidelva og Storelva i 2005	38
6.1.1 Bakgrunn og hensikt.....	38
6.1.2 Metoder	38
6.1.3 Resultater og diskusjon	39
6.1.4 Samlet vurdering av smoltfangstene	49
6.1.5 Litteratur	50
6.2 Smoltutvandring i Mandalselva, 2001-2005	50
6.2.1 Innledning.....	51
6.2.2 Metode og materiale.....	51
6.2.3 Resultater	52
6.2.4 Litteratur	58

6.3 Smoltkvalitet i Mandalselva, Otra, Tovdalselva og Nidelva våren 2005.....	59
6.3.1 Innledning.....	59
6.3.2 Metode og evalueringskriterier	59
6.3.3 Resultat og diskusjon	60
6.3.4 Konklusjon	64
6.3.5 Litteratur	65
7 Bestandene av voksen laks og sjøaure	66
7.1 Overvåking av bestandene av voksen laks i Mandalselva og Tovdalselva i 2005	66
7.1.1 Innledning.....	66
7.1.2 Materiale og metoder.....	66
7.1.3 Resultater	67
7.1.4 Diskusjon	75
7.1.5 Konklusjon	80
7.1.6 Litteratur	81

1 Innledning

Forsuringen har påført laksebestandene i Sør-Norge store skader, med minst 18 tapte bestander. Laksen i elvene på Sørlandet ble først skadet, og ut fra utviklingen i fangststatistikken skjedde trolig dette allerede på slutten av 1800-tallet. Det var nemlig en klar nedgang i laksefangstene i denne landsdelen før århundreskiftet. Reduksjonene i disse laksebestandene fortsatte også etter 1900, og på 1920-tallet var utbyttet lite sammenliknet med med nivået noen tiår tidligere. Tidlig på 1900-tallet var det også omfattende fiskedød i flere elver på Sørlandet og sørvestlandet. Allerede på slutten av 1920-tallet ble nedgangen i disse laksebestandene koblet til surt vatn. Det samme gjaldt den omfattende dødeligheten på rogn og yngel i mange klekkerier, men dette ble nå i stor grad forhindret ved innstallering av kalkingsfiltre. På 1930-tallet ble det også foreslått å kalke Mandalselva, der laksestammen nå var sterkt redusert. Men kalking av sure lakselver på Sørlandet ble ikke satt igang før over 50 år seinere, med Audna i Vest-Agder i 1985. Ytterligere to lakselver ble kalket på 1980-talet, nemlig Vikedalselva og Soknedalselva i Rogaland. I dag blir 22 av våre lakseførende vassdrag fullkalket. Tovdals- og Mandalsvassdraget ble fullkalket i henholdsvis 1996 og 1997. Samtidig opprettet Direktoratet for naturforvaltning (DN) et forskningsprosjekt med fokus på kalking og reetablering av laks i de to elvene, som blir kalt ”Reetableringsprosjektet”. Målsettingen med prosjektet var å gjennomføre en faglig forsvarlig fiskekultivering i disse to vassdragene, samt sikre en vitenskapelig basert kunnskapsoppfølging og forvaltning.

I både Mandalselva og Tovdalselva ble det etablert sjølreproduserende laksestammer allerede året etter kalkingsstart. I 2003 ble det gitt en oppsummering av resultatene fra prosjektet så langt (Haraldstad & Hesthagen, red. 2003). Rapporten beskriver kalkings- og

kultiveringstiltakene i prosjektperioden, og viser status for reetableringen av laks i de to vassdragene. Kultiveringstiltakene omfatter både utlegging av øyerogn og utsetting av ungfisk (0+) og smolt. Rapporten gir også en dokumentasjon av vannkvalitet før og etter kalking, fiskens helsetilstand, genetisk karakterisering, utviklingen i tettheten av ungfisk, andelen villfisk i fansgtene og fangstutbyttet av voksen fisk ved sportsfiske før og etter kalking. Utviklingen i laksebestandene i de to elvene har vært forskjellig. I Mandalselva økte laksebestanden raskt etter kalking, både mht tetthet av ungfisk og gytebestand. I 2001 ble det rapportert inn et oppfisket kvantum på over 10 tonn. I samme periode var tettheten av laksunger i Tovdalselva fortsatt relativt lav, og fangstene av voksen fisk knapt et halv tonn.

Den omfattende reguleringen av Mandalsvassdraget er en annen utfordring ved reetablering av laks i elva. Laudal kraftverk, som er den nederste og nyeste kraftverket, fikk konsesjon i 1975. Reguleringen medførte blant annet at vatnet på lakseførende strekning blir tatt inn i en tunnel ved utløpet av Mannflåvann, med svært lav vannføring på ei 5 km lang strekning nedstrøms innsjøene som resultat. Tilstanden i vassdraget på 1970-tallet, med sterk forsuring og en utryddet laksestamme var viktige årsaker til fastsettelsen av den svært lave minstevassføringen. NVE har nå satt i gang en prosess med tanke på en revisjon av manøvringsreglementet, mens DN og Agder Energi Produksjon er i dialog for å vurdere forsknings- og FoU-aktiviteter opp mot konsesjonsforpliktelsene. Tovdalsvassdraget er i mindre grad påvirket av vassdragsreguleringer på lakseførende strekning. Imidlertid har Uldalsgreina flere magasiner og er betydelig regulert.

Denne rapporten gir en oppsummering av resultatene fra Reetableringsprosjektet for 2005, med data også fra tidligere år. Dette omfatter studier av genetisk opphav, forsterkningstiltak (rognplanting og utsetting

av laksunger), smolt (utvandring og helsestatus) og voksen fisk (opphev og mengde oppfisket). Det er tidligere publisert seks rapporter som presenterer resultatene fra Reetableringsprosjektet (se Litteraturliste).

1.1 Litteratur

Johnsen, B.O. red., 1999.

Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998. – DN-utredning 1999-7.

Hesthagen, T. red., 2001a. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 1999. – DN-utredning 2001-5.

Hesthagen, T. red., 2001b. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2000. – DN-utredning 2001-6.

Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. red., 2003. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. -Reetableringsprosjektet 1997-2002. – DN-utredning 2003-5.

Hesthagen, T. red., 2005a. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2001-2003. – DN-utredning 2005-9.

Hesthagen, T. red., 2005b. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. – DN-utredning 2005-10.

2 Beskrivelse av vassdragene

Mandalsvassdraget ligger i Vest-Agder og Aust-Agder fylker. Nedbørfeltet er på 1.800 km², med ei gjennomsnittlig vassføring ved utløpet på 89 m³/sek. Anadrom fisk kan vandre opp til Kavfossen i Bjelland, ei strekning på 48 km. Kalkingen startet i Logåna i 1982, og på 1980/1990-tallet ble flere innsjøer kalket. På midten av 1990-tallet ble det satt opp 4 kalkdoseringsanlegg i sidelvene Høyeåna, Hesså og Kosåna. Våren 1997 ble det satt igang kalking av hovedvassdraget, med anlegg på Smeland, Håverstad og Bjelland. Det vannkjemiske målet for kalkingsvirksomheten i Mandalsvassdraget er satt til pH 6,0 fra 1. juni til 28. februar og til pH 6,2 fra 1. mars til 31. mai.

Mandalsvassdraget er sterkt berørt av vassdragsreguleringer. Det først kraftverket, Skjerka kraftverk i Åseral, stod ferdig allerede i 1932. Seinere er det bygt ytterligere tre kraftverk ovenfor lakseførende strekning: Håverstad i 1955, Logna i 1961 og Smeland i 1985. På lakseførende strekning er det bygt to kraftverk: Bjelland i 1975 og Laudal i 1981. Total reguleringsgrad for vassdraget er 14%. To elvestrekninger har redusert vassføring som følge av reguleringene: elva mellom Kavfossen og utløpet av Bjelland kraftverk, og elva mellom dam Mannflå og Laudal. Minstevassføringen om vinteren på de to strekningene er henholdsvis 1,0 og 1,5 m³/sek. Strekningen Laudal-Mannflå på 5 km har tre fisketrapper og flere løsmasseterskler, noe som vanskeliggjør oppgangen for laks.

Tovdalsvassdraget ligger hovedsakelig i Aust-Agder, med deler i Vest-Agder og en liten del i Telemark. I øvre deler består Tovdalsvassdraget av to hovedgreiner; Tovdalsgreina i øst og Uldalsgreina i vest. Nedbørfeltet er på 1.885 km², med ei gjennomsnittlig vassføring ved utløpet på 65 m³/sek. Uldalsgreina er regulert med Hanefoss kraftverk, mens Boenfossen ved utløpet er regulert til kraftproduksjon for Boen Bruk. Tovdalselva har ei lakseførende strekning på 45,5 km, til Herefossfjordens øvre del. Kalkingen av vassdraget kom igang i stor skala i oktober 1996. I tillegg til fem hoveddoserere (Bås, Skjeggedalsåna, Vatnedalsåna, Hovlandsåna [flyttet fra Klepslandsåna i 2003] og Herefossfjorden-utløp) og dosereren i Kateåsåna, kalkes innsjøene Ogge og Høvringsvatn samt flere mindre innsjøer. Det vannkjemiske målet for kalkingsvirksomheten i Tovdalsvassdraget er satt til pH 6,0 fra 1. juni til 14. februar og til pH 6,2 fra 15. februar til 31. mai.

3 Genetiske undersøkelser

3.1 Genetisk identifikasjon av laks til Bjerkreims- og Mandalsstamme

Kjetil Hindar og Torveig Balstad
Norsk institutt for natuforskning

3.1.1 Bakgrunn

Lakseelvene på Sørlandet blir nå rekolonisert etter at forsuring utryddet de lokale bestandene på 1950-1970-tallet. I Mandalselva ble det funnet naturlig rekrutterte laksunger sommeren 1997, og vi må regne med at det har vært naturlig reproduksjon i elva hvert år siden da. Parallelt startet et stamfiske etter vill laks i elva, som ga opphav til forsøksutsettinger og forsterkingstiltak i vassdraget. Fra 2003 startet sammenliknende forsøk der laks fra en nærliggende naturlig laksestamme i Bjerkreimselva, som ikke var utryddet av forsuring, testes i forhold til den nykoloniserte Mandalsstammen med hensyn til 'suksess' (overlevelse, vekst) i Mandalselva.

Her bruker vi en genetisk metode til å teste hvorvidt umerket parr og smolt som er fanget i Mandalselva i 2004-2005, har sitt opphav i Mandalsstammen eller Bjerkreimsstammen.

3.1.2 Metode

Etter hvert som nye genetiske metoder er utviklet, først og fremst analyse av flere høyt variable loci ("gener"), er det også utviklet ulike statistiske metoder for å klassifisere enkelt-individer til populasjon. En gruppe av slike loci som er forholdsvis enkle å analysere, er såkalte mikrosatellitter. Disse er korte, repeterte sekvenser av ikke-kodende DNA, som kan oppformeres enzymatisk fra DNA isolert fra små mengder ferskt vev (finneklipp) eller også delvis nedbrutt materiale (som tørkede skjell).

For ethvert individ, som er karakterisert ved sin genotype i mange gener/loci ("multi-locus-genotype"), kan vi finne den bestanden som individet med størst sannsynlighet tilhører, ut fra kunnskap om allelfrekvensene i de samme genene i et sett av mulige bestander (referanse-bestander). Slike tester har størst teststyrke dersom det kan antas genetisk likevekt innenfor hver bestand, og dersom bestandene er genetisk forskjellige (jf. Cornuet m.fl. 1999, og dataprogrammet GeneClass).

Tre ulike typer tester kan utføres med denne metodikken:

1. **Selv-klassifisering:** Denne analysen tar utgangspunkt i referansebestandene og plukker ut ett og ett individ fra disse, for deretter å teste i hvilken grad de klassifiseres rett (dvs tilbake til sin egen bestand). Denne analysen sier derfor noe om teststyrken i forhold til å teste et ukjent materiale.
2. **Klassifisering av tilhørighet ('assignment') til referansebestand:** Ett og ett individ fra et ukjent materiale testes mot ulike referansebestander for å finne den mest sannsynlige tilhørigheten. Vanligst er det å bruke en 'likelihood-test', som går ut på å beregne sannsynligheten for å finne individets multilocus-genotype ut fra allelfrekvensene i en referansepopulasjon. Denne sannsynligheten vil naturlig nok være lav for alle multilocus-genotyper i gener med mange genvarianter (alleler), men den kan kvantifiseres og sammenliknes mellom ulike referansepopulasjoner som mulig opphav. Den referansebestanden som individet har høyest 'likelihood' for å tilhøre, velges som den rette (uansett om den riktige bestanden er representert).

3.1.3 Referansebestander

Som referanse for disse to stammene, har vi brukt hhv parr fanget i Mandalselva i 1997

(avkom av den første vellykkete reproduksjonen der på mange år) og stamfisk av Bjerkreimsstammen på Ims, strøket høsten 2003. I alt undersøkte vi 24 individer fra Mandalselva 1997 og 60 stamfisk fra Bjerkreimsstammen 2003. De sistnevnte kan være direkte foreldre til 0+ parr i 2004 og 1+ laksunger/smolt i 2005.

Kontroll av metoden

Som en kontroll på metoden, analyserte vi et materiale av 1+ parr fanget i Kosåna i 2005, på lokaliteter der det kun skal være utsatte laksunger av Bjerkreimsstamme. 30 individer ble analysert genetisk.

Materiale til klassifisering

Vi analyserte et materiale av 0+ og 1+ parr fanget på hele den lakseførende strekningen under elektrofisket på ettersommeren 2004. Vi la vekt på å analysere fisk som med høy sannsynlighet tilhørte én av aldersgruppene, ifølge lengdefordelinger i elva (Bjørn Mejdell Larsen, pers. medd.). Tvilstilfeller ble sjekket ved aldersbestemming. 73 individer ble analysert genetisk.

Et utvalg av smolten som ble fanget i smoltskruer i Mandalselva i 2005 ble også analysert genetisk. I alt undersøkte vi 66 laksesmolt fanget i nedre del av Mandalselva, og 45 laksesmolt fra Hesså. I tillegg fant vi 2 hybrider og noen få ørreter i materialet.

Mesteparten av smoltmaterialet var aldersbestemt fisk, slik at tilhørighet også kunne vurderes i forhold til smoltalder. Smolten ble også delt inn i ulike utvandningsperioder, etter hvilken dato de ble fanget.

Genetisk analyse

Vi isolerte DNA fra skjell/vev med en chelex-basert metode, og oppformerte enzymatisk 8 mikrosatellitter som ble genotypebestemt i en automatisk DNA-sekvenseringsmaskin. Mikrosatellittene velges ut fra et sett som vi brukte i et EU-prosjekt sammen med andre europeiske forskningsinstitutter.

Fem av mikrosatellittene ble karakterisert både i referansebestandene, og i testmaterialet. Disse var Ssa289, Ssa14, Ssa171, Ssa197 og Ssa408.

3.1.4 Resultater og diskusjon

Selv-klassifisering i referansebestandene

Basert på en direkte klassifisering av hvert individ tilhørende de to referansebestandene, fant vi at 78 av 84 individer ble korrekt klassifisert til sin bestand. Denne andelen (93%) kunne antakelig vært enda høyere dersom vi hadde brukt flere gener i analysen.

De fleste fiskene (5 av 6) som ikke ble korrekt klassifisert, var fisk fanget i Mandalselva i 1997 som ble feilklassifisert til Bjerkreimsstamme. Det er sannsynlig at dette skyldes at "Mandalsstammen" i 1997 var en mer heterogen samling fisk enn den fisken som nå gyter i elva (hvor en stor andel sannsynligvis er klekket i Mandalselva).

Det er mulig at denne skjevheten i "sikkerhet" også vil medføre at andelen fisk som tilhører Mandalsstammen, vil bli underestimert.

Kontroll i Kosåna 2005

Ovenfor naturlig lakseførende strekning i Kosåna settes det kun ut fisk av Bjerkreimsstamme. Av 30 individer som ble tvunget til å tilhøre enten Mandalsstammen 1997 eller Bjerkreimsstamme 2003, ble 29 individer korrekt klassifisert til Bjerkreimsstamme. Dette antyder at metoden vår er god til å kjenne igjen fisk av Bjerkreimsstamme.

Parr i Mandalselva 2004

Av 73 parr fanget som 0+ eller 1+ i Mandalselva sommeren 2004, ble 41 (56%) klassifisert som tilhørende Bjerkreimsstammen og 32 som tilhørende Mandalsstammen. Andelen klassifisert som Bjerkreimsstamme, var ganske lik i de to aldersgruppene. Det var en tendens til at

øvre deler av fangstområdet, hadde en lavere andel av fisk av Bjerkreimsstamme (43%) enn midtre (63%) og nedre (67%) deler. Dette er noe underlig, siden vi forventet at øvre deler ville være mest påvirket av utsettingene av Bjerkreimsstamme.

Smolt i Mandalselva 2005

Tilhørigheten til smolt ble testet både i forhold til hvor de var fanget, tidspunkt for utvandring og smoltalder.

Blant 45 smolt fanget i smoltfella på Hesså (midtre del av elva), ble 27 individer (60%) klassifisert som tilhørende Bjerkreimsstammen. Dette var en høyere andel enn for smolten fanget i smoltfella i Nedre Mandalselva, der 32 (48%) av 66 individer ble klassifisert som tilhørende Bjerkreimsstammen.

Dersom vi slår sammen materialet fra de to smoltfellene, og i stedet grupperer materialet som tilhørende *tidlig utvandring* (slutten av april til og med første uke av mai), *midtre utvandring* (mai) og *sen utvandring* (slutten av mai til begynnelsen av juni), fant vi at det var en tendens til at fisk klassifisert som Mandalselvas stamme vandret ut tidlig. Tidlig i sesongen var andelen fisk klassifisert som Bjerkreimsstamme 44%, mens den var 62% midt i sesongen og 52% sent i utvandringssesongen.

2-årig smolt ble i stor grad klassifisert som Bjerkreimsstamme (63%), mens det var et jevnt forhold (50%) blant den 3-årige smolten. Siden det ikke skal kunne forekomme 3-årig smolt av Bjerkreimsstamme I materialet, viser dette at andelen av fisk av Bjerkreimsstamme er sterkt overestimert.

Feilklassifisering og videre arbeid

En god del fisk er feilaktig klassifisert til Bjerkreimsstamme i dette materialet. I etterpåklokskapens lys hadde det vært bedre om Mandalselvas referansebestand hadde vært mer direkte knyttet til de som ga opphav til fisken i 2004-05. Dette kan gjøres ved å analysere voksten fisk fra elva, tatt i 2002-03. Vi mener det også er riktig å øke antall loci/gener som analyseres for hvert individ.

3.1.5 Litteratur

- Cornuet, J.-M., Piry, S., Luikart, G., Estoup, A. & Solignac, M. 1999. New methods employing multilocus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics* 153: 1989-2000.
- GeneClass: A program for assignation and exclusion using molecular markers (<http://www.ensam.inra.fr/CBGP>)

4 Utlegging av øyerogn som kultiveringsstrategi for reetablering av laks

4.1 Rognplanting i Tovdalselva og i Mandalsvassdraget i 2005

Forfattere: Bjørn T. Barlaup¹, Helge Skoglund¹, Sven-Erik Gabrielsen¹, Tore Wiers¹ og Vidar Moen²

Medarbeidere: Jim Guttrup³, Kai Severinsen⁴ og Kristian Hestvåg⁵

¹Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI)-UNIFOB, Thormøhlensgt 49, 5006 Bergen.

²VESO Trondheim, Tungasletta 2, 7485 Trondheim. ³Tvedestrand kommune, 4900 Tvedestrand. ⁴Topdalsveien 317, 4658 Tveit. ⁵Finså klekkeri AS, 4534 Marnardal.

Sammendrag

I regi av Reetableringsprosjektet ble det våren 2005 lagt ut 207 000 øyerogn av Storelvastammen i Tovdalselva og 258 000 øyerogn fra Bjerkreimstammen i Kosåna og Lågåna, som er to sidevassdrag til Mandalselva. I begge vassdragene ble mesteparten av rognen lagt ut i kasser med grus der hver kasse hadde fire eggklommer á 500 rogn, mens en mindre del av rognen ble lagt ut i Vibertbokser á 1000 rogn. Gjennomsnittlig overlevelse fra utlegging og frem til yngelen forlater grusen var 86,6 % i Tovdalselva, og yngelen ble beregnet å komme opp av grusen og starte første næringsopptak i løpet av siste halvdel i mai da temperaturen i elva hadde nådd om lag 11 °C. Overlevelsen i Kosåna og Lågåna i Mandalsvassdraget var henholdsvis 82,9 % og 52,4 %. Den lave overlevelsen i Lågåna skyldes trolig dårlig vannkjemi etter en sjøsaltepisode i januar, og viser at rognen er sårbar for episoder med surt vann. Yngelen ble beregnet å komme opp av grusen om lag 11. mai i Kosåna og rundt 22. mai i Lågåna, da vanntemperaturen i de to sidevassdragene

var henholdsvis om lag 11,0°C og 7,9°C. Samlet tilsier erfaringene fra Tovdalselva og Mandalsvassdraget at metodene benyttet for rognplanting fungerer etter hensikten. Rognplantingen har derfor med stor sannsynlighet bidratt betydelig til ungfiskbestanden av laks i de to vassdragene.

4.1.1 Bakgrunn og hensikt

Etter forslag fra FoU-gruppa for Reetableringsprosjektet ble det høsten 1999 foreslått å undersøke mulighetene for å legge ut øyerogn som en alternativ kultiveringsstrategi i forbindelse med reetableringen av laks i Tovdalsvassdraget. En FoU-gruppe med deltagere fra LFI-Bergen/NIVA/ NINA/VESO-Trondheim vurderte spørsmålet og anbefalte metoden. På denne bakgrunn har det fra våren 2000 årlig blitt utført forsøk med utlegging av øyerogn i Tovdalselva. Fra våren 2003 har det også blitt utført rognplanting i Lågåna og Kosåna, som er to sidevassdrag til Mandalsvassdraget. Resultatene fra rognplantingen fra Tovdalselva tidligere år er rapportert i Barlaup m.fl. (2003, 2005, 2005), og fra Mandalselva i Barlaup m.fl. (2005). Hensikten med forsøkene har vært å prøve ut ulike metoder (Barlaup & Moen 2001) for å gi anbefalinger om videre bruk av rognplanting for reetablering av laks i Tovdalselva. Her presenteres hovedresultatene fra begge prosjektene i 2005.

4.1.2 Metoder

Stamfisk og rogn

Til utsetting av øyerogn i Tovdalselva ble det brukt lakserogn fra Storelvastammen i Vegårs-vassdraget (Storelva i Holt). Stamfisken produseres på fiskeanlegget på Finså i Marnadal. I Lågåna og Kosåna i Mandalsvassdraget har det vært brukt lakserogn fra Bjerkreimstammen (Bjerkreimselva i Rogaland). Rognen var produsert på fiskeanlegget på Ims.

Etter befruktning ble rognen desinfisert med buffodin, og lagt inn i klekkesylindere for svelling. Død rogn ble plukket ut jevnlig

etter innlegging og fram til øyerognstadiet. Antallsberegning ble foretatt ved hjelp av tellerene og Brofeldts skala. Temperaturen i klekkeriet ble logget med en minilogger med et intervall på 2 timer.

Før utlegging ble all rogn kjemisk merket av Veterinærmedisinsk oppdragscenter (VESO). Merket avsettes i øresteinen (otolitten) og gjør det senere mulig å identifisere fisk som stammer fra rognplantingen.

Utlegging av rogn

Rogna ble som i de foregående årene (se Barlaup m.fl. 2003) lagt ut på øyerognstadiet i perforerte plastkasser som på forhånd var fylt med grus og plassert på egnede plasser i elva. I hver kasse ble det lagt ut om lag 2000 rogn, fordelt på fire eggglomerer. I tillegg ble noe av rogn lagt i såkalte Vibertbokser (fult navn er Whitlock-Vibert bokser), som er plastikkbokser (15 cm × 9 cm × 6 cm) hvor rogn legges i sammen med litt grus (Whitlock 1978). I hver av disse Vibertboksene ble det lagt ut enten 500 eller 1000 øyerogn, som så graves ned i gruskasser eller direkte i elvegrusen.

Evaluering av tilslag

Overlevelse frem til yngelen kommer opp av grusen ble målt ved å telle antall

gjenværende døde rognkorn og plommeseckkyngel i et utvalg av kassene og Vibertboksene. Dette ble gjort i juni 2005, etter at all yngelen hadde kommet opp av grusen.

Tidspunktet for når yngelen fra de ulike gruppene startet første næringsopptak ble beregnet ved å bruke stryketidspunkt for den enkelte gruppe, temperatur og ligning 1b fra Crisp (1981; 1988). Denne ligningen beregner utviklingshastigheten til egg og plommeseckkyngel ved ulike temperaturer og angir når en kan forvente at 50 % av yngelen har begynt første næringsopptak. Temperaturdata er basert på logging av vanntemperatur fra stryketidspunkt fram til forventet første næringsopptak på forsommeren.

4.1.3 Resultater og diskusjon

Tovdalselva

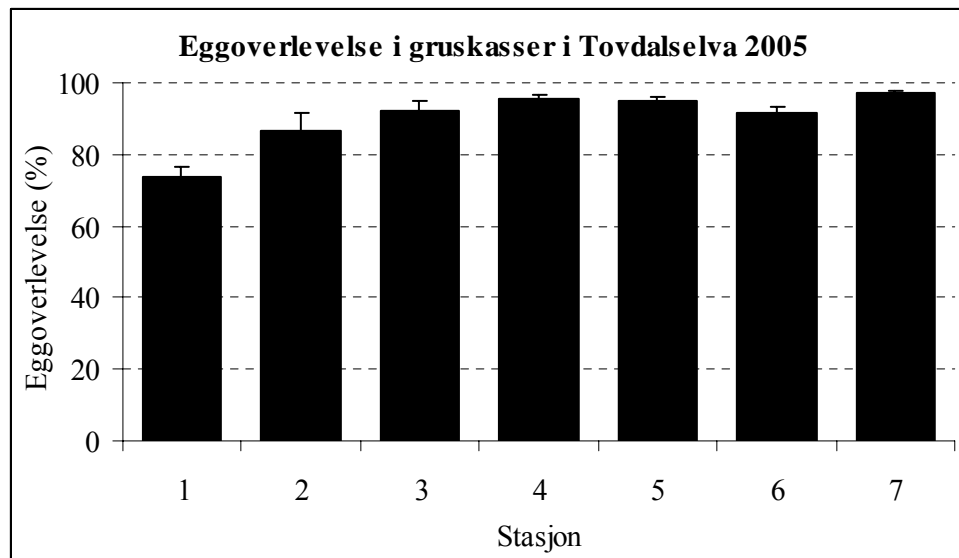
Stamfisken ble strøket i perioden 16. november – 16. desember 2004, og det ble lagt ut totalt 207 000 rogn i perioden 7. februar – 29. februar 2005 (**tabell 4.1**). Rogna ble lagt ut i 96 gruskasser og 16 Vibertbokser og fordelt på 8 lokaliteter på strekningen mellom Teinefossen og utløpet av Herefossfjorden (**tabell 4.2**).

Tabell 4.1. Oversikt over rognmaterialet som ble benyttet for utplanting i Tovdalselva i 2005.

Gruppe nr.	Strykedato	Utleggingsdato	Antall lagt ut
1	16. november	7. februar	48 000
2	22. november	7. februar	58 000
3	2. desember	9. februar	86 000
4	16. desember	28. februar	15 000
Sum:			207 000

Tabell 4.2. Oversikt over øyerogn av laks lagt ut på de ulike stasjonene i Tovdalsvassdraget 2005.

Stasjon nr.	Antall Vibertbokser	Antall gruskasser	Antall rogn pr. kasse/boks	Totalt antall rogn
1		18	2000	36 000
2		16	2000	32 000
3		16	2000	32 000
4		9	2000	18 000
5		9	2000	18 000
6		16	2000	32 000
7		12	2000	24 000
8	16		500 eller 1000	15 000
sum	16	96		207 000



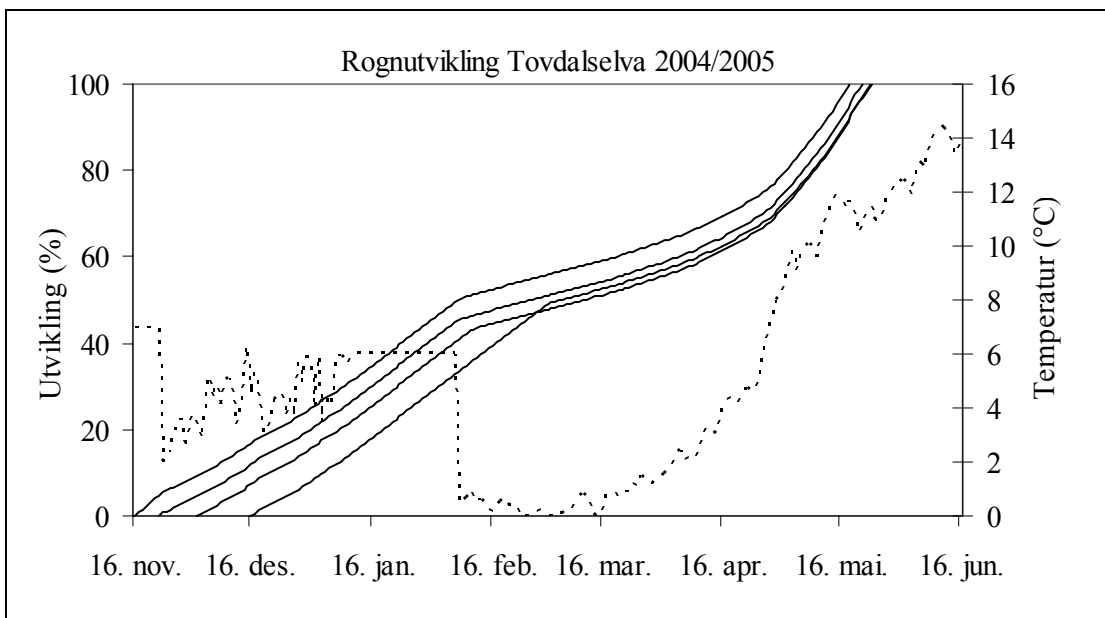
Figur 4.1. Estimert overlevelse av utlagt rogn frem til yngelen har forlatt grusen i rognkassene i Tovdalsvassdraget sommeren 2005. Hver søyle angir gjennomsnittlig overlevelse på hver stasjon med standard avvik.

Kassene ble tatt opp og eggoverlevelsen undersøkt i perioden 23-30. juni 2005. Den totale estimerte overlevelsen for all utlagt rogn var 86,6 %. Gjennomsnittlig eggoverlevelse for rogn lagt i gruskasser var 88,8 % (std = 8,5), mens overlevelse for rogn lagt i Vibertbokser var 58,4 % (std = 7,2). Overlevelsen i gruskasser på de ulike stasjonene er vist i **figur 4.1**.

Stryketidspunktet mellom den først og siste gruppen som ble lagt ut i 2004 varierte med omtrent en måned (**tabell 4.1**). Utviklingsforløpet for de ulike gruppene fra stryking og frem til øyerogn, klekking og første næringsopptak er vist på **figur 4.2** og i **tabell 4.3**. Tidsforskjellen i utvikling som følge av ulike stryketidspunkt mellom de ulike gruppene blir redusert etter hvert som utviklingen går mot tidspunktet når yngelen

starter sitt første næringsopptak. Når gruppene har nådd dette tidspunktet skiller det bare seks dager mellom den første og den siste gruppen (**tabell 4.3**). Dette skyldes blant annet at temperaturen i klekkeriet var en del høyere enn i elva etter at de første gruppene ble lagt ut. De gruppene som ble liggende igjen inne på klekkeriet klarte derfor å ta igjen en del av forspranget i utviklingen. Samtidig øker temperaturen i elva kraftig i den siste delen av utviklingen, noe som fører til rask utvikling for alle gruppene etter klekking.

Hvis temperaturen ved første næringsopptak er for lav, kan en risikere at lakseyngelen kan få problemer med å ta til seg føde. Trolig bør temperaturen ved første næringsopptak overstige omlag 8 °C for å sikre god overlevelse hos lakseyngelen (Jensen m.fl. 1991). Den gjennomsnittlige vanntemperaturen i uken etter første næringsopptak var fra over 11 °C for alle gruppene i 2005, og er dermed godt over den kritiske grensen.



Figur 4.2. Utviklingsforløpet til rogn fra stamfisk strøket ved fem ulike stryketidspunkt og lagt ut i Tovdalselva vinteren 2005. Utviklingsforløpet er beregnet ut i fra temperaturen (stiplet linje) i Finså klekkeri frem til utlegging og deretter elvetemperaturen i Tovdalselva. Begynnelsen av hver kurve angir stryketidspunktet, og slutten av kurven (ved 100 % utvikling) angir når 50 % av yngelen forventes å starte første næringsopptak.

Tabell 4.3. Beregnet tidspunkt for når 50 % av rogn fra stamfisk strøket ved fem ulike stryketidspunkt nådde øyerognstadiet, klekket og startet sitt første næringsopptak i Tovdalselva i 2005. Beregningene er basert på temperaturen i Finså klekkeri, elvetemperaturen, og gjennomsnittlig elvetemperatur en uke etter første næringsopptak.

Gruppe nr	Tidspunkt for klekking	Tidspunkt for første næringsopptak	Gjennomsnittlig temperatur uka ved første næringsopptak (°C)
1	13. mars	19.mai	11,3
2	31.mars	22.mai	11,1
3	10.april	25.mai	11,3
4	04.april	24.mai	11,3

Tabell 4.4. Oversikt over antall stasjoner og metode for utlegging og antall øyerogn av laks lagt ut i Kosåna og i Lågåna, Mandalsvassdraget 25.01.2005.

Lokalitet	Antall stasjoner	Antall gruskasser	Antall rogn pr kasse	Antall Vibert bokser	Antall rogn pr boks	Totalt antall rogn
Kosåna	7	79	2 000	36	1 000	194 000
Lågåna	5	31	2 000	2	1 000	64 000
Totalt	12	110	-	38	-	258 000

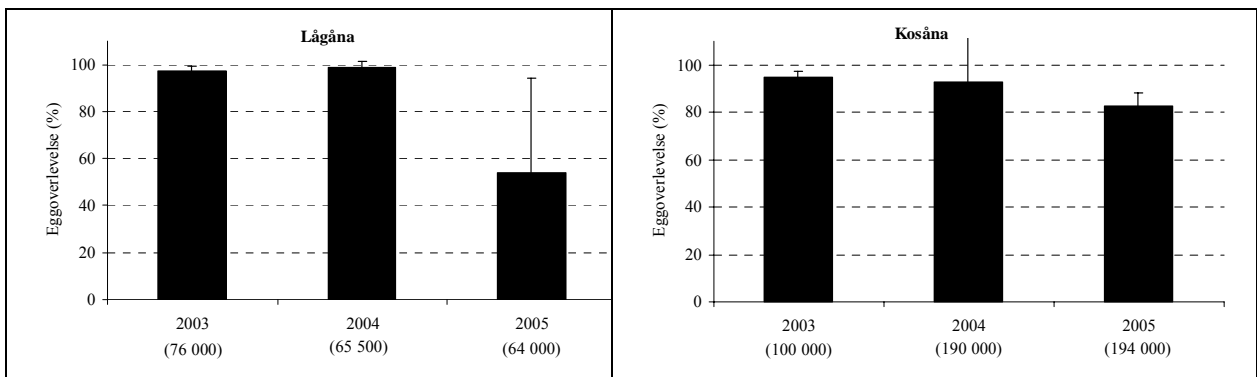
Tabell 4.5. Antall rogn av laks lagt ut i Mandalsvassdraget i perioden 2003-2005.

År	Kosåna	Lågåna	Totalt
2003	100 000	76 000	176 000
2004	190 000	65 500	255 500
2005	194 000	64 000	258 000
Sum	484 000	205 500	689 500

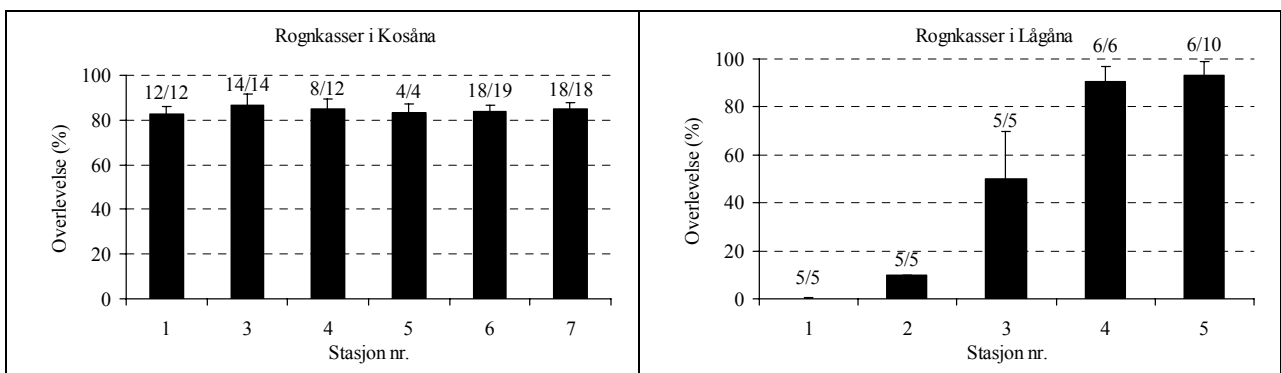
Mandalselva

I Mandalsvassdraget ble det totalt lagt ut ca. 258 000 øyerogn av laks den 25. januar 2005, der 194 000 ble lagt ut i Kosåna og 64 000 i Lågåna (**tabell 4.4**). I Lågåna ligger stasjonene for rognplanting på anadrom strekning, mens stasjonene i Kosåna ligger ovenfor anadrom strekning. I begge sidevassdragene ble det benyttet det samme stasjonsnett som i 2003 og 2004. I **tabell 4.5** er det gitt en oversikt over antall rogn plantet ut i de to sidevassdragene i perioden 2003-2005.

Overlevelse fra utlegging og frem til yngelen forlater grusen ble undersøkt i uke 25. Totalt sett var eggoverlevelsen på begge lokalitetene noe lavere i 2005 enn i de to forutgående årene, men den største forskjellen ble registrert i Lågåna (**figur 4.3 & 4.4**). Den lavere eggoverlevelsen skyldes med stor sannsynlighet en sjøsaltepisode i januar 2005 (Hindar & Enge 2005). Samlet sett viser resultatene at overlevelsen fra utlegging og frem til yngelen forlater kassene generelt er god, men at tilslaget fra rognplantingen kan reduseres betydelig som følge av sure episoder.



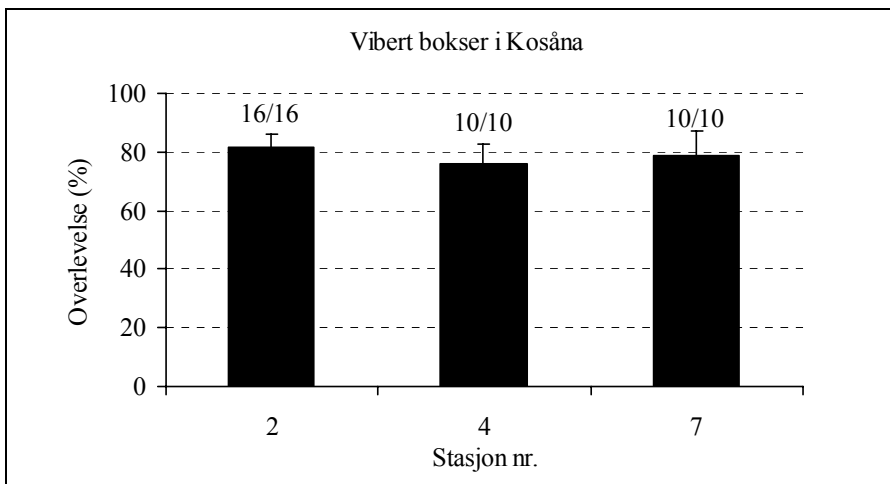
Figur 4.3. Gjennomsnittlig eggoverlevelse for utlagt rogn av laks i Lågåna (t.h.) og Kosåna (t.v.) i perioden 2003-2005,



Figur 4.4. Estimert overlevelse av utlagt rogn frem til yngelen har forlatt grusen i rognkassene i Kosåna og Lågåna i 2005. Hver søyle angir gjennomsnittlig overlevelse på hver stasjon med standard avvik. Tallene over hver kolonne angir hvor mange av kassene som ble kontrollert av totalt antall kasser utlagt på stasjonen.

Overlevelsen ble undersøkt i 74 kasser fra Kosåna og 27 kasser fra Lågåna. Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen var 84,6 % (std=3,6) i Kosåna, og 52,2 % (std=37,7) i Lågåna (**figur 4.4**). I Lågåna var eggoverlevelsen lavest på de øverste stasjonene og bedre nedover, noe som trolig henger sammen med at vannkjemien bedrer seg nedover vassdraget. Alle Vibert bokser

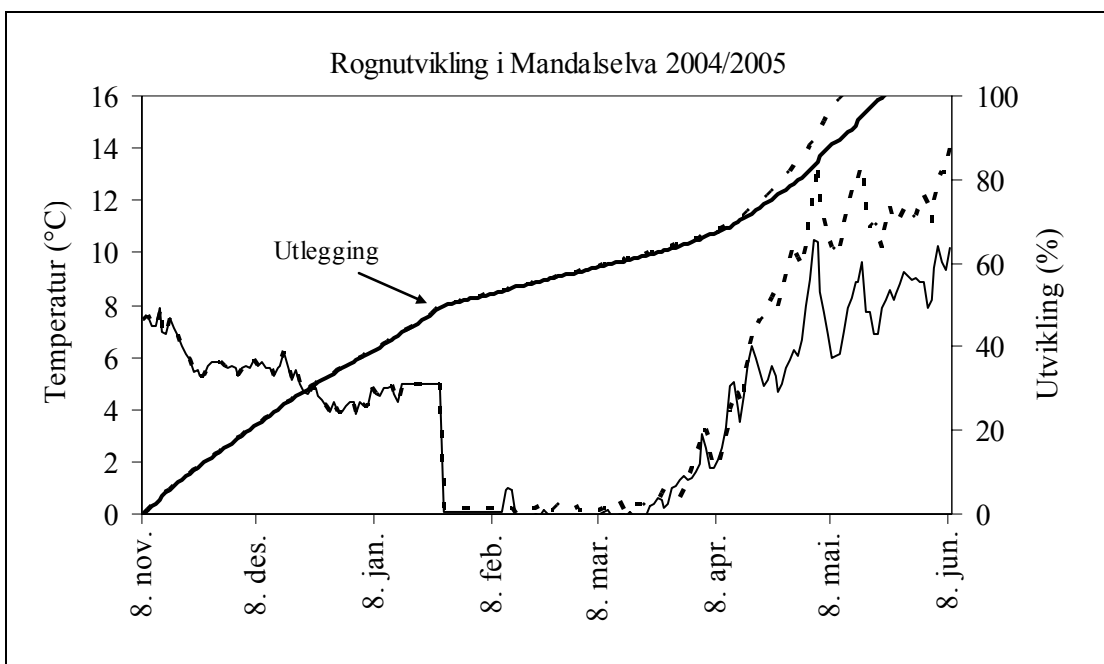
fra Kosåna og Lågåna ble undersøkt. Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen i Vibert boksene som ble plassert i kassene på begge lokalitetene, ble funnet å være 79,5 % (std = 6,6), der overlevelsen i Kosåna var 79,2 % (std = 6,7) (**figur 4.5**) og 84,6 % (std = 3,7) i Lågåna hvor det bare ble lagt ut to Vibert bokser.



Figur 4.5. Registrert eggoverlevelse i Vibert boksene som ble lagt ned i kasser i Kosåna våren 2005. Tallene over hver kolonne angir hvor mange av boksene som ble kontrollert av totalt antall bokser lagt ut på stasjonen.

Rogn plantet i Kosåna og Lågåna ble strøket 08.11.2004. Utviklingsforløpet for rogn fra stryking og frem til øyerogn, klekking og første næringsopptak er vist på **figur 4.6**. Siden temperaturen i Lågåna var noe kaldere sammenlignet med Kosåna, kom yngelen noe senere opp av grusen i Lågåna (**tabell 4.6**). Temperaturen uken etter første næringsopptak viser et langt varmere miljø for lakseyngelen i Kosåna enn i Lågåna, og sannsynlig også langt bedre vekstbetingelser. Den gjennomsnittlige vanntemperaturen i uken etter første næringsopptak var 11,0 °C i Kosåna og 7,9

°C i Lågåna. Hvis temperaturen ved første næringsopptak er for lav, kan en som nevnt risikere at lakseyngelen får problemer med å ta til seg føde. For å sikre god overlevelse bør elvetemperaturen være om lag lag 8 °C eller høyere når lakseyngelen kommer ut av grusen og begynner næringsopptaket (Jensen m.fl. 1991). Den noe lave temperaturen ved første næringsopptak i Lågåna (7,9 °C) viser at forholdene ligger på grensen med hensyn til normal overlevelse for yngelen.



Figur 4.6. Utvikling fra stryking til yngelens første næringsopptak for rogn lagt ut i Mandalsvassdraget i 2005. Beregningene er basert på vanntemperaturen i Ims klekkeri frem til utlegging og deretter elvetemperaturen. Begynnelsen av hver kurve angir stryketidspunktet, og slutten av kurven (ved 100 % utvikling) angir når 50 % av yngelen forventes å starte første næringsopptak. Stiplet linje viser utviklingsforløpet til rogn og temperaturen i Kosåna, mens heltrukken linje viser tilsvarende data for Lågåna. Merk at kurvene for utviklingsforløpet ligger over hverandre fram til april.

Tabell 4.6. Beregnet tidspunkt for når 50 % av yngelen nådde øyerognstadiet, klekket og startet sitt første næringsopptak i Kosåna og Lågåna i Mandalselva 2005, og gjennomsnittlig vanntemperatur i elva en uke etter første næringsopptak.

Lokalitet	Stryke Dato	Tidspunkt for klekking	Tidspunkt for første næringsopptak	Gjennomsnittlig temperatur uka etter første næringsopptak
Kosåna	08.11.2004	03.03.2004	11.05.2004	11,0 °C
Lågåna	08.11.2004	05.03.2004	22.05.2004	7,9°C

4.1.4 Samlet vurdering

Resultatene rfa Tovdalselva og Mandalsvassdraget viser en generell høy overlevelse fra rogn ble lagt ut og fram til yngelen kommer opp av grusen. I Lågåna i Mandalsvassdraget ble det derimot registrert høy dødelighet på rognstadiet. Dette skyldes trolig en sjøsaltepisode i januar 2005 og viser at rogn er sårbar for episoder med surt vann. Et annet generelt trekk er at

temperaturforholdene er gunstige ($> 8\text{ °C}$) når yngelen starter sitt første næringsopptak. Dette er viktig siden en for tidlig klekking ved for lav vanntemperatur vil være kritisk for yngelen. Samlet tilsier erfaringene fra Tovdalselva og Mandalsvassdraget at metodene benyttet for rognplanting fungerer etter hensikten. Rognplantingen har derfor med stor sannsynlighet bidratt betydelig til ungfiskbestanden av laks i de to vassdragene.

4.1.5 Litteratur

- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S-E., Skoglund, H., Wiers, T. & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn i Kosåna og Lågåna i Mandalsvassdraget våren 2003 – beskrivelse og evaluering av tiltaket. - I: Hesthagen T.(red.) 2005. Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2001-2003. DN-utredning 2005-9.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S-E., Skoglund, H., Wiers, T. & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn av laks i Kosåna og Lågåna i Mandalsvassdraget. Årsrapport for 2004. - I: Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-utredning 2005-10.
- Barlaup, B.T., Gabrielsen, S-E., Skoglund, H., Kleiven, E. & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn som kultiveringsstrategi for å reetablere laks i Tovdalsvassdraget. Årsrapport for 2004. - I: Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-utredning 2005-10.
- Barlaup B.T., J. Guttrup, K. Hestvåg, K. Hindar, E. Kleiven, F. Kroglund, V.Moen & T. Næss. 2003. Utlekking av øyerogn som kultiveringsstrategi for å reetablere laks i Tovdalsvassdraget – resultater fra prosjektet i 2000 og 2001. - I Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red.). Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1977-2002. DN-utredning 2003-5.
- Barlaup, B.T. & Moen, V. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement – a review of the most commonly used methods. *Nordic J. Fresh. Res.* 75: 7-19.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonidfishes. *Freshwater Biology* 11: 361-368.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eyeing, hatching and "swim up" times for salmonid embryos. *Freshwater Biology* 19: 41-48.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene I 2005 – påvirkninger og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport Lnr. 5114-2006.
- Jensen A. J., Johnsen, B. O. & Heggberget, T. G. 1991. Initial feeding time of salmon, *Salmo salar*, alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. *Environmental Biology of Fishes* 30: 379-385.
- Whitlock, D. 1978. *The Withlock Vibert Box Handbook*. Federation of fly fisherman, California.

5 Utsetting av laks som kultiveringsstrategi for reetablering av laks

5.1 Utsetting av ensomrige laksunger av Bjerkreims- og Mandalsstammen i Mandalselva. Årsrapport 2005.

Bjørn Mejdell Larsen og Bjørn Ove Johnsen,
Norsk institutt for naturforskning

Sammendrag

Det ble satt ut ensomrig settefisk av laks av Mandal-stamme og Bjerkreim-stamme for første gang i 2004 på fem forskjellige lokaliteter i Mandalselva. Utsettingsstrekningene var forskjellige med hensyn til vannmiljø, samt forekomst og tetthet av villfisk. I 2005 var det for lite fisk i settefiskanlegget til at alle fem utsettingslokalitetene kunne brukes. Det ble derfor valgt å prioritere tre av strekningene: Roland, Kosåna og Terskel. Lengdemåling i fiskeanlegget viste at settefisken av Mandal-stamme hadde lavere gjennomsnittslengde enn settefisken av Bjerkreim-stamme i 2005. Dette forholdet var imidlertid motsatt i 2004. Det ble ikke funnet systematiske forskjeller med hensyn til vekst og overlevelse mellom de to laksestammene når resultatet fra de to årene sammenlignes. Det kan se ut til at lengde ved utsetting har hatt betydning for tilslaget hos laks utsatt på strekningene Roland og Kosåna, der stammen med størst gjennomsnittslengde ved utsetting hadde størst tetthet 3-4 måneder etter utsetting. Det var bare på strekning Terskel at Mandal-stamme forekom i størst tetthet i begge årene uavhengig av størrelsen ved utsetting. Dette kan skyldes at laks av Mandal-stamme var bedre tilpasset forholdene på denne strekningen, men det kan også skyldes mulige avvik mellom antatt og reell gjennomsnittslengde ved utsetting i 2004. Størst tetthet av settefisk ble funnet på de

strekningene som også hadde høyest tetthet av villfisk. Best tilvekst hos settefisk av begge stammer ble funnet i Rolandsbekken, som ikke hadde noen bestand av ville laksunger.

5.1.1 Innledning

Prosjektets formål er å sammenligne overlevelse og tilvekst hos settefisk av laks av Mandal-stammen og Bjerkreim-stammen utsatt på ulike delstrekninger i Mandalselva.

Tidligere utsettingsforsøk med ensomrig settefisk i Mandalselva har gitt svært varierende gjenfangster (Johnsen 2003; 2005). For å sikre et best mulig materiale er det derfor lagt opp til flere kontroller av hver utsetting. Kontrollfiske blir gjennomført ved hjelp av elektrisk fiske samme høst og ett år etter utsetting, og ved fangst av utvandrende smolt i smoltfelle både som toårig og treårig smolt. De første kontrollene ble gjennomført i 2004 (Johnsen & Larsen 2005), og et nytt kontrollfiske med elektrisk fiskeapparat ble foretatt i 2005. Resultatene gjengis i denne årsrapporten.

5.1.2 Materiale og metoder

Settefisken ble oppdrettet ved settefiskanlegget på Finså med utgangspunkt i rogn av villfisk fra Mandalselva og rogn av stamfisk av Bjerkreim-stammen (første generasjons avkom fra villfisk) fra NINA Forskningsstasjon, Ims. Rogna fra Ims ble overført til Finså som øyerogn.

De til sammen 14 laksehunnene av Mandal-stammen som ble strøket i 2004 hadde varierende rognstørrelse mellom 4500 og 7300 egg/l, med et gjennomsnitt på 5500 egg/l. I 2003 varierte eggstørrelsen hos de 12 hunnfiskene som ble strøket mellom 3600 egg/l og 5200 egg/l, med et gjennomsnitt på 4500 egg/l.

Det foreligger ikke data om rognstørrelsen hos hver enkelt laksehunn av Bjerkreim-stammen. I 2004 ble det brukt 80 hunner, og gjennomsnittlig rognstørrelse var 4350 egg/l (Jon G. Backer pers. medd.). I 2003 ble det

brukt 112 hunner av jevn størrelse og det var trolig liten variasjon i eggstørrelsen (Jon G. Backer pers. medd.). Gjennomsnittet var 4800 egg/l.

I fiskeanlegg er det ikke uvanlig at fiskestørrelsen varierer fra kar til kar. Dette har som regel sammenheng med varierende tetthet som igjen kan ha sammenheng med varierende dødelighet. Det er derfor viktig å få en oversikt over fiskestørrelsen i hvert enkelt kar. I 2004 ble et tilfeldig utvalg på 150-200 settefisk lengdemålt fra hvert enkelt kar (unntatt tre kar av Bjerkreimfisk som ved en misforståelse ikke ble lengdemålt). Totalt for hele materialet hadde Bjerkreim-stammen en gjennomsnittslengde på 53 mm med en variasjon mellom 31 og 68 mm. Mandal-stammen var større, og hadde en gjennomsnittslengde på 58 mm med en variasjon mellom 34 og 76 mm (**tabell 5.1**). Under hele oppvekstperioden i 2004 var fisk av Bjerkreim-stammen gjennomgående mindre enn fisk av Mandal-stammen idet rognstørrelsen i utgangspunktet var mindre, den klete en uke senere og den hadde dårligere tilvekst i anlegget (bestyrer Kristian Hestvåg pers. medd.).

For å unngå store variasjoner i størrelse hos settefisken mellom utsetningslokaliteter og for å unngå overvekt av en familiegruppe på en utsetningslokalitet og av en annen familiegruppe på en annen utsetnings-

lokalitet, ble alle familiegrupper innen hver stamme blandet. Bjerkreim-stammen ble blandet på rognstadiet, mens Mandal-stammen ble holdt i familiegrupper i settefiskanlegget og blandet før utsetting slik at alle familiegrupper var representert på alle utsetningslokalitetene. I 2004 ble dermed gjennomsnittslengden for hele materialet av den enkelte stamme brukt som uttrykk for utsetningslengden for alle fem utsetningslokalitetene.

På bakgrunn av erfaringene fra 2004 valgte vi å endre noe på opplegget for 2005. De ulike familiegrupper av Bjerkreim-stammen ble blandet på rognstadiet, mens de ulike familiegrupper av Mandal-stammen ble blandet sammen på et tidlig stadium i settefiskanlegget slik at alle familiegrupper var representert i alle karene. Antall fisk som ble lengdemålt ble økt til 300-500 fra hvert kar. I stedet for å blande sammen fisken fra de ulike karene før utsetting, ble det holdt rede på hvilke kar som var representert på hvilken utsetningslokalitet. Ved å beregne gjennomsnittslengden for hvert kar og veie denne i forhold til antall fisk fra det enkelte kar som ble satt ut på den enkelte lokalitet, fikk vi bedre kontroll med størrelsen på settefisken på den enkelte utsetningslokaliteten (**tabell 5.2**). Laks av Bjerkreim-stammen var større enn Mandal-stammen på alle utsetningslokalitetene i 2005.

Tabell 5.1. Antall lengdemålt, gjennomsnittslengde (mm) og min. – maks. lengde ved utsetting hos ensomrig settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stammen i 2004 og 2005.

År	Stamme	Antall lengdemålt	Gjennomsnittslengde, mm	Min. – maks. lengde, mm
2004	Bjerkreim	1563	53 (52,8)	31 – 68
	Mandal	2318	58 (58,2)	34 – 76
2005	Bjerkreim	3738	56 (55,9)	38 – 71
	Mandal	4323	52 (52,0)	36 – 73

Tabell 5.2. Antall lengdemålt, gjennomsnittslengde (mm) og min. – maks lengde hos ensomrig settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stammen satt ut på ulike delstrekninger i Mandalselva i 2005.

Delstrekning	Stamme	Antall lengdemålt	Gjennomsnittlig lengde, mm	Min. – maks. lengde, mm
Rolandsbekken	Bjerkreim	467	54 (54,3)	40 - 66
	Mandal	873	53 (52,9)	37 - 71
Kosåna	Bjerkreim	2321	56 (55,9)	38 - 71
	Mandal	2616	53 (52,7)	37 - 73
Terskel	Bjerkreim	950	57 (56,7)	42 - 70
	Mandal	834	50 (49,8)	36 - 63

For å skille de to gruppene ble settefisken merket ved klipping av fettfinne pluss en bukfinne (henholdsvis venstre og høyre).

For å styrke materialet og undersøke eventuell variasjon under ulike forhold ble det valgt til sammen fem utsettingslokaliteter i Mandalsvassdraget. Lokalitetene varierte i størrelse fra bekk (Roland) til stor elv (Bjelland), og de hadde varierende fiskebestander fra kun ørret (Roland) til både laks og ørret (alle andre lokaliteter), men med varierende tettheter av villfisk og varierende vannkvalitet:

- 1) Roland: Rolandsbekken som ligger oppstrøms lakseførende strekning i Kosåna.
- 2) Kosåna: En 350 m lang strekning i lakseførende del som har nedre grense ca. 150 m oppstrøms Kosånas utløp i Mandalselva og øvre grense ved utløpet av Kvisla.
- 3) Bjelland: Regulert elvestrekning i Mandalselva mellom Grasholmen og Bjelland kraftverk.
- 4) Terskel: Minstevannføringsstrekningen i Mandalselva mellom Skålenset og Terskel 10. Regulert elvestrekning med minstevannføring.

- 5) Kleveland: Minstevannføringsstrekningen i Mandalselva mellom Terskel 1 og Klevelandsbua, øvre del. Regulert elvestrekning med minstevannføring.

I 2005 var det for lite fisk i settefiskanlegget til at alle fem utsettingslokalitetene kunne brukes. Det ble derfor valgt å prioritere tre av strekningene: Roland, Kosåna og Terskel. På strekning Terskel ble det satt ut 3379 settefisk av Bjerkreim-stammen og 5916 av Mandal-stammen (36:64) i 2005, til sammen 9295 settefisk. På de øvrige strekningene ble det satt ut om lag likt antall av hver stamme (50:50), og det vil si at det på strekning Roland f.eks. ble satt ut 1500 settefisk av hver stamme (**tabell 5.3**). På strekning Bjelland ble det satt ut 23000 settefisk av Bjerkreim-stammen og 28000 av Mandal-stammen (45:55) i 2004, til sammen 51000 settefisk. På de øvrige strekningene ble det satt ut likt antall av hver stamme (50:50).

I 2005 varierte utsettingstettheten mellom 36 (Terskel) og 143 individ pr. 100 m² (Kosåna) (**tabell 5.3**). I 2004 varierte utsettingstettheten på de ulike strekningene mellom 47 (Terskel) og 141 individ pr. 100 m² (Kosåna) (**tabell 5.3**).

Det ble gjennomført kontrollfiske med elektrisk fiskeapparat i august, september og november 2004 som en oppfølging av utsettingene i juli 2004 (Johnsen & Larsen 2005).

Tabell 5.3. Navn, lengde, gjennomsnittsbredde, areal, antall utsatt og utsettingstetthet for strekninger hvor det ble satt ut ensomrig settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stammen i juli 2004 og 2005.

År	Strekning	Lengde, m	Gj.sn.bredde, m	Areal, m ²	Antall utsatt fisk	Utsettings-tetthet pr. 100 m ²
2004	Roland	1000	5,0	5000	3000	60
	Kosåna	350	30,3	10600	15000	141
	Bjelland	950	74,0	70300	51000	73
	Terskel	650	39,3	25545	12000	47
	Kleveland	625	25,0	15625	10000	64
2005	Roland	1000	5,0	5000	3002	60
	Kosåna	350	30,3	10600	15120	143
	Terskel	650	39,3	25545	9295	36

Tabell 5.4. Tidspunkt for kontrollfiske i 2005, antall stasjoner (areal) og antall laksungel (0+) (andelsprosent) og ettårige laksunger (1+) (andelsprosent) fanget av Bjerkreim- og Mandal-stamme på de ulike strekninger.

Tidspunkt for kontrollfiske	Strekning	Antall stasjoner (areal, m ²)	Antall 0+ fanget (andel i prosent)		Antall 1+ fanget (andel i prosent)	
			Bjerkreim	Mandal	Bjerkreim	Mandal
8.8.	Kosåna	1 (145)	12 (60)	8 (40)	4 (80)	1 (20)
9.8.	Terskel	1 (120)	11 (32)	23 (68)	2 (67)	1 (33)
8.–9.8.		2 (265)	23 (43)	31 (57)	6 (75)	2 (25)
Totalt						
20.10.	Roland	6 (1114)	50 (68)	24 (32)	0 (0)	3 (100)
21.10.	Kosåna	6 (609)	35 (57)	26 (43)	7 (32)	15 (68)
19.10.	Terskel	5 (505)	25 (30)	58 (70)	2 (22)	7 (78)
19.–21.10.		17 (2228)	110 (50)	108 (50)	9 (26)	25 (74)
SUM			133 (49)	139 (51)	15 (36)	27 (64)

Det første kontrollfisket i 2005 ble gjennomført med elektrisk fiskeapparat i august (ca. en måned etter utsetting som en del av den ordinære effektkontrollen av kalkingstiltaket i Mandalselva). Det ble fisket på en stasjon på strekning Kosåna og på en stasjon på strekning Terskel. Det ble imidlertid fanget en merket fisk av Mandalstamme også på en av de andre stasjonene i overvåkingsprogrammet like ovenfor strekning Terskel som også er tatt med her. Det ble fanget til sammen 54 settefisk, 23 av Bjerkreim-stamme og 31 av Mandal-stamme i august (**tabell 5.4**). I tillegg ble det fanget til sammen 8 settefisk (ettårige laksunger)

fra utsettingene i 2004, 6 av Bjerkreim-stamme og 2 av Mandal-stamme (**tabell 5.4**).

Det ordinære kontrollfisket som omfattet flere stasjoner på alle strekningene ble gjennomført i andre halvdel av oktober 2005. Det ble da fisket på seks stasjoner på strekning Roland, på seks stasjoner i Kosåna og på fem stasjoner på strekning Terskel. Manglende utsettinger på terskel Bjelland og terskel Kleveland gjorde at disse strekningene ikke ble undersøkt i 2005. Det ble fanget til sammen 218 settefisk, 110 av Bjerkreim-stamme og 108 av Mandal-

stamme i oktober (**tabell 5.4**). Det ble dessuten fanget to laksyngel uten synlig merking på strekning Roland. Disse er utelatt da de har usikker bakgrunn. I tillegg ble det fanget til sammen 34 settefisk (ettårige laksunger) fra utsettingene i 2004, 9 av Bjerkreim-stamme og 25 av Mandal-stamme (**tabell 5.4**).

I løpet av høsten 2005 ble det fanget til sammen 272 settefisk på de tre utsettingsstrekningene, 133 av Bjerkreim-stamme og 139 av Mandal-stamme og to med usikker bakgrunn (**tabell 5.4**). I tillegg ble det fanget til sammen 42 settefisk (ettårige laksunger) fra utsettingene i 2004, 15 av Bjerkreim-stamme og 27 av Mandal-stamme (**tabell 5.4**). Til sammenligning ble det høsten 2004 fanget til sammen 349 settefisk på de fem utsettingsstrekningene, 107 av Bjerkreim-stamme og 240 av Mandal-stamme og to med usikker bakgrunn (Johnsen & Larsen 2005).

Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin m.fl. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt før fisken ble sluppet tilbake til elva. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$) hovedsakelig med bakgrunn i lengdefordelingen, men det ble tatt skjellprøver av enkelte laksunger i felt for å verifisere dette skillet. Gjennomsnittlig tetthet for de ulike arter, aldersgrupper og stammer på de tre strekningene er basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet på strekningen. Alle tettheter er oppgitt som antall individ pr. 100 m².

5.1.3 Resultater

5.1.3.1 Tetthet av villfisk

I gruppen eldre laksunger i **tabell 5.5** og **figur 5.1** inngår hovedsakelig ett- og toårig villfisk, men et titalls individ (ca 5 % av totalantallet) ble i 2005 antatt å være $\geq 3+$ ut fra størrelsen. På strekning Terskel inngår to Carlin-merkede laksunger (henholdsvis 159 og 180 mm lange) som ble satt ut som ettårig smolt i terskelbassengene ovenfor Kleveland 25. mai 2005 i forbindelse med smoltutvandringsforsøk i Mandalselva.

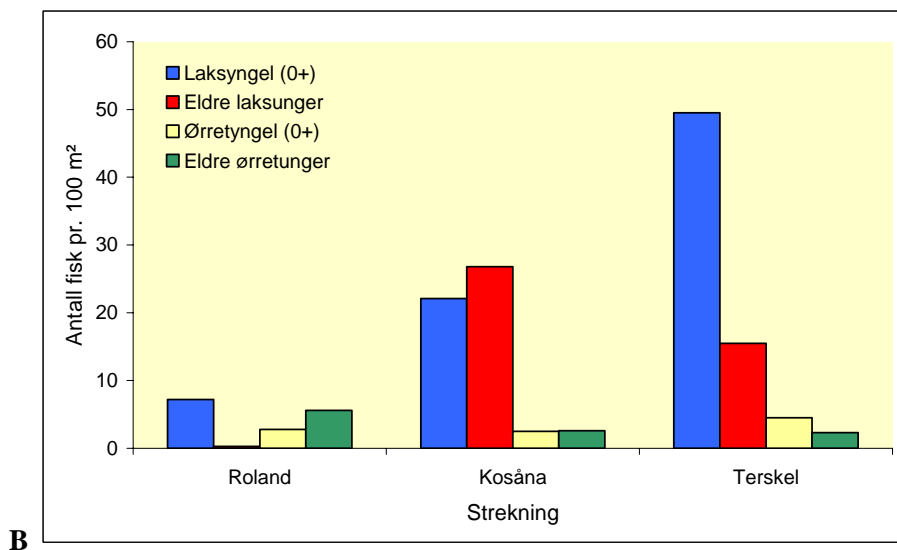
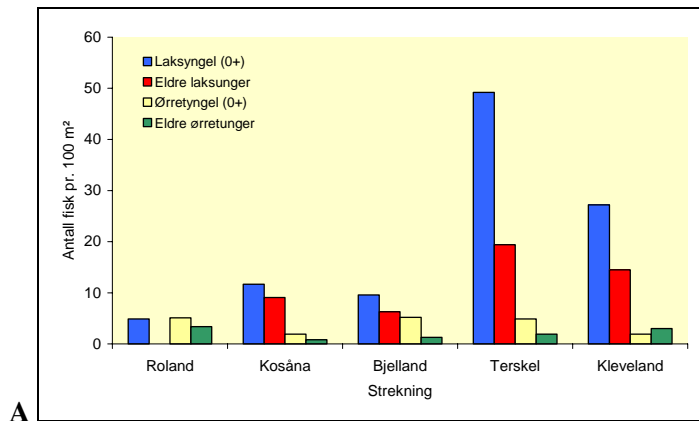
På strekning Roland er det bare ørret (årsyngel og eldre individ) som er naturlig utbredt. På de to andre strekningene ble det funnet både laksunger og ørretunger (både årsyngel og eldre). De høyeste tetthetene av vill årsyngel av laks ble funnet på strekning Terskel både i 2004 og 2005 (**tabell 5.5**, **figur 5.2**). Den laveste tettheten av vill laksyngel (unntatt i Rolandsbekken hvor det ikke fantes ville laksunger) ble funnet i Kosåna i begge årene.

Det var høyest tetthet av eldre laksunger på strekning Terskel i 2004 og strekning Kosåna i 2005 (**tabell 5.5**).

Tetthetene av ørretyngel og eldre ørretunger var lav på alle strekningene i begge år (**tabell 5.5**, **figur 5.1**).

Tabell 5.5. Gjennomsnittlig tetthet (\pm 95 konfidensintervall) av villfisk (årsyngel (alder: 0+) og eldre fiskunger (alder: \geq 1+) av laks og ørret på de ulike strekningene ved kontrollfisket i november 2004 og oktober 2005.

År	Strekning	Laks		Ørret	
		0+	\geq 1+	0+	\geq 1+
2004	Roland	0	0	5,1 (\pm 0,1)	3,4 (\pm 0,2)
	Kosåna	3,2 (\pm 0,4)	9,1 (\pm 0,7)	1,9 (\pm 0,4)	0,8 (\pm 0,0)
	Bjelland	5,4 (\pm 0,8)	6,3 (\pm 0,1)	5,2 (\pm 0,1)	1,3 (\pm 0,1)
	Terskel	18,3 (\pm 2,7)	19,4 (\pm 2,5)	4,9 (\pm 0,5)	1,9 (\pm 2,1)
	Kleveland	11,2 (\pm 6,9)	14,5 (\pm 0,8)	1,9 (\pm 1,7)	3,0 (\pm 0,7)
2005	Roland	0	0	2,8 (\pm 0,3)	5,6 (\pm 0,3)
	Kosåna	9,5 (\pm 1,8)	23,0 (\pm 2,6)	2,5 (\pm 1,6)	2,6 (\pm 0,4)
	Terskel	25,8 (\pm 4,7)	13,8 (\pm 1,2)	4,5 (\pm 8,5)	2,3 (\pm 1,7)



Figur 5.1. Gjennomsnittlig tetthet i A) november 2004 og B) oktober 2005 av all laksyngel (villfisk + settefisk alder: 0+) og alle eldre laksunger (villfisk + settefisk alder: \geq 1+), ørretyngel og eldre ørretunger på de ulike strekningene i Mandalselva der det ble satt ut laksyngel av Mandal- og Bjerkreim-stamme i juli 2004 og 2005.

5.1.3.2 Tetthet av settefisk

Ved kontrollfisket på utsettingsstrekningene i oktober 2005 var det høyest og lavest tetthet av settefisk på henholdsvis strekning Terskel og strekning Roland. I november 2004 ble det funnet de høyeste tetthetene av settefisk på strekningene Terskel og Kleveland på minstevannføringsstrekningen, mens de laveste tetthetene av settefisk ble registrert på strekningene Bjelland og Roland (**tabell 5.6**). De to strekningene Bjelland og Kleveland ble ikke fisket i 2005. Resultatet er derfor i grove trekk relativt likt i de to årene.

Både Bjerkreim-stamme og Mandal-stamme ble funnet i høyest tetthet på strekningene Terskel og Kleveland i 2004, og i lavest tetthet på strekningene Bjelland og Roland. I 2005 var det høyest tetthet av Bjerkreim-stamme på strekning Kosåna, og høyest tetthet av Mandal-stamme på strekning Terskel. Lavest tetthet av begge stammer ble

også i 2005 funnet på strekning Roland (**tabell 5.6, figur 5.2**).

På strekningene Roland og Kosåna var tettheten av Mandal-stamme henholdsvis fire og en halv og fire ganger så høy som tettheten av Bjerkreim-stamme i 2004 (**figur 5.2**). I 2005 var dette forholdet snudd slik at tettheten av Bjerkreim-stamme var høyest, og mer enn dobbelt så høy som tettheten av Mandal-stamme. På strekningen Terskel var det i begge årene høyere tetthet av Mandal-stamme; nesten dobbelt så høy i 2004 og nesten tre ganger så høy i 2005 (**tabell 5.6, figur 5.2**).

Tettheten av eldre laksunger var svært lav på strekning Roland, og bare tre eldre settefisk ble funnet i 2005; alle av Mandal-stamme. Høyest tetthet av ettårige settefisk var det på strekning Kosåna både av Mandal-stamme og Bjerkreim-stamme (**tabell 5.7, figur 5.3**). Selv om gjenfangst-materialet er lite, var det høyest tetthet av ettårig settefisk av Mandal-stamme på alle de tre strekningene i 2005.

Tabell 5.6. Gjennomsnittlig tetthet (± 95 konfidensintervall) av laksyngel av Bjerkreim- og Mandal-stamme på de ulike strekningene ved kontrollfisket i november 2004 og i oktober 2005.

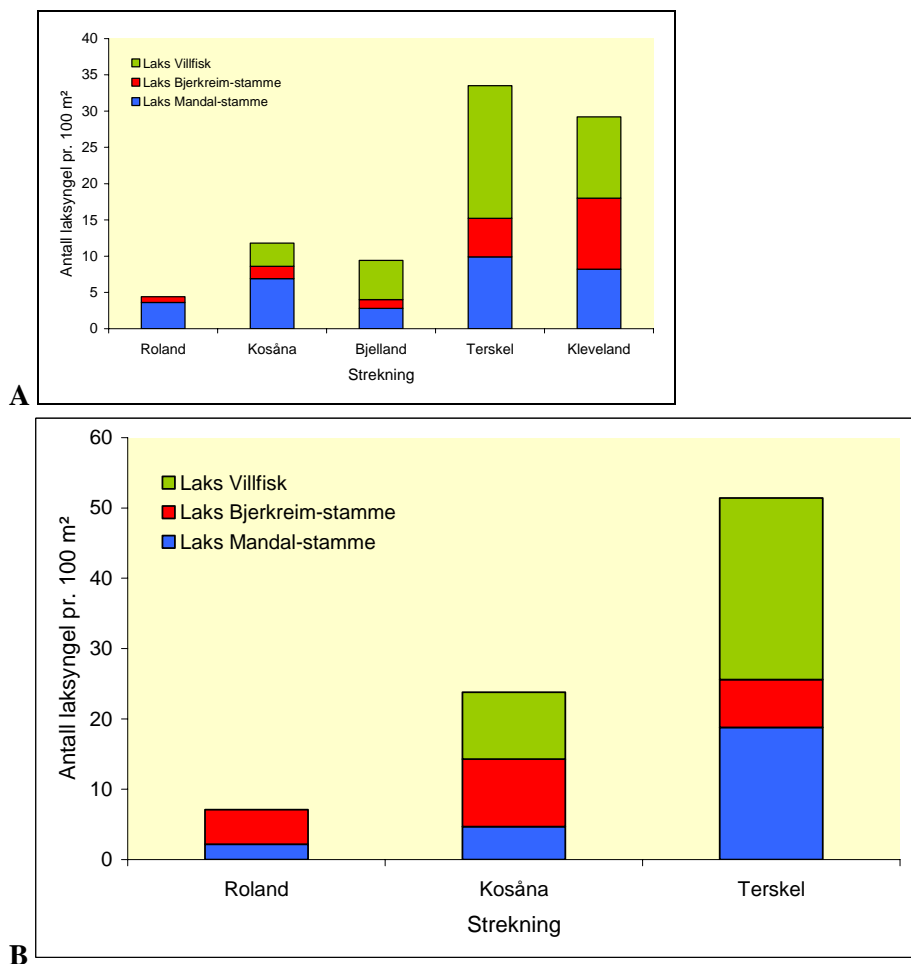
År	Strekning	Bjerkreim	Mandal	Sum
				Bjerkreim og Mandal
2004	Roland	0,8 ($\pm 0,4$)	3,6 ($\pm 1,2$)	4,9 ($\pm 2,2$)
	Kosåna	1,7 ($\pm 0,3$)	6,9 ($\pm 0,7$)	8,6 ($\pm 0,8$)
	Bjelland	1,2 ($\pm 0,7$)	2,8 ($\pm 1,6$)	4,9 ($\pm 4,4$)
	Terskel	5,3 ($\pm 2,5$)	9,9 ($\pm 9,2$)	14,6 ($\pm 7,2$)
	Kleveland	9,8 ($\pm 9,6$)	8,2 ($\pm 1,4$)	16,4 ($\pm 4,1$)
2005	Roland	4,9 ($\pm 0,7$)	2,2 ($\pm 0,1$)	6,9 ($\pm 0,5$)
	Kosåna	9,6 ($\pm 8,2$)	4,7 ($\pm 0,9$)	12,8 ($\pm 3,7$)
	Terskel	6,8 ($\pm 4,1$)	18,8 ($\pm 11,9$)	25,3 ($\pm 11,5$)

Tabell 5.7. Gjennomsnittlig tetthet (± 95 konfidensintervall) av ettårige laksunger av Bjerkreim-stamme og av Mandal-stamme på de ulike strekningene ved kontrollfisket i oktober 2005.

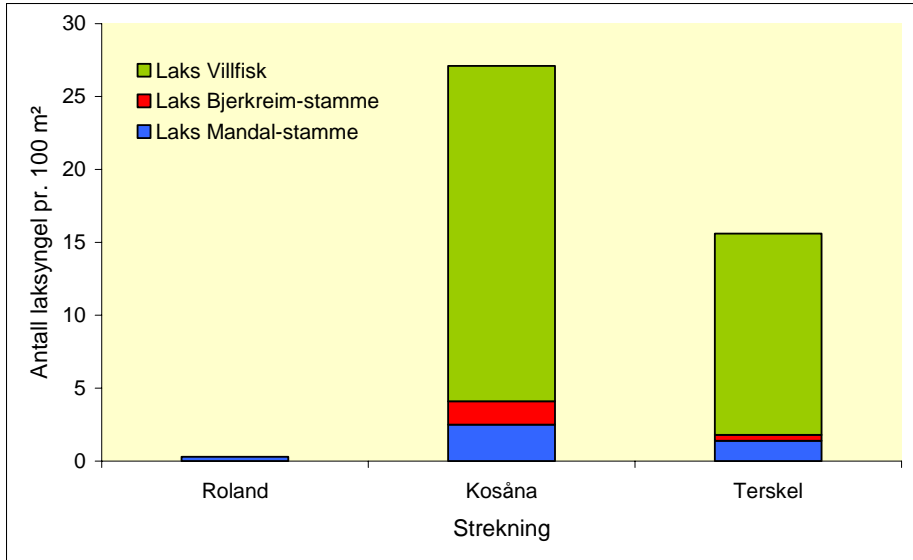
År	Strekning	Bjerkreim	Mandal	Sum
				Bjerkreim og Mandal
2005	Roland	0,0	0,3 ($\pm 0,0$)	0,3 ($\pm 0,0$)
	Kosåna	1,6 ($\pm 1,7$)	2,5 ($\pm 0,3$)	3,8 ($\pm 0,6$)
	Terskel	0,4 ($\pm 0,0$)	1,4 ($\pm 0,1$)	1,8 ($\pm 0,0$)

Den prosentvise fordelingen av fanget laksyngel på strekning Roland var 82 og 18 % for henholdsvis Mandal- og Bjerkreim-stamme i 2004 (**figur 5.4**). I 2005 var dette forholdet nesten det motsatte (31:69). På strekning Kosåna økte andelen villfisk fra 27 % i 2004 til 40 % i 2005. Resten av laksungene i 2004 fordelte seg med 59 % av Mandal-stamme og 14 % av Bjerkreim-stamme. I 2005 dominerte Bjerkreim-

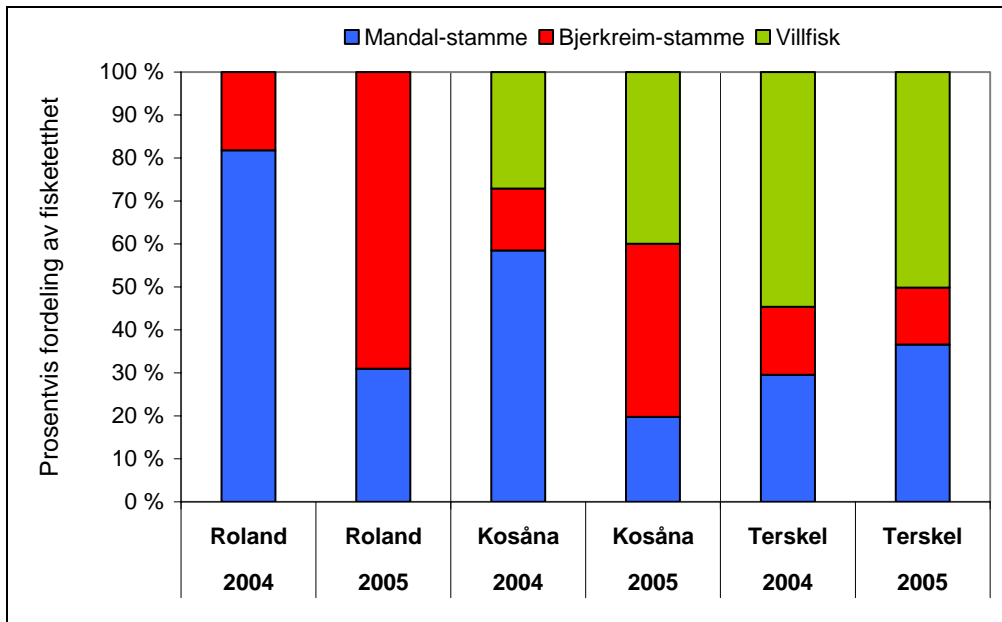
stamme, og henholdsvis 40 og 20 % av settefisker tilhørte Bjerkreim- og Mandal-stamme i Kosåna. På strekning Terskel var fordelingen mellom villfisk og de to settefisk-gruppene nesten lik i 2004 og 2005 med andel villfisk på 50-55 %. Andelen settefisk av Bjerkreim-stamme var lavest i begge årene (13-16 %) (**figur 5.4**).



Figur 5.2. Tetthet av laksyngel (0+) pr. 100 m² fordelt på villaks og utsatt laks av Mandal- og Bjerkreim-stamme på de ulike strekninger i Mandalselva i A) november 2004 og B) oktober 2005.



Figur 5.3. Tetthet av eldre laksunger ($\geq 1+$) pr. 100 m² fordelt på villaks og utsatt laks av Mandal- og Bjerkreim-stamme på de ulike strekninger i Mandalselva i oktober 2005.



Figur 5.4. Relativ prosentvis fordeling mellom de ulike grupper av laksyngel (0+) på de tre delområdene i 2005 sammenlignet med 2004.

Tabell 5.8. Relativ gjenfangstprosent for laksyngel av Bjerkreim-stamme og Mandal-stamme satt ut på de ulike strekningene i Mandalselva i juli 2004 og 2005 og gjenfanget ved kontrollfiske i henholdsvis november 2004 og oktober 2005.

År	Strekning	Utsettingstetthet pr. 100 m ²		Fangsttetthet pr. 100 m ²		Gjenfangst- prosent	
		Bjerkrei m	Mandal	Bjerkrei m	Mandal	Bjerkrei m	Mandal
2004	Roland	30	30	0,8	3,6	2,7	12,0
	Kosåna	71	71	1,7	6,9	2,4	9,7
	Bjelland	33	40	1,2	2,8	3,6	7,0
	Terskel	23	23	5,3	9,9	23,0	43,0
	Kleveland	32	32	9,8	8,2	30,6	25,6
2005	Roland	30	30	4,9	2,2	16,3	7,3
	Kosåna	71	72	9,6	4,7	13,5	6,5
	Terskel	13	23	6,8	18,8	52,3	81,7

På strekning Roland og strekning Kosåna var det høyest gjenfangst av laksyngel av Mandal-stamme i 2004, men av Bjerkreim-stamme i 2005. De relative gjenfangstprosentene var omtrent de samme på de to strekningene (**tabell 5.8**). Gjenfangstprosenten var størst for laksyngel av Mandal-stamme i begge årene på strekning Terskel. I 2005 var den relative gjenfangsten 82 % av det som ble satt ut mot 43 % i 2004. Det var høyere relativ gjenfangstprosent på alle strekningene i 2005 sammenlignet med 2004, men dette kan komme av at det ble fisket om lag en måned tidligere på høsten i 2005.

5.1.3.3 Størrelse/vekst hos settefisk

I 2004 finnes det ikke data på gjennomsnittslengden av yngelen som ble satt ut på de enkelte strekningene, bare gjennomsnittslengden for hele materialet. I 2005 foreligger det separate målinger av lengden på yngel som ble satt ut på de ulike strekningene. I august 2005 hadde Mandal-stammen større relativ lengdeøkning enn Bjerkreim-stammen i Kosåna (henholdsvis 12 og 17 %). På strekning Terskel var denne forskjellen ubetydelig, og begge stammene hadde en relativ lengdeøkning på 15 %. Selv om gjennomsnittslengdene var forskjellige mellom de to stammene ved fangst-tidspunktet (**tabell 5.9**), kan dette forklares med forskjellene i lengden ved utsetting på strekning Terskel.

Tabell 5.9. Antall fanget (N), gjennomsnittslengde (L) i mm og standardavvik (SD) hos settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stamme ved kontrollfisket i august 2004 og 2005.

År	Strekning	Bjerkreim			Mandal		
		N	L	SD	N	L	SD
2004	Kosåna	3	60	7	6	59	7
	Bjelland	8	55	5	23	56	7
	Terskel	1	65	-	16	62	6
2005	Kosåna	12	63	5	8	62	4
	Terskel	11	65	5	23	57	5

Tabell 5.10. Antall fanget (N), gjennomsnittslengde (L) i mm og standardavvik (SD) hos settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stamme på de ulike strekningene ved kontrollfisket i november 2004 og oktober 2005.

År	Strekning	Bjerkreim			Mandal		
		N	L	SD	N	L	SD
2004	Roland	8	79	7	34	90	10
	Kosåna	10	59	5	40	64	4
	Bjelland	5	64	7	11	64	6
	Terskel	21	65	5	30	68	6
	Kleveland	24	64	7	30	69	8
2005	Roland	50	87	11	24	92	9
	Kosåna	35	63	7	26	62	7
	Terskel	25	74	6	58	68	6

Ved kontrollfisket i november 2004 og oktober 2005 fant vi den største settefisken på strekning Roland og den minste settefisken på strekning Kosåna (dette gjaldt begge stammer) i begge årene (**tabell 5.10**). Disse to strekningene skilte seg klart ut, mens det var små forskjeller mellom de øvrige strekningene i 2004.

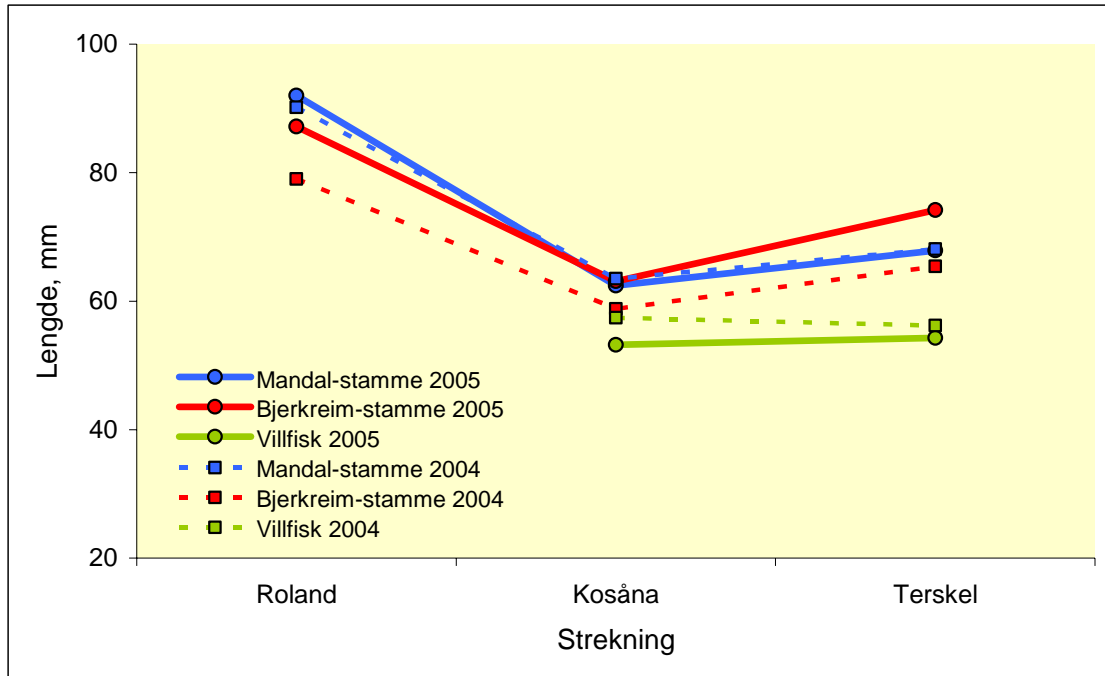
Gjennomsnittslengden til laksyngel av Mandal-stamme var like stor eller større enn Bjerkreim-stamme på alle strekningene i november 2004 (**tabell 5.10** og **figur 5.5**). Yngel av Mandal-stamme var klart større enn Bjerkreim-stamme på strekning Roland (11 mm), mens det var mindre forskjeller (5 mm) mellom stammene på strekningene Kosåna og Kleveland. På strekningene Bjelland og Terskel var forskjellene små (0–3 mm). I 2005 var laks av Mandal-stamme større bare på strekning Roland (**tabell 5.10**

og **figur 5.5**). Det var ingen forskjell mellom stammene i Kosåna. På strekning Terskel derimot var Bjerkreim-stamme størst i 2005. Yngel av Mandal-stammen var 5 mm større enn Bjerkreim-stamme på strekning Roland, mens Bjerkreim-stamme var 6 mm større enn Mandal-stamme på strekning Terskel.

I oktober 2005 var den relative lengdeøkningen betydelig både mellom stammer og mellom de tre strekningene som ble undersøkt (**tabell 5.11**). Mandal-stammen hadde relativt størst lengdeøkning på alle strekningene fra utsetting i juli til fangst i oktober 2005; om lag 18 % på strekning Kosåna, 36 % på strekning Terskel og 74 % på strekning Roland. Den relative lengdeøkningen var markert størst for begge stammer på strekning Roland.

Tabell 5.11. Gjennomsnittslengde av laksyngel ved utsetting i juli 2005 (L1) og gjenfangst i oktober 2005 (L2) samt relativ lengdeøkning i prosent hos settefisk av Bjerkreim- og Mandal-stamme på de ulike strekningene.

Strekning	Bjerkreim			Mandal		
	L1	L2	Økning %	L1	L2	Økning %
Roland	54	87	61	53	92	74
Kosåna	56	63	13	53	62	18
Terskel	57	74	31	50	68	36



Figur 5.5. Gjennomsnittslengden til vill laksyngel (0+) og utsatt laksyngel av Mandal- og Bjerkreim-stamme på de ulike strekninger i Mandalselva i november 2004 og oktober 2005.

5.1.4 Diskusjon

For å kunne måle eventuelle forskjeller i overlevelse og tilvekst mellom laksestammer, er det viktig å redusere betydningen av andre faktorer som kan være viktige. Variasjon mellom familiegrupper innenfor en stamme er en slik faktor, og det er tidligere vist at variasjon mellom familier innen en stamme kan være betydelig (Skilbrei m.fl. 1998). De ulike familiegruppene innen Bjerkreim-stammen ble blandet sammen på rognstadiet begge årene. Mandal-stammen ble holdt atskilt i familiegrupper under oppforingen i fiskeanlegget i 2004, men familiegruppene ble blandet sammen før utsetting. I 2005 ble de ulike familiegruppene av Mandal-stamme blandet på et tidlig tidspunkt under oppforingen. Alle familiegruppene av begge stammene var derfor representert på alle utsettingsområdene. Vi antar derfor at en eventuell effekt av ulik fordeling av

familiegrupper er minimalisert mest mulig for begge stammene både i 2004 og 2005.

Settefiskens størrelse ved utsetting er en annen faktor som kan ha betydning. Det er tidligere vist ved sammenlignende undersøkelser av laksesmolt at størrelse har betydning for overlevelsen (Skilbrei m.fl.1998). Vi kjenner ikke til undersøkelser av størrelsens betydning for overlevelsen hos settefisk av laks, men det er gjort forsøk med settefisk av ørret. Fire størrelsesgrupper ensomrig settefisk ble satt ut i en regulert og en uregulert innsjø. Fisken var sortert etter lengde før utsetting i fire atskilte størrelsesgrupper. Det ene året var de fire gruppene henholdsvis 57–59 mm, 62–64 mm, 67–69 mm og 72–74 mm. Det andre året var fisken i alle gruppene 3 mm lengre. Utsettingen det første året ga best gjenfangst av den største fisken og lavest gjenfangst av den minste fisken i begge innsjøene. Utsettingen det andre året ga like gjenfangster av alle gruppene i begge

innsjøene. Resultatene tyder på at settefiskens størrelse kan ha betydning for gjenfangsten, men at den ikke behøver å ha det (Johnsen 2001). Disse resultatene med laksesmolt og settefisk av ørret satt ut i innsjø, har ikke direkte overføringsverdi til laks som settes ut i elv. Vi må derfor konstatere at vi ikke vet om størrelsen har betydning for overlevelsen hos settefisk av laks, men vi antar at den kan ha det siden størrelse er kjent som et konkurransefortrinn hos fisk i mange situasjoner.

Forskjeller i overlevelse og tilvekst kan også være en direkte eller indirekte effekt av genetiske forskjeller mellom de to laksestammene. Det er imidlertid forholdsvis små genetiske forskjeller mellom laksebestander på Sørvestlandet og Sørøstlandet. Bjerkreim-stammen hører til den vestlige grenen og er mest lik laksestammene i Figgjo og Håelva. Hvorvidt Mandalselva eller de andre utdøde bestandene på Sørlandet representerte den vestlige eller østlige grenen, eller en egen gruppe, kan vi ikke si noe om (Hindar & Balstad 2003).

Forskjellene i klekkesidspunkt mellom de to stammene i 2004 (Bjerkreim-stammen klekte senere enn Mandal-stammen) kan skyldes ulike temperaturer i de to anleggene Ims og Finså fram til øyeroignstadiet. Men det kan også være reelle forskjeller mellom de to stammene. Forskjeller i gytetidspunkt og dermed klekkesidspunkt er en lokal tilpasning til temperaturforholdene i det enkelte vassdrag (Heggberget 1988). Stryking av villfisk fra Bjerkreimselva til klekkeriet på Vikeså starter i slutten av oktober og foregår til slutten av november, eller ut i desember (Tengesdal 2000). Stryking av den nyetablerte "Mandal-stammen" foregår vanligvis fra slutten av oktober til midten av november (Kristian Hestvåg pers. medd.). Dette kan tyde på at Bjerkreim-stammen har et noe senere gytetidspunkt enn den nye Mandal-stammen. Det kan være en ulempe for Bjerkreim-stammen hvis det fører til at den klekker senere om våren, og dermed bruker

lenger tid på å oppnå en konkurransedyktig størrelse enn Mandal-stammen.

Det var også forskjeller i rognstørrelse mellom Bjerkreim-stammen og Mandal-stammen. Bjerkreim-stammen hadde minst rogn når man ser på gjennomsnittstørrelsen i 2004, men variasjonen var sannsynligvis større hos Mandal-stammen. I 2005 derimot var gjennomsnittstørrelsen av rogn hos Mandal-stammen mindre enn rogn hos Bjerkreim-stammen, selv om variasjonen fortsatt var størst hos Mandal-stammen.

Det er svært vanskelig å unngå størrelsesforskjeller på settefisk ved oppdrett av forskjellige stammer når rognstørrelsen var så vidt forskjellig som i dette tilfellet. I tillegg vil tettheten av settefisk i det enkelte karet påvirke størrelsen. Det viste seg da også at Mandal-stammen ble gjennomgående større enn Bjerkreim-stammen i 2004, mens forholdet var omvendt i 2005.

De høyeste tetthetene av ville laksunger ble funnet på strekningene Terskel (begge år) og Kleveland (i 2004, men ikke undersøkt i 2005). Dette kan tyde på at det var bedre oppvekstbetingelser på disse strekningene enn på strekningene Bjelland og Kosåna, eller at det har vært utilstrekkelig gyting av villfisk på de to sistnevnte strekningene. Strekningene Terskel og Kleveland ligger på minstevannføringsstrekningen hvor vannføringen kommer ned i 1 m³/s om vinteren. Men vannføringen ligger jevnt på dette nivået hele vinteren. Strekning Bjelland kan derimot være utsatt for til dels sterke vannstandsvariasjoner, spesielt under episoder med driftsstans i kraftstasjonen. Det er derfor grunn til å tro at fisken kan være utsatt for stranding på denne strekningen. I Kosåna kan det være svært lav vintervannføring, men siden vassdraget er uregulert er strekningen ikke utsatt for raske vannstandsvariasjoner. Kosåna ligger imidlertid øverst i lakseførende del, og en relativt liten andel av laksen vandrer så langt opp. Lave tettheter av villfisk kan derfor skyldes lite gytetfisk.

De høyeste tetthetene av settefisk ble funnet på strekningene Terskel (begge år) og Kleveland (i 2004, men ikke undersøkt i 2005). Dette var også de to strekningene som hadde de høyeste tetthetene av ville laksunger. Dette kan tyde på at det var bedre oppvekstbetingelser på disse strekningene enn på de øvrige. Det betyr også at strekningen ikke var ”fylt opp” med villfisk, og at konkurransen fra eldre villfisk ikke var spesielt hard. Overlevelsen til den settefisken som ble satt ut på strekningene Kleveland og Bjelland i 2004 var ikke vesentlig forskjellig fra overlevelsen hos settefisk som ble satt ut på de samme strekningene i 1999-2003 (Johnsen & Larsen 2005).

Rolandsbekken har ingen naturlig laksebestand, og ørretbestanden var tynn. På slike lokaliteter blir det normalt meget god overlevelse ved første gangs utsetting av laksunger. Vi fant imidlertid lav tetthet av laksunger av begge stammer i denne bekken i begge årene. Dette kan skyldes at vannkvaliteten er på grensen av det som er gunstig for laksunger. To tilfeldige vannprøver tatt i 2004 peker i den retningen: 10. juni og 15. september var pH henholdsvis 5,89 på lav vannføring og 4,70 på høy vannføring. Rolandsbekken er bare indirekte kalket gjennom innsjøkalking av Eptevannet, og vannkvaliteten kan derfor avvike betydelig i forhold til vannkvaliteten i Kosåna ved samløpet med Mandalselva. Selve Kosåna derimot er kalket ved hjelp av to kalkdoserere; Egså og Bjørndalen (Kaste & Skancke 2006). Ved utløpet av Kosåna hadde pH en middelvei på 6,08 i 2005 (min og maks pH henholdsvis 5,54 og 6,64).

Det var svært lav tetthet av ettårige laksunger i Rolandsbekken i 2005. Dette kan bety en overdødelighet i løpet av vinteren på grunn av dårlig vannkvalitet, men også at laksungene vandret ut fra området allerede som ett-årig smolt våren 2005. Det var svært god vekst på strekning Roland, og årsyngelen var større enn 100 mm allerede første høsten. Tettheten av ettårige laksunger

på strekningene Kosåna og Terskel var derimot noe høyere, og hadde en overvekt av individ av Mandal-stamme. Dette avspeiler den samme fordelingen mellom Mandal- og Bjerkreim-stamme som ble funnet for yngel på de to strekningene i 2004.

Forholdet mellom de to stammene med hensyn til tetthet varierte mellom de ulike strekningene i 2005. Det var dobbelt så høy tetthet av laks av Bjerkreim-stamme som av Mandal-stamme på strekningene Roland og Kosåna, men nesten tre ganger så høy tetthet av Mandal-stamme som av Bjerkreim-stamme på strekning Terskel. I 2004 var det nesten lik tetthet av begge grupper på strekning Terskel (og Kleveland), og på strekningene Roland og Kosåna var det omtrent fire ganger så høy tetthet av laks av Mandal-stamme som av Bjerkreim-stamme. Styrkeforholdet mellom de to stammene på strekningene Roland og Kosåna var derfor omvendt i de to årene. På strekning Terskel var imidlertid den relative gjenfangstprosenten av Mandal-stamme høyest i begge årene.

Settefiskens tilvekst var klart best på strekning Roland og det gjaldt begge stammene. Dette indikerer meget gode oppvekstbetingelser på denne strekningen, men forsuringsepisoder i løpet av året kan ha medvirket til at tettheten av begge stammene var lavere enn forventet. Tetthetsforholdet mellom stammene tydet på at Mandal-stammen hadde greid seg langt bedre enn Bjerkreim-stammen på denne strekningen i 2004, men at dette forholdet var motsatt i 2005.

Lavest tilvekst ble funnet på strekning Kosåna, og dette gjaldt begge stammene i begge år. Tetthetsforholdet mellom stammene i Kosåna var tilnærmet lik tetthetsforholdet på strekning Roland. Det var imidlertid svært høy utsettingstetthet i Kosåna, samtidig som det også forekommer villfisk av laks. Dette kan forklare den relativt lave tilveksten hos de utsatte laksungene sammenlignet med Roland.

5.1.5 Foreløpig konklusjon

De fem utsettingsstrekningene var forskjellige med hensyn til vannmiljø, samt forekomst og tetthet av villfisk. Lengdemåling i fiskeanlegget viste at settefisken av Mandal-stamme hadde lavere gjennomsnittslengde enn settefisken av Bjerkreim-stamme i 2005. Dette forholdet var imidlertid motsatt i 2004. Det ble ikke funnet systematiske forskjeller med hensyn til vekst og overlevelse mellom de to laksestammene når resultatet fra de to årene sammenlignes. Det kan se ut til at lengde ved utsetting har hatt betydning for tilslaget hos laks utsatt på strekningene Roland og Kosåna, der stammen med størst gjennomsnittslengde ved utsetting hadde størst tetthet 3-4 måneder etter utsetting. Det var bare på strekning Terskel at Mandal-stamme forekom i størst tetthet i begge årene uavhengig av størrelsen ved utsetting. Dette kan skyldes at Mandal-stammen var bedre tilpasset forholdene på denne strekningen, men det kan også skyldes mulige avvik mellom antatt og reell gjennomsnittslengde ved utsetting i 2004 (jf. Johnsen & Larsen 2005). Størst tetthet av settefisk ble funnet på de strekningene som også hadde høyest tetthet av villfisk. Best tilvekst hos settefisk av begge stammer ble funnet i Rolandsbekken, som ikke hadde noen bestand av ville laksunger.

5.1.6 Litteratur

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. – *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Fjellheim, A. & Johnsen, B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerlings in Norway. - *Nordic Journal of Freshwater Research* 75: 20-36.

Hansen, L.P. & Johnsen, B.O. 2003. Mandalselva – effekter av Laudal kraftverk på overlevelse av utsatt smolt. – i Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red.) Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997–2002. DN–Utredning 2003–5: 97–100.

Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 845-849.

Heggberget, T.G. 1989. Population structure and migration system of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the River Alta, North Norway. - A summary of the studies 1981 - 1986. i Brannon, E. & Jonsson, B. (red.) Proceedings of the Salmonid migration and distribution symposium, Juni 23-25, 1987, Trondheim.

Hindar, K. & Balstad, T. 2003. Genetiske studier av reetablering av laks i Mandalselva og Tovdalselva. - i Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red.) Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997–2002. DN–Utredning 2003–5: 40–42.

Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Hansen, L.P. 1994. Homing and straying of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., released in three rivers in Norway. - *Aquaculture and Fisheries Management* 25, Supplement 2: 9-16.

Hvidsten, N.A., Kroglund, F., Holst, J.C. & Johnsen, B.O. 2002. Undersøkelser av smoltøkologi i Mandalselva. - NINA Oppdragsmelding 730: 1-23.

Johnsen, B.O. 1989. Settefisken - greier seg. - *Jakt - Fiske - Friluftsliv* nr. 10: 52-54.

Johnsen, B.O. 2001. Utsetting av ensomrig settefisk i innsjø: Er utsettingsstedet viktig og gir stor settefisk bedre gjenfangst enn små settefisk? - NINAs strategiske intituttprogrammer 1996-2000. Virkninger av fysiske naturinngrep - systemøkologisk innretting. Sluttrapport. NINA Temahefte 16: 47-50.

- Johnsen, B.O. 2003. Utsetting av ensomrige laksunger i Mandalselva og Tovdalselva: Overlevelse, vekst og spredning. – i Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red.) Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997–2002. DN-Utredning 2003–5: 58–62.
- Johnsen, B.O. 2005. Utsetting av ensomrige laksunger i Mandalselva og Tovdalselva: Overlevelse, vekst og spredning. – i Hesthagen, T. (red.) Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra Reetableringsprosjektet 2001-2003. DN-Utredning 2005-9: 27-33.
- Johnsen, B.O. & Larsen, B.M. 2005. Utsettingsforsøk med ensomrig settefisk i Mandalselva. Reetableringsprosjektet – Årsrapport 2004. – NINA Minirapport 107. 13 s.
- Kaste, Ø. & Skancke, L.B. 2006. Mandalsvassdraget. 2. Vannkjemi. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat (i manus).
- Skilbrei, O., Johnsen, B.O., Heggberget, T.G., Krokan, P.S., Aarset, B., Sagen, T. & Holm, M. 1998. Havbeite med laks. Årsrapport til Norges Forskningsråd: 1–72.
- Tengesdal, P. 2000. Bjerkreimselva. Bjerkreim elveeigarlag 50 år, 1950–2000. – Bjerkreim elveeigarlag. 103 s.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation - Journal of Wildlife Management 22: 82-90.

6 Smoltundersøkelser

6.1 Undersøkelse av smoltutgangen i Tovdalselva, Otra, Nidelva og Storelva i 2005

Bjørn T. Barlaup¹, Frode Kroglund², Einar Kleiven² og Vidar Moen³

Medarbeidere: Jon Løyland, Kjetil Lønn, Jim Guttrup, Kai Severinsen og Bjørn Jørgensen

¹LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen.

²NIVA-Sørlandsavdelingen. ³VESO-Trondheim.

Sammendrag

Smoltfeller ble plassert ut våren 2005 for å bestemme tidspunktet for utvandring av laksesmolt fra Otra, Tovdalselva, Nidelva og Storelva. I Otra, Tovdalselva og Storelva viser resultatene at det meste av laksesmolten (om lag 80% av totalt innfanget smolt) vandret ut i perioden fra 1. mai til 20. mai. Resultatene fra Tovdalselva og Otra samsvarer også med resultatene fra smoltutgangen i 2004, da om lag 80% av det totale antallet innfanget smolt ble tatt innen 23. mai. Den gjennomsnittlige lengden og smoltalderen for laksesmolt tatt i fellene var hhv. 13,4 cm og 2,2 år i Otra, 13,4 cm og 2,4 år i Tovdalselva, og 13,6 cm og 2,1 år i Storelva. Storelva skiller seg ut ved å ha en egen laksestamme som ikke er i en reetableringsfase slik tilfellet er i Tovdalselva og Otra. Resultatene fra Storelva viser derfor tidspunktet for smoltutvandring for en naturlig tilpasset laksestamme i området. Resultatene fra 2005 tyder på at smoltutgangen i Tovdalselva og Otra ikke avviker mye fra Storelva. Det er et positivt resultat siden et betydelig avvik med for sen eller for tidlig smoltutgang vil redusere smoltens overlevelse i sjøen. Fangstene i Nidelva var påfallende lave sammenliknet med fangstene i de tre andre undersøkte elvene. Tilsvarende resultat ble også funnet i 2004. Dette gir en klar indikasjon på at produksjonen av laks- og auresmolt i

Nidelva er svært begrenset. I Tovdalselva benyttes rognplanting for å reetablere laksestammen, og det er i perioden 2000-2005 lagt ut om lag 1,5 millioner rogn. Før utlegging merkes rogn ved at det avsettes et fargemerke i otolitten. Analyser av otolittene på utvandrende smolt viste at andelen merket smolt var 81,0% i 2004 og 79,6% i 2005. Disse høye andelene av merket smolt gir en klar indikasjon på at rognplantingen har bidratt betydelig til reetableringen av laksebestanden i Tovdalselva.

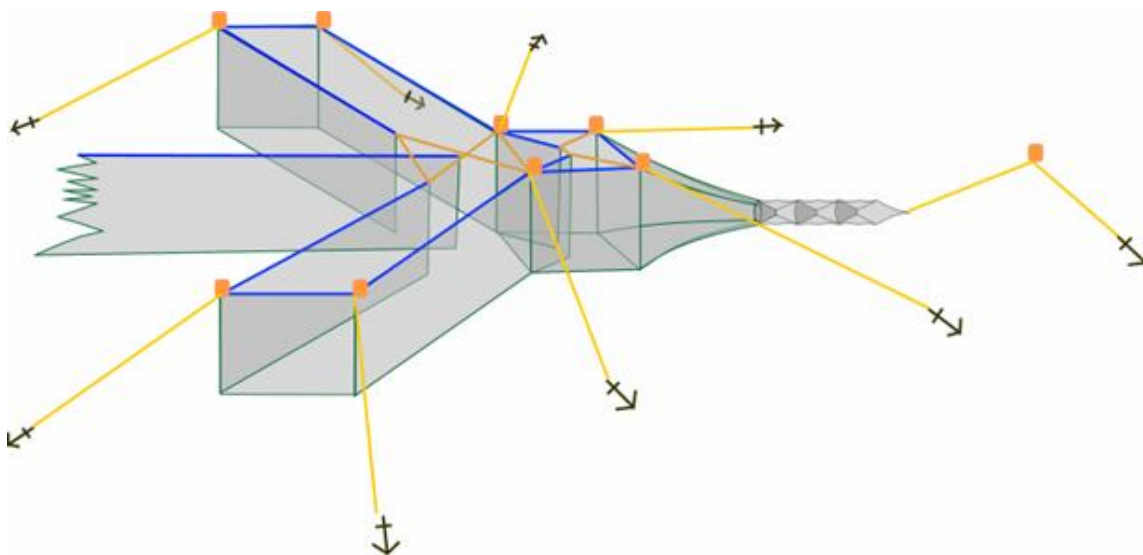
6.1.1 Bakgrunn og hensikt

Våren 2005 ble det gjort undersøkelser av smoltutgangen i Tovdalselva, Otra, Nidelva og Storelva. Hensikten med undersøkelsen var å få et mål på når smolten forlater elvene, smoltens lengde- og alderssammensetning og smoltens fysiologiske status. Her rapporteres hovedresultatene fra undersøkelsene i 2005. De fysiologiske målinger av smolt utført i forbindelse med prosjektet er gitt i egen årsrapport (**punkt 6.3**).

6.1.2 Metoder

I Tovdalselva og Otra ble det satt ut en smoltruse for å fange smolt. Smoltrusa er en modifisert utgave av en storruse som er et fangstredskap som normalt benyttes til fangst av aure og røye i innsjøer (**figur 6.1**). For å fange smolt i elv er storrusa ombygd, bl.a. ved å endre innfallsvinklene og redusere maskevidda i deler av rusa (Barlaup m. fl. 2004). Smoltrusene er produsert og driftet av firmaet Innfisk As fra Evje.

Smoltrusa benyttet i Tovdalselva var 3,5 m dyp og hadde 25 m lange vinger (ledegarn), mens smoltrusa i Otra var 5 m dyp og hadde 20 m lange vinger. I begge rusene hadde fangstrommet og halsen en maskevidde på 10 mm, mens firkanten og ledegarna hadde en maskevidde på 20 mm.



Figur 6.1. Smoltrusa er en modifisert utgave av storrusa som benyttes for innlandsfiske. Skisse av storruse fra ruseprodusenten Innfisk As fra Evje.

I både Tovdalselva og Otra ble smoltrusene plassert i nedre del av anadrom strekning. I Tovdalselva var rusa plassert oppstrøms Boenfossen. I Otra var rusa plassert ved hengebrua ved Mosby. I Nidelva ble det benyttet et såkalt smolthjul satt ut ved Helle, rett nedstrøms samløpet mellom minste-vannføringsløpet og utløpstunnelen fra kraftverket. Denne fangstinnretningen fungerer slik at utvandrende smolt går inn en åpning med et roterende hjul som løfter smolten bak i et fangstrom. I Storelva ble det benyttet en såkalt "River-fishlift" for å fange utvandrende smolt. River-fishlift er en fangstinnretning som er utviklet av Havforskningsinstituttet (Holst & McDonald 2000). Fella er en "elvetrål", hvor smolten etter å ha gått gjennom åpningen blir sluset gjennom en hals til et fangstkammer.

Antall laks- og sjøauresmolt som gikk i smoltfellene ble i hovedsak kontrollert daglig, men praktiske problemer gjorde at det enkelte dager ikke var mulig å kontrollere fellene. Innfanget smolt ble overført til et akvarium eller en stamp for artsidentifisering før et utvalg ble frosset ned i poser. Smolten ble senere undersøkt for bestemmelse av lengde og alder. Alderen ble bestemt ved analyse av otolitter. Et utvalg av

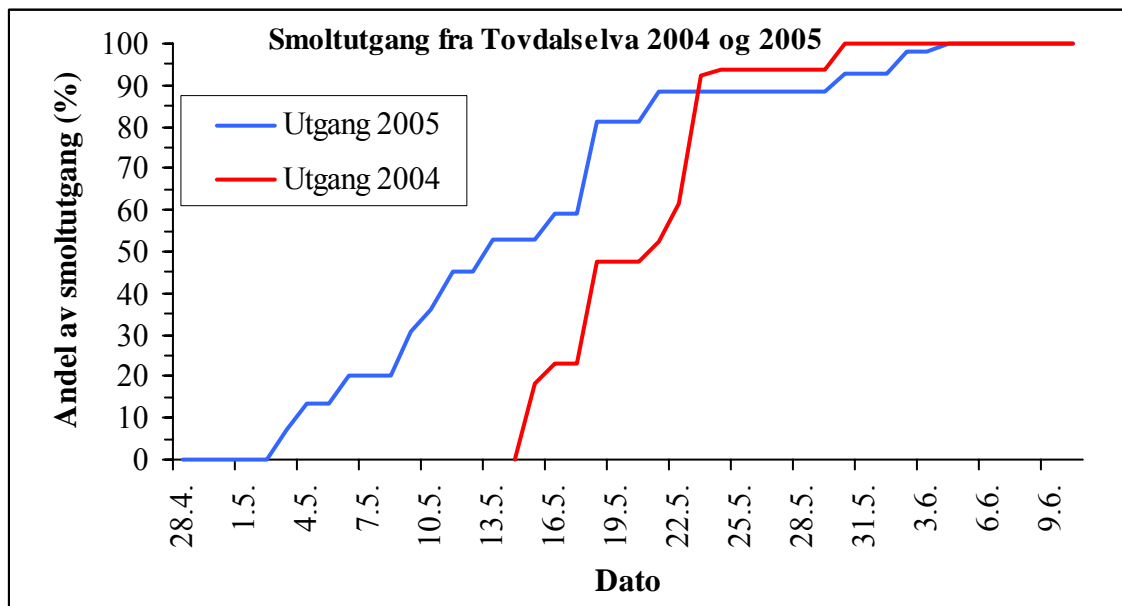
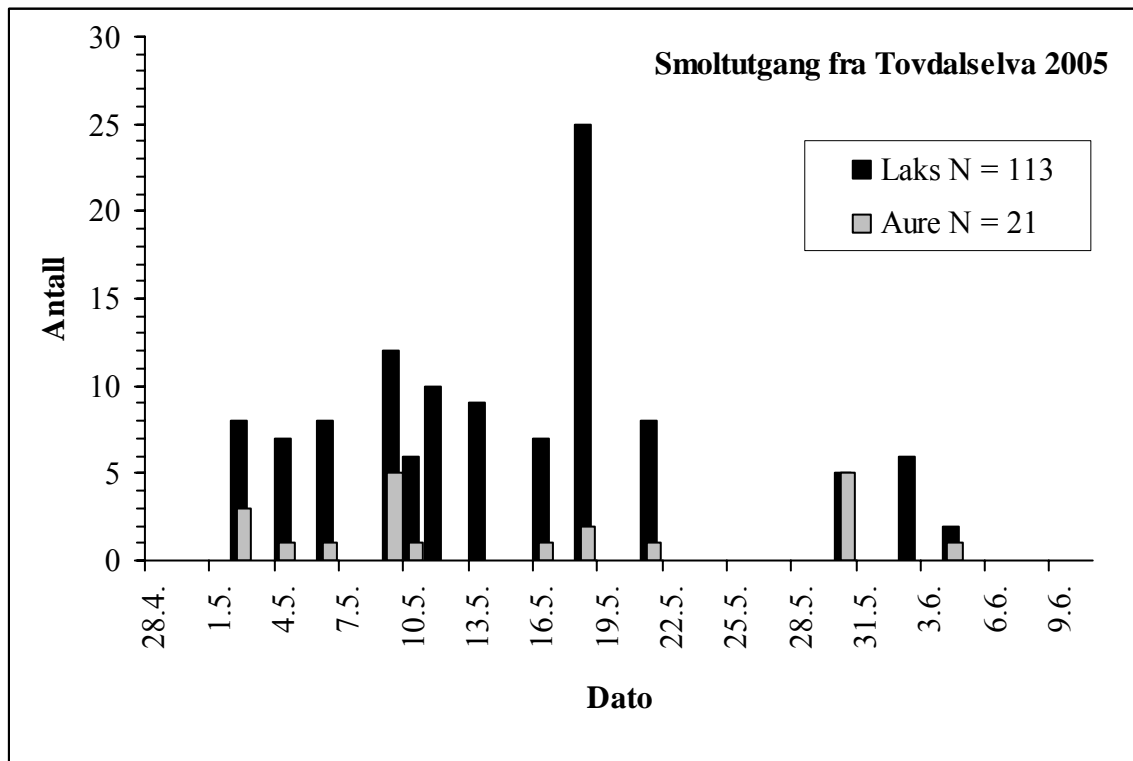
smolten ble overført fra smoltfellene til oppbevaringskammer før prøvetaking av gjeller for gjelle-aluminium og blod for tolkning av fiskens fysiologiske status (se **punkt 6.3**). I Tovdalselva ble det i tillegg undersøkt om laksesmolten hadde et fargemerke i otolitten (øresteinen) for å bestemme hvor stor andel av smolten som stammet fra rognplantingen i vassdraget.

6.1.3 Resultater og diskusjon

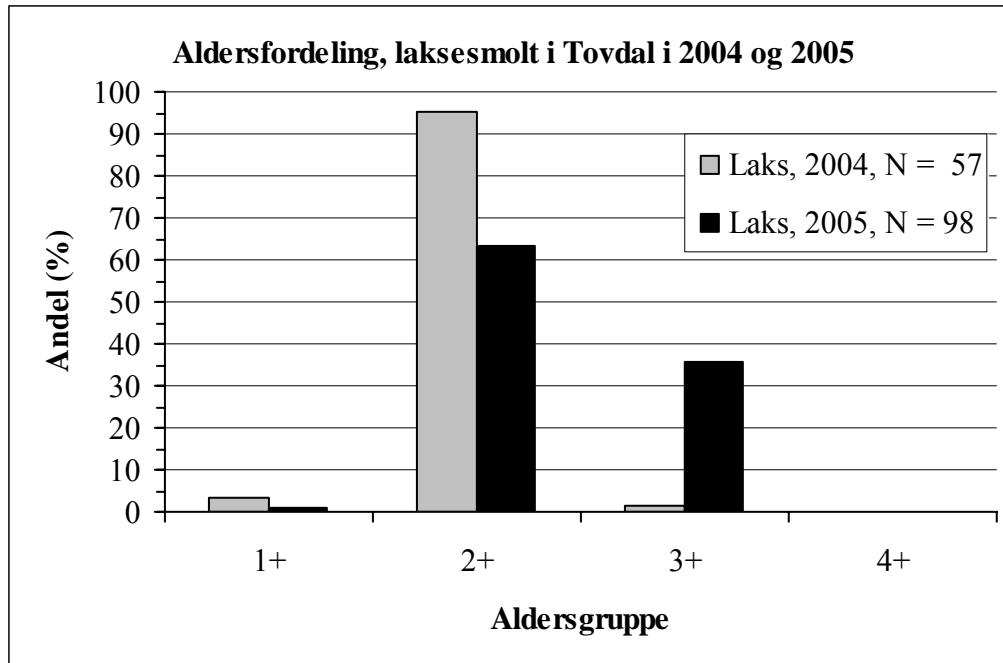
6.1.3.1 Smoltfangster og smoltens alders- og lengdefordeling

Tovdalselva

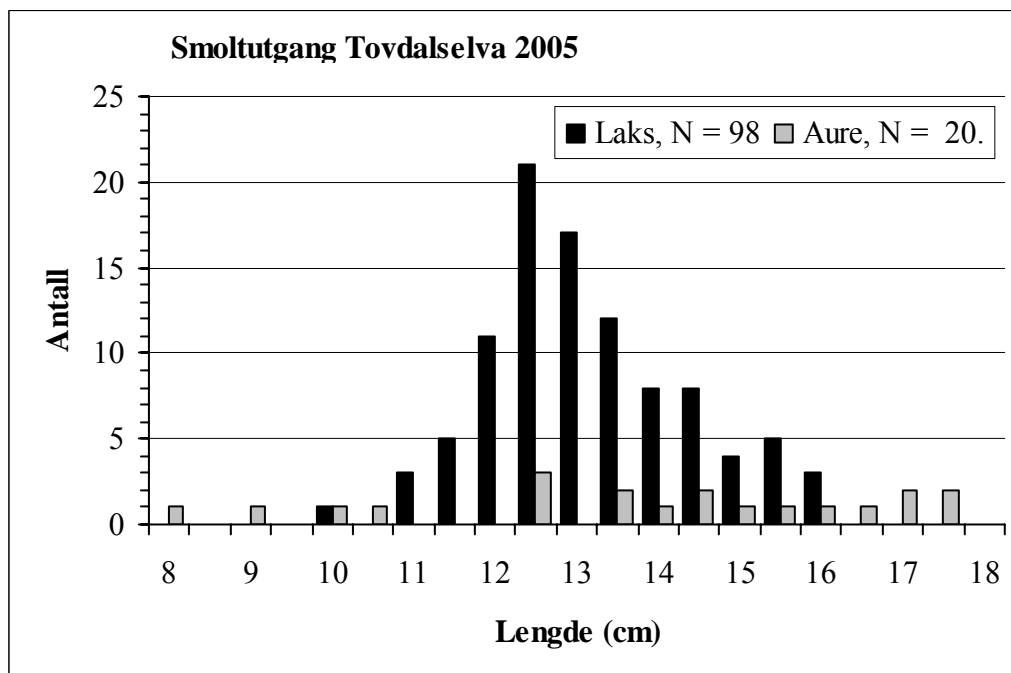
I Tovdalselva ble smoltrusa plassert på strekningen rett oppstrøms Boenfossen. Rusa ble satt ut den 28. april 2005, og tatt opp den 10. juni. I denne perioden ble det totalt fanget 113 laks og 21 aure. De fleste laksesmoltene ble fanget i perioden mellom 2. mai til 21. mai. I denne perioden ble 88% av det totale antallet innsamlet laksesmolt fanget (**figur 6.2**). Dette fangstforløpet tilsier at det meste av laksesmolten hadde forlatt Tovdalselva mot slutten av mai. Dette samsvarer også med resultatene fra smoltutgangen i 2004 (Barlaup m.fl. 2005).



Figur 6.2. Antall laks og sjøauresmolt tatt i smoltrusa i Tovdalselva i 2005. Rusa ble satt ut den 28.april (øverst). Nedre panel viser akkumulativt antall laksesmolt tatt i 2004 og 2005. Merk at smoltrusa først ble satt ut den 14. mai i 2004.



Figur 6.3. Aldersfordeling for laks- og sjøauresmolt tatt i smoltrusa i Tovdalselva i 2004 og 2005. De to ettårige laksene tatt i 2004 var parr.



Figur 6.4. Lengdefordeling for laks- og sjøauresmolt tatt i smoltrusa i Tovdalselva i 2005. Aure under 10 cm er trolig ikke smolt.

Det lave antallet aure (21 stk.) gjør materialet lite egnet til å beskrive tidsforløpet for utgangen av aure. I tillegg til fangsten av laks- og auresmolt ble det under fisket i 2005 registrert 6 større aure (> 200 g) og 19 abbor. Disse ble satt tilbake i elva.

Samtlige av de 98 aldersbestemte laksene tatt i smoltrusa i Tovdalselva ble vurdert til å være smolt. Laksesmoltene hadde en lengdefordeling fra 10,2 til 16,4 cm, med en gjennomsnittlig lengde på 13,4 cm (sd=1,2). Av smolten var 1 % ettåringer, 63,3 % toåringer, 35,7 % treåringer. Dette gir en gjennomsnittlig smoltalder på 2,35 år (sd=0,50, n=98). Det var en markert endring fra 2004 da det, med unntak av en treårig smolt, bare ble registrert toårig smolt (**figur 6.3**). Av de 20 aldersbestemte aurene var det 2 ettårige, 11 toårige og 7 treårige fisk. Den gjennomsnittlige lengden av auresmolt tatt i smoltrusa var 14,1 cm (sd = 2,8). Lengdefordelingen for auren er gitt i **figur 6.4**.

Innslag av smolt som stammet fra utplanting av rogn i Tovdalselva

I regi av Reetableringsprosjektet har det siden 2000 blitt lagt ut øyerogn som en alternativ kultiveringsstrategi for å reetablere laks i Tovdalselva. Til utsetting av øyerogn i Tovdalselva er det brukt lakserogn fra Storelvastammen i Vegårsvassdraget (Storelva i Holt). Stamfisken produseres på Finså klekkeri. Etter en gjennomgang av ulike metoder for utlegging av rogn (se Barlaup og Moen 2001), og metodeutprøving, er det benyttet en metode hvor rogn blir lagt ut i kasser fylt med grus. Fra og med 2001 er det utført rognplanting i stor skala med utlegging av fra 207 000 til 560 000 rogn årlig (**tabell 6.1**). I hele perioden har rogn blitt fordelt på ulike stasjoner på strekningen mellom Teinefossen og utløpet av Herefossfjorden.

Tabell 6.1. Antall lakserogn lagt ut årlig i Tovdalselva fra oppstarten i 2000 til og med 2005.

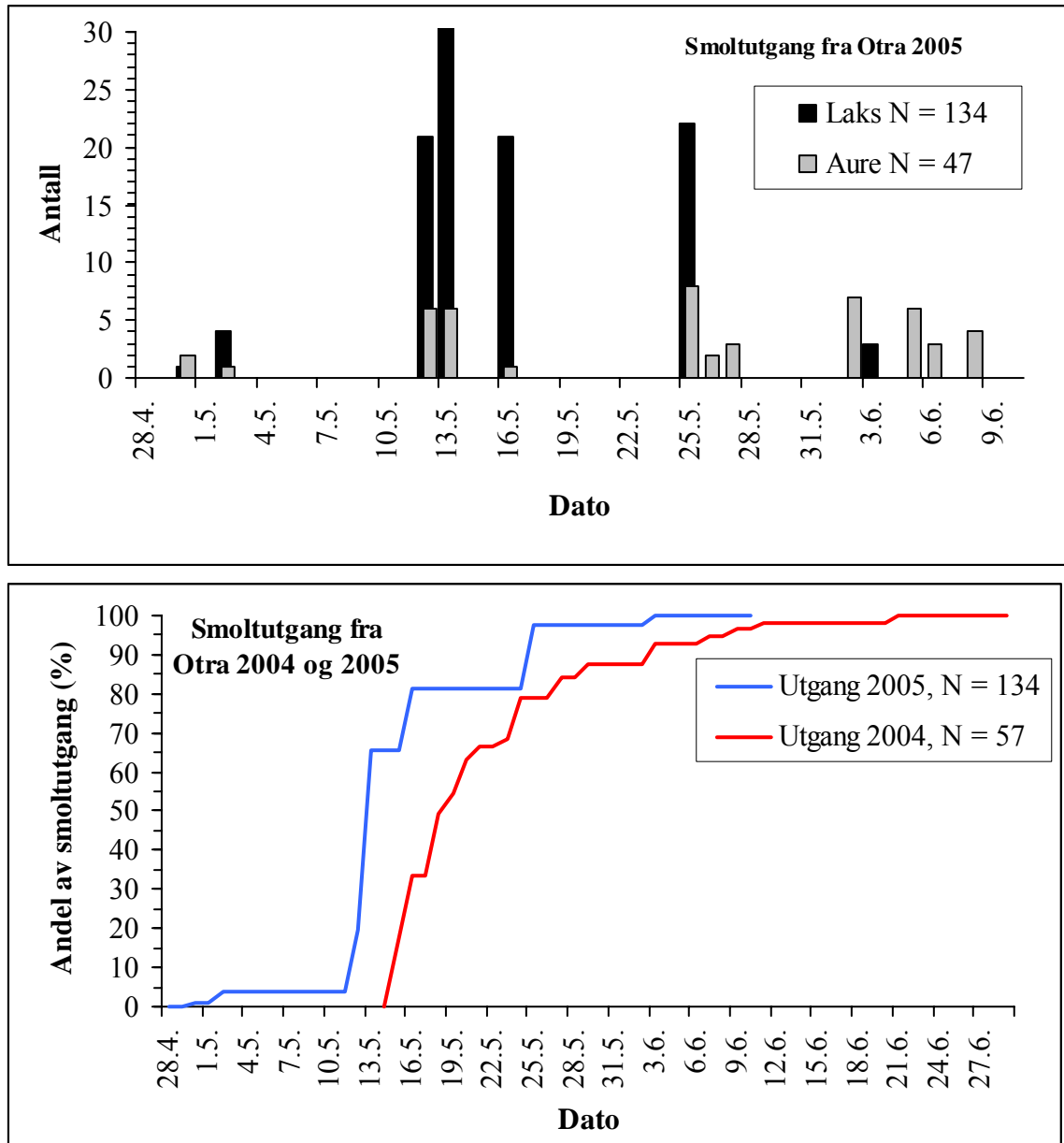
År	Antall rogn plantet ut
2000	18 000
2001	240 000
2002	249 200
2003	279 000
2004	560 000
2005	207 000
Sum:	1 553 200

Før utlegging ble rogn merket med kjemisk kodemerking for senere visuell deteksjon av merke i otolitt (ørestein). Denne merkingen gjør det mulig å identifisere smolt som stammer fra rognplantingen i vassdraget. Følgelig ble otolittene til smolten tatt i smoltrusa i 2004 og 2005 analysert for fargemerke. Resultatene viste at 47 av 58 smolt innfanget i 2004 hadde fargemerket otolitt. Dette betyr at en andel på 81% av smolten som ble undersøkt stammet fra rognplantingen. I 2005 var 39 av 49 analyserte otolitter fra innfanget smolt merket, dvs. en andel på 79,6%. Selv om antallet undersøkt er begrenset, gir disse høye andelene av merket smolt en klar indikasjon på at rognplantingen har bidratt betydelig til reetableringen av laksebestanden i Tovdalsvassdraget. I 2004 var samtlige smolt med fargemerke toårige og stammet dermed fra utleggingen av 249 000 lakserogn vinteren 2002 (**tabell 6.1**). I 2005 fordelte den merkede smolten seg på både på toårig (dvs. 2002 årsklassen) og treårig (dvs. 2003 årsklassen) smolt. I fangstene våren 2005 var 20 av 29 smolt, dvs. 69% av 2002 årsklassen merket. Tilsvarende var 19 av 20 smolt, dvs. hele 95 % av 2003 årsklassen merket.

Otra

I Otra ble smoltrusa satt ut på nedre del av anadrom strekning ved Mosby den 28. april 2005 og tatt opp den 10. juni. I denne

perioden ble det totalt tatt 134 laks og 47 aure (figur 6.5). Det meste av laksesmolten, dvs. 94% ble tatt i perioden 12.-25. mai.

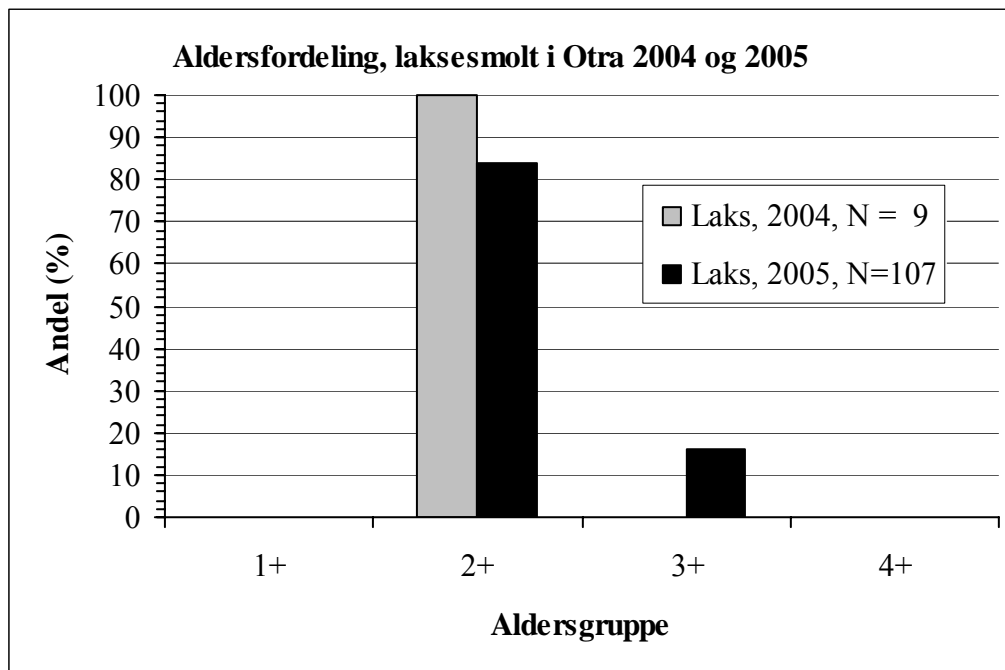


Figur 6.5. Fangster i smoltrusa ved Mosby i Otra i perioden 28. april. til 10. juni 2005 (øverst). Nedre panel viser akkumulativt antall laksesmolt tatt i 2004 og 2005. Merk at smoltrusa i 2004 først ble satt ut den 14. mai.

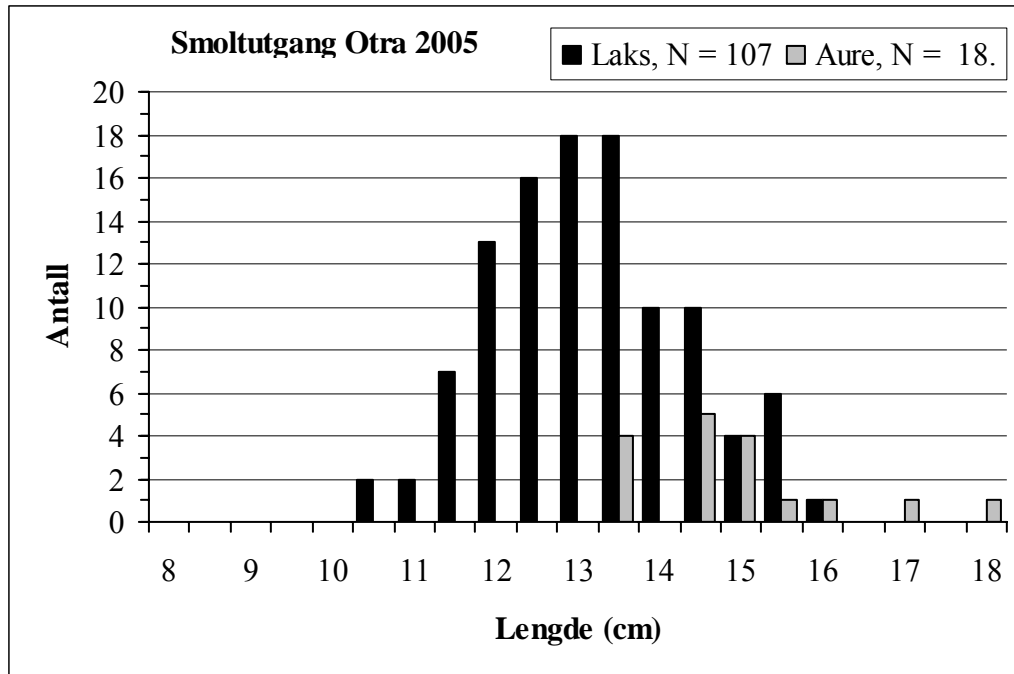
Fangstene av auresmolt var fordelt over et noe lenger tidspunkt siden 44% ble tatt i perioden 12.-25. mai. For både aure og laks var det en markert nedgang i fangstene utover i juni. Selv om materialet er begrenset, tyder disse resultatene på at det meste av smolten har vandret ut av Otra mot slutten av mai. Fangbarheten ble i perioder redusert grunnet mye driv av bl.a. krypsiv som tettet til rusa. Dette har trolig bidratt til den observerte variasjonen i fangstene. I tillegg til fangsten av laks- og auresmolt ble det under fisket i 2005 registrert 6 større aure (> 200 g) som ble satt tilbake i elva.

Totalt ble 107 laksesmolt og 18 auresmolt aldersbestemt. Blant laksesmolten dominerte toårig smolt. Disse utgjorde 84% av materialet, mens de resterende 16% var treårig smolt. Den gjennomsnittlige smolt-

alderen for laks i 2005 var 2,16 år (sd = 0,37, n = 107). I 2004 ble det bare funnet toårig smolt i Otra, men materialet undersøkte smolt var lavt (9 stk.) (**figur 6.6**). Laksesmolten hadde en lengdefordeling fra 10,7 til 16,2 cm med en gjennomsnittlig lengde på 13,4 cm (sd=1,2). Den gjennomsnittlige lengden for den toårige laksesmolten som vandret ut våren 2005 var 13,1 cm (sd = 0,98, N = 90). Den treårige laksesmolten hadde en gjennomsnittlig lengde på 15,0 cm (sd = 0,79, N = 17). Den toårige auren hadde en gjennomsnittlig lengde på 14,7 cm (sd = 0,8, N = 15), mens den gjennomsnittlige lengden for treårig aure var 18,5 cm (sd = 0,9, N = 3) (**figur 6.7**).



Figur 6.6. Aldersfordeling av laksesmolt tatt i smoltrusa i Otra i 2004 og 2005.



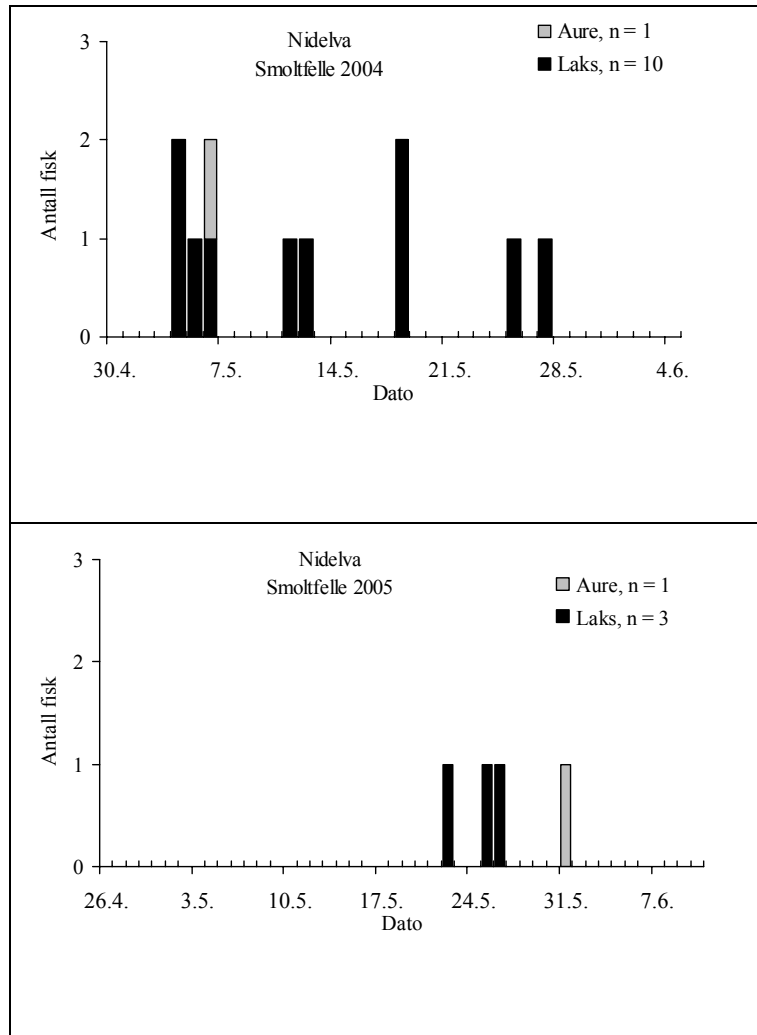
Figur 6.7. Lengdefordeling av laks og aure tatt i smoltrusa i Otra i perioden 28.04-10.06.05.

Nidelva

I 2004 ble smoltfella (River-fishlift) satt ut 30. april og tatt opp igjen 4. juni. I denne perioden var fella ute av drift i fire døgn grunnet stor vannføring og tekniske problemer, slik at effektive fangstdøgn ble 34 dager. Det ble kun registrert 10 laksesmolt og en sjøauresmolt i denne perioden. Aldersanalysen av laksesmoltene viste at alle var 2 år gamle med en snittlengde på 15,1 cm (std = 1,3 cm).

I 2005 ble det benyttet en smoltskrue for innsamling av smolt i Nidelva. I perioden smoltskruen sto ute, fra 26. april til 10. juni,

ble det bare fanget tre laksesmolt og en auresmolt. I tillegg ble det fanget en gjedde. En medvirkende faktor til disse svært lave fangstene var at vannføringen i lange perioder var så lav at trommelen på smoltskruen knapt gikk rundt, og derfor ikke fanget effektivt. Svært lave fangster også i periodene med høyere vannføringen, sammen med det lave antallet smolt fanget i 2004, tilsier at smoltproduksjonen av både laks og sjøaure er svært lav i Nidelva. Fangstene i smoltfella i 2004 og 2005 er vist i figur 6.8.



Figur 6.8. Fangster av smolt i Nidelva i 2004 (øverst) og 2005 (nederst). I 2004 ble det benyttet en såkalt "River-fishlift", mens det i 2005 ble benyttet en smoltskrue.

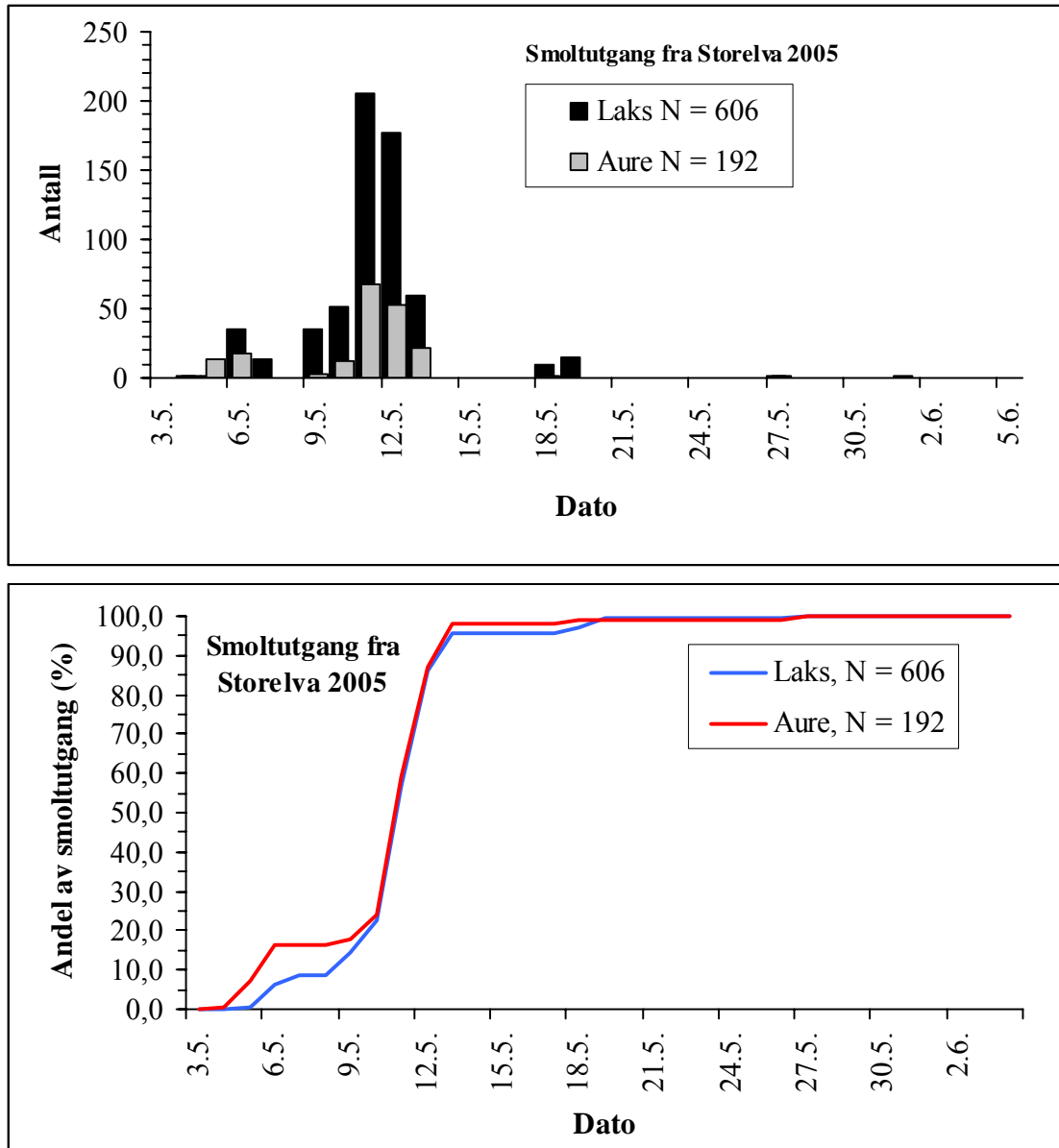
Storelva

Fangstfella ("River fishlift") ble satt ut 3. mai 2005. Fella ble plassert i strømmen der Storelva renner inn i Songevannet. Bredden på elva der smoltfella ble plassert var 15 til 20 meter med den vannstanden som var i den perioden fella var i drift. Dybden i strømmen der fella var plassert var cirka 2 meter. For å minimalisere fangst av driv og dermed redusere vedlikeholdet, ble fella tatt på land hver formiddag og satt ut igjen hver kveld.

Til sammen ble det fanget 606 laksesmolt og 192 auresmolt i smoltfella. Størst utvandring av laks skjedde i tidspunktet 10. til 12. mai, hvor akkumulert prosentandel utvandret smolt økte fra 25 til 85 %. Fra 13. mai sto fella kun ut enkelte netter. Dette ble gjort for å redusere fangsten og for å ikke skade mer laksesmolt enn nødvendig. Et opphold i fella på ½ døgn var tilstrekkelig til å påvise betydelige hudskader og svekket fysiologisk status. Foruten laks og aure, fanget fella sørv, sild, hornjel, og paddetorsk.

Beregnet som akkumulert utvandring var det ingen større forskjell mellom laks og aure (figur 6.9). At det ble fanget både laks og aure fra første felledøgn den 4. mai, antyder

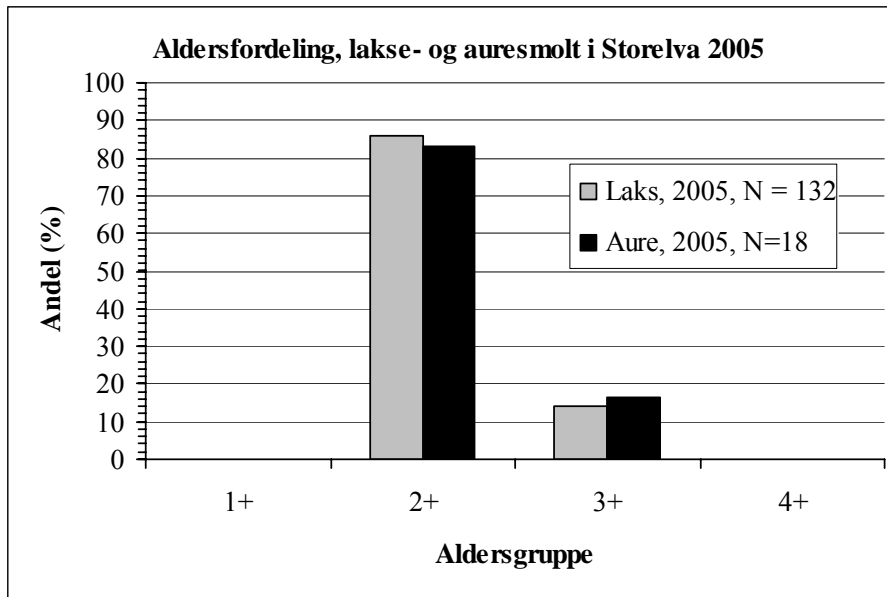
at fella ble utplassert noe sent i forhold til starten på utvandringen. Fella bør derfor utplasseres i siste halvdel av april for å sikre starttidspunktet for utvandringen.



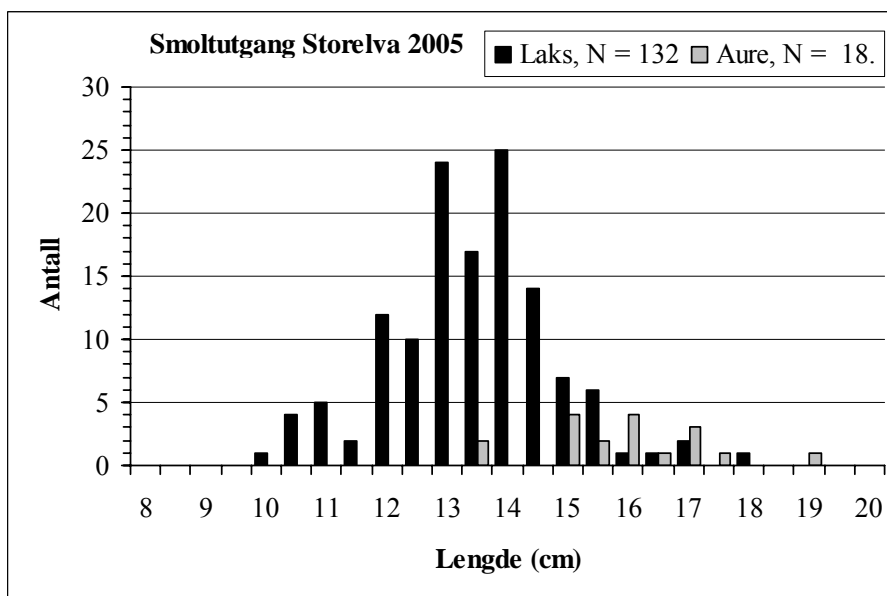
Figur 6.9. Fangster i smoltrusa i Storelva i perioden 04.05. til 02.06.2005 (øverst). Nedre panel viser akkumulativt antall laksesmolt tatt i 2005.

Totalt 132 laksesmolt og 18 auresmolt fra Storelva ble aldersbestemt. En stor andel av laskesmolt (85,9%) vandret ut som toåringer og de resterende som treåringer (**figur 6.10**). Gjennomsnittlig smoltalder for laks i Storelva var 2,1 år (std = 0,30, N = 132), mens gjennomsnittsalderen for auresmolt var 2,17 (std = 0,38, N = 18). Den gjennomsnittlige lengden for den toårige

laksesmolten som vandret ut våren 2005 var 13,5 cm (sd = 1,41, N = 119), mens den treårige laksesmolten hadde en gjennomsnittlig lengde på 14,3 cm (sd = 0,65, N = 13). Total gjennomsnittlig smoltlengde for laks var 13,6 cm (sd = 0,30, N = 132), og tilsvarende for auresmolt var 16,0 cm (sd = 0,38, N = 18) (**figur 6.11**).



Figur 6.10. Aldersfordeling av lakse- og auresmolt tatt i smoltfellen i Storelva i 2005.



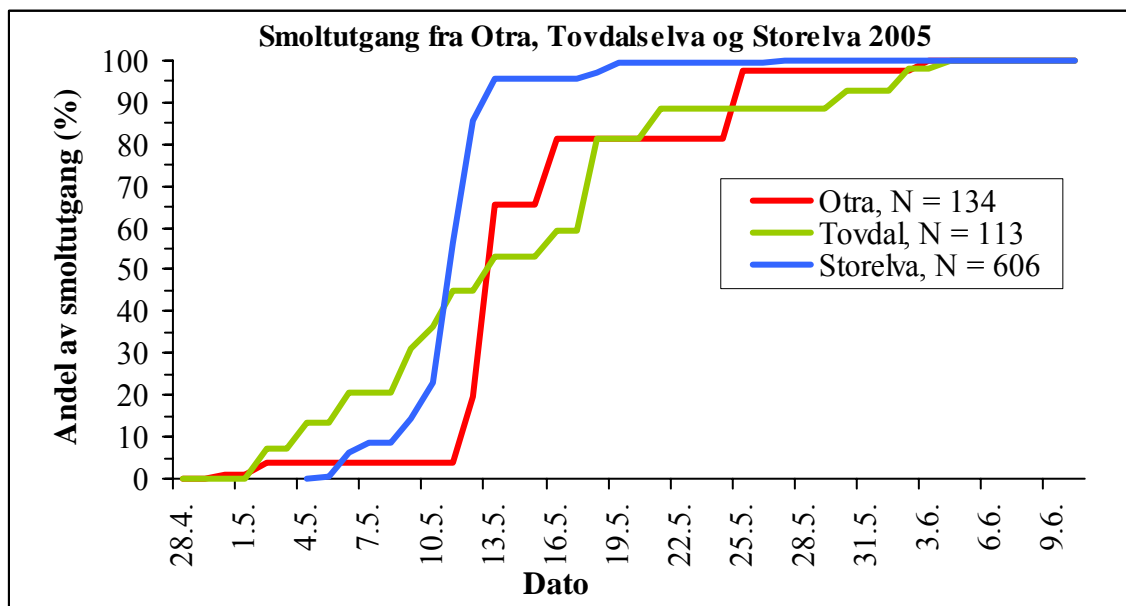
Figur 6.11. Lengdefordeling av laks og aure tatt i smoltfellen i Storelva våren 2005.

6.1.4 Samlet vurdering av smoltfangstene

Forløpet for utvandringen av laksesmolt i Otra, Tovdalselva og Storelva er sammenstilt i **figur 6.12**. Når en sammenlikner utvandringsforløpene mellom elvene må en ta i betraktning at fella i Storelva, som er et relativt lite vassdrag, har en langt større fangsteffektivt enn fellene i Otra og Tovdalselva. Fangstforløpet i Tovdalselva og Otra vil derfor være mer usikkert siden tilfeldigheter (tiltetting med krypsiv og annet driv) i større grad virker inn på fangsteffektiviteten.

I både Otra og Tovdalselva ble smoltfellene satt ut den 28. april. I Tovdalselva var det et jevnt fangstforløp utover i mai. Av den totale smoltfangsten var 20% tatt fram til den 6. mai og 81% fram til den 18. mai. I Otra var derimot fangstforløpet mer synkront, med en markert topp i utvandringen mellom 12. og 16. mai da den akkumulerte prosentandelen utvandret smolt økte fra 19 til 81%. En enda mer synkron utvandringstopp ble funnet i Storelva hvor den akkumulert prosentandel utvandret

smolt økte fra 25 til 85 % mellom 10. og 12. mai. I Storelva ble felledriften redusert etter den 12.mai, og utvandringstoppen kan derfor ha pågått noe lenger. For alle tre vassdragene synes det imidlertid klart at det meste av smolten (om lag 80%) hadde vandret ut i perioden fra 1. mai til 20. mai. Et forbehold må legges inn for utvandringen i Storelva siden fellen først ble satt ut den 4. mai. Det kan derfor ha foregått utvandring noe tidligere uten at dette ble registrert. Resultatene fra Tovdalselva og Otra samsvarer også med resultatene fra smoltutgangen i 2004 (Barlaup m.fl. 2005). Fellene ble først satt ut den 14. mai i 2004. Det ble da registrert til dels høye fangster de første dagene etter at fellene kom ut, og om lag 80% av det totale antallet smolt innfanget ble tatt innen 23. mai i begge elvene. Tilsvarende er det i årene 2001-2004 vist at smolten begynner å forlate øvre del av Mandalsvassdraget fra slutten av april. I 2004 ble det ved Hesså, oppstrøms Mannflåvatnet, funnet en topp i utvandringen i første uka av mai (Uglem m.fl. 2005).



Figur 6.12. Tidspunkt for laksesmoltutvandring i Otra, Tovdal og Storelva, vist som akkumulert andel av smolt fanget i smoltfellene våren 2005.

Storelva skiller seg ut ved å ha en egen laksestamme som ikke er i en reetableringsfase slik tilfellet er i Tovdalselva og Otra. Resultatene fra Storelva viser derfor tidspunktet for smoltutvandring for en naturlig tilpasset laksestamme i området. Resultatene tyder på at smoltutgangen i Tovdalselva og Otra ikke avviker mye fra Storelva. Det er et positivt resultat siden et betydelig avvik med for sen eller for tidlig smoltutgang vil redusere smoltens overlevelse i sjøen.

Fangstene i Nidelva var påfallende lave sammenliknet med fangstene i de tre andre undersøkte elvene. Tilsvarende resultat ble også funnet i 2004. Dette gir en klar indikasjon på at produksjonen av laks- og auresmolt i Nidelva er svært begrenset. Hovedårsakene til dette er trolig at den opprinnelige laksestammen i Nidelva er gått tapt på grunn av forurening og at vassdraget fram til våren 2005 ikke har vært fullkalket.

6.1.5 Litteratur

- Barlaup, B.T. & Moen, V. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement – a review of the most commonly used methods. - *Nordic J. Fresh. Res.* 75: 7-19.
- Barlaup, B.T., Skoglund, H & Gabrielsen, S.E. 2004. Undersøkelser av ungfisk og smolt i Vossvassdraget. – I: Barlaup, B.T. (red.). Vossolaksen – bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7:37-56.
- Barlaup, B.T., Kleiven, E. & Moen, V. 2005. Undersøkelser av smoltutgangen i Tovdalselva, Otra og Nidelva i 2004. Årsrapport 2004. - I: Hesthagen T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-utredning 2005-10.
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. Fish-lift: A device for sampling live fish with trawls. - *Fisheries Research* 48: 87-91.

Uglem, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A. & Berger, H.M. 2005. Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva. Norsk institutt for vannforskning. - NINA Rapport 13.

6.2 Smoltutvandring i Mandalselva, 2001-2005

Nils Arne Hvidsten, Bjørn Ove Johnsen og Peder Fiske
Norsk institutt for naturforskning - Trondheim

Sammendrag

Under smoltutvandringen i perioden 2001-2005 ble det foretatt daglig registrering av antall utvandrende smolt i Mandalselva. Formålet med undersøkelsen har vært å registrere tidspunkt for smoltutgang i en kalket Sørlandselv og bestemme hvilke omgivelsesvariabler som styrer eller påvirker utvandringen. Videre er det viktig å analysere tilslaget av utsatt sommergamle laksunger. Smolten forlater elva i løpet av mai måned. Median utvandringstid for den første halvdel av den utvandrende smolten er 22. mai. Det er utviklet en utvandningsmodell (for årene 2001-2003) som synes å gi en god predikasjon på daglig antall utvandrende smolt. I tillegg ble det (2003 og 2004) gjennomført undersøkelser av atferd hos individuelt radiomerket smolt, på bakgrunn av erfaringene fra smoltutvandningsmodellen og atferden til den radiomerkete smolten ble det gitt anbefalinger om vannslipp fra Manflåvann (Uglem m. fl. 2004). Hos begge artene var dominerende smoltalder to og tre år. Innslaget av utsatt fisk (satt ut som sommergamle laksunger fra og med 1997) i smoltfangstene var høyest først i utvandningsperioden.

6.2.1 Innledning

Undersøkelsene kom i gang som en følge av at Direktoratet for naturforvaltning i regi av 'Reetableringsprosjektet' ønsket å undersøke økologien til utvandrende smolt. Daglengde synes å være avgjørende for når på våren smolten går ut (Wagner 1974). Det er vanligvis forhold som vannføring, endring i vannføring, vanntemperatur og endring i vanntemperatur og månefase som er de viktigste faktorene som styrer smoltutvandringen (Ruggles 1980). Det er en målsetting for undersøkelsen å vite hvordan laksesmolten oppfører seg i en nyetablert bestand. Formålet med prosjektet er å registrere tidspunkt for smoltutgang i en kalket sørlandselv og bestemme hvilke omgivelsesvariabler som kan styre eller påvirke utvandringen. Det settes ut ensomrige laksunger og tilslaget av disse blir målt som andel av utvandrende smolt. Komparative utsetninger av ensomrige laksunger av Mandal- og Bjerkreimstammen startet i 2004, og gjenfangster av disse vil bli registrert i smoltfangstene. Sentralt står også spørsmål omkring reguleringen av vassdraget (vannføring og kraftverksinntak) i forhold til vandringer og overlevelse hos smolt. En modell for daglig utvandring av smolt og omgivelsesvariabler er utviklet,

basert på utvandringsresultatene ved Finså i perioden 2001-2003.

6.2.2 Metode og materiale

Det ble benyttet en smoltskrue til å fange inn smolt under utvandringen. Smoltskruen var plassert på Finså i 2001, 2002 og 2003. I 2004 og 2005 var smoltskruen plassert på Hesså. Smoltskruen består av en trommel og et fangstkammer for fisk som er plassert på to flytepontonger. Trommelen vender mot strømmen og er forsynt med innvendige skovler som gir trommelen rotasjon. Smolten blir øst bakover av skovlene og ført inn i fangstkammeret bak trommelen. Det ble tatt prøver av smolt til analyse av livshistorieparametre, test av saltvannstoleranse og kontroll av finnermerking. Smoltens fysiologiske status er målt under utvandringen, og satt i sammenheng med elvas vannkvalitet. Innsamlings- og testprosedyre er angitt i statusrapport (Hvidsten m.fl. 2002). Smoltfella ble ettersatt morgen og kveld. Smolt ble merket med Carlin-merker (2001-2003) om morgenen og satt ut om kvelden etter akklimatisering. I 2005 ble det også fanget smolt med stor not nederst i vassdraget ved Møll.

Tabell 6.2. Fangststed, år og periode, antall fangete smolt av laks og aure i perioden 2001-2005 i Mandalselva.

Fangststed	Fangst år og periode	Antall laks	Antall aure
Finså	2001 25.4.-14.6.	507	226
Finså	2002 20.4.-17.6.	231	116
Finså	2003 22.4.-18.6.	293	52
Hesså*	2004 24.4.- 9.6	568	87
Hesså	2005 23.4.-3.6	447	68
Møll	2005 29.4.- 9.6	716	122

* Materialet fra 2004 er hovedsakelig ikke bearbeidet.

6.2.3 Resultater

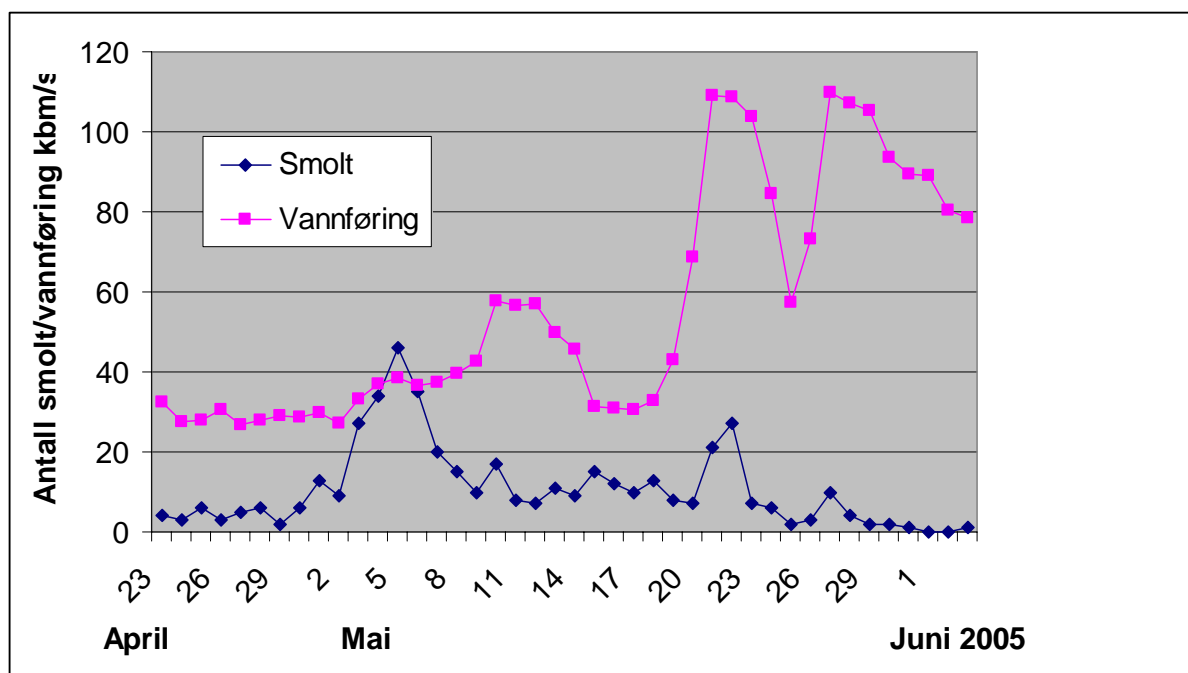
6.2.3.1 Fangst av smolt

Fella ved Hesså var operativ i perioden 23. april til 3. juni i 2005 (tabell 6.2). Det ble fanget smolt fra 30. april til 1. juni (figur 6.13).

Smoltutvandringen er sterkt knyttet til økende og stor vannføring. Det er utviklet en modell som viser at vannføring og vanntemperatur er de viktigste abiotiske faktorene som styrer smoltutvandringen (kapittel 6.2.3.3).

Smoltutvandringen skjer i løpet av mai måned. Hovedutvandringen (fra 25-75% av antall utvandrende smolt) skjer i løpet av 13 dager (tabell 6.3) i Mandalselva, median

tidspunkt for 50% smoltutvandring var 22. mai. Starten av smoltutvandringen (ved 25% fangst) har variert fra 4. til 20. mai. Det var med andre ord to uker forskjell i starttidspunkt mellom år. Det er benyttet forskjellige fangststeder i innsamlingene i ulike år, noe som har betydning for utvandringstidspunkt for enkeltfisk. Imidlertid vil starttidspunktet bli likt dersom smolten starter å vandre på likt oppe og nede i elva. I 2005 var starten på utvandringen noe senere på Hesså og Møll. Utvandningsperioden nederst i elva synes å være over samtidig med oppe i elva, det kan være uttrykk for at fellefangsten nederst (Møll) ikke har fanget opp de siste utvandrende smoltene (figur 6.14).

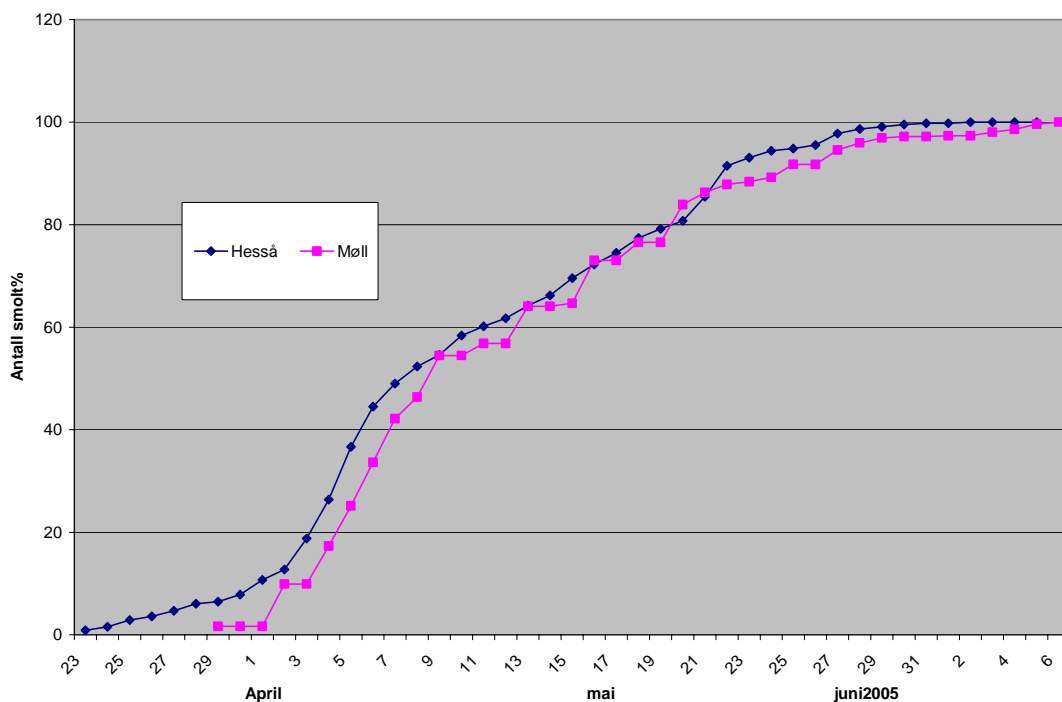


Figur 6.13. Smoltutvandring av laks sammenholdt med vannføring i Mandalselva 2005 (Vannføringen varierte mellom ca 30 og 110 m³ s⁻¹ målt ved Kjølamo).

Tabell 6.3. Tidspunkt for 25, 50 og 75% utvandring av smolt i Mandalselva, 2001-2005

År, sted	25	50	75	Varighet 50%, dager
2001, Finså	20. mai	27. mai	2. juni	13
2002, Finså	13. mai	22. mai	26. mai	13
2003, Hesså	15. mai	22. mai	30. mai	15
2004, Hesså	5. mai	8. mai	14. mai	9
2005, Hesså	4. mai	8. mai	18. mai	14
2005, Møll	5. mai	9. mai	18. mai	13
Median*	13. mai	22. mai	26. mai	13

*Møll 2005 utelatt



Figur 6.14. Kumulative fangster av utvandrende smolt fra Hesså og Møll i 2005.

Det er satt ut mellom 33 000 og 128 000 finneklipte sommergamle laksunger fra og med 1998 ovenfor smoltfellene (tabell 6.4a, 6.4b). Tilslaget fra utsettingene viser samme tendens med avtagende andel av smolt fra den utsatte fisken i fangstene i forsøksperioden. Utsettingene hadde avgjørende betydning for antall utvandrende smolt de første åra, mens de nå synes å ha mindre rekrutteringsmessig betydning for elva (tabell 6.5a). Andelen finneklipt smolt i de årlige fangstene til og med 2002 var over 20% av antall fanget, etter dette synes

andelen å utgjøre 5-10% (tabell 6.5b). Her er bare fangsten av toårige smolt tatt med. Antallet merkete smolt er standardisert i forhold til antall utsatte laksunger. Sammenholder en med andelen kultivert (finneklipt) voksen laks, som utgjorde hhv 45 og 41% av laksen som ble talt på dam Mannflåvann i 2000 og 2001, synes dette å stemme overens. Utsettinger av laksunger etter ca år 2000 har gitt lavere tilslag og naturlig rekruttering synes nå å dominere smoltproduksjonen.

Tabell 6.4a . Antall ensomrige laksunger satt ut på ulike delstrekninger og strekninger i Mandalselva i perioden 1997-2000.

Delstrekning	Strekning	1997	1998	1999	2000
Terskel 1 – Klevelandsbua	Nedre 325 m mot Terskel 1	0	4.415	0	14.662
	Øvre 625 m mot Klevelandsbua	5 000	0	9.504	0
Sanøy - Trygsland	Hesså – Trygsland	*6 200	0	9.693	0
	Risesteinen – Toppøynå	*6 200	9.596	0	47.198
	Sanøy – Risesteinen	*6 100	0	14.779	0
Grasholmen – Bjelland kraftverk		13 500	19.766	30.017	66.186

Tabell 6.4b. Antall ensomrige laksunger satt ut på ulike delstrekninger og strekninger i Mandalselva i perioden 2001-2003.

Delstrekning	Strekning	2001	2002	2003
Terskel 1 – Klevelandsbua	Nedre 325 m mot Terskel 1	0	10.916	0
	Øvre 625 m mot Klevelandsbua	12.979	0	11.707
Sanøy – Trygsland	Hesså – Trygsland	22.206	0	19.687
	Risesteinen – Toppøynå	0	77.048	0
	Sanøy – Risesteinen	33.312	0	34.474
Grasholmen – Bjelland kraftverk		46.394	33.663	19.296*

*All fisk ble satt ut langs vestsiden av elva.

Tabell 6.5a. Antall utsatte ensomrige laksunger, antall og andel gjenfangster i smoltfelle to og tre år etter utsetting.

Utsetningsår (Sted og fangstår)	Antall laksunger satt ut ovenfor fangststedet	Antall to-årig smolt, år + 2	Andel merk av to-årig smolt (%)	Antall tre-årig smolt, år +3	Andel merka av tre-årig smolt (%)
1998 (Hesså 2001)	33777	-		43 (17 merk)	39,5
1999 (Hesså 2001+2002)	63993	94 (17 merk)	18,1	58 (7 merk)	12,1
2000 (Hesså 2002+2003)	128046	68 (23 merk)	33,8	20 (3 merk)	15,0
2001(Hesså 2003)	114891	73 (9 merk)	12,3	-	-
2002 (Hesså 2005)	110711	-		25 (1 merk)	(4)
2003 (Hesså 2005)	73457	42 (4 merk)	9,5	-	-
2002 (Møll 2005)	121627	-		172 (1 merk)	-
2003 (Møll 2005)	85164	96 (8 merk)	8,3		

Smoltmaterialet fra Hesså fra 2004 er ikke bearbeidet.

Tabell 6.5b. Antall utsatte laksunger og standardisert antall gjenfangster av to-årig smolt fra de samme utsettingene.

Utsettings år	Antall utsatte laksunger	Gjenfangst av toårige smolt	Standardisert gjenfangst av toårige smolt
1999	63993	17	26,5
2000	128046	23	17,9
2001	114891	9	7,8
2002	110711	-	
2003	73457	4*	5,4
2003	85164	8**	9,4

* Fangst Hesså, ** Fangst Møll

6.2.3.2 Lengde- og alderssammensetning

Laksesmolten besto hovedsakelig av fisk som var to og tre år gammel (**tabell 6.6**), men det fins innslag av både ett og fire år gamle. Gjennomsnittlig smoltlengde varierte

mellom 129 og 133 mm i perioden 2001 og 2005 (untatt 2004). Auresmolten besto av to og treårige individer (**tabell 6.7**). Gjennomsnittlig smoltalder var noe høyere enn for laksesmolt. Auresmolten var også vesentlig større enn for laksesmolten.

Tabell 6.6. Smoltalder (år) og gjennomsnittlig smoltalder og smoltlengde \pm standard avvik hos utvandrende laksesmolt i Mandalselva i perioden 2001-2005. Materialet for 2004 er ikke bearbeidet.

År	Smoltalder				Gjennomsnittlig smoltalder	Gjennomsnittlig smoltlengde (mm)
	1	2	3	4		
2001	0	43	1	0	2,3 \pm 0,1	129 \pm 2
2002	0	68	58	6	2,6 \pm 0,1	132 \pm 2
2003	2	73	20	1	2,2 \pm 0,1	130 \pm 3
2005	0	142	198	8	2,6 \pm 0,5	133 \pm 12

Tabell 6.7. Smoltalder (år) og gjennomsnittlig smoltalder og smoltlengde \pm standard avvik hos utvandrende aure i Mandalselva 2001-2005. Materialet for 2004 er ikke bearbeidet.

Aure	Smoltalder i år			Gjennomsnittlig smoltalder	Gjennomsnittlig smoltlengde (mm)
	2	3	4		
2001	9	5	1	2,5 \pm 0,3	155 \pm 13
2002	2	17	0	2,8 \pm 0,2	162 \pm 7
2003	10	13	0	2,6 \pm 0,2	178 \pm 8
2005	79	30	0	2,3 \pm 0,5	146 \pm 18

6.2.3.3 Utvikling av smoltmodell

Modelleringen er basert på data om daglig antall smolt, vannføring, vanntemperatur, endringer i vannføring og vanntemperatur fra forrige dag. Dager uten fangststinsats ble utelatt fra materialet. Døgnet som miljødataene ble hentet fra døgnet da smoltfella ble åpnet, siden dette best vil beskrive forholdene under og like før smolten vandret ut.

Det er ikke påvist effekter av forsuringsrelatert vannkjemi på tidspunktet for utvandring, selv om det ble påvist effekter på vekst, saltvannstoleranse og marin overlevelse (Kroglund & Finstad 2001).

Smoltutvandringen ble modellert med generaliserte lineære modeller (GLM) (Poisson log-lineære modeller) (McCullagh & Nelder 1989). Den avhengige variabelen var antall smolt som vandret ut på de ulike dagene. Selve testene ble utført i programpakken R (versjon 1.6.2). I modelleringen ble det antatt at antall smolt som ble fanget i løpet av sesongen representerte hele utvandringen, og antall smolt igjen igjen på elva delt på antall dager som er igjen av utvandringsperioden, ble brukt som en "offset" i modellen. Dette vil si at antallet som kan vandre ut i følge modellen er avhengig av antall smolt som er tilgjengelig for utvandring. Slik tar modellen

hensyn til at gode forhold for utvandring som oppstår når det er få smolt igjen ikke kan resultere i store utvandringer. Valget mellom ulike modeller ble gjort ved Akaiikes Informasjons Kriterium (AIC) (Akaike 1974).

Vi endte opp med følgende generaliserte lineære modell:

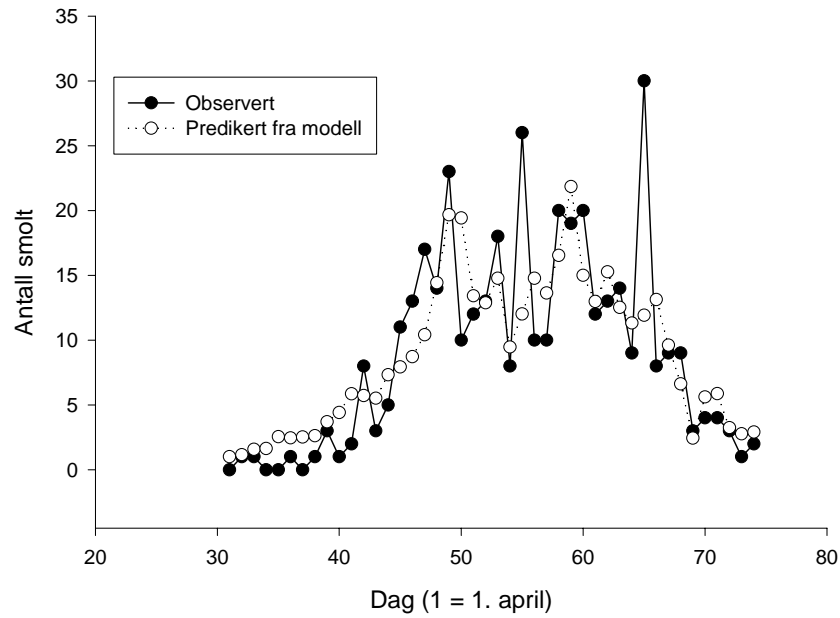
$$\ln(\text{Forventet antall utvandrende smolt}) = \ln(\text{Antall gjenværende smolt/antall gjenværende dager}) + \beta_1 * (\text{Vannføring}) + \beta_2 * \ln(\text{vanntemperatur}) + \beta_3 * (\text{Endring i vannføring}) + \beta_4 * (\text{Endring i vanntemperatur}) + \beta_5 * \ln(\text{Antall gjenværende smolt}+1) + \beta_6 * \ln(\text{Dag}) + \text{konstant.}$$

Smoltutvandringen var positivt korrelert med endringer i vanntemperatur, og positivt korrelert med (økte med) vannføring, vanntemperatur, antall smolt igjen, endringer i vannføring og dag (**tabell 6.8**). De viktigste forklaringsvariablene i modellen var vannføring, antall smolt igjen, og dag (dato). Modellen beskriver smoltutvandringen relativt godt (**figur 6.15a** og **6.15b**). Vi har benyttet modellen basert på alle år for å beregne smoltutvandringen. Figur 1 kan derfor bare betraktes som hvor godt modellen beskriver dataene, og ikke som en "test" av generaliteten til modellen.

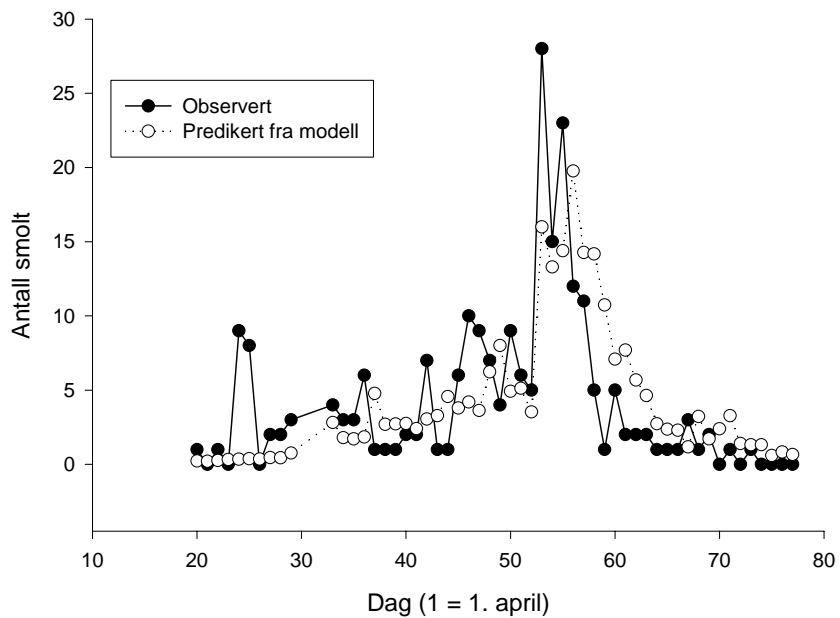
Tabell 6.8. Parameterestimer og standardavvik i GLM analysen. Z-verdien blir brukt for å teste nullhypotesen, at parametereffekten er null. Små p-verdier (dvs. store z-verdier) indikerer at parameterverdien er forskjellig fra null. I denne analysen har vi benyttet temperaturen i slutten av april i stedet for årseffekter for å forklare forskjeller mellom år i utvandringsmønster. AIC = 752.

Faktorer og kovariater	Parameter estimat	SD	Z	P
Konstant	-11,31	0,86	-13,081	<0,001
Kovariater				
Vannføring	0,015	0,001	11,328	<0,001
Ln(Antall smolt igjen+1)	0,52	0,06	8,557	<0,001
Dag (dato)	0,062	0,008	7,276	<0,001
Ln(Vanntemperatur)	2,03	0,35	5,727	<0,001
Endring i vanntemperatur fra forrige dag	-0,35	0,07	-5,175	<0,001
Endring i vannføring fra forrige dag	0,007	0,002	3,378	<0,001

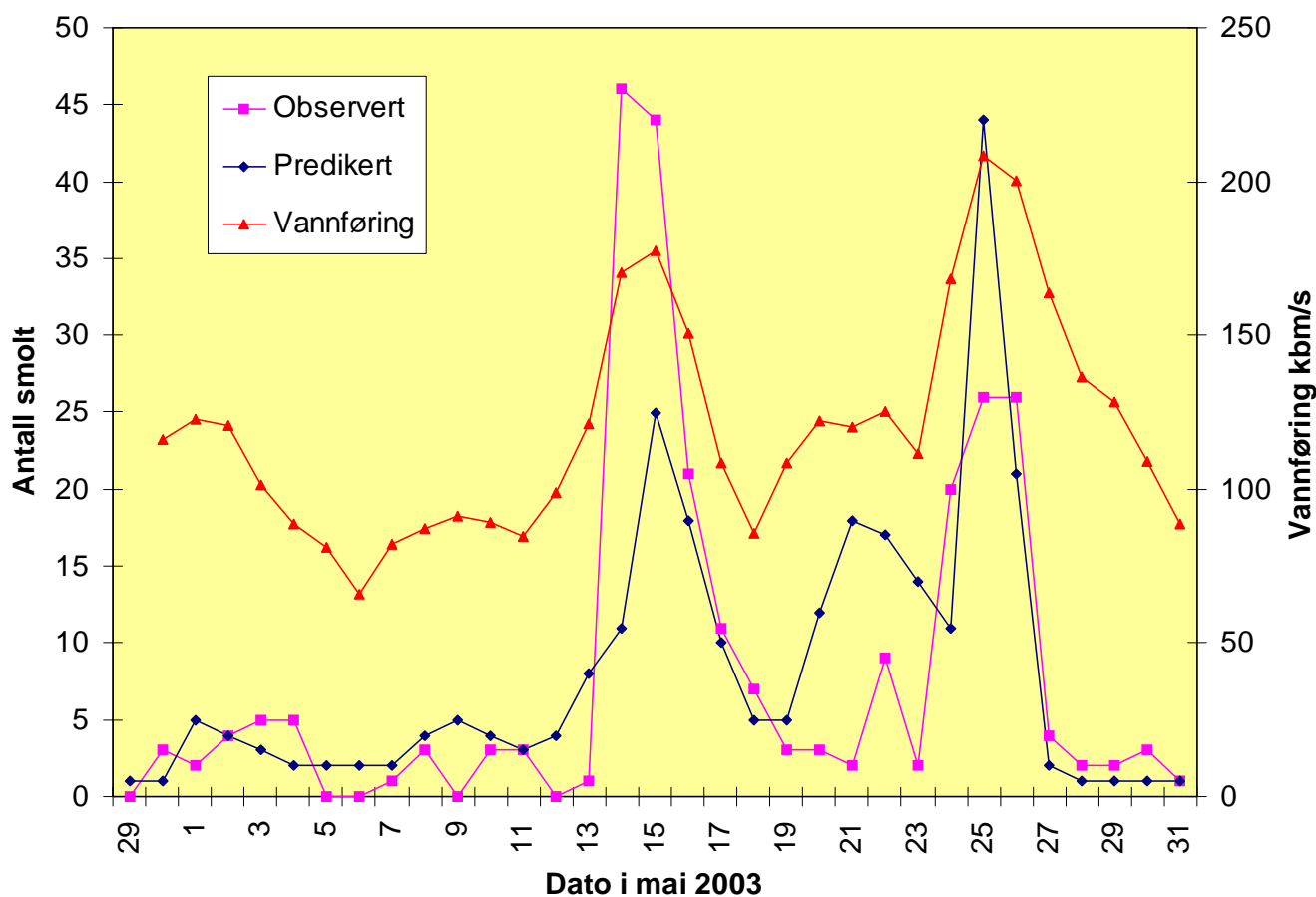
Smoltutvandring Mandalselva 2001



Smoltutvandring Mandalselva 2002



Figur 6.15a. Samlet fangst av villsmolt og smolt som var fettfinneklippet og utsatt som ensomrig yngel, samt beregnet antall smolt fra modellen for årene 2001 og 2002 i Mandalselva.



Figur 6.15b. Samlet fangst av villsmolt og smolt som var fettfinneklippet og utsatt som ensomrig yngel, samt beregnet antall smolt fra modellen for året 2003 i Mandalselva.

6.2.4 Litteratur

Akaike, H. 1974. A new look at statistical model identification. - IEEE Transactions on Automatic Control 19: 716-723.

Hvidsten, N.A., Kroglund, F., Holst, J.C. & Johnsen, B.O. 2002. Undersøkelser av smoltøkologi i Mandalselva. - NINA Oppdragsmelding 730:1-23.

McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. Generalized linear models. - Chapman & Hall. London.

Ruggles, C.P. 1980. A review of the downstream migration of Atlantic salmon. - Can. Tech Rep. Fish. Aquat. Sci. No 952. 39 s.

Uglem, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A. & Berger, H. M. 2004. Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva. - NINA Rapport 13: 1-31.

Wagner, H.H. 1974. Photoperiod and temperature regulation of smolting in steelhead trout (*Salmo gairdneri* L.). - Can. J. Zool. 52: 575-586.

6.3 Smoltkvalitet i Mandalselva, Otra, Tovdalselva og Nidelva våren 2005.

Frode Kroglund (NIVA), B.Barlaup (UiB), H.C.Teien (UMB) og S.Stefansson (UiB)

6.3.1 Innledning

Tovdalselva og Mandalselva har vært kalket siden henholdsvis 1996 og 1997. pH-målet for kalkingen ble satt til pH 6,2 for vårperioden i disse elvene, mens pH 6,4 benyttes som mål-pH i andre vassdrag. Denne reduksjonen i mål-pH var til dels motivert ut fra forsøk utført i Logåna i 1997 og 1998 (Kroglund m.fl. 1999a; Kroglund og Teien, 2003ab), som igjen var inspirert av resultat oppnådd i Audna tidligere på 1990-tallet (Kroglund m.fl., 1993). Dose-respons sammenhengene i forsøk utført på 1990-tallet viste at det var nødvendig med høyere konsentrasjoner av labilt-Al i humøse vannkvaliteter enn det som var nødvendig i humus-fattige elver for å oppnå samme gjelle-Al konsentrasjon (Kroglund m.fl., 2000; Teien m.fl., 2006). Dette ble begrunnet med at en viss mengde av Al analysert som LAI i humusholdig vann ikke er biotilgjengelig og dermed ikke en del av den giftige ”dosen” som belaster fisken. Den faktiske biotilgjengelige dosen LAI i humusholdig vann kan være lavere enn det de vannkjemiske målingene tilsier. Ut fra dette ble det forventet at pH-målet kunne senkes i vann med ”høyt” humusinnhold. Dette rådet ble gitt med forbehold. I forsøkene utført i Logåna ble det konkludert med at pH 6,2 var tilfredsstillende basert på akkumulering av Al på gjellene, samt ”fraværet” av blodfysiologisk responser, men at pH 6,4 syntes nødvendig basert på vevsforandringer på gjellene og utvikling i saltvannstoleranse. Det ble i alle undersøkelsene påpekt at den økologiske effekten av et redusert pH-mål måtte valideres ved å studere helsestatus til stedegen laks i vassdrag med redusert pH-mål. Et slikt valideringsprogram er utført

årlig siden 1999 i Mandalselva og i enkelte år i Tovdalselva. I starten ble undersøkelsene utført på anleggsproduisert smolt eksponert i bur, supplert med analyser av villfanget stedegen smolt. De senere årene er undersøkelsene kun basert på utvandrende villsmolt fanget i fangstfeller. Dette siste tillater ikke vurdering av variasjon i vannkvalitet innen vassdraget, men gir et mål for vannkvaliteten den utvandrende smolten har vært eksponert for.

Undersøkelsene i 2004 og 2005 ble supplert med fangster av utvandrende smolt fanget i smoltfeller i de ukalka vassdragene Otra og Nidelva. Smoltkvalitet i Otra er tidligere analysert i forbindelse med overvåkingen av vassdraget. Nidelva ble første gang undersøkt i 2004. Disse vassdragene rapporteres som en del av Reetableringsprosjektet.

6.3.2 Metode og evalueringskriterier

Våren 2005 ble det i perioden mai til juni tatt gjelleprøver av utvandrende smolt fanget i feller i Mandalselva v/Hesså (øvre del av vassdraget) samt v/Møll (nedre del av vassdraget) og i Otra, Tovdalselva og i Nidelva. Analyseprogrammet i 2005 var redusert i forhold til tidligere år ved at det kun ble tatt ut gjeller til gjelle-Al analyse. Som en pilot ble det inkludert analyse av gjelle $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ ($\mu\text{mol ADP}\cdot\text{mg protein}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$) fra et utvalg stasjoner. Prøvetakingsfrekvens fremkommer i figurene. Prøvetakingsprotokoll og analysemetoder er i henhold til standard rutiner (Teien, 2005; Kroglund m.fl., 2006).

I vurderingene er gjelle-Al konsentrasjoner $<30 \mu\text{g Al/g}$ gjelle tv (målt på utvandrende smolt) betraktet som indikasjon på en smolt som har tilfredsstillende hypoosmotisk kapasitet. Når konsentrasjonen overstiger dette nivået forventes det økt sannsynlighet for redusert postsmolt overlevelse. Basert på forsøk gir $50 \mu\text{g Al/g}$ gjelle tv en reduksjon i postsmoltoverlevelse på ca 50% (Kroglund m.fl., 2006a). Dette nivået betraktes derfor som uakseptabelt høyt.

For Na^+K^+ -ATPase, betraktes verdier lavere enn 2 som indikasjon på fravær av smoltifisering og verdier mellom 2 og 5 som akseptable for en tidlig presmolt. Konsentrasjoner mellom 5 og 10 antyder enn begynnende smoltifisering, mens fullverdig smolt bør ha verdier omkring 15. Det er ikke her mulig å skille lave verdier som skyldes ufullstendig smoltifisering fra inhibering av aktivitet som følge av belastning(er). Det forventes økende Na^+K^+ -ATPase verdier fra april og ut mai, mens aktiviteter deretter kan avta som følge av desmoltifisering, eller at seint utvandrende smolt vandret utenfor sitt optimale smolt vinduet (McCormick, 1998).

6.3.3 Resultat og diskusjon

6.3.3.1 Mandalselva

Det ble tatt prøver av fisk fanget i de to fangstfeller i elva samt av fisk ved Finså klekkeri. Det ble aldri målt mer enn 30 μg Al/g gjelle tv på smolt innfanget ved Hesså etter 11. mai (**figur 6.16a**). Selv om konsentrasjonene var betydelig høyere enn dette i perioden januar til april (Kroglund m.fl. 2006b), tyder resultatet på at utvandrende smolt ikke var nevneverdig belastet av Al på denne stasjonen. Ved Møll (nederst i vassdraget) var situasjonen forskjellig (**figur 6.16b**). Her ble det aldri målt verdier lavere enn 34 μg Al/g gjelle tv. På 2 datoer ble det målt gjelle-Al i området 70 til 90 μg Al/g gjelle tv. Dette er nivå hvor redusert postsmolt overlevelse kan forventes.

Ved Finså klekkeri ble det målt gjelle-Al verdier i området 16 til 22 μg Al/g gjelle tv (**figur 6.16c**). Dette er noe lavere enn det som er målt tidligere (Kroglund 2003). Dette nivået betraktes ikke som skadelig for smoltens sjøoverlevelse.

Våren 2005 var gjelle-Al konsentrasjonene målt på smolt fanget i smoltfella ved Hesså gjennomgående lavere enn det som ble målt nederst i vassdraget. Denne forskjellen innad

i elva er i samsvar med observasjonene gjort i 1999 og 2000 (Kroglund m.fl., 1999a; 2001a; 2003a). Disse første årene var undersøkelsene basert på anleggsproduert fisk eksponert i bur utplassert på ulike steder innen vassdraget, samt på stedegen villfisk. Eksponering og prøvetaking flere steder innen elva tillot vurderinger av lokale variasjoner i vannkjemi. Foringelsen av vannkvaliteten nedover i elva ble antatt å skyltes surt sidevann fra restfeltet nedstrøms Bjelland dosereren, samtidig som det ble reist spørsmål om pH-målet var satt for lavt (Kroglund m.fl., 2001a; 2003a). Hydrologiske beregninger utført for 2001 viste at sidebekkene til den anadrome strekningen mellom Bjelland og Kjølamo kunne være den dominerende vannbidragsyteren i perioder (Hvidsten m.fl. 2002). Disse bidrar med Al som må avgiftes. Avgifning kan da skje lokalt i det enkelte vassdraget eller ved at disse sure sidebekkene blandes inn i vann med høy pH.

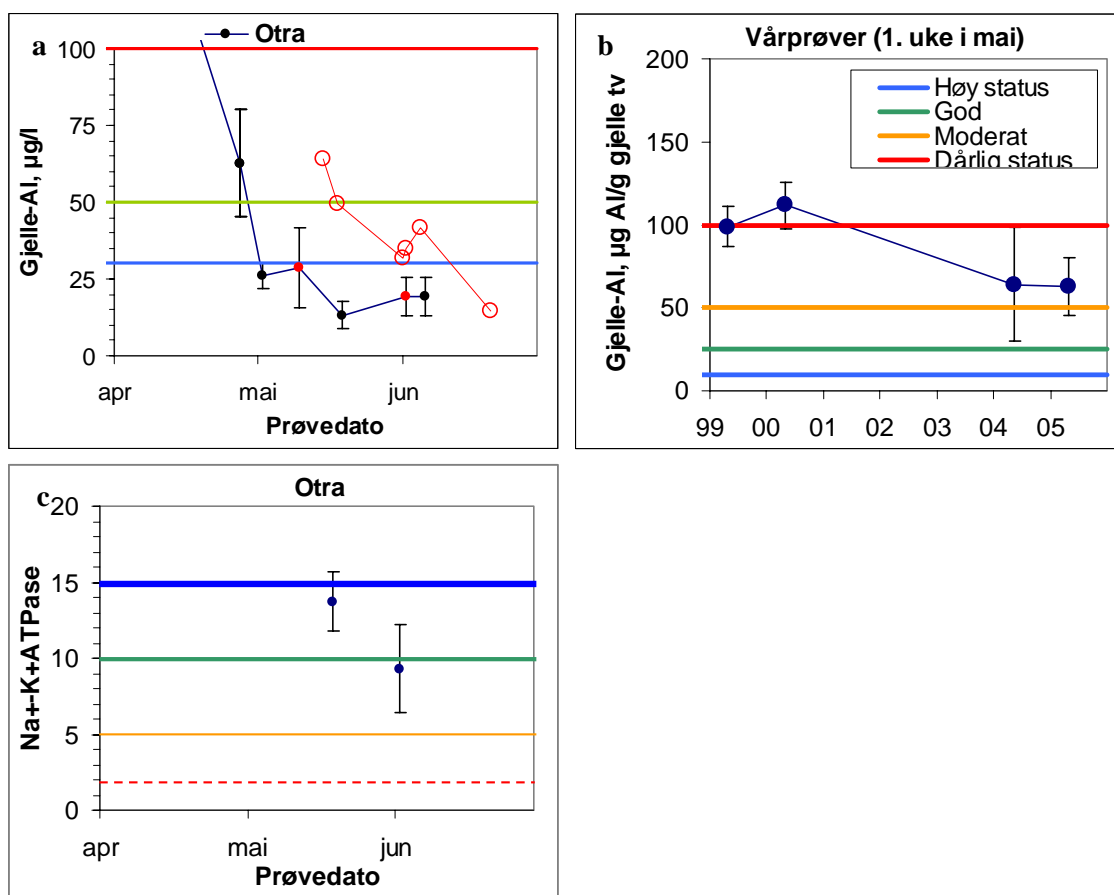
Enzymaktivitet til gjelle Na^+K^+ -ATPase ble målt 4.mai ved Møll (**figur 6.17a**). Aktiviteten målt denne dagen var høy og tilfredsstillende for smolt. Gjelle-Al var på dette tidspunktet lavt for denne stasjonen. Enzymaktiviteten var også tilfredsstillende for smolt prøvetatt ved Finså klekkeri 26. april og 20. mai (**figur 6.17b**). Det er ikke grunnlag for å anta at smolt fra Finså klekkeri mangler evne til å saltregulere normalt i sjøvann. Det er heller ikke grunnlag for å anta effekter på ioneregulering hos smolt i Mandalselva tidlig i mai. Økningen i gjelle-Al utover i mai er imidlertid bekymringsfullt. Sammenhenger mellom gjelle-Al og enzymaktivitet observert i forsøk antyder at smolt i Mandalselva kan ha vandret ut med redusert evne til å osmoregulere i sjøvann. Kilden til gjelle-Al er sannsynligvis fortsatt sure sidebekker. En heving av pH-målet for kalkingen vil avgifte labilt Al mer fullstendig. Endringer i kalkingsstrategi kan resultere i økt sjøoverlevelse til postsmolt og dermed økte fangster av laks i elva.

6.3.3.2 Otra

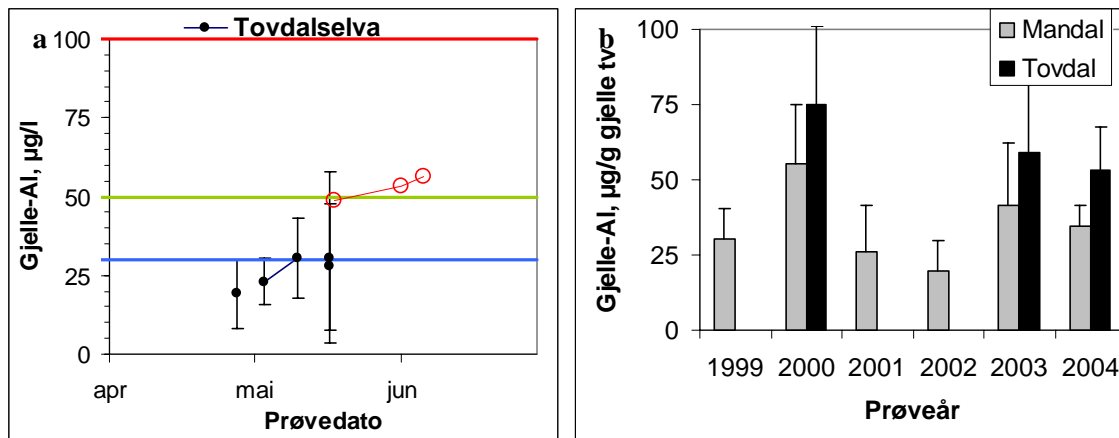
Våren 2005 var gjelle-Al målt 28. april på et uakseptabelt høyt nivå (figur 6.18a). Målinger gjort senere om våren var alle lave og innenfor nivå som kan oppfattes som tilfredsstillende. Nivåene målt i mai 2005 er blant de laveste verdiene målt på smolt i Otra. Det er analysert gjelle-Al på laks i Otra en rekke ganger siden 1999 (Kroglund m.fl., 1999b; 2001bc; Kroglund & Kaste, 2002). Konsentrasjonene målt om våren (1. uke av mai) i 1999 og 2000 var høyere enn det som ble målt på tilsvarende tidspunkt våren 2004 og 2005. Dette kan skyldes en respons på en reell endring i vannkjemi, hvor det må bekreftes at reguleringen av vassdraget (prosentbidrag av vann fra restfelt) ikke var forskjellig mellom årene. Den vannkemiske overvåkingen av Otra opphørte i 2000 slik at

endringene i gjelle-Al ikke kan tolkes opp mot vannkjemi. Data foreligger imidlertid. Endringer i hydrologi og vannkjemi må utredes i egne undersøkelser.

Gjelle Na^+K^+ -ATPase ble målt to ganger våren 2005. Aktiviteten var tilfredsstillende 20. mai, men ble redusert fram til 3. juni. Denne endringen kan skyldes avtagende smoltkvalitet som følge av desmoltifisering. Det ble ikke målt endringer i gjelle-Al som understøtter en slik endring. Det skal heller ikke utelukkes at økt følsomhet for håndtering hos smolt, samt fangststress kan ha innvirket på resultatet så endringen bør ikke tillegges for stor vekt. Den høye verdien i mai derimot er mer en indikator på at smoltkvalitet på dette tidspunktet var god.



Figur 6.18. (a): Gjellev-Al ($\mu\text{g Al/g gjellev tv}$) konsentrasjoner målt på smolt fanget i en fangstfelle eller prøvetatt fra smolt eksponert i bur utplassert i Otra i 2005 og (b): målt i elva fra 1999 til 2005. Prøver tatt våren 2004 (åpne sirkler) er vist for sammenligning. (c): Na^+K^+ -ATPase ($\mu\text{mol ADP}\cdot\text{mg protein}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$) konsentrasjonen målt på smolt fra fangstfelle i Otra våren 2005.



Figur 6.19. (a): Gjelle-Al ($\mu\text{g Al/g gjelle tv}$) konsentrasjoner målt på smolt fanget i en fangstfelle i Tovdalselva i 2005. Prøver tatt våren 2004 er inkludert og vist med åpne sirkler. (b): Gjelle-Al ($\mu\text{g Al/g gjelle tv}$) konsentrasjoner målt på smolt eksponert i bur eller fanget i fangstfelle årene 1999 til 2004 i Mandalselva og Tovdalselva.

6.3.3.3 Tovdalselva

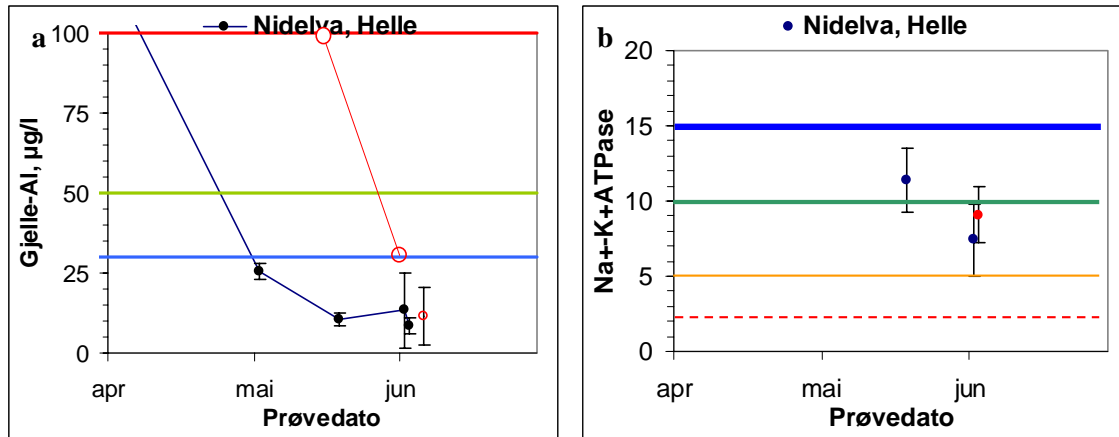
Det inngår kun smolt fanget i fangstfella i Tovdalselva (**figur 4a**). Gjelle-Al konsentrasjonene varierte mellom 20 og 30 $\mu\text{g Al/g gjelle tv}$. Dette er betydelig lavere konsentrasjoner enn det som er målt i tidligere år, jfr **figur 4b** (Kroglund m.fl., 1999b; 2000a; 2003a). Denne endringen kan være reell og vil være positiv for utviklingen av laksebestanden. Årsaken til denne endringen må kunne forankres i endringer i vannkjemi. Dette er ikke undersøkt her.

6.3.3.4 Nidelva

Gjelle-Al hos smolt ble første gang målt i Nidelva i 2004 (**figur 6.20**). Prøver tatt 16. mai det året gav konsentrasjoner i overkant av 100 $\mu\text{g Al/g gjelle tv}$, mens prøver tatt 3. juni hadde gjelle-Al verdier i overkant av 25 $\mu\text{g Al/g gjelle tv}$. Prøver tatt våren 2005 av villaks fanget i smoltfelle eller av anleggsprodusert smolt eksponert i bur gav lavere konsentrasjoner enn dette. Våren 2005 var

det vanlig med gjelle-Al konsentrasjonen lavere enn 15 $\mu\text{g Al/g gjelle tv}$.

Det ble tatt ut prøver til Na^+K^+ -ATPase på to datoer, hvor det ble tatt prøver av villfisk fra fella samt anleggsmiljø siste dato (punktene separert i fig for synbarhet). Gjelle Na^+K^+ -ATPase aktiviteten var litt lavere enn ønskelig i midten av mai, men ikke på nivå hvor omfattende svikt i saltvannstoleranse forventes. Det var ingen forskjell mellom nivåene til de to ”typene” smolt prøvetatt i juni. Nivået var imidlertid noe redusert fra midten av mai. Dette kan skyldes desmoltifisering, men også være en respons på håndteringsstress og/eller vannkjemi. Gjelle-Al var lav gjennom hele perioden, så forsuring ansees som lite sannsynlig. Fisk i bur vil ikke ha opplevd samme ”stress” som fisk fanget i en fangstfelle. Når smolt i bur hadde lavere (ikke signifikant) aktivitet enn felle smolten vurderes stress som lite sannsynlig. Desmoltifisering kan ikke utelukkes.



Figur 6.20. Gjelle-Al ($\mu\text{g Al/g gjelle tv}$) konsentrasjoner målt på smolt fanget i en fangstfelle eller prøvetatt fra smolt eksponert i bur utplassert i Nidelva i 2005 (a). Prøver tatt våren 2004 (åpne sirkler) er vist for sammenligning. $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ ($\mu\text{mol ADP}\cdot\text{mg protein}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$) konsentrasjonen målt på smolt eksponert i bur utplassert i Nidelva våren 2005 (b).

6.3.4 Konklusjon

Det ble målt høyere gjelle-Al konsentrasjoner ved Møll nederst i Mandalselva enn ved Hesså, øverst i elva. Dette tyder på at dagens kalkingsstrategi ikke avgifter Al som tilføres vassdraget fra sure sidebekker. pH-målene som blant annet ble anbefalt i Kroglund m.fl. (1999b), synes ikke å gi tilstrekkelig avgiftning av Al. Denne observasjonen er i samsvar med det som er rapportert tidligere (Kroglund m.fl., 2001; 2003). Et høyere pH-mål kan bidra til å avgifte Al bedre og dermed øke overlevelsen hos postsmolt. Basert på usikre data på restitueringsrater (Kroglund m.fl., 2001), kan det være tilstrekkelig å heve pH til 6,4 i 7-10 dager før smoltutgangen. Dette må bekreftes med egne målinger av a) endring i gjelle-Al og b) forskjeller i utvikling til $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$. Hvis en økning i pH ikke gir en forventet forbedring i smoltstatus kan dette skyldes at andre faktorer enn pH/Al påvirker smoltkvalitet eller at 10 dager restituering ikke var tilstrekkelig.

Gjelle-Al konsentrasjonene hos smolt målt våren 2005 var blant de laveste målt innenfor Reetablerings- prosjektets elver de siste årene. De lave verdiene kan skyldes en reell vannkjemisk forbedring i vassdragene. Men det kan også skyldes sjøsaltepisoden i januar samme år med en bedret vannkjemisk

etterkant. Basekationene som ble tilført under episoden virker som kalking av terrenget. Først når dette lageret av lett tilgjengelige basekationer er oppbrukt, vil vannkvaliteten endres til den "naturlige" tilstanden. Naturlig her innebærer upåvirket av sjøsaltepisoden. Det kan heller ikke utelukkes at den gode tilstanden i 2005 skyldes bedre måloppnåelse i kalkingsanleggene. Vannkjemisk rapporteres som del av DN-effektkontroll og ligger utenfor denne undersøkelsen.

Smolten hadde i mai gjelle $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ verdier som var innenfor det som kan betraktes som normalt for smolt. Lavere verdier i juni enn i mai kan skyldes en rekke faktorer, hvor desmoltifisering og/eller dårlig smoltkvalitet til individer som kommer seint inn i fellene ikke kan utelukkes. Andre faktorer som håndteringsstress og vannkvalitet kan heller ikke utelukkes som årsaker. Det viktige her er den faktiske høye aktiviteten i mai, mer enn reduksjonen i juni. Gjelle $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$ analysene ble inkludert som en pilotstudie våren 2005. Resultatet viser at det er fullt ut mulig å inkludere gjelle enzymer i prøvetakingsprotokoller for slike vassdrag. Disse prøvene gir god indikasjon på smoltkvalitet og angir et mål for smoltens saltvannstoleranse.

6.3.5 Litteratur

- Hvidsten, N.A., Kroglund, F., Holst, J.C. & Johnsen, B.O. 2002. Undersøkelser av smoltøkologi i Mandalselva. - NINA Oppdragsmelding 730: 1-23.
- Kroglund, F., Lydersen, E. & Rosseland, B.O. 1993. Endringer i aluminiumskjemi i blandsoner med kalket og surt vann -områder karakterisert av aluminiums ulikevekt og stor giftighet for fisk. - S. 45-47 i: TVLF og Naturens Tålegrense-seminar. Stjørdal. februar 1993.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Lucassen, E., Håvardstun, J., Rosseland, B.O., Salbu, B. & Pettersen, M.N. 1999a. Avgiftingsrater til aluminium i humusrike vannkvaliteter og effekter på fisk. - S. 1-40 i: Reetableringsprosjektet, Årsrapport 1998. DN utredning 1999-7.
- Kroglund, F., Berger, H.M., Lande, A., Kaste, Ø., Johansen, M.B. & Håvardstun, J. 1999b. Status for vann- og smoltkvalitet i Otra, Vest-Agder våren 1999. NIVA-rapport LNR 4158-99; 40s.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Rosseland, B.O. & Salbu, B. 2000. Comparison of water quality requirement of Atlantic salmon in acid water differing in organic content. Poster på Sur nedbør konferanse, Japan, 2000.
- Kroglund, F., Berger, H.M., Finstad, B., Johansen, M.B., Kaste, Ø., Rosseland, B.O. & Teien, H.C. 2001a. Smoltkvalitet i Mandalsvassdraget, våren 1999. I: Hesthagen, T. (red). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 1999. DN-notat 2001-5.
- Kroglund, F., Kaste, Ø., Rosseland, B.O. & Poppe, T. 2001b. The return of the salmon. Water, Air, and Soil Pollution 130: 1349-1354.
- Kroglund, F., Larsen, B.M., Kaste, Ø. & Aanes, K.J. 2001c. Tiltaksorientert overvåking av Otra i 2000. NIVA-rapport LNR 4429-2001. 56 s.
- Kroglund, F. & Kaste, Ø. 2002. Forsuringsstatus og tiltaksplan mot forsuring i Nedre Otra, Vest-Agder, NIVA rapport 4588-2002. 31 s.
- Kroglund, F., 2003a. Smoltkvalitet i Mandalsvassdraget. I: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red). Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003-5:78-82.
- Kroglund, F. & Teien, H.C. 2003b. Fysiologiske responser hos laks relatert til avgiftingsrater til aluminium i kalket surt humøst vann. I: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red). Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003-5:83-86.
- Kroglund, F. 2003. Helsestatus til smolt produsert ved Finså og Audna klekkeri i perioden 1998 til 2002. I: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. (red). Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003-5:87-90.
- Kroglund, F., Finstad, B., Stefansson, S.O., Nilsen T., Kristensen, T., Rosseland, B.O., Teien, H.C. & Salbu, B. 2006. Exposure to moderate acid water and aluminum reduces Atlantic salmon postsmolt survival. Aquaculture (in press).
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L., 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 77-92.
- Teien, H.C. 2005. Transformasjon av aluminium tilstandsformer i subletale blandsoner - mobilitet og biotilgjengelighet til fisk. Dr.grads avhandling 2005 ved Universitetet for miljø- og biovitenskap, Ås. 85 s.
- Teien, H.C., Kroglund, F., Salbu, B. & Rosseland, B.O. 2006. Gill reactivity of aluminium-species following liming. Science of the Total Environment 358: 206-220.

7 Bestandene av voksen laks og sjøaure

7.1 Overvåking av bestandene av voksen laks i Mandalselva og Tovdalselva i 2005

Bjørn Ove Johnsen
Norsk institutt for naturforskning

Sammendrag

Mandalselva har hatt en kraftig økning i laksefisket etter kalking og gjennomsnittsfangsten i de siste fem årene lå på 78 % av en antatt forventningsverdi for fangst når vassdraget er fullt ut reetablert. Fangstene av laks i Tovdalselva var svært lave de første årene etter at kalkingen kom i gang, men har nå (2005) begynt å øke. Gjennomsnittsfangsten i de siste fem årene lå imidlertid bare på 6 % av en antatt forventningsverdi for fangst når vassdraget er fullt ut reetablert. De omfattende utsettingene er sannsynligvis den viktigste årsaken til den langt raskere reetableringen i Mandalselva. Fordelingen av laksefangstene i Mandalselva tyder på at minste-vannføringsstrekningen mellom Laudal og Mannflåvann er en betydelig hindring for laksens oppvandring til de øvre delene i fiskesesongen. Fordelingen av fangsten i Tovdalselva i 2004 og 2005 tyder på at Boenfossen ikke lenger er det betydelige vandringshinderet som den tidligere ble ansett å være. Utsatt fisk utgjorde en meget vesentlig del av den oppvandrende bestanden av laks i begge elvene de første årene etter kalking og har utgjort et viktig grunnlag for bestanden i Mandalselva og for den bestanden som nå er under utvikling i Tovdalselva. Utsatt fisk har blitt mindre viktig med årene i begge elvene i takt med at villaksbestandene har økt. Utsettingene i Mandalselva har vært særlig viktig for reetableringen i vassdragets øvre deler.

7.1.1 Innledning

Sur nedbør begynte å gjøre seg gjeldende i lakselvene på Sørlandet ved inngangen til 1900 - tallet (Mylona 1993, Kroglund m.fl. 1994). I alt ble 25 elver vurdert til å ha tapt sine laksebestander helt eller delvis på grunn av forsuring (Hesthagen & Hansen 1991).

Fullskala kalking med siktemål å skape god nok vannkvalitet til å kunne reetablere selvreproduserende laksebestander, kom i gang i Tovdalselva i 1996 og i Mandalselva i 1997. Hensikten med denne undersøkelsen er å følge utviklingen i bestanden av voksen laks i de to elvene etter at kalkingen kom i gang.

Ved å analysere skjell fra laks kan vi avgjøre hva slags opphav fisken har, dvs. om den er vill, utsatt eller rømt oppdrettslaks. Det ble derfor satt i gang innsamling av skjellprøver av laks fra Mandalselva og Tovdalselva for å undersøke nærmere hva slags opphav laksen har og for å beskrive utviklingen de nærmeste årene etter at kalkingen kom i gang. I denne rapporten oppsummeres resultatene t.o.m. 2005.

7.1.2 Materiale og metoder

Innsamling av skjellprøver kom i gang i 1998. Materiell ble distribuert til aktive fiskere delvis via elveeierlag og kontaktpersoner og delvis ved at aktive fiskere ble tilskrevet direkte. Skjellprøvene fra sone 1 i Mandalselva stammer hovedsakelig fra notfiske. I de andre sonene og i Tovdalselva er skjellprøvene av sportsfiskefanget laks. Vanligvis sender fiskerne inn skjellprøvene i det samme kalenderår som laksen blir fanget. Men det hender at skjellprøvene kan bli liggende i flere år før de sendes inn. Etter hvert som prøvene analyseres blir de inkludert i materialet og resultatene blir oppdatert i årsrapporten. Tallene i denne årsrapporten avviker derfor noe fra tidligere årsrapporter.

I løpet av perioden 1998 - 2005 har vi så langt fått inn henholdsvis 1978 (**tabell 7.1**) og 235 (**tabell 7.7**) skjellprøver av laks fra

Mandalselva og Tovdalselva. Skjellprøvene er bearbejdet i henhold til Lund & Hansen (1991), som har beskrevet en metode for bruk av skjellkarakterer hos laks for å skille mellom villaks, utsatt laks og rømt oppdrettslaks. I henhold til denne metoden er materialet inndelt i fire grupper: 1) Villaks som har gjennomgått hele sin livssyklus i naturen. 2) Utsatt laks som har levd deler eller hele ferskvannsstadiet i fiskeanlegg som produserer og setter ut fisk for å styrke villaksbestander. 3) Rømt oppdrettslaks som stammer fra kommersielle oppdrettsanlegg som produserer fisk for konsum. 4) Usikker laks som omfatter alle skjellprøver som ikke lot seg bestemme til villaks, utsatt laks eller rømt oppdrettslaks.

I gruppen "utsatt laks" inngår all fisk som er oppdrettet i fiskeanlegg som produserer fisk for utsetting i vassdrag. I Mandalselva og Tovdalselva har det vært satt ut både ensomrig settefisk og smolt. Ensomrig settefisk har vært en sommer i fiskeanlegg og all ensomrig settefisk utsatt i Mandalselva og Tovdalselva er merket ved fettfinneklipp. Smolt har tilbragt ett eller to år i fiskeanlegg. All smolt utsatt i Tovdalselva og Mandalselva er merket med et utvendig Carlin-merke (Carlin 1955). Carlin-merket laks i skjellprøvematerialet er tatt med under gruppen utsatt laks. Carlin-merket laks som er rapportert direkte til merkesentralen i NINA og som det ikke foreligger skjellprøve av, er ikke tatt med. I gruppen "annen utsatt laks" forekommer både fettfinneklipp fisk og fisk som er bestemt til utsatt laks kun på bakgrunn av skjellprøven.

Fra og med år 2000 er det foretatt årlige utsettinger av øyerogn (rognplanting) i Tovdalselva. I Mandalselva kom slike utsettinger i gang i Lågåna og Kosåna i 2003. Det er ikke mulig å skille slik laks fra naturlig gytt laks ved skjellanalyser. Hvis vi antar en smoltalder på to år for denne fisken, vil derfor gruppen "villaks" fra og med 2003 i Tovdalselva og fra og med 2006 i Mandalselva inneholde en andel laks som er

satt ut som rogn. Vi vet imidlertid ikke hvor stor denne andelen er.

I gruppen "usikker" inngår all laks som ikke lot seg plassere i en av de tre ovennevnte gruppene. Lund & Hansen's (1991) metode gir et godt grunnlag for å skille mellom villaks og de to andre gruppene. Den største vanskeligheten består i å skille mellom utsatt laks og oppdrettslaks som har rømt i ferskvannsfasen eller like etter utsetting i sjøen. Gruppen "usikker" vil derfor være dominert av utsatt laks og rømt oppdrettslaks.

Oppgaver over totalt antall laks fanget og antall fettfinneklipp laks blant disse fordelt på de ulike sonene i Mandalselva, er fremskaffet av Karl Damli, Agder og Telemark Skogeierforening. Når det gjelder Tovdalselva har vi fått opplysninger om antall laks fanget i de ulike soner fra "laksefisk.no" v/Alf Helge Tønnesen.

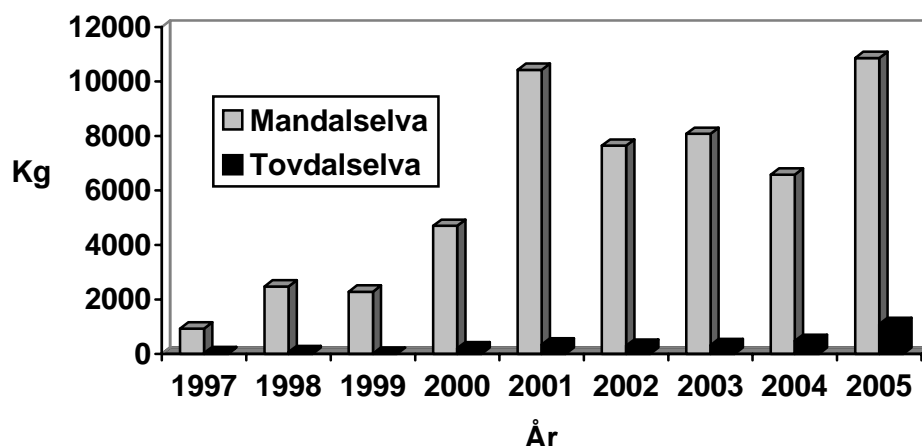
7.1.3 Resultater

7.1.3.1 Fangstutvikling etter kalking i begge vassdrag

Mens Mandalselva har hatt en kraftig økning i laksefisket etter kalking, har fangstutviklingen i Tovdalselva vært svært langsom (**figur 7.1**). I 1997, da kalkingen kom i gang, ble det tatt 931 kg laks i Mandalselva. I 1998 var fangsten 2 470 kg og året etter 2 282 kg laks. Men så økte fangstene til 4 702 kg i 2000 og til hele 10 420 kg i 2001. I 2002 ble det fanget 7 639 kg. I 2003, 2004 og 2005 ble det fanget henholdsvis 8 078, 6 575 og 10 858 kg laks.

I Tovdalselva kom kalkingen i gang i 1996 og fram til 2005 lå de årlige fangstene lavere enn 500 kg (1996: 40 kg, 1997: 33 kg, 1998: 68 kg, 1999: 0 kg, 2000: 210 kg, 2001: 345 kg, 2002: 303 kg, 2003: 318 kg, 2004: 479 kg. I 2005 ble det fanget 1 097 kg laks i følge den offisielle statistikken.

I de siste fem årene (2001 - 2005) har gjennomsnittlig årlig fangst av laks i Mandalselva vært 8 714 kg. Tilsvarende tall for Tovdalselva er 508 kg.



Figur 7.1. Årlig fangst av laks i Mandalselva og Tovdalselva i perioden 1997 - 2005.

7.1.3.2 Mandalselva

Fangst av villaks og utsatt laks

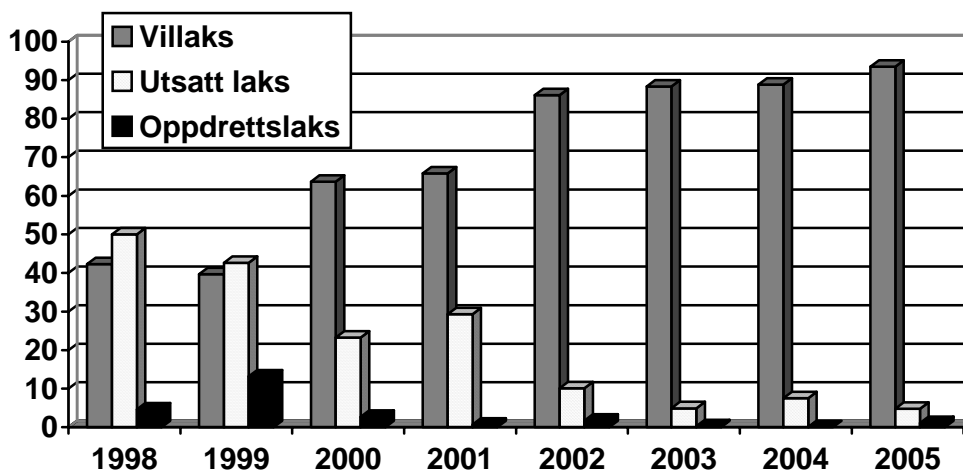
Villaks dominerte i materialet fra Mandalselva med 1512 (76 %) av 1978 skjellprøver samlet inn i perioden 1998 - 2005, mens 349 (18 %) av skjellprøvene

stammet fra utsatt laks (Carlin-merket, fettfinneklipt eller annen utsatt laks. Rømt oppdrettslaks utgjorde en ubetydelig andel av totalmaterialet (2 %) og gruppen "usikker" utgjorde 4 % (tabell 7.1).

Tabell 7.1. Antall skjellprøver av laks fra Mandalselva (1998 - 2005) fordelt på villaks, utsatt laks, rømt oppdrettslaks og usikker. Antall fettfinneklipt fisk er angitt i parentes i kolonnen "annen utsatt".

År	Antall skjellprøver	Vill-laks	Utsatt laks			Rømt oppdretts-laks	Usikker
			Carlin-merket	Annen utsatt (fettfinneklipte)	Totalt antall		
1998	130	55	59*	6 (0)	65	6	4
1999	68	27	20**	9 (4)	29	9	3
2000	220	140	8***	43 (29)	51	6	23
2001	450	296	76****	56 (54)	132	3	19
2002	237	204	7*****	17 (17)	24	4	5
2003	307	271	0	15 (15)	15	1	20
2004	214	190	1***** *	15 (8)	16	0	8
2005	352	329	0	17(14)	17	4	2
SUM	1978	1512	171	178 (141)	349	33	84

*:47 utsatt i Audna, 7 utsatt i Tovdalselva, 4 utsatt i Mandalselva og 1 utsatt i Bjerkreimselva.**:11 utsatt i Audna, 7 utsatt i Mandalselva, 1 utsatt i Imsa og 1 med ukjent utsetningssted.*** 2 utsatt i Mandalselva, 1 utsatt i Eira, 2 utsatt i Dirdalselva, 3 utsatt i Audna.****: 64 utsatt i Mandalselva, 1 var utsatt i Audna mens 11 var villsmolt fra Audna.*****: 7 utsatt i Mandalselva. *****: Utsatt i Mandalselva.



Figur 7.2. Prosentandeler villaks, utsatt laks og rømt oppdrettslaks av totalt antall skjellprøver av laks fra Mandalselva i 1998 - 2005. Gruppen "usikker" er ikke tatt med i figuren.

Villaks var viktigste gruppe alle år unntatt i 1998 da utsatt laks var viktigst og 1999 da villaks og utsatt laks utgjorde omtrent like store andeler. Andelen villaks økte i perioden fra 42 % i 1998 og 40 % i 1999 til 93 % i 2005 (**figur 7.2**).

Andelen utsatt laks, som var betydelig i skjellmaterialet i de første årene, avtok i perioden (**figur 7.1**). Gruppen består både av Carlin-merket laks utsatt som smolt og av fettfinneklipt laks utsatt som ensomrig settefisk. Den Carlin-merkete laksen bestod hovedsakelig av fisk utsatt i Mandalselva og Audna, men laks satt ut i andre elver inngår også i materialet (**tabell 7.1**).

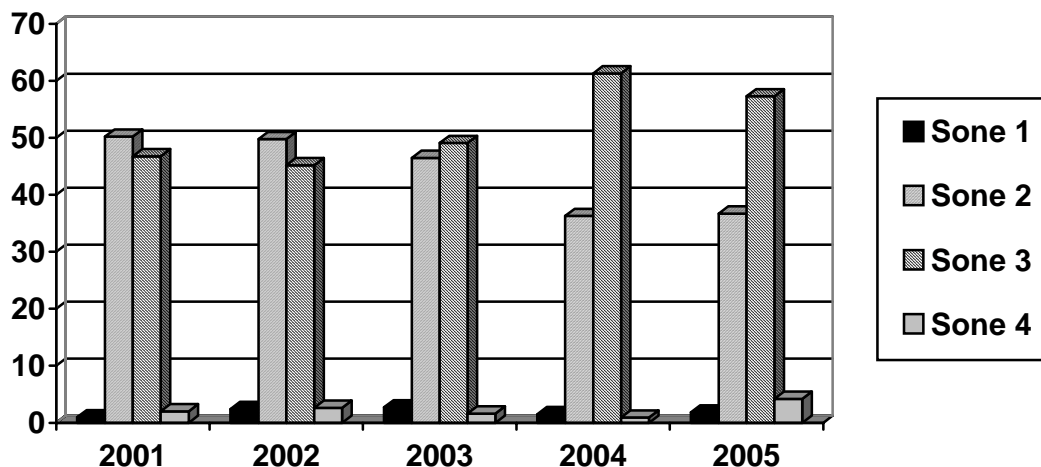
Det ble registrert et økende antall annen utsatt fisk i skjellprøvematerialet i perioden 1998 - 2001. Dette skyldes hovedsakelig en økning i antall fettfinneklipt fisk fra 0 i 1998 til 54 i 2001. Etter 2001 har antallet utsatte laks avtatt (**tabell 7.1**) og andelen fettfinneklipt laks i skjellprøvematerialet sank fra 7 % i 2002 til 5 % i 2003 og til 4 % i både 2004 og 2005 (**tabell 7.2 – 7.6**).

Fangst i ulike soner

Den lakseførende delen av Mandalselva er delt inn i fire soner fra elvas utløp til stopp lakseførende strekning ved Kavfossen i hovedelva og noen km av Kosåna:

- Sone 1: Nedre del: Utløp - Vik (Sandnes)
- Sone 2: Mandal: Vik (Sandnes) - kommunegrense Mandal/Marnadal
- Sone 3: Marnadal: Kommunegrense Mandal/Marnadal - Laudal kraftverk
- Sone 4: Øvre del: Laudal kraftverk - stopp lakseførende strekning

De aller fleste laksene i fangststatistikken var stedfestet til ett av disse områdene og i perioden 2001 – 2005 ble de aller fleste laksene (mer enn 90 %) fanget i sonene 2 og 3. Det var liten forskjell i fangstandel mellom disse to sonene i 2001 – 2003, men i 2004 og 2005 var sone 3 klart viktigst. Fangsten i sonene 1 og 4 har i alle år ligget på et svært lavt nivå. I 2005 krøp fangstandelen i sone 4 opp mot 5 % (**figur 7.3**).



Figur 7.3. Fordeling (prosentandel av antall) av laks i sportsfiskefangster på de ulike soner i Mandalselva i perioden 2001 - 2005.

Forekomsten av fettfinneklippt fisk ble registrert både av sportsfiskere som leverte fangstoppgaver og av sportsfiskere som leverte skjellprøver. Fangststed var oppgitt for de aller fleste laksene slik at de kunne plasseres innenfor en av sonene 1 – 4. Nedenfor er fangstfordelingen omtalt for hvert av årene i perioden 2001 – 2005.

2001:

I fangstoppgavene ble det innrapportert til sammen 4479 laks som var plassert innenfor en av de fire sonene. Hele 97 % av laksene ble fanget i sonene 2 og 3 og bare 1 % i sone 1 og 2 % i sone 4 (**figur 7.2**). Til sammen 340 (8 %) ble oppgitt å være fettfinneklippt. I sone 1 var det ingen fettfinneklippt fisk, i sonene 2 og 3 var det 7 % fettfinneklippt fisk og i sone 4 ble det rapportert om 30 % fettfinneklippt fisk (**tabell 7.2**).

Av de 450 skjellprøvene lot 442 prøver seg plassere innenfor en sone og 53 (12 %) var fra fettfinneklippt fisk. Det var ingen fettfinneklippt fisk fra sone 1, men i begge sonene 2 og 3 var det 9 % fettfinneklippt fisk. I sone 4 var andelen fettfinneklippt fisk 63 % (**tabell 7.2**).

Andelen fettfinneklippt fisk i skjellprøvematerialet var noe høyere enn i fangstoppgavene, 12 % i skjellprøvematerialet mot 8 % i fangstoppgavene. Både i fangstoppgavene og i skjellprøvematerialet var andelen fettfinneklippt fisk vesentlig større i sone 4 sammenliknet med sonene 2 og 3. I fangstoppgavene var det 4 – 5 ganger flere fettfinneklippt fisk i sone 4 enn i sonene 2 og 3 og i skjellprøvematerialet var det 7 ganger flere fettfinneklippt fisk i sone 4 sammenliknet med sonene 2 og 3.

Tabell 7.2. Totalt antall og antall fettfinneklippt laks i fangstopp-gaver og skjellprøver fra ulike soner i Mandalselva i 2001. Prosentandel fettfinneklippt av totalt antall er angitt i parentes i rubrikken "Antall fettfinneklippt".

Sone	Fangstopp-gaver		Skjellprøver	
	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)
1 Nedre del	44	0	1	0
2 Mandal	2250	157 (7 %)	90	8 (9 %)
3 Marnadal	2095	156 (7 %)	327	30 (9 %)
4 Øvre del	90	27 (30 %)	24	15 (63 %)
SUM	4479	340 (8 %)	442	53 (12 %)

2002:

I fangstopp-gavene ble det innrapportert til sammen 3122 laks som var plassert innenfor en av de fire sonene. Hele 95 % av laksen ble fanget i sonene 2 og 3 og bare 2,4 % i sone 1 og 2,7 % i sone 4 (**figur 7.2**). Til sammen 173 (5 %) ble oppgitt å være fettfinneklippt. I sone 1 var det 8 % fettfinneklippt fisk, i sonene 2 og 3 henholdsvis 4 og 6 % fettfinneklippt fisk og i sone 4 ble det rapportert om 23 % fettfinneklippt fisk (**tabell 7.3**).

Av 228 laks som det foreligger skjellprøver av ble de aller fleste tatt i sone 3. Det

foreligger skjellprøver av 17 fettfinneklippte laks og de fleste ble fanget i sone 1 (**tabell 7.3**).

I 2002 var andelen av fettfinneklippt fisk i skjellprøvematerialet (7 %) temmelig lik andelen fettfinneklippt fisk i fangstopp-gavene (5 %). I fangstopp-gavene var prosentandelen fettfinneklippt fisk nesten seks ganger høyere i sone 4 sammenliknet med sone 3. I skjellmaterialet var andelen fettfinneklippt fisk høyest i sone 1 (24 %) og lavest i sone 3 (3 %), men antallet skjellprøver av fettfinneklippt fisk var svært lavt.

Tabell 7.3. Totalt antall og antall fettfinneklippt laks i fangstopp-gaver og skjellprøver fra ulike soner i Mandalselva i 2002. Prosentandel fettfinneklippt av totalt antall er angitt i parentes i rubrikken "Antall fettfinneklippt".

Sone	Fangstopp-gaver		Skjellprøver	
	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)
1 Nedre del	75	6 (8 %)	42	10 (24 %)
2 Mandal	1554	59 (4 %)	24	2 (8 %)
3 Marnadal	1411	89 (6 %)	162	5 (3 %)
4 Øvre del	82	19 (23 %)	0	0 (-)
SUM	3122	173 (5 %)	228	17 (7 %)

Tabell 7.4. Totalt antall og antall fettfinneklippt laks i fangstopp-gaver og skjellprøver fra ulike soner i Mandalselva i 2003. Prosentandel fettfinneklippt av totalt antall er angitt i parentes i rubrikken "Antall fettfinneklippt".

Sone	Fangstopp-gaver		Skjellprøver	
	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)	Totalt antall	Antall fettfinneklippt (%)
1 Nedre del	89	0 (0 %)	67	1 (1 %)
2 Mandal	1537	68 (4 %)	45	2 (4 %)
3 Marnadal	1623	122 (8 %)	173	11 (6 %)
4 Øvre del	54	13 (24 %)	19	1 (5 %)
SUM	3303	203 (6 %)	304	15 (5 %)

2003:

I fangstopp-gavene ble det innrapportert til sammen 3303 laks som var plassert innenfor en av de fire sonene. Hele 95,6 % av laksen ble fanget i sonene 2 og 3 og bare 2,7 % i sone 1 og 1,6 % i sone 4 (**figur 7.2**). Til sammen 203 (6 %) ble oppgitt å være fettfinneklippt. I sone 1 var det ingen fettfinneklippt fisk, i sonene 2 og 3 henholdsvis 4 og 8 % fettfinneklippt fisk og i sone 4 ble det rapportert om 24 % fettfinneklippt fisk (**tabell 7.4**).

Av 304 skjellprøver kom de fleste fra sone 3 og av 15 skjellprøver av fettfinneklippte laks ble de fleste fanget i sone 3 (**tabell 7.4**).

I 2003 var andelen av fettfinneklippt fisk i skjellprøvematerialet (5 %) temmelig lik andelen fettfinneklippt fisk i fangstopp-gavene (6 %). I fangstopp-gavene var prosentandelen fettfinneklippt fisk tre ganger høyere i sone 4 sammenliknet med sone 3. I skjellmaterialet var andelen fettfinneklippt fisk høyest i sonene 3 og 4, men totalt antall fettfinneklippt fisk i skjellmaterialet var svært lavt.

2004:

I fangstopp-gavene fra Mandalselva i 2004 ble det innrapportert til sammen 2787 laks som var plassert innenfor en av de fire sonene. Hele 97,6 % av laksen ble fanget i sonene 2 og 3 og bare 1,5 % i sone 1 og 0,9 % i sone 4 (**figur 7.2**). Til sammen 100 laks

(4 %) ble oppgitt å være fettfinneklippt. I sone 1 var det ingen fettfinneklippt fisk, i sonene 2 og 3 henholdsvis 1 og 5 % fettfinneklippt fisk og i sone 4 ble det rapportert om 13 % fettfinneklippt fisk (**tabell 7.5**).

I 2004 kom det inn skjellprøver av åtte fettfinneklippte fisk og alle var fanget i sone 3 og 4 (**tabell 7.5**).

I 2004 var andelen av fettfinneklippt fisk i skjellprøvematerialet lik andelen fettfinneklippt fisk i fangstopp-gavene. I fangstopp-gavene var prosentandelen fettfinneklippt fisk nesten tre ganger høyere i sone 4 sammenliknet med sone 3. I skjellmaterialet var andelen fettfinneklippt fisk på 15 % i sone 4 mens det var 3 % fettfinneklippt fisk fra sone 3.

Tabell 7.5. Totalt antall og antall fettfinneklipt laks i fangstopp-gaver og skjellprøver fra ulike soner i Mandalselva i 2004. Prosentandel fettfinneklipt av totalt antall er angitt i parentes i rubrikken "Antall fettfinneklipt".

Sone	Fangstopp-gaver		Skjellprøver	
	Totalt antall	Antall fettfinneklipt (%)	Totalt antall	Antall fettfinneklipt (%)
1 Nedre del	42	0 (0)	28	0 (0)
2 Mandal	1012	10 (1 %)	18	0 (0)
3 Marnadal	1709	87 (5 %)	148	5 (3 %)
4 Øvre del	24	3 (13 %)	20	3 (15 %)
SUM	2787	100 (4 %)	214	8 (4 %)

2005:

I fangstopp-gavene fra Mandalselva i 2005 ble det innrapportert til sammen 5134 laks som var plassert innenfor en av de fire sonene. Hele 94,0 % av laksen ble fanget i sonene 2 og 3 og bare 1,8 % i sone 1 og 4,2 % i sone 4 (**figur 7.2**). Til sammen 130 (3 %) laks ble oppgitt å være fettfinneklipt. I sone 1 var det ingen fettfinneklipte fisk, i sonene 2 og 3 henholdsvis 2 og 3 % fettfinneklipt fisk og i sone 4 ble det rapportert om 9 % fettfinneklipt fisk (**tabell 7.6**).

I 2005 var andelen av fettfinneklipt fisk i skjellprøvematerialet (4 %) omtrent lik andelen fettfinneklipt fisk i fangstopp-gavene (3 %). I fangstopp-gavene var prosentandelen fettfinneklipt fisk tre ganger høyere i sone 4 sammenlignet med sone 3. I skjellmaterialet var andelen fettfinneklipt fisk på 1 % i sone 2 og 3 mens det var 11 % fettfinneklipt fisk i sone 4 (**tabell 7.6**).

Tabell 7.6. Totalt antall og antall fettfinneklipte laks i fangstopp-gaver og skjellprøver fra ulike soner i Mandalselva i 2005. Prosentandel fettfinneklipt av totalt antall er angitt i parentes i rubrikken "Antall fettfinneklipt".

Sone	Fangstopp-gaver		Skjellprøver	
	Totalt antall	Antall fettfinneklipt (%)	Totalt antall	Antall fettfinneklipt (%)
1 Nedre del	92	0	82	0
2 Mandal	1885	30 (2 %)	60	4 (1 %)
3 Marnadal	2943	81 (3 %)	131	1 (1 %)
4 Øvre del	214	19 (9 %)	80	9 (11 %)
SUM	5134	130 (3 %)	353	14 (4 %)

7.1.3.3 Tovdalselva

Fangst av villaks og utsatt laks

I Tovdalselva (1998 - 2005) var 64,7 % av skjellprøvene fra villaks og 33,6 % av skjellprøvene fra utsatt laks. Rømt oppdrettslaks utgjorde en ubetydelig andel av totalmaterialet (0,9 %) og gruppen "usikker" utgjorde 1,7 % (**tabell 7.7**).

I Tovdalselva var det ingen villaks i skjellprøvene fra 1998 og 1999, men antallet skjellprøver av villaks økte til henholdsvis 15 (56 %) og 26 (81 %) i 2000 og 2001 og i 2002 var 13 av 14 skjellprøver av villaks. I 2004 var det 94 % villaks i skjellprøve-materialet og i 2005 var andelen villaks hele 97 % (**tabell 7.7**).

Med unntak av en usikker fisk i 1998 var det kun utsatt laks blant skjellprøvene fra Tovdalselva i 1998 og 1999. Etter det har andelen utsatt laks avtatt sterkt og i 2005 var det bare en (1,5 %) utsatt laks i skjellprøve-materialet. De aller fleste Carlin-merkete laksene var satt ut i Tovdalselva (**tabell 7.7**).

I Tovdalselva ble det til sammen registrert 16 lakser i kategorien "annen utsatt" fisk og 14 av disse var fettfinneklippt. Av disse ble 10 individer registrert i 2000 og de utgjorde da 38 % av alle skjellprøver fra elva.

Fangst i ulike soner

Tovdalselva er delt inn i følgende soner:

Sone 1: Munningen - Buestad

Sone 2: Buestad - Boenfossen

Sone 3: Boenfossen - Herefossfjorden

Sone 4: Herefossfjorden

I fangstoppgavene er hver enkelt laks plassert i en av disse fire sonene. I tabell 7 har vi slått sammen sone 1 og 2 til en sone (nedstrøms Boenfossen) og sone 3 og 4 til en sone (oppstrøms Boenfossen). I perioden 2001 - 2003 ble 98 - 100 % av laksen fanget nedstrøms Boenfossen. I 2004 skjedde det en endring i denne fordelingen idet 21 % av fangsten kom fra strekningen oppstrøms Boenfossen og i 2005 ble hele 42 % av laksen fanget oppstrøms Boenfossen.

Tabell 7.7. Antall skjellprøver av laks fra Tovdalselva fordelt på villaks, utsatt laks, rømt oppdrettslaks og usikker i 1998 - 2005. Antall fettfinneklippt laks er angitt i parentes i rubrikken "annen utsatt".

År	Antall skjellprøver	Vill-laks	Utsatt laks			Rømt oppdretts-laks	Usikker
			Carlin-merket	Annen utsatt (fettfinneklippt)	Totalt antall		
1998	61	0	59*	1	60	0	1
1999	2	0	2**	0	2	0	0
2000	26	15	0	10 (10)	10	1	0
2001	32	26	2***	2 (2)	4	0	2
2002	14	13	0	1 (1)	1	0	0
2003	0	-	-	-	-	-	-
2004	32	30	0	1 (1)	1	1	0
2005	68	66	0	1	1	0	1
SUM	235	152	63	16 (14)	79	2	4

*: 57 utsatt i Tovdalselva, 1 utsatt i Bjerkreimselva, 1 med ukjent utsetningssted.

** : utsatt i Tovdalselva. *** utsatt i Mandalselva.

Tabell 7.8 Antall laks fanget nedstrøms (sone 1 og 2) og oppstrøms Boenfossen (sone 3 og 4) i Tovdalselva i perioden 2001 - 2005 (% andel i parentes)

År	Antall laks fanget		
	Nedstrøms Boenfossen (sone 1 og 2)	Oppstrøms Boenfossen (sone 3 og 4)	Sum
2001	85 (99 %)	1 (1 %)	86
2002	108 (98 %)	1 (1 %)	109
2003	143 (100 %)	0 (0 %)	143
2004	158 (79 %)	43 (21 %)	201
2005	318 (58 %)	232 (42 %)	550
SUM	812 (75 %)	277 (25 %)	1089

Vi har 32 skjellprøver av laks fra Tovdalselva i 2004. Av disse ble 27 laks (84 %) fanget nedstrøms Boenfossen og 5 laks (16 %) ble fanget ovenfor Boenfossen. I 2005 kom det inn 68 skjellprøver av laks fra Tovdalselva. Av disse ble 44 laks (65 %) fanget nedstrøms Boenfossen og 24 laks (35 %) ble fanget ovenfor Boenfossen.

7.1.4 Diskusjon

7.1.4.1 Fangstutvikling etter kalking.

Ved overgangen mellom 1800-tallet og 1900-tallet ble det registrert årlige fangster på mer enn 10 tonn laks i Tovdalselva. Som følge av økende forsuring var det utover på 1900 - tallet en jevn nedgang i fangstene. Ifølge Sivertsen (1989) forsvant elvas egen laksestamme allerede i 1967 og genetiske studier av lakseskjell fra Tovdalselva fra 1910 og fra 1997 var så forskjellige at det klart indikerer at den opprinnelige stammen var utdødd (Hindar & Balstad 2003). I perioden 1993 - 1997 var de årlige laksefangstene mindre enn 50 kg (Johnsen m.fl. 1999). Kalkingen kom i gang i 1996 og fram til 2004 lå de årlige fangstene lavere enn 500 kg (1998: 68 kg, 1999: 0 kg, 2000: 210 kg, 2001: 345 kg, 2002: 303 kg, 2003: 318 kg, 2004: 479 kg. Dette har sammenheng med en langsom reetablering av bestanden i vassdraget etter at kalkingen kom i gang. I 2000 ble det for første gang påvist laksyngel ovenfor Flaksvatn (Larsen 2003). I 2005 ble det fanget 1149 kg laks i følge den offisielle statistikken. Oppvandringen av laks til områdene

oppstrøms Boenfossen økte betydelig i 2004 og 2005 sammenlignet med tidligere år og dette vil etter hvert føre til økt produksjon av ville laksunger i vassdraget. Det har også vært en betydelig økning i antallet utlagte lakserogn i perioden 2000 - 2004 (Barlaup m.fl. 2005) og dette vil også bidra i samme retning. Vi kan derfor forvente en betydelig økning i laksefangstene i Tovdalselva de nærmeste årene.

Mandalselva var tidligere ei svært god laks- og sjøareelv. Fisket var på topp mellom 1880 og 1890, og størst utbytte ga fisket i 1884 med 34.704 kg laks og sjøaure. Fra 1900 til 1920 var det sterk nedgang i fangstene og i perioden 1970 - 1980 varierte de offisielle fangstene mellom 6 kg og 500 kg. Ifølge Sivertsen (1989) ble den opprinnelige bestanden av laks i Mandalselva betraktet som utdødd. Til tross for dette ble det i perioden 1982 - 1993 årlig fanget gjennomsnittlig 778 kg (Anon.1994). En stor andel av fangstene var laks. Dette var trolig laks av ulike stammer som ble satt ut som smolt i Mandalselva, laks som var satt ut i andre elver, feilvandrende villaks og rømt oppdrettslaks. Merkeforsøk har vist at en del av laksesmolten som er satt ut i naboelva Audna, vandrer opp i Mandalselva (Hansen m.fl. 1997).

Mens Mandalselva har hatt en kraftig økning i laksefisket etter kalking indikerer fangstutviklingen i Tovdalselva en fortsatt liten bestand. Utsatt fisk har blitt mindre viktig med årene i begge elvene i takt med at

villaksbestandene har økt. Resultatene tyder på at utsettingene i Mandalselva har vært særlig viktig for reetableringen i vassdragets øvre deler. Den raskere reetableringen i Mandalselva sammenliknet med Tovdalselva kan også i noen grad skyldes større tilskudd av laks i form av feilvandrere fra andre vassdrag.

Den offisielle laksestatistikken kom i gang i 1876. Sur nedbør begynte å gjøre seg gjeldende i lakselvene på Sørlandet ved inngangen til 1900 - tallet (Mylona 1993, Kroglund m.fl. 1994) og fangstene avtok (Matzow & Kleiven 2003). I perioden 1876 - 1899 ble det årlig fanget ca. 9 tonn i Tovdalselva og ca. 16 tonn i Mandalselva. Vi kan ikke uten videre gjøre en direkte sammenlikning mellom denne perioden og dagens situasjon blant annet fordi oppvekstforholdene i havet og beskatningsforholdene i sjøen er forskjellige. I tillegg er begge vassdragene påvirket av vannkraftutbygging. I Mandalselva har særlig Laudal kraftverk som fikk konsesjon i 1975, ført til vanskelige oppvandrings- og utvandringsforhold for laks til og fra vassdragets øvre deler. Etter utbygging av Bjelland kraftverk (1974 - 1975) ble laksefisket på strekningen Monan - Kavfossen avskrevet fullstendig på grunn av sterk reduksjon i vannføringen på denne strekningen. Men Bjelland kraftverk fører også til betydelige vannføringsvariasjoner på strekningen nedstrøms kraftverket og dermed til negative effekter på produksjonsforholdene for laks. Områdene ovenfor Laudal var tidligere viktige både som oppvekstområder og for fiske etter laks og sjøaure. Regulerings-skadene i Mandalselva må derfor ansees å være betydelige. Tovdalsvassdraget er i mindre grad påvirket av vassdragsreguleringer på lakseførende strekning, men Uldalsgreina er betydelig regulert med flere magasiner.

Men fangsttallene fra det 19. århundre kan allikevel gi oss en pekepinn på hvilket nivå vi kan forvente at fangstene av laks vil ligge på i de to elvene når de er fullt ut reetablert. Dersom vi bruker tallene for perioden 1876 -

1899 som uttrykk for en forventningsverdi og antar 30 % reduksjon i lakseproduksjonen som følge av reguleringene i Mandalselva og tilsvarende 10 % reduksjon i Tovdalselva, vil vi forvente at det i et gjennomsnittså vil bli fanget 11 200 kg laks i Mandalselva og 8 100 kg i Tovdalselva. I de siste fem årene (2001 - 2005) har gjennomsnittlig årlig fangst av laks i Mandalselva vært 8 714 kg og det vil si 78 % av forventningsverdien. Tilsvarende tall for Tovdalselva er 508 kg hvilket vil si 6 % av forventningsverdien.

I Mandalselva har det blitt gjennomført et omfattende utsettingsprogram bestående av smolt og settefisk. I Tovdalselva har det kun vært satt ut små mengder smolt og settefisk og bare i en kort periode like etter at kalkingen kom i gang. De omfattende utsettingene er sannsynligvis den viktigste forklaringen på den langt raskere reetableringen i Mandalselva.

7.1.4.2 Mandalselva

Fangst av villaks og utsatt laks

I Mandalselva ble det samlet inn skjellprøver av 55 laks i 1996 i forbindelse med vandringsforsøk. Fisken ble fanget i felle like ovenfor kraftverksutløpet ved Laudal. Av disse ble 7 % klassifisert som villaks, 11 % som utsatt fisk, 29 % som rømt oppdrettslaks og 53 % var usikre. Siden det ikke var noen naturlig reproduksjon i Mandalselva på dette tidspunkt, må vi anta at samtlige villaks som ble fanget i Mandalselva i 1996 var feilvandrere fra andre vassdrag. En av laksene var for øvrig Carlin-merket som villsmolt i Audna i 1995 (Thorstad & Heggberget 1997).

Det er naturlig at villaksbestanden øker i et vassdrag som fullkalkes. I Sokndalselva kom kalkingen i gang i midten av 1980-årene og i 1996 var alle vassdragets fire greiner nærmest totalkalket. Årsyngel av laks ble påvist første gang i 1990 og seks år senere ble det påvist en markert fangstøkning av laks i vassdraget. Skjellprøver av laks fra vassdraget i 1998

indikerte at bestanden bestod av 70 % villaks. Året etter var denne andelen økt til 80 %, i 2000 til 86 % og i 2003 var det 85 % villaks i materialet.

I Mandalselva økte imidlertid villaksbestanden raskere enn hva man skulle forvente ut fra naturlig reproduksjon. Mandalselva var fullkalket f.o.m. juni 1997 (Kaste 1999) og allerede samme år ble det funnet årsyngel av laks på åtte av 18 elfiskestasjoner på lakseførende strekning (Larsen 1999). Det ville dermed være rimelig å forvente en økning i antall oppvandrende villaks først i år 2000 (forutsatt 2 års smoltalder). Men det skjedde en betydelig økning i fangstene allerede i 1998 og 1999 da det ble fanget henholdsvis 2572 og 1699 kg laks mot 1246 kg i 1996 og 931 kg i 1997. Andelen villaks i skjellmaterialet var henholdsvis 42 og 40 % i 1998 og 1999. Det indikerer at mye av fangstøkningen skjedde på grunn av en økning i oppgangen av villaks og at denne villaksen må ha kommet fra andre vassdrag. Her er det nærliggende å tenke på nabovassdraget Audna siden det er påvist betydelig feilvandring hos oppdrettet smolt utsatt i Audna til Mandalselva (Hansen m.fl. 1997). Det er også tidligere påvist at villsmolt fra Audna har feilvandret til Mandalselva (Thorstad & Heggberget 1997). I 1998 ble det registrert en betydelig økning i fangsten av laks i Audna sammenliknet med tidligere år. I 1998 og 2000 var fangstene henholdsvis 2393 og 2423 kg laks i Audna (det foreligger ingen fangststatistikk fra 1999). I perioden 1990 - 1997 ble det rapportert om mindre enn 1000 kg de fleste årene (Johnsen m.fl. 1999). I perioden 1994 - 1997 ble det registrert en økning i tettheten av laksunger i Audna (Barlaup m.fl. 1998) og dette var sannsynligvis årsaken til de økte fangstene i vassdraget i 1998 og 2000. På denne bakgrunn er det rimelig å anta at den økte produksjonen av laks i Audna kan forklare noe av den økte fangsten av villaks i Mandalselva i 1998 og 1999.

I år 2000 kom de første villaksene av egen produksjon inn i fangstene i Mandalselva og

dette kan forklare fordoblingen av fangsten dette året (4843 kg) sammenliknet med fangstene i 1998 og 1999. Og den ytterligere fordoblingen av fangsten i 2001 (10643 kg) skyldes den positive utviklingen i bestanden av laksunger som fant sted i vassdraget etter kalking (jfr. Larsen 2003). I perioden 2000 – 2005 økte andelen villaks i skjellprøvematerialet fra 63,6 % til 93,5 % og dette indikerer en klar styrking av bestanden av villaks.

Tidligere utsetninger av Carlin-merket smolt i Audna har resultert i en betydelig feilvandring (23,6 %) til Mandalselva (Hansen m.fl. 1997). Forekomsten av Carlin-merket laks i skjellmaterialet fra Mandalselva bekrefter at det forekommer feilvandrerere fra mange vassdrag (Audna, Tovdalselva, Bjerkreimselva, Dirdalselva, Eira) i Mandalselva. Antallet feilvandrerere fra Audna var spesielt stort idet hele 47 av 59 Carlin-merkete laks som ble fanget i Mandalselva i 1998 var feilvandrerere fra Audna. De 10 feilvandrende laksene som var merket som villsmolt i Audna og som ble fanget i Mandalselva i 2001, er en klar indikasjon på at villaks fra Audna også feilvandrer til Mandalselva.

Siden 1996 har det årlig blitt satt ut ensomrige, fettfinneklippede laksunger i Audna. Antallet har variert fra 10.000 (1996) til 94.200 (1999) individer og i perioden 1996 - 1999 ble det satt ut omtrent like mange ensomrige, fettfinneklippede fisk i Audna som i Mandalselva. I årene 2000, 2001 og 2002 ble det satt ut henholdsvis 20.000, 22.000 og 38.000 ensomrige, fettfinneklippede laksunger i Audna. I tillegg ble det satt ut 2.500 ettårige, fettfinneklippede laksunger i 2001. I 2002 begynte man med rognplanting og i perioden 2003 – 2005 har det årlig blitt lagt ut ca. 50.000 rogn i Audna. Det er ikke satt ut settefisk etter 2002 (Dag Eikeland pers. medd.). Den dokumenterte feilvandringen av utsatt smolt og villsmolt fra Audna gjør det sannsynlig at en del av den fettfinneklippede fisken i Mandalselva kan stamme fra utsettingene i Audna. I 1999 ble det fanget fire

fettfinneklapte laks i Mandalselva. Settefiskene i Mandalselva var sannsynlig for små høsten 1997 til at noen kunne ha vandret ut som ett års smolt i 1998. Det er derfor svært lite sannsynlig at de fire fiskene stammer fra utsatt fisk i Mandalselva, men mer sannsynlig at de kan stamme fra utsettingene i Audna i 1996. Det er derfor grunn til å tro at også noen av de fettfinneklapte laksene som ble fanget i Mandalselva i 2000 – 2005 stammet fra Audna.

Den relativt høye andelen av fettfinneklapt laks i den oppvandrende bestanden av laks i Mandalselva i 2001 viste at utsatt fisk utgjorde en viktig del av bestanden. Resultatene fra smoltundersøkelsene i 2001 bekreftet dette idet 40 % av bestanden av utvandrende smolt i var fettfinneklapt (Hvidsten m.fl. 2002). Etter 2001 har andelen utsatt fisk avtatt og dette skyldes sannsynligvis hovedsakelig en betydelig styrking av villaksbestanden i den samme perioden. Det er også sannsynlig at større konkurranse fra villaks på de områdene hvor det settes ut fisk kan ha resultert i dårligere overlevelse for den utsatte fisken. Det er imidlertid trolig at andelen utsatt fisk ikke har sunket så mye som tallene indikerer fordi gruppen ”usikker” sannsynligvis er dominert av utsatt fisk.

Fangst i ulike soner

Fordelingen av antall laks mellom de ulike sonene i fangstopp-gavene varierte lite fra år til år idet mer enn 90 % av laksen ble fanget i sonene 2 og 3. Andelen i sone 2 har imidlertid vært synkende mens andelen i sone 3 har økt tilsvarende i perioden. Siden laksen ønsker å vandre tilbake til det området av elva hvor den er vokst opp, kan dette tyde på at produksjonen av smolt har økt i sone 3 sammenliknet med sone 2. Men det kan også være uttrykk for at fisk som har vokst opp i sone 4 for en stor del blir fisket i sone 3 fordi den nøler med å vandre opp i sone 4.

Fordelingen av antall laks mellom de ulike sonene i skjellmaterialet var forskjellig fra

fordelingen av antall laks i fangstopp-gavene. Alle årene kom det inn flest skjellprøver fra sone 3. I 2001 kom 74 % av skjellprøvene fra sone 3 og tilsvarende tall for 2002, 2003, 2004 og 2005 var 71 %, 57 %, 69 % og 37 %. Dette kan skyldes at de fleste sportsfiskerne som samler inn skjellprøver fisker på sone 3 eller at fiskerne på sone 3 er de ivrigste til å ta skjellprøver. Siden antallet laks i fangstopp-gavene var 10 – 15 ganger høyere enn antall laks i skjellmaterialet, er det grunn til å anta at fangstopp-gavene gir det mest riktige bildet av fangstfordelingen i vassdraget.

Andelen fettfinneklapt fisk i fangstopp-gaver i 2001 var betydelig høyere på delstrekning 4 oppstrøms Laudal kraftverk sammenliknet med områdene nedstrøms utløpet av Laudal kraftverk. Det samme var tilfelle med andel fettfinneklapt fisk i fangstopp-gaver i 2002, 2003, 2004 og 2005. Dette indikerer at den fettfinneklapte fisken vandret opp til de øvre delene i større grad enn annen fisk. Tellingene av oppvandrende laks i fisketrappa på dam Mannflåvann viste også en høy andel av fettfinneklapt fisk i både 2000 (45 %) og 2001 (41 %) (Hvidsten & Lamberg 2003). I alle år har den ensomrige settefiskene blitt satt ut i områdene oppstrøms utløpet fra Laudal kraftverk. Bakgrunnen for dette var at erfaring tilsier at laks vil vandre tilbake til den elvestrekning hvor den har vokst opp (Heggberget 1989) eller satt ut (Hvidsten m.fl. 1994). Utsettingene ville dermed bidra til å øke oppvandringen til vassdragets øvre deler og gi en raskere reetablering av laks i vassdraget. Den høyere andelen fettfinneklapt fisk i vassdragets øvre deler tyder på at den valgte utsettingsstrategien var riktig. Andelen fettfinneklapte fisk i fangstopp-gavene fra område 4 avtok imidlertid jevnt i perioden, fra 30 % i 2001, til 23 % i 2002 og 24 % i 2003 til 13 % i 2004 og til 9 % i 2005. Dette har sannsynligvis sammenheng med økende villaksproduksjon i sone 4. Antall laks fanget i sone 4 sank i perioden 2001 - 2004 fra 90 laks i 2001 til 24 laks i 2004 og andelen laks fanget i sone 4 sank også i samme periode fra 2,7 % i 2002 til 1,6 % i

2003 og 0,9 % i 2004. Dette til tross for at skjedde en økning i tettheten av laksunger på disse områdene i perioden 1998 – 2003 og de største tetthetene av eldre laksunger i Mandalselva i 2003 ble funnet i Kosåna og ved Monan. I 2005 økte imidlertid fangsten av laks betydelig i sone 4 sammenlignet med tidligere år til 214 laks. Dette kan ha sammenheng med at det sommeren 2005 ble gjennomført til sammen åtte forsøk med varierende vannslipp over dam Mannflåvann. Forsøkene var en videreføring av innledende forsøk som ble gjennomført i 2004 og var rettet inn mot å få fisken til å vandre forbi utløpet av Laudal kraftstasjon og samtidig få fiskene til å vandre opp gjennom hele minstevannføringsløpet. Totalt gikk det opp mellom 1300 og 1500 fisk og mesteparten av vandringen var knyttet til 4 - 5 av forsøkene. Laks dominerte og det ble funnet godt samsvar mellom oppvandringen til Mannflåvann og fangsten i sone 4. Økningen i fangsten kom imidlertid vel en uke forsinket i forhold til oppgangen (Lura 2006).

7.1.4.3 Tovdalselva

Fangst av villaks og utsatt laks

De første villaksene ble fanget i Tovdalselva i 2000 og dette var sannsynligvis de første villaksene som hadde vokst opp i vassdraget etter at kalkingen kom i gang. Det kan imidlertid også ha vært villaks fra andre vassdrag blant dem siden det er registrert feilvandrerere fra andre vassdrag også i Tovdalselva. Men det er registrert langt færre feilvandrerere fra Audna til Tovdalselva enn til for eksempel Mandalselva (Hansen m.fl. 1997). Alle 15 laks som det kom inn skjellprøver av i 2000, hadde vært to år i elv og ett år i sjøen. De hadde m.a.o. vandret ut som toårig villsmolt i 1999 og var dermed gytt høsten 1996. Det stemmer godt med at dette var den første høsten Tovdalselva var fullkalket (Nøst 1999). 1997 var det første året det ble påvist laksyngel i Tovdalselva.

Andelen villaks i skjellprøvematerialet økte fra 0 % i 1998 og 1999 til 56 % i 2000 og til

hele 97 % i 2005. På grunn av de omfattende rognplantingene i Tovdalselva er det imidlertid grunn til å anta at gruppen ”villaks” inneholder en god del laks som er satt ut som rogn. Undersøkelser av utvandrende smolt fra vassdraget i 2004 viste at 81 % av smolten stammet fra rognplantinger (Barlaup m.fl. 2005). Utsatt fisk utgjorde en meget vesentlig del av den oppvandrende bestanden av laks i Tovdalselva de første årene etter kalking og har utgjort et viktig grunnlag for den bestanden som nå er under utvikling. Samtlige ti fettfinneklepte laks som ble fanget i Tovdalselva i 2000 hadde vært ett år i sjøen og hadde vandret ut som to-årig smolt i 1999. De stammet derfor høyst sannsynlig fra utsettingen av ensomrig settefisk øverst i vassdraget i 1997 (jfr. Johnsen 2003).

Rognplantingen som kom i gang i 2000 fungerer også etter hensikten og gir et vesentlig bidrag til reetableringen av laks i Tovdalsvassdraget (Barlaup m.fl. 2005). Registreringer av Carlin-merket laks viser at det forekommer feilvandrerere fra andre vassdrag (Bjerkreimselva, Mandalselva), men at feilvandringen til Tovdalselva av laks fra andre vassdrag synes å ha langt mindre omfang enn tilsvarende feilvandring til for eksempel Mandalselva.

Fangst i ulike soner

Boenfossen har vært et betydelig hinder for oppvandring i minst 150 år, først og fremst som følge av inngrep i forbindelse med utnyttning av vannkraften (Matzow & Kleiven 2003). Det meste av fangstene ble derfor gjort nedstrøms Boenfossen. I tidsrommet 1884 - 1886 ble bare 4,6 % eller 600 kg fanget nedstrøms fossen, mot totalt 13 135 kg i hele vassdraget (Landmark 1889 etter Matzow & Kleiven 2003). I følge Saltveit (1984) kan ikke laks passere Boenfossen før vannføringen er nede i 10 - 12 m³/s. Videoovervåking av hvor mye fisk som samlet seg opp ved fire kameraposisjoner i bunnen av Boenfossen i 2002 ble tolket til at mesteparten av fisken ikke vandret uten at vannføringen var under

5 m³/s i fossen (Lamberg 2003). På lav vannføring deler fossen seg i tre løp og fisken kan vandre opp alle løpene. I 2001 ble det laget noen terskelkulper for å lette oppgangen i det østligste løpet (Matzow 2003) og i september 2003 ble det åpnet en ny fisketrapp øst for fossen (Lamberg 2005). Denne trappa har avgjort lettet oppgangen og fisken kan nå vandre ved alle vannføringer (Dag Matzow, pers. medd.)

I perioden 2001 - 2003 ble 98 - 100 % av laksen fanget nedstrøms Boenfossen. I 2004 skjedde det en endring idet 21 % av fangsten ble gjort oppstrøms Boenfossen og i 2005 ble hele 42 % av laksen fanget oppstrøms Boenfossen. Også skjellprøvene fra Tovdalselva peker i samme retning idet 16 % av prøvene i 2004 kom fra strekningen oppstrøms Boenfossen. Tilsvarende tall for 2005 var 35 %. Dette kan tyde på at Boenfossen ikke lenger er det betydelige vandringshindret som den tidligere ble ansett å være. Dette skyldes sannsynligvis delvis at tiltakene som er gjennomført i fossen har virket og delvis at andelen laks som har vokst opp oppstrøms Boenfossen har økt betydelig i de senere årene. I november/desember 2004 ble det gjennomført en kartlegging av gytegroper av laks og sjøaure i hele den lakseførende delen av Tovdalselva fra Herefossfjorden ned til øvre grense for brakkvannspåvirkningen nedenfor Boenfossen (Lund m.fl. 2005). Det ble funnet til sammen 271 gytegroper av laks oppstrøms Boenfossen. Gytegroperne var temmelig jevnt fordelt i vassdraget.

7.1.5 Konklusjon

- Mandalselva har hatt en kraftig økning i laksefisket etter kalking og gjennomsnittsfangsten i de siste fem årene lå på 78 % av en antatt forventningsverdi for fangst når vassdraget er fullt ut reetablert.
- Fangstene av laks i Tovdalselva var svært lave de første årene etter at kalkingen kom i gang, men har nå (2005) begynt å øke. Gjennomsnittsfangsten i de siste fem årene lå imidlertid bare på 6 % av en antatt forventningsverdi for fangst når vassdraget er fullt ut reetablert.
- De omfattende utsettingene er sannsynligvis den viktigste årsaken til den langt raskere reetableringen i Mandalselva.
- Fordelingen av laksefangstene i Mandalselva tyder på at minstevannføringsstrekningen mellom Laudal og Mannflåvann er en betydelig hindring for laksens oppvandring til de øvre delene i fiskesesongen.
- Fordelingen av fangsten i Tovdalselva i 2004 og 2005 tyder på at Boenfossen ikke lenger er det betydelige vandringshinderet som den tidligere ble ansett å være.
- Utsatt fisk utgjorde en meget vesentlig del av den oppvandrende bestanden av laks i begge elvene de første årene etter kalking og har utgjort et viktig grunnlag for bestanden i Mandalselva og for den bestanden som nå er under utvikling i Tovdalselva.
- Utsatt fisk har blitt mindre viktig med årene i begge elvene i takt med at villaksbestandene har økt.
- Utsettingene i Mandalselva har vært særlig viktig for reetableringen i vassdragets øvre deler.

7.1.6 Litteratur

- Alenäs, I. 1994. Laxen återvänder til den kalkade Högvadsån vid Falkenberg på svenska västkusten. – Laks & Miljø, Fagtidsskrift om laksefisk og vassdragsmiljø nr. 3: 19-23.
- Alenäs, I., Degerman, E. & Henrikson, L. 1995. Liming strategies and effects: the River Högvadsån case study. -I Henrikson, L. & Brodin, Y.W. (red.) Liming of Acidified Surface Waters. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 363 – 374.
- Anon. 1994. Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Faggruppe for fisk og forurensning. - Sluttrapport fra faggruppen, januar 1994: 1 - 28.
- Barlaup, B., Raddum, G.G. & Sundt, R.C. 1998. Audna. Fisk. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3-1998: 117-120.
- Barlaup, B., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H., Kleven, E. & Moen, V. 2005. Utlegging av øyerogn som kultiveringsstrategi for å reetablere laks i Tovdalsvassdraget. Årsrapport for 2004. - I: Hesthagen, T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-Utredning 2005-10: 8-14.
- Carlin, B. 1955. Tagging of salmon smolts in the river Lagan. - Institute of Freshwater Research, Drottningholm. Report 36: 57-74.
- Edman, G. 1993. Utsättning av märkt laxsmolt i Högvadsån och Ätran åren 1973-85, samt återfangster därav. – Laxforskningsinstitutet Meddelande 1/1993, 24 s.
- Hansen L.P. & Johnsen B.O. 2003. Mandalselva – effekter av Laudal kraftverk på overlevelse av utsatt smolt. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997 – 2002. DN – Utredning 2003-5: 97-100.
- Hansen, L.P., Staurnes, M., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1997. Overlevelse og vandrings av laks utsatt som smolt i Audna og Lygna. - NINA Oppdragsmelding 469: 1-17.
- Heggberget, T.G. 1989. Population structure and migration system of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the River Alta, North Norway. - A summary of the studies 1981 - 1986. - I: Brannon, E. & Jonsson, B. (red.). Proceedings of the Salmonid migration and distribution symposium, Juni 23-25, 1987, Trondheim.
- Hindar, K. & Balstad, T. 2003. Genetiske studier av reetablering av laks i Mandalselva og Tovdalselva. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997 – 2002. DN – Utredning 2003-5: 40-42.
- Hvidsten, N.A. & Lamberg, A. 2003. Telling av laks i Mandalselva med Logie fisketeller med undervanns video-overvåking som kontroll. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003-5:94-96.
- Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Hansen, L.P. 1994. Homing and straying of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., released in three rivers in Norway. - Aquaculture and Fisheries Management 25, Supplement 2: 9-16.
- Hvidsten, N.A., Kroglund, F., Holst, J.C. & Johnsen, B.O. 2002. Undersøkelser av smoltøkologi i Mandalselva. - NINA Oppdragsmelding 730:1-23.
- Johnsen, B.O. 2003. Utsetting av ensomrige laksunger i Mandalselva og Tovdalselva: Overlevelse, vekst og spredning. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver – Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003- 5: 58-62.
- Johnsen, B.O., Nøst, T., Møkkelgjerd, P.I. & Larsen, B.M. 1999. Rapport fra Reetableringsprosjektet: Status for laksebestander i kalkede vassdrag. - NINA Oppdragsmelding 582: 1-79.

- Kaste, Ø. 1999. Mandalsvassdraget. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat 1999-4: 102-127.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. - Utredning for DN nr. 1994-10: 1-100.
- Lamberg, A. 2003. Videoovervåking av laks og sjøaure under Boenfossen i 2002 - forholdet mellom fiskens atferd og vannføring. - Rapport til DN: 1 - 15.
- Lamberg, A. 2005. Videoovervåking av oppvandrende laks og sjøaure i Boenfossen, Tovdalsvassdraget, 2003. I: Hesthagen, T. (red.). Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-Utredning 2005-10: 58 - 75.
- Larsen, B.M. 1999. Fisk. - I: Kalking i vann og vassdrag. Mandalsvassdraget. Overvåking av større prosjekter 1998. . DN-Notat 1999-4: 109-112.
- Larsen, B.M. 2003. Utviklingen i tetthet av laks- og aureunger i Mandalselva og Tovdalselva etter kalking. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997 - 2002. DN - Utredning 2003 - 5: 53 - 57.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2004. Kap. 3 Fisk. - I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter. DN Notat 2004 - 2: 60 - 65.
- Lura, H. 2006. Oppvandring av fisk fra Laudal til Mannflåvann i 2005. - Ambio Miljørådgivning Rapport 25117-1: 1 - 38.
- Lund, R. & Hansen, L.P. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon using scale characters. - Aquaculture and Fisheries Management 22: 499-508.
- Lund, R., Berger, H.M., Hoem, S.A. & Ugedal, O. 2005. Kartlegging av gyteområder og fysiske forhold i Tovdalselva. - NINA Minirapport 112:1-12.
- Matzow, D. 2003. Tovdalsvassdraget. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-Utredning 2003-5: 20-23.
- Matzow, D. & Kleiven, E. 2003. Laksebestanden I Tovdalselva - utvikling og historikk før kalking. - I: Laksen er tilbake i kalkede sørlandselver - Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN - Utredning 2003-5:27-30.
- Mylona, S. 1993. Trends of sulphur dioxide emissions, air concentrations and depositions of sulphur in Europe since 1880. - EMEP/MS-C-W Report 2/93: 1-35.
- Nøst, T. 1999. Tovdalsvassdraget. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat 1999-4:79-101.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del IV. En vurdering av den lakseførende del av Tovdalselva. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske. Oslo 64: 1-27.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA Utredning 10: 1-28.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjøørret i Mandalsvassdraget i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking. - NINA Oppdragsmelding 470:1-41.

Utredninger oversikt

2004

2004-1:	Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder - en samlerapport etter 25 år med forsøringsundersøkelser og kalking	50,-
2004-2:	Sportsfiske etter sjøørret i Trondheimsfjorden. Deltakelse i fisket og estimering av fangst	50,-
2004-3:	Satellittdata til kartlegging av arealdekke. Utprøving av beslutningstremetodikk i Østfold fylke	50,-
2004-4:	Vannkjemisk og biologisk utvikling i innsjøen Vegår i Aust-Agder etter 17 år med kalking	50,-
2004-5:	Moser i kulturlandskapet og registreringer i åkerkanter og beitemark i Trondheimsfjordområdet.	50,-
2004-6:	Bestandsstatus for laks i Norge 2003. Rapport fra arbeidsgruppe	50,-
2004-7:	Vossolaksen - bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak	50,-

2005

2005-1:	Report of the workshop on introduced marine organisms: Risks and management measures	50,-
2005-2:	Nasjonal overvåking av marint biologisk mangfold i kystsonen	50,-
2005-3:	Bleka i Byglandsfjorden - bestandsstatus og tiltak for økt naturlig rekruttering	50,-
2005-4:	Bestandsstatus for laks i Norge 2004. Rapport fra arbeidsgruppe	50,-
2005-5:	Effekter av kalking på biologisk mangfold. Undersøkelser i Tovdalsvassdraget 1999-2001	nettversjon
2005-6:	Endringer i norsk flora	50,-
2005-7:	Utværdering av Norges nasjonella overvåkingsprogram för stora rovdjur	nettversjon
2005-8:	Satellittbilder til kartlegging av arealdekke endringer - en utprøving av metodikk for utvalgte inngrepstyper	50,-
2005-9:	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2001-2003	50,-
2005-10:	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004	50,-

2006

2006-1:	Effects on the marine environment of ocean acidification resulting from elevated levels of CO ₂ in the atmosphere	50,-
2006-2:	Effekter av klimaendringer på økosystemer og biologisk mangfold	50,-
2006-3:	Bestandsstatus for laks	50,-
2006-4:	Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005	50,-

Utredning er utarbeidet av andre på oppdrag av DN eller i et samarbeid med DN. Innholdet har karakter av råd til DN.

Rapport er utarbeidet av DN, og gir uttrykk for direktoratets forslag eller standpunkter.

Notat er enklere oversikter, sammenstillinger, referater og lignende.

Håndbok gir veiledning og konkrete råd om forvaltning av naturen, som regel til bruk for lokale forvaltningsorganer

Temahefte gir en popularisert framstilling av et tema.

Mer info:
www.dirnat.no/publikasjoner

Direktoratet for naturforvaltning (DN) er det sentrale, utøvende og rådgivende forvaltningsorganet innenfor bevaring av biologisk mangfold, friluftsliv og bruk av naturressurser. DN's visjon, **For liv i naturen og natur i livet**, er et uttrykk for dette. DN er administrativt underlagt Miljøverndepartementet.

Myndigheten til å forvalte naturressurser er gitt gjennom ulike lover og forskrifter. Ut over lovbestemte oppgaver har direktoratet også ansvar for å identifisere, forebygge og løse miljøproblemer ved samarbeid, rådgivning og informasjon overfor andre myndigheter og grupper i befolkningen.



Direktoratet for
naturforvaltning