

## Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006

### Oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden

Ola Ugedal, Eva B. Thorstad, Anders G. Finstad, Peder Fiske,  
Torbjørn Forseth, Nils Arne Hvidsten, Arne J. Jensen, Jan Ivar  
Koksvik, Helge Reinertsen, Laila Saksgård og Tor F. Næsje



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# **Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006**

**Oppsummering av kraftreguleringens  
konsekvenser for laksebestanden**

Ola Ugedal, Eva B. Thorstad, Anders G. Finstad, Peder Fiske,  
Torbjørn Forseth, Nils Arne Hvidsten, Arne J. Jensen, Jan Ivar  
Koksvik, Helge Reinertsen, Laila Saksgård og Tor F. Næsje

Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006: oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden - NINA Rapport 281. 106 s.

Trondheim, juni 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1843-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Ola Ugedal

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Ove Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Eva B. Thorstad

NØKKELORD

Kraftregulering - Altaelva - Finnmark - Laks - Laksefangster - Ungfisktetthet - Vinterdødelighet - Smoltproduksjon - Bunnfauna - Begroing

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**  
Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**  
Polarmiljøsentret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00  
Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**  
Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

# Innhold

<b>Innhold</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>16</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	<b>18</b>
2.1 Altaelva .....	18
2.2 Fiskebestander i lakseførende strekning .....	18
2.3 Kraftreguleringen .....	20
2.3.1 Inntaksmagasin, dam og kraftverk .....	20
2.3.2 Effekter av reguleringen på fysiske forhold i elva .....	20
<b>3 Begroing av alger og moser</b> .....	<b>24</b>
<b>4 Laksunger</b> .....	<b>28</b>
4.1 Tidspunkt for klekking og swim-up .....	28
4.2 Tetthet og alderssammensetning .....	29
4.3 Vekst, smoltalder og smoltstørrelse .....	37
4.4 Vinterdødelighet .....	39
4.4.1 Fysiologisk kondisjon .....	39
4.4.2 Energiavhengig dødelighet .....	41
4.4.3 Estimert av vinteroverlevelse i Sautso og Gargia .....	43
4.4.4 Årsaker til redusert vinteroverlevelse i Sautso .....	45
4.4.5 Vintervannføring og vinteroverlevelse .....	48
4.5 Predasjon fra ender .....	51
<b>5 Bunnfauna, driv og ernæring</b> .....	<b>53</b>
5.1 Bunnfauna .....	53
5.2 Laksungenes ernæring .....	55
5.3 Drivfauna om vinteren .....	56
<b>6 Smoltproduksjon og utvandring</b> .....	<b>59</b>
6.1 Smoltproduksjon .....	59
6.1.1 Relativ tetthet av presmolt .....	59
6.1.2 Smoltproduksjon i hele Altaelva: merking og gjenfangst i smoltfeller .....	61
6.2 Asynkron smoltifisering .....	63
<b>7 Voksen laks</b> .....	<b>66</b>
7.1 Bestands- og fangstutvikling .....	66
7.1.1 Laksens størrelse, sjøalder og kjønnsfordeling .....	66
7.1.2 Utviklingen i fangst av voksen laks .....	67
7.2 Antall gytegroper og gytelaks .....	75
7.2.1 Gytegroper .....	75
7.2.2 Gytelaks .....	78
7.2.3 Rogndeponering beregnet ut fra fangster og gytebestandsmål .....	79
7.3 Fangstutvikling i Altaelva sammenlignet med andre elver .....	82

<b>8 Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden .....</b>	<b>84</b>
8.1 Faser i utviklingen av laksebestanden .....	85
8.2 Dødelighetsfaktorer .....	87
8.2.1 Bygging og manøvrering av Alta kraftverk .....	87
8.2.2 Miljøforandringer om vinteren og våren .....	87
8.2.3 Andre mulige dødelighetsfaktorer .....	89
8.3 Effekter av islegging og minstevannføring på smoltproduksjonen i ulike deler av elva	90
8.4 Vurdering av prøveperioden 2002-2006 .....	91
8.5 Tiltak .....	93
<b>9 Referanser .....</b>	<b>94</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>100</b>

## Sammendrag

Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006: oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden - NINA Rapport 281. 106 s.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) har fått i oppdrag av Statkraft Energi AS å utarbeide en samlerapport for de biologiske undersøkelsene i Altaelva i perioden 1981-2006. Formålet med denne rapporten er å oppsummere resultater fra de biologiske undersøkelsene i perioden 1981-2006, sammenligne tidligere års resultater med prøveperioden for nytt tapperegime (2002-2006), diskutere mulige årsaker til dokumenterte endringer og vurdere tiltak for å kompensere disse.

### Begroing av alger og moser

Etter reguleringen ble det rapportert om økt mengde trådformede alger i Sautso, og det ble stilt spørsmål om redusert tetthet av laksunger kunne ha sammenheng med dette. Undersøkelser av begroing ble derfor startet i mai 1995 og har pågått fram til 2006. I undersøkelsesperioden ble det totalt registrert 38 algearter/slekter og 39 mosearter i Altaelva. Artssammensetningen av alger er lik det som er rapportert fra andre næringsfattige vassdrag i Norge og Sverige.

Den økte begroingen av alger i vinter- og vårperioden har vært begrenset til Sautso, og hovedsakelig til april, bortsett fra at det ble registrert høye biomasser i hele perioden mars-mai i 1996. Grønnalgen *Microspora amoena* var i vintersesongene 1995-1999 totalt dominerende art i perioder med store algebegroinger. Arten kan danne meterlange, trådformete begroinger. I perioden 2000-2006 har det skjedd en sterk reduksjon i mengde begroing i forhold til perioden 1995-1999. Fra 2000 overtok grønnalgen *Ulothrix zonata* som dominerende art i vårperioden og *Microspora amoena* ble kun registrert i mindre mengder. *Ulothrix zonata* har betydelig kortere trådlengder enn *M. amoena* og har ikke det samme potensialet til å utvikle store begroinger.

De store algebiomasser på 1990-tallet kan forklares med utvasking av næringsalter fra jordsmonn og plantemateriale i reguleringsmagasinet. Samtidig har endringer i vanntemperatur, og derved manglende isdekke på elva nedstøms Svartfossen, gitt tilstrekkelig lys for algevekst i deler av vinter- og vårperioden i Sautso. Redusert isskuring kan også ha påvirket mengde begroinger i området. Nedgangen i algebiomasser i vinter- og vårperioden i løpet av undersøkelsen tyder på en reduksjon i næringssaltnivå i samme periode, og at utvaskingen av næringsalter fra jordsmonn og plantemateriale i reguleringsmagasinet var redusert rundt århundreskiftet.

### Laksunger

Beregningene av utviklingstid for laksegg (basert på vanntemperaturen) tyder på at eggene i Sautso klekker betydelig tidligere etter regulering (1988-2006) enn før regulering (1981-1986), og at klekkingen er spredt over et lengre tidsrom enn tidligere. Til tross for at eggene klekker tidligere enn før, begynner yngelen å spise på omtrent samme tid som før reguleringen. På grunn av lavere vanntemperatur på forsommeren (juni/juli) etter regulering, trenger yngelen lengre tid på utviklingen fra eggene klekker til de er i stand til å spise. Verken tidspunkt for klekking eller første fødeopptak synes å ha blitt vesentlig endret i prøveperioden 2002-2006 sammenlignet med de andre årene etter reguleringen.

Ved å sammenlikne veksten til laksungene med en vekstmodell utviklet for Altaelva er det sannsynliggjort at laksungenes vekst i Sautso har avtatt på forsommeren etter regulering-

en på grunn av lavere vanntemperatur, men økt senere i vekstsesongen. I gjennomsnitt har reguleringen bare ført til små årlige endringer i vekst i Sautso.

Både før og etter kraftutbyggingen har laks fanget i Sautso hatt lavere gjennomsnittlig smoltalder og større gjennomsnittlig smoltlengde enn laks fanget i andre soner i elva. Reguleringen har derfor ikke påvirket laksens smoltalder og smoltlengde i Sautso på noen negativ måte.

På de to stasjonene i Sautso har utviklingen i ungfisktetthet vært ikke-lineær i perioden 1981-2006. På disse stasjonene har ungfisktettheten først avtatt og deretter økt. På de fire andre stasjonene i elva (Jøra, Vina og to i Sandia) har det vært en lineær økning av ungfisktetthet i undersøkelsesperioden sett under ett. Denne økningen har vært mest markant på stasjonen i Vina.

For de fire stasjonene nedenfor Sautso er det en signifikant positiv sammenheng mellom minstevannføringen om vinteren (laveste ukemiddel) og gjennomsnittlig tetthet av laksunger. Dette tyder på at økt minstevannføring om vinteren, som følge av reguleringen, har medvirket til økt ungfisktetthet i Altaelva nedenfor Sautso.

Utviklingen i ungfisktetthet har vært ganske lik på de to stasjonene i Sautso etter utbyggingen. Fra 1985 til 1991 var ungfisktettheten på begge stasjonene redusert med 50 % i forhold til før utbyggingen (1981-1984). Fra 1992 til 1996 var tetthetene gjennomgående enda lavere enn i årene 1985-1991, og ungfisktettheten i disse årene var redusert med gjennomsnittlig 78 %. Den negative utviklingen i tetthet av laksunger i Sautso i årene etter kraftutbyggingen antas å skyldes forhold relatert til drift og/eller bygging av Alta kraftverk. Fra 1997 til 2000 økte tettheten noe, og tettheten i disse årene var omtrent 50 % av hva den var før utbyggingen. I 2001 var det en markert økning i ungfisktettheten på de to stasjonene i Sautso. Denne økningen i tetthet kan sannsynligvis knyttes til økt rekruttering som følge av fang og slipp fiske av voksen laks i sonen. I perioden 2002-2006 var tettheten av laksunger på stasjonen i Svartfossen, nært kraftverksutløpet, fremdeles lavere enn tettheten i referanseårene 1981-1984, mens tettheten på stasjonen i Tørmenen var sammenliknbar med eller høyere enn i referanseårene.

En sammenlikning av den gjennomsnittlige tettheten av laksunger i Sautso med resten av elva viser at tettheten av ettåringer i Sautso var like høy eller høyere enn i de andre delene av elva i årene 1998-2003 og 2006, mens tettheten av toåringer var lavere i Sautso i 1998, 2000, 2003 og 2005-2006. Tettheten av treåringer har vært vesentlig lavere i Sautso enn i resten av elva i hele perioden 1998-2006. Andelen av eldre laksunger ( $\geq 3+$ ) var vesentlig lavere i Sautso enn i resten av elva i hele perioden 1998-2006. Dette kan tyde på at overlevelsen hos eldre laksunger er mindre i Sautso enn i øvrige deler av elva, og at smoltproduksjonen dermed er lavere.

En merke-gjenfangstundersøkelse i Altaelva vinteren 2004-2005 bekreftet at vinteroverlevelsen til laksunger var betydelig lavere i Sautso enn i kontrollområdet i Vina. I Vina ble vinteroverlevelsen til parr og presmolt estimert til 61 %. I Sautso ble overlevelsen til parr estimert til 45 %, mens bare 29 % av presmolten så ut til å overleve vinteren. Estimaten for vinteroverlevelse er minimumsestimater.

Fettinnholdet til laksunger fra Sautso innsamlet i mai har vist en økende trend i perioden 1996-2004, noe som tyder på at energistatusen til laksunger i Sautso har blitt bedre de siste årene. Dette kan skyldes økt isdekke som følge av endret manøvrering, endringer i begroing og/eller endringer i bunnfauna og laksungenes ernæring.



Forandringer i energiinnhold hos laksunger i Sautso ble studert gjennom månedlige innsamlinger i tre vintersesonger (2000-2002). Det var flere episoder hvor fordeling av fisk med ulikt energiinnhold i bestanden hadde forandret seg slik at dette ikke kunne forklares på andre måter enn ved energiavhengig dødelighet (fisk med minste energireserver dør). Resultatene tydet på at dødelighet inntraff da fisken hadde brukt opp alt lagringsfettet.

For å studere mulige effekter på laksunger av redusert isdekke i Sautso etter regulering, er det gjennomført ulike laboratorieforsøk med Altalaks. Lys påvirker energiomsetningen til fisken, og overflateis med snødekke reduserer seinvinters lysinnstrømming til elva med over 99 % på dagtid. Ungfisk av Altalaks holdt under lysforhold som i ei elv med isdekke (mørke), hadde 23 % lavere hvile-metabolisme enn laksunger holdt i seks timers dagslys. Fisk holdt i semi-naturlig habitat med simulert heldekkende isdekke eller i dammer med simulert delvis isdekke hadde i gjennomsnitt lavere energitap enn fisk holdt i renner og dammer uten simulert isdekke. Effektene av simulert heldekkende isdekke var vesentlig større enn simulert delvis isdekke. Laboratorieforskene har vist at det er sannsynlig at redusert isdekke i øvre deler av Altaelva som følge av regulering, har bidratt til nedgangen i produksjon av laksunger i denne delen av elva.

### **Bunnfauna, driv og ernæring**

Bunnfaunaen i Altaelva og ernæringen til laksungene er undersøkt årlig siden 1980. Prøver av bunnfaunaen i perioden 1993-2004 viser at Altaelva gjennomgående har høy bunndyrtetthet. Fjærmygglarver har antallsmessig vært sterkt dominerende dyregruppe, etterfulgt av døgnfluenymfer, vårfluelarver og steinfluenymfer. Av de tre sistnevnte grupper er det registrert henholdsvis 16, 21 og 14 arter. Artsutvalget har vært meget stabilt, men dominansforholdene har vært ulike i øvre og nedre del av elva. Det kan konkluderes med at Altaelva har gjennomgående stor bunndyrtetthet og stabile tilstander med hensyn til artsutvalg og dominansforhold innenfor sentrale grupper. Næringstilbudet for laksunger er godt og variert i hele elva, spesielt i øvre deler.

Analyser av utviklingen i tetthet av bunndyr samlet inn i Sautso i vinter- og vårperioden (mars-mai) viser at det var en nedgang i tettheten av bunndyr i Sautso perioden 1993-2004. Nedgangen var mer markert med hensyn på antall individer per m<sup>2</sup> enn i biomasse per m<sup>2</sup>. Dette skyldes at faunaen antallsmessig var dominert av fjærmygglarver frem til 2000, mens disse små dyrene var mindre dominante på 2000-tallet. Det var også en positiv sammenheng mellom tettheten av bunndyr og gjennomsnittlig biomasse (mars-mai) av begroing om vinteren. Resultatene tyder på at utviklingen i bunndyrsamfunnet i Sautso etter regulering har vært påvirket av utviklingen i begroing.

Det har over tid skjedd en betydelig endring i laksungenes diett i Sautso i vinter- og vårperioden. I 1993-1996 dominerte fjærmygglarver og døgnfluenymfer volummessig dietten hos alle aldersgrupper. I perioden 1997-2000 avtok betydningen av fjærmygglarver i dietten, mens betydningen av steinfluenymfer og vårfluer økte. Denne endringen forsterket seg i perioden 2002-2006. I denne siste perioden hadde døgnfluenymfer størst volummessig betydning i mageprøver hos ett- og toåringer, og vårfluelarver sammen med døgnfluenymfer hos eldre laksunger.

Dietten til laksunger i Sautso om våren før regulering hadde store likhetstrekk med forholdene etter 1997-1998. Endringene i bunnfauna og ernæring hos laksunger de siste ti årene oppfattes som en positiv utvikling, og gjenspeiler sannsynligvis bedre tilgjengelighet av større attraktive byttedyr. Dette kan blant annet ha sammenheng med redusert begroing.

Drivfaunaen vinterstid har blitt undersøkt for å vurdere om laksungene har dårligere tilgang på drivfauna på åpne elvestrekninger sammenliknet med islagte. Drivfaunaen ble undersøkt i Svartfossen i Sautso (2002-2004) der elva etter kraftutbyggingen stort sett er isfri

hele året, og Gargia (2002) eller Forbygningen (2003 og 2004), der elva normalt er islagt om vinteren med unntak av isfrie råker. Drivet av dyr i Svartfossen bestod vesentlig av hoppekreps (fra kraftverksmagasinet) og små fjærmygglarver, og få individer av andre dyregrupper. I Gargia og Forbygningen var det vesentlig færre hoppekreps enn i Svartfossen. For de andre dyregruppene var forskjellene små mellom de isfrie og islagte stasjonene. Mageanalyser av laksunger i Sautso viste at dyregruppene som forekom hyppigst i drivet hadde liten betydning som vinternæring for laksunger. Det ble ikke funnet støtte for hypotesen om at manglende isdekke reduserer perioden av døgnnet som de viktigste byttedyrene for laksunger er aktive. Dermed kan det heller ikke konkluderes med at ungfisken av denne årsak har dårligere tilgang på drivfauna på åpne elvestrekninger sammenliknet med islagte.

### **Smoltproduksjon og utvandring**

Produksjon og utvandringmønster for laksesmolten i Altaelva ble undersøkt i perioden 2003-2006. Spesielt fokus har blitt lagt på å studere eventuelle forskjeller mellom Sautso, som er sterkest påvirket av utbyggingen, og de resterende deler av lakseførende strekning.

I Sautso ble den samlede tettheten av presmolt (fisk  $\geq 12$  cm) beregnet til 2,8 og 3,4 individer per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2003 og 2004 ved én gangs overfiske med elektrisk fiskeapparat. I Vina ble den samlede tettheten av presmolt beregnet til 6,3 og 13,3 individer per 100 m<sup>2</sup> i de samme årene. Tettheten av presmolt i Sautso var signifikant lavere enn på sammenlignbare områder i Vina i begge årene. Dette tyder på at tettheten av presmolt i Vina var mellom to og fire ganger så stor som i Sautso.

Vi kjenner ikke forholdet mellom tettheten av presmolt i Sautso og Vina før reguleringen. Vurdert ut fra Sautsolaksens andel av fangsten av laks fra smoltårsklassene 1980-1984, utgjorde smoltproduksjonen i Sautso før reguleringen omtrent 16 % av produksjonen i hele elva. Dette er et minimumsestimat siden Sautsolaks også fanges i andre deler av elva. Sautso inkludert Sautsovann utgjør omlag 16 % av lengden på lakseførende strekning i Altaelva. Vurdert ut fra lengden på den lakseproduserende strekningen antas det at tettheten av smolt i Sautso før regulering var minst like stor som tettheten av smolt lengre ned i elva. Våre resultater tyder derfor på at tettheten av presmolt, og dermed smoltproduksjonen i Sautso, fremdeles er lavere enn før utbyggingen.

I 2004, 2005 og 2006 ble smoltproduksjonen i Altaelva studert ved merking og gjenfangst. Fisken ble merket som presmolt i april-mai, og den merkede fisken ble gjenfanget i smoltfeller ved Øvre Alta Bru. Basert på disse undersøkelsene var smoltproduksjonen i Altaelva 578 000 smolt i 2004, 664 000 smolt i 2005, og 421 000 smolt i 2006. Beregningen gjelder antall presmolt på merketidspunktet og er av flere grunner et overestimat av antall smolt som gikk ut av elva.

Hvis vi trekker fra en anslått maksimal produksjon av laksesmolt i Eibyelva på 30 000 smolt, blir smoltproduksjonen per arealenhet i Altaelva ovenfor Øvre Alta Bru henholdsvis 14,7, 17,0 og 10,5 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004, 2005 og 2006. Sammenliknet med smoltproduksjon i andre elver i Norge kan smoltproduksjonen i Altaelva karakteriseres som høy. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra undersøkelsene av laksunger, som viser at Altaelva har høye tettheter av laksunger i de fleste områder nedenfor Sautso.

Merkeforsøkene viser at molten vandret suksessivt ut, først fra nedre deler og senere fra områder oppover i elva. I 2004 vandret den merkede fisken fra Sautso seinere ut (median dato 8. juli) enn fisken merket i Vina/Jøra (median dato 2. juli). I 2005 kom den merkede fisken fra Raipas først (median dato 23. juni), så kom fisk fra Vina/Jøra (median dato 5. juli), fisk fra Sandia (median dato 9. juli) og til slutt fisk fra Sautso (median dato 13. juli).

Variasjonen i utvandningsdato mellom områder var signifikant. Kjemiske analyser av otolitene til den utvandrende smolten bekrefter også at fisk klassifisert som Sautsosmolt vandret ut seinere enn fisk fra resten av elva. I Sautso har vanntemperaturen blitt lavere om våren, fra slutten av mai til smolten vandrer ut i slutten av juni og begynnelsen av juli. Denne temperaturreduksjonen, som jevner seg ut nedover i vassdraget, kan ha medført forsinkelse i utvandringstidspunkt for smolten i øvre deler av lakseførende strekning.

### **Voksen laks**

I Sautso har det vært en negativ utvikling i fangstene av laks etter kraftutbyggingen. Fangsten av storlaks gikk signifikant tilbake i perioden 1980-2006. I de andre sonene var det ingen signifikante endringer i fangsten av storlaks. Før utbyggingen (1980-1986) ble gjennomsnittlig 16 % av storlaksfangstene i Altaelva fanget i Sautso, mens etter utbyggingen (1991-2006) sank denne andelen til 6 %. Andelen har imidlertid vært noe høyere de senere årene, og i perioden 2002-2006 utgjorde fangsten av storlaks i Sautso 8 % av fangsten i hele elva.

Når det gjelder smålaks, så var det ingen signifikant endring i fangstene i Sautso i perioden 1980-2006. Dette er imidlertid den eneste sonen hvor fangstene av smålaks ikke har økt betydelig, slik at i forhold til de andre sonene har det også vært en relativ nedgang i smålaksfangstene i Sautso.

Resultatene fra gytefisktellinger og gytegroptellinger viser at gytebestanden i Sautso var betydelig større i 2002-2006 sammenlignet med perioden 1996-1997. Laksefangstene tyder imidlertid på at laksebestanden i Sautso enda ikke er oppe på samme nivå som før utbyggingen.

Nedgangen i fangst av voksen laks i Sautso kan knyttes til en nedgang i ungfisktetthet etter utbyggingen. Etter innføring av fang og slipp fiske i Sautso i 1998 har imidlertid antallet gytegroper økt. De siste årene, spesielt fra og med 2001, er det også registrert en økning av ungfisktettheten i Sautso, noe som tyder på at økt antall gytefisk har gitt en økt rekruttering av ungfisk.

Beregning av rogndeponering basert på fangster av laks tyder på at det i en lengre tidsperiode etter regulering ble gytt for få rogn i Sautso. Spesielt var rogndeponeringen lav i perioden 1994-1997. Fra 2001, med noe variasjon, har den beregnede rogndeponeringen begynt å bli tilfredsstillende sammenliknet med et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup>. Gytebestanden i Sautso på 2000-tallet har imidlertid ikke vært så tallrik at den hadde tålt noen omfattende beskatning uten at tettheten av rogn lagt i sonen ville kommet under gytebestandsmålet.

I Sandia har det vært en nedgang i de relative fangstene på den øverste fiskekortstrekningen, nærmest Sautso, og fangstene har vært lave også i perioden 2002-2006 sammenlignet med før utbyggingen. Dette har trolig sammenheng med tilbakegangen i laksebestanden i Sautso, og at en relativt stor andel av fangsten øverst i Sandia har vært laks på vei tilbake til Sautso.

Laksebestanden ble altså betydelig redusert i Sautso etter utbyggingen. Fangstene ble som en følge av dette redusert i Sautso og øverst i Sandia, mens det ikke er registrert reduserte fangster i elva forøvrig. For å undersøke fangstutviklingen for hele Altaelva i perioden 1979-2004, har vi gjort sammenligninger med ni andre elver i Nord-Norge. De samlede fangstene av én-sjø-vinter laks etter utbyggingen har økt i Altaelva i forhold til de andre elvene, mens det ikke kunne påvises noen forskjell i utviklingen av de samlede fangstene av fler-sjø-vinter laks. Sammenligningene gir derfor ikke grunnlag for å konkludere.

dere at kraftverksreguleringen har medført reduserte fangster av laks i hele Altaelva sett under ett.

### **Fiskenders predasjon av laksunger**

Predasjon av laksunger fra laksand er ansett som et problem i flere land. Dette gjelder spesielt dersom endene spiser større parr eller smolt, fordi dette trolig ikke vil bli kompensert ved tetthetsavhengig dødelighet, siden tetthetsavhengig dødelighet antas å ha mindre betydning jo eldre laksungene blir. Basert på undersøkelser i 2005 har vi forsøkt å anslå hvor mye mer laksefisk fiskandbestanden i Altaelva kan spise dersom elva blir isfri tidligere om våren enn det som er naturlig.

I perioden 14. - 16. mai 2005 ble det registrert 184 fiskender (96 silender og 88 laksender) i Altaelva. I mageinnholdet til 60 tidligere skutte ender ble det funnet 606 laks (90 %), 3 aure (0,4 %), 13 røye (1,9 %), 37 ubestemte laksefisk (5,5 %), 7 stingsild (1 %), 2 lake (0,3 %), og 5 insekter (0,7 %).

Basert på simuleringer av endenes fødebehov og deres diett i Altaelva ble det vurdert hvor mange laksunger av ulike aldersgrupper som kan bli spist av fiskender som en funksjon av antall ender i elva og antall ekstra dager elva er åpen. Ut fra simuleringene vil 200 fiskender i løpet av en 30 dagers periode spise mellom 78 000 og 136 000 presmolt. Dersom Altaelva blir isfri tidligere om våren, kan dette derfor potensielt føre til en økt predasjon på laksunger fra fiskender. Tellingene i perioden 28. februar til 14. juni 2006 tydet på at få fiskender ankom elva før isløsning. Etter isløsning var det relativt liten variasjon i antall fiskender mellom de ulike tellingene. Siden isløsningen ikke kom spesielt tidlig i 2006 var det ikke mulig ut fra våre undersøkelser å si noe konkret om en økt periode med åpen elv om våren kan føre til økt predasjon fra fiskender. Antallet ender i 2006 var lavere enn det som ble observert ved den ene tellingen i midten av mai 2005.

### **Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden**

Dette kapitlet sammenfatter kunnskapen om utviklingen i laksebestanden i Altaelva i perioden 1980-2006, med et spesielt fokus på negative forhold i øvre deler av lakseførende strekning og mulige årsaker til disse endringene.

Det er flere årsaker til at laksebestanden i Sautso har gjennomgått en negativ utvikling etter kraftreguleringen. Som grunnlag for våre vurderinger fokuserer vi spesielt på ungfiskbestanden (inkludert smolt), fordi det synes å være en svært god sammenheng mellom reduksjonen i tetthet av ungfisk og redusert oppvandring og fangster av voksen laks.

#### Bygging og manøvrering av Alta kraftverk

Utviklingen i ungfisktetthet på de to hovedstasjonene i Sautso viste at tettheten avtok allerede i 1985-1986 sammenliknet med tettheten i årene 1981-1984. Den samme nedgangen i ungfisktetthet i 1985-1986 ble også funnet på andre elfiskestasjoner i elva. Nedgangen kan ha hatt sammenheng med negativ påvirkning på yngel og ungfisk som følge av byggingen av dammen og kraftverket.

#### Stranding

Det er overveiende sannsynlig at dødelighet som følge av stranding, har hatt en negativ påvirkning på ungfisktettheten i Sautso. Det er imidlertid også klart at stranding ikke kan ha vært den eneste miljørelaterte dødelighetsfaktoren for laksunger i Sautso i perioden etter byggingen av kraftverket. Basert på antall strandingsepisoder antar vi at flest fisk døde på grunn av stranding de første årene etter utbyggingen. Etter midten av 1990-tallet er driften av kraftverket bedret, og antall episoder som medfører stranding av laksunger, er redusert.

### Miljøforandringer om vinteren og våren

Spesielt to forhold, energiavhengig vinterdødelighet og asynkron smoltifisering, som begge er knyttet til endrede miljøforhold i Sautso, er trukket fram som viktig for overlevelsen til laksungene.

I løpet av de siste årene er det gjennom felt- og laboratoriestudier fremskaffet ny kunnskap om betydningen av endrede miljøforhold om vinteren for laksungene i Sautso. Feltstudier om vinteren har påvist energiavhengig dødelighet hos laksunger i Sautso, mens laboratorieforsøk har vist at det er sannsynlig at redusert isdekke i øvre deler av elva har bidratt til nedgangen i produksjon av laksunger. Beregningene av vinteroverlevelse bekrefter at overlevelsen av eldre laksunger er lavere i Sautso enn i Gargia. Disse resultatene har sannsynliggjort at endrede miljøforhold om vinteren som følge av reguleringen, har vært og fremdeles er en viktig dødelighetsfaktor for laksunger i Sautso.

Økt begroing av alger om vinteren og våren i Sautso etter regulering har blitt foreslått å innvirke på laksungenes næringsinntak ved at næringsdyrene har blitt mindre tilgjengelige for fisken. I perioden 2000-2006 har det skjedd en sterk reduksjon i mengde begroing om vinteren i forhold til perioden 1995-1999. Samtidig er artssammensetningen endret. Etter 2001 synes forholdene å være tilbake til en situasjon som antas å være nær forholdene før regulering. Begroingen kan derfor i noen år på 1990-tallet ha forsterket de negative forholdene og medvirket til at energistatusen til laksunger ble ytterligere redusert om våren, og følgelig bidratt til økt vinterdødelighet disse årene.

Undersøkelser av smoltutvandring viste at smolt vandret suksessivt ut, først fra nedre deler og senere fra områder oppover i elva, slik at smolt fra Sautso vandret ut senere enn smolt fra de andre delene. Vi kjenner ikke til om smoltutvandringen fra Sautso skjedde samtidig med utvandringen fra resten av elva før reguleringen. Den reduserte vanntemperaturen i øvre deler av elva om våren før smolten vandrer kan imidlertid ha medført at smolten i dette området vandrer senere ut enn lengre ned hvor vanntemperaturen er mer uforandret. På grunn av predasjonsrisiko i elva og sjøen under utvandring, kan det føre til økt dødelighet at smolten fra Sautso ikke går ut samtidig med smolten fra de nedre delene av vassdraget.

### Andre mulige dødelighetsfaktorer

Det er flere andre mulige forklaringer til økt dødelighet hos laksunger som følge av reguleringen i Altaelva. Økt konkurranse og predasjon fra andre fiskearter kan ha vært en årsak til tilbakegangen i ungfiskbestanden. Undersøkelser av harren på elvestrekninger i Sautso viste at den både kan beite på laksunger og konkurrere med laksungene om næringsdyr. Undersøkelsen av laksunger og andre fiskearter i Sautso vann viste at predasjonspresset på laksungene kan være stort og bidratt til å redusere smoltproduksjonen i vannet. Vi har imidlertid ikke data til å vurdere hvordan bestandene av andre fiskearter har utviklet seg etter regulering.

Laksungene er også utsatt for predasjon fra pattedyr og fugler. Sterkt redusert isdekke i Sautso har økt mulighetene for predasjon fra fiskespisende varmblodige dyr og fugler, som er avhengig av åpent vann for å spise laksunger. En tidligere isløsning i andre deler av elva, kan også ha medført økt predasjon. Uten kunnskap om utviklingene i bestandene av slike predatorer i Altaelva og deres bruk av Sautso sonen på senhøsten, vinter og vår, er det vanskelig å vurdere betydningen av denne dødelighetsfaktoren for utviklingen i ungfiskbestanden etter reguleringen av elva.

## **Effekter av islegging og minstevannføring på smoltproduksjonen i ulike deler av elva**

Både endringer i isforhold og økt vintervannføring har sannsynligvis påvirket vinteroverlevelsen til laksunger i Altaelva. Redusert islegging har redusert vinteroverlevelsen i Sautso, mens økt minstevannføring isolert sett synes å ha bedret vinteroverlevelsen i hele elva.

Beregninger av den totale effekten av regulering på hele lakseførende strekning bygger på undersøkelser som er gjennomført i elva og ulike forutsetninger. Økt vintervannføring etter regulering kan ha gitt en økning på ca 45 % i produksjon av laksunger nedenfor Sautso, hvor 75 % av produksjonen foregikk. Bortfall av isdekke i Sautso kan ha redusert den årlige overlevelsen fra 60 % til 45 % for parr og til 30 % for presmolt i Sautso. Med disse forutsetningene har smoltproduksjonen i vassdraget som helhet økt med ca 16 %, til tross for at bortfall av isdekke med disse forutsetningene har redusert smoltproduksjonen i Sautso med om lag 70 %.

## **Vurdering av prøveperioden 2002-2006**

I prøveperioden 2002-2006 har det vært prøvd et nytt tapperegime for å gi økt islegging i Sautso. Prøveperiodens lengde er imidlertid for kort til at feltundersøkelser kan gi sikre svar på hvilke biologiske effekter det nye tapperegimet har hatt på laksebestanden. Spesielt gjelder dette effekter på bestanden av voksen laks. Fangstene av voksen laks i prøveperioden har hovedsakelig bestått av individer som bare har levd deler av sitt ferskvannsliv under det nye tapperegimet.

I løpet av prøveperioden er tettheten av yngre årsklasser av laksunger i Sautso opprettholdt på et rimelig høyt nivå. Den markerte økningen i tettheten av laksunger på de to stasjonene i Sautso skjedde imidlertid før prøveperioden. Lavere tetthet av eldre laksunger og presmolt i Sautso sammen med lavere vinteroverlevelse til laksunger i Sautso sammenliknet med Gargia, viser at de endrede miljøforholdene om vinteren som skyldes reguleringen, har vært og fremdeles er en viktig dødelighetsfaktor for laksungene i Sautso.

Fettinnholdet til laksunger fra Sautso innsamlet i mai har vist en økende trend i perioden 1996-2004, noe som tyder på at energistatusen til laksunger i Sautso har blitt bedre de siste årene. Dette kan skyldes økt isdekke som følge av endret manøvrering, endringer i begroing og/eller endringer i bunnfauna og laksungenes ernæring. Til tross for at energistatusen til laksunger i Sautso har bedret seg utover 2000-tallet viser imidlertid merkegjefangstundersøkelsen at vinteroverlevelsen til laksunger i Sautso fremdeles er betydelig lavere enn i områder av elva hvor det er permanent isdekke.

Det nye tapperegimet i perioden 2002-2005 gjør at isleggingen i Sautso har økt, men varigheten og omfanget av isdekke er fremdeles vesentlig mindre enn før reguleringen. Effekten av tapperegimet på islegging avhenger av klima. En vurdering av den potensielle effekten av økt islegging på lakseproduksjonen i Sautso tilsier at smoltproduksjonen i en middels kald vinter kan øke med ca 30 % fra dagens reduserte nivå. Dette er sannsynligvis et maksimumslag for effekten. Den forventede økte produksjonen av laksunger i Sautso som følge av økt islegging, kan imidlertid reduseres hvis det skjer reduksjon i minstevannføring eller endringer i manøvrering om vinteren som gir negative effekter i Sautso og/eller resten av elva. En tappestrategi som gjør at isdekket i de nedre deler av elva forsvinner tidligere enn det ville gjort under naturlige forhold, kan gi økt vinterdødelighet. I tillegg kan en tappestrategi hvor en risikerer en markant reduksjon i vannføring før vårfloppen også medføre ekstra dødelighet.

## Tiltak

Selv om det i de senere årene har vært en positiv utvikling i tettheten av laksunger i Sautso, er dødeligheten av eldre laksunger fortsatt høy. Det er derfor usikkert hvordan laksebestanden i Sautso vil utvikle seg i årene som kommer. For å optimalisere leveforholdene for laksunger foreslår vi at det fokuseres på følgende tiltak:

- En stabil og rimelig høy vintervassføring
- Islegging om vinteren i Sautso
- Optimal oppkjøring av vannføring om våren
- Begrenset uttak av voksen laks, spesielt hunnfisk, i Sautso

På bakgrunn av endringene som har skjedd i laksebestanden i de øvre deler av lakseførende strekning og de ulike årsakene til dette, anbefales det å videreføre de fiskebiologiske undersøkelsene i vassdraget. Undersøkelsene bør spesielt legge vekt på å studere forholdene i Sautso sammenliknet med referanseområder lengre ned i elva, og hvilke forhold som påvirker laksungenes dødelighet. Videre vil opprettholdelse av tidsserier på stasjoner som er ulikt påvirket av reguleringen, gi verdifull informasjon.

Ola Ugedal<sup>1</sup>, Eva B. Thorstad<sup>1</sup>, Anders G. Finstad<sup>1</sup>, Peder Fiske<sup>1</sup>, Torbjørn Forseth<sup>1</sup>, Nils Arne Hvidsten<sup>1</sup>, Arne J. Jensen<sup>1</sup>, Jan Ivar Koksvik<sup>2</sup>, Helge Reinertsen<sup>3</sup>, Laila Saksgård<sup>1</sup> og Tor F. Næsje<sup>1</sup>

1. Norsk institutt for naturforskning (NINA), 7485 Trondheim
2. Institutt for naturhistorie, Vitenskapsmuseet, NTNU, Erling Skakkes gt. 47, 7491 Trondheim
3. Norges teknisk naturvitenskapelige universitet (NTNU), Brattøra forskningscenter, 7491 Trondheim

## Forord

Norsk institutt for naturforskning har fått i oppdrag av Statkraft Energi AS å utarbeide en samlerapport for de biologiske undersøkelsene i Altaelva i perioden 1981-2006 (kontrakt nr 4500016796). Hensikten med rapporten er å oppsummere resultatene fra undersøkelsene i perioden 1981-2006 og sammenligne tidligere års resultater med perioden 2002-2006. Rapporten skal danne grunnlag for forslag til videreføring av biologiske undersøkelser etter 2007.

Siden 1981 har Norsk institutt for naturforskning foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Alta-Katokeino vassdraget. Undersøkelsene har delvis vært utført i henhold til pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) til regulant og delvis som oppdrag fra Statkraft Energi AS (tidligere Statkraft SF), Statkraft Grøner AS og Finnmark Energiverk AS. Målsettingen med oppdragene har vært å dokumentere eventuelle endringer som følge av kraftutbyggingen, samt å finne mulige årsaker til disse endringene og å foreslå mulige kompensasjonstiltak. Undersøkelsene har også skullet gi et faglig grunnlag for å tilrå et endelig manøvreringsreglement.

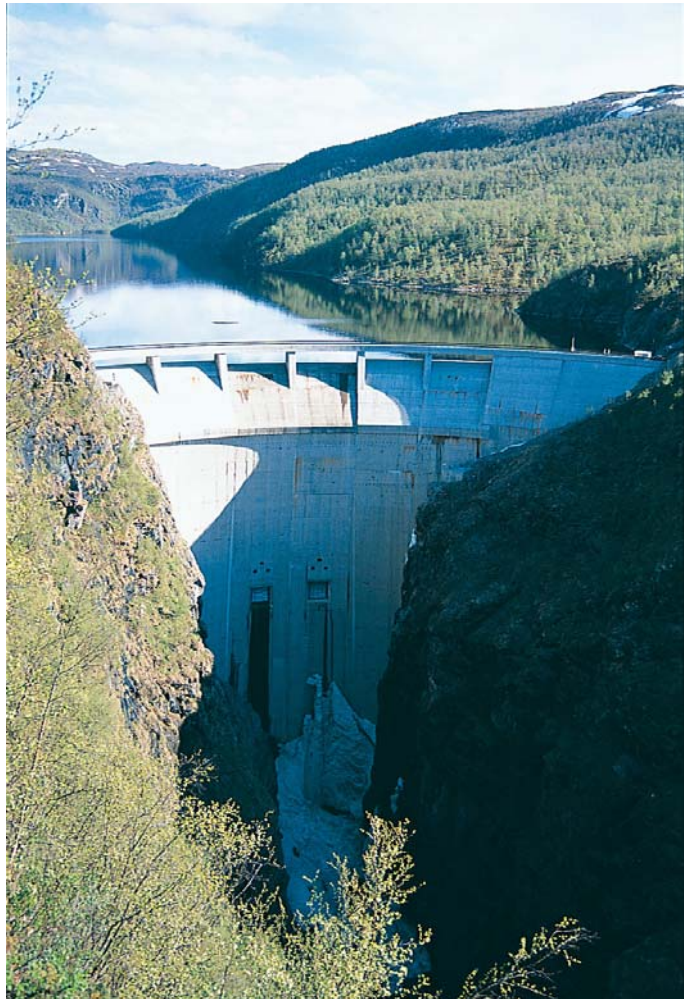
Denne rapporten bygger delvis på nye resultater fra 2006 og delvis på tidligere rapporterte resultater fra undersøkelser utført i perioden 1981-2005. Undersøkelsene vedrørende bunndyr og laksungenes ernæring er utført av Jan Ivar Koksvik ved Norges tekniske naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, mens undersøkelsene av begroing er utført av Helge R. Reinertsen og Hans H. Blom ved (NTNU). Rapporten bygger også på undersøkelser vedrørende vannføring og islegging utført av Randi P. Asvall, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

En rekke personer har vært involvert i feltarbeid og bearbeidelse av det biologiske materialet. Vi vil spesielt takke Tor Arne Andresen, Svein Ole Arnesen, Odd Christian Aune, Svein Aune, Endre Baltestrand, Morten Bergan, Hans Mack Berger, Leidulf Fløystad, Astrid Grenstad, Odd Hansen, Jon-Håvar Haukland, Svein Lyon Holten, Benjamin Hykkerud, Erlend Hykkerud, Vegard Hykkerud, Hallgeir Jensen, Jan Gunnar Jensås, Morten Johansen, Agnar Johnsen, Hans K. Kjeldsberg, Gaute Kjærstad, Tor Knudsen, Odd Magne Kvålshagen, Anders Lamberg, Olaf Lampe, Tor Larsen, Ivar Leinan, Tormod Leinan, Frank Lund, Grete og Per Ivar Møkkelgjerd, Svein Tore Nilsen, Bjørn Tore Nøkleby, Audun Rikardsen, Randi Saksgård, Morten Storstein, Rita Strand, Line Sundt-Hansen, Christoffer Westmark, Rune Øiangen, Sverre Øksenberg og Gunnel Østborg. Videre vil vi takke Statkraft Energi AS og Alta Laksefiskeri Interessentskap for et godt samarbeid om undersøkelsene i Altaelva. Statkraft Energi AS, som har finansiert de fleste av undersøkelsene, takkes spesielt for oppdragene.

Trondheim, juni 2007

Tor F. Næsje  
Prosjektleder





*Alta kraftverk ble satt i drift i 1987. Bildet viser kraftverksdammen og inntaksmagasinet, som ligger ovenfor lakseførende strekning. Foto: Tor F. Næsje*



*Sautso, øverst i lakseførende strekning, er mest berørt av kraftreuleringen med hensyn på endrede miljøforhold og negative effekter på laksebestanden. Foto: Eva B. Thorstad*

# 1 Innledning

Altaelva er ei av Norges aller beste lakseelver. Elva har en storvokst laksestamme, og en unik kultur og historie knyttet til fisket. Stortinget vedtok i 1978 å bygge ut elva for kraftproduksjon. Som en følge av dette ble Alta kraftverk satt i drift i 1987.

Siden 1981 har det vært gjennomført omfattende biologiske undersøkelser i vassdraget. Formålet med undersøkelsene har vært å undersøke om utbyggingen har påvirket laksebestanden og dokumentere eventuelle endringer, finne årsakene til disse endringene og å foreslå mulige kompensasjonstiltak. Undersøkelsene har også hatt som formål å danne et faglig grunnlag for å tilrå et endelig manøvreringsreglement for Alta kraftverk.

I perioden 1981-2006 ble det foretatt årlige registreringer av tetthet av laksunger, kvalitativ sammensetning av bunndyr, vekst og ernæring til laksunger, fangster av voksen laks, fangstinnsetning og laksens livshistorie (smoltalder, sjøalder, vekst og kjønnsfordeling). Etter hvert ble det gjort årlige undersøkelser av alderssammensetning av laksunger, fysiologisk kondisjon til laksunger, kvantitativ sammensetning av bunndyr, begroing av alger og moser, andel rømt oppdrettslaks i fangstene og antall gytegroper og gytelaks. Disse undersøkelsene ble startet etter 1987 og kan derfor ikke sammenlignes med forholdene før utbyggingen. Undersøkelsene har likevel bidratt med viktig informasjon ved sammenligninger av områder nær kraftverket med mer uberørte referanseområder lengre nede i elva. Samtidig har undersøkelsene bidratt til å belyse mulige årsaker til de observerte endringene i laksebestanden.

I tillegg til de årlige registreringene har det blitt gjennomført undersøkelser av laksens klekkespunkt, varighet av plommesekestadiet, drivfaunaen om vinteren, stranding av laksunger, øyeikter i lakseyngel, smoltifisering, produksjon og utvandring av smolt, vinter vannførings påvirkning på produksjon av laksunger, vinterdødelighet av laksunger, fiskeunders predasjon av laksunger, bestandsstørrelse og rekruttering, samt undersøkelser av andre fiskearter enn laks. Utviklingen i totale fangster i Altaelva er i tillegg sammenlignet med fangster i andre elver i landsdelen. Videre er effekter av tiltak, som for eksempel vannslipp for å redusere begroing av alger, og effekten av en eventuell ny forbitappingsventil for å redusere stranding av laksunger undersøkt. Ved settefiskanlegget i Talvik er det dessuten gjort en rekke forsøk for å optimalisere produksjon og overlevelse av oppfôret smolt for å optimalisere eventuelle fiskeutsettinger hvis det skulle bli nødvendig.

De biologiske undersøkelsene og forsøkene er beskrevet i en rekke rapporter (se referanser i Næsje et al. 1998a, 2005 og Ugedal et al. 2002, 2006). Undersøkelsene i perioden 1981-1997 ble oppsummert av Næsje et al. (1998a), mens undersøkelsene i perioden 1981-2001 ble oppsummert av Ugedal et al. (2002).

Kraftreguleringen har ført til endring i vannføringsregimet, og raske fall i vannføringen førte i en periode etter oppstart av kraftverket til betydelig stranding av laksunger. Videre har reguleringen medført økt vanntemperatur og mindre islegging om vinteren på elvestrekninger i Sautso, mens vintervannføring i hele elva har økt og blitt mer stabil.

Midlertidig manøvreringsreglementet for perioden 1996-2001 ble forlenget med en ny periode fra 2001 til 2005, og med en videre forlengelse inntil endelig manøvreringsreglement foreligger. En ny strategi for tapping av vann fra magasinets to innløpsventiler er forsøkt siden 2001 for å senke vanntemperaturen om vinteren og øke isleggingen i Sautso slik at forholdene blir mer like slik de var før utbyggingen. Statkraft Energi AS søkte i 2006 om et varig manøvreringsreglement for Alta kraftverk.

Formålet med denne rapporten er å oppsummere resultater fra de biologiske undersøkelsene i perioden 1981-2006, sammenligne tidligere års resultater med prøveperioden for nytt tapperegime (2002-2006), diskutere mulige årsaker til dokumenterte endringer og vurdere tiltak for å kompensere disse. For detaljerte beskrivelser av metoder og resultater henvises det til de ulike temarapporter og årsrapporter.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Altaelva

Altaelva har utspring på Finnmarksvidda i Kautokeino kommune i Finnmark (**figur 2.1**). Elva renner ut ved Alta (70° N 23° E). Nedbørsfeltet er 7 389 km<sup>2</sup> og er dominert av bjørkeskog og annen lavproduktiv vegetasjon. Langs nedre deler av Altaelva er det noe jordbruksdrift. Vassdraget består av et større antall innsjøer og rolige elvepartier. Hovedelva har en total lengde på ca 160 km. Vannføring ved munningen er gjennomsnittlig 88 m<sup>3</sup>/s, med en flomtopp som kan bli større enn 1000 m<sup>3</sup>/s, under vårflommen i mai-juni. Vanntemperaturen når opp i et maksimum på ca 14-16 °C i august.

Anadrome laksefisk kan vandre hovedelva 47 km oppstrøms fra sjøen, til utløpet av kraftverket. Dette var også enden på lakseførende strekning før elva ble regulert for kraftproduksjon. Det er ingen virkelige innsjøer på lakseførende strekning, men 4,6 km nedenfor kraftverksutløpet utvider elva seg til et stilleflytende parti, Sautsovannet. Nedenfor Sautsovannet er det et trangt gjel ved Gabofossen, som er den eneste fossen langs lakseførende strekning som ikke kan passeres med båt. Gabofossen er ikke et vandringshinder for oppvandrende laks. Elva har fra naturens side meget gode gyte- og oppvekstområder for laks.

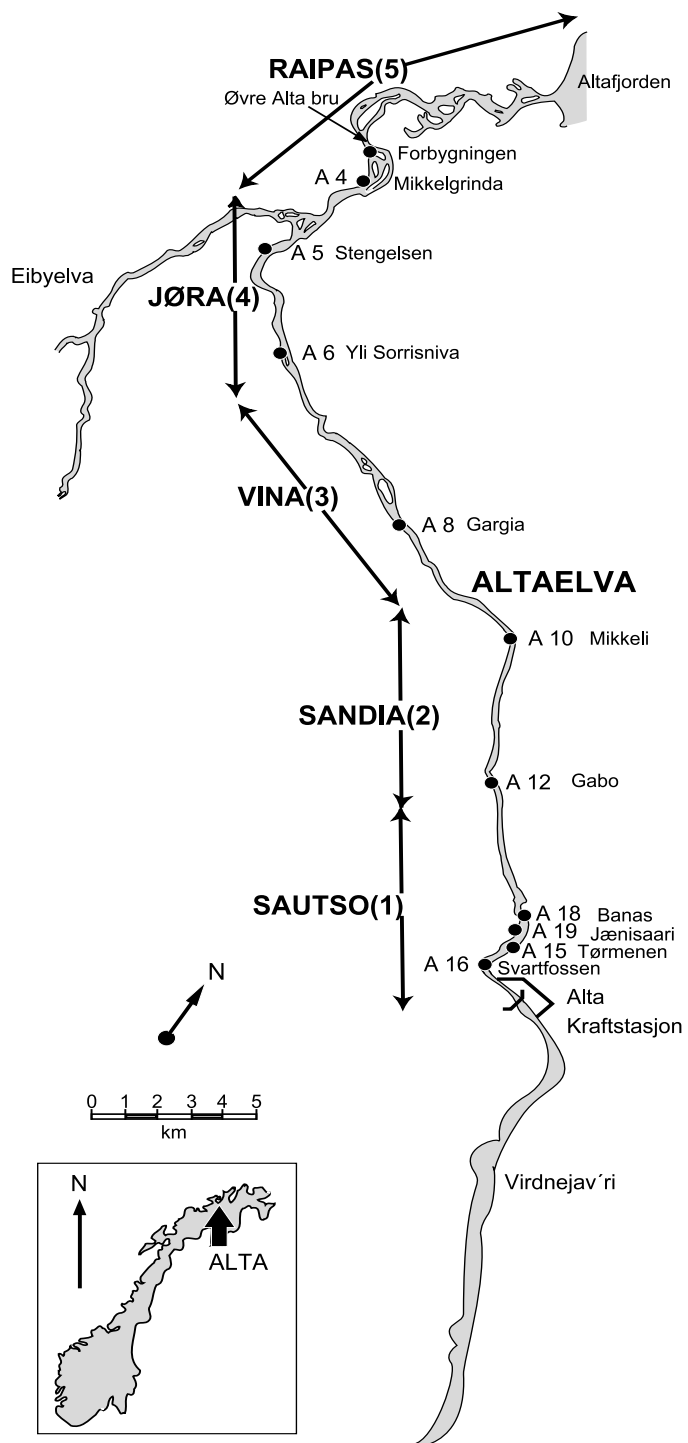
Laksefisket er inndelt i fem soner langs elva; Raipas, Jøra, Vina, Sandia og Sautso (**figur 2.1**). Eibyelva er eneste større sideelv som munner ut i Altaelva, ca 14 km fra utløpet til sjøen. Denne sideelva er derfor ikke direkte berørt av kraftutbyggingen. Eibyelva har nedbørsfelt på 909 km<sup>2</sup>, og laks, sjøaure og sjørøye kan vandre ca 15 km oppstrøms fra samløpet med Altaelva.

### 2.2 Fiskebestander i lakseførende strekning

Laks (*Salmo salar* L.) er dominerende fiskeart i den lakseførende strekningen. Det er imidlertid innslag av flere andre fiskearter. Aure (*Salmo trutta* L.) forekommer både som stasjonær ("damokk") og anadrom (sjøaure) form. Sjøaure er vanligst nederst i vassdraget, mens stasjonær aure finnes særlig i den øvre delen av lakseførende strekning. Sjørøye (*Salvelinus alpinus* L.) er vanlig forekommende i nedre deler av elva, spesielt i munningen av Eibyelva.

Harr (*Thymallus thymallus* L.) forekommer vanlig i hele lakseførende strekning. Bestanden av harr er særlig stor i øvre deler av lakseførende strekning, og i følge lokale fiskere har det skjedd en sterk økning i harrbestanden i dette området etter utbyggingen.

Ørekyte (*Phoxinus phoxinus* L.) forekommer i begrenset antall i den nedre delen av vassdraget, men er rikt forekommende i Sautsovann. Sik (*Coregonus lavaretus* L.) er vanlig i Sautsovann, men opptrer i begrenset antall i resten av lakseførende strekning. Skrubbe (*Platichthys flesus* L.) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus* L.) forekommer vanlig i de nedre deler av elva, mens gjedde (*Esox lucius* L.), lake (*Lota lota* L.), abbor (*Perca fluviatilis* L.) og ål (*Anguilla anguilla* L.) forekommer sparsomt i den lakseførende strekning. Nipigget stingsild (*Pungitius pungitius* L.) og pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum) er også registrert. Fiskebestanden i Sautsovann er nærmere beskrevet av Næsje et al. (1998b). Utbredelse og forekomst av fiskearter ovenfor den lakseførende strekning av vassdraget er beskrevet av Traaen et al. (1983).



**Figur 2.1.** Lakseførende strekning av Altaelva med innsamlingsstasjoner for biologiske undersøkelser (A4-A19) og soner for sportsfiske (sone 1-5).

## 2.3 Kraftreguleringen

### 2.3.1 Inntaksmagasin, dam og kraftverk

Altaelva har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden 1987. Anleggsarbeidet startet i 1982, med bygging av veien til Sautso. Byggingen av kraftverksdammen ble startet i juni 1983, og Alta kraftverk ble satt i drift i mai 1987.

Reguleringen består av et kraftverk, med midlere årlig produksjon på 655 GWh, en dam og et inntaksmagasin. Inntaksmagasinet er 18 km langt, og har et magasinivolum på 135 mill m<sup>3</sup>. Inntaksmagasinet er demt opp med en 110 m høy dam som ble bygd over elva ca 2,5 km oppstrøms lakseførende strekning. Kraftverket har to vanninntak i dammen; et øvre og et nedre inntak. På grunn av temperatursjiktning i magasinet, vil hvilket inntak som benyttes ha betydning for temperaturen på vannet som kjøres gjennom kraftverket og slippes ut i lakseførende strekning (Asvall & Kvambekk 2001, Asvall 2005).

Utløpstunnelen til kraftverket munner ut øverst i lakseførende strekning. Kraftverket har to aggregater, med kapasiteter på henholdsvis 33 m<sup>3</sup>/s og 66 m<sup>3</sup>/s. Ved vannføringer opp til 33 m<sup>3</sup>/s benyttes det minste aggregatet, mens ved vannføringer mellom 33 og 66 m<sup>3</sup>/s benyttes det største aggregatet. Ved vannføringer over 66 m<sup>3</sup>/s benyttes begge aggregatene. Ved fullt magasin og vannføring over 99 m<sup>3</sup>/s slippes overskuddsvannet forbi dammen og ned det gamle elveleiet. En forbitappingsventil med kapasitet på 33 m<sup>3</sup>/s er montert i kraftverket. Ved uforutsett stans av aggregatene tar det ca 5 minutter fra stans til forbitappingsventilen har åpnet seg. Ved utfall av aggregat gir denne ventilen fullkompensering for vannstandsreduksjoner ved vannføringer gjennom kraftverket på inntil 33 m<sup>3</sup>/s. Når driftsvannføringen er høyere, er eneste måte å fullkompensere for vannføringsreduksjonen å slippe vann gjennom dammen. Når vann slippes fra dammen tar det ca 25 minutter før det når ned til toppen av lakseførende strekning. Slike utfall vil derfor medføre raske fall i vannstanden og stor fare for stranding av laksunger (Forseth et al. 1996).

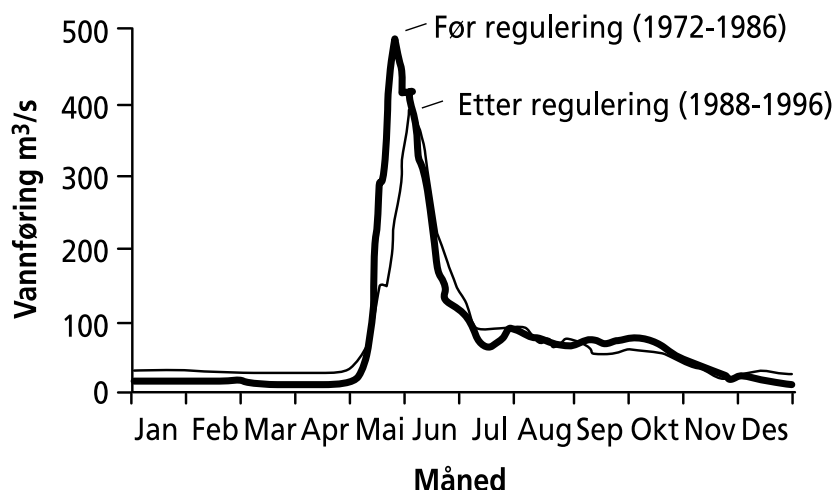
### 2.3.2 Effekter av reguleringen på fysiske forhold i elva

Reguleringen av Altaelva har ført til endringer i vannføring, vanntemperatur og isforhold.

#### Vannføring

Vannføringen har økt om vinteren, mens vårflommen er noe endret og litt redusert (**figur 2.2**). Vannføringen om sommeren er tilnærmet uendret etter utbyggingen. Fram til 1992 ble spillerommet på ± 10 % i forhold til naturlig vannføring utnyttet uten å bestrebe seg på å kjøre mest mulig opp til de naturlige variasjonene. Etter 1992 er det lagt vekt på å kjøre så nær opp til naturlig vannføring som mulig, noe som det midlertidige reglementet fra 1996 også krevde (Magnell 1998).

De første årene etter utbyggingen forekom perioder med "flimmer" i vannføringen, det vil si endringer i vannstanden på 2-3 cm. Slike kortvarige fluktuasjoner forekom fordi turbinene skulle være med på å stabilisere svingninger i nettfrekvensen. I 1993 ble turbin-generatorene gjort mindre følsomme for nettfrekvensen, og problemet med flimmer ble betydelig redusert. I dag kan vannstanden over kort tid variere med opp til 5 cm om sommeren og 2 cm om vinteren i området like nedstrøms kraftstasjonen (Magnell 1998).



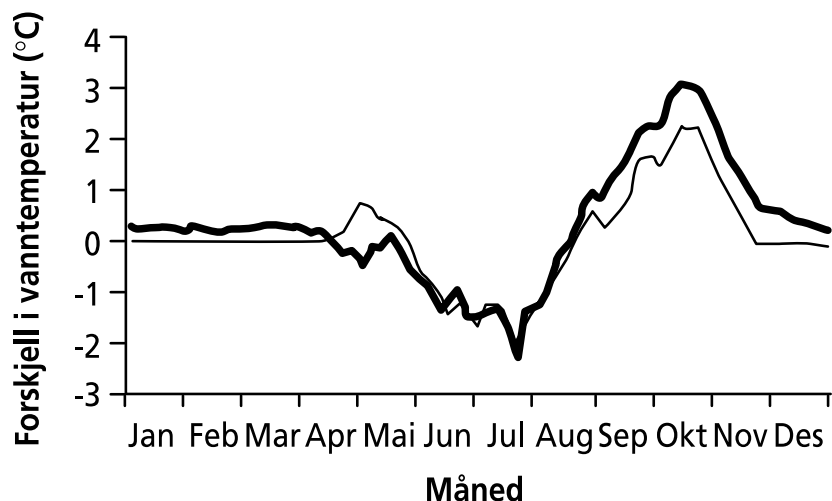
**Figur 2.2.** Middelvannføring gjennom året ved Kista før (tykk linje) og etter (tynn linje) regulering. Figur etter Magnell (1998).

Uforutsette og utilsiktede nettutfall og problemer med driften av kraftverket førte de første årene etter utbyggingen til flere raske fall i vannføringen. Regulanten har nedlagt et betydelig arbeid og investeringer for å redusere antallet vannstandsreduksjoner, og fra og med 1994 har slike vannstandsreduksjoner forekommet i langt mindre grad enn tidligere (Brodtkorb 2002).

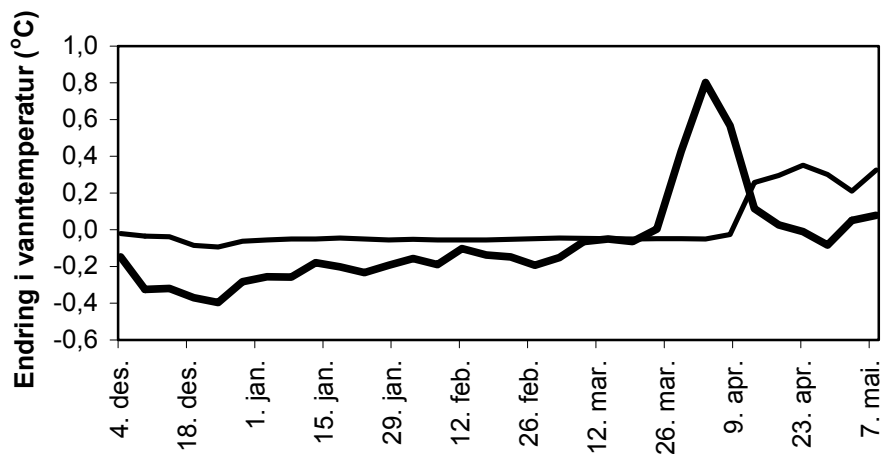
### Vanntemperatur og isforhold

Vanntemperaturen har fra midten av mai blitt lavere som følge av reguleringen, både i Sautso og i Gargia (**figur 2.3**, Asvall 1998). I juni-juli er elva ca 1,5 °C kaldere etter reguleringen. Utover sommeren er effekten av reguleringen mindre, og mot høsten er vannet varmere enn før reguleringen. Temperaturøkningen er størst i oktober, ca 3 °C i Sautso (**figur 2.3**, Asvall 1998). I slutten av november er effekten av reguleringen sunket til mindre enn 1 °C i Sautso, mens det ikke er noen effekt i Gargia. Hele vinteren inntil 2002 var vanntemperaturen i Sautso i gjennomsnitt 0,3-0,4 grader høyere enn før reguleringen, og ved utløpet av kraftstasjonen var vanntemperaturen betydelig over 0 °C i middel. Sammen med økt vintervannføring medførte dette at elva med visse variasjoner var isfri ned til eller ut i Sautso vannet. Før reguleringen var denne strekningen stort sett islagt om vinteren. Fra vinteren 2001/2002 har midlere vintertemperatur i kraftverkets avløpsvann sunket fra 0,5 til 0,2 °C i den perioden det bare kjøres fra øvre inntak (Asvall 2005). Graden av isdekt elv i Sautso har derfor økt.

Etter hvert som vannet renner nedover i elva, oppstår balanse mellom vanntemperatur og lufttemperatur. Effektene av reguleringen er derfor generelt størst i Sautso, men er også til stede det meste av året i Gargia (**figur 2.3**). Om vinteren er det imidlertid ingen temperatureffekt av reguleringen i Gargia.



**Figur 2.3.** Endring i vanntemperaturen i Sautso (tykk linje) og Gargia (tynn linje) gjennom året som en følge av reguleringen (basert på femdøgns middelveier). Målingen baseres på en sammenligning av de registrerte temperaturene i Sautso og Gargia etter utbyggingen (1988-1996) sammenlignet med Virdneuoika. Virdneuoika ligger ovenfor kraftmagasinet og er uberørt av kraftutbyggingen, og temperaturen har vært den samme før og etter utbyggingen. Målingene på dette stedet representerer derfor en god referanse til hvordan vanntemperaturen ville vært i den lakseførende delen av Altaelva dersom utbyggingen ikke hadde funnet sted. Figur etter Asvall (1998).



**Figur 2.4.** Endret vanntemperatur om vinteren (desember - april) fra perioden 1987-00 til perioden 2003-07 ved målestedene Sautso (tykk linje) og Gargia (tynn linje). Temperaturen målt ved Sautso er i middel blitt 0,4 °C lavere på forvinteren, avtakende til 0,2 °C lavere i slutten av mars. Ved overgang til bruk av nedre inntak stiger temperaturen fordi akkumulert varmere bunnvann i delmagasinet tappes ut. Stigningen er av kortere varighet og har høyere verdi enn figuren viser på grunn av at 5-døgnsmidler er brukt og at "varmebølgen" kommer til litt forskjellig tid de enkelte år. Ved Gargia er vanntemperaturen om vinteren 0 °C. Den tilsynelatende endring en ser i figuren fram til april skyldes måleusikkerhet. Ved det nye vannføringsregimet åpner elva seg tidligere enn før, og temperaturen stiger på grunn av lufttemperaturer over 0 °C i april (Data fra Kvambekk & Asvall, NVE).



**Vannkvalitet**

Erosjonsforholdene synes generelt ikke å være forverret i Altaelva etter reguleringen. Under utbyggingsperioden synes det ikke å ha forekommet perioder med slamkonsentrasjoner som kan sies å representere noen fare for fisk eller næringsdyr for fisk (Anon. 1997). Slamkonsentrasjoner har ikke økt etter utbyggingen, og vannets farge har ikke endret seg (Dahl & Korbøl 1993).

### 3 Begroing av alger og moser

Etter regulering ble det registrert økt mengde alger i Sautso, og fiskere hevdet at begroing av trådformede alger skapte problemer for utøvelse av fiske. Det ble også stilt spørsmål om redusert tetthet av laksunger i Sautso kunne ha sammenheng med den antatt økte begroingen. Undersøkelser av begroing ble derfor startet i mai 1995. Undersøkelsene er tidligere oppsummert i Næsje et al. (1998a, 2005) og Ugedal et al. (2002).

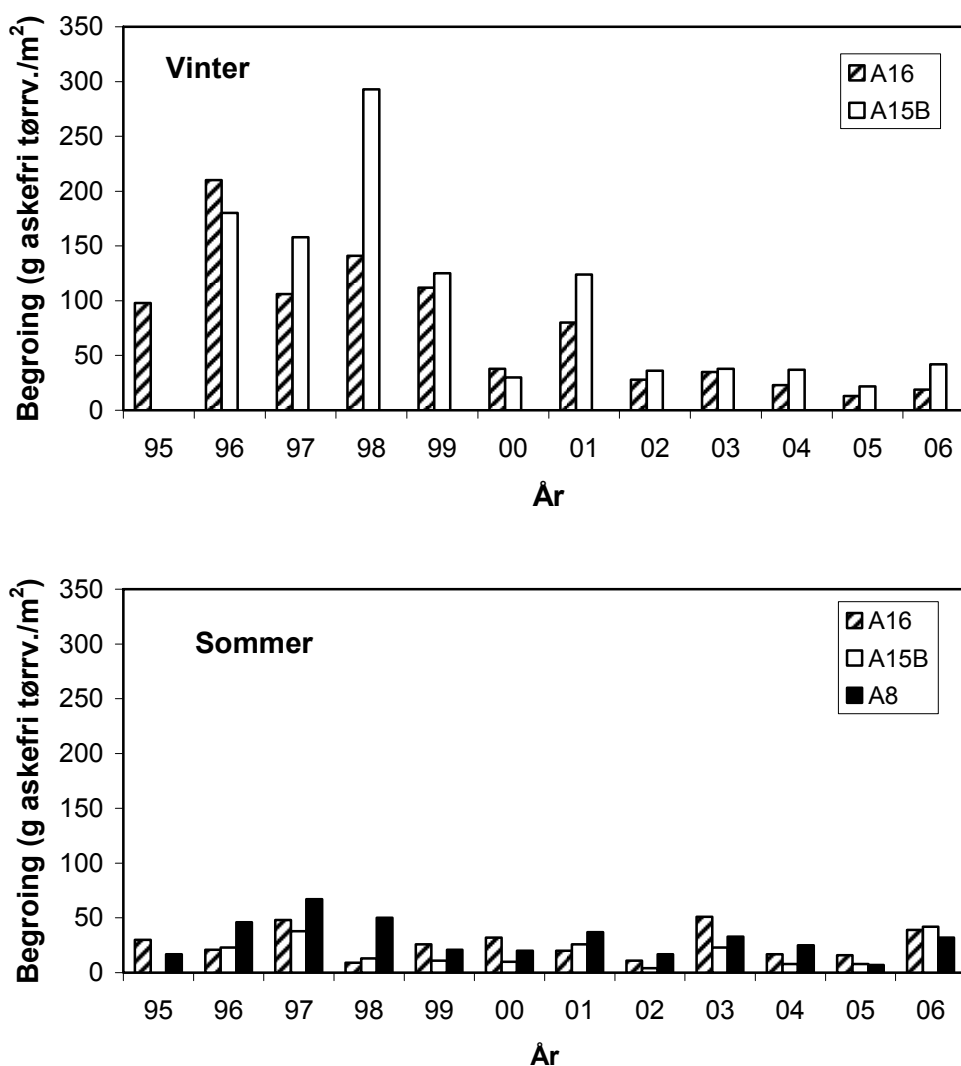
Begroingsprøver ble samlet inn med surber-sampler ved at alt substrat innen feltet som surber-sampleren dekket (1475 cm<sup>2</sup>) ble børstet rent for begroing. Prøvene ble veid etter tørking i varmeskap og etter 12 timer ved 590 °C. Mengde begroing er gitt som differansen mellom tørrvekt og gløderest (gram askefri tørrvekt per m<sup>2</sup>). Prøver ble også samlet inn for artsbestemmelse.

I undersøkelsesperioden 1995-2006 ble det totalt registret 38 algearter/slekter og 39 moserarter i Altaelva (Ugedal et al. 2006). Artssammensetningen av alger er lik det som er rapportert fra andre næringsfattige vassdrag i Norge og Sverige.

Den økte begroingen av alger i vinter- og vårperioden har vært begrenset til Sautso, og hovedsakelig til april, bortsett fra at det i 1996 ble registrert høye biomasser i hele perioden mars-mai (**vedlegg 1, figur 3.1**). Grønnalgen *Microspora amoena* var i vintersesongene 1995-1999 totalt dominerende art i perioder med store algebegroinger. Arten kan danne opp til flere meter lange tråder. Den har også en effektiv spredning ved hjelp av bevegelige sporer og kan etablere relativt store begroinger over kort tid. Fra 2000 overtok grønnalgen *Ulothrix zonata* som dominerende art i vårperioden og *Microspora amoena* ble kun registrert i mindre mengder. *Ulothrix zonata* har betydelig kortere trådlengder enn *M. amoena* og har ikke det samme potensialet til å utvikle store begroinger.

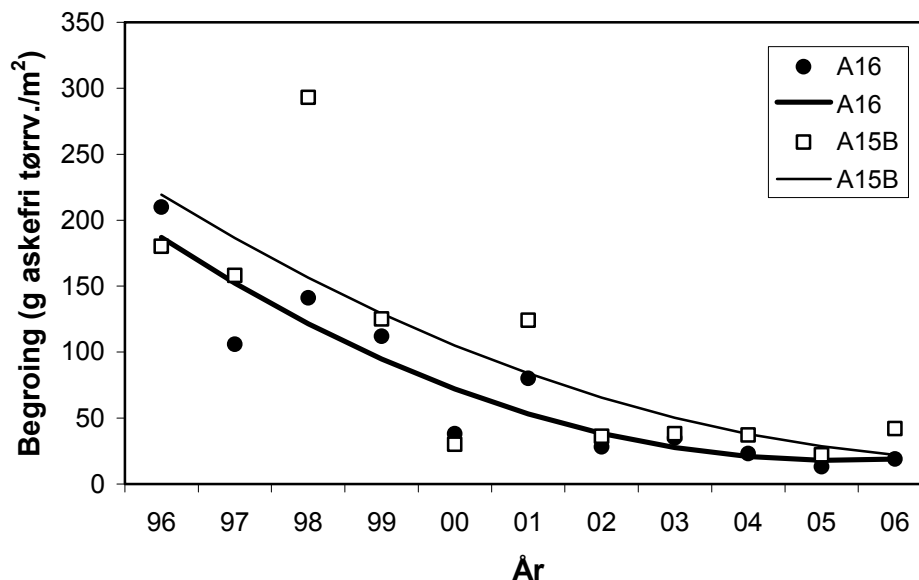
I sommerperioden har de største begroingene vært betydelig mindre enn vintermaksima i øvre deler av elva (**figur 3.1**). Det var ingen tendens til at sommerbiomassene endret seg i løpet av undersøkelsesperioden (korrelasjonsanalyser,  $p > 0,05$ ). I alle år dominerte arter av grønnalgen *Oedogonium* begroingene ved stasjon A8 i Gargia, og i år med høy sommertemperatur også ved stasjonene i Sautso.

Endringer i vanntemperatur, og derved manglende isdekke på elva nedstøms Svartfossen, har gitt tilstrekkelig lys for algevekst i deler av vinter- og vårperioden i Sautso. Redusert isskuring er også en faktor som kan ha påvirket mengde begroing i området. Den signifikante nedgangen i algebiomasser i vinter- og vårperioden i 1996-2006 (**figur 3.2**) tyder også på endringer i næringssaltnivå i samme periode. De store algebiomasser i første del av undersøkelsen kan forklares ved utvasking av næringssalter fra jordsmonn og plante-materiale i reguleringsmagasinet.



**Figur 3.1.** Øverst: Registrerte maksimumsbiomasser av begroing av alger og moser (gram askefri tørrvekt per m<sup>2</sup>) ved stasjonene A16 og A15B i Sautso i vinter- og vårperioden 1995-2006. I 1995 ble første innsamling foretatt i mai og maksimum biomasse denne vinteren kan være undervurdert. Nederst: Registrerte maksimumsbiomasser av begroing av alger og moser ved stasjonene A16 og A15B i Sautso og stasjon A8 i Gargia i sommerperioden 1995-2006.

De artsmessige endringer i algesammensetningen fra 2000, med redusert innslag av *Microspora amoena* i vinter- og vårperioden, og stabiliseringen av vinterbiomassene av alger på et betydelig lavere nivå enn på 1990-tallet (**figur 3.2**) kan forklares med at det ikke lenger er noen registrerbar eutrofieringseffekt av reguleringen. Den økte næringstilgangen, som følge av utvaskingen av næringssalter fra jordsmonn og plantemateriale i reguleringsmagasinet, synes derfor å ha vært over rundt århundreskiftet, eller omlag 13 år etter at oppdemningen fant sted. I Orkla ble forhøyede fosforverdier registret inntil 8-10 år etter utbyggingen (Grande & Romstad 1994), mens Stockner et al. (2000) antok at økt næringssaltinnhold som følge av nye reguleringsmagasin kan vare i 9-13 år, alt etter reguleringsmagasinets morfometri, vannets oppholdstid i magasinet og type neddemt jordsmonn.



**Figur 3.2.** Utviklingen i maksimumsbiomasser (gram askefri tørrvekt per m<sup>2</sup>) av begroing av alger og moser ved stasjonene A16 og A15B i Sautso i vinter- og vårperioden 1996-2006. Linjene er trendlinjer for regresjonsmodellen  $B = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2$ , hvor  $Y$  = antall år etter 1996. Begge tilpasningene var statistisk signifikante (A16:  $R^2 = 0,86$ ,  $p < 0,001$ ; A15B:  $R^2 = 0,60$ ,  $p = 0,026$ ).

Utvasking av næringsalter i reguleringsmagasiner følges normalt av en oligotrofiering, med en reduksjon av spesielt fosforinnholdet i utløpsvannet (Stockner et al. 2000). Dette fordi reguleringsmagasiner kan fungere som "fosforfeller" etter at utvaskingsperioden er over (Straskraba et al. 1995, Ney 1996). Andel fosfor som holdes tilbake i reguleringsmagasiner er avhengig av forhold som magasinets dybde, temperatursjiktningen og vannets oppholdstid i magasinet (Straskraba et al. 1995). I magasiner uten temperatursjiktning vil det eksempelvis være mindre tilbakeholdelse av fosfor. Magasinet i Altaelva har ikke de mest typiske karakteristika som nevnes for magasiner som fungerer som effektive "fosforfeller". Det er derfor et åpent spørsmål om reguleringsmagasinet i fremtiden vil innvirke på fosforinnhold i vannet nedstrøms. Siden fosfor regnes som vekstbegrensende element for alger i ferskvann, vil en eventuell reduksjon i mengde fosfor i ellevannet kunne redusere produksjon av alger og plantemateriale i vassdraget.



*Svartfossen i Sautso. Før regulering var elva stort sett islagt om vinteren på strekninger øverst i lakseførende strekning. Etter regulering har elva med visse variasjoner vært åpen fra kraftverksutløpet og ned til Sautsovannet. Foto: Laila Saksgård*



*En merke-gjefangststudie ved merking av laksunger med pitmerker viste at vinteroverlevelsen til laksunger er betydelig lavere i Sautso enn lengre ned i elva. Foto: Audun Rikardsen*

## 4 Laksunger

Laksungenes tetthet og livshistorie i Altaelva er studert fra 1981 til 2006, det vil si i seks år før og i 20 år etter oppstart av kraftverket (Saksgård et al. 1992, Næsje et al. 1998a, 2005, Ugedal et al. 2002, 2006). Fra 1996 har det vært gjennomført undersøkelser av laksungenes fysiologiske kondisjon i Altaelva (Næsje et al. 1998a, Forseth et al. 2000, Ugedal et al. 2006). For å undersøke om det er en sammenheng mellom nedgangen i tetthet av laksunger i øvre deler av Altaelva (Sautso) og redusert isdekke etter regulering, er det også gjennomført flere laboratorieforsøk (Forseth et al. 2000, Finstad et al. 2005). Vinteren 2004-2005 ble det gjennomført en merke-gjenfangstundersøkelse i Sautso og Gargia for å estimere vinterdødelighet hos laksunger (Næsje et al. 2005).

### 4.1 Tidspunkt for klekking og swim-up

Både utviklingstida for lakserogn fra befruktning til klekking (inkubasjonstid) og varigheten av stadiet fra klekking og til yngelen kommer opp av grusen og begynner å spise (swim-up) er sterkt avhengig av vanntemperaturen. Ved hjelp av matematiske modeller som beskriver sammenhengen mellom vanntemperaturen og eggens utviklingstid (Crisp 1981, Jensen et al. 1989) er det beregnet hvordan tidspunktet for klekking av lakserogna i Sautso, og tidspunktet for når yngelen kommer opp av grusen og kan begynne eksternt fødeopptak, har endret seg etter reguleringen (**vedlegg 2**). Vi antok at gytingen i Sautso starter 5. oktober, er på topp 20. oktober og er avsluttet 5. november, og at disse tidspunktene ikke har endret seg som følge av reguleringen.

Beregningene tyder på at eggene i Sautso klekker betydelig tidligere (2-3 uker) etter regulering (1987-2001) enn før regulering (1981-1986), og at klekkingen er spredt over et lengre tidsrom enn tidligere (**vedlegg 2**). Endringene skyldes økt vanntemperatur i inkubasjonsfasen, og spesielt viktig er økt vanntemperatur i oktober/november. På grunn av lave vanntemperatur på forsommeren (juni/juli) etter reguleringen, trenger yngelen lengre tid på utviklingen fra eggene klekker og til de er i stand til å begynne å spise (**vedlegg 2**). Til tross for at eggene klekker tidligere enn før, begynner derfor yngelen å spise på omtrent samme tid som før reguleringen. Vannføring og vanntemperatur på det tidspunktet yngelen kom opp av grusen er relativt lik før og etter reguleringen og skjer ved en vanntemperatur gunstig for fødeopptak (**vedlegg 2**). Verken tidspunkt for klekking eller første fødeopptak synes å ha blitt endret vesentlig i prøveperioden 2002-2006. Reguleringen har altså ført til kortere inkubasjonsperiode i Sautso, men lengre tid fra klekking til yngelen kommer opp av grusen. Om tidligere klekking kan ha ført til endret dødelighet på rogn og plommesekk-yngel før eksternt næringsopptak, vet vi ikke.

## 4.2 Tetthet og alderssammensetning

Tettheten av laksunger (1+ og eldre) ble undersøkt tre ganger i juli - september (unntaksvis én eller to ganger) hvert år i perioden 1981 til 2006 (Næsje et al. 1998a, Ugedal et al. 2002, 2006). Estimatenes av tetthet er basert på tre fiskeomganger med elektrisk fiskeapparat (Zippins metode: Bohlin et al. 1989). Utviklingen i tetthet av laksunger har blitt undersøkt på seks hovedstasjoner: A6, A8, A10, A12, A15 og A16 (se **figur 2.1**). Fra og med 2002 ble innsamlingene utvidet med to nye elfiskestasjoner i Sautso (A18, A19; **figur 2.1**).

Det har ikke vært mulig å gjennomføre undersøkelsene av ungfisktetthet på samme vannføring fra år til år. Ettersom vannføring og andre miljøfaktorer påvirker tetthetsestimatene (Jensen & Johnsen 1988, Bohlin et al. 1989, Saksgård & Heggberget 1990) valgte vi en todelt prosedyre for å undersøke tidstrender i ungfisktetthet. Først ble påvirkningen av ulike miljøfaktorer under innsamlingen på tetthetsestimatene modellert ved hjelp av multippel regresjonsanalyse. Flere ulike miljøfaktors innvirkning på tetthetsestimatene ble prøvd ut (Forseth et al. 1996, Ugedal et al. 2002) før vi endte opp med følgende ikke-lineære modell som ga det beste resultatet:

$$\ln(D) = \beta_0 + \beta_1 V + \beta_2 E + \beta_3 E^2 \quad (\text{likning 4.1}),$$

hvor  $D$  er den estimerte tettheten av laksunger,  $V$  er vannføring på innsamlingsdagen, og  $E$  er den andelsmessige endringen i vannføring siste fem døgn relativt til vannføringen på innsamlingsdagen.

For å undersøke om det var tidstrender i tettheten av laksunger på de ulike stasjonene brukte vi residualer ( $D_{res}$ ) fra regresjonsmodellene som beskrev sammenhengen mellom miljøfaktorer under innsamlingen og den estimerte tettheten av laksunger (likning 4.1, se også **tabell 4.1**). Vi brukte gjennomsnittet av residualene for hver stasjon hvert år i denne analysen fordi det var forskjellig antall observasjoner av ungfisktetthet i ulike år. Tidstrender i tetthet av laksunger ble undersøkt ved hjelp av følgende kvadratiske modell med tiden ( $Y$ , antall år etter 1980) som uavhengig variabel:

$$D_{res} = \beta_4 + \beta_5 Y + \beta_6 Y^2 \quad (\text{likning 4.2}).$$

I denne modellen er tiden inkludert også som andregradsledd. Hvis dette andregradsleddet bidrar signifikant til å forklare utviklingen i ungfisktetthet på en stasjon, viser dette at tidstrenden er ikke-lineær.

Estimatene av tetthet av laksunger inkluderer fisk fra opp til fem årsklasser (1+ - 5+). Estimater gjennomført i påfølgende år er derfor ikke uavhengige statistisk sett fordi samme årsklasse av laksunger bidrar til fangsten i flere år på rad. Laksunger fra to aldersgrupper (1+ og 2+) utgjorde imidlertid mesteparten av fangstene ved elfiske (se **figur 4.3**). Hvis vi kun benytter hvert andre år av de innsamlede dataene vil derfor mesteparten av den statistiske avhengigheten som skyldes at individer fra samme årsklasse fanges i flere påfølgende år fjernes. For å vurdere om denne statistiske avhengigheten påvirket våre konklusjoner med hensyn på tidstrender i ungfisktetthet gjennomførte vi analyser hvor materialet ble delt i to, og tidstrender analysert basert på odde årstall (1981-2005; totalt 13 datapunkter) eller like årstall (1982-2006; totalt 13 datapunkter). Disse analysene med redusert materialstørrelse har lavere statistisk styrke med hensyn på å oppdage trender i materialet, men reduserer muligheten for statistisk type 1 feil.

I fremstillingen av resultatene har vi benyttet korrigerede tettheter hvor de estimerte tetthetene er korrigeret for variasjon i miljøparametrene vannføring ( $V$ ) og endring i vannføring ( $E$ )

under innsamling, ved hjelp av regresjonsmodellene utviklet for hver elfiskestasjon i Altaelva (se **tabell 4.1**).

Variierende miljøfaktorer under elfiske forklarte fra 28 til 41 % av den estimerte tettheten av laksunger på de ulike elfiskestasjonene i Altaelva (**tabell 4.1**). De estimerte tetthetene av laksunger var høyere ved lav vannføring enn ved høy vannføring, og de estimerte tetthetene avtok når vannføringen økte i dagene før innsamling. De estimerte tetthetene av laksunger ble mer påvirket av økt vannføring i dagene før innsamling enn av redusert vannføring. Disse resultatene viser at ved elfiske i større elver som Altaelva må en ta spesielt hensyn til hvordan miljøfaktorer påvirker den estimerte tettheten av laksunger når en skal vurdere resultatene med hensyn på utvikling i bestanden av ungfisk over tid. Resultatene tyder også på at det kan være fordelaktig med flere innsamlinger i løpet av en sesong hvis det ikke er mulig å gjennomføre undersøkelsene under standardiserte miljøforhold fra år til år.

**Tabell 4.1.** Sammenhenger mellom tetthet av laksunger ( $\geq 1+$ ) ( $D$ ), vannføring ( $V$ ) og andelsmessig endring i vannføring de siste fem dagene før innsamling ( $E$ ) i perioden 1981-2006. Parametrene ( $\beta_x$  med SE i parentes) ble estimert ved multippel regresjon:  $\ln(D) = \beta_0 + \beta_1 V + \beta_2 E + \beta_3 E^2$  (likning 4.1). Bare parametre som ga et signifikant bidrag ( $p < 0,05$ ) til modellen er vist i tabellen.  $N$  = antall tetthetsestimater på hver stasjon.

Stasjon	$N$	Signifikante variabler	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$R^2$	$p$
A16	71	$V, E$	4,437 (0,243)	-0,016 (0,003)	-1,248 (0,447)	-	0,41	< 0,001
A15	62	$E, E^2$	3,544 (0,152)	-	-2,613 (0,620)	-7,066 (2,009)	0,28	< 0,001
A12	69	$V, E, E^2$	4,149 (0,195)	-0,012 (0,002)	-0,920 (0,362)	-2,003 (0,948)	0,41	< 0,001
A10	59	$V, E, E^2$	4,068 (0,253)	-0,007 (0,003)	-1,032 (0,437)	-2,878 (1,094)	0,28	0,001
A8	72	$V, E^2$	4,704 (0,195)	-0,011 (0,002)	-	-2,389 (0,970)	0,36	< 0,001
A6	64	$V$	5,129 (0,190)	-0,013 (0,002)	-	-	0,34	< 0,001

Analysene av tidstrender i ungfisktetthet i perioden 1981-2006, viste at tiden bidro signifikant til å forklare variasjonene i tetthet av laksunger på alle de seks elfiskestasjonene (**tabell 4.2, figur 4.1**). På de to stasjonene i Sautso (A15 og A16) var tidstrenden ikke-lineær. Konstantene for tidsvariablene i regresjonslikningene viser at tettheten på disse to stasjonene i løpet av undersøkelseperioden først har avtatt (negativt førstegradsledd) for deretter å øke (positivt andregadsledd). På de fire andre stasjonene har det vært en signifikant lineær økning av ungfisktetthet i undersøkelsesperioden sett under ett (**tabell 4.2, figur 4.1**). Analyser av tidstrender i de reduserte materialene (enten odde eller like årstall) viser at konklusjonene vedrørende tidstrender i ungfisktetthet på de ulike stasjonene er robuste med hensyn på mulig statistisk avhengighet i dataene (**tabell 4.2**).



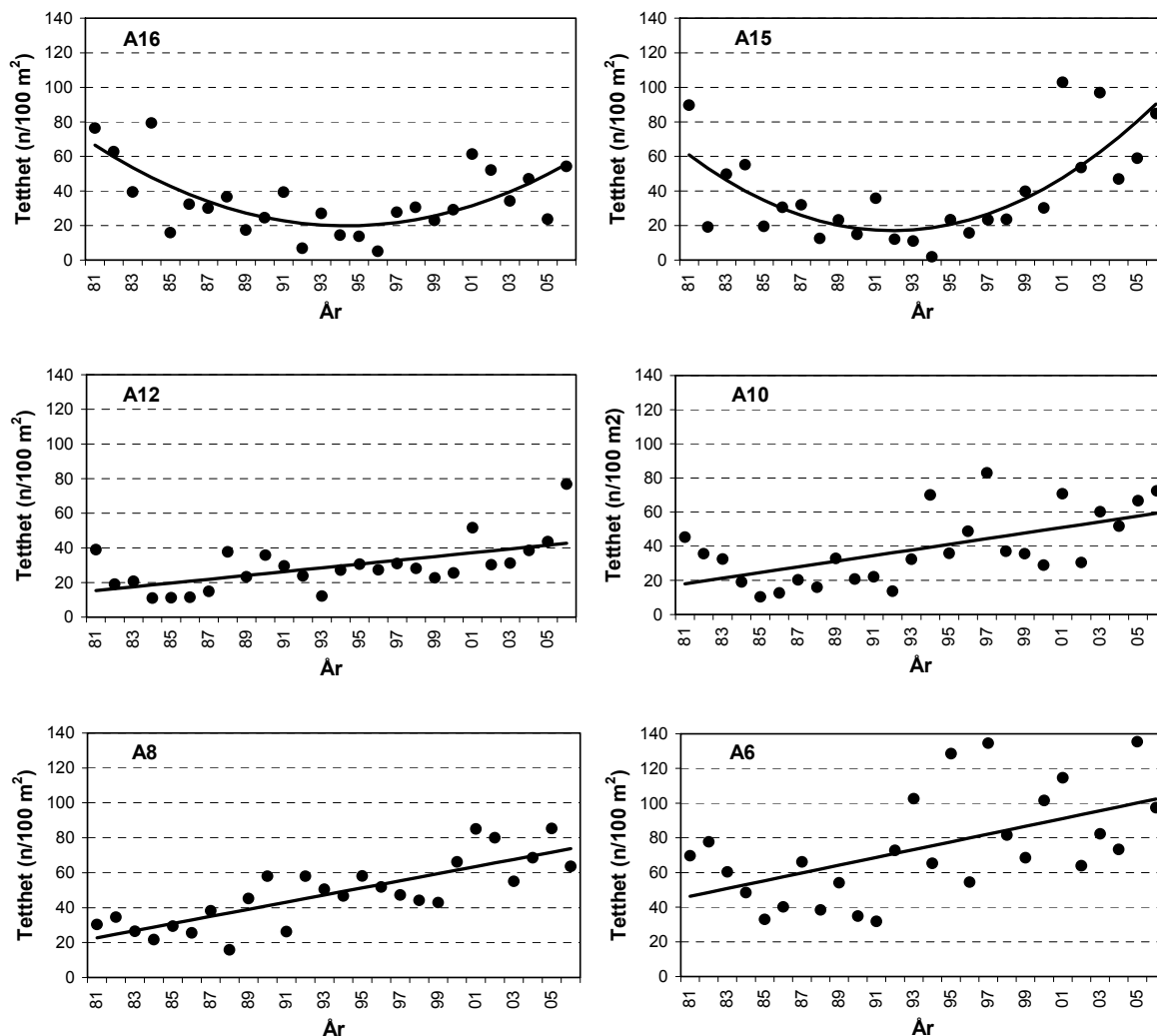
**Tabell 4.2.** Sammenhenger mellom tetthet av laksunger ( $\geq 1+$ ) (uttrykt som årlige gjennomsnittlige residualer fra regresjoner mellom tetthetsestimater og omgivelsesfaktorer under innsamling) og tiden ( $Y$ , antall år etter 1980) i perioden 1981-2006. Parametrene ( $\beta_x$  med SE i parentes) ble estimert ved hjelp av multippel regresjon med modellen:  $D_{res} = \beta_4 + \beta_5 Y + \beta_6 Y^2$  (likning 4.2). For hele datasettet (alle år) er bare parametre som ga et signifikant forklaringsbidrag ( $p < 0,05$ ) til modellen gitt i tabellen. For de reduserte datasettene (innsamlinger i odde eller like årstall) er parametre som ga et signifikant forklaringsbidrag i hele datasettet gitt i tabellen selv om de ikke var signifikante.

Stasjon	År	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$R^2$	$p$
A16	Alle	1,113 (0,338)	-0,232 (0,058)	0,008 (0,002)	0,41	0,002
	Odde	0,672 (0,401)	-0,132 (0,072)	0,005 (0,003)	0,26	0,221
	Like	1,668 (0,561)	-0,341 (0,092)	0,012 (0,003)	0,59	0,012
A15	Alle	0,885 (0,401)	-0,275 (0,068)	0,011 (0,002)	0,50	< 0,001
	Odde	0,956 (0,375)	-0,240 (0,067)	0,010 (0,002)	0,65	0,005
	Like	0,814 (0,671)	-0,314 (0,110)	0,012 (0,004)	0,56	0,017
A12	Alle	-0,535 (0,160)	0,036 (0,010)	-	0,33	0,002
	Odde	-0,407 (0,236)	0,024 (0,016)	-	0,18	0,155
	Like	-0,669 (0,223)	0,047 (0,014)	-	0,51	0,006
A10	Alle	-0,615 (0,197)	0,042 (0,013)	-	0,32	0,003
	Odde	-0,478 (0,267)	0,041 (0,018)	-	0,32	0,042
	Like	-0,782 (0,297)	0,046 (0,019)	-	0,36	0,031
A8	Alle	-0,611 (0,116)	0,044 (0,008)	-	0,59	< 0,001
	Odde	-0,560 (0,130)	0,042 (0,009)	-	0,68	< 0,001
	Like	-0,671 (0,206)	0,046 (0,013)	-	0,54	0,005
A6	Alle	-0,389 (0,150)	0,030 (0,010)	-	0,28	0,005
	Odde	-0,383 (0,222)	0,038 (0,015)	-	0,37	0,027
	Like	-0,415 (0,193)	0,024 (0,012)	-	0,26	0,075

For bedre å kunne illustrere og sammenlikne utviklingen i ungfisktetthet på de seks el-fiskestasjonene har vi omformet alle tetthetsdataene til samme skala ved å beregne en tetthetsindeks ( $I_D$ ) for hvert enkelt år og stasjon:

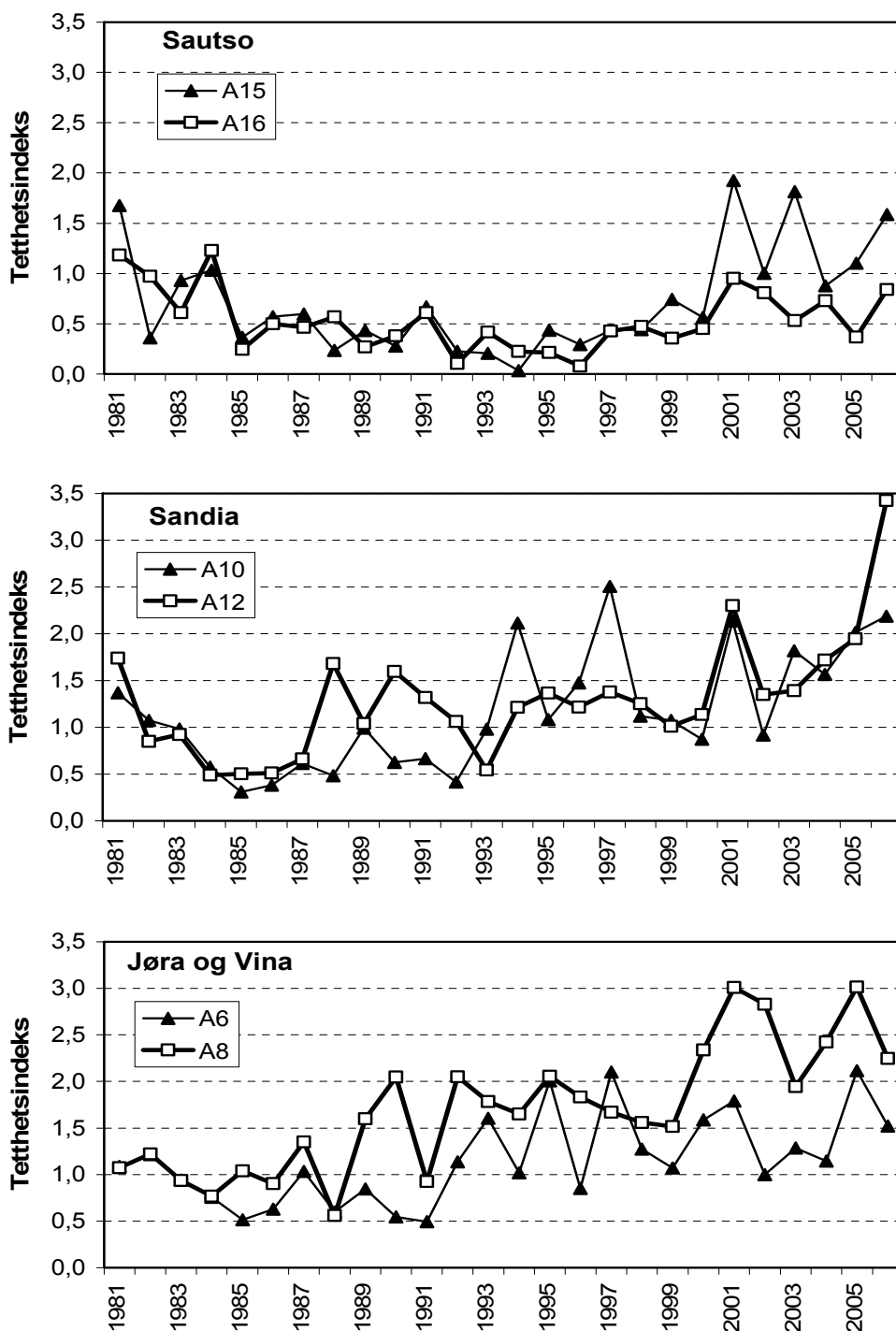
$$I_D = D_x / D_R \quad (\text{likning 4.3}),$$

hvor  $D_x$  = gjennomsnittlig korrigert ungfisktetthet i år  $X$ , og  $D_R$  = gjennomsnittlig korrigert ungfisktetthet for årene 1981 til 1984 for den aktuelle stasjonen. Vi valgte å bruke de fire årene før utbyggingen startet som referanse fordi selve utbyggingen også kunne tenkes å ha effekter på ungfiskbestanden.



**Figur 4.1.** Korrigerede tettheter (fisk per 100 m<sup>2</sup>) av laksunger ( $\geq 1+$ ) på ulike stasjoner i Altaelva i perioden 1981-2006. Linjene representerer signifikante sammenhenger mellom korrigeret tetthet ( $D_{adj}$ ) og år ( $Y$ , antall år etter 1980) analysert ved hjelp av en multippel regresjonsmodell:  $D_{adj} = \beta_4 + \beta_5 Y + \beta_6 Y^2$ .

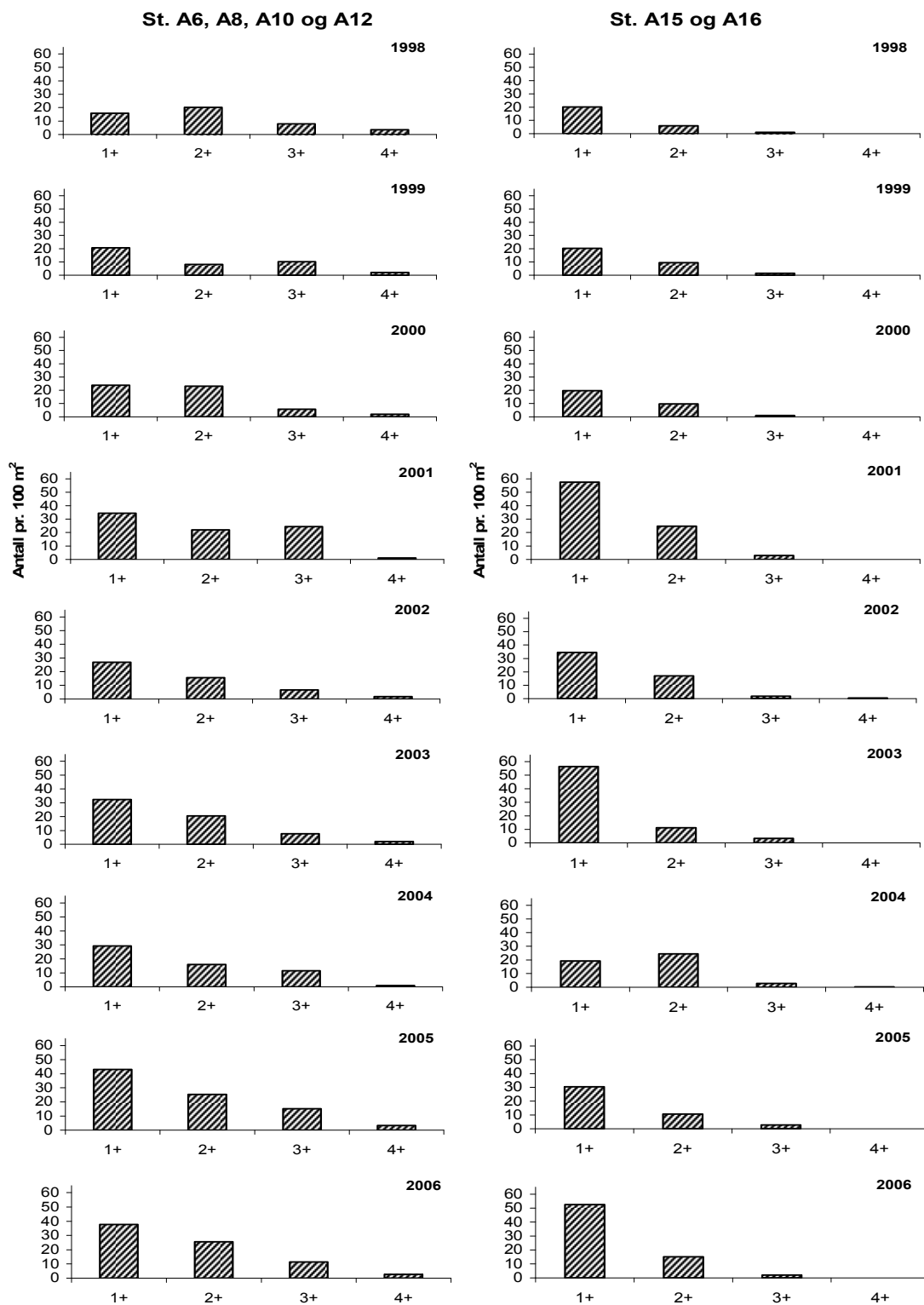
I Sautso har utviklingen i ungfisktetthet vært relativt lik på de to stasjonene etter utbyggingen (**figur 4.2**). Fra 1985 til 1991 lå ungfisktettheten på disse to stasjonene på omtrent 50 % av referanseårene 1981-1984. Fra 1992 til 1996 var tetthetene gjennomgående enda lavere enn i årene 1985-1991, og ungfisktettheten i disse årene var i gjennomsnitt 22 % av tettheten i referanseårene. Fra 1997 til 2000 økte tettheten noe, og tettheten var i disse årene omtrent 50 % av hva den var i referanseårene. I 2001 skjedde en markert økning av tettheten av laksunger på de to stasjonene i Sautso. Siden da har tettheten vært sammenliknbar med situasjonen på starten av 1980-tallet eller bedre for stasjon A15. Tettheten på stasjon A16 var imidlertid fremdeles lavere enn tettheten i referanseårene i perioden 2002-2006.



**Figur 4.2.** Indeks for tetthet av laksunger (1+ og eldre) på seks elfiskestasjoner i Altaelva i perioden 1981-2006. Referanseindeks (indeks = 1) er gjennomsnittlig korrigert ungfisktetthet (fisk per 100 m<sup>2</sup>) for hver av stasjonene i årene 1981-1984 (A6 = 64, A8 = 28, A10 = 33, A12 = 22, A15 = 54 og A16 = 64 fisk per 100 m<sup>2</sup>). En indeks på 0,5 betyr at tettheten var halvparten så stor som i referanseårene, mens en indeks på 2 betyr at tettheten var dobbelt så stor som i referanseårene.

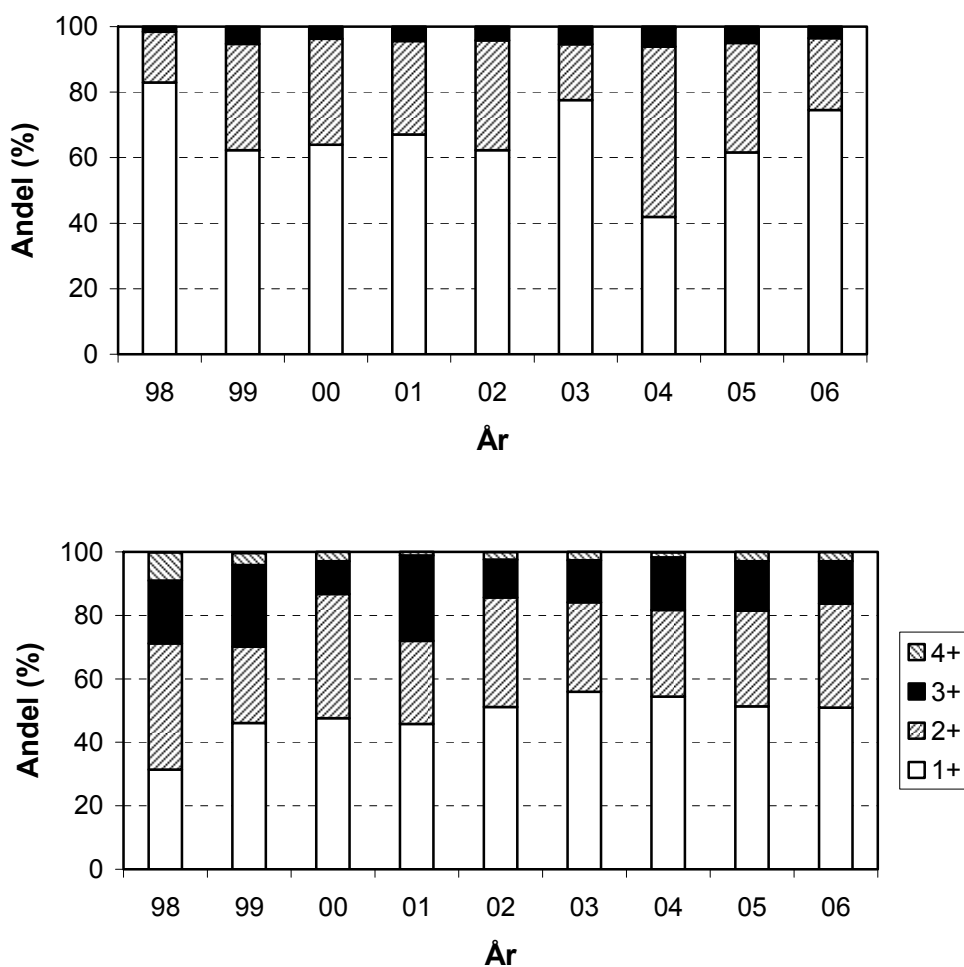
På elfiskestasjonene i Sandia (A10 og A12) og på stasjonen i Jøra (A6) var ungfisktettheten i årene 1985 til 1987 halvparten av tettheten i referanseårene (**figur 4.2**). Utviklingen av tetthet på disse tre stasjonene samsvarte med utviklingen i Sautso disse årene. Nedgangen kan ha hatt sammenheng med negativ påvirkning av yngel og ungfisk som følge av byggingen av dammen og kraftverket som startet i 1985. Vi har imidlertid liten kunnskap om hvordan byggeprosjektet påvirket vannkvalitet og vannstandsendringer i Altaelva. Den videre utviklingen i ungfisktetthet avviker imidlertid klart mellom stasjonene i Sautso og stasjonene i resten av elva, idet tettheten av laksunger på stasjonene lengre ned i elva i perioden 1989-2006, med noen få unntak, har vært like høy eller høyere enn tetthetene i referanseårene.

Tettheten av de enkelte aldersklassene av laksunger ble beregnet ved å bruke alderssammensetningen i fangstene og de korrigerede tetthetsestimaterne for hver stasjon. En sammenlikning av Sautso (gjennomsnitt på st. A15 og A16) med resten av elva (gjennomsnitt på st. A6, A8, A10 og A12) viser at tettheten av ettåringer i Sautso var like høy eller høyere enn i de andre delene av elva i årene 1998-2003 og 2006, mens tettheten av toåringer var lavere i Sautso i 1998, 2000, 2003 og 2005-2006 (**figur 4.3**). Tettheten av treåringer har vært vesentlig lavere i Sautso enn i resten av elva i hele perioden 1998-2006. Andelen av eldre laksunger ( $\geq 3+$ ) var vesentlig lavere i Sautso enn i resten av elva i hele perioden 1998-2006 (**figur 4.4**). Dette tyder på at dødeligheten til eldre laksunger har vært høyere i Sautso enn i resten av elva også i de siste årene. Siden mesteparten av laksungene i Altaelva går ut som 4-åringer, er 3+ den fisken som skal bli smolt kommende år. Smoltalderen er imidlertid noe lavere i Sautso enn lengre nedover i elva, slik at en del fisk går ut allerede som 3-åringer. Forskjellen i smoltalder mellom Sautso og resten av elva kan forklare noe av forskjellene i tetthet av eldre laksunger mellom de ulike delene av elva, men neppe hele forskjellen. Den lavere tettheten av eldre laksunger i Sautso kan være forårsaket av økt dødelighet som skyldes forhold knyttet til reguleringen av Altaelva. Økt vinterdødelighet av eldre laksunger i Sautso bekreftes av merke-gjenfangstundersøkelsen som er nærmere beskrevet i kapittel 4.4.



**Figur 4.3.** Tetthet av ulike aldersklasser av laksunger i antall fisk per 100 m<sup>2</sup> som et gjennomsnitt for stasjonene A6, A8, A10 og A12 og for stasjonene A15 og A16 i perioden 1998-2006.

I 2001 var det høye tettheter av 1+ og 2+ på elfiskestasjonene i Sautso sammenlignet med i perioden 1998-2000. Ettåringene som ble fanget i 2001 stammer fra gyting høsten 1999, mens toåringene stammer fra gyting høsten 1998. Disse to årene var de første med pålagt fang og slipp fiske i Sautso. Gytegroptellinger antyder at gytebestanden av hunnfisk i Sautso var omtrent fordoblet i 1999 sammenlignet med i 1996 og 1997 (se kap. 6). Det er derfor sannsynlig at de økte tetthetene av ungfisk som ble registrert i Sautso i 2001 og 2002 skyldes økt rekruttering som følge av fang og slipp fiske. Det ble imidlertid også registrert høye tettheter av laksunger i Sandia, Vina og Jøra i 2001. Disse sonene er også påvirket av fang og slipp fiske, men i mindre grad enn Sautso, slik at det også kan være andre forhold som bidro til økt tetthet av ungfisk over hele elva.



**Figur 4.4.** Aldersfordeling (%) av laksunger som et gjennomsnitt for stasjonene i Sautso (øverst) og stasjonene i resten av elva (nederst) i perioden 1998-2006.

### 4.3 Vekst, smoltalder og smoltstørrelse

#### Vekst

Både før (1981-1986) og etter regulering (1987-1997) var laksungenes vekst bedre i Sautso enn i resten av elva (Næsje et al. 1998). I Sautso, hvor temperaturendringene som følge av reguleringen er størst, har forskjellene i størrelse hos laksunger av ulik alder før og etter regulering vært små (**tabell 4.3**). I perioden 2002-2006 har gjennomsnittlig lengde hos laksunger fanget Sautso i april/mai vært større enn i periodene 1981-1986 og 1987-1997. Dette kan skyldes klimatiske forhold.

**Tabell 4.3.** Gjennomsnittlig størrelse (i mm, med 95 % konfidensintervall i parentes) hos laksunger av ulik alder samlet inn fra Sautso i april/mai i ulike perioder.

Periode	Alder			
	1-år	2-år	3-år	4-år
1981-1986	45,3 (0,8)	73,7 (1,2)	100,1 (2,2)	122,6 (4,7)
1987-1997	48,3 (0,6)	76,8 (1,0)	102,1 (1,6)	125,3 (2,8)
2002-2006	50,9 (0,8)	84,8 (0,9)	114,3 (1,7)	137,3 (2,8)

Det var imidlertid sesongmessige forskjeller i vekst før og etter regulering i Sautso. Etter reguleringen har laksungenes vekst vært mindre på forsommeren, men økt senere i vekstsesongen sammenlignet med før reguleringen (Jensen 2003). Dette gjaldt for alle aldersgrupper. I gjennomsnitt har dette bare ført til små årlige variasjoner i vekst på grunn av reguleringen.

#### Alder og lengde ved smoltifisering

Analyser av ungfiskens alder og lengde ved smoltifisering er basert på skjell fra voksen laks fanget i de ulike sonene av elva. De seks siste sesongene har vi ikke fått inn skjellprøver av voksen laks fra Sautso. Dette skyldes at fisket i denne sonen nå drives som eksklusivt utleie hvor så godt som all fisk settes ut etter fangst. Bearbeiding av skjellprøvene fra voksen laks er sortert slik at all fisk som har smoltifisert i samme år er samlet. Deretter er det beregnet gjennomsnittlig smoltalder og smoltlengde for laks fanget i ulike deler av elva (se Ugedal et al. 2002).

Både i perioden før og etter utbygging har laks fanget i Sautso hatt signifikant lavere gjennomsnittlig smoltalder enn laks fanget i andre soner i elva (enveis anova, Scheffe multiple range tester,  $p < 0,05$ ; **tabell 4.4**). Laksens gjennomsnittlige smoltalder var signifikant lavere i perioden etter utbygging enn perioden før utbygging både for elva sett under ett (4,00 år mot 4,22 år) og for hver enkelt sone (t-tester,  $p < 0,05$ ).

**Tabell 4.4.** Gjennomsnittlig smoltalder (i år, med standardavvik i parentes) for voksen laks fanget i ulike soner av Altaelva i 1981-2001 som smoltifiserte i periodene 1977-1985 og 1991-2000. Laks smoltifisert i 2000 består kun av èn-sjø-vinter laks, mens laks smoltifisert i 1999 består av èn- og to-sjø-vinter laks.

Periode	Sautso	Sandia	Vina	Jøra	Raipas
1977-1985	3,89 (0,59)	4,34 (0,59)	4,37 (0,58)	4,31 (0,61)	4,07 (0,66)
1991-2000	3,74 (0,71)	4,00 (0,63)	4,18 (0,59)	4,09 (0,59)	3,91 (0,66)

Både i perioden før og etter utbygging hadde èn- og tre-sjø-vinter laks fanget i Sautso større gjennomsnittlig smoltlengde enn laks fanget i andre deler av elva (**tabell 4.5**). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i smoltlengde før og etter utbygging, verken hos èn-sjø-vinter eller tre-sjø-vinter laks fanget i Sautso, Sandia, Vina og Raipas (t-tester,  $p > 0,05$ ). Smoltlengden til èn-sjø-vinter laks fanget i Jøra var signifikant større etter utbygging enn før utbygging (t-test,  $p = 0,048$ ). Reguleringen av Altaelva har derfor ikke påvirket laksens smoltalder og smoltlengde i Sautso på noen negativ måte.

**Tabell 4.5.** Gjennomsnittlig smoltlengde (i mm, med standardavvik i parentes) for èn-sjø-vinter laks og tre-sjø-vinter laks fanget i ulike soner av Altaelva i 1981-2001 som smoltifiserte i periodene 1977-1985 og 1991-2000. Smoltlengdene er estimert ved tilbakeberegning basert på analyser av skjell fra voksen laks.

Periode	Sautso	Sandia	Vina	Jøra	Raipas
<b>En-sjø-vinter</b>					
1977-1985	145,2 (21,9)	129,8 (18,4)	126,9 (18,6)	124,7 (21,0)	137,2 (23,1)
1991-2000	145,4 (22,1)	134,7 (20,3)	133,4 (18,5)	132,0 (18,1)	131,6 (21,2)
<b>Tre-sjø-vinter</b>					
1977-1985	153,6 (20,5)	140,8 (17,3)	139,3 (16,6)	139,1 (19,0)	138,0 (20,2)
1991-1998	151,0 (25,6)	143,0 (21,6)	141,2 (18,6)	140,9 (18,4)	138,6 (19,4)



## 4.4 Vinterdødelighet

Endringer i dødelighet om vinteren har vært en av hovedhypotesene for å forklare den reduserte produksjonen av laksunger i Sautso etter regulering (Ugedal et al. 2002, Næsje et al. 2005). Årsaken til dette er at den relative endringen i miljøfaktorer på grunn av regulering er størst om vinteren. Både vannføring og vanntemperatur har blitt høyere. Selv om økningen i vanntemperatur er liten (0,2 til 0,4 °C i gjennomsnitt) har den gitt en stor miljøendring ved at elvestrekninger i Sautso ikke islegges, eller bare delvis islegges. Før regulering var strekningen normalt islagt det meste av vinteren, med bare mindre råker. Bortfall av isdekke medfører at lysinnstrålingen øker betydelig (Finstad et al. 2005) med potensielle effekter på fiskens fysiologi og atferd, og at det beskyttende isdekke forsvinner slik at laksungene blir tilgjengelige for predatorer som fugl og pattedyr. Det er derfor gjennomført en rekke studier for å undersøke hvordan bortfall av isdekke kan påvirke laksungene i Sautso.

Det er generelt antatt at vinteren er en flaskehals for laksefisk, med høy dødelighet, og at fisken overlever ved å forbrenne lagringsfett (vesentlig triglyserider). Fiskens overlevelse er derfor avhengig av forholdet mellom mengden lagret fett og forbruket av energi. For laksunger fra Altaelva, med en svært lang vinter (6-7 måneder), er det vist at fisken også er avhengig av et betydelig næringsinntak for å overleve (Forseth et al. 2000). Berg & Bremseth (1998) kom til samme konklusjon for laksunger i ei elv i Trøndelag (Homla i Hommelvik). Dette betyr at også faktorer som påvirker fiskens fødeopptak, er viktig for vinteroverlevelsen.

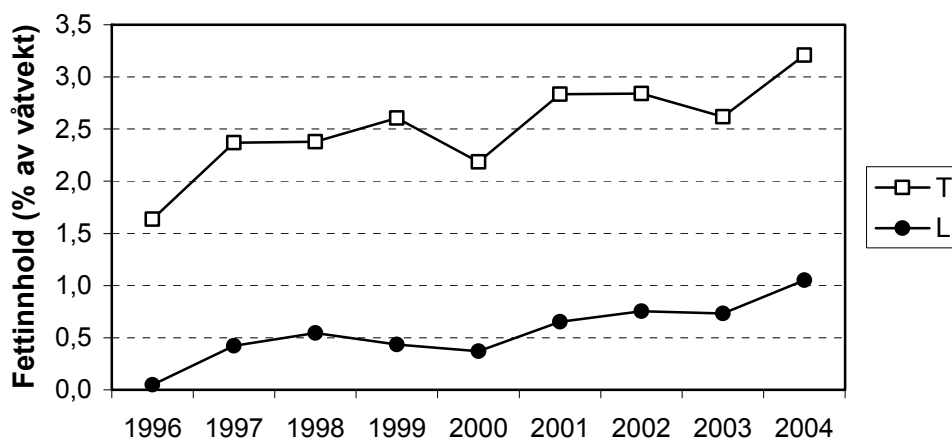
### 4.4.1 Fysiologisk kondisjon

Fra mars 1996 har det blitt gjennomført undersøkelser av laksungenes fysiologiske kondisjon i Altaelva. En viktig målsetning med undersøkelsene har vært å dokumentere eventuelle kritiske perioder i laksungenes årssyklus gjennom studier av fiskens kvantitative (mengde fett) og kvalitative (ulike fettklasser) fettinnhold (Næsje et al. 1998a, Forseth et al. 2000).

Undersøkelsene av fettinnhold i laksunger fra Altaelva har vist at den største akkumuleringen av fett skjer på sensommeren, slik at maksimumsverdier nåes om høsten. Gjennom vinteren forbrenner fisken mye eller alt av lagringsfettet (hovedsakelig triglyserider), og totale fettverdier når et minimum vanligvis i mai-juni (Forseth et al. 2000, Næsje et al. 2006). Når vi undersøker fiskens fettinnhold på slutten av vinteren er det viktig å være klar over at fisk som har hatt svært lite fett kan være døde og derfor ikke inngår i analysene. Et svært lavt innhold av lagringsfett i løpet av vinteren er en indikasjon på at fisken har energimeslige problemer, og at det kan skje ekstraordinær dødelighet. Vurdert ut fra fiskens innhold av lagringsfett i mai har vintrene i Sautso vært forskjellige med hensyn på hvor mye av lagringsfettet som er forbrukt i løpet av vinteren (**figur 4.5**). For eksempel avtok mengden lagringsfett i laksunger fra Sautso til svært lave nivåer vinteren 1996, og to- og treårige laksunger hadde i gjennomsnitt mindre enn 0,1 % lagringsfett i mai dette året. Denne vinteren må energimeslig sett ha vært svært vanskelig for laksungene i Sautso.

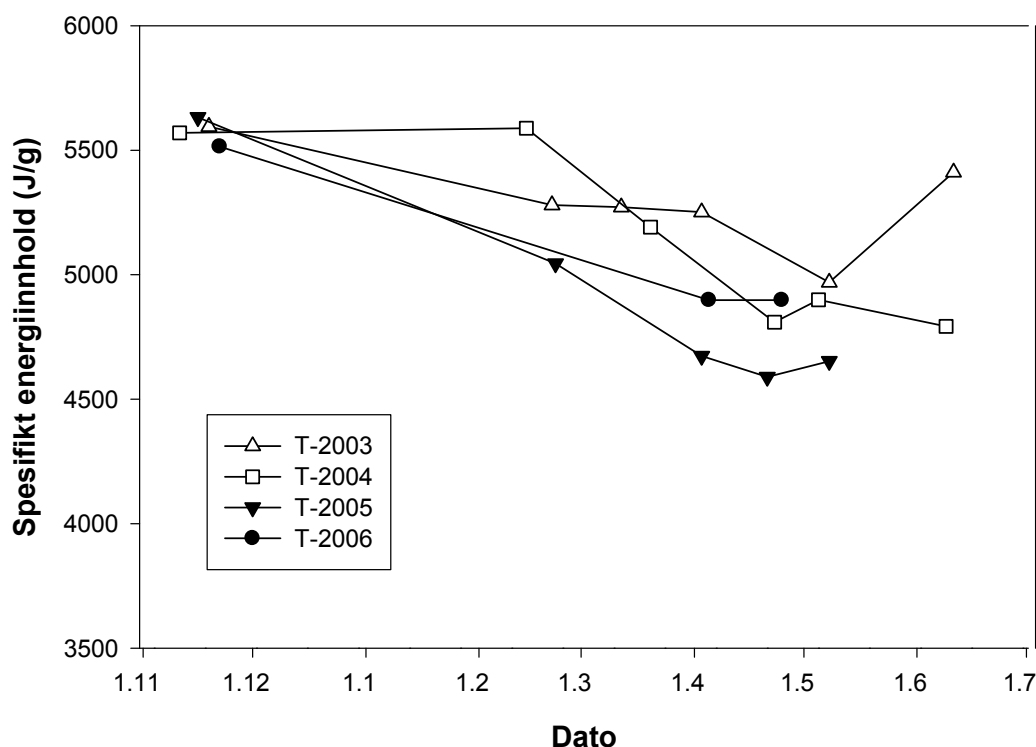
Fettinnholdet til laksunger i mai har vist en økende trend (Spearman rang korrelasjon, totalt fettinnhold:  $r_s = 0,85$ ,  $p = 0,04$ ; innhold av lagringsfett:  $r_s = 0,87$ ,  $p = 0,02$ ) i perioden 1996-2004 (**figur 4.5**). Dette tyder på at energistatusen til laksunger i Sautso i mai har blitt bedre de siste vintrene. I 2005 og 2006 ble ikke fettinnholdet målt direkte, men laksungenes energistatus gjennom vinteren ble undersøkt ved å bestemme fiskens tørrstoffinnhold, det vil si fiskens tørrvekt som en andel av dens våtvekt. Det er svært gode sammenhenger

mellom fiskens tørrstoffinnhold (eller vanninnhold) og dens totale energiinnhold (f.eks. Hartman & Brandt 1995, Berg & Bremset 1998), noe som ble bekreftet ved undersøkelser av laksunger i Altaelva vinteren 2001 (Finstad et al. 2004b). Utviklingen i laksungenes energistatus gjennom vinteren i perioden 2003-2006 viser at laksungene hadde et lavere energinivå på slutten av vinteren 2005 enn i 2003, 2004 og 2006 (**figur 4.6**). Vinteren 2004/2005 synes derfor å ha vært energimessig mer ugunstig for laksunger i Sautso enn de andre tre vintrene.



**Figur 4.5.** Totalt fettinnhold (T, % av fiskens våtvekt) og innhold av lagringsfett (L, triglyserider, % av fiskens våtvekt) for to- og treårige laksunger samlet inn i Sautso i mai i årene 1996-2004. Resultatene fra 2000-2004 er gjennomsnittsverdier basert på målinger av enkeltfisk, mens resultatene fra tidligere år hovedsakelig er basert på målinger av samleprøver.

En bedre energimessig status hos laksunger i Sautso på 2000-tallet kan ha flere årsaker. Det kan skyldes økt isdekke som følge av endret manøvrering, endringer i begroing, endringer i bunnsfauna og laksungenes ernæring eller forhold knyttet til alle disse faktorene. Hovedstasjonen for innsamling av laksunger om vinteren i Sautso (stasjon A15B Øvre Tørmene) ligger imidlertid i et område av elva der det fremdeles bare legger seg kantis. Det er derfor lite sannsynlig at den nye tappestrategien er den eneste årsaken til bedre energimessig status hos laksunger de seneste årene. På 2000-tallet har mengde begroing om vinteren avtatt, og artssammensetningen av begroingsalger har endret seg (se kap. 3). Disse endringene kan ha påvirket byttedyrenes produksjon og tilgjengelighet for laksunger. Laksungenes ernæring i april/mai har de seneste vintrene vært dominert av døgnfluelarver, steinfluelarver og vårfluelarver, i motsetning til på midten av 1990-tallet da små fjærmugglarver utgjorde en vesentlig del av dietten (se kap. 5). Et skifte til større næringsdyr om vinteren/våren kan ha bidratt til at energistatusen til laksungene på denne tiden av året har blitt bedre de siste vintrene. Til tross for at energistatusen til laksunger i Sautso har bedret seg utover 2000-tallet viser merke-gjenfangstundersøkelsen at vinteroverlevelsen til laksunger i Sautso fremdeles er lavere enn i områder av elva hvor det er permanent isdekke (se kap. 4.4.3).

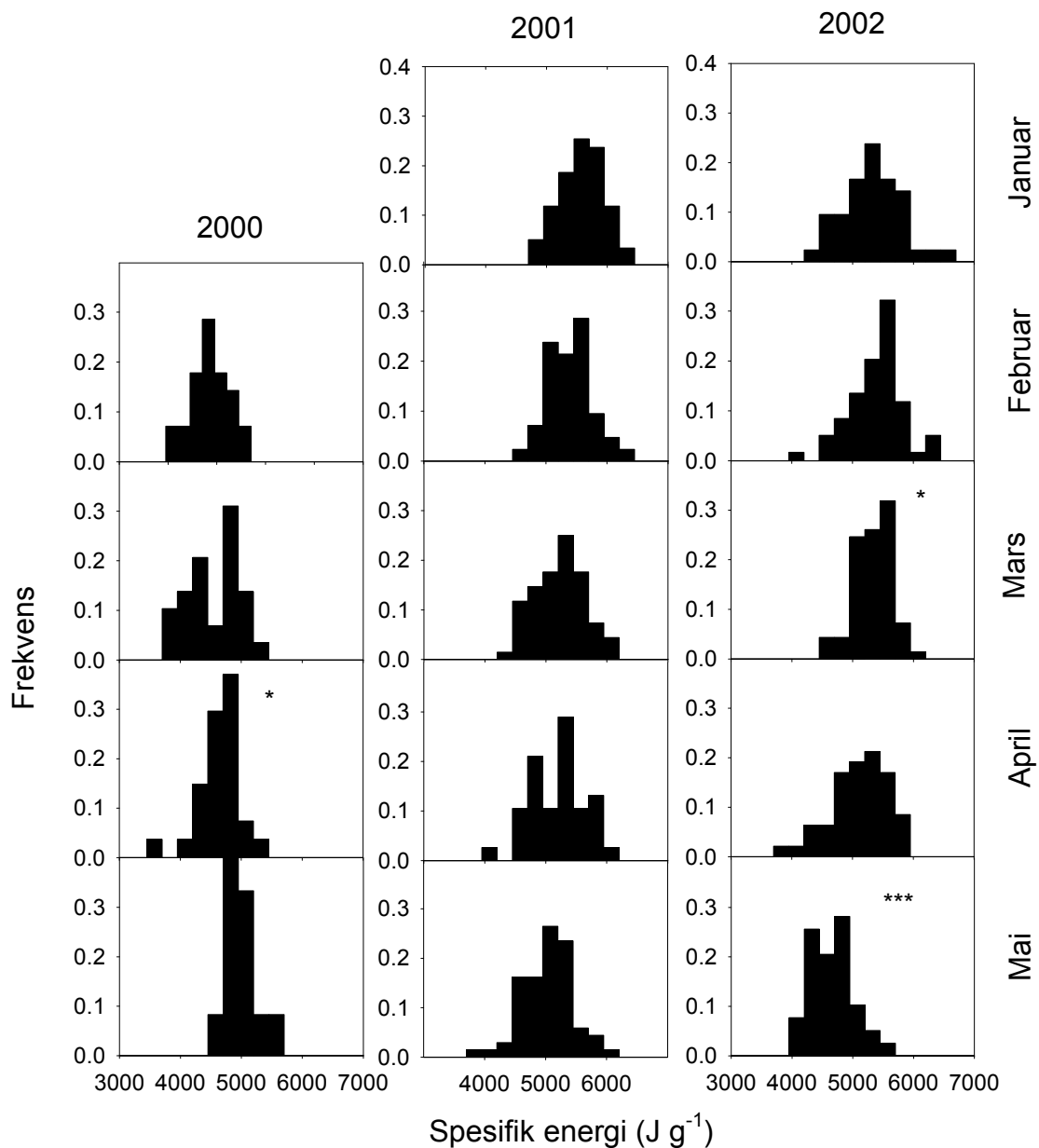


**Figur 4.6.** Utvikling i spesifikt energiinnhold (J/g våtvekt fisk) hos toårige laksunger i Sautso gjennom vinteren hos fisk samlet inn på stasjon A15B i 2003-2006.

#### 4.4.2 Energiavhengig dødelighet

Laksunger kan dø om vinteren på grunn av energiunderskudd, enten direkte fordi fisken ikke klarer å opprettholde den indre fysiologiske balansen eller indirekte på grunn av sykdom eller predasjon under næringssøk, som trolig intensiveres når energilagrene er tomme. I alle tilfeller vil en slik dødelighet innebære at fisk med laveste energistatus forsvinner fra bestanden i løpet av vinteren. Slik energiselektiv dødelighet har flere ganger blitt foreslått som en hovedårsak til vinterdødelighet hos ferskvannsfisk (Gardiner & Geddes 1980, Post & Evans 1989, Miranda & Hubbart 1994), men bevisene har vært relativt svake.

For å teste om vinteroverlevelse til laksen i Altaelva var avhengig av energinivå og fettlagre, samt for å anslå nedre kritiske energigrenser for overlevelse, gjennomførte vi en kombinert felt- og modelleringsstudie (Finstad et al. 2004b, 2005) basert på data fra Altaelva. Forandringer i spesifikk kroppsenergi hos lakseunger (2+ og nedre modal av 3+) fra Sautso ble studert gjennom månedlige innsamlinger i tre vintersesonger (2000, 2001 og 2002). I datamaterialet var det flere episoder hvor fordeling av kroppsenergi i populasjonen hadde forandret seg slik at dette ikke kunne forklares på andre måter enn ved energiavhengig dødelighet (det vil si at fisk med den laveste energistatusen dør, **figur 4.7**). Undersøkelsen bekreftet også at energinivåer i størrelsesorden 4000 til 4700 J/g var kritisk lave, noe som sammenfaller med energinivåer hvor fisken har brukt opp reservene av lagringsfett (triglyserider).



**Figur 4.7.** Fordeling av vektspesifikk kroppsenergi (Joule per gram) for ungfisk av laks innsamlet i Sautso vintrene 2000, 2001 og 2002. Stjerne angir signifikant reduksjon i andelen individer med lavt energiinnhold (venstre hale av fordelinga) i forhold til foregående måned (\* $p < 0,05$ , \*\*\* $p < 0,001$ ).

#### 4.4.3 Estimat av vinteroverlevelse i Sautso og Gargia

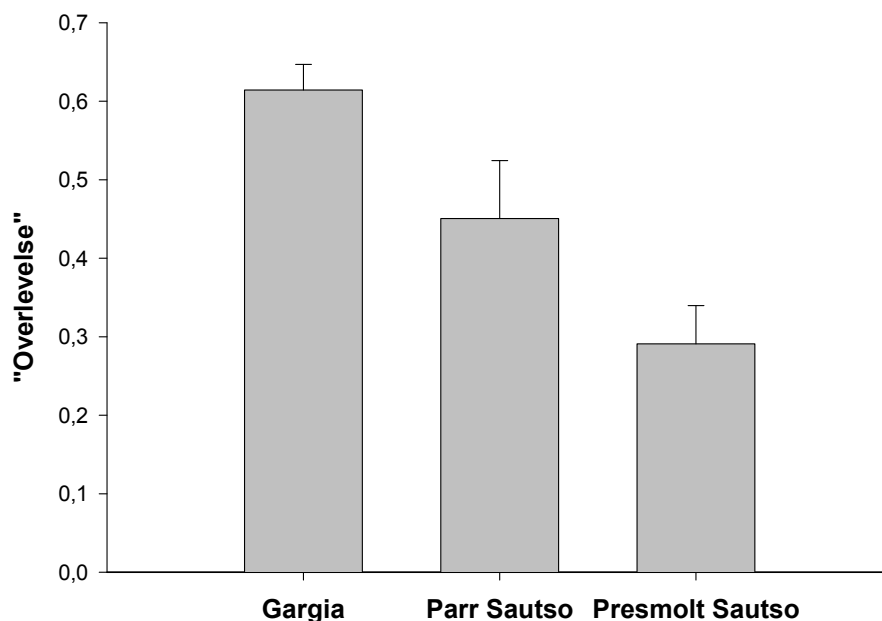
Vinteren 2004-2005 ble det gjennomført merking-gjenfangstforsøk for å estimere vinteroverlevelse i to områder i Altaelva. Områdene ble valgt ut fra tidligere habitatkartlegging (Økland et al. 2003) slik at de skulle være så habitatmessig like som mulig. Den øverste stasjonen lå i Tørmenen i Sautso hvor det etter regulering har vært svært lite is. Den andre stasjonen lå i Gargia hvor isleggingen er som før regulering. Det ble merket et høyt antall fisk med PIT-merker på begge stasjonene i oktober 2004 (**tabell 4.6**), og gjenfangst ble gjennomført i to runder våren 2005. PIT-merker gjør oss i stand til å følge enkeltindivider, og ved å gjennomføre flere fangstrunder kunne vi benytte tradisjonelle fangst-merking-gjenfangst metoder for å beregne overlevelsen (Lebreton et al. 1992). Overlevelse ble beregnet i programmet MARK (White & Burnham 1999), og valget mellom ulike modeller ble gjort med Akaikes Informasjons Kriterium (AIC) (Akaike 1974, Anderson & Burnham 1999) (se Næsje et al. 2005 for detaljer).

**Tabell 4.6** Antall merkede og gjenfangede laksunger benyttet til estimering av overlevelse i Gargia og Sautso fra høst 2004 til vår 2005.

Sted	Parr (<105 mm)		Presmolt (≥105 mm)	
	Antall merket	Antall gjenfanget	Antall merket	Antall gjenfanget
Gargia	694	291 (42 %)	747	290 (39 %)
Sautso	486	103 (21 %)	740	101 (14 %)

Ved beregning av overlevelse ble materialet delt i fire grupper. Vi skilte mellom områder (Sautso og Gargia) og mellom to størrelsesgrupper av fisk. Laksunger større enn eller lik 105 mm ble betegnet som presmolt, mens laksunger mindre enn 105 mm ble betegnet som parr. I Gargia var vinteroverlevelsen tilnærmet lik for parr og presmolt, og overlevelsen til begge gruppene ble estimert til 61 %. I Sautso ble overlevelsen til parr estimert til 45 %, mens bare 29 % av presmolten så ut til å overleve vinteren (**figur 4.8**). Lavere overlevelse for presmolt enn parr i Sautso samsvarer med resultatene fra tetthetsovervåkingen, hvor det ser ut til at det er spesielt de eldre og større fiskene som forekommer i avvikende lave tettheter i Sautso etter regulering (se kapittel 4.2).

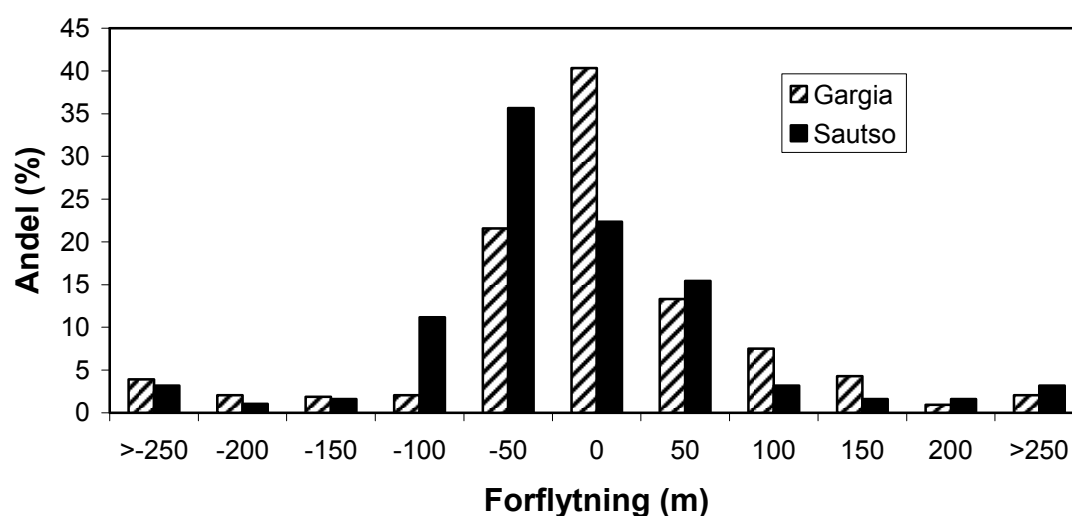
Overlevelse til de minste fiskene (klassifisert som parr) som ble merket høsten 2004 ble fulgt videre fram til våren 2006 i Sautso. I forbindelse med merkingen av smolt ble Tørmenen i Sautso overfisket to ganger våren 2006, og fisken ble sjekket for PIT-merker. I Gargia var dette ikke mulig på grunn av ugunstige forhold for gjenfangst våren 2006. Det ble totalt gjenfanget 12 PIT-merkede fisk (klassifisert som parr ved merking) våren 2006. Undersøkelsene i 2006 tyder på at overlevelsen hos presmolt i Sausto fra våren 2005 til våren 2006 var på 36 %. Siden denne overlevelsen er beregnet over en lengre periode enn overlevelsen som ble beregnet fra høsten 2004 til våren 2005 (29 % for presmolt i Saustso), tyder dette på at overlevelsen til presmolt i Sautso kan ha vært noe høyere vinteren 2005/2006 enn vinteren 2004/2005. De nye gjenfangstene av PIT-merket fisk som ble gjort i 2005 og 2006 sesongene førte ikke til at estimatet for overlevelse av parr i Sautso vinteren 2004/2005 endret seg. Med de nye dataene ble overlevelsen fortsatt beregnet til 45 %.



**Figur 4.8.** Estimatert av "overlevelse" ( $\Phi$ ) + standard feil (SE) for laksunger fra oktober 2004 til april/mai 2005 i to områder av Altaelva.

Fordi estimatene for overlevelse ble gjort på begrensede områder av elva kan det ikke utelukkes at noe av tapet av fisk skyldes utvandring fra feltene. For at den *relative* forskjellen i overlevelse mellom Sautso og Gargia skal bli feil må imidlertid utvandringen fra områdene være forskjellige, ved at for eksempel mer fisk vandrer ut fra feltet i Sautso enn i Gargia. Dette kan selvsagt ikke utelukkes fordi miljøforholdene for laksunger, som vil bli vist nedenfor, ser ut til å være mindre gunstige i Sautso enn lengre nede. Fisk kan derfor teoretisk velge å forlate ugunstige miljøforhold for å lete etter bedre forhold. Et slikt fenomen vil imidlertid ikke forandre vurderingene av tilstanden i Sautso, dels fordi slike lengre forflytninger i seg selv kan innebære økt dødelighet, og dels fordi en forflytning fra Sautso medfører at produksjonskapasiteten i området ikke utnyttes på samme måte som før regulering, samtidig som presset på områder lengre nede kan øke (unaturlig forhøyede tettheter spesielt av større laksunger). I tillegg ble første gjenfangst av merket fisk av praktiske årsaker gjennomført en måned tidligere i Sautso enn i Gargia i 2005 (startdato henholdsvis 1. april og 1. mai). Fisken i Gargia har således opplevd en måned ekstra med dødelighet, i en del av vinteren som ut fra studiene i Altaelva ser ut til å være spesielt kritisk (Forseth et al. 2000, Ugedal et al. 2002, Finstad et al. 2004b, 2005). Dette betyr at forskjellene mellom de to områdene i "tilsynelatende overlevelse" er undervurdert. Ved merking av fisk ble hvert individs posisjon stedfestet til 25 m lange elvestrekninger, og ved gjenfangst ble individenes posisjon stedfestet med samme presisjon. Forflytninger av fisk innen gjenfangstområdet kunne derfor bestemmes med rimelig stor nøyaktighet. Videre ble fisk fra større områder på oversiden og nedsiden av merkeområdene sjekket for merker. Disse gjenfangstdataene tyder ikke på at det var vesentlige forskjeller i fiskens forflytning mellom Sautso og Gargia (**figur 4.9**). Det er således rimelig å konkludere at merking-gjenfangstforsøkene sammen med annen kunnskap fra Altaelva (blant annet ungfiskundersøkelser, undersøkelser av fysiologisk kondisjon og næringsinntak om vinteren) viser at vinterover-

levelsen i Sautso i dag er omlag halvparten så god som lengre ned i elva, og i størrelsesorden henholdsvis 30-45 % i Sautso og 60 % i Gargia.



**Figur 4.9.** Forflytning (målt som avstand mellom merkestasjon og gjenfangststasjon) i løpet av vinteren 2004-2005 hos laksunger i Sautso og Gargia. Benevningen på x-aksen angir midtpunktet i 50 m intervaller.

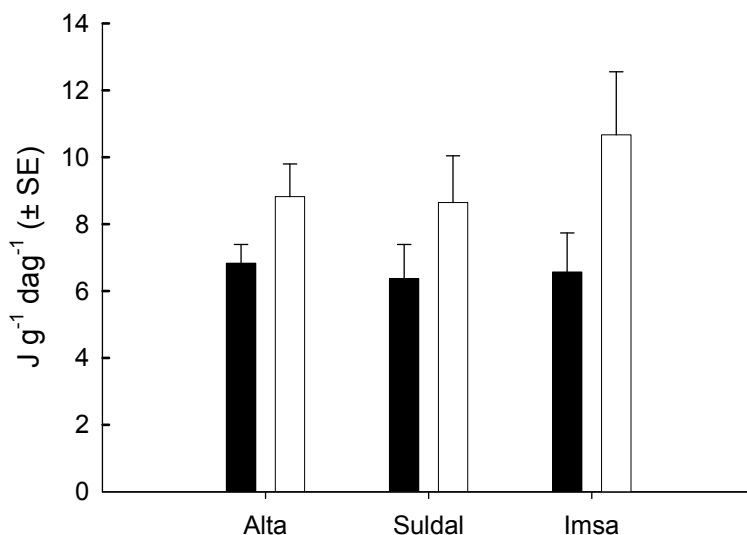
#### 4.4.4 Årsaker til redusert vinteroverlevelse i Sautso

Med utgangspunkt i kunnskapen om betydningen av vinteren for laksungers dødelighet, den påviste energiavhengige dødeligheten i Sautso og forskjellen i estimert overlevelse i Sautso og Gargia, vil vi nedenfor fokusere på å sannsynliggjøre hvordan de ulike miljøendringene i Sautso etter regulering har bidratt til økt vinterdødelighet. Ulike miljøfaktorer som kan tenkes å påvirke vinteroverlevelsen til laksunger har blitt undersøkt i flere kontrollerte laboratorieforsøk (Forseth et al. 2000, Finstad et al. 2005).

Den første miljøfaktoren som ble undersøkt var vanntemperaturens direkte effekt på fiskens metabolisme (stoffskifte). Fordi metabolismen hos laks, og alle andre fisk, øker med vanntemperatur vil en økning i vanntemperaturen øke fiskens levekostnader. Ved å kombinere eksperimenter som etablerte sammenhengen mellom vanntemperatur og metabolisme for laksunger fra Altaelva med felldata for lagret fett (Forseth et al. 2000), ble det ved energimodeller vist at den økte metabolismen på grunn av økt vanntemperatur var så liten at den i seg selv ikke representerer noe problem for fisken i Sautso.

Den andre miljøfaktoren som ble undersøkt var endringer i lysinnstråling når isen forvinner. Det ble i eksperimenter med laksunger fra Altaelva vist at fiskens metabolisme var 23 % høyere hos fisk holdt i lys (6 timers dag) enn hos fisk holdt i totalt mørke (Finstad et al. 2004a, 2005, **figur 4.10**). Årsaken til dette er at lyset påvirker fiskens fysiologi (McCormick & Saunders 1987, Hoar 1988). Økt lysinnstråling når isen forsvinner øker energikostnadene betydelig for fisken. Det var imidlertid mulig at dette økte forbruket kan kompenseres gjennom et økt næringsinntak. De første forsøkene som ble gjennomført ga tilsynelatende støtte for en slik hypotese (Finstad et al. 2004a, 2005). Veksten til fisk holdt i kar med 6-timers lys var like stor som hos fisk holdt i mørke, og næringsinntaket var større i kar med

lys. Det er rimelig å anta at høyere næringsinntak i lys skyldes at det er lettere for fisken å finne maten i lys enn i mørke (Fraser & Metcalfe 1997). Veksteffektiviteten (andelen av inntatt næring som blir til fiskekjøtt) var derimot lavere i lys, i samsvar med den høyere metabolismen som en følge av lysets direkte virkning på fiskens fysiologi. Dette var imidlertid forsøk gjennomført i kar med overskudd av fôr fra fôrautomater, og som ga positiv vekstrate ved en temperatur så lav som 1 °C. I naturen er maten vanskeligere tilgjengelig og fisken vil ikke vokse ved så lave temperaturer.



**Figur 4.10.** Effekten av endret lysregime på hvileforbrenning (J per g per dag) for ungfisk av Altalaks, Imsalaks og Suldalslaks. Hvileforbrenningen ble målt hos fisk som ble holdt i kar med henholdsvis 6 timers dagslys (hvite stolper) eller kun i mørke (svarte stolper).

Som en tredje miljøeffekt ble derfor den kombinerte effekten av endringer i lys og endringer i skjulforhold ved islegging testet. Disse forsøkene ble gjennomført i seminaturlige renner hvor fisken måtte finne naturlige byttedyr. I de første forsøkene ble heldekkende isdekke simulert ved å tildekke halvparten av rennene med svart plastikk, mens resten ble dekket med klar plastikk (Finstad et al. 2004a, 2005). Rennene representerte et betydelig tøffere miljø for fisken enn i karforsøkene, og på samme måte som i naturen tapte all fisk energi i løpet av forsøkene (negativ vekst). Energitalpet var imidlertid betydelig høyere (20 %) i renner med klar plastikk enn i renner dekket med svart plastikk, som både stenger ut mye av lyset og hindrer fiskens i å se omgivelsene utenfor rennene (slik et isdekke gjør). I kontrast til resultatene fra karforsøkene var næringsinntaket betydelig mindre i renner dekket med klar plastikk, og under mer naturlige forhold ser det altså ut til at fjærning av isdekke fører til at fisken spiser mindre. Felldata fra Altaelva viser at dette ikke bare er et laboratoriefenomen. Næringsopptaket under naturlige forhold i Altaelva, både målt som andelen fisk med tomme mager og magefyllingsgraden til fisk med mat i magen var betydelig lavere gjennom vinteren for fisk fra Sautso enn på en referansestasjon lengre ned i elva med isdekke (Forbygningen) (tabell 4.7). Disse observasjonene (i lab og felt) kan forklares med at laksunger nesten utelukkende er aktive i mørke om vinteren, og at de ligger i skjul om dagen når det er lyst (Fraser & Metcalfe 1997). Om vinteren har laksunger lav metabolisme og lav svømmekapasitet, og for å unngå varmbloedige predatorer (pattedyr og fugl) vil de i størst mulig grad unngå å eksponere seg i dagslys (Metcalfe et al. 1999).



**Tabell 4.7.** Antall fisk undersøkt (n), andel fisk med tomme mager (% T), gjennomsnittlig magefyllingsgrad basert på all fisk undersøkt (MF), og gjennomsnittlig fyllingsgrad for fisk med mageinnhold (MFM) for laksunger i Sautso og Forbygningen i månedene januar til juli 1996-2001.

Måned	Sautso				Forbygningen			
	n	% T	MF	MFM	n	% T	MF	MFM
Januar	283	43,5	1,3	2,4	27	7,4	3,4	3,7
Februar	255	59,2	0,9	2,2	120	15,0	2,8	3,2
Mars	430	48,1	1,3	2,5	219	16,4	2,9	3,4
April	494	41,1	1,5	2,5	233	12,9	3,0	3,3
Mai	484	24,6	2,2	3,0	418	27,0	2,2	3,0
Juni	192	6,8	3,3	3,5	201	0	4,2	4,2
Juli	335	3,0	3,3	3,4	277	2,5	3,2	3,3

I et siste forsøk ble effekten av delvis isdekke undersøkt ved at bare halvparten av hver renne ble dekket til (Finstad et al. 2005). Kontrollrennene var uten dekke. Også simulert delvis isdekke ga positiv effekt, selv om effekten var svakere enn i forsøk med heldekkende is. Fisk i renner med delvis isdekke tapte i gjennomsnitt 5 % mindre energi enn fisk i renner uten isdekke. Samtidig med at resultatene fra dette forsøket bekreftet resultatene fra forsøkene med simulert heldekkende is, viste forsøkene også at fisken brukte de isdekte områdene aktivt som skjul. I renner med simulert delvis isdekke ble det observert færre fisk enn i sammenlignbare deler av renner uten simulert isdekke. Vi observerte heller aldri aktive fisk over substratet på dagtid, og først i skumringen kom fisken ut av skjul og var aktive. Dette bekrefter mønstrene for døgnaktivitet hos laks (Fraser & Metcalfe 1997).

Forsøkene beskrevet i dette kapitlet, satt sammen med den generelle kunnskapen om vinterøkologi hos laksefisk, viser at fisken står overfor flere problemer når isen forsvinner fra ei elv som naturlig islegges som Altaelva:

- Utgiftene til å holde seg i live øker fordi metabolismen (stoffsiftet) øker når lysinnstrålingen øker. Dette øker forbrenningen av lagringsfett og gjør fisken mer (og/eller tidligere) avhengig av eksternt næringsinntak.
- Mulighetene til å fange mat reduseres fordi perioden med mørke blir kortere. Resultatet er lavere næringsinntak. Laksungene i Altaelva er avhengig av et betydelig næringsinntak for å overleve vinteren.
- Predasjonsrisikoen øker fordi elva blir tilgjengelig for predatorer som ellers i høy grad er stengt ute fra elva av isdekket. Denne effekten kan forsterkes dersom lav energistatus tvinger fisken til mer aktivt næringssøk, også under mer ugunstige lysforhold for fisken.

Selv om det ikke er framskaffet direkte bevis for at endringer i islegging i Sautso har økt vinterdødeligheten, har laboratorieforsøk, feltinnsamlinger og estimat av vinteroverlevelse sannsynliggjort en slik effekt. Å finne korrelative bevis (det vil si signifikante statistiske sammenhenger mellom ulike miljøparametere og bestandsparametere) er svært vanskelig, spesielt fordi de bestandsdynamiske og miljømessige endringene har vært store i området etter kraftreguleringen (Ugedal et al. 2002). I tillegg til endringer i islegging er det overveiende sannsynlig at raske vannstandsendringer, spesielt de første årene etter regulering,

medførte ekstra dødelighet i ungfiskbestanden (Ugedal et al. 2002). En lengre periode med kraftig begroing kan ha påvirket produksjonen og tilgjengeligheten av byttedyr, og det er observert et skifte i byttedyrssammensetting (art- og størrelsesfordeling; kap. 5) i området. Det er også sannsynlig at næringsalltilførselen har endret seg i perioden etter reguleringen (kap. 3). I tillegg kommer de endringene fiskebestanden har vært gjennom med en kraftig reduksjon i ungfiskproduksjon i perioden fram til 1996, som resulterte i en påfølgende svikt i rekrutteringen på grunn av for få gytefisk i Sautso. Den valgte tilnærmingen med kontrollerte laboratorieforsøk kombinert med modellering av felldata, med klare og entydige resultater, gjør imidlertid at vi konkluderer at det er overveiende sannsynlig at endringer i isdekke i Sautso etter regulering er en viktig årsak til høyere vinterdødelighet hos laksunger, og at dette har bidratt til de observerte bestandsendringene.

#### 4.4.5 Vintervannføring og vinteroverlevelse

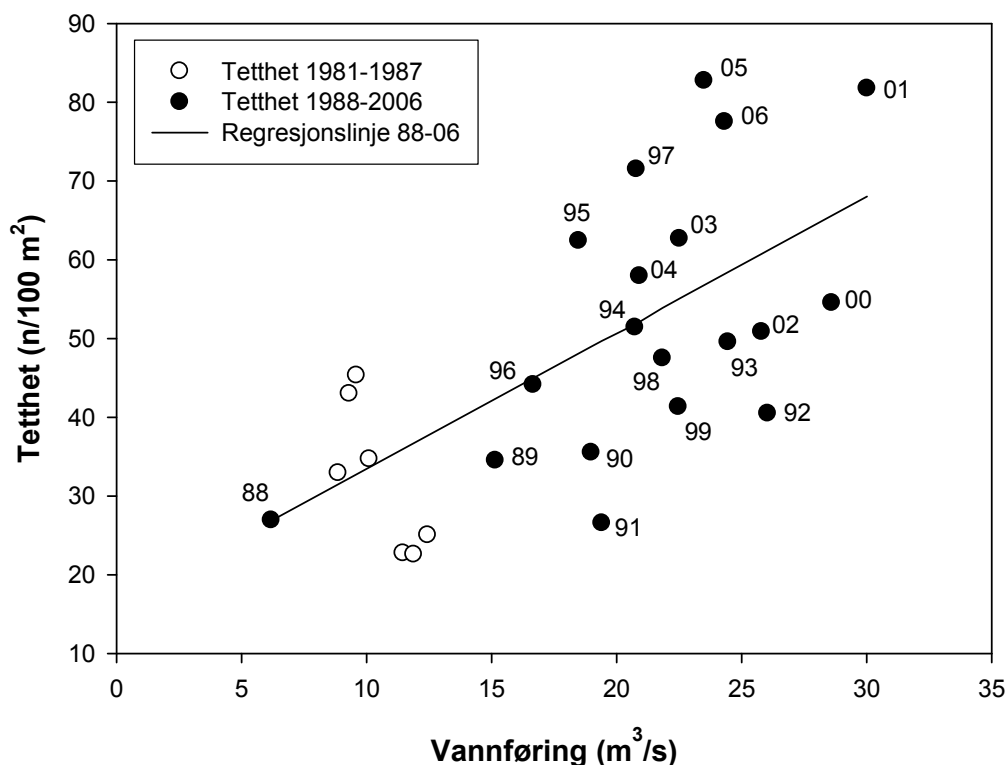
En annen miljøendring med potensial til å påvirke vinteroverlevelse hos laksunger i Altaelva er økt vintervannføring. Gjennomsnittsvannføringen fra 1. desember til 1. mai har økt fra 14 m<sup>3</sup>/s før regulering til 29 m<sup>3</sup>/s etter regulering (Kista vannmerke: 1972-1986 og 1988-2003). Laveste årlige ukemiddelvannføring om vinteren var i gjennomsnitt 9,6 m<sup>3</sup>/s før regulering, mens den etter regulering har økt til 21,7 m<sup>3</sup>/s. Vannføringen om vinteren var positivt korrelert med overlevelsen til laksefisk i undersøkelser i åtte elver (Gibson & Myers 1988, Hvidsten 1993, Cunjak et al. 1998, Hvidsten et al. 2004), og med smoltproduksjonen i en av dem (Orkla; Hvidsten et al. 2004). Disse studiene viser derfor at økt vintervannføring kan gi bedre vinteroverlevelse. En slik positiv effekt vil teoretisk kunne virke i hele Altaelva og potensielt gi stor effekt på bestanden. Det ble derfor gjennomført korrelasjonsanalyser for å undersøke om det var sammenhenger mellom minste vintervannføring og ungfisktettheter på stasjonene nedenfor Sautso (**tabell 4.8**).

På de fire elfiskestasjonene i midtre del av elva (A6 i Jøra og A8 i Vina, og A10 og A12 i Sandia) har tettheten av ungfisk økt signifikant fra 1981 og fram til 2006, og til dels betydelig på en av dem (A8). På de tre nederste stasjonene var det en signifikant sammenheng mellom tettheten av ungfisk og gjennomsnittsvannføringen i uken med laveste vannføring (laveste ukemiddel) vinteren samme år som tettheten ble beregnet (**tabell 4.8**). Sammenhengene var signifikante på alle fire stasjonene når korrelasjonene ble kjørt mot gjennomsnittlig laveste ukemiddel for de to siste vintrene (gjennomsnitt av vinteren samme år som tetthetsberegningene og året før). Ett- og toårige laksunger dominerer i tetthetsfisket, og ved å ta inn de to siste vintrene dekkes vinterforhold for begge disse. Ser man alle stasjonene nedenfor Sautso under ett var det også en sterk signifikant sammenheng mellom gjennomsnittlig ungfisktetthet og laveste vintervannføring (**tabell 4.8**). Laveste ukemiddel for vintervannføring den siste vinteren forklarte 32 % av variasjonen i fisketetthet på stasjonene nedenfor Sautso, mens gjennomsnittlig laveste ukemiddel de to siste vintrene før tetthetsfisket forklarte 45 % av variasjonen i fisketetthet. Regresjonsmodellene tyder på at en tilnærmet doubling i minstevannføring etter regulering (fra 9,6 til over 21,7 m<sup>3</sup>/s) har gitt en 48-66 % økning i ungfisktetthet.

**Tabell 4.8.** Sammenhenger mellom minstevannføring om vinteren (laveste ukemiddel i perioden januar - mai) og tetthet av ungfisk (årlig gjennomsnitt for perioden juli - september) på ulike elfiskestasjoner i Altaelva i perioden 1981-2006. Sammenhengene er beregnet både for vannføring samme vinter som tetthetene er estimert og for gjennomsnittet av vannføring samme vinter og foregående vinter. Regresjonsmodellenes prediksjoner vedrørende effekten av økt minstevannføring om vinteren etter regulering (økt gjennomsnitt fra 9,6 til 21,7 m<sup>3</sup>/s) på tettheten av laksunger er også vist som % økning i tetthet.

Stasjon	Skjærings- punkt	Stignings- tall	R <sup>2</sup>	p	% økning i tetthet
<b>Vannføring samme vinter</b>					
A6 Sorrisniva	38,7	1,90	0,20	0,023	40
A8 Gargia	13,6	1,85	0,47	<0,001	71
A10 Mikkeli	16,9	1,16	0,16	0,043	50
A12 Gabo	16,8	0,65	0,11	0,099	34
Gjennomsnitt alle	21,5	1,39	0,32	0,002	48
<b>Snitt vannføring samme vinter og foregående vinter</b>					
A6 Sorrisniva	28,5	2,48	0,29	0,004	57
A8 Gargia	5,0	2,34	0,66	<0,001	103
A10 Mikkeli	13,4	1,37	0,19	0,025	62
A12 Gabo	13,8	0,82	0,15	0,050	46
Gjennomsnitt alle	15,2	1,75	0,45	<0,001	66

Den sterke tidstrenden i utvikling i tetthet på elfiskestasjonene i Jøra-Sandia (se kap. 4.2) gjør imidlertid at resultatene må tolkes med forsiktighet, og det kan ikke utvetydig konkluderes med at økt vintervannføring har gitt økt tetthet av laksunger i denne delen av elva. Økningen i laveste vintervannføring er stor etter regulering, og denne tidstrenden i vannføring påvirker analysene. Baserer man seg på fisketettheter bare etter regulering (1988-2006) er det fortsatt en signifikant sammenheng mellom ungfisktetthet på stasjonene nedenfor Sausto og gjennomsnitt for laveste ukemiddel for vintervannføring de to siste vintrene før tetthetsfisket (**figur 4.11**; R<sup>2</sup> = 0,31, p = 0,014). Sammenhengen drives i noen grad av de avvikende lave vintervannføringene i 1987 og 1988 (ungfisktettheter sommeren 1988 og 1989), og sammenhengen blir ikke-signifikant dersom disse to punktene fjernes (R<sup>2</sup> = 0,14, p = 0,15). Stigningstallet endres imidlertid lite (fra 1,7 til 1,6) om disse to punktene fjernes fra analysen. Selv etter regulering ser altså variasjonen i vannføring ut til å påvirke tetthetene av laksunger nedenfor Sautso i en viss grad, noe som styrker konklusjonen om at økt minste vintervannføring har bidratt til økt tetthet av laksunger i disse delene av elva.



**Figur 4.11.** Sammenhenger mellom minstevannføring om vinteren (laveste ukemiddel i perioden januar - mai) og gjennomsnittlig tetthet av ungfisk (årlig gjennomsnitt for perioden juli - september) på elfiskestasjonene nedenfor Sautso (A4-A12) i Altaelva i perioden 1981-2006. Vannføringen er gjennomsnittlig laveste ukemiddel for de to siste vintrene før tetthetene ble estimert.

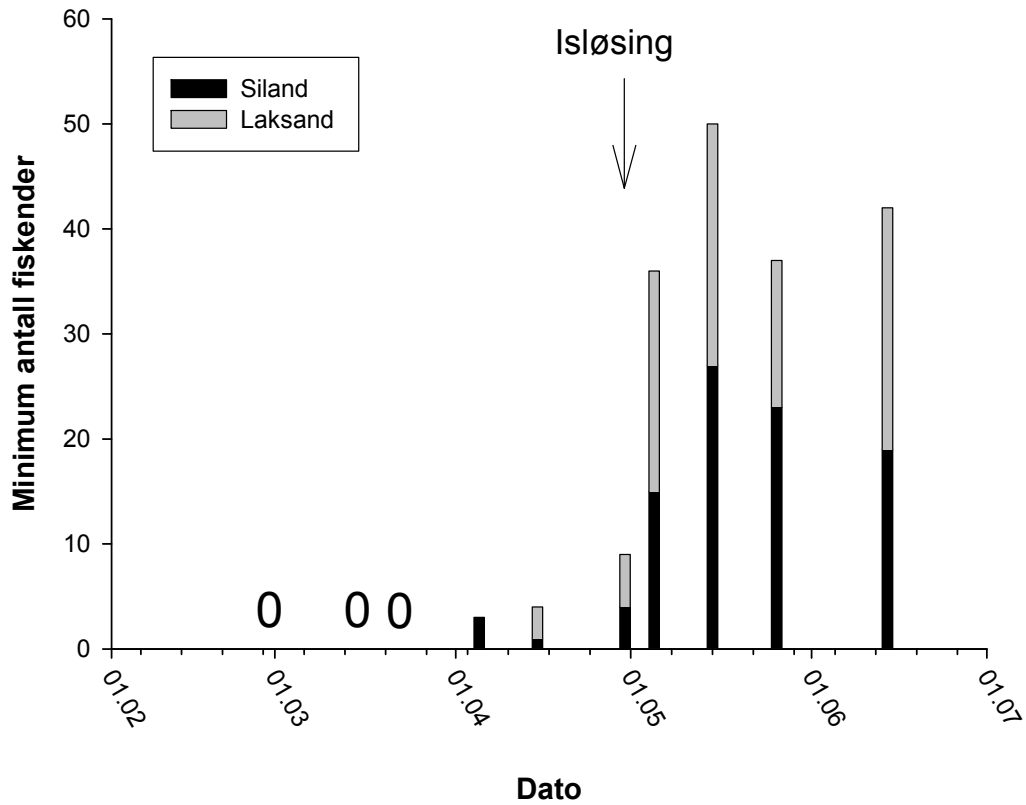
Samlet sett, basert på sammenhengene mellom ungfisktetthet og vintervannføring i Altaelva, og lignende relativt sterke sammenhenger fra så mange som åtte elver (Gibson & Myers 1988, Hvidsten 1993, Cunjak et al. 1998, Hvidsten et al. 2004), inklusive den spesielt sterke og godt dokumenterte effekten på smoltproduksjonen i Orkla (Hvidsten et al. 2004), er det etter vår vurdering sannsynlig at økt vintervannføring etter regulering har bidratt til bedret vinteroverlevelse i hele Altaelva. Nedenfor Sausto, hvor endringene i isleggingsforholdene er små, har trolig økt vintervannføring gitt et positivt bidrag til vinteroverlevelsen og er en sannsynlig forklaring på økt ungfiskproduksjon i området. Sammenhengene mellom vintervannføring og fisketetthet drives imidlertid av økte tettheter over tid på alle stasjonene nedenfor Sautso. Her kan andre endringer over tid, for eksempel endringer i nærings-salttilførsel og/eller endringer i gytebestand og eggdeponering også ha bidratt til økt ungfisktetthet. I Orkla bidro både økt vintervannføring og en periode med økt nærings-salttilførsel til å forklare variasjonen i smoltproduksjon mellom år (Hvidsten et al. 2004). Det er derfor grunn til å anta at den isolerte effekten av økt vintervannføring i Altaelva etter regulering ikke er fullt så sterk som regresjonsmodellene tyder på (**tabell 4.8**).

## 4.5 Predasjon fra ender

Predasjon av laksunger fra laksand har blitt sett på som et problem i flere land (Russell et al. 1996). Dette gjelder spesielt dersom endene spiser større parr eller smolt, fordi dette trolig ikke vil bli kompensert ved tetthetsavhengig dødelighet (Russell et al. 1996), siden tetthetsavhengig dødelighet antas å ha mindre betydning jo eldre laksungene blir (Jonsson et al. 1998). Basert på undersøkelser i 2005 har vi anslått hvor mye mer laksefisk fiskandbestanden (laksand og siland) i Altaelva kan spise dersom elva blir isfri tidligere om våren enn det som er naturlig.

I perioden 14.-16. mai 2005 ble det registrert 184 fiskender (96 silender og 88 laksender) i Altaelva. I mageinnholdet til 60 tidligere skutte ender (både unger og voksne laksender og silender) ble det funnet 606 laks (90 %), 3 aure (0,4 %), 13 røye (1,9 %), 37 ubestemte laksefisk (5,5 %), 7 stingsild (1 %), 2 lake (0,3 %), og 5 insekter (0,7 %) (Næsje et al. 2005). Basert på simuleringer av endenes fødebehov og fødesammensetning spiser en fiskand i løpet av en dag 1,5 ettårige laksunger, 12 toårige laksunger, 12 treårige laksunger, 18 fireårige laksunger, og 3 individer av andre fiskearter (se Næsje et al. 2005 for detaljer). Disse tallene ble brukt for å vurdere hvor mange laksunger av de ulike aldersgruppene som kan bli spist av fiskender som en funksjon av antall ender i elva og antall ekstra dager elva er åpen. Trolig vil predasjon på presmoltstadiet (4+ og eldre) ha størst betydning for smoltproduksjonen i elva. Ut fra simuleringene vil 200 fiskender i løpet av en 30 dagers periode spise mellom 78 000 og 136 000 presmolt (Næsje et al. 2005). Dersom Altaelva blir isfri tidligere om våren, kan dette potensielt føre til en økt predasjon på laksunger fra fiskender. Det er imidlertid usikkert i hvilken grad det er ender i området som kan nytte seg av den økte tilgjengeligheten av laksunger i denne perioden. Silanda overvintrer i Finnmark, og endene flytter seg trolig etter områder med mye næring (Nygård et al. 1998, Lorentsen & Nygård 2001). Det er derfor mulig at silanda kan oppdage den økte tilgjengeligheten av næringsområder og dermed begynne å spise fisk i elva tidligere enn under naturlige forhold. For laksender er dette mer usikkert, siden laksanda er en mer utpreget trekkfugl og overvintrer lengre vekk fra elva.

Tellinger i perioden 28. februar til 14. juni 2006 tydet på at få fiskender ankom elva før isløsning. De første silendene ble observert 5. april, mens de første laksendene ble observert 15. april (**figur 4.12**). Etter isløsning var det relativt liten variasjon i antall fiskender mellom de ulike tellingene. Siden isløsningen ikke kom spesielt tidlig i 2006 var det ikke mulig ut fra våre undersøkelser å si noe konkret om en økt periode med åpen elv om våren kan føre til økt predasjon fra fiskender. Imidlertid ble det observert svært få ender i åpne områder av elva før elva ble åpen over store områder. Dette tyder på at endene i 2006 ikke ankom elva i store antall før i begynnelsen av mai. Antallet ender i 2006 var lavere enn det som ble observert ved den ene tellingen i midten av mai 2005. Antallet fiskender på Altaelva om våren synes derfor å kunne variere mellom år, noe som gjør våre vurderinger usikre.



**Figur 4.12.** Tellinger av fiskender (laksand og siland) i Altaelva i perioden 28. februar til 14. juni 2006. Perioder da det ble undersøkt for ender uten at noen ender ble observert er merket med null i figuren.

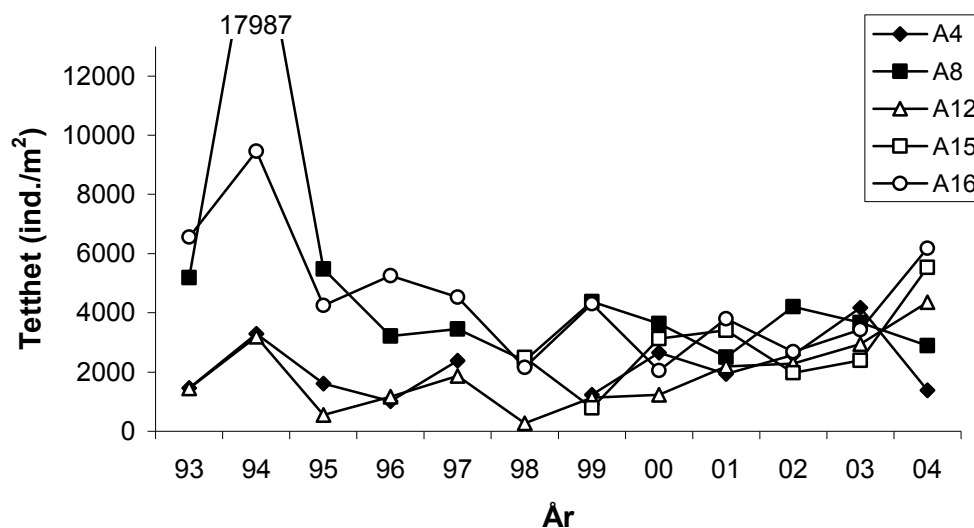
## 5 Bunnfauna, driv og ernæring

### 5.1 Bunnfauna

Bunnfaunaen i Altaelva og ernæring hos laksunger ble undersøkt årlig i perioden 1980-2004. I tillegg ble det analysert mageprøver av laksunger fra vintrene 2005 og 2006. Tromsø Museum utførte undersøkelsene i perioden 1980-1991, supplert med en begrenset prøvetaking i 1992 (Huru 1984, Bergersen 1987, 1992). Fra 1993 er undersøkelsene videreført ved NTNU, Vitenskapsmuseet som en del av NINAs oppfølgingsprogram i Altaelva (Næsje et al. 1998a, Ugedal et al. 2002, 2005).

Fra 1993 til 2004 ble bunnfaunaen i Altaelva undersøkt i fire perioder (vanligvis mai, juli, august og september) hvert år. Prøvetakingen var standardisert med fem prøver tatt med en modifisert Surber-sampler på hver stasjon i hver innsamlingsrunde. Hver prøve dekte et bunnareal på 1475 cm<sup>2</sup>. Surberprøvene ble supplert med sparkeprøver etter samme opplegg som ble benyttet i Altaelva fra 1981 (Bergersen 1992). Denne metoden gir ikke kvantitative data, men ble brukt for å vurdere relative tettheter og for å gi informasjon om arts-sammensetning. Da det ble dokumentert at forholdene i Sautso vinter og vår skapte problemer for laksungene, ble prøveprogrammet fra og med 2002 utvidet med vinterprøver.

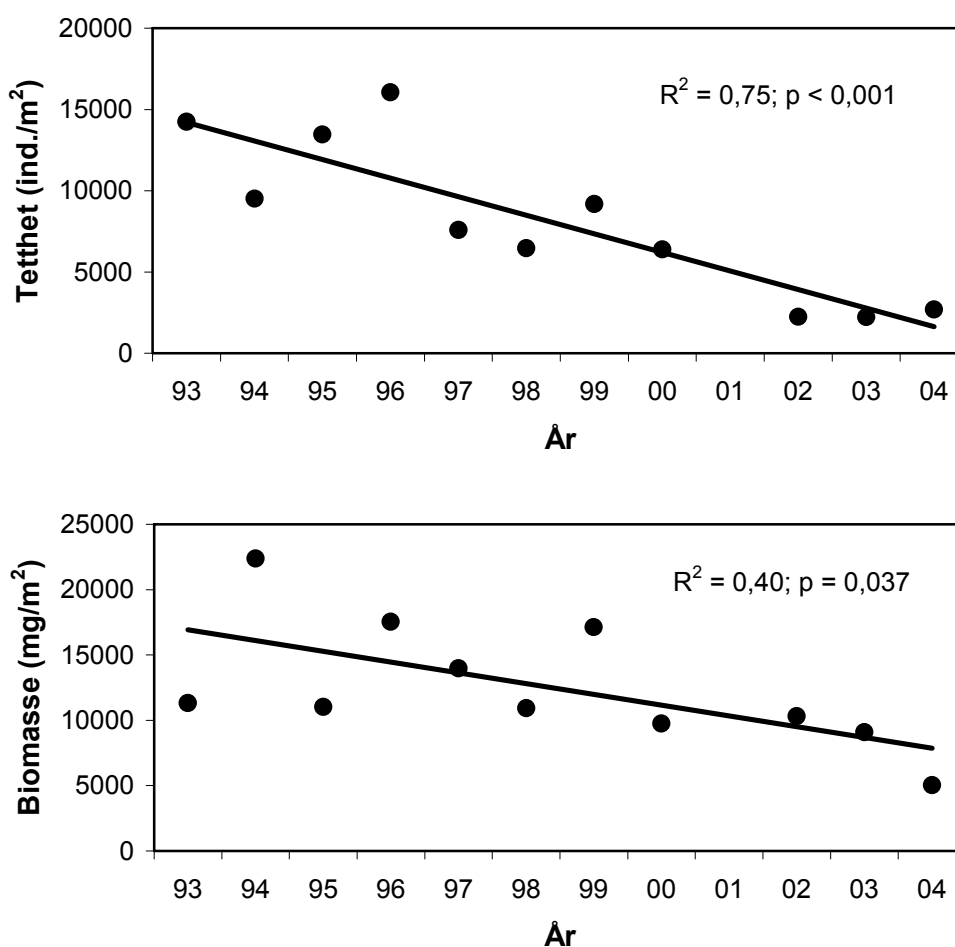
Kvantitative prøver av bunnfaunaen i perioden 1993-2004 viser at Altaelva gjennomgående har høy bunndyrtetthet. I årsgjennomsnitt, basert på prøver fra mai - september, har vanlige verdier ligget på 2 500 - 5 000 individer per m<sup>2</sup> på stasjonene i Sautso (A15 og A16) og på stasjonen i Vina (A8), og 1 000 - 2 000 individer per m<sup>2</sup> på stasjonene i Raipas (A4) og Sandia (A12) (**figur 5.1**). Utviklingen over tid tyder på en utjevning av de store tetthetsforskjellene mellom stasjoner som ble registrert de første årene av langtidsserien som startet i 1993.



**Figur 5.1.** Utvikling av gjennomsnittlig bunndyrtetthet (antall individer per m<sup>2</sup>) for mai - september på ulike stasjoner i Altaelva i perioden 1993-2004.

Fjærmygglarver har antallsmessig vært den sterkt dominerende dyregruppen i bunnfaunaen, etterfulgt av døgnfluenymfer, vårfluelarver og steinfluenymfer. Av de tre sistnevnte grupper er det registrert henholdsvis 16, 21 og 14 arter (Ugedal et al. 2005). Artsutvalget har vært meget stabilt, men dominansforholdene har vært ulike i øvre og nedre del av elva. Andre grupper enn de som er nevnt, har i de fleste tilfeller utgjort mindre enn 1 % av bunnfaunaen. Det kan konkluderes med at Altaelva har gjennomgående stor bunndyrtetthet og stabile tilstander med hensyn til artsutvalg og dominansforhold innenfor sentrale grupper. Næringstilbudet for laksunger er godt og variert i hele elva, spesielt i øvre deler (Sautso).

Utviklingen i tetthet av bunndyr samlet inn i Sautso (stasjonene A16 og A15) i vinter- og vårperioden (mars-mai) er analysert for seg. Analysene viser at det har vært en signifikant nedgang i tettheten av bunndyr i Sautso perioden 1993-2004 (**figur 5.2**).



**Figur 5.2.** Utvikling i tetthet og biomasse av bunndyr samlet inn i Sautso i mars - mai i tidsperioden 1993-2004. Øverst: tetthet angitt som antall individer per m<sup>2</sup>. Nederst: biomasse angitt som milligram våtvekt per m<sup>2</sup>. Linjene er trendlinjer basert på lineær regresjonsanalyse.



Nedgangen i tettheten av bunndyr i Sautso har vært mer markert med hensyn på antall individer per m<sup>2</sup> enn i biomasse per m<sup>2</sup>. Dette skyldes at faunaen antallsmessig var dominert av fjærmygglarver frem til 2000, mens disse små dyrene var mindre dominante på 2000-tallet. Det var også en signifikant positiv sammenheng mellom tettheten av bunndyr og gjennomsnittlig biomasse (mars-mai) av begroing om vinteren (Spearmans korrelasjonskoeffisient; individer per m<sup>2</sup>:  $r = 0,89$ ,  $p = 0,003$ ; biomasse per m<sup>2</sup>:  $r = 0,70$ ,  $p = 0,054$ ) i perioden 1996-2004. Det er vist i andre undersøkelser at makroalger har positiv betydning for bunnfaunaen i elv, både direkte som næring for mange arter, og ved å gi skjul mot predatorer (Percival & Whitehead 1929, Dudley et al. 1986). For mange bunndyrarter er også bakterier og detritus som samles opp mellom algene ved at de virker som et filter, en viktig næringsressurs (Williams & Winget 1979, Pinder 1986). Nettspinnende vårfluer trives blant algene ved at de finner gunstige plasser for å feste sine fangstnett (Dudley et al. 1986). Resultatene fra bunndyrundersøkelsene tyder på at den store tetthetsøkningen som fant sted vinter og vår etter reguleringen, fulgte utviklingen i algebiomasse og var over rundt århundreskiftet.

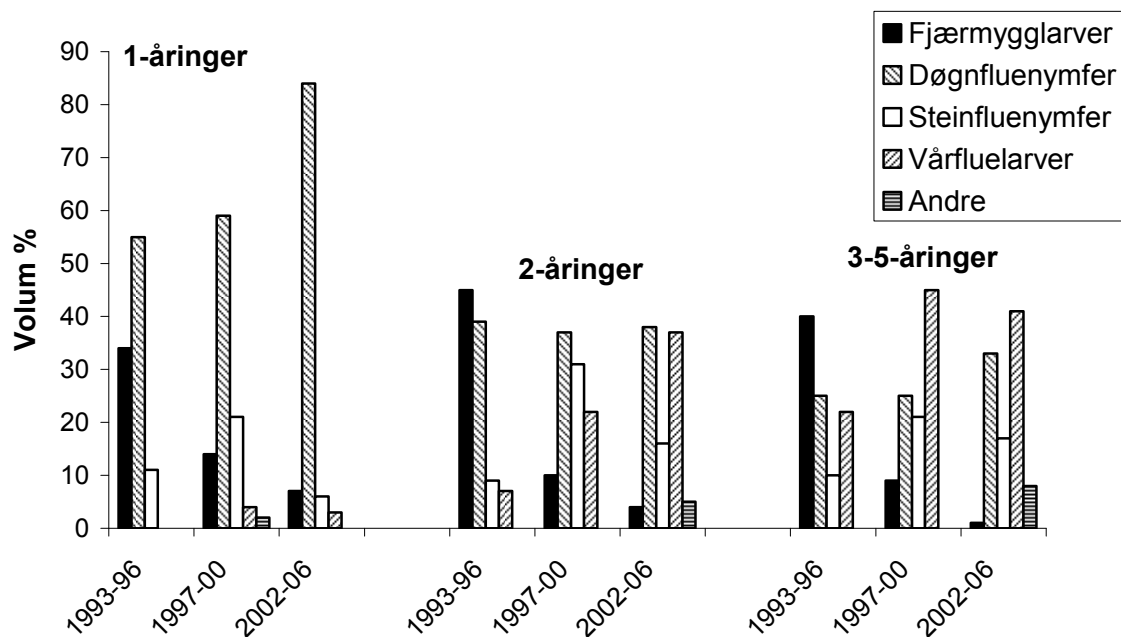
## 5.2 Laksungenes ernæring

Ernæringsstudiene av laksunger er basert på mageprøver fra materialet som er samlet inn med elektrisk fiskeapparat for tetthets-/vekstanalyser og energistudier. Innsamling av laksunger for ernæringsanalyser ble utført på samme stasjoner og til samme tidspunkt som bunnprøvene.

Ernæringen hos laksunger i Altaelva i sommerhalvåret har nesten utelukkende bestått av de fire bunndyrgruppene fjærmygglarver, døgnfluenymfer, steinfluenymfer og vårfluelarver. Når mageprøver fra alle innsamlingsperioder i perioden mai-september sees under ett, har fjærmygglarver blitt antallsmessig mest utnyttet som byttedyr hos alle aldersgrupper av laksunger. Dernest kommer døgnfluenymfer, steinfluenymfer og vårfluelarver (Ugedal et al. 2002, 2005).

I vinter- og vårperioden har det over tid skjedd en betydelig endring i laksungenes diett i Sautso. I 1993-1996 dominerte fjærmygglarver og døgnfluenymfer volummessig dietten hos alle aldersgrupper av laks (**figur 5.3**). I perioden 1997-2000 avtok betydningen av fjærmygglarver i laksungenes diett, mens betydningen av steinfluenymfer og vårfluer økte. Denne diettendringen forsterket seg i perioden 2002-2006. I denne siste perioden hadde døgnfluenymfer størst volummessig betydning i mageprøver hos ett- og toåringer, og vårfluelarver sammen med døgnfluenymfer hos eldre laksunger. Fjærmygglarvenes andeler var redusert til 1-7 % i 2002-2006, mot 35-45 % i 1993-1996. Hos eldre laksunger enn ettåringer økte andelen av steinfluenymfer og vårfluelarver i mageinnholdet til dels kraftig etter 1996. Tilbakegangen av fjærmygglarver som byttedyr faller sammen med reduksjonen i tetthet av denne gruppen i bunnfaunaen vinter og vår. Fjærmygglarvene hadde likevel størst andel av bunnfaunaen i hele undersøkelsesperioden. Andelene av døgnfluenymfer, steinfluenymfer og vårfluelarver i bunnfaunaen økte noe fra 1993-1996 til 2002-2004.

Laksungenes diett om våren (mai) i Sautso før reguleringen (Huru 1984, Bergersen 1992) hadde store likhetstrekk med forholdene etter 1997-1998. Endringene i bunnfauna og ernæring til laksunger etter århundreskiftet, kan karakteriseres som en positiv utvikling. Endringene i laksungenes diettsammensetning de senere årene i Sautso i den kritiske vårperioden gjenspeiler sannsynligvis bedre tilgjengelighet av større attraktive byttedyr. Dette kan blant annet ha sammenheng med redusert begroing (se kap. 3).



**Figur 5.3** Gjennomsnittlig volumfordeling av byttedyrgrupper i mageprøver fra ulike aldersgrupper av laksunger fra Sautso i mars-mai i ulike perioder.

### 5.3 Drivfauna om vinteren

Målsettingen med undersøkelsene av drivfauna vinterstid i Altaelva har vært å skaffe grunnlag for å vurdere om laksungene har dårligere tilgang på drivfauna på åpne elvestrekninger sammenliknet med islagte. Drivfaunaen ble undersøkt i Svartfossen i Sautso der elva etter kraftutbyggingen stort sett er isfri hele året (2002-2004), og Gargia (2002) eller Forbygningen (2003 og 2004), der elva normalt er islagt om vinteren med unntak av ei isfri råk. Undersøkelsene er detaljert beskrevet i Ugedal et al. (2003, 2004, 2005).

Drivet av dyr i Svartfossen bestod vesentlig av hoppekreps (fra kraftverksmagasinet) og små fjærmygglarver, og få individer av andre dyregrupper (**tabell 5.1**). I Gargia og Forbygningen var det vesentlig færre hoppekreps enn i Svartfossen. For de andre dyregrupper i drivet var forskjellene små mellom Svartfossen og de to andre stasjonene.

Samlet sett kan det konkluderes med at det ikke ble funnet særlig støtte for hypotesen om at manglende isdekke reduserer perioden av døgnet som byttedyrene er aktive. Dermed kan det heller ikke konkluderes med at ungfisken av denne årsak har dårligere tilgang på drivfauna på åpne elvestrekninger sammenliknet med islagte. Mageanalyser fra laksunger i Sautso viste at de dyregruppene som forekommer hyppigst i drivet har liten betydning som vinternæring for laksunger (Ugedal et al. 2005).

**Tabell 5.1.** Tetthet (antall per m<sup>3</sup>) av forskjellige dyregrupper registrert i drivprøver fra Svartfossen, Gargia og Forbygningen samlet inn i to forskjellige perioder i sommersesongen sammenliknet med tilsvarende resultater fra vintrene 2002, 2003 og 2004. Totalt volum med vann som er silt (m<sup>3</sup>) er også gitt.

Lokalitet	Periode	Silt volum	Vann- løpper	Hoppe- kreps	Døgn- fluer	Stein- fluer	Knott	Fjær- mygg	Andre
Svartfossen	Sommer 1980-83	32,5	144,9	28,8	2,0	0,9	0,0	23,8	6,1
Svartfossen	Sommer 1988-91	13,0	325,9	110,9	1,4	0,0	0,1	29,8	6,9
Svartfossen	Vinter 2002	26,0	0,1	11,7	0,3	0,0	0,2	7,3	0,0
Svartfossen	Vinter 2003	26,0	0,0	79,5	0,8	0,1	0,3	12,7	0,1
Svartfossen	Vinter 2004	26,0	0,0	51,1	0,5	0,0	0,1	30,5	1,1
Gargia	Sommer 1980-83	7,5	22,1	6,8	2,4	1,1	0,2	74,3	10,2
Gargia	Sommer 1988-91	12,0	4,4	2,7	1,6	0,2	0,0	56,3	2,7
Gargia	Vinter 2002	26,0	0,0	1,9	0,8	1,3	5,3	30,7	0,0
Forbygningen	Vinter 2003	26,0	0,0	3,3	0,5	0,2	0,9	17,6	0,3
Forbygningen	Vinter 2004	26,0	0,0	1,7	0,0	0,1	0,4	5,5	0,2



*Merking av presmolt og gjenfangst i feller ved Øvre Alta Bru under smoltutvandringen har vist at smoltproduksjonen er høy i Altaelva. Smolten som kommer fra øverst i elva vandrer senere ut enn smolt fra lengre ned i elva. Foto Eva B. Thorstad*



*Tettheten av presmolt i Vina ser ut til å være to til fire ganger større enn i Sautso, basert på elfiske. Foto: Audun Rikardsen*

## 6 Smoltproduksjon og utvandring

Produksjon og utvandringmønster for laksesmolten i Altaelva ble undersøkt i perioden 2003-2006. Spesielt fokus ble lagt på å studere eventuelle forskjeller mellom Sautsosenen, som er sterkest påvirket av reguleringen, og de resterende deler av lakseførende strekning.

Smoltundersøkelsene har hatt to hovedformål: 1) Estimere smoltproduksjonen i Altaelva, herunder spesifikt i Sautsosenen, og 2) vurdere mulig asynkron smoltifisering og utvandring av smolt fra Sautsosenen sammenliknet med resten av elva. To metoder ble benyttet for å undersøke smoltproduksjonen: 1) Fangst-gjenfangst av presmolt/smolt gjennomført ved elfiske (fangst og merking) og smoltfeller (gjenfangst) (Petersen metoden, Krebs 1989), og 2) undersøkelse av relativ presmolttetthet om våren ved elfiske over kjent elveareal. Disse metodene, og hvordan de er benyttet i Altaelva er nærmere beskrevet i Ugedal et al. (2004, 2005).

Det er ikke tidligere foretatt beregninger av smoltproduksjonen i Altaelva. Vi kan derfor ikke sammenlikne dagens situasjon med situasjonen før regulering. I undersøkelsene ble derfor nedre deler av Altaelva, eller områder på denne strekningen, brukt som referanseområder for Sautso. I 2002 ble det foretatt bonitering av Sautso og deler av Vina blant annet med tanke på å finne områder som var sammenliknbare med Sautso (Økland et al. 2003). Det undersøkte området i Vina, i området fra Øvre Sierra til utløpet av Gargiaelva, syntes å være vel egnet til dette.

For å sikre fangst av utvandrende smolt ved ulik vannføring, ble fire ulike smoltfeller benyttet. Basert på gjenfangst av merket smolt i fellene som var plassert ved Øvre Alta Bru, ble utvandringstidspunkt for smolt fra Sautso sammenliknet med smolt fra resten av elva. Disse fangstene ble også benyttet til å estimere smoltproduksjonen basert på fangst-gjenfangst av smolt.

### 6.1 Smoltproduksjon

#### 6.1.1 Relativ tetthet av presmolt

Merking av smolt ble hovedsakelig gjennomført ved at områder vurdert som egnet for smoltfangst, ble overfisket én gang med elektrisk fiskeapparat. De overfiskede delarealene ble deretter målt opp og arealet beregnet. Dette gir grunnlag for å beregne og sammenlikne relative tettheter av presmolt i Sautso med andre deler av elva (spesielt i Vina). I 2003 og 2004 ble undersøkelsene gjennomført på samme vannføring i Sautso og Vina/Jøra, og relative tettheter av presmolt kunne sammenliknes mellom disse områdene (**tabell 6.1**). I 2005 og 2006 ble merkingen i Sautso gjennomført på vesentlig lavere vannføring enn i andre deler av elva. Siden estimer av tetthet er sterkt vannføringsavhengig (se kap. 4.2) kunne den relative tettheten av presmolt ikke sammenliknes med tettheten i andre deler av elva disse to årene. I 2006 var vannføringen såpass høy ( $> 100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ved merking i de nedre deler at det ikke ble gjort noe forsøk på å beregne relativ presmolttetthet i denne delen av elva.

**Tabell 6.1.** Tetthet av presmolt ( $\geq 12$  cm) beregnet med elfiske i Altaelva våren 2003-2006. Beregningene er basert på én gangs overfisking av større felter. Tetthetene uttrykker samlet tetthet, det vil si totalt antall fisk fanget dividert på totalt areal overfisket. Vannføringen målt i Harestrømmen, Sautso (ved Kista i 2006), ved undersøkelsestidspunktene er også vist.

Sone	Tidsrom	Areal (m <sup>2</sup> )	Vannføring (m <sup>3</sup> /s)	Tetthet (n/100m <sup>2</sup> )
Sautso	2-4/5 2003	24730	42	2,8
Vina	5-7/5 2003	27850	42	6,3
Sautso	23-25/4 2004	8970	66	3,4
Vina	26-29/4 2004	10330	63-66	13,3
Jøra	26-29/4 2004	9740	63-66	11,0
Sautso	30/3-6/4 2005	17200	25-29	5,0
Jøra	29-30/4 2005	19950	46-45	8,9
Sautso	1-6/4 2006	16000	21	6,8

De registrerte tetthetene av presmolt (fisk  $\geq 12$  cm) i Sautso våren 2004 var noe høyere enn våren 2003 (tabell 6.1). I Sautso ble den samlede tettheten av presmolt beregnet til 2,8 og 3,4 individer per 100 m<sup>2</sup> i henholdsvis 2003 og 2004. Vannføringen ved elfisket i april 2004 var en god del høyere (omlag 66 m<sup>3</sup>/s) enn i mai 2003 (omlag 42 m<sup>3</sup>/s). Ved høyere vannføring blir vanndekket areal større og tettheten av fisk sannsynligvis lavere. Denne sammenlikningen kan derfor tyde på at tettheten av presmolt var noe høyere i Sautso våren 2004 enn våren 2003. I 2005 og 2006 ble det registrert henholdsvis 5,0 og 6,8 presmolt per 100 m<sup>2</sup> i Sautso. Vannføringen ved elfisket i disse to årene var vesentlig lavere (tabell 6.1) enn i 2003 og 2004, og det er derfor vanskelig å vurdere om tettheten av presmolt har økt de siste to årene.

Både i 2003 og 2004 var tettheten av presmolt i Sautso signifikant lavere enn på sammenlignbare områder i Vina (2003: sammenlikning av relativ tetthet på 21 felter i Sautso med 16 felter i Vina; Mann Whitney U-test;  $p < 0,01$ ; 2004: sammenlikning av relativ tetthet på 11 felter i Sautso med 7 felter i Vina; t-test;  $p < 0,001$ ). Sammenlikningen tyder på at tettheten av presmolt i Vina var mellom to til fire ganger så stor som i Sautso. Tetthetstallene gjelder for én gangs overfiske av feltene. Da all fisk ikke blir fanget ved et slikt fiske var den virkelige tettheten av presmolt på disse områdene høyere. I begge årene ble undersøkelsene gjennomført ved like forhold med hensyn på vannføring og vanntemperatur, og på områder som habitatmessig er like. Det er derfor god grunn til å anta at fangsteffektiviteten av presmolt var noenlunde lik i Sautso og i Vina. Resultatene fra denne undersøkelsen skulle derfor være godt sammenliknbare mellom de to områdene av elva.

Vi kjenner ikke forholdet mellom tettheten av presmolt på de to undersøkte områdene før regulering. Vurdert ut fra Sautsolaksens andel av fangsten av laks fra smoltårsklassene 1980-1984, utgjorde smoltproduksjonen i Sautso før regulering omtrent 16 % av produksjonen i hele elva (Ugedal et al. 2002). Dette er et minimumsestimat idet Sautsolaks også fanges i andre deler av elva. Sautso (inkludert Sautsovann) utgjør omlag 16 % av lengden på lakseførende strekning i Altaelva. Vurdert ut fra lengden på den produserende elvestrekningen ville vi forvente at tettheten av smolt i Sautso før regulering var minst like

store som tettheten av smolt i områder lengre ned i elva. Våre resultater tyder derfor på at tettheten av presmolt, og dermed smoltproduksjonen i Sautso, fremdeles er lavere enn i øvrige deler av elva. Dette resultatet samsvarer med resultatene fra elfiskeundersøkelsene (se kap. 4.2).

### 6.1.2 Smoltproduksjon i hele Altaelva: merking og gjenfangst i smoltfeller

I 2004 ble det merket presmolt i områdene Sautso og Vina-Jøra. For å sikre en mest mulig representativ fangst av presmolt produsert over hele lakseførende strekning, ble det i 2005 også merket fisk i områdene Sandia og Raipas. I 2006 ble det også merket presmolt over flere områder av elva, men da vårflommen kom tidlig, ble antallet presmolt merket fra Vina og nedover i elva relativt lite. Totalt ble det merket 4 059 presmolt våren 2004, 10 338 presmolt i 2005, og 4 638 presmolt i 2006 (**tabell 6.2**). Bestandsestimatene for de tre årene er 578 000 presmolt i 2004, 664 000 presmolt i 2005 og 421 000 presmolt i 2006. Beregningen gjelder antall presmolt på merketidspunktet. Antallet smolt som gikk ut av elva, vil derfor være mindre på grunn av naturlig dødelighet i tidsrommet mellom merking og utvandring.

**Tabell 6.2.** Oversikt over antall fisk merket, antall fisk sjekket for merker og antall fisk gjenfanget i smoltfellene ved Øvre Alta Bru. Estimater med 95 % konfidensintervall for presmoltbestanden ved merketidspunktet er også gitt.

År	Antall merket	Antall sjekket	Antall gjenfanget	Estimat av bestand	95% KI
2004	4059	4836	33	578000	415000-830000
2005	10338	3791	58	664000	521000-866000
2006	4638	1088	11	421000	252000-799000

Beregningene av smoltbestanden forutsetter at det var lik fangstsannsynlighet for merket og umerket fisk i fellene ved Øvre Alta Bru. Merkingen skjedde ved at en liten flik av en finne ble klippet av. Det er usannsynlig at denne merkemethoden påvirket fangbarheten av smolt i smoltfellene 1-2 måneder etter merking. Ulik fangstsannsynlighet for smolt i fellene til ulike tider gjennom sesongen er en usikkerhet ved slike bestandsestimater. Det er derfor en stor fordel at det merkes presmolt fordelt over så store deler av elvestrekningen som mulig. Spredningen av merket fisk med hensyn på ulike områder av elva var størst i 2005, og vi anser dette estimatet som bedre enn de andre i så henseende.

Beregningene av smoltbestand forutsetter også at det er lik dødelighet mellom merket og umerket fisk i perioden mellom merking og gjenfangst. Det er ikke usannsynlig at fangst og håndtering av fisk i forbindelse med merking medfører noe økt dødelighet. Vi har imidlertid ingen indikasjoner på at denne dødeligheten er betydelig. Etter merking ble fisken oppbevart i kurver ute i elva en periode før den ble satt ut igjen. Bare et titalls av flere tusen merkede fisk døde i løpet av denne perioden. Merkingen skjedde i april/mai opptil to måneder før fisken vandret ut. Fysiologiske forandringer i fisken som følge av smoltifiseringsprosessen som kanskje gjør smolten mer utsatt for håndtering, skulle derfor ikke påvirke estimatene.

Beregningene av smoltbestanden forutsetter også at all den merkede presmolten smoltifiserte og vandret ut. Dette er sannsynligvis ikke tilfelle, noe som gjør at bestandsestimatet blir for høyt. Vi kjenner ikke andelen av den merkede presmolten som ikke smoltifiserte, men kun fisk større enn 12 cm ble merket. Denne grensen ble satt såpass høyt for å gjøre denne feilkilden så liten som mulig. Hvis vi antar at 10 % av den merkede fisken ikke vandret ut (og dermed ikke kunne gjenfanges i fellene) blir estimatet for smoltproduksjonen redusert til 520 000, 598 000 og 370 000 smolt i henholdsvis 2004, 2005 og 2006. Vi anser det som lite sannsynlig at en større andel enn 10 % av den merkede fisken ble stående igjen i elva. Andelen gytepar i Altaelva er lav (2 %, Heggberget 1989), slik at en eventuell annen utvandringssatferd hos slike individ (f.eks. at de blir stående et ekstra år i elva) heller ikke innvirker nevneverdig på estimatene.

Smoltproduksjon i elver angis ofte som antall smolt per 100 m<sup>2</sup> areal. Arealet på lakseførende strekning i Altaelva er beregnet til omlag 465 ha ut fra kart i N50 serien (Erikstad et al. 1999; Svein-Erik Sloreid, NINA, pers.med.). Dette arealet inkluderer områder som er tørrlagt ved lav sommer- og vintervannføring, men som er oversvømt ved normal høg sommervannføring. Estimater av smoltproduksjonen i Altaelva gjelder for områdene ovenfor Øvre Alta Bru, hvor fellene sto plassert. Strekningen nedenfor Øvre Alta Bru utgjør omlag en femtedel av lakseførende strekning. Arealet ovenfor Øvre Alta Bru er derfor omlag 372 ha. Smoltproduksjonsestimatet i Altaelva inkluderer imidlertid også produksjonen i Eibyelva. Tettheten av laksunger (eldre enn 0+) i Eibyelva er anslått til å variere fra 5-20 individer per 100 m<sup>2</sup>, med et gjennomsnitt for hele elva på omlag 8-10 individer per 100 m<sup>2</sup> (Saltveit et al. 1998, Muladal 2003). Tettheten er altså vesentlig lavere enn i Altaelva (se kap. 4). Smoltproduksjonen i Eibyelva er derfor neppe større enn 20 000-30 000 individer. Hvis vi trekker fra 30 000 smolt, blir smoltproduksjonen per arealenhet i Altaelva ovenfor Øvre Alta Bru (totalt 548 000, 634 000, og 391 000 smolt) henholdsvis 14,7, 17,0 og 10,5 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004, 2005 og 2006.

I flere norske regulerte elver har smoltproduksjonen blitt estimert ved merking-gjenfangst de seneste årene. I Orkla i Sør-Trøndelag varierte produksjonen av smolt mellom 4,0 og 10,8 smolt per 100 m<sup>2</sup> i perioden 1983 til 2002, med et gjennomsnitt på 6,5 (Hvidsten et al. 2004). I Suldalslågen i Rogaland varierte smoltproduksjonen mellom 2,1 og 3,3 individer per 100 m<sup>2</sup> i perioden 1999-2003 (Saltveit & Bremnes 2004). I Eira i Møre og Romsdal varierte smoltproduksjonen mellom 3,1 og 4,0 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2001 til 2003 (Jensen et al. 2004). I Stjørdalselva i Sør-Trøndelag varierte smoltproduksjonen mellom 2,1 og 4,2 individer per 100 m<sup>2</sup> i perioden 1992-1999 (Arnekleiv et al. 2000). Sammenliknet med smoltproduksjon i alle de større regulerte elvene som er undersøkt, må smoltproduksjonen i Altaelva dermed karakteriseres som høy. Dette er i overensstemmelse med resultatene fra tetthetsfiske, som viser at Altaelva har høye tettheter av laksunger i de fleste områder nedenfor Sautsosenen.



## 6.2 Asynkron smoltifisering

Reguleringen av Altaelva har ført til økt vanntemperatur om vinteren og våren. Redusert isdekke i Sautso har også gitt endringer i lysforhold. Begge disse miljøparametrene kan påvirke tidspunktet for laksens smoltifisering. En asynkron smoltifisering og utvandring (dvs tidligere eller senere) i forhold til smolten i resten av elva kan medføre økt predasjon, det vil si økt andel av smolten som blir spist av fugl eller annen fisk når smolten vandrer ut elva og fjordsystemet. Vi har derfor undersøkt tidspunktet for smoltens utvandring i ulike deler av Altaelva. Undersøkelsene ble basert på fellefangster av smolt merket i ulike deler av elva i 2004 og 2005. I 2006 ble det gjenfanget for få merkede smolt i fella til at det var mulig å sammenlikne utvandringstidspunkt mellom smolt fra ulike deler av elva. I tillegg ble kjemisk sammensetning av smoltens øresteiner benyttet for å anslå utvandringstidspunkt for smolt fra ulike deler av elva i 2004 og 2005.

Referansematerialet for analysene av kjemisk sammensetning av øresteiner var den merkede smolten som ble gjenfanget i fellene ved Øvre Alta Bru (se **tabell 6.2**). I tillegg ble umerket smolt (635 i 2004 og 599 i 2005) fra fellene analysert. Umerket smolt ble plukket ut som en lik andel fra fangstene gjennom hele sesongen, slik at fordelingen i tid skulle tilsvare fordelingen i tid for smoltutvandringen. Øresteinerne fra smolt ble plukket ut og brukt til aldersbestemming, før de ble rensert i destillert vann og benyttet i de kjemiske analysene (se Ugedal et al. 2005, 2006 for detaljert beskrivelse av de kjemiske analysene). I tillegg ble fisken lengdemålt (nærmeste mm) og veid (nærmeste g). Videre ble kjønn og modningsstadium bestemt.

Diskriminantanalyse ble benyttet for å finne fram til hvilke kombinasjoner av grunnstoffer som i størst mulig grad bidro til å skille Sautsosmolt fra smolt fra resten av elva. Før diskriminantanalysen ble konsentrasjonen av de ulike stoffene ln transformert for å gjøre fordelingen mer lik en normalfordeling. Umerket smolt ble så klassifisert på grunnlag av diskriminantfunksjonen. Dette gir blant annet sannsynligheten for at hver enkelt fisk tilhører de ulike gruppene basert på diskriminantfunksjonen. Denne sannsynligheten ble brukt for å plukke ut fisk som med stor sannsynlighet kom fra Sautso, og for å undersøke om disse hadde et annet utvandringmønster enn smolten fra resten av elva.

I 2004 ble utvandringen av smolt i Sautso og kontrollområdet Vina/Jøra undersøkt (**tabell 6.3**). Den merkede fisken fra Sautso vandret seinere ut (median dato 8. juli) enn fisk merket i Vina/Jøra (median dato 2. juli) (Kolmogorov Smirnov test,  $z = 2.27$ ,  $p < 0,001$ ). Med unntak av én smolt ble all merket smolt fra Vina/Jøra ( $n = 24$ ) fanget i fellene ved Øvre Alta Bru før smolten som var merket i Sautso ( $n = 9$ ).

**Tabell 6.3.** Median dato for fangst i smoltfellene i Altaelva i 2004 og 2005 for smolt merket i ulike områder i elva.

År	Område	Median utvand- ringsdato	Første utvand- rings- dato	Siste utvand- ringsdato	N
2004	Vina/Jøra	02.07.2004	30.06.2004	03.07.2004	24
	Sautso	08.07.2004	23.06.2004	16.07.2004	9
2005	Raipas	23.06.2005	19.06.2005	09.07.2005	8
	Vina/Jøra	05.07.2005	20.06.2005	16.07.2005	28
	Sandia	09.07.2005	05.07.2005	16.07.2005	6
	Sautso	13.07.2005	05.07.2006	21.07.2006	16

Kjemiske analyser av otolittene til den utvandrende smolten i 2004 tyder også på at fisk klassifisert som Sautsosmolt vandret ut seinere enn fisk fra resten av elva (Kolmogorov Smirnov test,  $z = 2,51$ ,  $p < 0,001$ ). Median utvandringstid for smolt som ble kjemisk klassifisert å tilhøre gruppene Sautso og resten av elva, var de samme som for merket smolt. Basert på både gjenfangst av merket fisk og de kjemiske analysene av otolitter kan vi derfor anslå at median utvandringstid for smolt fra Sautso var seks dager senere enn for smolt fra Vina/Jøra.

Utvandringen av merket smolt fra ulike områder av elva var signifikant forskjellig i 2005 (Kruskal Wallis ANOVA,  $\chi^2 = 29,9$ ,  $df = 3$ ,  $p < 0,001$ ). Først kom smolten fra Raipas, så smolten fra Vina/Jøra, så smolten fra Sandia og til slutt smolten fra Sautso (**tabell 6.2**). Sekvensielt Bonferroni korrigerede Kolmogorov-Smirnov tester viste signifikante forskjeller mellom utvandringen i Sautso og Raipas (ukorrigeret  $p = 0,001$ ), Vina/Gjøra og Sandia (ukorrigeret  $p = 0,018$ ), samt Vina/Gjøra og Sautso (ukorrigeret  $p < 0,001$ ).

Fisk klassifisert som Sautsosmolt ut fra den kjemiske analysen av otolittene vandret også ut seinere enn fisk fra resten av elva i 2005. Median utvandringstid for fisk som ble klassifisert som Sautsosmolt var 9. juli ( $n = 104$ ), noe som var signifikant seinere (Kolmogorov Smirnov test,  $z = -5,26$ ,  $p < 0,001$ ) enn smolt som ble klassifisert til å være fra resten av elva, med median utvandringstid 6. juli ( $n = 495$ ).

Merkeforsøkene i Altaelva i 2004 og 2005 viser altså at smolt vandret suksessivt ut, først fra nedre deler og senere fra områder oppover i elva, slik at smolt fra Sautso vandret ut til sist. Resultatene skiller seg fra smoltutvandringen i Orkla og Stjørdalselva (Hvidsten et al. 1995, Arnekleiv et al. 2000). I disse to elvene ble det ikke funnet noen forskjell i tidspunktet for utvandring av smolt fra ulike deler av elva. I Orkla, hvor utvandringsmønsteret ble undersøkt i 9 år, var det kun i ett år at smolten vandret først ut fra de nedre deler og sist fra de øvre (Hvidsten et al. 1995).

Vi kjenner ikke til om smoltutvandringen fra Sautso var synkronisert med utvandringen fra resten av elva før reguleringen. På grunn av risiko for predasjon fra fiskender under utvandring (Kålås et al. 1993) og annen fisk i sjøen (Hvidsten & Lund 1988), kan det være en fordel for smolten fra Sautso å gå ut samtidig med smolten fra de nedre delene av vassdraget. På den måten vil smolten redusere sjansen for å bli spist og øke overlevelsen under utvandring i fjordsystemet.

Forsøk med Altalaks utført på settefiskanlegget i Talvik har vist at redusert vanntemperatur kan forsinke smoltutvandringen (Finstad & Nilsen 1998, Næsje et al. 1998a). I Sautso har vanntemperaturen blitt lavere om våren, fra ca slutten av mai, til smolten vandrer ut i slutten av juni og begynnelsen av juli. Denne temperaturreduksjonen, som jevner seg ut nedover i vassdraget, kan ha medført en forsinkelse i utvandringstidspunkt for smolten i de øvre deler av elva.



*Altaelva er ei av verdens beste lakseelver for sportsfiske etter storlaks. Foto: Eva B. Thorstad*



*Fangstene av storlaks i Sautso, som er sonen nærmest kraftverket, har gått tilbake etter kraftutbyggingen. Foto: Eva B. Thorstad*

## 7 Voksen laks

Utviklingen i fangster av voksen laks i Altaelva ble studert fra 1980 til 2006. Skjellprøver av laks fanget i sportsfisket ble samlet årlig, og fiskernes fangsttynnsats ble undersøkt ved hjelp av spørreskjemaer. Gytebestanden ble undersøkt ved tellinger av gytegroper i tolv år i perioden 1989-2006. Antallet gytefisk i Sautso ble i tillegg registrert ved at dykkere drev i overflaten av elva og talte fisk i sju år i perioden 1996-2006.

### 7.1 Bestands- og fangstutvikling

Sportsfisket i Altaelva er organisert av Alta Laksefiskeri Interessentskap (ALI). Fiskekort selges for hele elva, inndelt i de fem kortsonene Raipas, Jøraholmen, Vina, Sandia og Sautso (**figur 2.1**). Registreringen av laksefangstene er basert på fangstoppgaver fra ALI, som har gode rutiner for innsamling av fangstrapporter. Fangstoppgavene anses derfor som representative for fangstene i elva. Fisk som er sluppet ut etter fangst, er inkludert i fangststatistikken. Laks som fanges og slippes i Altaelva, blir i liten grad fanget igjen senere. Ved merking av 353 laks med plastmerker under fang og slipp fiske, ble kun 4 % av laksen gjenfanget under sportsfisket samme sesong (Thorstad et al. 2000). At laks som er fanget og sluppet er inkludert i fangststatistikken, innebærer derfor ikke en stor feilkilde når utviklingen i fangstene vurderes.

I Altaelva drives en kombinasjon av eksklusivt utleie av fisket og kortsalg hvor mesteparten av kortene er reservert for lokalbefolkningen (Ugedal et al. 2006). Det skjer et skille i hvordan fisket organiseres ved St. Hans (24. juni). Før St. Hans kunne innbyggerne i Alta tidligere fiske fritt i hele elva fra Raipas til og med Sautso. Fra og med 1999 har fisket fram til St. Hans vært regulert ved at ALI selger fiskekort i perioden 1. - 24. juni. Fram til og med 2002 gjaldt dette fiskekortet kun på strekningen Raipas - Sandia, men fra 2003 er også Sautso igjen åpnet for fiske før St. Hans. En oversikt over antall fiskekort (antall stenger) som ble solgt etter St. Hans i de ulike fiskekortsonene i perioden 1982-2006 er gitt i **vedlegg 3**. Det har ikke vært store endringer i antallet kort solgt i løpet av undersøkelseperioden, men de siste årene er antallet kort solgt redusert i Raipas. Siden 1998 har alt fiske i Sautso etter St. Hans vært drevet som eksklusivt utleie, og fiskeinnsatsen i denne sonen er noe mer redusert enn i de andre sonene av elva. Eksklusivt utleiefiske foregår også i Sandia, Vina og Jøra i deler av sesongen. Alt eksklusivt utleiefiske foregår som frivillig fang og slipp fiske.

#### 7.1.1 Laksens størrelse, sjøalder og kjønnsfordeling

Altalaksen er storvokst, og hvert år fanges laks større enn 20 kg. Tradisjonelt har fangststatistikken i Altaelva skilt mellom smålaks (grilse), som er mindre enn 4 kg, og storlaks, som er større eller lik 4 kg. Denne grenseverdien skiller godt mellom én-sjø-vinter laks og fler-sjø-vinter laks. I skjellprøvematerialet (1981-2004) er bare 0,4 % av smålaksen fler-sjø-vinter laks, mens bare 0,2 % av storlaksen er én-sjø-vinter laks.

Kjønnsfordeling i skjellprøvematerialet (1981-2006, se **vedlegg 4**) var for én-sjø-vinter laks 94 % hanner og 6 % hunner, for to-sjø-vinter laks 42 % hanner og 58 % hunner, for tre-sjø-vinterlaks 20 % hanner og 80 % hunner, og for laks med flere enn tre vintre i sjøen 46 % hanner og 54 % hunner. Av hannfisken hadde 74 % vært én vinter i sjøen før de ble fanget, 6 % hadde vært to vintre i sjøen, 15 % tre vintre og 5 % flere enn tre vintre. Av hunnfisken hadde 6 % vært én vinter i sjøen før de ble fanget, 10 % hadde vært to vintre i sjøen, 78 % tre vintre og 7 % flere enn tre vintre.

## 7.1.2 Utviklingen i fangst av voksen laks

### Metoder

Utviklingen i laksefangster i Altaelva i perioden 1980-2006 ble vurdert på to måter:

1. Absolutte fangster i de enkelte kortsoner og i hele elva sett under ett.
2. Relative fangster i de enkelte kortsoner og i forhold til årlig totalfangst i elva.

Variasjoner i de årlige fangstene av laks kan skyldes ulik smoltproduksjon og smoltkvalitet. Den årlige oppgangen av voksen laks kan også variere på grunn av ulike oppvekstforhold i havet, som for eksempel variabel næringstilgang, vanntemperatur og fangsttrykk. Den relative andelen av laks som ble fisket i hver av de fem kortsonene i forhold til den totale fangsten i hele elva ble analysert for å kompensere for slike variasjoner.

For å undersøke eventuelle effekter av kraftutbyggingen ble undersøkelsesperioden delt i tre. Periode 1 er før reguleringen (1980-1986), periode 2 er overgangsår da laksungene delvis hadde vokst opp i uregulert elv (1987-1990), og periode 3 er etter regulering da de fleste laksunger hadde vokst opp i regulert elv (1991-2006). Forskjeller i relative fangster av laks før og etter utbyggingen ble statistisk testet med anova-tester på transformerte data ( $\arcsin(\sqrt{\text{relativ fangst}})$ ).

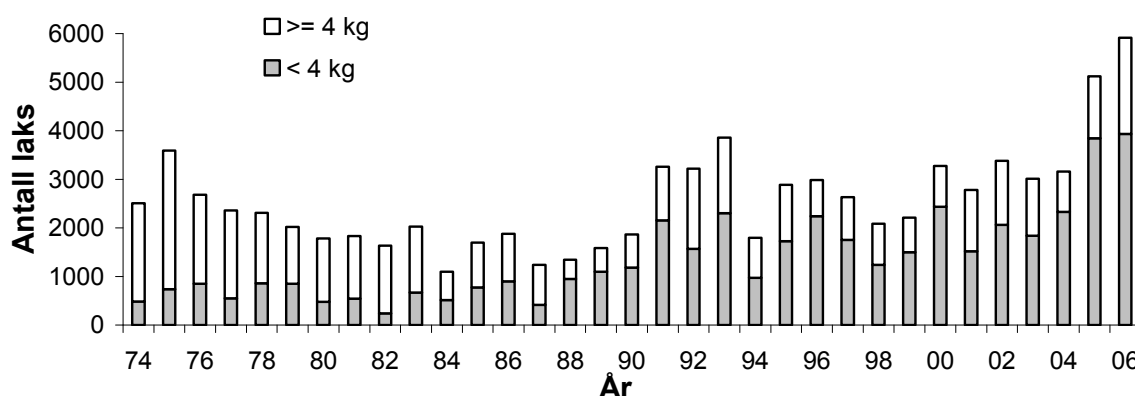
### Absolutt fangst

Årlig fangst i perioden 1974-2006 varierte mellom 6 202 kg (1988) og 31 897 kg (1975) (**tabell 7.1**). I perioden 1974-1983 var fangstene høye med et årlig gjennomsnitt på 18 425 kg, mens i perioden 1984-1990 var fangstene lave med et årlig gjennomsnitt på 9 383 kg. Gjennomsnittlig årlig fangst økte igjen i perioden 1991-2000 til 14 878 kg. I de siste fem årene, 2002-2006 var fangstene igjen på høyde med fangstene i perioden 1974-1983, med et årlig gjennomsnitt på 18 920 kg. Årene etter 2000 har vært preget av et høyt antall laks fanget på grunn av en stort innslag av smålaks i fangstene, og antall laks rapportert fanget i 2005 og 2006 er vesentlig høyere enn tidligere år i perioden 1974-2006 (**figur 7.1**).

Andelen smålaks i fangstene fra Altaelva økte i perioden 1974-2006 (Spearman korrelasjonskoeffisient,  $r = 0,84$ ;  $p < 0,001$ ). Fram til 1988 var årlig fangst av storlaks antallsmessig større enn fangst av smålaks (**figur 7.1**). Fra og med 1988 var derimot de årlige fangstene av smålaks antallsmessig større enn fangstene av storlaks. Etter opplysninger fra ALI ble fangstene av smålaks i avtagende grad underrapportert i Altaelva til ut på åttitallet. Vi antar at dette forsterker, men ikke er hovedårsaken til den generelle trenden i materialet. En økt andel smålaks i laksefangstene er registrert i flere andre norske elver (Lund et al. 1994, Sægrov et al. 1997, Jensen et al. 1999). En viktig grunn til økte andeler smålaks i elvefangstene rundt 1990 kan være forbudet mot drivgarnfiske etter laks som ble innført fra og med 1989 (Jensen et al. 1999). Drivgarnfisket hadde en positiv seleksjon av laks med mindre kroppsstørrelse, noe som hadde en effekt på størrelsessammensetningen av voksen laks i norske lakseelver (Jensen et al. 1999). Variasjoner i havklima kan også påvirke andelen av smålaks i bestandene (Jonsson & Jonsson 2004). Den økte andelen smålaks i Altaelva skyldes mest sannsynlig andre forhold enn reguleringen.

**Tabell 7.1.** Antall smålaks (grilse, < 4 kg) og storlaks ( $\geq 4$  kg) og total vekt av laks fanget i Altaelva i perioden 1974-2006 (etter data fra ALI). Fisk som er sluppet ut etter fangst, er inkludert i oversikten.

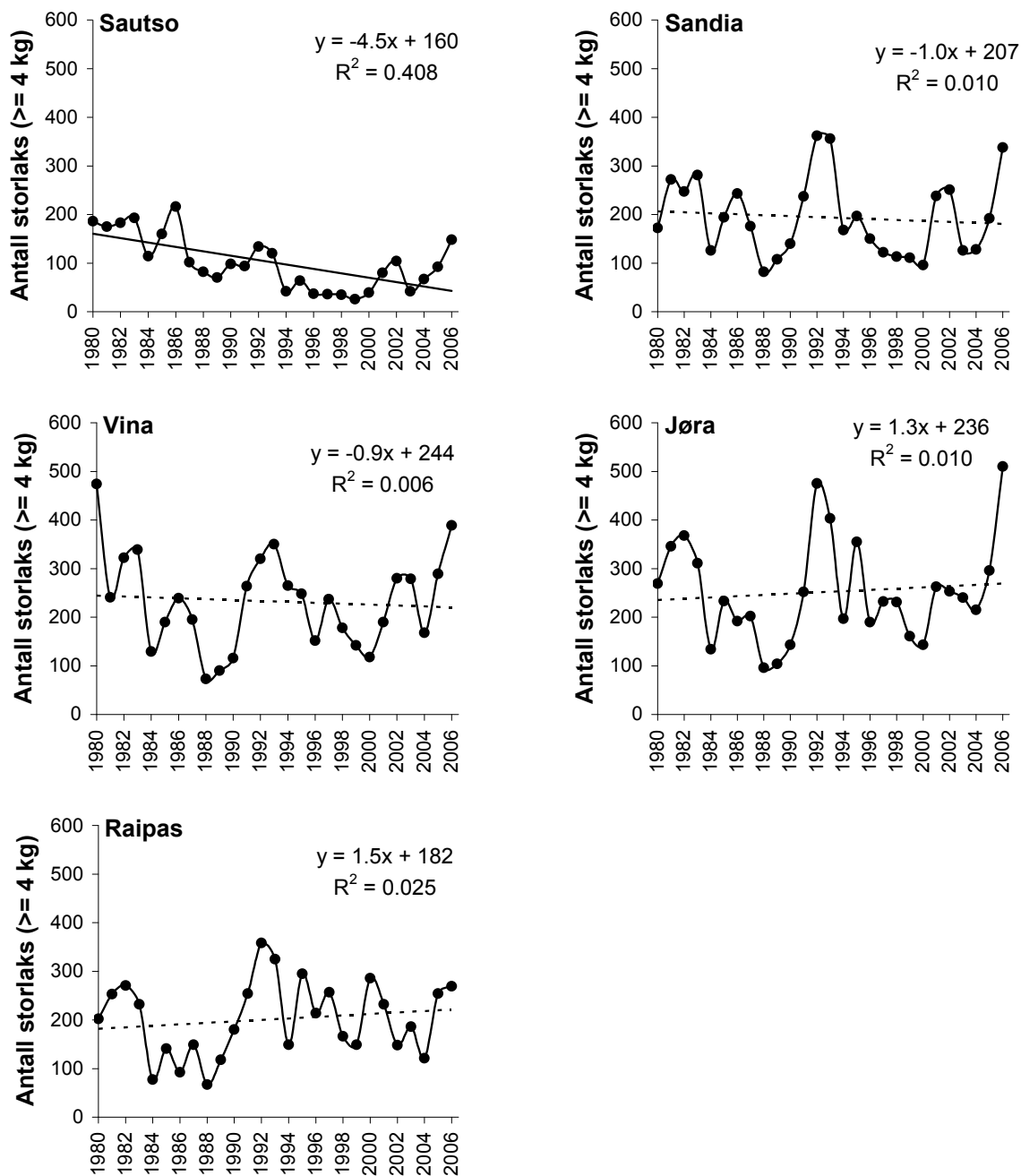
År	Antall smålaks (grilse, < 4 kg)	Antall storlaks ( $\geq 4$ kg)	Totalt antall smålaks og stor- laks	Total vekt (kg) smålaks og stor- laks
1974	485	2025	2510	21949
1975	736	2858	3594	31897
1976	846	1838	2684	19386
1977	550	1808	2358	18910
1978	860	1447	2307	17000
1979	848	1168	2016	14500
1980	479	1303	1782	14256
1981	547	1287	1834	14639
1982	241	1391	1632	15447
1983	666	1356	2022	16267
1984	515	580	1095	7632
1985	776	918	1694	11922
1986	896	982	1878	12389
1987	412	824	1236	9928
1988	945	400	1345	6202
1989	1095	490	1585	7912
1990	1185	677	1862	9697
1991	2154	1101	3255	16693
1992	1569	1649	3218	21075
1993	2305	1554	3859	22583
1994	974	821	1795	10466
1995	1729	1159	2888	16275
1996	2244	743	2987	12659
1997	1752	882	2634	12370
1998	1240	844	2084	11074
1999	1499	713	2212	10573
2000	2436	840	3276	14050
2001	1518	1261	2779	15845
2002	2064	1314	3378	18568
2003	1828	1166	2994	16155
2004	2330	829	3159	13510
2005	3843	1280	5123	20765
2006	3931	1981	5912	28675
Gjennomsnitt	1217	1169	2386	14898



**Figur 7.1.** Antall smålaks (< 4 kg) og storlaks (≥ 4 kg) fanget i Altaelva i perioden 1974-2006. Laks som er sluppet ut etter fangst, er inkludert.

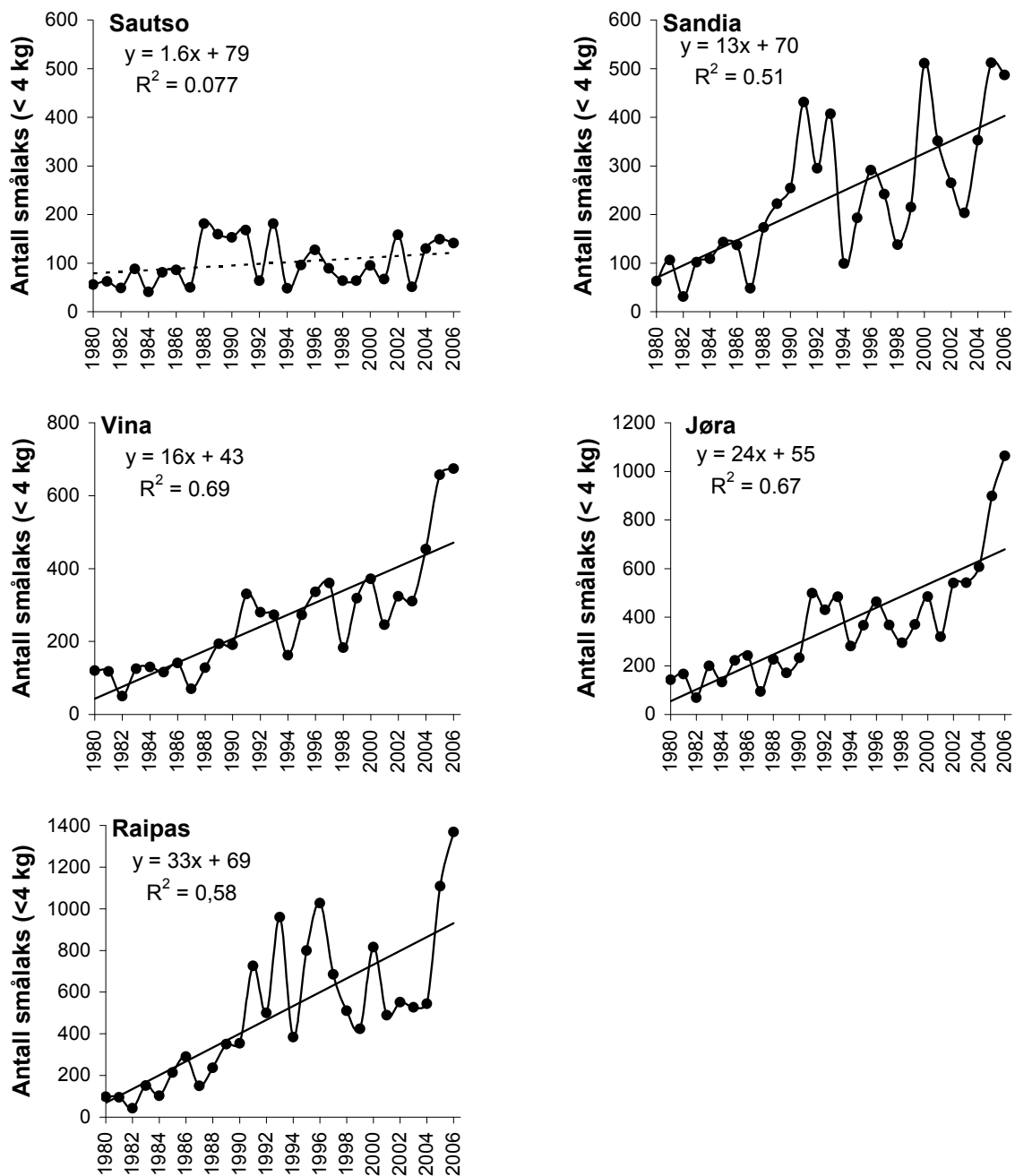
Fangsten av storlaks i Sautso gikk signifikant tilbake i perioden 1980-2006 (**figur 7.2**). I de andre sonene var det ingen signifikante endringer i fangstene av storlaks i perioden 1980-2006.

Utviklingen i fangstene av smålaks er forskjellig fra fangstene av storlaks (**figur 7.3**). I Sautso var det ingen signifikant endring i fangstene av smålaks i perioden 1980-2006. Dette er imidlertid den eneste sonen hvor fangstene av smålaks ikke har økt, slik at i forhold til de andre sonene har det vært en relativ nedgang i smålaksfangstene i Sautso. I de fire andre sonene var det en stor og signifikant økning i fangstene av smålaks i perioden 1980-2006. Økningen var størst i Raipas, lengst nede i elva.



**Figur 7.2.** Absolutt fangst av storlaks ( $\geq 4$  kg) i tidsrommet 24. juni - 21. august i de forskjellige sonene i Altaelva 1980-2006. Linjene representerer lineære regresjoner for forholdet mellom antall storlaks og antall år etter 1980. Heltrukne linjer representerer signifikante regresjoner ( $p < 0,05$ ) og stiplede linjer representerer ikke-signifikante regresjoner ( $p > 0,05$ ).





**Figur 7.3.** Absolutt fangst av smålaks (grilse, < 4 kg) i tidsrommet 24. juni - 21. august i de forskjellige sonene i Altaelva 1980-2006. Linjene representerer lineære regresjoner for forholdet mellom antall smålaks og antall år etter 1980. Heltrukne linjer representerer signifikante regresjoner ( $p < 0,05$ ) og stiplede linjer representerer ikke-signifikante regresjoner ( $p > 0,05$ ). Merk at det er forskjellig skala på y-aksene.

### Relativ fangst

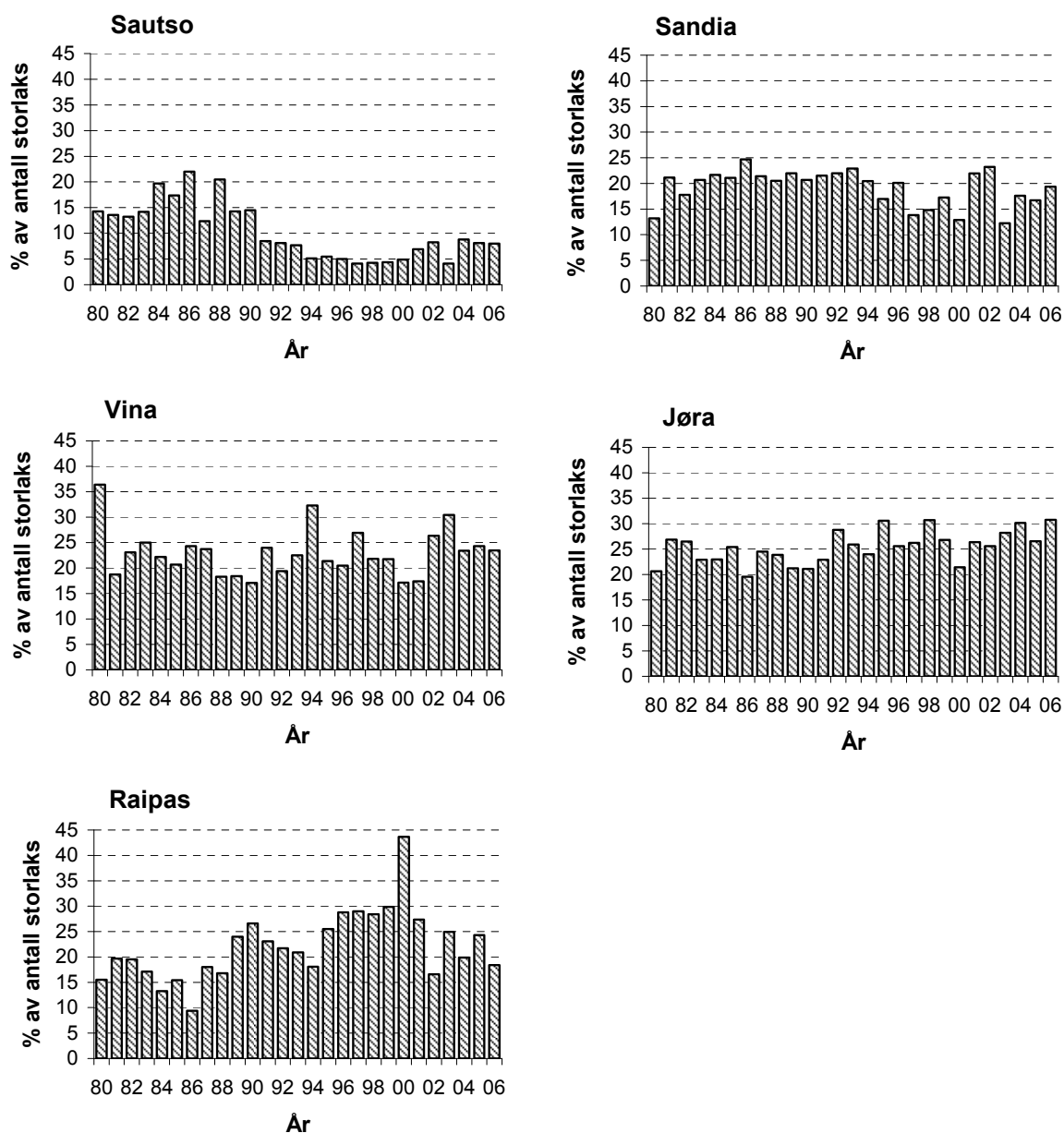
Sammenlignet med de andre sonene har den relative andelen av storlaks som har blitt fanget i Sautso, gått tilbake etter utbyggingen (**figur 7.4**). Før utbyggingen (1980-1986) og i overgangsperioden (1987-1990) ble i gjennomsnitt henholdsvis 16 % og 15 % av all storlaks fanget i Sautso, mens etter utbyggingen (1991-2006) sank denne andelen til 6 %. Forskjellen mellom de relative fangstene av storlaks før og etter utbyggingen er signifikant (enveis anova,  $F = 78,8$ ;  $p < 0,001$ ;  $df = 22$ ). Sautso har hvert år siden 1991 hatt den laveste andelen av storlaksfangstene i Altaelva. Andelen har imidlertid vært noe høyere de senere år og i perioden 2002-2006 utgjorde fangsten av storlaks i Sautso 8 % av fangsten i hele elva.

Den samme negative utviklingen har også blitt observert for smålaks i Sautso (**figur 7.5**). I perioden før utbyggingen og i overgangsperioden ble i gjennomsnitt henholdsvis 12 % og 15 % av all smålaks fanget i Sautso, mens etter reguleringen sank denne andelen til 6 %. Forskjellen mellom de relative fangstene av smålaks før og etter utbyggingen er signifikant (enveis anova,  $F = 33,8$ ;  $p < 0,001$ ;  $df = 22$ ).

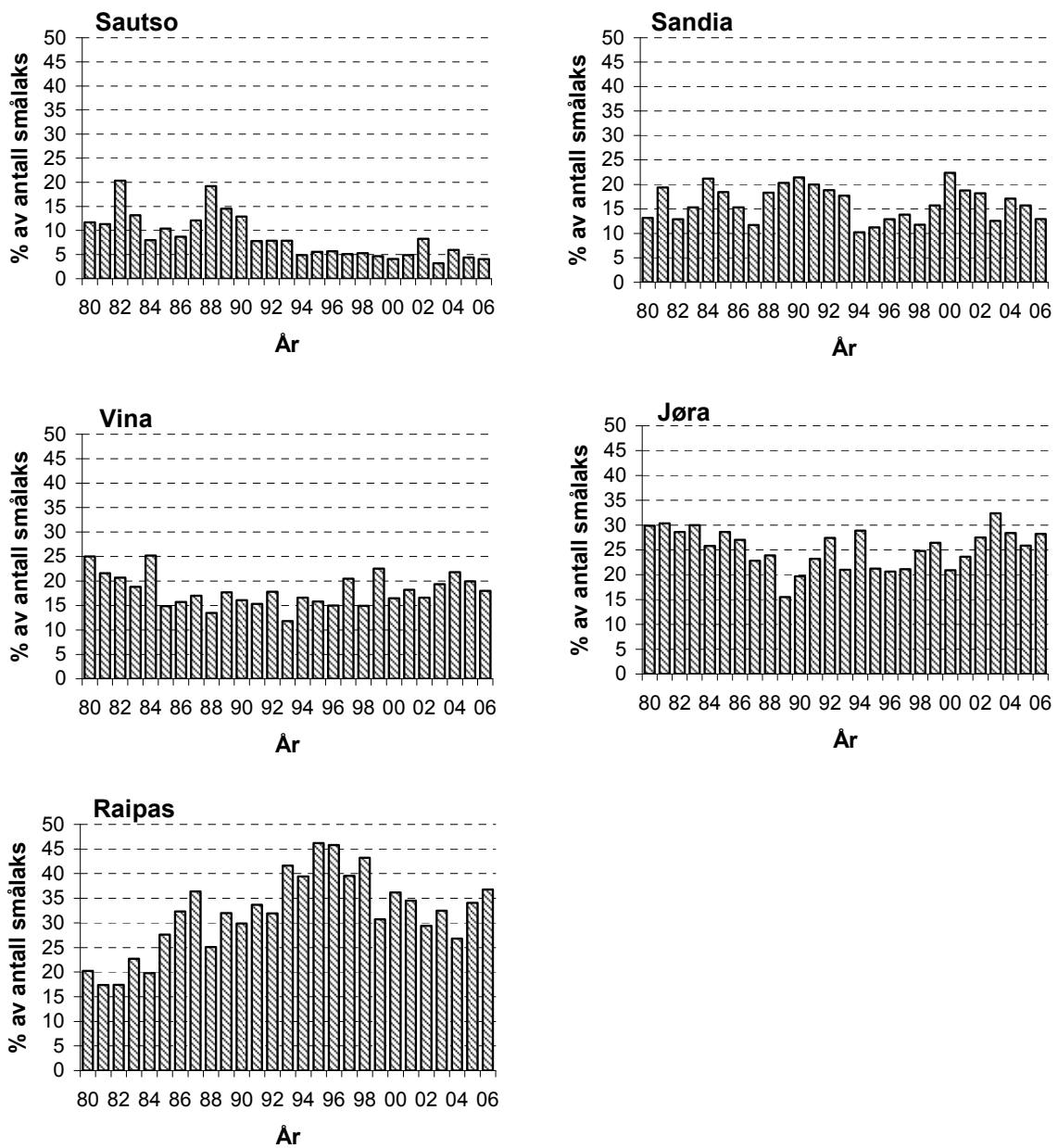
Fiskeinnsatsen i Sautso var lavere i perioden 1997-2006 enn i foregående år (Ugedal et al. 2006). Med større fiskeinnsats i disse siste årene ville fangstene i Sautso trolig vært noe større, men økningen ville neppe vært så stor at den generelle trenden ville blitt endret.

I Sandia var den relative fangsten av både smålaks og storlaks redusert noen år etter utbyggingen, særlig på siste halvdel av 1990-tallet (**figur 7.4, 7.5**). Samlet sett er det ingen signifikant forskjell i fangstene før og etter utbyggingen i Sandia. Imidlertid har det vært en signifikant nedgang i de relative fangstene på den øverste fiskekortstrekningen i Sandia, nærmest Sautso. Fangstene på denne strekningen utgjorde 4,2 % av all storlaks fanget i Altaelva før utbyggingen, mens andelen sank til 3,0 % etter utbyggingen (t-test,  $p < 0,01$ ). Fangstene på denne fiskekortstrekningen har også vært lave de siste årene, og utgjorde gjennomsnittlig 2,5 % av fangstene i perioden 2002-2006. Reduserte fangster øverst i Sandia etter utbyggingen kan ha sammenheng med tilbakegangen i laksebestanden i Sautso, og at en relativt stor andel av fangsten øverst i Sandia har vært laks på vei tilbake til Sautso.

I Vina var det ingen forskjell i relative fangster mellom perioden før og etter utbyggingen. I Jøra var den relative fangsten av storlaks signifikant større etter utbyggingen, mens fangsten av smålaks var mindre etter utbyggingen. I den nederste sonen, Raipas, var den relative fangsten av både smålaks og storlaks betydelig større etter utbyggingen, selv om de relative fangstene har gått noe ned på 2000-tallet i forhold til årene før.



**Figur 7.4.** Relativ fordeling av totalt antall storlaks ( $\geq 4$  kg) fanget i de ulike fiskekortsone-  
ne i Altaelva i perioden 1980-2006.



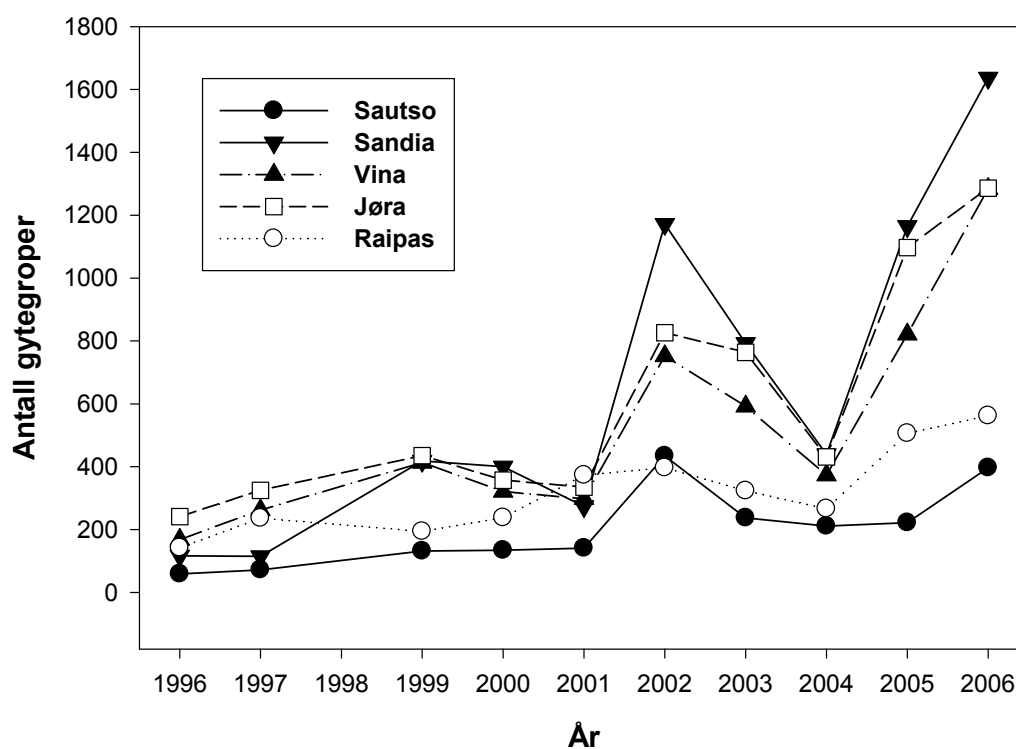
**Figur 7.5.** Relativ fordeling av totalt antall smålaks fanget i de ulike fiskekortsonene i Al-taelva i perioden 1980-2006.

## 7.2 Antall gytegrøper og gytelaks

### 7.2.1 Gytegrøper

Antall gytegrøper ble undersøkt ved tellinger i tolv år i perioden 1989-2006. Gytegrøpene ble registrert av to observatører fra helikopter, og vanligvis ble det gjennomført tre registreringer hvert år. Metoden er nærmere beskrevet i Næsje et al. (1998b).

Totalt antall gytegrøper i Altaelva var relativt lavt i 1996 og 1997 sammenlignet med senere års registreringer (**figur 7.6**). Høyeste antall ble registrert i 2006 (5166 gytegrøper) etterfulgt av 2005 og 2002. Sandia, Vina og Jøra var både absolutt og relativt sett de viktigste sonene for laksegyting i hele undersøkelsesperioden, og spesielt i perioden 2002-2006 (**figur 7.6, tabell 7.2**).



**Figur 7.6.** Antall gytegrøper registrert i de ulike soner av Altaelva i ti år i perioden 1996-2006.

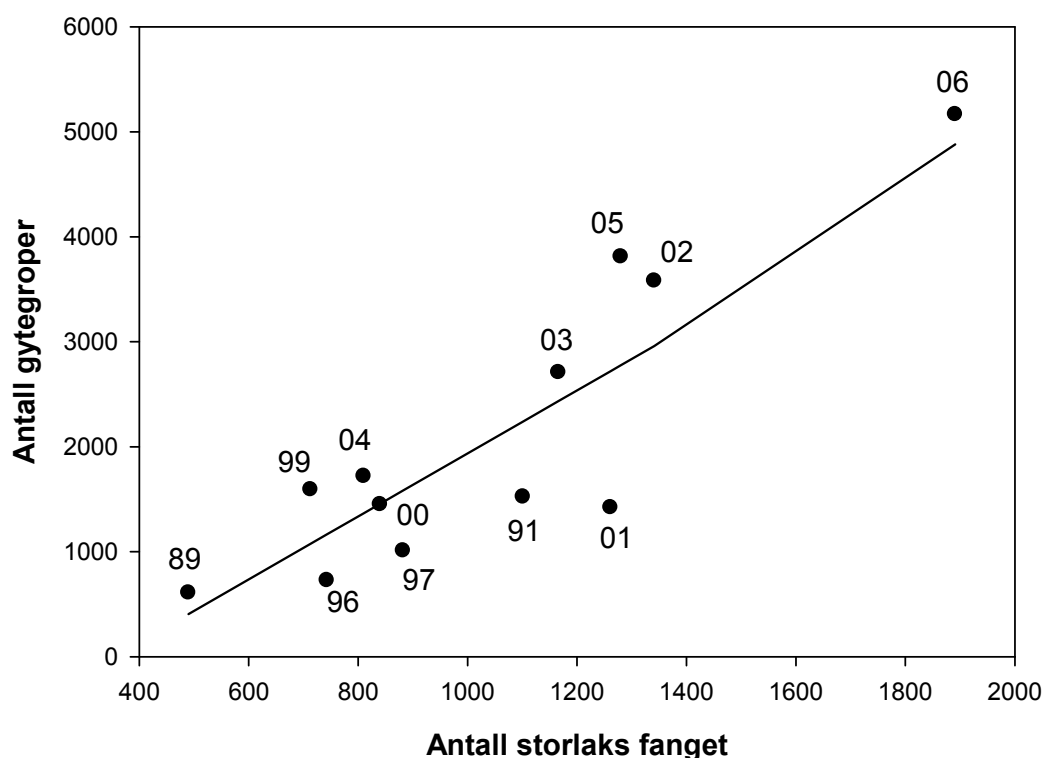
I Sautso har antall gytegrøper økt vesentlig siden 1996 (59 gytegrøper registrert), med toppår i 2002 (434 gytegrøper registrert) og 2006 (397 gytegrøper registrert) (**figur 7.6, vedlegg 5**). Økningen i antallet gytegrøper i denne sonen har trolig nær sammenheng med innføring av fang og slipp av all laks som fanges i sonen fra og med 1998.

**Tabell 7.2.** Antall gytegroper per km elvestrekning i de ulike soner i Altaelva i perioden 1989 - 2006. Sautso er målt fra utløpet av kraftverkstunnelen og ned til Sautsovannet. Området fra Sautsovannet til Gabonakken hvor det er for dypt til at bunnen kan observeres, er ikke tatt med i beregningene. Raipas er målt ned til Nedre Alta Bru.

År	Sautso (5,2 km)	Sandia (9,0 km)	Vina (8,1 km)	Jøra (9,2 km)	Raipas (11,0 km)	Hele elva (42,5 km)
1989	9	25	14	12	11	14
1991	12	60	37	45	20	36
1996	11	13	21	26	13	17
1997	14	13	32	35	22	24
1999	25	46	51	47	18	38
2000	26	44	40	39	22	34
2001	27	30	37	36	34	33
2002	84	130	93	90	36	84
2003	46	88	73	83	29	64
2004	41	49	46	47	24	41
2005	43	129	101	119	46	90
2006	76	182	159	140	51	122

For hele elva sett under ett var det en signifikant positiv sammenheng mellom antall storlaks fanget i fiskesesongen og antall gytegroper registrert om høsten (**figur 7.7**). Siden mesteparten av storlaksen som fanges er hunnlaks (ca 75 %), og nesten all smålaksen er hannlaks, tyder disse resultatene på at antall gytegroper kan brukes som en indikasjon på variasjon i størrelsen på gytebestanden av hunner fra år til år. Dette forutsetter at fangst-raten for hunnlaks, det vil si andel av gytebestanden som fanges, er noenlunde konstant mellom år. Det er imidlertid lite kunnskap om hvor mange gytegroper en hunnlaks graver, og disse registreringene kan derfor ikke benyttes til å beregne størrelsen på gytebestanden i form av antall hunnlaks, bare den relative endringen i gytebestanden fra år til år.

Selv om det var en sammenheng mellom fangst av storlaks og antall gytegroper i perioden 1989 - 2006, så varierte forholdet relativt mye mellom år (**figur 7.7**). Det er flere mulige forklaringer på at forholdet mellom fangst og antall gytegroper varierer. En mulig årsak er at andelen av laksen i Altaelva som slippes fri etter fangst, har økt etter 1997 (**vedlegg 7**). I perioden 2002-2006 ble, totalt for hele elva, mellom 32 % og 40 % av storlaksen sluppet ut etter fangst. Det relative omfanget av fang og slipp fisket har vært størst i Sautso, men er også av betydning i Sandia, Vina og Jøra. Laks som fanges og slippes overlever og deltar trolig i gytingen (Thorstad et al. 2001, 2003). Med så høye andeler av fangsten som fanges og slippes i Altaelva, så har trolig praktiseringen av fang og slipp en betydelig positiv effekt på gytebestandens størrelse. En økning i denne praksisen vil føre til et avvikende forhold mellom fangst og gytegroper sammenliknet med år fang og slipp i liten grad har blitt praktisert.



**Figur 7.7.** Sammenhengen mellom antall storlaks ( $\geq 4$  kg) fanget i fiskesesongen og antall gytegrøper registrert om høsten i Altaelva. Den heltrukne linja angir regresjonslinja ( $R^2 = 0,78$ ;  $p < 0,001$ ) for denne sammenhengen.

For det andre kan det tenkes at innslaget av rømt oppdrettslaks varierer mellom år. Oppdrettslaks har vanligvis en senere oppgang i elvene enn villaks, slik at oppdrettslaksen ikke i samme grad blir beskattet i den ordinære fiskesesongen (Lund et al. 1991, 1996). Andelen rømt oppdrettslaks i Altaelva ble undersøkt i perioden 1987-2006 ved hjelp av skjellanalyser fra laks samlet inn av sportsfiskerne, ved eget prøvefiske og ved stamfiske etter avsluttet fiskesesong (**vedlegg 6**). Andelen oppdrettslaks i sportsfiskefangstene varierte fra mindre enn 1 % til 5 % i den perioden det har vært gytegrøptelling i elva (1989-2006). I fangstene under stamfisket om høsten har andelen oppdrettsfisk år om annet vært større enn 15 %. Antallet fisk undersøkt ved stamfiske er imidlertid lavt, slik at anslagene over andel oppdrettslaks som er i elva om høsten er usikre.

En tredje mulighet er at fangstraten av laks i Altaelva varierer mellom år, for eksempel på grunn av varierende vannføringsforhold i fiskesesongen, slik at andelen laks som overlever fram til gyting varierer. En fjerde mulighet er at forholdet mellom antall gytende hunnlaks og antall gytegrøper varierer mellom år av andre, ukjente årsaker.

## 7.2.2 Gytelaks

Antall gytelaks ble registrert i Sautso ved at tre personer drev nedover elva med dykkermaske og visuelt registrerte antall gytelaks i gyteperioden (**tabell 7.3**). De tre personene som drev i overflaten, dekte deler av elvetverrsnittet med rutevalg ut fra kjennskap til gyteområder og standplasser for laks under gyting. Registreringene dekker de beste gyteområdene på elvestrekningen (Ugedal et al. 2005). Hovedgytingen i Altaelva foregår de fleste år i perioden 5. - 18. oktober (Thorstad et al. 2001, Ugedal et al. 2003, 2004), slik at tellingene trolig sammenfalt med hovedgytingen. Under tellingene ble det ble skilt mellom smålaks (mindre enn ca 4 kg) og storlaks (større enn ca 4 kg).

**Tabell 7.3.** Antall smålaks (én-sjø-vinter, < 4 kg) og storlaks (fler-sjø-vinter, > 4 kg) registrert ved drivtelling i Sautso i perioden 1996 - 2006. Opplysning om hvilket område som ble dekt og vannføring ved registrering er også gitt.

År	Dato	Antall smålaks	Antall storlaks	Totalt antall laks	Vannføring	Område
1996	19. september	11	3	14	41 m <sup>3</sup> /s	Øvre Tørmenen-Sautsogården
1996	4. oktober	27	9	36	33 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsogården
1997	4. oktober	21	1	22	34 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsogården
1997	12. oktober	53	15	68	41 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsogården
2002	12. oktober	183	142	325	66 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsogården
2002	19. oktober	177	105	282	52 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsogården
2003	11. oktober	115	85	200	87 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2003	12. oktober	171	125	296	87 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2004	16. oktober	191	167	358	87 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2004	17. oktober	205	114	319	81 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2005	11. oktober	342	232	574	74 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2005	12. oktober	302	93	395	73 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2006	11. oktober	111	111	222	95 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet
2006	12. oktober	154	152	306	99 m <sup>3</sup> /s	Toppen-Sautsovannet

Telling av gytelaks i Sautso med samme metodikk ble gjennomført i 1996-1997, og 2002-2006, bortsett fra at strekningen fra Sautsogården til Sautsovannet først ble inkludert i registreringene fra 2003. Det kan imidlertid være vanskelig å direkte sammenlikne tellingene mellom år. Antallet gytelaks som registreres må anses for å være et minimumsestimat for antall fisk som er tilstede. Hvor mye av den totale gytebestanden som registreres er vanskelig å anslå, men avhenger blant annet av elvas størrelse og forholdene (for eksempel sikten) under registreringen, noe som varierer mellom ulike tidspunkter. Lavere vannføring gir lavere vannhastighet og mindre vanddekt areal, og kan gjøre det enklere å oppdage laksen. Antallet gytelaks som registreres avhenger sannsynligvis også av hvor godt en "treffer" med hovedgyteperioden i tid. Tellingene av gytelaks gir sammen med registreringene av gytegrøper gode indikasjoner på den relative mengden av gytelaks.



Antallet gytelaks som ble registrert i 2005 var det høyeste som er registrert i løpet av årene med gytefisktelinger (**tabell 7.3**). Imidlertid må det tas hensyn til at området Sautsogården-Sautsovannet ikke var inkludert før 2003, slik at gytebestanden i Sautso kan ha vært like stor i 2002 som i 2005. Basert på gytegroptelinger var gytebestanden i Sautso på sitt høyeste nivå i 2002 siden registreringene startet i 1996 (**figur 7.6**).

Resultatene fra både gytefisktelinger og gytegroptelinger viser at gytebestanden i Sautso var betydelig større i 2002-2006 sammenlignet med i 1996-1997. Gytebestanden i Sautso var gjennomsnittlig mer enn ti ganger større i 2002-2006 enn i 1996-1997, basert på drivtelinger av fler-sjø-vinter laks i hovedgyteperioden. Vurdert ut fra antallet gytegroper var gytebestanden gjennomsnittlig fire til fem ganger større i 2002-2006 enn i 1996-1997.

### 7.2.3 Rogndeponering beregnet ut fra fangster og gytebestandsmål

#### Gytebestandsmål for Altaelva

I følge NASCOs retningslinjer for gjennomføring av føre-var-tilnærmingen i forvaltningen av laksefiskeriene (NASCO 1998), er det nødvendig å fastsette gytebestandsmål eller alternative mål for å definere tilstrekkelig bestandsstørrelse for å opprettholde en biologisk bærekraftig bestand. Gytebestandsmålet, eller bevaringsgrensen, skal danne grunnlag for å sette forvaltningsmålet. Forvaltningsmålet er det antallet gytefisk man ønsker å ha igjen i de enkelte bestandene etter at fisket er avsluttet.

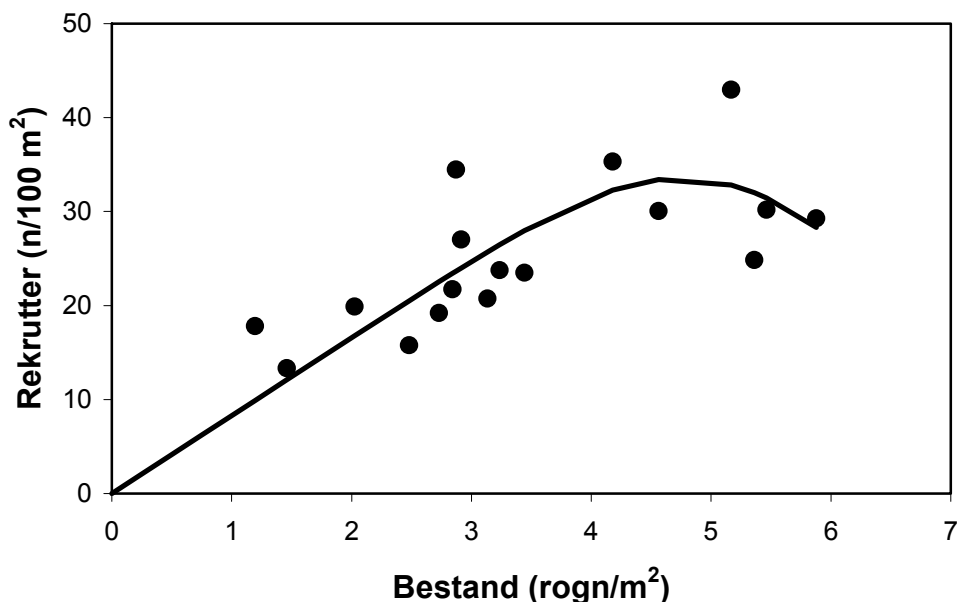
Ideelt sett kan et gytebestandsmål (og dermed forvaltningsmålet) i laksebestander bare bestemmes ut fra etablerte bestands-rekutteringskurver. Bestands-rekutteringskurver beskriver sammenhengen mellom antall rekrutter i bestanden og størrelsen til foreldregenerasjonen. Foreldregenerasjonen måles vanligvis som antall eller biomasse av gytefisk, eller den eggproduksjonen gytefisken kan gi opphav til. Rekruttene kan måles i antall eller biomasse av fisk som overlever fram til en definert alder eller livshistoriestadium (yngel, smolt, fisk av høstbar størrelse, eller antallet gytefisk i neste generasjon).

Det er nylig utarbeidet forslag til gytebestandsmål for 80 norske laksebestander (Hindar et al. 2007). I den forbindelse er det også gjennomført beregninger av bestands-rekutteringskurver for Altaelva. Beregningene er gjort for elva nedenfor Sautso for perioden etter regulering (klekkeår 1988-2004). Sautso, som ligger øverst i lakseførende strekning, er ikke inkludert siden dette området har vært mye sterkere påvirket av reguleringen enn de nedenforliggende delene.

Gytebestanden ble beregnet ut fra fangsten med en antatt fangstandel i elva på 50 %. Fangster fra og med gyteår 1997 er korrigert for fang og slipp fiske ved at denne fisken antas å overleve og delta i gytingen. Det er ikke korrigert for at Sautso-laks er inkludert i fangstene i elva nedenfor denne sonen. Gytebestandens sammensetning med hensyn på laks av ulik sjøalder i de ulike år ble estimert ut fra skjellprøver og vektfordelingen av laksefangstene. Andel hunnfisk og størrelse av hunnfisk i hver sjøaldersklasse ble antatt å være den samme gjennom hele perioden (se kap. 7), og det ble antatt at det gytes i gjennomsnitt 1 880 egg per kg hunnfisk (Næsje et al. 1998c). Beregnet antall rogn gytt ble omregnet til tetthet ut fra at arealet av Altaelva uten Sautso er på 3 939 000 m<sup>2</sup> (beregnet ut fra N50 kart). Rekrutteringen ble estimert som gjennomsnittlig tetthet av 1+ laksunger på de fire hovedstasjonene for elfiske i Jøra-Sandia (se kap. 4.2). Fra og med elfisket i 1998 er det registrert tetthet av aldersbestemte fangster, mens før dette er det antatt at 1+ laksunger utgjorde en andel av fangstene på 48 %.

I rapporten om gytebestandsmål i norske elver er det beregnet flere gytebestandsmål for laks fra Altaelva (Hindar et al. 2007). Ut fra en bestand-rekutteringskurve av Sheperd-type

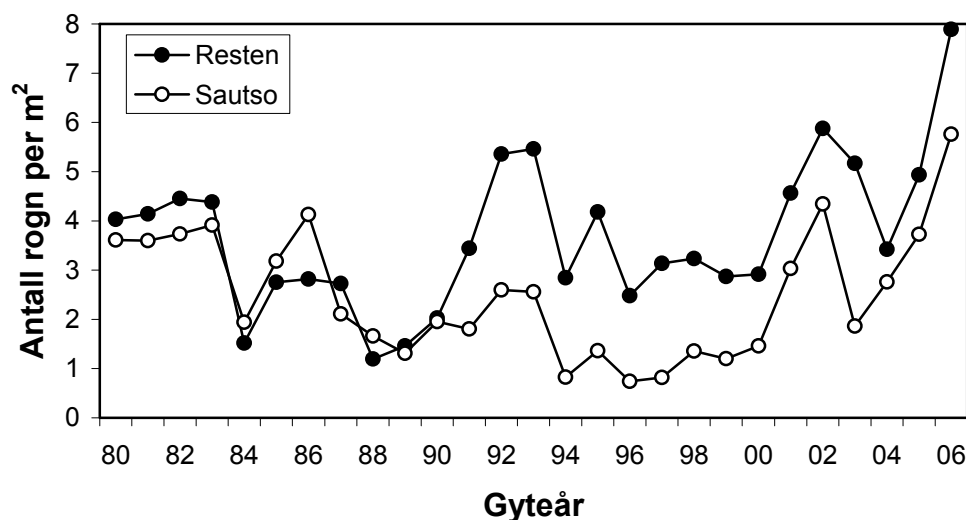
(figur 7.8) kan gytebestandsmålet fastsettes til 4,8 rogn/m<sup>2</sup>, mens en logistisk-hockeystick modell ga et mål på 3,5 rogn/m<sup>2</sup> (Hindar et al. 2007). Etter en samlet vurdering av ulike kriterier ble det foreløpige gytebestandsmålet for Altaelva satt til 3-5 rogn/m<sup>2</sup> (Hindar et al. 2007). Et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup> innebærer at det må gyte mellom 660 og 1 100 hunnlaks med en gjennomsnittsvekt på 9,5 kg for at målet skal være oppfylt i Altaelva nedenfor Sautso.



**Figur 7.8.** Sammenhengen mellom bestand (beregnet rogndeponering i antall egg pr. m<sup>2</sup>) og rekruttering (antall 1+ laksunger per 100 m<sup>2</sup>) for 17 gyteårsklasser i Altaelva nedenfor Sautso i perioden 1987-2003. Linjen er en Sheperd bestands-rekrutteringskurve.

### Rogndeponering i Sautso

Rogndeponeringen i Sautso kan også beregnes ut fra fangstene av laks på samme måte som i resten av elva (figur 7.9). I denne beregningen har vi også antatt at fangstandelen er 50 %. Tettheten av rogn er beregnet med utgangspunkt i at hele arealet av Sautso inkludert Sautsovann er 712 600 m<sup>2</sup>, eller omlag 16 % av arealet av hele elva. Norske (Halvorsen 1996) og kanadiske studier (Chadwick & Green 1985, Hutchings 1986, O'Connel & Dempson 1995) viser at overlevelse til laksunger kan være like stor eller større i innsjøer enn i elver. Undersøkelser av fiskebestandene i Sautsovannet i 1997 viste at det var høye tettheter av laksunger i deler av vannet (Næsje et al. 1998b, Saksgård et al. 2001). Vekstanalyser til laksungene i Sautsovannet tyder på at de har bedre vekst og lavere gjennomsnittlig smoltalder enn på elvestrekningen ovenfor. Det er derfor sannsynlig at Sautsovannet fungerer som et viktig oppvekstområde for laksungene i Sautso, og vi har antatt at det må gytes like mye rogn per m<sup>2</sup> for å fullrekruttere Sautsovann som resten av elvestrekningen i Sautso.



**Figur 7.9.** Beregnet rogndeponering (antall rogn per m<sup>2</sup>) for Sautso og resten av Altaelva i perioden 1980-2006 (gyteår). Rogndeponeringen er beregnet ut fra fangsten med en antakelse om at 50 % av laksen blir fanget, og det er korrigert for fang- og slipp fiske.

Under disse forutsetningene er det åpenbart at det i en lengre tidsperiode etter regulering ble gytt for få rogn i Sautso (**figur 7.9**). Spesielt var rogndeponeringen lav i perioden 1994-1997. Med innføring av fang og slipp fiske ble den beregnede rogndeponering doblet i årene 1998-2000. Først fra 2001, med noe variasjon, har den beregnede rogndeponeringen begynt å bli tilfredsstillende sammenliknet med et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup>. Antallet rogn lagt i 2003 i Sautso er sannsynligvis et underestimat, fordi både gytegroppregistreringer og antallet gytelaks registrert var vesentlig høyere enn fangsten av storlaks i Sautso skulle tilsi (Ugedal et al. 2004).

Fangsttinningsraten i Sautso er redusert noe de senere årene sammenliknet med fangsttinningsraten i Jøra-Sandia. Dette kan bety at vi har overvurdert hvor stor andel av laksen som fanges i Sautso de siste årene. En slik feilkilde vil underestimere antallet rogn gytt, men siden så godt som all hunnfisk slippes ut etter fangst i Sautso fra og med 1998, skal undervurderingen av fangstandel være betydelig før det har stor betydning for estimatene. Uansett undervurdering eller ikke, har gytebestanden i Sautso på 2000-tallet vært så liten at den ikke hadde tålt noen omfattende beskatning uten at tettheten av rogn lagt i sonen ville vært under et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup>. Et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup> innebærer at det må gyte mellom 120 og 200 hunnlaks med en gjennomsnittsvekt på 9,5 kg for at målet skal være oppfylt i Sautso.

Beregningene av antall rogn lagt nedenfor Sautso antyder også at den samlede beskatningen av Altalaks (i sjø og i elv) i enkelte år synes å ha vært så høy at det har blitt gytt for få rogn til at elva fullrekrutteres med yngel. Dette gjelder spesielt i periodene 1984-1990 og 1996-2000. De siste fem årene har det vært gytt et tilfredsstillende antall rogn i elva nedenfor Sautso. Dette resultatet stemmer overens med resultatene fra gytegroppregistreringene som tyder på at gytebestanden har vært tallrik de seneste årene.

### 7.3 Fangstutvikling i Altaelva sammenlignet med andre elver

Laksebestanden ble betydelig redusert i Sautso etter kraftutbyggingen. Fangstene av voksen laks ble som en følge av dette redusert i Sautso, samt en periode også øverst i Sandia, sammenlignet med fangstene i resten av Altaelva (som beskrevet i forrige kapittel). For å undersøke om utviklingen i fangster etter kraftreguleringen i hele Altaelva var betydelig forskjellig fra andre elver, ble fangstutviklingen av laks i Altaelva i perioden 1979-2004 sammenliknet med ni andre lakseelver i Nord-Norge (Næsje et al. 2005).

Vi valgte å starte sammenligningen med fangstene i 1979 fordi statistikken fra og med dette året skiller mellom smålaks og storlaks. For Altaelva brukte vi 4 kg som grense for å skille mellom smålaks og storlaks, siden denne grensen i stor grad skiller mellom én- og flersjø-vinterlaks (kapittel 7.1). I Altaelva benyttet vi den samme fangststatistikken som i resten av denne rapporten, det vil si at laks som ble sluppet fri etter fangst er inkludert. For de andre elvene brukte vi fangstene rapportert til Direktoratet for naturforvaltning (kilde: Statistisk sentralbyrå). Fangstene fra hele Altaelva ble brukt i sammenligningen, og ikke for elva delt opp i soner.

Ved sammenligning av fangstene før og etter utbygging i Altaelva, har vi antatt at laks som gikk ut som smolt til og med i 1985 ikke ble vesentlig påvirket av reguleringen. Det vil si at fangsten av smålaks (hovedsakelig én-sjø-vinter fisk) fanget i 1986 eller tidligere, og at fangsten av storlaks (hovedsakelig tre-sjø-vinter fisk) fanget i 1988 eller tidligere, er regnet for å være lite påvirket av reguleringen. Fangsten i Altaelva ble standardisert mot fangstene i hver av de andre elvene ved å beregne standardiserte residualer fra den lineære regresjonen av fangstene i Altaelva mot fangstene i de andre elvene (et residual er forskjellen mellom en observert verdi og verdien predikert av regresjonslinjen). Deretter ble det testet om det var signifikante forskjeller mellom de standardiserte residualene før og etter utbygging. Sammenligningen ble gjort elv for elv. Eventuelle signifikante forskjeller i residualer før og etter utbygging vil være en indikasjon på at fangstene i Altaelva etter utbygging har utviklet seg annerledes enn fangsten i den elva det sammenlignes med.

Fangstene av smålaks i Altaelva var relativt sett signifikant høyere i perioden etter utbygging enn i perioden før utbygging sammenliknet med fangstene av smålaks i alle de ni andre elvene (**tabell 7.4**). Dette tyder på at fangstene av smålaks har økt i Altaelva etter utbygging sammenlignet med andre elver i Nord-Norge i perioden 1987-2004.

For fangstene av storlaks valgte vi å sammenligne storlaksfangstene i Altaelva med storlaksfangstene året før i de andre elvene fordi storlaksen i Altaelva er dominert antallsmessig av tre-sjø-vinterlaks, mens storlaksfangstene i de fleste andre vassdrag er dominert av to-sjø-vinterlaks. Vi ønsket primært å sammenlikne fangsten av fisk som gikk ut av elva som smolt samme år. Ved å gjøre sammenligningen på denne måten ble dette oppnådd i større grad enn om fangstene samme år hadde blitt brukt i analysen.

Det var ingen signifikant forskjell i de relative fangstene av storlaks i Altaelva i perioden før og etter utbyggingen sammenliknet med fangstene av storlaks i de andre ni elvene (**tabell 7.5**). Hvilken tilnærming vi bruker for sammenligning av storlaksfangstene påvirker ikke konklusjonene. Uansett hvilken elv som ble benyttet som referanse, eller om fangstene blir forskjøvet eller ikke, var konklusjonen den samme. Dette tyder på at fangstene av storlaks ikke har utviklet seg vesentlig forskjellig i Altaelva sammenlignet med andre elver i Nord-Norge i perioden 1980-2004.

**Tabell 7.4.** Forklaringsgrad for lineær regresjon mellom smålaksfangster i Altaelva og smålaksfangster i andre elver ( $R^2$ ), samt t-test for om standardiserte residualer (SE er standardfeilen for residualene) fra regresjonen er forskjellig mellom periodene før og etter utbygging. Elvene er sortert etter avtagende samvariasjon med Altaelva. N angir antall år med fangster som er inkludert i sammenlikningen.

Elv	$R^2$	1979-1986			1987-2004			t	p
		Standardisert residual	SE	N	Standardisert residual	SE	N		
Repparfjordelva	0,46	-0,55	0,08	8	0,24	0,26	18	-2,92	0,008
Lakselva	0,39	-0,63	0,09	8	0,28	0,25	18	-3,44	0,002
Neiden*	0,28	-0,69	0,17	8	0,31	0,23	18	-3,46	0,002
Børselva	0,28	-0,71	0,13	8	0,31	0,23	18	-3,77	0,001
Langfjordelva	0,21	-0,79	0,10	8	0,39	0,24	16	-4,53	<0,001
Tana*	0,15	-0,91	0,09	8	0,43	0,22	17	-5,69	<0,001
Stabburselva	0,14	-0,77	0,11	8	0,34	0,23	18	-4,39	<0,001
Måselva	0,12	-0,90	0,07	4	0,20	0,23	18	-4,60	<0,001
Komagelva	0,06	-1,06	0,10	8	0,47	0,19	18	-7,21	<0,001

\* Bare fangster på norsk side av elva er tatt med

De samlede fangstene av én-sjø-vinter laks etter utbyggingen har økt i Altaelva i forhold til de andre elvene, mens det ikke kunne påvises noen forskjell i utviklingen av de samlede fangstene av fler-sjø-vinter laks. Sammenlikningene gir derfor ikke grunnlag for å konkludere at kraftverksreguleringen har gitt reduserte fangster av laks i hele Altaelva sett under ett.

**Tabell 7.5.** Forklaringsgrad for lineær regresjon mellom storlaksfangster i Altaelva og storlaksfangster i andre elver året før ( $R^2$ ), samt t-test for om standardiserte residualer (SE er standardfeilen for residualene) fra regresjonen er forskjellig mellom periodene før og etter utbygging. Elvene er sortert etter avtagende samvariasjon med Altaelva. N angir antall år med fangster som er inkludert i sammenlikningen.

Elv	$R^2$	1980-1988			1989-2004			t	p
		Standardisert residual	SE	N	Standardisert residual	SE	N		
Lakselva	0,42	-0,14	0,37	9	0,16	0,23	16	-0,49	0,63
Børselva	0,36	0,40	0,45	9	-0,22	0,16	16	1,32	0,22
Stabburselva	0,30	0,02	0,43	9	-0,03	0,20	16	0,11	0,91
Komagelva	0,30	0,11	0,41	9	-0,06	0,21	16	0,36	0,73
Repparfjordelva	0,29	0,41	0,37	9	-0,23	0,21	16	1,51	0,15
Måselva	0,13	-0,56	0,43	5	0,17	0,23	16	-1,48	0,19
Langfjordelva	0,13	0,19	0,36	9	-0,12	0,25	14	0,73	0,48
Tana*	0,12	0,35	0,41	8	-0,17	0,22	16	1,13	0,28
Neiden*	0,08	-0,03	0,42	9	0,02	0,21	16	-0,11	0,92

\* Bare fangster på norsk side av elva er tatt med

## 8 Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden

I dette kapitlet sammenfattes kunnskapen om utviklingen av laksebestanden i Altaelva i perioden 1981-2006, med spesielt fokus på den negative utviklingen som har vært i øvre deler av lakseførende strekning etter reguleringen. Mulige årsaker til denne utviklingen og ulike sannsynlige dødelighetsfaktorer diskuteres. Dessuten gjør vi et overslag over den samlede virkingen av kraftverksreguleringen som følge av endrede miljøforhold om vinteren på produksjon i elva som helhet. Vi gjør også en kort vurdering av hvordan prøveperioden 2002-2006 har påvirket laksebestanden i Sautso. Til slutt anbefaler vi tiltak som vi anser som mest aktuelle under dagens forhold.

Ulike stadier av utbyggingen og manøvreringen av kraftverket som kan ha hatt betydning for utviklingen av laksebestanden siden starten av anleggsarbeidet i 1982, er oppsummert i **tabell 8.1**.

**Tabell 8.1.** *Oversikt over ulike stadier av utbyggingen og manøvreringen av kraftverket, samt andre forhold som kan ha hatt betydning for utviklingen av laksebestanden i Altaelva siden starten av anleggsarbeidet i 1982.*

<b>1982</b>	Start av anleggsarbeidet med bygging av anleggsvei inn til Sautso.
<b>1983</b>	Start av bygging av kraftverksdammen (juni).
<b>1985 og 1986</b>	Støping av dammen.
<b>1987</b>	Alta kraftverk satt i drift (mai).
<b>1987-1996</b>	Første midlertidige manøvreringsreglement.
<b>1987</b>	Lukeuhell 16. august. Medførte stor flom (økning i vannføring fra 60 til 900 m <sup>3</sup> /s på 20 minutter). Betydelige erosjon og masseforflytning i Sautso.
<b>1990-1992</b>	Forsøk med døgnregulering om vinteren.
<b>1992-1993</b>	Reduksjon i antall raske vannstandsendringer. F.o.m. 1994 har det forekommet få raske vannstandsendringer.
<b>1992</b>	Fram til 1992 ble spillerommet på ± 10 % i forhold til naturlig vannføring utnyttet. Etter 1992 er det lagt vekt på å kjøre så nær opp til naturlig vannføring som mulig, noe som er påkrevd i reglementet fra 1996.
<b>1993</b>	Reduksjon av problemer med flimmer i vannføring.
<b>1995-2001</b>	Økende grad av fang og slipp av fangstene under sportsfisket, spesielt i Sautso.
<b>1996-2001</b>	Nytt midlertidig manøvreringsreglement. Restriksjoner på hastighet ved nedtrapping av vannføringen.
<b>1997</b>	Det øverste av tre fiskekort i Sautso ble midlertidig fredet.
<b>1998-2006</b>	Fang og slipp av all laks under fisket i Sautso.
<b>2002-2006</b>	Nytt midlertidig manøvreringsreglement.
<b>2002-2006</b>	Utpøving av ny tappestrategi om vinteren for å oppnå økt islegging i Sautso i deler av vinteren.

Utviklingen i laksebestanden i Altaelva har blitt undersøkt siden 1981. Endringer i ungfisktetthet og fangst av voksen laks (mengde og sammensetning) har blitt brukt som måleparametere for utviklingen i bestanden i ulike deler av elva. En viktig forutsetning for å kunne bruke fangst som måleparameter for produksjon i ulike deler av elva, er at laksen som er klekket og vokst opp i et område, hovedsakelig vender tilbake dit for å gyte. Studier av populasjonsgenetikk (Heggberget et al. 1986), forskjeller i vekst og smoltalder mellom ulike deler av elva (f.eks. Heggberget et al. 1986, Heggberget 1989, Næsje et al. 1998, se også kap. 4) og vandring til voksen laks i Altaelva (Heggberget et al. 1988, 1996, Thorstad et al. 2000, 2001, 2003) støtter opp under denne forutsetningen (se også Næsje et al. 2005). Videre er det gode sammenhenger mellom reduksjonen i ungfiskbestand i Sautso, og hvordan denne har gitt seg utslag i sterkt redusert fangst av voksen laks i området (Ugedal et al. 2002). Svake ungfiskårsklasser har gitt dårlig fangst og gyting av voksen fisk. Denne sammenhengen er i seg selv en god støtte for hypotesen om lokal heimfinning. Hvis gytefisken fordelte seg tilfeldig i elva ville vi ikke finne et klart mønster mellom årsklassestyrke hos ungfisk og relativ smoltårsklassestyrke for voksen laks. Sautsolaks beskattes også på vei opp i elva i de nedenforliggende sonene. Vi har imidlertid ingen indikasjoner på at beskatningsraten i de øvrige deler av elva har endret seg vesentlig i løpet av undersøkelsen.

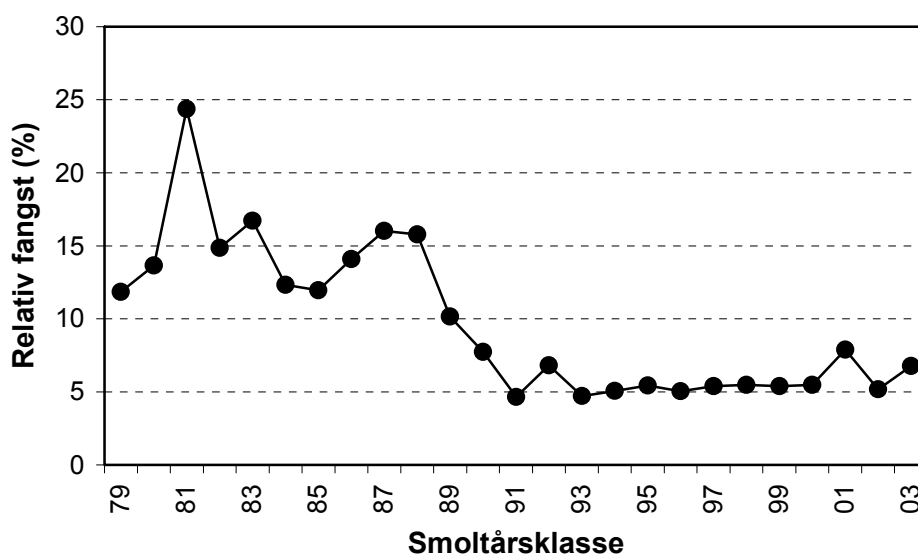
## 8.1 Faser i utviklingen av laksebestanden

Tettheten av laksunger i Sautso har utviklet seg i flere faser etter reguleringen. Fra 1985 til 1991 var ungfisktettheten på de to elfiskestasjonene i Sautso redusert til halvparten i forhold til referanseårene 1981-1984. Fra 1992 til 1996 var tetthetene gjennomgående enda lavere, med en reduksjon på opptil 80 % i forhold til referanseårene. Den negative utviklingen i tetthet av laksunger i Sautso i årene etter kraftutbyggingen skyldes forhold relatert til drift og/eller bygging av Alta kraftverk. I perioden 1997-2000 økte tettheten av laksunger noe, og tettheten var i disse årene omtrent halvparten av hva den var i referanseårene. I 2001 ble det registrert en markert økning av ungfisktetthet på de to hovedstasjonene i Sautso. Denne økningen kan sannsynligvis knyttes til økt rekruttering som følge av fang og slipp fiske av voksen laks i sonen. Siden da har tettheten vært sammenliknbar med situasjonen på starten av 1980-tallet, eller bedre, for stasjonen ved Tørmenen. Tettheten av laksunger på stasjonen ved Svartfossen, nærmest kraftverksutløpet, var imidlertid fremdeles lavere i perioden 2002-2006 enn i referanseårene 1981-1984.

En sammenlikning av den gjennomsnittlige tettheten av laksunger i Sautso med resten av elva viser at tettheten av ettåringer i Sautso var like høy eller høyere enn i de andre delene av elva i årene 1998-2003 og 2006, mens tettheten av toåringer var lavere i Sautso i 1998, 2000, 2003 og 2005-2006. Tettheten av treåringer har vært vesentlig lavere i Sautso enn i resten av elva i hele perioden 1998-2006. Dette kan tyde på at overlevelsen til eldre laksunger er lavere i Sautso enn i øvrige deler av elva, og at smoltproduksjonen dermed er mindre. Undersøkelser av presmolttetthet om våren i 2003 og 2004 bekreftet at smoltproduksjonen var mindre i Sautso enn i Gargia. Beregning av overlevelse vinteren 2004-2005 viste også at vinteroverlevelsen til både yngre og eldre laksunger var lavere i Sautso enn i Gargia.

Det er god overensstemmelse mellom tallene for redusert produksjon i Sautso basert på ungfisktetthet (reduksjon med omlag 80 % i årene 1992-1996) og anslag over redusert smoltproduksjon basert på relativ fangst av ulike smoltårsklasser i Sautso sammenliknet med Vina og Jøra (Ugedal et al. 2002). Anslagene tyder på at smoltproduksjonen i Sautso ble redusert med opptil 70 % i perioden etter at reguleringen ble satt i verk. To uavhengige metoder viser således at ungfiskproduksjonen ble kraftig redusert i Sautso i en lengre periode etter reguleringen.

Den reduserte tettheten av ungfisk i Sautso ga reduserte fangster av voksen laks i området. Smoltårsklassene fra og med 1989 har alle gitt reduserte fangster i Sautso sammenliknet med resten av elva (Ugedal et al. 2002, **figur 8.1**). Den reduserte tilbakevandringen av voksen laks til Sautso førte etter hvert til svært få gytefisk i sonen. Fra og med høsten 1994 tyder beregninger av rogndeponering på at antallet gytefisk var alt for lavt til å fullrekruttere sonen med yngel (Ugedal et al. 2002, kap. 7.2). Hovedmengden av gytehunner i Altaelva er tre-sjø-vinter fisk, slik at gytehunnene høsten 1994 vandret ut fra elva som smolt i 1991. Denne smoltårsklassen er den som har gitt den relativt laveste fangsten i Sautso (**figur 8.1**). Antallet gytefisk i Sautso var lavt fram til og med 1997. Tellingene av gytegroper og gytefisk tyder også på at antallet gytefisk var lavt i Sautso høsten 1996 og 1997. Fra høsten 1998 har innføring av fang og slipp fiske i Sautso bidratt til at antallet gytefisk har økt. Dette vises ved en fordobling i antallet gytegroper i årene 1999-2001 sammenliknet med 1996 og 1997. I perioden 2002-2006 har antall gytegroper i Sautso vært på et enda høyere nivå enn i 1999-2001, og tellingene av gytefisk i Sautso viste at gytebestanden disse årene var vesentlig mer tallrik enn i 1996-1997. Fra 2001, med noe variasjon, har den beregnede rogndeponeringen begynt å bli tilfredsstillende sammenliknet med et gytebestandsmål på 3-5 rogn/m<sup>2</sup>. Dette kan tyde på at antallet gytefisk i Sautso har vært tilstrekkelig til at sonen fullrekrutteres med yngel de seneste årene (se kap. 7.2).



**Figur 8.1.** Utviklingen i relativ fangst i Sautso (som % av den totale fangsten i elva) av ulike smoltårsklasser (laks som har gått ut av elva som smolt i samme år).



## 8.2 Dødelighetsfaktorer

Det er flere årsaker til at laksebestanden i Sautso hadde en negativ utvikling etter kraftreguleringen. Som grunnlag for våre vurderinger fokuserer vi spesielt på ungfiskbestanden (inkludert smolt), fordi det synes å være en svært god sammenheng mellom reduksjonen i tetthet av ungfisk og redusert oppvandring og fangster av voksen laks.

Det er fremsatt flere hypoteser for årsaker til tilbakegangen i ungfiskproduksjon i øvre deler av lakseførende strekning, og i Sautso spesielt. Disse hypotesene kan deles i tre hovedgrupper:

1. Årsaker knyttet til bygging og manøvrering av Alta kraftverk.
2. Årsaker knyttet til miljøforandringer om vinteren og våren (endringer i temperatur- og isforhold).
3. Andre årsaker til at reguleringen har ført til økt dødelighet av ungfisk og/eller smolt.

Hypotesene er ikke nødvendigvis gjensidig uavhengige av hverandre, og sannsynligvis har årsaksforhold under hver av disse hovedhypotesene innvirket på utviklingen i ungfiskbestanden.

### 8.2.1 Bygging og manøvrering av Alta kraftverk

#### Anleggsarbeidet

Ungfisktettheten på de to hovedstasjonene i Sautso avtok allerede i 1985-1986 sammenliknet med tettheten i årene 1981-1984. Den samme nedgangen i ungfisktetthet i 1985-1986 ble funnet på andre elfiskestasjoner i elva. Nedgangen kan ha hatt sammenheng med negativ påvirkning av yngel og ungfisk som følge av byggingen av dammen og kraftverket. Vi har imidlertid liten kunnskap om hvordan byggeprosjektet påvirket vannkvalitet og vannstandsendringer i Altaelva, og det finnes generelt lite kunnskap om hvordan slike byggeprosjekter kan påvirke fiskebestander.

#### Stranding

Evaluerings av stranding av fisk på grunn av raske fall i vannstand relatert til driften av Alta kraftverk er gjort av Forseth et al. (1996) og Ugedal et al. (2002). Ugedal et al. (2002) konkluderte med at det var overveiende sannsynlig at dødelighet som følge av stranding, har påvirket ungfisktettheten i Sautso negativt. Det er imidlertid også klart at stranding ikke kan ha vært den eneste miljørelaterte dødelighetsfaktoren for laksunger i Sautso i perioden etter byggingen av kraftverket. Basert på antall strandingsepisoder antar vi at flest fisk døde på grunn av stranding de første årene etter utbyggingen. Etter midten av 1990-tallet er driften av kraftverket bedret, og antall episoder som medfører stranding av laksunger er redusert (Brodtkorb 2002).

### 8.2.2 Miljøforandringer om vinteren og våren

Reguleringen av Altaelva har ført til endringer i temperaturforholdene nedstrøms kraftverket. Vintertemperaturen har økt etter regulering, mens temperaturen om våren har blitt lavere. Den økte vintertemperaturen gjør at elva fra kraftverksutløpet ned til Sautsovannet er stort sett isfri om vinteren. Bare i kortere perioder har det vært dannet landis. Det nye tapperegimet, som er utprøvd i perioden 2002-2006, gjør at isleggingen i Sautso har økt, men varigheten og omfanget av isdekket er fremdeles vesentlig mindre enn før regulering.

Spesielt to forhold, energiavhengig vinterdødelighet og asynkron smoltifisering, som begge er knyttet til endrede miljøforhold, er trukket fram som viktig for overlevelsen til laksungene.

### **Energiavhengig vinterdødelighet**

I løpet av de siste årene er det gjennom felt- og laboratoriestudier fremskaffet ny kunnskap om betydningen av endrede miljøforhold om vinteren for laksungene i Sautso (kap. 4.3, Finstad et al. 2005). Feltstudier av laksunger i Altaelva om vinteren har påvist energiavhengig dødelighet hos laksunger i Sautso. Laboratorieforsøkene med ungfisk av Altalaks har videre vist at det er sannsynlig at redusert isdekke i øvre deler av elva har bidratt til nedgangen i produksjon av laksunger etter reguleringen. Estimatenes av vinteroverlevelse bekrefter at overlevelsen av eldre laksunger er lavere i Sautso enn i Gargia lengre ned i elva. Disse resultatene har sannsynliggjort at endrede miljøforhold om vinteren som følge av reguleringen har vært og fremdeles er viktige dødelighetsfaktorer for laksunger i Sautso.

Årsakene til økt vinterdødelighet hos laksunger i Sautso synes å være sammensatte. Laboratorieforsøkene, sett sammen med generell kunnskap om vinterøkologi hos laksefisk, viser at fisken får flere problemer når isen forsvinner fra ei elv som naturlig islegges (som Altaelva). Dette skyldes blant annet at:

- Energiutgiftene til å holde seg i live øker fordi metabolismen (stoffsiftet) øker når lysinnstrålingen øker. Dette øker forbreningen av lagringsfett og gjør fisken mer og/eller tidligere avhengig av næringsinntak.
- Laksungene i Altaelva er avhengig av et betydelig næringsinntak for å overleve vinteren. Mulighetene til å fange mat reduseres fordi perioden med mørke og beskyttelse mot predatorer blir kortere, noe som resulterer i et lavere næringsinntak.
- Predasjonsrisikoen øker fordi elva blir tilgjengelig for predatorer som ellers er stengt ute fra isdekket elv. Denne effekten forsterkes dersom lav energistatus tvinger fisken til å eksponere seg på grunn av et mer aktivt næringsøk.

Økt begroingen av alger om vinteren og våren i Sautso etter regulering har blitt foreslått å påvirke laksungenes næringsinntak ved at næringsdyrene har blitt mindre tilgjengelige for fisken. I perioden 2000-2006 skjedde det sterk reduksjon i mengde begroing om vinteren i forhold til perioden 1995-1999. Samtidig er artssammensetningen endret. Denne endringen har trolig sammenheng med endret næringsalltilførsel til elva (se kap. 3). Etter 2001 synes forholdene å være tilbake til en situasjon som antas å være nær forholdene før regulering.

Endringene i begroing kan ha påvirket byttedyrenes produksjon og tilgjengelighet for laksunger. Laksungenes ernæring i april/mai har de seneste vintrene vært dominert av døgnfluelarver, steinfluelarver og vårfluelarver, i motsetning til på midten av 1990-tallet da små fjærmygglarver utgjorde en vesentlig del av dietten (se kap. 5). Begroingen kan dermed i noen år på 1990-tallet ha medvirket til at energistatusen til laksunger ble ytterligere redusert om våren, og kan ha bidratt til økt vinterdødelighet disse årene.

### **Asynkron smoltifisering**

Reguleringen av Altaelva har ført til endringer i vanntemperatur og lysforhold (redusert isdekke) i Sautso om vinteren og våren. Begge disse miljøparametrene kan påvirke tidspunktet for laksens smoltifisering (McCormick & Saunders 1987, Hoar 1988). I øvre del av Altaelva (Sautso) har temperaturen økt om vinteren (desember - mars) og avtatt i siste halvdel av mai, juni og juli. Forsøk ved blant annet settefiskanlegget i Talvik har vist at lavere vanntemperaturer om våren kan forsinke smoltifiseringen hos laks, men at fravær av isdekke kan framskynde smoltifiseringen (Finstad & Nilsen 1998), slik at en har endringer i miljøfaktorer som virker i to forskjellige retninger. En asynkron smoltifisering og tidligere

eller senere utvandring i forhold til smolten i resten av elva kan medføre økt predasjon fra annen fisk når smolten vandrer ut i fjorden (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987, Hvidsten & Lund 1988).

Undersøkelsene av smoltutvandring i Altaelva i 2004 og 2005 viste at smolt vandret suksessivt ut, først fra nedre deler og senere fra områder oppover i elva, slik at smolt fra Sautso vandret senere enn smolt fra de andre delene. Vi kjenner ikke til om smoltutvandringen fra Sautso skjedde samtidig med utvandringen fra resten av elva før reguleringen. Den reduserte vanntemperaturen i øvre deler av elva om våren før smolten vandrer kan ha medført at smolten i dette området vandrer senere ut enn lengre ned hvor vanntemperaturen er mer uforandret. På grunn av predasjonrisiko i elva og sjøen under utvandring (Hvidsten & Lund 1988, Kålås et al. 1993), kan det medføre økt dødelighet at smolten fra Sautso ikke går ut samtidig med smolten fra de nedre delene av vassdraget.

### 8.2.3 Andre mulige dødelighetsfaktorer

Det er flere andre mulige forklaringer til økt dødelighet hos laksunger som følge av reguleringen i Altaelva. Vi vil trekke fram følgende to hypoteser som har vært lansert som mulige viktige årsaker til tilbakegangen i ungfiskbestand i Sautso:

- 1) Økt konkurranse og predasjon fra andre fiskearter
- 2) Økt predasjon fra fugler og pattedyr

#### Konkurranse og predasjon fra andre fiskearter

Vi har liten kunnskap om utviklingen i bestandene av de andre fiskeartene i Sautso etter reguleringen. Det er derfor vanskelig å vurdere utviklingen i konkurranse og predasjon fra andre fiskearter. Undersøkelse av den elvelevende harren ovenfor Sautso vann viste imidlertid at 4,4 % av harren hadde spist fisk (Saksgård et al. 1998). Det meste av dette var sannsynligvis laksunger. På grunn av en sannsynlig tett bestand av harr kan denne arten utøve et betydelig predasjonstrykk på laksungene på elvestrekningen ovenfor Sautso vann. Siden vi ikke kjenner tidligere eller nåværende bestandsstørrelse av harr i Sautso, kan vi ikke si noe sikkert om predasjon av lakseyngel har vært en medvirkende faktor til reduksjon i tettheten av lakseyngel. I tillegg spiste harren de samme næringsdyrene som laksunger. Diettoverlappet mellom harr og laksunger økte med alderen til laksungene. En tett harrbestand kan derfor også konkurrere med laksungene om næringsdyr (Saksgård et al. 1998).

Undersøkelsen av laksunger og andre fiskearter i Sautso vannet viste at predasjonspresset på laksungene kan være stort og bidrar til å redusere smoltproduksjonen i vannet (Ugedal et al. 2002). Vi har imidlertid ikke data til å vurdere predasjonstrykket før og etter regulering.

#### Predasjon fra fugler og pattedyr

Laksungene i Altaelva er også utsatt for predasjon fra pattedyr og fugler. Mink finnes blant annet i området, og laksender hekker langs hele elva. I perioder av året hvor elva går naturlig åpen og vannføringen er tilnærmet lik den naturlige, antas predasjonstrykket fra pattedyr og fugler å være relativt uforandret. Det forutsettes imidlertid at antallet predatorer er det samme.

Reguleringen har ført til at elva fra kraftstasjonen og ned til Sautso vann i stor grad går åpen om vinteren. Dette fravær av isdekke har økt mulighetene for at fiskespisende dyr eller fugler som er avhengig av åpent vann for å kunne spise laksunger, kan utvide jaktseongen. For eksempel kan laksender forlenge oppholdstiden ut over høsten og vinteren i den isfrie delen av elva, eller det samme området kan ha blitt mer attraktivt for laksender

og andre predatorer når isleggingen tar til i nærliggende innsjøer. Uten kunnskap om utviklingene i bestandene av predatorer i Altaelva og deres bruk av Sautsosenen på senhøsten, vinter og vår, er det vanskelig å vurdere betydningen av denne dødlighetsfaktoren for utviklingen i ungfiskbestanden etter reguleringen av elva.

I den grad manøvreringen har medført tidligere isløsning i andre deler av elva, kan dette også ha medført økt predasjonsdødelighet fordi fiskender potensielt kan spise mye laksunger (se kap. 4). Det er imidlertid en forutsetning at disse artene har vendt tilbake til området fra sine vinteroppholdssteder. Tellingene av fiskender i 2006 tydet på at få fiskender ankom elva før isløsning. Etter isløsning var det relativt liten variasjon i antall fiskender mellom de ulike tellingene. Siden isløsningen ikke kom spesielt tidlig i 2006 var det ikke mulig ut fra våre undersøkelser å si noe konkret om en forlenget periode med åpen elv om våren kan føre til økt predasjon fra fiskender.

### 8.3 Effekter av islegging og minstevannføring på smoltproduksjonen i ulike deler av elva

Både endringer i isforhold og økt vintervannføring har sannsynligvis påvirket vinteroverlevelsen til laksunger i Altaelva (se kap. 4). Redusert islegging har redusert vinteroverlevelsen i Sautso, mens økt minstevannføring om vinteren isolert sett synes å ha bedret vinteroverlevelsen i hele elva, men gitt positiv totaleffekt i områdene nedenfor Sautso. For å vurdere effekten av kraftverksreguleringen er det viktig å forstå hvordan disse to faktorene, med motsatt effekt, kan ha påvirket vinteroverlevelsen og produksjonen i elva som helhet.

#### Lakseproduksjon: Sautso vs resten av elva

Sautso inkludert Sautsovann utgjør ca 16 % av lengden på lakseførende strekning i Altaelva. Fangstene av laks i Sautso før regulering (16 % av elvas totalfangst) tyder på at lakseproduksjonen i området var proporsjonal med arealandelen. Dette er imidlertid et minimumsanslag av tre grunner: 1) Laks fra Sautso fanges også i fiskesonene nedenfor Sautso, 2) tettheten av laksunger før regulering var høyere i Sautso enn lengre ned i elva, og 3) veksten var (og er fortsatt) høyere og smoltalderen lavere i Sautso enn lengre ned. Lavere smoltalder gir i utgangspunktet høyere produksjon av smolt. Antar vi at 10 % av laksen som før regulering ble fanget nedenfor Sautso var Sautsolaks, øker produksjonsandelen til nesten 25 %. Var andelen 15 %, foregikk nær 30 % av lakseproduksjonen i Altaelva i Sautso. Antar vi, som en forenkling, at ungfisktetthetene på våre stasjoner er representative for elva, og tar utgangspunkt i gjennomsnittlig tettheter før regulering på 59 fisk pr 100 m<sup>2</sup> i Sautso og 37 i resten av elva (se **figur 4.3** og kap. 4.2), foregikk 23 % av produksjonen i Sautso. Ut fra disse to betraktningene synes det rimelig å anta at i størrelsesorden 25 % av lakseproduksjonen i Altaelva foregikk i Sautso før reguleringen.

For å anslå den totale effekten av regulering på hele lakseførende strekning, kan man som utgangspunkt, anta at vintervannføring etter regulering har gitt en økning på 45 % i produksjon i nedre del, hvor 75 % av produksjonen foregikk. Dette er i samsvar med beregningene i kapittel 4.4, men noe mindre effekt enn regresjonsanalysene tilsier og således et konservativt anslag. Videre kan man anta at bortfall av isdekke i Sautso har redusert den årlige overlevelsen fra 60 % (antatt overlevelse i uregulert tilstand ut fra overlevelsesestimaterne vinteren 2004-05) til 45 % for parr og 30 % for presmolt i Sautso (kap. 4.4). Vi antar videre at den tetthetsavhengige dødeligheten er stor det første året av fiskens liv (Jonsson et al. 1998, Einum & Nislow 2005), og at en ekstra dødelighet på grunn av bortfall av is (som vi antar primært virker tetthetsuavhengig) ikke medfører økt totaldødelighet det første året. Basert på dette antar vi at laksungene i Sautso utsettes for to vintre med 45 % overlevelse og en vinter med 30 % overlevelse før de går ut som smolt.

Dette forutsetter en smoltalder på fire år. Disse antagelsene gir en totaløkning i smoltproduksjonen i vassdraget som helhet (inkludert Sautso) på ca 16 %, til tross for at bortfall av isdekke med disse forutsetningene har redusert smoltproduksjonen i Sautso med om lag 70 %.

Det er av flere grunner usikkert å omgjøre disse prosentvise anslagene over endret smoltproduksjon i ulike deler av Altaelva til konkrete tall. For det første vet vi ikke hvor stor smoltproduksjonen i Altaelva var før regulering. For det andre kan undersøkelsene i 2004-2006 tyde på at smoltproduksjonen varierer en god del mellom år (se kap. 6.1). For å illustrere hva våre antagelser om prosentvise endringer i smoltproduksjon i ulike deler av elva utgjør i antall smolt, kan vi anta at produksjonen før regulering var omlag 500 000 smolt. Under denne forutsetningen har produksjonen i Sautso avtatt med 88 000 smolt, mens produksjonen i resten av elva kan ha økt med inntil 169 000 smolt. Samlet sett kan smoltproduksjonen i elva som helhet ha økt med omlag 81 000 smolt.

En reduksjon i smoltproduksjon i Sautso på om lag 70 % er høyere enn det tetthetsestimatene (kap. 4) og el-fiske etter presmolt (kap. 6) tilsier. Som en alternativ tilnærming kan vi derfor anslå totaleffekten av reguleringen ved å ta utgangspunkt i dagens presmolttetthet i Sautso og Vina. I 2003 og 2004 ble det ved én gangs overfiske av relativt store områder i Vina anslått en relativ tetthet av presmolt (fisk  $\geq 12,0$  cm) som var 2-4 ganger så høy som på områder i Sautso. Vi antar derfor konservativt at tettheten i Vina er dobbel så høy som i Sautso. Om vi videre antar at det er nok gytefisk (kap. 7) og rekrutteringen er lik i de to områdene, er overlevelsen fram til presmolt dobbelt så høy i Vina som i Sautso. Antar vi videre at denne forskjellen utelukkende skyldes bortfall av isdekke, fører en slik 50 % reduksjon i smoltproduksjonen i Sautso til en totaløkning av produksjonen i hele elva på 25 % når en tar hensyn til den økte produksjonen som følge av økt vintervannføring. Beregningene viser at en halvert smoltproduksjon i Sautso kan kompenseres (det vil si ingen endring i den totale smoltproduksjonen i elva) hvis produksjonen har økt med 17 % i resten av elva på grunn av økt vintervannføring. En slik økning i produksjonen i resten av elva som følge av økt vintervannføring er betydelig lavere enn det regresjonsanalysene av effekter av økt minstevannføring om vinteren antyder (se **tabell 4.8**). Denne alternative tilnærmingen for å anslå totaleffekten av reguleringen tyder også på at det kan ha vært en moderat økning i den totale smoltproduksjon i hele vassdraget.

## 8.4 Vurdering av prøveperioden 2002-2006

I perioden 2002-2006 har det vært utprøvd et nytt tapperegime for å gi økt islegging i Sautso. Prøveperiodens lengde er imidlertid for kort til at feltundersøkelser kan gi sikre svar på hvilke biologiske effekter det nye tapperegimet har hatt på laksebestanden. Spesielt gjelder dette effekter på bestanden av voksne laks. Fangstene av voksne laks i prøveperioden har hovedsakelig bestått av individer som bare har levd deler av sitt ferskvannsliv under det nye tapperegimet.

Effektene av det nye tapperegimet på omfang og varighet av isdekke er rapportert av Asvall (2005). Det nye regimet i perioden gjør at isleggingen i Sautso har økt, men varigheten og omfanget av isdekke er fremdeles vesentlig mindre enn før reguleringen. Grove beregninger tyder på at den oppnådde isleggingen for hele vinterperioden (1. desember til 31. mars) i gjennomsnitt varierte fra 12 % isdekke vinteren 2004-05 til 23 % vinteren 2002-03, med et gjennomsnitt for de fire årene 2002-2005 på 18 % isdekke (Næsje et al. 2005).

I løpet av prøveperioden er tettheten av laksunger i Sautso opprettholdt på et rimelig høyt nivå. I 2001, altså før prøveperioden, skjedde en markert økning i tettheten av laksunger

på de to stasjonene i Sautso. En mulig årsak til dette var sannsynligvis økt antall gytefisk på grunn av fang og slipp fiske. I perioden 2002-2006 var imidlertid tettheten av laksunger på den øverste stasjonen nærmest kraftverket fremdeles lavere enn tettheten i referanseårene før utbygging. Tettheten på den andre stasjonen i Sautso var imidlertid like høy eller høyere enn i referanseårene. En sammenlikning av den gjennomsnittlige tettheten av laksunger av ulik alder i Sautso med resten av elva tyder imidlertid på at overlevelsen til eldre laksunger fremdeles er betydelig lavere i Sautso, og at smoltproduksjonen dermed er lavere. Tettheten av presmolt var også 2-4 ganger høyere i Vina enn i Sautso våren 2003 og 2004. Beregningene av vinteroverlevelse til laksunger vinteren 2004/2005 tyder på at overlevelsen til eldre laksunger (29 %) så vel som yngre laksunger (45 %) er lavere i Sautso enn i Vina (ca 60 % for begge grupper). Disse resultatene, sammen med resultater fra laboratoriestudier (Finstad et al. 2005), sannsynliggjør at de endrede miljøforholdene om vinteren som skyldes reguleringen, har vært og fremdeles er en viktig dødelighetsfaktor for laksungene i Sautso.

Fettinnholdet til laksunger fra Sautso innsamlet i mai har vist en økende trend i perioden 1996-2004, noe som tyder på at energistatusen til laksunger i Sautso har blitt bedre de siste årene. Dette kan skyldes økt isdekke som følge av endret manøvrering, endringer i begroing og/eller endringer i bunnfauna og laksungenes ernæring. Til tross for at energistatusen til laksunger i Sautso har bedret seg utover 2000-tallet viser merke-gjenfangst undersøkelsen at vinteroverlevelsen til laksunger i Sautso fremdeles er lavere enn i områder av elva hvor det er permanent isdekke.

Næsje et al. (2005) vurderte den potensielle effekten av økt islegging på lakseproduksjonen i Sautso. Effekten av tapperegimet på islegging avhenger av klima. Isolert sett vil en forvente at økt islegging om vinteren vil øke smoltproduksjonen i Sautso i en middels kald vinter med ca 30 % fra dagens reduserte nivå. Dette er sannsynligvis et maksimumslag over effekten. Den forventede økte produksjonen av laksunger i Sautso som følge av økt islegging kan imidlertid raskt reduseres hvis det skjer endringer i minstevannføring eller manøvrering på vinteren som gir negative effekter i Sautso og/eller resten av elva. Vår beste prognose på en samlet effekt av vintervannføring og økt isdekke i Sautso er basert på en manøvrering som gir maksimalt isdekke sammen med en minstevannføring om vinteren på i størrelsesorden 20 m<sup>3</sup>/s (ved Kista). Denne prognosen tilsier at smoltproduksjonen i Altaelva som helhet i gjennomsnitt vil bli minst like stor som før regulering, og mulig opp til 25 % høyere (Næsje et al. 2005). Det meste av gevinsten er allerede tatt ut (økt smoltproduksjon nedenfor Sautso på grunn av økt vintervannføring), mens resten vil komme hvis det blir full effekt av økt islegging i Sautso. Basert på dagens kunnskap vurderer vi det imidlertid som sannsynlig at smoltproduksjonen i Sautso vil forbli redusert selv med det nye tapperegimet som gir økt islegging.

De tre siste vintrene har det vært gjennomført et tapperegime hvor vannføringen på senvinteren er økt ut over tidligere grenser på 33/38 m<sup>3</sup>/s. En slik tappestrategi gjør at isdekket i de nedre deler av elva forsvinner tidligere enn den ville gjort under naturlige forhold. Dette kan, på samme måte som i Sautso, gi økt vinterdødelighet i hele elva på grunn av kortere periode med isdekket elv. Antar vi at økningen i vannføring gir 2-4 uker tidligere isløsning (10-20 % reduksjon i lengden på isdekket periode), vil dette teoretisk redusere vinteroverlevelsen med 5 til 10 % i områdene nedenfor Sautso (Næsje et al. 2005). Denne prediksjonen er basert på laboratoriestudier og følgelig usikker, men betraktningene antyder at tidligere åpning av elva kan være et problem. Tidligere åpning av elva i de nedre deler kan også gjøre at laksungene blir mer utsatt for predasjon fra fiskespisende fugl. Dette forutsetter at fuglene kommer tidligere til vassdraget hvis det blir åpent, noe som foreløpig er usikkert (se kap. 4.5).

I vintrene 2003/2004 og 2004/2005, da vannføringen ble økt utover 38 m<sup>3</sup>/s, førte manøvreringen av kraftverket til en markant reduksjon i vannføring senere på våren (Næsje et al. 2005). Reduksjonene i vannføring skjedde i en periode av året da fisken har dårlig fysiologisk kondisjon. Ekstra stress ved skifte av leveområder kan i denne perioden øke overlevelseskostnadene og medføre ekstra dødelighet. Stranding under isen ved slik manøvrering er en annen potensiell negativ effekt av store reduksjoner i vannføring. Det finnes imidlertid lite kunnskap fra Altaelva og andre isdekte elver som kan belyse i hvilken grad fisk blir fanget under landis, i bakevjer og sidefar som senere tørrlegges ved reduksjoner i vannføring.

## 8.5 Tiltak

Selv om det i de senere årene har vært en positiv utvikling i tettheten av laksunger i Sautso, er dødeligheten av eldre laksunger fortsatt høy. Det er derfor usikkert hvordan laksebestanden i Sautso vil utvikle seg i årene som kommer. For å optimalisere leveforholdene for laksunger foreslår vi at det fokuseres på følgende tiltak:

- En stabil og rimelig høy vintervassføring
- Islegging om vinteren i Sautso
- Optimal oppkjøring av vannføring om våren
- Begrenset uttak av voksen laks, spesielt hunnfisk i Sautso

For størst mulig produksjon av laksunger i Sautso og resten av elva, bør manøvreringen i vinterperioden etterstrebe størst mulig grad av islegging i Sautso samtidig som vannføringen holdes stabil og høy i hele lakseførende strekning. En minste vintervannføring på omlag 20 m<sup>3</sup>/s ved Kista i hele vinterperioden gjør det mulig å bedre isleggingsforholdene i Sautso samtidig som de gode produksjonsforholdene for laks i nedenforliggende områder opprettholdes.

Økt vannføring om våren for å tømme reguleringsmagasinet før vårflommen, kan medføre en markant reduksjon i vannføring hvis en er uheldig med prognosene for tidspunkt for vårflom. Markante reduksjoner i vannføringen på slutten av vinterperioden og begynnelsen av vårperioden skjer i fiskens mest sårbare periode og er potensielt uheldig for laksungene. En slik manøvrering kan medføre økt stress og fare for innestenging under is og stranding. Vi anbefaler derfor at vannføringen ikke reduseres etter at den er økt om våren. Tappestrategier som medfører tidligere isfrie områder nedfor Sautso, enn tilfellet ville være under naturlige forhold, kan også ha en negativ virkning på laksungenes overlevelse som følge av fysiologiske og atferdsmessige endringer på grunn av økt lysinnstråling og økt predasjon fra fugl.

Basert på gytebestandsmål for Altaelva har ikke gytebestanden i Sautso på 2000-tallet vært så tallrik at den tåler noen omfattende beskatning uten at dette påvirker rekrutteringen av ungfisk. Det anbefales derfor et fortsatt begrenset uttak av voksen laks, og spesielt av hunnfisk, i denne sonen.

På bakgrunn av endringene som har skjedd i laksebestanden i de øvre deler av lakseførende strekning og de ulike årsakene til dette, anbefales det å videreføre de fiskebiologiske undersøkelsene i vassdraget. Undersøkelsene bør spesielt legge vekt på å studere forholdene i Sautso sammenliknet med referanseområder lengre ned i elva, og hvilke forhold som påvirker laksungenes dødelighet. Videre vil opprettholdelse av tidsserier på stasjoner som er ulikt påvirket av reguleringen, gi verdifull informasjon.

## 9 Referanser

- Akaike, H. 1974. A new look at statistical model identification. IEEE Trans. Automatic Control 19: 716-723.
- Anderson, D.R. & Burnham, K.P. 1999. Understanding information criteria for selection among capture-recapture or ring recovery models. Bird Study 46 (Suppl.): S14-S21.
- Anon. 1997. Rettsbok for Alta herredsrett. Skjønns vedrørende laksefisket. Sak nr. 315/92B (18/79B), avhjemlet 2. og 3. mai 1997. 105 s.
- Arnekleiv J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. & Urke, H.A. 2000. Fiskeribiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 2000-3. 99 s.
- Asvall, R.P. 1998. Endringer i vanntemperatur og isforhold. S. 64-70 i: T.F. Næsje (red.), Altalaksen. Kultur, kraftutbygging og livsmiljø. Bidrag til konferansen "Altaelva 10 år etter". Alta kommune. 164 s.
- Asvall, R.P. 2005. Altautbyggingen. Vanntemperatur- og isforhold ved bruk av øvre inntak om vinteren. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oppdragsrapport A nr 21-2005. 40 s.
- Asvall, R.P. & Kvambekk, Å.S. 2001. Ny strategi for tapping av Altamagasinet om vinteren. Endring av vanntemperatur- og isregimet fra utløpet av kraftstasjonen i Savco ved utvidet bruk av øvre inntak. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oppdragsrapport nr 10-2001. 19 s.
- Berg, O.K., & Bremset, G. 1998. Seasonal changes in the body composition of young riverine Atlantic salmon and brown trout. J. Fish Biol. 52: 1272-1288.
- Bergersen, R. 1987. Bunnfauna og ernæring hos laksunger i Altaelva nedenfor demningen, 1984-1986. Tromsø, Naturvitenskap 60: 1-69.
- Bergersen, R. 1992. Bunndyr og ernæring hos laksunger i Altaelva, 1980-1992. Tromsø, Naturvitenskap 71: 1-45.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rassmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.
- Brodtkorb, E. 2002. Vannstandsfluktuasjoner i Altaelva ved Sautso 1991-2002. Statkraft Grøner, Rapport S7092G-R01/02. 16 s. + vedlegg.
- Chadwick, E.M.P. & Green, J.M. 1985. Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) production in a largely lacustrine Newfoundland watershed. Mitteil. Int. Ver. Theoret. Ang. Limnol. 22: 2509-2515.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonid fishes. Freshw. Biol. 11: 361-368.
- Cunjak, R.A., Prowse, T.D. & Parrish, D.L. 1998. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in winter: "the season of parr discontent"? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 (Suppl. 1): 161-180.
- Dahl, R. & Korbøl, B. 1993. Altautbyggingen - Fiskeskjønn. Sakkyndig uttalelse om regulerings innvirkning på erosjonsforholdene i Altaelva. Elvegard/Oslo 5. februar 1993.
- Dudley, T., Cooper, S.D. & Hemphill, N. 1986. Effects of macroalgae on a stream invertebrate community. J. N. Am. Benthol. Soc. 5: 93-106.



- Einum, S. & Nislow, K.H. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. *Oecologia* 143: 203-210.
- Erikstad, L., Storeid, S.-E. & Hansen, L.P. 1999. Estimering av produksjonen av laksesmolt i norske vassdrag ved hjelp av GIS. NINA Oppdragsmelding 602. 10 s.
- Finstad, A.G., Forseth, T., Næsje, T. & Ugedal O. 2004a. The importance of ice cover for energy turnover in juvenile Atlantic salmon. *J. Anim. Ecol.* 73: 959-966.
- Finstad, A.G., Ugedal, O., Forseth, T. & Næsje, T. 2004b. Energy related juvenile winter mortality in a northern population of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 2358-2368.
- Finstad, A.G., Forseth, T.F., Næsje, T.F. & Ugedal, O. 2005. Effekter av isdekke på vinter-overlevelse til laksunger i Altaelva. NINA Rapport 57. 23 s.
- Finstad, B. & Nilsen, S.T. 1998. Smoltproduksjonsforsøk med laks - 1997. NINA Oppdragsmelding 558. 44 s.
- Forseth, T., Næsje, T.F., Jensen, A.J., Saksgård, L. & Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitapingsventil i Alta kraftverk: Betydning for laksebestanden. NINA Oppdragsmelding 392. 26 s.
- Forseth, T., Næsje, T.F., Saksgård, R., Ugedal, O., Aursand, M., Thorstad, E.B. & Hårsaaker, K. 2000. Fettforbrenning og fysiologisk kondisjon hos laksunger fra Altaelva. Statkraft Engineering. Altaelva-rapport nr. 14. 37 s.
- Fraser, N.H.C. & Metcalfe, N. B. 1997. The cost of becoming nocturnal: feeding efficiency in relation to light intensity in juvenile Atlantic salmon. *Func. Ecol.* 11: 385-391.
- Gardiner, V.R. & Geddes, P. 1980. The influence of body composition on the survival of juvenile salmon. *Hydrobiologia* 69: 67-72.
- Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 6: 379-416.
- Gibson, R.J. & Myers, R.A. 1988. Influence of seasonal river discharge on survival of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 344-348.
- Grande, M. & Romstad, R. 1994. Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1993. NIVA, Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 579/94. 53 s.
- Halvorsen, M. 1996. Lake use by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr and other salmonids in northern Norway. Dr. scient. thesis. University of Tromsø.
- Hartman, K.J. & Brandt, S.B. 1995. Estimating energy density of fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 124: 347-355.
- Heggberget, T.G. 1989. The population structure and migratory system of Atlantic salmon *Salmo salar*, in the River Alta, North Norway. A summary of the studies 1981 -1986. S. 124-139. i: E. Brannon & B. Jonsson (red.) Proceedings of the Salmonid Migration and Distribution Symposium. Trondheim, Norway, juni 1987. University of Washington, Seattle, WA.
- Heggberget, T.G., Hansen, L-P. & Næsje, T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1691-1698.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, Norway. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1828-1835.

- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Slo-reid, S.-E., Arnekleiv, J.-V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. 78 s.
- Hoar, W.S. 1988. The physiology of smolting salmonids. S. 275-343 i: W.S. Hoar & D. J. Randall (red.) Fish physiology: The physiology of developing fish. Viviparity and posthatching juveniles, volume XIB. Academic Press, New York.
- Huru, H. 1984. Konesjonsundersøkelser i Alta-Kautokeinovassdraget 1980-1983. Bunnfauna og ernæring hos laksunger. Tromsø, Naturvitenskap 41: 1-103.
- Hutchings, J.A. 1986. Lakeward migrations by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 732-741.
- Hvidsten, N.A. 1993. High winter discharge after regulation increases production of Atlantic salmon smolts in the river Orkla. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 118: 175-177.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke, Ø. & Heggberget, T.G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation water flow, water temperature, moon phase and social interaction. Nordic J. Freshw. Res. 70: 38-48.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979 - 2002. NINA Fagrapport 079. 94 s.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. J. Fish Biol. 33: 121-126.
- Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. J. Fish Biol. 30: 273-280.
- Jensen, A.J. 2003. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the regulated River Alta: effects of altered water temperature on parr growth. River Res. Applic. 19: 733-747.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. & Holte, E. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2003. NINA Oppdragsmelding 813. 35 s.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1724-1729.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Saksgård, L. 1989. Temperature requirements in Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from hatching to initial feeding compared with geographic distribution. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 786-789.
- Jensen, A.J., Zubchenko, A.V., Heggberget, T.G., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Kuzmin, O., Loenko, A.A., Lund, R.A., Martynov, V.G., Næsje, T.F., Sharov, A.F. & Økland, F. 1999. Cessation of the Norwegian drift net fishery: changes observed in Norwegian and Russian populations of Atlantic salmon. ICES J. Mar. Sci. 56: 84-95.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2004. Size and age at maturity of Atlantic salmon correlate with the North Atlantic Oscillation Index (NAOI). J. Fish Biol. 64: 241-247.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. J. Anim. Ecol. 67: 751-762.
- Kålås, J.A., Heggberget, T.G., Bjørn, P.A. & Reitan, O. 1993. Feeding behaviour and diet of goosanders (*Mergus merganser*) in relation to salmonid seaward migration. Aquat. Living Resour. 6: 31-38.

- Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. & Anderson, D.R. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecol. Monographs* 62: 67-118.
- Lorentsen, S.-H. & Nygård, T. 2001. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra overvåkingen av overvintrende sjøfugl fram til 2000. NINA Oppdragsmelding 717. 62 s.
- Lund, R.A., Økland, F. & Hansen, L.P. 1991. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. *Aquaculture* 98: 143-150.
- Lund, R.A., Økland, F. & Heggberget, T.G. 1994. Utviklingen i laksebestandene i Norge før og etter reguleringene av laksefisket i 1989. NINA Forskningsrapport 054. 46 s.
- Lund, R.A., Østborg, G.M. & Hansen, L.P. 1996. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-1995. NINA Oppdragsmelding 411. 16 s.
- NASCO. 1998. North Atlantic Salmon Conservation Organisation. Agreement on the adoption of a precautionary approach. Report of the fifteenth annual meeting of the Council. NASCO, Edinburgh. CNL(98)46. 4 s.
- Næsje, T.F., Finstad, B., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L., Aursand, M., Forseth, T., Heggberget, T.G. & Hvidsten, N.A. 1998a. Fiskeribiologiske undersøkelser i Altaelva 1981-1998. Statkraft Engineering, Altaelva-rapport nr. 9. 159 s.
- Næsje, T.F., Fiske, P., Forseth, T., Thorstad, E.B., Ugedal, O., Finstad, A.G., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J. & Saksgård, L. 2005. Biologiske undersøkelser i Altaelva. Faglig oppsummering og kommentarer til forslag om varig manøvreringsreglement. NINA Rapport 80. 99 s.
- Næsje, T.F., Haukland, J.H., Lamberg, A. & Sættem, L. 1998c. Gytetroper og gytelaks i Altaelva i 1996: Bestandsstørrelse, rekruttering og beskatning. Statkraft Engineering, Altaelva-rapport nr. 3. 28 s.
- Næsje, T.F., Olsen, R. & Stenbro, R. 1998b. Fiskebestand i Sautso vann. Prøvefiske i 1997. Statkraft Engineering, Altaelva-rapport nr. 7. 24 s.
- Næsje, T.F., Thorstad, E.B., Forseth, T., Aursand, M., Saksgård, R. & Finstad, A.G. 2006. Lipid class content as an indicator of critical periods for survival in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Ecol. Freshw. Fish* 15: 572-577.
- Magnell, J.-P. 1998. Manøvreringens innvirkning på hydrologien. S. 56-63 i: T.F. Næsje (red.), Altalaksen. Kultur, kraftutbygging og livsmiljø. Bidrag til konferansen "Altaelva 10 år etter". Alta kommune. 164 s.
- McCormick, S.D. & Saunders, R.L. 1987. Preparatory physiological adaptations for marine life of salmonids: osmoregulation, growth and metabolism. *Am. Fish. Soc. Symp.* 1: 211-229.
- Metcalfe, N.B., Fraser, N.H.C. & Burns, M.D. 1999. Food availability and the nocturnal vs. diurnal foraging trade-off in juvenile salmon. *J. Anim. Ecol.* 68: 371-381.
- Miranda, L.E. & Hubbard, W.E. 1994. Length dependent winter survival and lipid composition of age-0 largemouth bass in Bay Springs Reservoir, Mississippi. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123: 80-87.
- Muladal, R. 2003. Fiskeribiologiske etterundersøkelser i Reisaelva, Eibyelva og Lakselva 2003. Naturtjenester i Nord, Rapport. 23 s.
- Ney, J.J. 1996. Oligotrophication and its discontents: effects of reduced nutrient loading on reservoir fisheries. *Am. Fish. Soc. Symp.* 16: 285-295.

- Nygård, T., Larsen, B.H., Follestad, A. & Strann, K.-B. 1998. Numbers and distribution of wintering waterfowl in Norway. *Wildfowl* 39: 164-176.
- O'Connell, M.F. & Dempson, J.B. 1995. Target spawning requirements for Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Newfoundland rivers. *Fish. Mgmt. Ecol.* 2: 161-170.
- Percival, E. & Whitehead, H. 1927. A quantitative study of some types of stream-bed. *J. Ecol.* 17: 282-314.
- Pinder, L.C.V. 1986. Biology of freshwater Chironomidae. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 1-23.
- Post, J.R. & Evans, D.O. 1989. Size dependent overwintering mortality of young-of-the-year yellow perch (*Perca flavescens*): Laboratory, in situ enclosure, and field experiments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1958-1968.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191. 382 s.
- Russell, I.C., Dare, P.J., Eaton, D.R. & Armstrong, J.D. 1996. Assessment of the problem of fish-eating birds in inland fisheries in England and Wales. Report from the Directorate of Fisheries Research, Lowestoft. 130 s.
- Saksgård, L.M. & Heggberget, T.G. 1990. Estimates of densities of presmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a large north Norwegian river. S. 102-108, i: I.G. Cowx (red), *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Saksgård, L.M., Heggberget, T.G., Jensen, A.J. & Hvidsten, N.A. 1992. Utbygging av Altaelva. Virkninger på laksebestanden. NINA Forskningsrapport 34. 98 s.
- Saksgård, R., Næsje, T.F., Olsen, R.A., Stenbro, R., Ugedal, O. & Koksvik, J.I. 2001. Biologiske undersøkelser i Sautso, Altaelva. Statkraft Grøner, Altaelva-Rapport nr. 18. 37 s.
- Saksgård, R., Næsje, T.F. & Koksvik, J.I. 1998. Undersøkelser av elvelevende harr i Sautso, Altaelva 1996. Statkraft Engineering, Altaelva-Rapport nr. 2.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å. & Pavels, H. 1998. Tiltak etter flom i nordnorske vassdrag: fiskeundersøkelser i Lakselva, Eibyelva og Reisaelva i Finnmark og Troms. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Rapport 108. 52 s.
- Saltveit, S.K. & Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Suldalslågen, Miljørapport nr. 42. 156 s.
- Stockner, J.G., Ryding, E. & Hyenstrand, P. 2000. Cultural oligotrophication. Causes and consequences for fisheries resources. *Am. Fish. Soc. Bull.* 25: 7-14.
- Straskraba, M., Dostalkova, I., Heizlar, J. & Vyhnalek, V. 1995. The effect of reservoirs on phosphorus concentration. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 80: 403-413.
- Sægvog, H., Hellen, B.A., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 1997. Utvikling i laksebestandene på Vestlandet. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen Fase II. Rapport nr. 34.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Finstad, B. & Breistein, J.B. 2000. Effekter av fang og slipp fiske - undersøkelser av laks i Altaelva 1998 og 1999. NINA Oppdragsmelding 656. 26 s.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Fiske, P. & Finstad, B. 2003. Effects of catch and release on Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *Fish. Res.* 60: 293-307.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Fiske, P., Leinan, I., Leinan, T. & Berger, H.M. 2001. Effekter av fang og slipp fiske - undersøkelser av radiomerket laks i Altaelva 1999 og 2000. NINA Oppdragsmelding 713. 19 s.

- Traaen, T., Asvall, R.P., Brettum, P., Heggberget, T.G., Huru, H., Jensen, A., Johannesen, M., Kaasa, H., Lien, L., Lillehammer, A., Lindstrøm, E.-A., Mjelde, M., Rørslett, B. & Aagaard, K. 1983. Basisundersøkelser i Alta-Kautokeino-vassdraget 1980-82. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 68/83. 117 s.
- Ugedal, O., Forseth, T., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Næsje, T.F., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Thorstad, E.B. 2002. Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden i Altaelva: undersøkelser i perioden 1981-2001. Statkraft Grøner, Altaelva-rapport nr. 22. 166 s.
- Ugedal, O., Saksgård, L., Reinertsen, H., Koksvik, J.I., Jensen, A.J., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Saksgård, R. & Blom, H.H. 2003. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2002. NINA-Oppdragsmelding 791. 63 s.
- Ugedal, O., Saksgård, L., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A., Næsje, T.F., Jensen, A., Saksgård, R. & Blom, H.H. 2004. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2003. NINA Oppdragsmelding 833. 74 s.
- Ugedal, O., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Reinertsen, H.R., Koksvik, J.I., Saksgård, L., Hvidsten, N.A., Blom, H.H., Fiske, P. & Jensen, A. 2005. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2004. NINA Rapport 43. 98 s.
- Ugedal, O., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Saksgård, L., Reinertsen, H.R., Fiske, P., Hvidsten, N.A. & Blom, H.H. 2006. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2005. NINA Rapport 177. 52 s.
- White, G.C. & Burnham, K.P. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 (Suppl.): S120-S138.
- Williams, R.D. & Winget, R.N. 1979. Macroinvertebrate response to flow manipulation in the Strawberry River, Utah (USA). S. 365-376 i: J.V. Ward & J.A. Stanford (red), *The ecology of regulated streams*. Plenum Press, New York and London.
- Økland, F., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2003. Forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Altaelva. NINA Oppdragsmelding 786. 24 s.

## Vedlegg

**Vedlegg 1.** Registrerte biomasser av begroing (gram askefri tørrvekt  $m^{-2}$ ) ved A16, A15B, A18 og A8 i perioden mai 1995 - august 2006. Apriltall for 1999 og 2000 angir biomasser før og etter vannslipp fra demningen, 28. og 5. april i henholdsvis 1999 og 2000. For øvrige måneder angir tallene resultater fra prøvetakinger i henholdsvis første og andre halvdel av måneden.

	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
<b>A16</b>											
1995					98±16/		9±3	30±14	17±5/		
1996			/210±47	/99±27	201±62/			21±17	15±3/		50±8
1997			/20±5	/106±18	21±7/		6±3	26±6	48±21/		21±3
1998	19±6	/60±20	/14±5	/141±21	25±10/		9±5	8±2	/4±1		
1999	6±3	/22±5	/33±12	112±15/31±5	27±5/		4±1		4±2/26±3		
2000		9±3/17±4	11±3/24±1	36±4/38±4	30±10/			8±3	27±8/32±5		
2001	15±1	/16±4	11±1/30±6	/80±22				*	13±6/20±1		3±1
2002		20±8/16±8	11±3/24±12	28±5/		21±9	/*	6±2	11±3/		46±14
2003		/20±6	35±16/12±2	14±4/23±5	69±10/		/24±7	/27±7	/51±5		20±7/
2004		16±4/	9±3/10±4	23±2/10±2	13±3/		/6±2	/14±4	17±4/		35±10/
2005		/5±2	5±1/	/13±2	13±2/		/*		/16±3	11±4/	/8±5
2006				18±3/19±6			/18±1	/39±7			
<b>A15B</b>											
1996			/172±34		180±17/			23±6	6±1/		46±14
1997			/9±3	/158±14	21±12/		2±1	38±8	22±11/		35±7
1998	5±2	/21±10	/14±7	/293±82	66±25/		13±4	7±2	/4±1		
1999	8±4	/12±4	/49±14	125±14/105±14	40±5/		7±3		11±4/		
2000		9±3/5±1	12±3/31±1	30±5/28±3	10±2/			1±0,2	10±2/		
2001	21±9	/17±4	8±2/32±11	/124±18				*	26±6/23±9		3±1
2002			/2±1	36±13/		9±5	/*	*	4±1/		17±3
2003		/20±4	12±4/27±14	22±5/38±10	55±17/		/24±8	/15±4	/23±6		21±10/
2004			4±2/9±1	37±8/6±1	6±1/		/3±1	/8±2	4±1/		11±3/
2005		/13±3	22±11/	19±2/11±3	12±2/		/*		/8±3	6±4/	/2±1
2006				39±2/42±2			/10±4	/7±1			
<b>A18</b>											
2002											15±3
2003			9±1		26±3/						5±1/
2004			/3±1		3±1/						9±3/
2005				/17±2, 8±4	10±5/						/8±2
<b>A8</b>											
1995					33±5		17±3	17±3	5±1/		
1996								46±3	15±2/		38±10
1997					117±32		21±11	65±22	67±25/		
1998							21±4	50±16	/12±3		
1999					14±3		21±3		7±0,3/10±3		
2000					13±2			4±1	10±1/20±4		
2001								15±5	14±7/37±3		3±1
2002							8±2	16±3	17±4/		
2003							/14±3	/26±6	/33±7		
2004						7±4/	/7±1	/25±7	10±1/		
2005					10±4/		/2±1		/7±2	15±7/	
2006							/7±1	/32±5			

\* = ikke synlig begroing

**Vedlegg 2.** Beregnet tidspunkt for når lakseeggene i Altaelva ved Sautso klekkes, og når plommeseckkyngelen begynte å spise de enkelte år fra 1981 til 2006. Til beregningene er det benyttet vanntemperaturer målt i Sautso, sammen med modeller for inkubasjonstid for egg (Crisp 1981) og for utviklingstid fra klekking og til første næringsopptak (Jensen et al. 1989). Beregningene er utført for egg som ble gytt 5. oktober hvert år (tidligste gyting), 20. oktober (midtpunkt for gyting) og 5. november (seneste gyting). Vanntemperatur ved første fødeopptak for yngel klekkes fra egg som ble gytt 20. oktober er også gitt.

År	Klekking			Første fødeopptak			Vanntemperatur ved median fødeopptak
	Tidligst	Median	Senest	Tidligst	Median	Senest	
1981	24.mai	10.jun	15.jun	07.jul	13.jul	16.jul	11,1
1982	30.mai	15.jun	22.jun	12.jul	15.jul	17.jul	12,6
1983	01.jun	11.jun	14.jun	03.jul	07.jul	08.jul	13,3
1984	26.mai	04.jun	09.jun	25.jun	29.jun	03.jul	11,8
1985	02.jun	19.jun	24.jun	10.jul	13.jul	15.jul	15,4
1986	23.mai	04.jun	09.jun	24.jun	28.jun	01.jul	13,1
1987	25.mai	09.jun	16.jun	14.jul	17.jul	20.jul	9,0
1988	17.mar	09.mai	10.jun	08.jul	09.jul	11.jul	11,3
1989	19.apr	29.mai	13.jun	06.jul	07.jul	10.jul	12,5
1990	12.apr	25.mai	12.jun	07.jul	08.jul	12.jul	10,6
1991	08.apr	28.mai	13.jun	05.jul	06.jul	10.jul	11,4
1992	02.mai	04.jun	13.jun	01.jul	03.jul	07.jul	11,9
1993	11.apr	22.mai	10.jun	12.jul	14.jul	16.jul	11,7
1994	22.apr	28.mai	11.jun	06.jul	08.jul	12.jul	10,1
1995	25.mar	15.mai	11.jun	07.jul	08.jul	11.jul	10,7
1996	20.apr	01.jun	17.jun	14.jul	15.jul	18.jul	10,2
1997	30.mar	18.mai	13.jun	10.jul	11.jul	14.jul	11,2
1998	05.mar	08.mai	07.jun	12.jul	12.jul	14.jul	11,0
1999	03.mai	06.jun	15.jun	06.jul	07.jul	10.jul	12,5
2000	06.apr	28.mai	14.jun	08.jul	09.jul	13.jul	11,1
2001	18.feb	21.apr	28.mai	01.jul	02.jul	04.jul	11,6
2002	27.mar	16.mai	02.jun	21.jun	23.jun	27.jun	12,0
2003	21.apr	29.mai	09.jun	04.jul	06.jul	09.jul	12,0
2004	14.apr	27.mai	11.jun	08.jul	10.jul	13.jul	11,5
2005	24.apr	04.jun	16.jun	06.jul	07.jul	10.jul	12,8
2006	16.apr	27.mai	08.jun	29.jun	01.jul	05.jul	12,6
Snitt							
81-86	27. mai	10. jun	15. jun	05. jul	08. jul	11. jul	12,3
Snitt							
87-01	05. apr	21. mai	11. jun	07. jul	08. jul	11. jul	11,4
Snitt							
02-06	14. apr	26. mai	09. jun	01. jul	03. jul	06. jul	11,8

**Vedlegg 3.** Antall standard kortdøgn (ett kort i ett døgn) solgt i de ulike fiskekortsonene i Altaelva etter 24. juni i perioden 1982-2006. Kortdøgn solgt som eksklusivt utleie, er oppgitt i parentes.

SONE/ ÅR	SAUTSO Sone 1	SANDIA Sone 2	VINA Sone 3	JØRA Sone 4	SUM Sone 1-4	RAIPAS Sone 5	TOTALT Sone 1-5
1982	172 (64)	280 (55)	339 (69)	339 (69)	1130 (257)	2040 (0)	3170
1983	172 (64)	280 (55)	339 (69)	339 (69)	1130 (257)	2040 (0)	3170
1984	181 (46)	280 (55)	339 (69)	339 (69)	1139 (239)	2040 (0)	3170
1985	181 (46)	280 (55)	339 (69)	339 (69)	1139 (239)	2040 (0)	3179
1986	190 (28)	298 (28)	366 (42)	366 (42)	1220 (140)	2040 (0)	3260
1987	183 (42)	277 (42)	345 (63)	345 (63)	1150 (210)	2040 (0)	3190
1988	183 (42)	277 (42)	345 (63)	345 (63)	1150 (210)	2040 (0)	3190
1989	137 (50)	195 (50)	245 (71)	245 (71)	822 (242)	1620 (0)	2442
1990	138 (48)	198 (48)	246 (66)	246 (66)	828 (228)	1350 (0)	2448
1991	138 (48)	198 (48)	246 (66)	246 (66)	828 (228)	1350 (0)	2448
1992	174 (48)	258 (48)	312 (66)	312 (66)	1068 (228)	1650 (0)	2718
1993	174 (48)	258 (48)	318 (66)	318 (66)	1068 (228)	1650 (0)	2718
1994	174 (48)	258 (48)	318 (66)	318 (66)	1068 (228)	1650 (0)	2718
1995	144 (36)	252 (72)	306 (90)	306 (90)	1008 (288)	1650 (0)	2658
1996	144 (36)	252 (72)	306 (90)	306 (90)	1008 (288)	1470 (0)	2478
1997	108 (36)	252 (72)	306 (90)	306 (90)	972 (288)	1470 (0)	2478
1998	108 (108)	262 (82)	313 (97)	313 (97)	996 (384)	1515 (0)	2511
1999	108 (108)	262 (82)	313 (97)	313 (97)	996 (384)	1515 (0)	2511
2000	108 (108)	262 (82)	313 (97)	313 (97)	996 (384)	1515 (0)	2511
2001	122 (122)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1026 (414)	1515 (0)	2541
2002	122 (122)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1026 (414)	1263 (0)	2289
2003	136 (136)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1040 (428)	1263 (0)	2303
2004	136 (136)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1040 (428)	1230 (0)	2270
2005	136 (136)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1040 (428)	1230 (0)	2270
2006	136 (136)	266 (86)	319 (103)	319 (103)	1040 (428)	1230 (0)	2270



**Vedlegg 4.** Antall skjellprøver fra smålaks (én-sjø-vinter, < 4 kg) og storlaks (fler-sjø-vinter, ≥ 4 kg) fra sportsfisket i Altaelva i perioden 1981 - 2006. % av total fangst angir andelen av den totale sportsfiskefangsten det er tatt prøver av. Summen av smålaks og storlaks er mindre enn det totale antall skjellprøver på grunn av innslag av oppdrettsfisk og laks med ubestemmelig sjøalder.

År	Antall prøver	Antall smålaks	Antall storlaks	% av total fangst
1981	69	0	69	3,8
1982	201	26	175	12,3
1983	349	98	236	17,3
1984	209	85	123	19,1
1985	323	115	204	19,1
1986	563	206	353	30,0
1987	492	95	397	39,8
1988	354	172	181	26,3
1989	481	264	217	28,5
1990	492	257	233	26,4
1991	899	553	329	27,6
1992	565	170	381	17,6
1993	646	227	413	16,7
1994	347	91	251	19,3
1995	630	204	409	21,8
1996	326	228	89	10,9
1997	313	167	132	11,9
1998	529	220	267	25,4
1999	573	345	191	25,9
2000	609	373	171	18,6
2001	347	169	158	12,5
2002	272	140	111	8,1
2003	317	189	108	10,6
2004	295	208	80	9,3
2005	597	409	164	11,6
2006	521	306	185	8,8
Sum	11319	5317	5627	

**Vedlegg 5. Antall gytegrøper registrert ved tellinger fra helikopter i perioden 1999-2006 i de ulike fiskekortsoner i Altaelva. Sone 1 er øverst i elva og sone 5 nederst. \* betyr at området er inkludert i tilgrensende områder. - betyr at området var for dypt til at bunnen kunne observeres.**

LOKALITET	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	LOKALITET	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Sone 5 Raipas:</b>									<b>Sone2 Sandia:</b>								
1 Patouma	1	10	10	6	10	16	1	3	41 Kilvoniska	15	0	0	2	13	7	18	107
2 Grøttelandet	1	0	21	1	0	0	7	15	42 Tango	3	13	1	81	49	37	67	38
3 Ellilah.-Tippen	35	40	9	34	17	13	27	38	43 Okley	23	26	0	60	39	27	120	72
4 Gammelp.	6	7	17	12	10	17	19	39	44 Hørsja	33	24	10	90	77	69	88	109
5 Elvestrand	15	5	33	13	8	5	37	48	45 Mikkeliniva	5	14	0	55	33	22	28	56
6 Bhatakorva	28	30	32	38	31	34	58	43	46 Sandiakoski	73	62	21	112	86	14	235	327
7 Heikiniva	3	0	38	0	0	0	6	7	47 Vanha-Sandia	74	86	77	294	205	83	169	112
8 Navnløs plass	5	23	25	39	34	17	18	22	48 Saarikoski	83	110	71	166	119	27	161	346
9 Forbygningen	11	15	41	24	23	18	82	53	49 Barrila	46	43	41	109	45	68	141	169
10 Tølløvs.-Haraldh.	22	26	36	78	55	33	50	80	50 Walterspl.	8	6	8	31	13	0	17	76
11 Juphølen	33	34	61	66	57	70	81	67	51 Væhæniva	12	4	2	12	9	20	8	18
12 Lamas	34	39	50	78	78	43	110	121	52 Mostajokki	17	10	43	63	36	33	42	71
13 Killistrømmen	0	9	0	8	0	0	10	26	53 Ronga	26	2	0	97	69	32	71	122
									54 Steinfossen	0	0	0	0	0	0	0	14
<b>Sone 4 Jorra:</b>									<b>Sone 1 Sautso:</b>								
14 Åkergjerdet	2	7	7	18	17	8	7	9	55 Gabonakken	-	-	-	-	-	0	-	-
15 Jørra	15	20	44	83	87	34	51	100	56 Vælliniva	-	-	-	-	-	0	-	-
16 Shortsplass	42	20	46	57	67	11	65	97	57 Sautsovannet	-	-	*	136	36	23	24	19
17 Langstilla	38	42	32	33	44	38	81	97	58 Goddanjelu	24	42	23	34	14	4	18	20
18 N. Stengelsen	35	61	45	69	83	44	55	116	59 Goddaniemi	1	6	0	17	13	7	2	21
19 Granstrømmen	1	2	1	10	1	0	10	24	60 Ø. Sideløp	2	8	4	0	0	13	15	17
20 Brattstrømmen	4	1	1	8	13	11	42	31	61 Sirpiniska	8	6	11	16	8	0	14	13
21 Ø. Stengelsen	22	26	37	59	52	15	95	120	62 Banas	17	14	15	0	23	22	10	25
22 N. Sorrisniva	27	32	31	100	63	54	63	81	63 Bataniemi	0	0	8	17	0	0	0	0
23 Ø. Sorrisniva	68	35	8	81	86	67	171	152	64 Batanieliu	0	0	6	0	0	0	0	0
24 Garvarteigen	17	28	6	63	64	31	73	57	65 Ura	0	0	6	0	0	0	0	0
25 Mørkengamma	11	9	0	38	26	27	33	79	66 Jænissari	18	18	46	44	19	23	46	60
26 Detsika	*	*	*	*	*	*	*	*	67 Sideløp	19	0	0	34	57	50	45	47
27 Ø. Detsika	153	74	77	207	161	91	351	323	68 Hapalathi	28	31	0	48	38	44	31	74
									69 Tørmenen	15	0	18	16	7	17	7	21
<b>Sone 3 Vina:</b>									70 Ø. Tørmenen	0	0	0	29	5	0	0	25
28 Mokk.-N.Sierra	35	25	11	56	51	21	50	84	71 Mustakoski	0	0	0	6	7	0	4	11
29 Ø. Sierra	1	0	0	0	4	2	6	0	72 Bolvero	0	9	4	19	0	0	0	44
30 Kavala	86	31	42	85	70	18	110	138	73 Joagoiki	0	0	0	0	0	0	0	0
31 Vinakorva	74	102	87	197	126	125	129	213	74 Langfossen	-	0	0	18	10	8	6	0
32 Boveri	48	30	25	75	33	57	96	93									
33 Bollo	45	10	36	65	37	25	56	44	<b>Sum per sone:</b>								
34 Nedre Gønges	16	12	5	29	65	50	19	85	<b>Sone 5 Raipas</b>	<b>194</b>	<b>238</b>	<b>373</b>	<b>397</b>	<b>323</b>	<b>266</b>	<b>506</b>	<b>562</b>
35 Øvre Gønges	4	0	0	44	26	0	42	15	<b>Sone 4 Jorra</b>	<b>435</b>	<b>357</b>	<b>335</b>	<b>826</b>	<b>764</b>	<b>431</b>	<b>1097</b>	<b>1286</b>
36 Tangl.-N. Kista	42	90	86	140	123	60	195	448	<b>Sone 3 Vina</b>	<b>413</b>	<b>321</b>	<b>298</b>	<b>752</b>	<b>592</b>	<b>373</b>	<b>821</b>	<b>1284</b>
37 Kista	30	8	1	30	21	8	82	82	<b>Sone 2 Sandia</b>	<b>418</b>	<b>400</b>	<b>274</b>	<b>1172</b>	<b>793</b>	<b>439</b>	<b>1165</b>	<b>1637</b>
38 Slingerplassen	6	7	0	22	8	4	16	30	<b>Sone 1 Sautso</b>	<b>132</b>	<b>134</b>	<b>141</b>	<b>434</b>	<b>237</b>	<b>211</b>	<b>222</b>	<b>397</b>
39 Storkista	13	2	3	0	3	0	13	52									
40 Kilvo	13	4	2	9	25	3	7	0	<b>Total sum</b>	<b>1592</b>	<b>1450</b>	<b>1421</b>	<b>3581</b>	<b>2709</b>	<b>1720</b>	<b>3811</b>	<b>5166</b>

**Vedlegg 6.** Andel rømt oppdrettslaks (% oppdrett) registrert i Altaelva i det ordinære sportsfisket, og i prøvefiske og stamfiske etter endt fiskesesong i perioden 1987-2006. *N laks* = antall skjellprøver av laks fanget i sportsfisket som er undersøkt. *N oppdrett* = antall oppdrettslaks registrert i skjellprøvene fra sportsfisket. År hvor det ikke er opplysninger om prøvefiske eller stamfiske er oppgitt med --. Data for prøvefiske og stamfiske 1997-2006 er hentet fra Fiske et al. (2000) og Peder Fiske NINA, pers. med.

År	Sportfiske			Prøvefiske/Stamfiske	
	N laks	N oppdrett	% oppdrett	Antall laks	% oppdrett
1987	492	0	0	--	--
1988	354	0	0	--	--
1989	494	13	2	--	--
1990	504	12	2	--	--
1991	909	10	1	92	4
1992	569	4	< 1	--	--
1993	652	6	< 1	74	5
1994	348	1	< 1	--	--
1995	629	3	< 1	--	--
1996	326	3	< 1	20	< 1
1997	302	11	3	29	3
1998	522	10	2	14	0
1999	556	17	3	27	22
2000	598	28	5	40	10
2001	344	8	2	21	5
2002	271	13	5	40	20
2003	317	16	5	42	17
2004	299	4	1	32	3
2005	597	9	2	21	5
2006	521	15	3	18	6

**Vedlegg 7. Antall små- og storlaks som er registrert fanget og sluppet under fisket i de ulike soner i Altaelva i perioden 1997-2006. Andel av fangsten som er fanget og sluppet, er gitt i parenteser.**

Ar	Sautso		Sandia		Vina		Jøra		Raipas		Totalt	
	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)	< 4 kg, antall (andel)	≥ 4 kg, antall (andel)
<b>1997</b>	1 (1 %)	9 (25 %)	2 (1 %)	6 (5 %)	8 (2 %)	44 (19 %)	15 (4 %)	51 (22 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	25 (1 %)	110 (12 %)
<b>1998</b>		36 (100 %)		32 (26 %)		25 (14 %)		74 (29 %)		0 (0 %)	94 (8 %)	167 (20 %)
<b>1999</b>	70 (100 %)	31 (100 %)	25 (11 %)	44 (36 %)	33 (10 %)	29 (19 %)	48 (12 %)	54 (28 %)	1 (< 1 %)	5 (2 %)	177 (12 %)	163 (23 %)
<b>2000</b>	101 (100 %)	41 (100 %)	54 (10 %)	22 (20 %)	35 (9 %)	44 (31 %)	40 (8 %)	38 (21 %)	22 (3 %)	10 (3 %)	252 (10 %)	155 (19 %)
<b>2001</b>	74 (100 %)	86 (99 %)	28 (10 %)	83 (30 %)	35 (13 %)	65 (30 %)	33 (9 %)	92 (28 %)	0 (0 %)	12 (4 %)	170 (11 %)	338 (27 %)
<b>2002</b>	163 (97 %)	107 (98 %)	41 (11 %)	125 (41 %)	31 (9 %)	142 (41 %)	50 (9 %)	126 (38 %)	5 (1 %)	21 (10 %)	290 (14 %)	521 (40 %)
<b>2003</b>	59 (100 %)	47 (98 %)	38 (17 %)	64 (45 %)	60 (17 %)	142 (40 %)	77 (13 %)	114 (35 %)	0 (0 %)	7 (2 %)	234 (13 %)	374 (32 %)
<b>2004</b>	115 (83 %)	70 (96 %)	55 (14 %)	51 (35 %)	77 (15 %)	68 (35 %)	69 (10 %)	90 (36 %)	0 (0 %)	8 (5 %)	316 (14 %)	287 (35 %)
<b>2005</b>	167 (99 %)	104 (100 %)	107 (18 %)	88 (41 %)	82 (11 %)	80 (26 %)	138 (14 %)	130 (38 %)	1 (< 1 %)	19 (6 %)	495 (13 %)	421 (33 %)
<b>2006</b>	153 (96 %)	155 (98 %)	58 (11 %)	143 (37 %)	64 (9 %)	179 (39 %)	116 (11 %)	205 (34 %)	0 (0 %)	13 (4 %)	391 (10 %)	685 (35 %)



# NINA Rapport 281

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1843-6



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

[www.nina.no](http://www.nina.no)