

**AUREN I RANDSFJORDEN,  
VIGGA OG DOKKA**

**OLA HEGGE, TORE QVENILD OG JOSTEIN SKURDAL**

**FYLKESMANNEN I OPPLAND**

**MILJØVERNAVDELINGEN**

**RAPPORT NR 2, 1990**

Ref.: **Hegge, O., Qvenild, T. & Skurdal, J. 1990.** Auren i Randsfjorden, Vigga og Dokka. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen. Rapp. nr. 2/90, 26 s + vedlegg.

## FORORD

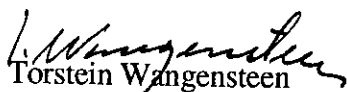
Aurebestanden i Randsfjorden består av flere ulike stammer som gyter i forskjellige tilløpselver til Randsfjorden. De ulike stammene er forskjellige i flere karaktertrekk, som bla. størrelse, vekst og alder ved kjønnsmodning.


Aurebestanden i Randsfjorden er begrenset av rekrutteringen. Kraftutbygging, forbygging, kanalisering og forurensning har ført til at rekrutteringen i flere av gyteelvene til Randsfjorden er redusert. I tillegg er Randsfjordauren utsatt for et betydelig fiske både i Randsfjorden og tilløpselvene.

Ved forvaltningen av auren i Randsfjorden må det tas hensyn til de ulike stammene. Flere tiltak for å øke bestanden, som utsetting av fisk, tiltak i gyteelvene og fiskeforskrifter vil være aktuelle. Det er derfor behov for kunnskap om bestanden.

Denne rapporten omhandler aurebestanden i Randsfjorden, Vigga og Dokka. Materialet er innsamlet i perioden 1976 - 1989. Deler av innsamlingen er finansiert av Foreningen til Randsfjordens Regulering. Rapporten er skrevet i tilknytning til prosjektet "Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland", som er finansiert av Glommens og Laagens Brukseierforening, Foreningen til Bægnavassdragets Regulering og Oppland Energiverk. Brandbu JFF har stått sentralt i innsamlingen av materialet fra Vigga. En lang rekke personer har bidratt med hjelp og opplysninger. Spesielt rettes en takk til Torger Granum, Helge Hulbakk og Nils Rønningen.

Lillehammer, januar 1990

  
Torstein Wangensteen  
Fylkesmiljøvernssjef

  
Jostein Skurdal  
Fiskeforvalter

# INNHOOLD

	side
1. SAMMENDRAG	4
2. INNLEDNING	5
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	7
4. METODER	8
5. RESULTATER	10
5.1. Randsfjorden	10
5.2. Vigga	12
5.3. Dokka	15
6. DISKUSJON	18
7. REFERANSER	23
VEDLEGG	26

## 1. SAMMENDRAG

Aurebestanden i Randsfjorden består av flere ulike stammer. Auren er storvokst og får en kraftig vekstøkning etter utvandring i Randsfjorden. Utvandringen skjer etter at aureungene har oppholdt seg 1 - 5 år i fødeelva. De yngste aldersgruppene hadde i gjennomsnitt en større tilbakeberegnet lengde sammenlignet med eldre fisk ved samme alder, noe som indikerer en høyere dødelighet for de mest hurtigvoksende individene. Omslaget til hurtigere vekst skjedde ved høyere alder hos de eldste årsklassene i materialet sammenlignet med de yngre årsklassene, men de eldste årsklassene oppnådde i gjennomsnitt den største totale vekstøkningen.

Viggaauren hadde en betydelig raskere livssyklus, men en mindre gjennomsnittsstørrelse sammenlignet med Dokkaauren. Viggaauren hadde en uvanlig rask vekst første året, med en midlere tilbakeberegnet lengde på 6.5 - 7.0 cm etter ett år. Hovedmengden av Viggaauren vandret ut i Randsfjorden etter et år i Vigga. De fleste (73 %) gytefiskene i Vigga var i aldersgruppene 4+ - 5+, og 65 % av fisken var i lengdeintervallet 34 - 43 cm. Største fisk var 63 cm. Dokkaauren hadde en betydelig langsommere elvevekst. Tilbakeberegnet lengde etter første år var 4.9 cm. Dokkaauren hadde et lengere elveopphold (2 - 5 år) før den gikk ut i Randsfjorden, sammenlignet med Viggaauren (90 % etter 1 år), og ble også kjønnsmoden ved en høyere alder og en større lengde enn Viggaauren. Hovedmengden (71 %) av gytefisken i Dokka var i aldersgruppene 7+, 8+ og 9+, og 59 % av fisken var i lengdeintervallet 60 - 73 cm. Største fisk i Dokka var 87 cm.

Materialet fra Randsfjorden og materialet fra Vigga ga begge et estimat for årlig overlevelseshastighet på 0.34 fra alder 5+. For Viggaauren ble det beregnet en utnyttelsesgrad på 0.23 - 0.35 på bakgrunn av rapporterte gjenfangster av merket fisk. Det gir en øyeblikkelig naturlig dødelighet på 0.44 - 0.62, og en øyeblikkelig fangstdødelighet på 0.45 - 0.65 for Viggaauren. Dagens beskatning gir en god utnyttelse av Viggastammen (ca 80 % av optimal avkastning). Dokkaauren som har en mer utholdende vekst blir beskattet noe for tidlig, og dagens beskatning gir en avkastning på ca 70 % av det optimale.

Aurebestanden i Randsfjorden er begrenset av rekrutteringen. Bestanden kan økes, og kan gi en totalavkastning på 5 000 kg eller 0.3 kg/ha uten at næringstilgangen blir begrensende. Skal en slik økning oppnås ved utsetting av settefisk krever det omlag 15000 2-årige settefisk årlig. Det bør ikke settes ut settefisk av fremmede stammer i Randsfjorden eller i tilløpselvene til Randsfjorden.

## 2. INNLEDNING

Auren i Randsfjorden er storvokst med eksemplarer over 10 kg. Bestanden er sammensatt av flere aurestammer som gyter i ulike tilløpselver, hvorav Dokka, Etna, Lomma, Bjoneelva, Fallselva, Gullerudelva og Vigga er de viktigste. Aurebestanden i Randsfjorden er relativt tynn på grunn av begrensede gytemuligheter (Nielsen et al. 1985), og rekrutteringen vil trolig bli ytterligere redusert som en følge av redusert vannføring ved utbyggingen av Dokka.

Storaurestammer finnes i flere av de store innsjøene på Østlandet som Mjøsa, Tyri-fjorden, Randsfjorden, Hurdalssjøen, Eikeren, Sperillen, Femunden, Isteren Storsjøen i Rendalen og Atnsjøen. De har en livshistorie som i stor grad tilsvarende den en finner hos laks og sjøaure. Gytingen foregår i store og små elver, hvor yngelen klekkes og hvor den lever den første tiden. I elva står aureungene mellom steiner på elvebunnen og lever av bunndyr, insekter og drivende næringsorganismer. Etter 1 - 6 år i elva gjennomgår småauren en forandring som i stor grad tilsvarende smoltifiseringen hos laks og sjøaure. Den skifter kamuflasjefarge fra en drakt som gir godt skjul når fisken lever nært knyttet til bunnen, til en blankere farge som er bedre tilpasset et liv i de frie vannmassene. Ungfisken vandrer da fra fødeelva og ut i innsjøen, tilsvarende smoltens vandring ut i sjøen hos laks og sjøaure. Noen individer blir imidlertid kjønnsmodne i ungestadiet, og disse lever hele livet i fødeelva og forblir små. I innsjøen lever auren i de frie vannmassene hvor den spiser fisk, vesentlig pelagiske fiskearter som sik, krøkle, lagesild og røye. Den får da en kraftig vekstøkning, og kan få en årlig lengdeøkning på over 20 cm i året. Etter noen år i innsjøen blir auren kjønnsmoden og vandrer tilbake til fødeelva for å gyte. Etter gyting kan auren vende tilbake til innsjøen allerede samme høst, eller den kan overvintre i elva og vandre tilbake til innsjøen om våren når vannføringen stiger. Storauren kan gyte flere ganger i løpet av livet (Aass et al. 1989). Hos enkelte stammer foregår gytingen hvert år etter at fisken er blitt kjønnsmoden første gang, men mange storaurestammer har hvileår i innsjøen mellom hver gyting for å bygge seg opp igjen etter det store energitapet de har i forbindelse med gytingen (Aass et al. 1989).

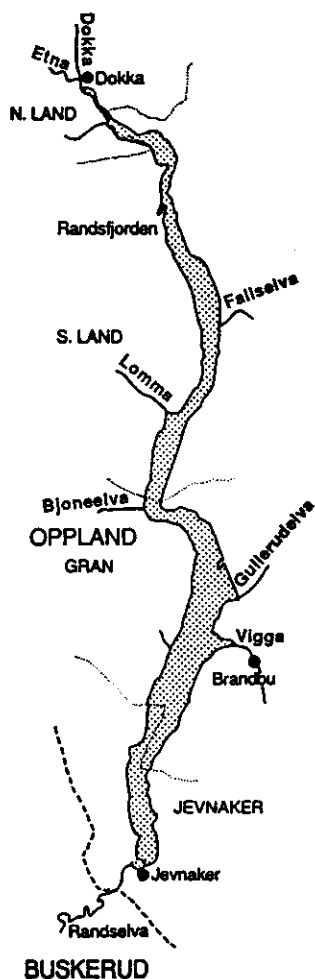
Storaurebestander er på grunn av sin størrelse attraktive fiskeobjekter både for sportsfiskere og garnfiskere, og det er en rekke steder tradisjonsrikt fiske etter storaure både i innsjøene og i elvene i forbindelse med gytevandringene. Storaurebestandene er imidlertid sårbare for overbeskatning på grunn av sin seine kjønnsmodning og på grunn av vandringsmønsteret som gjør at de ofte beskattes svært effektivt. Rekrutteringen er avhengig av et tilfredsstillende miljø i gyte- og oppvekstelva. Reguleringer, forbygninger, vannuttak, forurensning og forsuring har medført sterkt reduserte bestander, og storaurestammene på Østlandet er derfor truet. Det er nødvendig med bedre kunnskap som grunnlag for en bedre forvaltning.

Denne rapporten beskriver vekstforhold og alderssammensetning hos aurebestanden i Randsfjorden, samt livssyklus hos aurestammene som gyter i Vigga og Dokka.

### 3. OMRÅDEBESKRIVELSE

Den 134 km<sup>2</sup> store, og 120.5 m dype Randsfjorden (134.5 m o. h.) (Fig. 1) er Norges fjerde største innsjø. Randsfjorden ligger i kommunene Jevnaker, Gran, Søndre Land og Nordre Land, Oppland fylke. Innsjøens nedbørfelt er 3 663 km<sup>2</sup>, hvorav 25 % ligger over 1000 m o. h. Randsfjorden er regulert 3.2 m. Den drenerer til Randselva.

Den største tilløpselva er Dokka/Etna som renner ut i Randsfjorden i nordenden. Både Dokka og Etna drenerer betydelige fjellområder og vassdraget må betegnes som næringsfattig. Vassdraget er flompregget, med betydelig massetransport som har resultert i et ustabil bunnsubstrat. Dokkaelva ble i 1989 regulert for kraftproduksjon, noe som innebærer en betydelig reduksjon i vannføringen. Minste tillatte vannføring i Dokka nedenfor inntaket til Dokka kraftverk er 3.0 m<sup>3</sup>/sek i perioden 01.05 - 30.10 og 1.5 m<sup>3</sup>/sek i perioden 01.11 - 30.04. Ved Kolbjørnshus, nedenfor samløpet med Etna, er minste tillatte vannføring 10 m<sup>3</sup>/sek i perioden 15.09 - 20.10.



Figur 1. Kart over Randsfjorden

Tilløpselva Vigga drenerer et felt på 182 km<sup>2</sup> på Randsfjordens østside. Elva renner gjennom Brandbu sentrum og ut i Randsfjorden i Røykenvika. I det kalkrike nedbørfeltet er det betydelige arealer med dyrket mark, og elva tilføres betydelige mengder næringssalter. Langs elva er det en rik kantvegetasjon.

Fiskebestanden i Randsfjorden består av aure, røye, sik, åbbor, gjedde, krøkle, ørekyt, tre- og nipigget stingsild og niøye. Sik er den dominerende fiskearten i Randsfjorden. Det er også betydelige mengder av krøkle, åbbor og trepigget stingsild. De viktigste gyteelvene for auren i Randsfjorden er Dokka, Etna, Fallselva, Lomma, Bjoneelva, Gullerudelva og Vigga. Tidligere foregikk det også gyting på en kort strekning i Randselva, men denne er nå utilgjengelig på grunn av demningen på utløpet.

Aurebestanden i Randsfjorden beskattes hovedsakelig ved garnfiske og noe ved dregging. I tilløpselvene foregår det et aktivt sportsfiske etter auren, og i forbindelse med gytevandringen er auren utsatt for garnfiske, særlig er dette tilfelle i Dokka-Etna (Hegge & Skurdal 1989). Alt fiske etter aure er forbudt i tilløpselvene og i Randsfjorden nærmere alle elve- og bekkeos enn 100 m i tiden 01.09 - 31.10. Minste tillatte maskevidde er 35 mm og all aure mindre enn 25 cm skal settes ut igjen.

## 4. METODER

143 aure fra Randsfjorden og 61 aure fra Dokka ble innsamlet fra lokale fiskere. Materialet fra Randsfjorden ble innsamlet i perioden 1983 - 1985, og fisken var fanget i garn og ved dreggefiske. Materialet fra Dokka ble innsamlet av lokale fiskere i 1973 - 1988, og fisken var fanget med grovmasket garn og not. 389 aure fra Vigga ble fanget i en stamfiskfelle i elva i 1976 - 1981. Auren ble primært fanget for stamfiskformål, og bare et selektivt utvalg av hannene er registrert. Små hanner er derfor trolig underrepresentert. Fisken ble merket med carlinmerker og satt ut igjen. Gjenfangster av merket fisk ble rapportert av fiskere i Randsfjorden, samt ved stamfisket påfølgende år.

All aure ble lengdemålt. Vekt ble registrert for all aure fra Randsfjorden og Dokka, og for aure fanget i Vigga i 1977.

Auren ble aldersbestemt fra skjellprøver og lengdeveksten ble tilbakeberegnet fra skjellradiene basert på direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius (Lea 1910). Overgang fra tettliggende skleritter til større avstand mellom sklerittene ble betraktet som omslag fra elvevekst til innsjøvekst.

Årlig overlevelsesrate (S) ble beregnet ved Chapman-Robson's metode. Forutsetningene for metoden ble testet med en  $\chi^2$ -test (Robson & Chapman 1961, Youngs & Robson 1978). Beskatningen (E) for Viggaauren ble beregnet utfra gjenfangstfrekvensen av merket fisk i løpet av første år etter merking. Ved beregningen er det forutsatt et merketap på 7 %, som tilsvarende det som er funnet hos Vikersundaure i Tyrifjorden (Qvenild et al. 1983) og en innrapporteringsprosent på 40 - 60 % som funnet i Mjøsa (Qvenild & Nashoug 1987) og i Rena (Linløkken & Qvenild 1986). For å kunne separere den totale dødeligheten i naturlig dødelighet og fangstdødelighet er året delt i 2 like store deler. I november - april (Periode I) fiskes det minimalt og fisken er bare utsatt for naturlig dødelighet, mens den i perioden mai - oktober (Periode II) i tillegg er utsatt for fangstdødelighet. Overlevelsen av antall merket fisk (m) fra utslipping fram til fisket begynner er:

$$S_1 = e^{-0.5 M} \quad (1)$$

hvor M er øyeblikkelig naturlig dødelighet for hele året (Ricker 1975). Når fiskesesongen begynner er det igjen m  $S_1$  fisk. Gjennom fiskesesongen blir overlevelsen tilsvarende:

$$S_2 = e^{-0.5 M-F} \quad (2)$$

hvor F er øyeblikkelig fangstdødelighet. Den totale overlevelsen gjennom året (S) er beregnet utfra aldersstrukturen, og denne er gitt ved:



$$S = S_1 \cdot S_2 \quad (3)$$

Beskatningen ( $E=C/N_0$ ) i periode II kan beregnes fra fangstligningen:

$$C = (N_0 \cdot A \cdot F) / Z \quad (4)$$

hvor

C = fangsten i antall

$N_0$  = utgangsbestanden som her blir m  $e^{-0.5M}$

A = total dødelighet i fangstsesongen (periode II)

Z = total øyeblikkelig dødelighet ( $=0.5M + F$ ) i fangstsesongen (periode II)

Total dødelighet kan beregnes ved:

$$A = 1 - e^{-0.5M-F} \quad (5)$$

Beskatningen, som settes lik gjennfangsten C / m, blir da:

$$C / m = (e^{-0.5M} (1 - e^{-0.5M-F}) \cdot F) / (0.5M + F) \quad (6)$$

Når beskatning og overlevelse er kjent kan vi beregne M og F fra ligningene 3 og 6.

Forholdet mellom lengde og vekt (fiskens kondisjon) ble beskrevet ved lineær regresjon mellom  $\ln$  fiskevekt (w, g) og  $\ln$  fiskelengde (l, mm) og uttrykt på formen  $\ln w = \ln a + b \cdot \ln l$ , der a og b er konstanter (Ricker 1975). Kondisjonen i en gitt lengdegruppe beregnes fra formelen  $K = 10^5 a \cdot l^b \cdot 3$ .

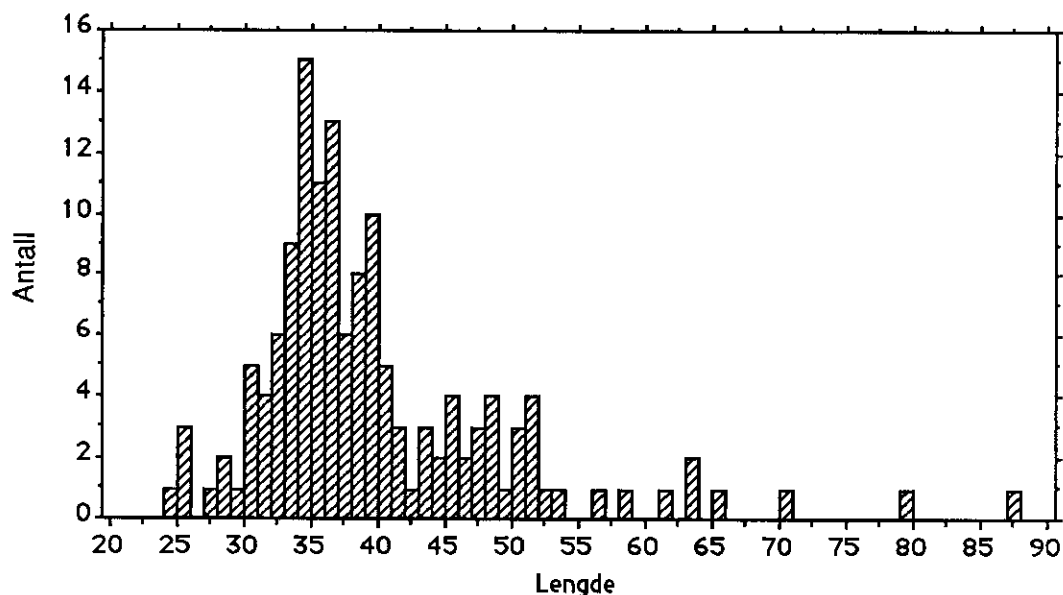
Avkastningen av Viggastammen og Dokkastammen er beregnet ved hjelp av Ricker's modell (Ricker 1975). Fiskevektene som benyttes i modellen er beregnet utfra tilbakeberegnet lengdevekst og lengde-vekt forholdet. For Viggaauren ble lengde-vekt forholdet for fisken fra Randsfjorden benyttet fordi denne ble ansett for å være mest representativ for Viggaauren i vekstsesongen.

Alle statistiske tester er basert på 5 % signifikansnivå ( $P < 0.05$ ). Eventuelle lavere signifikanssannsynligheter er angitt ( $P < 0.01$  eller  $P < 0.001$ ).

## 5. RESULTATER

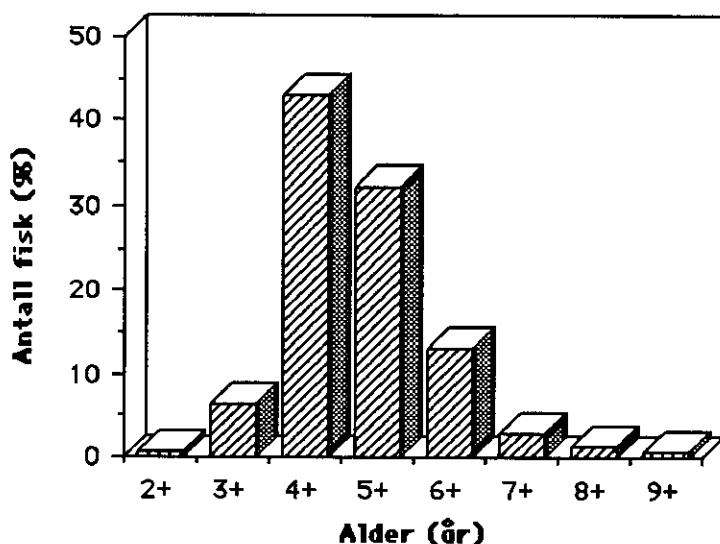
### 5.1. RANDSFJORDEN

Aurematerialet fra Randsfjorden var i lengdeintervallet 24 - 88 cm (Fig. 2), og varierte i vekt fra 0.2 - 6.0 kg. Hovedmengden (64 %) av fisken var i lengdeintervallet 30 - 41 cm.



Figur 2. Lengdefordeling for 143 aure fanget i Randsfjorden i perioden 1983 - 1985.

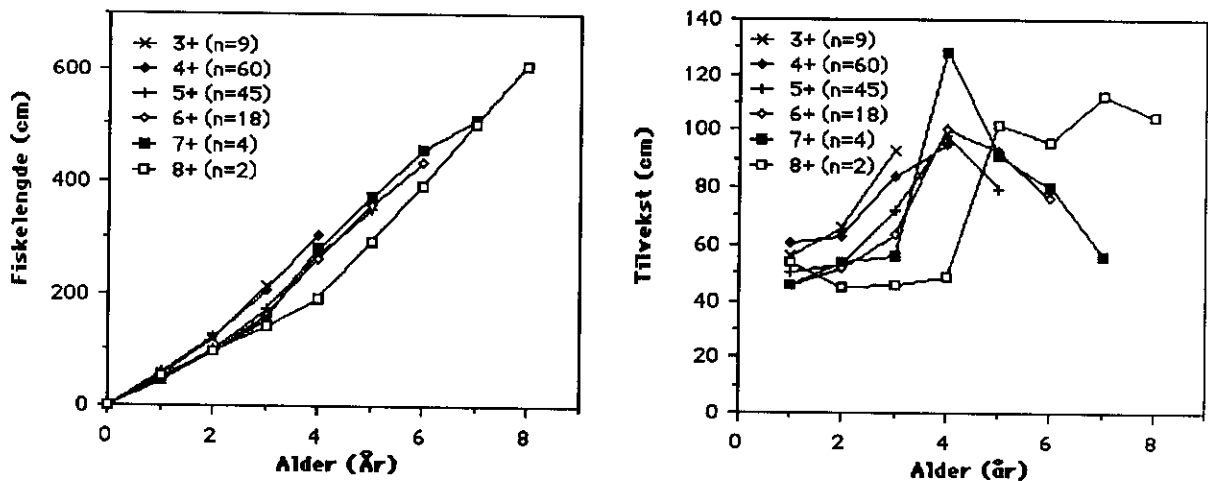
Aurematerialet fra Randsfjorden varierte i alder fra 2+ - 9+ (Fig. 3). Aldersgruppene 4+ og 5+ utgjorde samlet 75 % av materialet. Utfra aldersfordelingen ble aurens årlige overlevelsesrate (S) (aldersgruppe 5+ - 9+) beregnet til 0.34 (95 % konf. int.: 0.25 - 0.43;  $\chi^2 = 0.188$ ).



Figur 3. Aldersfordeling for 140 aure fanget i Randsfjorden i perioden 1983 - 1985.

Forholdet mellom hanner og hunner var 49 : 53 og var ikke signifikant forskjellig fra 1:1 (Binomisk test:  $P < 0.05$ ).

Auren i Randsfjorden hadde i gjennomsnitt rask vekst (Fig. 4, vedlegg 1). Tilbakeberegnet lengde etter første leveår varierte sterkt fra 3.0 - 9.5 cm. Første års vekst var i gjennomsnitt størst for aldersgruppe 4+ (6.1 cm) og avtok til 4.6 cm for aldersgruppene 6+ og 7+. Yngere fisk hadde gjennomsnittlig en høyere tilbakeberegnet lengde sammenlignet med eldre fisk ved tilsvarende alder (Lee's fenomen, s. 215 - 216 i Ricker 1975). Aurens vekst økte markant etter 2 - 5 år. Midlere årlig tilvekst økte til 9.5 - 12.8 cm, og det ble registrert årlig tilvekst på inntil 19.2 cm hos enkelte fisk. Vekstøkningen oppsto senere hos de eldste årsklassene i materialet sammenlignet med de yngre årsklassene, men de eldste årsklassene oppnådde i gjennomsnitt den største årlige tilveksten etter vekstomslaget.



Figur 4. Vekstkurve og årlig tilvekst for aure fanget i Randsfjorden i perioden 1983 - 1985.  $n$  = antall fisk i hver årsklasse.

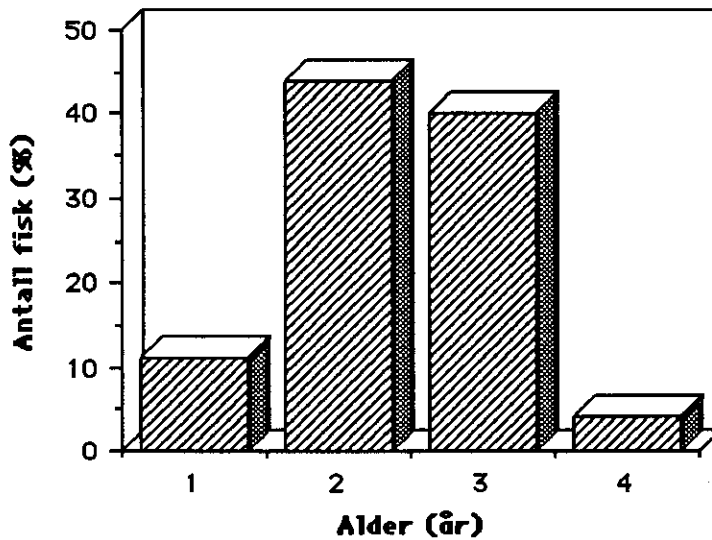
Aurens kondisjon ( $K$ ) økte svakt med økende fiskelengde ( $b=3.100$ ) fra 1.11 ved 30 cm lengde til 1.21 ved 70 cm lengde, men økningen var ikke signifikant (Tabell 1).

Tabell 1. Lengde-vekt forhold og beregnet kondisjonsfaktor for aure fanget i Randsfjorden i perioden 1983 - 1985.  $N$  = ant. fisk,  $R^2$  = forklaringsgraden.

N	$R^2$	ln a	b	95 % konf. int.	Beregnet K-faktor ved		
					30 cm	50 cm	70 cm
142	0.936	-11.980	3.100	2.965 - 3.236	1.11	1.17	1.21

Alder ved utvandring fra oppvekstelva til Randsfjorden ble bestemt for 45 fisk, og varierte fra 1 - 4 år (Fig. 5). Hovedmengden (84 %) av fisken hadde vandret ut i

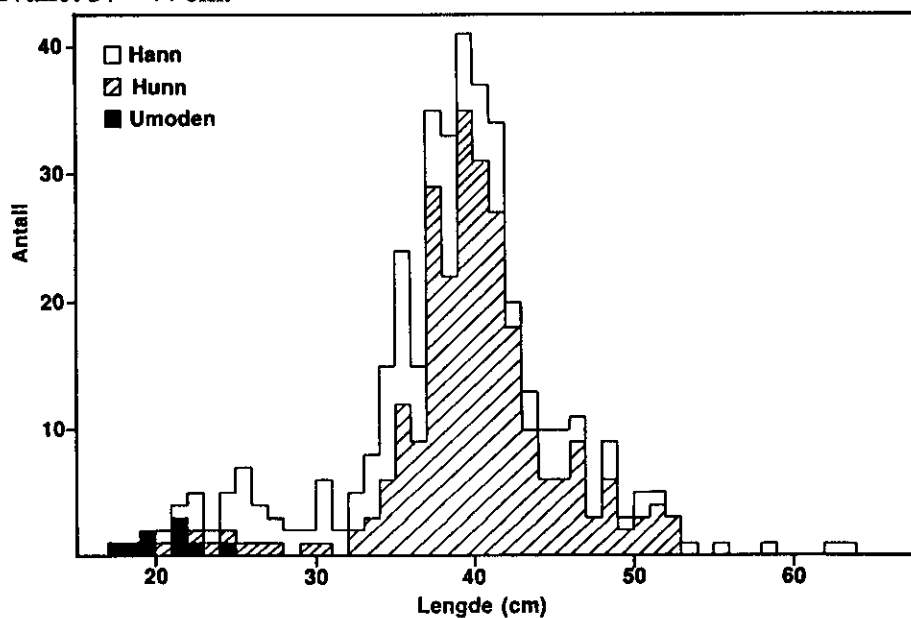
Randsfjorden etter 2 eller 3 år.



Figur 5. Alder ved utvandring for 45 aure fanget i Randsfjorden, 1983 - 1985.

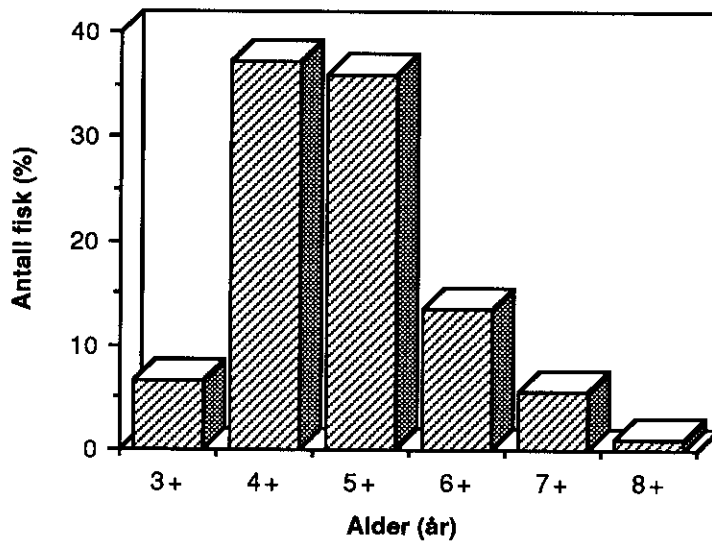
## 5.2. VIGGA

Aurematerialet fra Vigga varierte i lengde fra 17 - 63 cm (Fig. 6). Hovedmengden (65 %) av fisken var i lengdeintervallet 34 - 43 cm. Umoden fisk ble registrert i lengdeintervallet 17 - 24 cm. De minste kjønnsmodne individene som ble registrert var 20 cm hos begge kjønn. De modne hannene var av langt mer variabel lengde sammenlignet med de modne hunnene (Kolmogorov-Smirnov two-sample test:  $D = 0.355$ ,  $n_1 = 129$ ,  $n_2 = 254$ ,  $P < 0.001$ ). Både blant de minste ( $< 34$  cm) og de største ( $> 53$  cm) lengdegruppene var det en overvekt av hanner, mens hunnene dominerte sterkt i lengdeintervallet 37 - 44 cm.



Figur 6. Lengdefordeling for 389 aure fanget i Vigga i perioden 1976 - 1981.

89 modne hunner ble aldersbestemt. Disse varierte i alder fra 3+ - 8+ (Fig. 7). Aldersgruppene 4+ - 5+ utgjorde samlet 73 % av de modne hunnene. Utfra aldersfordelingen ble den årlige overlevelsesraten (S) for modne hunner (aldersgruppene 5+ - 8+) beregnet til 0.34 (95 % konf. int.: 0.23 - 0.45;  $\chi^2 = 0.334$ ).

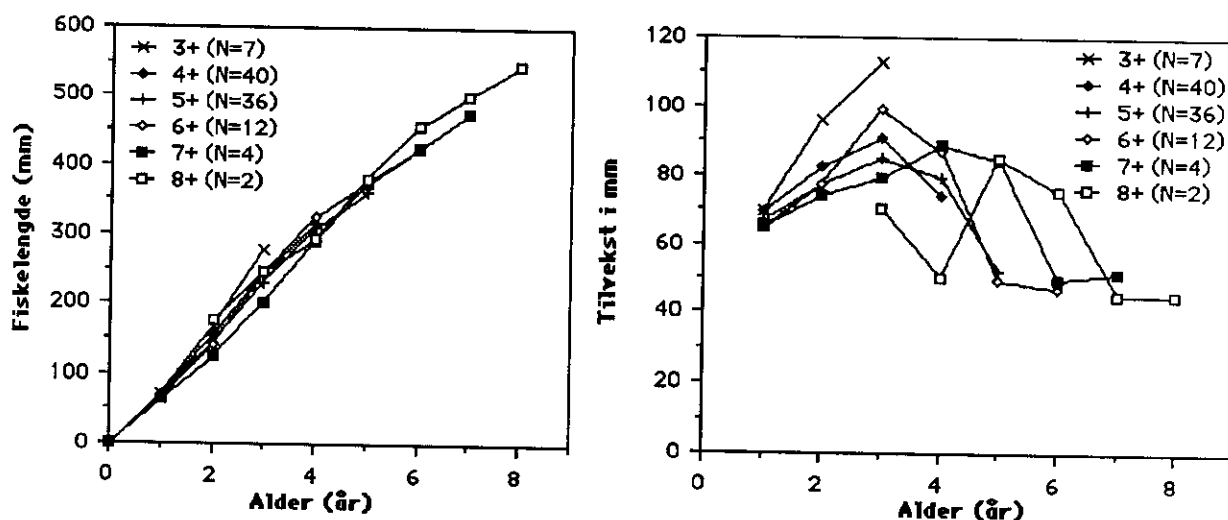


Figur 7. Aldersfordeling for 89 modne hunner av aure fanget i Vigga i perioden 1976 - 1981.

I perioden 1976 - 1980 ble det tilsammen merket 368 aure i Vigga. Totalt ble 58 merkede aure rapportert gjenfanget i løpet av perioden 1977 - 1981. Tilsammen 48 aure (13 %) ble rapportert gjenfanget i Vigga eller Randsfjorden i løpet av første året etter merking. Settes merketapet lik 7 % og innrapporteringsprosenten lik 40 - 60 % gir dette en gjenfangsprosent på 23 - 35 %. Dette gir følgende verdier for M og F:

Innrapportering	Gjenfangst (%)	M	F
40 %	35	0.44	0.65
60 %	23	0.62	0.45

Auren i Vigga hadde en svært rask vekst første året (Fig. 8, vedlegg 1). Midlere tilbakeberegnet lengde etter første år varierte fra 6.5 - 7.0 cm mellom de ulike aldersgruppene i materialet, med den raskeste veksten blant de yngste årsklassene. Det ble registrert enkeltfisk med tilbakeberegnet lengde på opptil 10.5 cm etter første år. Den årlige tilveksten økte til gjennomsnittlig 7.4 - 9.6 cm for de ulike årsklassene det andre året og til 7.9 - 11.3 cm i det tredje leveåret. Også andre og tredje leveåret var veksten raskest hos de yngste aldersgruppene i materialet. Fra 4. leveår begynte veksten å avta hos de yngste fiskene i materialet, mens de eldre individene hadde opprettholdt en rask vekst noe lengere.



Figur 8. Vekstkurve og årlig tilvekst for aure fanget i Vigga i perioden 1976 - 1981. N = antall fisk i hver årsklasse.

Aurens kondisjon var lav (0.78), og endret seg ubetydelig med fiskelengden ( $b = 3.012$ ) (Tabell 2). Den lave kondisjonen er neppe representativ for Viggaauren utenom gytasesongen.

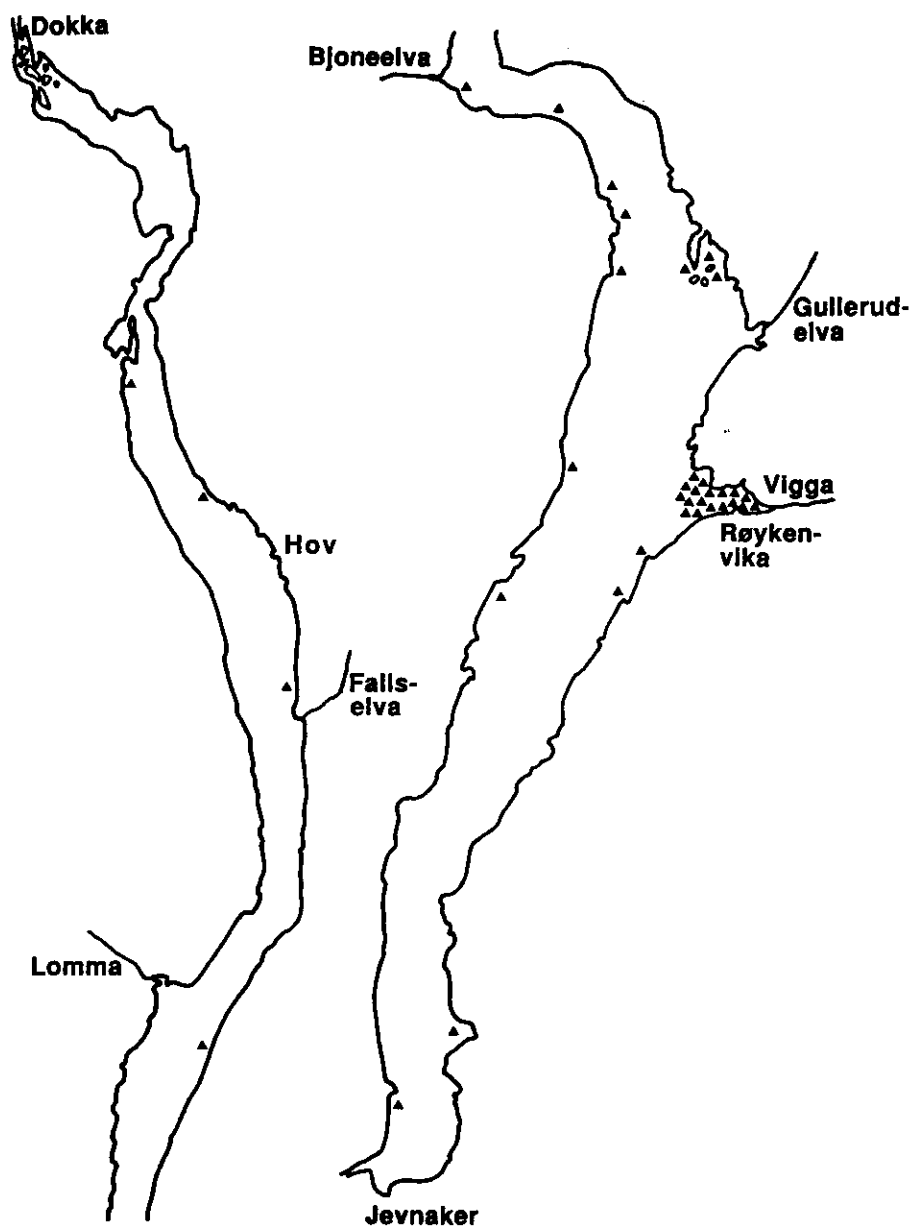
Tabell 2. Lengde-vekt forhold og beregnet kondisjonsfaktor for aure fanget i Vigga i 1977. N = ant. fisk,  $R^2$  = forklaringsgraden.

N	$R^2$	ln a	b	95 % konf. int.	Beregnet K-faktor ved	
					30 cm	50 cm
93	0.892	-11.836	3.012	2.793 - 3.231	0.78	0.78

Alder ved utvandring fra Vigga til Randsfjorden ble registrert for 31 fisk. 28 (90 %) av disse hadde vandret ut etter ett år i Vigga, 2 fisk (6 %) hadde vandret ut etter 2 år og 1 fisk (3 %) hadde levd 4 år i Vigga før den hadde gått ut i Randsfjorden.

Fra avkastningsberegningene har vi funnet at auren i Randsfjorden i gjennomsnitt beskattes ved en størrelse på 750 g. Med dagens beskatning blir avkastningen av Viggastammen da 156 kg pr. 1 000 2-åringer som går ut i Randsfjorden. Den maksimale avkastningen ved optimal beskatning er beregnet til 192 kg pr 1 000 2-åringer (vedlegg 3). (I vedlegg 4 og 5 er beregningene utført med referanse i 1 000 3-åringer for å kunne sammenligne med Dokkaauren).

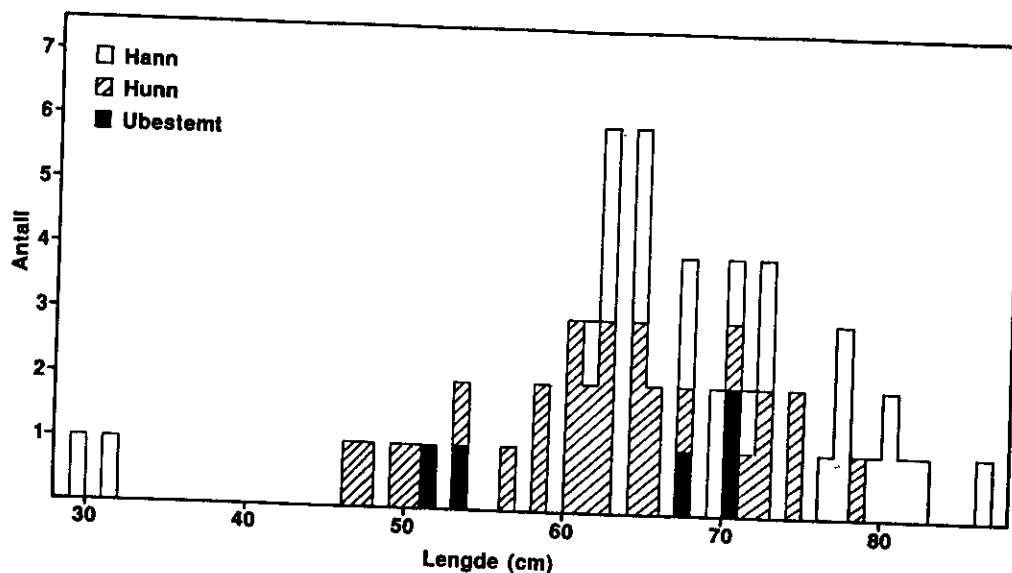
Det ble registrert gjenfangststed for 36 merka aure som ble gjenfanget i Randsfjorden. Av disse ble 18 (50 %) gjenfanget i Røykenvika utenfor Viggas utløp, mens de øvrige gjenfangstene var fordelt over hele innsjøen (Figur 9).



Figur 9. Lokalisering av 36 gjenfangster i Randsfjorden av aure merket i Vigga.

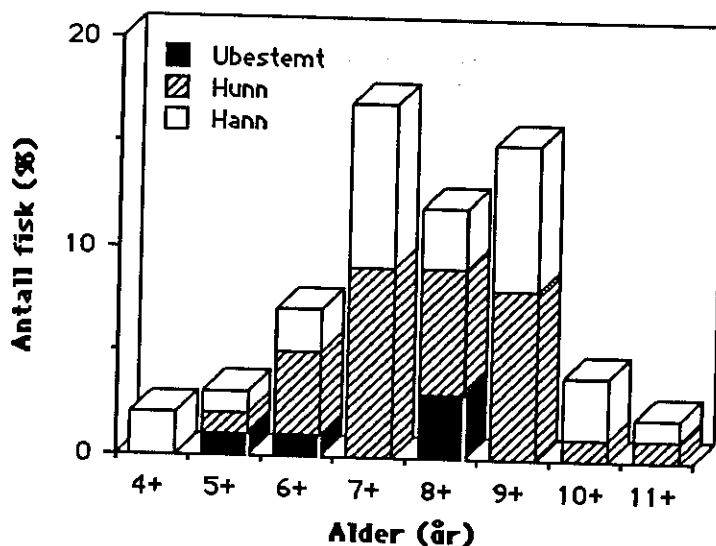
### 5.3. DOKKA

Aurematerialet fra Dokka varierte fra 29 - 87 cm lengde (Fig. 10) og varierte i vekt fra 0.26 - 10.30 kg. Hovedmengden (59 %) av fisken var i lengdeintervallet 60 - 73 cm. Det var en overvekt av hanner blant de største eksemplarene i materialet (Kolmogorov-Smirnov two-sample test:  $D=0.391$ ,  $n_1=27$ ,  $n_2=29$ ,  $P<0.05$ ), samtidig som de to minste aurene var hanner.



Figur 10. Lengdefordeling for 61 aure fanget i Dokka i perioden 1973 - 1988.

Aurematerialet fra Dokka var i aldersgruppene 4+ - 11+ (Fig. 11). Aldersgruppene 7+, 8+ og 9+ utgjorde samlet 71 % av materialet. Det var ingen signifikant forskjell i aldersfordeling mellom hanner og hunner (Kolmogorov-Smirnov two-sample test:  $D=0.081$ ,  $n_1=27$ ,  $n_2=30$ ,  $P>0.05$ ).



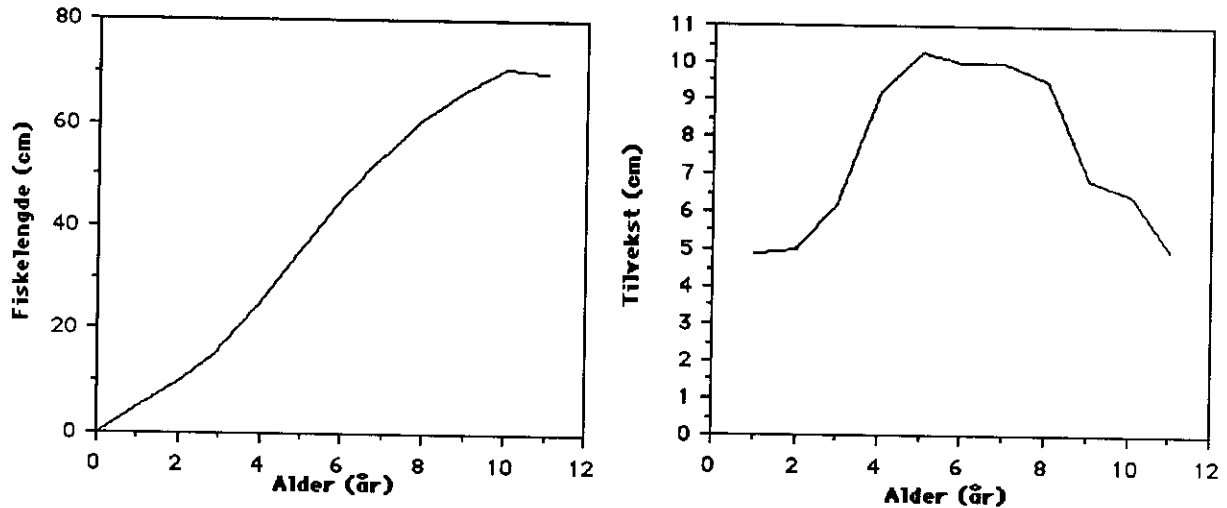
Figur 11. Aldersfordeling for 62 aure fanget i Dokka i perioden 1973 - 1988.

Forholdet mellom hanner og hunner var 1:1.11 (27:30), og var ikke signifikant forskjellig fra 1:1 (Binomisk test:  $P < 0.05$ ).

Auren i Dokka hadde en tilbakeberegnet vekst på henholdsvis 4.9 og 5.0 cm de to første årene (Fig. 12, vedlegg 1). Den midlere veksten økte deretter til 6.2 cm tredje leveåret og ytterligere til mellom 9.1 - 10.3 cm de påfølgende 5 leveårene. Fra og med



9. leveår avtok aurens midlere vekst til mellom 5.0 - 6.9 cm.



Figur 12. Vekstkurve og årlig tilvekst for 61 aure fanget i Dokka i perioden 1973 - 1988.

Aurens kondisjon økte betydelig med økende fiskelengde ( $b = 3.259$ ) fra 1.06 ved 30 cm lengde til 1.32 ved 70 cm lengde (Tabell 3).

Tabell 3. Lengde-vekt forhold og beregnet kondisjonsfaktor for aure fanget i Dokka i perioden 1973 - 1988.  $N = \text{ant. fisk}$ ,  $R^2 = \text{forklaringsgraden}$ .

N	$R^2$	ln a	b	95 % konf. int.	Beregnet K-faktor ved		
					30 cm	50 cm	70 cm
61	0.956	-12.931	3.259	3.078 - 3.441	1.06	1.21	1.32

Forutsatt en beskatning på 35 % som for Viggaauren (se side 14 og 20) blir den beregnede avkastningen av Dokkaauren 264 kg pr. 1 000 3-åringer som går ut i Randsfjorden. Maksimal avkastning ved optimalt fiske er beregnet til 397 kg / 1 000 3-åringer (vedlegg 6 - 9).

## 6. DISKUSJON

Auren fra Randsfjorden viste betydelig variasjon i vekst hos ungfisken og i alder ved utvandring til Randsfjorden. Randsfjorden har flere tilløpselver hvor aure fra Randsfjorden vandrer opp og gyter. Laksefisk vandrer tilbake til fødeelva for å gyte (Leggett 1977), og aurebestanden i Randsfjorden er derfor oppdelt i flere reproduktivt adskilte stammer. Ulike fiskestammer kan ofte skilles utfra en rekke karakterer, som veksthastighet, alder ved utvandring og alder og størrelse ved kjønnsmodning. Disse forskjellene kan direkte skyldes forskjeller i fiskens oppvekstmiljø (Alm 1959, Jonsson et al. 1984), men kan også skyldes genetisk tilpasning til ulike miljøforhold (Schaffer & Elson 1975, Leggett & Carscadden 1978, Jonsson 1982). Slike forskjeller mellom aurestammer som bruker samme innsjø som oppvekstområde er blant annet vist mellom Randselv- og Vikersundstammene i Tyrifjorden (Qvenild et al. 1983), og forklarer trolig også de store variasjonene hos auren i Randsfjorden. Dette kommer klart til syne når aurebestandene fra Vigga og Dokka sammenlignes. Auren i Vigga hadde en svært rask vekst første året med en midlere lengde på 6.5 - 7.0 cm ved 1. år. Hovedmengden av Viggaauren gikk ut i Randsfjorden allerede etter ett år i Vigga. Auren i Dokka derimot hadde en langsommere vekst første året (4.9 cm) og den sene vekstøkningen tyder på at den vandret ut i Randsfjorden betydelig eldre (2 - 5 år). Dette støttes også av resultatene til Styrvold et al. (1981) fra Dokka.

Tabell 4. Bestandskarakteristikk for Vigga og Dokkaauren, samt for Randselv og Vikersundauren i Tyrifjorden (fra Qvenild et al. 1983).

Karakter	Vigga	Dokka	Randselv	Vikersund
1.-årsvekst (cm)	6.8	4.9	4.9	5.9
Alder ved utvandring (år)	1-4	2-5	2-5	1-4
Alder; kjønnsmodne hunner (år)	3-8	5-11	6-12	4-12
Middellengde; kjønnsmodne (år)	39	65	72	46

De betydelige forskjellene i veksthastighet for årsyngelen i de to elvene skyldes trolig temperatur- og næringsforholdene. Dokkaelva har et stort nedbørfelt som for en stor del er fjellområder, og fører kaldt næringsfattig smeltevann langt utover sommeren. Viggas nedbørfelt er kalkrikt, og ligger lavere slik at vannet blir tidligere oppvarmet. Elva mottar også betydelige mengder næringssalter fra kloakk og jordbruk.

Variasjonene i alder ved utvandring henger trolig for en stor del sammen med forskjellene i vekst. Også i Tyrifjorden er det vist at de mest rasktvoksende individene vandret først ut i Tyrifjorden, noe som kom til uttrykk både mellom de to stammene i Randselva og Vikersundelva og også innen hver av de to stammene (Qvenild et al. 1983).

Etter at auren vandrer ut i Randsfjorden får den en markant økning i veksten. Dette har sammenheng med overgangen til fiskeføde, som i Randsfjorden trolig hovedsakelig består av krøkle og sik. Dette er et typisk mønster hos storaurestammer i de store innsjøene på Østlandet (Qvenild et al. 1983, Aass et al. 1989).

Veksten påvirker også alderen ved kjønnsmodning, og individer med rask vekst blir oftest kjønnsmodne ved lavest alder (Alm 1959, Healey 1975). Aurematerialet i Vigga og Dokka består hovedsakelig av kjønnsmoden fisk på vandring opp i elvene for å gyte. Aldersfordelingene viser tydelig en langt senere kjønnsmodning hos Dokkaauren sammenlignet med Viggaauren, selv om stor aure trolig er overrepresentert i Dokka-materialet som en følge av fangstredskapen. Viggaauren, som har raskest vekst i ungestadiet, vandrer først ut i Randsfjorden og får tidligst omslag til raskere vekst idet den tidligere når en størrelse der den er i stand til å fange og spise fisk effektivt. Viggaauren får dermed en betydelig raskere livssyklus sammenlignet med Dokkaauren. Tilsvarende forhold er funnet i Tyrifjorden, der Vikersundauren som har den raskeste elveveksten og den tidligste utvandringen til Tyrifjorden ble kjønnsmoden ved en lavere alder enn Randselvauren som hadde langsommere elvevekst og senere utvandring (Qvenild et al. 1983).

Alder ved kjønnsmodning hos fisk er imidlertid ikke bare påvirket av veksthastigheten, men også gjennom genetisk tilpassning til lokale miljøforhold (Schaffer & Elson 1975, Legett & Carscadden 1978, Scarnecchia 1983), som lengde og strømstyrke på gyteelva, overlevelseshastighet, konkurranseforhold på gyteplassen, betydningen av rognstørrelse for yngelens overlevelse, etc. Dokkaelva er stor og stri med ustabil bunnsubstrat. Dette er trolig begrensende for tilgangen på egnede gyteplasser og kan skape en sterk konkurranse om gyteplassene, samtidig som det øker behovet for å grave dype gytegrøper for å beskytte rogn mot senere gytere og massetransport ved stor vannføring. Dette vil i stor grad favorisere store hunner (van den Berghe & Gross 1984, 1989), og kan gi noe av forklaringen på forskjellen i alder ved kjønnsmodning mellom de to elvene.

Hos Dokkaauren var det en tydelig overvekt av hanner blant de største individene, samtidig som også de minste individene var hanner. Også hos Viggaauren var lengdefordelingen for modne hanner langt mer variert sammenlignet med hunnene. Dette er et vanlig fenomen i mange aurebestander (Jonsson 1981). Hunnenes reproduksjonssuksess er for en stor del avhengig av antall rognkorn og evnen til å konkurrere på gyteplassen, noe som er avhengig av fiskens kroppsstørrelse. Kjønnsmodningen inntrer derfor ofte etter at fisken har passert en "minimumsstørrelse". Utviklingen av gonader krever langt mindre energi for hanner enn for hunner (Lien 1978), og det er som regel tilstrekkelig med melke selv i små hanner. Hannenes reproduksjonssuksess er derfor vesentlig avhengig av deres evne til å befrukte egg i konkurranse med andre

hanner. Store hanner vil være "hovedpartnere", men små hanner kan snike seg inn under gytingen og befrukte en del av rogn (Gross 1985, Hutchings & Myers 1988). Hannene kan derfor utvikle alternative gytestrategier avhengig av kroppsstørrelsen, og har trolig derfor en mer variabel lengde ved kjønnsmodningen. Dokkaelva er åpen med få skjulemuligheter for større fisk. Splittingen av hannene i to adskilte størrelsesgrupper kan derfor skyldes et seleksjonspress mot middelsstore hanner fordi disse er for små til å hevde seg i konkurranse med større hanner, samtidig som de er for store til å finne skjul.

Gjenfangstene i Randsfjorden av merket aure fra Vigga viser at Viggaauren fordeler seg over hele innsjøen. Den store andelen gjenfangster i Røykenvika skyldes trolig at mye av auren ble fanget i forbindelse med oppvandring til og utvandring fra Vigga. Merkeforsøk fra Tyrifjorden (Qvenild et al. 1983) og Eikeren (Qvenild 1979) viser at auren der sprer seg over hele innsjøen, slik at aurestammer fra ulike elver bruker hele innsjøene som et felles næringsområde. Det er derfor trolig at også de andre aurestammene i Randsfjorden bruker hele innsjøen. Dette understøttes av at det tas aure av "Dokkastørrelse" i alle deler av fjorden. I Mjøsa dominerer imidlertid ulike stammer i de ulike delene av innsjøen (Nashoug 1976, Aass 1981).

Den årlige overlevelsesraten var relativt lav (0.34) både for aurematerialet fra Randsfjorden og materialet fra Vigga. Utfra det betydelige garnfisket i Randsfjorden (Qvenild 1981a) er dette rimelig. Gjenfangsten (som brukes som mål for beskatningen) for Viggaauren var mellom 23 - 35 %. Gjenfangsten er beregnet utfra en antatt innrapporteringsprosent på 40 - 60 % ut fra andre undersøkelser (Qvenild & Nashoug 1987, Linløkken & Qvenild 1986). Det ble gjort et forsøk på å registrere innrapportering av merker i Randsfjorden, og resultatene tydet på at innrapporteringen kunne være lavere enn 50 %. Resultatene var imidlertid ikke entydige. En innrapportering på 40 % gir verdier for naturlig dødelighet som ligger på nivå med det som er funnet i Tyrifjorden (Qvenild et al. 1983). Vi velger derfor å bruke disse verdiene i de videre vurderingene.

Vedlegg 1 og 4 viser hvordan beskatningen av Vigga- og Dokkaauren i Randsfjorden er i dag. Hovedbeskatningen foregår med garn med maskevidder på 39 mm (16 omfar) (Qvenild 1981a), dvs. mest effektiv beskatning på fisk på 750 g eller ca 40 cm. Hovedmengden av Viggaauren (hunnene) blir kjønnsmodne ved 30 - 40 cm. Da avtar veksten og en optimal beskatning vil være å beskatte Viggaauren i dette størrelsesintervallet. Dagens avkastning er ca 80 % av det optimale, og av hensyn til å opprettholde en tilstrekkelig gytebestand er fisket på Viggaauren tilfredsstillende. Dokkaauren har en mer utholdende vekst og blir senere kjønnsmoden (hunnene ved 50 - 60 cm). Med dagens fiske beskattes derfor denne for tidlig, og dagens beskatning gir derfor bare ca 70 % av det som kan høstes ved en optimal beskatning. Effekten av å øke minstemålet er vist i vedlegg 6 - 7. Hvis f.eks. beskatningen først startet på 45 cm ville gjennomsnittsvekta øke til 1.8 kg og avkastningen øke til 80 % av det optimale. Gytebestanden ville også bedres betydelig. Ved dagens beskatning når 66 fisk pr. 1 000 3-

åringer gytemoden størrelse, mot 168 fisk ved et minstemål på 45 cm, dvs. en tredobbling av gytebestanden i Dokka. Et så stort minstemål vil imidlertid gi en dårligere utnyttelse av de andre stammene i Randsfjorden. Ved fastsettelsen av et minstemål må en ta hensyn til alle aurestammene og finne en kompromissløsning. Ut fra størrelsen på tilløpselvene ligner trolig flertallet av de aurestammene som ikke er beskrevet her mere på Viggaauren enn Dokkaauren når det gjelder vekst og alder ved kjønnsmodning. Et minstemål på 35 cm burde derfor være tilfredsstillende.

Fra skjellanalysene fra Randsfjorden (se fig 5) kan en få en formening om hvor mye de enkelte stammene bidrar med i den totale fangsten. Viggaauren går tidlig fra elva og ut i fjorden (90 % som 1-åringer), mens Dokkaauren vandrer ut ved en alder på 2 - 5 år med hovedvekten på 3- og 4-åringer. Dette betyr derfor at de andre småelvene betyr relativt mye for den totale rekrutteringen som det vil framgå av fig. 5. Uten at det er undersøkt nærmere er det sannsynlig at småfisken går ut i Randsfjorden som 2- og 3-åringer i disse. For å få sammensetningen som vist i figur 5 med disse forutsetningene betyr det at ca. 30 % er Dokka-fisk. Mye tyder på at de andre stammene har et noenlunde likt vekstmønster som Viggafisken når de har gått ut i Randsfjorden.

Avkastningen av aure i Randsfjorden var i 1978 - 80 ca 0.1 kg/ha eller ca 1 500 kg (Qvenild 1981a). Også i Storsjøen i Rendalen er avkastningen av aure beregnet til 0.1 kg/ha (Qvenild & Løkensgard 1983). I Eikeren var tilsvarende 0.16 kg/ha (Qvenild 1979), i Isteren 0.2 kg/ha (Qvenild 1981b) og i Mjøsa 0.2 - 0.3 kg/ha (Huitfeldt-Kaas 1917, Holtan et al. 1979, Qvenild & Nashoug 1987). I Väneren var totalfangsten av laks og aure i sin tid opp mot 0.4 kg/ha (Ros 1981).

Avkastningen av aure i de store innsjøene må karakteriseres som god på et nivå på 0.3 - 0.4 kg/ha. Det er rekrutteringen som er minimumsfaktoren, og denne vil vanligvis kunne mangedobles før næringsgrunnlaget blir begrensende. Har man et godt estimat for bestandene av førfisk kan det beregnes teoretisk hvor stor bestanden av predatorer kan være. Hva slags fiskearter som dominerer systemet vil selvfølgelig ha stor betydning, men som et eksempel kan det nevnes at avkastningen av kanadarøye (*Salvelinus namaycush*) i Lake Michigan vil kunne økes helt til 0.8 kg/ha i forhold til historisk nivå på 0.45 kg/ha (Eck & Brown 1985).

Skal bestanden av aure økes må det tas hensyn til balansen mellom de ulike stammer. Ved å sette ut 5 000 2-årige Dokkaaure og 10 000 2-årige aure av andre stammer fra Randsfjorden vil en økning av totalavkastningen til opp imot 5 000 kg (0.3 kg/ha) være realistisk, forutsatt at dagens naturlige rekruttering ikke reduseres. Beregningene viser at et utbytte på opp mot 200 kg / 1 000 utsatte 2-åringer er realistisk. Antagelig er dette for lavt da dødelighetsberegningene er basert på merket stamfisk som trolig har en noe høyere dødelighet enn fisk under oppvekst. Utsetningsresultater fra Mjøsa og andre lokaliteter tyder på at det kan oppnås høyere utbytte enn 200 kg / 1 000 utsatte 2-åringer

(Aass 1985). Utsetting av aure av fremmede stammer i Randsfjorden er ikke ønskelig av hensyn til de lokale aurestammene.

Aure på gytevandring opp i gyteelver er svært fangbare ved fiske med garn, not, sløer, og annen faststående redskap. Dette medfører i mange tilfeller overbeskatning av gytefisken, med redusert naturlig rekruttering som resultat. Dette synes å være tilfelle i Randsfjorden. I Randsfjorden hvor rekrutteringen er den begrensende faktor for aureproduksjonen bør fiske etter aure med faststående redskap i tilløpselvene begrenses. Det bør være forbud mot fiske med garn og not nær elvemunningene. Antall gjenfangster av merka aure i Røykenvika understreker betydningen av fredningssoner. For å utnytte aurens store vekstpotensiale i innsjøen bør det ikke fanges småaure i Randsfjorden. Det bør derfor ikke være tillatt å fange aure under et minstemål på f.eks. 35 cm.

## 7. REFERANSER

- Aass, P. 1981. Utsetting av Hunderørret i Lågen og Mjøsa. DVF-fiskeforskningen. Notat, 13 s.
- Aass, P. 1984. Utsetting av merkede ørretunger i innlandsvassdrag ajourført 20/11 1985. Direktoratet for naturforvaltning, fiskeforskningen, stensilert rapp.
- Aass, P., Nielsen, P. S. & Brabrand, Å. 1989. Effects of river regulation on the structure of a fast growing brown trout (*Salmo trutta L.*) population. Regulated Rivers: Research & Management 3: 255 - 266.
- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 40: 5 - 145.
- van den Berghe, E. P. & Gross, M. R. 1984. Female size and nest depth in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 204 - 206.
- van den Berghe, E. P. & Gross, M. R. 1989. Natural selection resulting from female breeding competition in a Pacific salmon (Coho: *Oncorhynchus kisutch*). Evolution 1989: 125 - 140.
- Eck, G. W. & Brown, E. H. Jr. 1985. Lake Michigans capacity to support lake trout (*Salvelinus namaycush*) and other salmonides: an estimate based on the status of prey populations in the 1970 s. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 449 - 454.
- Gross, M. R. 1985. Disruptive selection for alternative life histories in salmon. Nature 313: 47 - 48.
- Healey, M. C. 1975. Dynamics of exploited whitefish populations and their management with special reference to the Northwest Territories. J. Fish. Res. Board Can. 32: 427 - 448.
- Hegge, O. & Skurdal, J. 1989. Fiske i Dokka, 1988. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernadv. Rapp. nr. 22/89, 16 s + vedlegg.
- Holtan, H., Kjellberg, G., Brettum, P., Tjomsland, T. & Krogh, T. 1979. Mjøsprosjektet. Hovedrapp. for 1971 - 1976. NIVA-rapp. 0-69091, 176 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Kgl. norske Vidensk. Selsk. Skr. 1916, 2, 257 s.

- Hutchings, J. A. & Myers, R. A. 1988.** Mating success of alternative maturation phenotypes in male Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Oecologia* (Berlin) 75: 169 - 174.
- Jonsson, B. 1981.** Life history strategies of trout (*Salmo trutta* L.). Dr. Philos. Thesis. Univ. i Oslo, 141 s.
- Jonsson, B. 1982.** Diadromous and resident trout *Salmo trutta*: is their difference due to genetics? *Oikos* 38: 297 - 300.
- Jonsson, B., Hindar, K. & Northcote, T. G. 1984.** Optimal age at sexual maturity of sympatric and experimentally allopatric cutthroat trout and Dolly Varden charr. *Oecologia* (Berlin) 61: 319 - 325.
- Lea, E. 1910.** On the methods used in herring investigations. Publ. Circ. Cons. perm. int. Explor. Mer. 53: 7 - 174.
- Leggett, W. C. 1977.** The ecology of fish migrations. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 8: 285 - 308.
- Leggett, W. C. & Carscadden, J. E. 1978.** Latitudal variation in reproductive characteristics of American shad (*Alosa sapidissima*): evidence for population specific life history strategies in fish. *J. Fish Res. Board Can.* 35: 1469 - 1478.
- Lien, L. 1978.** The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. *Holarct. Ecol.* 1: 279 - 300.
- Linløyken, A. & Qvenild, T. 1986.** Spørreundersøkelse blant fiskerne i Glomma og Rena, Åmot kommune. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernadv. Rapp. nr. 7-1987, 6 s.
- Nashoug, O. 1976.** Årsberetning 1975. Mjøsutvalget. Fiskeritekniker for Mjøsa med tilløpselver og Vorma, 109 s.
- Nielsen, P. S., Brittain, J. E., Saltveit, S. J. & Brabrand, Å. 1985.** Randsfjorden: Undersøkelser og vurdering av fiskeribiologiske forhold. LFI Rapp. nr. 79, 70 s + vedlegg.
- Qvenild, T. 1979.** Fiskeribiologiske undersøkelser i Eikeren. Fiskerikonsulentent i Øst-Norge.
- Qvenild, T. 1981a.** Fisket i Randsfjorden 1978 - 80. *Fauna* 34: 116 - 122.



- Qvenild, T. 1981b.** Utnyttelse av sik og ørret i Isteren. Rapport fra fiskerikons. i Øst-Norge, 45 s.
- Qvenild, T. & Løkensgard, T. 1983.** Eitterskjønn vedr. reguleringen av Storsjøen i Rendalen. Virkninger på fisket. Østerdalsskjønnet, 9 s.
- Qvenild, T. & Nashoug, O. 1987.** Ørretfisket i Mjøsa. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvemavd. Rapp. nr. 7-1987, 6 s.
- Qvenild, T., Skurdal, J. & Kildal, T. 1983.** Populasjonsbiologi for ørretbestanden i Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen. Rapp. nr. 22, 81 s.
- Ricker, W. E. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191, 382 s.
- Robson, D. S. & Chapman, D. G. 1961.** Catch curves and mortality rates. Trans. Am. Fish. Soc. 91: 181 - 189.
- Ros, T. 1981.** Salmonids in the Lake Vänern area. Ecol. Bull. 34: 21 - 31.
- Scarnecchia, D. L. 1983.** Age at sexual maturity in Icelandic stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1456 - 1468.
- Schaffer, W. M. & P. F. Elson 1975.** The adaptive significance of variations in life history among local populations of Atlantic salmon in North America. Ecology 56: 577 - 590.
- Styrvold, J. O., Brabrand, Å. & Saltveit, S. J. 1981.** Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for vassdragene Etna og Dokka, Oppland. III. Studier på ørret og sik i Randsfjorden og elvene Etna og Dokka. LFI Rapp. nr 46, 111 s.
- Youngs, W. D. & Robson, D. S. 1978.** Estimation of population number and mortality rates. pp 137 - 164 In: Bagenal, T. B. (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No 3, (3 ed.). Blackwell Scientific Publication, London.

## VEDLEGG

- Vedlegg 1. Tilbakeberegnet vekst for aure fra Randsfjorden, Vigga og Dokka
- Vedlegg 2. Forklaring til tabellene
- Vedlegg 3. Viggaaure med  $M = 0.44$ ,  $F = 0.65$  med utgangspunkt i 1 000 2-åringer og beskatning som starter med 4-åringer
- Vedlegg 4. Viggaaure med  $M = 0.44$ ,  $F = 0.65$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter med 4-åringer
- Vedlegg 5. Viggaaure med  $M = 0.62$ ,  $F = 0.45$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter med 4-åringer
- Vedlegg 6. Dokkaaure med  $M = 0.44$ ,  $F = 0.65$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter med 4-åringer
- Vedlegg 7. Dokkaaure med  $M = 0.62$ ,  $F = 0.45$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter med 4-åringer
- Vedlegg 8. Dokkaaure med  $M = 0.44$ ,  $F = 0.65$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter på 5 åringer
- Vedlegg 9. Dokkaaure med  $M = 0.44$ ,  $F = 0.65$  med utgangspunkt i 1 000 3-åringer og beskatning som starter på 6-åringer

**TILBAKEBEREGNET VEKST FOR AURE FRA RANDSFJORDEN, VIGGA OG DOKKA**

*Tilbakeberegnet vekst for aure fanget i Randsfjorden i perioden 1983 - 1985. n = antall fisk i hver årsklasse.*

Alder	n	Tilbakeberegnet lengde (mm) ved alder								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3+	9	56	122	215						
4+	60	61	124	208	303					
5+	45	50	102	175	272	351				
6+	18	46	99	163	263	356	432			
7+	4	46	100	155	283	373	454	509		
8+	2	54	99	145	193	295	391	502	607	
9+	1	54	80	127	210	395	564	692	778	835

*Tilbakeberegnet vekst for aure fanget i Vigga i perioden 1976 - 1981. n = antall fisk i hver årsklasse.*

Alder	n	Tilbakeberegnet lengde (mm) ved alder							
		1	2	3	4	5	6	7	8
3+	7	70	165	278					
4+	40	70	152	243	317				
5+	36	67	144	229	308	360			
6+	12	65	141	241	327	376	424		
7+	3	65	123	201	290	374	423	474	
8+	2	-	175	245	295	380	455	500	545

*Tilbakeberegnet vekst for aure fanget i Dokka i perioden 1976 - 1981.*

Alder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fiskelengde	49	99	161	252	355	451	540	612	665	707	699
Antall fisk	60	61	61	61	59	55	48	33	21	6	2

## **FORKLARING TIL TABELLENE**

A1 - Alder

l - lengde i mm

w - vekt i g

G - Øyeblikkelig vekstrate ( $= \ln (w_2 / w_1)$ )

M - øyeblikkelig naturlig dødelighet

F - øyeblikkelig fangstdødelighet

$N_0$  - utgangsbestand (antall)

$B_0$  - utgangsbiomasse

Y - Fangst (kg)

$N_{død}$  - biomasse som naturlig død (kg)

P - populasjon (kg)

E - beskatning

Max-avkastning - beregnet ved å sette  $F = 0$ . Maks. avkastn. blir da den høyeste biomasse (ved  $G = M$ )

Vekst som er beregnet utfra stipulert G er merket med skygge.

ØRRET I VIGGA										Max.avkastning (kg)		192			
E=0.35										M= 0,44		Avkastning spørreundersøkelse (kg)			
										F = 0,65		Avkastning beregnet (ant)		207	
												Avkastning beregnet (kg)		156	
												Gjennomsnittsvekt (gr)		753	
										Gjennomsnittsbestand		2041 antall		545 kg	
Lengde/vekt-relasjon:										a= 6,27E-06		b= 3,10			
Al	I (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)	
2	148	33,5				1000			34						
2+	238	146	1,47	0,22		803	898	0	117	67	0	197	15	98	
3	238	146		0,22		644	720		94	105		158	23		
3+	313	342	0,85	0,22	0	517	578	0	177	131	0	127	29	111	
4	313	342		0,22		415	464		142	158		102	35		
4+	366	555	0,48	0,22	0,18	278	342	62	154	148	27	75	33	72	
5	366	555		0,22		223	250		124	138		55	30		
5+	427	895	0,48	0,22	0,65	93	149	97	84	102	67	33	23	49	
6	427	895		0,22		75	84		67	75		18	17		
6+	483	1311	0,38	0,22	0,65	31	50	33	41	53	35	11	12	20	
7	483	1311		0,22		25	28		33	37		6	8		
7+	545	1906	0,37	0,22	0,65	11	17	11	20	26	17	4	6	10	
8	545	1906		0,22		8	9		16	18		2	4		
8+	-	2497	0,27	0,22	0,65	4	6	4	9	12	8	1	3	3	
9	-	2497		0,22		3	3		7	8		1	2		
9+	-	2930	0,16	0,22	0,65	1	2	1	3	5	3	0	1	1	
SUM						2394	2041	207	516	545	156	792	239	364	

ØRRET I VIGGA							Max.avkastning (kg)		310					
E=0,35		M= 0,44		F = 0,65		Avkastning spørreundersøkelse (kg)		321						
						Avkastning beregnet (ant)		242						
						Avkastning beregnet (kg)		753						
						Gjennomsnittsvekt (gr)		3168						
						Gjennomsnittsbestand		845 kg						
Lengde/vekt-relasjon:		a= 6,27E-06		b= 3,10										
Al	I (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
2	148	33,5				1552			52					
2+	238	146	1,47	0,22		1246	1393	0	182	104	0	306	23	153
3	238	146		0,22		1000	1118		146	163		246	36	
3+	313	342	0,85	0,22	0	802	897	0	274	203	0	197	45	173
4	313	342		0,22		644	720		220	246		158	54	
4+	366	555	0,48	0,22	0,18	432	531	96	239	229	41	117	50	111
5	366	555		0,22		346	387		192	215		85	47	
5+	427	895	0,48	0,22	0,65	145	231	150	130	159	103	51	35	76
6	427	895		0,22		116	130		104	116		29	26	
6+	483	1311	0,38	0,22	0,65	49	78	51	64	82	54	17	18	31
7	483	1311		0,22		39	44		51	57		10	13	
7+	545	1906	0,37	0,22	0,65	16	26	17	31	40	26	6	9	15
8	545	1906		0,22		13	15		25	28		3	6	
8+	-	2497	0,27	0,22	0,65	6	9	6	14	19	12	2	4	5
9	-	2497		0,22		4	5		11	12		1	3	
9+	-	2930	0,16	0,22	0,65	2	3	2	5	8	5	1	2	1
SUM						3715	3168	321	802	845	242	1229	370	566

ØRRET I VIGGA							Max.avkastning (kg)		250					
E=0.23		M= 0,62		F = 0,45		Avkastning spørreundersøkelse		178						
						Avkastning beregnet (ant)		133						
						Avkastning beregnet (kg)		750						
						Gjennomsnittsvekt (gr)		750						
Gjennomsnittsbestand							3161 antall		741 kg					
Lengde/vekt-relasjon:							a= 6,27E-06		b= 3,10					
Al	l (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
2	148	33,5				1858			62					
2+	238	146	1,47	0,31		1363	1598	0	199	118	0	495	36	173
3	238	146		0,31		1000	1172		146	171		363	53	
3+	313	342	0,85	0,31	0	733	859	0	250	194	0	266	60	164
4	313	342		0,31		538	630		184	215		195	67	
4+	366	555	0,48	0,31	0,13	346	435	57	192	188	24	135	58	91
5	366	555		0,31		254	298		141	165		92	51	
5+	427	895	0,48	0,31	0,45	119	178	80	106	123	55	55	38	59
6	427	895		0,31		87	102		78	91		32	28	
6+	483	1311	0,38	0,31	0,45	41	61	27	53	65	29	19	20	25
7	483	1311		0,31		30	35		39	46		11	14	
7+	545	1906	0,37	0,31	0,45	14	21	9	27	32	15	6	10	12
8	545	1906		0,31		10	12		20	23		4	7	
8+	-	2497	0,27	0,31	0,45	5	7	3	12	15	7	2	5	4
9	-	2497		0,31		4	4		9	10		1	3	
9+	-	2930	0,16	0,31	0,45	2	2	1	5	7	3	1	2	1
SUM						3780	3161	178	678	741	133	1679	454	530

ØRRET I DOKKA						Maks. avkastning (kg)		397						
E= 0,35		M= 0,44		F= 0,65		Avkastning spørreundersøkelse (kg)		351						
						Avkastning beregnet (ant)		264						
						Gjennomsnittsvikt (gr)		752						
Gjennomsnittsbestand						1709 antall		569 kg						
Lengde/vekt-relasjon:			a= 6,27E-06		b= 3,10									
Al	l (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
3	161	43,5	1,39	0,22		1000	898	0	43					
3+	252	174		0,22		803	720		140	83	0	197	18	115
4	252	174				644			112	126		158	28	
4+	355	504	1,06	0,22	0,3	383	502	151	193	149	45	110	33	158
5	355	504		0,22		307	344		155	173		76	38	
5+	451	1059	0,74	0,22	0,65	129	205	133	136	146	95	45	32	108
6	451	1059		0,22		103	116		109	122		25	27	
6+	540	1852	0,69	0,22	0,65	43	69	45	80	100	65	15	22	70
7	540	1852		0,22		35	39		64	72		9	16	
7+	612	2729	0,42	0,22	0,65	15	23	15	40	52	34	5	11	22
8	612	2729		0,22		12	13		32	36		3	8	
8+	665	3531	0,38	0,22	0,65	5	8	5	17	25	16	2	6	10
9	665	3531		0,22		4	4		14	16		1	3	
9+	707	4269	0,27	0,22	0,65	2	3	2	7	10	7	1	2	3
10	707	4269		0,22		1	1		6	6		0	1	
10+		5010	0,16	0,22	0,65	1	1	1	3	4	3	0	1	1
SUM						2106	1709	351	536	569	264	648	246	486



ØRRET I DOKKA						Maks. avkastning (kg)		225						
E= 0,23		M= 0,62		F= 0,45		Avkastning spørreundersøkelse (kg)		200						
						Avkastning beregnet (ant)		151						
						Gjennomsnittsvikt (gr)		753						
Gjennomsnittsbestand						1529 antall		480 kg						
Lengde/vekt-relasjon:			a= 6,27E-06		b= 3,10									
Al	l (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
3	161	43,5	1,39	0,31		1000	860	0	43	78	0	267	24	109
3+	252	174		0,31		733	631		128	110		196	34	
4	252	174	1,06	0,31	0,21	538	419	88	94	125	26	130	39	132
4+	355	504		0,31		320	275		161	139		85	43	
5	355	504	0,74	0,31	0,45	235	164	74	118	117	53	51	36	87
5+	451	1059		0,31		110	94		116	100		29	31	
6	451	1059	0,69	0,31	0,45	80	56	25	85	82	37	17	26	57
6+	540	1852		0,31		38	32		70	60		10	19	
7	540	1852	0,42	0,31	0,45	28	19	9	51	43	20	6	13	18
7+	612	2729		0,31		13	11		35	30		3	9	
8	612	2729	0,38	0,31	0,45	9	7	3	26	21	10	2	7	8
8+	665	3531		0,31		4	4		16	13		1	4	
9	665	3531	0,27	0,31	0,45	3	2	1	11	9	4	1	3	2
9+	707	4269		0,31		2	1		6	6		0	2	
10	707	4269	0,16	0,31	0,45	1	1	0	5	4	2	0	1	1
10+		5010				1			3					
SUM						1894	1529	200	434	480	151	799	291	415

ØRRET I DOKKA						Maks. avkastning (kg)		397						
E= 0,35		M= 0,44		F = 0,65		Avkastning spørreundersøkelse (kg)		271						
						Avkastning beregnet (ant)		296						
						Avkastning beregnet (kg)		1093						
						Gjennomsnittsvikt (gr)		714 kg						
						Gjennomsnittsbestand		1892 antall						
						Lengde/vekt-relasjon:		a= 6,27E-06 b= 3,10						
Al	l (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
3	161	43,5				1000			43					
3+	252	174	1,39	0,22		803	898	0	140	83	0	197	18	115
4	252	174		0,22		644	720		112	126		158	28	
4+	355	504	1,06	0,22	0	517	578	0	261	176	0	127	39	187
5	355	504		0,22		415	464		209	234		102	51	
5+	451	1059	0,74	0,22	0,65	174	277	180	184	196	128	61	43	146
6	451	1059		0,22		139	156		148	165		34	36	
6+	540	1852	0,69	0,22	0,65	58	93	61	108	135	88	20	30	94
7	540	1852		0,22		47	52		87	97		12	21	
7+	612	2729	0,42	0,22	0,65	20	31	20	54	70	46	7	15	30
8	612	2729		0,22		16	18		43	48		4	11	
8+	665	3531	0,38	0,22	0,65	7	11	7	23	34	22	2	7	13
9	665	3531		0,22		5	6		19	21		1	5	
9+	707	4269	0,27	0,22	0,65	2	4	2	9	14	9	1	3	4
10	707	4269		0,22		2	2		8	9		0	2	
10+	5010		0,16	0,22	0,65	1	1	1	4	5	4	0	1	1
SUM						2268	1892	271	669	714	296	728	311	589

ØRRET I DOKKA							Maks. avkastning (kg)		397					
E= 0,35		M= 0,44					Avkastning spørreundersøkelse (kg)							
		F = 0,65					Avkastning beregnet (ant)		174					
							Avkastning beregnet (kg)		323					
							Gjennomsnittsvikt (gr)		1854					
Gjennomsnittsbestand							2116 antall		1030 kg					
Lengde/vekt-relasjon:				a= 6,27E-06		b= 3,10								
Al	I (mm)	w (gr)	G	M	F	No (ant)	Nmid (ant)	C (ant)	Bo (kg)	Bmid (kg)	Y (kg)	Ndød (ant)	Bdød (kg)	P (kg)
3	161	43,5				1000			43					
3+	252	174	1,39	0,22		803	898	0	140	83	0	197	18	115
4	252	174		0,22		644	720		112	126		158	28	
4+	355	504	1,06	0,22	0	517	578	0	261	176	0	127	39	187
5	355	504		0,22		415	464		209	234		102	51	
5+	451	1059	0,74	0,22	0	333	372	0	353	275	0	82	60	204
6	451	1059		0,22		267	299		283	317		66	70	
6+	540	1852	0,69	0,22	0,65	112	178	116	207	259	169	39	57	180
7	540	1852		0,22		90	100		166	186		22	41	
7+	612	2729	0,42	0,22	0,65	38	60	39	103	134	87	13	30	57
8	612	2729		0,22		30	34		82	92		7	20	
8+	665	3531	0,38	0,22	0,65	13	20	13	45	65	42	4	14	25
9	665	3531		0,22		10	11		36	40		2	9	
9+	707	4269	0,27	0,22	0,65	4	7	4	18	27	18	1	6	7
10	707	4269		0,22		3	4		15	16		1	4	
10+	5010		0,16	0,22	0,65	1	2	1	7	10	7	1	2	2
SUM						2460	2116	174	947	1030	323	825	449	776