

SULDALSLÅGEN - MILJØRAPPORT NR. 35

TITTEL: Smoltutvandring og smoltproduksjon hos laks i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport.

FORFATTER:
Svein Jakob Saltveit

UTFØRENDE INSTITUSJON:
Laboratorium for ferskvannsekologi og
innlandsfiske (LFI), UNM, Universitetet i Oslo

SAMMENDRAG: I en prøveperiode på seks år (2 ganger 3 år) fra 1998 til 2003, ble det testet to vannføringsregimer i Suldalslågen for å komme fram til et nytt manøvreringsreglement. Undersøkelsen på smoltutvandring skal avklare hvilket vannføringsregime som er gunstigst for smoltutvandringen og vurdere betydningen av vannføring og temperatur for utvandring, og effekt av endringer i disse forhold. I prøveperioden var det en økning i antall vill smolt av laks fanget i fella. Antall ørret som fanges i fella var lavt. Økningen i antall vill smolt av laks skyldes lavere alder ved smoltifisering. Kortere tid på elv gir redusert dødelighetstap. I perioden 1999 til 2003 ble smoltproduksjonen ble beregnet til mellom ca. 30.000 og 51.000 smolt. Alle år var det et relativt godt samsvar mellom smoltutvandring av laks og økning i vannføring. Økningene i vannføring som initierte utvandringen var relativt beskjedne, oftest mellom 22 og 40 m³/s. Utvandringen til laks i den siste prøveperioden var statistisk signifikant senere enn utvandringen i den første perioden. Hovedutvandringen til ørretsmolten vandret ut var også forskyvet ca. en uke ut i tid i andre prøveperioden. Gjennomsnittlig smoltalder hos laks reduseres fra 3,5 år i 1998 til 2,8 år i 2003. Dette skyldes økt vekst hos presmolt som førte til en smoltifisering ved lavere alder, men ved mindre størrelse. Små endringer er det generelle inntrykk hva angår alders sammensetning, gjennomsnittslengde og smoltalder hos ørret.

ABSTRACT: During a trial period of 6 years (two terms of 3 years) from 1998 to 2003, two different discharge regimes were tested in the river, Suldalslågen, to assist in the determination of a new regulation regime. The studies on smolt emigration were aimed at determining which discharge regime was the most suitable for smolt migration, evaluating the importance of discharge and temperature and the effect of changes in these parameters. During the trial period there was an increase in the number of wild salmon smolt caught in traps. The number of sea trout caught was low. The increase in wild salmon smolt leaving the river was due to lower smoltification age. The shorter time in the river reduced mortality. From 1999 to 2003 smolt production was estimated at between 30,000 and 51,000 smolts. In all years there was a relatively good correlation between the emigration of smolt and increased discharge. The increases in discharge that initiated migration were relatively small, often between 22 and 44 m³/s. Emigration of salmon smolt during the second term was significantly later than during the first term. The main emigration of sea trout smolt was also delayed by about one week in the second term. The average smolt age in salmon was reduced from 3.5 years in 1998 to 2.8 years in 2003. This was due to increased growth in presmolt which gave rise to smoltification at an earlier age, although at a smaller size. In sea trout only minor changes were apparent in age structure, average length and smoltification age.

EMNEORD: Laks, ørret, smoltutvandring, smoltproduksjon, vannføring, temperatur

OPPDRAKSGIVER: Statkraft SF

ÅR: 2004

ISBN 82-554-0619-0

ISSN 1502-189

SMOLTUTVANDRING OG SMOLTPRODUKSJON HOS LAKS I SULDALSLÅGEN I PERIODEN 1998 TIL 2003. DELRAPPORT.

SVEIN JAKOB SALTVEIT



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

INNHOLD

1. SAMMENDRAG	3
---------------------	---

2. INNLEDNING	4
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	6
3.1 Vannføring	7
3.2 Vanntemperatur	7
4. METODIKK	8
4.1 Smoltfelle	8
4.2 Smoltproduksjon	9
5. RESULTATER	10
5.1 Laks	10
5.1.1 Utvandring og vannføring	11
5.1.2 Utvandring og vanntemperatur	14
5.1.3 Utvandringsforløp	14
5.1.4 Smoltproduksjon	16
5.1.5 Alderssammensetning, smoltalder og vekst	17
5.1.6 Antall smolt fra ulike årsklasser	20
5.2 Ørret	21
5.2.1 Utvandring og vannføring	21
5.2.2 Utvandringsforløp	23
5.2.3 Alderssammensetning, smoltalder og vekst	23
6. KOMMENTARER	25
6.1 Smoltutvandring	25
6.2 Alderssammensetning og smoltalder	28
6.3 Antall og produksjon av laksesmolt	29
7. KONKLUSJON	30
8. LITTERATUR	31
Vedlegg 1. Antall villsmolt og smolt fra utsettingene fanget ulike år i Suldalslågen	34
Vedlegg 2. Antall smolt av ørret fanget ulike år i Suldalslågen	34

1. SAMMENDRAG

Saltveit, S.J. 2004. Smoltutvandring og smoltproduksjon hos laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. *Suldalslågen-Miljørappport*, **35**, 32 s. + vedlegg.

I en prøveperiode på seks år (2 ganger 3 år) fra 1998 til 2003, ble det testet to vannføringsregimer i Suldalslågen for å komme fram til et nytt manøvreringsreglement. Hovedmålsettingen for reglementet er

å: legge til rette for å ta vare på vassdragets naturlige funksjoner og prosesser samt ivareta regulantens behov for høy produksjon. Hovedmålsettingen for undersøkelsen på smoltutvandring er å: avklare hvilket vannføringsregime som er gunstigst for smoltutvandringen fra elva og hvordan villsmolt vandrer i forhold til utsatt smolt. Undersøkelsen skal vurdere betydningen av vannføring og temperatur for utvandring, og effekt av eventuelle endringer i disse forhold på utvandring.

Fangst av smolt ble gjort i en 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 prøveperioden 1998 til 2003 økte antall vill smolt av laks fanget i fella, fra 421 og 433 i 1998 og 1999 til 709 og 985 i 2002 og 2003. 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. Mest ørret ble fanget i 2002 og 2003 da antallet var henholdsvis 244 og 155 fisk. Økningen i antall vill smolt av laks tilskrives økt fiskevekst, som ga lavere alder ved smoltifisering. Kortere tid på elv gir redusert dødelighetstap.

Fra og med 1999 ble antall vill smolt fra laks produsert ovenfor fella beregnet ved merking/gjenfangst. I 1999 og 2000 ble antallet beregnet til noe over 30.000 smolt, i 2001 og 2002 til ca. 51.000 smolt, mens antallet i 2003 var ca. 43.500 smolt. Det var ikke statistisk signifikante forskjeller i estimatene mellom år, men estimatene indikerte økt produksjon av vill smolt i Suldalslågen i prøveperioden, og spesielt i de tre siste år med lave styrte flommer på våren.

Alle år var det et relativt godt samsvar mellom smoltutvandring av laks, vill og utsatt, og økning i vannføring. Økningene i vannføring som initierte utvandring var relativt beskjedne, oftest mellom 22 og 40 m³/s, og ofte kom hovedutvandringen flere dager før den styrte økningen i vannføring, og dette viste at det trengs relativt beskjedne vannføringsøkninger for å initiere selve smoltutvandringen.

Generelt vandret smolt fra utsettingene senere ut enn vill smolt. Enkelte tidligere år (før 1998) var det relativt stor forskjell i utvandringstid mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk. Forskjellene i utvandringstid i prøveperioden var imidlertid små og i 2002 og 2003 var det ingen forskjell i utvandringstid mellom de to kategoriene smolt. Tidspunktet for når henholdsvis 50 % og 75 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var forskjøvet ca. en uke ut i tid i 2001, 2002 og 2003 sammenlignet med 1998 til 2000. Utvandringen i den siste prøveperioden var statistisk signifikant senere enn utvandringen i den første perioden som hadde høy vannføring på våren under utvandring (Kruskall-Wallis test, $X^2=764.5$, $df=9$, $p<0.001$). Hovedtyngden av ørretsmolten vandret ut over en kort tidsperiode alle år i perioden 1998 til 2003. Tidspunktet for når 50 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var som for laks forskjøvet ca. en uke ut i tid i andre prøveperioden.

Før selve prøveperioden varierte smoltalder mellom 3,4 år (1994) og 3,7 år (1995-1997). Det dokumenteres en betydelig nedgang i gjennomsnittlig smoltalder i prøveperioden, som reduseres fra 3,5 år i 1998 til 2,8 år i 2003. Dette skyldes at økt vekst hos presmolt førte til en smoltifisering ved lavere alder, men ved mindre størrelse. Små endringer var det generelle inntrykk hva angår alderssammensetning, gjennomsnittslengde og smoltalder hos ørret. Det var imidlertid en tendens til redusert smoltalder også hos ørret.

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 høy sommervannføring (50 - 100 m³/s) skjer 1. mai.

Røldal-Suldal utbyggingen medførte en liten temperaturøkning i Suldalslågen, men denne skyldes i hovedsak endring i værforhold (Tvede 1995). Økningen var størst nederst i vassdraget og om sommeren og midt på vinteren. Etter Ulla-Førre utbyggingen og fram til 2000 er temperaturen igjen redusert (Magnell *et al.* 2004). På årsbasis var reduksjonene størst nederst i vassdraget, der døgngradtallet var redusert med ca. 250 døgngrader eller 14 % i forhold til døgngradantallet under Røldal/Suldal reguleringen, og nedgangen har vært størst i vintermånedene og i juni-juli. Generelt har denne tendensen holdt seg i hele 1990-tallet, men enkelte år har hatt større avvik, som for eksempel 1997 som var et varmt år og 1996 som var et kaldt år. I forbindelse med vannføringsøkningene i begynnelsen av mai, reduseres vann-temperaturen, men av ulikt omfang og varighet. I 2001, 2002 og i 2003 var det imidlertid en temperaturøkning, som skyldes at vannføringen er manøvrert etter et noe annet reglement enn tidligere (Magnell 2002, Magnell *et al.* 2003).

Hovedmålsettingen for undersøkelsen på smoltutvandring er:

Avklare hvilket vannføringsregime som er gunstigst for smoltutvandringen fra elva og hvordan villsmolt vandrer i forhold til utsatt smolt.

Undersøkelsens delmål er å:

- Kartlegge starttidspunkt og sluttidspunkt for smoltutvandring og hovedutvandringsperioden.
- Vurdere betydningen av vannføring og vanntemperatur for smoltutvandring og effekt av eventuelle endringer i disse forhold på utvandring.
- Beregne smoltproduksjon

Formålet omfatter smolt av laks både fra vill og fra utsatt fisk, men en del forhold omkring utvandringen av smolt fra utsatt fisk er presentert i en tidligere rapport (Saltveit 2003).

Undersøkelsen på smolt er en del av et større prosjekt som tar sikte på å komme fram til et varig manøvreringsreglement for Suldalslågen. I en prøveperiode på seks år (2 ganger 3 år) fra 1998 til 2003, er to vannføringsregimer testet i Suldalslågen. De to er angitt nedenfor:

Alternativ 1 (1998 til 2000).

Høy vannføring fra slutten av april/begynnelsen av mai, ingen spyleflom på høsten.

Alternativ 2 (2001 til 2003).

Lavere vannføring og mindre flomtopper på våren (april/mai) til midten av juli, og en større kunstig flom på høsten.

I reglementet for den første perioden skulle starten på slipp av flom på våren være betinget av vannføringen i Etneelva. Derfor fremkommer ”tidlig” og ”sen” vår i prøvereglementet for den første perioden. I andre treårsperiode, fra og med 2001, ble vannføringen holdt lav om våren. To små kortvarige flommer på våren skulle stimulere smoltutvandringen.

Hensikten er å komme fram til et varig reglement som gir den mest gunstige vannføringen for laks og ørret. Det vil si en manøvrering som øker overlevelsen av presmolt og avkastningen av voksen laks på elv, samtidig som dette ikke får konsekvenser for smoltutvandring.

For smolt kan følgende forventninger som følge av de to ulike manøvreringene fremsettes:

Alternativ 1.

- normal smoltutvandring og forløp
- vannføgingsstyrt smoltutvandring

Alternativ 2.

- endret og utjevnet smoltutvandring
- temperaturstyrt smoltutvandring

Studiene av smoltutvandring i Suldalslågen startet i 1993 (Pethon og Lillehammer 1995, Saltveit 1998). Det ble funnet en positiv sammenheng mellom økning i vannføring og utvandring, og at mesteparten av smolten gikk om natta (Saltveit 1998). Undersøkelse på smolt dekker ikke uregulert tilstand eller det som strengt tatt skulle være den normale situasjonen utvandringen ved de to alternative skulle sammenlignes mot. Suldalslågen er imidlertid i perioden 1993 til 1998 med unntak av i 1994 og 1995, blitt manøvrert tilnærmet lik manøvreringen etter Alternativ 1. I årene 1994 og 1995 er manøvreringen i mai noenlunde lik den som ble gjennomført etter Alternativ 2. Studier på smoltutvandring tidligere år (Pethon og Lillehammer 1995, Saltveit 1998) er derfor trukket inn i vurderingen av de to alternativene. 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).

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 k m².

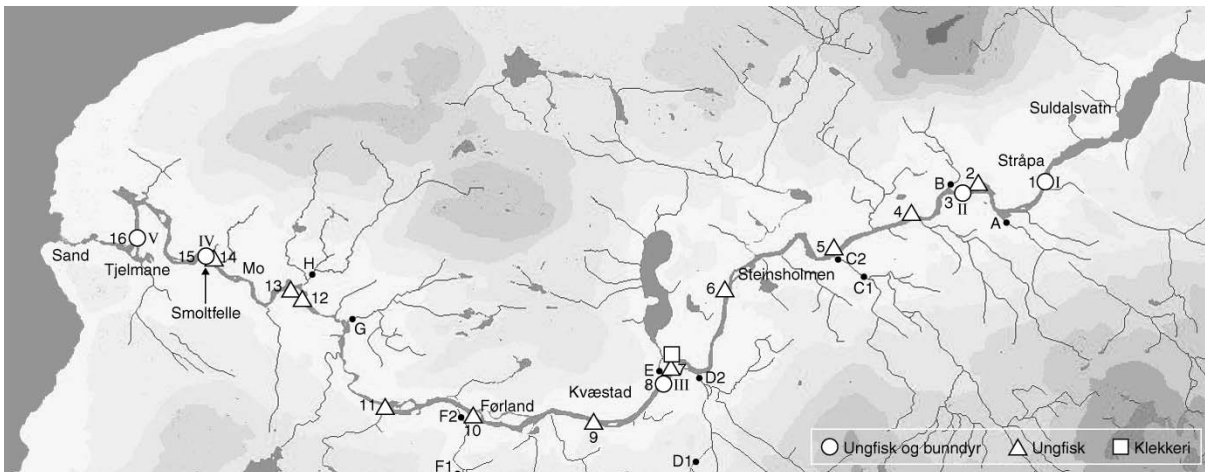


Fig. 1. Kart over Suldalslågen med lokalitet for plassering av smoltfelle avmerket.

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 nederst i Suldalslågen under de to undersøkte manøvreringsalternativene, 1998 til 2003, i den perioden smoltutvandringen er studert (1. april til 30. juni) er vist på Fig. 2. Generelt var vannføringen lav i april bortsett fra noen restfelts flommer enkelte år. Forskjellene i vannføring på våren mellom de to alternativene er tydelige. Økningene på våren i 2001, 2002 og 2003 langt mer beskjedne enn i de tre forutgående år (Fig. 2). Vannføringsforholdene i juni var også ulike for de to periodene, idet den i den siste perioden varierte rundt $50 \text{ m}^3/\text{s}$ og var stort sett alltid lavere enn i den første perioden. Det meste av smoltutvandringen var da over. Vanligvis ble undersøkelsene avsluttet ca. 10- 15. juni.

3.2 Vanntemperatur

Generelt var det ingen store forskjeller i temperatur mellom alternativene fram til ca. 1. mai, skjønt det i 2002 var en høyere vanntemperatur i april enn i de øvrige år (Fig. 3). Store forskjeller i april var heller ikke forventet, ettersom det da heller ikke var forskjeller i manøvreringen. De største forskjellene mellom årene og alternativene fremkom etter 1. mai, der Alternativ 2 hadde jevnt over høyere temperaturer i mai enn Alternativ 1. En reduksjon i vanntemperatur fremkommer ved økt vannføring i begynnelsen av mai. Dette gjaldt for alle år, men i perioden 2001 til 2003 økte vanntemperaturen raskere igjen og ble høyere etter vannføringsøkningen, både fordi flommene var mindre og av kortere varighet, og fordi vannføringen var lavere i mai i den siste perioden.

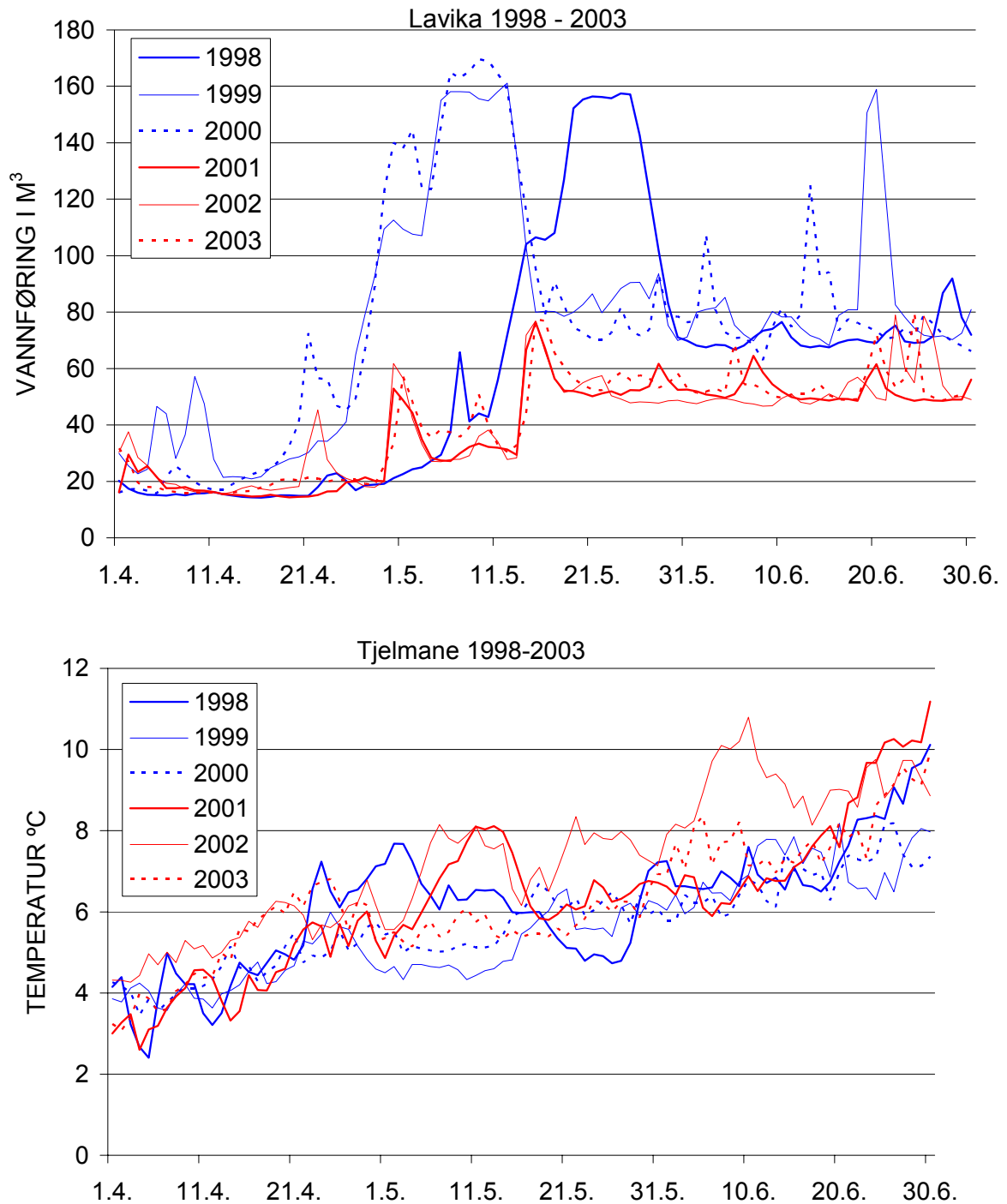


Fig. 2. Døgnmiddelvanføring og døgnmiddeltemperatur nederst i Suldalslågen i perioden 1. april til 30. juni 1998 til 2003. (Data fra NVE-Hydrologisk avdeling).

4. METODIKK

4.1 Smoltfelle

I perioden for studier av smoltutvandring i Suldalslågen, som strekker seg fra 1993 til 2003, er det benyttet to ulike smoltfeller (Saltveit 1998). I denne rapporten presenteres resultater fra 1998 til 2003 basert på smoltfelle plassert på den nye Litlehaga bru, ca. 2-3 km fra utløpet i

Sandsfjorden (Fig 1 og 3). Denne fella har vært benyttet siden 1996. Resultat fra perioden 1993 til 1997 er presentert tidligere (Pethon og Lillehammer 1994, Saltveit 1998, 2003). 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 veibunnen 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 perioden 1998 til 2003. Fella var bare ute av drift natt til 6. mai 1999, fordi et tre satte seg fast i åpningen. Første fangst dag var 1. april, mens siste fangst dag har variert noe i perioden og ble avsluttet hvis det ikke ble fanget fisk over en periode på en uke. Normalt ble fangsten avsluttet mellom 10. (i 2002) og 19. juni (i 2000 og 2001). I 1998 sto fella ute til 27. juli.

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) eller var merket for beregning av smoltproduksjon.

Det er antatt at fangst av smolt i feller gir en relativt god informasjon om mengden smolt som til ethvert tidspunkt vandrer (Hvidsten 1990). Dette forutsetter imidlertid at fangsteffektiviteten til en hver tid er lik, noe den ikke alltid var i Suldalslågen. Ved økende vannføring og flom ble fella fort fylt med kvister, greiner, mose og annet organisk materiale. Fella ble imidlertid tømt oftere ved slike situasjoner som imidlertid forekom sjelden. Til testing av forskjeller er t-test benyttet.

4.2 Smoltproduksjon

I 1999 ble det startet forsøk på å beregne totalt antall smolt som forlater Suldalslågen, smoltproduksjonen. Basert på størrelsen på villsmolt som fanges i fella, ble det på våren før utvandringen hadde startet merket lakseparr større enn 10 cm. Fangstmetode var elektrofiske. Fisket foregikk på begge sider av elva og i hele elvas lengde. Smolt fanget nedenfor fella, ble satt ut ovenfor. All fisk ble lengdemålt og smolten ble fargemerket med Alcian blå innvendig i nedre del av munnhule, tunge/underkjeve. Det er gjort forsøk for å se om denne merkemethoden økte fiskens dødelighet, noe som ikke var tilfelle (Saltveit *et al.* 2001). Gjenfangst ble gjort i smoltfella. Fisken som fanges i fella er aldersbestemt for å kunne relatere estimatene til de år smolten ble født. Produksjonen nedenfor fella inngår ikke i estimatet.

Metodikk og prosedyre slik skissert forutsetter at all merket fisk er smolt og at alle vandrer ut. Et langt sikrere estimat for smoltproduksjon oppnås ved å beregne antall smolt gjennom gjenfangst på elv, og etter utvandring beregne hvor mange som står igjen på elva. Det ble derfor foretatt en kontroll av mengde og lengdemålinger av merket fisk i august og september som ikke hadde vandret ut.

Ved beregning av antall smolt, smoltproduksjon, er følgende formel benyttet (Ricker 1975):

$N = (M+1)(C+1)/R+1$, der M er antall merket i elva, C er antall fanget i fella, R er antall merket gjenfanget i fella. Konfidensintervall, 95 %, er benyttet til å vurdere om det var signifikante forskjeller imellom år.



Fig. 3. Smoltfella som ble benyttet i Suldalslågen.

5. RESULTATER

5.1 Laks

I prøveperioden 1998 til 2003 har det vært en økning i antall vill smolt av laks fanget i smoltfella (Fig. 3). Antall smolt fanget i 1998 og 1999 var svært likt, 421 og 433, og antallet villsmolt er i disse årene på samme nivå som tidligere sammenlignbare år, dvs. fra og med 1996. Før 1996 ble det benyttet en annen felle. Det ble fanget få smolt i 2000, bare 266, og antall villsmolt var bare lavere enn dette i 1994. I 2001 ble det fanget 495 villsmolt, og dette var nesten dobbelt så mange som året før. Antall villsmolt fanget i 2001 tilsvarte det antall villsmolt som ble fanget i 1998 og 1999. I 2002 og 2003 økte fangstene av villsmolt betraktelig, og i disse to årene fanges det mer smolt enn tidligere. I 2002 var det 709 villsmolt i fella og antallet økte til hele 985 i 2003, som var det høyeste siden undersøkelsene startet.

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. I 1994 og 1995 var det en svak dominans av utsatt smolt, mens villsmolt hadde et svakt overtall i 1996, 1997 og 1998. Etter 1998 dominerte villsmolt i felle fangstene. Årsaken til at det fanges færre smolt fra utsetninger i de senere år, skyldes at det etter 1996 er satt ut et lavere antall fisk i selve vassdraget (Saltveit 2003), selv om nedgangen i antall utsatte énsomrige fisk til en viss grad er kompensert for gjennom utsetting av smolt i elva, fram til 2001.

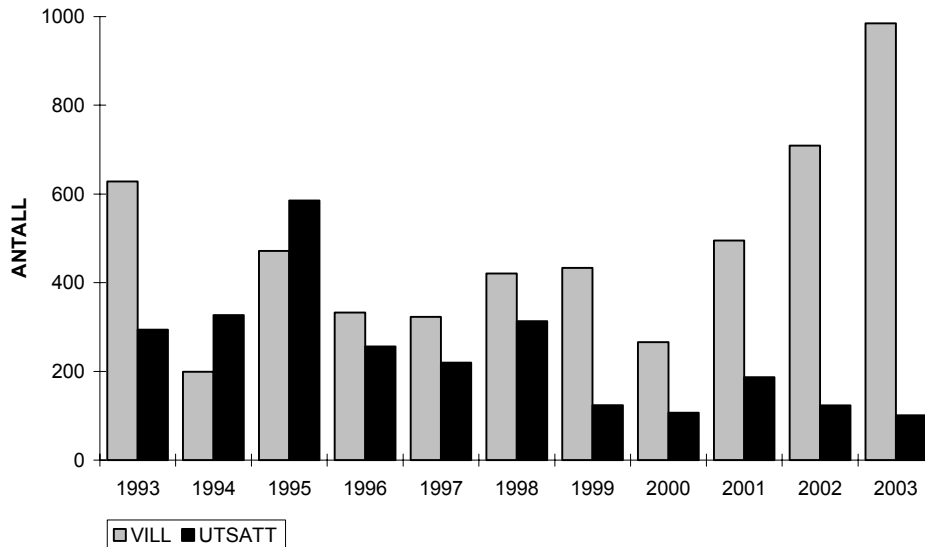


Fig. 4. Antall villsmolt og smolt fra utsatt fisk fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1993 til 2003.

5.1.1 Utvandring og vannføring

I 1998 ble første villsmolt registrert 20. april og siste 20. juni (Fig. 5). Utvandring i 1998 var mest konsentrert i perioden 25. april til 10. mai. I denne perioden økte vannføringen jevnt, men to topper, én liten på ca. $23 \text{ m}^3/\text{s}$ 25. april og én litt større på ca. $66 \text{ m}^3/\text{s}$ 8. mai, medførte økt utvandring av villsmolt, spesielt den siste flommen i mai. En senere økning i vannføring i mai ga topp i utvandring hos utsatt smolt i 1998. I 1999 ble de første smolt registrert 7. april, mens den siste ble fanget 8. juni (Fig. 5). Utvandringen til begge kategorier smolt var svært konsentrert til perioden 24. april til 5. mai, da vannføringen økte jevnt fra ca. 35 til $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Vannføringen økte senere ytterligere til ca. $160 \text{ m}^3/\text{s}$, uten at dette resulterte i økt utvandring av smolt. Det var en god samvariasjon i utvandring mellom vill og utsatt smolt i 1999. I 2000 ble villsmolt ble fanget fram til 10. juni (Fig. 5). Utvandringen var svært konsentrert til perioden 20. april til 1. mai, med to markerte topper. Den første toppen i utvandring sammenfalt med kulminasjonen av en jevn økning i vannføring til ca. $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Med en ny økning i vannføring, denne gang til ca. $150 \text{ m}^3/\text{s}$, kom det en ny kortvarig topp i smoltutvandringen. Etter ca. 1. mai var utvandringen liten og sporadisk, selv om det skjedde en ytterligere økning i vannføring. Smolt fra utsatt fisk hadde samme utvandringsmønster som vill smolt. For begge kategorier smolt var imidlertid antallet lavt (se Fig. 4).

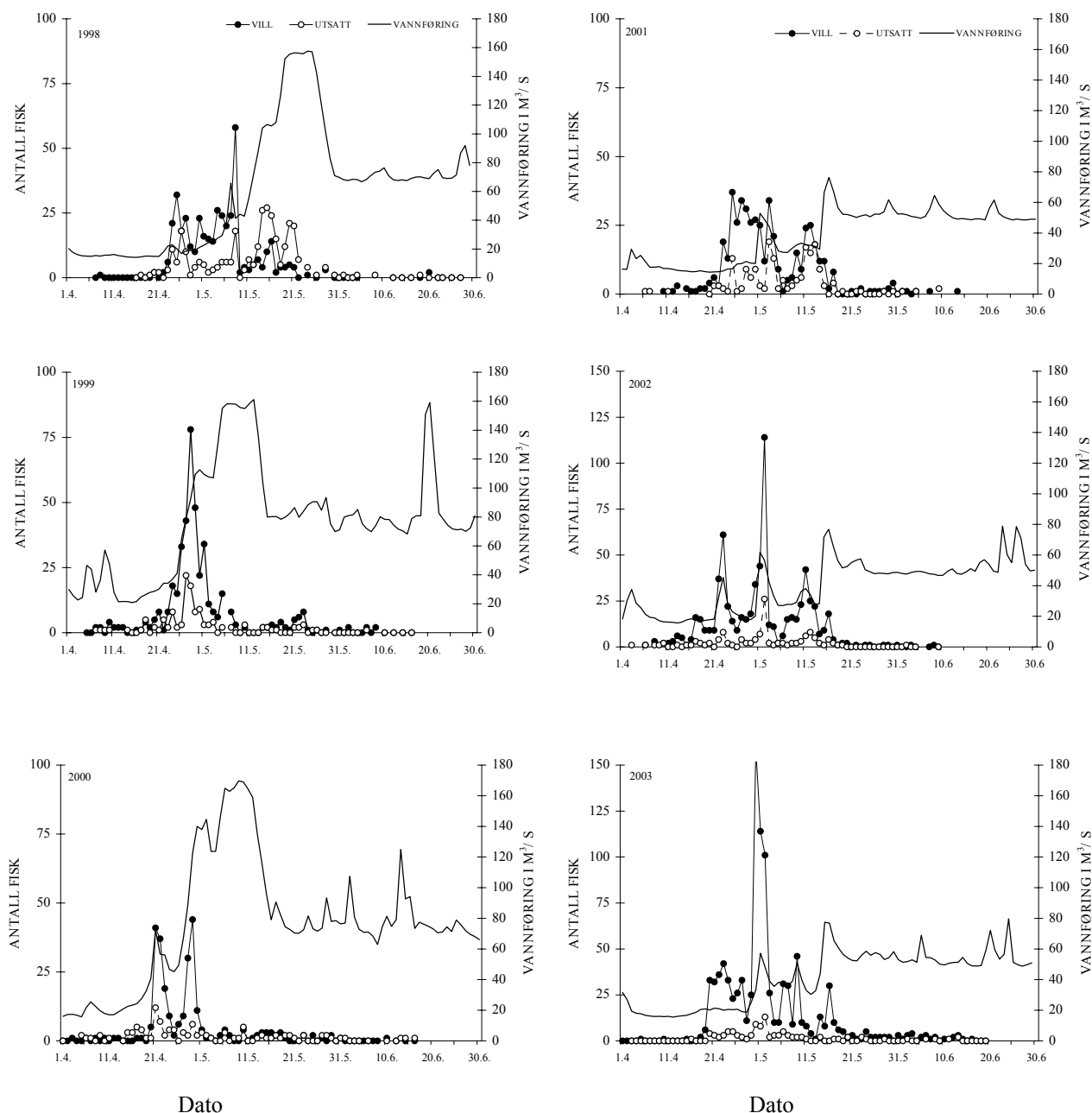


Fig. 5. Utvandring av smolt fra vill og utsatt laks fra Suldalslågen i ulike år i perioden 1998 til 2003 vist sammen med døgnmiddelvannføringen målt ved Lavika nederst i elva. Antall smolt hvert år fremgår av Fig. 4.

I 2001 ble første villsmolt registrert 10. april og siste 13. juni. Utvandringen skjedde hovedsakelig over en periode på 3.5 uker fra 23. april til 17. mai. Hos villsmolt kom den første toppen i utvandring *før* økningen i vannføring i begynnelsen av mai. Dette gjaldt også for den neste økningen i utvandring i midten av mai. Det meste av smolten hadde vandret ut før økningen i vannføring i midten av mai. Smolt fra utsatt fisk følger utvandringmønsteret til vill smolt. Den første villsmolt i 2002 ble registrert 6. april, og fanget fram til 2. juni (Fig. 5). Utvandringen til villsmolt og smolt fra utsatt fisk skjedde hovedsakelig fra 21. april til 16. mai. Tidsrommet for hovedutvandringen i 2002 var identisk med den i 2001. Smoltutvandringen varierte imidlertid mye i denne perioden, og det fremgår at det var en god samvariasjon

mellom utvandring og endringene i vannføring for begge kategorier smolt. Videre fremgår det av figuren at en vannføring på ca. $45 \text{ m}^3/\text{s}$ i slutten av april trigger den første toppen i utvandring i 2002 (Fig. 5), som kommer før økningen i vannføring i begynnelsen av mai. Det meste av smolten var ute av elva før økningen i vannføring i midten av mai, noe som også var tilfelle i 2001. Relativt mye villsmolt vandret ut i løpet av de siste 10 dagene i april 2003. Denne utvandringen fant sted uten synlig økning i døgnmiddelvannføringen. Noe tilsvarende fant sted også i slutten av april 2001. Det meste av smolten i 2003 vandret ut over en kort periode fra 30. april til 5. mai knyttet til en økning i middelvannføringen til $57 \text{ m}^3/\text{s}$. Vannføringsøkninger i første halvdel av mai ga små topper i smoltutvandring av vill smolt. Antall smolt fra utsatt fisk var lite, men utvandring følger samme mønster som hos vill smolt.

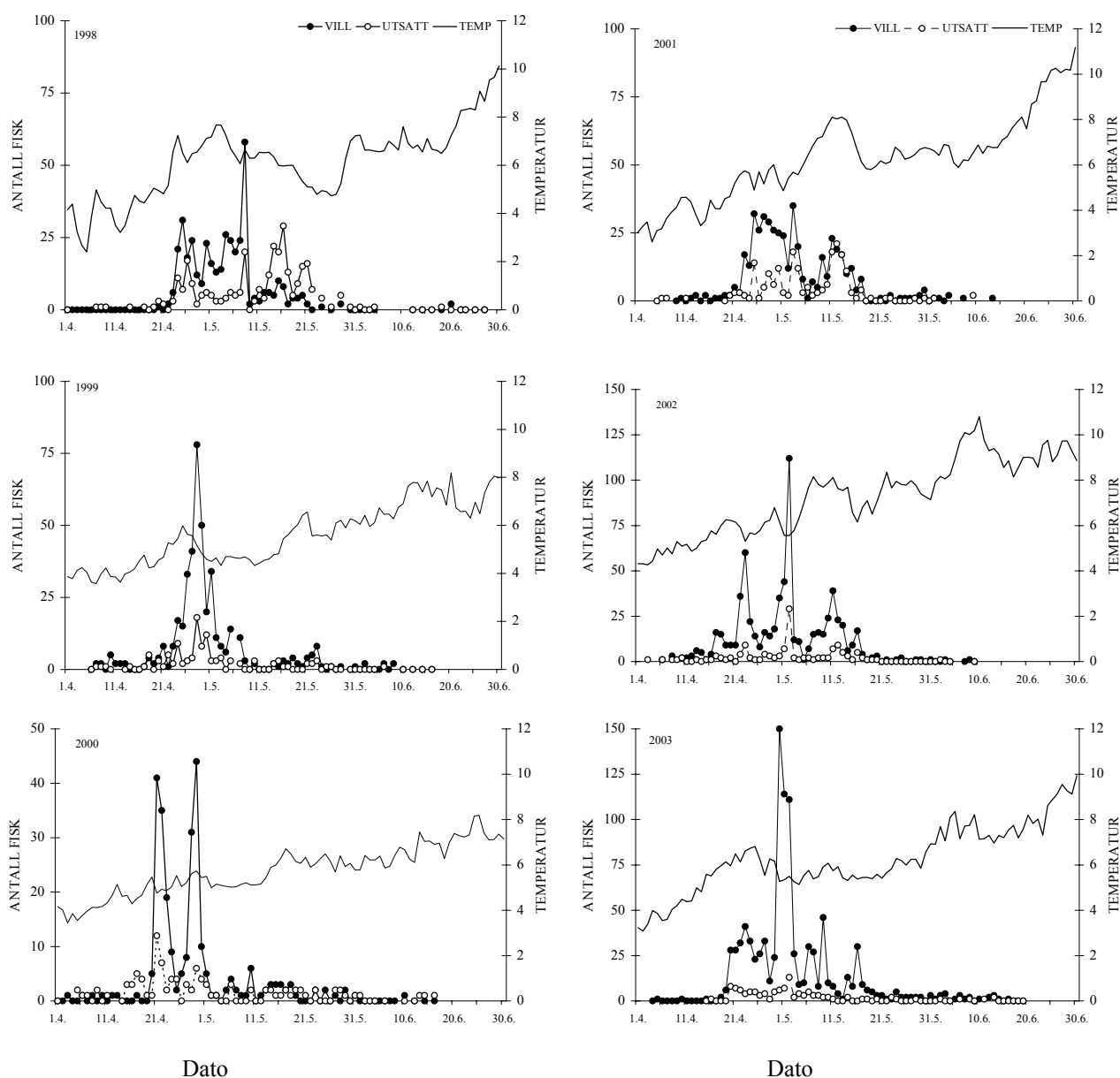


Fig. 6. Utvandring av smolt fra vill og utsatt laks fra Suldalslågen ulike år i perioden 1998 til 2003 vist sammen med døgnmiddeltemperaturen målt ved Tjelmane.

5.1.2 Utvandring og vanntemperatur

I begynnelsen av perioden for smoltutvandring i 1998, 1999 og 2000 økte temperaturen langsomt og gradvis fra ca. 4 °C til 7-8 °C (3. mai) (Fig. 6). Topp i utvandring i 1998 og 1999 kom imidlertid mens temperaturen var på vei ned, som følge av økning i vannføring (se Fig. 5). I hovedutvandringsperioden i 2000 var det ingen større endringer i vanntemperatur, som da var mellom ca. 5,0 og 5,5 °C (Fig. 6). Dette året falt også vanntemperaturen noe som følge av økt vannføring, men det meste av smolten hadde da vandret ut. Det var generelt relativt store forskjeller i vanntemperaturen mellom de ulike år, men forløpet i 2000 er svært likt det i 1999. Heller ikke før 1998 fremkom det et samsvar mellom endringer i temperatur og smoltutvandring (Saltveit 1998).

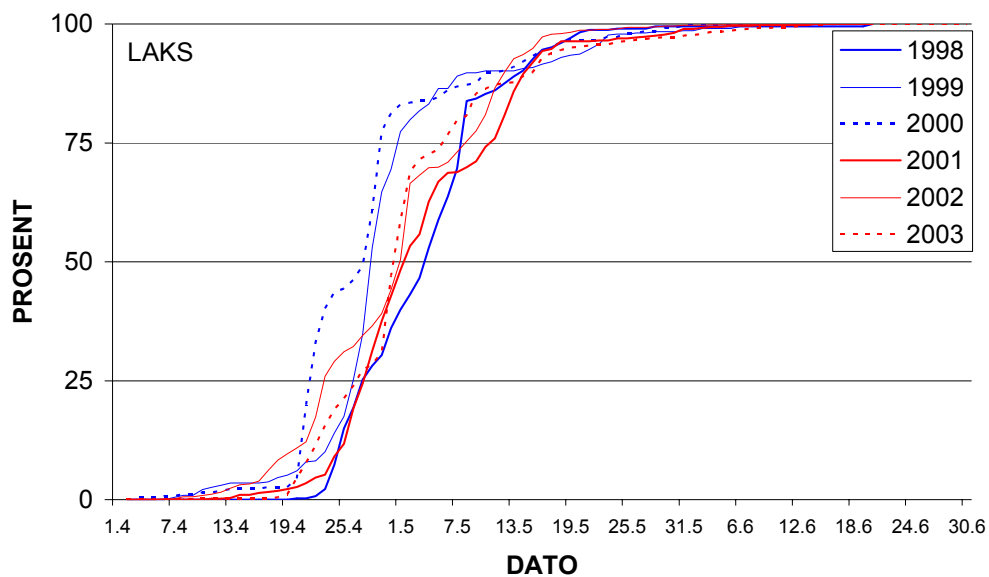
I perioden for smoltutvandringen i 2001 økte temperaturen gradvis fra ca. 3.5 til 6.8 °C, mens den i 2002 økte gradvis fra ca. 4.3 til 10.0 °C. I hovedutvandringsperioden var det begge disse år en endring i vanntemperatur fra ca. 5,7 og ca. 8.0 °C. Det var store variasjoner og temperaturen falt i forbindelse med vannføringsøkningene. Relativt mye villsmolt vandret ut i løpet av de siste 10 dagene i april 2003, en utvandring som fant sted uten synlig økning i vannføringen, men med en liten økning i temperatur fra ca. 6.0 til 6,8 °C. Under hovedutvandringen i 2003, 30. april til 5. mai, falt vanntemperaturen til 5,4 °C, knyttet til en svak økning i vannføring (se Fig 5).

5.1.3 Utvandringsforløp

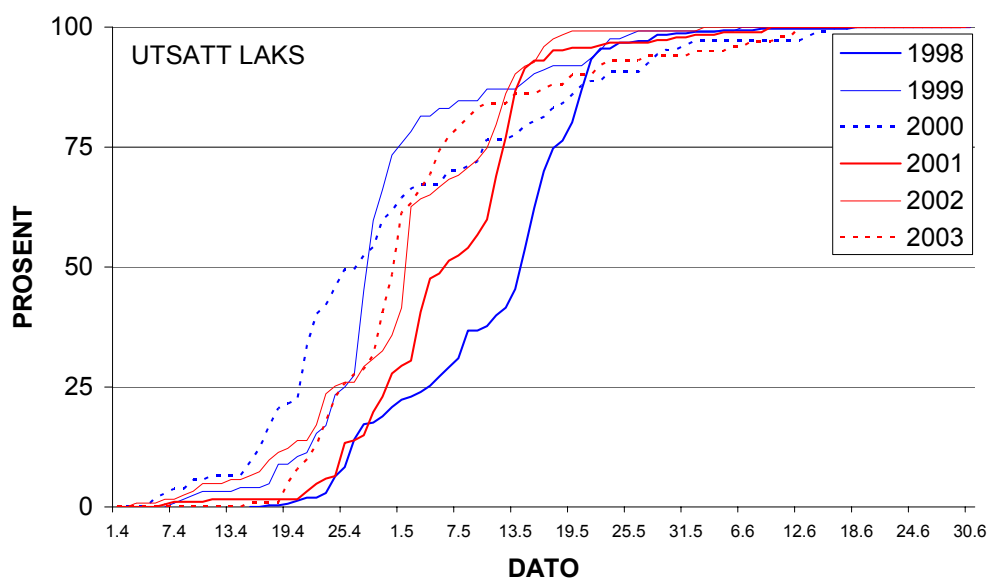
Hovedtyngden av villsmolten vandret ut over en kort tidsperiode alle år i perioden 1998 til 2003, men det registreres visse forskjeller i tidspunkt for denne perioden, idet tidspunktet for når henholdsvis 50 % og 75 % av den smolten som totalt vandrer ut har forlatt elva er forskjøvet ca. en uke ut i tid i 2001-2003 sammenlignet med 1998 til 2000. Unntaket er 1998 da utvandringsforløpet var likt det i den siste prøveperioden, 2001-2003 (Fig. 7). I 1998 hadde 50 % vandret ut 4. mai, mens 50 % av smolten 1999 og 2000 hadde vandret ut enda tidligere, henholdsvis 28. og 26. april, mens ca. 75 % var ute henholdsvis 1. mai og 29. april disse to årene.

I 2001 var 50 % av smolten ute 1. mai, mens 75 % hadde vandret ut 10. mai. Utvandringen av smolt i 2001 var altså senere og noe langsommere enn i 2000 (Fig. 7). Utvandringsforløpet i 2002 skilte seg lite fra forløpet i 2001 og var også noe senere enn i 1999 og 2000.

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). I 1998 var det imidlertid relativt store forskjeller i utvandringsforløp mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk. Av villsmolten hadde 50 % vandret ut allerede 4. mai, mens 50 % av smolten fra utsatt fisk var ute 14. mai. Det var små forskjeller i utvandringsforløp mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk i 1999 og 2000. Hovedtyngden av begge kategorier smolt vandret over en kort tidsperiode. Begge kategorier smolt startet utvandringen samtidig, og for begge kategorier hadde 50 % begge år vandret ut i slutten av april. Utvandringen til villsmolt var imidlertid noe mer konsentrert i 2000. I 2001 var det igjen visse forskjeller i utvandringsforløp mellom villsmolt og smolt fra utsatt fisk (Fig. 7 og 8). Utvandringen til villsmolt var noe mer konsentrert og raskere enn den til utsatt smolt, der 50 % var ute en uke senere. I 2002 og 2003 var det ingen forskjeller i utvandringsforløp mellom de to kategoriene.



Figur 7. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandring av vill smolt av laks fra Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Farge indikerer de to ulike prøvereglement.



Figur 8. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandring av smolt fra utsatt laks fra Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Farge indikerer de to ulike prøvereglement.

Utvandringen av utsatt smolt var, med unntak av i 1999, mindre konsentrert enn utvandringen til vill smolt, og bare visse forskjeller i tidspunkt mellom de to periodene registreres her. Generelt var utvandringen i 1999 og 2000 (periode med stor kunstig vårflom) raskere enn i perioden uten stor vannføring på våren, 2001 til 2003. Tidspunktet for når 50 % av den utsatte smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva var forskyvet ca. 3 til 10 dager ut i tid i 2001 til 2003 sammenlignet med 1998 til 2000. I 1998 var imidlertid utvandringsforløpet langt langsommere enn i de øvrige år (Fig. 8). I 1998 hadde 50 % vandret ut først 14. mai. Det registreres store, men ikke entydige variasjoner mellom år for når 75 % av den smolten som vandret ut hadde forlatt elva.

5.1.4 Smoltproduksjon

Fra og med 1999 er det foretatt en beregning av antall smolt som hvert år vandrer ut av Suldalslågen basert på merking/gjenfangst; smoltproduksjonen. Smolt som ble merket i elva hvert år var mellom 100 og ca. 160 mm, med en gjennomsnittslengde som varierte fra 116,9 mm i 2003 til 119,8 mm i 2000 (Tabell 1). Det var ingen statistisk signifikant forskjell i gjennomsnittslengde på den smolt som ble merket i elva ulike år. Smolt gjenfanget i fella hadde en noe høyere gjennomsnittslengde, varierende fra 122,0 mm i 2000 til 122,8 mm i 1999. Mellom disse og de merket på elva før utvandring, var det heller ikke statistisk signifikant forskjeller i lengde innen de ulike år. Antall gjenfanget merket fisk i fella varierte fra 5 i 2001 til 17 i 2003.

I 1999 og 2000 beregnes det en smoltproduksjon på noe over 30.000 smolt, mens estimatene for 2001 og 2002 var langt høyere, ca. 51.000 smolt (Tabell 1, Fig. 9). Beregnet smoltproduksjon var noe lavere i 2003, ca. 43.500 smolt. Selv om det ikke var statistisk signifikante forskjeller i estimatene mellom år (overlapp i konfidensintervall), indikerer resultatene økt produksjon av vill smolt i Suldalslågen i perioden, spesielt i de tre siste år med lave kunstige flommer på våren (Tabell 1), noe som også økningen av de årlige fangstene antyder (Fig. 4).

Tabell 1. Antall vill presmolt merket, antall kontrollert i smoltfella, antall merket fisk gjenfanget og estimat med 95 % K.I. for smoltantall som vandrer ut av Suldalslågen ulike år.

ÅR	MERKET (N) OG LENGDE (mm) i elva	KONTROLL (N) OG LENGDE (mm) i fella	GJENFANGST (N) i fella	ESTIMAT	95 % K.I. NEDRE, ØVRE
1999	696 (119,7)	433 (122,8)	8	33.611	18.006, 68.750
2000	984 (119,8)	266 (122,0)	7	32.874	17.078, 69.209
2001	613 (117,3)	495 (122,6)	5	50.757	23.980, 117.132
2002	581 (119,5)	709 (122,4)	7	51.652	26.832, 108.742
2003	794 (116,9)	985 (121,5)	17	43.548	27797, 71.915

Estimatene er sannsynligvis noe høye, noe som skyldes at ikke all fisk som merkes forlot elva samme år. Det ble på høsten i 1999 og 2000 gjenfanget to fisk som var blåmerket, mens det senere ikke er funnet noen. Grunnet få gjenfangster på elv, ble det ikke gjort forsøk på å korrigere estimatene for dette. Et høyt estimat skyldes imidlertid ikke "merketap".

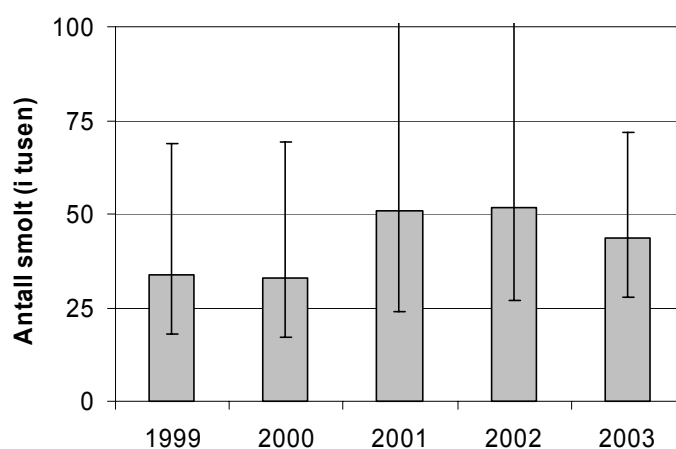


Fig. 9. Antall villsmolt beregnet produsert i Suldalslågen basert på merking/gjenfangst ulike år i perioden 1999 til 2003. Avvik er oppgitt som 95 % K.I.

Estimatene er basert på relativt lave gjenfangster, unntatt av i 2003 (Tabell 1). Dette gir en gjenfangstprosent på 1,15, 0,71, 0,82, 1,2 og 2,1 for henholdsvis 1999, 2000, 2001, 2002 og 2003. Gjenfangstprosenten tilsvarer imidlertid den som for eksempel er i Orkla (Hvidsten, pers.medd.). Lav gjenfangst gir usikre estimat (stor varians). Sikrere estimat for smoltmengde oppnås ved å øke antall smolt som merkes eller ved større gjenfangster, som i 2003.

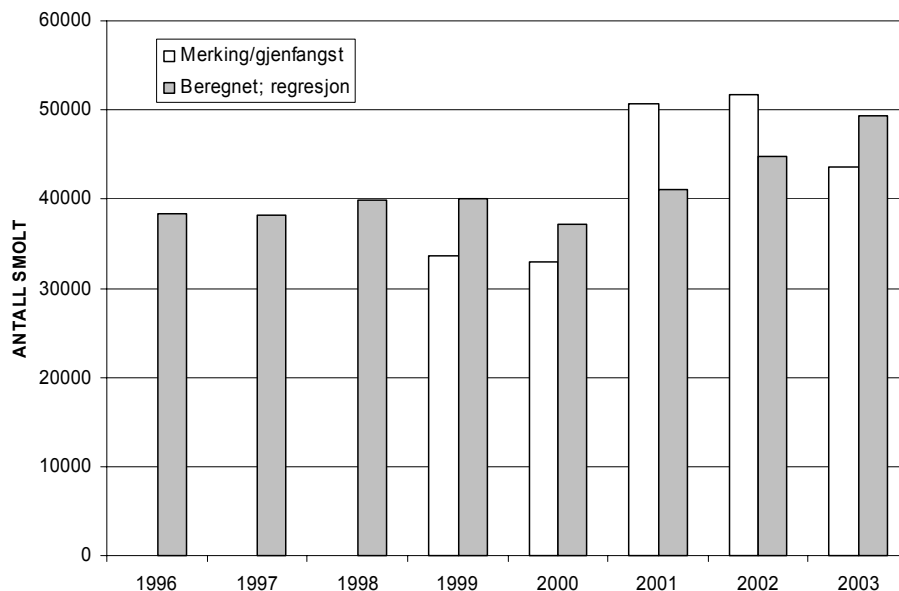


Fig. 10. Beregnet smoltproduksjon i Suldalslågen basert på merking gjenfangst og på regresjon.

Det var en positiv, men ikke statistisk signifikant ($r^2 = 0.2737$; $p = 0.367$) sammenheng mellom beregnet smoltproduksjon og antall smolt i fella. Regresjonen gir følgende formel for beregning av smoltproduksjon basert på antall i fella for de år produksjonen ikke er beregnet basert på merking gjenfangst; $\text{smoltproduksjon} = 16,984(\text{antall i fella}) + 32678$. For å gi et anslag for smoltproduksjonen for en lengre periode enn det foreligger beregninger for, er denne ikke signifikante regresjonen til å estimere smoltproduksjonen fra fellefangstene tilbake til 1996 benyttet (samme felletype).

Resultatene av disse beregningene indikerte en relativt stabil produksjon fram til 2000, men som antydte av fellefangstene lavere produksjon i 1996, 1997 og 2000 (Fig 10). Den økte smoltproduksjonen etter 2000 fremkommer, om enn ikke så tydelig for 2001 og 2002. I 2003 var beregnet smoltproduksjon basert på regresjon høyere enn den som ble beregnet basert på merking gjenfangst, og også høyere enn den regresjonsberegnete produksjonen i 2001 og 2002. Den regresjonsberegnete smoltproduksjonen sannsynliggjør en økt produksjon etter 2001.

5.1.5 Alderssammensetning, smoltalder og vekst

Høyest smoltalder beregnes for årene 1995 til 1997, altså før selve prøveperioden (Fig. 11). Dette skyldes en dominans av 4 år gammel fisk. I 1998 var villsmolt dominert av 3 og 4 år gammel fisk, mens 3 år gammel smolt fullstendig dominerte sammensetningen i 1999 (Fig. 11). Innslaget av 2 og 4 år gammel smolt var omtrent det samme begge disse årene. I 2000 var villsmolt dominert av 3 år gammel fisk, men med et relativt stort innslag av 4-årig smolt (Fig. 11). Ingen villsmolt var eldre, men det ble funnet en økt andel fisk med to vekstsesonger.

I 2001 dominerte tre år gammel fisk smoltsammensetningen, og denne årsklassen utgjorde mer enn 80 % av smolten dette året. Tre år gammel fisk dominerte også i 2002, men innslaget av andre årsklasser var større, der 4-årig og 2-årig smolt utgjorde henholdsvis ca. 20 og 17 %. Et fåtall villsmolt var femårige smolt. I 2003 økte andelen 2-årig smolt betraktelig, og denne årsklassen utgjorde da nær 30 % av materialet dette året, mens 60 % var 3-årig smolt. Det store innslaget av yngre villsmolt og økt andel av 2-årig smolt gjør at gjennomsnittlig smoltalder var lav dette året. Smoltalderen reduseres fra 3,5 år i 1998 til 2,8 år i 2003 (Fig. 13). Lavere smoltalder i de senere år kan være et resultat av økt vekst hos ungfisk og at de derved oppnår smoltstørrelse ved lavere alder.

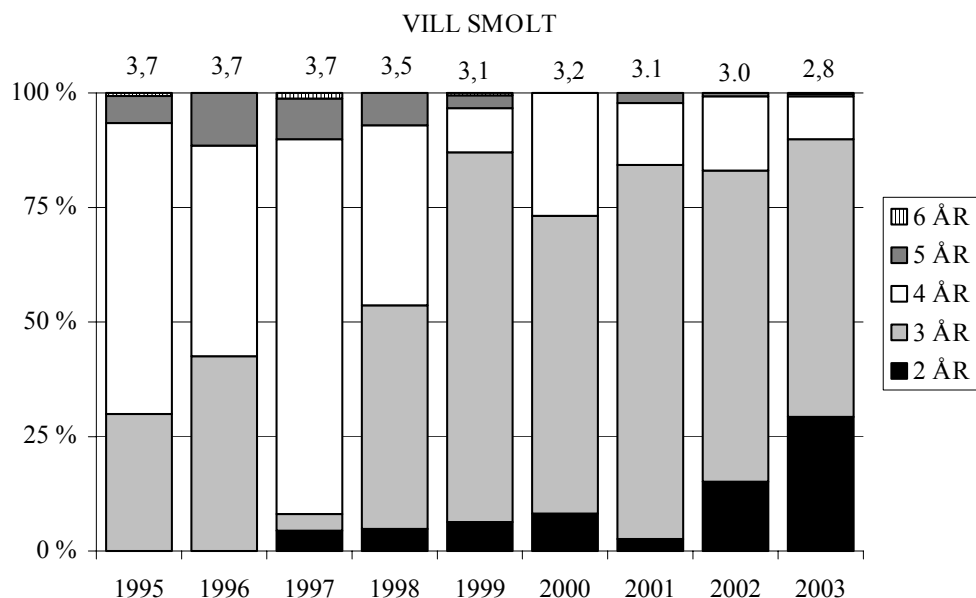


Fig. 11. Prosentvis alderssammensetning av villsmolt fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1995 til 2003.

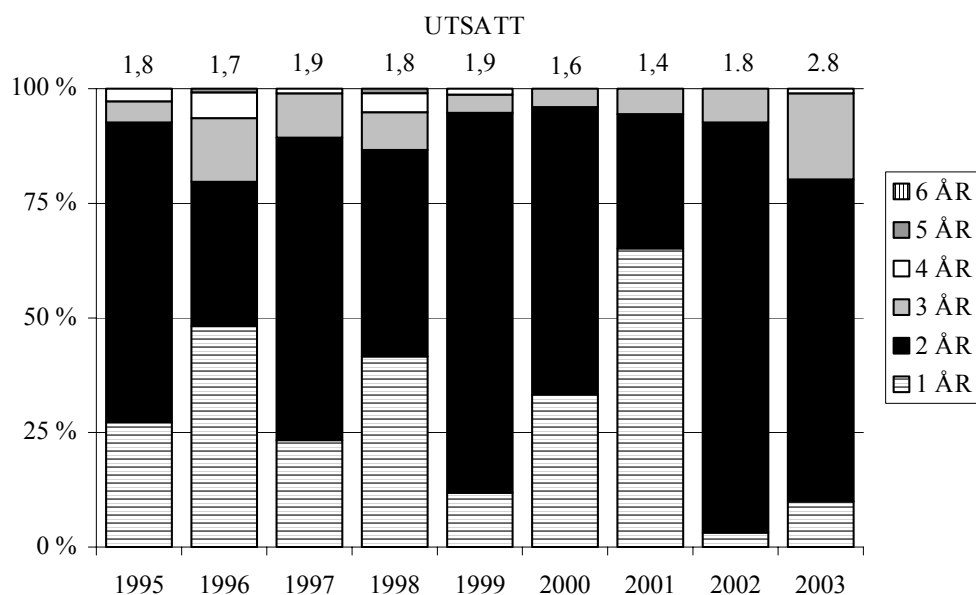


Fig. 12. Prosentvis alderssammensetning av smolt fra utsatt fisk fanget i smoltfelle i Suldalslågen i 1995 til 2003.

Alderssammensetningen av smolt fra utsatt fisk var hele perioden 1998 til 2003 dominert av ett og to-årig smolt (Fig.12). Ett årig smolt utgjorde de største andeler i 2001. I 2002 og 2003 var det et langt større innslag av to årig smolt enn tidligere år, kanskje med unntak av i 1999. Andelen eldre smolt er generelt lite, med unntak av i 2003, da det var et større innslag av 3-årig smolt enn tidligere (Fig.12). Hos smolt fra utsatt fisk fremkommer ingen endringer i alderssammensetning som kan tilskrives endret manøvrering.

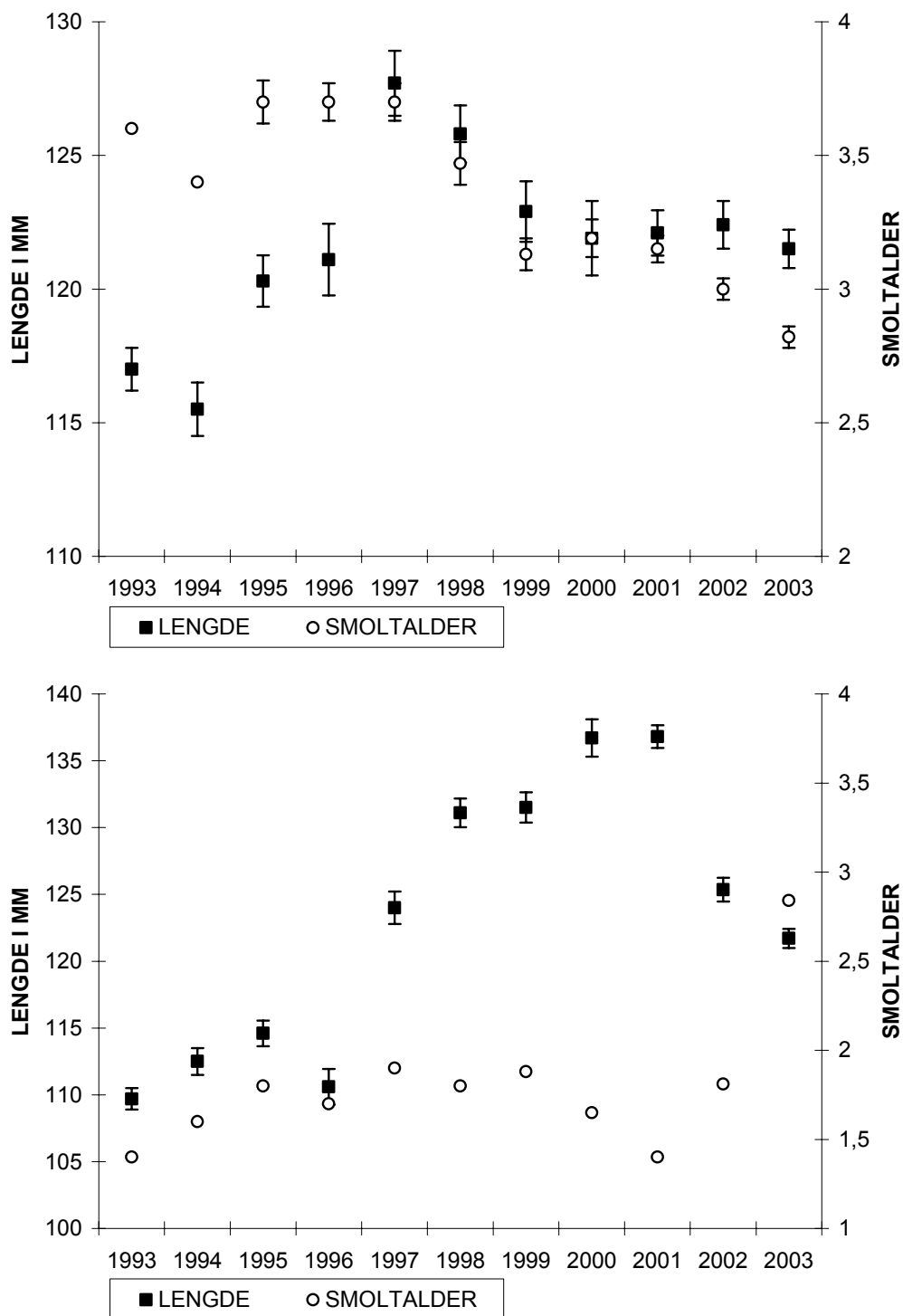


Fig. 13. Gjennomsnittslengde og gjennomsnittlig smoltalder ulike år av villsmolt (øverst) og hos smolt fra utsatt laks (nederst) fanget i smoltfella i Suldalslågen i perioden 1993 til 2003. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I. Data fra 1993, 1994 og 1995 er hentet fra Pethon og Lillehammer (1995).

Fram til 1996 varierte gjennomsnittslengden til villsmolten mellom 115 og 121 mm (Fig. 13). Lav gjennomsnittslengde i 1993 og 1994 kan skyldes at det inngår fisk i materialet som ikke var smolt. Fra 1997 og fram til 2000 dokumenteres en gradvis reduksjon i gjennomsnittslengden. Gjennomsnittslengden til smolt fanget i 1998 er lavere enn i 1997, men ikke statistisk signifikant forskjellig. Fra 1998 til 1999 dokumenteres en statistisk signifikant ($p < 0,05$) reduksjon i gjennomsnittslengden, mens det deretter ikke er statistisk signifikante forskjeller i lengde. Økt vanntemperatur som følge av endret manøvrering fra 2001 gir derfor ikke økt smoltlengde. Imidlertid dokumenteres en betydelig nedgang i gjennomsnittlig smoltalder i perioden 1998 til 2003 (Fig. 12). Spesielt var denne lav fra 1999 og i 2002 og 2003 var smoltalder statistisk signifikant lavere enn tidligere år. Dette skyldes at økt vekst hos presmolt fører til at fisk smoltifiserer ved lavere alder.

Fram til 1996 varierte gjennomsnittslengden til smolten fra den utsatte fisken mellom 110 og 115 mm (Fig. 13), og var statistisk signifikant ($p < 0,05$) mindre gjennomsnittslengden til villsmolten i samme periode. I 1997 var det en betydelig økning i gjennomsnittslengden til smolt fra utsatt fisk, men den var fremdeles mindre enn villsmolten dette året, henholdsvis 124 og 128 mm. Fra 1998 til 2001 har smolt fra utsatt fisk vært statistisk signifikant ($p < 0,05$) lengre enn villsmolt. I 2000 og 2001 var det betydelige forskjeller. Økningen i størrelsen til smolten fra den utsatte fisken, skyldes at det ble satt betydelige mengder anleggsproduisert smolt i elva. I 2002 og 2003 er det ingen statistisk signifikant forskjell i størrelse mellom vill og utsatt smolt (Fig 12 og 13). Økt smoltalder i 2002 og spesielt i 2003 skyldes at det i 2001 og 2002 ble satt ut få ensomrige laksunger, og at fisk fra tidligere utsetting får en relativt større betydning i alderssammensetningen og for gjennomsnittlig smoltalder. Endringen skyldes ikke forskjeller i manøvrering.

5.1.6 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. 14). 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 og 2001 har mange smolt som smoltifiserte allerede etter to år på elv. Dette er antall smolt og ikke produksjon. Tilbakeberegningen støtter imidlertid at antagelsen om at økt smoltproduksjon de tre siste år skyldes bedre vekst hos ungfisk. Det må gjøres oppmerksom på at årsklassene 1999 til 2001 mangler smoltårganger.

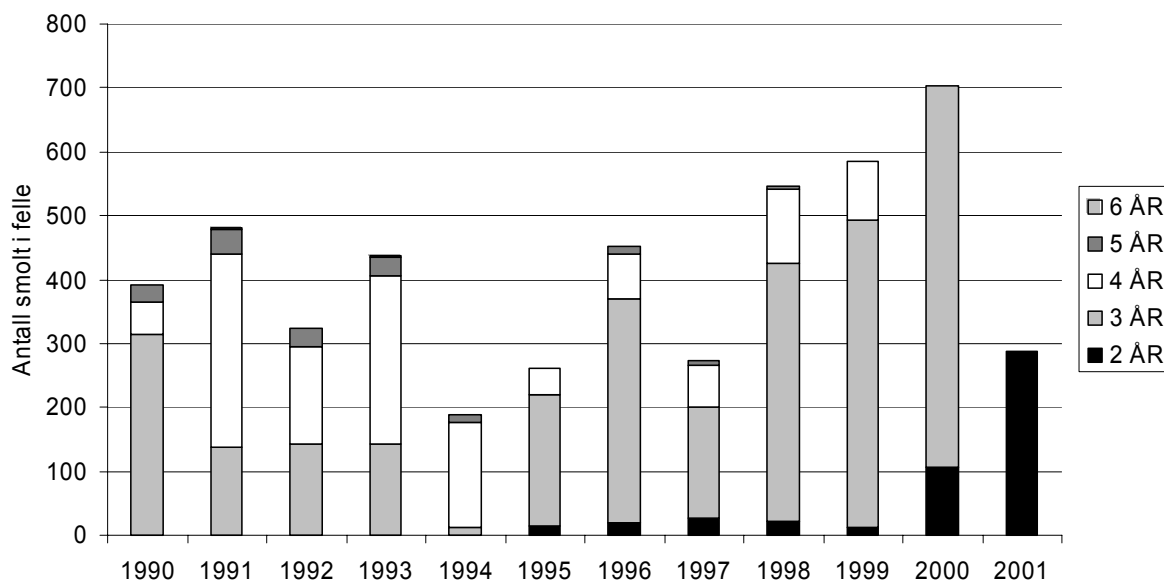


Fig. 14. Akkumulert fangst av hver kohort som smolt i smoltfella i Suldalslågen.

5.2 Ørret

Antall ørret som fanges i fella hvert år var lavt i forhold til antall laks (Fig. 15). Fram til 2002 var antallet stabilt og varierte mellom 86 i 1997 til 131 i 1998. I 2002 økte fangsttallet til 244. Antall ørret i fella i 2003 var noe lavere, men 155 fisk var også noe høyere enn tidligere år. Som for laks fant det også for ørret det sted en økning i antall smolt i 2002 og 2003.

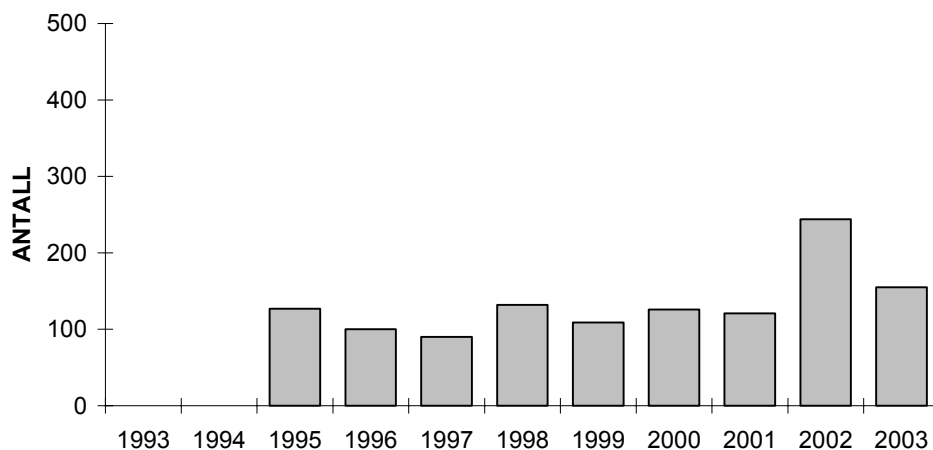


Fig. 15. Antall smolt fra ørret fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 til 2003.

5.2.1 Utvandring og vannføring

Antall smolt av ørret som fanges i fella var langt lavere enn antall smolt av laks (ovenfor). Generelt dokumenteres en meget klar sammenheng mellom økning i vannføring og utvandring (Fig. 16). I 1998 vandret smolt av ørret ut over en periode på en måned, fra 23. april til 25. mai. Topper i utvandring knyttes til økning i vannføring, den første 24. april, deretter 8. mai og 15. til

21. mai. I 1999 var utvandringen konsentrert omkring perioden 25. april til 5. mai, knyttet til økningen i vannføring som da fant sted. Ørret ble imidlertid fanget i fella fra begynnelsen av april til begynnelsen av juni. Også i 2000 var de to toppene i utvandring som da dokumenteres sterkt knyttet til økninger i vannføring, den første 21. til 25. april, den andre 27. april til 3. mai. Ørret registreres fram til 15. juni.

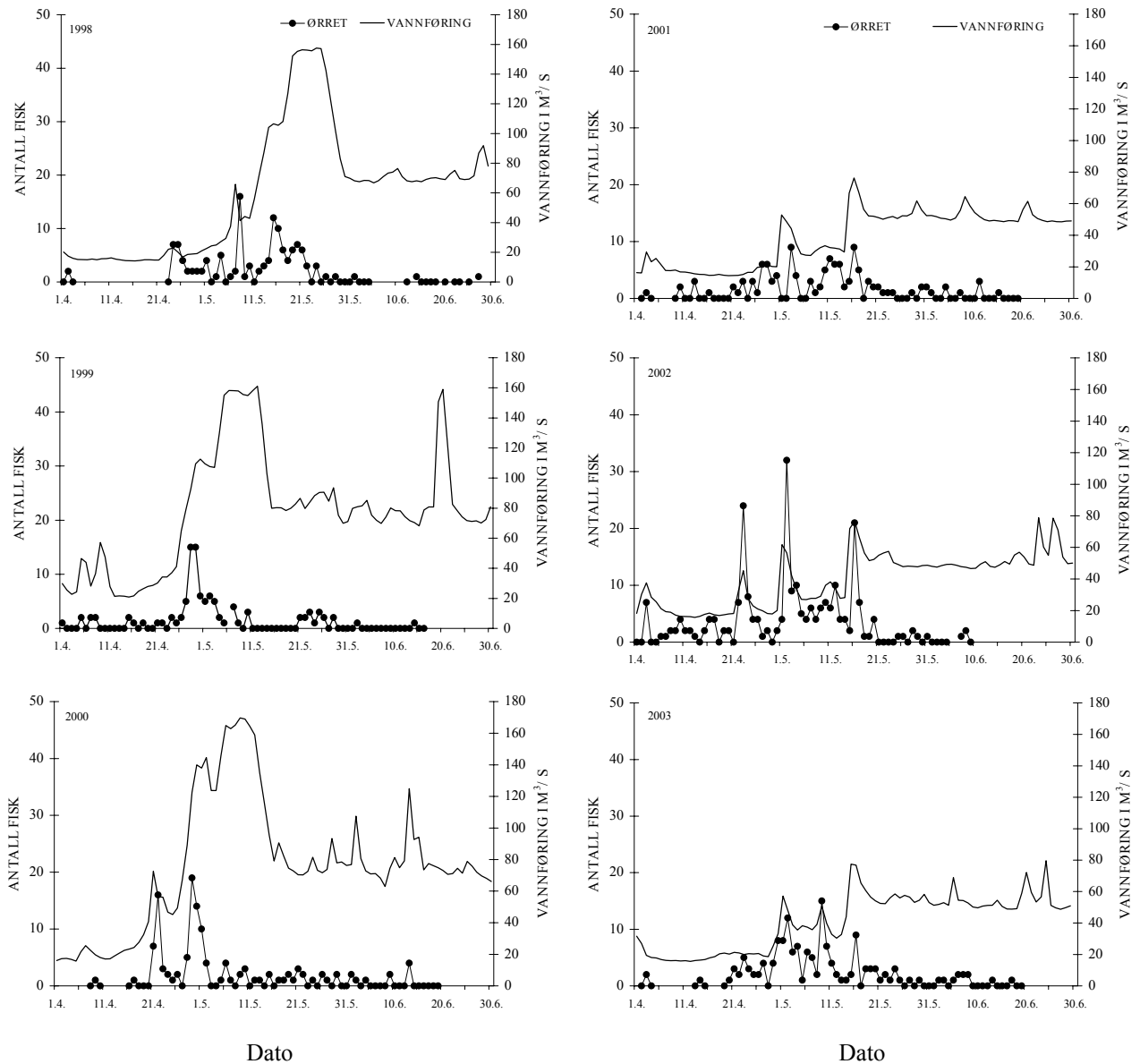


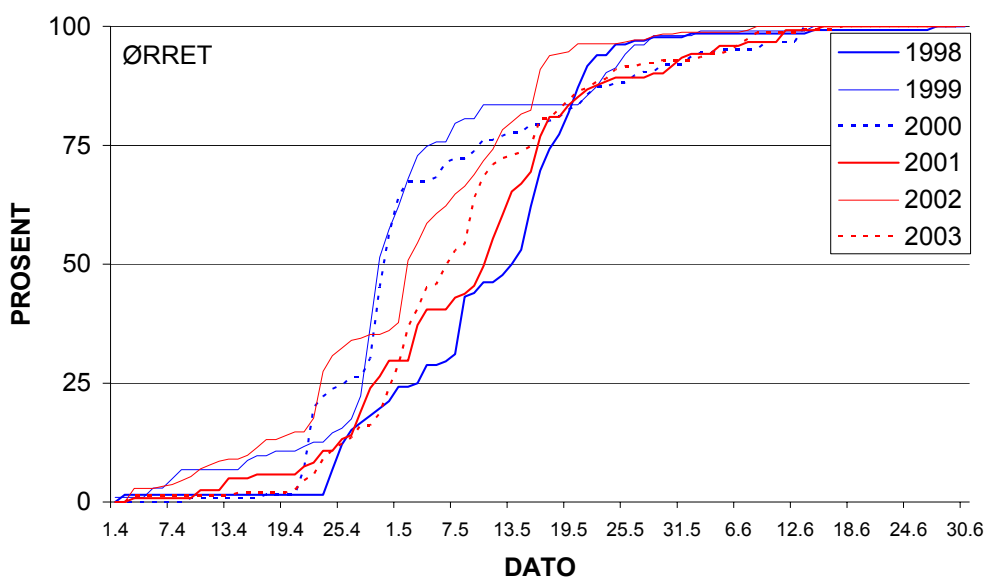
Fig. 16. Utvandring av smolt av ørret fra Suldalslågen i ulike år i perioden 1998 til 2003 vist sammen med døgnmiddelvannføringen målt ved Tjelmane.

I 2001 ble de første smolt av ørret fanget i begynnelsen av april, men utvandringen var konsentrert omkring perioden 20. april til 20. mai (Fig. 16). Både økning i vannføring 1. mai og 15. mai gir toppen i utvandring, men en topp i utvandring i slutten av april kan ikke relateres til tilsvarende økning i vannføring. I 2002 gikk det ut langt mer ørret smolt enn tidligere år og utvandringen strakk seg også over en lengre periode, selv om konsentrasjonen i utvandring

fant sted fra ca. 20. april til 20. mai. Topper i utvandring synes klart korrelert med økningene i vannføring, der den første registreres allerede 3. april. Deretter dokumenteres topper i utvandring 23. april, 2. og 16. mai. Utvandringen i 2003 var også konsentrert omkring perioden 20. april til 20. mai, men med topper i utvandring 30. april til 4. mai og 8. til 12. mai, og 15. til 17. mai, knyttet til de økninger i vannføring som fant sted henholdsvis 1., 9. og 15. mai (Fig. 16).

5.2.2 Utvandningsforløp

Hovedtyngden av ørretsmolten vandret ut over en kort tidsperiode alle år i perioden 1998 til 2003, generelt sett fra 20. april til 20. mai (Fig. 17). Som for laks registreres det forskjeller i tidspunkt for denne perioden. Tidspunktet for når 50 % av den smolten som totalt vandret ut hadde forlatt elva i 2001 til 2003 var forskyvet minst ca. en uke ut i tid sammenlignet med 1999 og 2000. Utvandringen i 1998 var svært lik utvandringen i 2001.



Figur 17. Kumulativ prosentvis fordeling av utvandring av smolt av ørret fra Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Farge indikerer de to ulike prøvereglementene.

5.2.3 Alderssammensetning, smoltalder og vekst

Generelt har det vært små endringer i alderssammensetning hos ørret smolt i prøveperioden 1998 til 2003, unntatt i 2002 og 2003 (Fig. 18). I 1995 og 1996 dominerte av 3 og 4 år gammel fisk alderssammensetningen, mens 3 år gammel smolt fullstendig dominerte sammensetningen fra 1997. Det var ikke store endringer i alderssammensetning av smolt hos ørret fram til 2002 (Fig. 18). I 2002 økte andelen 2-årig smolt, som da utgjorde 25 % av smolten. I 2003 økte denne aldersgruppen sin andel ytterligere, samtidig som andelen 4-årig smolt gikk ned. Andelen 4 år gammel smolt har også variert noe i forsøksperioden 1998 til 2003. Andelen var størst i 1999 og 2001, men minst i 2003 og 2000. Få smolt av ørret var fem og seks år gamle.

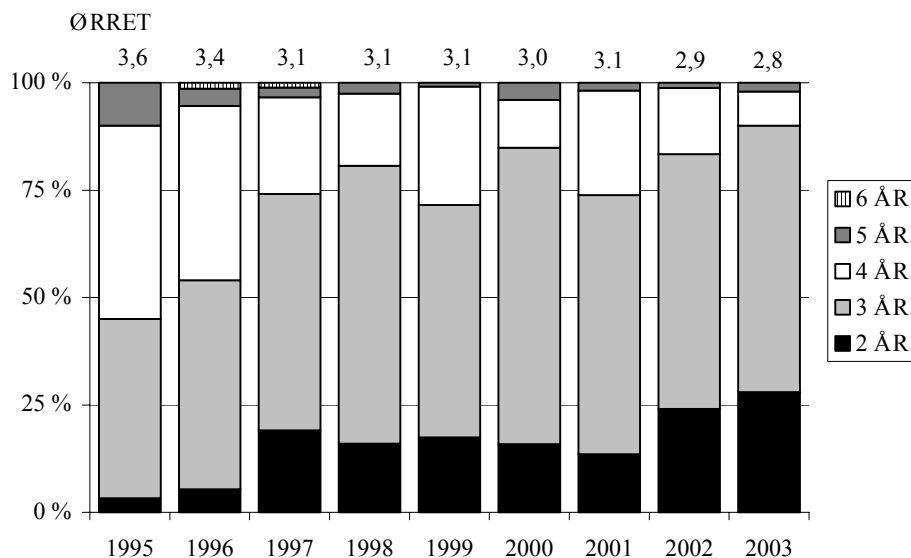


Fig. 18. Prosentvis alderssammensetning av smolt av ørret fanget i smoltfelle i Suldalslågen i perioden 1995 til 2003.

Små endringer var også det generelle inntrykk hva angår gjennomsnittslengde og smoltalder (Fig. 19). Gjennomsnittslengden varierte noe, men det var ikke signifikante forskjeller mellom år i prøveperioden 1998 til 2003. Gjennomsnittslengden var størst i 2000 og minst i 1998. Gjennomsnittlig smoltalder var høyest i 1995 og 1996, 3,6 og 3,4 år. Det var imidlertid en tendens til redusert smoltalder. Smoltalderen var nokså stabil, mellom 3,1 og 3,0 år, i prøveperioden fram til 2002, men avtok til 2,9 år i 2002 og ytterligere til 2,8 år i 2003. Den største nedgangen i smoltalder fant sted fra 1996 til 1997.

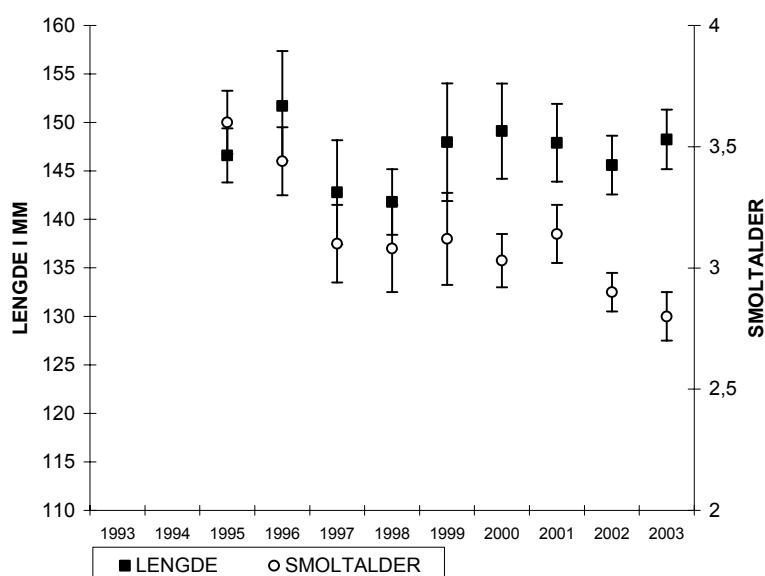


Fig. 19. Gjennomsnittslengde og smoltalder ulike år av smolt av ørret fanget i smoltfella i Suldalslågen i perioden 1995 til 2003. Data på ørret foreligger ikke fra 1993 og 1994.

6. KOMMENTARER

6.1 Smoltutvandring

Smoltutvandringen hos laks i Norge skjer i løpet av en svært kort periode på våren. Smoltutvandringen starter tidligst i Sør-Norge og skjer gradvis senere med økende breddegrad. Smolt må nå havet på et tidspunkt som er optimalt for overlevelse og fødeopptak og det er antydnet en sjøtemperatur på omlag 8-9⁰ C (Heggberget *et al.* 1993, Hvidsten *et al.* 1998). Gunstige strømforhold i fjorden (ferskvannsstrøm, tidevannsstrøm og vind ut fjorden) ser ut til å gjøre at smolten kommer raskere ut av fjordsystemet, noe som også vil kunne gi bedre overlevelse. En synkronisert utvandring, dvs. at mange smolt vandrer samtidig, er også ansett som en fordel da dette reduserer predasjonspresset fra fugl og marine fisk i munningen og fjorden utenfor (Hvidsten og Møkkelgjerd 1987, Hvidsten og Lund 1988, Kålås *et al.* 1993).

Tidspunktet smolten vandrer ut i sjøen har meget stor betydning for overlevelsen. I Imsa er det optimale tidspunkt i mai (Hansen og Jonsson 1989 a,b). Av utsatt smolt (fåret opp på Ims) overlevde best de som ble satt ut på den normale tiden for smoltutvandring. Fisk som ble satt ut senere på sommeren overlevde meget dårlig, selv om de var større (Hansen og Jonsson 1989 a,b). Forsøkene 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).

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 imidlertid mellom bestander og elver (Heggberget *et al.* 1993, Antonsson og Gudjonsson 2002). I Imsa fant Jonsson og Ruud-Hansen (1985) at starten på smoltutvandringen ikke ble utløst av en bestemt vanntemperatur eller et bestemt antall døgngrader, men ble kontrollert av en kombinasjon av aktuell temperatur og temperaturøkning i vannet i løpet av våren. 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 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. Smolten vandrer her ut ved vanntemperaturer på 8 - 10 °C, og ca. en måned etter at vårflommen har kuliminert (Heggberget *et al.* 1993). Saksgård *et al.* (1992) nevner at smoltutvandringen i Alta også hadde sammenheng med månefasen.

I andre elver faller smoltutvandringen sammen med en økning i vannføringen. I Orkla var smoltutvandringen initiert av den første toppen i vannføring større enn 100 m³/s, når vanntemperaturen var mellom ca. 2-4 °C (Hesthagen og Garnås 1986, Hvidsten *et al.* 1995) og vannføring var hovedfaktor både for start og opprettholdelse av smoltutvandringen. Smolten samlet seg i stimer og de fleste vandret ut om natten. Utvandringen var relatert til vannføring, vanntemperatur, negativ endring i vanntemperatur, endring i vannføring og månefase. Det var også indikasjoner på at smolt fra øvre deler av vassdraget stimulerte smolt lengre nede til utvandring og dermed skapte stimer av utvandrende smolt (Hvidsten *et al.* 1995). Det ble funnet at signifikant flere smolt vandret ut når vannføringen økte fulgt av et fall i vanntemperaturen, enn under motsatte forhold. Dette var også tilfellet i Suldalslågen (Forseth *et al.* 2003). Utvandringen i Orkla var vanligvis over når vanntemperaturen nådde 10 °C.

Den viktigste utløsende faktor for smoltutvandringen til laks i Stjørdalselva i Nord-Trøndelag var økning i vannføring (Arnekleiv *et al.* 1995), selv om smoltutvandringen til en viss grad

enkelte år også kunne forklares ut fra endringer i vanntemperatur og månefase. Økning i vannføring var imidlertid her den faktor som var signifikant assosiert med variasjon i smoltutgang. Som i Suldalslågen ga en forholdsvis liten økning i vannføring i Stjørdalselva en stor smoltutvandring.

Utvandring av ørretsmolt i Stjørdalselva var positivt korrelert med vannføring og vanntemperatur (Hembre *et al.* 2001), og det synes som om smolten reagerer på en kombinasjon av vannføring og vanntemperatur (Hembre *et al.* 2001). I Norumsån i sørvest Sverige var utvandring av ørretsmolt positivt korrelert med temperatur sum, samt endringer i vannføring og temperatur (Bohlin *et al.* 1993). 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. Resultater fra 1993 til 1997 er rapportert av Pethon og Lillehammer (1995) og Saltveit (1998). Undersøkelse på smolt dekker ikke uregulert tilstand. Villsmolten i Suldalslågen vandret ut over en relativt lang periode, som kunne strekke seg opp til to måneder. Hovedutvandringsperioden var imidlertid svært kort, 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).

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.

	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

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.

Alle år var det 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 m³/s i perioden med topp i utvandring, men oftest ble smoltutvandringen initiert av heller beskjedne økninger i

vannføring, mellom 22 og 40 m³/s. Hovedutvandringen til smolt i 1997, i 2001 og i 2003 startet flere dager før den kunstige økningen i vannføring 1. mai. Vanntemperaturen var da henholdsvis 5,9, 5,7 og 6,2 °C. Dette viser at det trengs relativt beskjedne vannføringsøkninger for å initiere selve smoltutvandringen, men temperaturen var alltid ved start i hovedutvandringen større enn 5,5 °C, unntatt i 1996. Også i Stjørdalselva ga en forholdsvis liten økning i vannføring stor smoltutvandring (Arnekleiv *et al.* 1995). Utvandringen av smolt fra Alta skjer etter vårflommen, men det var her ingen entydige korrelasjoner mellom ulike miljøparametere siden det var forskjeller mellom år for hvilke faktorer som var viktigst (Saksgård *et al.* 1992).

Vannføringen under utvandring fremstår i Suldalslågen som sikker faktor for smoltutvandringen (Forseth *et al.* 2003), fordi den bygger på klare statistiske relasjoner med flere vannføringsvariable i Suldalslågen (Forseth *et al.* 2003), og fordi den understøttes av eksperimentelle utsetninger av smolt fra andre vassdrag (Hvidsten og Hansen 1988). Tiden for hvor 50 % av smolten i Suldalslågen går var kort og varierer lite mellom de ulike år. Perioden for utvandring var imidlertid statistisk signifikant forskjellig mellom år, (Kruskall-Wallis test, $X^2=764.5$, $df = 9$, $p<0.001$) (Forseth *et al.* 2003). Dette betyr at utvandringen i den siste prøveperioden har vært senere enn utvandringen i den første perioden som hadde høy vannføring på våren under utvandring. Imidlertid betyr dette også at utvandringen i den siste prøveperioden, 2001 til 2003, har vært signifikant tidligere enn årene før 1998.

Høy vannføring ved utvandring av smolt øker overlevelsen. Dette er observert både i Gaula og i Surna (Hvidsten og Hansen 1988). Årsakene til den økte overlevelsen kan være flere. 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 i perioden når størstedelen av smolten vandret ut. Den beste modellen for sammenhengen mellom vannføring og fangst av smålaks forklarte 38 % av variasjonen i korrigerte fangsttall (Forseth *et al.* 2003). Modellen forutsier at en smoltutvandring på vannføringer over 100 m³ vil gi omlag tre ganger så store fangster av smålaks som en utvandring ved ca 40 m³.

Ferskvannstilførselen i fjordsystemet kom også inn som forklaringsvariabel for smålaksfangstene året etter (Forseth *et al.* 2003), men en midlere tilførsel til fjorden ble beregnet å gi høyere fangster enn både høy og lav ferskvannstilførsel. Dette knyttes til ulike strømningsforhold i fjordsystemet som påvirker smoltens oppholdstid i fjorden og derved overlevelse. Med på å øke overlevelsen var også tidspunktet på døgnet når smolten vandrer. Det aller meste av smolten i Suldal vandret om natta og dette mønster var ikke overstyrt av økning i vannføring (Saltveit 1998). En større smoltutvandring om natta synes å være gjengs også i andre vassdrag, som Orkla, Alta og Stjørdalselva (Hesthagen og Garnås 1986, Saksgård *et al.* 1992, Arnekleiv *et al.* 1995).

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

over den temperatur som beskrives å gi maksimal utvandring (se også Pethon og Lillehammer 1995). Imidlertid kan temperaturen som sagt være utløsende faktor ved lave vannføringer. En nedre temperaturgrense for hvor smolt ikke går, synes uklar (Jonsson og Ruud-Hansen 1985, Hvidsten *et al.* 1995).

Alle år etter 1995, med unntak av 1996 og 1998 da utvandringen av utsatt smolt var noe senere enn villsmolt, var det en korrelasjon mellom utvandring av villsmolt og utvandring av smolt fra utsatt fisk. Imidlertid er det ikke mulig å fastslå om utvandringen av utsatt smolt vil påvirke tidspunkt for utvandring og vandringsforløpet av villsmolt eller omvendt. Dette kan bare testes ved å se på smoltutvandringen av de to smoltkategoriene hver for seg. Det er imidlertid rimelig å anta at utvandringen til utsatt smolt er styrt av de samme faktorer som for villsmolt.

6.2 Alders sammensetning og smoltalder

I Norge øker smoltalderen med breddegrad (Heggberget *et al.* 1993). Den er lavest i Sør-Norge, der den kan være 2 år, mens den er høyest i de nordlige deler, der den kan være mellom 4 og 5 år. Forskjellene skyldes ulik lengde på vekstsesongen. 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 var det ingen særlig forskjell i smoltalder hos laks i Suldalslågen (Pethon og Lillehammer 1995, Saltveit 1998), som varierte mellom 3,4 og 3,7 år. I denne perioden var det heller ingen store endringer i alderssammensetningen. I de to - tre siste år fant det sted en reduksjon i smoltalder i Suldalslågen, som i 2003 var 2,8 år. Redusert smoltalder skyldes økt vekst hos laksunger på elv (Saltveit 2004). Imidlertid er størrelsen på smolten nå mindre enn i 1997 og 1998. Overlevelse i havet øker med smoltstørrelse (Rosseland 1979, O'Connel og Ash 1993). Om økt antall smolt vil kompensere for en eventuell økt dødelighet grunnet mindre størrelse er usikkert. 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). Det er imidlertid ikke mulig å sammenligne lengder, da de tidligere år er basert på tilbakeberegning av voksen fisk.

I norske elver som har en lav andel av 1-sjø vinter fisk, smålaks eller ”grilse”, synes andelen smålaks å ha økt i de senere år (L'Abée-Lund *et al.* 2004), noe som indikerer at antall flersjø vinter fisk i disse er redusert. Flere årsaker til dette trekkes fram, som variasjon i fangst på ulike årsklasser, variasjon i klima og vassdragsregulering (vannføringsendring). Om dette kan skyldes økt vekst på elv og derved lavere smoltalder og eventuelt mindre smoltstørrelse er usikkert. Smoltstørrelse kan påvirke alder ved kjønnsmodning hos anadrome laksefisk (Chadwick *et al.* 1986). I Suldalslågen kommer flest to-årige 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 faktor til økt andel smålaks i elvefangster (Jonsson *et al.* 2003).

6.3 Antall og produksjon av laksesmolt

I prøveperioden har det vært en økning i antall smolt av vill laks fanget i fella og i beregnet totalt antall smolt som vandrer ut, smoltproduksjonen. Samtidig har det vært økt vekst hos laksunger på elv som følge av økt vanntemperatur (Saltveit 2004). Det påvises ikke en økning i antall eldre laksunger på elv og i tetthet av presmolt høst eller vår som skulle kunne forklare det økte antallet smolt (Saltveit 2004). At antallet eldre fisk i bestanden på elv ikke økte kan imidlertid skyldes at disse allerede hadde vandret ut som smolt. Økningen i antall vill smolt av laks 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 korrelasjon mellom forholdet smoltlengde/smoltalder og antall smolt i fella, $r^2 = 0.645$; $p = 0.016$ etter 1996 (samme felle-type).

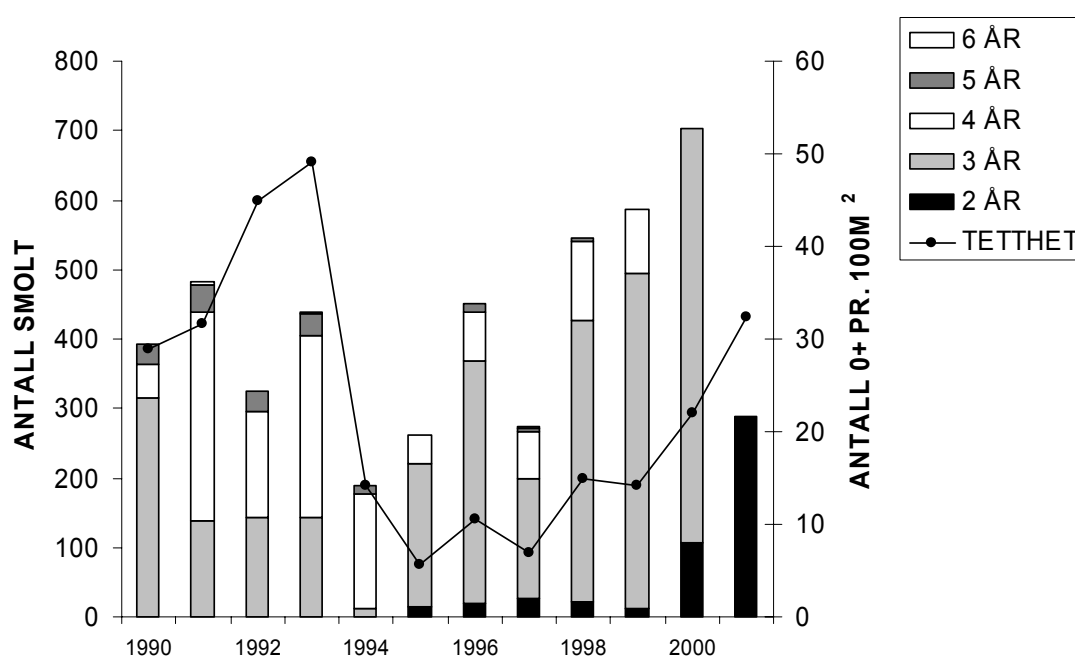


Fig.20. Akkumulert fangst av hver kohort som smolt i smoltfella i Suldaalslågen vist sammen med størrelsen på årsklassene, dvs. beregnet tetthet av årsunger/100m².

Basert på aldersfordelingen til laksesmolten ulike år ble antallet smolt fanget i fella fra ulike årsklasser beregnet (Fig. 20). 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 enkelte år med lavere tetthet av 0+. Liten reproduksjon i noen slike år kompenseres for gjennom økt vekst og lavere smoltalder. Det samme mønster fremkom for smoltproduksjon. Økt smoltproduksjon de tre siste år skyldes bedre vekst hos ungfisk som følge av økt vanntemperatur.

Smoltproduksjon i elver oppgis ofte som antall pr. 100m² uten at det oppgis ved hvilken vannføring areal er beregnet. Hva som er relevante arealberegninger vil være avhengig av hva som regnes som bergrensede faktor for smoltproduksjonen, for eksempel næring, konkurranse eller

predasjon. I Suldalslågen kan oppvekstområdene om vinteren være en begrensende faktor (Saltveit og Bremnes 2004). Ved en minstevannføring om vinteren på 12 m^3 er vanndekket areal i Suldalslågen 1.2 km^2 . Relateres smoltproduksjonen til dette areal, gir det en produksjon som i perioden 1999 til 2003 varierte mellom 2.8 og $4.6 \text{ smolt}/100\text{m}^2$. I Orkla ble det beregnet $4 \text{ smolt}/100\text{m}^2$ før reguleringen, og opptil $10,8 \text{ smolt pr } 100 \text{ m}^2$ etter at elva ble regulert (Hvidsten 1990, Hvidsten *et al.* 1996). Smoltproduksjonene er her relatert til vanndekket areal uten terrestrisk vegetasjon (Hvidsten, pers.medd). Det kan også nevnes at beregnet smoltproduksjon i Orkla varierte fra 120 til 310 tusen smolt på en 45 km lang elvestrekning. Suldalslågen er ca. 22 km lang. Reguleringen av Orkla medførte høyere og mer stabil minstevannføring om vinteren og dette ble trukket fram som årsak til økt smoltproduksjon. I Stjørdalselva, der smoltalderen er knapt 4 år, er produksjonen av smolt beregnet i gjennomsnitt til $3 \text{ smolt}/100\text{m}^2$, med en variasjon mellom 2,1 og $4,2 \text{ smolt}/100\text{m}^2$ (Arnekleiv *et al.* 2000). I Eira har laksen en smoltalder på 3,1 år og produksjonen av laksesmolt i 2001 og 2002 ble beregnet til henholdsvis 3,3 og $3,1 \text{ smolt}/100\text{m}^2$ (Jensen *et al.* 2003). Smoltproduksjonen i Suldalslågen ligger innenfor det som er beregnet produsert i andre elver med noenlunde sammenlignbar metodikk.

Ikke i alle vassdrag er produksjon av smolt beregnet ved merking/gjenfangst. I Imsa i Rogaland (smoltalder ca. 2 år) er produksjon av smolt langt høyere, $10\text{-}20 \text{ smolt}/100\text{m}^2$ (Jonsson *et al.* 1998). I Surna ble smoltproduksjonen fra ulike strekninger beregnet basert på tettheter om høsten av laks som var større enn 99 med mer og antatt at omtrent halvparten av disse fiskene, presmolt, dør i løpet av vinteren før smoltifisering (Elson 1957, Symons 1979). I 2003 ble smoltproduksjon i Surna på ulike strekninger beregnet til 1.6, 10.1 og $12.7 \text{ laksesmolt}/100\text{m}^2$. Disse estimatene er sannsynligvis overestimat som følge av den lave vannføringen under elektrofisket, spesielt ovenfor kraftverket (Lund *et al.* 2003).

Symons (1979) har beregnet at elver med 3+ smolt har gjennomsnittlig maksimum produksjon av smolt på $2 \text{ smolt}/100\text{m}^2$, mens tilsvarende for elver med 4+ smolt er $1 \text{ smolt}/100\text{m}^2$, altså en halvering av produksjonen ved en økning av smoltalder på ett år. For elver med 2+ smolt er estimatet $5/100\text{m}^2$. Smoltalderen i Suldalslågen er nå ca. 3 år og uansett hvilket areal som legges til grunn, ligger estimatet for Suldalslågen over det som oppgis av Symons (1979).

7. KONKLUSJON

Smoltutvandringen er vannføringsstyrt og svært små vannføringer synes å trigge utvandring. Høy vannføring under utvandring er viktig for smoltoverlevelsen i havet. Vannføringstoppen må komme til riktig tid (25. april til 5. mai).

Bedre vekst har gitt lavere smoltalder, som i hele prøveperioden er redusert fra 3.5 år i 1998 til 2.8 år i 2003. Dette har ført til økt smoltproduksjon som følge av redusert dødelighetstap på elv. Hos ørret er smoltalder redusert fra 3.1 til 2.8 år. Redusert kunstig vårfloam og lavere vannføring i mai og juni (Alternativ 2) og høyere lufttemperaturer har gitt høyere vann-temperatur i perioden 2001 til 2003.

Smoltproduksjonen av laks i Suldalslågen varierte mellom 2.8 og $4.6 \text{ smolt}/100\text{m}^2$ og ligger innenfor det som er beregnet produsert i andre elver med samme metodikk.

Mindre smoltstørrelse kan gi økt dødelighet i havet. Det er usikkert om et større antall smolt vil kompensere for dette. Det er ikke dokumentert at lavere smoltalder gir økt antall smålaks i bestanden.

Av de to prøvereglementene (1998-2000 og 2001-2003) fremstår det første reglementet med en relativt høy vannføring under smoltutvandringen som best mht. smoltutvandring og overlevelse i sjøen. Det andre alternativet fremstår som best for produksjon av ungfisk på elv, idet økt vanntemperatur gir økt vekst og lavere smoltalder.

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.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J.I. og Urke, H.A. 2000. Fiskeribiologiske undersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1990-1999. Del I. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. *Vitenskapsmuseet, Rapport Zoologisk Serie 2000-3*, 19s.
- 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.
- Chadwick, E.M.P., R.G. Randall, og C. Léger. 1986. Ovarian development of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts and age at first maturity. Pages 15-18 in D.J. Meerburg, editor. *Salmonid age at maturity*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 89.
- Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. *Can. Fish Cult.* 21:1-6
- 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. 1990. Utvandring og produksjon av laks- og auresmolt i Orkla 1979-1988. *NINA Oppdragsmelding* 39, 26 s.
- 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., og R. A. Lund. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. *J. Fish Biol.* 33:121-126.
- Hvidsten, N. A., og P. I. Møkkelgjerd. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. *J. Fish. Biol.* 30:273-280.
- Hvidsten, N. A., T. G. Heggberget, og A. J. Jensen. 1998. Sea water temperature at Atlantic salmon smolt entrance. *Nordic J. Freshw. Res.* 74:79-86.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Johnsen, B.O. og Jensås, J.G. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. *NINA Oppdragsmelding* 389:1-27.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. og Moen, A. 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2002. *NINA Oppdragsmelding* 781, 36s.
- 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, B., Jonsson, N. og Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J.Anim. Ecol.* 67: 751-762.
- 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.
- Kålås, J. A., T. G. Heggberget, P. A. Bjørn, og O. Reitan. 1993. Feeding behaviour and diet of goosanders (*Mergus merganser*) in relation to salmonid seaward migration. *Aquat. Living Resour.* 6:31-38.
- 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: 000-000
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. og Hvidsten, N.A. 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser i Surna 2002. *NINA Oppdragsmelding* 788, 41 s.
- Magnell, J.-P. 2002. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Årsrapport for 2001. *Suldalslågen-Miljørapport*, 15, 35 s.
- Magnell, J.-P., Tvede, A.M., Jespersen, M. og Sandsbråten, K. 2003. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Årsrapport for 2002. *Suldalslågen-Miljørapport*, 23, 53 s.
- 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.
- Ricker, 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull.Fisheries Research Board of Canada*, 191, 382s.
- 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-Miljørapport*, **22**, 27s.
- Saltveit, S.J. 2004. Effekt av ulik manøvrering på alderssammensetning, tetthet, og vekst hos ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1998 til 2003. Delrapport. *Suldalslågen-Miljørapport*, **34**, 58s + vedlegg.
- Saltveit, S.J. og Bremnes, T. 2004. Effekter på bunndyr og fisk av ulike vannføringsregimer i Suldalslågen. Sluttrapport. *Suldalslågen-Miljørapport*, **42**, 140 s + vedlegg
- Saltveit, S.J., Bremnes, T. og Heggenes, J. 2001. Suldalslågen. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement. Årsrapport for 2000. *Suldalslågen-Miljørapport*, **10**, 55 s.
- 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.
- Symons, P.E.K. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon for maximum smolt production in rivers of different productivity. *J.Fish. Res. Bd. Can.* **36**: 132-140.
- Thorpe, J.E. 1989. Developmental variation in salmonid populations. *Journal of Fish Biology* **35** (Supplement A): 295-303.
- Tvede, A.M. 1995. Vanntemperaturen i Suldalslågen. Forholdet mellom vanntemperatur, vannføring og værforhold i perioden 15. april - 15. juni. *Rapport Lakseforsterkningsprosjektet*, **6**, 16 s.
- Urdal, K., Sægvog, H., Pavels, H. og Saltveit, S.J. 2004. Skjellprøver av laks frå Suldalslågen 1979- 2003. *Suldalslågen-Miljørapport*, **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 villsmolt og smolt fra utsettingene fanget ulike år i Suldalslågen

	VILL	UTSATT
1993	628	294
1994	199	327
1995	476	585
1996	333	256
1997	323	220
1998	421	313
1999	433	124
2000	266	107
2001	495	187
2002	709	123
2003	985	101

Vedlegg 2. Antall smolt av ørret fanget ulike år i Suldalslågen

	ØRRET
1993	
1994	
1995	127
1996	100
1997	90
1998	132
1999	109
2000	126
2001	121
2002	244
2003	155