

LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE

Rapport nr. 235-2004

ISSN0333-161x

SMOLTUTVANDRING HOS LAKS
I SULDALSLÅGEN I 2004.

Svein Jakob Saltveit



UNIVERSITETETS NATURHISTORISKE MUSEER OG BOTANISKE HAGE

SMOLTUTVANDRING HOS LAKS I SULDALSLÅGEN I 2004.

SVEIN JAKOB SALTVEIT



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI),
Universitetet naturhistoriske museer og botaniske hage,
Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

INNHOLD

1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	5
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	6

3.1 Vannføring	7
3.2 Vanntemperatur.....	7
4. METODIKK.....	8
4.1 Smoltfelle	8
4.2 Materiale	9
5. RESULTATER	11
5.1 Laks.....	11
5.1.1 Utvandring og vannføring.....	12
5.1.2 Utvandring og vanntemperatur	12
5.1.3 Utvandringsforløp.....	13
5.1.4 Alderssammensetning, smoltalder og vekst.....	14
5.1.5 Antall smolt fra ulike årsklasser	18
5.2 Ørret	18
5.2.1 Utvandring og vannføring.....	19
5.2.2 Utvandringsforløp.....	20
5.2.3 Alderssammensetning, smoltalder og vekst.....	21
5.3 Utvandring av ungfisk.....	22
6. KOMMENTARER.....	23
6.1 Smoltutvandring.....	23
6.2 Alderssammensetning og smoltalder.....	26
6.3 Antall laksesmolt.....	26
7. KONKLUSJON.....	27
8. LITTERATUR	28
Vedlegg 1. Antall vill laksesmolt og smolt fra utsettingene av laks og smolt av ørret fanget ulike år i Suldalslågen	30
Vedlegg 2. Gjennomsnittslengde i mm og - smoltalder hos laks og ørret i 2004.....	30
Vedlegg 3. Antall smolt av ulik alder i 2004.....	30
Vedlegg 4. Antall smolt, vannføring og temperatur ulike dager og kumulativ utvandring.....	31

1. SAMMENDRAG

Saltveit, S.J. 2004. Smoltutvandring hos laks og ørret i Suldalslågen i 2004. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, **235**, 27 s + vedlegg.

I 2004 ble det etter avtale mellom miljømyndighetene og Statkraft SF foretatt innsamling av fisk i smoltfella i Suldalslågen. Resultatene er vurdert i forhold til tidligere års undersøkelser som dekker en periode fra 1995 til 2003. Utvandringsforløp og triggermekanismer er vektlagt og det er skilt mellom smolt av vill laks, smolt fra utsatt laks, smolt fra ørret og parr.

Fangst av smolt ble gjort i smoltfelle plassert på Litlehaga bru, ca. 2-3 km fra utløpet i Sandsfjorden. Størrelsen på rammen var 1.5 x 1.5 m påmontert en 12 m lang pose med like deler 21, 16 og 10 mm masker i avtakende rekkefølge fra åpningen. Fella ble satt om kvelden og tatt opp om morgenen. All smolt ble målt til nærmeste mm og veid til nærmeste 0.1 g. Det ble tatt skjellprøver og otolitt for aldersbestemmelse.

I 2004 ble det fanget 1280 smolt av vill laks, 35 smolt fra utsatt laks, 179 smolt av ørret og til sammen 338 parr av laks og ørret. Antall smolt av vill laks er det høyeste som er fanget siden undersøkelsene startet i 1995. Siden 1998 økte antall vill smolt av laks fanget i fella. Fram til 1998 utgjorde vill og utsatt smolt tilnærmet hver 50 % av fangstene. Etter 1998 dominerte villsmolt fangstene, og årsaken var at det etter 1996 ble satt ut et lavere antall fisk i selve vassdraget. Antall ørret fanget i fella var lavt sett i forhold til antall laks. Antall ørret i 2004 var imidlertid det nest høyeste antall fanget. Økningen i antall vill smolt av laks tilskrives økt fiskevekst, som ga lavere alder ved smoltifisering. Kortere tid på elv gir redusert dødelighetstap.

Det var et godt samsvar mellom smoltutvandring av vill laks og økning i vannføring i 2004. Økningene i vannføring som initierte utvandring var relativt beskjedne, henholdsvis 37 og 43 m³/s. Hovedutvandringen startet 14 dager før den styrte økningen i vannføring, og viste at det trengs relativt beskjedne vannføringsøkninger for å initiere selve smoltutvandringen, noe som er i samsvar med tidligere års undersøkelser. Det samme bilde gjorde seg gjeldende for ørret. Smolt fra utsettingene vandret noe senere ut enn vill smolt, men materialet her var for lite til å vurdere utvandringsforløp i forhold til vannføring og temperatur.

Tidspunktet for når henholdsvis 50 % og 75 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var i samsvar med det funnet i 2001, 2002 og 2003 som hadde samme vannføringsregime, men utvandringsforløpet var forskjøvet ca. en uke ut i tid sammenlignet med årene før 2001. Hovedtyngden av ørretsmolten vandret ut over en periode på ca. 35 dager. Utvandringen startet noe tidligere enn påvist tidligere år. Tidspunktet for når 50 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var i 2004 også forskjøvet ca. en uke ut i tid sammenlignet med årene før 2001.

Siden undersøkelsene startet er det dokumentert en betydelig nedgang i gjennomsnittlig smoltalder i prøveperioden, som reduseres fra 3,7 år i 1995-1997 til 2,8 år i 2003. Dette skyldes at økt vekst hos presmolt har ført til en smoltifisering ved lavere alder. Fram til 2003 førte det til mindre gjennomsnittsstørrelse. I 2004 hadde gjennomsnittsstørrelsen til laksesmolten økt betraktelig, noe som sannsynligvis skyldes at nesten all smolten er født etter 2001 og har stått på elv som har hatt høyere vann-temperatur i vekstperioden som følge av endret manøvrering. For ørret var det ingen endring i 2004 hva angikk aldersammensetning, gjennomsnittslengde og smoltalder.

2. INNLEDNING

Suldalslågen i Rogaland ble første gang regulert i 1966-67 ved utbygging av nedbørfeltet ovenfor Suldalsvatn (Røldal-Suldal). Virkningene av denne reguleringen var en økt vinter-vannføring og redusert sommervannføring i forhold til uregulert tilstand. Ulla-Førre utbyggingen omfatter en rekke reguleringer og overføringer i fjellområdene sør for Suldalsvatn. Vannet herfra føres til Kvilldal kraftstasjon med avløp til Suldalsvatn. Fra Suldalsvatn føres vannet videre gjennom Hylen kraftstasjon til Hylsfjorden. Suldalsvatn har en regulerings-høyde på 1.5 m og avløpet til Suldalslågen er regulert med en dam. Den nye reguleringen av

Suldalslågen ble iverksatt i 1980 og medførte generelt til en reduksjon i vannføringen i elva både vinter og sommer, både i forhold til uregulert tilstand og Røldal-Suldal. Fra 15. desember til 30. april er minstevannføringen i elva 12 m³/s målt ved Suldalsosen. I uregulert tilstand kunne vintervannføringen være lavere. Endringen fra lav vintervannføring til høyere sommervannføring skjer 1. mai.

Røldal-Suldal utbyggingen medførte en liten økning i temperaturen om vinteren i Suldalslågen, mens det om sommeren var vanskelig å spore noen endringer i temperatur (Magnell *et al.* 2004). Etter Ulla-Førre utbyggingen er vanntemperaturen om sommeren ut av Suldalsvatn blitt kaldere, spesielt når Kvilldal kraftverk kjøres på vann fra Sandsavatn og Blåsjø (Magnell *et al.* 2004). Temperaturen nederst i Suldalslågen er også om sommeren kaldere enn før regulering, anslagsvis 100 graddøgn lavere for mai-oktober, for perioden fram til nytt prøve-reglement i 1998 (Kaasa *et al.* 1998). Dette er en situasjon som i middel har holdt seg også i årene etter 1998, men med store årlige variasjoner (Magnell *et al.* 2004). Kjøring av Kvilldal kraftverk er trolig årsak til at det ikke ble litt varmere i 2001-2003 (Kvambekk 2004). I forbindelse med vannføringsøkningene i begynnelsen av mai, reduseres vanntemperaturen, men av ulikt omfang og varighet. Forsøk med redusert vannføring på våren i 1994, 1995, 2001, 2002 og 2003 har gitt merkbart høyere vanntemperatur i mai og juni. I 2004 ble også vannføring manøvrert som i perioden 2001 til 2003. Denne manøvreringen ga en lavere vannføring og mindre flomtopper på våren (april/mai) til midten av juli, og en større kunstig flom på høsten (bare i 2001 og 2002).

Studiene av smoltutvandring i Suldalslågen startet i 1993 (Pethon og Lillehammer 1995, Saltveit 1998). Undersøkelse på smolt er ikke gjennomført før første regulering. Det ble funnet en positiv sammenheng mellom økning i vannføring og utvandring, og at mesteparten av smolten gikk om natta (Saltveit 1998). Suldalslågen er i perioden 1993 til 2000 med unntak av i 1994 og 1995, blitt manøvrert slik at den har hatt en høy vannføring fra slutten av april/begynnelsen av mai. I årene 1994 og 1995 var manøvreringen i mai noenlunde lik den i 2004 og altså årene 2001, 2002 og 2003. I et eget prosjekt er det utviklet et modellverktøy for å simulere hvilke forhold under utvandring som sikrer best mulig overlevelse hos smolt og flere miljøvariable som blant annet vannføring og temperatur er testet (Forseth *et al.* 2003).

Etter avtale med miljømyndighetene har Statkraft SF samlet inn fisk i smoltfella i Suldalslågen i 2004. De resultater som skal fremskaffes og vurderes er gitt i tilbudsforespørsel 11.mai 2004. Resultatene skal diskuteres i forhold til tidligere års undersøkelser, med vekt på vurdering av utvandringsforløp og triggermekanismer. Det skal skilles mellom smolt av vill laks, smolt fra utsatt laks, smolt fra ørret og parr. Tidligere års undersøkelser på smolt har vært en del av et større prosjekt som tar sikte på å komme fram til et varig manøvreringsreglement for Suldalslågen.

3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Suldalslågen er 22 km lang og renner mellom Suldalsvatn (68 m o.h. og 29 km²) og de indre deler av Ryfylkefjord i Rogaland (Fig. 1). Nedbørfeltet er 1.287 km².

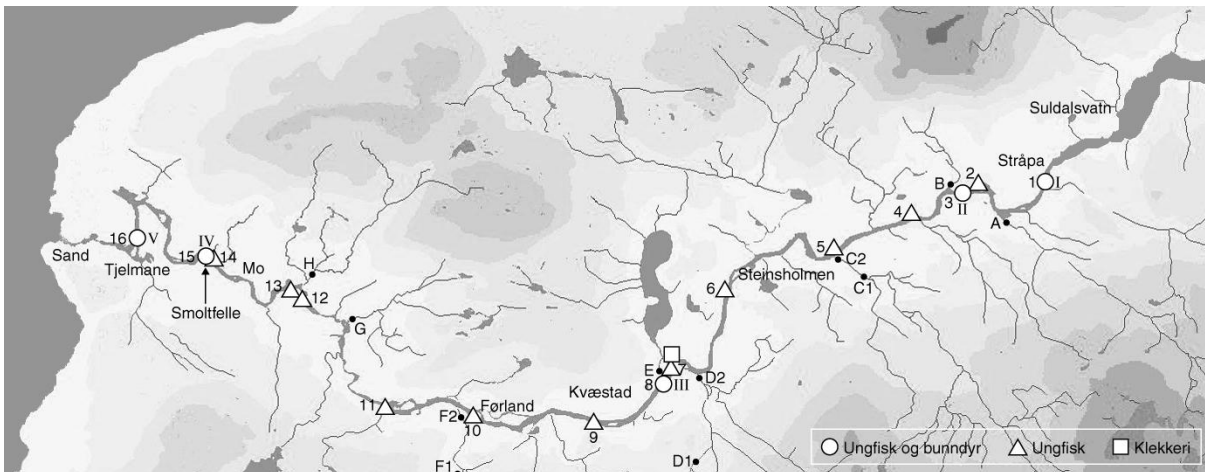


Fig. 1. Kart over Suldalslågen med lokalitet for plassering av smoltfelle avmerket. Kartet viser også lokaliteter for andre undersøkelser.

Gjennomsnittlig årlig vannføring i Suldalslågen i uregulert tilstand var $90 \text{ m}^3/\text{s}$, men med store årlige og sesongmessige variasjoner. I naturlig tilstand hadde Suldalslågen en meget lav vintervannføring ($< 20 \text{ m}^3/\text{s}$) i perioden november-april. Sommervannføringen var høy og varierte meget sterkt. Ulla-Førre utbyggingen førte generelt en reduksjon i vannmengdene til Suldalslågen både vinter og sommer i forhold til Røldal-Suldal og uregulert tilstand.

Suldalslågen produserer anadrom fisk på hele elvestrekningen. Dominerende fiskearter er laks (*Salmo salar*) og ørret (*Salmo trutta*), mens ål (*Anguilla anguilla*), trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og årsunger av røye (*Salvelinus alpinus*) blir funnet sporadisk. For sistnevnte fisk er dette fisk som slipper seg ut fra Suldalsvatn.

3.1 Vannføring

Vannføringen i den perioden smoltutvandringen er studert (1. april til 30. juni) nederst i Suldalslågen (Lavika) i 2004 var relativt lav fram til 15. mai (Fig. 2). Med unntak av to mindre flomtopper 15. april til $37 \text{ m}^3/\text{s}$ og 2. mai til $43 \text{ m}^3/\text{s}$, var vannføringen i april og fram til 15. mai alltid lavere enn $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Økningen i vannføring 15. mai når opptil noe over $80 \text{ m}^3/\text{s}$, hvorpå den reduseres til ca. $50 \text{ m}^3/\text{s}$ som også var nivået på vannføringen ut juni.

3.2 Vanntemperatur

Temperaturen i smoltutvandringsperioden i 2004 var høyere enn det som tidligere er målt. I begynnelsen av april økte temperaturen langsomt og gradvis fra ca. $3,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (3. april) til $7,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (30. april) (Fig. 2). Større endringer i vanntemperatur fant sted 1. mai, fra $7,6$ til $5,7 \text{ }^\circ\text{C}$, som følge av økning i vannføring og 11. mai fra $8,6 \text{ }^\circ\text{C}$ til $5,9 \text{ }^\circ\text{C}$ 17. mai. Den sistnevnte reduksjonen skjer før økningen i vannføring 15. mai.

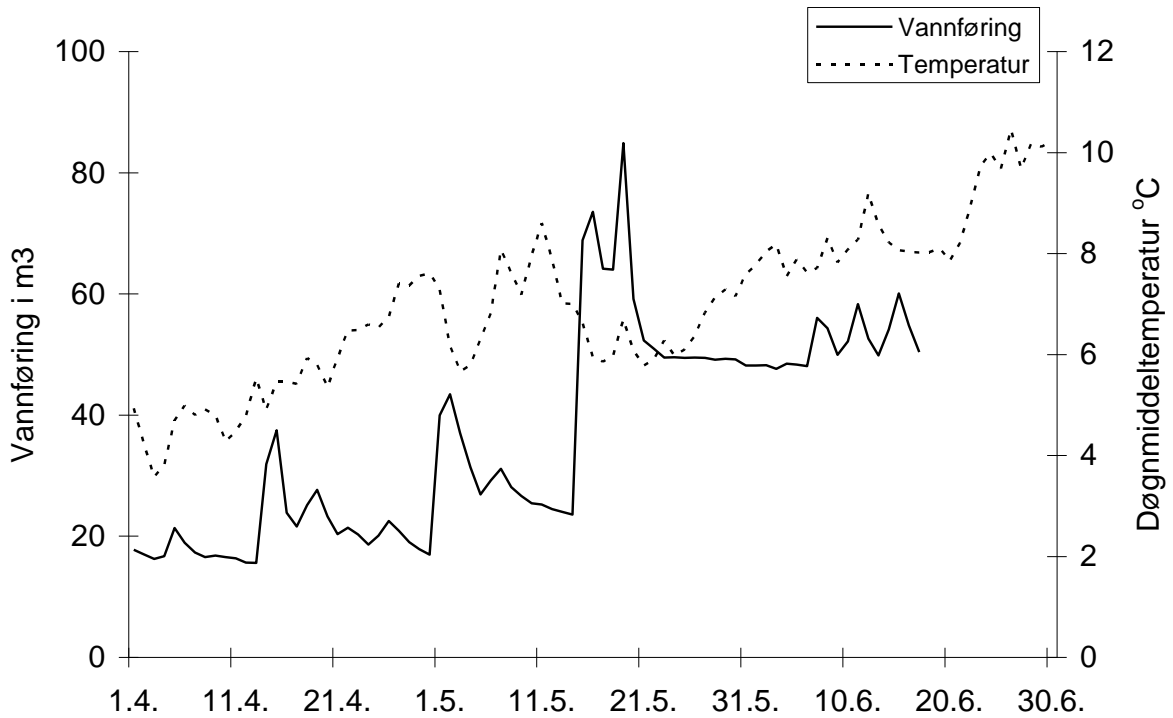


Fig. 2. Døgnmiddelvannføring og døgnmiddeltemperatur målt nederst i Suldalslågen i perioden 1. april til 30. juni 2004.

4. METODIKK

4.1 Smoltfelle

I perioden for studier av smoltutvandring i Suldalslågen, som strekker seg fra 1993 til 2004, er det benyttet to ulike smoltfeller (Saltveit 1998). Siden 1996 har en smoltfelle plassert på Littlehaga bru, ca. 2-3 km fra utløpet i Sandsfjorden vært benyttet (Fig 1 og 3). Resultat fra perioden 1993 til 2003 er presentert tidligere (Pethon og Lillehammer 1994, Saltveit 1998, 2004). På en ramme 1.5 x 1.5 m var det påmontert en 12 m lang pose med like deler 21, 16 og 10 mm masker i avtakende rekkefølge fra åpningen. En el-vinsj, drevet med strøm fra bilbatteri, ble benyttet til å heve og senke fella langs to vertikalt skilte stålbjelker (Fig. 3). Bjelkene var festet til elvebunnen og broen, og gikk et stykke opp over veibanen for at det skulle være lettere å tømme fella.

Normalt ble fella satt ut som kvelden og tømt om morgenen. Fella ble tømt oftere om natta ved økende og høye vannføringer, fordi fellas effektivitet da ble noe hindret av kvister, busker og trær som under/etter økning i vannføring hang seg opp i fella. Fella fungerte ved alle vannføringer i 2004, men den havarerte 15. mai fordi et tre traff fella. Den 16. mai ble det oppdaget to hull i håven, diameter 10 cm, henholdsvis 30 og 100 cm fra enden. Disse hullene var såpass små og høyt opp i håven, at de neppe har ført til lavere fangsttall. I tillegg var utvandringen da på det nærmeste over. Første fangstdag var 1. april, mens siste fangstdag 7. juni.

All fisk var død ved opptak av fella. Fangsten ble frosset umiddelbart for senere bearbeiding. All smolt ble målt til nærmeste mm og veid til nærmeste 0,1 g. Det ble tatt skjellprøver og otolitt for aldersbestemmelse. Det ble notert om smolt av laks var fettfinneklippet (utsatt). Til testing av forskjeller er t-test benyttet.



Fig. 3. Smoltfella som ble benyttet i Suldalslågen.

4.2 Materiale

Materialet innsamlet i 2004 består av til sammen 1494 smolt. Av disse var 1280 smolt fra vill laks, 35 var fettfinneklippet smolt fra utsatt laks og 179 var ørretsmolt. I tillegg ble det i fella fanget parr av både laks og ørret. Antall parr av laks var 214, mens antall parr av ørret var 124. Parr av laks besto hovedsakelig av 1+ og 2+. En årsunge (0+) av laks ble fanget 4. juni. Parr av ørret var årsunger (0+, født 2004) og 1+. Smolt av laks var hovedsakelig mellom 100 og 155 mm, mens ørretsmolt hovedsakelig var mellom 125 og 175 mm (Fig. 4). Hos laks var det et visst overlapp mellom parr og smolt

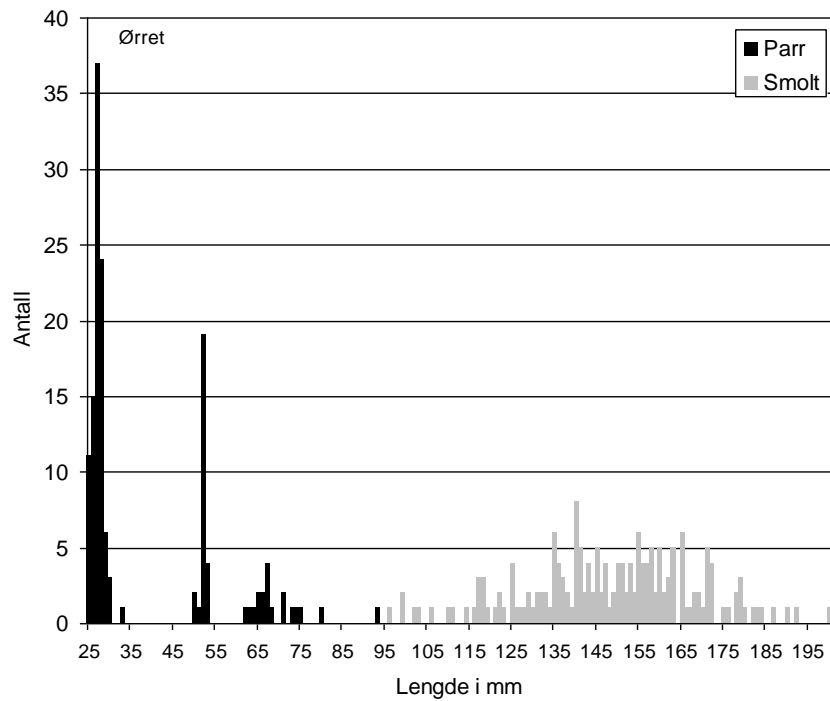
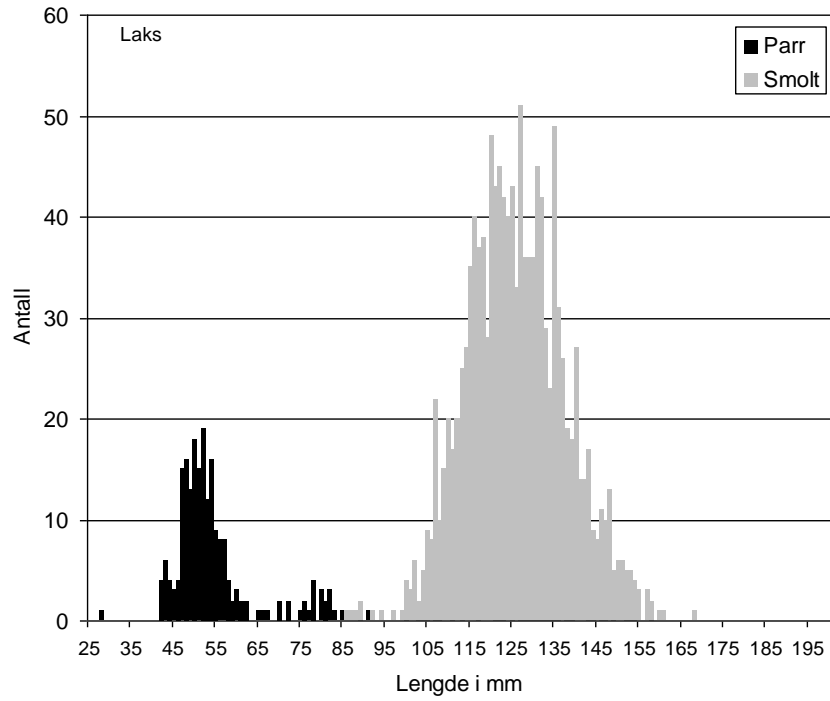


Fig. 4. Lengdefordeling av innsamlet materiale av vill laks og ørret i smoltfella i Suldalslågen i 2004 fordelt på parr og smolt.

5. RESULTATER

5.1 Laks

I 2004 ble det fanget til sammen 1280 villsmolt og 35 smolt som stammet fra utsettingene (Fig 5). I de senere år har det vært en økning i antall vill smolt av laks fanget i smoltfella, mens antall smolt som stammer fra utsettingene er betydelig redusert. Det siste skyldes at det ikke lenger settes ut fisk i selve Suldalslågen. Antall vill smolt fanget fra 1996 til 1999 (samme felletype) er på samme nivå, mens antallet i 2000 var lavt, bare 266 smolt. I 2001 ble det fanget 495 villsmolt. Dette var nesten dobbelt så mange som året før, og tilsvarte det antall villsmolt som ble fanget i 1996 til 1999. I 2002 og 2003 økte fangstene av villsmolt betraktelig, og i disse to årene fanges det mer smolt enn tidligere. En ytterligere økning i antall smolt fant sted i 2004, og antallet vill smolt er det høyeste som er registrert siden undersøkelsene startet. Et fellehavari 15. mai førte til at smolt ikke ble fanget denne dagen, slik at antallet fanget skulle vært høyere. Hvor høyt er vanskelig å anslå, men havariet skjedde på et tidspunkt da smoltutvandringen nærmest var over. Det som vandret ut etter 15. mai utgjorde under 2 % av totalantallet fanget.

Med unntak av i 1993 da villsmolt utgjorde nesten 75 % av smoltfangsten, utgjorde de to kategorier av smolt hver tilnærmet 50 % av fangstene fram til 1998. Etter 1998 dominerte villsmolt i felle fangstene og denne kategorien utgjorde 97 % av smolten i 2004. Årsaken til det er blitt fanget færre smolt fra utsettinger skyldes at det etter 1996 er satt ut et lavere antall fisk i selve vassdraget (Saltveit 2003), og at det etter 2002 ikke er satt ut fisk i vassdraget.

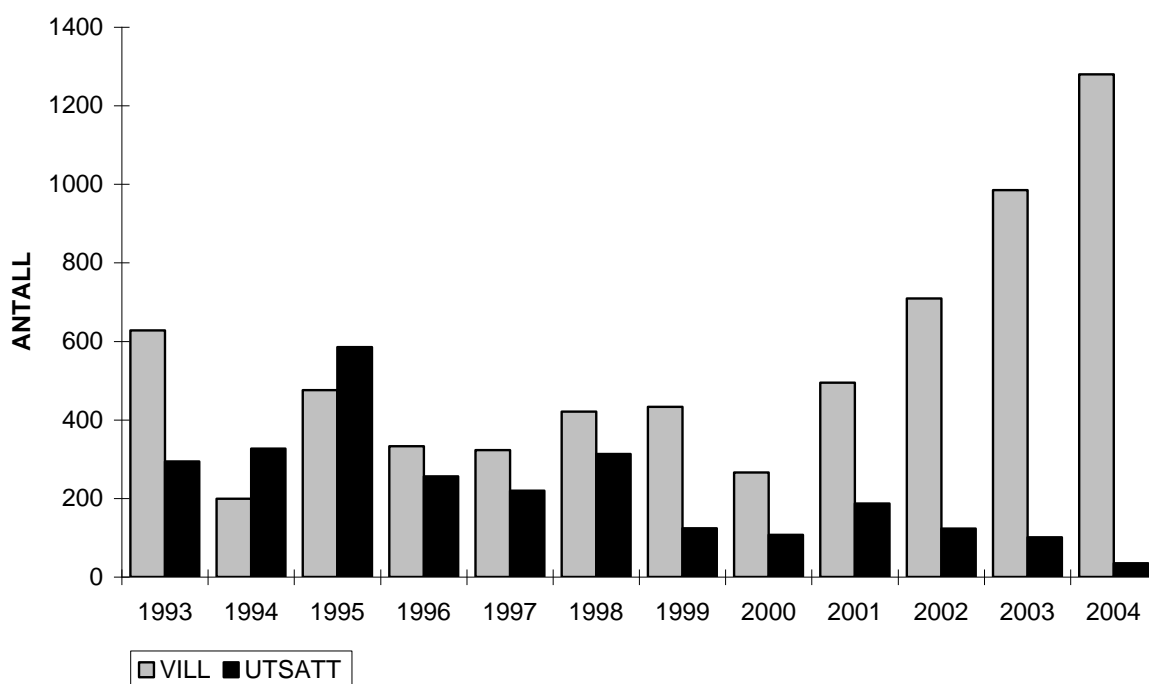


Fig. 5. Antall villsmolt av laks og smolt fra utsatt laks fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 2004 vist sammen med antallet fra tidligere år.

5.1.1 Utvandring og vannføring

I 2004 ble første villsmolt registrert 2. april og siste 7. juni (innsamling ble da avsluttet) (Fig. 6). Utvandringen fant sted over en relativt lang periode konsentrert til perioden 15. april til 14. mai. I denne perioden var det to topper i vannføringen, en liten økning 15. april til 37 m³/s og en noe større til 43 m³/s 2. mai. Begge økningene i vannføring ga økt smoltutvandring. Antall smolt som vandret ut knyttet til den første økningen var imidlertid ikke høyere enn antall fanget enkelte dager i slutten av april ved relative lave og nedadgående vannføringer (Fig. 6). Økningen i vannføring 2. mai ga imidlertid en betydelig økt smoltutvandring. Antall smolt som vandret fram til ca. 10. mai var relativt høyt. Smoltutvandringen var over 14. mai og den betydelige økningen i vannføring som da fant sted ga ingen ny økt utvandring. At det ikke registreres en økt utvandring knyttet til denne flomtoppen, kan skyldes at fella havarerte 15. mai. I 2001, 2002 og 2003 er det registrert en liten økning i utvandring knyttet til økningen i vannføring 15. mai, men antallet var betydelig lavere enn antallet som vandret knyttet til flommer i slutten av april og begynnelsen av mai. Antall smolt fra utsatt fisk var lavt og ingen topper kan knyttes til endringer i vannføring.

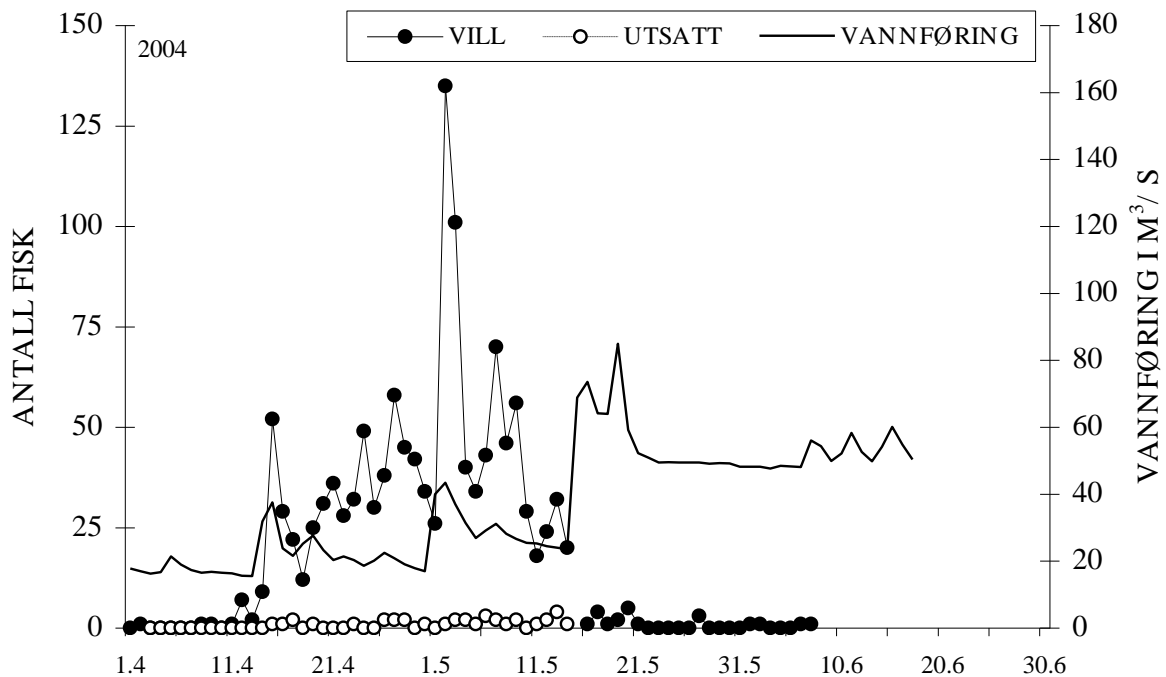


Fig. 6. Utvandring av smolt fra vill og utsatt laks fra Suldalslågen i 2004 vist sammen med døgnmiddelvannføringen målt ved Lavika nederst i elva.

5.1.2 Utvandring og vanntemperatur

I begynnelsen av perioden for smoltutvandring i 2004 økte temperaturen langsomt og gradvis fra ca. 3,6 °C til 7,6 °C (30. april) (Fig. 7). Topp i utvandring i 2004 kom henholdsvis 15. april uten store endringer i temperatur og 1. mai knyttet til en reduksjon i vanntemperaturen fra 7,6 til 5,7 °C, som følge av økning i vannføring (se Fig. 2).

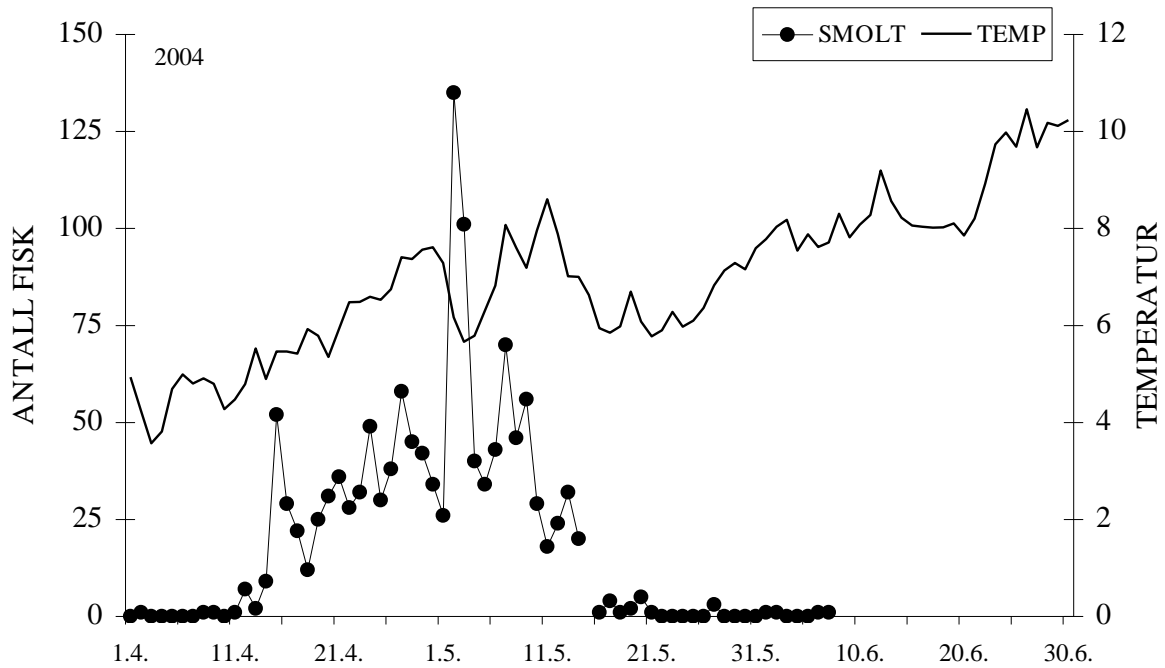
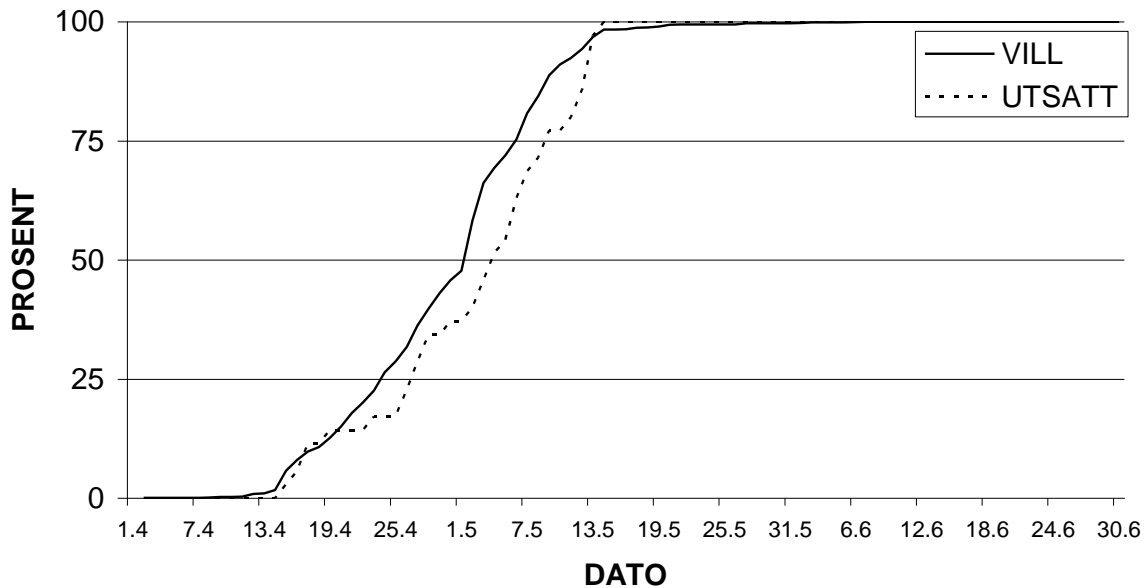


Fig. 7. Utvandring av smolt fra vill laks fra Suldalslågen i 2004 vist sammen med døgnmiddeltemperaturen målt ved Sand (foreløpige data fra Statkraft Sauda).

5.1.3 Utvandningsforløp

Hovedtyngden av villsmolten vandret ut over et relativt langt tidsrom i 2004, som strakte seg fra 15. april til 14. mai (Fig. 8). Tidspunktet når 25 % av smolten hadde vandret ut var 24. april, mens tidspunktet for henholdsvis 50 og 75 % var 1. og 6. mai. Tidspunktene er sammenlignbare med årene 2001 til 2003 som hadde samme vannføringsregime som i 2004, men tidspunktene var forskjøvet ca. en uke ut i tid sammenlignet med 1998 til 2000 som hadde et annet vannføringsregime.

Generelt vandret smolt fra utsettingene senere ut enn vill smolt. Enkelte år har det vært relativt store forskjeller i utvandringstid mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk, mens forskjellene i utvandringstid i de senere år var mindre (se Saltveit 2003). Det var små forskjeller i utvandningsforløp mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk i 2004 (Fig. 8). Begge kategorier smolt startet utvandringen samtidig, men den utsatte fisken var noe langsommere. Materialet av utsatt smolt var imidlertid lite.



Figur 8. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandring av vill smolt og utsatt smolt av laks fra Suldalslågen i 2004.

5.1.4 Alderssammensetning, smoltalder og vekst

I 2004 dominerte 3 år gammel smolt fullstendig alderssammensetningen av vill smolt, og denne årsklassen utgjorde 75 % av smolten dette året (Fig. 9). Siden 1999 har tre år gammel smolt dominert alderssammensetningen av smolten fra Suldalslågen. Etter 2001 har det også vært en større andel av 2 år gammel smolt. I 2004 utgjorde denne årsklassen 18 % av smolten. Dette var en noe mindre andel enn i 2002, da innslaget av denne årsklassen var størst. Sammenlignet med tidligere år har andel smolt som var 4 år eller eldre gått ned, og det ble i 2004 bare funnet en smolt i materialet som var fem år. I årene 1995 til 1997 var det en dominans av 4 år gammel fisk. Det store innslaget av yngre villsmolt gjør at gjennomsnittlig smoltalder var lav også i 2004. Lavere smoltalder i de senere år kan være et resultat av økt vekst hos ungfisk og at de derved oppnår smoltstørrelse ved lavere alder.

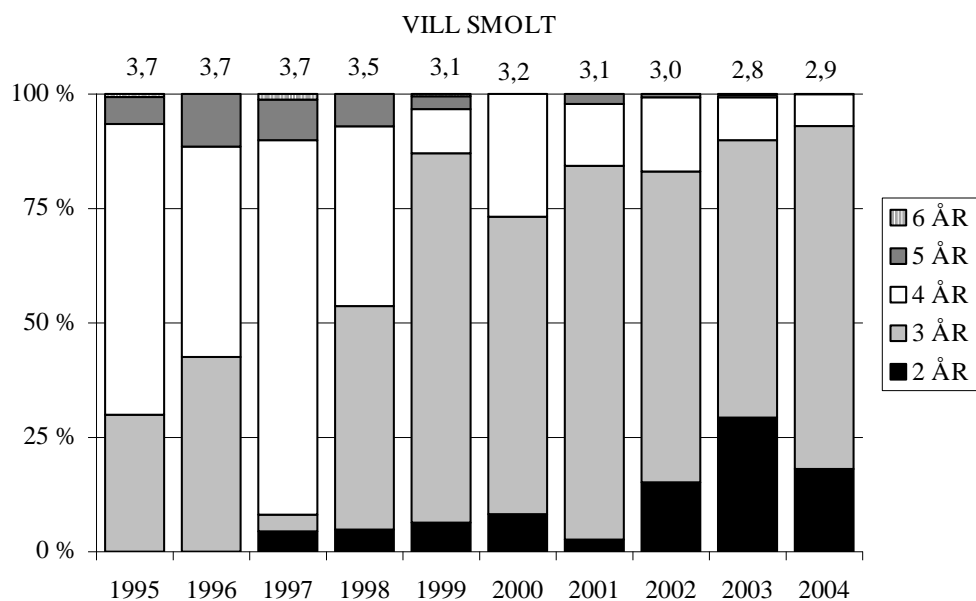


Fig. 9. Prosentvis alderssammensetning av villsmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1995 til 2004.

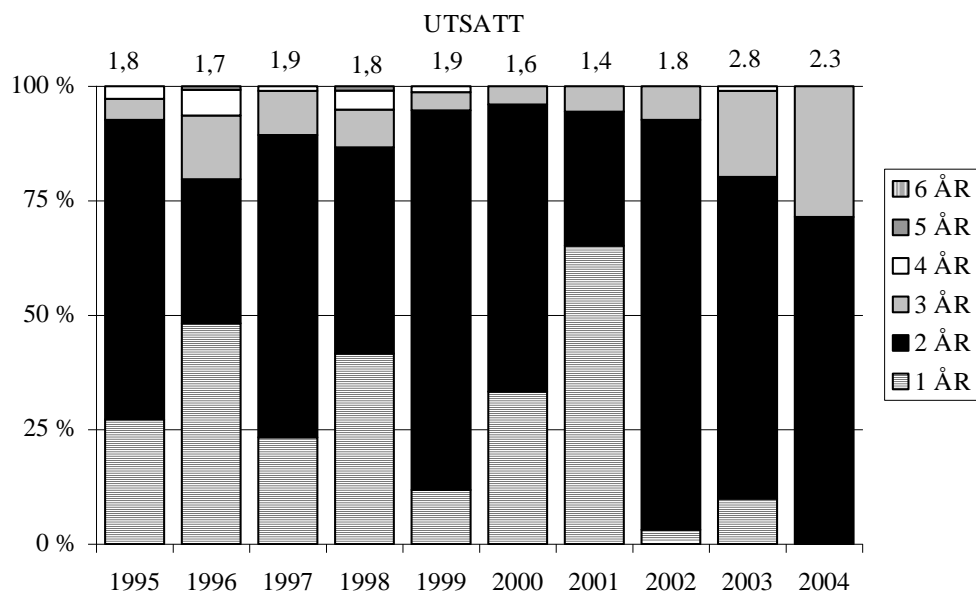


Fig. 10. Prosentvis alderssammensetning av smolt fra utsatt fisk fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1995 til 2004.

Alderssammensetningen av smolt fra utsatt fisk besto i 2004 bare av to årsklasser og 2 år gammel smolt dominerte og utgjorde 75 % av et materiale bestående av 35 fisk (Fig. 10). Dette er fisk utsatt i 2001 og 2002.

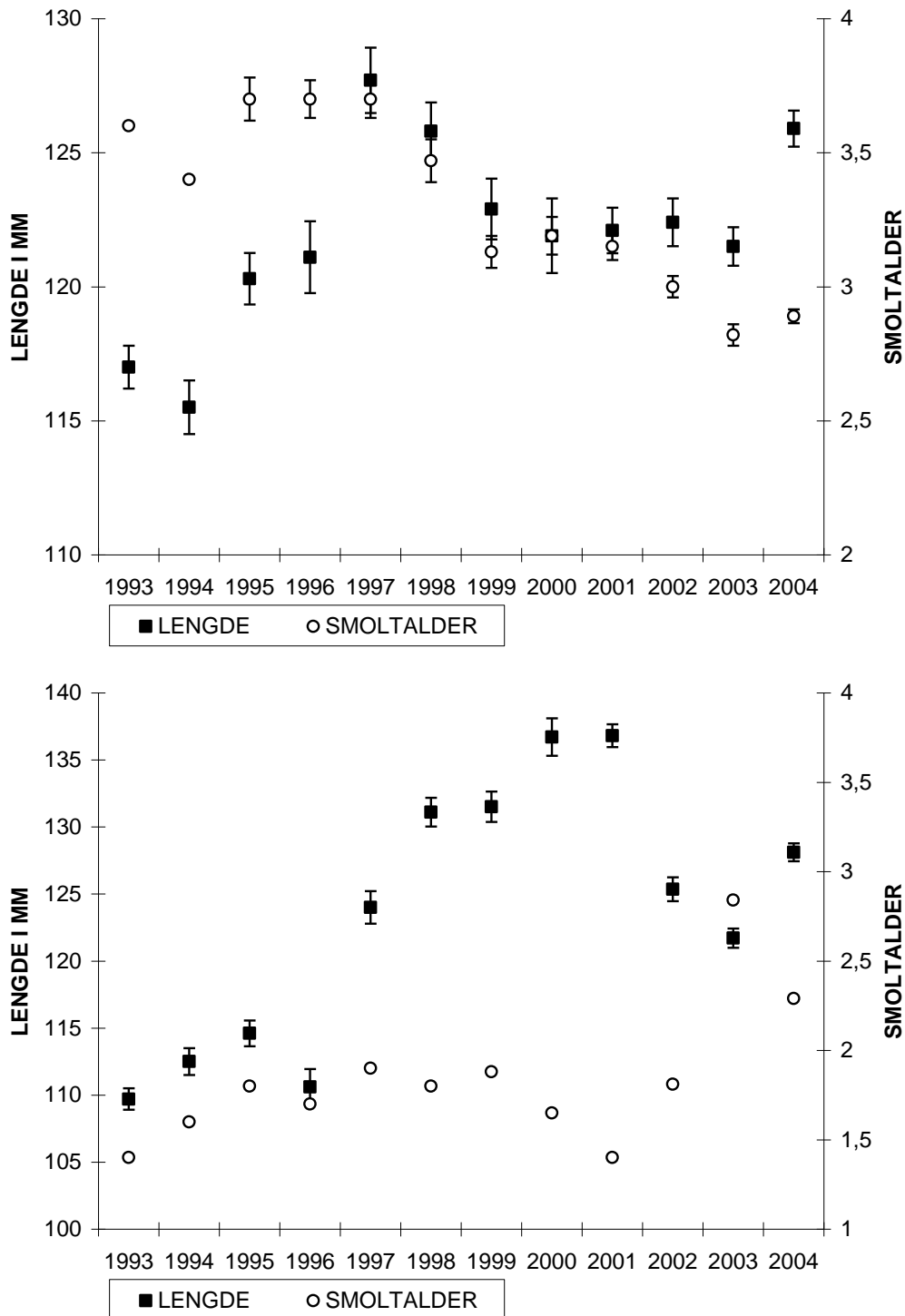


Fig. 11. Gjennomsnittslengde og gjennomsnittlig smoltalder ulike år av villsmolt (øverst) og hos smolt fra utsatt laks (nederst) fanget i smoltfella i Suldalslågen i perioden 1993 til 2004. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I. Data fra 1993, 1994 og 1995 er hentet fra Pethon og Lillehammer (1995).

I 2004 var gjennomsnittslengden til villsmolten 126 mm, og smolten var betydelig og statistisk signifikant ($p < 0,05$) større enn i perioden 1999 til 2003 (Fig. 11). Mellom 2004 og 1997 og 1998 var det ingen signifikant forskjell i lengde. Lav gjennomsnittslengde i 1993 og 1994 kan skyldes at det inngår fisk i materialet som ikke var smolt. Fra 1997 og fram til 2000 var det en gradvis reduksjon i gjennomsnittslengden. Fra 1999 til 2003 var det ikke statistiske

signifikante forskjeller i lengde. Økt vanntemperatur som følge av endret manøvrering fra 2001 ga ikke økt smoltlengde i 2002 og 2003. Det skyldes smolt fanget disse årene har stått på elv i perioden før manøvreringen ble endret og derved ved lavere vanntemperatur. Av smolten som fanges i 2004 har alle med unntak av de som var fire år vokst opp i elva i 2001 og senere, og derved hatt bedre vekstforhold som følge av høyere vanntemperatur. Sammenlignet med for eksempel 2003 hadde både toårig og treårig smolt i 2004 hatt en bedre vekst (Fig. 12). For 3 år gammel smolt var forskjellene statistisk signifikante ($p < 0,05$). For fire år gammel smolt var det ingen store forskjeller i gjennomsnittslengde mellom 2003 og 2004. Det var ingen forskjell i gjennomsnittslengde mellom tre- og fireårig smolt i 2004, mens de som var to år var statistisk signifikant ($p < 0,05$) mindre enn disse (Tabell 1).

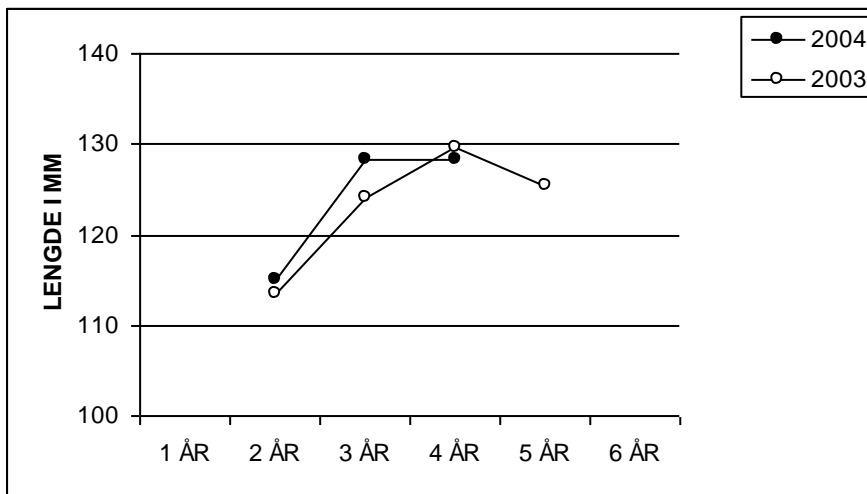


Fig. 12. Empirisk lengde hos ulike årsklasser av smolt i Suldalslågen i 2003 og 2004.

I perioden 1998 til 2003 ble det påvist en betydelig nedgang i gjennomsnittlig smoltalder hos vill smolt (Fig. 11). I 2002 og 2003 var smoltalder statistisk signifikant ($p < 0,05$) lavere enn tidligere år. Dette gjaldt også for 2004. Gjennomsnittlig smoltalder i 2004 var statistisk signifikant lavere enn i 2002 og litt høyere enn i 2003. Forskjellen mellom 2003 og 2004 var ikke statistisk signifikant. Lavere smoltalder skyldes at økt vekst gjør at laksungene når smoltstørrelsen ved lavere alder.

Materialet av smolt fra utsatt laks fra 2004 er lite. Det ble påvist en svak økning i gjennomsnittslengde sammenlignet med 2002 og 2003, mens smoltalder var redusert i forhold til 2003, men likevel langt høyere enn alle andre tidligere år (Fig. 11). I 1997 var det en betydelig økning i gjennomsnittslengden til smolt fra utsatt fisk, noe som skyldes at det ble satt store mengder anleggsproduert smolt i elva. Økningen i lengde i 2004 må tilskrives økt vekst som følge av økt vanntemperatur etter 2001. Toårig utsatt smolt hadde samme gjennomsnittslengde som treårig villsmolt, mens treårig utsatt smolt hadde den signifikant største lengde av all smolt i materialet (Tabell1). Økt smoltalder i 2003 og 2004 hos utsatt smolt skyldes at disse stammer fra utsetninger av ensomrige laksunger i 2000 til 2002. Endringen skyldes ikke forskjeller i manøvrering.

Tabell. 1. Empiriske lengder hos ulike årsklasser av smolt fra vill laks, laks fra utsettingene og ørret i 2004. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I.

	2 ÅR	3 ÅR	4 ÅR	5 ÅR
VILL LAKS	115,1 ± 1,3	128,3 ± 0,7	128,2 ± 2,1	
UTSATT LAKS	128,2 ± 4,6	136,6 ± 5,4		
ØRRET	127,1 ± 5,3	153,2 ± 3,0	164,9 ± 11,5	

5.1.5 Antall smolt fra ulike årsklasser

Basert på aldersfordelingen til laksesmolten ulike år var det mulig å tilbakeberegne antallet smolt som kom fra ulike årsklasser (Fig. 13). Årsklassene 1994, 1995 og 1997 ga et lite antall smolt i fella. Som det fremgår fra figuren ga årsklassene 1991 til 1994 relativt mye 4-årig smolt, dvs. fisk som hadde stått lenge på elv. Fra og med 1995 - årsklassen økte antallet smolt med tre år på elv, mens årsklassene 2000, 2001 og 2002 hadde mange smolt som smoltifiserte allerede etter to år på elv. Dette er antall smolt og ikke produksjon. Tilbakeberegningen støtter antagelsen om at økt vekst hos ungfisk kan være årsak til et større antall smolt de senere år. Det må gjøres oppmerksom på at årsklassene 2000 til 2002 mangler smoltårganger.

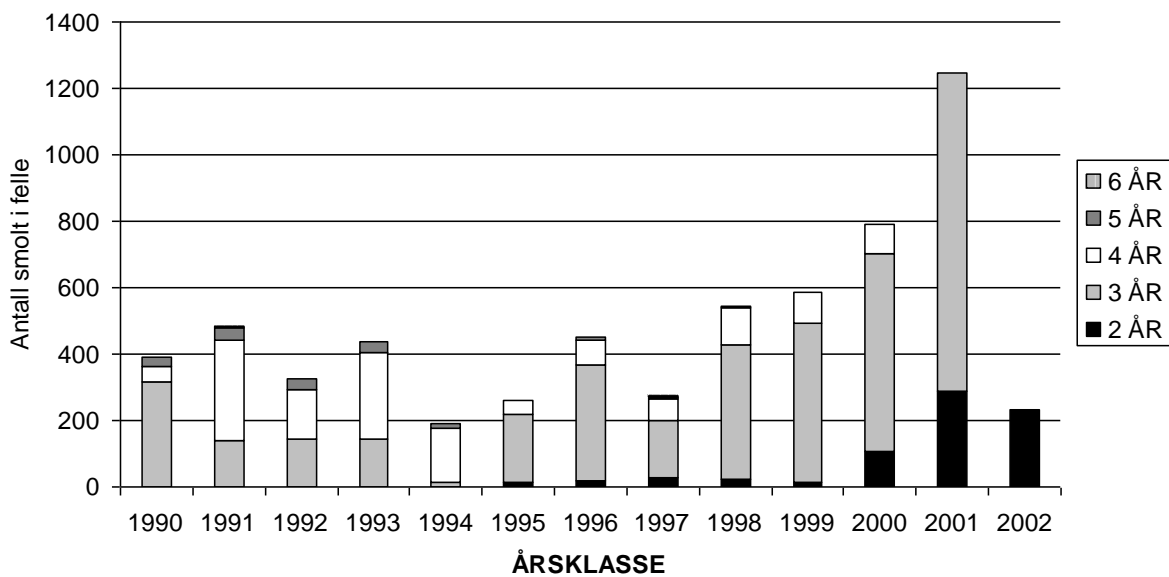


Fig.13. Akkumulert fangst av hver årsklasse som smolt i smoltfella i Suldalslågen.

5.2 Ørret

I 2004 ble det fanget til sammen 179 smolt av ørret (Fig. 14). Dette er det nest høyeste antall fanget siden 1995. Fram til 2002 var antallet stabilt og varierte mellom 86 i 1997 til 131 i 1998. I 2002 økte antallet til 244. Antall ørret i fella i 2003 var noe lavere. Som for laks fant det for ørret også det sted en økning i antall smolt etter 2001.

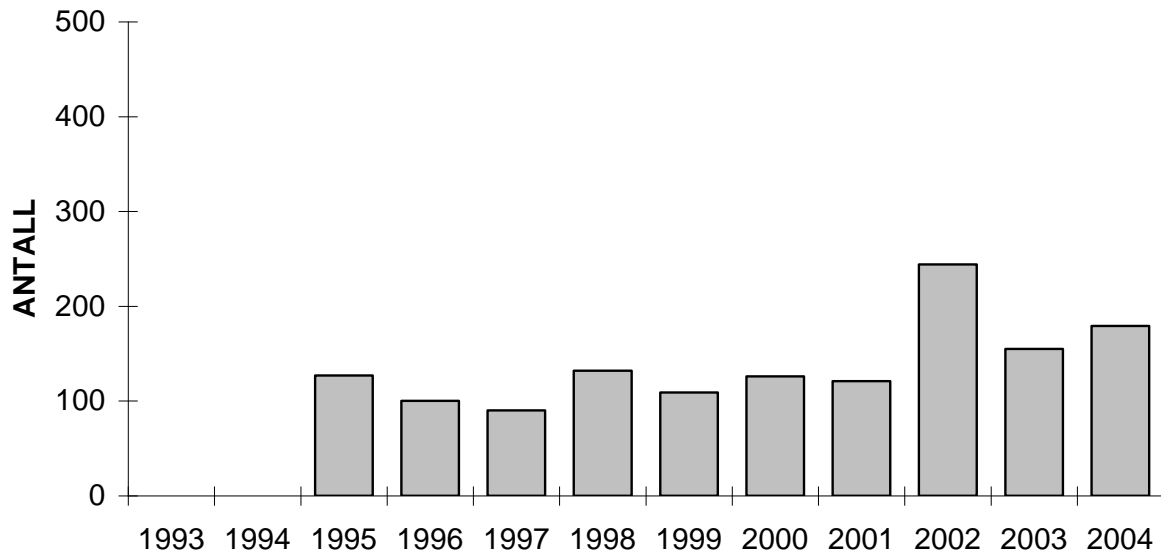


Fig. 14. Antall smolt fra ørret fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 til 2004.

5.2.1 Utvandring og vannføring

Antall smolt av ørret som ble fanget i fella i 2004 var langt lavere enn antall smolt av laks (ovenfor). Det meste av smolten gikk ut mellom 15. april og 20. mai (Fig.15). Perioden var altså noe lenger enn den funnet hos laks og også noe lengre enn tidligere år. Generelt er det dokumentert en meget klar sammenheng mellom økning i vannføring og utvandring av smolt av ørret i Suldalslågen, så også i 2004 (Fig. 15). Topper i utvandring fant sted knyttet til økninger i vannføring 14. april, 1. mai, 7. mai og 17. mai. Med unntak av økningen i vannføring i midten av mai, var de øvrige endringene i vannføring svært beskjedne. Perioden for utvandring var lik den funnet i 2001 til 2003 som hadde noenlunde samme vannføringsregime, men den startet i 2004 noe tidligere. I 1998 var utvandningsperioden lang, mens den var kortere og mer konsentrert i 1999 og 2000. Disse årene hadde en langt høyere vannføring i begynnelsen av mai.

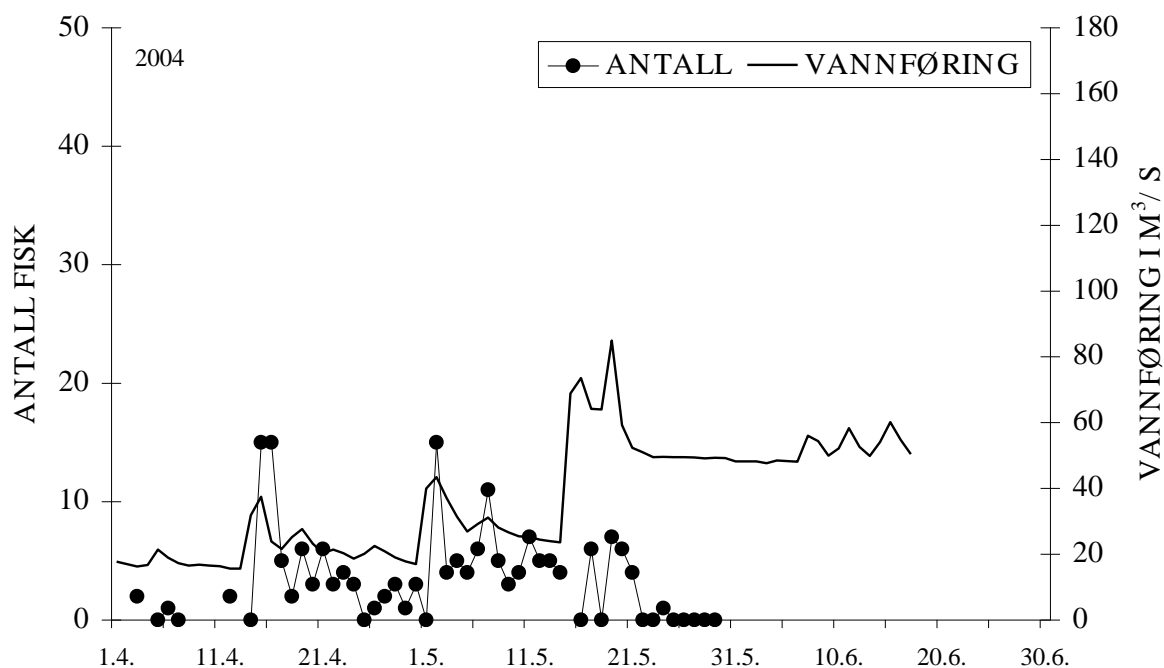
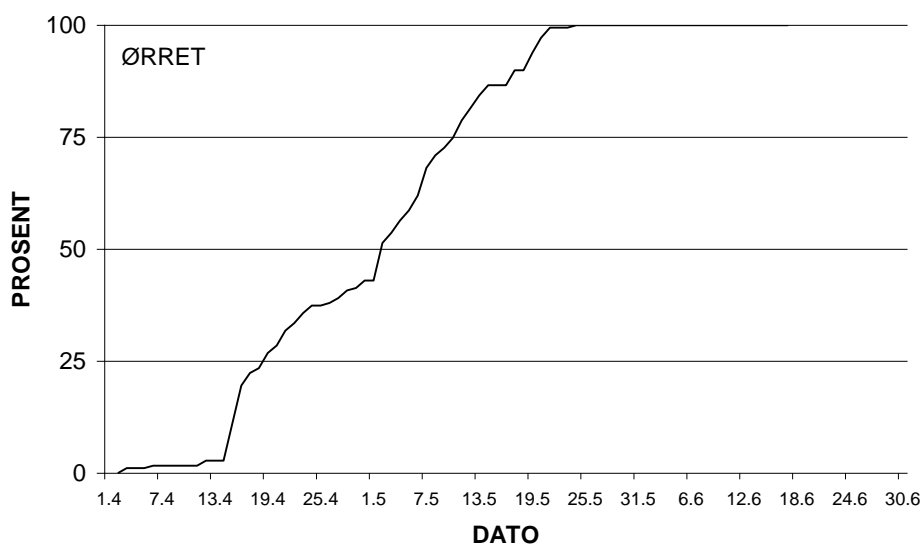


Fig. 15. Utvandring av smolt av ørret fra Suldalslågen i 2004 vist sammen med døgnmiddelvannføringen målt ved Tjelmene.

5.2.2 Utvandringsforløp

Hovedtyngden av ørretsmolten vandret i 2004 ut over en periode på noe over en måned. Tidspunktet for når 50 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var 2. mai, mens 75 % var ute 10. mai (Fig. 16). Utvandringsforløpet var svært likt det funnet i 2002, men startet noe tidligere i 2004 i og med at 25 % av den fisken som vandret ut var ute allerede 18. april. Utvandringsforløpet var forskjøvet minst ca. en uke ut i tid sammenlignet med 1999 og 2000.



Figur 16. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandring av smolt av ørret fra Suldalslågen i 2004.

5.2.3 Alderssammensetning, smoltalder og vekst

Sett i forhold til tidligere år, var det en økning i 3 år gammel smolt i 2004, mens det var en reduksjon i andel toårig og fireårig smolt (Fig.17). Tre år gammel smolt utgjorde i 2004 75 % av materialet, mens 2 år gammel smolt utgjorde 21 %, hvilket er en noe mindre andel enn i 2002 og 2003. Det har også vært en nedgang i andelen smolt som er 4 år (utgjorde 4 % i 2004) og det påvises ingen smolt eldre enn dette i materialet av ørret. Det har altså funnet sted en ytterligere økning i andelen yngre ørretsmolt i Suldalslågen, sammenlignet med tidligere år. I 1995 og 1996 dominerte for eksempel 3 og 4 år gammel fisk alderssammensetningen.

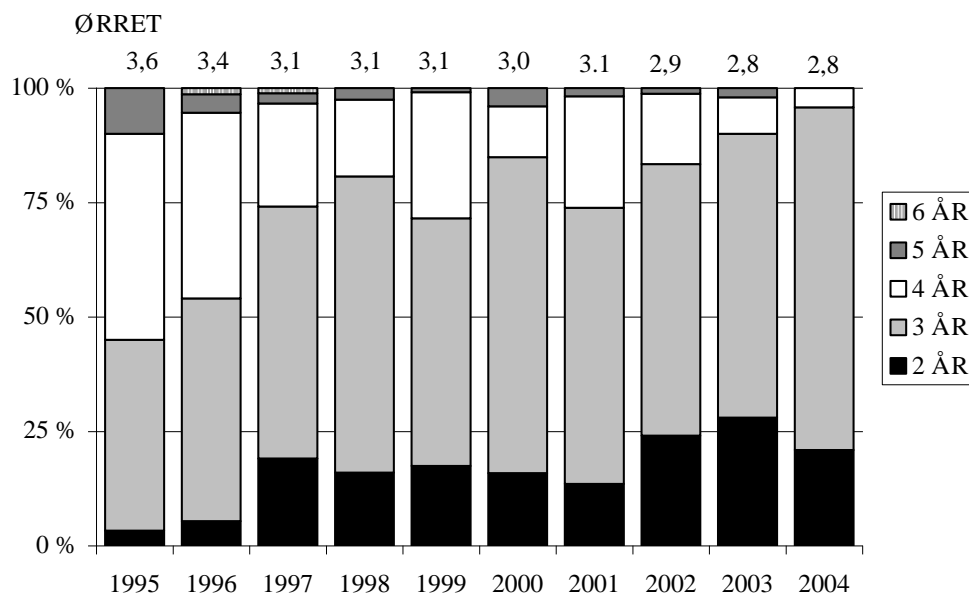


Fig. 17. Prosentvis alderssammensetning av smolt av ørret fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 til 2004.

Det var ingen endring hva angår gjennomsnittslengde og smoltalder hos ørret i 2004 sammenlignet med året før (Fig. 18). Gjennomsnittslengden har variert noe, men det var ikke signifikante forskjeller mellom år i perioden 1998 til 2004. Gjennomsnittslengden til toårig ørret smolt i 2004 var 125,5 mm, mens treårig smolt hadde en gjennomsnittslengde på 153,0 mm, og disse var signifikant lengre enn toårig smolt ($p < 0,05$) (Tabell 1). Smolt som var 4 år var ikke i gjennomsnitt signifikant lengre enn treårig smolt. Det har i perioden 1998 til 2004 vært en tendens til redusert smoltalder også hos ørret. Smoltalderen var nokså stabil, mellom 3,1 og 3,0 år, fra 1997 til 2002, men avtok til 2,9 år i 2002 og ytterligere til 2,8 år i 2003 og 2004. Den største nedgangen i smoltalder fant sted fra 1996 til 1997.

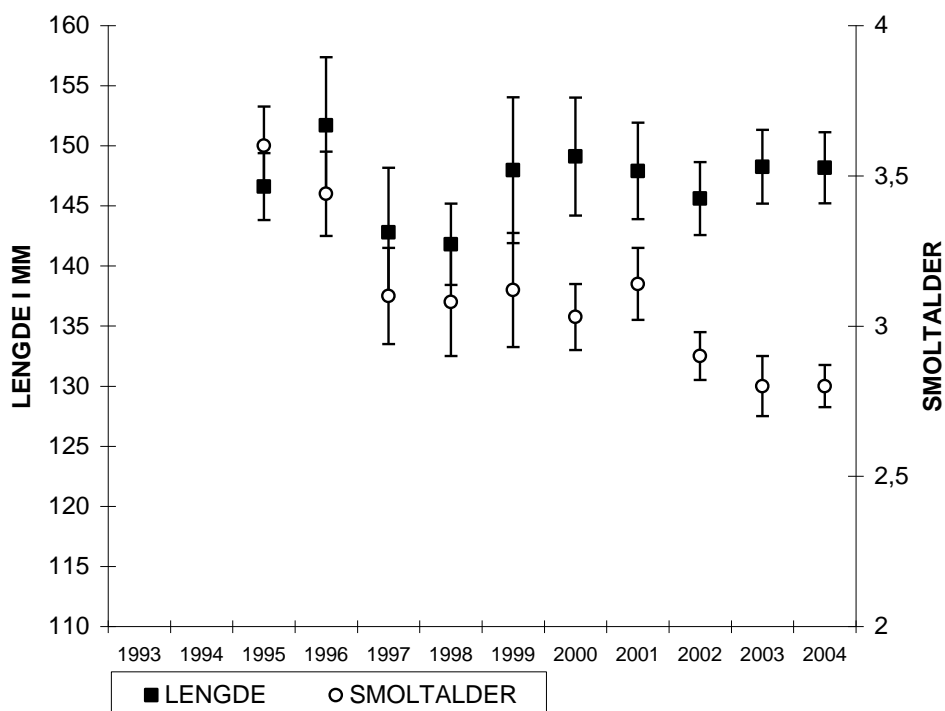


Fig. 18. Gjennomsnittslengde og smoltalder ulike år av smolt av ørret fanget i smoltfella i Suldalslågen i perioden 1995 til 2004. Data på ørret foreligger ikke fra 1993 og 1994.

5.3 Utvandring av ungfisk

I forbindelse med undersøkelsene av smoltutvandring ble det også fanget fisk som ikke var smolt. I 2004 ble det til sammen funnet 338 parr av laks og ørret i smoltfella (Fig.19). Av disse var 214 laks, mens 124 var ørret. Laksene var hovedsakelig fisk født i 2003, men også enkelte var 1+, født i 2002. De aller fleste ørretene var født i 2004, altså årsunger (0+).

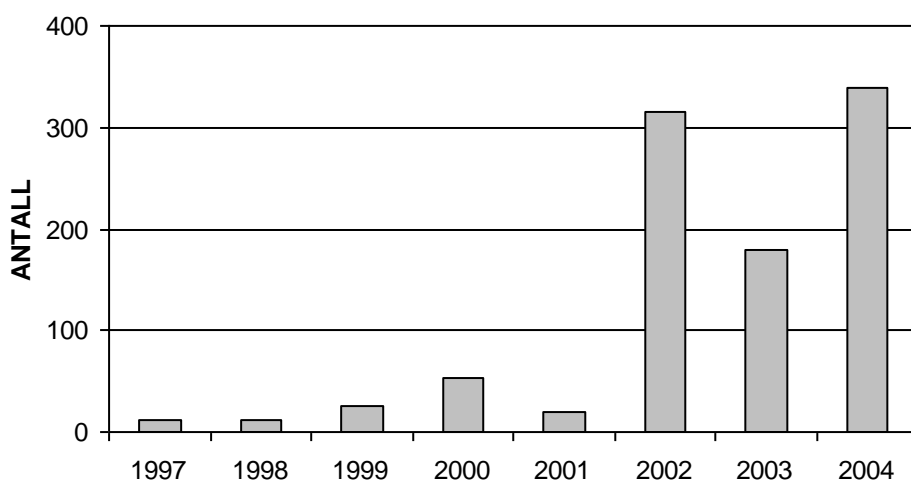


Fig. 19. Antall parr fanget i smoltfella ulike år i Suldalslågen.

Etter 2001 har det vært en betydelig økning i antall fisk i fella som ikke var smolt (se Saltveit og Bremnes 2004). Drivet var spesielt stort i 2002 og 2003, men var også betydelig i 2004 (Fig. 20). Dette kan knyttes til høyere tettheter av årsunger høsten året før. Økende tetthet så m.a.o. ut til å gi større utvandring av sommergammel fisk om våren, dvs. en tetthetsavhengig utvandring (se Saltveit og Bremnes 2004). Det ble funnet et signifikant forhold mellom antall årsunger (0+) av laks i driv og tetthet av 0+ beregnet høsten året før ($r^2 = 0,7112$; $p < 0.01$). Særlig en tetthet av 0+ større enn 20 fisk pr. m² en økning i antallet i driv påfølgende vår.

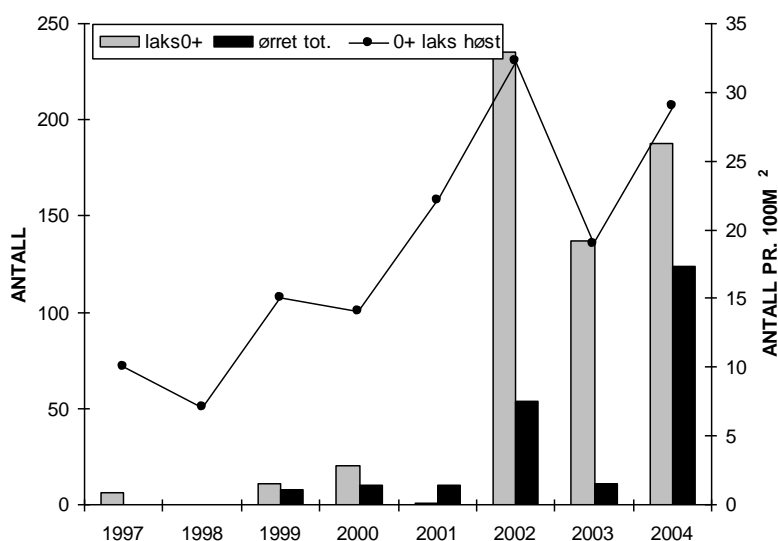


Fig. 20. Antall årsunger (0+) av laks fanget i smoltfella i Suldalslågen om våren (årsklassebetegnelse for laks er som for høsten året før) i perioden 1997 til 2004, vist sammen med beregnede tettheter av årsunger foregående høst. Totalt antall ørret som ikke var smolt er også vist.

6. KOMMENTARER

6.1 Smoltutvandring

Smoltutvandringen hos laks i Norge skjer i løpet av 3-4 uker, med hovedutvandring i en forholdsvis kort periode på våren. Smoltutvandringen starter tidligst i Sør-Norge og skjer gradvis senere med økende breddegrad. Forsøk gjort på Ims støtter hypotesen om at det er et kort smoltutvandringstidsrom om våren /forsommeren (Hansen 1994). Smolt av laks er funnet å tape sin saltvannstoleranse i slutten av mai-juni (Staures *et al.* 1993). Tidspunktet smolten vandrer ut i sjøen har meget stor betydning for overlevelsen, og den må nå havet på et tidspunkt som er optimalt for overlevelse og fødeopptak. I Imsa, sør for Suldalslågen, er det optimale tidspunkt i mai (Hansen og Jonsson 1989 a,b).

Faktorer som vanntemperatur (Jonsson og Ruud-Hansen 1985) og vannføring (Hvidsten *et al.* 1995), ser ut til å stimulere utvandring av laksesmolt. Utløsende faktor for smoltutvandring varierer (Heggberget *et al.* 1993, Antonsson og Gudjonsson 2002). Det er bare i Imsa at endring i vanntemperatur er beskrevet som viktigste enkeltfaktor for smoltutvandringen fra elver i Norge (Jonsson og Ruud-Hansen 1985). I tre islandske elver var starten på smoltutvandringen korrelert med tidspunktet for når temperaturen i elven nådde over 10 °C i 5 dager (Antonsson og Gudjonsson 2002). I Alta er kontrollerende faktor for utvandring mindre klar,

selv om temperatur også her synes å spille en viktig rolle (Heggberget *et al.* 1993). Saksgård *et al.* (1992) nevner at smoltutvandringen i Alta også hadde sammenheng med månefasen.

I andre elver, som Orkla og Stjørdalselva, faller smoltutvandringen sammen med en økning i vannføringen (Arnekleiv *et al.* 1995, Hvidsten *et al.* 2004). I Orkla var vannføring hovedfaktor både for start og opprettholdelse av smoltutvandringen og utvandringen ble initiert av den første toppen i vannføring større enn $100 \text{ m}^3/\text{s}$, når vanntemperaturen var mellom ca. $2\text{-}4 \text{ }^\circ\text{C}$ (Hesthagen og Garnås 1986, Hvidsten *et al.* 1995). Vannføring og temperatur synes å være de to viktigste enkeltfaktorer som påvirker smoltutvandringen i Orkla (Hvidsten *et al.* 2004), og økning i vannføring var i Stjørdalselva den eneste faktor som var signifikant assosiert med variasjon i smoltutgang. Som i Suldalslågen ga en forholdsvis liten økning i vannføring i Stjørdalselva en stor smoltutvandring. I Suldalslågen er det funnet at signifikant flere smolt vandret ut når vannføringen økte og det samtidig var et fall i vanntemperaturen, enn under motsatte forhold (Forseth *et al.* 2003).

Utvandring av ørretsmolt er også positivt korrelert med vannføring og vanntemperatur (Bohlin *et al.* 1993, Hembre *et al.* 2001), og det synes som om smolten reagerer på en kombinasjon av vannføring og vanntemperatur (Hembre *et al.* 2001). Temperatur ser også ut til å være hovedfaktoren som utløser utvandring av sjøaure om våren i Imsa, Rogaland (Jonsson og Jonsson 2002).

Studier på utvandring av smolt fra Suldalslågen foreligger fra 1993. Undersøkelse på smolt dekker derfor ikke uregulert tilstand. Resultater fra 1993 til 1997 er rapportert av Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (1998), mens perioden 1998 til 2003 er rapportert av Saltveit (2004b) og Saltveit og Bremnes (2004). Villsmolten i Suldalslågen vandret ut over en relativt lang periode, som kunne strekke seg opp til to måneder. Det meste av smolten vandret imidlertid ut i løpet av en kort periode, idet 75 % av utvandringen skjedde i løpet av 20 dager, i perioden 25. april til 15. mai. Dette tidspunktet stemmer overens med data fra Imsa som ligger noe lenger sør (Jonsson og Ruud-Hansen 1985).

Det var et relativt godt samsvar mellom smoltutvandring av laks og økning i vannføring målt ved Tjelmane. Imidlertid var økningene i vannføring som initierte utvandring oftest relativt beskjedne (se Tabell 2). I 1996 økte vannføringen til $100 \text{ m}^3/\text{s}$ i perioden med topp i utvandring, men oftest ble smoltutvandringen initiert av heller beskjedne økninger i vannføring, mellom 22 og $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette var også tilfelle i 2004, da hovedutvandringen ble initiert av en økning i vannføringen til $37 \text{ m}^3/\text{s}$ 15. april. Sammenlignet med tidligere år (Tabell 2), kom starten på utvandringen i 2004 svært tidlig og var initiert av en restfeltsflom. Tidspunktet for 50 og 75 % smoltutvandringen var det samme i 2004 som i tidligere år, noe som medfører at hovedutvandringsperioden i 2004 strakte seg over et noe lengre tidsrom enn tidligere år. Hovedutvandringen i 2004 startet lenge før den kunstige vannføringsøkningen 1. mai og var nærmest over før vannføringen ble økt betydelig 15. mai (se imidlertid tidligere kommentarer til fellehavari). I 1997, 2001 og 2003 startet også utvandringen flere dager før økningen i vannføring 1. mai. Resultatene viser at det skal relativt beskjedne vannføringsøkninger til for å initiere selve smoltutvandringen, men temperaturen var ved start av hovedutvandringen høyere enn $5,5 \text{ }^\circ\text{C}$, unntatt i 1996.

Tabell 2. Døgnmiddelvannføring (Q, m³/s) og -vanntemperatur (T, °C) målt ved Tjelmane i Suldalslågen ved start hovedutvandring av vill laksesmolt og tidspunkt for når henholdsvis 50 og 75 % av villsmolten av laks hadde vandret ut. Videre vises tidspunkt for henholdsvis start hovedutvandring, 50 % og 75 %. Årene 1993 og 1994 er ikke tatt med grunnet annen felletype og stor diskontinuitet i fangst. Temperaturdata for 2004 er foreløpige tall.

	START HOVEDUTV.		50 %		75 %		HOVEDUTVANDRING		
	Q	T	Q	T	Q	T	Start	50 %	75 %
1995 ¹⁾	50	5,9	71	5,5	69	5,3	4.mai	5. mai	6. mai
1996 ²⁾	57	4,2	104	3,6	153	3,8	2. mai	5. mai	14. mai
1997	16	5,9	80	4,8	99	4,7	27. april	3. mai	6. mai
1998	18	6,6	25	7,3	66	6,6	23. april	4. mai	8. mai
1999	34	5,5	79	5,2	113	4,5	24. april	28. april	1. mai
2000	41	5,5	67	5,2	123	5,7	20. april	27. april	29. april
2001	15	5,7	53	4,9	33	7,7	23. april	1. mai	10. mai
2002	32	5,9	62	5,6	29	6,8	22. april	1. mai	9. mai
2003 ³⁾	25	6,2	57	5,4	37	5,8	29. april	1. mai	6. mai
2004	37	5,5	40	6,2	29	6,8	15. april	1. mai	6. mai

1) Annen felletype og plassering enn senere år; noe diskontinuitet i fangst

2) Noe diffus start, idet 25 % hadde vandret ut i perioden 20-30. april ved ca. 30 m³/s.

3) Noe diffus start, idet 25 % hadde vandret ut i perioden 20-27. april ved ca. 20 m³/s.

Vannføringen under utvandring fremstår som sikker faktor for smoltutvandringen i Suldalslågen (Forseth *et al.* 2003). Perioden for utvandring var imidlertid statistisk signifikant forskjellig mellom år (Forseth *et al.* 2003). Dette betyr at utvandringen i de senere år, 2001 til 2004 har vært senere enn utvandringen i 1998 til 2000 som hadde høy vannføring på våren under utvandring. Imidlertid betyr dette også at utvandringen etter 2001 har vært signifikant tidligere enn årene før 1998 (Forseth *et al.* 2003).

Selv om den vannføringen som skal til for å initiere selve smoltutvandringen ikke trenger å være høy, kan en lav vannføring under smoltutvandring få betydning for overlevelsen i sjøen. Det er vist at høy vannføring ved utvandring av smolt øker overlevelsen (Hvidsten og Hansen 1988), fordi ferskvannslaget i fjorden blir tykkere og derved reduseres predasjon fra for eksempel torsk. Dessuten kan økt turbiditet som skyldes flom medføre at predatorer ser smolten dårligere. Predasjon kan også reduseres ved at høy vannføring bringer smolten hurtigere ut fjorden. Høy vannføring i Suldalslågen under utvandring så ut til å gi større fangster av smålaks året etter (Forseth *et al.* 2003). De to smoltårgangene som resulterte i de høyeste fangstene av smålaks hadde begge vannføringer i elva på over 100 m³ da størstedelen av smolten vandret ut, og en smoltutvandring på vannføringer over 100 m³ synes å gi omlag tre ganger så store fangster av smålaks som en utvandring ved ca 40 m³ (Forseth *et al.* 2003). I Orkla ble det ikke trukket noen klare konklusjoner for forholdet mellom vannføring under smoltutvandring og overlevelsen til smolt (Hvidsten *et al.* 2004). Det fordi resultater basert på utsetting av oppdrettsmolt og regresjonsmodell for vill smolt ikke ga samme resultat.

Utvandringen fra Suldalslågen kan enkelte år når økningen i vannføring uteblir, som i 1995, 1997, 2001 og 2003, ha vært initiert av en økning i temperatur. Ved disse anledninger økte

vanntemperaturen til ca. 6,5 °C. Ellers skjer hovedutvandringen av smolt ved relativt lave temperaturer (4-5,5 °C) og ofte ved nedgang i temperatur. Vanntemperaturen er beskrevet å være en viktig regulerende faktor for smoltutvandring (Ruggles 1980), men synes i Suldalslågen å være overstyrt av økning i vannføring, idet vanntemperaturen sjelden eller aldri når opp til den temperatur som beskrives å gi maksimal utvandring (se også Pethon og Lillehammer 1995).

6.2 Alders sammensetning og smoltalder

Laksunger med dårlig vekst har en høyere smoltalder enn laksunger med god vekst (Elson 1962), noe som indikerer at størrelsen er avgjørende for når laks smoltifiserer (Økland *et al.* 1993). I Surna smoltifiserte laks med forskjellig vekst ved ulik alder, men ved samme størrelse (Saltveit 1990).

I perioden 1993 til 1997 varierte smoltalderen mellom 3,4 og 3,7 år (Pethon og Lillehammer 1995, Saltveit 1998), og det var i denne perioden heller ingen store endringer i alderssammensetningen. I de senere år har det funnet sted en betydelig reduksjon i smoltalder. I 2003 var smoltalder 2,8 år. I 2004 var smoltalderen 2,9 år, men var ikke statistisk signifikant forskjellig ($p < 0,05$) fra smoltalderen i 2003. Redusert smoltalder skyldes økt vekst hos laksunger på elv (Saltveit 2004a), og er positivt fordi det reduserer dødelighetstapet på elv. Størrelsen på smolten var imidlertid mindre fra 1997 og fram til 2003, noe som kan ha konsekvenser for overlevelsen i havet. Overlevelse i havet øker med smoltstørrelse (Rosseland 1979, O'Connell og Ash 1993). Det er derfor positivt for Suldalslågen at smoltstørrelsen har økt betydelig i 2004 sammenlignet årene 1999 til 2003. Lav smoltalder reduserer dødelighet på elv, mens større smolt samtidig reduserer dødeligheten i havet. I Orkla ble det ikke funnet sammenheng mellom smoltlengde og overlevelse (Hvidsten *et al.* 2004)

Gjennomsnittstørrelsen til smolten var mindre i 1993 til 1996 (Pethon og Lillehammer 1995), noe som kan skyldes at dette materialet har bestått av fisk som ikke var smolt. Lav alder hos smolt i Suldalslågen har også vært tilfelle tidligere. I perioden 1983 til 1987 var gjennomsnittlig smoltalder på 2,8 til 2,9 år (Urdal *et al.* 2004).

I Suldalslågen kommer flest toårige smolt tilbake som en-sjøvinter laks (Urdal *et al.* 2004). Økt vanntemperatur og økt fiskevekst med påfølgende lavere smoltalder, kan derfor være en faktor som øker andelen smålaks i Suldalslågen. Imidlertid er det vanskelig å trekke denne konklusjonen. Det er indikasjoner på at andelen flersjøvinter laks øker med økt vekst under første år i sjøen (Jonsson *et al.* 2003, L'Abée-Lund *et al.* 2004). Redusert vekstrate i sjøen kan derfor også være en årsak til økt andel smålaks i elvefangster (Jonsson *et al.* 2003).

6.3 Antall laksesmolt

I perioden for undersøkelsen av smoltutvandring har det vært en økning i antall smolt av vill laks fanget i fella. Samtidig har det vært økt vekst hos laksunger på elv som følge av økt vanntemperatur (Saltveit 2004a). Økningen i antall vill smolt av laks i Suldalslågen tilskrives økt vekst hos ungfisk, som gir lavere alder ved smoltifisering. For laks reduseres alder ved smoltifisering normalt når veksten øker (Thorpe 1989, Hutchings og Jones 1999). Kortere tid på elv reduserer dødelighetstapet. En indikasjon på at økt smoltutvandring skyldes lavere smoltalder er at det dokumenteres en positiv og god korrelasjon mellom forholdet smoltlengde/smoltalder og antall smolt i fella, $r^2 = 0.699$; $p = 0.005$ etter 1996 (samme felletype). Denne sammenhengen ble ytterligere forsterket med data fra 2004 (se Saltveit 2004b).

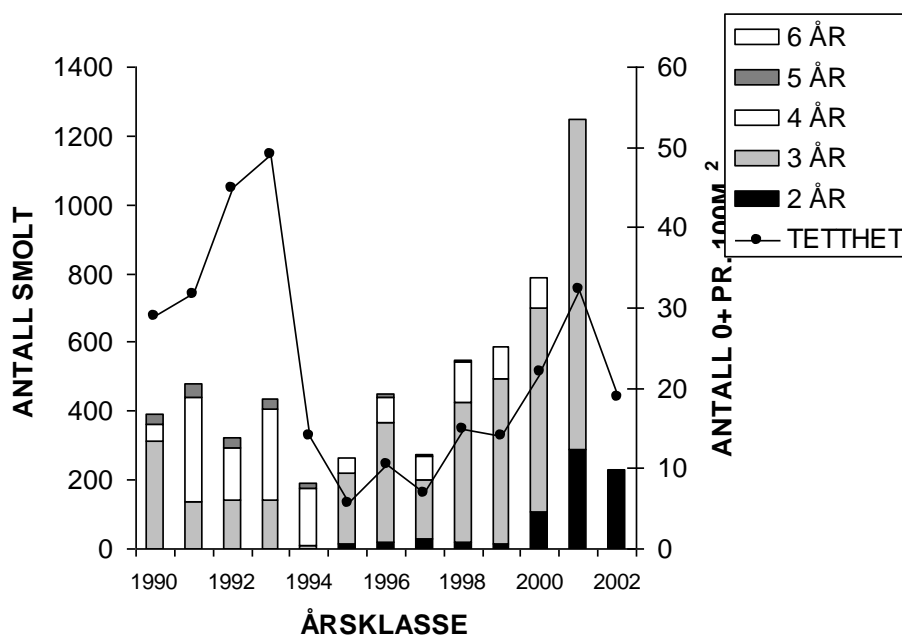


Fig. 21. Akkumulert fangst av hver kohort som smolt i smoltfella i Suldalslågen vist sammen med størrelsen på årsklassene, dvs. beregnet tetthet av årsunger/100m².

Basert på aldersfordelingen til laksesmolten ulike år ble antall smolt fanget i fella fra ulike årsklasser beregnet (Fig. 21). Som det fremgår, ga årsklasser med lav tetthet av årsunger også et mindre antall smolt enn årsklasser med høye tettheter av årsunger. Imidlertid ga ikke høy reproduksjon i 1991 til 1993 (høye tettheter av årsunger (0+)) mer smolt enn år med lavere tetthet av 0+. Liten reproduksjon i noen slike år kompenseres gjennom økt vekst og lavere smoltalder.

7. KONKLUSJON

Smoltutvandringen var vannføringsstyrt, men svært små vannføringer synes å trigge utvandring. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøkelser. Vannføringstoppen kom etter at det meste av smolten hadde vandret ut. Høy vannføring under utvandring er vist å gi størst overlevelse i havet.

Bedre vekst har gitt lavere smoltalder hos laks, som i er redusert fra 3.5 år i 1998 til 2.8 år i 2003 og 2,9 år i 2004. Dette har ført til økning i antall smolt som forlater elva, noe som skyldes at dødelighetstapet på elv er redusert. I 2004 påvises også en betydelig økning i gjennomsnittslengde hos laksesmolt. Dette er positivt fordi stor smolt øker overlevelsen i havet. Hos ørret er smoltalder redusert fra 3.1 til 2.8 år i 2003 og 2004. Det er ikke dokumentert at lavere smoltalder gir økt antall smålaks i bestanden.

8. LITTERATUR

- Antonsson, T., og S. Gudjonsson. 2002. Variability in timing and characteristics of Atlantic salmon smolt in Icelandic rivers. *Transactions of the American Fisheries Society* 131:643-655
- Arnekleiv, J.V., Rønning, L., Johansen, S.W., Haug, A. og Bongard, T. 1995. Fiskeribiologiske referanseundersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1990-1994, i forbindelse med Meråkerutbyggingen. *Vitenskapsmuseet, Rapport Zoologisk Serie 1995-5*, 86s.
- Bohlin, T., C. Dellefors og U. Faremo. 1993. Timing of sea-run brown trout (*Salmo trutta*) smolt migration: effects of climatic variation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:1132-1136.
- Elson, P.E. 1962. Predator-prey relationship between fish eating birds and Atlantic salmon. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 133, 87 pp.
- Forseth, T., Fiske, P., Hvidsten, N.A. og Saltveit, S.J. 2003. Smoltoverlevelse i Suldalslågen – miljøfaktorer som påvirker smoltutvandring og overlevelse i fjorden. *Suldalslågen-Miljørapport*, **30**, 59s.
- Hansen, L.P. 1994. Hva påvirker villaksens overlevelse i saltvann. s. 5-14. I: A.Erlandsen (Red.). Fiske-symposiet 1994. ENFO-Publ.26.
- Hansen, L.P. og Jonsson, B. 1989a. Salmon ranching experiments in the River Imsa: Returns of different stocks to the fishery and to River Imsa: In: N. DePauw, E. Jaspers, H. Ackefors and N. Williams (Editors), *Aquaculture-a Biotechnology in Progress*. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 445-452.
- Hansen, L.P. og Jonsson, B. 1989b. Salmon ranching experiments in the River Imsa: effect of timing of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on the survival to adults. *Aquaculture*, 82, 367-373.
- Heggberget, T.G., Johnson, B.O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L.P., Hvidsten, N.A. og Jensen, A.J. 1993. Interactions between wild and cultured Atlantic salmon; a review of the Norwegian experience. *Fisheries Research* 18: 123-146.
- Hembre, B., J. V. Arnekleiv og J. H. L'Abée-Lund. 2001. Effects of water discharge and temperature on the seaward migration of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, smolts. *Ecology of Freshwater Fish* 10: 61-64.
- Hesthagen, T. og Garnås, E. 1986. Migration of Atlantic salmon smolts in River Orkla of central Norway in relation to management of a hydroelectric station. *N.Am.J.Fish.Mgm.* 6: 237-248.
- Hutchings, J.A., og M.E.B. Jones. 1999. Life history variation and growth rate thresholds for maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Supplement 1): 22-47.
- Hvidsten, N.A. og Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocked as smolts at high water discharge. *J.Fish Biol.* 32: 153-154.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke, Ø. og Heggberget, T.G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. *Nordic J. Freshw.Res.* 70: 38-48.
- Hvidsten, N.A., Johnson, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, G., Bakke, Ø. og Forseth, T. 2004. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 179-2002. *NINA Fagrapport* 079, 96s.
- Jonsson, B. og Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*42: 593-595.
- Jonsson, N. og B. Jonsson. 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology* 47:1391-1401.
- Jonsson, N., Jonsson, B. og Hansen, L.P. 2003. The marine survival and growth of wild and hatchery reared Atlantic salmon. *Journal of Applied Ecology* **40**: 900-911.
- Kvambekk Å.S. 2004. Vanntemperaturer i Suldalslågen. Simulering av uregulert tilstand i 1931-2002 og ulike skisseforslag til nytt vannføringsregime. *Suldalslågen Miljørapport*, 31.
- Kaasa, H., Eie, J.A., Erlandsen, A.H., Faugli, P.E., L'Abée-Lund, J.H., Sandøy, S. og B. Moe 1998. Sluttrapport 1990 – 1997. Resultater og konklusjoner. *Rapport Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen*, 49.

- L'Abée-Lund, J.H. Vøllestad, L.A. og Beldring, S. 2004. Spatial and temporal variation in grilse proportion of Atlantic salmon in Norwegian rivers. *Trans.Am.Fish.Soc.* 133: 743-761.
- Magnell, J.-P. 2002. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Årsrapport for 2001. *Suldalslågen-Miljørappport*, **15**, 35 s.
- Magnell, J.-P. , Tvede, A.M., Jespersen, M. og Sandsbråten, K. 2003. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Årsrapport for 2002. *Suldalslågen-Miljørappport*, **23**, 53 s.
- Magnell, J.-P., Sandsbråten, K., Kvambekk, Å.S. 2004. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Sluttrapport prøvereglement. *Suldalslågen-Miljørappport*, **38**, 100 s.
- O'Connell, M.F. og Ash, E.G.M. 1993. Smolt size in relation to age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*): the role of lacustrine habitat. *J. Fish. Biol.* 42: 551-569.
- Pethon, P. og Lillehammer, L. 1995. Smoltutvandring og smoltproduksjon i Førlandskanalen og Suldalslågen; preliminare resultater. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 12, 26 s.
- Rosseland, L. 1979. Erfaring fra smoltutsettinger i regulerte vassdrag. s. 243-263. I: Gunnerød, T.B. og Mellquist, P. (Red.). Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasin og lakseelver. *NVE og Dir. for vilt og ferskvannsfisk*.
- Ruggles, C.P. 1980. A review of downstream migration of Atlantic salmon. *Can.Tech.Rep.Fish.Aquat.Sci.* No 952, 39 pp.
- Saksgård, L.M., Heggberget, T.G. Jensen, A.J. og Hvidsten, N.A. 1992. Utbygging av Altaelva-virkninger på laksebestanden. *NINA. Forskningsrapport* 34, 98 s.
- Saltveit, S.J. 1990. Effect of decreased temperature on growth and smoltification of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian regulated river. *Regulated Rivers*, 5: 295-303.
- Saltveit, S. J. 1998. Smoltutvandring hos laks i Suldalslågen. *Rapport Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen* 44: 1-26.
- Saltveit, S.J. 2003. Effekter av fiskeutsettinger i Suldalslågen. *Suldalslågen-Miljørappport*, **22**, 27s.
- Saltveit, S.J. 2004a. Effekt av ulike manøvreringer på alderssammensetning, tetthet, og vekst hos ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. *Suldalslågen-Miljørappport*, **34**, 58s + vedlegg.
- Saltveit, S.J. 2004b. Smoltutvandring og smoltproduksjon hos laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. *Suldalslågen-Miljørappport*, **35**, 32 s. + vedlegg.
- Saltveit, S.J. og Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport. *Suldalslågen-Miljørappport*, **42**, 140 s + vedlegg
- Staurnes, M., Lysfjord, G., Hansen, L.P. og Heggberget, T.G. 1993. Recapture rates of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) related to smolt development and time of release. *Aquaculture*, 91, 327-337.
- Thorpe, J.E. 1989. Developmental variation in salmonid populations. *Journal of Fish Biology* 35 (Supplement A): 295-303.
- Urdal, K., Sægrov, H., Pavels, H. og Saltveit, S.J. 2004. Skjellprøver av laks frå Suldalslågen 1979- 2003. *Suldalslågen-Miljørappport*, **00**, 00 s
- Økland, F., Jonsson, B., Jensen, A.J. og Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulatory smolt size in brown trout and Atlantic salmon? *J. Fish. Biol.* 42: 541-550.

Vedlegg 1. Antall vill laksesmolt og smolt fra utsettingene av laks og smolt av ørret fanget ulike år i Suldalslågen

	VILL	UTSATT	ØRRET
1993	628	294	
1994	199	327	
1995	476	585	127
1996	333	256	100
1997	323	220	90
1998	421	313	132
1999	433	124	109
2000	266	107	126
2001	495	187	121
2002	709	123	244
2003	985	101	155
2004	1280	35	179

Vedlegg 2. Gjennomsnittslengde i mm og - smoltalder hos laks og ørret i 2004.

	Vill laks	Utsatt laks	Ørret
Lengde i mm	125,9	128,1	148,16
K.l.	0,67	4	2,96
Alder	2,89	2,29	2,8
K.l.	0,026		0,07

Vedlegg 3. Antall smolt av ulik alder i 2004.

	Vill laks	Utsatt laks	Ørret
1 ÅR	0	0	
2 ÅR	232	25	35
3 ÅR	960	10	125
4 ÅR	89		7
5 ÅR	1		0
6 ÅR			

Vedlegg 4. Antall smolt, vannføring og temperatur ulike dager og kumulativ utvandring.

Dato	UTVANDRING- ANTALL			VANNFØRING	TEMPERATUR	KUMMULATIV		
	VILL LAKS	UTSATT LAKS	ØRRET			VILL	UTSATT	ØRRET
01.04	0			17,73	4,93			
02.04	1			17	4,23	0,1	0,0	0,0
03.04	0	0	2	16,26	3,57	0,1	0,0	1,1
04.04	0	0		16,7	3,81	0,1	0,0	1,1
05.04	0	0	0	21,35	4,69	0,1	0,0	1,1
06.04	0	0	1	18,92	4,99	0,1	0,0	1,7
07.04	0	0	0	17,28	4,80	0,1	0,0	1,7
08.04	1	0		16,55	4,91	0,2	0,0	1,7
09.04	1	0		16,81	4,79	0,2	0,0	1,7
10.04	0	0		16,54	4,27	0,2	0,0	1,7
11.04	1	0		16,34	4,47	0,3	0,0	1,7
12.04	7	0	2	15,61	4,79	0,9	0,0	2,8
13.04	2	0		15,56	5,52	1,0	0,0	2,8
14.04	9	0	0	31,88	4,89	1,7	0,0	2,8
15.04	52	1	15	37,49	5,46	5,8	2,9	11,2
16.04	29	1	15	23,85	5,46	8,0	5,7	19,6
17.04	22	2	5	21,6	5,42	9,8	11,4	22,3
18.04	12	0	2	25,13	5,93	10,7	11,4	23,5
19.04	25	1	6	27,61	5,79	12,7	14,3	26,8
20.04	31	0	3	23,25	5,35	15,1	14,3	28,5
21.04	36	0	6	20,31	5,92	17,9	14,3	31,8
22.04	28	0	3	21,39	6,48	20,1	14,3	33,5
23.04	32	1	4	20,29	6,48	22,6	17,1	35,8
24.04	49	0	3	18,61	6,59	26,4	17,1	37,4
25.04	30	0	0	20,09	6,53	28,8	17,1	37,4
26.04	38	2	1	22,51	6,75	31,7	22,9	38,0
27.04	58	2	2	20,86	7,41	36,3	28,6	39,1
28.04	45	2	3	19,02	7,37	39,8	34,3	40,8
29.04	42	0	1	17,84	7,56	43,0	34,3	41,3
30.04	34	1	3	16,96	7,61	45,7	37,1	43,0
01.05	26	0	0	39,94	7,29	47,7	37,1	43,0
02.05	135	1	15	43,41	6,17	58,3	40,0	51,4
03.05	101	2	4	37	5,66	66,2	45,7	53,6
04.05	40	2	5	31,38	5,78	69,3	51,4	56,4
05.05	34	1	4	26,89	6,30	72,0	54,3	58,7
06.05	43	3	6	29,18	6,82	75,3	62,9	62,0
07.05	70	2	11	31,1	8,07	80,8	68,6	68,2
08.05	46	1	5	28,11	7,61	84,4	71,4	70,9
09.05	56	2	3	26,62	7,19	88,8	77,1	72,6
10.05	29	0	4	25,44	7,96	91,0	77,1	74,9
11.05	18	1	7	25,22	8,60	92,4	80,0	78,8
12.05	24	2	5	24,44	7,89	94,3	85,7	81,6
13.05	32	4	5	24	7,01	96,8	97,1	84,4
14.05	20	1	4	23,56	7,00	98,4	100,0	86,6
15.05				68,83	6,63	98,4	100,0	86,6
16.05	1		0	73,53	5,94	98,4	100,0	86,6
17.05	4		6	64,17	5,85	98,8	100,0	89,9
18.05	1		0	63,99	5,98	98,8	100,0	89,9

19.05	2	7	84,86	6,69	99,0	100,0	93,9
20.05	5	6	59,17	6,08	99,4	100,0	97,2
21.05	1	4	52,28	5,77	99,5	100,0	99,4
22.05	0	0	50,92	5,90	99,5	100,0	99,4
23.05	0	0	49,47	6,28	99,5	100,0	99,4
24.05	0	1	49,54	5,97	99,5	100,0	100,0
25.05	0	0	49,44	6,10	99,5	100,0	100,0
26.05	0	0	49,45	6,36	99,5	100,0	100,0
27.05	3	0	49,4	6,83	99,7	100,0	100,0
28.05	0	0	49,1	7,13	99,7	100,0	100,0
29.05	0	0	49,27	7,28	99,7	100,0	100,0
30.05	0		49,19	7,15	99,7	100,0	100,0
31.05	0		48,15	7,59	99,7	100,0	100,0
01.06	1		48,18	7,78	99,8	100,0	100,0
02.06	1		48,22	8,03	99,8	100,0	100,0
03.06	0		47,61	8,18	99,8	100,0	100,0
04.06	0		48,48	7,54	99,8	100,0	100,0
05.06	0		48,3	7,88	99,8	100,0	100,0
06.06	1		48,08	7,62	99,9	100,0	100,0
07.06	1		56,02	7,71	100,0	100,0	100,0
08.06			54,3	8,30	100,0	100,0	100,0
09.06			49,92	7,82	100,0	100,0	100,0
10.06			52,13	8,08	100,0	100,0	100,0
11.06			58,28	8,27	100,0	100,0	100,0
12.06			52,62	9,19	100,0	100,0	100,0
13.06			49,8	8,56	100,0	100,0	100,0
14.06			54,11	8,22	100,0	100,0	100,0
15.06			60,08	8,06	100,0	100,0	100,0
16.06			54,79	8,04	100,0	100,0	100,0
17.06			50,38	8,02			