

# SULDALSLÅGEN – MILJØRAPPORT NR. 7

**TITTEL:** ALDERSSAMMENSETNING, TETTHET OG VEKST AV UNGFISK AV LAKS OG ØRRET I SULDALSLÅGEN I PERIODEN 1976 TIL 1999.

**FORFATTER:** SVEIN JAKOB SALTVEIT

**UTFØRENDE INSTITUSJON:** LFI, NHM, UNIVERSITETET I OSLO

**ANSVARLIG SIGNATUR:**

*Elen Røaldset*

**SAMMENDRAG:** For å vurdere ulike effekter av endret vannføring, temperatur og vannkvalitet, hovedsakelig surere vann, på ungfiskbestandene av laks og ørret i Suldalslågen, er det foretatt en bearbeidelse av tidligere innsamlet materiale av ungfisk i Suldalslågen for å dokumentere årsklassevariasjoner og for å skaffe deltalkunnskap om enkeltstasjoner. For laks påvises fire årsklasser på elv, mens tre for ørret. Årsklassene har noenlunde samme vekstforløp enkelt år og for hele perioden påvises en svak økning i vekst som relateres til den reduksjonen i fisketetthet som har funnet sted i de senere år, idet det har vært en reduksjon i sommertemperatur etter regulering. Et statistisk signifikant forhold finnes for begge arter mellom vekst og temperatur og mellom vekst og tetthet, der lave tettheter gir best vekst. For å sikre en tilstrekkelig ungfiskbestand i elva, gitt nåværende oppvekstbetingelser, er det nødvendig med minst 150 til 200 gytehunner, eller 1,5-2 egg per m<sup>2</sup>. Tettheten av 0+ laks må være minst 15-20 fisk per 100m<sup>2</sup>. Dette er basert på beregnede bestands- og rekrutteringsforhold. Gytefiskbestanden er nå for liten og det er antatt at hovedårsaken til dette skyldes forhold utenfor elva. Hurtig reduksjon i vannføring i perioden 1980-84 medførte reduksjon i ungfisktetthet. Resultatene indikerer ikke at surt vann er årsaken til negative effekter på ungfisk.

**ABSTRACT:** Earlier collected material of juvenile Atlantic salmon and brown trout from the River Suldalslågen, Western Norway, was used to evaluate the effects from changes in flow, water temperature and water quality, mainly acidification, on the different year classes of juveniles. Atlantic salmon had four growth seasons, brown trout three and in spite of decreased temperature a tendency for increased growth in all year classes for both species was found towards the end of the study period. This was related to reduced competition for food and habitat due to lower juvenile fish density. Based on stock- recruitment relationships, it was estimated that at least 150-200 female adult Atlantic salmon or 1.5-2 eggs per m<sup>2</sup> is needed to secure a sufficient number of YoY Atlantic salmon. The spawning population is now too low, but the main consequences for this are found outside the river. Rapid reductions in flow increased juvenile mortality. No indication of effects from acidified water was found.

**EMNEORD:** Suldalslågen, regulering, surt vann, laks, ørret, alder, tetthet, vekst, bestand - rekruttering

**OPPDRAGSGIVER:** Statkraft SF

HØVIK, 09-01-01

Saltveit, S.J. 2000. Alderssammensetning, tetthet og vekst av ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen i perioden 1976 til 1999. Suldalslågen - miljørapport nr. 7, 29s + vedlegg.

**ALDERSSAMMENSETNING, TETTHET OG VEKST AV  
UNGFISK AV LAKS OG ØRRET I SULDALSLÅGEN I  
PERIODEN 1976 TIL 1999.**

**SVEIN JAKOB SALTVEIT**

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



## INNHold

INNLEDNING.....	3
OMRÅDEBESKRIVELSE .....	7
MATERIALE OG METODER.....	8
RESULTATER OG KOMMENTARER .....	10
Vekstforhold.....	10
Vekst hos årsunger på ulike lokaliteter.....	13
Tetthet. ....	16
Bestand - rekrutteringsforhold .....	16
Total tetthet. ....	21
Tetthet på ulike lokaliteter .....	26
LITTERATUR.....	32
VEDLEGG .....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
Tetthet av laks og ørret på ulike lokaliteter.....	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>

## INNLEDNING

Suldalslågen i Rogaland ble første gang regulert i 1966-67 ved utbygging av nedbørsfeltet ovenfor Suldalsvatn (Røldal-Suldal). Virkningene av denne reguleringen på Suldalslågen var en økt vintervannføring og redusert sommervannføring. Ulla-Førre utbyggingen, som ble iverksatt i 1980, medførte ny manøvrering av vannføringen i Suldalslågen. Denne manøvreringen har gjennomgått visse justeringer, men innebærer generelt i forhold til Røldal - Suldal utbyggingen en reduksjon i både sommer og vintervannføringen. Vintervannføringen er nå imidlertid mer stabil enn i uregulert tilstand, i det minstevannføring fra dammen i Suldalsvatn i tidsrommet 15. desember til 30. april nå er 12 m<sup>3</sup>/s. Endringer fra lav vintervannføring til høy sommervannføring skjer ca. 1. mai. Fra 1. mai til august vil vannføringen vanligvis variere fra minst 50 til 150 m<sup>3</sup>/s. Fra 1980 til 1985 ble minstevannføringen ikke målt ved dammen øverst i elva, men ved Tjelmane nederst i Lågen. I perioder med stor nedbør eller snøsmelting, kunne nedbørsfeltet nedenfor dammen gi den aktuelle minstevannføring, noe som medførte hurtige reduksjoner i vannføring spesielt øverst i elva, fordi det ikke var nødvendig å slippe den gitte minstevannføringen over dammen. Fra 1986 er minstevannføringen målt og sluppet fra dammen øverst i elva, og variasjonene i Lågens vannføring er i stor grad styrt av tilførsler fra nedslagsfeltet nedenfor dammen. Hurtige reduksjoner i vannføring er ikke lenger forekommende.

Røldal-Suldal utbyggingen medførte en liten temperaturøkning i Suldalslågen om vinteren, som følge av økt vintervannføring. Økningen i sommertemperaturen skyldes imidlertid hovedsakelig klimatiske forhold og ikke reguleringen (Tvede 1996). Etter Ulla-Førre utbyggingen er temperaturen igjen redusert. På årsbasis er reduksjonene størst nederst i vassdraget, der døgngadantallet er redusert med ca. 14% i forhold til døgngadantallet under Røldal/Suldal reguleringen. Nedgangen har vært størst om vinteren og i juni - juli (Tvede 1992). I sommersesongen er reduksjonen øverst i elva 115 døgngader i forhold til Røldal - Suldal. Denne reduksjonen skyldes dels reguleringen

og dels klimatiske faktorer. Ut fra endringene i temperatur er det forventet å finne en dårligere fiskevekst etter reguleringen og at den relative reduksjonen i er størst i materialet fanget nederst i elva.

Endringer i vannføringsforhold og temperatur er direkte virkninger av reguleringen på bestandene av ungfisk i Suldalslågen. I tillegg kommer indirekte effekter som endringer i vannkvalitet, habitat og næringsforhold. Et problem med å vurdere effekter av en regulering, er at tiltak ofte blir iverksatt samtidig med reguleringen. Tiltak for fisk i Suldalslågen, som utsetting og bygging av fisketrapper, kan også medføre endringer i bestand, som det kan være vanskelig å skille fra de som skyldes regulering. Anadrome fiskebestander tilbringer deler av livssyklus i havet og miljøendringer her vil påvirke bestandsstruktur og sammensetning uavhengig av hendelser i elva.

En rekke begivenheter og endringer både i og utenfor Suldalslågen må derfor trekkes inn ved en vurdering av årsaken til de endringer som har funnet sted. I de første fem år etter reguleringen (1980 til 1985), ble det observert strandet fisk langs land i Suldalslågen etter hurtige senkninger av vannføringen. Stranding er en direkte effekt på fisk av rask reduksjon i vannføring, mens tørrlegging og drift av bunndyr vil være en indirekte effekt (Cushman 1985). Effekten av de hurtige reduksjonene i vannføring er forventet å være størst nær dammen, der restfeltet har minst effekt på vannføringen.

Begroing av mose har økt etter reguleringene i Suldalslågen, sannsynligvis på grunn av mindre flommer og økt vintervannføring (Rørslett *et al.* 1989). Økt dekke av mose påvirker elvebunnens struktur og hydraulikken nær og i bunnen. Mose vil ha både direkte og indirekte effekt på fisk, idet både habitat og tilgjengelighet og kvalitet på føde endres. Effektene på bunndyr og fisk er tidligere beskrevet av Bremnes og Saltveit 1997 og Heggenes og Saltveit 1997, 2001 ).

Utsetting av fisk er et tiltak som benyttes i meget stor utstrekning i regulerte elver for å avbøte eventuelle skader på naturlig reproduksjon og for å øke produksjon og avkastning av fisk. Fra og med 1989 er det satt startforet og ensomrig settefisk i et relativt betydelig antall i Suldalslågen (Saltveit 1997), uten at behovet eller konsekvensene på forhånd ble vurdert faglig. Konsekvensene er imidlertid mange. Uttak av stamfisk vil virke negativt for den naturlige rekrutteringen så lenge det er underskudd på gytefisk. Predasjon og konkurranse fra utsatt fisk kan redusere villfiskens muligheter til å overleve og vil kunne endre forholdet mellom laks og ørret. Det har også vist seg i ettertid at utsettingene ikke har gitt den ønskede effekt i form av økt avkastning og reproduksjon. Årsakene til dette er beskrevet i Saltveit (1998) og vil ikke bli behandlet ytterligere her.

Vannkvaliteten er endret i Suldalslågen etter overføring av surere vann fra nedbørsfelt med lavere alkalinitet (Blakar 1996). I tillegg til en generell økt forsuring, har disse overføringene ført til en ytterligere forsuringssprosess med en jevn nedgang i alkalinitet og pH (Blakar 1996). Redusert vannføring øker også effekten fra surere restfelt på vannkvaliteten i selve Suldalslågen nedstrøms dammen, spesielt i de nederste deler av elva. Hvis endret vannkvalitet har hatt negativ effekt på fiskebestandene i Suldalslågen, bør dette fremkomme som en relativt større reduksjon i fisketetthet i de nedre deler av elva sett i forhold til den øverste delen. Siden 1997 er elva blitt kalket.

Opplysningene om tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen i uregulert tilstand er sparsomme (Lillehammer 1973). Grunnet endret og forbedret metodikk er resultater fra tidligere undersøkelser ikke direkte sammenlignbare. Siden 1976, med unntak av 1985, er det foretatt kontinuerlige beregninger av tetthet og vekst hos laks- og ørretunger i Suldalslågen (Saltveit 1990, 1995, 1997a, 2000). Disse resultatene er benyttet til en vurdering av eventuelle effekter på ungfiskbestandene i Suldalslågen av de ulike begivenheter som har funnet sted i og utenfor vassdraget i denne perioden. Vurderingene var basert på at materialet av fisk var delt i to alders-

kategorier, årsunger og eldre. Fra Statkraft var det imidlertid et ønske om en ytterligere bearbeiding av materialet for å kunne:

- dokumentere årsklassevariasjoner
- skaffe detaljkunnskap om enkeltstasjoner
- vurdere effekter av sure sidebekker

## OMRÅDEBESKRIVELSE

Suldalslågen er en 22 km lang elv mellom Suldalsvatn (68 m o.h. og 29 km<sup>2</sup>) og sjøen innerst i Ryfylkefjorden i Rogaland (Fig. 1). Det naturlige nedbørfeltet er 1.466 km<sup>2</sup>.

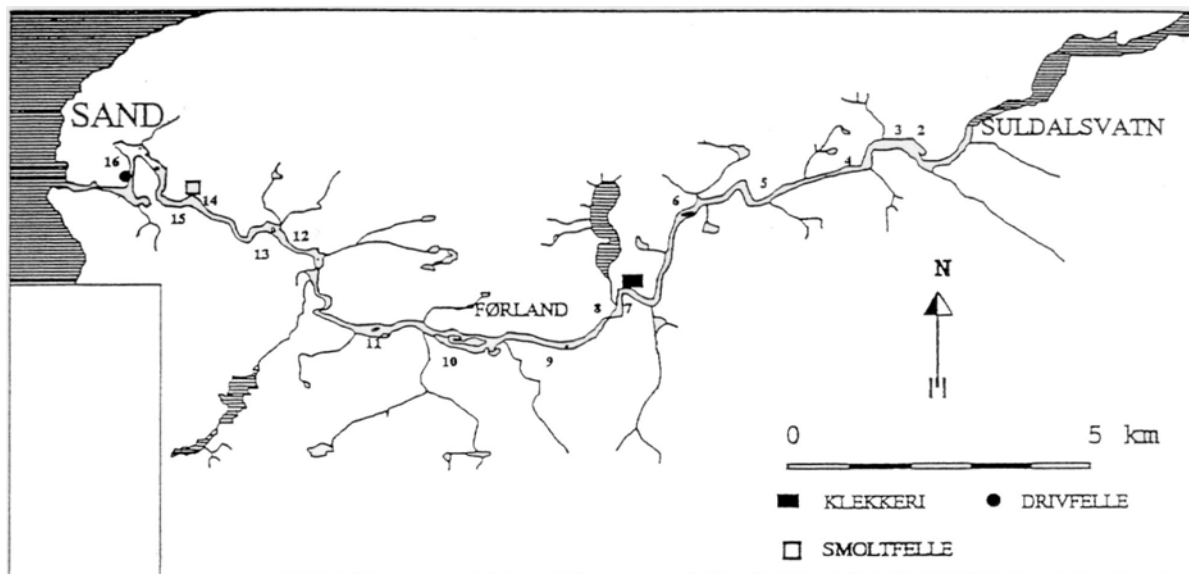


Fig. 1. Kart over Suldalslågen med de undersøkte lokaliteter, 1-16, avmerket.

Gjennomsnittlig årlig vannføring i Suldalslågen ved utløp av Suldalsvatn i uregulert tilstand var ca. 90 m<sup>3</sup>/s, men med store årlige og sesongmessige variasjoner. I naturlig tilstand hadde Suldalslågen en meget lav vintervannføring (3 - 20 m<sup>3</sup>/s) i perioden november-april. Sommervannføringen var høy og varierte meget sterkt. Midlere vårflom var ca. 400 m<sup>3</sup>/s. I forbindelse med Røldal-Suldal reguleringen (1966-67) økte vintervannføringen, mens sommervannføringen ble redusert. Ulla-Førre utbyggingen medførte et nytt manøvreringsreglement og nye vannføringsforhold i Suldalslågen.

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 art er dette fisk som slipper seg ut fra Suldalsvatn.

## MATERIALE OG METODER

Bestandsberegningene er siden 1977 utført på de samme 16 stasjonene (se Fig. 1). Til fising ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ingeniør Paulsen. Apparatet leverer kondensatorpulser med spenning ca. 1600 V og frekvens 80 Hz. Lengden på den avfiskede strekning på hver lokalitet var ca. 50 m. Det ble fisket fra bredden og så langt ut i elva som det var mulig å fiske effektivt (3-6 m). For å sikre at det samme areal ble fisket hver gang, ble arealet avmerket med en hvit snor lagt på bunnen.

Den fangete fisken ble artsbestemt og lengdemålt i felt til nærmeste mm. Etter måling og opptelling ble mesteparten av fisken satt tilbake i elva. Noen ble imidlertid tatt med for aldersbestemmelse. Fra 1997 er imidlertid all fisk som ikke med sikkerhet kunne anslås ut fra størrelse å være årsunger (0+) frosset og tatt med for aldersbestemmelse. Til aldersbestemmelse av tidligere innsamlet materiale, er fisk tatt med til mageprøver benyttet eller det er gjort vurderinger av alder basert på størrelsesfordeling ved å sammenligne med materialet samlet etter 1997. Antall laks og ørret i de ulike årsklasser, 0+, 1+, 2+ og 3+, er beregnet ut fra avtak i fangst, "successive removal" (Zippin 1958).

Elektrofisket er utført på høsten fordi forventet vannføring etter regulering da var lik den før regulering. For at vanndekket areal, substrat og strøm skulle være mest mulig direkte sammenlignbart, er undersøkelsen alle år utført ved noenlunde samme vannføring. Undersøkelsen gjennomføres etterat vannføringen har vært stabil i helst en uke.

Etter 1990 er det satt laksunger i vassdraget; også i selve Suldalslågen. All fisk satt i Suldalslågen er fettfinneklippet og satt ut langt fra lokalitetene som elektrofiskes.

Fettfinneklippet laks ble likevel påvist, men er holdt utenfor i beregningene av bestandstetthet.

Til å beregne bestand - rekrutteringsforhold hos laks i Suldalslågen i denne perioden er forholdet mellom fangst og gytebestand benyttet. Dette fordi det kun i de senere år foreligger informasjon om gytebestandens størrelse basert på tellinger. Sammensetningen av gytebestanden ble rekonstruert, for å få et estimat på antall gytehunner og størrelsen på disse for å kunne beregne mengde egg gytt i Suldalslågen.

Basert på en sammenligning mellom fangst og antall gytefisk i andre elver og i Suldalslågen i de senere år, er det funnet at av den totale gytebestand av laks større enn 3 kg, vil 40 til 50 % komme til å gyte (Rosseland, 1979; Sættem, 1995; Sægrov *et al.*, 1997). Antall gytehunner og egg tetthet er derfor beregnet fra fangst, hvor det er regnet at hunnfisk utgjør 50 % av fisk større enn 3 kg. Av fisk mindre enn 3 kg (grilse) fanges ca. 80 %, men de aller fleste av disse er hanner (Sægrov *et al.*, 1997).

## RESULTATER OG KOMMENTARER

### ***Vekstforhold.***

Sammenlignet med andre elver må veksten til laks- og ørretunger i Suldalslågen karakteriseres som relativt dårlig, og variasjonene i vekst har vært store i undersøkelsesperioden (se Fig. 2). År med god tilvekst hos årsunger (0+) av laks var 1980, 1984, 1988, 1991, 1995 og 1997. Årsungene hos ørret var alltid større enn hos laks (Fig. 2). Etter 1986 varierer veksten til ørret mye, men følger samme forløp som hos laks. Absolutt best vekst hadde 0+ ørret i 1995, men ørret hadde god vekst også i 1978 og 1988 og 1997. Det er et godt samsvar mellom laks og ørret med hensyn på år og tilvekst hos årsunger. En noe bedre vekst hos 0+ ørret enn hos 0+ laks skyldes at ørret klekker tidligere og at den vokser over et større temperaturintervall enn laks (Allen 1940, Elliott 1975, Gardiner og Geddes 1980, Jensen og Johnsen 1986). Nyklekket yngel av ørret påvises i elva i april og de fleste årsunger (0+) av ørret er oppe av grusen før 1. mai, mens laks først er oppe etter 1. juni (Saltveit *et al.* 1995).

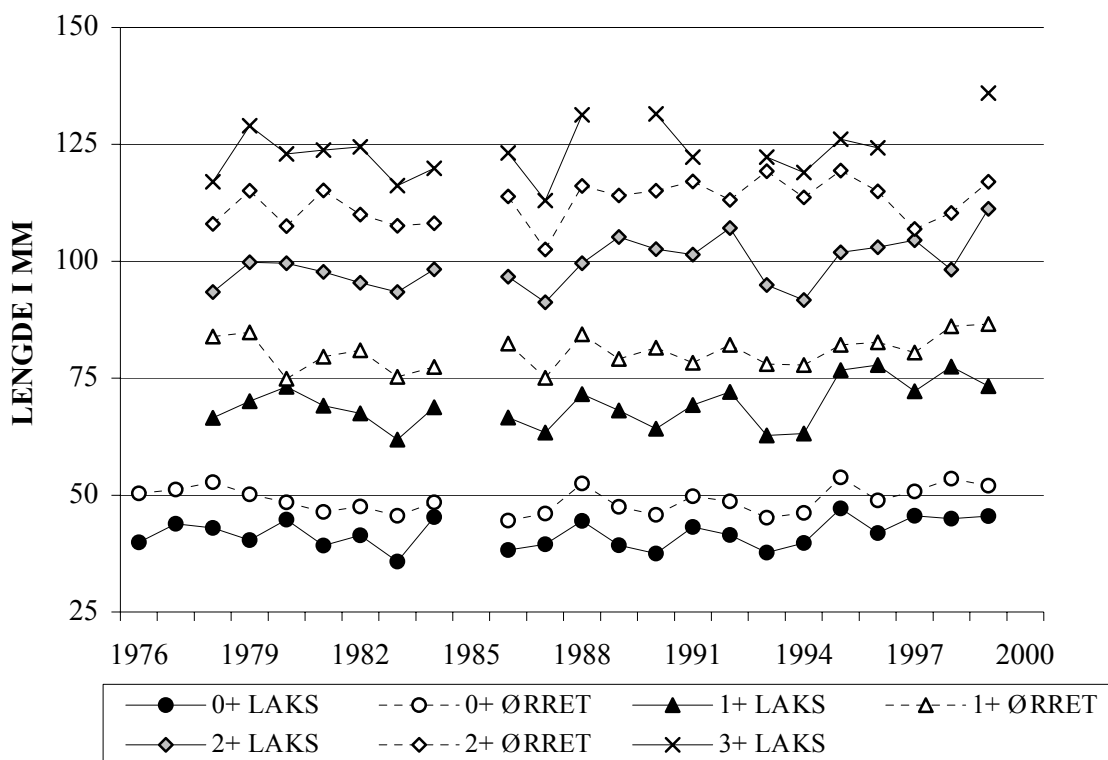


Fig. 2. Gjennomsnittslengde hos ulike årsklasser av laks og ørret i Suldalslågen ved avsluttet vekst om høsten i perioden 1976 til 1999.

Hos ørret påvises det sjelden fisk eldre enn 2+, mens det hos laks relativt hyppig ble fanget individer med fire vekstsesonger (Fig. 2). Også for de andre årsklasser er ørret større enn tilsvarende årsklasse av laks. Generelt har de ulike eldre årsklasser av laks (1+ og 2+) noenlunde det samme vekstforløp. Likevel forekommer en sjelden gang år med god vekst hos 1+ sammen med dårlig vekst hos 2+ (f. eks. 1998), eller omvendt (1997, 1999). Det samme er tilfelle hos ørret, men år med dårlig vekst hos ørret sammen med god vekst hos laks eller omvendt, forekommer noe mer hyppig (Fig. 2).

For hele perioden synes det ikke å være tendenser til endring i tilvekst hos noen av årsklassene, verken hos laks eller ørret (Fig. 2), selv om det forekommer år hvor veksten har

vært svært dårlig (1983, 1993, 1994). Sett under ett er det en tendens til en svak økning i vekst hos alle årsklasser av begge artene i perioden, men denne er ikke statistisk signifikant for noen av artene (Pearson correlation coefficient). Denne svake økningen i vekst skyldes at det etter 1990 har vært en gradvis økning i gjennomsnittslengdene hos de ulike årsklassene av laks og ørret (Fig 2) (se også side 11). Denne tendensen statistisk signifikant ( $p < 0.05$ ) for begge arter. De første ti årene etter reguleringen var det imidlertid en tendens til vekstnedgang hos ungfisk i Suldalslågen. Denne var ikke statistisk signifikant for noen av artene.

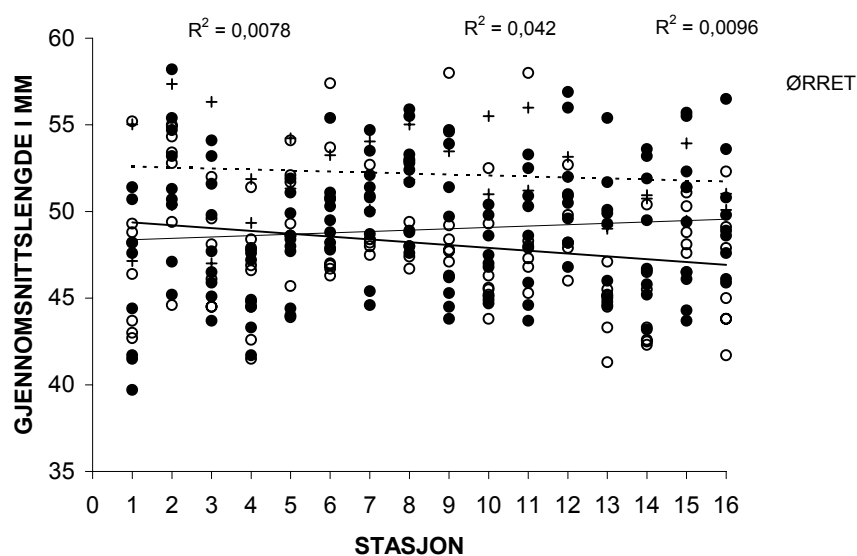
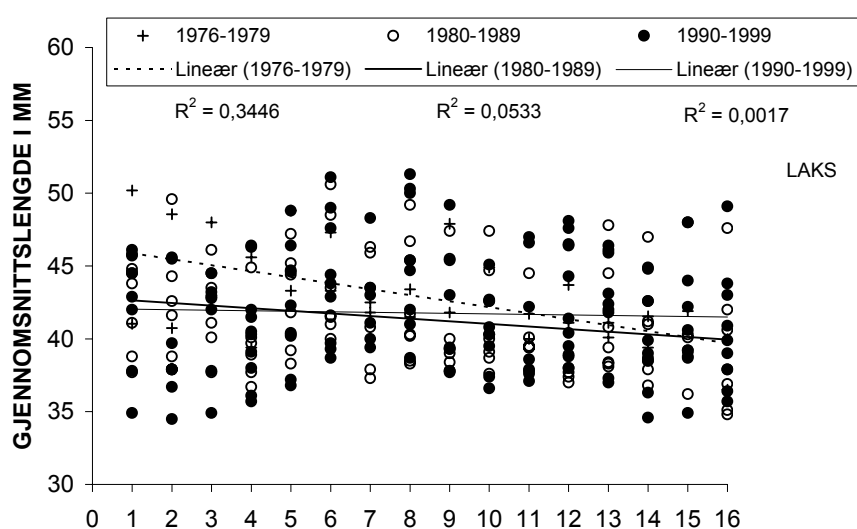


Fig. 3. Gjennomsnittslengder hos laks og ørret på ulike lokaliteter i Suldalslågen i perioden 1976 til 1999.

Ut fra at det samtidig har funnet sted en reduksjon i vanntemperatur (Tvede 1992), var en slik økning i vekst ikke forventet. En mulig forklaring er at redusert fisketetthet i Suldalslågen i denne perioden kan ha ført til redusert konkurranse om næring og habitat, og derved til bedre vekst hos fiskeunger (se nedenfor).

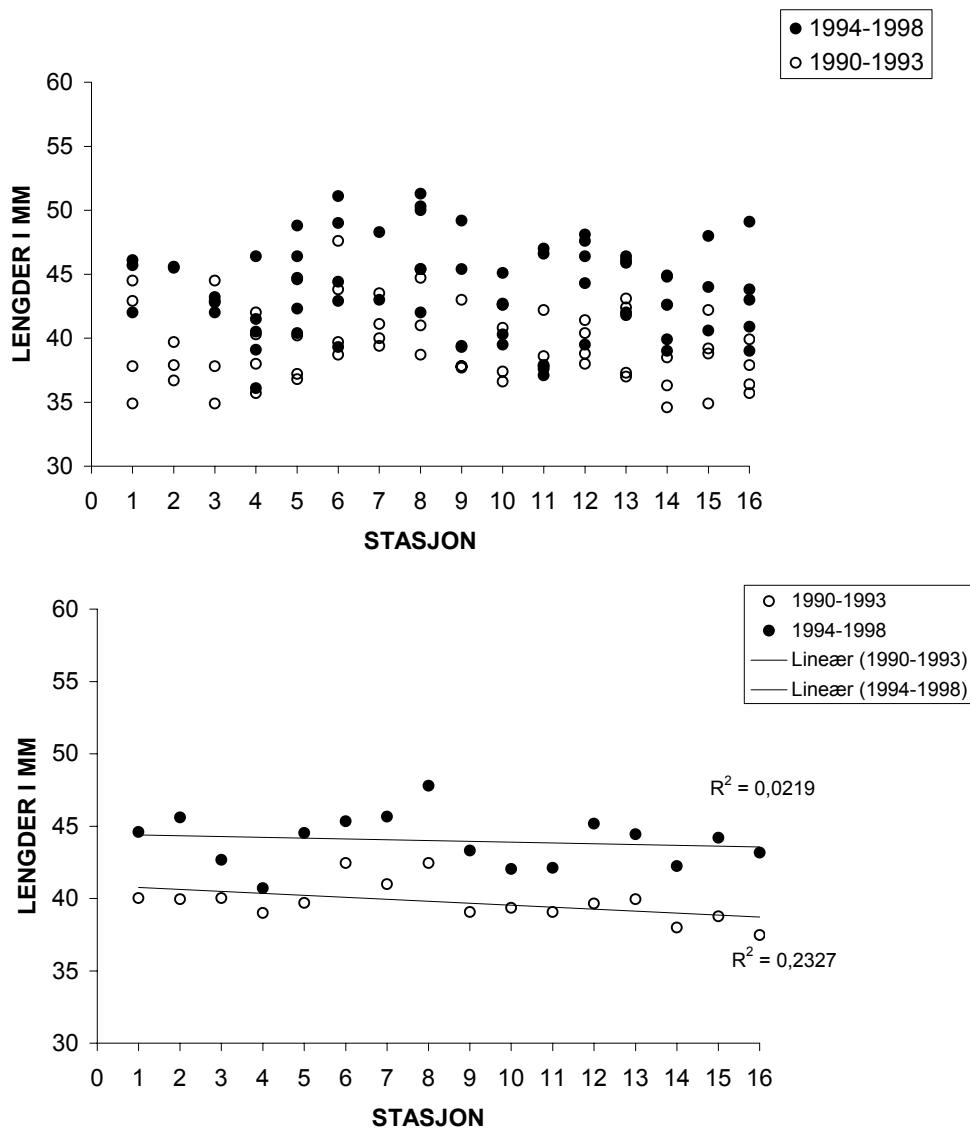
#### Vekst hos årsunger på ulike lokaliteter.

Gjennomsnittslengden til årsunger av laks og ørret på de ulike lokalitetene viser store årlige variasjoner (Fig. 3), men det er mulig å trekke ut tendenser for ulike perioder. Før reguleringen var vekstforholdene for 0+ av både laks og ørret best i Suldalslågens øverste del. I elvas lengderetning er det i denne perioden en nedgang i gjennomsnittslengde hos årsunger. Denne nedgangen er statistisk signifikant ( $p < 0,05$ ) for laks, men ikke for ørret.

I de første ti årene etter reguleringen er det bare en meget svak tendens til nedgang i årsungenes tilvekst i elvas lengderetning, men variasjonene i gjennomsnittslengde mellom ulike år er store (Fig. 3). I perioden 1990 til 1999 fremkommer ingen klar tendens i vekstendring i elvas lengderetning. Imidlertid synes laks og ørretunger som vokser opp i den midterste delen av elva, på strekningen fra stasjon 6 til stasjon 9, å ha en bedre tilvekst enn de øverst og nederst i elva (Fig. 4).

Etter 1990 har det også vært en gradvis økning av gjennomsnittslengdene hos årsungene til laks på de ulike lokalitetene i perioden (Fig. 4). Fisken er jevnt over større etter 1994 enn årene før, selv om det er store variasjoner mellom år. I perioden 1990 til 1993 ble det bare funnet laksunger med en gjennomsnittslengde over 45 mm ved tre anledninger, mens det etter 1994 er svært vanlig. Forskjellene i tilvekst i de to periodene etter 1990 kommer svært tydelig fram gjennom en fremstilling av gjennomsnittet av gjennomsnittslengdene (Fig. 4). Med unntak av stasjon 4 var disse forskjellene statistisk signifikante ( $p < 0,05$ ). Den største endringen som har skjedd i ungfiskbestandene i Suldalslågen etter 1993, er den sterke reduksjonen i tetthet av laksunger (se side 18).

Dette kan ha ført til økt tilvekst gjennom redusert konkurranse, til tross for at det i den samme perioden er snakk om redusert vanntemperatur.



Figur 4. Gjennomsnittslengder hos årsunger av laks i perioden 1990 til 1999 (øverst) og gjennomsnitt av gjennomsnittslengdene i samme periode (nederst).

Temperaturforholdene i Suldalslågen synes kanskje å være den faktor som i størst grad virker begrensende for fiskevekst i Suldalslågen. For laks og ørret er det funnet en god og positiv korrelasjon mellom antall døgngrader og oppnådd gjennomsnittslengde etter første vekstsesong (Fig. 5). Fisketetthet synes imidlertid også å kunne påvirke tilveksten hos årsungene av både laks og ørret (Fig. 5), der lave tettheter gir

god vekst, mens høye tettheter gir dårlig vekst. Dette kan skyldes konkurranse om føde og habitat, og at reduksjon i denne konkurransen gjennom lavere ungfisktetthet medfører økt vekst.

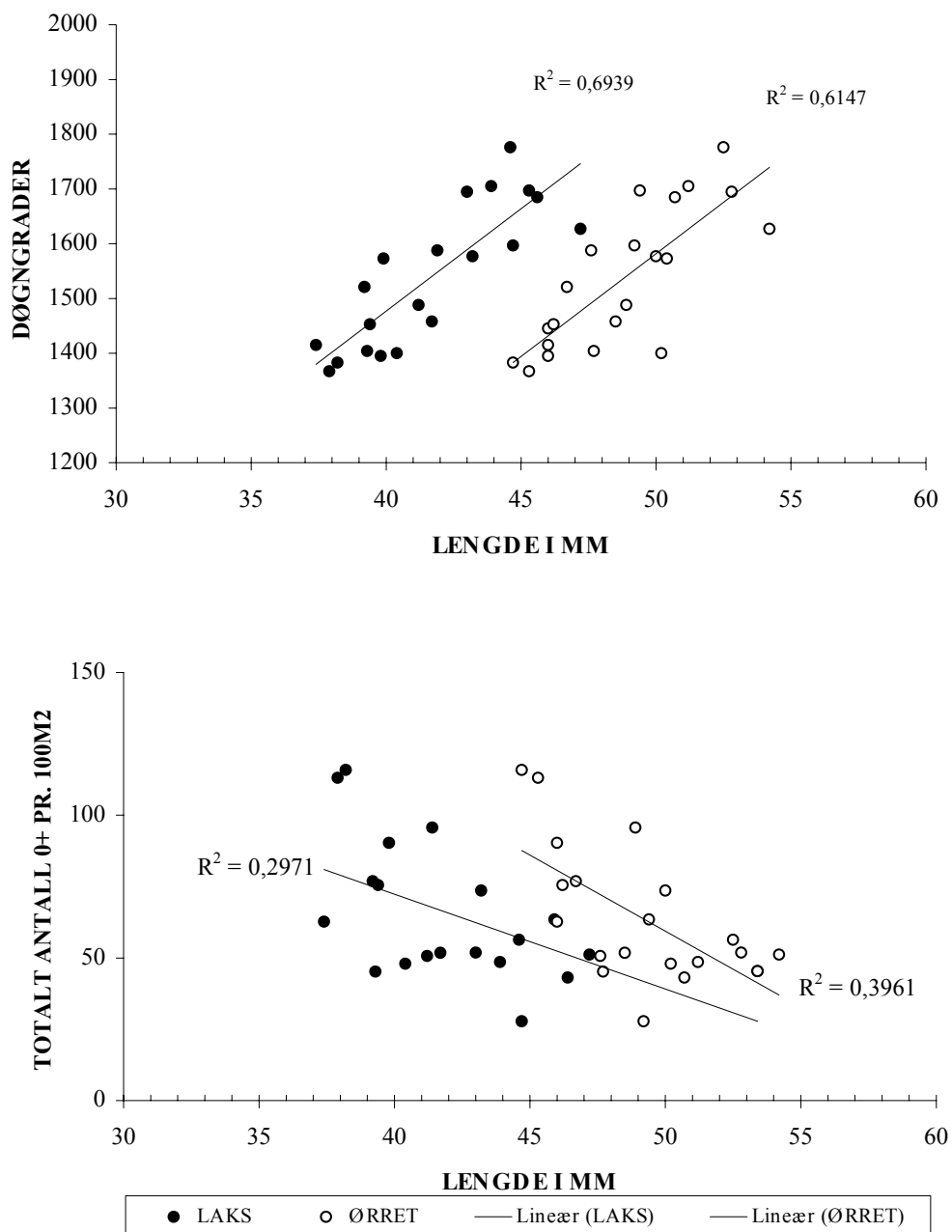
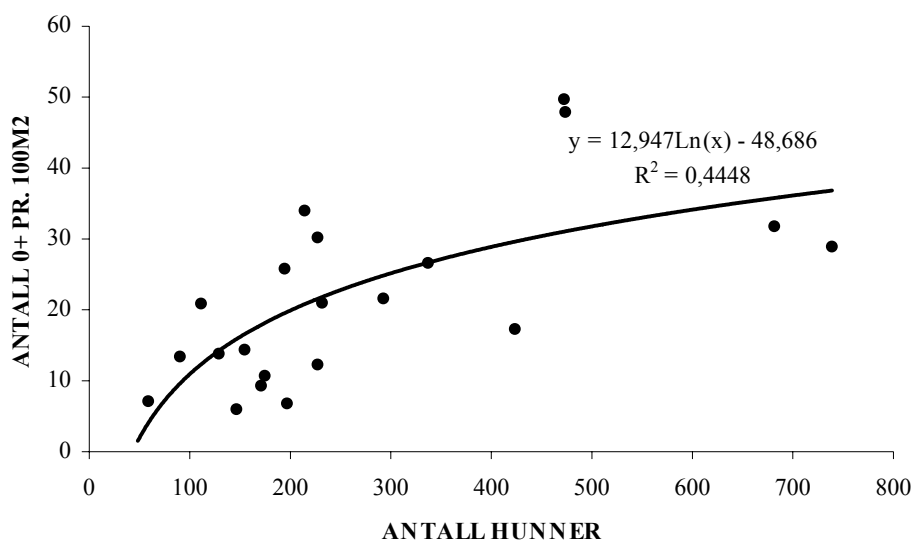


Fig. 5. Forhold mellom temperatur (døgngader) og vekst hos årsunger av laks og ørret (øverst) og forholdet mellom total tetthet av årsunger og vekst hos årsunger av laks og ørret (nederst) i Suldalslågen i perioden 1976 til 1998.

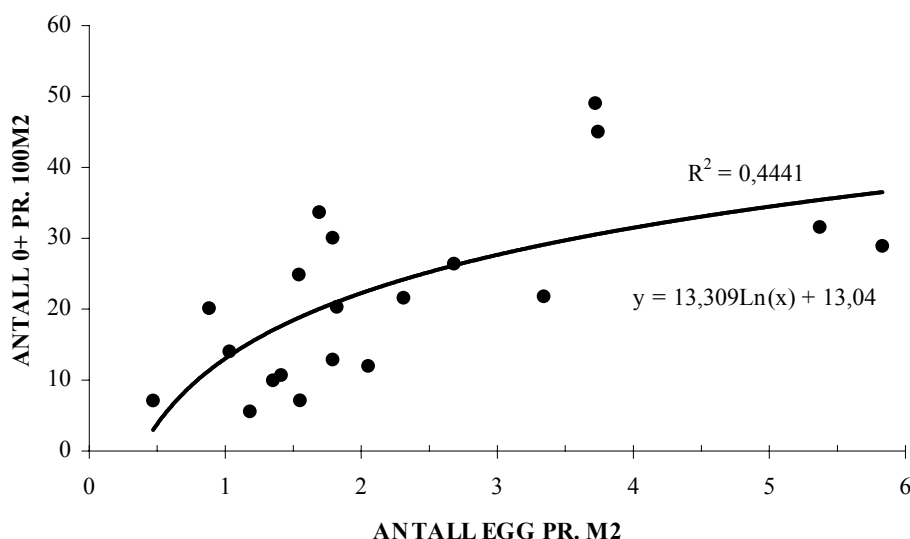
### Tetthet.

#### Bestand - rekrutteringsforhold

Mengde ungfisk av laks eller ørret i en elv vil være begrenset av tetthetsavhengige faktorer (konkurranse, predasjon) og tetthetsuavhengige abiotiske faktorer (vannføring, temperatur). Tetthetsuavhengige faktorer vil i hovedsak være virksomme under optimale betingelser og vil sørge for at populasjonens størrelse er tilpasset oppvekstområdets bæreevne (Haldane 1956). Abiotiske faktorer vil f.eks påvirke oppvekstområdet gjennom kraftige endringer av vannføring og temperatur og vil forårsake store variasjoner i årsklasser fordi slike faktorer bestemmer



produksjonskapasiteten. En regulering vil derfor kunne forårsake dødelighet uavhengig av populasjonens størrelse gjennom endring av vannføring eller temperatur.



Figur 6. Forholdet mellom antall gytehunner og tetthet av årsunger av laks påfølgende år (øverst) og forholdet mellom antall egg og tetthet av årsunger av laks påfølgende år (nederst) i Suldalslågen.

Ved å se på forholdet mellom gytebestand og rekruttering, er det mulig å vurdere når størrelsen på ungfisk bestanden vil være regulert av tetthetsuavhengige faktorer som f. eks. faktorer knyttet til reguleringen av elva.

For laks ble det funnet et asymptotisk signifikant forhold både mellom beregnet antall 0+ i elva og antall gytehunner (> 3 kg) ( $p < 0.01$ ), og mellom antall egg lagt året før og antall 0+ ( $p < 0.05$ ) (Fig. 6). Når antall hunnfisk i elva blir lavere enn mellom 150 og 200, faller tettheten av 0+ dramatisk. Tilsvarende ble det funnet et statistisk signifikant forhold som indikerer at når tettheten av egg var lavere enn ca. 1,5-2 egg per m<sup>2</sup>, var det et tetthetsuavhengig forhold mellom tettheten av egg og antall 0+ (Fig 6). Høyere tetther av egg ga ingen tilsvarende økning i 0+.

Lav tetthet av 0+ laks medfører en tilsvarende lav tetthet av to år gammel fisk (1+) påfølgende år, men bare når tettheten av årsunger er svært lav, dvs under 10-15 fisk per 100 m<sup>2</sup> (Fig. 7). Ved tettheter av 0+ over 15-20 fisk per 100 m<sup>2</sup> ga økning i årsungetetthet ingen tilsvarende økning i tetthet av eldre laksunger i elva, noe som indikerer at tetthetsavhengige dødelighetsfaktorer vil være virksomme på dette nivå. Det asymptotiske forholdet mellom 0+ og 1+ er statistisk signifikant ( $p < 0.01$ ).

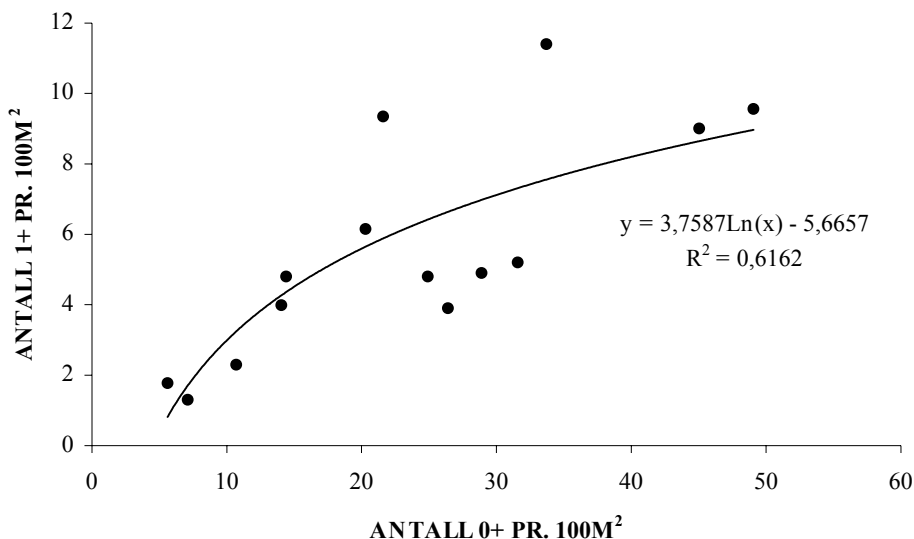


Fig. 7. Forholdet mellom beregnet antall årsunger (0+) av laks og 1+ året etter i Suldalslågen. I elven Imsa synes tetthetsavhengig overlevelse å bestemme antall og biomasse av laksesmolt som forlater elva (Jonsson *et al.* 1998), og at det derfor der er faktorer på elv som bestemmer bestandens størrelse. Faktorer som nevnes er tilgang på føde og begrenset plass. Antall voksen fisk kan ifølge Jonsson *et al.* (1998) økes i Imsa ved større rekrutteringsrate, dvs større overlevelse på elv gjennom økt bæreevne og ved å redusere effekter av begrensende faktorer for livssyklus på elv.

Mengden årsunger synes å spille liten rolle for mengden eldre fisk påfølgende år, (så sant tetthetene ikke når de nivåer som beregnes i 1994-1999, som gir redusert tetthet av eldre laksunger (Fig. 7). De høye årsungetetthetene i perioden 1990 til 1993 ga imidlertid heller ingen respons på økt tetthet av 1+ laks og har heller ikke ført til økt avkastning og gyting i påfølgende år. I Suldalslågen synes det derfor å være begrensede muligheter for laks å overleve enten første vinter eller påfølgende vår/sommer (beregningene foretas på høsten). Årsaken til dette er trolig lav vanntemperatur i mai/juni og/eller mindre gode oppvekstområder ved lavere vannføringer om vinteren. Laksungene har en dårlig kondisjon mot slutten av vinteren/våren (Saltveit 1997b), og lave temperaturer på våren og forsommeren kan begrense laksungenes fødeopptak og vekst.

Om vinteren vil laksunger søke skjul i substrat eller forflytte seg til mer strøm svake områder. Et hovedkrav til oppvekstområdet om vinteren vil være grovt substrat med hulrom for skjul og nok oksygen (Rimmer *et al.* 1983, Cunjak 1988, Heggenes og Saltveit 1990). Om vinteren reduseres vannføring og også oppvekstområdene. Disse har mye sand og mose, som reduserer skjul mulighetene. Konkurransen blir også større. Når habitatforhold vurderes isolert, er vinterhabitat trolig i sterkere grad en begrensende faktor i Suldalslågen enn sommerhabitat (Heggenes og Dokk 1995). Generelt er vinteren en flaskehals for laksefisk i elver under ekstreme klimaforhold (Heggenes *et al.* 1993, Fraser *et al.* 1995).

Dette er vurdert ut fra de nåværende forhold i elva, men det kan være mulig å øke overlevelsen fra 0+ til 1+ gjennom tiltak som kan bidra til å øke bæreevnen i Suldalslågen. Temperatur kan økes ved å holde vannføring lavere i en lengre periode på våren, men dette må vurderes opp mot andre behov vannføring, for eksempel smoltutvandring. Fiskeungene vil også måtte tilbringe lengre tid på ugunstig habitat. Vinterhabitatet kan forbedres gjennom tiltak som fjerner sand og mose.

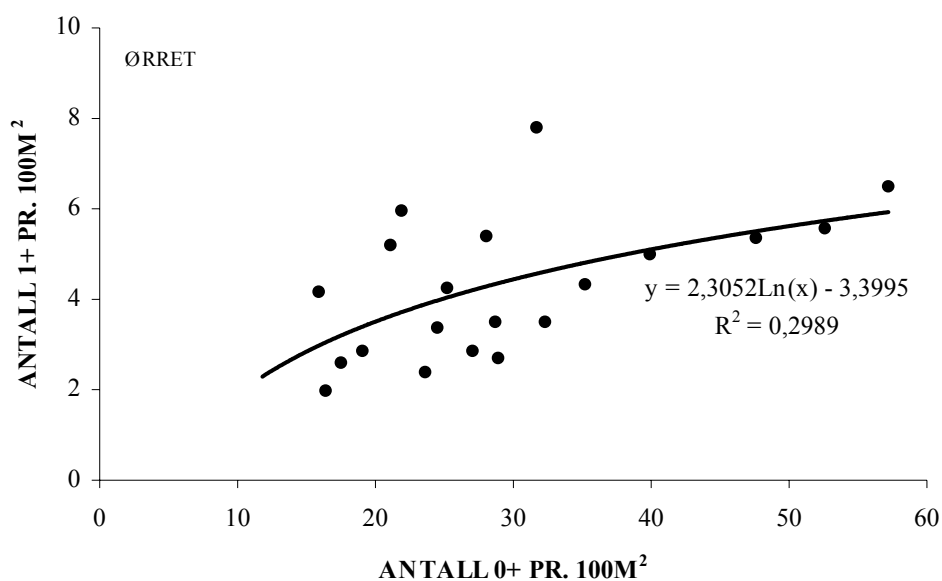


Fig. 8. Forhold mellom beregnet antall årsunger (0+) av ørret og 1+ året etter i Suldalslågen.

For ørret foreligger det ikke informasjon om gytebestandens størrelse og det er derfor ikke mulig å beregne bestand - rekrutteringsforhold for ørret. Imidlertid er det mulig å se på forholdet mellom antall 0+ og antall 1+ i elva påfølgende år (Fig. 8). Forholdet var ikke statistisk signifikant, men indikerer en sterk tetthetsavhengig dødelighet for 0+ ørret i Suldalslågen. Dette gir igjen det utslag at det er et godt samsvar mellom den tetthet som beregnes for 1+ i elva og den tetthet som kan forventes basert på tetthet av årsunger året før. Først når tetthetene av årsunger blir lavere enn ca. 15 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, kan det gi utslag på antall fisk påfølgende år, men så

lave tettheter av 0+ ørret har ikke forekommet. Bestanden av ørret i Suldalslågen synes derfor å være styrt av tetthetsavhengige biotiske faktorer, som konkurranse og predasjon.

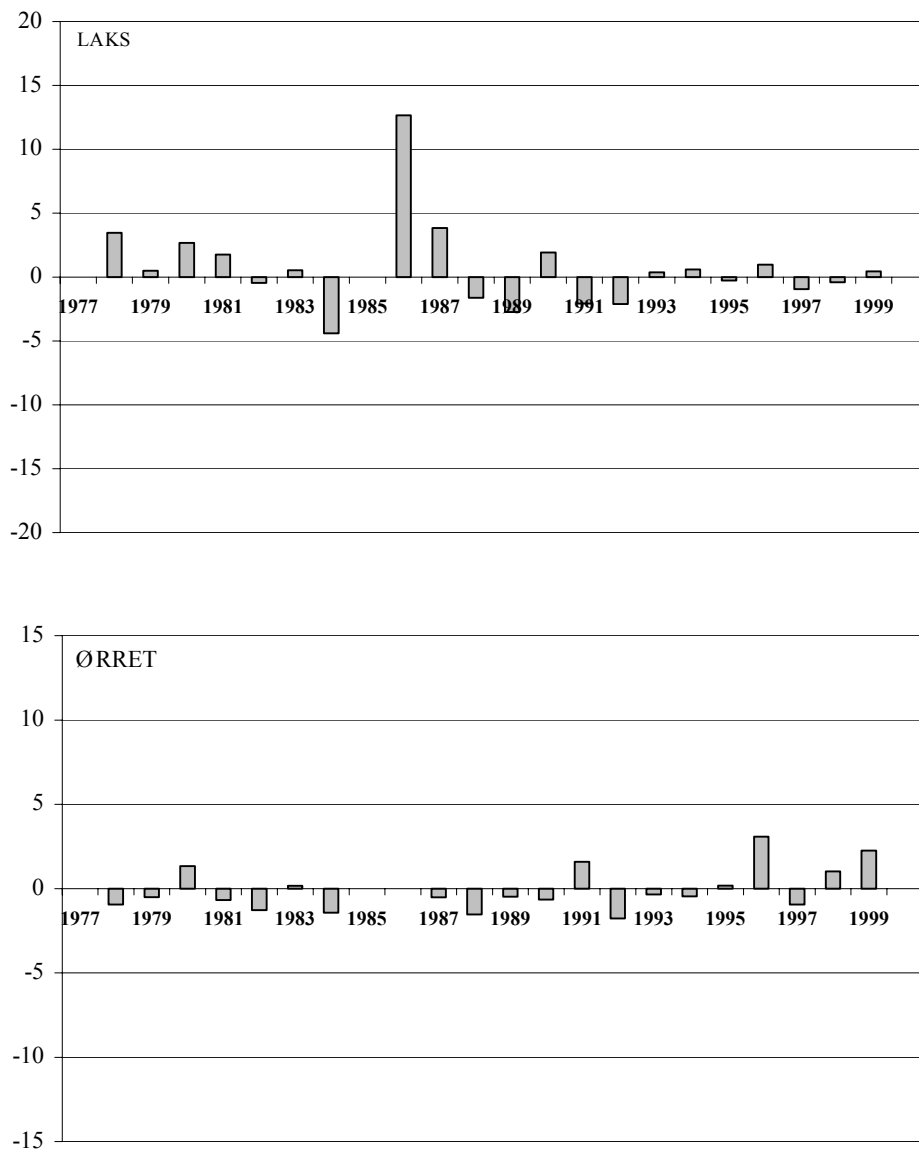


Fig. 9. Avvik fra beregnet tettheter av 1+ laks og ørret i Suldalslågen basert på forholdet mellom beregnet antall 0+ og 1+ i elva.

Ved å benytte seg av formelen for forholdet mellom antall årsunger av laks og antall 1+ året etter (se Fig. 7), er det mulig å beregne forventet antall 1+ i elva. Som det fremgår av Fig. 9 er tettheten av 1+ enkelte år noe høyere enn forventet, men den andre år er lavere. Avviket fra beregnet verdi ved elektrofiske er i de fleste tilfelle svært lite, spesielt i de senere år. År med høyere tettheter enn forventet av 1+ laks eller 1+ ørret lar seg ikke forklare med bedre tilvekst enn normalt det året eller året før (som 0+).

### Total tetthet.

Total tetthet av laks i perioden 1977 til 1999 fordelt på ulike årsklasser, 0+, 1+, 2+, 3+, er vist i Fig 10. Materialet dekker bare to år før reguleringen, 1978 og 1979. Tettheten av 1+ var statistisk signifikant ( $P < 0.05$ ) lavere i 1979 sammenlignet med 1978, mens det for de andre årsklasser ikke var forskjeller mellom disse to årene. Etter reguleringen beregnes de høyeste tetthetene av årsunger (0+) i 1981 og i perioden 1986 til 1993, med unntak av 1989. Fra 1994 beregnes det svært lave tettheter av 0+ i elva. Perioden 1980 til 1984 har også år med svært lave 0+ tettheter. Imidlertid er årsaken her en annen enn i 1989 og etter 1994 (se nedenfor).

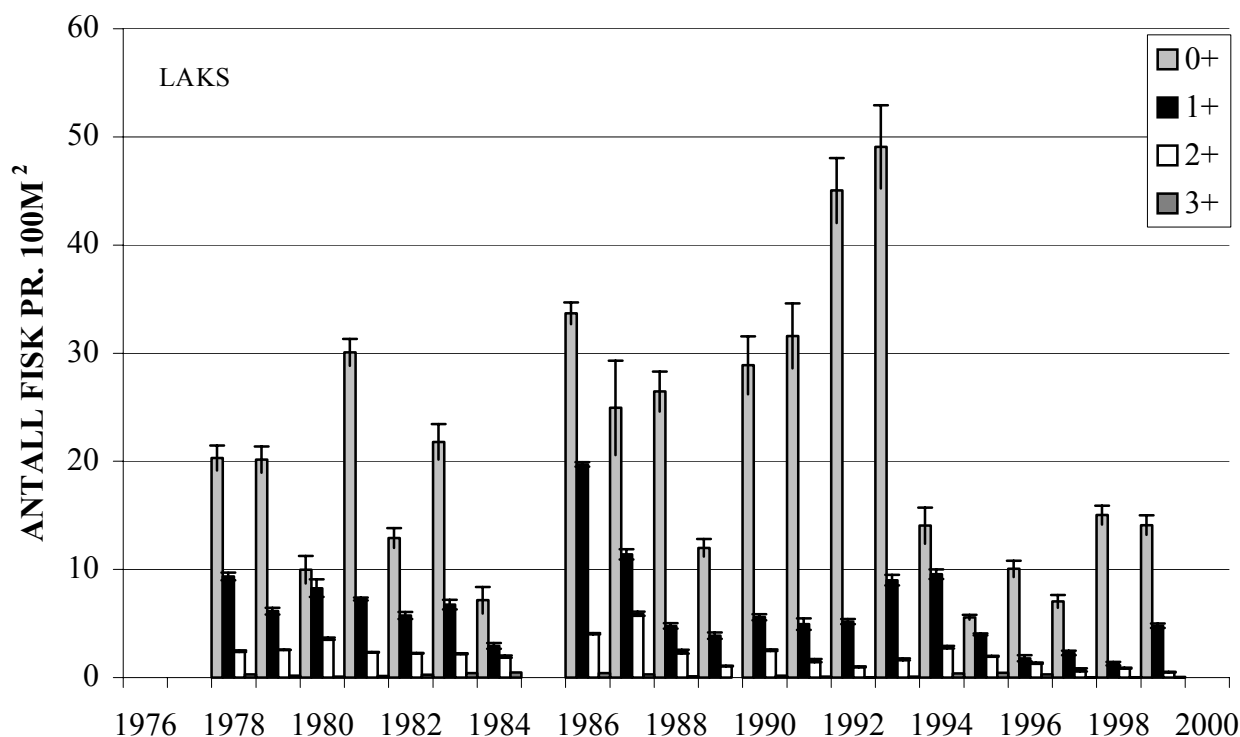


Fig. 10. Beregnet tetthet av ulike årsklasser av laks i Suldalslågen i perioden 1978 til 1999. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I.

Etter reguleringen beregnes de høyeste tetthetene av 1+ i 1986, 1987, 1993 og 1994. Mellom de to sistnevnte år er det ingen statistisk signifikante ( $P < 0.05$ ) forskjeller, mens tetthetene beregnet i 1986 er statistisk signifikant ( $P < 0.05$ ) langt høyere enn øvrige år. Det var bare i 1986 og 1987 at tettheter av 1+ høyere enn 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> ble beregnet.

Dessverre foreligger det ikke resultater fra 1985. Årsklassen 1985 kan ha vært sterkere enn andre årsklasser i Suldalslågen, idet den ikke bare gir opphav til høye tettheter i 1986, men tettheten av 2+ i 1987 er også høy sammenlignet med de øvrige årene. Beregnes imidlertid tettheten av 0+ i 1985 basert på et beregnet forhold mellom antall egg lagt og antall 0+ påfølgende år (formel:  $\text{antall } 0+ = 13.309 \cdot \ln(\text{antall egg}) + 13.04$ ; Saltveit og Sægrov, 2001, se Fig. 6), blir ikke tettheten av årsunger i 1985 høyere enn 26.6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Det ble imidlertid satt ut betydelige mengder umerket yngel i Suldalslågen både i 1985 og 1986. Dette kan være årsak til at det beregnes langt høyere tettheter av 1+ i 1986 dette året sammenlignet med andre år og høyere enn forventet (se Fig. 9). Det samme kan være tilfelle i 1986, som også har høyere tetthet av 0+ enn forventet basert på antall egg lagt i 1985 og som gir en sterk 1+ årsklasse i 1987. At det beregnes høye tettheter av 0+ ørret i 1986 og 1987 trenger nødvendigvis ikke bety at dette var spesielt gode år for ungfisk i Suldalslågen. Høye tettheter av ørret kan være en konsekvens av lave tettheter av laks, grunnet redusert konkurranse.

Tettheten av årsunger beregnet i 1989, 12.0 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, er svært lav og tilsvarer tettheter påvist i perioden 1980 til 1984. Tettheten av 1+ og 2+ er også lave. Tettheten av 0+ er også langt lavere enn det som kunne forventes basert på beregninger fra antall egg gytt året før. Gjøres en beregning av tettheten av 0+ basert på antall egg gytt året før (se Fig. 6), blir denne 22,5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av 1+ i 1989 er også

lavere enn hva som kan forventes fra antall 0+ året før (se Fig. 9). Årsaken kan være stor dødelighet dette året forårsaket av stranding. En uforutsett stengning av dammen medførte hurtig tørrlegging av oppvekstområdene. Død fisk ble observert. Av tetthetsdata fra hver lokalitet (se Fig. 13), fremgår det at reduksjonen i tetthet var størst øverst i vassdraget, mens det på de nederste stasjonene ble funnet relativt høye tettheter. Dette tilsvarer situasjonen i elva i perioden 1980 til 1984, da raske reduksjoner i vannføring resulterte i stranding av fisk, spesielt øverst i elva. De lave tettheten av 0+ i 1989 synes imidlertid ikke å ha ført til større konsekvenser for tettheten av fisk fra denne årsklassen de påfølgende år. Tettheten av 1+ i 1990 og 2+ i 1991 er ikke statistisk signifikant lavere enn årene like før og etter.

Dette kan skyldes at tettheten av årsunger i 1989 ikke var under nivå for tetthetsavhengig dødelighet (se Fig. 7), men også utsetting av umerket fisk i 1990 (se Saltveit 1997b).

Selv om det ikke synes å ha funnet sted en tilsvarende reduksjon i tetthet hos ørret som for laks dette året, kan ørret ha hatt et langt bedre utgangspunkt, dvs en langt høyere tetthet før reduksjonen i vannføring (Fig. 11). Ørret var imidlertid heller ikke i samme grad som laks påvirket av hurtige endringene i vannføring som fant sted i perioden 1980 til 1985 (se side 24).

Tellinger av gytebestand er bare gjort i de senere år, men gytebestanden lar seg beregne basert på et forhold mellom fangst og gytebestand, idet det er beregnet at ca. 40-50 % av den totale tilbakevandrende gytebestand vil gyte (se side 8) (Rosseland 1979, Sættem 1995, Sægrov *et al.* 1997). Den sterke reduksjonen i tetthet av årsunger i Suldalslågen etter 1994 faller sammen med en tilsvarende dramatisk nedgang i gytebestanden av laks i elva etter 1993 (Sægrov *et al.* 1997). En tilsvarende reduksjon i tetthet fant ikke sted hos ørret (Fig. 11), og det er tidligere konkludert med at reduksjonen hos laks derfor skyldes et forhold som har påvirket bestanden av laks og ørret ulikt (Saltveit 1995, 1996). Et slikt forhold må være knyttet til ulike reproduksjonsforhold og -muligheter. Endret vannkvalitet, som for eksempel økt

forsuring eller forhold knyttet til reguleringen, skulle forventes å påvirke bestandene av ørret- og laksunger på elv likt. Årsaken er derfor trolig mangel på gytelaks. Mangel på gytelaks kan ikke knyttes til tidligere leveår på elv. Hvis det skulle være årsaken burde tettheten av årsunger og presmolt laks årene før være lave. Materialet innsamlet før 1994 viser imidlertid en økning i årsungetetthet fra 1990 og heller ingen antydning til reduksjon i tetthet av 1+, 2+ og 3+ laks (Fig. 10). Disse er svært stabile sammenlignet med tidligere år.

Stabile tettheter av eldre laksunger (1+,2+,3+) i perioden (1977 til 1997), indikerer en relativt stabil smoltproduksjon i Suldalslågen, noe resultatene fra smoltutvandring også indikerer (Saltveit 2000). Fangstene av voksen fisk har imidlertid variert svært mye i Suldalslågen. Dette indikerer at smoltens overlevelse i havet varierer mye fra år til år, og er med på å understøtte at nedgangen i gytefisk er forårsaket av forhold utenfor elva. Imidlertid er tettheten av eldre laksunger enkelte år nå så lav at det kan føre til en lavere smoltproduksjon i elva. Økt vekst hos fiskeungene har redusert smoltalderen, og foreløpig synes ikke smoltproduksjonen å være redusert (Saltveit 2000).

Årsakene til mangel på gytefisk er vurdert av Sægrov (1997). Ved å sammenligne utvikling i fangst og gytebestand i Suldalslågen med utviklingen i andre sammenlignbare elver, konkluderer han med at årsaken skyldes forhold som ligger utenfor elva, og nevner endringer i sjøtemperatur, lakselus og fangst i havet.

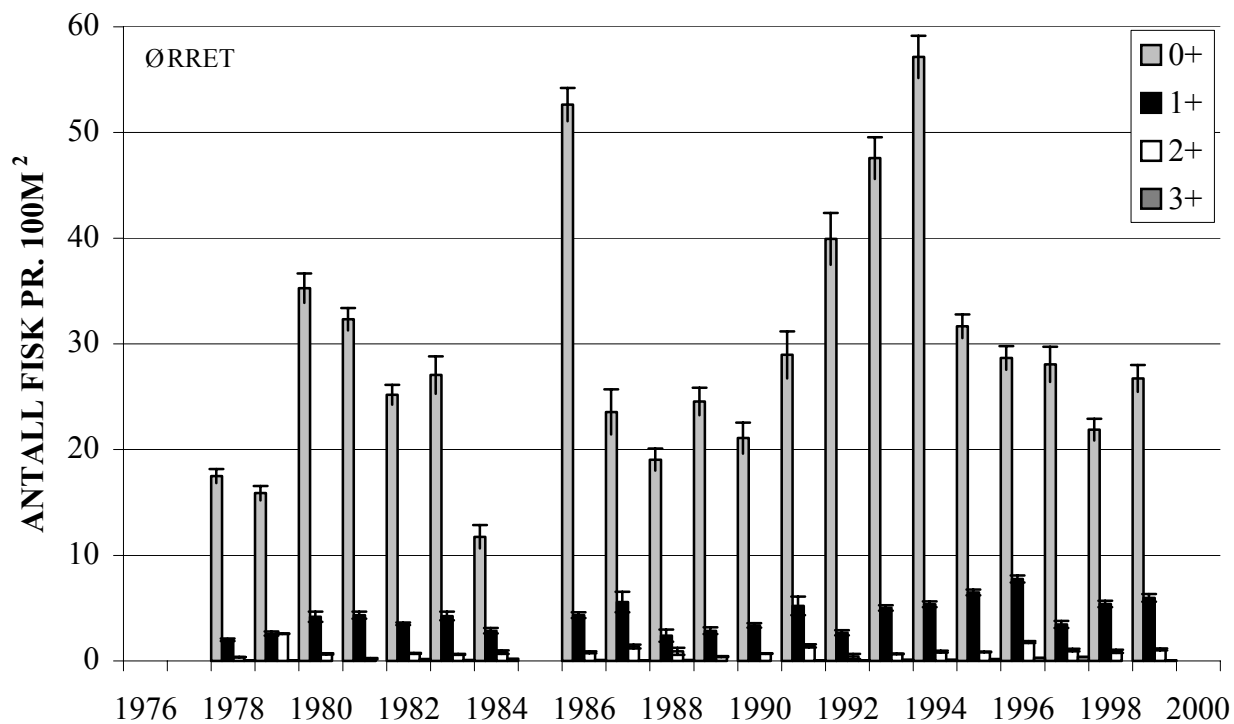


Fig. 11. Beregnet tetthet av ulike årsklasser av ørret i Suldalslågen i perioden 1978 til 1999. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I.

### Tetthet på ulike lokaliteter

Bestandstetthet av ulike årsklasser av laks og ørretunger på de ulike lokaliteter er vist i Vedlegg 1. Materialet er benyttet til å dokumentere eventuelle effekter av ulike begivenheter i Suldalslågen i denne perioden, som for eksempel perioden med hurtige reduksjoner i vannføring (1980 til 1985 og 1989) og økt forsurening.

Tettheten av årsunger (0+) på de ulike lokalitetene i Suldalslågen før reguleringen er vist på Figur 12. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i tetthet av årsunger (0+) mellom den øverst og nederste del av elva (Pearson correlation coefficient). I den første perioden etter regulering, 1980 til 1985, ble den pålagte minstevannføring målt nederst i elva, men sluppet fra dammen øverst i elva (se side 3). Dette medførte raske reduksjoner i vannføring, og det ble funnet lavere tettheter av 0+ i Suldalslågens øverste del (Fig.12), der effekten av reduksjonene var størst. En sterk statistisk signifikant økning ( $P < 0.001$ , Pearson correlation coefficient) i tetthet ovenfra og nedover, førte til en ujevn utbredelse av 0+ i elva, sammenlignet med perioden før 1980, men også etter 1985 (Fig 12). Død fisk ble observert i Suldalslågen etter vannstandsreduksjonene i perioden 1980-1985, og det ble ved enkelte anledninger funnet relativt mye død fisk i de deler av elva som hadde store grunne områder, f.eks stasjon 6 og stasjon 4, sammenlignet med stasjoner som hadde en bratt strandlinje, som for eksempel stasjon 3.

Etter 1985 ble minstevannføringen målt ved dammen i Suldalsosen. Nedenfor dammen varierer nå vannføringen i samsvar tilførsler fra restfeltet, og ingen hurtige reduksjoner i vannføring har forekommet, bortsett fra i 1986 og i 1989. Årsaken i 1989 var et uhell med dammen. Død strandet fisk ble observert, og utbredelsen av fisk i elva var som i perioden 1980 til 1984, med lave tettheter øverst og høye nederst (se Fig. 13).

Fram til 1994 økte tettheten av årsunger i Suldalslågen (Fig. 10 og 11). Økningen skjedde på alle stasjoner og for begge arter, og det påvises i denne perioden ingen ujevn utbredelse av 0+ laks i elva (Fig. 12).



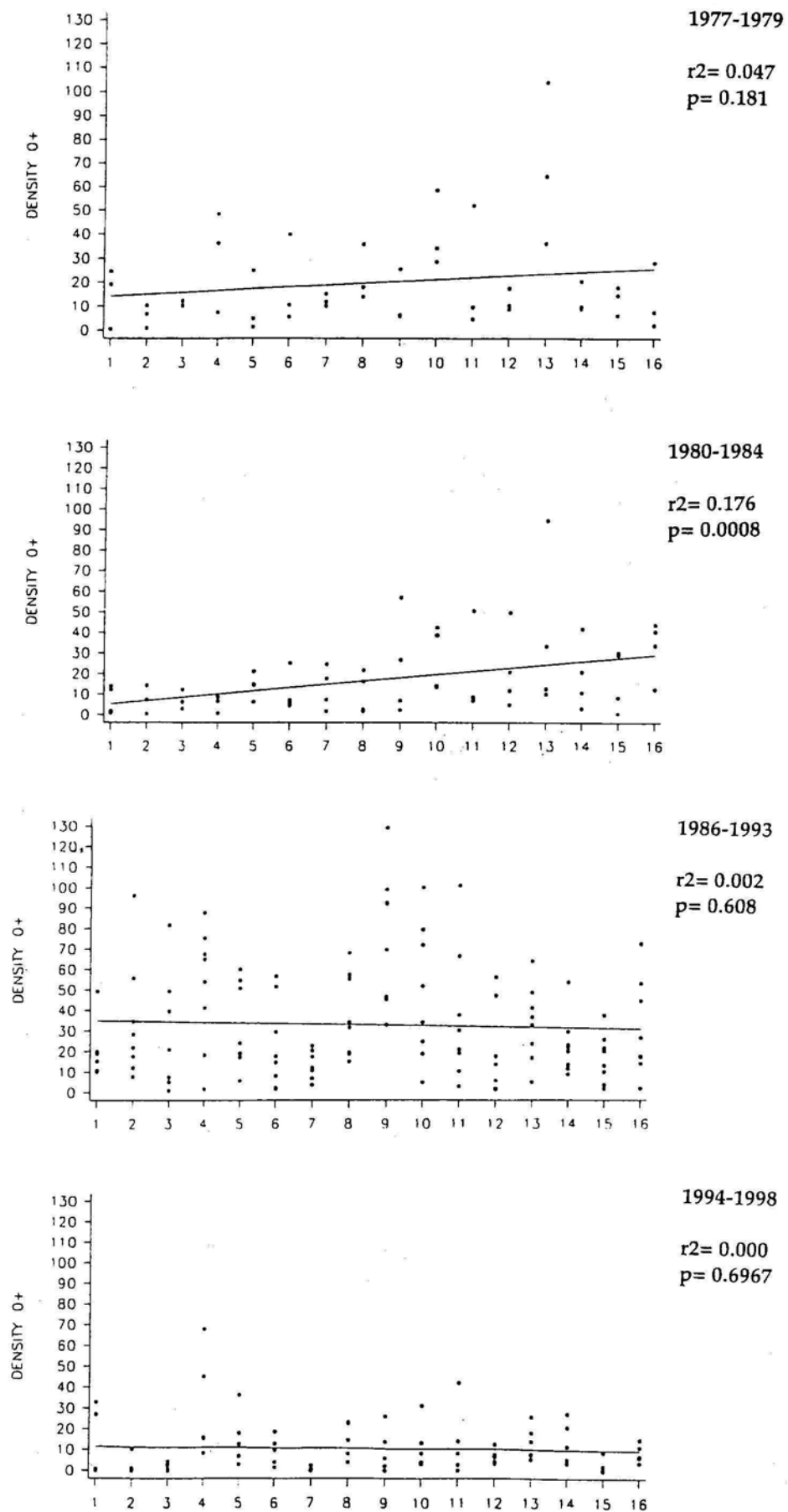


Fig. 12. Tetthet av årsunger (0+) av laks på ulike lokaliteter i Suldalslågen i ulike perioder.

Fra og med 1994 falt tettheten av årsunger av laks dramatisk i Suldalslågen (Fig. 10)(se side 20-21). Årsungene viser imidlertid en jevn utbredelse, uten tegn til at det ulik fordeling av fisk i elva (Fig. 12). Ved redusert vannføring var det forventet at surere restfelt skulle gi større effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen nedstrøms dammen, spesielt i de nedre deler av elva (Blakar 1996). Hvis surere vann har hatt en betydelig negativ effekt på fiskebestandene i Suldalslågen, burde dette derfor ha fremkommet som en relativt større reduksjon i fisketetthet i de nedre deler av elva sett i forhold til den øverste delen. Dette er imidlertid ikke tilfelle. Siden 1998 er elva blitt fullkalket gjennom installering av kalkdoserer i sure sidebekker og terreng- og innsjøkalking. Effekt på de ulike årsklasser av laks kan imidlertid ikke dokumenteres verken gjennom økt total tetthet i elva (Fig. 10) eller på de ulike lokalitetene (se Vedlegg).

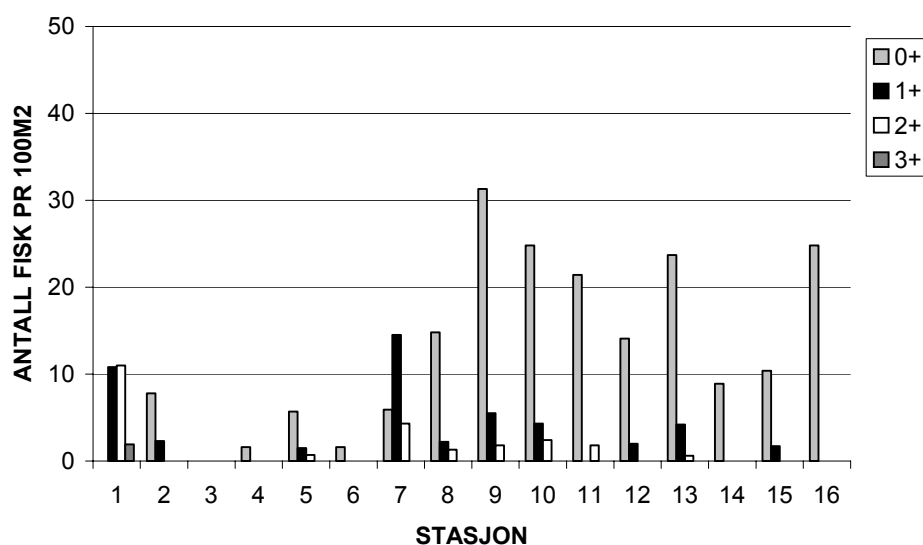


Fig. 13. Tetthet av laksunger på ulike lokaliteter i Suldalslågen i 1989.

For årsungene av ørret er utbredelsen svært ulik den for laks. Gjennom hele perioden er det en statistisk signifikant ( $p < 0.001$ , Pearson correlation coefficient) høyere tetthet av ørret 0+ i Suldalslågens nedre del sammenlignet med den øverste delen (Fig. 14). De samme effektene av hurtige vannstandsreduksjoner i perioden 1980 til 1984

fremkommer ikke på samme måte som hos laks. Dette kan skyldes at ørret allerede har en slik skjev fordeling

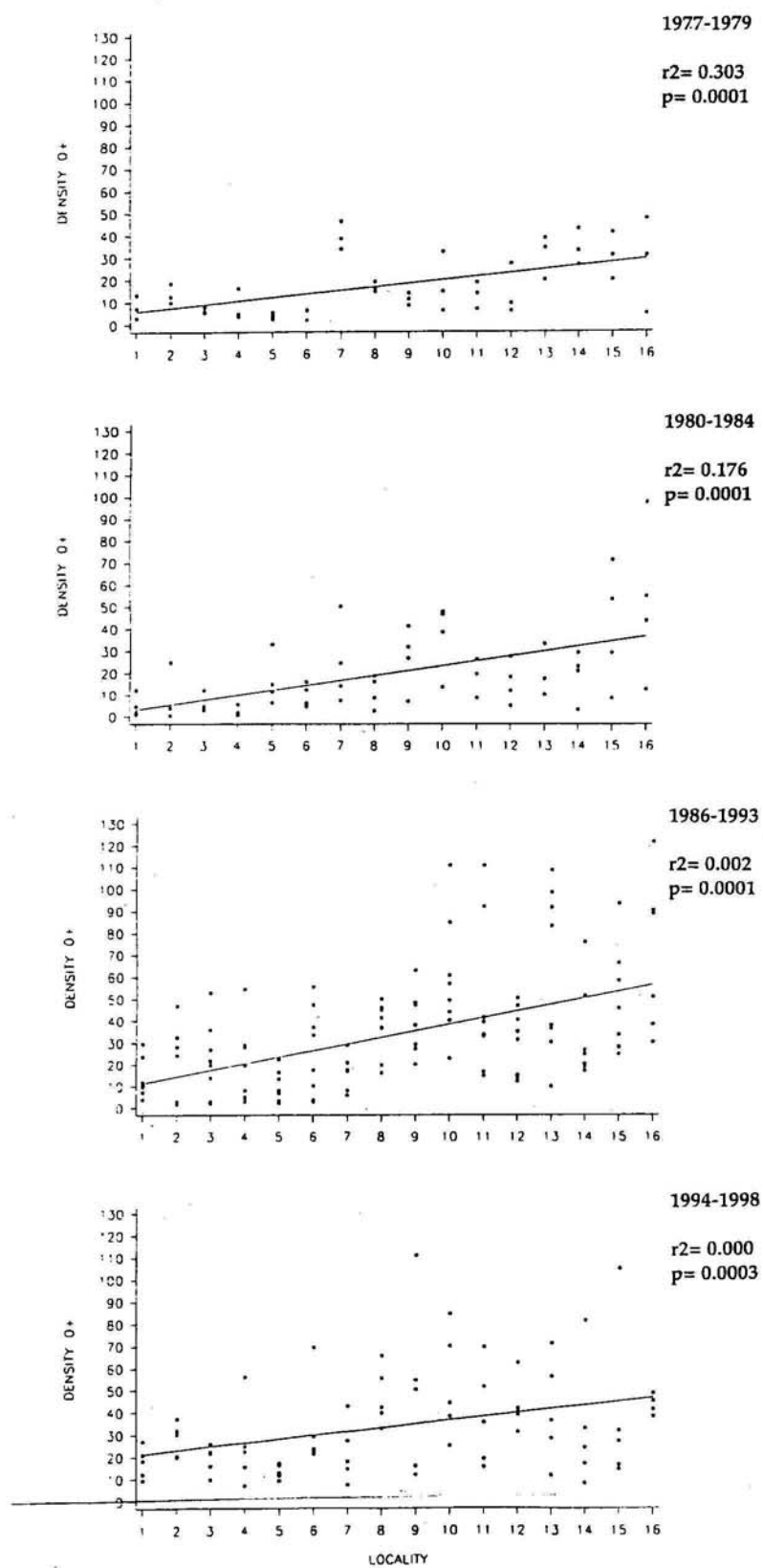


Fig. 14. Tetthet av årsunger (0+) av ørret på ulike lokaliteter i Suldalslågen i ulike perioder.

i utbredelse, som skjuler eventuelle effekter som følge av stranding. Ørret oppholder seg også i noe andre habitater enn laks og foretrekker områder med langsommere vannhastighet og med små kulper. Selv om også ørret oppholder seg nær land vil kulpområdene ha vann selv etter vannstandsreduksjon-en, noe som gir ørret mulighet til å overleve.

## LITTERATUR

- Blakar, I.A. 1996. Effekter av Ulla-Førre reguleringen på vannkvaliteten i Suldalsområdet. *Rapport til Skjønnsretten*
- Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1997. Effekter av mose på bunndyr i Suldalslågen. *Rapp. Lakseforsterkingsprosjektet*, **30**, 42 s.
- Chadwick, E.M.P. 1985. Fundamental research problems in the management of Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Atlantic Canada. *J.Fish Biol.* **27**: 9-25.
- Cunjak, R.A. 1988. Physiological consequences of overwintering in streams. The cost of acclimitization? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **45**, 443-452.
- Cushman, R.M. 1985. Review of ecological effects of rapidly varying flows downstream from hydroelectric facilities. *North American Journal of Fisheries Management* **5**: 330-339.
- Egglisshaw, H.J. and Shackley, P.E. 1977. Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream, 1966-75. *J.Fish Biol.* **11**: 647-672.
- Fraser, N.H.C., Heggenes, J., Metcalfe, N.B. and Thorpe, J. 1995. Low summer temperatures cause juvenile Atlantic salmon to become nocturnal, *Canadian Journal of Zoology* **73**, 446-451.
- Gardinier, R. and Shackley, P. 1991. Stock and recruitment and inversely density-dependent growth of salmon, *Salmo salar* L., in a Scottish stream.
- Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **3**: 39-73.
- Haldane, J.B.S. 1956. The relation between density regulation and natural selection. *Proceedings of the royal society B* **145**: 306-308.
- Heggenes, J. og Dokk, J.G. 1995. Habitatvalg til laks- og ørretunger i Suldalslågen. Modellerte konsekvenser av ulike vannføringer. *Rapp.Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen*.**9**, 55 s.
- Heggenes, J. and Saltveit, S.J. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *S. trutta* L., in a Norwegian stream, *J. Fish. Biol.* **36**, 707-720.
- Heggenes, J. og Saltveit, S.J. 1997. Effekt av mose på fisk i Suldalslågen. *Rapp.Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen*.**39**, 37 s.
- Heggenes, J. and Saltveit, S.J. 2001. Effect of aquatic mosses on the juvenile fish density and habitat use in the regulated River Suldalslågen. *Regulated Rivers*, **00**: 00-00.(submitted).

- Heggenes, J., Krog, O.M.W., Lindås, O.R., Dokk, J.G. and Bremnes, T. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo trutta*) become nocturnal during winter. *J. Anim. Ecol.* 62, 295-308.
- Hilborn, R. and Walters, C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Jonsson, N., Jonsson, B. and Hansen, L.P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology*, 67: 751-762.
- Lillehammer, A. 1973. An investigation of food of one to four month old salmon fry (*Salmo salar* L.) in the river Suldalslågen, West Norway. *Norw. J. Zool.* 21: 17-24.
- Rimmer, D.M., Paim, U. og Saunders, R.L. 1983. Autumnal habitats shift of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 671-680.
- Rosseland, L. 1979. Erfaringer fra smoltutsettinger i regulerte vassdrag. s. 243-263. I: Gunnerød, T.B. og Mellqvist, P. (Red.) Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasin og lakseelver. NVE og Dir. for vilt og ferskvannsfisk.
- Rørslett, B., Johansen, S.W. og Blakar, I.A. 1989. Biologiske effekter i Suldalsvassdraget for Ulla-Førre utbyggingen. Problemidentifisering og tiltak. *NIVA-rapport 0-88050*. 72 s.
- Saltveit, S.J. 1990. Studies on juvenile fish in large rivers. s. 109-114. In: Cowx, I.G. (Ed.). *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Oxford.
- Saltveit, S.J. 1995. Overvåking av ungfiskbestanden i Suldalslågen. Tetthetsutvikling og vekst hos laks- og ørretunger. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldal*, 16, 33 s.
- Saltveit, S.J. 1996. Skjønn Ulla-Førre. Fiskeribiologisk uttalelse. Begroing og ungfisk. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 162, 48 s.
- Saltveit, S.J. 1997a. Tetthet og vekst av laksunger i Suldalslågen i 1995, 1996 og 1997. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 40, 25 s.
- Saltveit, S.J. 1997b. Effekt av utsetting av laks i Suldalslågen. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 42, 28 s.
- Saltveit, S.J. 1998. The effect of stocking Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Norwegian rivers. s. 22-34. In: Cowx, I.G. (Ed.). *Stocking and introduction of fish*. Fishing News Books, Oxford.
- Saltveit, S.J. 2000. Suldalslågen. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement. Årsrapport for 1999, 36 s.
- Sægrov, H. 1997. Utvikling i laksebestandene på Vestlandet. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 25, 34s.
- Sægrov, H., Hellen, B.A. og Kålås, S. 1997. Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996. *Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 32, 25 s.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra til vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. *Utredning for DN 1995-7*, 107 s.
- Tvede, A. 1992. Vanntemperaturforhold i Suldalslågen, Suldalsvatn og Blåsjø 1986-1991. *Rapport NVE, Ø4 1992*, 50 s. + vedlegg.
- Tvede, A. 1996. Vanntemperaturen i Suldalsvassdraget 1962-95. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 23, 40s. + vedlegg.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.* 22: 82-90.





