

Statkraft Energi

Smoltutvandring hos laks og aure i Suldalslågen i 2009

RAPPORT

Rapport nr.: 143991-1	Oppdrag nr.: 143991	Dato: 04.05.2010	
Oppdragsnavn: Smoltutvandring i Suldalslågen i 2009			
Kunde: Statkraft Energi AS			
Smoltutvandring hos laks og aure i Suldalslågen 2009			
Emneord: Laks, aure, smolt, parr, smoltutvandring, vannføring, vanntemperatur			
Sammendrag: SWECO har på oppdrag for Statkraft Energi AS gjennomført en analyse av utvandring av smolt og parr av laks og aure i Suldalslågen i Rogaland i 2009. Hensikten har vært å følge opp de årlige undersøkelsene som har pågått siden 1993. I 2009 ble det registrert 714 vill laksesmolt og 113 auresmolt. Dette er en nedgang i antall lakse- og auresmolt på henholdsvis 34 og 32 % i forhold til i 2008. Fangsten av laksesmolt i 2009 var likevel høyere enn alle tidligere fangster i perioden 1993 – 2002 samt fangsten i 2006. Antall auresmolt som ble fanget i 2009 (113) var under gjennomsnittet for perioden 1995 – 2008 (151 smolt) og det femte laveste antallet som er fanget siden fellefangsten tok til. Hovedutvandringen av laksesmolt i 2009 begynte 28. april ved stabil vannføring på i overkant av 20 m ³ /s, og tre dager før vannføringen økte vesentlig. Laksesmoltenes utvandring våren 2009 synes derved å være initiert av en gradvis økende og tilstrekkelig høy vanntemperatur og det som for smolten synes å være en "akseptabel" vannføring. Starten på utvandringen av auresmolt synes i større grad enn for laksen å sammenfalle med økt vannføring. Begge artene viste økt vandringsrespons på økende vannføring i midten av mai. Ca. 25 % av lakse- og auresmolten hadde vandret ut henholdsvis 30. april og 4. mai, 50 % henholdsvis 2. mai og 11. mai og 75 % 4. og 19. mai. Gjennomsnittsalderen og lengden for laks og auresmolt var henholdsvis 2,9 år og 127 mm og 3,1 år og 158 mm. For laks var dette den nest største lengden og for auren den største som er registrert i undersøkelsesperioden. Antall laksesmolt som vandret ut i 2009 ble beregnet til mellom 29.000 – 44.300 individer, mens tilsvarende tall for auresmolt var ca. 16.000.			
Utarbeidet av: Finn R. Gravem og Håkon Gregersen	Rev.:	Dato:	Sign.: <i>Håkon Gregersen</i>
Kontrollert av: Halvard Kaasa			<i>Halvard Kaasa</i>
Oppdragsansvarlig: Kjell Huseby	Oppdragsleder / avd.: Finn R. Gravem		

FORORD

SWECO har på oppdrag fra Statkraft Energi AS gjennomført en analyse av utvandring av smolt og parr av laks og aure i Suldalslågen i Rogaland våren 2009.

Hensikten har vært å følge opp de årlige undersøkelsene som har pågått siden 1993, for å vurdere hvilke miljøfaktorer som påvirker utvandringen og vurdere produksjonen i forhold til manøvreringsreglementet. Innsamlingen av smolt har som tidligere år vært gjennomført av Suldal Elveeigarlag ved Øyvind Vårvik. Håkon Gregersen (SWECO) og Tor Ola Dehli har stått for artsbestemming, alderslesingen av fisken og bearbeidet materialet og Finn Gravem har skrevet rapporten. Sjur Gammelsrud har vært kontaktperson for Statkraft Energi under oppdraget. Statkraft Energi har finansiert undersøkelsene. Vi takker for oppdraget og alle som har bidratt til gjennomføringen.

Finn R. Gravem
Oppdragsleder

SWECO
Postboks 400
1327 LYSAKER
Telefon: 67 12 80 00
Telefaks: 67 12 58 40

Finn R. Gravem
Telefon direkte: 67128217
Telefaks direkte: 67128212

SWECO AS
Org. nr.: NO-967 032 271 MVA
et selskap i SWECO konsernet
www.sweco.no
e-post: post@sweco.no



INNHOLD

FORORD	1
1 SAMMENDRAG	3
2 INNLEDNING	4
3 OMRÅDEBESKRIVELSE	6
3.1 VASSDRAGET.....	6
3.2 VANNFØRING	6
3.3 VANNTEMPERATUR	7
4 METODER	7
4.1 INNSAMLING AV SMOLT OG PARR	7
4.2 ANALYSER	8
4.3 MATERIALET	8
5 RESULTATER	10
5.1 LAKS	10
5.1.1 Tidsutvikling	10
5.1.2 Alder, lengde og vekst	10
5.1.3 Antall smolt fra ulike årsklasser	12
5.1.4 Utvandringsforløpet	13
5.2 AURE	15
5.2.1 Tidsutvikling	15
5.2.2 Alder, lengde og vekst	15
5.2.3 Utvandringsforløpet	17
5.3 UTVANDRING I FORHOLD TIL VANNFØRING OG TEMPERATUR	17
5.3.1 Vannføring	17
5.3.2 Vanntemperatur	18
6 DISKUSJON	20
6.1 SMOLTUTVANDRINGEN	20
6.2 ALDERSSAMMENSETNING, SMOLTALDER OG LENGDE.....	23
6.3 ANTALL SMOLT.....	FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.
7 KONKLUSJONER	26
8 LITTERATUR	26

1 SAMMENDRAG

SWECO har på oppdrag fra Statkraft Energi AS gjennomført en analyse av utvandring av smolt av laks og aure i Suldalslågen i Rogaland våren 2009. Fangst av parr av de to artene er også registrert i fella.

Hensikten med undersøkelsen har vært å følge opp de årlige registreringene av smolt som har pågått siden 1993. Smoltfella ble satt ut 1. april og tatt opp 2. juni. I 2009 ble det registrert 714 vill laksesmolt, 113, auresmolt, 65 lakseparr, 7 aureparr. Dette var en nedgang i antall lakse- og auresmolt på henholdsvis 34 og 32 % i forhold til i 2008. Også antall fanget parr av laks og aure viste en nedgang fra året før. Fangsten av laksesmolt i 2009 var likevel høyere enn alle tidligere fangster i perioden 1993 – 2002 samt fangsten i 2006. Antall auresmolt som ble fanget i 2009 (113) var under gjennomsnittet for perioden 1995 – 2008 (151 smolt) og det femte laveste antallet som er fanget siden fellefangsten tok til.

Første laksesmolt ble fanget 14. april og siste 1. juni. Hovedutvandringen av laks i 2009 begynte 28. april ved stabil vannføring og tre dager før vannføringen økte vesentlig. Laksesmoltens utvandring våren 2009 synes å være initiert av en gradvis økende og tilstrekkelig høy vanntemperatur og en "akseptabel" vannføring. Starten på utvandringen av auresmolt synes i større grad å sammenfalle med økt vannføring. Begge artene viste økt vandringsrespons på økende vannføring i midten av mai.

Ca. 25 % av lakse- og auresmolten hadde vandret ut henholdsvis 30. april og 4. mai, 50 % henholdsvis 2. mai og 11. mai og 75 % 4. og 19. mai.

I gjennomsnitt vandret 50 og 75 % av laksesmolten ut en dag før i perioden 2001 – 2009, da det ble sluppet vårflokker på 40 og 70 m³/s i forhold til i perioden 1996 – 2000, da det ble sluppet en vårflokk opp mot 150 m³/s. Gjennomsnittsdatoen på starten på laksesmoltens utvandring i de to periodene var henholdsvis 24. og 25. april.

Gjennomsnittsalderen for laks og auresmolt var henholdsvis 2,9, og 3,1 år. For laks og aure var gjennomsnittet for perioden 2001 – 2008 henholdsvis 2,9 og 3,0 år. Gjennomsnittlengden for auren (158 mm) var den største og for laks (127 mm) den nest største som er registrert i undersøkelsesperioden.

Antall utvandrende lakse- og auresmolt i 2009 ble beregnet til henholdsvis ca. 29000 og 16000 basert på gjennomsnittlig presmoltverdier registrert i februar 2009 og et elveareal på ca 1,1 mill m².

Benyttes de beregnede presmoltverdiene framkommet ved elfiske i januar / februar i perioden 2004 – 2009 i en sammenstilling med antall smolt fanget i fella våren etter får vi en signifikant sammenheng. Denne sammenhengen gir et høyere anslag (44300) på utvandrende laksesmolt i 2009.

2 INNLEDNING

Suldalslågen i Rogaland ble første gang regulert i perioden 1965 – 1967 (Røldal – Suldal), med noen tilleggsreguleringer fram mot 1977. Den neste utbyggingen (Ulla-Førre) skjedde i hovedsak mellom 1979 – 1986 (Kaasa *et al.* 1998). Den uregulerte elva hadde en årlig middelvannføring ut av Suldalsvatnet på ca. 91 m³/s. Før reguleringen var det store variasjoner i vannføring fra år til år, og i utløpet av Suldalsvatnet er det registrert flommer mellom 500 - 700 m³/s i månedene mai til desember. Om vinteren og våren kunne vannføringen gå ned mot 3 – 5 m³/s (Kaasa *et al.* 1998). De store variasjonene i vannføring har formet elveleiet og sortert bunnssubstratet i vassdraget. I dagens reglement skal en søke å unngå at flommene nede ved Larvika blir større enn 350 m³/s. Minstevannføringen om vinteren og deler av våren er 12 m³/s ut av Suldalsvatnet. Den årlige middelvannføringen lå på ca. 50 m³/s, etter reguleringen fram til 1997. Det vil si en reduksjon på ca 45 % i forhold til uregulert vassdrag (Kaasa *et al.* 1998). I perioden 1998 – 2003 ble det prøvd ut et nytt reglement, der perioden 1998 – 2000 hadde omtrent samme vårvannføring som ble benyttet fra 1993. Med unntak av 1994 - 1996, der vårvannføringen var lavere, hadde perioden 1993 til 2000 relativt høy styrt vårvannføring. Høy vårvannføring begynte ca. 1. mai med en rask økning til 100 m³/s i 4 dager og deretter en økning til ca. 150 m³/s i en 7-dagers periode. Oppstarten på den styrte vårfloppen og vannføringen kunne imidlertid variere fra år til år. Perioden 2001 – 2008 har hatt lavere vårvannføring med to mindre styrte flommer i perioden smolten vandrer ut, én på 40 m³/s den 1. mai og en varighet på ett døgn og én flom på 70 m³/s med varighet på ett døgn den 15.mai. Siden 2001 har det årlig blitt sluppet spyleflommer om høsten for å fjerne uønsket begroing i Suldalslågen. Årlig gjennomsnittlig vannføring fra restfeltet til Suldalslågen var noe større før enn etter reguleringen, henholdsvis ca. 15 og 12,1 m³/s (Kjetil Sandsbråten pers. medd.).

Røldal – Suldalutbyggingen medførte en liten økning i vanntemperatur om vinteren, mens sommertemperaturen i Suldalslågen ble lite påvirket (Magnell *et al.* 2004). Ulla-Førreutbyggingen førte til noe lavere vanntemperatur ut fra Suldalsvatnet om sommeren sammenlignet med uregulerte forhold. Også nederst i Suldalslågen ble vanntemperaturen noe lavere, ca. 100 graddøgn (Kaasa *et al.* 1998). Denne situasjonen har i middel også holdt seg fram til 2004, men med store årlige variasjoner (Magnell *et al.* 2004). Lavere vannføring om våren slik det har vært prøvd i 1994, 1995 og 2001 – 2004 ga merkbart høyere temperatur i mai og juni sammenlignet med perioden med høy vårvannføring (Magnell *et al.* 2004). Det samme har vært tilfelle etter 2004 (Gravem 2005; Gravem og Gregersen 2007, 2008 og 2009).

Studien av smoltutvandringen i Suldalslågen startet i 1993 (Pethon og Lillehammer 1995), og opprinnelig ble det fangstet på fire steder, hvorav Litlehaga bru var en av dem (Figur 1). Målet var å kartlegge hvor mye utsatt smolt som vandret ut som følge av utsettinger av yngel i Suldalsvatnet og Suldalslågen, start, sluttidspunkt, hovedutvandringsperiode og eventuell døgnvariasjon for vill og utsatt laks. Det var også et mål å vurdere betydningen av vannføring og temperatur for utvandringen. Det ble funnet at smolten vandret i hovedstrømmen av elva om natten og at utvandringen var signifikant korrelert med økning / minking i vannføringen og vannføringen fangstdagen (Pethon og Lillehammer 1995). Fordelingen mellom vill og utsatt fisk var ca. 50 % av hver gruppe. Fra og med 1996 og fram til 2008 har det kun vært fanget fisk ved Litlehaga og metoden har vært den samme hele tiden. Målet for undersøkelsene har også vært det samme, men fra 1998 til 2003 omfattet undersøkelsen også å beregne smoltproduksjonen (Saltveit 2004a). For årene 1995 – 1997 ble det funnet at villsmolten gikk tidligere enn utsatt smolt og at hovedutvandringsperioden for villsmolt var mellom 20. april og 15. mai alle år. Hovedmengden av smolt gikk om natta og det var en positiv sammenheng mellom økning i vannføring og utvandring (Saltveit 1998). For prøveperioden 1998 – 2003 ble det også funnet en god sammenheng mellom økning i vannføring og laksesmoltens utvandring. Det ble også funnet at selv små vannføringsøkninger (22 – 40 m³/s) ga økte fangster i smoltfella. Forseth *et al.* (2003) fant at smolt som vandret ut i prøveperioden 2001

– 2003, med lave styrte flommer (40 og 70 m³/s) i smoltutvandringsperioden, vandret ca. én uke senere enn i 1999 og 2000 da det ble sluppet høy flom (maksimum 150 m³/s). I 1998 da det også ble sluppet høy vannføring om våren var utvandringsforløpet likt det i 2001 og 2003.

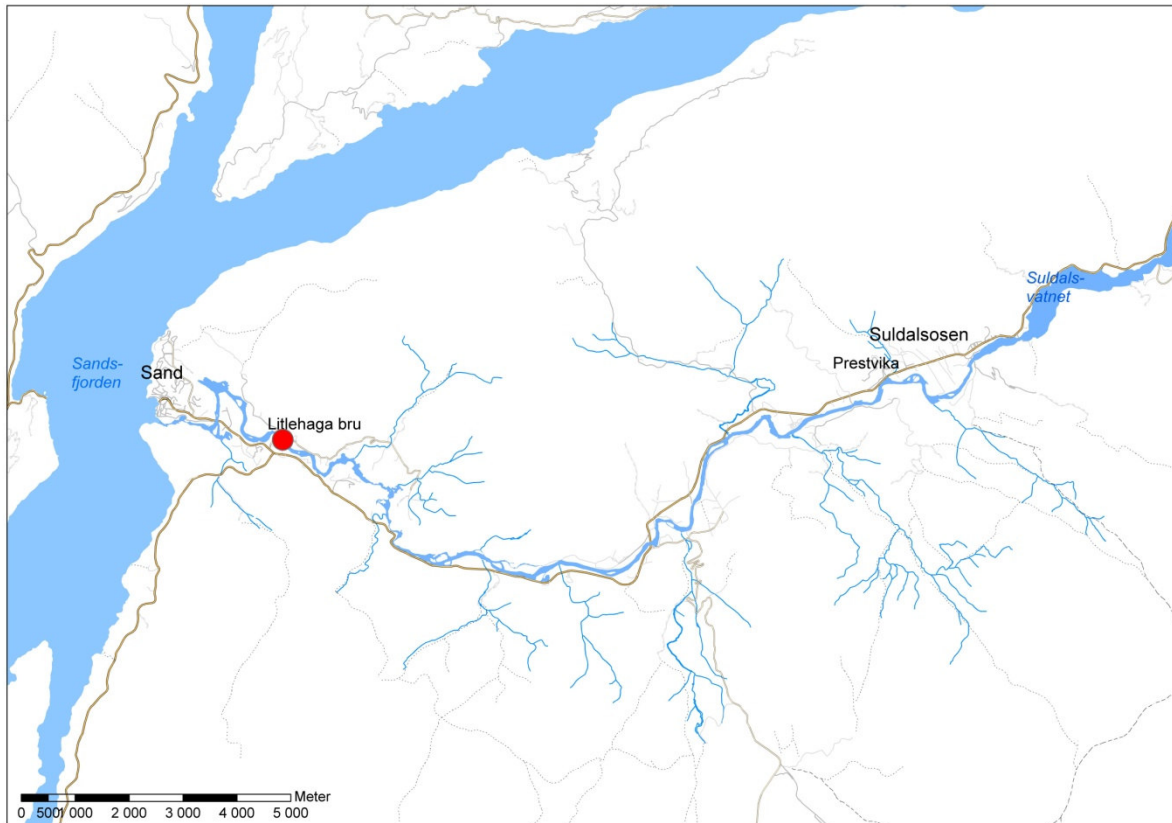
En modell med utgangspunkt i utvandringsdata for årene 1993 – 2003 bekrefter høy utvandring av smolt ved høy og økende vannføring (Forseth *et al.* 2003). Det ble også funnet høy utvandring ved høy og synkende vanntemperatur, høyt antall gjenværende smolt og tid på sesongen. År med kald vår ga senere utvandring enn år med mild vår. Høy vannføring under utvandringen sammen med midlere ferskvannstilførsel til fjordsystemet synes dessuten å gi høyere fangster av smålaks året etter (Forseth *et al.* 2003).

Smoltproduksjonen av laks ble beregnet til mellom 30.000 og 51.000 i perioden 1999 – 2003 ved hjelp av merking og gjenfangst i fella (Saltveit 2004a). Merking av smolt har ikke vært gjennomført etter 2003 så tilsvarende beregninger for de fem siste årene har ikke vært mulig. Sægrov og Urdal (2009) har imidlertid gjort beregninger av antall utvandrende smolt i perioden 2004 - 2009 på bakgrunn av presmolt fanget under elektrofiske i januar /februar og tallene presenteres i diskusjonen.

3 OMRÅDEBESKRIVELSE

3.1 Vassdraget

Suldalslågen er 22 km lang og renner fra Suldalsvatnet (68 moh) og munner ut ved Sand i Sandsfjorden, i Rogaland (Figur 1). Nedbørsfeltet til Suldalslågen er 1299 km². For nærmere beskrivelse av vassdraget se Kaasa *et al.* (1998).

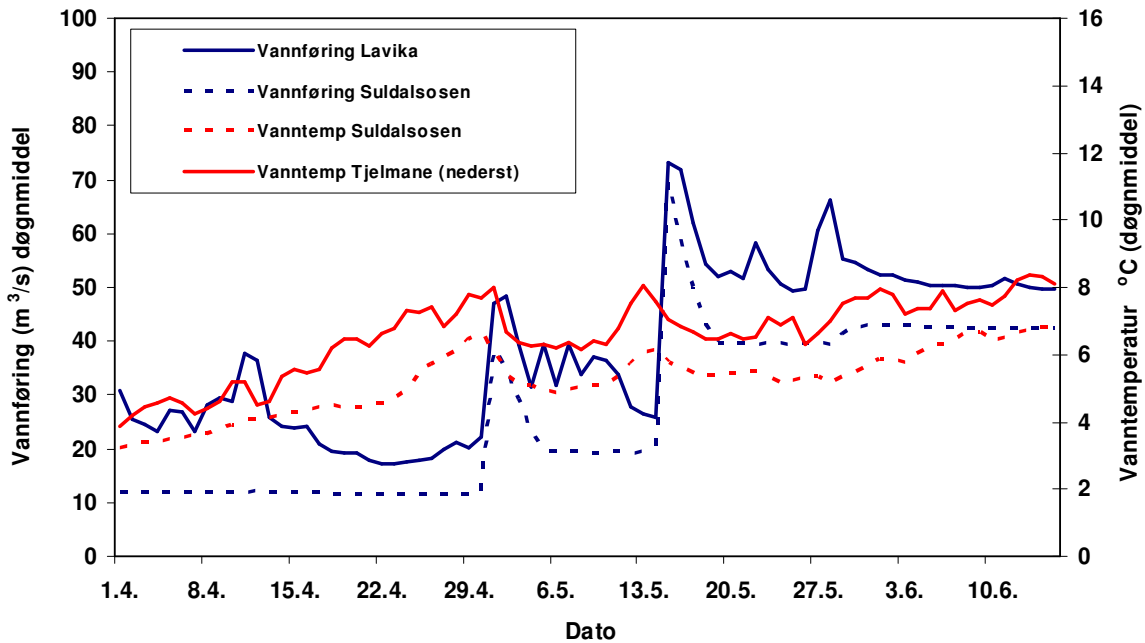


Figur 1. Suldalslågen med plasseringen for smoltfella markert med rødt punkt.

3.2 Vannføring

Gjeldende manøvreringsreglement angir at det skal slippes 12 m³/s øverst i elva ved Suldalsosen i hele april. 1. mai slippes 40 m³/s og denne vannføringen reduseres deretter gradvis og ikke mer enn 3 % pr time til 20 m³/s. 20 m³/s opprettholdes fram til 15. mai da det slippes 70 m³/s. Denne vannføringen reduseres deretter gradvis og ikke mer enn 3 % pr time til 42 m³/s som opprettholdes fram til 15. juli. I tillegg til vannslippet ved Suldalsosen bidrar restfeltet med vann til Suldalslågen.

I perioden 1. april til 1. mai 2009, før første styrte flom, var vannføringen forholdsvis høy nederst i elva med et maksimum på 30,7 m³/s 1. april og 37,8 m³/s 11. april. Vannslippet fra Suldalsvatnet var 12 m³/s i hele denne perioden. Den 1. mai steg vannføringen til 46,9 etter et vannslipp på 38,4 m³/s øverst i elva. Dagen etter steg vannføringen til 46,9 m³/s for å synke gradvis til 25,7 m³/s den 14. mai. Den 15. mai steg vannføringen nederst i elva til 73,2 m³/s etter et vannslipp på 69,7 m³/s øverst elva. I dagene etter sank vannføringen til i underkant av 50 m³/s, men økt igjen til vel 66 m³/s før den igjen sank til vel 50 m³/s før fella ble tatt opp 2. juni. Gjennomsnittlig vannføringsbidrag fra restfeltet fra 1. april til og med 2. juni (dagene smoltfella var i drift) var 12,2 m³/s i 2009 mot 9,9 m³/s i 2008.



Figur 2. Døgnmiddelvannføring og døgnmiddel vanntemperatur for perioden 1.april – 15. juni 2009. Data på vannføring og vanntemperatur er NVE's offisielle målinger.

3.3 Vanntemperatur

Våren 2009 var temperaturen øverst i Suldalslågen ved Suldalsosen lav (Figur 2). Temperaturen steg fra 3,2 °C den 1. april til et maksimum på 6,6 °C den 30. april. Etter denne datoen sank vanntemperaturen til 4,9 °C den 6. mai for å stige til 6,2 °C den 14. mai. I forbindelse med økt vannføring den 1. og 15. mai sank vanntemperaturen noe. Temperaturen øverst i elva var 5,8 °C den 2. juni da fella ble tatt opp.

Vanntemperaturen nederst i elva var uten unntak høyere enn vanntemperaturen øverst i elva, og i gjennomsnitt 1,4 °C høyere i perioden 1. april til og med 2. juni. Størst forskjell i vanntemperaturen oppe og nede i elva ble registrert 24. april da forskjellen ble målt til 2,4 °C. Likevel var vanntemperaturen også nedrest elva forholdsvis lav i hele utvandingsperioden for smolt med et maksimum på 8,0 °C 1. mai og 8,1 °C 13. mai og et minimum på 3,9 °C målt 1. april. Vanntemperaturen nederst i elva varierte på samme måte som øverst i elva (Figur 2). Dette er et mønster som normalt har gjentatt seg hver vår.

4 METODER

4.1 Innsamling av smolt og parr

Fella som ble benyttet til fangst av utvandrende fisk sto ved Litlehaga bru ca. 2 - 3 km fra utløpet. Fella har hatt denne plasseringen siden 1996 (Saltveit 2004b). I perioden 1993 – 1995 sto fella litt lenger nede i elva og var noe annerledes utformet (Pethon og Lillehammer 1994, Saltveit 1998). Nærmere beskrivelse av resultater fra perioden 1993 – 2004 er gitt i Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (1998, 2004b).

Notposen som ble benyttet til fangst er formet som et kremmerhus og er 7 m lang og festet på en ramme på 1,5 x 1,5 m (2,25 m²) (Figur 3). Maskevidden i notposen er 10 mm. Fella ble firt ned og opp fra vannet langs to vertikalt stilte stålbjelker festet i broa og på bunnen av elva, ved hjelp av en el-vinsj drevet av et 12 v bilbatteri.

Fella ble satt ut om kvelden og tømt om morgenen. Innsamlingen i 2009 skjedde uten problemer. Fangst foregikk mellom 1. april og 2. juni som i 2008 og 2007, men tre uker kortere enn i 2006 (Gravem og Gregersen 2007). All fisk var død hver gang fella ble tømt. Fisken ble talt, og umiddelbart frosset ned for senere bearbeiding.



Figur 3. Smoltfella som ble benyttet i Suldalslågen. Fangstposen er ikke nedsenket. Foto: Jan Henning L`Abée-Lund.

4.2 Analyser

All fisk ble bestemt til art, klassifisert som smolt, vill eller utsatt (utsatt med avklippet fettfinne) eller parr, lengdemålt til nærmeste mm og veid til nærmeste 0,1 g. Det ble tatt skjellprøver (om mulig) og otolitter av alle smolt og et utvalg av parren. Otolitter som det var vanskelig å lese alder på ble lest to til tre ganger og dessuten delt og brent. Ved uoverensstemmelse mellom resultatene ble fisken utelatt fra aldersmaterialet. Skjell ble lest om mulig og der otolittene ga uklart resultat.

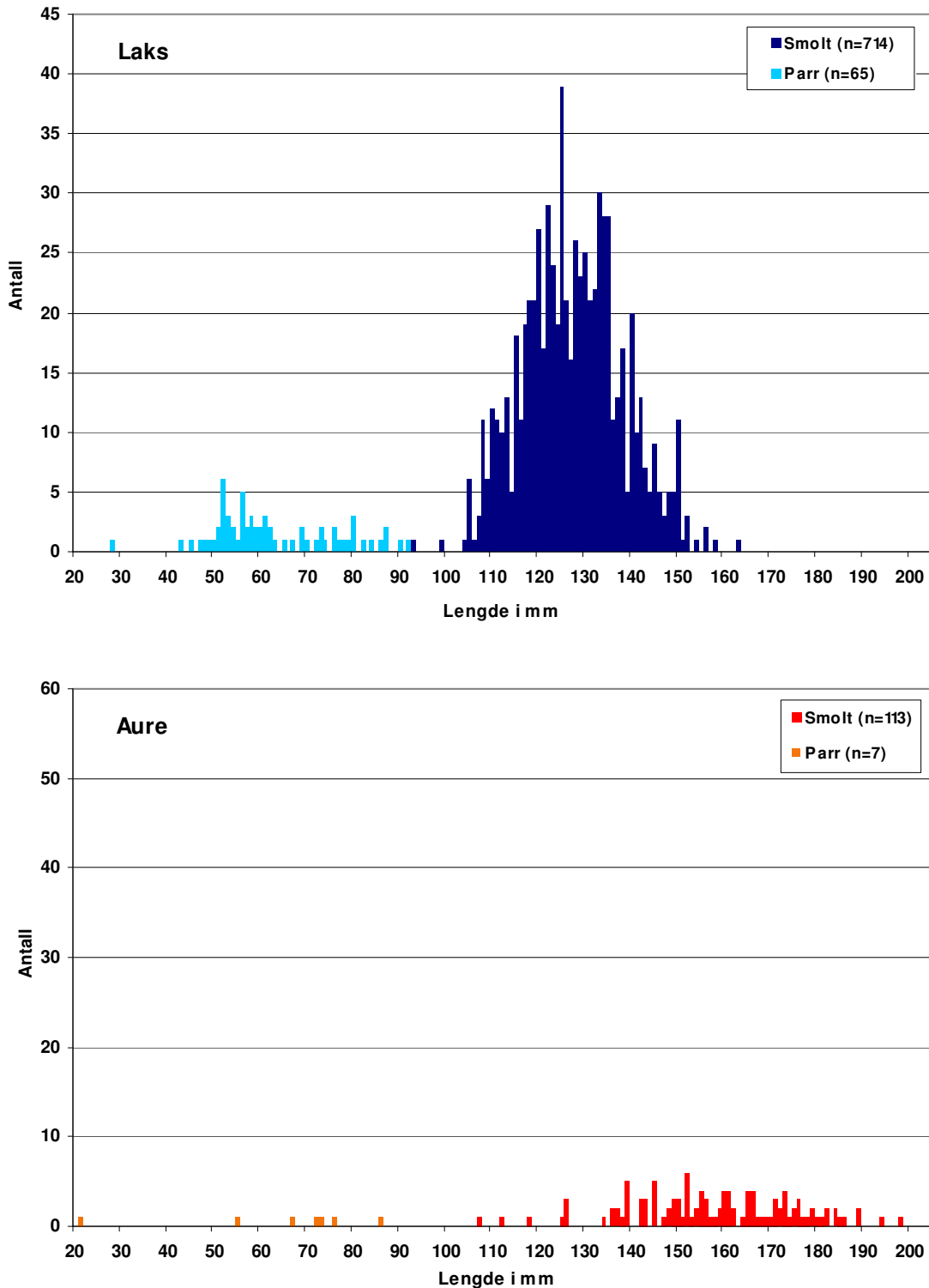
4.3 Materialet

I alt ble det i 2009 fanget 714 vill laksesmolt, 113, auresmolt, 65 lakseparr og 7 aureparr. Lengdefordelingen for laks og aure er vist i figur 4. Tilsvarende tall for 2008 var 1081 vill laksesmolt, 165, auresmolt, 337 lakseparr, 14 aureparr og 4 laks/aure (salmonider) som var vanskelig å bestemme til art.

Alderen på otolitter / skjell var uleselig på 2 (0,3 %) individer av laksesmolten mens alle otolitter / skjell hos auresmolten lot seg lese.

I enkelte studier blir aureunger større enn 160 mm utelatt fra materialet ved smoltanalyser (Sægrov og Urdal 2005). Det blir da antatt at fisk større enn 160 mm er stasjonær. Dette er imidlertid ikke gjort ved tidligere smoltanalyser i Suldalslågen (Saltveit 1998, 2004a). All aure som er karakterisert som smolt og som er større enn 160 mm, er derfor tatt med for å kunne

sammenligne med tidligere års undersøkelser. Auresmolt med lengde over 160 mm er dessuten ikke uvanlig.



Figur 4. Lengdefordeling av ubestemte individer, parr og smolt av laks og aure fanget i smoltfella i Suldalslågen perioden 1. april til 2. juni 2009.

5 RESULTATER

5.1 Laks

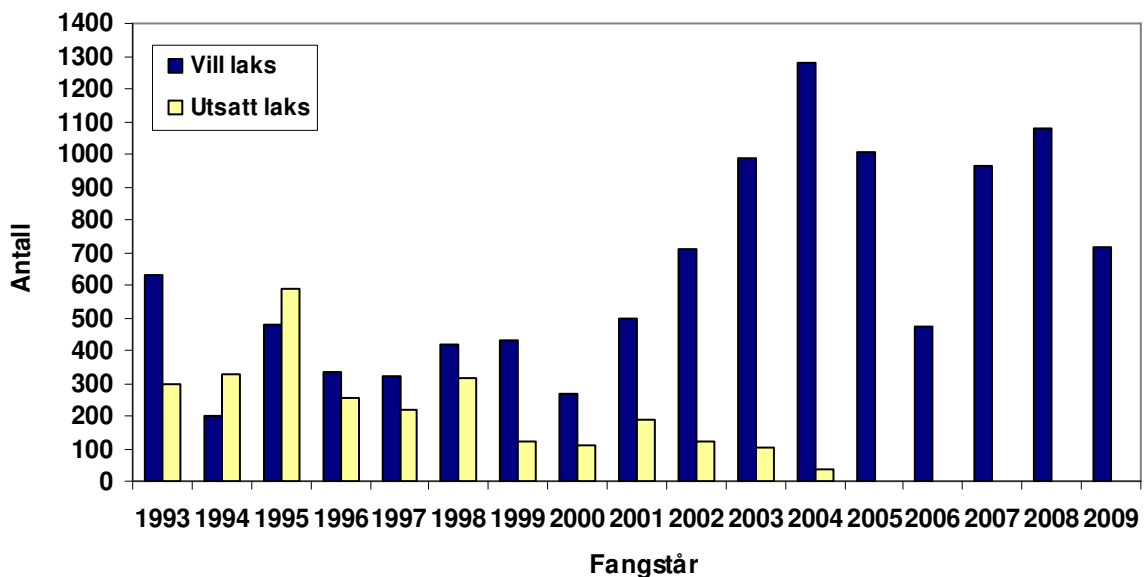
5.1.1 Tidsutvikling

Fangsten av laksesmolt var 34 % lavere i 2009 enn i 2008, da det nest høyeste antallet laksesmolt ble registrert siden undersøkelsen begynte i 1993. På tross av denne markerte nedgangen fra året før var fangsten i 2009 høyere enn alle tidligere fangster i perioden 1993 – 2002 samt i 2006 (Figur 5). Med unntak av i 2006 har antall registrerte laksesmolt i perioden 2002 til 2009 vært høyere enn i perioden 1993 - 2001. I de fire årene fra 1996 – 1999 ble det totalt fanget 1374 laksesmolt, mot 1282 i 2004 alene. Gjennomsnittsfangsten for perioden 1993 til og med 2009 var 635 laksesmolt.

Siden 1996 og fram til 2009 har smoltfella stått på samme sted og fangstmetoden vært den samme.

Etter 1996 avtok utsettingene av laks i vassdraget gradvis og opphørte helt i 2003 (Saltveit 2004b). I 2002 ble det satt ut ca 12500 ensomrige laksunger i elva mens ca 50.000 smolt ble plassert i brønnbåt og slept ut fjorden. Fra og med 2003 til og med 2009 har det årlig blitt slept ut og sluppet 80.000 laksesmolt i fjorden (Ø. Vårvik pers. medd.).

I perioden etter at utsettingen av laksunger i elva opphørte har antall smolt av utsatt laks avtatt jevnt og trutt. I 2005 ble det kun fanget ett individ, og i årene etter ingen (Figur 5). Høyeste antall smolt av utsatt laks ble registrert i 1995. Både i 1994 og 1995 var antallet utsatt laks som ble fanget i fella større enn smolt av vill laks.



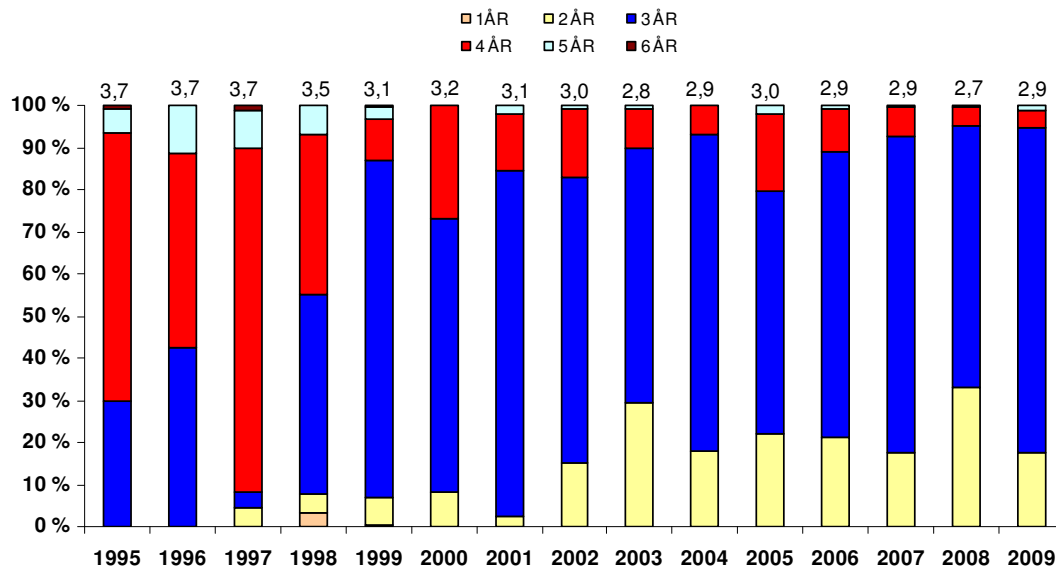
Figur 5. Antall vill laksesmolt og smolt fra utsatt laks fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1993 – 2009. Data fra 1993 - 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004).

5.1.2 Alder, lengde og vekst

Gjennomsnittsalderen på laksesmolten var 2,9 år i 2009 mot 2,7 år i 2008, som er den laveste som er registrert på laksesmolt siden 1995. Generelt har det vært en nedgang i

gjennomsnittlig smoltalder for villfisk fra 3,7 år i 1995 og fram til 2008 da den var 2,7 år (Figur 6 og Figur 7). I 1993 og 1994 da smoltfella hadde en annen plassering var gjennomsnittsalderen på laksesmolten henholdsvis 3,6 og 3,4 år.

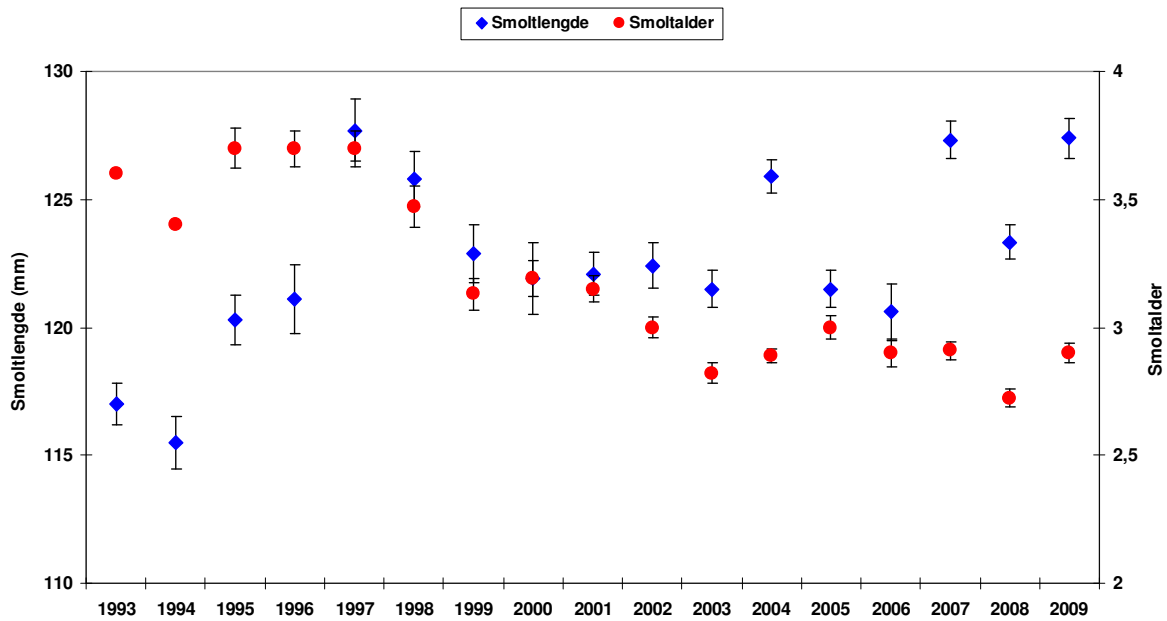
I 2009 dominerte 3 år gammel smolt (77,2 %) som i de foregående årene helt tilbake til 1998 (Figur 6). Fra og med 2002 har også andelen 2 år gammel smolt vært relativt høy, og utgjorde 17,6 % i 2009. Den høyeste andel i hele perioden på 32,9 % ble registrert i 2008. Andelen av 4 år gammel smolt har derimot avtatt fra et maksimum på 89,9 % i 1997 til 4,1 % i 2009 som er den laveste andel 4 år gammel laksesmolt som er registrert i undersøkelsesperioden.



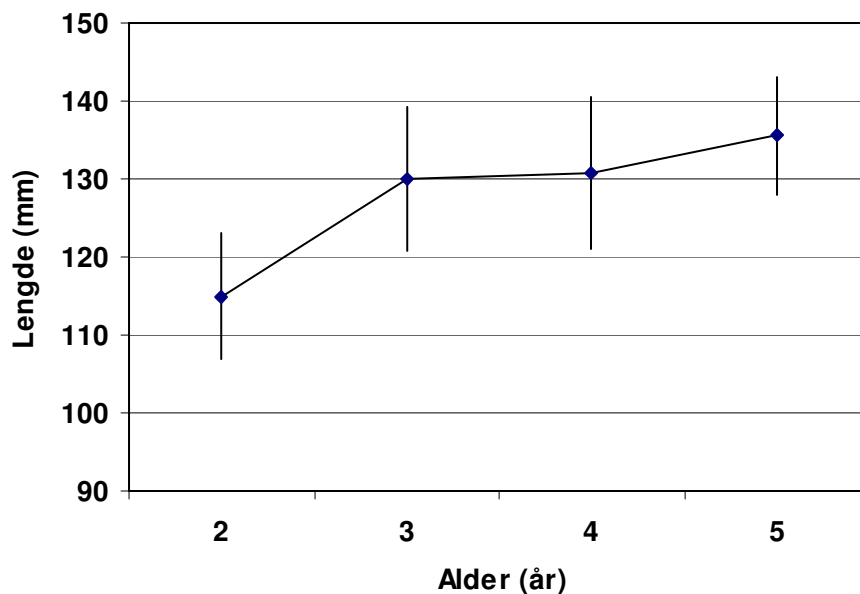
Figur 6. Prosentvis alderssammensetning av vill laksesmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1995 til 2009. Tallene over hver søyle angir gjennomsnittsalder for de ulike år. Data fra 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004).

Kun et utvalg på 25 individer av parren ble aldersbestemt. Ett- og toåringer hadde en gjennomsnittlig kroppslengde på henholdsvis 54 og 78 mm mot 53 og 78 mm i 2008 og 54 mm og 76 mm i 2007.

I 2009 var gjennomsnittslengden på vill laksesmolt 127 mm, noe over gjennomsnittet (122 mm) for perioden 1993 – 2008 (Figur 7).



Figur 7. Gjennomsnittlig alder og lengde av vill laksesmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1993 – 2009. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I. Data fra 1993 – 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004).



Figur 8. Empirisk lengde hos ulike årsklasser av vill laksesmolt fanget i smoltfella i Suldalslågen 2009.

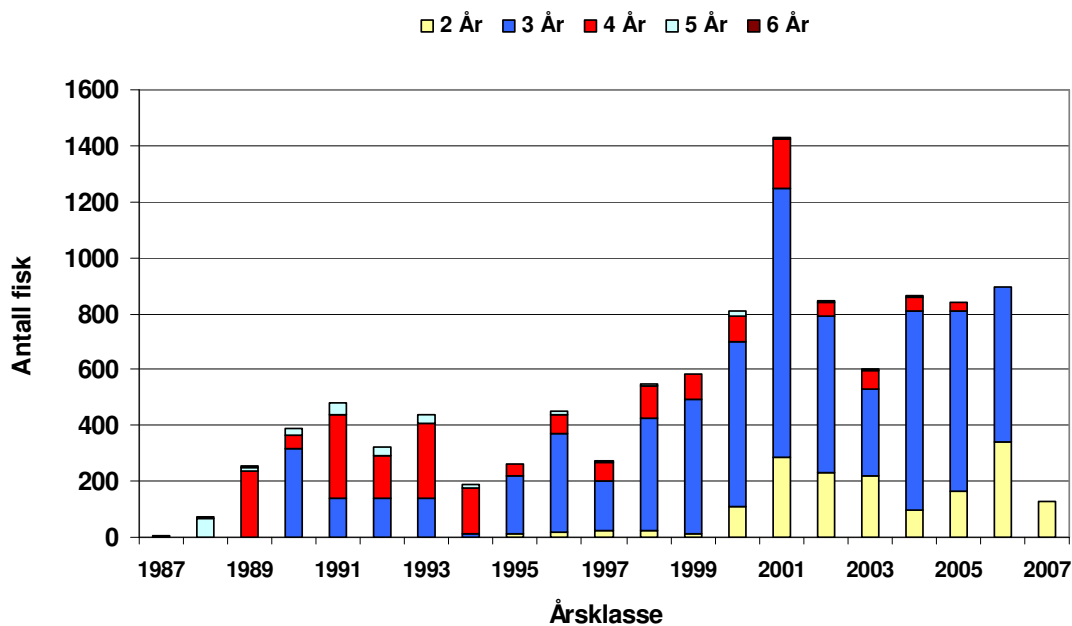
Gjennomsnittslengden av 2, 3, 4 og 5 år gammel laksesmolt fanget i 2009 var henholdsvis 115, 130, 131 og 136 mm (Figur 8), omtrent det samme for 2-4 års smolt i både i 2008 (114, 128 og 127 mm) og likt med i 2007 (115, 130 og 131 mm). Av 5 år gammel smolt, som var de eldste smoltene som ble registrert i 2008, ble det bare fanget fire individer.

5.1.3 Antall smolt fra ulike årsklasser

Antall smolt fra ulike årsklasser kan beregnes på bakgrunn av aldersfordelingen fra de ulike års fangst. I perioden 1993 – 2009 har det blitt registrert smolt med alder fra ett til seks år. I samme periode har gjennomsnittsalderen på smoltene gått ned. I 2009 ble det registrert smolt

med en alder fra to til seks år. Denne smolten var født henholdsvis i 2003 – 2007 (Figur 9). All fisk som ble født i 2003 og tidligere ser derved til å ha vandret ut av elva og årsklassen fra 2003 og eldre er derved komplette. 2003 årsklassen var seks år i 2009. Det ble kun fanget en seksåring og syv femåringer i 2009. Det forventes fangst av få eller ingen seksåringer i 2009. 2004 årsklassen er derfor også nær komplett. Årets resultater gir derfor et tilnærmet riktig bilde på smoltproduksjonen i siste del av prøvereglementsperioden 2001 – 2003.

1994 er det første året vi har en komplett smoltårgang som er basert på en sammenlignbar innsamlingsmåte som startet i 1996. Smoltårgangene før 1994 er delvis basert på innsamlet smolt fra en annen felleplassering og derfor ikke direkte sammenlignbare med de øvrige resultatene. Med unntak av en liten nedgang i 1997 har det vært en jevn stigning i størrelsen på årsklassene av smolt fram til 2001 siden 1994. Selv om det var en nedgang i antall smolt i 2003 viser resultatene at årsklassene fra 2000 til og med 2006 blir de største siden 1994.



Figur 9. Årsklasser av smolt basert på aldersfordeling av årlig innsamlet smolt fanget i smoltfella i Suldalslågen i perioden 1993 – 2008. Data fra 1993 – 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004).

5.1.4 Utvandningsforløpet

I 2009 sto smoltfella ute fra 1. april til 2. juni. Første laksesmolt ble fanget 14. april og siste 2. juni (Figur 10).

Før 28. april i 2009 ble det kun fanget i alt 4 laksesmolt. Den 28. april da hovedutvandringen av laksesmolt begynte og de nærmeste dagene økte fangsten dramatisk og kulminerte med en dagsfangst på 113 laksesmolt den 2. mai (Figur 10). Etter 2. mai sank dagsfangstene gradvis, men hadde en liten topp den 16. mai, for deretter å være lave fram til 2. juni da fella ble tatt opp.

I løpet av den 30. april, 2. mai og 4. mai hadde henholdsvis 25, 50 og 75 % av laksesmolten vandret ut (Figur 10). Tilsvarende datoer for 2008 var 24. og 27. april, og 2. mai. Den 12. mai 2009 var mer enn 90 % av lakssmolten fanget, to dager senere enn i 2008.

Tabell 1. Døgnmiddelverdier for vannføring (Q, m³/s) og vanntemperatur (T, °C) målt ved Tjelmene, nederst i Suldalslågen ved start av hovedutvandringen, ved 50 % og 75 % for vill laksesmolt i perioden 1995 til 2009. Årene 1994 og 1993 er ikke tatt med fordi det da ble benyttet en annen felletype og fordi det var stor diskontinuitet i fangstene (Data fra 1995 – 2004 etter Saltveit 2004b).

År	Start hovedutvandring			25% utvandret			50% utvandret			75% utvandret		
	Dato	Q	T	Dato	Q	T	Dato	Q	T	Dato	Q	T
1995 ¹⁾	04.mai	50	5,9				05.mai	71	5,5	06.mai	69	5,3
1996 ²⁾	02.mai	57	4,2				05.mai	104	3,6	14.mai	153	3,8
1997	27.apr	16	5,9				03.mai	80	4,8	06.mai	99	4,7
1998	23.apr	18	6,6				04.mai	25	7,3	08.mai	66	6,6
1999	24.apr	34	5,5				28.apr	79	5,2	01.mai	113	4,5
2000	20.apr	41	5,5				27.apr	67	5,2	29.apr	123	5,7
2001	23.apr	15	5,7				01.mai	53	4,9	10.mai	33	7,7
2002	22.apr	32	5,9				01.mai	62	5,6	09.mai	29	6,8
2003 ³⁾	29.apr	25	6,2				01.mai	57	5,4	06.mai	37	5,8
2004	15.apr	37	5,5				01.mai	40	6,2	06.mai	29	6,8
2005	26.apr	18	6,8*	28.apr	18	7,3	01.mai	44	6,9	04.mai	42	6,5
2006	01.mai	45	mangler	03.mai	50	mangler	12.mai	28	mangler	17.mai	75	mangler
2007	23.apr	36	5,7	24.apr	32	6,1	02.mai	47	7,2	06.mai	29	7,3
2008	22.apr	18	6,7	24.apr	19	6,6	27.apr	37	7,2	02.mai	55	7,2
2009	28.apr	21	7,2	30.apr	22	7,7	02.mai	48	6,7	04.mai	31	6,3

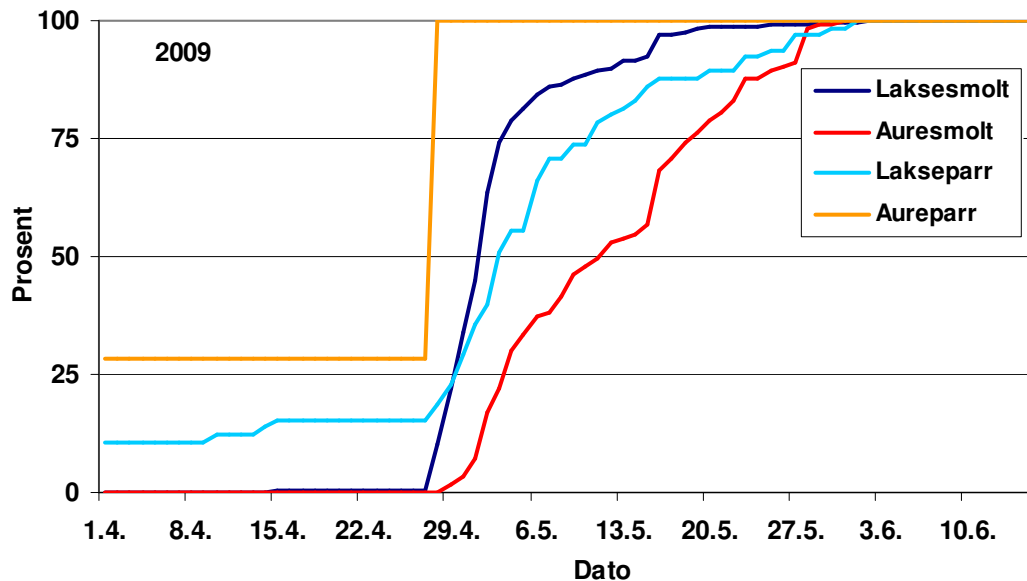
1) Annen felletype og plassering enn senere år, noe diskontinuitet i fangst.

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

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

* endret fra 9,7 (tidligere uoffisielle data)

De 65 lakseparrene som ble fanget i fella i 2009 ble registrert mellom 1. april og 1. juni. Den 30. april, 3. mai, 11. mai og 27. mai var henholdsvis 25, 50, 75 og 95 % av parren fanget. Tilsvarende datoer for kumulativ fangst i 2008 var 7. april, 27. april, 5. mai og 15. mai (Gravem og Gregersen 2009).



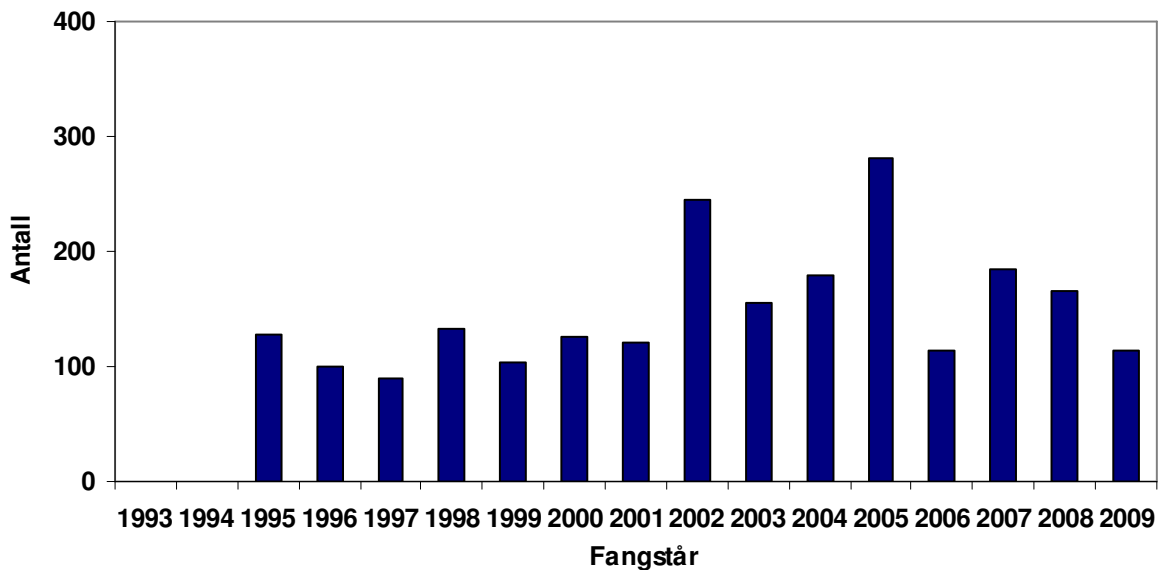
Figur 10. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandringen av smolt og parr av villaks og aure fanget i smoltfella i Suldalslågen i 2009.

5.2 Aure

5.2.1 Tidsutvikling

Av aure ble det fanget 113 og 7 parr i 2009. Tilsvarende tall for 2008 var 165 smolt og 14 parr samt 4 salmonider som mest sannsynlig er årets aureunger.

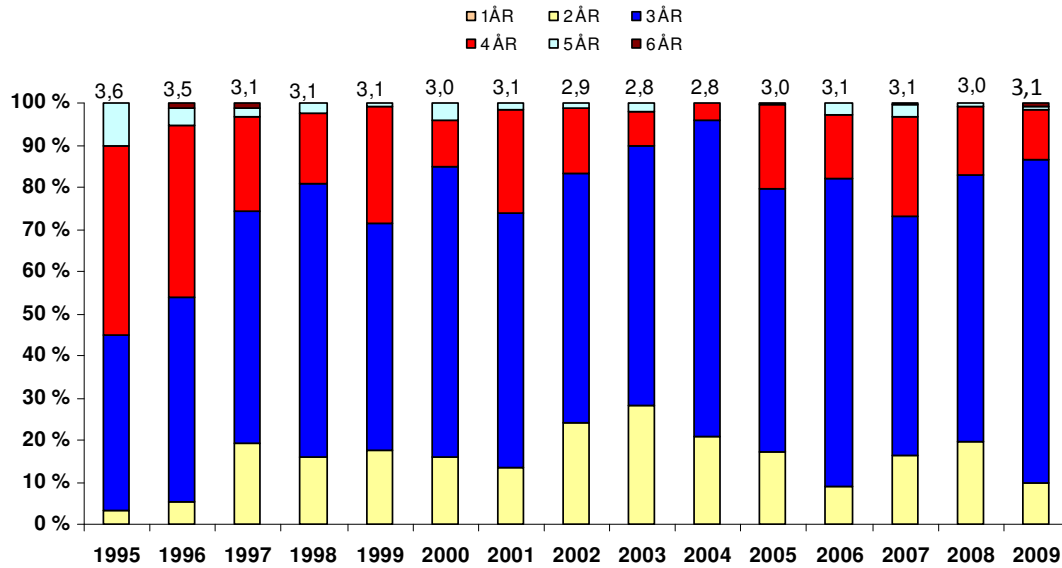
Antall auresmolt som ble fanget i 2009 var under gjennomsnittet for perioden 1995 – 2008 (151 smolt) og det femte laveste antallet som er fanget siden fellefangsten tok til (Figur 11). Seks av de siste foregående syv årene har hatt de høyeste fangsttallene som er registrert i perioden 1995 – 2008. For perioden 1995 til 2001 var fangsttallene relativt stabile med et snitt på 114 smolt på samme nivå som fangsten i 2009.



Figur 11. Antall auresmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 – 2009. Data fra 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004). Det mangler data for auren i 1993 og 1994.

5.2.2 Alder, lengde og vekst

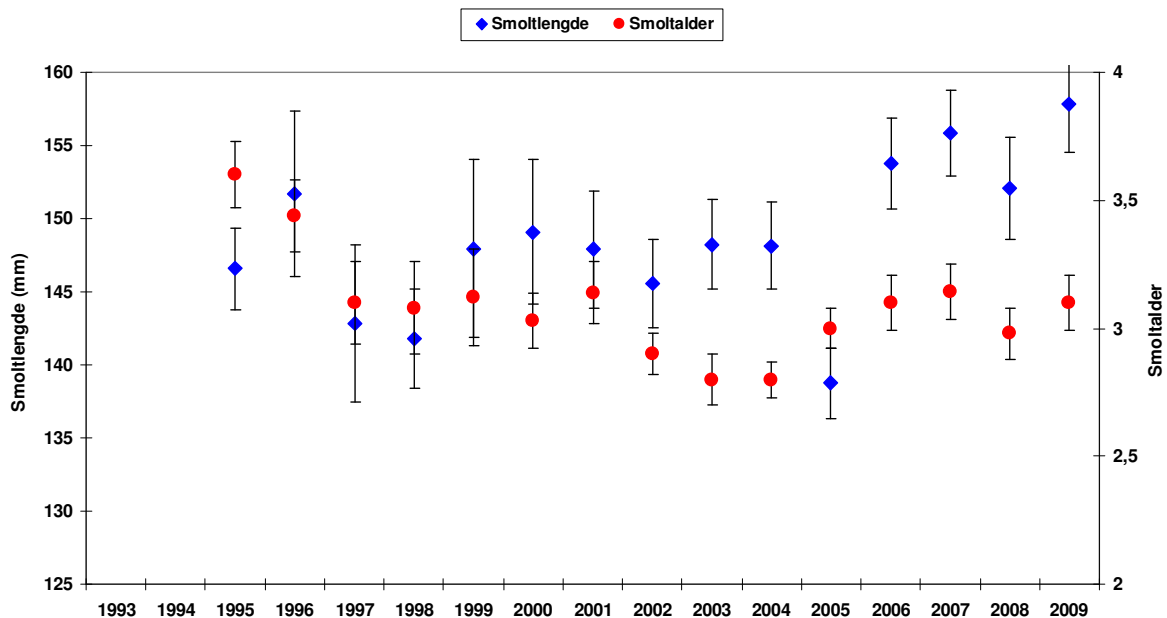
I 2009 dominerte 3 år gammel smolt (77,0 %). Andelen 3-åringer har vært høy alle år siden 1995, og over 50 % siden 1997 (Figur 12). Andelen 2 og 4-årig smolt var henholdsvis 9,7 og 11,5 %.



Figur 12. Prosentvis alderssammensetning av auresmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 til 2009. Tallene over hver søyle angir gjennomsnittsalder for de ulike år. Data fra 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004).

Gjennomsnittsalderen av auresmolten i 2009 var 3,1 år. I perioden 1997 – 2009 har de årlige gjennomsnittsverdiene variert mellom 2,8 og 3,1 år. Årene 1996 og 1995 skiller seg ut med en høyere gjennomsnittsalder (Figur 12 og Figur 13).

I 2009 var gjennomsnittslengden på auresmolten 158 mm, den lengste som er registrert i 1995 – 2009. Gjennomsnittslengden for 2, 3, 4 åringer i 2009 var henholdsvis 129, 159 og 175 mm, mot 128, 155 og 172 mm i 2008 og 130, 154, 173 mm i 2007.



Figur 13. Gjennomsnittlig alder og lengde av auresmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1993 – 2009. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I. Data fra 1995 og 1996 – 2004 er hentet fra henholdsvis Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (2004). Data for aure foreligger ikke fra årene 1993 og 1994.

5.2.3 Utvandringsforløpet

Auresmoltens utvandringsforløp i 2009 fulgte i stor grad samme mønster som laksesmolten, men som tidligere år noe faseforskjøvet i tid (Figur 10). Første auresmolt ble fanget 28. april, 14 dager etter første laksesmolten. Siste auresmolt ble fanget 31. mai (Figur 10). Den 4. mai passerte totalantallet av auresmolt 25 %, samme dag som vel 75 % av laksen vandret ut. Den 11., 19. og 26. mai ble henholdsvis 50, 75 og 90 % av auresmolten registrert.

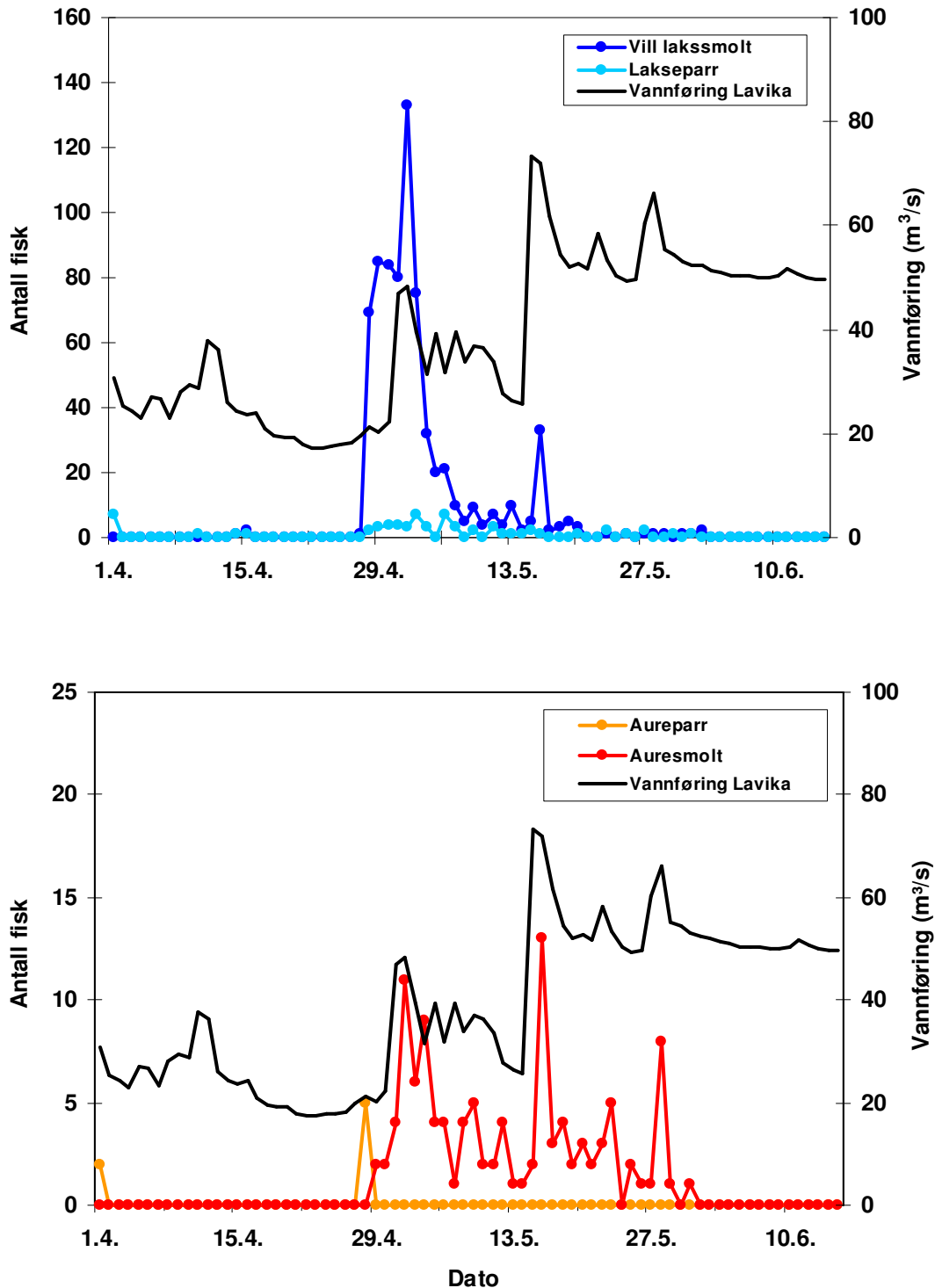
Tilsvarende datoer for 25, 50, 75 og 90 % fangst av auresmolt i 2008 var 28. april, 2. 15. og 17. mai.

5.3 Utvandring i forhold til vannføring og temperatur

5.3.1 Vannføring

I perioden 1. april til 1. mai 2009, før første styrte flom, var vannføringen forholdsvis høy nederst i elva med et maksimum på 30,7 m³/s 1. april og 37,8 m³/s den 11. april. Dette utløste imidlertid ingen utvandring av smolt eller fangst av parr. Etter 11. april sank vannføringen nederst i elva gradvis til laveste nivå på 17,3 m³/s den 22. april denne våren for deretter gradvis å stige til 21,2 m³/s den 28. april da hovedutvandringen begynte (Figur 14). Denne dagen ble det fanget 69 laksesmolt i fella. I hele perioden forut ble det kun fanget 4 laksesmolt og ingen auresmolt. I de to påfølgende dagene holdt vannføringen seg fortsatt forholdsvis lav (i overkant av 20 m³/s) mens fangstene av laksesmolt steg til 85 og 84 disse to dagene. De fire første auresmoltene ble også fanget disse to dagene. Først den 1. og 2. mai steg vannføringen markert til et foreløpig maksimum på 48,4 m³/s den 2. mai. Den 1. mai holdt fangsten av laksesmolt seg på samme nivå som de to foregående dagene, men steg deretter til årets maksimum på 133 individer den 2. mai. Også fangsten av auresmolt økte til et foreløpig maksimum på 11 individer den 2. mai. I de påfølgende dagene sank vannføring til et minimum på 25,7 m³/s den 14. mai samtidig med at dagsfangstene av både laks og auresmolt falt (Figur 14).

Den 15. mai steg vannføringen nederst i elva til 73,2 m³/s etter et vannslipp på 69,7 m³/s øverst elva. Denne vannføringsøkningen ga ingen merkbar respons på fangsten av laks og auresmolt denne dagen. Dagen etter, den 16. mai, var det derimot en liten fangsttopp både av laks og auresmolt mens vannføring fremdeles var forholdsvis høy (ca 72 m³/s). I løpet av 16. mai hadde 97 % av laksesmolten og 68 % av auresmolten vandret ut. Etter den 16. mai sank vannføringen gradvis ned mot 52 m³/s den 2. juni, men med en liten flomtopp på 66 m³/s 28. mai. Denne flomtoppen ga ingen respons på utvandring av laksesmolt, men ga en liten fangsttopp hos aure. Det syntes ikke å være noe sammenheng mellom fangst av parr av laks og aure og vannføring i 2009.



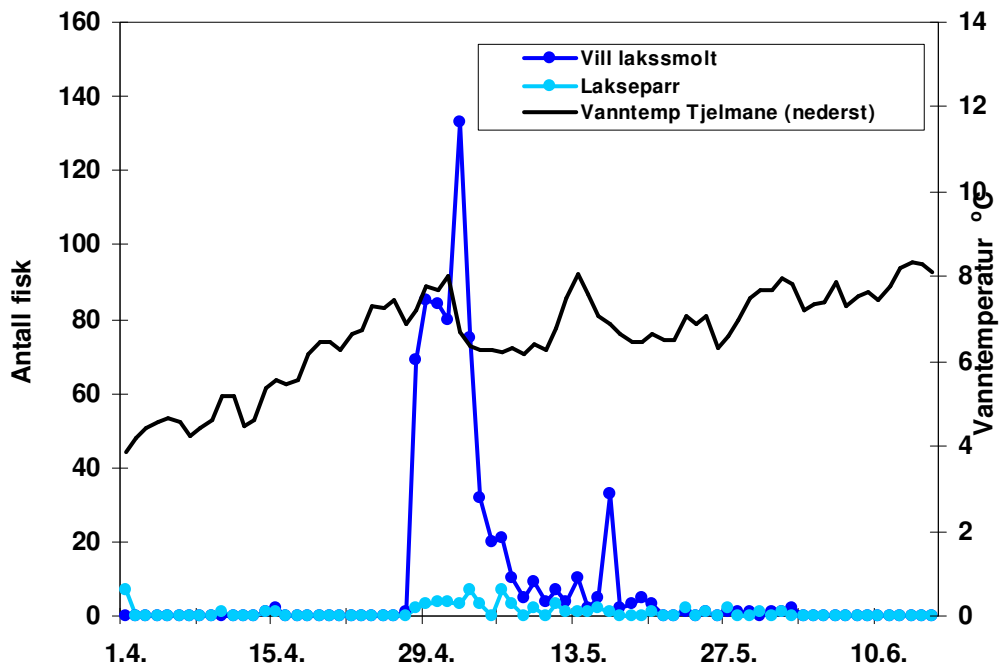
Figur 14. Fangst av smolt og parr av vill laks (øverste figur) og smolt og parr av aure (nederste figur) i Suldalslågen våren 2009 vist sammen med døgnmiddelverdien av vannføringen målt ved Lavika, nederst i elva.

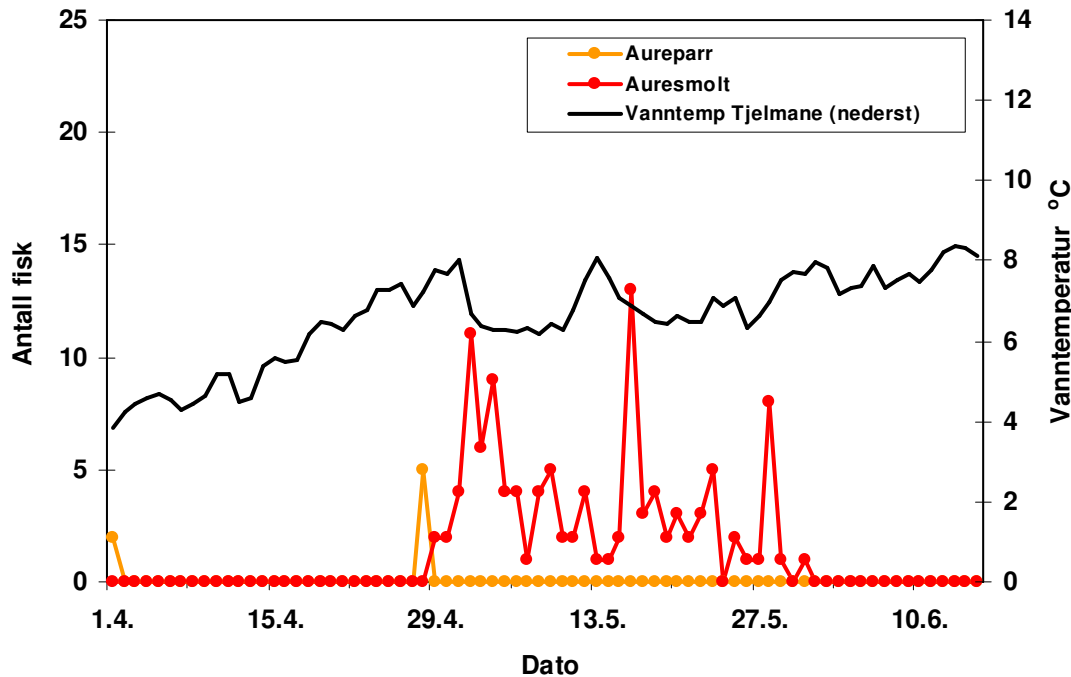
5.3.2 Vanntemperatur

Som tidligere år varierte vanntemperaturen nederst i elva i større grad enn øverst i elva, men fulgte samme mønster. Generelt sank vanntemperaturen i forbindelse med økt vannføring både fra restfeltet og ved slipp av vann fra Suldalsvatnet. Fra begynnelsen av april til hovedutvandringen av laksesmolt startet den 28. april steg vanntemperaturen oppe og nede i

Suldalslågen henholdsvis fra 3,2 °C til 6,1 °C og fra 3,9 °C til 7,2 °C. De neste dagene fortsatte vanntemperaturen å stige jevnt øverst i elva til et foreløpig maksimum på 6,6 °C 30. April. Fra og med 1. mai, i forbindelse med økt vannslipp, sank vanntemperaturen noe både oppe og nede i elva. Årets utvandring synes ikke å kunne knyttes til en markert temperaturendring. Imidlertid var temperaturen på 7,2 °C den høyeste som er målt i perioden 1995 – 2009 nederst i elva i forbindelse med starten på hovedutvandringen av laksesmolt. Siden hovedutvandringen begynte før vannføringen steg tyder det på at det som smolten oppfatter som en tilstrekkelig høy vanntemperatur til rett tid på året kan være en utløsende faktor for start av utvandringen.

Den 2.mai, da det ble fanget mest laksesmolt denne våren, var vanntemperaturen sunket til 6,7 °C nede i elva og til 5,4 °C oppe i elva. I de påfølgende dagene var fortsatt fangstene av laksesmolt forholdsvis høy, men synkende samtidig som også vanntemperaturen sank nederst i elva til 6,2 °C den 8. mai (Figur 15). Etter dette økte vanntemperaturen gradvis til i underkant av 8 °C i nedre del av elva den 2. juni da fella ble tatt opp.





Figur 15. Fangst av smolt og parr av vill laks (øverste figur) og smolt og parr av aure (nederste figur) i Suldalslågen våren 2009 vist sammen med døgnmiddelverdien av vanntemperaturen målt ved Tjelmane, nederst i elva.

6 DISKUSJON

6.1 Smoltutvandringen

Dag lengden er kjent som den faktor som styrer smotifiseringen hos laks og sjøaure, mens miljøfaktorer som vannføring (Hestehagen og Garnås 1986, Hvidsten *et al.* 1995, Arnekleiv *et al.* 1995,), vanntemperatur (Jonsson og Jonsson 2002; Antonsson og Gudjonsson 2002) og høyt antall gjenværende smolt og tid på sesongen (Forseth *et al.* 2003) påvirker selve utvandringen. Faktorer som månefase (Saksgård *et al.* 1992; Arnekleiv *et al.* 1995) og sosiale interaksjoner, idet utvandrende smolt påvirker smolt nedover i vassdraget til å vandre (Hvidsten *et al.* 1995) og terskelverdier for temperatur (Elsom 1962; Jessop 1975) synes også å bidra til økt utvandring i noen elver. Mye tyder på at de ulike stammene av laks og sjøaure har utviklet forskjellige responser for å treffe optimale forhold i sjøen når de vandrer ut (Hvidsten *et al.* 1998; Antonsson og Gudjonsson 2002). Langs norskekysten synes smolten å få god overlevelse dersom sjøvannet har nådd en temperatur på 8 °C eller mer når den vandrer ut. Dette gir seg utslag i at smolt i sør i Norge vandrer ut tidligere på våren enn smolten lenger nord (Hvidsten *et al.* 1998).

En statistisk analyse av smoltutvandringen i Suldalslågen i perioden 1993 – 2003 viser at høy og økende vannføring, høy og synkende vanntemperatur, høyt antall gjenværende smolt og tid på sesongen bidrar til stor smoltutvandring en gitt dag (Forseth *et al.* 2003). Imidlertid må en anse at faktoren synkende vanntemperatur er en autorespons på økende vannføring, da vanntemperaturen synker når vannføringen øker som følge av at det slippes mye kaldt vann fra Suldalsvatnet eller det kommer mye vann fra restfeltet (jf kap. 3.3). Videre ga kalde vårer senere utvandring enn milde vårer.

Våren 2009 økte fangstene av laksesmolt i smoltfella markert den 28. april ved en vannføring på 21 m³/s nederst i elva, tre dager før vannføringen steg vesentlig den 1. mai. Også de to neste dagene holdt vannføringen seg relativt stabil mens antall fangede laksesmolt fortsatte å øke. Utvandringen begynte og ble derved opprettholdt ved en relativt stabil vannføring. Det er derfor lite trolig at endringer i vannføringen initierte årets utvandring av laksesmolt. Vanntemperaturen var svakt oppadgående i dagene før utvandringen av laksesmolt begynte den 28. april, men var noe høyere både den 24. og 25. april uten at dette ga noen respons i utvandring. Temperaturen nedrest i elva var 7,2 °C den 28. april og var derved den høyeste som er målt på dagen for start på laksesmoltens utvandring i perioden 1996 – 2009. Det er derfor trolig at den gradvis økende og tilstrekkelig høye vanntemperaturen sammen med en "akseptabel" vannføring har vært nok til å initiere utvandringen av laksesmolt i 2009. I perioden 1996 – 2009 har starten på hovedutvandringen variert fra 15. april til 2. mai og gjennomsnittsdatoen for perioden er 25. april. I 1995 da fella sto på et annet sted og hadde en annen utforming begynte hovedutvandringen 4. mai.

Som det framgår av den innledende diskusjonen er det mange forhold i tillegg til vannføring og vanntemperatur som kan ha hatt en påvirkning på utvandringstidspunktet, men det vil kreve en mer omfattende analyse som ligger utenfor dette oppdraget. Et påfallende forhold er at auresmolten som regel synes å starte sin utvandring noe senere enn laksesmolten, noe som også var tilfelle for våren 2009. Hovedutvandringen for auresmolten begynte 2. mai fire dager senere enn for laksen ved en foreløpig vannføringstopp på 48,4 m³/s. Auresmoltens start på utvandringen i 2009 synes derved å være mer i fase med økt vannføring enn laksen.

I 2009 som i 1995, 1997, 1998, 2001, 2003, (Saltveit 2004a), 2005 (Gravem 2005) og 2008 (Gravem og Gregersen 2009) begynte hovedutvandringen av laksesmolt i forkant av at vannføringen steg, det vil si i vel 50 % av tilfellene. Gjennomsnittstemperaturen nedrest i elva ved oppstart av hovedutvandringen før vannføringen steg markert var 6,4 °C (maksimum 7,2 °C, minimum 5,7 °C). I de øvrige årene 1996, 1999, 2000, 2002, 2004 (Saltveit 2004a), 2006 og 2007 (Gravem og Gregersen 2007 og 2008) synes utvandringen å ha blitt påvirket av økt vannføring. Gjennomsnittstemperaturen nederst i elva disse årene var en grad lavere (5,4 °C) (maksimum 5,9 °C, min 4,2 °C) enn i de årene det var samsvar mellom årets start på utvandringen og økt vannføring. Når utvandringen først er i gang synes den å bli forsterket av økt vannføring, som for eksempel i 2005 (Gravem 2005).

Tidspunktet for oppstart av utvandringen synes således å være påvirket av om og når det har forekommet flommer i restfeltet til "rett tid", tidspunktet for slippet av "smoltflommer" og temperaturforholdene. Tilsynelatende synes "tilstrekkelig" høy vanntemperatur å kunne påvirke utvandringstidspunktet for smolten dersom en vannføringsøkning skulle utebli når smolten er klar til å vandre. Hva som er tilstrekkelig høy vanntemperatur er neppe noe fiksert verdi, og kan trolig påvirkes av en rekke andre miljøfaktorer som innledningsvis er nevnt å kunne påvirke utvandningsforløpet til laksesmolt. Mye tyder likevel på at dersom vanntemperaturen øverst i elva overstiger 6 °C i slutten av april uten at en markert vannføringsøkning inntreffer så vil hovedutvandringen av laksesmolt begynne.

Økende vannføring synes å synkronisere utvandringen dersom smolten er klar (i slutten av april). Ved økt vannføring øker strømhastigheten i elva og smolt fra en større strekning av elva vil kunne nå fella i løpet av et døgn. Fangstene blir derved høyere. I flere år som i 2009 er det imidlertid observert en viss faseforskyving i utvandringstopp både for aure og laksesmolt i forhold til flomtoppene. Begge artene ga respons på økt vannføring 1. og 15. mai 2009, men fangststoppene både for laks og aure kom dagen etter, 2. og 16. mai. Vannføringen var fremdeles høy de påfølgende dagene, men sank etter andre dag. 17. mai var fangsten svært lav hos begge artene på tross av en vannføring på ca 62 m³/s. Studier av smoltutvandringen i Altaelva (Ugedal mfl. 2005) og i Aurland og Flom (Hellen mfl. 2006) viser at smolten vandrer eller driver passivt nedover elva i to til fire timer i den mørkeste tiden av døgnet. En mulig forklaring på denne tidsforsinkelsen i respons fra smolten i forhold til de to

smoltflokkene kan derfor være at smolten får for kort mørk tid det første døgnet til å kunne respondere med "full kraft". En gjennomgang av kjøremønsteret 1. og 15. mai viser at oppkjøringen av vannføringen først starter ved midnatt 1. og 15. mai, og at det tar ca en time før vannføringsslippet er på topp. Med en gjennomsnittshastighet på vannet på mellom 1 og 2 m/s tar det mellom 3 til 6 timer før flomtoppen når utløpet i sjøen ved Sand, 22 km fra Suldalsosen. I løpet av den tiden har det rukket å bli lyst (kl 03:41 1. mai og kl 02:56 15. mai). Mangelen på vandringsrespons den 17. Mai, selv med relativ høy vannføring, tyder på at hovedmengden av smolt allerede hadde gått.

I perioden 1993 – 2000 ble det sluppet vårflokk opp mot 150 m³/s fra slutten av april / begynnelsen av mai, mens det i perioden 2001 – 2009 har vært sluppet en flokk på ca 40 m³/s 1. mai og én på 70 m³/s den 15. mai. I tillegg har det vært flommer fra restfeltet i begge periodene. Som tidligere nevnt ble det i perioden fram til og med 1995 benyttet en annen felletype og et annet fangsted enn det som er blitt benyttet siden 1996. Årene før 1996 er derfor utelatt ved sammenligninger i avsnittet under.

I perioden 1996 – 2000 begynte i gjennomsnitt hovedutvandringen 25. april, mens den i perioden 2001 – 2009, med lavere vårflokker, i snitt begynte 24. april. Altså én dag tidligere. Gjennomsnittsdatoen for når 50 % av laksesmolten hadde vandret i første periode med høy vannføring var 1. mai, men varierte fra 27. april til 5. mai. For perioden 2001 – 2009 med lavere vårflokker hadde 50 % av laksemoltene i snitt vandret ut den 2. mai med en variasjon fra 27. april til 12. mai (tabell 1).

Tidspunktet for når 75 % av laksesmolten har vandret ut varierte fra 29. april til 14. mai i perioden 1996 – 2000, mens den for perioden 2001 – 2009 har variert fra 2. mai til 17. mai. Gjennomsnittsdatoen for 75 % utvandring for de to periodene var henholdsvis 6. og 7. mai. Utvandningsperioden i årene med høy og lav vårvannføring har med andre ord vært svært lik, men 2006 skilte seg ut ved å ha det seneste registrerte tidspunktet både for 50 og 75 % utvandring. Den sene utvandringen i 2006 skyldes sannsynligvis at vanntemperaturen denne våren var spesielt lav og at det kom lite vann fra restfeltet i den viktigste utvandningsperioden.

Forseth *et al.* (2003) fant at tidspunktet for når henholdsvis 50 og 75 % av smolten hadde vandret ut var forskjøvet ca. en uke ut i tid i 2001, 2002 og 2003 med slipp av forholdsvis lave vårflokker sammenlignet med 1999 og 2000 med slipp av høyere vårvannføringer. I 1998 var utvandningsforløpet likt det i 2001 og 2003. Sammenligning av utvandningsforløpet for laksesmolt i perioden 1996 – 2000 og 2001 – 2009, gir altså et større sammenfall i tid for utvandringen, og ikke samme konklusjon som Forseth *et al.* (2003) kom til.

I 1999 da vannføringen økte jevnt fra 35 m³/s den 24. april til 110 m³/s den 5. mai hadde 75 % av laksesmolten vandret ut 1. mai (tabell 1 Saltveit 2004b). Hovedmengden av smolten synes derved å kunne påvirkes til å vandret tidligere enn slik reglementet har vært praktisert fra 2001 – 2009 dersom en større flokk slippes mellom 15. april og 1. mai, en periode hvor en høy andel av smolten synes å være klar for utvandring. Våren 2008 hadde vel 75 % av laksesmolten vandret ut 2. mai selv om vannføringen ikke økte vesentlig før den 27. april. Dette viser at smolten vandrer selv om vannføringene ikke er så store.

For tidlig utvandring ved slipp av store flommer kan imidlertid føre til at smolten kan komme ut i sjøen ved ugunstige sjøtemperaturer, noe som kan påvirke sjøoverlevelsen (Hansen og Jonsson 1989). Forseth *et al.* (2003) fant likevel ingen signifikant sammenheng mellom "sjøoverlevelse" for smolt fra Suldalslågen og sjøtemperaturen i perioden 1982 – 2002. Videre fant de at sjøtemperaturen var innenfor "akseptable nivå" (> 6 °C) selv for den tidligste smoltutvandringen i denne tidsperioden. Forseth *et al.* (2003) oppsummerte med at 50 % utvandring nær 1. mai vil sikre at smolten de aller fleste år ikke rammes av dødelighet knyttet til for lav temperatur i sjøen.

En aktuell hypotese er at høy vannføring i elva i smoltutvandringsperioden gir høyere overlevelse i sjøen. En gjennomgang av resultatene for smoltutgangen i Suldalslågen i perioden 1998 – 2008 og fangst av voksen laks som stammet fra disse smoltårsklassene de påfølgende årene viser imidlertid at det var størst fangst av de smoltårsklassene som gikk ut ved de laveste vannføringene (Sægrov 2009). Imidlertid vurderes datagrunnlaget foreløpig som svakt for å trekke en klar konklusjon (Sægrov 2009).

6.2 Alderssammensetning, smoltalder og lengde

I perioden 1993 – 2000 varierte smoltalderen for villaks fra 3,7 til 3,1 år med et gjennomsnitt på 3,5 år. Tilsvarende varierte verdier for auresmolt fra 3,6 til 3,0 år med et gjennomsnitt på 3,2 år. I perioden 2001 – 2009 varierte den gjennomsnittlige smoltalderen for laks fra 3,2 – 2,7 år med et gjennomsnitt for alle årene på 2,9 år. Tilsvarende varierte gjennomsnittsverdiene for auresmolt i samme periode fra 3,1 til 2,8 år med et snitt på 3,0 år (verdier for 1993 og 1994 mangler).

Fra 1998 – 2009 har 3 år gammel laksesmolt antallsmessig dominert, mens 3 år gammel smolt av aure har dominert i perioden fra 1996 – 2009. Andel 2 år gammel laksesmolt har vært høyest de 7 siste årene fram til 2008, mens andelen sank noe i 2009. Generelt har smoltalderen både hos aure og laks gått ned i perioden 1993 – 2009, og vært lavest i reguleringsperioden med lav vårvannføring. Redusert smoltalder skyldes økt vekst hos fiskeungene og er positivt fordi det reduserer dødelighetstapet på elv (Saltveit 2004a). Sægrov mfl. (2007) har imidlertid testet koblingen mellom smoltalder og smoltproduksjon i norske vassdrag og ikke funnet noen signifikant sammenheng. Sægrov m.fl. (2007) mener at det vi ser er at høyere temperatur gir bedre vekst, men i de fleste større vassdrag er høyere temperatur i vekstsesongen ofte knyttet til redusert vannføring, og at det derfor er den reduserte vannføringen som fører til høyere smoltproduksjon. Dette er vist i presmoltmodellen (Sægrov mfl. 2001 og Sægrov og Hellen 2004). Mekanismene bak denne sammenhengen er forklart med at habitatbruken til fisken endrer seg med vannføringen. Den påståtte koplinga mellom smoltalder og smoltproduksjon (Hindar mfl. 2007) er altså i følge Sægrov m.fl. (2007) en indirekte effekt av redusert vannføring.

Størrelsen på smolten har variert i undersøkelsesperioden. For laksesmolten varierte kroppslengden fra 116 til 128 mm med et snitt på 122 mm in perioden 1993 til 2000. Tilsvarende verdier for auresmolten var 142 til 152 mm og et snitt på 147 mm (verdier for 1993 og 1994 mangler). I perioden 2001 – 2009 varierte den gjennomsnittlige smoltlengde for laks fra 121 – 127 mm med et gjennomsnitt for alle årene på 124 mm. Tilsvarende varierte gjennomsnittsverdiene for auresmolt i samme periode fra 139 – 158 mm med et snitt på 150 mm. Gjennomsnittsstørrelsen for smolten både for laks og ørret er med andre ord større enn perioden forut på tross av lavere smoltalder.

Generelt har vannføringen om våren og forsommeren vært høyest de første årene av undersøkelsene til og med år 2000. I 1994 og 1995 var imidlertid vannføringen forholdsvis lav i perioden smolten vandret ut. Fra og med 2001 til 2009 har reglementet vært det samme, med redusert vannføring i mai til juli og mindre "smoltflommer" i mai sammenlignet med perioden forut (Sægrov 2009). Fra og med sommeren 2001 har vanntemperaturen i Suldalslågen vært høyere sammenlignet med perioden forut. En del av denne forskjellen må tilskrives en klimakomponent med betydelig variasjon mellom år (Sægrov 2009). Høyere sommertemperatur fra og med 2001 har ført til høyere "swim-up" temperatur, større årsyngel, bedre tilvekst og redusert smoltalder sammenlignet med periodene forut (Sægrov 2009).

I undersøkelsene av presmolt i januar 2009 var estimert gjennomsnittsalder for presmolt laks 3,0 år mens gjennomsnittsalderen på laksesmolt fanget i fella var 2,9 år, med andre ord nesten samsvar. Tilsvarende var estimatet for gjennomsnittslengden for presmolten av laks 11,9 cm, mens gjennomsnittslengden for laksesmolten fanget i fella var 12,7 cm.

Estimatet for alder og lengde på presmolten av aure fra undersøkelsen i januar var 2,5 år og 11,5 cm (Sægrov og Urdal 2009). Dette ga et relativt stort avvik på gjennomsnittsalder og lengde som ble funnet på auresmolten som ble fanget i fella (3,2 år og 15,8 cm). En mulig forklaring på at gjennomsnittsalderen og lengden var større i smoltfella kan være at det kan oppholde seg en del større aureunger ute i elva og som ikke fanges med elfiskeapparat langs land.

I perioden 1979 – 2003 ble det samlet inn og analysert 2700 skjellprøver fra villaks fanget under ordinært fiske og stamfiske i Suldalslågen (Sægrov og Hellen 2004). Analysen viste at gjennomsnittsalderen for laksesmolt var 3,0 år, med en variasjon fra minimum 2,8 år og maksimum 3,7 år for de ulike smoltårgangene. Gjennomsnittslengden for laksesmolten for denne perioden var 12,7 cm, den samme som ble funnet på utvandrende smolt i 2007 (Gravem og Gregersen 2008) og 2009 (denne undersøkelsen). Det finnes studier som viser at overlevelsen i havet øker med økende smoltstørrelse (Rosseland 1979; O, Connel og Ash 1993), mens det i Orkla ikke ble funnet noen sammenheng mellom smoltlengde og overlevelse i sjøen (Hvidsten *et al.* 2004). Hvordan dette forholder seg i Suldal er ikke kjent.

Selv om 713 laksesmolt som ble fanget i 2009 er en markert nedgang fra 2008 da det ble fanget 1081 smolt, har alle fangstene i perioden 2002 – 2009 med unntak av 2006 vært de høyeste som har vært registrert siden 1993. Fangstallet i 2006 var likevel høyere eller på nivå med antallet som ble fanget i perioden 1996 – 2001. Fangstallene fra 1993 – 1995 er ikke sammenlignbare med de øvrige fangstårene da fella sto på et annet sted. Sammenligner vi den årlige fangsten av smolt for perioden 1996 – 2000 med forholdsvis høye vannføringer, med perioden 2001 – 2009, med redusert vannføring i mai til juli og mindre smoltflommer i mai, var gjennomsnittet henholdsvis 355 og 857. Det vil si et gjennomsnitt på 141 % høyere i perioden 2001 – 2009 med lave vannføringer sammenlignet med perioden 1996 – 2000 med høyere vannføringer.

Selv om vi ennå mangler seksåringer fra 2004 årsklassen og fem og seksåringer fra 2005 årsklassen og fire- til seksåringer fra 2006, er det tydelig at årsklassene av laksesmolt fra 2000 til 2006 er de største som er registrert siden undersøkelsene begynte (se figur 9).

Antall auresmolt som ble fanget i fella i 2009 (113) var en markert nedgang i forhold til foregående år. Antallet lå godt under gjennomsnittet (180) for perioden 2001 – 2008 og på nivå med perioden 1996 – 2000 (110). Med unntak av 2006 og 2009 har alle fangstene i fella perioden 2002 – 2009 vært de høyeste som har vært registrert siden undersøkelsene begynte. Imidlertid har sjøaurefangstene i Rogaland generelt avtatt markant siden 1990 og var i 2008 redusert til 1/3 (DN-Notat 2009-1). Parallelt har fangsten av sjøørret avtatt i alle fylkene fra Rogaland i sør til Nord-Trøndelag i nord siden 2004 (DN-Notat 2009-1). I rapporten konkluderes det med at det er lite som tyder på at årsaken til den generelle nedgangen er inngrep i eller forurensing av elver eller overfiske, men at årsaken til nedgangen mest sannsynlig finnes i sjøen. Dersom årsaken til nedgangen i sjøaurebestandene ligger i sjøen er det derfor ikke uventet om dette etter hvert resulterer i redusert smoltproduksjon også i Suldalslågen.

Økningen av antall smolt av laks og aure i perioden fram til 2004 tilskrives økt vekst hos ungfisk som følge av økt vanntemperatur og som gir lavere alder ved smoltifisering (Saltveit 2004b). Saltveit (2004b) har også påvist en positiv sammenheng mellom smoltalder / smoltlengde og antall fisk fanget i fella for perioden 1996 – 2004. Hellen mfl. (2006) har imidlertid vist at det var lav rekruttering av laks i Aurlandselva og Flomselva i Sogn når "swim-up" temperaturen var 8 °C eller lavere, mens denne faktoren ikke påvirket rekrutteringen når "swim-up" temperaturen kom over 9 – 10 °C. Sægrov og Urdal (2006) påpeker dessuten at "swim-up" temperaturen sannsynligvis var en avgrensende faktor for overlevelsen av laksunger i Suldalslågen i 2004 og spesielt i 2005. Årsklassen av laks i 2001

synes å være den største som er registrert så lenge smoltundersøkelsene har pågått. Dette kan muligens forklares med at "swim-up" temperaturen våren 2001 var høyere enn 9 °C (Sægrov og Urdal 2006), og at det var en relativt god gytebestand i 2000.

I perioden 1999 – 2003 ble det gjort beregninger av antall laksesmolt produsert i Suldalslågen basert på merking og gjenfangst i fella (Saltveit 2004a). Produksjonen av laksesmolt i 1999 og 2000 ble beregnet til ca. 30.000, mens estimatene basert fangst / gjenfangst i fella for 2001 og 2002 var ca. 51000 og for 2003 ca. 43.500 smolt (Saltveit 2004a). Det var en positiv, men ikke signifikant sammenheng mellom beregnet smoltproduksjon og antall fisk i fella. Regresjonen ga følgende formel for beregning av smoltproduksjon basert på antall fisk i fella: $\text{smoltproduksjon} = 16,984 \times (\text{antall smolt i fella}) + 32678$.

Benyttes denne formelen kan vi beregne smoltproduksjon av laks de påfølgende årene (2004 – 2009) til henholdsvis ca. 54.500, 49.800, 40.700, 49.100, 51.000 og 44.800. Sammenhengen i denne formelen er imidlertid usikker på grunn av få verdier i datasettet og et konstantledd som tilsier at dersom fangsten av smolt i fella er 0 så vil det likevel vandre ut vel 32.000 smolt.

For perioden 2004 - 2009 er smoltproduksjonen beregnet på bakgrunn av tetthet av presmolt fanget på et utvalg av stasjoner i Suldalslågen på lav vannføring og ved lav temperatur i januar / februar samme år og et antatt elveareal på 1,1 mill m² (Sægrov og Urdal 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 og 2009). Resultatene tyder på at innsamling av fisk på lav vannføring og ved lav temperatur gir et mer representativt bilde av tetthet av alle aldersgrupper av både aure og laks enn når fisken samles inn om høsten når vannføringen og vanntemperaturen er høyere. På bakgrunn av disse tetthetene og et elveareal på ca 1,1 mill m² ble det for perioden 2004 – 2009 beregna en smoltutvandring på mellom 110.000 i 2004 til 62.000 (29.000 laks og 33.000 aure) i 2009 (Sægrov og Urdal 2009). Normalt har det vist seg at estimatet for auresmolt basert på elfiske har vært for høyt i forhold til andel auresmolt som årlig blir fanget i fella (Gravem og Gregersen 2009). Dette forholdet gjenspeiler seg i at linja for presmoltestimatet for aure skjærer Y-aksen ved ca 21.000 mot ved ca 6000 for laks (Sægrov og Urdal 2009). Ved å anta at sammenhengen for laks også gjelder for auren korrigeres smoltestimatet for aure i 2009 fra 33.000 til ca 16.000, hvilket gir et totalt antall smolt på 45.000.

For de fire årene fra 2004 - 2008 som det er beregnet antall presmolt av laks basert på elektrofiske på nytt stasjonsnett i januar / februar har Sægrov og Urdal (2009) sett på disse fangstene i forhold til antall laksesmolt som er fanget i smoltfella våren etter (Gravem og Gregersen 2009). Denne analysen viser en nær signifikant sammenheng mellom presmoltestimatet fra januar/februar og fangst i smoltfella den etterfølgende våren (Sægrov og Urdal 2009):

$$y (\text{presmolt}) = 51,46 (\text{fangst i fella}) + 6013, r^2 = 0,70, n = 5, p = 0,08.$$

Med bakgrunn i den nær signifikante sammenhengen mellom antall presmolt laks og fangst av laks i smoltfella, og en antagelse om at den samme gjelder for aure, har Sægrov og Urdal (2009) beregnet smoltutvandringen av laks og aure i Suldalslågen ut fra fangstene i smoltfella alle år i perioden 1993 – 2008. Om vi inkluderer smolttallene fra 2009 (714 laksesmolt) får vi en ny sammenheng (Sægrov pers medd.):

$$y (\text{presmolt}) = 58,35 (\text{fangst i fella}) - 2618, r^2 = 0,716, n = 6, p = 0,034.$$

Dette gir en signifikant sammenheng mellom presmolt estimatet fra januar/februar og fangst i smoltfella den etterfølgende våren. Basert på denne sammenhengen er antall laksesmolt som vandret ut i 2009 anslått til ca 44300.

7 KONKLUSJONER

- Utvandringen av laksesmolt våren 2009 synes ikke å være initiert av vannføringen, mens starten på utvandringen av auresmolt i større grad sammenfaller med økt vannføring. Laksesmoltens utvandring våren 2009 synes å være initiert av en gradvis økende og tilstrekkelig høy vanntemperatur og en "akseptabel" vannføring. Begge artene viste økt vandringsrespons på økende vannføring i midten av mai.
- I gjennomsnitt vandret 50 og 75 % av laksesmolten ut en dag før i perioden 2001 – 2009, med lave vårvannføringer i forhold til i perioden 1996 – 2000, med høye vårvannføringer. Gjennomsnittsdatoen for starten på laksesmoltens utvandring i de to periodene var henholdsvis 24. og 25. april.
- Fangsten av laksesmolt (714) var 34 % lavere i 2009 enn i 2008. Fangsten av laksesmolt i 2009 var likevel høyere enn alle tidligere fangster i perioden 1993 – 2002 samt i 2006. Antall auresmolt som ble fanget i 2009 (113) var under gjennomsnittet for perioden 1995 – 2008 (151 smolt) og det femte laveste antallet som er fanget siden fellefangsten tok til.
- Gjennomsnittsalderen for laks og auresmolt var henholdsvis 2,9, og 3,1 år. For laks og aure var gjennomsnittet for perioden 2001 – 2008 henholdsvis 2,9 og 3,0 år. Gjennomsnittlengden for auren (158 mm) var den største og for laks (127 mm) den nest største som er registrert i undersøkelsesperioden.

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.
- Direktoratet for naturforvaltning. Bestandsutvikling hos sjøørret og forslag til forvaltningstiltak. Notat 2009-1. 28 s.
- 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.
- Gravem, F.R. 2005. Smoltutvandring hos laks og aure I Suldalslågen i 2005. SWECO Grøner Rapport, 138501-1. 24 s.
- Gravem, F.R., og Gregersen, H. 2007. Smoltutvandring hos laks og aure I Suldalslågen i 2006. SWECO Grøner Rapport, 140171-1. 28 s.
- Gravem, F.R., og Gregersen, H. 2008. Smoltutvandring hos laks og aure I Suldalslågen i 2007. SWECO Rapport, 141571-1. 24 s.
- Gravem, F.R., og Gregersen, H. 2009. Smoltutvandring hos laks og aure I Suldalslågen i 2008. SWECO Rapport, 142841-1. 28 s.

- Hansen, L. P., & B. Jonsson. 1989. Salmon ranching experiments in the river Imsa: effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. *Aquaculture* 82:367-373.
- Hellen, B.A., Sægrov, H., Kålås, S. & Urdal, K. 2006. Fiskeundersøkingar i Aurland og Flåm, årsrapport for 2005. Rådgivende Biologer AS, rapport 897, 82 s.
- 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.
- Hindar, K., O. Diserud, P. Fiske, T. Foreseth, A.J. Jensen, O. Ugedal, N. Jonsson, S.-E. Slored, J.-V. Arnekleiv, S.J. Saltveit, H. Sægrov & L.M. Sættem 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. – NINA Rapport 226, 82 sider.
- 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., T. G. Heggberget, & A. J. Jensen. 1998. Sea water temperature at Atlantic salmon smolt entrance. *Nordic J. Freshw. Res.* 74:79-86.
- 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, 96 s.
- Jessop, B. M. 1975. Investigation of the salmon (*Salmo salar*) smolt migration of the Big Salmon River, New Brunswick, 1966-1972. Resource Development Branch, Fisheries and Marine Service, Department of the Environment Techn. Rep. Series NO. Mar/T-75-1:1-56.
- Jonsson, N. og B. Jonsson. 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. *Freshwater Biology* 47:1391-1401.
- Kaasa, H., J. A. Eie, A. H. Erlandsen, P. E. Faugli, J. H. L'Abée-Lund, S. Sandøy, B. Moe. 1998. Rapport nr. 49. Sluttrapport 1990-1997. Resultater og konklusjoner. Oslo, Statkraft Engineering: 82 s. + vedlegg.
- Magnell, J.-P., Sandsbråten, K., Kvambekk, Å.S. 2004. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Sluttrapport prøvereglement. *Suldalslågen-Miljørapport*, 38, 100 s.
- O'Connel, 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; preliminnære resultater. *Rapp. Lakseforsterkingsprosjektet 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 lakselver. *NVE og Dir. for vilt og ferskvannsfisk*.
- 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. 1998. Smoltutvandring hos laks i Suldalslågen. *Rapport Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen* 44:1-26.
- Saltveit, S.J. 2004a. Smoltutvandring og smoltproduksjon hos laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. *Suldalslågen-Miljørapport*, 35, 32 s. + vedlegg.
- Saltveit, S. J. 2004b. Smoltutvandring hos laks i Suldalslågen i 2004. *Rapport Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske Rapport nr. 235-2004*:1-30.
- Sægrov, H., Urdal, K., Hellen, B.A., Kålås, S. og Saltveit, S.J. 2001. Estimating carrying capacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in West Norwegian rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research.* 75: 99-108.
- Sægrov, H. og Hellen, B.A. 2004. Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995-2004. Suldalslågen – Miljørapport nr. 43, 54 s.
- Sægrov, H. og Urdal, K. 2005. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i september 2004 og i januar 2005. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 783. 54 s.

- Sægrov, H. og Urdal, K. 2006. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i september 2005 og i januar 2006. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 883. 52 s.
- Sægrov, H. og Urdal, K. 2007. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i oktober 2006 og i januar 2007. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 992. 63 s.
- Sægrov, H. og Urdal, K. 2008. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i oktober 2007 og i februar 2008. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1090. 63 s.
- Sægrov, H. og Urdal, K. 2009. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i oktober 2008 og i januar 2009. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1183. 66 s.
- Sægrov, H. 2009. Laks og sjøaure i Suldalslågen i perioden 2004 - 2008. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1252. 31 s.
- Urdal, K. og Sægrov, H. 2004. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i januar 2004. *Suldalslågen-Miljørapport*, **33B**, 17 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 pp.