

0 48

forskningsrapport

Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92

Arne J. Jensen
Bjørn Ove Johnsen
Per Ivar Møkkelgjerd



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92

Arne J. Jensen
Bjørn Ove Johnsen
Per Ivar Møkkelgjerd

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

NINA Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92. - NINA Forskningsrapport 48: 1-31.

Trondheim desember 1993

ISSN 0802-3093

ISBN 82-426-0429-0

Forvaltningsområde:

Norsk: Naturinngrep - vassdrag

Engelsk: Impact on aquatic ecosystems

Rettighetshaver ©:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne

Kari Sivertsen

Tegnekantoret NINA

Sats: NINA

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 400

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 07 58 05 00

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 3515

Ansvarlig signatur:

Tor G. Heggberget

Oppdragsgiver:

Oslo Energi, etter pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92. - NINA Forskningsrapport 48: 1-31.

Aurlandselva har fra gammelt av vært kjent som ei meget god sjøaure- og lakseelv, med fangster oppe i 5 tonn årlig. Spesielt sjøauren har vært attraktiv på grunn av størrelsen. I 1969 ble det satt i gang kraftutbygging i vassdraget, og denne ble fullført i 1989. Fangstene av både laks og sjøaure har gått kraftig ned siden utbyggingen tok til, og laksen ble fredet i vassdraget i 1989.

Vannføringen er betydelig redusert etter utbyggingen, både ovenfor og nedenfor Vassbygdvatnet, dvs. både i Vassbygdelva og Aurlandselva. Vanntemperaturen har bestandig vært svært lav, og både Vassbygdelva og Aurlandselva hadde før utbygging en gjennomsnittstemperatur i august på 11°C. Kraftutbyggingen har medført en temperatursenkning i Aurlandselva på ca. 1°C i april-mai og 1-2,5°C i juli, august og september. I Vassbygdelva er det konstatert en mindre økning i temperaturen i juni-juli etter utbygging.

NINA har siden 1989 utført fiskeribiologiske undersøkelser i vassdraget for å kartlegge forholdene for sjøaure og laks, og å foreslå eventuelle tiltak for å bedre fisket. Arbeidet har bestått i innsamling av ungfisk to ganger pr. år til tetthets- og vekstanalyser, innsamling av skjellprøver av voksen sjøaure fra sportsfiskere, og merking av en del av sjøauresmolten som Oslo Energi har pålegg om å sette ut i vassdraget. Det er også lagt vekt på å skaffe til veie data fra tida før kraftutbyggingen. Det eldste materialet som finnes er 66 skjellprøver av sjøaure innsamlet i 1911. Denne rapporten omhandler materiale til og med 1992, men undersøkelsene blir videreført.

Tettheten av ungfisk, spesielt laks, er relativt lav i Aurlandselva. I Vassbygdelva er tettheten av aure høyere, men det er svært lite laks. Både temperatur og næringstilgang er etter kraftutbyggingen høyere i Vassbygdelva enn i Aurlandselva, og dette gir seg utslag i bedre vekst hos ungfisk i Vassbygdelva. Ungfiskens vekst er imidlertid svært lav i hele vassdraget, noe som må tilskrives at vassdraget er svært kaldt. Med unntak av Jostedøla må en nord for Saltfjellet for å finne tilsvarende lav tilvekst hos ungfisk av sjøaure som i Aurlandsvassdraget.

Det er betydelig variasjon i de enkelte årsklassenes styrke i Aurlandselva, spesielt for laks, men også for aure. Flere av de

siste årsklassene av laks (1987-, 1989- og 1990-årsklassen) var svært svake, mens 1991-årsklassen var sterkere. Svake årsklasser ble spesielt funnet i år med lav vanntemperatur. På grunn av redusert vanntemperatur om sommeren i Aurlandselva etter regulering er trolig overlevelsen av yngel dårligere enn før.

Skjellprøver av 390 sjøaurer som ble samlet inn i 1989-92 viste at 322 var ville, mens 68 (17 %) stammet fra settefiskanlegget. Flest fisk er blitt beskattet etter at de har vært to, tre eller fire somrer i sjøen. Dette er fisk med gjennomsnittsvekt på henholdsvis ca. 0,6 kg, 1,0 kg og 1,8 kg. Betydelig eldre og større fisk forekom imidlertid i fangstene.

Sjøaurens alder ved utvandring til sjøen varierte mellom 2 og 6 år, med et gjennomsnitt på 3,7 år. Gjennomsnittlig smoltlengde var 14,2 cm. Eldre skjellmaterialer innsamlet i 1911, 1950-årene og 1960-årene viser at verken smoltalder eller smoltlengde har endret seg på grunn av reguleringen.

På grunn av at laksen er fredet i vassdraget, er opplysningene om voksen laks sparsomme. 13 skjellprøver viste en variasjon i smoltalder mellom 3 og 5 år, med et gjennomsnitt på 3,8 år. Gjennomsnittlig smoltlengde var 14,3 cm. Fire av disse hadde vært et år i sjøen, og veide i gjennomsnitt 1,9 kg, mens 9 hadde vært tre år i sjøen og hadde en gjennomsnittsvekt på 8,9 kg.

I perioden 1989-92 var sjøaurens gjennomsnittlige tilvekst første, andre og tredje sommer i sjøen henholdsvis 10,5 cm, 11,7 cm og 11,1 cm. Andre og tredje sommer i sjøen var tilveksten den samme som før utbygging, og antyder at næringsforholdene i Sognefjorden ikke er endret. Første sommer i sjøen var imidlertid tilveksten dårligere enn før utbygging, et forhold som kan skyldes at smoltutvandringen er blitt forsinket på grunn av lavere vannføring og/eller lavere vanntemperatur om våren.

Regulanten har pålegg om å sette ut 30000 sjøauresmolt og 10000 laksesmolt årlig for å kompensere for tapt naturlig smoltproduksjon. I 1990-92 ble hvert år 8000 sjøauresmolt fra anlegget merket med Carlin-merker, men gjenfangstene har hittil vært svært lave (0,7-1,4 %). Lav gjenfangst samt funn av fisk fra anlegget som har blitt stående i ferskvann i stedet for å vandre ut i sjøen tyder på dårlig smoltkvalitet/smoltifisering.

Emneord: Aurland - sjøaure - laks - kraftutbygging - tetthet av ungfisk - vekst - merkeforsøk

Forfatterens adresse: NINA, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim

Abstract

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sea trout and Atlantic salmon in the Aurland watercourse from 1911 to 1992. - NINA Forskningsrapport 48: 1-31.

The river Aurlandselva has been famous for its large anadromous brown trout sport fishery. Also Atlantic salmon have been an attractive species. Total annual catches as high as 5 tons have been recorded. In 1969 hydropower development commenced in the watercourse and was completed in 1989. After the hydropower development, the catches of both species declined considerably, and the harvesting of salmon has been banned since 1989.

The water flow was reduced considerably after the regulation, both above and below the lake Vassbygdatnet, i.e. in both the Vassbygd River and the Aurland River. The water temperature in both river sections has always been low, with an average of about 11°C in August. The temperature has decreased about 1°C in April and May and between 1°C and 2,5°C in July, August and September in the Aurland River because of the regulation. In the Vassbygd River a slight increase in water temperature in June and July has been recorded after the regulation.

The Norwegian Institute for Nature Research (NINA) has carried out investigations on anadromous salmonids in the watercourse since 1989. The purpose of the study has been to examine the present conditions for the Atlantic salmon and sea trout populations, and to evaluate potential measures for improving the catch of these species. Density analyses and growth data of pre-smolts were sampled twice each year. In addition, scale samples of adult fish were collected from the sport fishery, and 8000 hatchery reared smolts were tagged annually for three years with individually numbered Carlin tags. Available data collected before the regulation are included in the report. The oldest material consists of scale samples of 66 sea trout collected in 1911.

Densities of parr, especially of Atlantic salmon, are relatively low in the Aurland River. In the Vassbygd River the density of trout is higher, but salmon are few in numbers. After the hydropower regulation the water temperature and nutrient conditions were found to be more favourable in the Vassbygd River than in the Aurland River, and this is reflected in higher annual growth increment of pre-smolts. Compared to other Norwegian anadromous brown trout populations, however, the growth of pre-smolts was low in the entire watercourse. A similar low annual

growth increment has been observed in the nearby River Jostedal, which is also unusually cold compared to other rivers in the same latitude. Except for these two rivers, such a low annual growth rate of anadromous salmonids in Norway is found only in rivers north of 66°N.

A considerable variation in year class strength was observed in the Aurland River, especially among Atlantic salmon. The 1987, 1989, and 1990 year classes were all very weak, while the 1991 year class was stronger. The weak year classes were born in years with low water temperatures. The survival of fry is probably lower in the Aurland River than before because of lower temperatures after the regulation.

Scale samples of 390 sea trout collected in the period 1989-92, demonstrated that 322 were of wild origin, while 68 (17 %) had been reared at the hatchery.

The smolt age of sea trout averaged 3.7 years (varying from 2 to 6 years), and average smolt length was 14.2 cm. From older scale samples it is revealed that neither smolt age nor smolt length have changed after the hydropower development.

Due to the ban of harvesting of salmon since 1989, information about adult salmon is scarce. Scale samples of 13 salmon have shown that smolt age varied between 3 and 5 years, with an average of 3.8 years, and the average smolt length was 14.3 cm. Four of the 13 salmon came back to the river after one year at sea, and the average weight was 1.9 kg. Nine of the salmon had stayed for three years at sea, and their average weight was 8.9 kg.

The majority of the trout were harvested after two, three or four summers at sea, corresponding to average weights of about 0.6 kg, 1.0 kg and 1.8 kg, respectively. Average increase in length was 10,5 cm, 11,7 cm and 11,1 cm, for the first, second and third summers at sea, respectively. The growth of the trout the second and third summers at sea remained the same as before the regulation. Therefore, the nutrient conditions in the sea had not changed. Growth of trout the first summer at sea, however, was significantly lower than before regulation. The reason for this may be that the descent of smolts is delayed, because of lower water flow and/or lower water temperature during spring.

The hydropower company has been enjoined to release 30,000 hatchery reared sea trout smolts and 10,000 Atlantic salmon smolts annually to compensate for lower production of wild

smolts after the regulation. In the period from 1990 to 1992 8000 of these sea trout smolts were tagged annually by Carlin tags. To date the recoveries are very few (0.7 - 1.4 %). This low recovery rate, as well as observations of several hatchery reared fish which have continued to stay in fresh water instead of descending to the sea indicate that the quality of the hatchery reared smolts is unacceptable.

Keywords: Anadromous brown trout - Atlantic salmon - parr density - growth - tagging experiments

Authors address: NINA, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway

Forord

Direktoratet for naturforvaltning påla i 1989 med hjemmel i konsesjonsbetingelsene Oslo Lysverker (nå Oslo Energi) å bekoste fiskeribiologiske undersøkelser i Aurlandsvassdraget. Arbeidet med undersøkelsene startet i 1989 og pågår fortsatt. Mange personer har i ulik grad vært engasjert i prosjektet. Vi vil takke sportsfiskerne som har hjulpet til med å samle inn skjell av voksen sjøaure i vassdraget. Dette arbeidet har vært organisert av Aurland jakt- og fiskelag. Haakon Skjerdal har vært sentral i dette arbeidet. Vi vil også takke de ansatte ved Oslo Energis settefiskanlegg i Aurland, som i 1990-92 i samarbeide med NINAs Leidulf Fløystad har merket 8000 sjøauresmolt årlig med Carlinmerker. De har også vært til hjelp i perioder når det har vært utført feltarbeid i vassdraget. Arbeidet i felt har vært utført av Arne Jensen, Jan Gunnar Jensås, Bjørn Ove Johnsen, Per Ivar Møkkelgjerd og Laila Saksgård. Materialet er blitt bearbeidet i laboratorium av Per Ivar Møkkelgjerd og Jan Gunnar Jensås, og rapporten er skrevet av Arne Jensen i samarbeide med Bjørn Ove Johnsen og Per Ivar Møkkelgjerd.

Trondheim, oktober 1993

Arne Jensen
prosjektleder

Innhold

Referat	6
Abstract.....	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Generelt.....	7
2.2 Sjøaure- og laksebestanden	7
2.3 Aurlandsutbyggingen	8
2.4 Fysiske virkninger av utbyggingen.....	13
3 Metoder og materiale	11
3.1 Ungfiskmateriale	11
3.2 Smoltmerkinger	13
3.3 Skjellprøver av voksen fisk	13
4 Resultater	15
4.1 Ungfisk	15
4.1.1 Tetthet av ungfisk	15
4.1.2 Vekst hos ungfisk	18
4.1.3 Alderssammensetning.....	21
4.2 Smoltmerkinger	24
4.3 Voksen sjøaure	25
4.4 Voksen laks	26
5 Diskusjon	27
5.1 Generelt.....	27
5.2 Rognutvikling/overlevelse av yngel	27
5.3 Vekst hos ungfisk	28
5.4 Tetthet av ungfisk	28
5.5 Utvandring til sjøen	29
5.6 Vekst i sjøen	29
5.7 Utsetting av merket fisk.....	29
6 Litteratur	30

1 Innledning

Oslo Lysverker (nå Oslo Energi) fikk ved kongelig resolusjon av 26. september 1969, med endringer i kgl. res. av 25. juli 1975, tillatelse til å regulere Aurlandsvassdraget for kraftproduksjon. Utbyggingen har skjedd i flere trinn. Anleggsarbeidet begynte høsten 1969, og utbyggingen ble avsluttet i 1989. Utbyggingen har ført til at Vassbygdelva har mistet nesten alle nedslagsfeltene som ligger høyere enn 1000 m over havet. Vannet fra disse områdene føres i dag i tunnelsystemer til kraftstasjonen Aurland I og videre til Vassbygdvatn. Fra Vassbygdvatn blir vannet ført til Vangen kraftverk ved Aurlandsfjorden. Ved hjelp av en dam i utløpet av Vassbygdvatn kan vannføringen i Aurlandselva reguleres, og den pålagte minstevannføringen i elva slippes.

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane gjorde i brev av 24.03.87 Direktoratet for naturforvaltning (DN) oppmerksom på at fangsten av både laks og sjøaure ifølge Norges offisielle statistikk har gått kraftig tilbake i takt med at de ulike kraftstasjonene i vassdraget er satt i drift. Dette til tross for at Oslo Energi har pålegg om årlig å sette ut 30 000 sjøauresmolt og 10 000 laksesmolt i vassdraget for å kompensere for redusert naturlig smoltproduksjon.

På denne bakgrunn ga DN i februar 1989 NINA i oppdrag å utarbeide et program for fiskeribiologiske undersøkelser i den lakseførende delen av Aurlandsvassdraget. Programmets målsetting er å kartlegge dagens forhold for laks og sjøaure i vassdraget og å foreslå eventuelle tiltak for å bedre fisket. I brev av 22.05.89 fra DN ble Oslo Lysverker pålagt å bekoste slike undersøkelser.

I denne rapporten gis resultatene av NINAs undersøkelser i Aurlandsvassdraget i perioden 1989-92. I tillegg publiseres endel materiale fra perioden før kraftutbygging (før 1972), som er funnet i arkivene til Den vitenskapelige avdeling hos Inspektøren for ferskvannsfisket (før 1965) og Forskningsavdelingen ved Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske (etter 1965). Det gjelder et gammelt skjellprøvemateriale av sjøaure innsamlet i 1911, et betydelig antall skjellprøver fra 1950-tallet, og tilsvarende fra 1960-tallet. Også noen data om tetthet av ungfisk i Aurlandselva innsamlet på slutten av 1960-tallet foreligger. Skjellprøvene fra 1911 ble samlet inn av professor Knut Dahl, og det øvrige materialet av vitenskapelig leder Leiv Rosseland. Med unntak av tetthetsberegningene av ungfisk i 1967 og 1969 er materialet ikke publisert tidligere. Rosseland utførte også en rekke merkeforsøk med sjøaure fra Aurlandselva i samme periode. Disse merkeforsøkene, som heller ikke tidligere var publisert, har vi skrevet om i en egen rapport (Møkkelgjerd et al. 1993).

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generelt

Aurlandsvassdraget har sitt utløp i Aurlandsfjorden, en sørøstlig arm av Sognefjorden. Nedslagsfeltet er på 750 km² og består hovedsakelig av høgfjell. Det grenser i nord til Lærdalsvassdraget, i sør og sørøst til Holsvassdraget og i sør og vest til Flåmsvassdraget. Det er mange vatn i nedslagsfeltet, og de fleste ligger i en høyde av 1400 - 1500 m.o.h.

Aurlandselva fra sjøen og opp til Vassbygdvatn (1,88 km², 54 m.o.h.) er 6,8 km lang. Gjennomsnittlig bredde av Aurlandselva målt ved en vannføring på 3 m³/s (minstevannføring om vinteren) er 29 m (n=18). Hovedelva videre oppover fra vatnet er kalt Vassbygdelva (figur 5).

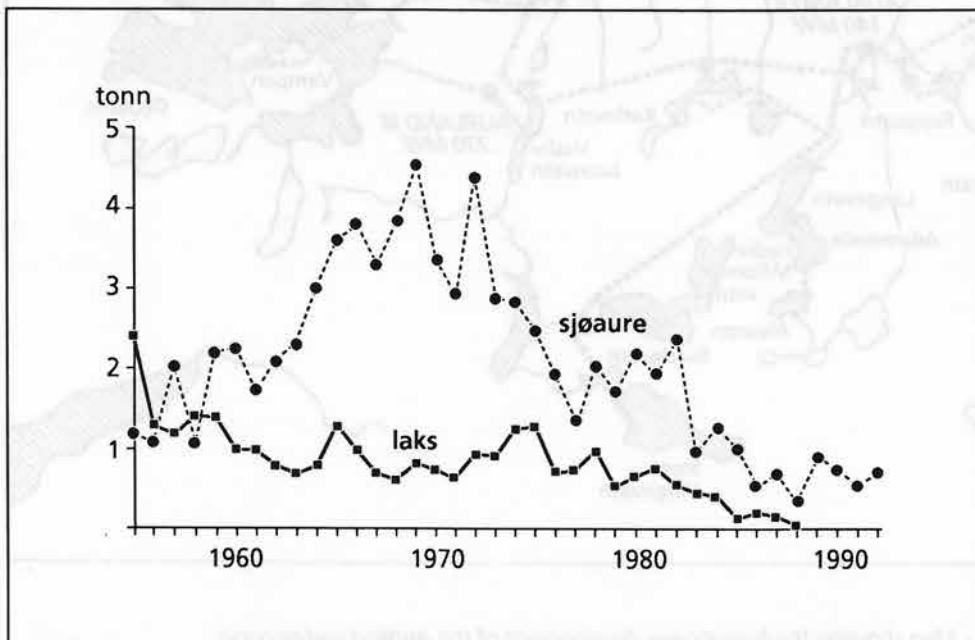
2.2 Sjøaure- og laksebestanden

Aurlandselva har ingen naturlige hindringer for oppgang av laks og sjøaure. Fisken kan gå opp til Vassbygdvatn og videre ca. 3 km opp i Vassbygdelva, der den blir stoppet av fosser. Før reguleringen kunne også fisken gå ca. 1 km opp i Midjeelva, ei sideelv som munner ut i Vassbygdelva like ovenfor Vassbygdvatn.

Aurlandselva har fra gammelt av vært kjent som ei meget god sjøaure- og lakseelv. Den er særlig kjent som ei god elv for

sportsfiskere, men tidligere foregikk det også et betydelig garnfiske i Vassbygdvatn. Garnfisket ble forbudt i 1980. De årlige fangstene av laks og sjøaure i tidsrommet 1955-92 er vist i figur 1. Tallene er hentet fra Norges offisielle statistikk. Denne statistikken skiller ikke mellom laks og sjøaure før 1966. Fordeling mellom artene i perioden 1955-65 er hentet fra St. prp. nr. 144, 1968-69. Ifølge statistikken for Aurlandselva var fangstene av laks og sjøaure omlag like store på slutten av 1950-årene. Tidlig på 60-tallet begynte imidlertid sjøaurefangstene å øke for så å nå en topp omkring 1970. Etter den tid har fangstene gått kraftig tilbake. Dette til tross for at Oslo Energi har pålegg om å sette ut 30 000 sjøauresmolt og 10 000 lakse-smolt årlig som kompensasjon for redusert naturlig smoltproduksjon. Denne fisken produseres i et settefiskanlegg som ligger ved Aurlandselva ca. 1 km nedenfor utløpet av Vassbygdvatnet.

Som en følge av tilbakegangen er fisketiden for sjøaure forkortet med 15 dager om høsten. Fiskesesongen starter i dag den 1. juni og avsluttes i Aurlandselva og Vassbygdvatn den 6. september, og i Vassbygdelva den 15. september. Bortsett fra en liten økning av laksefangstene på midten av 70-tallet, så har disse gått jevnt tilbake gjennom hele perioden. Laksen i vassdraget ble derfor fredet fra og med fiskesesongen 1989.



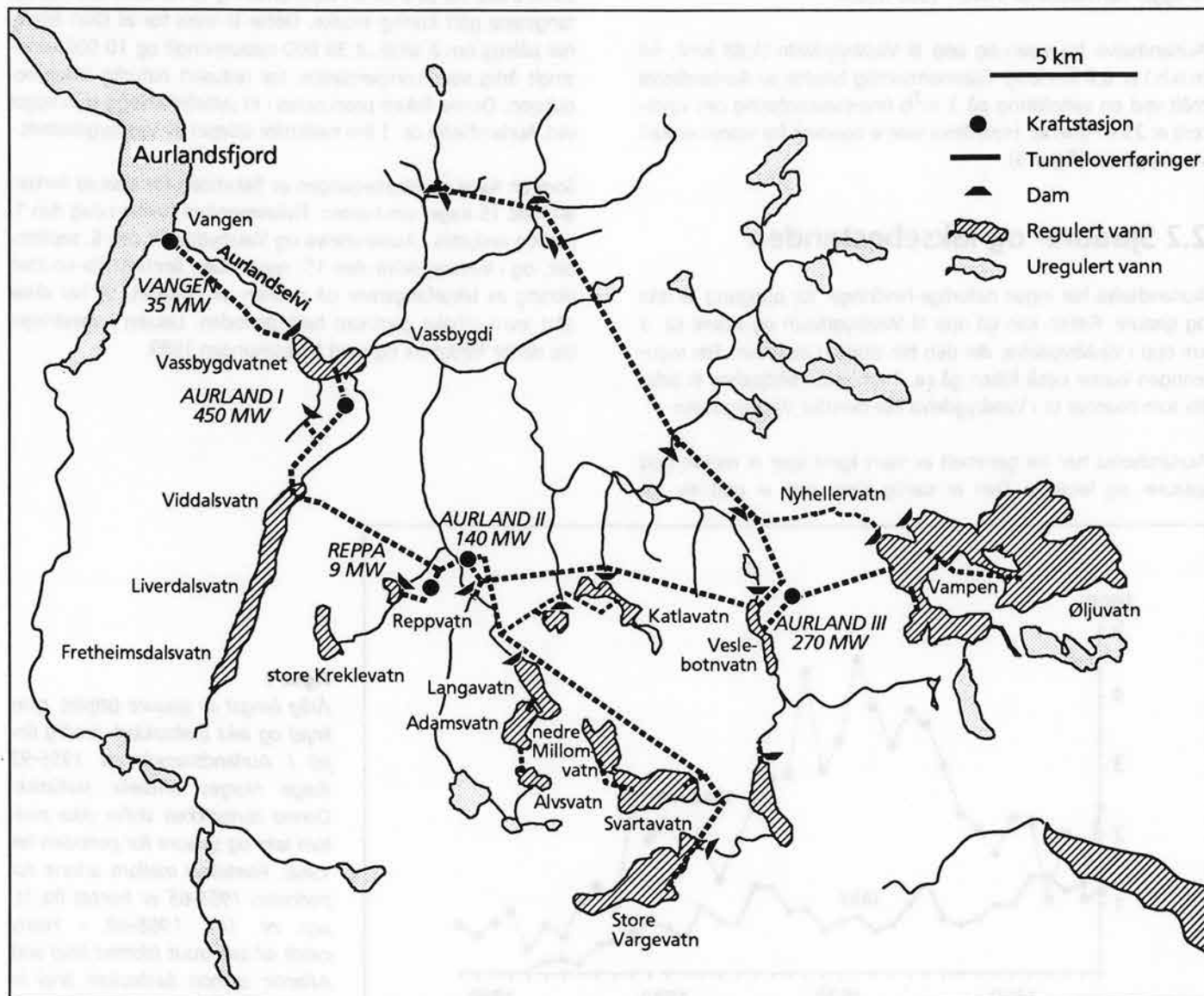
Figur 1

Årlig fangst av sjøaure (stiplet, tynn linje) og laks (heltrukket, kraftig linje) i Aurlandsvassdraget 1955-92 ifølge Norges offisielle statistikk. Denne statistikken skiller ikke mellom laks og sjøaure for perioden før 1966. Fordeling mellom artene for perioden 1955-65 er hentet fra St. prp. nr. 144, 1968-69. - Yearly catch of sea trout (dotted line) and Atlantic salmon (unbroken line) in the Aurland watercourse in the period 1955-92 according to official statistics.

2.3 Aurlandsutbyggingen

Ved utbyggingen av Aurlandsvassdraget utnytttes fallhøyden fra en rekke magasiner på fjellet i flere trinn ned til Aurlandsfjorden (figur 2). Tre av kraftverkene, Aurland II, Aurland III og Reppa, ligger på fjellet og utnytter vann fra magasiner som ligger opptil 1450 m o.h. Avløpsvannet føres til Viddalsvatn (HRV 930 m o.h.) og videre inn i Aurland I, som har utløp i Vassbygdatn. Vangen kraftverk utnytter fallet fra Vassbygdatn og ned til fjorden.

Utbyggingen har foregått etappevis over mange år fra anleggsarbeidene startet høsten 1969 og første aggregat i Aurland I ble tatt i bruk i januar 1973 til tredje aggregat i samme stasjon ble startet opp høsten 1989. Aurland III ble satt i drift i 1979, Vangen kraftverk i september 1980, Aurland II i 1982-83 og Reppa kraftverk i oktober 1983.



Figur 2

Oversikt som viser Aurlandsutbyggingen. - Map showing the hydropower development of the Aurland watercourse.

2.4 Fysiske virkninger av utbyggingen

Vannføringen i Vassbygdelta er blitt kraftig redusert etter utbyggingen, i og med at den har mistet nedslagsfeltene som ligger høyere enn ca. 1000 meter over havet. Vannet fra disse områdene føres nå gjennom tunnelsystemer og munner ut i Vassbygdvatn via Aurland I. Spesielt om vinteren og i tørre perioder om sommeren og høsten kan vannføringen i Vassbygdelta bli liten. På grunn av det grove og porøse substratet i elveleiet kan elvebunnen bli liggende nærmest tørr over lengre strekninger i lavvannsperiodene. En del dammer og kulper dannes imidlertid der elvebunnen er tettet av finere partikler. I slike situasjoner er det imidlertid en viss vannføring gjennom substratet. Små fisk og evertebrater kan overleve i hulrommene i substratet dersom dette er tilstrekkelig grovt. Detaljert kjennskap til vannføring i Vassbygdelta foreligger ikke, idet det ikke utføres slike målinger i elva.

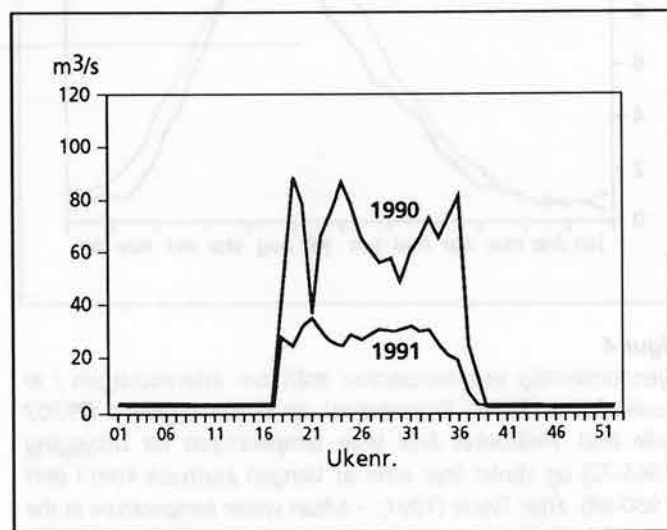
Før Vangen kraftverk ble satt i drift i september 1980 gikk alt avløpsvannet fra Aurland I ut gjennom Aurlandselva. Elva hadde derfor i perioden 1973-80 svært høy vintervannføring. Etter 1980 samkjøres Aurland I og Vangen slik at vannføringen i Aurlandselva om vinteren ligger på 3 m³/s. Øvrig vannmengde kjøres gjennom Vangen kraftverk.

En betydelig del av vannmengden blir på denne måten ledet utenom Aurlandselva, som dermed har fått sterkt redusert vannføring. Regulanten har pålegg om å slippe en minstevannføring i elva, som ved avløpet fra Vassbygdvatn i perioden fra 14. september til 15. juni skal være 3 m³/s. Fra 16. juni til 15. juli skal den være 25 m³/s og i perioden 16. juli til 15. august skal den være 30 m³/s. Deretter skal den trappes gradvis ned etter en fast plan til 3 m³/s 14. september. Figur 3 viser vannføringen i Aurlandselva i et tørt (1991) og et vannrikt år (1990).

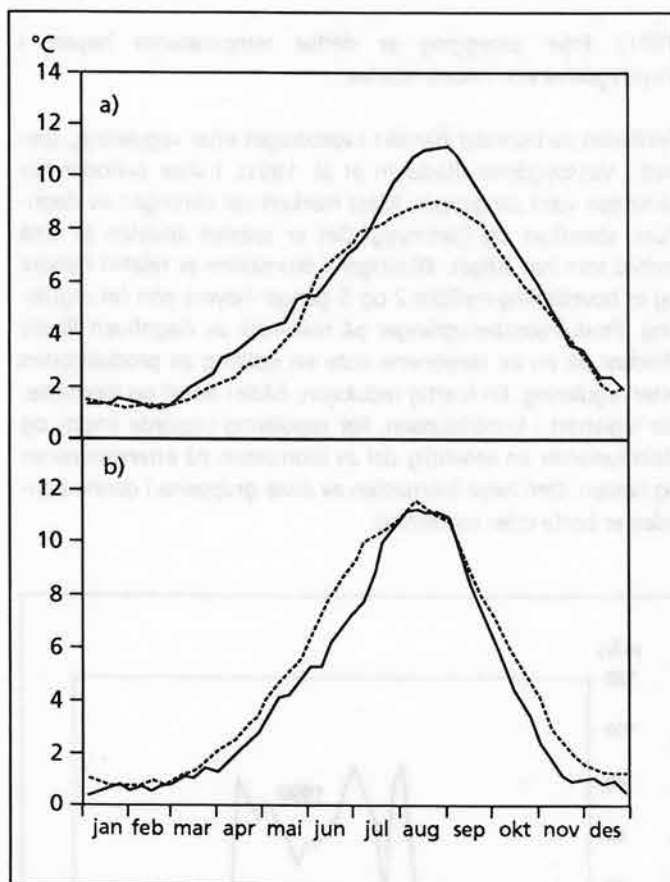
Vanntemperaturen har på grunn av de store høytliggende fjellområdene i nedslagsfeltet bestandig vært svært lav (figur 4). Både Aurlandselva og Vassbygdelta hadde før utbygging en gjennomsnittstemperatur på ca. 11°C i august. Kraftutbyggingen har medført en temperatursenkning i Aurlandselva nedenfor Vassbygdvatnet på ca. 1°C i april-mai og 1-2,5°C i juli, august og september (Tvede 1991, figur 4). Tabell 1 viser gjennomsnittlige månedstemperaturer i Aurlandselva fra mai til oktober for perioden 1985-92. I Vassbygdelta er det konstatert en mindre økning i temperaturen i juni-juli etter utbygging. Vinter- og høsttemperaturen er bare ubetydelig endret (Tvede

1991). Etter utbygging er derfor temperaturen høyere i Vassbygdelta enn i Aurlandselva.

Tettheten av bunndyr har økt i vassdraget etter regulering, spesielt i Vassbygdelta (Raddum et al. 1991). I visse perioder har økningen vært 20 ganger. Mest markert var økningen av døgnfluer, steinfluer og fjærmygg. Det er spesielt andelen av små individ som har steget. Økningen i biomassen er relativt mindre og er hovedsaklig mellom 2 og 5 ganger høyere enn før regulering. Produksjonsberegninger på materiale av døgnfluen *Baetis rhodani* på en av stasjonene viste en dobling av produksjonen etter regulering. En kraftig reduksjon, både i antall og biomasse, ble registrert i knottfaunaen. Før regulering utgjorde knott- og steinfluelarver en vesentlig del av biomassen på ettersommeren og høsten. Den høye biomassen av disse gruppene i denne perioden er borte etter regulering.



Figur 3
Eksempler på vannføringsregime i Aurlandselva ved Vassbygdvatn etter at Vangen kraftverk ble satt i drift, i et tørt (1991) og et vannrikt år (1990). - Water flow in the Aurland River at Vassbygdvatn following that the Vangen power station had been put into work, exemplified by a dry year (1991) and a wet year (1990).



Figur 4

Gjennomsnittlig vanntemperatur målt om ettermiddagen i a) Aurlandselva (29302 Skjærshølen) og b) Vassbygdelva (29303 Belle bru). Heltrukket linje viser temperaturen før utbygging (1965-72) og stiplede linje etter at Vangen kraftverk kom i drift (1980-88). Etter Tvede (1991). - Mean water temperature in the evening in a) the Aurland River (station no. 29302), and b) the Vassbygd River (station no. 29303), before the hydropower development of the watercourse (1965-72, unbroken line) and after the Vangen power station began operating (1980-88, dashed line). After Tvede (1991).

Tabell 1. Gjennomsnittlig månedstemperatur (°C) målt av NVE, Hydrologisk avdeling i Aurlandselva (29302 Skjærshølen) i perioden 1985-92. Fra 1985 til 1990 ble temperaturen målt manuelt om ettermiddagen (kl. 17), mens den i resten av perioden ble målt med temperaturlogger fire ganger pr. døgn. Målingene med logger viser at det var svært god overensstemmelse mellom temperaturen målt kl. 17 og døgngjennomsnittet (dette gjelder ikke for tilsvarende målinger i Vassbygdelva). Verdiene for hele perioden 1985-92 er derfor sammenlignbare. - Mean monthly water temperature (°C) in the Aurland River (station no. 29302 Skjærshølen) during the period 1985-92. Data from The Norwegian Electricity Board, Hydrological Department.

År	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober
1985	3,63	7,10	9,23	9,57	9,27	6,53
1986	3,93	6,93	8,03	8,50	8,27	6,50
1987	3,77	5,90	7,77	8,87	8,17	6,43
1988	4,28	7,90	9,63	10,07	9,53	7,00
1989	4,38	5,20	7,53	7,72	7,29	5,06
1990	4,21	4,99	6,44	7,98	7,49	6,12
1991	3,76	5,80	9,44	10,15	9,65	5,69
1992	4,31	7,45	7,45	7,76	8,08	5,96

3 Metoder og materiale

3.1 Ungfiskmateriale

Data om vekst og tetthet av ungfisk av laks og sjøaure er innsamlet på seks områder i Aurlandselva (st. 1-6, totalt 600 m²) og på tre områder i Vassbygdelva (st. 11-13, totalt 290 m²) i april og september hvert år fra 1989 til 1992 (figur 5). St. 13 hadde et areal på 90 m², mens de øvrige områdene var på 100 m² hver. Det ble benyttet elektrisk fiskeapparat ved innsamlingen. Hvert område ble overfisket tre ganger med ca. 1/2 times mellomrom. All fisk som finnes på et område blir oftest ikke fanget på denne måten, men den totale tettheten er beregnet etter en metode beskrevet av Zippin (1958) og Bohlin (1984). På grunn av liten størrelse, og dermed lav fangbarhet, er årsyngel (0+) ikke tatt med i tetthetsberegningene.

Ved det elektriske fisket ble det fanget et betydelig antall settefisk i Aurlandselva. Dette er aure som er satt ut fra settefiskanlegget, men som i stedet for å vandre ut i sjøen er blitt stående i ferskvann. Settefisk ble skilt fra villfisk ved ytre morfologi (spesielt uregelmessigheter på finnene, men også kroppsfasong og farge) og ved skjellanalyser og utseende av otolitter.

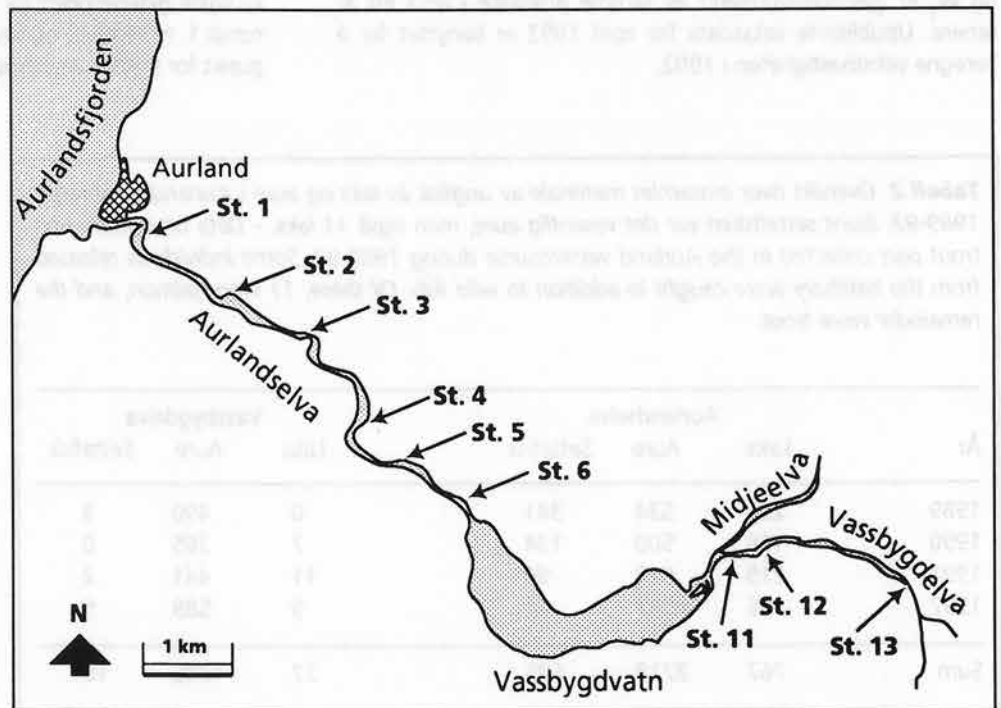
I april 1989 ble all fisk fra st. 1 veid ($\pm 0,01$ g) og målt (± 1 mm) i fersk tilstand. Deretter ble kondisjonsfaktoren (k) beregnet:

$$k = \text{vekt} \cdot 100000 / \text{lengde}^3$$

Denne ble benyttet til å beregne vekt av fisk innsamlet på andre stasjoner og til andre tidspunkt. Beregningene ble utført for 16 laks (k=0,884), 28 villfisk av aure (k=0,939) og 23 settefisk av aure (k=0,827).

Gjennomsnittlig biomasse av fisk på de faste stasjonene er estimert på grunnlag av tetthetsberegningene. Først ble gjennomsnittslengden for hver aldersklasse og tilsvarende gjennomsnittsvekt regnet ut. Total biomasse ble deretter beregnet ut fra tetthetsestimaterne for fisk og aldersfordeling.

Samtlige fiskunger er blitt fiksert på sprit og tatt med til laboratorium for sikker artsbestemmelse og aldersanalyse. Alderen ble bestemt ved hjelp av skjell, men i tvilstilfeller ble også otolittene benyttet ved aldersbestemmelsen. Alderen på fisk samlet inn i april året etter klekking er i denne rapporten satt lik ett år, til tross for at yngelen ikke klekket før noe senere på våren året før. Fiskens lengde er målt til nærmeste mm fra snuten og til



Figur 5

Oversikt over lakseførende del av Aurlandsvassdraget, med angivelse av steder der det er utført tetthetsberegninger av laks og aure. - Stretches of the Aurland watercourse with salmon. Stations where calculations of densities of Atlantic salmon and sea trout parr have been made are indicated.

enden av halefinnen når halefinnen ligger i naturlig stilling. Totalt er det samlet inn 794 laksunger, 4104 aureunger, 634 settefisk av aure og 11 settefisk av laks i vassdraget (tabell 2).

Aureungenes årlige tilvekst i Aurlandselva og Vassbygdelva ble sammenlignet med en vekstmodell for aure med ubegrenset tilgang på næring, som er utviklet i England av Elliott (1975a). Ved hjelp av denne modellen kan aurens økning i vekt bli beregnet ut fra elvtemperaturen ved følgende formel:

$$W_t = (b_1(a+b_2T)t + W_0^{b_1})^{1/b_1}$$

der W_0 (g) er aurens vekt ved start og W_t (g) er sluttvekten etter t dager ved T °C. Verdier av konstantene a, b_1 og b_2 er gitt i tabell 2 hos Elliott (1975a). Ifølge modellen inntreffer optimal vekst ved 13°C, mens laveste temperatur som gir tilvekst er 3,5°C. Vektøkninger ble beregnet i intervaller på 10 dager, ved bruk av gjennomsnittstemperatur for hver periode.

Gjennomsnittlig årlig veksthastighet G_w (g pr. g pr. år) ble beregnet for ettårig (1+) og toårig (2+) aure ved hjelp av følgende formel:

$$G_w = \ln W_t - \ln W_0$$

der W_0 er gjennomsnittsvekt av ettåringer eller toåringer i april og W_t er gjennomsnittsvekt av samme årsklasse i april ett år senere. Upubliserte vekstdata fra april 1993 er benyttet for å beregne veksthastigheten i 1992.

Ca. 2200 1-årig laks fra settefiskanlegget ble merket ved å klippe av fettfinnen, og satt ut i Vassbygdelva 19.-20. juni 1991. Gjenfangster av disse ble notert ved de etterfølgende ungfiskundersøkelsene.

Det ble også utført tetthetsberegninger av laks- og aureunger i Aurlandselva i 1967 og 1969 av Fiskeforskningen ved Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske (St. meld. nr. 80/1967-68 og St. meld. nr. 76/1969-70). De undersøkte arealene var henholdsvis 883 m² og 727 m². De oppgitte tetthets-tallene representerer totalt antall fisk fanget, inkludert årsyngel, etter tre gangers fiske med elektrisk fiskeapparat i september måned (L.P. Hansen, NINA, pers. medd.).

Rognas klekkespunkt og tidspunktet når hovedmengden av yngelen begynte å spise de enkelte år er beregnet ved hjelp av modeller beskrevet av Crisp (1981) og Jensen et al. (1989). Både eggens utviklingstid og perioden fra klekking og til yngelen begynner å spise er avhengig av vanntemperaturen, og kan beregnes dersom vi kjenner gytetidspunktet. Data om gytetidspunkt er hentet fra Oslo Energis settefiskanlegg i Aurland. Der ble de fleste stamfiskene både av laks og sjøaure strøket i perioden 1.-20. november, med topp rundt 10. november (gjennomsnitt for perioden 1981-92, Sølvi Høydal, pers. medd.). Fra andre vassdrag er det registrert at villfisk gyter noe tidligere enn innfanget stamfisk (Heggberget 1988). Vi har derfor antatt at den viktigste gyteperioden for både laks og sjøaure i Aurlandselva er rundt 1. november, og beregningene av klekkespunkt og tidspunkt for første næringsopptak bygger på dette.

Tabell 2. Oversikt over innsamlet materiale av ungfisk av laks og aure i Aurlandsvassdraget 1989-92. Blant settefisken var det vesentlig aure, men også 11 laks. - Data on salmon and trout parr collected in the Aurland watercourse during 1989-92. Some individuals released from the hatchery were caught in addition to wild fish. Of these, 11 were salmon, and the remainder were trout.

År	Aurlandselva			Vassbygdelva		
	Laks	Aure	Settefisk	Laks	Aure	Settefisk
1989	221	534	341	0	490	3
1990	166	500	134	7	365	0
1991	215	618	96	11	441	2
1992	165	567	64	9	589	5
Sum	767	2219	635	27	1885	10

3.2 Smoltmerkinger

Hvert år i perioden 1990-92 ble 8000 toårige sjøauresmolt fra settefiskanlegget delt inn i fire grupper à 2000 fisk, og merket individuelt med Carlin-merker. De fire gruppene ble satt ut 14.-15. mai i 1990, 27.-28. mai i 1991 og 25.-26. mai i 1992 på følgende måte (figur 6):

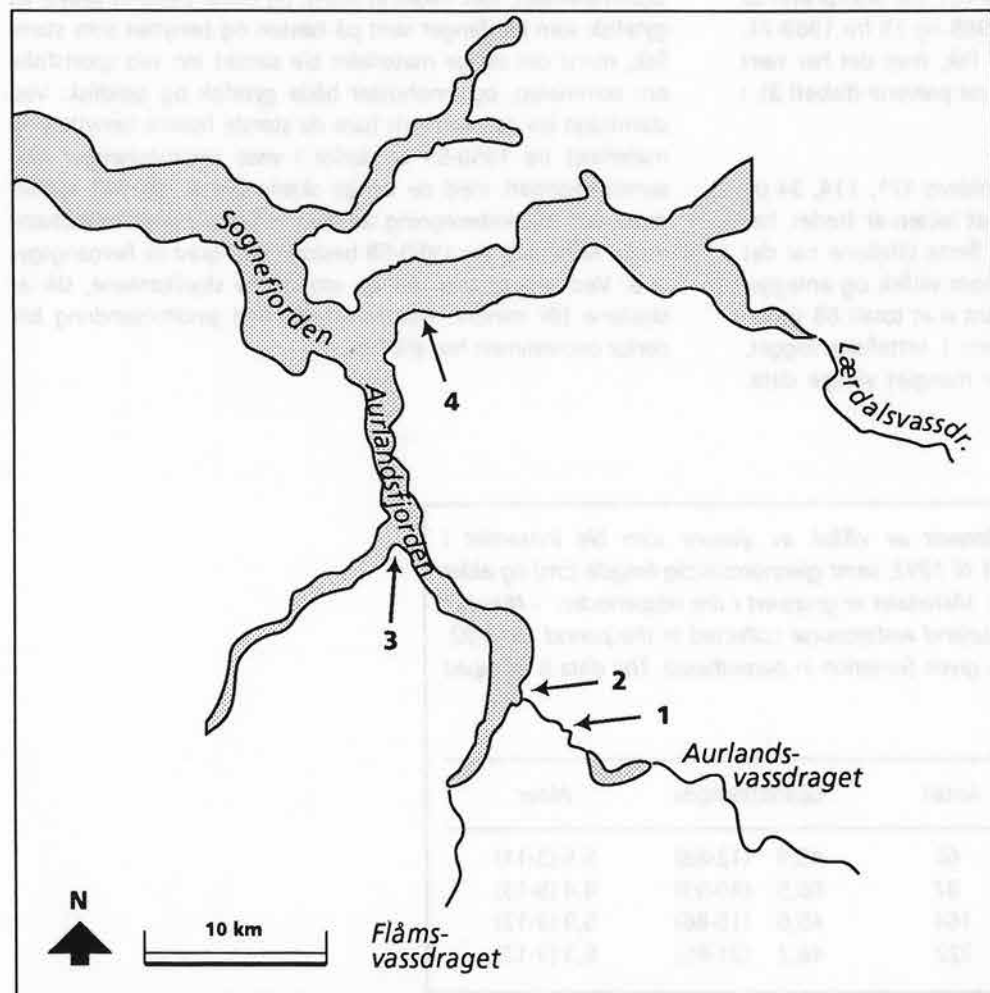
- * Gruppe 1: Satt ut spredt langs Aurlandselva
- * Gruppe 2: Satt ut i osen av Aurlandselva
- * Gruppe 3: Transportert utover Aurlandsfjorden og satt ut ved Beitelen ca. 5 km fra munningen av Aurlandselva
- * Gruppe 4: Transportert til Ytre Frønningen, i området der Aurlandsfjorden munner ut i Sognefjorden, ca. 20 km fra munningen av Aurlandselva.

Ved transport i båt ble tanken fylt med vann fra Aurlandselva, og sjøvann ble kontinuerlig pumpet inn i tanken. I tillegg ble det tilført oksygen. Fisken i gruppe 2, 3 og 4 ble spredt på en ca. 1 km lang strekning langs land.

Gjenfangster er registrert ved at fiskere har sendt inn fiskemerker til NINAs nasjonale merkesentral.

3.3 Skjellprøver av voksen fisk

Det foreligger et betydelig skjellmateriale av sjøaure og laks fra perioden før kraftutbygging, innsamlet av Den vitenskapelige avdeling hos Inspektøren for ferskvannsfisken og Fiskeforskningen ved Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. Vi



Figur 6

Kart over indre del av Sognefjorden, med angivelse av steder der Carlin-merket smolt av sjøaure ble satt ut ved merkeforsøkene i 1990-92. 1) Aurlandselva, 2) Elveosen, 3) Beitelen, 4) Ytre Frønningen. - Map of the inner part of the fjord Sognefjorden. The four places where tagged sea trout smolts were released during 1990-92 are indicated.

har funnet dette materialet ved å lete i Fiskeforskningens gamle arkiver.

Det eldste materialet som eksisterer, er 66 skjellprøver av sjøau-
re fra 1911 (tabell 3).

I 1949, 1950 og 1958 merket Den vitenskapelige avdeling hos Inspektøren for ferskvannsfisket til sammen 129 gytefisk av sjøau-
re i Aurlandselva. Før fiskene ble satt ut igjen ble det
nappet et par skjell av hver fisk. Dessuten ble det tatt skjellprø-
ver av en betydelig andel av fiskene ved gjenfangst. Ved gjen-
nomgang av dette materialet har vi funnet tilfredsstillende
prøver av 87 sjøau-
re. Resultater av merkeforsøkene er nettopp
rapportert (Møkkelgjerd et al. 1993). I tillegg finnes skjellprø-
ver av 9 laks, men viktige opplysninger mangler om de fleste
laksene.

I Fiskeforskningens arkiver har vi også funnet 107 skjellprøver av
sjøau-
re fra 1965, 81 fra 1967, 71 fra 1968 og 13 fra 1969-71.
Enkelte viktige data mangler for en del fisk, men det har vært
mulig å tolke alder/tilvekst på 164 av disse prøvene (tabell 3). I
tillegg foreligger prøver av 3 laks.

Fra årene 1989-92 foreligger det henholdsvis 171, 114, 34 og
95 skjellprøver av sjøau-
re. Til tross for at laksen er fredet, har
vi også mottatt 13 prøver av laks. I de fleste tilfellene har det
ut fra skjellene vært mulig å skille mellom villfisk og anleggs-
produert fisk. For perioden 1989-92 fant vi at totalt 68 sjøau-
rer hadde tegn på at de var produsert i settefiskanlegget,
mens 24 fisk var umulige å tolke eller manglet viktige data.

Dermed utgjør materialet av vill sjøau-
re fra denne perioden
322 fisk (tabell 3).

52 skjellprøver av sjøau-
re ble samlet inn i 1985-87 av
Fiskeforvalteren i Sogn og Fjordane. Dette materialet er publisert
andre steder (L'Abée-Lund et al. 1989).

Skjellprøvene er analysert med hensyn til alder og lengde ved
smoltutvandring, samt total alder. Årlig tilvekst i sjøen er bereg-
net ved lineær tilbakeberegning på skjellene (Lea 1910).

Skjellprøvene fra gruppe 1, 3 og 4 er sammenlignbare, idet
gjennomsnittlig lengde og alder ikke er signifikant forskjellig
($p>0.05$) (tabell 3), mens både lengde og alder er høyere i
gruppe 2 enn i de andre gruppene ($p<0.05$).

Materialet innsamlet i 1950-58 skiller seg altså ut fra det øvrige
skjellmaterialet, idet fisken er større og eldre. Dette er prøver av
gytefisk som ble fanget sent på høsten og benyttet som stam-
fisk, mens det øvrige materialet ble samlet inn ved sportsfiske
om sommeren, og inneholder både gytefisk og gjeldfisk. Ved
stamfisket ble sannsynligvis bare de største fiskene benyttet, og
materialet fra 1950-58 er derfor i visse sammenhenger ikke
sammenlignbart med de øvrige skjellprøvene. Spesielt gjelder
dette ved tilbakeberegning av fiskens lengde ved smoltutvan-
dring. Materialet fra 1950-58 bestod i stor grad av flegangsgy-
tere. Ved gyting skjer det en erosjon av skjellkantene, slik at
skjellene blir mindre. Fiskens lengde ved smoltutvandring blir
derfor overestimert hos slik fisk.

Tabell 3. Oversikt over antall skjellprøver av villfisk av sjøau-
re som ble innsamlet i
Aurlandsvassdraget i perioden fra 1911 til 1992, samt gjennomsnittlig lengde (cm) og alder
(år) på materialet (variasjon i parentes). Materialet er gruppert i fire tidsperioder. - Number
of scales of wild sea trout from the Aurland watercourse collected in the period 1911-92.
Mean length (cm) and age (yr) are also given (variation in parenthesis). The data is grouped
into four time periods.

Gruppe	Innsamlingsår	Antall	Gj.snittslengde	Alder
1	1911	66	43,9 (12-88)	5,5 (3-11)
2	1950-58	87	66,5 (40-93)	8,4 (5-13)
3	1965-71	164	45,6 (15-86)	5,9 (3-12)
4	1989-92	322	48,2 (21-85)	6,3 (3-13)

4 Resultater

4.1 Ungfisk

4.1.1 Tetthet av ungfisk

Vi registrerte i 1989 en gjennomsnittlig tetthet på 16-20 ungfisk av laks pr. 100 m², og omkring 50 villfisk av aure pr. 100 m² (unntatt årsyngel) i Aurlandselva (tabell 4). I tillegg fant vi et

betydelig antall aure (25-36 fisk pr. 100 m²) som var satt ut fra settefiskanlegget i Aurland (tabell 4). Denne settefisken, som forekom på alle stasjoner, hadde en gjennomsnittlengde på ca. 14 cm, og utgjorde en betydelig biomasse. Biomassen av settefisk utgjorde i april og september 1989 henholdsvis 506 g og 650 g pr. 100 m², hvilket var betydelig mer enn biomassen av vill aure i elva (tabell 5).

I Vassbygdelva registrerte vi en gjennomsnittlig tetthet på 117 aure pr. 100 m² i april 1989 og 76 aure pr. 100 m² i september 1989 (tabell 4). Bare tre settefisk av aure ble registrert i denne

Tabell 4. Beregnet tetthet av fiskunger (unntatt årsyngel) på seks faste stasjoner i Aurlandselva og tre faste stasjoner i Vassbygdelva vår (april) og høst (september/oktober) 1989-92 (antall pr. 100 m²). Usikkerhet i beregningene er gitt som 95 % konfidensintervall. Med "utsatt aure" menes fisk som er satt ut fra settefiskanlegget i Aurland, og som er blitt stående i ferskvann i stedet for å gå ut i sjøen. - Calculated density of salmon and sea trout presmolts (except fry) per 100 m² at six stations in the Aurland River and at three stations in the Vassbygd River in spring (April) and autumn (September/October) 1989-92. Uncertainty of calculations is given as a 95 % confidence level. "Utsatt aure" refers to trout which have been released from the hatchery and have remained in fresh water instead of migrating to the sea.

Periode	Laks	Aure (vill)	Utsatt aure
Aurlandselva (st. 1-6)			
April 1989	minst 17,7	46,6 ± 10,1	24,9 ± 2,4
Sept. 1989	15,6 ± 1,1	53,6 ± 4,6	36,0 ± 1,9
April 1990	18,3 ± 8,9	77,3 ± 61,2	16,1 ± 2,3
Sept. 1990	16,7 ± 2,1	51,6 ± 4,3	8,6 ± 0,6
April 1991	5,6 ± 1,2	52,7 ± 9,5	4,4 ± 0,3
Sept. 1991	10,6 ± 1,0	33,9 ± 3,5	14,0 ± 1,8
April 1992	25,4 ± 50,4	67,9 ± 57,4	2,5 ± 0,2
Okt. 1992	23,6 ± 8,2	57,8 ± 8,2	8,4 ± 0,5
Vassbygdelva (st. 11-13)			
April 1989	0,0	116,5 ± 23,0	
Sept. 1989	0,0	76,3 ± 3,3	
April 1990	0,3	70,5 ± 31,2	
Sept. 1990	2,0	67,8 ± 18,7	
April 1991	2,7	67,1 ± 28,3	
Sept. 1991	1,0	48,9 ± 12,3	
April 1992	1,3	minst 100,3	
Okt. 1992	1,7	67,7 ± 10,7	

Tabell 5. Beregnet biomasse av fiskunger (unntatt årsyngel) i Aurlandselva og Vassbygdelva vår (april) og høst (september/oktober) 1989-92 (gram pr. 100 m²). Med "utsatt aure" menes fisk som er satt ut fra settefiskanlegget i Aurland, men som er blitt stående i ferskvann i stedet for å gå ut i sjøen. - Estimated biomass of salmon and trout presmolts (except fry) in the Aurland River and Vassbygd River in spring (April) and autumn (September/October) 1989-92 (in grams per 100 m²). "Utsatt aure" refers to trout which have been released from the hatchery and have remained in fresh water instead of migrating to the sea.

Periode	Laks	Aure (vill)	Utsatt aure
Aurlandselva (st. 1-6)			
April 1989	>175	468	506
Sept. 1989	142	296	650
April 1990	209	540	369
Sept. 1990	153	298	208
April 1991	73	310	115
Sept. 1991	101	245	477
April 1992	105	327	254
Okt. 1992	103	319	265
Vassbygdelva (st. 11-13)			
April 1989		1358	
Sept. 1989		593	
April 1990		684	
Sept. 1990		635	
April 1991		482	
Sept. 1991		452	
April 1992		>434	
Okt. 1992		504	

delen av vassdraget. Det ble ikke registrert laksunger i Vassbygdelva i 1989.

På grunn av det høye antallet av utsatt fisk som ble funnet i Aurlandselva i 1989 foreslo vi at sjøauresmolten fra settefiskanlegget bør settes ut i munningen av elva, i stedet for å spre den langs hele elva. I 1990 ble utsettingene derfor flyttet nedover vassdraget, og fra 1991 har fisken blitt satt ut på den nederste ca. 1 km av elva. Dette har ført til en betydelig nedgang i tettheten

av utsatt aure i elva etter 1989 (tabell 4), spesielt i den øvre delen. Etter april 1991 ble det funnet utsatt fisk nesten bare på de to nederste stasjonene (tabell 6). Tettheten der var imidlertid høy, idet 53 settefisk ble funnet på st. 1 og 22 på st. 2 i september 1991 og 23 settefisk på hver av de to stasjonene i oktober 1992.

Tabell 6. Oversikt over antall laks- og aureunger fanget på seks faste stasjoner i Aurlandselva etter tre gangers elektrofiske til åtte forskjellige tidspunkt i perioden 1989-92. Fangst av fisk som er satt ut fra settefiskanlegget i Aurland er tatt med i oversikten. - The number of salmon and sea trout presmolts caught at six stations in the Aurland River using electrofishing, with three successive removals at eight different times in the period 1989-92. Fish released from the Aurland hatchery are also given.

St	Dato	Laks					sum	Aure					Settefisk		
		0+	1+	2+	3+	eldre		0+	1+	2+	3+	eldre	sum	Aure	Laks
1	07.04.89	0	0	0	4	3	7	11	7	4	10	7	39	29	0
1	20.09.89	3	2	0	0	0	5	5	10	2	2	0	19	44	0
1	03.04.90	0	0	0	0	1	1	1	11	6	4	4	26	16	0
1	27.09.90	0	0	3	0	0	3	0	13	18	2	2	35	16	0
1	06.04.91	0	0	1	0	1	2	11	5	31	16	0	63	5	0
1	18.09.91	2	2	5	1	0	10	2	1	5	8	0	16	53	0
1	07.04.92	0	1	1	0	1	3	14	9	2	4	4	33	9	0
1	13.10.92	2	16	3	2	0	23	9	12	3	4	0	28	23	0
2	07.04.89	0	2	0	18	17	37	0	6	5	36	9	56	40	1
2	20.09.89	4	0	3	23	2	32	18	43	5	13	0	79	51	0
2	03.04.90	0	0	0	2	29	31	0	5	25	7	15	52	32	0
2	26.09.90	1	0	6	1	19	27	4	33	43	2	0	82	12	0
2	07.04.91	0	0	0	0	14	14	0	2	21	43	1	67	8	0
2	18.09.91	0	0	0	2	3	5	29	18	25	27	1	100	22	0
2	08.04.92	0	0	0	0	3	3	0	4	3	15	6	28	5	0
2	13.10.92	1	1	2	2	1	7	34	28	9	7	5	83	23	0
3	07.04.89	0	4	1	3	16	24	0	9	1	14	1	25	27	1
3	20.09.89	4	0	12	3	8	27	13	25	3	0	0	41	14	0
3	03.04.90	0	0	1	1	10	12	0	16	11	1	3	31	7	0
3	26.09.90	2	7	2	6	2	19	8	20	24	0	0	52	5	0
3	06.04.91	0	0	1	0	6	7	0	1	14	15	0	30	5	0
3	19.09.91	43	3	4	3	4	57	57	6	12	6	0	81	1	0
3	07.04.92	15	1	2	0	1	19	0	18	1	6	1	26	1	0
3	13.10.92	4	17	0	3	0	24	25	31	1	5	0	62	1	0

forts. neste side

Tabell 6. forts.

St	Dato	Laks						Aure						Settefisk	
		0+	1+	2+	3+	eldre	sum	0+	1+	2+	3+	eldre	sum	Aure	Laks
4	06.04.89	0	0	2	1	6	9	0	0	1	10	26	37	14	0
4	20.09.89	0	1	0	2	0	3	1	39	14	16	2	72	36	0
4	03.04.90	0	0	0	2	3	5	0	1	8	4	2	15	5	0
4	26.09.90	0	0	0	3	2	5	1	3	21	2	0	27	3	0
4	06.04.91	0	0	0	0	2	2	0	1	6	18	4	29	1	0
4	19.09.91	25	0	0	2	6	33	9	13	10	12	3	47	0	0
4	07.04.92	0	2	0	1	1	4	0	29	5	8	3	45	0	0
4	13.10.92	0	19	1	0	2	22	4	28	1	4	0	37	1	0
5	06.04.89	0	2	2	1	13	18	0	0	1	1	9	11	5	2
5	20.09.89	1	3	1	8	10	23	4	31	8	6	4	53	29	0
5	02.04.90	0	1	2	2	10	15	0	3	16	6	8	33	14	0
5	26.09.90	0	3	2	4	10	19	10	17	23	3	5	58	2	0
5	06.04.91	0	0	0	1	0	1	0	3	7	12	2	24	4	0
5	19.09.91	25	0	3	11	8	47	28	9	2	4	1	44	0	0
5	07.04.92	0	15	1	0	0	16	0	16	4	2	4	26	0	0
5	14.10.92	5	6	1	0	3	15	20	53	6	1	1	81	0	0
6	06.04.89	0	3	0	0	8	11	1	9	1	3	23	37	19	0
6	19.09.89	4	3	0	3	15	25	19	24	4	4	14	65	29	0
6	04.04.90	0	1	3	1	3	8	0	1	16	3	13	33	11	0
6	25.09.90	1	1	2	4	13	21	20	7	21	7	1	56	11	0
6	06.04.91	0	0	0	0	2	2	0	3	2	21	4	30	4	0
6	19.09.91	33	0	0	1	1	35	72	4	3	5	3	87	0	0
6	07.04.92	0	5	0	0	0	5	0	10	1	3	8	22	0	0
6	14.10.92	4	19	0	0	1	24	21	67	4	2	2	96	1	0

Tettheten av laksunger i Aurlandselva var omtrent den samme i 1990 som i 1989, mens tallene for 1991 viser en nedgang. Årsaken til denne nedgangen er at flere av de siste årsklassene (1987-, 1988-, 1989- og 1990-årsklassen) av laksunger er svært svake. I september 1991 registrerte vi imidlertid en betydelig økning i antall årsyngel både av laks og aure på de fleste stasjonene i forhold til tidligere år (tabell 6). 1991-årsklassen av laks synes å være betydelig sterkere enn de fire foregående, og på grunn av denne årsklassen ble det registrert høyere tetthet av laksunger i 1992 enn tidligere (24-25 fisk pr. 100 m²).

Antallet av aureunger (ville) i Aurlandselva har holdt seg omtrent på samme nivå alle de fire årene, med en gjennomsnittlig tetthet på ca. 55 fisk pr. 100 m². Den laveste tettheten (34 fisk pr.

100 m²) ble registrert i september 1991 og den høyeste (77 pr. 100 m²) i april 1990 (tabell 4).

I Vassbygdelva har tettheten av aureunger, med unntak av i april 1990, vært høyere enn i Aurlandselva. Estimatenes fra april 1990 har imidlertid et stort konfidensintervall. Gjennomsnittlig tetthet har variert mellom 49 og 117 aure pr. 100 m², men har oftest ligget mellom 67 og 76 pr. 100 m² (tabell 4). Antall laksunger i Vassbygdelva har vært svært lavt i hele undersøkelsesperioden (tabell 4, tabell 7).

En utsetting av ca. 2200 ettårige laksunger i Vassbygdelva i juni 1991 hadde inntil oktober 1992 gitt 7 gjenfangster, og ytterligere 4 ble funnet i april 1993. To av disse var da smoltifisert.

Tabell 7. Oversikt over antall laks- og aureunger fanget på tre faste stasjoner i Vassbygdelva etter tre gangers elektrofiske til åtte forskjellige tidspunkt i perioden 1989-92. Fangst av fisk som er satt ut fra settefiskanlegget i Aurland er tatt med i oversikten. - The number of salmon and sea trout presmolts caught at three stations in the Vassbygd River using electrofishing, with three successive removals at eight different times in the period 1989-92. Fish released from the Aurland hatchery are also given.

St	Dato	Laks						Aure						Settefisk	
		0+	1+	2+	3+	eldre	sum	0+	1+	2+	3+	eldre	sum	Aure	Laks
11	08.04.89	0	0	0	0	0	0	3	27	28	26	5	89	2	0
11	19.09.89	0	0	0	0	0	0	36	72	24	1	0	133	0	0
11	04.04.90	0	0	0	0	0	0	0	5	25	10	1	41	0	0
11	25.09.90	2	0	0	0	0	2	56	52	29	1	3	141	0	0
11	07.04.91	0	0	0	0	0	0	0	3	26	9	0	38	0	0
11	18.09.91	1	0	0	0	0	1	53	30	39	2	0	124	0	0
11	08.04.92	0	2	0	0	0	2	18	61	26	23	2	130	0	0
11	13.10.92	0	2	1	0	0	3	61	51	13	8	0	133	0	0
12	08.04.89	0	0	0	0	0	0	0	15	21	23	2	61	1	0
12	19.09.89	0	0	0	0	0	0	31	28	8	0	0	67	0	0
12	04.04.90	0	0	0	0	0	0	1	4	15	15	3	38	0	0
12	25.09.90	4	0	0	0	0	4	45	18	10	6	1	80	0	0
12	07.04.91	0	0	0	0	0	0	10	10	28	19	0	67	0	0
12	18.09.91	0	2	0	0	0	2	147	15	12	0	0	174	0	2
12	06.04.92	0	1	1	0	0	2	13	138	13	8	3	175	0	3
12	13.10.92	1	0	0	0	0	1	41	49	3	1	0	94	0	0
13	07.04.89	0	0	0	0	0	0	0	23	7	20	6	56	0	0
13	19.09.89	0	0	0	0	0	0	6	69	6	3	0	84	0	0
13	04.04.90	0	0	0	0	1	1	0	0	37	5	5	47	0	0
13	25.09.90	0	0	0	0	0	0	1	4	12	1	0	18	0	0
13	07.04.91	0	0	1	7	0	8	0	0	0	14	1	15	0	0
13	18.09.91	0	0	0	0	0	0	13	0	5	5	0	23	0	0
13	06.04.92	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	5	17	0	1
13	12.10.92	0	1	0	0	0	1	6	32	2	0	0	40	0	1

4.1.2 Vekst hos ungfisk

Aureungene vokste betydelig bedre i Vassbygdelva enn i Aurlandselva (figur 7). Etter ett år i elva var aureungene i Vassbygdelva i gjennomsnitt 59 mm, mens de i Aurlandselva bare var 46 mm. Gjennomsnittlig årlig tilvekst de to neste år var ca. 28 mm i Vassbygdelva og ca. 24 mm i Aurlandselva (tabell 8).

Laksungenes årlige tilvekst var noe lavere enn hos auren (figur 7). Etter ett år i Aurlandselva var laksungene i gjennomsnitt 43 mm, og videre årlige tilvekst var ca. 22 mm (tabell 8).

Det var betydelig variasjon i fiskens tilvekst fra år til år, både i Aurlandselva og Vassbygdelva (tabell 9-11). Vi har sammenlignet aurens tilvekst i begge vassdragsavsnitt med Elliotts vekstmodell (Elliott 1975a). Dette er utført for alle fire år (1989-92) i Aurlandselva, men bare for de to siste år i Vassbygdelva, på

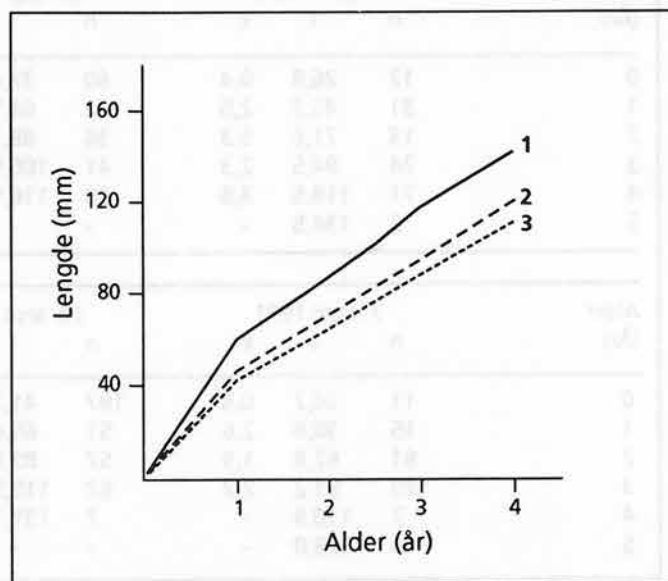
grunn av utilfredsstillende temperaturmålinger de to første årene der. For ettåringer (1+) varierte den observerte tilveksten mellom 91 og 113 % (gjennomsnitt 101 %) av de estimerte verdier i Aurlandselva og mellom 87 og 90 % i Vassbygdelva. For toåringer (2+) var tilsvarende variasjon mellom 83 og 117 % (gjennomsnitt 98 %) i Aurlandselva og 84 og 86 % for de to årene i Vassbygdelva.

Tabell 8. Gjennomsnittslengder (mm) av laks- og aureunger i Aurlandselva (st. 1-6) og aureunger i Vassbygdelva (st. 11-13) etter 1-4 år i elva. Materialet er samlet inn årlig i april 1989-92 og materiale fra alle de fire årene er slått sammen. n=antall fisk, l=lengde, k=95 % konfidensintervall. - Average length (mm) of 1-4 year old salmon and sea trout parr collected in spring (April) 1989-92 in the Aurland River (st. 1-6) and sea trout parr collected in the Vassbygd River (st. 11-13). Samples from all four years are pooled. n=number of fish, l=length, k=95 % confidence level.

Alder	Aurlandselva						Vassbygdelva		
	Laks			Aure			Aure		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k
1	51	42,7	1,2	169	45,7	1,1	298	59,1	0,8
2	18	62,7	5,6	190	68,6	1,1	226	85,4	1,6
3	44	87,4	2,8	256	92,8	1,4	172	115,7	2,3
4	102	110,2	2,8	130	118,9	2,7	30	140,9	6,7

Figur 7

Vekst hos ungfisk av sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget. Figuren representerer gjennomsnitt for alt materiale innsamlet i april 1989-92. 1) aure i Vassbygdelva (st. 11-13), 2) aure i Aurlandselva (st. 1-6), og 3) laks i Aurlandselva (st. 1-6). - Growth of trout and salmon parr in the Aurland watercourse (average length for all samples collected in April 1989-92). 1) trout in the Vassbygd River (st. 11-13), 2) trout in the Aurland River (st. 1-6), and 3) salmon in the Aurland River (st. 1-6).



Tabell 9. Gjennomsnittslengder (mm) av laksunger fanget med elektrisk fiskeapparat i Aurlandselva (st. 1-6) i april og september/oktober 1989-92. n=antall, l=lengde, k=95 % konfidensintervall. -Average length (mm) of salmon presmolts collected by electrofishing in the Aurland River (st. 1-6) in April and September/October in the period 1989-92. n=number of fish, l=length, k=95 % confidence level.

Alder (År)	6. april 1989			20. sept. 1989			3. april 1990			26. sept. 1990		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	-	-	-	16	33,4	1,9	-	-	-	4	35,0	-
1	11	39,9	2,2	10	59,1	4,9	2	35,5	-	11	55,7	4,2
2	5	66,2	-	14	85,2	4,1	6	53,3	-	15	81,9	6,2
3	26	87,3	2,7	40	102,0	3,9	8	89,3	-	18	94,3	4,4
4	51	110,3	4,1	35	109,1	4,0	38	110,4	4,5	40	111,0	4,5
5	13	129,6	11,1	-	-	-	18	120,8	5,5	-	-	-

Alder (År)	7. april 1991			19. sept. 1991			7. april 1992			13. okt. 1992		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	-	-	-	128	37,5	0,5	-	-	-	16	36,7	1,3
1	-	-	-	5	62,8	-	38	43,9	1,3	78	64,3	1,7
2	2	52,5	-	12	77,5	2,5	3	71,7	-	0	-	-
3	1	60,0	-	20	97,5	6,8	3	90,3	-	7	113,7	-
4	5	106,2	-	16	116,8	4,2	4	116,3	-	7	115,6	-
5	21	119,4	4,2	6	123,2	-	2	125,5	-	0	-	-

Tabell 10. Gjennomsnittslengder (mm) av aureunger fanget med elektrisk fiskeapparat i Aurlandselva (st. 1-6) i april og september/oktober 1989-92. n=antall, l=lengde, k=95 % konfidensintervall. -Average length (mm) of trout presmolts collected by electrofishing in the Aurland River (st. 1-6) in April and September/October in the period 1989-92. n=number of fish, l=length, k=95 % confidence level.

Alder (År)	6. april 1989			20. sept. 1989			3. april 1990			26. sept. 1990		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	12	26,8	0,4	60	37,4	1,2	1	27,0	-	43	35,4	1,1
1	31	45,2	2,5	172	64,5	1,2	37	41,2	1,4	93	61,5	1,4
2	13	71,6	5,3	36	88,1	3,6	82	68,5	1,6	150	86,0	1,8
3	74	94,5	2,3	41	106,9	3,6	25	92,9	5,0	16	111,4	6,0
4	71	118,5	3,8	20	116,5	5,4	32	118,7	4,6	5	130,2	-
5	2	134,5	-	-	-	-	9	145,4	-	-	-	-

Alder (År)	7. april 1991			19. sept. 1991			7. april 1992			13. okt. 1992		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	11	26,2	0,4	197	41,7	0,6	14	27,5	0,4	113	42,1	1,0
1	15	38,6	2,6	51	65,6	2,2	86	49,0	1,4	219	70,4	1,2
2	81	67,8	1,9	57	89,8	2,7	16	72,1	3,7	24	97,7	4,8
3	125	91,2	2,2	62	115,5	3,7	38	94,1	3,7	21	119,6	8,1
4	7	110,9	-	7	131,1	-	24	117,6	7,0	7	137,3	-
5	4	128,0	-	-	-	-	1	151,0	-	-	-	-

Tabell 11. Gjennomsnittslengder (mm) av aureunger fanget med elektrisk fiskeapparat i Vassbygdelva (st. 11-13) i april og september/oktober 1989-92. n =antall, l =lengde, k =95 % konfidensintervall. - Average length (mm) of trout presmolts collected by electro-fishing in the Vassbygd River (st. 11-13) in April and September/October in the period 1989-92. n =number of fish, l =length, k =95 % confidence level.

Alder (År)	6. april 1989			20. sept. 1989			3. april 1990			26. sept. 1990		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	3	27,7	-	73	43,4	1,4	1	26,0	-	102	43,8	1,2
1	65	61,4	2,1	169	82,8	1,9	9	49,4	-	74	70,5	1,9
2	56	96,9	3,3	38	114,9	4,4	77	84,0	2,4	51	107,8	4,1
3	69	122,9	4,1	4	143,3	-	30	117,1	5,6	8	142,6	-
4	12	148,8	12,7	-	-	-	7	138,0	-	-	-	-

Alder (År)	7. april 1991			19. sept. 1991			7. april 1992			13. okt. 1992		
	n	l	k	n	l	k	n	l	k	n	l	k
0	10	27,1	1,1	213	53,6	0,8	31	29,1	0,5	108	50,1	1,4
1	13	49,8	3,3	45	79,5	2,1	211	59,4	0,8	132	83,8	1,6
2	54	76,0	2,2	56	105,0	2,9	39	84,5	2,8	18	110,6	5,9
3	42	108,3	3,3	7	131,4	-	31	108,4	3,3	9	130,6	-
4	1	145,0	-	-	-	-	10	133,2	8,0	-	-	-

4.1.3 Alderssammensetning

Det var betydelig variasjon i alderssammensetning av ungfisk fra år til år, spesielt i Aurlandselva. Dette gjaldt både laks og aure, men det var mest utpreget for laks.

Årsklassene av laks som klekket i 1987, 1989 og 1990 var alle svært svake, spesielt 1989- og 1990-årsklassen (tabell 9, figur 8a). Våren 1989 fanget vi flest laksunger som var 3 og 4 år gamle (1985- og 1986-årsklassen), mens det bare var få yngre laks i fangstene. I 1990 var 4-åringene klart i flertall, mens eldre laksunger for en stor del hadde smoltifisert og vandret ut av vassdraget. Bare et fåtall individer av 1989-årsklassen ble fanget. I april 1991 var det, med unntak av restene av 1986-årsklassen, nesten ikke laksunger igjen i elva (figur 8a). De fire årsklassene som klekket i 1987-90 var da 1, 2, 3 og 4 år gamle, mens 1991-årsklassen ennå ikke hadde klekket. I september 1991 ble det fanget langt flere årsyngel av laks enn tidligere år (tabell 9). Denne årsklassen ble fanget igjen i betydelig antall som ettåringer ved begge innsamlingene i 1992, og synes å være langt sterkere enn de fire foregående. De data som foreligger om 1992-årsklassen (fra oktober 1992) tyder ikke på at denne er like sterk som 1991-årsklassen.

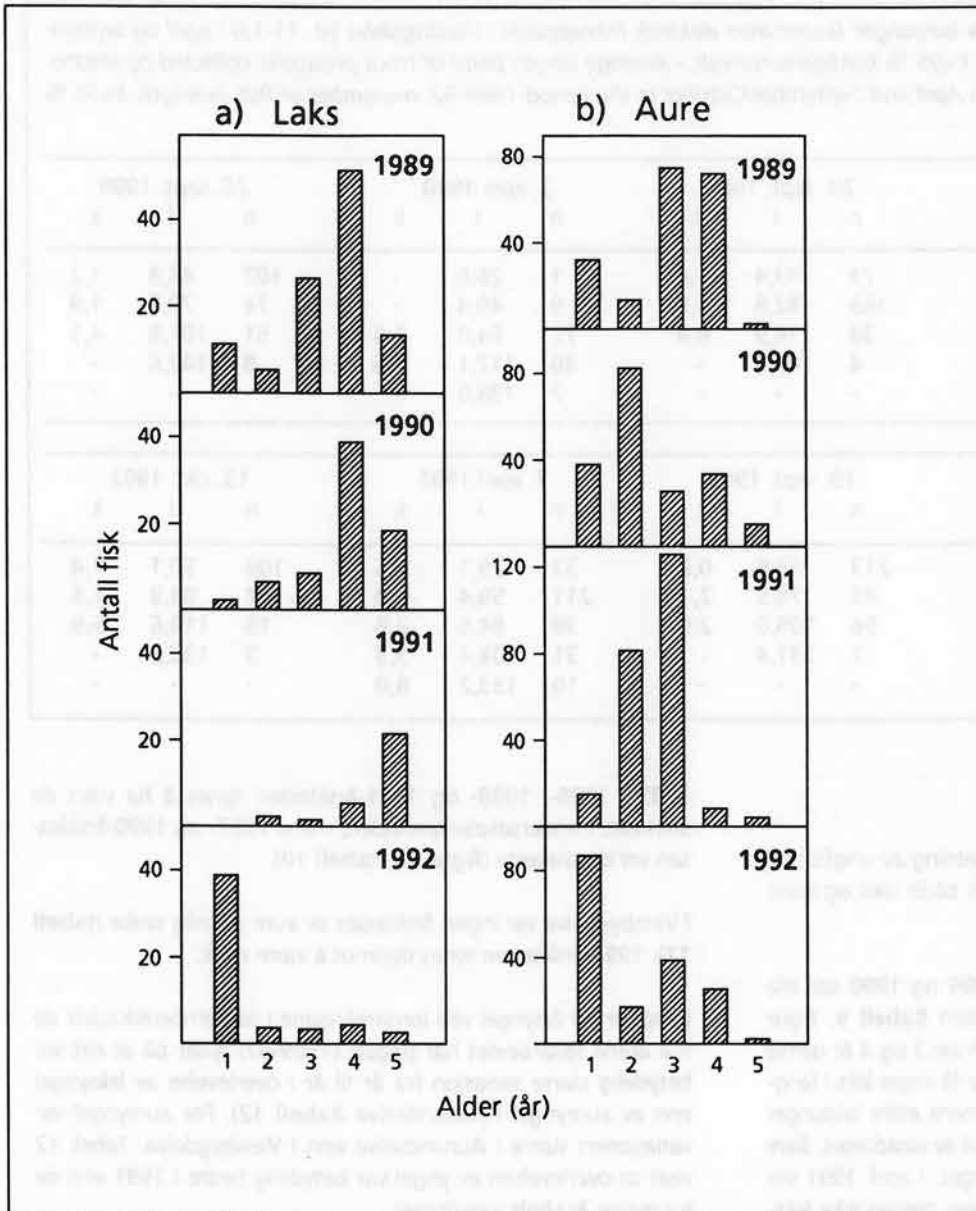
Auren i Aurlandselva hadde også markerte sterke og svake årsklasser, men variasjonen var ikke så stor som for laksungene.

1985-, 1986-, 1988- og 1991-årsklassen synes å ha vært de sterkeste i undersøkelsesperioden, mens 1987- og 1990-årsklassen var de svakeste (figur 8b, tabell 10).

I Vassbygdelva var ingen årsklasser av aure uvanlig svake (tabell 11). 1991-årsklassen synes derimot å være sterk.

Fangsten av årsyngel ved innsamlingene i september/oktober de fire årene feltarbeidet har pågått (1989-92) tyder på at det var betydelig større variasjon fra år til år i overlevelse av laksyngel enn av aureyngel i Aurlandselva (tabell 12). For aureyngel var variasjonen større i Aurlandselva enn i Vassbygdelva. Tabell 12 viser at overlevelsen av yngel var betydelig bedre i 1991 enn de tre øvrige år i hele vassdraget.

For å kunne vurdere årsakene til den ujevne overlevelsen av yngel fra år til år, er eggens klekketidspunkt og tidspunktet når yngelen begynner å ta til seg næring beregnet. Våre beregninger tyder på at tidspunktet da 50 prosent av sjøaurerogna hadde klekket varierte mellom 5. mars og 1. april i perioden 1985-92, og tilsvarende for laks mellom 20. mars og 16. april (tabell 13). Tidspunktet for da 50 prosent av sjøaureyngelen var utviklet til å kunne ta til seg næring varierte fra 17. mai til 6. juni, og hos laksen fra 10. juni til 26. juni (tabell 13).



Figur 8

Alderssammensetning av ungfisk av a) laks og b) aure som ble fanget ved kvantitativt elfiske i Aurlandselva i april hvert år fra 1989 til 1992. - Ages of a) salmon, and b) trout parr caught during estimation of fish density in the Aurland River in April 1989-92.

I **tabell 13** er vanntemperaturen oppgitt for det tidspunktet da yngelen var klar for å begynne å spise de enkelte år. For laks var laveste temperatur 5,2°C (1990) og høyeste 8,1°C (1988). Sammenlignes temperaturen med styrken på de enkelte årsklassene (**figur 8a**) ser en at det er god overensstemmelse mellom høy temperatur og god overlevelse. I 1987, 1989 og 1990 var temperaturen 6,1°C eller lavere, og disse årsklassene var de svakeste i perioden. I 1985, 1986 og 1991 var årsklassene sterkest, og vanntemperaturen i den viktige perioden var 7,1°C eller høy-

ere. I 1988 var imidlertid årsklassen moderat, til tross for høy vanntemperatur i perioden. Vanntemperaturen i juli varierte på lignende måte, med høyest gjennomsnitt i 1985, 1986, 1988 og 1991 (**tabell 1**).

Aureyngelen var ferdig utviklet til å begynne å spise tidligere enn laksyngelen, og dette skjedde ved lavere temperatur enn for laksen. Vanntemperaturen når aureyngene begynte å spise varierte mellom 4,3°C (1990) og 6,7°C (1988). Overensstemmelse mellom

overlevelse og vanntemperatur synes å være god, idet den svakest-årsklassen i undersøkelsesperioden var 1990-årsklassen, mens 1988-årsklassen er en av de sterkeste (figur 8b). Andre svake årsklasser var 1987-årsklassen (5,2°C) og 1989-årsklassen (4,5°C). 1991-årsklassen, som ser ut for å være svært sterk (figur 8b),

Tabell 12. Antall årsyngel av laks og aure som ble fanget på seks stasjoner i Aurlandselva og antall årsyngel av aure som ble fanget på tre stasjoner i Vassbygdelva ved det årlige elektrofisket i september/oktober 1989-92. - Number of salmon and trout fry caught at six stations in the Aurland River and number of trout fry caught at three stations in the Vassbygd River during the yearly electrofishing in September/October 1989-92.

	Aurlandselva		Vassbygdelva
	Laksyngel	Aureyngel	Aureyngel
1989	16	60	73
1990	4	43	102
1991	128	197	213
1992	16	113	108

oppløp lav temperatur da de begynte å spise (5,3°C), men temperaturen økte betydelig i slutten av perioden, og både juli, august og september var av de varmeste som er registrert etter at Vangen kraftverk ble satt i drift (tabell 1).

Vannføringen i denne perioden varierte fra år til år mellom minimumsvannføring (25 m³/s) og ca. 115 m³/s (figur 3). Vannføringen var nær minimum i 1985, 1986, 1987, 1988 og 1991. I 1989 var den oppe i 115 m³/s, i 1990 ca. 80 m³/s og i 1992 ca. 40 m³/s. Det var ofte sammenheng mellom vannføring og vanntemperatur. I somrer med høy vannføring var vanntemperaturen oftest lav, og i de fleste varme somrer var det lav vannføring i juni/juli. I 1987 var imidlertid både vannføring og vanntemperatur lav, og dette årets årsklasser både av laks og aure var svake. Vannføringen i denne perioden var generelt lavere enn før utbygging, og har neppe hatt avgjørende virkning på yngelens overlevelse.

Det foreligger ikke data om variasjoner i fiskens næringsstilgang fra år til år, men Raddum et al. (1991) undersøkte bunnfaunaen i Aurlandselva og Vassbygdelva hver måned gjennom et år (1988-89). På de fleste stasjoner og tidspunkt var tettheten betydelig høyere enn før utbygging. På en av de to stasjonene i Aurlandselva (Trolløya) var imidlertid tettheten av bunndyr lavest i juni, juli og august, og i juli og august var tettheten betydelig lavere enn før utbygging.

Tabell 13. Beregnet tidspunkt for når 50 prosent av eggene av aure og laks hadde klekket i Aurlandselva, og når 50 prosent av plommeseckyngelen begynte å spise de enkelte år fra 1985 til 1992. Vanntemperaturen når yngelen begynte å spise er også gitt i tabellen. Vanntemperaturer målt i Skjerdalshølen er benyttet (Tvede 1991), sammen med modeller for utviklingstid fra befruktning til klekking (Crisp 1981) og fra klekking til første næringsopptak (Jensen et al. 1989). Beregningene er utført for egg som ble befruktet 1. november hvert år, som er antatt midtpunkt for gyting både for laks og sjøaure i Aurlandselva. - Calculated median hatching time for sea trout and salmon eggs in the Aurland River, and date at which 50% of the alevins initiated feeding in separate years from 1985 to 1992. Water temperature in the river and models of development from fertilization until hatching (Crisp 1981) and from hatching to the initiation of feeding (Jensen et al. 1989) were used in calculations. Calculations were made for eggs fertilized on November 1, which is expected to be the median spawning time for both species in the river.

Årstall for klekking	Tidspunkt for klekking		Tidspunkt for første næringsopptak		Temperatur ved første næringsopptak	
	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks
1985	26. mars	16. april	6. juni	22. juni	6,5	7,5
1986	27. mars	11. april	3. juni	20. juni	6,2	7,2
1987	16. mars	4. april	4. juni	24. juni	5,2	6,1
1988	16. mars	7. april	3. juni	15. juni	6,7	8,1
1989	5. mars	20. mars	17. mai	14. juni	4,5	5,3
1990	16. mars	27. mars	24. mai	16. juni	4,3	5,2
1991	1. april	15. april	4. juni	26. juni	5,3	7,1
1992	18. mars	4. april	29. mai	10. juni	6,6	7,6

4.2 Smoltmerkinger

Hittil har vi registrert 20 gjenfangster fra merkingene av sjøau-resmolt i 1990, 13 fra 1991 og 28 fra 1992 (tabell 14). Samtlige gjenfangststeder er innen Sognefjorden, og 12 av de 61 gjenfangstene ble gjort i selve Aurlandselva eller i munningen (figur 9). Ingen av de fire utsettingsstedene skiller seg ut med markert bedre gjenfangst enn de øvrige. Gjen-

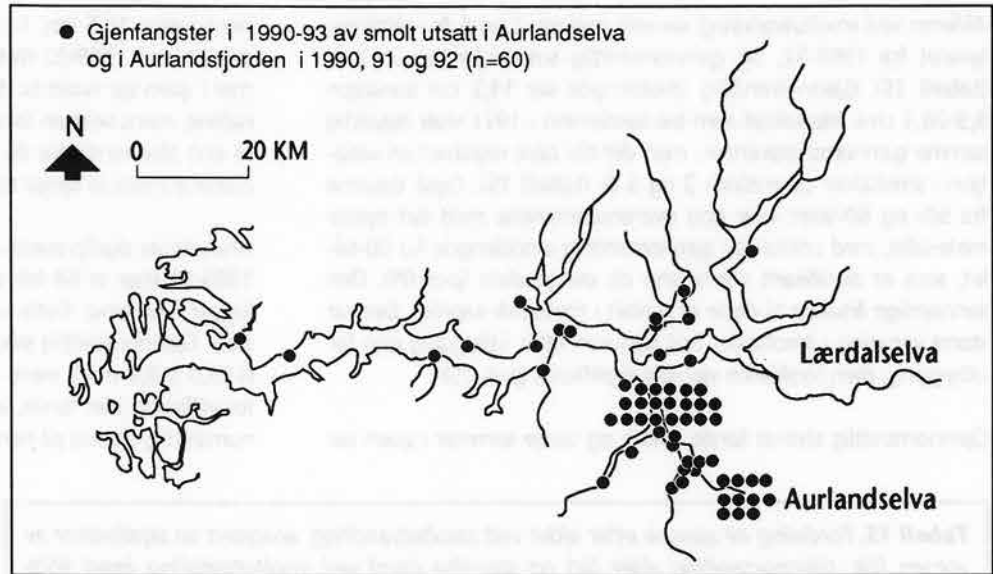
fangstene fra alle tre års utsettinger er foreløpig svært lave (0,7-1,4 %). Vi har sett bort fra fisk som ble gjenfanget den første måneden etter utsetting innenfor en radius av 1 km fra utsettingsstedet, og gjenfangster i ferskvann innen en måned etter utsetting.

Tabell 14. Gjenfangster av sjøaure som er produsert i settefiskanlegget i Aurland og merket med Carlin-merker. Fisken er satt ut som smolt på fire utsettingssteder i Aurlandselva og Aurlandsfjorden/Sognefjorden i mai hvert år fra 1990 til 1992. Tabellen er ajourført fram til 17.09.93. - Recaptures of sea trout which were produced in the Aurland hatchery and tagged with Carlin tags. The fish were released as smolts at four different locations in the Aurland River and in the fjord outside the river in May each year from 1990 to 1992. Recoveries up to 17 September 1993 are included.

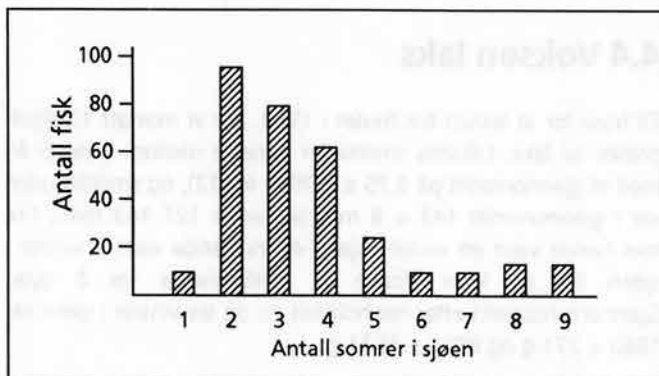
Merke- tids- punkt	Utsettings- sted	Gjenfangster				Sum
		1990	1991	1992	1993	
1990	Aurlandselv	0	4	1	1	6
	Utløp Aurlandselv	1	2	0	0	3
	Beitelen, Nærøyfj.	2	2	0	0	4
	Ytre Frønningen	2	3	2	0	7
	Sum	5	11	3	1	20
1991	Aurlandselv		3	0	0	3
	Utløp Aurlandselv		3	0	0	3
	Beitelen, Nærøyfj.		2	3	1	6
	Ytre Frønningen		0	1	0	1
	Sum		8	4	1	13
1992	Aurlandselv			3	2	5
	Utløp Aurlandselv			13	0	13
	Beitelen, Nærøyfj.			5	1	6
	Ytre Frønningen			3	1	4
	Sum			24	4	28

Figur 9

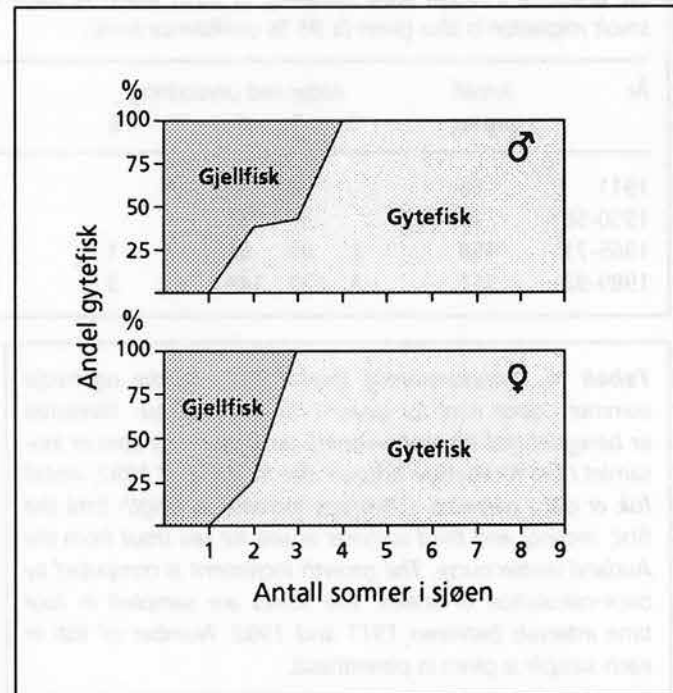
Gjenfangststeder for Carlin-merket sjøaure produsert i settefiskanlegget i Aurland og utsatt som smolt 1990-92. I tillegg er det en gjenfangst i Hareidelva. Figuren er ajourført fram til 17.09.93. - Site of recapture of tagged sea trout from the smolt release experiments during 1990-92 (recaptures until 17 September 1993). In addition one trout is recaptured in the Hareid river.

**4.3 Voksen sjøaure**

Skjellprøvene av 322 sjøaure som ble innsamlet i 1989-92 viser at flest fisk er blitt beskattet etter at de hadde vært to, tre eller fire somrer i sjøen. Dette er fisk med gjennomsnittsvekt på henholdsvis 552 ± 44 g, 1006 ± 99 g og 1800 ± 182 g. Betydelig eldre og større fisk forekommer imidlertid i fangstene (figur 10), og individer som har vært opptil ni somrer i sjøen og har en vekt på 7-9 kg er ikke uvanlig. Både hanner og hunner blir oftest gytemodne etter to eller tre somrer i sjøen (figur 11).

**Figur 10**

Fordeling av fangstene av sjøaure i Aurlandsvassdraget i forhold til antall somrer fisken har vært i sjøen. Figuren bygger på skjellmateriale innsamlet i perioden 1989-92. - Number of summers at sea for trout caught during the sport fishery in the Aurland watercourse, based on scale samples taken during 1989-92.

**Figur 11**

Fordeling av gjellfisk og gytefisk i forhold til antall somrer sjøauren har oppholdt seg i sjøen. Figuren bygger på skjellmateriale innsamlet i perioden 1989-92. Øverste figur gjelder hannfisk og den nederste hunnfisk. - Distribution of immature and mature trout according to number of summers at sea during 1989-92. Above) males, below) females.

Alderen ved smoltutvandring varierte mellom 2 og 6 år i skjellmaterialet fra 1989-92, og gjennomsnittlig smoltalder var 3,69 år (tabell 15). Gjennomsnittlig smoltlengde var 14,2 cm (variasjon 8,9-28,1 cm). Materialet som ble samlet inn i 1911 viser nøyaktig samme gjennomsnittsverdier, men det ble bare registrert en variasjon i smoltalder på mellom 3 og 5 år (tabell 15). Også dataene fra 50- og 60-tallet viser god overensstemmelse med det nyeste materialet, med unntak av gjennomsnittlig smoltlengde fra 50-tallet, som er signifikant større enn de øvrige data ($p < 0,05$). Den sannsynlige årsaken til dette er omtalt i metodikk-kapitlet. Det var større variasjon i smoltalder hos sjøauren etter utbygging enn før utbygging, men forskjellen var ikke signifikant ($p > 0,05$).

Gjennomsnittlig tilvekst første, andre og tredje sommer i sjøen var

henholdsvis 10,5 cm, 11,7 cm og 11,1 cm for materialet som ble samlet inn i 1989-92 (tabell 16). Tilveksten andre og tredje sommer i sjøen var svært lik det som ble funnet på de eldre skjellmaterialene, mens veksten første sommer i sjøen var signifikant dårligere enn tilsvarende for de tre datasettene fra før kraftutbyggingen (Scheffé multiple range test, $p < 0,05$, tabell 16).

Analysen av skjellprøvene av sjøaure som ble samlet inn i perioden 1989-92 viser at 68 fisk stammer fra utsettingene fra settefiskanlegget i Aurland. Dette utgjør 17 prosent av den samlede fangsten. Gjennomsnittlig smoltlengde var noe større enn for villfisken ($168,0 \pm 9,0$ mm), mens tilveksten i sjøen var svært lik det vi fant for villfisken, idet første, andre og tredje sommer i sjøen gav gjennomsnittlig tilvekst på henholdsvis 10,6 cm, 11,9 cm og 11,1 cm.

Tabell 15. Fordeling av sjøaure etter alder ved smoltutvandring, analysert av skjellprøver av voksen fisk. Gjennomsnittlig alder (år) og størrelse (mm) ved smoltutvandring (med 95% konfidensintervall) er også gitt. - Distribution of sea trout according to age at smolt migration, analysed through scale sampling of adult trout. Average age (yr) and length (mm) at smolt migration is also given ($\pm 95\%$ confidence level).

År	Antall prøver	Alder ved utvandring					Smoltalder	Lengde
		2	3	4	5	6		
1911	66		28	32	6		$3,67 \pm 0,16$	$141,3 \pm 8,9$
1950-58	79		37	35	7		$3,62 \pm 0,14$	$160,7 \pm 8,7$
1965-71	158	2	85	63	7	1	$3,49 \pm 0,09$	$141,2 \pm 4,4$
1989-92	312	3	127	148	31	3	$3,69 \pm 0,08$	$141,6 \pm 3,4$

Tabell 16. Gjennomsnittlig tilvekst første, andre og tredje sommer i sjøen (cm) for sjøaure fra Aurlandselva. Tilveksten er beregnet ved tilbakeberegning av skjellprøver som er innsamlet i fire forskjellige tidsperioder fra 1911 til 1992. Antall fisk er gitt i parentes. - Average increase in length (cm) the first, second, and third summer at sea for sea trout from the Aurland watercourse. The growth increment is computed by back-calculation of scales. The scales are sampled in four time intervals between 1911 and 1992. Number of fish in each sample is given in parenthesis.

År	Første sommer	Andre sommer	Tredje sommer
1911	11,8 (55)	12,0 (27)	11,2 (19)
1950-58	12,1 (87)	11,9 (86)	11,5 (79)
1965-71	11,5 (156)	11,8 (114)	10,9 (69)
1989-92	10,5 (310)	11,7 (208)	11,1 (127)

4.4 Voksen laks

Til tross for at laksen ble fredet i 1989, har vi mottatt 13 skjellprøver av laks. Laksens smoltalder varierte mellom 3 og 5 år, med et gjennomsnitt på $3,75 \pm 0,39$ år ($n=12$), og smoltlengden var i gjennomsnitt 143 ± 8 mm (variasjon 121-163 mm). Fire laks hadde vært en vinter i sjøen og ni hadde vært 3 vintre i sjøen før de kom tilbake til Aurlandselva for å gyte. Gjennomsnittsvekt etter henholdsvis en og tre vintre i sjøen var 1863 ± 271 g og 8911 ± 1031 g.

Av eldre skjellmateriale finnes 12 prøver av laks. De fleste prøvene mangler viktige opplysninger, og bare data om laksens smoltalder er av verdi. Smoltalderen i dette materialet varierte mellom 3 og 4 år, med et gjennomsnitt på $3,67 \pm 0,38$ år ($n=9$). Dette var ikke signifikant forskjellig fra perioden etter kraftutbygging ($p > 0,05$), men denne testen bygger på få fisk.

5 Diskusjon

5.1 Generelt

Vassdragsreguleringer har innvirkning på laksefiskenes biologi generelt. Oppvandring i elva, fisket, gyting, rognutvikling, oppvekst i elv og utvandring som smolt eller som utgytt fisk er alle faktorer som påvirkes når ei elv blir regulert. For å kunne si noe om mulige effekter av en vassdragsregulering er det derfor viktig å ha inngående kjennskap til de ulike livsstadier og hva som forandres på grunn av reguleringen.

Fangsten av både sjøaure og laks har gått kraftig tilbake de senere år (figur 1). Laksen ble derfor fredet i 1989.

Laksen og sjøauren i Aurlandsvassdraget har en generasjonstid på 5-7 år (ca. 4 år i elva og 1-3 år i sjøen). Den lange generasjonstida medfører at innvirkninger på et tidlig livsstadium ikke gir seg utslag i fangstene før mange år senere.

5.2 Rognutvikling/overlevelse av yngel

Rognutviklinga er sterkt avhengig av vanntemperaturen. Utviklingstida for rogn av laks og aure ved forskjellige temperaturer er godt kjent, og det er utviklet modeller som med god nøyaktighet kan beregne klekketidspunktet, når en kjenner gytetidspunkt og temperatur (Crisp 1981). Rognkornene klekkes raskere jo høyere temperaturen er, men forholdet er ikke lineært. Også utviklingen av plommeseckyngelen er sterkt temperaturavhengig, og kan beregnes når en kjenner temperaturen (Jensen et al. 1989). Våre beregninger tyder på at tidspunktet da 50 prosent av sjøaureyngelen var utviklet til å kunne ta til seg næring varierte i perioden 1985-92 fra 17. mai til 6. juni, og hos laksen fra 10. juni til 26. juni (tabell 13).

Etter at Vangen kraftverk kom i drift i 1980 har vanntemperaturen i Aurlandselva i perioden november-februar vært svært lik forholdene før utbygging (figur 4). I perioden mars-mai har vanntemperaturen vært noe lavere etter utbygging, i juni noe høyere, mens juli- og augusttemperaturene har vært betydelig lavere (1-2,5°C) enn før utbyggingen. Dette betyr at rogn nå klekkes på samme tid eller noen få dager senere enn før utbygging, mens yngelen begynner å spise noen dager senere enn før. Dette gjelder dersom gytetidspunktet er det samme som før regulering. Vanntemperaturen i september og oktober er imidlertid blitt lavere, og kan medføre at fisken gyter tidligere enn før regulering. Utviklingen av rogn og plommeseckyngel synes likevel ikke å være sterkt påvirket av utbyggingen. Men både fysiske forhold og

næringsforhold like etter at yngelen begynner å spise har stor betydning for overlevelsen. Normalt dør omkring 90 prosent av yngelen i løpet av det første året (Symons 1979), og under uheldige omstendigheter kan dødeligheten være enda større.

En studie av laksebestandene i 12 norske vassdrag har vist at laksen er nøye tilpasset vannførings- og temperaturforholdene i sitt vassdrag. Hovedmengden av yngel kommer ikke opp av grusen og begynner å spise før vanntemperaturen har kommet opp i 8°C. De unngår også toppen av vårfloppen (Jensen et al. 1991). I Aurlandselva varierte vanntemperaturen mellom 5,2°C og 8,1°C når laksyngelen begynte å ta til seg næring (tabell 13), dvs. ved lavere temperatur enn det en har funnet i andre vassdrag. Den store variasjonen i størrelse på årsklassene av ungfisk i Aurlandselva skyldes trolig at forholdene for årsyngel er blitt ugunstigere enn før. Etter regulering er vanntemperaturen i elva blitt 1-2,5°C lavere i juli, august og september (Tvede 1991), og den lavere temperaturen, spesielt i juli, fører trolig til betydelig ekstra dødelighet blant yngelen. I kalde år blir forholdene trolig for tøffe for yngelen, mens det går bedre i varme år. Både temperaturen like etter at yngelen begynner å spise og generell høy sommertemperatur synes å ha betydning. Problemene vil sannsynligvis være størst for laks, som er mer varmekjær enn auren (Elliott 1981, 1991).

Vanntemperaturen synes å ha vært mer utslagsgivende for overlevelsen til de enkelte årsklassene enn vannføring og næringstilgang.

Foreløpige resultater av gytefisktellningene som er utført årlig siden 1964 viser en generell nedgang i antall gytefisk i perioden, både for laks og sjøaure (Leif. M. Sættem, pers. medd.). Spesielt har antall laks avtatt, og lavest antall ble observert i 1985, 1986 og 1991. Årsklassene av yngel som fulgte etter to av de tre gyttingene (1987- og 1992-årsklassen) var blant de svakeste i perioden, mens den tredje (1986-årsklassen) synes å ha vært sterk (figur 8). Størrelsen på gytebestanden kan derfor ha betydning for neste årsklasses størrelse.

I perioden 1973-79 var kraftstasjonen Aurland I satt i drift, men ikke Vangen kraftverk. All vannføring ut av Vassbygdatnet gikk da fortsatt i elveleiet. Vanntemperaturen i Aurlandselva var da det meste av året som i dag, men i juni og juli var den betydelig (gjennomsnittlig opptil 1,5°C) lavere enn i dag (Tvede 1991). Dette var i den mest kritiske perioden for årsyngelen. Det er derfor ikke usannsynlig at det i denne perioden var mange svake årsklasser av laks, og kanskje også aure. Dette kan være en medvirkende årsak til at fangstene av voksen fisk avtok så kraftig utover 80-tallet.

5.3 Vekst hos ungfisk

Fiskungenes vekst var lav i Aurlandselva, men noe bedre i Vassbygdelva. Vanntemperatur og næringstilgang er de faktorene som har størst betydning for fiskens vekst (Brett et al. 1969, Elliott 1975a, b). I Aurlandselva er vanntemperaturen blitt lavere store deler av sommeren, mens den i Vassbygdelva, med unntak av en mindre økning i juni-juli, er uforandret. Dersom næringstilgangen var uforandret, ville dette føre til en betydelig reduksjon i årlig tilvekst i Aurlandselva, men liten eller ingen endring i Vassbygdelva. Næringstilgangen er imidlertid også forandret, idet både tetthet og biomasse av bunndyr har økt etter regulering, spesielt i Vassbygdelva (Raddum et al. 1991). Til tross for at antallet av enkelte store næringsdyr i Aurlandselva har avtatt i august-september så har trolig næringstilgangen blitt bedre også nedenfor Vassbygdvatnet, og dette demper effekten av redusert vanntemperatur.

Vekstmodellen som ble benyttet viser at den gode veksten som ble registrert i Vassbygdelva (figur 7) hovedsaklig skyldes høyere vanntemperaturer enn i Aurlandselva.

I kapittel 4.1.2 ble det beregnet at aureungenes årlige tilvekst i Aurlandselva var opptil 117 prosent av det vekstmodellen indikerer. Dette er ikke enestående for norske aurebestander. Modellen er utviklet i England, og skal beskrive aurens tilvekst i forhold til vanntemperatur ved ubegrenset næringstilgang. Feltstudier i norske vassdrag viser imidlertid at tilveksten her ofte er bedre enn Elliotts modell. I 5 av 12 undersøkte vassdrag var aurens årlige tilvekst bedre enn det som vekstmodellen antyder som maksimal vekst (Jensen 1990). I de 12 vassdragene varierte gjennomsnittlig årlig veksthastighet for 1+ aure mellom 76 og 136 prosent av modellen, mens tilsvarende tall for Aurlandselva og Vassbygdelva var henholdsvis 101 og 89 prosent. For begge vassdragsavsnitt ligger verdiene midt blant de som ellers er registrert i Norge.

Skjellmaterialet av sjøaure viser at verken smoltalder eller smoltlengde er endret i perioden fra 1911 og til i dag (tabell 15). Dette betyr at veksten av ungfisk i vassdraget som helhet er omtrent den samme etter utbyggingen som tidligere. Dette til tross for at vanntemperaturen i Aurlandselva om sommeren er lavere etter kraftutbygging. Effektene av lavere temperatur og økt næringstilgang synes dermed i en viss grad å ha motvirket hverandre. Tettheten av aureunger i Vassbygdelva er imidlertid betydelig, og en viktig andel av smoltproduksjonen foregår trolig i denne delen av vassdraget. Det synes å være noe større spredning i alder ved smoltutvandring enn tidligere, noe som tyder på at smoltalderen er noe høyere i Aurlandselva og noe

lavere i Vassbygdelva enn før. I gjennomsnitt gir det imidlertid samme resultat som før utbygging.

Sammenlignet med 33 andre norske sjøaurebestander var veksten hos ungfisk i Aurlandsvassdraget lav. Den lave tilveksten i Aurlandselva må ses i sammenheng med ekstremt lav vanntemperatur om sommeren. Vassdraget er kaldt, og temperaturen i elva har sunket ytterligere etter utbygging. Med unntak av Jostedøla, der veksten er omtrent som i Aurlandsvassdraget, må vi nord til Saltfjellet for å finne tilsvarende dårlig tilvekst hos ungfisk av sjøaure (L'Abée-Lund et al. 1989). Den lave veksten medfører at smoltalderen er høy i forhold til breddegraden. Vanlig smoltalder for sjøaure på Vestlandet er 2,5 - 3,5 år (L'Abée-Lund et al. 1989).

5.4 Tetthet av ungfisk

Tetthetsberegningene i perioden 1989-92 ble både vår og høst utført ved minimumsvannføring i Aurlandselva, dvs. 3 m³/s. Ved lav vannføring er vanddekt areal lite, og fisken er trent sammen på et mindre areal enn ellers. Tettheten av fisk er derfor høyere enn om sommeren. I tillegg er det lettere å fange fisken enn på stor vannføring (Jensen & Johnsen 1988). Tetthetsestimater utført på minimumsvannføring vil derfor gi bedre resultat enn ved høyere vannføring, og de tallene som foreligger fra Aurlandsvassdraget er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultater fra andre vassdrag. De er heller ikke sammenlignbare med tetthetsberegninger som ble utført i vassdraget i 1967-69.

Ved lignende tetthetsberegninger utført av Fiskeforskningen ved Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske i 1967 ble det registrert 8 laksunger og 26 aureunger pr. 100 m² i Aurlandselva, og i 1969 ble tilsvarende tall 9 og 28 pr. 100 m². Tallene fra 1967 og 1969 er ikke direkte sammenlignbare med resultatene fra 1989-92. Dette skyldes flere forhold. For det første var det sannsynligvis betydelig høyere vannføring i 1967 og 1969 enn i 1989-92. Det skyldes at det i 1989-92 ble fisket på minstevannføring (3 m³/s), mens normal vannføring i september måned i perioden før kraftutbyggingen var ca. 40 m³/s. Dessuten ble det ikke fisket på de samme områdene i elva, årsyngelen er inkludert i tallene fra 1967 og 1969, men ikke fra 1989-92, og beregningsmetodene er forskjellige. Det er derfor ikke mulig ut fra det foreliggende materialet å si om tettheten av ungfisk har endret seg på grunn av utbyggingen.

I forhold til før utbyggingen er de produktive arealene for ungfisk redusert. Midjeelva er helt tørrlagt, og Vassbygdelva har fått

betydelig redusert vannføring. Selv om tettheten av aureunger i Vassbygdelva synes å være bra i dag, så er det vanddekte arealet betydelig mindre enn tidligere, noe som antyder betydelig tap i smoltproduksjon. Det samme gjelder Aurlandselva, men ikke i samme grad som Vassbygdelva. For å erstatte dette tapet i naturlig smoltproduksjon er Oslo Energi pålagt å sette ut 30000 sjøauresmolt og 10000 laksesmolt årlig.

Resultatene av tetthetsberegningene viser tydelig at tettheten av laksunger er svært lav i vassdraget. I Vassbygdelva er det nesten ikke registrert laksunger, uten at en kjenner årsaken til det. Et forsøk med utsetting av ca. 2200 ettårige laksunger har hittil gitt 11 gjenfangster på de tre faste elfiskestasjonene (st. 11-13), noe som klart viser at ungfisk av laks overlever i Vassbygdelva. Det lave antallet villfisk av laks må derfor enten skyldes mangel på gytefisk eller svært stor dødelighet av egg eller yngel. Foreløpige resultater fra gytefisktellningene som er utført i vassdraget siden 1964 viser at det årlig har vært registrert gytemoden laks i Vassbygdelva, men i lavt antall (Leif M. Sættem, pers. medd.). En mulig årsak til den lave tettheten av laksunger kunne også være sur nedbør. Sammensetningen av bunndyr i elva indikerer imidlertid at dette ikke er tilfelle (Gunnar Raddum, pers. medd.).

I Aurlandselva er det svært ujevn størrelse på årsklassene av laks (**figur 8**). Fire påfølgende årsklasser (1987-90-årsklassene) var svært svake, og det førte til at tettheten av laksunger var på et minimum i 1991. 1991-årsklassen var imidlertid sterkere enn på mange år. Tettheten av laksunger var derfor i 1992 det høyeste som er registrert siden 1989 (**tabell 4**).

De fire svake årsklassene som klekket i 1987-90 har ført til at utvandringen av laksesmolt har vært liten siden 1991, og dette vil vedvare inntil 1991-årsklassen smoltfiserer i 1994-95. Redusert smoltutvandring ett år fører til redusert oppvandring av smålaks det påfølgende år, mens oppvandringen av mellomlaks og storlaks vil bli lav henholdsvis to og tre år senere. De fire svake årsklassene har derfor medført at oppvandringen av gytefisk ble ytterligere redusert fra 1992 av, og bestanden av gytefisk vil være på et lavmål inntil det vil bli en viss bedring når de første gytemodne individene av 1991-årsklassen vil komme tilbake som smålaks i 1995. Bestanden av laks i vassdraget må derfor betegnes som sterkt truet.

5.5 Utvandring til sjøen

Etter 3-5 år i ferskvann smoltfiserer laks- og sjøaureungene og vandrer ut i sjøen. Det er daglengden som styrer selve smoltifi-

seringen, men det signalet som får smolten til å forlate elva og gå ut i sjøen er oftest spesielle temperatur- eller vannføringsforhold. Dette varierer fra vassdrag til vassdrag, og er en nøye tilpasning til de lokale forholdene i det enkelte vassdrag. Ved en kraftutbygging endres ofte temperatur- og vannføringsforholdene, slik som i Aurland. En kjenner ikke til hvilke faktorer som initierer smoltutvandringen i Aurland, men resultatene fra **tabell 16** tyder på at sjøauren har fått problemer med presis smoltutvandring etter reguleringen. **Tabell 16** viser at sjøaurens vekst er blitt dårligere den første sommeren i sjøen, og dette antyder at smolten vandrer senere ut enn før regulering.

Etter at sjøauren har smoltfisert og vandret ut i sjøen første gang, kommer den tilbake til ferskvann hver høst. Det gjelder både gjeldfisk og gytefisk. De overvintrer i ferskvann og vandrer ut i sjøen igjen neste vår. For å unngå at sjøauren vandrer ut gjennom Vangen kraftverk i stedet for i elva, stanses kraftverket 1. mai. Før 1. mai passerer ofte ca. 70 m³/s gjennom kraftverket, mens 3 m³/s slippes i elva. En vet ikke om det går noe fisk gjennom Vangen kraftverk i denne perioden. Dette skal undersøkes i 1993 ved å merke et antall sjøaure med radiosendere.

5.6 Vekst i sjøen

Sjøaurens tilvekst den første sommeren i sjøen er dårligere enn før utbygging, mens tilveksten hos eldre sjøaure ikke er endret (**tabell 16**). Som tidligere nevnt antas at den dårligere veksten første sommer i sjøen skyldes problemer med presis smoltutvandring på grunn av endrede temperatur- og/eller vannføringsforhold. At tilveksten er den samme som før hos eldre sjøaure tyder på at næringsforholdene i sjøen ikke har endret seg etter utbygging.

5.7 Utsetting av merket fisk

Gjenfangstene av merket sjøauresmolt har til nå vært svært lave. Gjennomsnittlig gjenfangst for merkingene i 1990, 1991 og 1992 har vært henholdsvis 1,0 %, 0,7 % og 1,4 %. Ingen av de fire utsettingsstedene skilte seg ut med markert bedre gjenfangst enn de øvrige (**tabell 14**).

Ved merkinger av villsmolt av sjøaure i Aurlandselva i 1968-70 ble det registrert en gjennomsnittlig gjenfangst på 7,5 % (Møkkelgjerd et al. 1993). Gjenfangstene økte kraftig med økende lengde av fisken. Blant de minste fiskene var det sannsynligvis mange fisk som ikke smoltfisererte samme vår som de ble merket, men stod ett eller flere år i elva før de vandret ut i

sjøen. Blant de største fiskene, som var helt blanke og som hadde en gjennomsnittslengde på 16,1 cm, ble det registrert 18,8 % gjenfangst. Dette er fisk av samme størrelse som fisken som ble merket i 1990-92, og burde være den beste referanse til dem. På dette grunnlag må en konkludere med at gjenfangstene fra merkingene i 1990-92 har vært svært små, og det dårlige resultatet viser at kvaliteten på smolten fra settefiskanlegget har vært dårlig.

Ved ungfiskundersøkelsene ble det funnet betydelige mengder settefisk av aure i Aurlandselva (tabell 4). Dette var fisk som var satt ut som smolt lang tid i forveien, men som i stedet for å gå ut i sjøen var blitt stående i ferskvann. Blant disse var flere merket. En fisk ble fanget på st. 2 to år etter utsetting. Lengden var omtrent som ved utsetting. Den hadde ikke vært ute i sjøen.

Analysen av skjellprøvene av sjøaure som ble samlet inn i perioden 1989-92 viser at 17 prosent stammet fra utsettingene fra settefiskanlegget. Dette viser at en del smolt har vandret ut i sjøen som planlagt. En del av de fiskene som har blitt stående i elva i stedet for å vandre ut i sjøen, har sannsynligvis smoltifisert våren etterpå og deretter vandret ut i sjøen.

Lav gjenfangst, samt funn av betydelige mengder fisk som har blitt stående i ferskvann i stedet for å gå ut i sjøen tyder på dårlig smoltkvalitet/smoltifisering. Smoltpålegget har derfor til nå ikke virket etter hensikten. Pålegget ble gitt for å erstatte tapt smoltproduksjon i vassdraget etter kraftutbyggingen, og skal komme i tillegg til det som fortsatt kan produseres naturlig i vassdraget. Det var forventet at smolten skulle gå ut i sjøen umiddelbart etter utsetting. Når en del av fisken har blitt stående igjen i elva, kan det ha virket negativt inn på produksjonen av villfisk.

6 Litteratur

- Brett, J.R., Shelbourn, J.E. & Shoop, C.T. 1969. Growth rate and body composition of fingerling Sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. - J. Fish. Res. Board Can. 26: 2363-2394.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och Öring -synspunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Nr. 4, 1984.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonid fishes. - Freshw. Biol. 11: 361-368.
- Elliott, J.M. 1975a. The growth rate of brown trout, *Salmo trutta* L., fed on maximum rations. - J. Anim. Ecol. 44: 805-821.
- Elliott, J.M. 1975b. The growth rate of brown trout, *Salmo trutta* L., fed on reduced rations. - J. Anim. Ecol. 44: 823-842.
- Elliott, J.M. 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. - I *Stress and Fish*. A.D. Pickering (red.). Academic Press Inc. (London) Ltd. s. 209-245.
- Elliott, J.M. 1991. Tolerance and resistance to thermal stress in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Freshw. Biol. 25: 61-70.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 845-849.
- Jensen, A.J. 1990. Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian rivers. - J. Anim. Ecol. 59: 603-614.
- Jensen, A.J. & B.O. Johnsen. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1724-1729.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Saksgård, L. 1989. Temperature requirements in Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from hatching to initial feeding compared with geographic distribution. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 786-789.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1991. Initial feeding time of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. - Env. Biol. Fish. 30: 379-385.
- L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Sættem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O. & Næsje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life history characteristics of searun migrant brown trout *Salmo trutta*. - J. Anim. Ecol. 58: 525-542.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. - Publications du Circonstance Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer 53: 7-25.

- Møkkelgjerd, P.I., Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1993. Merkinger av sjøaure i Aurlandsvassdraget 1949-70. - NINA Forskningsrapport 43: 1-15.
- Raddum, G.G., Fjellheim, A., Barlaup, B. & Åtland, Å. 1991. Undersøkelser av bunndyr i Aurlandsvassdraget: En sammenligning av forholdene før og etter utbygging. - LFI. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 70. 70 s + tabeller.
- Symons, P.E. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) for maximum smolt production in rivers of different productivity. - J. Fish. Res. Bd. Can. 36: 132-140.
- Tvede, A. 1991. Vanntemperatur i Aurlandselva 1965-89. - I Faugli, P.E. (red.) Etterundersøkelser i Aurlandsvassdraget. Status 01.11.1991. - Norges Vassdrags- og Energiverk. Notat nr. 5, 1991. s. 50-57.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - J. Wildl. Mngmt. 22: 82-90.

0 48

nina
forsknings-
rapport

ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0429-0

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00