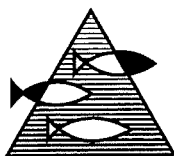


# PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesgaten 50 Postboks 1870 Nordnes, 5817 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 05 90 00

Faks: 37 05 90 01

Austevoll

Havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 56 18 03 42

Faks: 56 18 03 98

Matre

Havbruksstasjon

5984 Matredal

Tlf.: 56 36 60 40

Faks: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

Oppdragsgiver(e):

Oppdragsgivers referanse:

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 11 - 1999

Tittel:

Betydninga av lange tidsseriar i forvaltingsrelatert havbruksforskning:  
Sjøaure i Hardangerfjorden - Årlege svingingar i antal og vekst  
hos parr og vekst hos postsmolt

Senter:

Havbruk

Seksjon:

Genetikk og havbruksøkologi

Forfatter(e):

Reidar Borgstrøm<sup>1</sup> og Øystein Skaala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole, N-1432 Ås-NLH

<sup>2</sup>Senter for havbruk, Havforskningsinstituttet, Boks 1870 Nordnes, N-5817 Bergen

Antall sider, vedlegg inkl.:

25

Dato:

09.07.1999

Sammendrag:

Sjå neste side.

Summary:

Page 5

Emneord - norsk:

1 Sjøaure

2 Havbruk

3 Miljøeffektar

4 Langtidsseriar

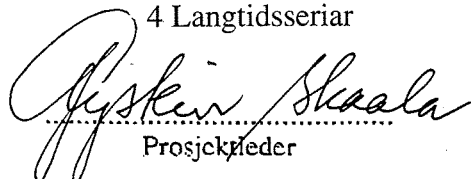
Key words - engelsk:

1 Seatrout

2 Aquaculture

3 Environment

4 Time series

  
Prosjektleder

  
Seksjonsleder

k 5977

## Samandrag

Rapporten omfattar undersøkingar av antal, vekst og overleving av sjøaure- og laksungar i Øyreselva, Kvinnherad, frå 1988 til 1998. Mengda av aure <10 cm varierte frå ca 500 til 4000 mellom år. Det var ein signifikant nedgang i storleiken av 0+ aure med aukande mengde aure- og laksungar < 10 cm. Resultata viser og ein samvariasjon mellom mengda av 0+ om hausten og førekomsten av stor stasjonær aure i elva; jo meir stor aure, desto færre 0+.

Vinteroverlevinga var høgare og meir stabil for 1+ aure enn for 0+ og aure eldre enn 1+. Det er og gjort undersøking av predasjon frå stasjonære aurar i elva på parr av laks og aure. Av aurar over 17 cm hadde 24% ete aure- eller laksungar, og ein vesentleg del av dødelegheita for aure < 10 cm er mest sannsynleg knytt til denne kannibalismen.

Veksten hos postsmolt, dvs. fyrste sommar i sjøen etter utvandring som smolt, vart tilbakerekna frå skjellprøver innsamla frå gytefisk i midtre og indre del av Hardangerfjorden. Resultata viser stor variasjon i postsmoltvekst både innafor og mellom bestandar. Tilveksten for einskildfisk varierte frå 6.0 cm til 23.4 cm, med ein svak trend til lågare gjennomsnitt i midtre enn i indre region.

Forskingsinnsatsen på miljøspørsmål relatert til havbruksnæringa har i stor grad vore gjennomført som kortsiktige, tidsavgrensa undersøkingar. Ein har i liten grad teke konsekvensen av at ville bestandar er i kontinuerleg endring. Arbeidet illustrerer kor naudsynt det er med tidsseriar og ei representativ innsamling for å beskriva bestandar og endringar i bestandar over tid, og årsaker til eventulle endringar.

Dersom det skal vera mogeleg å skilja mellom endringar forårsaka av naturlege prosessar i anadrome bestandar og endringar forårsaka av menneskeskapte faktorar, som td. havbruk, krevst god informasjon om både ferskvassfase og marin fase. Slike data manglar. Det er naturleg at Fiskeridirektoratet, Direktoratet for naturforvaltning og Statens dyrehelsetilsyn som alle har forvaltingsansvar for havbruksrelaterte spørsmål, aukar innsatsen på den forvaltingsrelaterte havbruksforskninga, slik det også framgår av innstillinga til Villaksutvalet (Anon 1999a).

## **Importance of time series in research on environmental impacts of aquaculture: seatrout in the Hardanger fjord**

### **Abstract**

The report includes studies on numbers, growth and survival of seatrout and salmon parr in River Øyre, Kvinnherad from 1988 to 1998. The abundance of <10 cm trout ranged from about 500 to 4000 among years in the study area. There was a significant decline in the size of 0+ trout with increasing abundance of trout and salmon parr <10 cm. There was also a covariation between the abundance of 0+ in the autumn and abundance of larger resident trout in the river; the more larger trout, the lower the numbers of 0+.

The winter survival was higher and more stable for 1+ than for 0+ and for trout older than 1+. In trout larger than 17 cm, 24% had preyed on trout or salmon juveniles, and cannibalism is most likely an important mortality factor for trout <10 cm.

Growth rate in post smolts was back calculated from scale samples of spawners collected in rivers of the middle and inner parts of the Hardanger fjord. There was large variation in growth of post smolts within as well as among populations. Thus, the growth rate ranged from 6.0 cm to 23.4 cm, with a weak trend towards smaller mean size in the middle part than in the inner part of the fjord system.

Much of the research on environmental impacts from aquaculture has been designed and conducted as short term studies, probably due to lack of sufficient funding. This may reduce the usefulness of the studies due to biased sampling and differences in methodology by different people and laboratories involved. Finally, the fact that wild populations fluctuates significantly in numbers and growth of individuals and in survival due to natural causes, underlines the need for long time series in studies trying to differentiate between natural and man caused changes in populations.

The general lack of data based on long time series on wild salmon and seatrout populations is causing strongly polarized discussions about the environmental impacts from aquaculture. A closer collaboration between the Directorate for nature management, the Fisheries directorate and veterinary authorities, with responsibility for management of aquaculture and wild stocks is required to initiate long time monitoring programmes on environment and wild stocks in areas with extensive aquaculture activity, as the Hardanger fjord system.

## Innleiing

Laks og sjøaure vandrar frå ferskvatn til sjø og hav og tilbake til ferskvatn att for å reprodusera. Sjøauren vandrar også naturleg tilbake til ferskvatn etter fyrste sommar i sjøen (Shearer 1989). Faktorar i begge miljøa, nokre naturlege mekanismar og andre direkte menneskeskapte miljøproblem påverkar bestandane. Det er vist at havklimaet har stor innverknad på overlevinga gjennom sjøfasen hos laks (Antonsson et al. 1996, Friedland et al. 1998), og på den relative fordelinga av smålaks og større laks, og tidspunktet for tilbakevending til elva (Summers 1995). Av dei menneskeskapte miljøproblema kan nemnast forsureing, vassdragsreguleringar og anleggsarbeid sin innverknad gjennom ferskvassfasen og fiske på gytebestandane. Desse forholda er nyleg diskutert av det nasjonale Villaksutvalet (Anon 1999a). Det er mykje som tyder på at også havbruksnæringa påverkar dei ville bestandane av laks og sjøaure negativt gjennom lakselus (Birkeland 1996; Birkeland and Jacobsen 1997; Grimnes et al 1998; Anon 1999b), og gjennom rømming.

Eit betydeleg problem er imidlertid at vi er så å seia utan talmateriale som kan visa kor store dei ulike bestandane av laks og sjøaure er til eikvar tid, og difor blir det også vanskeleg å vita noko om kor hardt pressa dei er, og kva faktorar som eventuelt er årsak til endringar i bestandane. I Noreg har ein berre to fullstendige målestasjonar der ein kan talfesta både mengda av utvandrande smolt og storleiken på og samansetjinga av tilbakevendande gytebestand. Dette er ved Ims i Rogaland, og i Talvik i Finmark. Utover dette fins det her og der oppvandringfeller som gir usystematisk og fragmentert kunnskap om bestandar.

I all hovudsak er difor kunnskapen om bestandsstorleik i dei mange hundre lakse- og sjøaurebestandane langs kysten basert på tilfeldig innsamla opplysningar frå sportsfiskarar og elveeigarlag. Dette medfører store målefeil og metodiske problem som gjer det vanskeleg å nytta talmaterialet i vitskapleg samanheng og til forvaltning.

Det er til dømes ein betydeleg mangel på systematiske måleseriar som viser årsklassestyrken på utvandrande smolt, storleiken på gytebestandane, og fluktuasjonar i årsklassane både i ferskvassfase og marin fase. Så lenge bestandane er livskraftige er dette eit mindre vesentleg problem. Imidlertid er det gjennom dei seinare åra lagt fram atskillege observasjonar som tyder på at laksen i fleire regionar har vore på retur lenge både i Noreg og elles (ICES 1998). Vidare er det sannsynleggjort at sjøaurebestandane i fleire område er hardt pressa, mellom anna av lakselus (Grimnes et al. 1998).

I perioden frå 1988 til 1998 har vi gjennomført ulike studiar av aure- og laksungar i Øyreselva i Hardanger (Berge 1993; Borgstrøm and Skaala 1993; Borgstrøm og Skaala i manus; Skaala et al. 1996). Føremålet med denne rapporten er å samanstillta nokre av dei fiskebiologiske hovudresultata frå denne lokaliteten, saman med studiar av tilvekst hos postsmolt av sjøaure i Hardanger for å illustrera at det er nødvendig å etablere målestasjonar for tidsseriar både i ferskvatn og i sjø dersom det skal lukkast å få tilstrekkeleg kunnskap som basis for forvaltning av anadrome fiskebestandar.

## Materiale og metodar

### Området

Studiet av ungfisk av aure og laks er lagt til ei grein av Øyreselva inst i Maurangerfjorden i Kvinnherad kommune (Fig. 1). Elva har ei lengd på 375 m frå elvedelet til sjøen, med eit fall på ca. 10 m. Vassdraget er regulert, og dette har resultert i at vassføringa er vesentleg redusert, og langt meir stabil enn før regulering. Vassføringa er stort sett langt under  $1 \text{ m}^3 \text{ sek}^{-1}$ . Det er mykje grunnvatn, noko som resulterer i at vintertemperaturen er relativt høg (opptil  $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$  i februar-mars), mens sommartemperaturen er låg ( $8,5 - 12,5 \text{ }^\circ\text{C}$  i slutten av august og byrjinga av september).

Gjennomsnittlig breidd av elvelaupet er  $10 \text{ m} \pm 2,3 \text{ m(SD)}$  ved normal haustvassføring, med eit substrat dominert av store stein, og til dels store blokker i øvre del. Trevegetasjonen langs elvebreiddene er dominert av gråor. Laks og aure er påvist ved alle innsamlingar. Det er registrert totalt to eksemplar av regnbogaure. Det er ikkje noko sportsfiske på elvestrekningen, fyrst og fremst fordi vassføringa er for lita. Mink og hegre er observert i elva ved fleire høve.

I juni 1991 vart det sett ut 2200 startfora (0+) og genetisk merka aure for å undersøkje overleving hos utsett aure i ei elv med naturleg rekruttering.

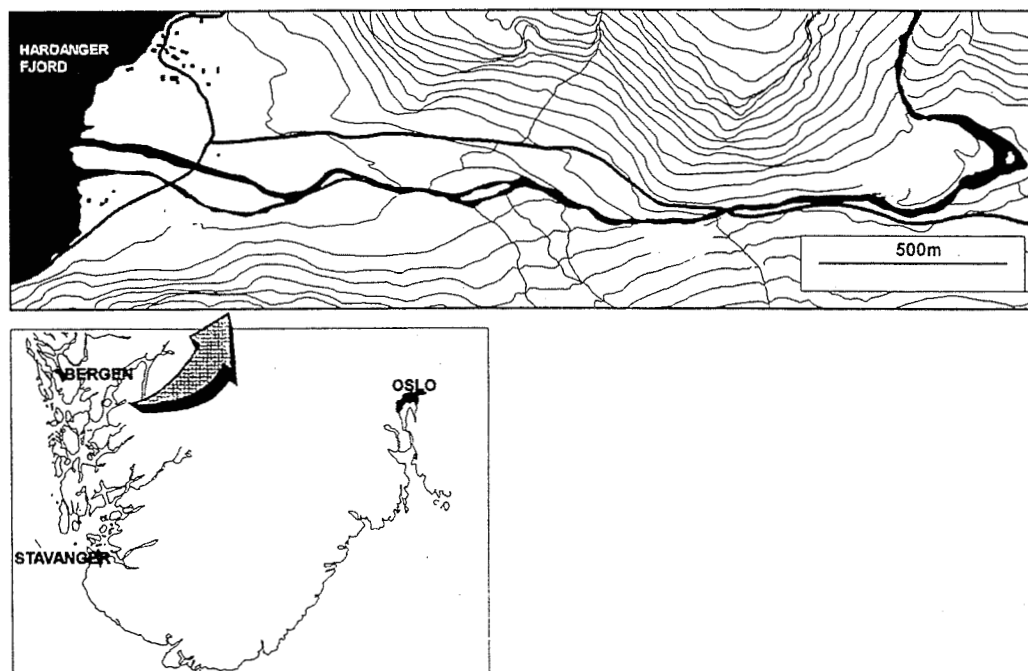


Fig. 1. Feltarbeidet i Øyreselva i Mauranger er gjennomført i den 375 m lange sørlege greina, før elva munnar i fjorden.

### Bestandsestimering av parr

Sidan det kan vera konkurranse mellom laks- og aureungar i rennande vatn (Heggberget 1974; Egglshaw og Shackley 1985), medfører dette at mengda av begge artar må inngå om vi skal få

større innsikt i dynamikken i bestanden av den eine eller begge artar. Lokaliteten i Øyreselva er særleg velegna, fordi vassføringa tillet innsamling av fisk over heile elvelaupet, og dermed og moglegheit for å få eit totalestimat av antal fisk i kvar av bestandane. Innsamlinga av fisk er utført med eit likestraums elektro-fiskeapparat (Paulsenapparat), med pulslengde 1.8 ms ved 70 Hz, og med ein spenning på 600 V ved 1000 Á. Anoden består av ein oval ring med 15 cm i diameter, dekkja av finmaska netting som gjer at den kan brukast som håv. Batteria vart berre brukt så lenge utgangsspenninga var over 12 V.

På grunnlag av eit større antal bestandsestimeringar basert på merking og gjenfangst har Borgstrøm and Skaala (1993) tidlegare kome fram til ein model for samanhengen mellom lengde av laks og aureungar og fangbarheit (fangstrate pr. innsatseining) i Øyreselva som viser at fangbarheita aukar sterkt når fiskelengda aukar. Ved ein gongs avfisking av heile lokaliteten på hausten fann dei fylgjande modellar for fangbarheita ( $q$ ) for aure og laksungar når fiskelengda ( $L$ ) er gjeven:

$$\text{Aure: } q = 0.0281 + 0.0286 * L \text{ (i cm) (likning 1)}$$

$$\text{Laks: } q = -0.1094 + 0.0278 * L \text{ (i cm) (likning 2)}$$

Sidan vi ikkje har gjennomført merke-gjenfangstforsøk i elva i alle åra, har vi nytta fangst pr. innsatseining (cpue) for å estimera mengda fisk. Modellane for fangbarheit (likning 1 og 2) er i denne samanhengen brukt til å rekna ut antalet fiskeungar til stades i elva på hausten (dvs. for dei ulike åra, innan fangstperioden frå 28. august til 5. oktober). Når fangbarheita er bestemt ut frå modellane ovafor, er antal fisk innan kvar cm-gruppe,  $i$ , deretter rekna ut frå fangstlikninga  $C_i = q_i N_i$ , der  $C_i$  = fangst av lengdeklasse  $i$  oppnådd etter ein gongs innsamling ved elektrofiske av heile elvelaupet, og  $N_i$  = antal fisk i lengdeklasse  $i$  til stades i elva og  $q_i$  fangbarheita for lengdeklasse  $i$ .

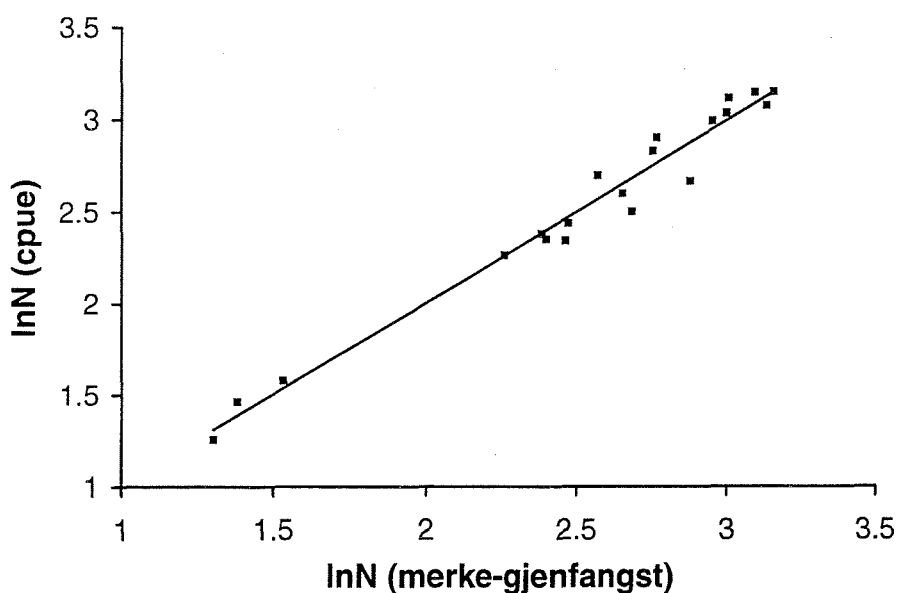


Fig. 2. Samanhengen mellom estimert antal ( $\ln N$ ) aure i Øyreselva ved merking- gjenfangst, og ved bruk av fangst pr. innsatseining og model for fangstrate (henta frå Borgstrøm og Skaala 1993).

Samanhengen mellom antal fisk estimert ved merking-gjenfangst (tala henta frå Borgstrøm og Skaala 1993) og ved bruk av modellane ovafor viser relativt godt samsvar (Fig.2). Hadde punkta blitt liggjande på den rette lina i figuren, ville estimata med begge metodane blitt identiske. Avvika er likevel ikkje større enn at vi har valt å bruka fangst pr. innsatseining til estimering av antal fisk om hausten i alle åra (bortsett frå 1990, sjå nedanfor).

Metoden med bruk av fangst pr. innsatseining og modell for fangbarheit kunne nyttast for alle åra fordi same person har stått for elektrofisket, og vassføringa har vore relativt lik, bortsett frå hausten 1990. Estimata for 1990 byggjer difor på merke-gjenfangst, fordi vassføringa denne hausten var langt større enn i dei andre åra, med den fylgje at fangbarheita vart heilt annleis og truleg mykje lågare.

Sidan sommargamle laksungar framleis er svært små frå slutten av august og utover hausten, og langt mindre enn aureungane, vert fangbarheita svært låg, og modellen (likning 2) kan ikkje brukast til estimering av denne aldersgruppa av laksungar. P.g.a. alt for få merka fisk har vi heller ingen estimat for 0+ laksungar ved merking-gjenfangst.

For å estimera overlevinga i perioden frå slutten av august-byrjinga av september til slutten av februar - ut i mars, var det naudsynt å nytta metoden med merka fisk (Ricker 1975), for å unngå at innvandring av fisk ovanfrå skulle påverka overlevingsestimata. Det er lite eller ingen vekst på aure- og laksungane om hausten og vinteren, og dette gjer at dei einskilde merka fiskane ligg innanfor same lengdeintervallet frå merking om hausten til kontroll ut på vinteren og våren.

#### ***Fiskeetande aure***

For å klarleggja om dei større, stasjonære aurane i elva predaterte på mindre aure- og lakseparr, vart det i periodene 31. august 1991 til 3. januar 1993 (Berge 1993) og 25. august 1993 til 4. mars 1994 magespylt ialt 51 aurar mellom 15 cm og 29 cm. Fisk i mageinnhaldet vart artsbestemt og lengdemålt.

#### ***Postsmoltvekst***

For å undersøkje postsmoltvekst, vart det samla inn skjellprøvar av sjøaure teke i fleire elvar i Hardanger (Sima, Bjoreio, Øyreselva, Guddalselva, Omvikedalselva, Mehlselva). Skjellprøver er og samla inn frå ei elv i indre Oslofjorden (Årungenelva), dvs. i ein fjord utan oppdrettsanlegg. Skjella er pressa i celluloid, og alder og vekstanalyser er gjort ved hjelp av ein mikrofilmlesar.

#### ***Estimering av overleving og statistisk handsaming***

Estimering av overleving er basert på fylgjande metode (Ricker 1975): Merking av fisk i to periodar,  $t_1$  og  $t_2$ . Når det i fyrste periode vert merka  $M_1$  fisk, vert talet på overlevande frå  $t_1$  til  $t_2$  lik  $SM_1$ , der  $S$  er overlevingsrata. I andre periode vert det merka  $M_2$  fisk, og når det så vert kontrollert for merka fisk etterpå, vil gjenfangstene av merka fisk frå  $t_1$  verta  $R_{12}$ , medan gjenfangstar frå  $t_2$  vert  $R_{22}$ . Er det tilfeldig utval frå bestanden skal vi då ha at  $SM_1/M_2 = R_{12}/R_{22}$ , eller

$$S = (M_2 \times R_{12}) / (M_1 \times R_{22})$$

Ifylgje Ricker (1975) er det statistisk betre å nytta  $S = (M_2 \times R_{12}) / (M_1 \times (R_{22} + 1))$ , og denne er difor nytta i våre estimeringar av overleving.

Regresjonsanalyser og andre statistiske analyser er utført med SigmaStat.

## Resultat

### *Antal aureungar*

Mesteparten av aureungane i den undersøkte lokaliteten i Øyreselva er fisk under 15 cm. Antal fanga ved ein gongs avfisking om hausten har variert betydeleg i løpet av innsamlingsperioden 1988-1998. Av dette fylgjer óg at estimert antal aureunger har variert mykje i same tidsrommet (Fig. 3). Medan antal aure under 10 cm låg så vidt over 1000 i 1988 og 1989, varierte antalet i denne lengdegruppa frå omlag 3000 til over 4000 i åra 1991-1995 (Fig. 4). I 1996 var antalet om lag 2000, og i 1998 var det kome ned i rundt 500 (Fig. 4). Derimot var antala i lengdegruppene 10 -16.9 cm og over 17 cm i 1996 og i 1998 dei høgaste som er estimert for heile observasjonsperioden (Fig. 4).



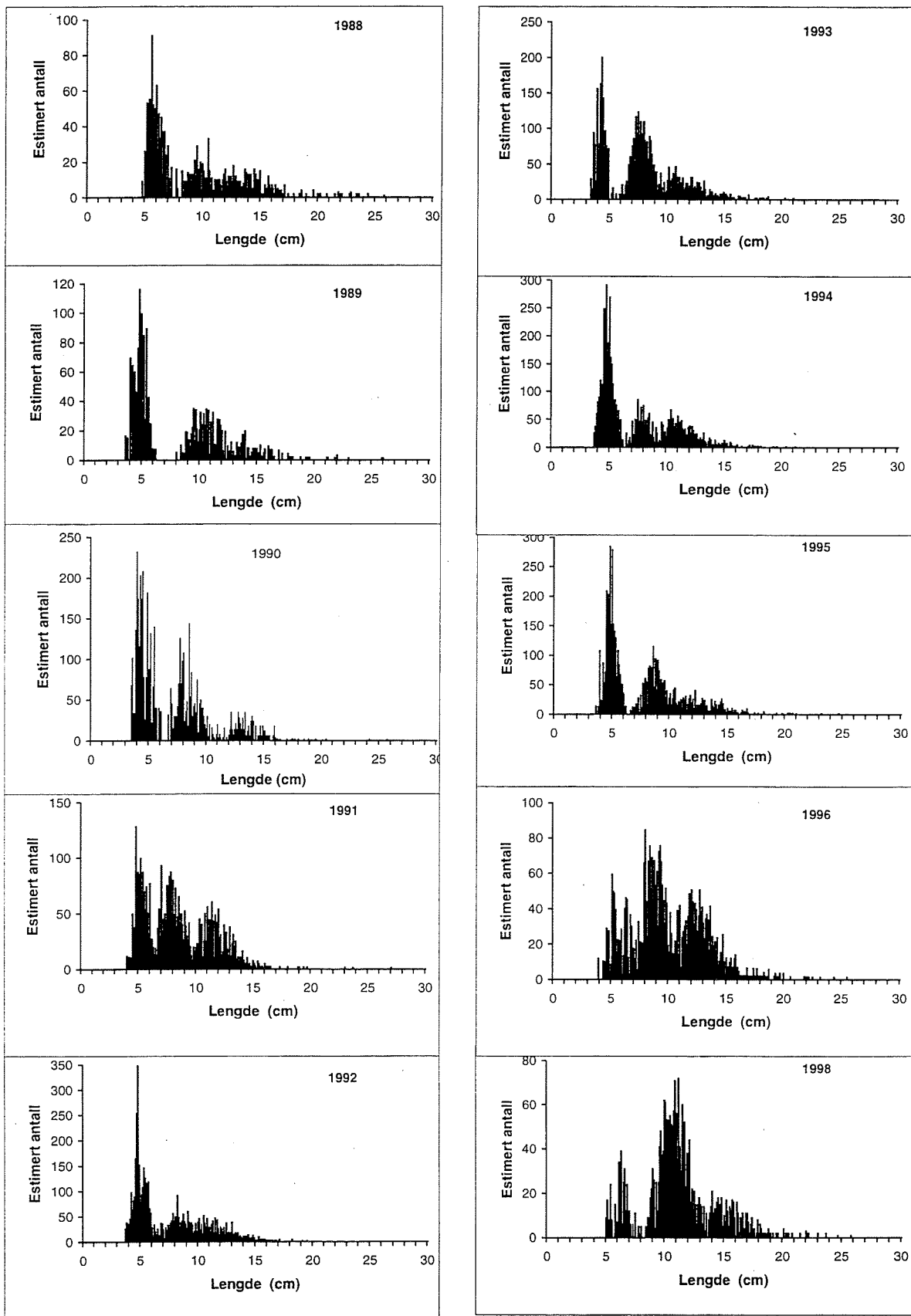


Fig. 3. Estimert antal aure i lengdeintervallet opp til 30 cm, om hausten i perioden 1988-1998 i forsøkslokaliteten i Øyreselva (ingen estimering gjennomført i 1997).

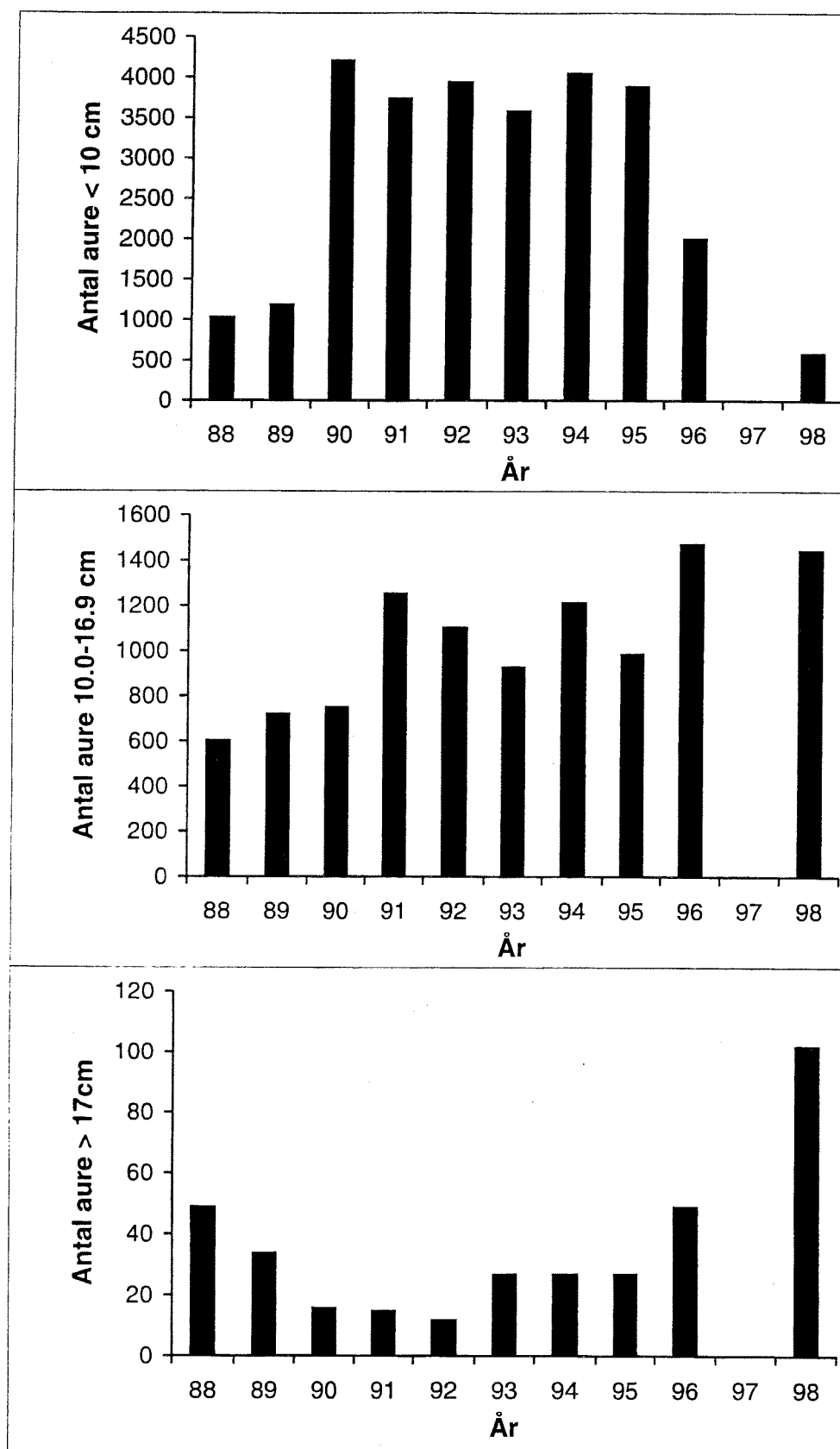


Fig. 4. Estimert antal aure < 10 cm (øverst), antal aure mellom 10 og 16.9 cm (i midten) og antal aure mellom 17.0 og 29.9 cm (nedst) om hausten i åra 1988-1998, i forsøkslokaliteten i Øyreselva. Merk ulik skala på y-akse!

Variasjonen i mengda fisk under 10 cm, skuldast i fyrste rekkje at talet på sumargamle aure (0+) har variert mykje (Fig. 5). Det var særleg lågt antal 0+ dei fyrste åra (1988-1989) og dei siste åra (1996 og 1998). Hausten 1991 utgjorde utsette 0+ aureungar nesten halvparten av samla tal 0+, men trass i denne utsetjinga var det likevel ikkje meir 0+ hausten 1991 enn året før og året etter (Fig. 5). Sjølv om det var lite 0+ i 1996 (Fig.5), må det ha vore eit høgt antal året etter, i 1997, sidan det er eit «normalt» antal 1+ (i intervallet 8,5 til 13 cm) hausten 1998 (Fig. 3).

Det er ein signifikant nedgang i mengda 0+ aure med aukande antal aure over 17.0 cm (Fig. 6)( $R^2=0.92$ ,  $P=0.0004$ ).

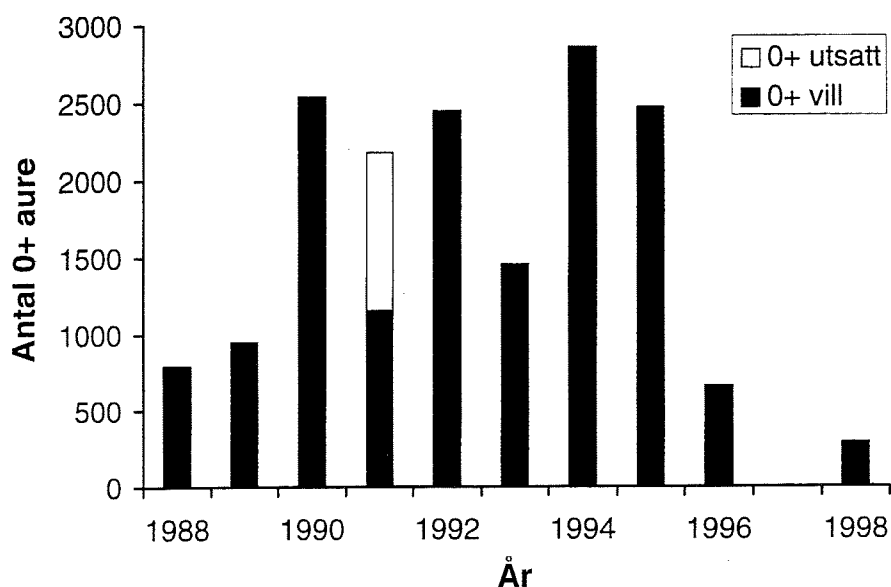


Fig. 5. Estimert antal sumargamle aureungar (0+) i forsøkslokaliteten i Øyreselva om hausten i åra 1988-1998.

#### **Gjennomsnittleg lengd av 0+ aure**

Gjennomsnittleg lengd av 0+ aure om hausten har variert frå 43 mm til 64 mm (Fig.7). Det er ein signifikant nedgang i lengda med aukande mengd aure mindre enn 10 cm ( $R^2=0.63$ ,  $P=0.0058$ )(Fig. 7). Nedgangen i gjennomsnittslengd er også signifikant med auke i samla tal av laks- og aureungar mindre enn 10 cm ( $R^2=0.57$ ,  $P=0.0192$ ). Det er derimot ikkje signifikant nedgang i lengda med antall 0+ aure åleine ( $R^2=0.34$ ,  $P=0.099$ ).

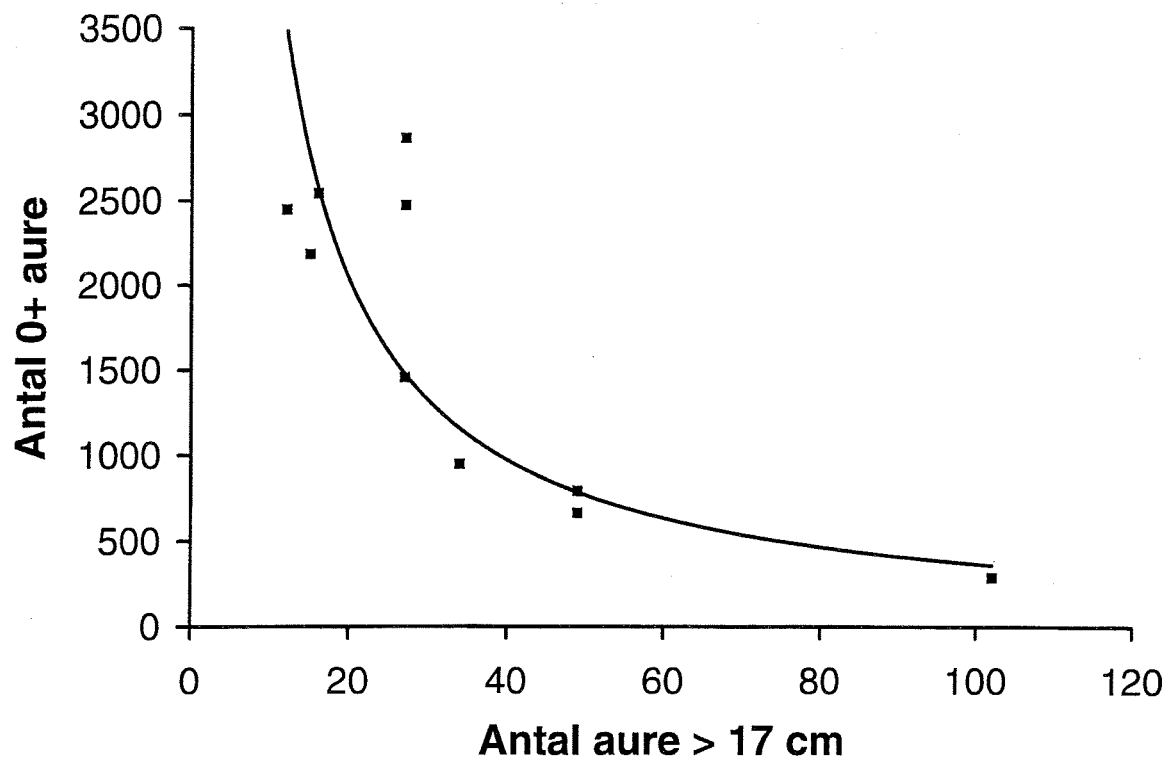


Fig. 6. Estimert samla antal 0+ aureungar plotta mot antal aure > 17 cm, om hausten i forsøkslokaliteten i Øyreselva, 1988-1998.

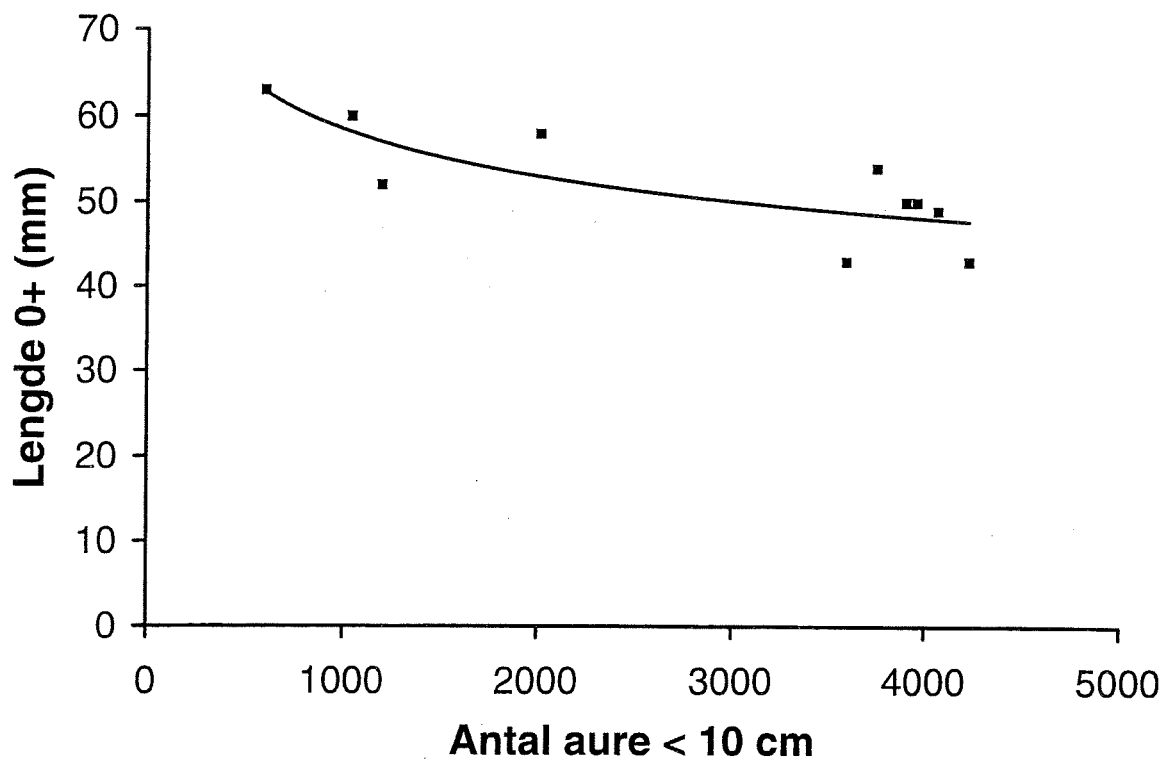


Fig.7. Antal aureungar mindre enn 10 cm plotta mot gjennomsnittleg lengde av 0+ aureungar i forsøkslokaliteten i Øyreselva, om hausten 1988-1998.

### Overleving hos aureungar

I dei fem åra overlevinga er estimert for aureungar for perioden frå slutten av august-byrjinga av september til februar-mars, har den lagt i intervallet 0.74-0.85 for to sumrar gamal aure (1+) (Tabell 1). For eldre aure, men med lengde under 17,0 cm, har overlevinga tilsvarende lege i intervallet 0.35-0.94 (Tabell 1). Det er m.a.o. langt større variasjon for den eldre auren, og det er berre i eitt år (aug. 90-febr. 91) at overlevinga for den eldre fisken har vore større enn for 1+ (Tabell 1). For 0+ aure er det så få gjenfangster at estimata vert svært usikre, men for dei to åra det er estimert, ligg overlevinga i intervallet 0.20-0.29 (Tabell 1), dvs. i begge åra lågare enn for 1+ og eldre aure.

**Tabell 1.** Estimert overlevingsrate (S) for aureungar i forsøkslokaliteten i Øyreselva, i perioden frå haust til vinter/vår i fem år frå 1989 til 1994.  $M_1$  og  $M_2$  merka fisk i periode 1 og periode 2,  $R_{12}$  og  $R_{22}$  gjenfangster av merka fisk frå periode 1 og periode 2.

Periode	Aldersgruppe	$M_1$	$M_2$	$R_{12}$	$R_{22}$	S	varS
30.8.89- 28.3.90	1+	193	132	36	31	0,7694	0,0431
	eldre	97	104	15	26	0,5956	0,0444
29.8.90- 27.2.91	1+	180	286	24	61	0,7430	0,0371
	eldre	41	141	16	57	0,9487	0,1003
28.8.91- 5.3.92	0+	144	56	3	3	0,2917	0,0588
	1+	302	202	39	30	0,8415	0,0476
	eldre	408	302	75	102	0,5390	0,0289
3.9.92- 26.2.93	1+	255	197	31	27	0,8553	0,0783
	eldre	348	263	64	73	0,6536	0,0154
26.8.93- 2.3.94	0+	132	18	3	1	0,2045	0,0584
	1+	399	245	62	46	0,8100	0,0292
	eldre	317	199	48	85	0,3504	0,0050

### Antal laksungar

Lengdefordelinga av laksungar tekne ved elektrofiske viser at det i hovedsak er to-til firesomrige som er blitt fanga (Appendix 1). Nokre få fisk har lengder opp i 16-18 cm. På same måte som for aureungane, har talet på fanga laksungar variert mykje i Øyreselva (Appendix 1). Det er særleg antal laksungar under 10 cm som har vist stor variasjon. Når vi ser bort frå 0+, som vi ikkje har estimat for på grunn av for låg fangbarheit, var det relativt lite laksungar i 1988-1989 og i 1996-1998 (Fig. 8).

Bortsett frå hausten 1996, er det god samvariasjon mellom 1+ og eldre laksungar og 1+ og eldre aureungar (Fig. 8). I 1996 var det særleg mange 1+ og eldre aure, og relativt sett færre laksungar, men for dei andre åra ser det ut som om mengda av dei to artane varierer i takt. Dette ser vi óg i Fig. 9, som viser at det er ein signifikant samvariasjon mellom antal aureungar mindre enn 10 cm og antal laksungar mindre enn 10 cm (ikkje medrekna 0+)( $R^2=0.66$ ,  $P=0.008$ ).

Det er ein tendens til at det er ein negativ samanheng mellom antal aure større enn 17 cm til stades i år t og antal laksungar mindre enn 10 cm (stort sett 1+) til stades i år t + 1, men denne regresjonen er likevel ikkje signifikant ( $R^2=0.505$ ,  $P=0.0735$ ).

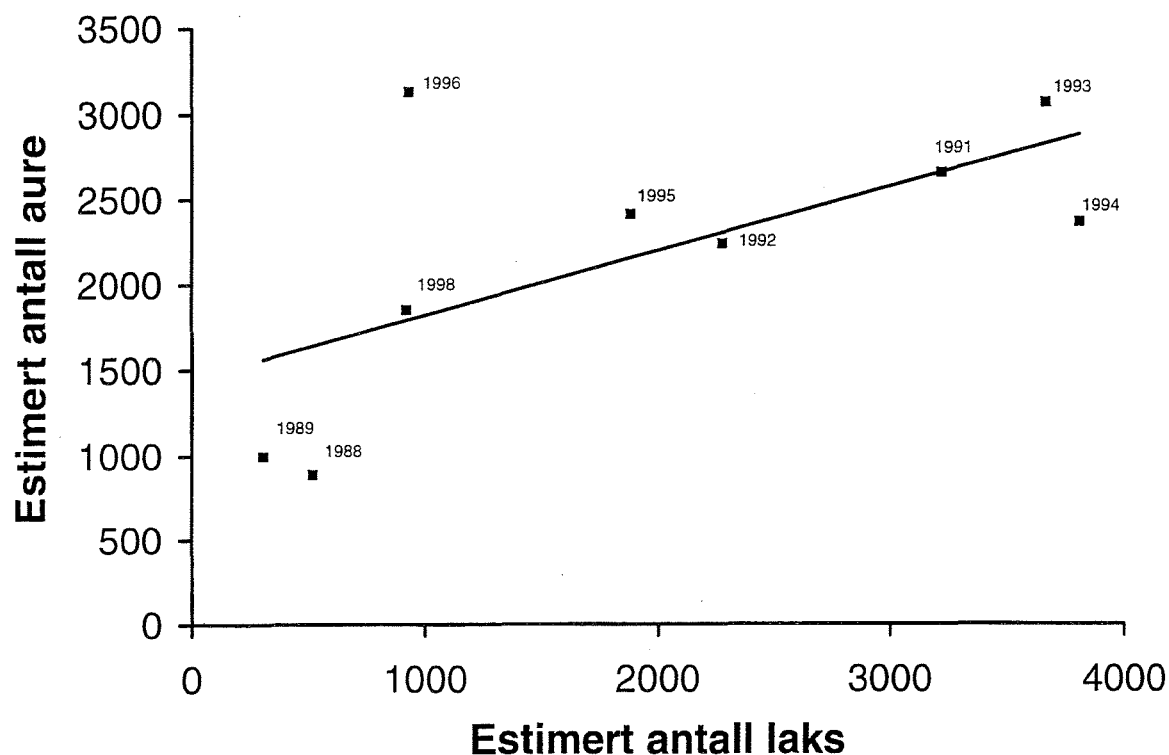


Fig. 8. Estimert antal laksungar (1+ og eldre) plotta mot estimert antal aureungar (1+ og eldre) i forsøkslokaliteten i Øyreselva.

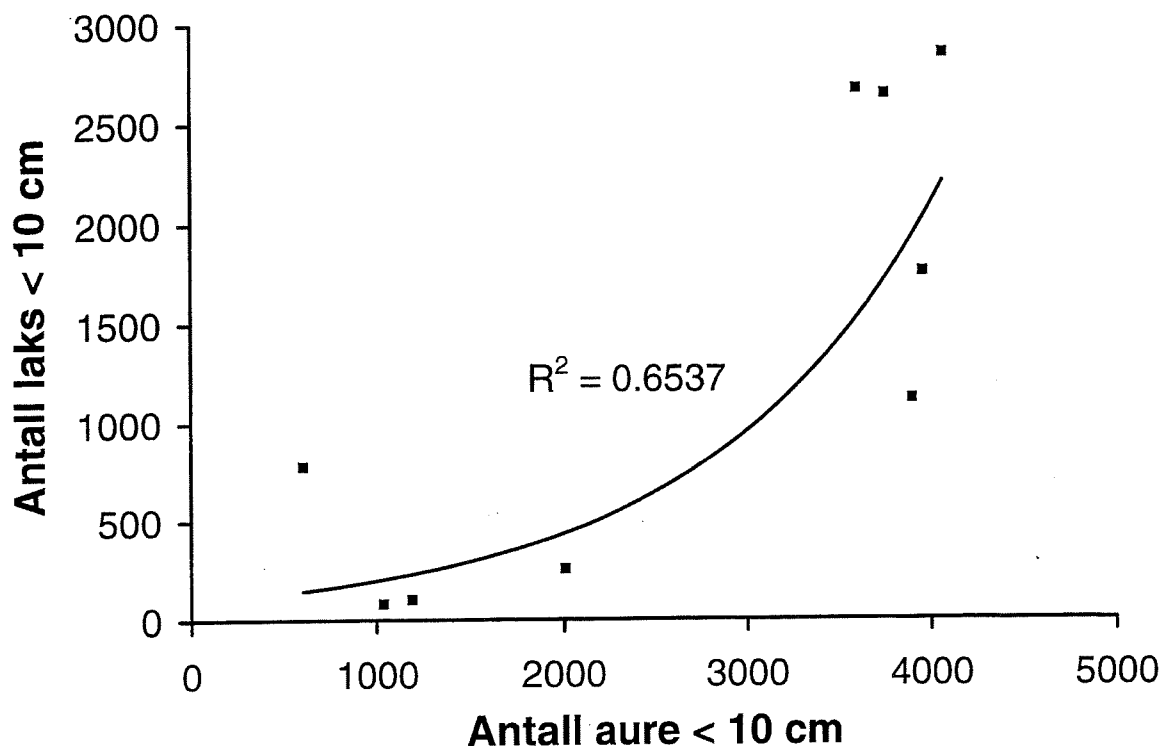


Fig. 9. Estimert antall laks < 10 cm plotta mot antall aureungar < 10 cm om hausten i Øyreselva i åra 1988-1998.

### ***Fiskepredasjon***

Av ialt 49 aure over 17 cm som er magespylt i perioden frå august 1991 til mars 1994, hadde 10 (24%) ete aure- eller laksungar. Av aurane som vart undersøkt i perioden 31.8.91 - 3.1.93 hadde 5 ete fisk. All bytefisk var aure i lengdeintervallet 6.5-8.5 cm. Gjennomsnittleg lengd av predatoraurane var 21 cm. Den minste auren som hadde ete fisk var 17.6 cm.

Av aurane undersøkt 25.8.-27.8.1993 og 2.3.-4.3. 1994 vart det påvist at 5 hadde ete aure- og laksungar i august, medan ein aure hadde ete aure i mars. Lengda på fisken i mageinnhaldet varierte frå 3.0 cm til omlag 10 cm. Dei tre minste bytefiskane (3.0-3.8 cm) var laks, medan ein på 6 cm var aure og ein på 10 cm var laks. Aurane som hadde fisk i magesekken i august 93 og mars 94 (Fig. 10), var i lengdeintervallet 17.1 - 22.8 cm.

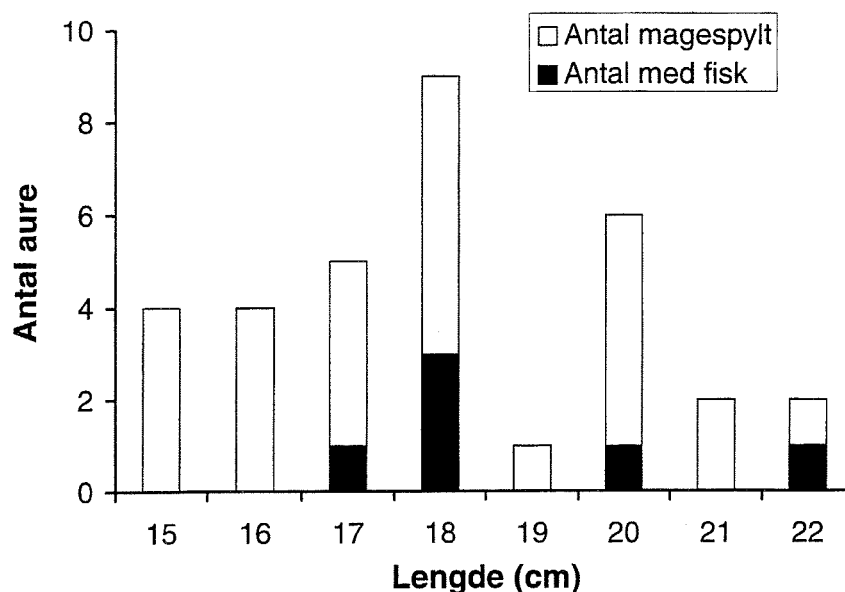


Fig. 10. Antal magespylte aure i lengdeintervallet 15-22 cm frå Øyreselva i august 1993 og mars 1994, og antal med fisk i magen.

#### *Vekst av postsmolt*

Det er tildels store variasjonar i postsmoltens tilbakeberekna vekst over tid og mellom ulike bestandar i fjorden (Tabell 2). Aure tekne i Omvikedalselva, Guddalselva og Mehlselva (1998) i Kvinnherad har ein tilbakerekna gjennomsnittleg postsmolttilvekst på mellom 10.7 cm og 13.1 cm (Tabell 2). Sjøauren frå desse elvane var frå 3 til 8 år gamle, og nokre hadde luseskadar.

Tilsvarande hadde aure tekne i Bjoreio i 1998 hatt ein tilbakerekna postsmoltvekst på 12,8 cm, medan aure tekne i Simadalselva i 1997 og 1998 hadde ein tilbakerekna postsmoltvekst på 16.2 cm og 15.8 cm (Tabell 2). Alderen på sjøauren frå desse to elvane var omlag som i dei tre elvane i Kvinnherad, dvs. frå 3 til 9 år. Postsmolt frå Sima hadde ein signifikant betre vekst enn postsmolt frå dei andre elvane kvar for seg og samla. Om materialet frå elvane i Kvinnherad og Eidfjord vert delt opp etter utvandningsår for smolten, kjem det óg fram at tilveksten for postsmolt i Eidfjord i alle åra frå 1994 til 1997 hadde ein betre gjennomsnittleg tilvekst enn postsmolt frå elvane i Kvinnherad (Fig. 11). Nokre fisk frå Kvinnherad var sterkt luseskadde ved fangst.

Sjøaure med alder frå 4 til 10 år tekne i Øyreselva i 1995 viste óg svært stor variasjon i postsmoltveksten. frå 9,3 til 23.4 cm (Tabell 2). Gjennomsnittet var her 15,8 cm (Tabell 2).

Til samanlikning med sjøauren frå Hardanger er tilbakerekna postsmoltvekst for sjøaure frå Årungenelva inst i Oslefjorden tekne med. Prøvene er frå 1998, og viser ein tilvekst på gjennomsnittleg 11.7 cm (Tabell 2). Det vart påvist lakselus på sjøaure kontrollert i Årungselsva i perioden frå 6.9. til 27.10.1998, men ingen fisk hadde meir enn 15 lus ved kontroll av levande fisk som vart sett ut att i elva. Sjøauren med lus var i lengdeintervallet 24.3 til 38.5 cm.



Tabell 2. Tilbakerekna lengdevekst (cm) for postsmolt av sjøaure, dvs. tilvekst første sumaren i sjøen etter smoltutvandring

Elv	Fangstår	Antall fisk	Medeltilvekst (cm)±SD	Minste tilvekst	Største tilvekst
Årungen	1998	15	11,7 ± 2,4	7,7	15,3
Omvikedal	1998	8	13,1 ± 3,9	6,0	18,3
Guddal	1998	12	10,7 ± 2,3	7,8	15,9
Mehl	1998	6	12,3 ± 4,2	7,5	16,6
Bjoreio	1998	21	12,8 ± 2,6	8,5	17,4
Sima	1997	13	16,2 ± 3,4	10,8	23,2
Sima	1998	15	15,8 ± 3,7	9,1	23,3
Øyre	1995	8	15,8 ± 5,1	9,3	23,4

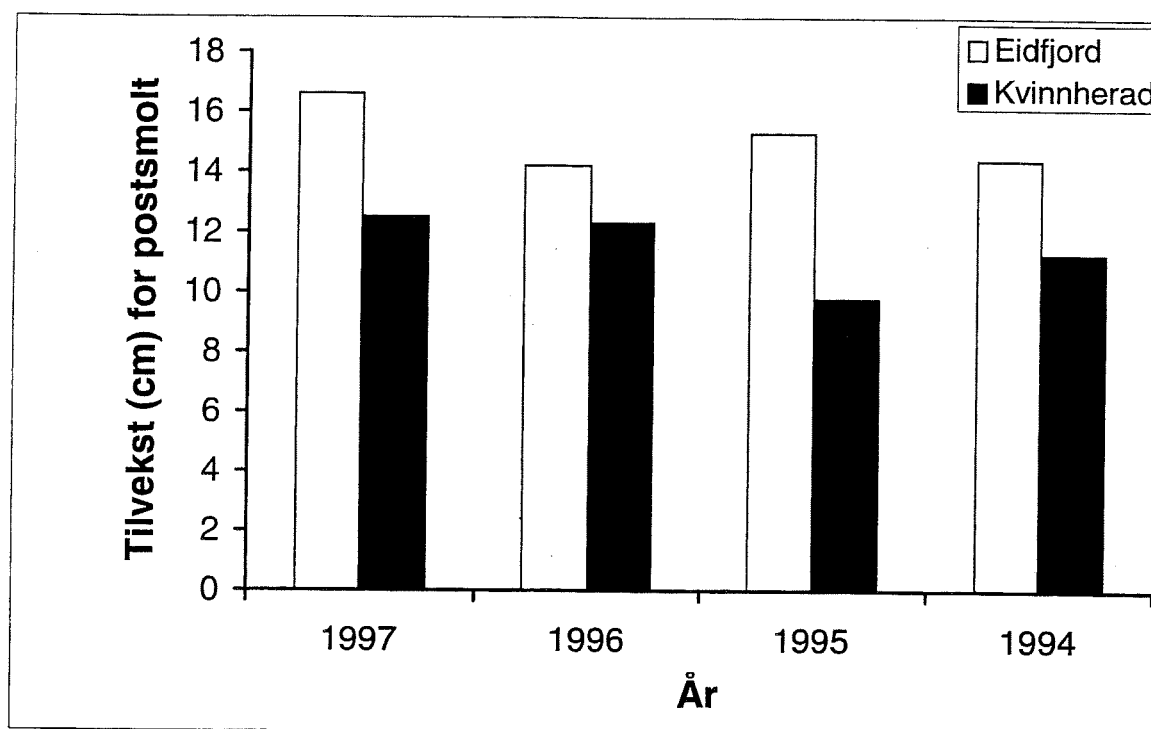


Fig. 11. Gjennomsnittleg tilbakerekna tilvekst av postsmolt av sjøaure frå Eidfjord i Indre Hardanger (elvane Sima og Bjoreio) og frå Kvinnherad (Guddalselva, Mehlselva, Øyreselva og Omvikedalselva (Kvinnherad).

## Diskusjon og konklusjonar

### *Bestandsdynamikk i Øyreselva*

Det typiske for aure- og laksungebestanden i Øyreselva har vore store årlege variasjonar i antal, utan at det har vore nokon spesiell langtidstendens i utviklinga. Tala illustrerer problemet med konklusjonar trekt på bakgrunn av observasjonar i eit enkelt år, og endåtil korte observasjonsseriar. Observasjonsserien viser at det er naudsynt å ha lange tidsseriar for å kunna fanga opp både bestandsdynamikk, variasjonar i antal fisk og bestandsstruktur innan same bestand. Dette er velkjent frå marine fiskebestandar og blir også sterkt påpeika av Aass (1986) i ein artikkel om langvarige fiskeribiologiske studiar i ferskvatn.

Dersom det skal vera mogeleg å skilja mellom endringar forårsaka av naturlege prosessar i anadrome bestandar og endringar forårsaka av menneskeskapte miljøproblem, krevst i mange tilfelle god informasjon om både ferskvassfase og marin fase. Slike observasjonsseriar frå både ferskvatn og marin fase er med få unntak som til dømes Imsa (Hansen et al. 1996) fråverande for norske enkeltbestandar av laks og sjøaure.

Ut frå våre resultat kan det sjå ut som om mengda av ungfisk er sterkt påverka av eldre aure som står i elva. Når vi samstundes kan visa at den eldre auren predaterer på ungfisken, er det grunn til å tru at predasjon er ein viktig reguleringsmekanisme i denne elvetypen. Samvariasjonen mellom antal aure < 10 cm og antal laks < 10 cm kan tolkast som at antal ungfisk innan begge bestandar er styrt av dei same faktorane. Det er lite truleg at gytebestandane hos laks og sjøaure skulle variera i takt. Det kan då vera fysiske miljøfaktorar som vassføring, eller biologiske, som til dømes predasjonstrykket frå dei større aurane (over 17 cm) som er med på å gje samvariasjon mellom laks- og aureungar.

Talet på større stasjonære aurar i elva til kvar tid kan vera meir tilfeldig, og kan kanskje vera bestemt av andre predatorar som mink og hegre. Heggenes og Borgstrøm (1988) fann at mink kunne gjera store innhogg i bestanden av aure- og laksungar i mindre elvar. Sidan mink er observert fleire gonger under feltarbeidet i Øyreselva, er det og truleg at den fiskar her, og kan vera ein viktig dødsfaktor, særleg fordi vassføringa er lita (Burgess og Bider 1980, Heggenes og Borgstrøm 1988).

I fire av dei fem åra overlevinga for aureungar vart estimert, var det høgare overleving for 1+ enn for eldre fisk. «Eldre fisk» var i dette høvet aure i intervallet frå omlag 10-12 cm til 16.9 cm. Sidan overlevinga er berekna frå slutten av august-byrjinga av september til februar-mars, er det lite truleg at nedgangen i antal fisk skuldast utvandring, fordi vi på denne tida ikkje finn smoltifisert aure i elva. Det kan derimot godt tenkjast at fisk i intervallet 10-12 til 16 cm vert hyppigare tekne av t. d. mink enn det fisk i intervallet 7-10 cm vert. Om det er slik, vil fråver av mink slå sterkt ut for antalet stor fisk i elva. Dette kan i sin tur få stor innverknad for predasjonstrykket som den større auren (over 17 cm) har på ungfisk, fordi større aure i hovudsak har teke aure- og laksungar mindre enn 10 cm. Predasjon både frå fisk, fugl og pattedyr står truleg som viktigaste årsak til dødelegheit i ungfiskbestandar av laksefisk i elvar (Alexander 1979). Dette betyr i så fall at dødelegheita kan koma til å variera mykje frå år til år, og dessutan at betydninga av dei ulike predatorane vil koma til å variera i elvar med t. d. ulik vassføring.

Kva veit vi så om sjøfasen for auren? Data på mengda av ungfisk av aure og laks i Øyreselva tyder ikkje på at det er mangel på gytefisk i denne elva for å oppretthalda rekrutteringa. Gytebestanden kan likevel ha endra seg, men dette finst det ikkje registreringar på. Eventuelle endringar i gytebestanden kunne tenkjast å ha samband både med endra beskatningstrykk i fjorden og endringar i mengd lakselus, men det ligg neppe føre data og observasjonar frå lengre periodar som kan brukast i denne sambanden.

### ***Vekst hos postsmolt***

I tidlegare studiar av postsmoltvekst for sjøaure i elvar i Hardanger er det funne store variasjonar i postsmoltveksten mellom og innafor lokalitetar. L'Abée-Lund et al. (1989) fann ein postsmoltvekst for sjøaure i Eio (1982-85) på 16.2 cm, medan postsmoltveksten for sjøaure samla inn i Granvinselva i 1982 var 11.8 cm. Postsmoltveksten for aure i Vosso (1976-78), Aurlandselva (1985-87) og Lærdalselva (1985) var tilsvarande 13.0 cm, 11.0 cm og 13.8 cm (L'Abée-Lund et al. 1989). Det er difor ikkje særleg store skilnader i tilvekst for aure innsamla i Bjoreio og Sima i indre Hardanger og i elvar i Kvinnherad i 1998 samanlikna med postsmolttilveksten til sjøaure frå Granvinselva, Vosso og elvar i Sognefjorden innsamla i perioden 1976-1987 cm (L'Abée-Lund et al. 1989). Heller ikkje aure frå Årungenelva i Oslofjorden i 1998 har avvikande postsmoltvekst. Likevel vert det ein vesentleg lågare postsmolttilvekst for sjøaure samla inn i Kvinnheradelvane i 1998 samanlikna med den veksten Skaala (1984) fann for postsmolt i Mehlselva og Eneselva i 1982.

For ein del fisk innsamla i elvane i Kvinnherad i 1998 var postsmolttilveksten relativt beskjedne, og det kan sjølvstundt ikkje utelukkast at dette skuldast t.d. parasittar, men samstundes er innsamlinga så fragmentert at vi ikkje veit noko om naturlege årsvariasjonar innafor ein bestand. Den store variasjonen i postsmoltvekst som vi finn for sjøaure innafor same bestand kan t. d. skuldast at fisken har opphalde seg i ulike delar av fjordsystemet, og kan ha blitt utsett for ulik grad av luseangrep, eller at næringstilbodet i ulike delar av fjorden varierer såpass mykje at det slår ut i vekstskilnader. Det kan også skuldast naturlege individuelle skilnader i resistens mot lakselus. Andre arbeid som omfattar registrering av lakselus på sjøaure (Anon 1999b) i midtre del av Hardangerfjorden i 1998, dvs. i same område som vi har undersøkt, konkluderer med at sjøauren fanga i dei ulike lokalitetane berre hadde ein tilvekst på 2 til 5 cm før dei vende tilbake til ferskvatn, med store lusepåslag. Desse resultatane står tilsynelatande i stor kontrast til andre registreringar av tilvekst hos postsmolt.

Likevel kan skilnaden forklarast utfrå innsamlingsmetodikken. Medan vår undersøking, truleg også andre tidlegare arbeid (L'Abée-Lund et al. 1989) er gjort på gytefisk som faktisk har overlevd og returnerer for å reprodusera, har andre arbeid analysert individ som åpenbart har store parasittproblem og difor returnerer tidleg til elva. ***Eit anna betydeleg problem er at ingen av studiane, korkje våre eller andre, veit kva andel av bestanden ein undersøker. Det vil sei at vi veit ikkje om prøvane er representative for bestandane vi ønskjer å uttala oss om.*** Er det slik at registreringane på luseskadd sjøaure omfattar td. 10, 50 eller 90% av årsklassen? Dette illustrerer også vanskanane med å dra generelle konklusjonar som kan vera til nytte for forvaltninga utfrå punkttestimat og utan å vita kva andel av ein bestand som blir undersøkt. Også når det gjeld lakselusproblematikken syner vår studie at det er naudsynt med tidsseriar og tilgang på representative prøvar for å kunna dokumentera tilstanden for fiskebestandar. Skal

vekst og overleving hos postsmolt og eldre aure studerast må det leggjast opp eit innsamlingprogram som tek omsyn til dette, dvs. at innsamlinga av fisk i fjorden må vera tilfeldig, og prøveuttaket representativt for bestandane ein ønskjer å uttala seg om.

### ***Tilrådingar til forvaltninga***

Det er ved fleire høve sett i verk tiltak for å redusera faktorar som reelt og potensielt påverkar dei ville bestandane av laks og aure negativt. Eksempel på dette er tiltak knytta til miljøeffektar av havbruk som *Midlertidige sikringssoner for laksefisk (MSL)* og *Nasjonal handlingsplan mot lakselus*. Eit problem ved desse tiltaka er imidlertid at det ikkje er lagt opp til ei forsvarleg evaluering av tiltaka, slik det er påpeika av Anon (1996). Både når det gjeld registrering av rømt fisk og førekomsten av lakselus på villfisk, er ein stor del av oppfølginga basert på dugnadsinnsats frå lokale organisasjonar og privatpersonar. Forskingsinnsatsen på miljøspørsmål knytta opp mot havbruksnæringa, har i altfor stor grad vore gjennomført som tidsavgrensa, kortsiktige undersøkingar. Det er i liten grad teke konsekvensen av at dei ville bestandane er i dynamisk endring både på grunn av naturlege og menneskeskapt prosessar. Utan ei etablering av måleseriar og ei overvaking av situasjonen, vil det vera uråd å registrera eventuelle effektar av tiltaka og miljøarbeidet innafør havbruksnæringa. Resultatet kan lett bli at tiltaka blir feilaktig forkasta og at stadig nye tiltak blir sett i verk. Alternativt kan tiltak som er utilstrekkelege bli oppretthaldne fordi dei tilsynelatande er effektive.

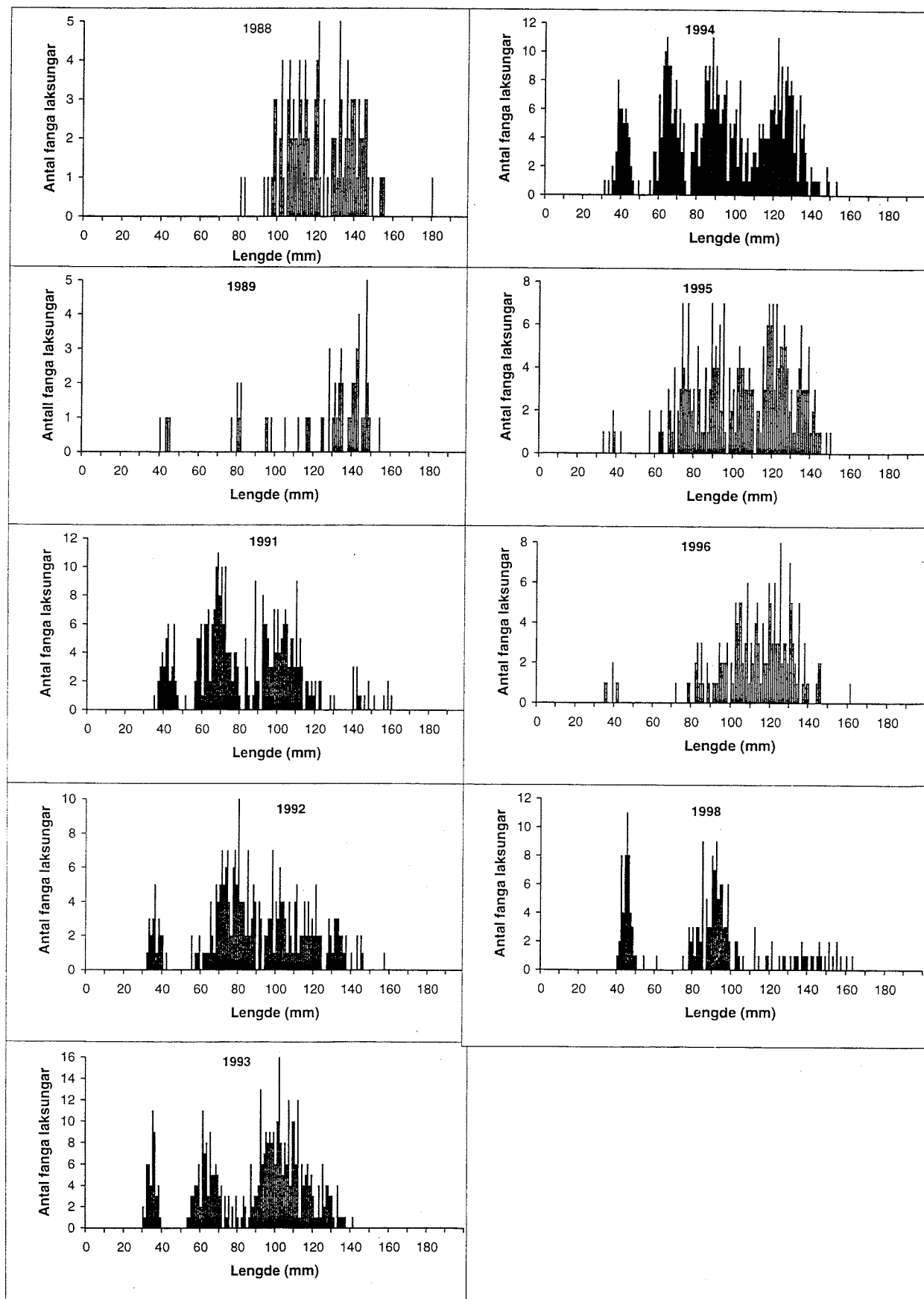
Eit overvakingssystem for årvisst systematisk innsamling og analyse av fiskemateriale frå sjø og elv, både i tyngre oppdrettsregionar som Hardangerfjorden, og utafør slike regionar må etablerast). Forvaltingsansvaret er fordelt på Fiskeridirektoratet, Direktoratet for naturforvaltning og Statens Dyrehelsetilsyn. Det er difor naturleg at desse aukar innsatsen på den fovaltingsrelaterte havbruksforskninga slik det også framgår av innstillinga frå Villaksutvalet (Anon 1999a).

## Litteratur

- Aass, P. 1986. Langvarige fiskeribiologiske forskningsprogrammer i ferskvann. - Fauna 39: 10-17.
- Alexander, G. R. 1979. Predators of fish in coldwater streams. - S. 153-170 I: Clepper, H. (red.). Predator-prey systems in fisheries management. Sport Fishing Institute, Washington DC.
- Anon. 1996. Evaluering av Midlertidige sikringssoner for laksefisk (1989-1994). Fiskeridirektoratet. 121s.
- Anon. 1999a. Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. NOU 1999:9.
- Anon. 1999b. Registreringar av lakselus på sjøaure i Hardangerfjorden og på Sotra i Hordaland sommaren 1998. Rapport nr. 388. Rådgivende biologer AS.
- Antonsson, T., G. Gudbergsson and S. Gudjonsson. 1996. Environmental continuity in fluctuation of fish stocks in the North Atlantic Ocean, with particular reference to Atlantic salmon. North American Journal of Fisheries Management 16: 540-547.
- Berge, K. 1993. Kvantitativt og kvalitativt foropptak hos laks og sjøaureungar og utsette ungar av finprikkaure i Øyreselv. - Upublisert hovudoppgåve, Inst. for biologi og naturforvaltning, Norges landbrukshøgskole. 32pp.
- Birkeland, K. 1996. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration growth and mortality. -Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2808-2813.
- Birkeland, K. and P. Jakobsen 1997. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. -Environ. Biol. Fish. 49:129-137.
- Borgstrøm, R. and Ø. Skaala 1993. Size-dependent catchability of brown trout and Atlantic salmon parr by electrofishing in a low conductivity stream. - Nordic Journal Freshw. Res. 68: 14-21.
- Borgstrøm, R. and Ø. Skaala (i manus). Survival of wild parr and stocked, non-indigenous parr of brown trout (*Salmo trutta*) in a seatrout stream; Importance of parr size.
- Burgess, S. A. og J. R. Bider 1980. Effects of stream habitat improvement on invertebrates, trout populations and mink activity. - J. Wildl. Mgmt. 44: 871-880.
- Egglishaw, H. J. og P. E. Shackley 1985. Factors governing the production of juvenile Atlantic salmon in Scittish streams. - J. Fish Biol. 27 (Supplement A): 27-33.
- Friedland, K. D., L.P. Hansen and D.A. Dunkley. 1998. Marine temperatures experienced by postmolts and the survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the North Sea area. Fish. Oceanogr. 7:1, 22-34.
- Grimnes, A., B. Finstad og P. A. Bjørn 1998. Registreringer av lakselus på laks, sjørret og sjoroye i 1998. - NINA Oppdragsmelding 579.
- Hansen, L. P., B. Jonsson og N. Jonsson 1996. Overvåking av laks fra Imsa og Drammenselva. - NINA Oppdragsmelding 401: 1-28.
- Heggberget, T. G. 1974. Habitatvalg hos yngel av laks, *Salmo salar* L. og ørret, *Salmo trutta* L. - Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet Rapport Zoologisk Serie 1974-12: 1-75.
- Heggenes, J. og R. Borgstrøm 1988. Effect of mink, *Mustela vison* Schreber, predation on cohorts of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *S. trutta* L., in three small streams. - J. Fish Biol. 33: 885-894.
- ICES 1998. Report of the working group on north Atlantic salmon. ICES CM 1998/ACFM:15.
- L'Abée-Lund, J. H., B. Jonsson, A. J. Jensen, L. M. Sættem, T. G. Heggberget, B. O. Johnsen og T. F. Næsje 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. - J. Animal Ecol. 58: 525-542.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. - Fish. Res. Bd. Can. Bull. No. 191. 382 pp.
- Shearer, W. M. 1987. North Esk sea trout. In: Picken and Shearer (Eds.). The sea trout in Scotland. Proceedings from a symposium held at The Dunstaffnage Marine Research Laboratory 18-19 June 1987.
- Skaala, Ø. 1984. Genetisk og økologisk identifisering av aurepopulasjonar. Hovudoppgåve,

- Zool. Mus., Mat.nat.fakultet, Univ. i Bergen.
- Skaala, Ø., K. E. Jørstad og R. Borgstrøm 1996. Genetic impact on two wild brown trout (*Salmo trutta* L.) populations after release of non-indigenous spawners. - Canadian J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2027-2035.
- Summers, D.W. 1995. Long-term changes in the sea-age at maturity and seasonal time of return of salmon, *Salmo salar* L., to Scottish rivers. Fisheries Management and Ecology, 2, 147-156.

## Appendix 1



Antal laksungar fanga ved ein gongs avfisking av forsøkslokaliteten i Øyreselva om hausten i åra 1988-1998 (ingen innsamling i 1997).