

## Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander

Ola Ugedal  
Torbjørn Forseth  
Trygve Hesthagen



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# **Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander**

Ola Ugedal  
Torbjørn Forseth  
Trygve Hesthagen

Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander - NINA Rapport 73. 52 pp.

Trondheim, desember 2005

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1616-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Ola Ugedal

KVALITETSSIKRET AV

Forskningssjef Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Direktoratet for Naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Dagfinn Gausen

FORSIDEBILDE

Ola Ugedal

NØKKEWORD

- aure (*Salmo trutta*)
- norske innsjøer
- prøvafiske
- bestandsstatus
- vekstforhold

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA Trondheim**

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

**NINA Tromsø**

Polarmiljøsentret

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

## Sammendrag

Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. - NINA Rapport 73. 52 pp.

Denne rapporten presenterer et system for karakterisering og klassifisering av innlandsbestander av aure. Systemene er ment brukt som redskaper for vurdering av aurebestander i forbindelse med ressurskartlegging, forvaltning og fiskefremmende tiltak. Klassifiseringen vil si noe om nåtilstanden i bestanden. Sammen med kunnskap om lokaliteten og beskatningen i bestanden vil dette kunne være et grunnlag for fastsettelse av forvaltningsregler og eventuelle tiltak for å bedre fiskemulighetene. Systemet er basert på vurderinger av tetthet og vekstforhold i bestandene. I denne rapporten presenterer vi først det faglige grunnlaget for klassifiseringssystemet og til slutt selve systemet. Det faglige grunnlaget bygger på analyser av et større datamateriale som er samlet inn fra norske aurelokaliteter.

Systemet er basert på en karakterisering av tetthet og vekstforhold hos innlandsaure. Vurderingen av tetthet baseres på fangster av aure ved prøvefiske med garnserier. Denne vurderingen kan bare gjøres for innsjøaure. Vi har ikke standardiserte metoder for å vurdere tetthet hos elvelevende aure. Ved vurderingen av vekstforhold brukes gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunnfisk i lokaliteten som indikator. Denne vurderingen kan derfor gjøres både for elvelevende aure og innsjøaure. Vurdering av vekstforhold kan også gjøres med bakgrunn i vekstkurver for de ulike bestander hvis slike opplysninger finnes.

Vurdering av auretetthet skjer med utgangspunkt i fangster av aure på ved prøvefiske med garnserier. Vi foreslår at bare fisk større eller lik 15 cm skal benyttes ved klassifiseringen. Fangsten av aure over denne størrelsen beregnes som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> *relevant* garnflate pr. natt. Med *relevant* garnflate menes arealet av de maskeviddene som hovedsakelig fanger fisk over 15 cm, dvs garn med maskevidder fra 15,5/16 mm og oppover. Arealet av *relevant* garnflate for ulike garnserier er gitt i tabell 6 (s. 20) i denne rapporten.

Ettersom fangst pr. garnserie er en kontinuerlig størrelse (fra nært 0 til over 40 aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnflate) blir en inndeling i ulike klasser nødvendigvis skjønsmessig. Det er likevel nyttig å sette grenser mellom ulike klasser idet dette letter kommunikasjonen omkring resultatene. Skjønsmessig har vi foretatt følgende tredeling av auretetthet basert på prøvegarnfangster:

- **tynn bestand:** Fangst på mindre enn 5 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.
- **middels tett bestand:** Fangst på fra 5 til 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.
- **tett bestand:** Fangst på mer enn 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.

Klassifisering av auretetthet skjer med utgangspunkt i fangster av aure på bunngarn i strandnære områder (grunnere enn ca 10 m) i innsjøen. I de aller fleste tilfeller hvor garna på tradisjonelt vis settes enkeltvis fra land vil fisket skje på grunnere vann enn 5 -10 m. Ved fiske med Nordisk-oversiktsgarn etter retningslinjene for stratifisert innsamling med hensyn på dyp, skal bare fangsten av aure i de to grunneste dybdeintervallene (0-3 og 3-6 m) tas med i beregningen av tetthet. For å få sammenliknbare tall tas det utgangspunkt i *hele garnserier*. Hvis garn med store maskevidder ikke benyttes fordi det erfaringsmessig ikke finnes stor fisk i innsjøen vil en ved å benytte formelen for utregning av aurettehet likevel få riktig resultat.

Ved vurdering av aurens vekstforhold brukes gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk som indikator. Det synes å være en god sammenheng mellom denne indikatoren og aurens gjennomsnittlige oppnåelige maksimumsstørrelse i en bestand. Størrelsen på kjønnsmodne hunner i norske aurebestander varierer fra omlag 17 cm i svært småvokste aurebestander opp til omlag 70 cm hos de mest storvokste storaurebestandene. Skjønsmessig sett har vi foretatt følgende tredeling av vekstforhold basert på denne indikatoren:

- **småvokst bestand:** Gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner mindre enn 25 cm
- **bestand med fisk av middels størrelse:** Gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner mellom 25 og 35 cm.
- **storvokst bestand:** Gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner større enn 35 cm

Gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk kan beregnes ut fra fangster ved garnfiske eller sportsfiske om høsten, eller ved undersøkelser i gytebestandene. Usikkerheten ved beregning av størrelsene av kjønnsmodne hunnfisk er relativt liten hvis en greier å fange et rimelig stort antall slike fisk (fra 5 - 10 fisk). Erfaringer tilsier imidlertid at dette kan være vanskelig å oppnå ved et begrenset prøvefiske. Ved å samle data fra flere prøvefiskerier eller ta i bruk andre metoder som ikke er størrelsesselektive bør denne størrelsen kunne fastsettes på et rimelig sikkert grunnlag.

*Storvokst aure* er bestander hvor fisken oppnår stor kroppsstørrelse, enten ved en jevn vekst opp i høy alder eller ved en rask vekst og utflating av veksten ved stor kroppsstørrelse (f.eks mange storaurebestander). At gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner er over 35 cm innebærer at det ikke er uvanlig at det fanges aure på en kilo eller større.

*Aure av middels størrelse* er aurebestander hvor fisken verken kan sies å være storvokst eller småvokst. At gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner er over 25 cm innebærer at fisk større enn 30 cm er vanlig, men at fangst av kilosfisk eller større er sjelden.

*Småvokst aure* er bestander hvor fiskens vekst stagnerer ved liten størrelse. At gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner er mindre enn 25 cm innebærer at det fanges lite fisk større enn 30 cm.

En samlet vurdering av tettheten av aure og bestandens vekstforhold gir et todimensjonalt system med tilsammen ni mulige utfall. Til slutt i rapporten har vi gjort en grov tilstandsvurdering basert på hvor bestandene havner hen i et slikt todimensjonalt system. Både fangst pr. innsatsenhet og gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner er kontinuerlige størrelser slik at en inndeling i ulike klasser nødvendigvis blir skjønnsmessig. I tillegg er det knyttet tildels betydelige usikkerheter til fangst pr. innsatsenhet som en beskrivelse av bestandenes virkelige tetthet, spesielt hvis prøvefisket gjennomføres med et relativt begrenset antall garn. En må derfor vurdere en bestands plassering i dette diagrammet med disse usikkerhetene i minne.

Ola Ugedal, Torbjørn Forseth & Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

[ola.ugedal@nina.no](mailto:ola.ugedal@nina.no); [torbjorn.forseth@nina.no](mailto:torbjorn.forseth@nina.no); [trygve.hesthagen@nina.no](mailto:trygve.hesthagen@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Fangst pr. innsats for å karakterisere tetthet av aure.....</b>	<b>8</b>
2.1 Sammenhenger mellom fangst på garn og bestandstetthet.....	8
2.2 Fangster av aure på Jensen-serie i norske innsjøer .....	11
2.3 Antall eller vekt som enhet ved karakterisering? .....	17
2.4 Sammenlikning mellom ulike garnserier.....	19
2.5 Hvordan skal garna settes? .....	23
2.6 Kan opplysninger om bestandssammensetning brukes? .....	25
2.7 Oppsummering.....	26
<b>3 Karakterisering av vekstforhold ut fra størrelsen på gytefisk .....</b>	<b>27</b>
3.1 Karakterisering av vekstforløp i aurebestander .....	27
3.2 Gytefiskstørrelse og vekstforløp.....	29
3.3 Gytefiskstørrelse som kriterium ved karakterisering av aurebestander.....	31
3.4 Andeler av gytefisk som mulig kriterium.....	38
3.5 Anvendbarhet, materialstørrelse og krav til innsamlingsmetode .....	43
<b>4 Klassifisering av lokaliteter med aure ut fra bestandstetthet og vekstforhold .....</b>	<b>44</b>
4.1 Klassifisering av tetthet .....	45
4.2 Klassifisering av vekstforhold.....	46
4.3 Samlet vurdering av tetthet og vekstforhold .....	46
<b>5 Referanser .....</b>	<b>50</b>

## Forord

En arbeidsgruppe oppnevnt av Direktoratet for naturforvaltning (DN) leverer i 2006 et forslag til systemer for kategorisering og klassifisering av lokaliteter med innlandsaure. I den forbindelse ble denne rapporten utarbeidet. Systemene er ment brukt som redskaper for vurdering av aurebestander i forbindelse med ressurskartlegging, forvaltning og fiskefremmende tiltak.

Denne rapporten beskriver det faglige grunnlaget for systemet for vurdering av tetthet og vekstforhold hos innlandsaure. Arbeidet er finansiert av Direktoratet for naturforvaltning. Vi takker Dagfinn Gausen og Gunnbjørn Bremset for nyttige innspill på arbeidet underveis. Forslaget til kategoriseringssystem har vært ute til høring. I den forbindelse ble også en foreløpig utgave av denne rapporten lagt ved. Vi mottok nyttige innspill på rapporten fra Jan Henning L'Abée-Lund (NVE) og Åge Brabrand (LFI-Oslo).

Trondheim, desember 2005

Ola Ugedal  
prosjektleder



# 1 Innledning

Aure er den vanligst ferskvannsfisken i Norge og den forekommer i de fleste vassdrag. Det er knyttet stor interesse til forvaltning og utnyttelse av denne arten både som matressurs og i rekreasjonssammenheng. Et første steg i forvaltningen av en aurebestand vil være å kartlegge status til bestanden. Prøvefiske med garn er en vanlig brukt metode for å undersøke bestandsstatus i fiskevatn. Et slikt fiske gir nyttig kunnskap om tilstanden til fiskebestanden, som for eksempel bestandens størrelsessammensetning, fiskens kvalitet og andelen gytefisk i bestanden. Denne kunnskapen kan benyttes i planleggingen av den videre drift av vatnet.

Aurens veksthastighet og kroppsstørrelse er fleksibel, og for en stor del avhengig av mengden og kvaliteten av maten den spiser (Alm 1959). En vesentlig årsak til at aurens bestandsstatus varierer mellom ulike lokaliteter er således at de naturgitte forhold for næringsdyrproduksjon varierer. I innsjøer hvor auren lever alene blir det utover de naturgitte forhold for næringsproduksjon i høy grad bestandens tetthet som er avgjørende for aurens vekst og størrelse. Bestandens tetthet avhenger igjen av rekrutteringsforholdene og beskatningen. Storparten av våre innsjøbestander av aure gyter på rennende vann, og rekrutteringen til bestandene blir dermed avhengig av forholdene for gyting og oppvekst av unger i elver og bekker, og etter hvert som fisken vokser til, også forholdene i innsjøen (Borgstrøm 1995). Bestander som har små gyte- og oppvekstområder i forhold til innsjøens størrelse vil være rekrutteringsbegrensede. Slike bestander vil være naturlig tynne. Hvis oppvekstarealene er store i forhold til innsjøarealet har bestanden et stort rekrutteringspotensial, og bestandene i innsjøen blir tette. I slike bestander blir ofte veksten til den eldre fisken næringsbegrenset, slik at veksten stagnerer ved en liten kroppsstørrelse. I naturen finner vi alle overganger mellom svært tynne og svært tette bestander. I innsjøer hvor auren lever sammen med andre fiskearter, vil også disse i stor grad kunne påvirke aurens vekst og kroppsstørrelse. På den ene side vil andre fiskearter konkurrere med auren om ulike typer næringsdyr med mulig redusert vekst og liten kroppsstørrelse hos aure som resultat. På den annen side vil andre fiskearter kunne fungere som bytte for auren slik at den kan oppnå svært rask vekst og stor kroppsstørrelse.

Denne rapporten presenterer et system for karakterisering og klassifisering av innlandsbestander av aure. Systemene er ment brukt som redskaper for vurdering av aurebestander i forbindelse med ressurskartlegging, forvaltning og fiskefremmende tiltak. Klassifiseringen vil si noe om nåtilstanden i bestanden. Sammen med kunnskap om lokaliteten og beskatningen i bestanden vil dette kunne være et grunnlag for fastsettelse av forvaltningsregler og eventuelle tiltak for å bedre fiskemulighetene. Systemet er basert på vurderinger av tetthet og vekstforhold i bestandene. I denne rapporten presenterer vi først det faglige grunnlaget for klassifiserings-systemet og til slutt selve systemet. Det faglige grunnlaget bygger på analyser av et større datamateriale som er samlet inn fra norske aurelokaliteter.

## 2 Fangst pr. innsats for å karakterisere tetthet av aure

Ved tilstandsvurdering av en aurebestand er kunnskap om bestandens tetthet viktig for å vurdere potensialet for utnyttelse og høsting av bestanden. For det første gir bestandens tetthet et begrep om bestandens størrelse hvis tettheten kan relateres til det arealet fisken har tilgjengelig. Dette gir informasjon om størrelsen (antallet fisk) på den ressursen som skal forvaltes. For det andre forteller bestandens tetthet sett i sammenheng med bestandsstruktur og vekst noe om bestandens forhold til næringsgrunnlaget. Slik informasjon kan være viktig for vurdering av forvaltningstiltak. Kunnskap om tetthet kan også gi informasjon som har betydning for å vurdere mulige miljøpåvirkninger på fiskebestanden i lokaliteten.

Fisketetthet angis som antall fisk pr. areal. Ved elfiskeundersøkelser av ungfisk i bekker og elver brukes vanligvis 100 m<sup>2</sup> som standard arealenhet. Ved angivelse av fisketetthet i innsjøer brukes vanligvis hektar (ha) som arealenhet. I **tabell 1** har vi sammenstilt noen tilgjengelige bestandsestimater av aure i norske innsjøer. I denne tabellen er anslagene for antall fisk over en gitt størrelse (eller alder) dividert med innsjøens overflateareal og tettheten av fisk uttrykt som antall individ pr. hektar innsjøoverflate. Tabellen viser at tettheten av aure i norske innsjøer varierer svært mye mellom de undersøkte innsjøene, fra 0,4 til 288 fisk pr. hektar. En slik sammenliknende betraktning forutsetter egentlig at auren er jevnt fordelt over hele innsjøen uavhengig av dybdeforhold, noe som selvsagt ikke er tilfelle. Dahl (1943) fastslo betydningen av aurens habitatbruk for vurdering av fisketetthet i sin klassiske studie av "Ørret og ørretvann". I de to små og grunne Rødlitjernene på Vestlandet estimerte han auretettheten til omkring 130 individ pr. hektar. I det større og dypere Indre Rødlivatn var auretettheten pr. hektar innsjøoverflate omtrent halvparten av tettheten i de to tjernene. Idet Dahl ved garnfiske i ulike dybdeintervall observerte at auren hovedsakelig oppholdt seg på grunt vann, regnet han ut tetthet pr. innsjøareal grunnere enn 10 m. Med en slik betraktning ble tettheten av aure den samme i Indre Rødlivatn som i de to tjernene. Dahl oppsummerer slik: "Over de grunnere partier av Indre Rødlivann lever der praktisk talt det samme antall og de samme vektmengder av ørret som i de nærliggende tjern, hvis vilkår [for fiskeproduksjon] er praktisk talt de samme". Dahls undersøkelse viser betydningen av å relatere fisketetthet til det arealet fisken faktisk utnytter for å oppnå en korrekt vurdering av situasjonen.

Ideelt sett skulle en karakterisering av auretetthet skje med basis i de reelle tettheter av fisk som finnes i ett nærmere definert leveområde. Da kunne f.eks. en svært tynn bestand av aure defineres konkret som en bestand med mindre enn X antall fisk pr. hektar innsjøareal grunnere enn 10 m. Dette er imidlertid ikke mulig med dagens kunnskapsnivå. Det er derfor naturlig å knytte karakteriseringen opp mot fangst pr. innsatsenhet ved prøvegarnfiske. Utgangspunktet for en slik karakterisering er at det er en sammenheng mellom fiskebestandens tetthet og fangst ved et prøvegarnfiske. Borgstrøm (1992) fant at aurens fangbarhet økte med avtakende fisketetthet ved en studie i fire innsjøer på og nær Hardangervidda. Dette innebærer at sammenhengen mellom fangst og fisketetthet er ikke-lineær (se kapittel 2.1). Til tross for høyere fangbarhet var fangst pr. innsatsenhet i innsjøene med lav fisketetthet likevel markert lavere enn i innsjøene med høyere fisketetthet. Sammenhengen mellom fangst og fisketetthet trenger ikke være lineær for at fangst pr. innsatsenhet skal kunne benyttes til karakterisering, det holder at tynne fiskebestander gjennomgående gir et lavere fangstutbytte enn tettere bestander.

### 2.1 Sammenhenger mellom fangst på garn og bestandstetthet

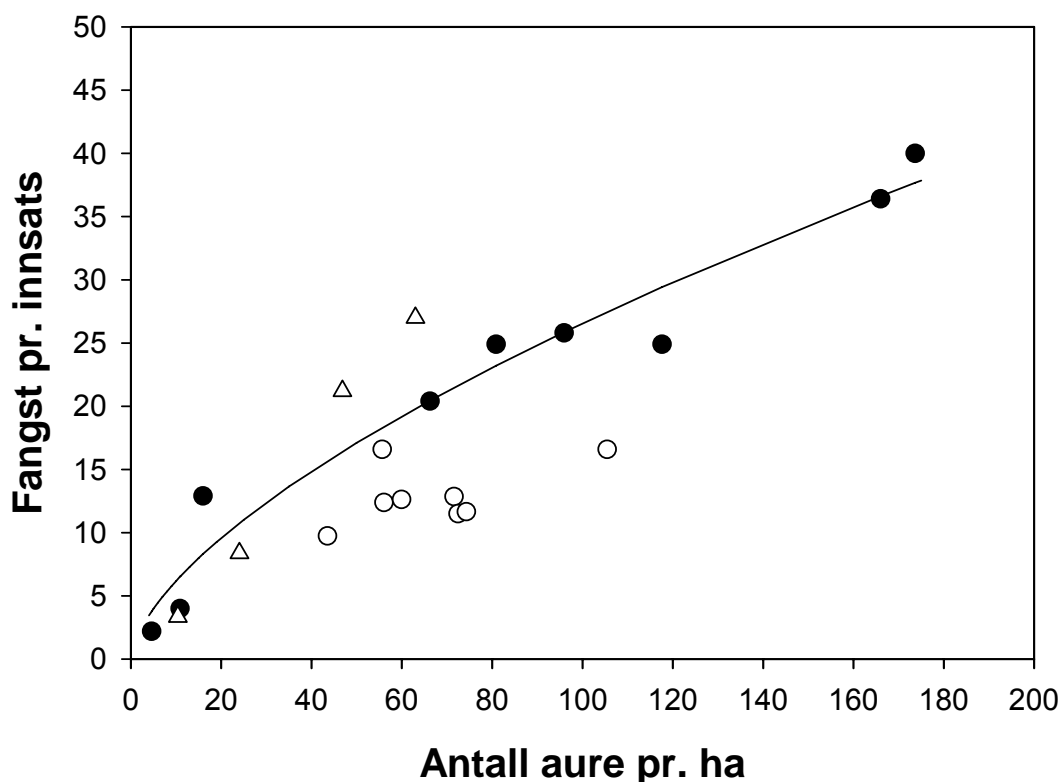
Prøvefiske med garn er en vanlig brukt metode for å undersøke bestandsstatus i fiskevatn. Et slikt fiske gir informasjon om tilstanden til fiskebestanden, som for eksempel bestandens størrelsessammensetning, fiskens kvalitet og andelen gytefisk. Denne informasjonen kan deretter benyttes i planleggingen av den videre drift av vatnet. Det antas også å være en sammenheng

mellom fangstutbytte (fangst pr. innsats) ved prøvegarnsfiske og tettheten av fisk i innsjøen (fisk pr. areal). Jensen (1977) fant en rimelig god lineær sammenheng mellom fangst pr. garnnatt og aurebestandens tetthet i Øvre Heimdalsvatn når bestanden ble redusert som følge av et uttynningsfiske. Borgstrøm (1992) gjennomførte undersøkelser av sammenhengen mellom tetthet av aure (estimert ved merking/gjenfangst) og fangst på prøvegarnserier i fire innsjøer. Her fant han en meget god sammenheng mellom fangst pr. innsatsenhet på prøvegarnserier (kombinasjon av bunngarn og flytegarn) og tettheten av aure (**figur 1**). Sammenhengen var imidlertid ikke lineær idet fangbarheten var større i innsjøer med lav tetthet. Borgstrøm's undersøkelser dekker en relativt begrenset type av innsjøer (rene aurevatn med klart vann), slik at gyldigheten av resultatene for andre typer innsjøer foreløpig er ukjent.

**Tabell 1.** Bestandsestimater av aure i norske innsjøer.

Innsjø	Fylke	H.o.h. (m)	Areal (ha)	År	Fisk ≥ (cm)	Antall fisk	Tetthet (fisk/ha)	Merknad	Ref
<b>Rene aurevatn</b>									
Øvre Heimdalsvatn	Opp	1090	78	1958	≥ 4 år	16358	210	Før uttynning	1
				1963	≥ 4 år	8161	105	Etter uttynning	1,2
Usmesjøen	S-T	579	50	1978	18,5	2039	47		3
St.Grønningen (del)	N-T	297	6	1984	17	1726	288		4
Løyningsvatn	Hord	595	49	1985	14	10178	208	Før uttynning	5,6
				1988	14	5772	118	Etter uttynning	5,6
Kollsvatn	Hord	1182	63	1988	14	4421	70		7
Krokavatn	Hord	1233	45	1987	14	532	12		7
Skavatn	Hord	1258	48	1989	14	839	18		8
Askjelldalsvatn	Hord?	805	286*	1993	13	3459	12*	Regulert 55m	9
Grøndalsvatn	Hord?	782	119*	1993	13	753	6*	Regulert 33m	9
Selhamarvatn	Hord?	874	73	1993	13	1124	15		9
<b>Aure med andre arter</b>									
Øvre Rødlitjern	Hord	?	2,8	1912	10	338	120	ål, st.sild	10
Nedre Rødlitjern	Hord	?	1,2	1912	10	159	136	ål, st.sild	10
Lynghaugtjern	Hord	31	1,4	1912	10	366	270	røye, ål	10
Indre Rødlivann	Hord	80	25	1913	10	1734	69	røye,ål, st.sild	10
Dalsvatn	S-T	582	50	1985	15	1832	37	ørekyte	4
Songsjøen	S-T	262	70	1985	14	11028	160	røye	11
Røyrtjønn	N-T	161	27	1987	15	1700	63	røye,ål, st.sild	12
Øvre Heimdalsvatn	Opp	1090	78	1994	≥ 4 år	5751	74	ørekyte	13
<b>Storaure</b>									
Tyrifjorden	Bus	63	12130	1981	≥ 4 år	5194	0,4	14 andre arter	14

\*) Tetthet, biomasse og produksjon relatert til arealet ved høyeste regulerte vannstand (HRV), 1) Jensen 1977, 2) Lien 1978, 3) Berger 1981, 4) Gausen & Berger 1987, 5) Borgstrøm 1992a, 6) Borgstrøm 1994, 7) Borgstrøm 1992b, 8) Borgstrøm m.fl. 1993, 9) Hellen 1996, 10) Dahl 1943, 11) Langeland & L'Abée-Lund 1996, 12) Jensen m.fl. 1997, 13) Borgstrøm m.fl. 1996, 14) Qvenild m.fl. 1983.



**Figur 1.** En sammenlikning av sammenhengen mellom fangst pr. innsats på prøvegarnserier og antall aure pr. hektar innsjøoverflate mellom Borgstrøm's data (Fylte sirkler + linje: Borgstrøm 1992) og andre tilgjengelige norske data. Åpne sirkler: Øvre Heimdalsvatn (Jensen 1977). Åpne trekanter: Usmesjøen (Berger 1981) og Røyr tjønna (Jensen m.fl. 1997).

Vi har sammenstilt noen andre publiserte data for sammenhengen mellom fangst pr. innsats-enhet og tetthet av aure i innsjøer. Vi fant data fra tre andre innsjøer som kunne brukes: Øvre Heimdalsvatn (Jensen 1977), Usmesjøen (Berger 1981) og Røyr tjønna (Jensen m.fl. 1997). I **figur 1** er disse plottet sammen med Borgstrøms data. Figuren viser at variasjonen omkring Borgstrøms regresjonslinje øker noe når disse nye dataene plottes inn. En av årsakene til økt variasjon er at dataene ikke er direkte sammenliknbare. For det første er det benyttet ulike garnserier i de ulike innsjøene. Borgstrøm brukte dessuten både flytegarn og bunngarn ved gjenfangst, mens det i de andre undersøkelsene bare ble benyttet bunngarn. I innsjøer hvor deler av aurebestanden går ut i de frie vannmasser vil dette nødvendigvis ha betydning for sammenhengen mellom fangst pr. innsats og bestandstetthet. Tiden mellom bestandsanslaget og garnfisket er også noe forskjellig mellom de ulike studiene. For eksempel er fangstdataene fra Øvre Heimdalsvatn innsamlet om høsten, mens bestandsanslagene er fra våren. Naturlig dødelighet og fangst vil derfor ha redusert bestandsstørrelsen fra våren og fram til prøvefiske-tidspunktet. Dette er en mulig forklaringen på at punktene fra Øvre Heimdalsvatn ligger under regresjonslinjen på **figur 1**. Borgstrøm (1992) gjennomførte gjenfangsten kort tid etter merking i sin undersøkelse. Sammenstillingen indikerer imidlertid at det ikke er en urimelig forutsetning å anta at det er en sammenheng mellom utbytte av et prøvefiske og aurebestandens tetthet i det området som fiskes.

I tillegg til bestandstetthet må aurens fangbarhet antas å avhenge av flere faktorer som for eksempel fiskestørrelse, hvilke næringsdyr fisken spiser, mengden av tilgjengelige næringsdyr, og andre faktorer i miljøet som kan tenkes å påvirke fiskens aktivitet og atferd (Borgstrøm 1995). Borgstrøms undersøkelser viste blant annet at det kunne være ulik fangbarhet mellom ulike størrelsesgrupper av aure i en innsjø. Fangbarheten varierte imidlertid ikke på noen systematisk måte med fiskestørrelse mellom innsjøer, slik at det ikke er gitt at fangbarheten av fisk øker med økende fiskestørrelse. Aurens fangbarhet kan også tenkes å påvirkes av hvilke andre fiskearter som finnes i innsjøen, men kunnskapen vår om slike forhold er sparsom. Det er sannsynligvis ingen enkel universell sammenheng mellom fangst pr. innsatsenhet på garn og aurebestandens tetthet. Fangst pr. innsatsenhet vil derfor bare være et indirekte mål på den reelle tettheten av aure i en lokalitet.

## 2.2 Fangster av aure på Jensen-serie i norske innsjøer

Det har vært benyttet flere ulike garnserier ved undersøkelser av ferskvannsfisk i Norge. Den serien som har vært lengst i bruk er den såkalte Jensen-serien, som ble satt sammen av K.W. Jensen (Jensen 1972, 1973). Denne garnserien var nesten enerådende ved undersøkelser av aureinnsjøer fram til rundt 1980, og benyttes fremdeles. Jensen-serien består av åtte garn med følgende maskevidder: 1 garn av størrelsene 52, 45, 39, 35, 29, 26 mm og 2 garn av 21 mm. Denne garnserien fisker nokså jevnt på aure fra 19 til 45 cm (Jensen 1972). Mange har også benyttet en litt avikende serie hvor de to 21 mm garna erstattes av ett garn hver av maskeviddene 22 og 19,5 mm. Dette vil ikke ha nevneverdig innflytelse på seriens fangstegenskaper. I en del undersøkelser har ikke garnet med størst maskevidde (52 mm) vært inkludert i garnserien. Dette har heller ikke vesentlig betydning for fangstutbyttet idet denne maskevidden svært sjelden fanger mange fisk.

For å få et bilde av hvordan fangsten av aure varierer mellom innsjøer i Norge, har vi sammenstilt et større materiale av fangster av aure på denne garnserien.

### Materiale

Vi har samlet opplysninger om utbytte av aure ved prøvefiske med standard Jensen-serie bunngarn i 410 innsjøer. Opplysningene er hentet fra følgende rapportserier: rapporter fra LFI-Trondheim (79 innsjøer), rapporter fra LFI-Oslo (64 innsjøer), rapporter fra DVF-Reguleringsundersøkelsene (107 innsjøer), rapporter fra DVF-Reguleringsundersøkelsene i Nordland (27 innsjøer), rapporter fra Fylkesmannens Miljøvernavdeling i ulike fylker (80 innsjøer) og rapporter fra DVF-fiskerikonsulenter i ulike distrikter (53 innsjøer).

Innsjøer fra 15 av landets fylker er med i sammenstillingen. Innsjøer fra Oslo, Østfold, Vest-Agder og Troms er ikke representert. Oppland er det fylket med flest innsjøer (65 stk) i materialet, mens Vestfold er representert med bare én innsjø. Resten av fylkene er representert med fra 9 til 58 innsjøer. Sammenstillingen dekker et bredt utvalg av innsjøtyper. Innsjøenes størrelse varierer fra 1,3 ha til 136 km<sup>2</sup>. Litt over halvparten av innsjøene (207 stk) er 100 ha (1 km<sup>2</sup>) eller større, og av disse er 36 innsjøer større enn 10 km<sup>2</sup>. Store innsjøer er derfor overrepresentert i forhold til sin forekomst i Norge. Innsjøenes beliggenhet varierer fra 10 til 1438 meter over havet. Litt under halvparten av innsjøene (191 stk) ligger mellom 500 og 1000 meter over havet, mens 70 innsjøer ligger høyere enn 1000 meter over havet.

Litt under halvparten av innsjøene (195 stk) var upåvirket av vassdragsreguleringer ved prøvetakingstidspunktet, mens resten enten var påvirket av reguleringer ved endringer i vannføringsregime (74 stk) eller ved at vannstanden i selve innsjøen var regulert (141 stk). Innsjøer som er påvirket av vassdragsreguleringer er derfor overrepresentert i forhold til slike innsjøers forekomst i Norge. I en fjerdedel av innsjøene (106 stk) ble det opplyst om utsettinger av aure. Flesteparten av disse utsettingene var kompensasjonsutsettinger i forbindelse med vassdragsreguleringer.

Litt over halvparten av innsjøene (209 stk) hadde aure som eneste fiskeart. I 163 innsjøer forekom aure sammen med én eller to andre arter, mens i 38 av innsjøene var antallet fiskarter fire eller flere. Ål er ikke medregnet her da det sjelden opplyses om denne artens forekomst. Av andre arter forekom ørekyte (118 innsjøer), røye (92 innsjøer), abbor (58 innsjøer), trepigget og/eller nipigget stingsild (42 innsjøer), og sik (36 innsjøer) i flest innsjøer. I tillegg fantes lake, harr, gjedde, lagesild, krøkle, laks, karuss, sørv og brasme i én eller flere av innsjøene. Innsjøer med et vesentlig innslag av sjøaure er ikke inkludert i materialet. Innsjøer med kjente forsuringsproblemer på prøvetakingstidspunktet er heller ikke tatt med.

Prøvefisket var gjennomført på tradisjonelt vis ved at garna ble satt enkeltvis fra land og utover. I flesteparten av innsjøene (342 stk, 83 %) ble det gjennomført ett prøvefiske. I disse innsjøene varierte innsatsen mellom 1 og 18 garnserier pr. innsjø, og flesteparten (232 stk.) ble undersøkt i august. Utenom august, var juli og september (100 innsjøer tilsammen) de vanligste månedene for prøvefiske. I innsjøer hvor det foreligger data fra prøvefiske ved flere anledninger (68 stk) har vi regnet ut ett gjennomsnittlig utbytte pr. garnserie ved å ta totalt antall fisk fanget og dividert på totalt antall garnserier benyttet. Utbyttet er med andre ord veid med hensyn på garninnsats.

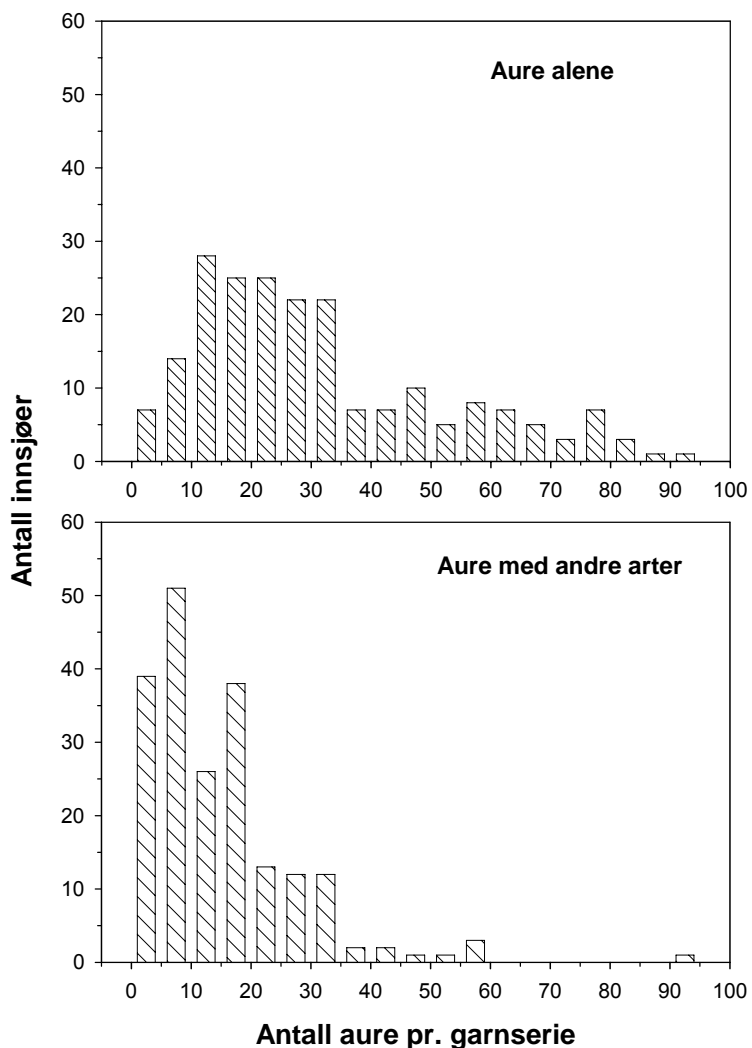
#### Variasjon mellom innsjøer

Fangstutbyttet av aure ved prøvegarnfiske varierte mye mellom innsjøer (**figur 2**). I innsjøer med bare aure varierte fangstutbyttet fra 1,5 til 92 fisk pr. garnserie. Fangster mellom 10 og 35 fisk pr. garnserie var vanligst forekommende, og gjennomsnittsfangsten var 31,1 individ.

I innsjøer hvor aure lever sammen med andre fiskearter var fangstene av aure gjennomgående mindre. I disse innsjøene var fangster under 20 aure pr. garnserie vanligst og gjennomsnittsfangsten var 14,7 individ (**figur 2**). Variasjonsbredden i dette materialet var fra 0,2 aure til 93,8 aure pr. garnserie. Da fordelingene som beskriver fangstutbyttet er høyreskjeve er medianen et bedre mål på fordelingenenes forventningsverdi. Median fangst var henholdsvis 26 og 10,9 fisk pr. garnserie i innsjøer med aure alene og i innsjøer hvor aure forekommer sammen med andre arter.

#### Hvordan karakterisere fangstutbyttet?

Vi kan ta som utgangspunkt at vi skal gruppere fangsten i 5 grupperinger: svært lav, lav, middels, høy, og svært høy fangst. Det finnes ingen standard prosedyre for en slik inndeling med basis i en fordeling. En mulig måte er å dele inn i 5 like store intervaller, det vil si å sette grensene mellom de ulike grupperingene ved 20, 40, 60, og 80 percentilene. Ser vi på materialet fra de norske innsjøene i sammenstillingen vil dette gi svært snevre intervaller som karakteriserer spesielt de lave til middels fangstene (**tabell 2**). For eksempel vil en middels fangst av aure (mellom 40 og 60 percentilene) med basis i alle innsjøene være en fangst på mellom 14,5 og 21,5 fisk pr. serie. Svært smale intervaller synes uheldig hvis fangstutbyttet skal brukes i en karakterisering av bestandstetthet, da relativt små forandringer i fangstutbytte kan føre til store sprang i klassifisering. Ved en slik karakterisering er det viktig å skille ut ekstremene, mens de mer vanlig forekommende fangstene bør gis relativt vide grenser. Vi foreslår å sette grensene mellom de ulike grupperingene ved 5, 25, 75 og 95 percentilene. Dette innebærer at en middels fangst av aure (mellom 25 og 75 percentilene) i norske innsjøer er en fangst på mellom 9,5 og 30,3 fisk pr. garnserie. Etter vårt forslag vil altså halvparten av innsjøene karakteriseres av en slik middels fangst, mens forekomsten av svært høy fangst eller svært lav fangst vil være sjelden (5 % av innsjøene i hver av klassene).



**Figur 2.** Fordeling av fangstutbytte (antall aure pr. garnserie) ved prøvefiske med bunngarn (Jensen-serier) i 410 norske innsjøer.

Vårt materiale gjør det mulig å fastsette grenser for karakterisering av fangst for innsjøer hvor aure lever alene, og for innsjøer hvor aure lever sammen med andre arter. Alternativt kan grensene fastsettes med bakgrunn i alle innsjøene, med andre ord fangst av aure uavhengig av hvilke arter den lever sammen med. Grensene for å karakterisere fangst i fem ulike fangstklasser er gitt i **tabell 3**. Hvis en finner det formålstjenlig å gruppere fangsten i bare tre klasser vil det være naturlig å sette grensen mellom de ulike klassene ved 25 og 75 percentilene, det vil si å klassifisere i lav, middels og høy fangst.

**Tabell 2.** Fordeling av antall aure fanget pr. garnserie på Jensen-serier i 410 norske innsjøer. Tabellen viser antall fisk pr. garnserie ved ulike percentiler av de totale fordelingene. F.eks. for alle innsjøene samlet ligger 10-percentilfangsten på 4,3 fisk pr. garnserie. Dette vil si at i 10 % av innsjøene var fangsten av aure 4,3 fisk pr. garnserie eller mindre. Et forslag til mulige grenser mellom ulike grupperinger av fangst er uthevet i tabellen.

Percentiler	Alle innsjøene	Innsjøer med bare aure	Innsjøer med aure og andre arter
<b>5</b>	<b>2,0</b>	<b>5,3</b>	<b>0,8</b>
10	4,3	9,3	2,0
20	8,0	13,0	5,0
<b>25</b>	<b>9,5</b>	<b>15,0</b>	<b>6,4</b>
30	10,5	16,8	7,5
40	14,5	21,0	9,3
50	17,4	26,0	10,9
60	21,5	30,0	15,3
70	27,7	35,0	17,3
<b>75</b>	<b>30,3</b>	<b>44,0</b>	<b>19,1</b>
80	34,0	48,5	21,5
90	51,0	62,0	30,0
<b>95</b>	<b>65,0</b>	<b>76,0</b>	<b>37,5</b>

Antall innsjøer med mer spesifikke artskombinasjoner (som f.eks. aure, abbor og ørekyte) er såpass lite i vårt materiale (se **tabell 4**) at det ikke gir grunnlag for egne karakteriseringer av fangsten.

**Tabell 3.** Karakterisering av fangst av aure på Jensen-serier (antall aure pr. garnserie) i fem ulike fangstklasser basert på fangsten av aure i 410 norske innsjøer.

Klasse	Alle innsjøene	Innsjøer med aure alene	Innsjøer med aure og andre arter
Svært lav	< 2	< 5	< 1
Lav	2 - 10	5 - 15	1 - 6
Middels	10 - 30	15 - 44	6 - 19
Høg	30 - 65	44 - 76	19 - 38
Svært høg	> 65	> 76	> 38

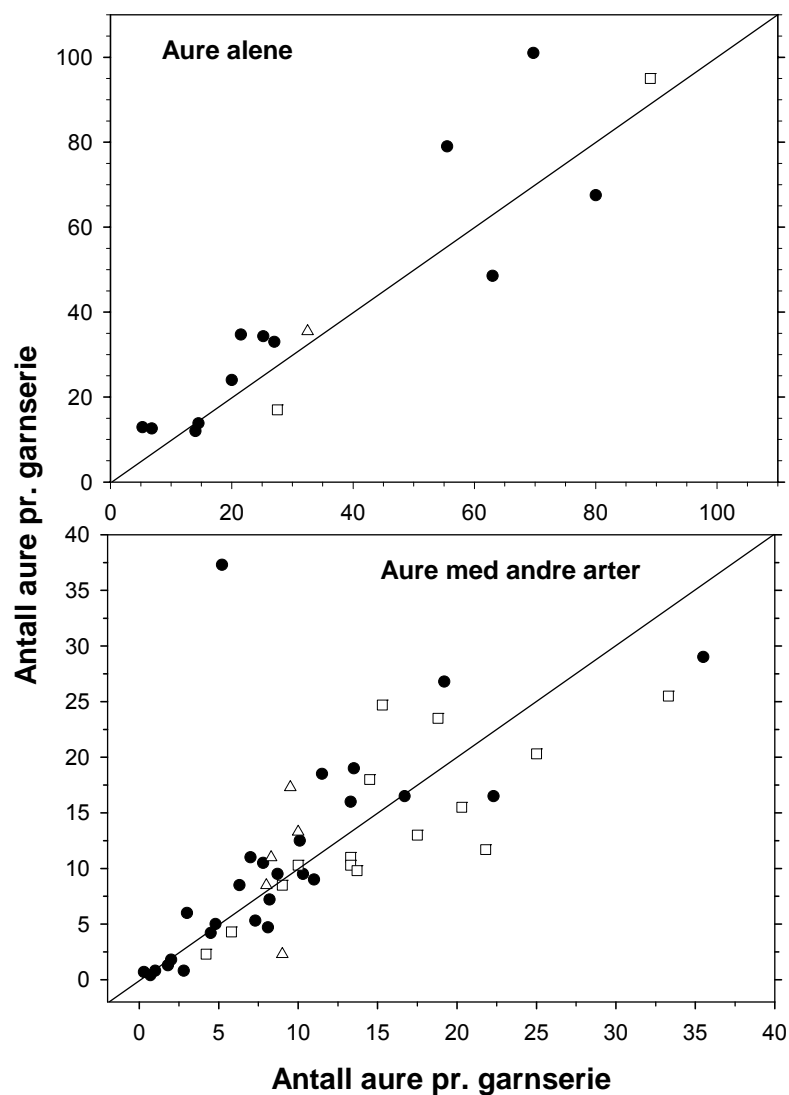


**Tabell 4.** Noen karakteristika av fangsten av aure (antall fisk pr. Jensen-serie) i innsjøer med ulike kombinasjoner av fiskearter.

Artssammensetning	Antall	Median	Snitt	Range
Alle	410	17,4	23,0	0,2 - 93,8
Aure alene	209	26,0	31,1	1,5 - 92,0
Aure med andre arter	201	10,9	14,7	0,2 - 93,8
Aure og røye	26	9,8	15,9	0,3 - 93,8
Aure og ørekyte	38	17,7	19,5	1,9 - 53,5
Aure, røye og stingsild	18	16,4	19,3	0,2 - 59,0
Aure, røye og ørekyte	15	11,6	12,5	2,9 - 22,3
Aure, abbor og ørekyte	26	8,6	10,2	4,6 - 24,0

#### Hvor robust er karakteriseringen?

For å undersøke hvor robust karakteriseringen av fangst er har vi sammenstilt de dataene vi har hvor samme innsjø er prøv fisket to ganger. Materialet består av innsjøer som er prøv fisket på to forskjellige tidspunkt samme år (40 stk), og innsjøer som er prøv fisket i to påfølgende år, enten på samme tid på året (17 stk) eller ved ulik tid på året (7 stk). sammenhengen mellom fangstutbytte ved to ulike tidspunkt for prøv fiske var rimelig god (**figur 3**). Av de 64 innsjøene fikk 48 innsjøer (75%) samme klassifisering av fangstene ved de to prøvetakings-tidspunktene. Av de 16 innsjøene hvor klassifisering av fangst endret seg ved de to prøvetakingstidspunktene endret klassifiseringen seg til naboklassen for 15 av innsjøene. Størsteparten av de innsjøene som endret klassifisering hadde fangstutbytter i nærheten av grensene for endret klassifisering. Bare én innsjø forandret klassifisering med 2 enheter mellom de to prøvetakingstidspunktene. I denne innsjøen kunne fangsten klassifiseres som lav ved et prøv fiske i juni, mens fangsten i september samme år kunne klassifiseres som høg. Den foreslåtte måten å klassifisere fangst på synes derfor å være rimelig robust.



**Figur 3.** Sammenheng mellom fangsutbytte (antall aure pr. garnserie) ved prøvefiske på to ulike tidspunkt i en og samme innsjø. (Fylte sirkler: fisket ved to ulike tidspunkt samme år; åpne firkanter: fisket samme tid på året i to påfølgende år; åpne trekanter: fisket til ulike tider på året i to påfølgende år.

## 2.3 Antall eller vekt som enhet ved karakterisering?

Fangsten av aure ved et prøvafiske kan uttrykkes både i antall og vekta av fisk pr. innsatsenhet. Begge disse målene på fiskebestand er vanlig brukt i fiskebiologien. Ofte er en interessert i hvor tallrik bestand av fisk som finnes i et område. I slike sammenhenger er antall fisk av interesse. For eksempel undersøkes tettheten av ungfisk (vanligvis uttrykt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) i elver og bekker for å vurdere rekruttering til fiskebestander. I andre sammenhenger er en mer interessert i mengden fisk som produseres, og da er biomassen av fisk det mest aktuelle å bruke. I slike tilfeller vil vekta av fangsten pr. innsatsenhet være et bedre mål enn antall fisk pr. innsatsenhet.

I vårt materiale fra 410 norske innjøer prøvafisket med Jensen-serie varierte fangsten av aure fra 0,2 til 94 individ pr. garnserie. Vekta av aure varierte fra 16 g til 17500 g pr. garnserie. Stigningstallet for sammenhengen mellom antall og vekt pr. garnserie var nær 150 både i innsjøer hvor auren lever alene og i innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter (**figur 4**). Dette betyr at gjennomsnittsvekta for aure i materialet var nær 150 gram. Dette kan danne utgangspunkt for å definere forventede grenser for vektutbytte basert på grenser for antallutbytte. Hvis vi tar utgangspunkt i klassifiseringen basert på fangsten i alle innsjøene får vi:

- Tynn bestand - lavt vektutbytte: < 10 fisk og < 1,5 kg pr. garnserie
- Middels tett bestand - middels vektutbytte: 10 - 30 fisk og 1,5 - 4,5 kg pr. garnserie
- Tett bestand - høgt vektutbytte: > 30 fisk og > 4,5 kg pr. garnserie

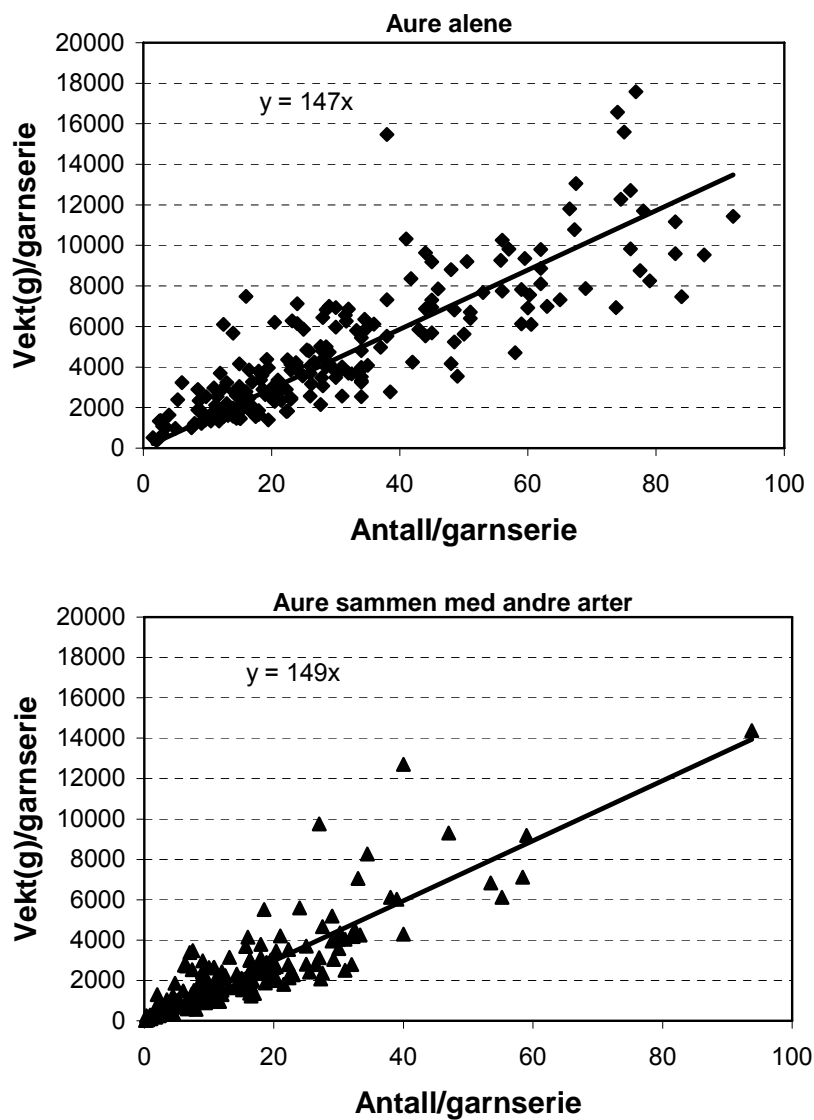
Hvis vi tar utgangspunkt i klassifiseringen basert på fangsten i innsjøene med aure alene får vi følgende forventning til vektutbytte:

- Tynn bestand - lavt vektutbytte: < 15 fisk og < 2,3 kg pr. garnserie
- Middels tett bestand - middels vektutbytte: 15 - 45 fisk og 2,3 - 6,8 kg pr. garnserie
- Tett bestand - høgt vektutbytte: > 45 fisk og > 6,8 kg pr. garnserie

Hvis vi sammenlikner en karakterisering av fangsten basert på antall fisk med en karakterisering basert på vekt av fangsten, ser vi at i de fleste tilfeller vil en vurdering av antall og vekt falle likt ut. Dette innebærer at innsjøer med middels tett bestand med aure også har et middels vektutbytte av fisk (**tabell 5**). De fleste av "uoverenstemmelsene" i tabellen skyldes innsjøer hvor fangsten av fisk ligger i grenseland mellom to klasser. Både antall og vekt kan derfor benyttes ved en karakterisering av aurefangsten.

**Tabell 5.** En sammenlikning av karakterisering av aurefangsten utfra antall og vekt i 410 innsjøer prøvafisket med Jensen-serier. Innsjøer med sammenfallende klassifisering basert på antall og vekt er uthevet i tabellen.

	Lavt utbytte	Middels utbytte	Høgt utbytte
Tynn bestand	<b>86</b>	27	0
Middels tett bestand	21	<b>149</b>	24
Tett bestand	0	24	<b>89</b>



**Figur 4.** Sammenhenger mellom antall aure pr. garnserie og vekta av aure pr. garnserie i 410 norske innsjøer prøvefisket med Jensen-serier.

## 2.4 Sammenlikning mellom ulike garnserier

Det har vært benyttet flere ulike garnserier ved undersøkelser av ferskvannsfisk i Norge (tabell 5). Den serien som har vært lengst i bruk er den såkalte Jensen-serien, som ble satt sammen av K.W. Jensen (Jensen 1972, 1973). Ulempen med Jensen-serien er at den ikke inneholder garn med små maskevidder slik at fisk mindre enn 18-19 cm i liten grad blir fanget. I en del tilfeller har derfor Jensen-serien blitt supplert med garn av mindre maskevidder for å fange småfisk (utvidet Jensen-serie). Mange innsjøer inneholder flere arter enn aure og ved prøvefiske ønskes også opplysninger om disse artene. I slike innsjøer kan Jensen-serien være mindre egnet. Serien har vist seg å være helt ubrukelig i småvokste røyebestander der mesteparten av røya ikke oppnår en slik størrelse at de er fangbare på den minste maskevidden. For å bøte på dette har det blitt utviklet serier med større innslag av småmaskede garn. I forbindelse med kartlegging og overvåkning av forsureningsskader på aurebestander ble det utviklet en egen garnserie som ble mye benyttet i dette arbeidet: den såkalte SNSF-serien (Rosseland m.fl. 1979). SNSF-serien inneholder det samme garnantallet som Jensen-serien og har derfor færre maskevidder og mindre garnareal i det området hvor de to seriene overlapper (tabell 6).

SNSF-serien ble på 1990-tallet erstattet av Nordisk-oversiktsgarn (Appelberg m.fl. 1995). Nordisk-oversiktsgarn er sammensatt av 12 paneler med ulike maskevidder (tabell 6). Undersøkelser har vist at disse to seriene gir sammenliknbare resultater med hensyn på fangst av aure i de lengdeintervaller som dekkes av begge seriene (T. Hesthagen, upublisert materiale). I tillegg til disse seriene har det også vært andre serier i bruk ved undersøkelse av norske innsjøer. J.W. Jensen (1986) foreslo en garnserie som har blitt benyttet i en del undersøkelser i norske innsjøer (f.eks. Langeland m.fl. 1991). J.W. Jensens serie har nær identisk maskeviddesammensetning med Nordisk-oversiktsgarn for maskevidder større eller lik 12,5 mm, og utvelgelsen av maskevidder til de to seriene er basert på de samme prinsippene med hensyn på garnseleksjon (maskeviddene i serien øker som en geometrisk serie). Det har dessuten også vært benyttet oversiktsgarn med en noe annen maskeviddesammensetning enn Nordisk-oversiktsgarn ved undersøkelser i Norge, for eksempel ble det hovedsakelig benyttet slike garn ved kartlegging av vassdrag med sjørøye i Nord-Norge (f.eks. Halvorsen m.fl. 1998).

De ulike garnseriene som er benyttet ved prøvefiske i Norge skiller seg både ved maskeviddesammensetning og garnas/panelenes størrelse og antall (tabell 6). Det er derfor ikke mulig å sammenlikne fangster på ulike garnserier uten å gjøre omregninger. Det mest hensiktsmessige utgangspunktet for å gjøre sammenlikninger mellom garnserier er sannsynligvis å uttrykke fangsten av fisk i relasjon til arealet av garnflaten i hele garnserien eller i deler av denne. Vi foreslår å uttrykke fangsten av aure som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. garnnatt. Med relevant garnflate menes arealet av de maskeviddene som hovedsakelig fanger fisk over en gitt størrelse. Spørsmålet blir om hele fangsten eller bare deler av fangsten skal benyttes ved utarbeidelse av kriterier for å karakterisere aurebestandens tetthet ut fra prøvefiske. Dessuten må det vurderes om det kan utarbeides felles kriterier for alle garnserier eller om en må lage egne kriterier for de mest brukte garnseriene. Nedenfor blir det argumentert for at bare fisk større enn 15 cm skal benyttes ved klassifisering av tetthet, og at det holder med ett sett av kriterier som kan brukes for alle garnseriene som er listet opp i tabell 6. Under denne forutsetningen kan fangst pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt (F) regnes ut ved følgende formel:

$$F = \frac{A}{G} \times O$$

hvor A er antall fisk (≥15 cm) fanget, G er antall garnserier benyttet, og O er omregningsfaktoren for den garnserien som er benyttet ved prøvefisket (se tabell 6).

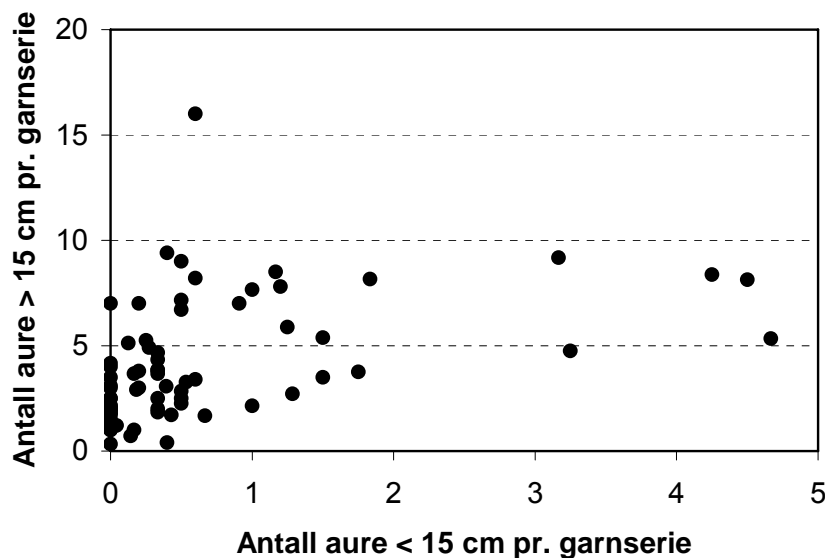
**Tabell 6.** Sammensetning, garnstørrelse, totalt garnareal, relevant garnareal med hensyn på fangst av større fisk ( $\geq 15$  cm) og omregningsfaktor (O) for regne ut fangst av fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnflate ut fra antall fisk fanget pr. garnserie. Maskevidder som utgjør relevant garnareal er satt i fet skrift.

Garnserie (maskevidder i mm)	Antall garn	Garnstørrelse	Totalt areal (m <sup>2</sup> )	Relevant areal (m <sup>2</sup> )	Omreg. faktor (O)
Jensen I ( <b>21, 21, 26, 29, 35, 40, 45, 52</b> )	8	25m x 1,5m	300	300	0,33
Jensen II ( <b>19.5, 22.5, 26, 29, 35, 40, 45, 52</b> )	8	25m x 1,5m	300	300	0,33
Utvidet Jensen ( <b>16 + Jensen</b> )	9	25m x 1,5m	337,5	337,5	0,30
J.W. Jensen (12.5, <b>16, 19.5, 24, 29, 35, 43, 52</b> )	8	25m x 1,5m	300	262,5	0,38
SNSF (10, 12.5, <b>16.5, 22, 25, 30, 38, 45</b> )	8	27m x 1,5m	324	243	0,41
Nordisk oversiktsgarn* (5, 6.25, 8, 10, 12.5, <b>15.5, 19.5, 24, 29, 35, 43, 55</b> )	1	30m x 1,5m	45	26,25	3,81
Annet oversiktsgarn* (10, 12.5, <b>15, 18.5, 22, 26, 35, 45</b> )	1	40m x 1,5m	60	45	2,22

\* Både Nordisk oversiktsgarn og annet oversiktsgarn er garn med flere ulike maskevidder.

Erfaringer fra prøvefiske med SNSF- og Nordisk-seriene viser at det er stor variasjon mellom innsjøer med hensyn på hvor mye småaure som fanges (**figur 5**). I enkelte innsjøer utgjør aure mindre enn 15 cm opptil halvparten av fangsten, mens i andre innsjøer fanges det svært lite små-aure, selv om fangsten av større fisk kan være rimelig stor. Denne variasjonen har minst to årsaker. For det første vil fiskens oppholdstid på rennende vann variere mellom innsjøer slik at ulike innsjøer har forskjellig andel av ung og små aure. For det andre har små aure en mer begrenset habitatbruk enn større aure (se f.eks. Haraldstad & Jonsson 1983, Jonsson 1989, Hegge m.fl. 1993), og dette gjør at tilfeldigheter vedrørende garnas plassering kan få stor innflytelse på resultatet av et prøvefiske. Spesielt ved bruk av garnserier med enkeltgarn vil småfiskens begrensede habitatbruk kunne ha stor innflytelse på fangstresultatet. Hvis en innsjø prøvefiskes med bare én garnserie vil plasseringen av for eksempel et 12,5 mm garn i et godt småfiskhabitat kunne gi en stor fangst, men hvis dette garnet plasseres i et dårlig småfiskhabitat kan fangsten bli svært liten. Tilfeldigheter i garnas plassering vil derfor kunne få relativt stor betydning for antallet fisk som fanges i et prøvefiske. I garnserier med oversiktsgarn fisker den enkelte maskevidda på flere steder, slik at mulighetene for en mer representativ innsamling av småfisk iallefall i teorien er tilstede. Hvis en skal bruke antallet fisk for å vurdere tettheten av aure vil innslaget av små fisk kunne ha stor betydning for hvor tett bestanden vurderes å være.

Denne variasjonen i antall og andel av småfisk mellom innsjøer fører til at antallet fisk pr. garnserie varierer i enda større grad mellom innsjøer med bruk av garnserier med små maskevidder enn med Jensen-serien. I 88 aureinnsjøer prøvefisket med SNSF-serie varierte utbyttet mellom 0,5 og 160 aure pr. garnserie. Til sammenlikning varierte utbyttet i 410 aureinnsjøer fisket med Jensen-serien mellom 0,2 og 94 aure pr. garnserie. Disse to garnseriene har omtrent samme totale garnflate slik at fangstutbytte pr. garnserie gir et rimelig godt grunnlag for å sammenlikne de to seriene med hensyn på variasjon i fangst mellom innsjøer.



**Figur 5.** Sammenhenger mellom antall aure < 15 cm og antall aure  $\geq$  15 cm pr. garnserie i 72 norske innsjøer prøvefisket med Nordisk-oversiktsgarn.

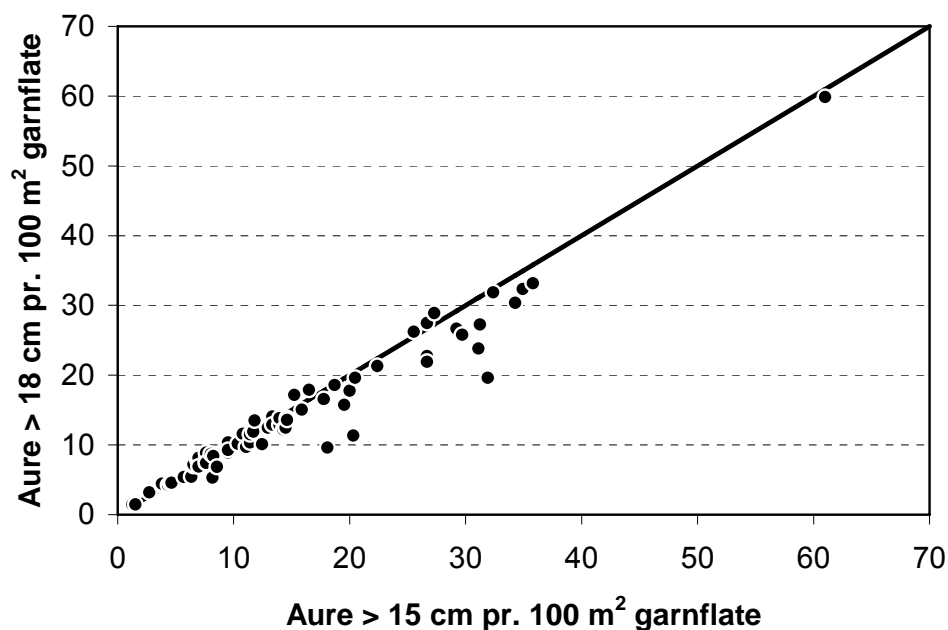
Denne store variasjonen mellom innsjøer i antall fisk som fanges ved bruk av garnserier med små maskevidder gjør at det kan være vanskelig å sette fornuftige grenser for hva som er en tett og hva som er en tynn bestand med basis i fangsten av antall aure på hele serien. Vekta av fangsten pr. garnserie er mere robust for slike variasjoner i fangst av små aure enn antallet fisk pr. garnserie. I de 88 innsjøene som ble fisket med SNSF-serie varierte vektutbyttet fra 49 g til 22,8 kg pr. garnserie. Denne variasjonen er mer sammenliknbar med variasjonen i vektutbytte ved bruk av Jensen-serien (fra 16 g til 17,5 kg pr. garnserie) enn variasjonen i antall fisk fanget pr. garnserie. Hvis hele fangsten av fisk på garnserier med små maskevidder skal brukes i en karakterisering av tetthet synes det nødvendig å ta hensyn til både antall og vekta av fanget aure, noe som gjør karakteriseringen mer komplisert. Vi foreslår derfor at det settes en nedre størrelsesgrense for hvilke fisk som skal telles med ved en karakterisering av aretetthet. En slik grense kan bidra til at variasjoner i fangst pr. innsats mellom og innen innsjøer som skyldes tilfeldigheter knyttet til fangst av små aure blir mindre.

Det er to mulige grenseverdier som peker seg ut basert på kunnskap om garnseleksjon og sammensetning av de ulike garnseriene som har vært mest brukt og synes mest aktuelle for framtidig bruk ved prøvefiske i norske innsjøer: 15 cm og 18 cm. En grense på 15 cm gjør at fisk som hovedsakelig fanges på garn med maskevidder fra og med 15,5/16 mm vil telle med ved karakteriseringen. Med en slik grense unngår en også de største feilkildene med lav fangbarhet hos små aure på småmaskede garn (f.eks. Jensen 1995, Jensen & Hesthagen 1996). En grense på 18 cm gjør at fisk som hovedsakelig fanges på maskevidder fra og med 19,5 mm vil telle med ved karakteriseringen. Dette innebærer at størrelsen på fisken som brukes ved klassifisering blir sammenliknbar mellom Jensen-serien og garnserier med mindre maskevidder. Ulempen ved å bruke en grense på 18 cm kan være at enkelte innsjøer med svært småvokst aure da framstår som relativt tynne bestander selv om fisketettheten av aure mellom 15 og 18 cm kan være svært høy.

En sammelikning mellom fangst pr. innsatsenhet (innsatsen målt som relevant garnareal (se **tabell 6**) for fangst av fisk over den aktuelle grensen) av aure over disse to grenseverdiene i 72 innsjøer fisket med Nordisk-oversiktsgarn viser at disse to målene gir svært sammenfallende

uttrykk for aretetthet i de fleste av de undersøkte innsjøene (**figur 6**). Et fåtall innsjøer framstår med en vesentlig høyere tetthet hvis grenseverdien settes til 15 cm enn hvis grenseverdien settes til 18 cm. Dette er innsjøer hvor en uforholdsmessig stor del av fangsten har vært aure i intervallet mellom 15 og 18 cm sammenliknet med de andre innsjøene. Dette kan skyldes spesiell bestandssammensetning i disse innsjøene eller tilfeldigheter ved innsamlingen.

Denne gode relasjonen mellom fisketetthet vurdert ut fra ulike grenseverdier for hva slags fisk som teller med ved karakteriseringen, indikerer også at fisketetthet vurdert ut fra fangster på Jensen-serien i mange tilfeller vil være godt sammelignbare med fisketetthet vurdert ut fra garnserier med mindre maskevidder, så lenge tettheten av fisk beregnes med utgangspunkt i relevant garnareal for de aktuelle størrelsesgrensene. Ettersom yngre aure vanligvis er mer tallrik enn eldre individ, må en imidlertid forvente at tettheten av fisk i størrelsesintervallet 15 - 18 cm vanligvis er større enn for eksempel i størrelsesintervallet 18 - 21 cm. Vi vil derfor forvente at tettheten av fisk vurdert ut fra fangster på Jensen-serien vanligvis vil bli vurdert noe lavere enn hvis samme innsjø hadde blitt prøvofisket med garnserier med små maskevidder (dvs 15,5/16 mm garn). I mange tilfeller øker imidlertid aurens fangbarhet på garn med økende fiskestørrelse (f.eks. Jensen 1995, Jensen & Hesthagen 1996, men se Borgstrøm 1995), og dette vil i så fall virke i motsatt retning. Vi har ikke data hvor innsjøer er prøvofisket samtidig med Jensen-serien og for eksempel Nordisk-oversiktsgarn. Det er derfor vanskelig å vurdere størrelsen på forskjellen i tetthetsvurdering basert på disse to ulike seriene. Det synes imidlertid helt klart at i innsjøer med svært småvokst aure kan tettheten av fisk undervurderes en god del hvis innsjøen prøvofiskes med Jensen-serien.



**Figur 6.** Sammenhengen mellom fangst pr. innsatsenhet av aure (antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate) for fisk  $\geq 15$  cm og fisk  $\geq 18$  cm for 72 innsjøer prøvofisket med Nordisk-oversiktsgarn. Arealet av relevant garnflate er summen av arealene av maskeviddene 15,5 mm - 52 mm for aure  $\geq 15$  cm (26,25 m<sup>2</sup> pr. garn), og summen av arealene av maskeviddene 19,5 mm - 52 mm for aure  $\geq 18$  cm (22,5 m<sup>2</sup> pr. garn). Linja viser at målene er like ( $y = x$ ).



Det er ikke uvanlig at den største eller de to største maskeviddene i Jensen-serien ikke brukes ved undersøkelser av aureinnsjøer. I mange tilfeller kjenner en så godt til bestandsforholdene at en vet at innsjøen ikke har nevneverdig antall aure som er så store at de fanges på slike maskevidder, og av praktiske hensyn lar en derfor være å sette disse garna. Med tanke på beregning av tetthet av aure er feilkilden liten om disse garna utelates i slike innsjøer da fangsten av stor fisk vil være null eller svært lav (en går imidlertid glipp av maskebiterne). I slike tilfeller er det viktig å understreke at tettheten av fisk må beregnes ut fra garnarealet på hele serien, og ikke med basis i garnarealet på de garna som brukes, fordi dette gjør at tallene ikke blir sammenliknbare med de grenseverdiene vi opererer med eller med fangst pr. garnflate på Nordisk-oversiktsgarn hvor disse store maskeviddene bestandig er representert.

Jensen-serien er bygd opp med garn som stort sett er tilgjengelig gjennom vanlig handel. Vi er av den oppfatning at det må la seg gjøre å gjennomføre et prøvefiske for å karakterisere aurebestander med basis i slike garn, og at det ikke kan stilles krav om kjøp av spesialgarn som Nordisk-oversiktsgarn.

## 2.5 Hvordan skal garna settes?

Det største problemet ved en karakterisering basert på fangst pr. innsatsenhet er å definere hvor (habitat) og når (f.eks. tid på året) innsatsen skal settes inn. Aure er en næringsdyr-generalist som spiser både dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk (f.eks. Aass 1969, Lien 1978, Næsje m.fl. 1998). Denne variasjonen i næringsvalg gjør at auren kan beite i alle deler av en innsjø, både på grunt vann, i de frie vannmassene og langs bunnen på dypere vann. Aure har en dynamisk habitatbruk i innsjøer hvor valg av oppholdsted varierer med tid på året, næringsdyrtilgjengelighet, fiskestørrelse, hvilke andre fiskearter som forekommer, og innsjøens størrelse og dybdeforhold (se L'Abée-Lund 1986, for en oppsummering). Tettheten av aure i de ulike habitater av en innsjø vil derfor kunne variere mye gjennom året. For å oppnå et mest mulig korrekt bilde av aurens bestandstetthet i en innsjø må det derfor fiskes i flere dybdeintervaller både i bunnære områder og i de frie vannmassene. Dette vil vanligvis ikke la seg gjøre ved enkle undersøkelser av aureinnsjøer.

Det har vært og er ulik praksis i hvordan garnene settes ved prøvefiske. Standard undersøkelse av norske aureinnsjøer med Jensen-serien har vanligvis forgått med bunnngarn satt enkeltvis fra land og med god avstand (minst 50 m) mellom hvert garn. Dette gjør i de fleste tilfeller at fisket foregår på grunt vann, vanligvis grunnere enn 5 - 10 m. Auren lever i mange innsjøer nært knyttet til bunnen i strandsonen store deler av året (L'Abée-Lund 1986) slik at et fiske i dette habitatet har vært formålstjenlig ved enkle undersøkelser. Dybdeintervallet som dekkes av garna vil imidlertid variere mellom innsjøer som følge av forskjeller i morfometri. Dette gjør at forskjeller i dybdefordeling av aure mellom innsjøer kan få betydning for sammenlikning av resultater fra prøvefiske.

For Nordisk-oversiktsgarn er det utarbeidet retningslinjer for garninnsats og garnas fordeling på ulike dyp avhengig av innsjøens størrelse og maksimumsdybde (se f.eks. Hindar m.fl. 1996). Disse retningslinjene baserer seg på at det skal gjennomføres en tilfeldig stratifisert innsamling av fisk. Stratifiseringen av innsats skjer med hensyn på hvilket dybdeintervall garna settes i. Følgende dybdeintervaller benyttes: 0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50, 50-75 og > 75 m. Ideelt sett skal garnas plassering innen ulike dybdeintervaller skje tilfeldig (randomisert), noe som innebærer at en ved hjelp av et dybdekart bestemmer garnas plassering på forhånd ved hjelp av en eller annen randomiseringsprosedyre. I praktiske undersøkelser gjennomføres vanligvis ikke en strikt randomisering, men garna plasseres "tilfeldig" spredt i ulike dybdeintervaller ved hjelp av ekkolodd på stedet. I grunne innsjøer blir alle garna satt i dybdeintervall som er relevante for fangst av aure, mens i dypere innsjøer vil en del garn blir satt på dyp hvor det fanges lite aure. Hvis disse garna inkluderes i beregningen av fangst pr. innsatsenhet (CPUE) vil dette kunne innebære at CPUE tenderer til å bli lavere i dype enn i grunne innsjøer. For at data på

CPUE fra innsjøer prøvefisket etter disse retningslinjene for Nordisk-oversiktsgarn skal kunne sammenliknes med andre måter å fiske på må det justeres for dette. En mulighet til å justere for dette er å bare inkludere fangsten på garn grunnere enn en gitt grense. Aurens dybdefordeling i innsjøer hvor den lever sammen med røye er korrelert med siktedypet og auren går dype-re ned i innsjøer med stort siktedyp (Langeland m.fl. 1991). Dette innebærer at aurens dybdefordeling vil variere mellom innsjøer. I innsjøer hvor auren lever alene kan den gå svært dypt, men også i slike innsjøer er tettheten av aure størst i gruntområdene (se f.eks. Jonsson 1989). Vi foreslår som et utgangspunkt at bare fangsten av aure i de to grunneste dybdeintervallene (0-3 og 3-6 m) tas med i beregningen av tetthet fra innsjøer som prøvefiskes etter retningslinjene for Nordisk-oversiktsgarn. En systematisering av fangstdata av aure fra innsjøer som er blitt prøvefisket etter disse retningslinjene ville gi interessant informasjon om hvordan aurens habitatbruk varierer mellom innsjøer og kunne bidratt til å fastsette den mest hensiktsmessige grensa for hvilke dybdeintervaller som bør inkluderes i beregningen på et mer objektivt grunnlag.

Det er heller ikke uvanlig at prøvefiske i innsjøer gjennomføres ved at garna settes i lenker fra gruntområdene ut mot største dyp. I slike tilfeller vil også CPUE basert på den totale garninnsatsen bli vesentlig lavere enn hvis CPUE baseres på garn satt i gruntområder (se f.eks. Hesthagen m.fl. 1997). Et forslag kan være at bare garn satt grunnere enn ca 10 m regnes med hvis CPUE fra slike undersøkelser skal sammenliknes med mer tradisjonelle måter å sette garna på. Dette krever imidlertid at hele garnserien har fisket i det angitte dybdeintervallet for at dataene skal være sammenliknbare. Ved prøvefiske med lenker velges ofte stasjonene slik at ulike stasjoner i samme innsjø har lik dybdeprofil. Dette kan medføre at garna ikke fanger opp heterogeniteten av aurehabitater i en innsjø, og fangstene kan gi et feil inntrykk av aurebestandens tetthet. Ved prøvefiske med både garn i lenker og garn satt enkeltvis i innsjøer på Høylandet i Nord-Trøndelag (Hesthagen m.fl. 1997) var fangst pr. innsatsenhet av aure i sammenliknbare dybdeintervall (ca 0-5 m) langt lavere for garna satt i lenker enn garn satt enkeltvis.

Disse forslagene med hensyn på hvilke dybdeintervaller som skal tas med i beregninger av fangst pr. innsatsenhet innebærer at karakterisering av fangstutbytte ved prøvefiske av aure er en karakterisering av tettheten av aure i strandnære områder. De opplysningene vi har samlet omkring fangstutbytte ved prøvegarnfiske i denne rapporten er samlet inn på denne måten (se kapittel 2.2). I utarbeidelsen av klassifisering av fangster på prøvegarn har vi basert oss på disse opplysningene. Til tross for disse forbeholdene synes det klassifiseringssystemet vi har utarbeidet å være rimelig robust idet innsjøer som er fisket flere ganger (til ulik tid på året) stort sett oppnår samme karakterisering av fangst (se kapittel 2.2).

Vanligvis gjennomføres et prøvefiske i aurevatn på sensommeren eller tidlig høst, dvs. i august eller september. På dette tidspunkt av året er gonadeutviklingen kommet såpass langt at det går greit å skille mellom gytere og gjellfisk. I mange lokaliteter, spesielt i rene aurevatn, kan store deler av bestanden gå ute i de frie vannmassene på denne tiden av året. I slike tilfeller vil fangst pr. innsatsenhet på bunnsatte garn nær land undervurdere fisketettheten i innsjøen. Dette problemet med undervurdering av tetthet er sannsynligvis størst i rene aurevatn med tette bestander. En mulig strategi for slike situasjoner er å anbefale et prøvefiske om våren for å vurdere bestandstetthet og ett prøvefiske om høsten for å vurdere størrelse på gytemodne hunnfisk.

## 2.6 Kan opplysninger om bestandssammensetning brukes?

Garnserier er sammensatt for å fange fisk noenlunde representativt over et større lengdeintervall for å skaffe informasjon om bestandssammensetningen. Spørsmålet er om og eventuelt hvordan slike opplysninger kan utnyttes i karakteriseringen av bestander. For Jensen-serien har flere forsøkt å sette opp kriterier for hvordan data fra prøvefiske kan brukes til å vurdere tilstanden i aurebestander.

J.W. Jensen (1979) foreslo en metode for å karakterisere aurebestander ut fra fangstens sammensetning på standard bunngarnserier (Jensen-serien). Den gikk ut på å bruke fangstene på 21 mm maskevidde (to garn pr. serie) som et mål på rekruttering, mens fangstene på 26-35 mm maskevidde ble valgt ut som et mål for fisk av attraktiv størrelse. Videre foreslo han at forholdet mellom gjennomsnittlig utbytte i gram pr. garnatt på maskeviddene 26-35 mm og gjennomsnittlig antall fisk pr. garnatt på maskevidden 21 mm kunne brukes til å si noe om tilstanden i bestanden. Et forholdstall mellom 40 og 70 indikerte en rimelig god balanse mellom rekruttering og utbytte av aure i innsjøen. Lavere verdier enn 40 var et tegn på overbefolkning eller vekststagnasjon, mens høyere verdier enn 70 viste at rekrutteringen var for liten i forhold til den utnyttbare delen av bestanden (Jensen 1979). Disse grenseverdiene er åpenbart satt ut fra en skjønnsmessig vurdering av dataene. Jensens inndeling er interessant ved karakterisering av aurebestander fordi inndelingen prøver å si noe om forholdet mellom rekruttering og utbytte, og dermed noe om bestandsstruktur, ut fra ett enkelt kriterium. Slike kriterier kan være nyttige i en tilstandsvurdering av aurebestander. Jensens inndeling er også god på den måten at den nøytraliserer effekten av at innsjøer har ulik produktivitet slik at det blir det relative forholdet mellom rekruttering og utbytte som vektlegges, og ikke de absolutte tallene. Jensens karakterisering er basert på et forholdstall og dette gjør at vurderingen nødvendigvis blir usikker hvis materialstørrelsen er liten.

Ved prøvefiske blir utbyttet av aure på ulike maskevidder ofte benyttet for å si noe om bestandenes tilstand. I "Prosjekt Fjellfisk" ble over 220 aurevann i fjellregionen i Buskerud undersøkt med Jensen-serier (Garnås & Huseby 1995). I en oppsummering av resultatene fra denne undersøkelsen ble aurebestandenes status med hensyn på utnyttelse av fiskeressursene vurdert ut fra flere kriterier. Bestandstetthet ble vurdert ut fra gjennomsnittlig antall fisk fanget pr. garnatt på hele serien. Rekruttering (forekomst av småfisk) ble vurdert ut fra fangstene på 21 mm garn (to garn pr. serie). Disse garna fanger hovedsakelig fisk på rundt 20 cm. Forekomst av større fisk ble vurdert ut fra fangsten på maskeviddene 26-35 mm, som fanger fisk i lengdeintervallet 25-35 cm (150-400 g). Forekomst av stor utnyttbar fisk ble vurdert ut fra fangsten på maskeviddene 40-52 mm. Disse maskeviddene fanger fisk i området 37-45 cm, eller fra 450 g opp til kiloen. I tillegg ble opplysninger om gjennomsnittsvekt, kondisjonsfaktor, kjønnsmodning (% modne fisk), kjøttfarge og lengdevest ved ulike aldre brukt til å si noe om tilstanden til disse aurebestandene.

Fangsten av større fisk er ofte av spesiell interesse ved undersøkelse av fiskevatn idet dette sier noe om innsjøenes attraktivitet som sportsfiskevatn eller matfiskevatn. Opplysning om antall/tetthet av større fisk i fangsten er derfor aktuelt å ta med i en tilstandsvurdering eller ressursvurdering i forbindelse med karakterisering av aureinnsjøer. Hvis en slik vurdering skal kunne gjennomføres uavhengig av garnserie som er benyttet, kan ikke fangsten på ulike maskevidder eller kombinasjon av maskevidder brukes fordi ulike garnserier ikke er likt sammensatt. Det er derfor nødvendig å sette en eller annen størrelsesgrense for hva slags fisk en skal regne med ved en slik karakterisering og å utarbeide kriterier for hvordan slike opplysninger skal vurderes ved bruk av andre garnserier enn Jensen-serien.

Vi vil ikke foreslå at kriterier basert på sammensetningen av fiskebestanden benyttes direkte ved karakterisering av aurebestander. Det er imidlertid høyst aktuelt at slike kriterier utvikles i en eventuell veileder for vurdering av prøvefiskedata fra aurevatn med tanke på lokalt bruk. For Jensen-serien kan en ta utgangspunkt i de vurderingene som allerede foreligger. Så vidt vi

kjenner til er det ingen som har forsøkt å sammenstille enkle tommelfinger-regler for vurdering av aurebestander med basis i fangstenes sammensetning på andre garnserier enn Jensen-serien.

## 2.7 Oppsummering

Det er sannsynligvis ingen enkel universell sammenheng mellom fangst pr. innsatsenhet på garn og aurebestandens tetthet. Fangst pr. innsatsenhet vil derfor bare være et indirekte mål på den reelle tettheten av aure i en lokalitet. Fangst pr. innsats av aure varierer gjennom sesongen og mellom ulike innsamlinger i samme innsjø. Vi mangler datagrunnlag for å kvantifisere denne variasjonen på en systematisk måte.

Både antall fisk og vekta av fisken pr. innsatsenhet kan benyttes ved en karakterisering av aurefangstens tetthet. Vi foreslår imidlertid at en tar utgangspunkt i antall fisk ved karakterisering av auretetthet idet dette målet samsvarer best med hva en ønsker å oppnå ved klassifisering-en.

Vi foreslår at karakterisering av auretetthet skjer med utgangspunkt i fangster av aure på bunngarn i strandnære områder (grunnere enn ca 10 m). I de aller fleste tilfeller hvor garn på tradisjonelt vis settes enkeltvis fra land vil fisket skje på grunnere vann enn 5 -10 m. Ved fiske med Nordisk-oversiktsgarn etter retningslinjene for stratifisert innsamling med hensyn på dyp, foreslår vi som et utgangspunkt at bare fangsten av aure i de to grunneste dybdeintervallene (0-3 og 3-6 m) tas med i beregningen av tetthet. Ved bruk av garnlenker fra strandsonen og utover mot dypet kan fangstene grunnere enn 10 m inkluderes hvis hele garnserien har fisket i dette intervallet.

Vi foreslår at bare fisk større enn 15 cm skal benyttes ved karakterisering av auretetthet. Fangsten av aure over denne størrelsen beregnes som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. garnnatt. Med relevant garnflate menes arealet av de maskeviddene som hovedsakelig fanger fisk over 15 cm, dvs garn med maskevidder fra 15,5/16 mm og oppover. Vi har gitt retningslinjer for hvordan fangst pr. innsatsenhet pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate regnes ut med basis i antall fisk større enn 15 cm fanget på ulike garnserier. Prøvefiske for å karakterisere auretetthet må kunne gjennomføres med garn som er i vanlig handel, og ikke være avhengig av spesialgarn som Nordisk-oversiktsgarn.

Vi vil ikke foreslå at kriterier basert på sammensetningen av fiskebestanden benyttes direkte ved karakterisering av aurebestander. Det er imidlertid høyst aktuelt at slike kriterier utvikles i en eventuell veileder for vurdering av prøvefiskedata fra aurevatn med tanke på lokalt bruk. For Jensen-serien kan en ta utgangspunkt i de vurderingene som allerede foreligger. Så vidt vi kjenner til er det ingen som har forsøkt å sammenstille enkle kriterier for vurdering av aurebestander med basis i fangstenes sammensetning på andre garnserier enn Jensen-serien.

### 3 Karakterisering av vekstforhold ut fra størrelsen på gytefisk

Ved tilstandsvurdering av en aurebestand er kunnskap om bestandens vekst viktig, blant annet for å vurdere bestandens forhold til næringsgrunnlaget i lokaliteten. Sammenholdt med opplysninger om bestandens tetthet gir fiskens vekst informasjon om næringsbegrensning og muligheter for eventuell rekrutteringsbegrensning. Dette er helt avgjørende for vurdering av forvaltningsregler og mulige fiskestellstiltak.

For å studere fiskens vekst kreves det at alderen til auren bestemmes. I de tilfeller det ikke er tilgang på øvet personell for aldersbestemmelse, kreves det andre og enklere metoder for å vurdere vekstforholdene. I dette kapitlet vurderer vi hvordan opplysninger om størrelsen på gytemodne hunnfisk kan benyttes til å karakterisere vekstforholdene.

Til hjelp ved vurderingen i dette notatet har vi benyttet materiale fra den databasen over prøvegarnfangster på Jensen-serier som vi har bygd opp. I tillegg har vi systematisert publiserte og upubliserte data på sammensetningen av gytebestander i noen norske aurebestander. For å illustrere notatet, spesielt hvordan andelen og størrelsen av kjønnsmodne hunnfisk varierer mellom år, har vi benyttet et langtidsmateriale samlet inn fra Høysjøen i Nord-Trøndelag i perioden 1986-99.

#### 3.1 Karakterisering av vekstforløp i aurebestander

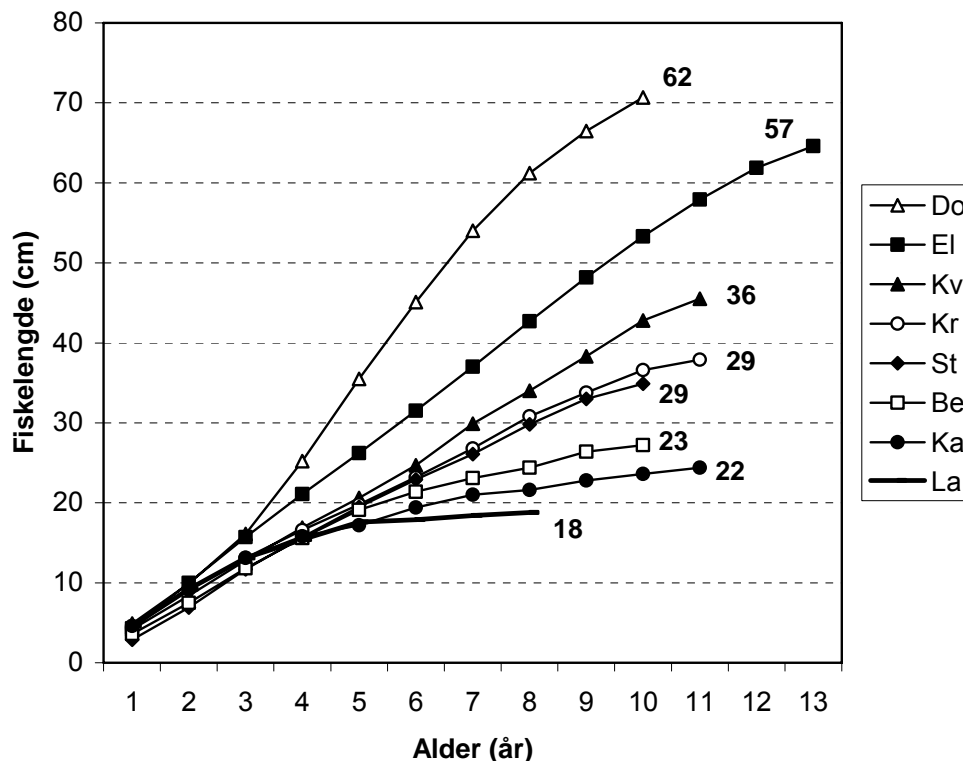
Aurens veksthastighet og kroppsstørrelse er fleksibel, og for en stor del avhengig av mengden og kvaliteten av maten den spiser (Alm 1959). En vesentlig årsak til at aurens kroppsstørrelse og vekst varierer mellom ulike lokaliteter er således at de naturgitte forhold for næringsdyrproduksjon varierer. I innsjøer hvor auren lever alene blir det utover de naturgitte forhold for næringsproduksjon i høy grad bestandens tetthet som er avgjørende for aurens vekst. Bestandens tetthet avhenger igjen av rekrutteringsforholdene og beskatningen. I innsjøer hvor auren lever sammen med andre fiskearter, vil også disse i stor grad kunne påvirke aurens vekst og kroppsstørrelse. På den ene side vil andre fiskearter konkurrere med auren om ulike typer næringsdyr med mulig redusert vekst og liten kroppsstørrelse hos aure som resultat. På den annen side vil andre fiskearter kunne fungere som bytte for auren slik at den kan oppnå svært rask vekst og stor kroppsstørrelse.

Det beste kriteriet for å vurdere en aurebestands forhold til næringsgrunnlaget er bestandens vekstforløp. Hvis veksten flater ut ved liten størrelse viser dette at lokaliteten for øyeblikket ikke har næringsgrunnlag som tillater fisken å vokse seg større. Bestander med småvokst aure finnes i lokaliteter med dårlig næringstilgang, i bestander som er svært tette slik at mange individer må dele et begrenset næringstilbud, eller i lokaliteter hvor andre fiskearter utøver et sterkt konkurransepress, og kombinasjoner av disse. Småvokste aurebestander betegnes ofte som "overbefolkede" og slike bestander er ofte lite attraktive for sports- og fritidsfiskere. Begrepet overbefolkning assosieres ofte med et stort antall fisk, småfallen fisk, avmagring av de litt større fiskene og en høy prosent kjønnsmodne individer (Jensen 1972). En av hovedårsakene til overbefolkning antas å være at rekrutteringen av småfisk til bestanden er for stor, mens dødeligheten hos eldre fisk er liten (f.eks. ved at det ikke foregår fangst).

Begrepet overbefolkning er imidlertid i noen sammenhenger uheldig idet det assosierer den småvokste tilstanden med stor tetthet av fisk. I lavproduktive innsjøer kan selv en relativt tynn aurebestand vise klare såkalte overbefolkningstrekk, og i innsjøer hvor auren lever sammen med tette bestander av annen fisk (f.eks. røye eller abbor) kan også en tynn aurebestand vise

de samme trekkene. Det kan derfor være bedre å holde seg til begreper som småvokste og storvokste aurebestander.

I de fleste bestander vil fiskens vekstforløp (lengde med økende alder) beskrives av en krum kurve som flater ut mot en øvre grense (asymptoten), dvs. fiskens lengdeøkning avtar med økende alder. Den asymptotiske lengden uttrykker størrelsen på gjennomsnittsfisken når veksten flater ut og benevnes ofte som *gjennomsnittlig oppnåelig maksimumstørrelse*. Dette er en karakteristikk for **bestandens** vekstforløp og ikke for enkeltindivider, slik at enkeltfisk kan bli større enn dette. I tilfeller hvor noen enkeltindivider skifter diett til større og mer næringsrike byttedyr (som småfisk), kan disse enkeltindividene bli vesentlig større enn hva gjennomsnittsfisken blir. Den gjennomsnittlige oppnåelige maksimumstørrelsen er et godt uttrykk for fiskens vekstforhold i lokaliteten og kan brukes som et utgangspunkt for å klassifisere vekstforholdene. I lokaliteter hvor fiskens vekstmuligheter er dårlige blir denne størrelsen lav, mens med bedre vekstmuligheter øker den gjennomsnittlige maksimumstørrelsen. I enkelte lokaliteter er vekstforholdene så gode at fisken viser vedvarende vekst opp i høy alder eller veksten flater først ut ved svært store størrelser (f.eks. mange storaurebestander). Vedvarende vekst opp i høy alder kan også finnes i innsjøer hvor auren lever alene og rekrutteringen er liten, slik at bestanden er tynn og mattilgangen til den enkelte fisk blir stor.



**Figur 7.** Eksempler på vekstforløp hos en del norske innsjøbestander med aure. Bestander med vedvarende vekst, eller utflating av vekst over 40 cm: Randstjorden, Dokka (Do); Femund, Elgåa (EI); Kvennsjøen (Kv). Bestander med utflating av vekst under 40 cm: Krekjavatn (Kr) og Storglomvatn (St). Bestander med utflating av vekst under 30 cm: Berdalsvatn (Be), Kambetjern (Ka) og Langvatn (La). Tallene på figuren angir gjennomsnittsstørrelsen til gytemodne hunnfisk i de enkelte bestandene.

En karakterisering av vekstforhold hos aurebestander kan ta utgangspunkt i bestandenes vekstforløp (**figur 7**). En naturlig inndeling av vekstforløp kan være å karakterisere ut fra ulike nivåer (størrelser) for utflating av veksten. F.eks. kunne utflating av vekst under 20 cm være et slikt nivå (en indikasjon på svært dårlige vekstforhold). Hvor nivåene skal plasseres blir en vurdering ut fra hva som er hensiktsmessig for forvaltningsavgjørelser. I alle tilfelle synes det ikke hensiktsmessig med mange ulike nivå i et klassifiseringssystem for vekstforløp.

Vi foreslår innledningsvis to nivåer for utflating av vekst i forbindelse med karakterisering av vekstforløp:

- utflating av vekst under 30 cm.
- utflating av vekst under 40 cm (dvs. mellom 30 og 40 cm).

Et skille på 30 cm kan begrunnes i at hvis aurens vekst stagnerer ved en slik størrelse eller lavere forekommer det en klar næringsbegrensning for større fisk. I rene aureinnsjøer er det da som regel ikke noe poeng i å ha strenge restriksjoner på fiskeuttaket. En slik grense vil derfor kunne danne grunnlag for forvaltningsmessige avgjørelser. I tillegg til disse to klassene foreslår vi en klasse for lokaliteter hvor "veksten" er bedre enn dette, dvs. enten vedvarende vekst ut over 40 cm eller utflatende vekst med større maksimal størrelse enn 40 cm. I lokaliteter med slik vekstforløp er veksten hos større aure neppe særlig næringsbegrenset.

Kriteriene for utflating av vekst kan bestemmes objektivt. Asymptotisk lengde (hvis den kan finnes) kan beregnes ved å tilpasse størrelses- og aldersdata fra en fiskebestand til vekstkurver (f.eks. von Bertalanfy 1938). Dette krever aldersbestemmelse av fisken og statistisk verktøy for robuste beregningsmetoder av parametrene i vekstkurven (se Forseth m.fl. 1997). Alternativt kan lengden hvor veksten begynner å flate ut vurderes ut fra selve vekstkurven hvis materialet er omfattende nok. For karakterisering hvor det ikke er tilgang på øvet personell for aldersbestemmelse kreves det andre og enklere metoder for å vurdere vekstforholdene. I slike tilfeller foreslår vi å bruke gjennomsnittlig størrelse på kjønnsmoden hunnfisk som et indirekte mål på lokalitetens vekstforhold. Dette forslaget har både forankring i generell livshistorieteori og i empiriske data vi har sammenstilt fra prøvefiskematerialer fra norske innsjøer med aure (se neste avsnitt).

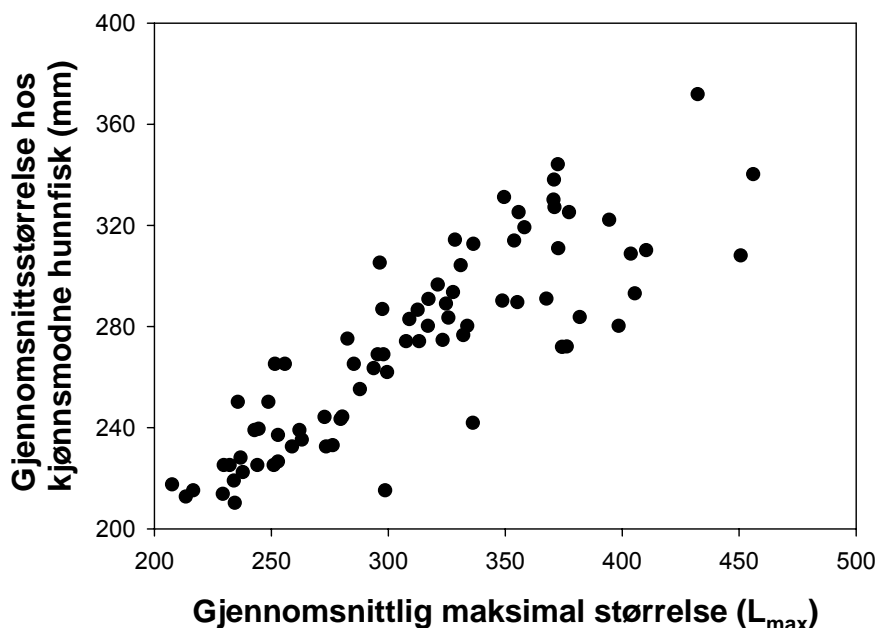
## 3.2 Gytefiskstørrelse og vekstforløp

Gytefiskens størrelse (spesielt størrelsen på hunnfisken) er interessant som kriterium i forbindelse med karakterisering av aurebestander fordi denne karakteren er en funksjon både av bestandens dødelighets- og vekstforhold. Livshistorieteori tilsier at fisk kjønnsmodner ved en alder og størrelse som gir maksimum reproduktiv utbyttet i livsløpet (Stearns 1992). Dette vil sammenfalle med den alderen/størrelsen hvor produktet av forventet overlevelse og forventet antall avkom er maksimalt.

Hos hannfisk er det flere strategier som kan gi høy reproduktiv suksess; snikeatferd hos små fisk, aggresjonsdempende atferd hos mellomstor fisk, og aggressiv dominans hos stor fisk (Gross 1985, Fleming 1996). Hos hannene er det også bare en svak sammenheng mellom mengde melke og reproduktiv suksess (Fleming 1999). Sammenhengen mellom reproduktiv suksess og fiskestørrelse er derfor kompleks, og størrelsen på gytemodne hanner kan derfor være dårlig egnet til klassifisering av bestander. Hos hunnfisk derimot er den reproduktive suksessen ofte en direkte funksjon av fiskens størrelse blant annet fordi eggmengden øker med økende kroppsstørrelse (Fleming 1999). Gyteområdets beskaffenhet og oppvandringsmulighetene kan imidlertid legge en begrensning på hvor stor det er lønnsomt å bli. Enkelte gytelokaliteter kan også favorisere spesielt stor fisk (van den Berghe & Gross 1984, 1989). Størrelsen på hunnfisken ved første kjønnsmodning er imidlertid først og fremst bestemt av en avveining mellom forventet overlevelse og forventet vekst (Stearns 1992). I lokaliteter hvor overlevelsen

til eldre fisk er høy og hvor fisken kan forvente en vedvarende vekst vil derfor kjønnsmodningen skje ved relativt høy alder og stor størrelse. I lokaliteter hvor fisken ikke kan forvente en vedvarende vekst ved økende alder vil kjønnsmodningen skje ved lavere alder og mindre størrelse. En generell trend er derfor at hunner ofte kjønnsmodnes når veksten begynner å avta markert (nær asymptotisk størrelse i bestanden) gitt at risikoen for å dø ikke er for stor fram til fisken når denne størrelsen (Forseth m.fl. 1994). Dette betyr at i lokaliteter hvor vekstforholdene er gode, enten på grunn av generell høy produktivitet eller på grunn av tilgang på store byttedyr (f.eks. småfisk), så vil størrelsen ved kjønnsmodning være større enn i bestander hvor fisken raskere opplever en næringsbegrensning.

Ideelt sett er det størrelse ved første kjønnsmodning (den størrelsen hvor 50 % av hunnene blir kjønnsmodne) som bør benyttes ved en vurdering av gytefiskstørrelse ved karakterisering. I de tilfeller hvor det ikke er mulig å bestemme alder og størrelse ved kjønnsmodning på et tilstrekkelig stort materiale til å vurdere størrelse ved 50 % kjønnsmodning, vil vi foreslå at gjennomsnittsstørrelsen på hunnfisken i gytebestanden brukes.



**Figur 8.** Sammenhengen mellom gjennomsnittlig maksimal størrelse og gjennomsnittsstørrelse hos kjønnsmodne hunnfisk for 78 norske aurebestander.

Data vi har sammenstilt tyder på at det er en god sammenheng mellom gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk og gjennomsnittlig maksimumsstørrelse i norske innsjøbestander av aure. I et materiale fra 78 innsjøer med aure som har blitt prøvefisket med Jensen-serien økte gjennomsnittlig størrelse på gytemodne hunner med økende gjennomsnittlig maksimal fiskestørrelse i bestandene ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.001$ ; **figur 8**). Størrelsen på de kjønnsmodne hunnene kan derfor brukes som en indikator for aurens gjennomsnittlige oppnåelige maksimumsstørrelse i en bestand. I aurebestander hvor veksten flater ut ved lengder på under 30 cm var gjennomsnittsstørrelsen på de gytemodne hunnene vanligvis mindre enn 25 cm. I aurebestander hvor veksten flater ut på lengder mellom 30 og 40 cm var gjennomsnittsstørrelsen på de gytemodne hunnene vanligvis mellom 25 og 35 cm.



I vårt materiale er bestander hvor veksten flater ut ved lengder over 40 cm sparsomt representert, men dette materialet og andre opplysninger kan indikere at hvis en aurebestand har en gjennomsnittlig gytefiskstørrelse på mer enn omlag 35 cm, så har bestanden enten vedvarende vekst eller veksten flater ut ved større lengder enn 40 cm. En slik antagelse støttes av kunnskap om størrelsen på kjønnsmodne hunner i aurebestander hvor fisken blir stor. Storaurebestander, som har stor maksimal størrelse og/eller vedvarende vekst inn i høy alder, kan sannsynligvis karakteriseres ved at gytefiskstørrelsen hos hunnfisken er 40 cm eller større (Ugedal m.fl. 1999). Gjennomsnittsstørrelsen til kjønnsmoden hunnfisk i norske sjøaurebestander, som også er aure med vedvarende vekst, varierer mellom 38 og 64 cm (L'Abée-Lund m.fl. 1989).

### 3.3 Gytefiskstørrelse som kriterium ved karakterisering av aurebestander

Til hjelp ved vurderingen i dette kapitlet har vi systematisert publiserte og upubliserte data på sammensetningen av gytebestander i noen norske aurebestander. For å illustrere dette forholdet, spesielt hvordan andelen og størrelsen av kjønnsmodne hunnfisk varierer mellom år, har vi benyttet et langtidsmateriale samlet inn fra Høysjøen i perioden 1986-99.

#### Kjønnsmodning hos aure i Høysjøen

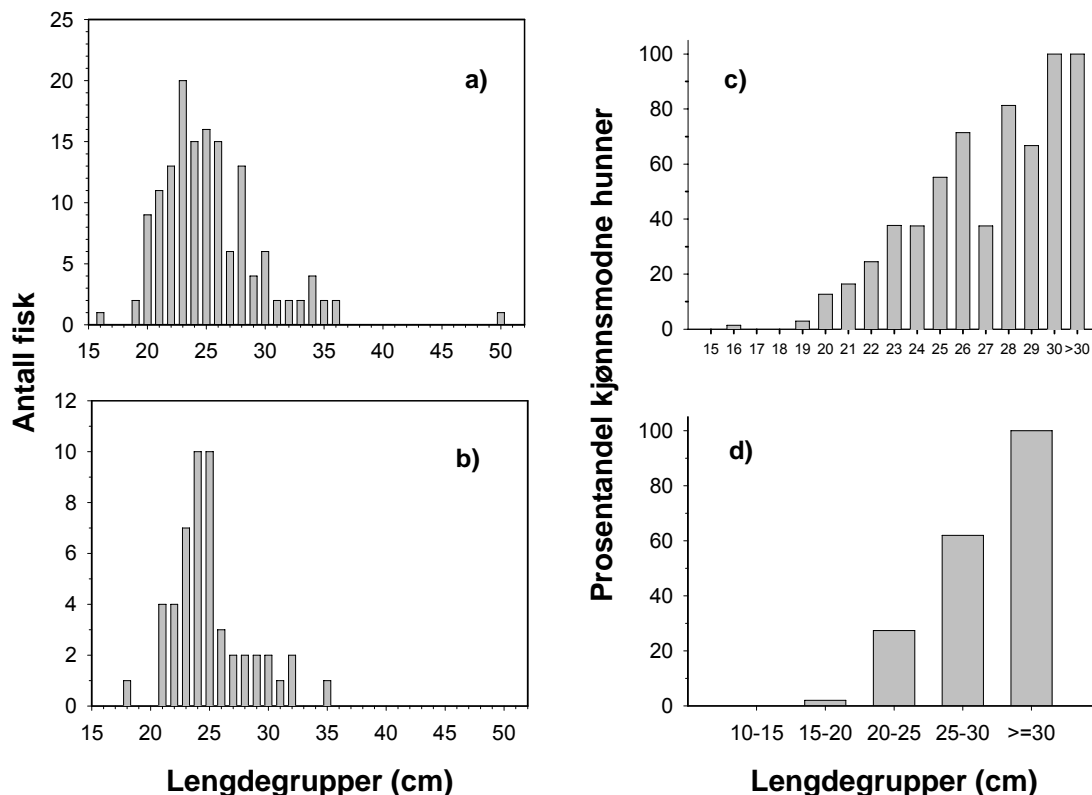
Fiskebestandene (aure og røye) i Høysjøen i Nord-Trøndelag har vært fulgt opp som et ledd i overvåkning av radioaktivt cesium som følge av Tsjernobylulykken siden 1986. Innsamling av fisk har skjedd fra 2 til 4 ganger pr. år. I alle år har det vært minst én vårinnsamling (mai-juni) og minst én høstinnsamling (vanligvis i september eller tidlig oktober). Innsamlingen har hovedsakelig skjedd med en prøvegarserie bestående av seks maskevidder (12,5 - 16 - 19,5 - 24 - 29 og 35 mm). I 1997 ble oppvandringen av gytefisk i den viktigste gytebekken, Haukåa, kontrollert ved en fiskefelle. Fella var i drift fra slutten av september til midt i oktober. Ved oppstart ble hele bekken overfisket med elektrisk fiskeapparat og lengde og kjønn på allerede oppvandet gytefisk ble registrert. Fella var ute av drift i perioder med høy vannstand og stor drift av løv i bekken.

For å vurdere kjønnsmodning hos auren i Høysjøen har vi benyttet alt materiale som er samlet inn med garn fra august til oktober. Totalt består materialet av 887 hunner (hvorav 146 kjønnsmodne) og 861 hanner (377 kjønnsmodne). Materialet fra Høysjøen illustrerer et vanlig problem ved mange fiskebiologiske undersøkelser, nemlig at antallet fisk prøvetatt på det enkelte tidspunkt eller det enkelte år blir relativt lite. Dette gjør at antallet kjønnsmodne individer (spesielt hunner) på enkelte innsamlingstidspunkt kan være lavt. I materialet fra Høysjøen har antallet kjønnsmodne hunner variert mellom 3 til 28 fisk de ulike år, med et gjennomsnitt på 10 fisk pr. år. Materialet fra Høysjøen er på grunn av dette godt egnet til å illustrere variasjoner mellom år i ulike parametere knyttet til kjønnsmodning i prøvefiske-materialer.

Vanlig maksimalstørrelse av auren i Høysjøen er i underkant av 40 cm. I løpet av undersøkelsen er det fanget to store aurer på over 50 cm. Begge disse har hatt fisk i magen og skjellavlesning har vist at disse fiskene har hatt en svært god vekst sammenlignet med andre individ i bestanden. Denne gode veksten skyldes sannsynligvis overgang til fiskediett. Auren i Høysjøen blir ikke gammel og fisk eldre enn 5 år er sjelden. Dette skyldes sannsynligvis et betydelig fangsttrykk (garnfiske) på større og eldre fisk.

Hunnauren i Høysjøen kjønnsmodner fra 2 - 6 års alder (**figur 9**). Andelen kjønnsmodne hunner blant 2-åringene var svært lav, med 0,6 %. Hovedtyngden av hunnene kjønnsmodner ved 3 og 4 års alder og andelen kjønnsmodne individ i disse to aldersgruppene var henholdsvis 27 og 68 %. Blant 5-åringene var andelen modne hunner 95 %, mens all hunnfisk 6 år og eldre var modne.

Lengdefordelingen av kjønnsmodne hunner var en-toppig og haugformet både for fisk fanget på garn i innsjøen og for fisk fanget i gytebekken (**figur 9**). I garnfiskmaterialet varierte størrelsen fra 16 cm til 50 cm, med gjennomsnittsstørrelse på 25,3 cm. I gytebekkmaterialet varierte størrelsen fra 18 cm til 35 cm, med gjennomsnittsstørrelse på 25,0 cm.



**Figur 9.** Lengdefordeling av kjønnsmodne hunner og prosentandel kjønnsmodne hunner i ulike lengdegrupper hos aure i Høysjøen. a) Lengdefordeling av fisk fanget på garn 1986-1999 ( $n = 146$ ). b) Lengdefordeling av fisk fanget i felle og ved elfiske i Haukåa (den viktigste gytebekken) i 1997 ( $n = 51$ ). c og d). Prosentandel kjønnsmodne hunner i ulike lengdegrupper hos aure fanget på garn i Høysjøen.

Andelen kjønnsmodne hunner var lav for fisk mindre enn 20 cm (**figur 9**). Deretter økte andelen kjønnsmodne hunner med økende lengde fram til 50 % kjønnsmodning i lengdegruppen 25 cm. Dette stemmer godt med gjennomsnittsstørrelsen til kjønnsmodne hunner i Høysjøen. Andelen modne hunner varierte en del i størrelsesintervallet mellom 25 - 30 cm. Dette kan være forårsaket av at materialet blir lite for noen lengdegrupper i dette intervallet. All hunnfisk større enn 30 cm som vi har fanget har vært kjønnsmodne.

Fiskens størrelse ved kjønnsmodning er en viktig parameter som brukes ved studier av livshistorie i fiskebestander. Vanligvis oppgis denne parameteren som størrelse ved 50 % kjønnsmodning (L50; f.eks. Trippel & Harvey 1991). For å estimere denne parameteren er det utviklet mange metoder (se Trippel & Harvey 1991) og den anbefales ofte estimert ved ikke-lineær regresjon av logistisk type (Chen & Paloheimo 1994). Denne estimeringsmetoden baserer seg på andelen kjønnsmodne hunner i ulike lengdegrupper. Hvis vi benytter denne estimeringsmetoden for Høysjømaterialet, blir L50 = 24,9 cm for kjønnsmodning hos hunner. Det er

altså god overenstemmelse mellom gjennomsnittsstørrelsen av de kjønnsmodne hunnene (25,3 cm) og estimatet av livshistorieparameteren L50. På samme måte var det god overenstemmelse mellom gjennomsnittsstørrelsen (20,7 cm) og estimatet L50 for kjønnsmodne hanner (20,0 cm) i Høysjøen. Også i en del andre materialer vi har overensstemmer estimatet av L50 rimelig godt med gjennomsnittsstørrelsen, men vi har foreløpig testet for få aurebestander til å kunne vurdere hvor generell denne overensstemmelsen er.

#### Krav til prøveuttak ved estimering av gjennomsnitt

Kravet til prøveuttak for å bestemme et gjennomsnitt avhenger av hvor presist en ønsker å bestemme snittet og hvor variabel parameteren er. Gitt at en ønsker å bestemme et gjennomsnitt med 95 % sikkerhet kan for normalfordelte variabler følgende forenklete formel benyttes (Krebs 1989):

$$n \approx \left( \frac{200CV}{r} \right)^2$$

hvor n = nødvendig prøveuttak, CV = variasjonskoeffisienten (standardaviket i proporsjon av middelveidien) og r = ønsket relativ feilmargen (bredden av konfidensintervallet som prosent av middelveidien, dvs konfidensintervallet er  $\pm r$  % av middelveidien).

For eksempel kan vi ta en bestand hvor gjennomsnittslengden av kjønnsmodne hunnfisk er 25 cm og variasjonskoeffisienten (for denne størrelsen) er 0,15. Hvis vi ønsker å bestemme gjennomsnittslengden med 15 % feilmargen (dvs  $\pm 3,75$  cm) i denne bestanden så kreves et prøveuttak på fire kjønnsmodne hunnfisk. Ønsker vi 10 % feilmargen (dvs  $\pm 2,5$  cm) må vi undersøke 9 fisk, og hvis feilmarginen skal ned i 5 % ( $\pm 1,25$  cm) øker kravet til prøveuttak til 36 fisk. Dette forutsetter selvsagt at prøveuttaket skjer tilfeldig fra bestanden.

#### Hvor variabel er lengden til kjønnsmodne hunner i aurebestander?

Prøveuttakets størrelse for å anslå gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunner vil altså avhenge av hvor variabel lengden av de kjønnsmodne hunnene er. I **tabell 7** og **8** har vi sammenstilt en del data på hvordan denne variasjonen er i norske aurebestander. I gytebekker/elver hvor gytebestanden har blitt undersøkt ved gjentatt elfiske eller ved bruk av oppgangsfeller, varierte variasjonskoeffisienten (CV) mellom 0,03 og 0,19 (**tabell 7**). Lavest CV ble funnet i gytebekkene til Tesse og i innløpsbekken til Frotveitvatn. I begge disse innsjøene lever auren alene. I Høysjøen, Songsjøen og Våvatn, som er innsjøer hvor auren lever sammen med røye, var CVene vesentlig høyere. Høyest CV ble funnet i Indre Vådåa, en gytebekk til Våvatn. Den høge CVen i denne bekken er delvis forårsaket av at denne gytebestanden hadde noen få gytehunner som var vesentlig større enn gjennomsnittet. Dette var sannsynligvis aure som hadde gått over på fiskediett og dermed oppnådd en vesentlig større kroppsstørrelse enn vanlig for auren i Våvatn. I Elgåa og Litjåa, som er tiløpselver til Femund, var variasjonskoeffisienten for lengde hos kjønnsmodne hunner på samme nivå i som i de tre innsjøene hvor auren lever sammen med røye. Auren i Femund er i stor grad fiskespisere når de blir store. Både Elgåa og Litjåa synes å ha gytebestander med et stort innslag av individer som har gått over på fiskediett (Ugedal m.fl. 2000). Variasjonen i gytefiskstørrelse er altså ikke større i storaurebestander enn i bestander som ikke kan karakteriseres som storaure.

I noen innsjøer hvor aurebestanden har blitt undersøkt ved prøvegarnfiske med garnserier, hvor små maskevidder er inkludert og materialet inneholder et rimelig stort antall kjønnsmodne hunner, varierte variasjonskoeffisienten (CV) mellom 0,07 og 0,17 (**tabell 8**). Garnfiskematerialet fra Høysjøen var det mest variable av disse materialene. Dette materialet er samlet inn over flere år, noe som kan øke muligheten for at uvanlig store fisk kommer med og dermed øker variasjonskoeffisienten. Garnfiskematerialet fra Høysjøen hadde større CV enn gytebekkmaterialet. I de andre innsjøene som er med i denne sammenstillingen varierte CVen for de kjønnsmodne hunnene mellom 0,07 og 0,16. Lavest CV ble funnet i Brandalstjern, en innsjø

med svært liten gytefiskstørrelse, og i Eidevatnet, innsjøen med størst gytefiskstørrelse i dette materialet.

**Tabell 7.** Gjennomsnittsstørrelse, range (minste og største fisk), standardavvik og variasjonskoeffisient (CV) for gytemodne hunner i noen gytebekker hvor gytebestanden av aure har blitt undersøkt ved fellefangst eller elfiske. *n* = antall kjønnsmodne hunner undersøkt.

Innsjø	Gytebekk	Fangstmåte/År	N	Snitt (mm)	Range (mm)	SD (mm)	CV	Ref
Frotveitvatn	Innløpsbekk	Elfiske 1987	295	213	170-260	15,0	0,07	1
Tesse	Silongsbekken	Felle 1980	40	353	310-410	18,0	0,05	2
	Krokåtebekken	Felle 1980	18	354	320-380	16,0	0,05	2
	Torfinna	Felle 1980	21	348	320-370	12,0	0,03	2
	Ilva	Felle 1980	41	350	320-390	15,0	0,04	2
Høysjøen	Haukåa	Felle/elfiske 1997	51	250	180-350	32,5	0,13	
Songsjøen	Songa	Felle 1996	96	299	168-393	36,1	0,12	
Våvatn	Åmotsbekken	Elfiske 1987	35	279	210-460	41,0	0,15	1
	Ytre Vådåa	Elfiske 1987	71	274	210-498	40,0	0,15	1
	Indre Vådåa	Elfiske 1987	66	289	210-615	54,8	0,19	1
Femund	Elgåa	Felle 1972-1998	285	574	340-820	94,6	0,16	3
	Litjåa	Felle 1999-2000	21	389	250-480	57,4	0,15	

1) L'Abée-Lund m.fl. 1988; 2) Hesthagen & Gunnerød 1981; 3) Ugedal m.fl. 1999

Selv om materialet over variasjonen i størrelse hos kjønnsmodne hunner er begrenset, kan en trekke noen foreløpige konklusjoner. Det er ingen åpenbar sammenheng mellom CV i størrelse hos kjønnsmodne hunner og gjennomsnittsstørrelsen på fisken. Gytebekkene i Tesse har f.eks. en relativt stor gytemoden hunnfisk, mens variasjonen i gytefiskstørrelse er lav. Materialet kan tyde på at variasjonene i fiskens levestandard i innsjøen kan være viktig for hvor variabel størrelsen på kjønnsmodne hunnfisk blir. Sannsynligvis vil variasjonskoeffisienten være mindre i småvokste aurebestander (f.eks. Frotveitvatn og Brandalstjern) hvor både minste og største gytemodne hunnfisk vil avvike mindre fra gjennomsnittsfisken enn i innsjøer som Våvatn hvor enkeltfisk på grunn av overgang til fiskediett kan oppnå vesentlig større kroppsstørrelse enn gjennomsnittsfisken. Materialet kan tyde på at CV for størrelse av kjønnsmodne hunner vanligvis vil være mellom 0,05 og 0,15.

**Tabell 8.** Gjennomsnittsstørrelse, range (minste og største fisk), standardavvik og variasjonskoeffisient (CV) for gytemodne hunner i noen innsjøer hvor aurebestanden har blitt undersøkt ved garnfisk med prøvegarnserier.  $n$  = antall kjønnsmodne hunner undersøkt.

Innsjø	Garnserie/år	Andre fiskearter	n	Snitt (mm)	Range (mm)	SD (mm)	CV
Høysjøen	Annen/1986-99	Røye	146	253	156-503	43,8	0,17
Atnsjøen	Nordisk/1985-97	Røye, steinsmett, ørekyte	74	295	160-540	44,4	0,15
Songsjøen	Nordisk/1996-99	Røye	26	280	201-360	44,3	0,16
Teigevatn	Nordisk/1996	Røye, stingsild	24	230	201-289	22,7	0,10
Vorlandsvatn	Nordisk/1996	Stingsild	19	205	185-239	15,8	0,08
Holmavann	Nordisk/1996	Røye	24	201	164-254	19,8	0,10
Orsgrønningen	SNSF/1988	Røye, stingsild	39	220	174-267	23,3	0,11
Langvatnet	SNSF/1988	Røye, stingsild	21	240	161-294	36,9	0,15
Brandalstjørn	Nordisk/1998		32	172	154-215	11,8	0,07
Eidevatnet	Nordisk/1998	Stingsild	19	319	253-365	22,2	0,07
Kvann-dalsvatn	Nordisk/1998		15	232	170-325	33,8	0,15
Hestedalsvatn	Nordisk/1998		41	212	165-314	27,6	0,13

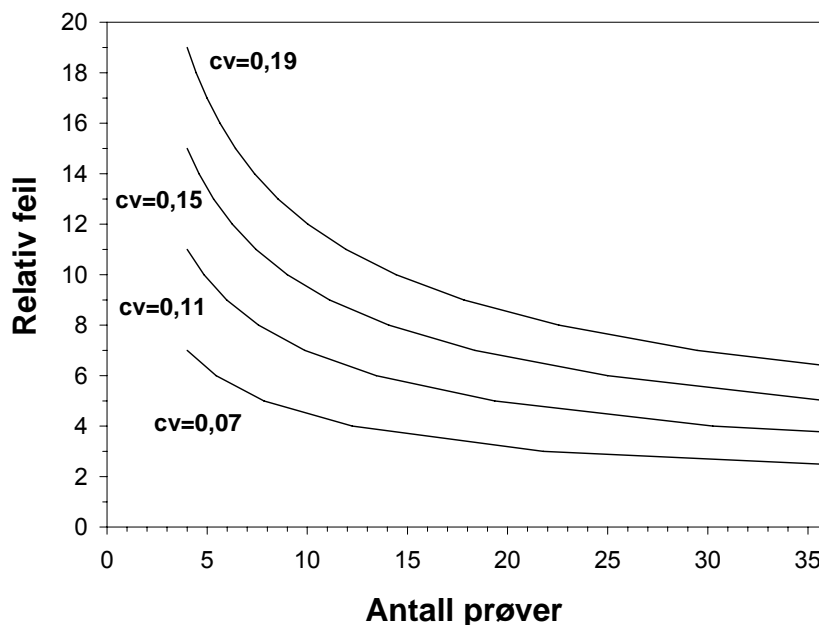
#### Sammenhengen mellom prøveuttakets størrelse, relativ feilmargin og CV

I **figur 10** er relasjonen mellom prøveuttakets størrelse og forventet relativ feilmargin (95% konfidensintervall som prosent av middelverdien) framstilt for fire ulike verdier av CV for størrelsen på kjønnsmodne hunnfisk. Figuren viser at med et prøveuttak på 10 vil feilmarginen være lavere enn 10 % i innsjøer med CV opp til 0,15. Hvis CV er 0,19 gir et prøveuttak på 10 fisk en feilmargin på 12 %. For bestander med CV lavere enn 0,11 gir et prøveuttak på 5 fisk en feilmargin på mindre enn 10 %. I kategoriseringssammenheng er det neppe nødvendig å bestemme gjennomsnittlig gytefiskstørrelse med noe større presisjon enn  $\pm 10$  %. Vårt materiale (**tabell 7** og **8**) over variasjonen i gytefiskstørrelse hos aurehunner indikerer at et tilfeldig prøveuttak på 10 fisk vil være tilstrekkelig for å anslå denne parameteren i flertallet av norske innsjøer. I mange norske innsjøer vil et tilfeldig prøveuttak på 5 kjønnsmodne hunnfisk gjøre at presisjonen vil være innenfor denne feilmarginen.

#### Hvordan påvirker høyreskjevhet og ekstremverdier kravet til prøvestørrelse?

Størrelsesfordelingen av gytehunner i Høysjøen er høyreskjev og åpenbart ikke normalfordelt (**figur 9**). Dette synes også å karakterisere andre fordelinger av gytefiskbestander. I følge Krebs (1989) vil dette ha lite å si for den ønskede prøvestørrelsen med mindre fordelingen er svært skjev. For å teste om en slik høyreskjevhet gjør store utslag på kravet til prøveuttak tok vi 1000 tilfeldige utvalg av 10 fisk (med tilbakelegging) fra materialet av kjønnsmodne hunner fanget på garn i Høysjøen. I dette materialet er gjennomsnittslengden 253 mm. For hvert utvalg beregnet vi gjennomsnittslengden, som varierte fra 220 mm til 308 mm i utvalgene. I 38 av utvalgene var gjennomsnittslengden større enn +10,8 % (forventet relativ feilmargin ut fra Krebs formel for et utvalg på 10 fisk gitt CVen for Høysjøen) av materialets gjennomsnittslengde, mens i 14 av utvalgene var gjennomsnittslengden mindre enn -10,8 % av materialets gjennoms-

snittslengde. Totalt 52 av 1000 utvalg (5,2 %) avvek altså med mer enn 10,8 % fra materialets virkelige gjennomsnittslengde. Hvis materialet var normalfordelt ville en forvente at 5 % av utvalgene skulle avvike mer enn 10,8 % fra materialets virkelige gjennomsnittslengde. Dette bekrefter at høyreskjevheten i størrelsesfordelingen av gytehunner i Høysjøen har liten betydning for krav til prøvestørrelse for å estimere gjennomsnittslengden til disse individene. Sammenlignet med dataene i **tabell 6** og **7**, må Høysjømaterialet ansees å være av de mer variable ( $CV = 0,17$ ) en kan forvente å finne. En skal også merke seg at materialet av garnfangede gytehunner i Høysjøen inneholdt en stor hunn (50 cm), som var vesentlig større enn resten av fisken. I 23 av de 38 utvalgene med større gjennomsnittslengde enn forventet var denne store hunnen med. Denne simuleringen indikerer derfor at Krebs sin formel også er lite sensitiv overfor lave innslag av ekstremverdier. Simuleringen viser også at i slike høyreskjeve utvalg vil sjansen for å overestimere gjennomsnittsstørrelsen være noe større enn sjansen for å underestimere den størrelsen.

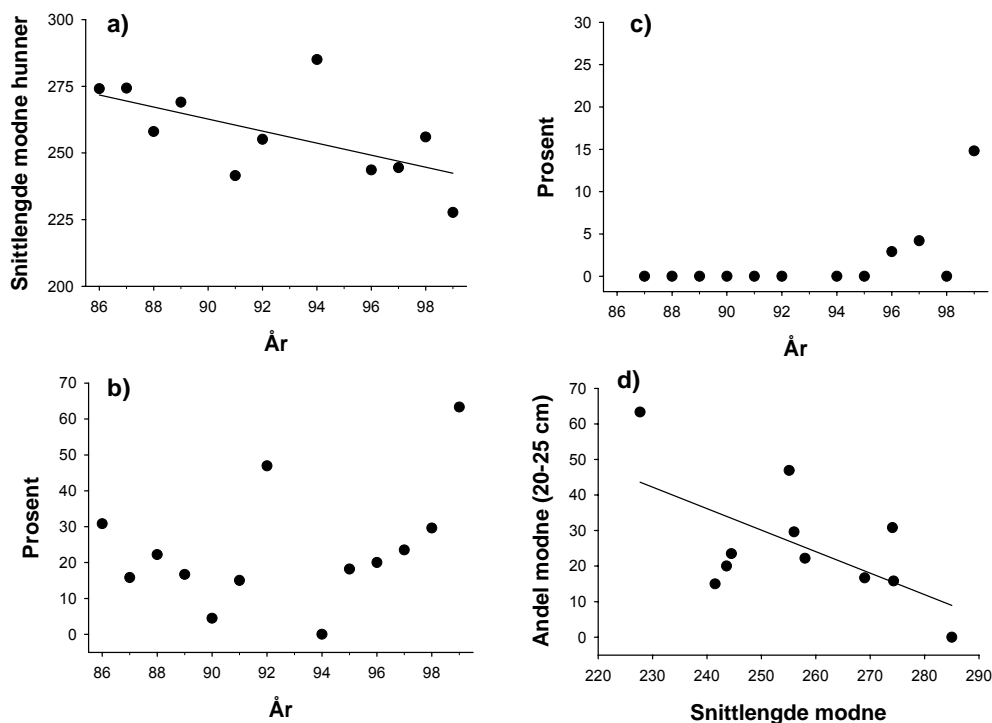


**Figur 10.** Relasjonen mellom antall kjønnsmodne hunner undersøkt og relativ feil i den estimerte gjennomsnittsstørrelsen (gitt som bredden på 95 % konfidensintervall i % av gjennomsnittsstørrelsen) for bestander med ulik variasjon i størrelsen på kjønnsmodne hunner.

Hvor robust er gjennomsnittsstørrelsen for mellom-år variasjoner?

Gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunner i Høysjøen har variert fra 22,8 til 28,5 cm mellom de ulike år (**figur 11a**; bare år med 5 eller flere modne hunnfisk i materialet er inkludert). Med unntak av den største verdien ligger alle årsgjennomsnittene innen  $\pm 10$  % av gjennomsnittsverdien for hele materialet (25,3 cm). Dette indikerer at gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunnfisk lar seg rimelig godt estimere selv med små materialer og at parameteren er robust for mellom-år variasjoner. Noe av variasjonen mellom år kan forklares med en nedgang i gjennomsnittsstørrelse i løpet av undersøkelsesperioden (**figur 11a**). Dette kan være forårsaket av at veksten hos auren i Høysjøen synes å ha avtatt noe fra slutten av 1980-

tallet til slutten av 1990-tallet. Dette indikerer at gjennomsnittstørrelsen til de kjønnsmodne hunnene også er en sensitiv parameter som kan fange opp endringer i vekstforhold på en god måte.



**Figur 11.** Variasjon mellom år i noen karakteristika for kjønnsmodne hunnaure i Høysjøen.

- a) Gjennomsnittslengde for modne hunnfisk (regresjon:  $R^2 = 0,37$ ,  $p = 0,047$ ).
- b) Prosentandel modne hunnfisk i lengdeintervallet 20 - 25 cm.
- c) Prosentandel modne hunnfisk i lengdeintervallet 15 - 20 cm.
- d) Relasjonen mellom gjennomsnittslengden for modne hunnfisk ulike år og prosentandelen moden hunnfisk i lengdeintervallet 20 - 25 cm (regresjon:  $R^2 = 0,37$ ,  $p = 0,046$ ).

#### Mulige problemer med gjennomsnittstørrelsen som kriterium

Det mest åpenbare problemet med å bruke gjennomsnittstørrelsen av kjønnsmodne hunner som kriterium for å karakterisere aurebestander er i de tilfeller at innsjøen/elva har bestander med svært ulik livshistorie og kroppsstørrelse. Dette forekommer i innsjøer hvor det finnes både sjøaure og stasjonær innlandsaure. Vi kjenner også eksempler på slike forskjeller mellom bestander i innsjøer med storaure, f.eks. i Mjøsa og i Femund. I slike tilfeller vil fordelingen av kjønnsmodne hunner kunne bli bimodal (to-toppig). Graden av bimodalitet vil avhenge av populasjonstørrelsen hos de ulike "delbestandene". I slike tilfeller vil selvsagt gjennomsnittstørrelsen til de kjønnsmodne hunnene fanget i innsjøen ikke gi noen god beskrivelse av vekstforholdene til de ulike gytebestandene. I tilfeller med stasjonær aure sammen med sjøaure kan imidlertid gjennomsnittstørrelsen til de stasjonære hunnene brukes til å karakterisere vekstvilkårene for stasjonær fisk. Dette krever at de anadrome hunnene på en eller annen måte kan skilles ut (f.eks. ved skjellanalyse, vurdering av utseende eller forekomst av marine parasitter).

### 3.4 Andeler av gytefisk som mulig kriterium

Andeler av kjønnsmodne hunner kan tenkes brukt på to ulike måter ved en karakterisering av aurebestander, enten som hjelpekriterium for å fastsette gytefiskstørrelse eller som et kriterium for å karakterisere andre egenskaper ved bestanden som kan være av interesse. I dette kapitlet vurderer vi bruken av andeler som hjelpekriterium for å fastsette gytefiskstørrelse. I mange tilfeller vil et prøvefiske ikke fange nok kjønnsmodne hunner til at gytefiskstørrelsen kan beregnes med sikkerhet. Svært lave fangster av kjønnsmodne hunnfisk er ikke uvanlig ved prøvefiske i tynne aurebestander. I slike tilfeller kan fangsten ofte bestå av få fisk pr. garnserie og kjønnsmodne hunner vil kunne være fåtallige eller fraværende. Derimot vil tilstedeværelsen av store umodne hunnfisk indikere at gytefiskstørrelsen er stor. Kriterier basert på en svært lav andel kjønnsmodne hunner (eller en svært høy andel umodne hunner) innen et størrelsesintervall kan i slike tilfeller vise seg å være nyttig.

#### Krav til prøveuttak ved estimering av andeler

Proporsjoner (eller andeler) i en populasjon kan beskrives statistisk ved binominalfordelingen (Krebs 1989). Alle individer kan klassifiseres i to klasser, og fordelingen har bare to parametere:

$p$  = proporsjonen av x-typer (f.eks. modne hunner) i populasjonen,

$q = 1-p$  = proporsjonen av y-typer (f.eks. umodne hunner) i populasjonen.

Binomialfordelingen er gitt ved følgende formel:

$$P(B = b) = \binom{n}{b} p^b (1 - p)^{n-b}$$

for  $b=0,1, \dots, n$  hvor  $n$  = prøveuttakets størrelse, og  $b$  = antall x-typer i utvalget. Sannsynligheten for ulike sammensetninger av prøveuttak kan beregnes eksakt hvis en kjenner proporsjonen av de to klassene i populasjonen. Disse sannsynlighetene kan deretter brukes til å angi usikkerheten i anslaget av andeler for prøveuttak av forskjellig størrelse. (Hvis bestandsstørrelsen er svært begrenset er sannsynligvis hypergeometrisk fordeling mer egnet enn binomisk fordeling idet prøveuttak da vil påvirke proporsjonen av fisk som er igjen i de to klassene). Hvis prøvestørrelsen er over 20 kan normalfordelingsstatistikk brukes for å anslå nødvendig prøveuttak for å oppnå en ønsket presisjon på anslaget (Krebs 1989):

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 pq}{d^2}$$

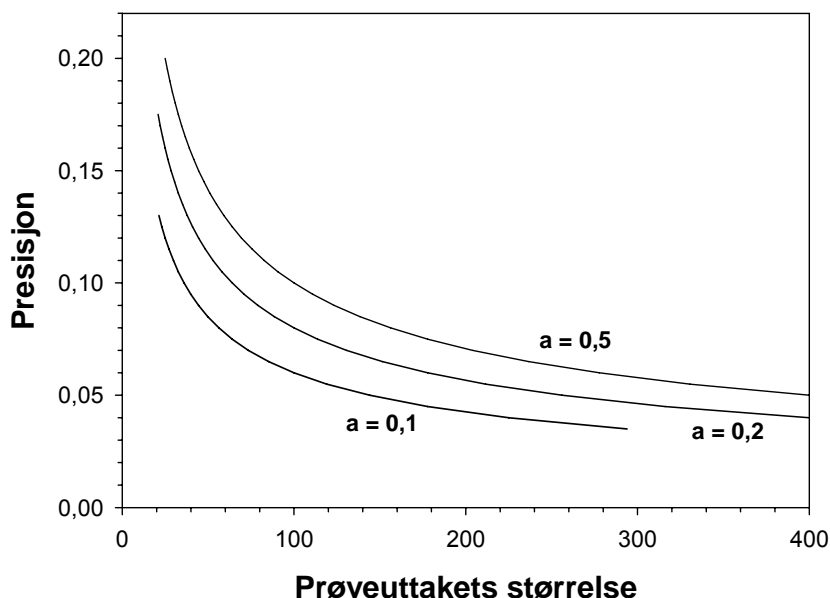
hvor  $n$  = prøveuttakets størrelse,  $d$  = ønsket feilmargin (presisjon) i estimatet,  $t$  = students T (for enkelthets skyld settes ofte  $t = 2$  for å oppnå 95 % sikkerhet på anslaget), og  $p$  og  $q$  er proporsjonene av de to klassene i populasjonen..

Hvis en for eksempel ønsker å estimere en proporsjon på 0,5 med  $\pm 0,1$  ( $d = 0.1$ ) nøyaktighet (95 % konfidensintervall) kreves et prøveuttak på 100 fisk. Denne formelen gjelder hvis populasjonsstørrelsen er uendelig stor, dvs. større enn omtrent 12000 individer (Krebs 1989). Hvis populasjonsstørrelsen er mindre enn dette, spesielt hvis den er lavere enn 2000 - 4000 individer, reduseres kravet til prøveuttak. I vårt eksempel vil prøveuttaket reduseres til 83 hvis bestanden (f.eks. antallet hunnfisk) består av 500 fisk. Reduksjonen i kravet til prøvestørrelse har



størst betydning hvis en ønsker å gjøre svært presise anslag over proporsjonen av en karakter i en bestand. Relasjonen mellom prøveuttakets størrelse og presisjonen i anslaget er vist i figur 12.

Kravet til prøveuttak er størst hvis proporsjonen som skal estimeres ligger nær 0,5 og kravet til prøveuttak avtar med synkende (eller økende) proporsjon. Uansett kreves det relativt store prøveuttak hvis en ønsker å estimere proporsjoner (eller prosentandeler) presist. Et prøvefiske (selv om det er relativt omfattende) gir som regel ikke nok fisk til at en kan gjøre presise anslag over andelen kjønnsmodne hunner i ulike lengdegrupper.



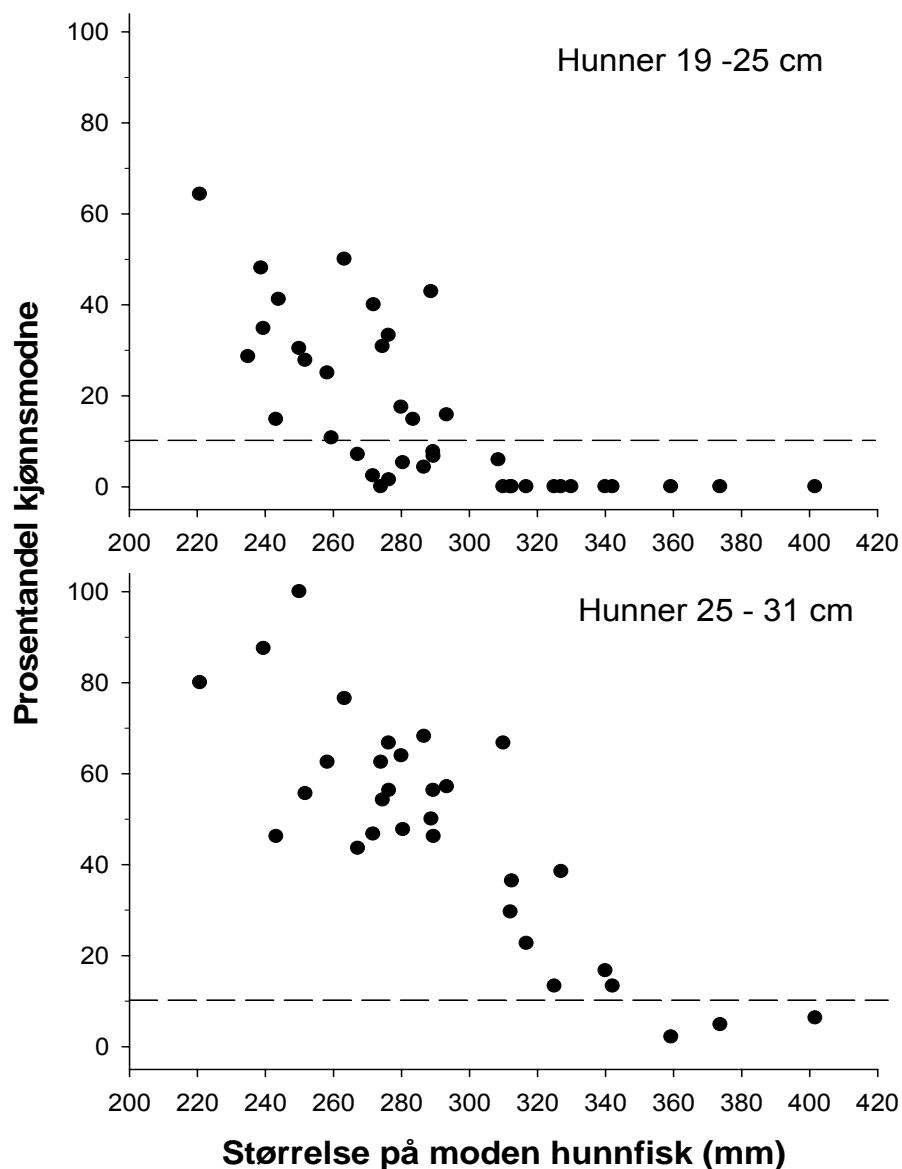
**Figur 12.** Relasjonen mellom antall hunner undersøkt og presisjon i den estimerte proporsjonen (gitt som 95 % konfidensintervall) for ulike andeler ( $a$ ) av kjønnsmoden hunnfisk for en uendelig stor bestand.

#### Variasjoner mellom år i andel moden aure i ulike lengdegrupper i Høysjøen

Presis estimering av andeler krever altså betydelig større prøveuttak enn presis estimering av gjennomsnittsverdier. En må derfor forvente at andelen kjønnsmoden fisk kan variere mye mellom prøveuttak fra samme innsjø. Dette kan illustreres med data fra Høysjøen. Her har andelen kjønnsmodne hunnfisk i størrelsesintervallet 20 - 25 cm variert fra 0 til 63 % mellom de ulike år (figur 11b). I dette materialet er bare år med 10 eller flere hunnfisk i det aktuelle størrelsesintervallet inkludert, og prøveuttaket har variert mellom 11 og 32 fisk (snitt er 21 fisk). Andelen av modne hunner i dette størrelsesintervallet var 27 % i totalmaterialet.

Variasjonen mellom år i anslaget over proporsjonen av moden fisk i dette intervallet er derfor betydelig. Noe av denne variasjonen kan imidlertid forklares med variasjon i gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunnfisk mellom år (figur 11d). I størrelsesintervallet 25 - 30 cm har andelen kjønnsmodne hunnfisk i Høysjøen variert fra 36 til 80 % mellom ulike år (bare fire år har vi fanget 10 eller flere hunnfisk i det aktuelle størrelsesintervallet). Andelen av modne hunnfisk i dette størrelsesintervallet var 62 % i totalmaterialet. Materialet fra Høysjøen illustrerer at andelen kjønnsmodne hunner i lengdeintervallet 20 - 25 cm (og for såvidt også 25 - 30 cm) er for variabel ved små prøveuttak til at den kan benyttes til presis karakterisering av bestanden.

I Høysjøen var andelen av modne hunnfisk svært lav i størrelsesintervallet 15 - 20 cm med total 2 % (**figur 9**). Andelen av kjønnsmodne hunnfisk i dette intervallet har variert fra 0 til 15 % mellom de ulike år (**figur 11c**). Materialstørrelsen er naturlig nok større for fisk i dette lengdeintervallet med fra 18 til 51 hunner undersøkt de ulike år. Med unntak av siste innsamlingsår (1999) har andelen modne hunnfisk i denne størrelsesgruppen vært lavere enn 5 %, og i de fleste år har det ikke blitt fanget slike individ i dette størrelsesintervallet. Den relativt høye andelen av modne hunnfisk i dette størrelsesintervallet i 1999 sammenfalt med den laveste gjennomsnittslengden for kjønnsmodne hunnfisk som er blitt registrert i Høysjøen. Med hensyn på andelen av kjønnsmodne hunner i ulike størrelsesintervaller kan derfor aurebestanden i Høysjøen sikrest karakteriseres ved at andelen moden fisk i intervallet 15 - 20 cm er svært lav, dvs. lavere enn 5 %.

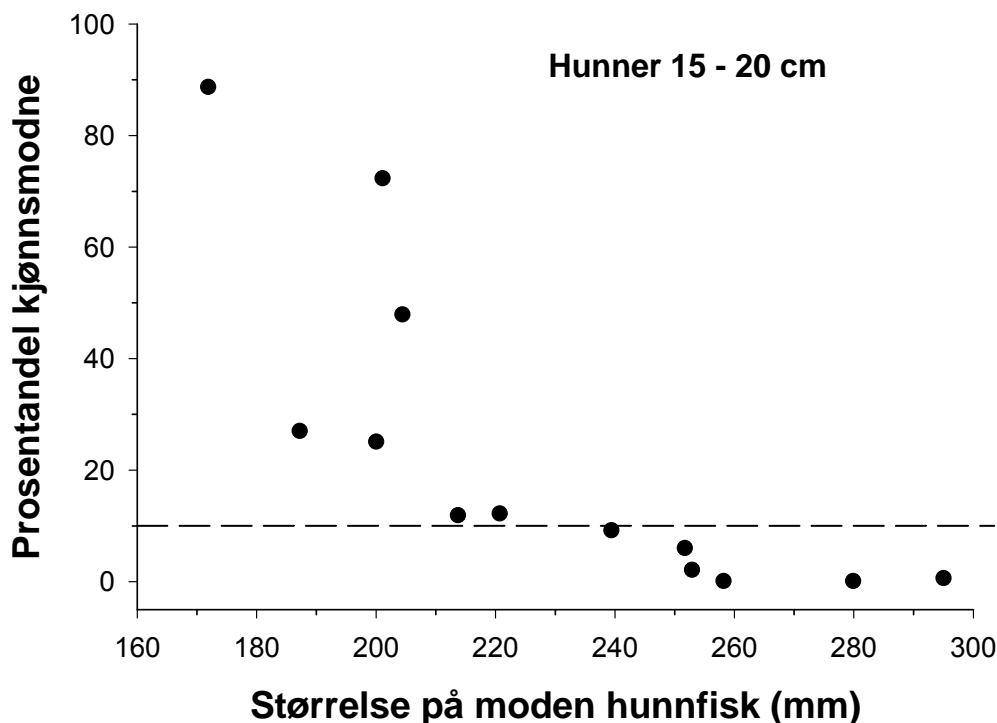


**Figur 13.** Sammenhenger mellom prosentandel kjønnsmodne hunner innen to lengdeintervall (19 - 25 cm og 25 - 31 cm) og gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunner for aure i noen norske innsjøer som har blitt prøvefisket med Jensen-serien.

### Sammenhenger mellom andel kjønnsmodne fisk og gytefiskstørrelse

De empiriske dataene vi har fra prøvegarnfiske i norske innsjøer med Jensen-serien tyder på at svært lave andeler (eller fravær) av kjønnsmodne hunner i et lengdeintervall kan si noe om forventet gjennomsnittlig gytefiskstørrelse (**figur 13**). Figuren viser som ventet at andelen kjønnsmodne hunner innen et gitt lengdeintervall avtar med økende gytefiskstørrelse (lengdeintervallene i denne sammenstillingen skyldes måten opplysningene er gitt på i originalrapportene). Figuren viser at hvis andelen av kjønnsmodne hunner i størrelsesgruppen 19 - 25 cm er svært lav (f.eks. under 5 %) så er gjennomsnittlig gytefiskstørrelsen sannsynligvis over 30 cm. Tilsvarende viser figuren at hvis andelen av kjønnsmodne hunner i størrelsesgruppen 25 - 31 cm er svært lav (f.eks. under 10 %) så er gjennomsnittlig gytefiskstørrelse sannsynligvis over 35 cm. Det må bemerkes at usikkerheten knyttet til andelen av kjønnsmodne fisk i ulike størrelsesgrupper i dette materialet er relativt stor idet de fleste anslagene over andeler innen en størrelsesgruppe er basert på 10 - 20 fisk.

Materialet fra innsjøer med stort innslag av stor fisk var for lite til at vi kunne undersøke sammenhengen mellom andel kjønnsmodne hunnfisk i lengdeintervaller større enn 30 cm og gytefiskstørrelse. Materialet fra prøvegarnfiske med Jensen-serien tillot heller ikke en vurdering av sammenhenger mellom andelen kjønnsmodne fisk under 20 cm og gytefiskstørrelse. Vi har derfor sammenstilt noen resultater fra prøvefiske av aurebestander med andre garnserier (Nordisk og SNSF) som inneholder garn med maskevidder som også fanger små fisk (figur 14). Denne sammenstillingen indikerer at hvis andelen av kjønnsmodne hunner i størrelsesgruppen 15 - 20 cm er svært lav (f.eks. under 10 %), så er gjennomsnittlig gytefiskstørrelsen sannsynligvis over 25 cm.



**Figur 14.** Sammenhengen mellom prosentandel kjønnsmodne hunner innen lengdeintervallet 15 - 20 cm og gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunner for aure i 13 norske innsjøer prøvefisket med garn.

Sett samlet indikerer disse materialene at svært lave andeler eller fravær av kjønnsmodne individer innen et størrelsesintervall kan gi indikasjoner på gjennomsnittlig gytefiskstørrelse og dermed også fiskens vekstforhold.

Sammenhengene som er vist i **figur 13** og **14** viser at andel kjønnsmoden fisk i ulike lengdegrupper kan brukes som et hjelpekriterium til å anslå størrelsen på kjønnsmoden hunnfisk. Dette hjelpekriteriet kan imidlertid ikke gi noe presist anslag over størrelsen på kjønnsmodne hunner, men kan bare sannsynliggjøre at den kjønnsmodne hunnfisken er større enn gitte grenseverdier. Ettersom slike anslag ofte må baseres på et relativt lite antall fisk vil mulighetene for feilklassifisering med denne typen vurdering være høyere enn ved bruk av gjennomsnittsstørrelsen som kriterium. Det må også bemerkes at disse vurderingene er gjort under forutsetning av at utvelgelsen av prøver skjer tilfeldig. Problemet med å få tilfeldige prøveuttak fra fiskebestander kan være av vesentlig større betydning enn statistiske usikkerheter når andeler av kjønnsmoden fisk skal brukes til å vurdere en bestand. Tilfeldig prøveuttak vil blant annet være avhengig av at atferd og habitatbruk til kjønnsmoden og umoden fisk ikke er vesentlig forskjellig.

Skal det være noe poeng i å benytte andelen kjønnsmodne hunner som hjelpekriterium for å anslå gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk må kriteriet kunne benyttes på små prøveuttak. Hvis prøveuttakene er store vil en vanligvis fange nok kjønnsmodne hunner til at størrelsen i seg selv kan benyttes. Statistiske vurderinger tilsier at en må undersøke mer enn 10 hunner innen et 5-cm lengdeintervall for å benytte andelen kjønnsmodne hunner som et hjelpekriterium. I slike tilfeller må grenseverdien for å karakterisere andelen som svært lav settes til mindre enn 10 % kjønnsmodne fisk.

#### Hjelpekriterier

Vi vil senere foreslå (se kapittel 4.2) en inndeling i tre klasser for å vurdere aurelokaliteter med hensyn på fiskens vekstforhold, der grensene blir foreslått til henholdsvis 25 og 35 cm for gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner. Hjelpekriteriene (HK) for disse tre klassene blir da:

- Gytefiskstørrelse < 25 cm  
HK: Andel kjønnsmodne hunner i lengdeintervallet 15-20 cm  $\geq$  10 %
- Gytefiskstørrelse 25 - 35 cm  
HK: Andel kjønnsmodne hunner i lengdeintervallet 15-20 cm < 10 %, eller andel kjønnsmodne hunner i lengdeintervallet 20-25 cm < 10 %.
- Gytefiskstørrelse > 35 cm.  
HK: Andel kjønnsmodne hunner i lengdeintervallet 25-30 cm < 10 %.

### 3.5 Anvendbarhet, materialstørrelse og krav til innsamlingsmetode

#### Anvendbarheten

Gjennom dette kapitlet har vi belyst viktige grunner til at gjennomsnittsstørrelsen til kjønnsmodne hunner er et anvendbart kriterium for karakterisering av vekstforhold i lokaliteter med aure. Denne parameteren kan estimeres med et relativt lite antall modne fisk (5-10) og den synes å være rimelig robust med hensyn på variasjoner mellom år innen samme innsjø.

For å gi ett inntrykk av hvor stor andel av innsjøer som lar seg karakterisere med de foreslåtte kriteriene om kjønnsmodne hunner har vi tatt utgangspunkt i et materiale i vår database over fangst av aure i norske innsjøer. Dette materialet består av 93 innsjøer prøvefisket av DVF-Reguleringsundersøkelsene. Innsatsen varierte mellom 1 og 11 Jensen-garnserier pr. innsjø (innsatsen var avhengig av innsjøens størrelse), og flesteparten (65 stk) av innsjøene ble fisket med 1 - 3 garnserier. I 28 innsjøer (30 %) ble det fanget 10 eller flere kjønnsmodne hunnfisk og i 27 innsjøer (29 %) ble det fanget mellom 5 og 9 modne hunnfisk. Hvis en antar at 5 hunnfisk er tilstrekkelig til å få et presist nok estimat av gjennomsnittsstørrelsen, lot altså 59 % av innsjøene seg karakterisere med hensyn til størrelse av kjønnsmodne hunner. Av de 38 innsjøene (41 %) hvor det ble fanget for få kjønnsmodne hunnfisk kunne tilleggskriteriet om andelen kjønnsmodne hunner benyttes i 11 innsjøer (12 %). I dette materialet lot altså 27 av innsjøene (29 %) seg ikke karakterisere ut fra disse to kriteriene. I disse innsjøene ble det fanget lite aure (3 - 37 fisk) og i 19 av dem var aurebestanden tynn med et fangstutbytte på under 10 aure pr. garnserie. Dette eksemplet illustrerer at kriteriet om gytefiskstørrelse lar seg benytte i mange innsjøer, men at totalt antall individ bør være minst 40 - 50 for at de skal la seg karakterisere. I tillegg indikerer datagrunnlaget at kriteriet kan være vanskelig å benytte i svært tynne aurebestander med mindre garninnsatsen er stor.

#### Krav til materialstørrelse og innsamlingsmetode

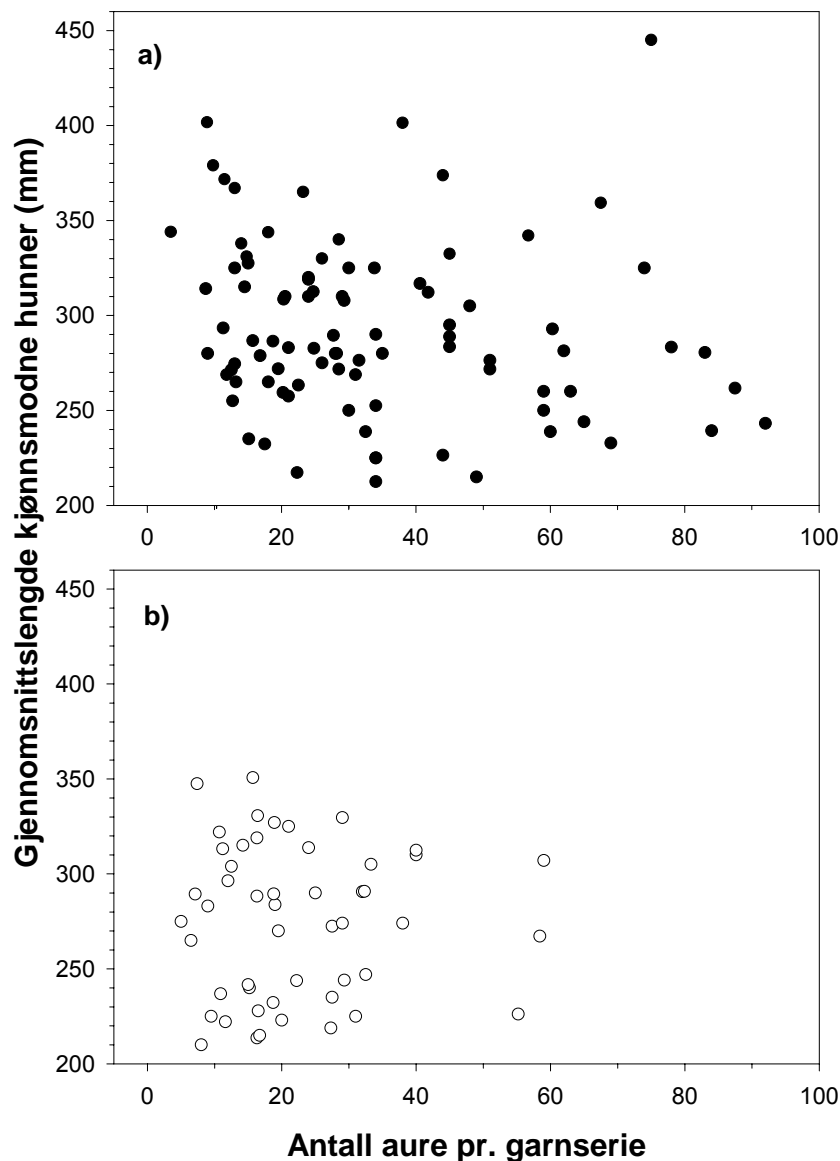
Fordelen med gjennomsnittlig størrelse for kjønnsmodne hunner som kriterium i en karakterisering av aurens vekstforhold er at dette kriteriet i mindre grad er avhengig av svakheter ved innsamlingsmetoden enn mange andre tenkbare kriterier. For eksempel er kriteriet lite avhengig av hvilken garnserie som benyttes ved prøvefisket så sant denne er sammensatt for å fiske noenlunde representativt i det aktuelle størrelsesintervallet. Gytefiskstørrelse kan også bestemmes ut fra andre innsamlingsmetoder enn prøvefiske, f.eks. fra sportsfiskefangster med eller undersøkelser i gytebekker under gytetiden.

I dette kapitlet har vi gått nærmere inn på de statistiske kravene til materialstørrelse for å bestemme gjennomsnittsstørrelsen av kjønnsmodne hunnfisk. Hvis vi tar som utgangspunkt at det er ønskelig å bestemme gjennomsnittsstørrelsen med en presisjon på  $\pm 10\%$  vil et tilfeldig prøveuttak på 10 kjønnsmodne hunner være tilstrekkelig for å anslå denne parameteren i flertallet av norske innsjøer. I mange innsjøer vil et tilfeldig prøveuttak på 5 kjønnsmodne hunnfisk gjøre at presisjonen vil være innenfor denne feilmarginen.

Innsamling av fisk for å bestemme andeler stiller større krav til innsamlingsmetodikk. Generelt er estimering av andeler og frekvensfordelinger mer avhengig av at fisket gjennomføres i flere habitater slik at eventuelle atferdsforskjeller mellom ulike grupper av fisk ikke får avgjørende innflytelse på estimatet. Vi har foreslått at andelene av kjønnsmodne hunner skal anslås innen 5-cm lengdeintervaller, noe som sannsynligvis minsker sjansen for at atferdsforskjeller på grunn av ulik fiskestørrelse får avgjørende betydning for estimatet. Kriteriene er imidlertid avhengig av at atferden og habitatbruken til kjønnsmoden og umoden hunnfisk av samme størrelse ikke er vesentlig forskjellig. Valg av garnserie vil neppe ha avgjørende betydning for dette kriteriet så lenge de ulike garnseriene fanger noenlunde representativt over det aktuelle lengdeintervallet. På grunn av garnseleksjon er det ikke å anbefale at kriteriet knyttet til kjønnsmodning i lengdeintervallet 15 - 20 cm brukes for materialer innsamlet med Jensen-serien. Vi har foreslått at mer enn 10 hunner må undersøkes innen et lengdeintervall for at andelen kjønnsmodne individ kan benyttes som hjelpekriterium for å sannsynliggjøre gytefiskstørrelse.

## 4 Klassifisering av lokaliteter med aure ut fra bestandstetthet og vekstforhold

I vår database fra norske innsjøer prøvefisket med Jensen-serien har vi 140 innsjøer hvor materialet er stort nok til at vi kan anslå gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk (fem eller flere slike individ). Sammenhengen mellom fangst pr. innsats og størrelsen på kjønnsmodne hunnfisk i dette materialet er vist i **figur 15**.



**Figur 15.** Sammenhengen mellom tetthet av aure (gitt som antall aure pr. garnserie) og gjennomsnittstørrelsen til kjønnsmodne hunnfisk i 140 norske innsjøer prøvefisket med Jensen-serien. a) Innsjøer hvor auren lever alene. b) Innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter.

Figuren viser at det er liten sammenheng mellom disse to størrelsene. For innsjøer hvor auren lever alene er det en svak negativ korrelasjon mellom de to størrelsene ( $r = -0,16$ ), men sammenhengen er ikke signifikant. For innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter er det ingen sammenheng mellom disse to størrelsene ( $r = 0,0009$ ). Fra et klassifiseringssynspunkt er det gunstig at det er relativt liten sammenheng mellom disse to størrelsene. Dette innebærer at disse størrelsene fanger opp ulike trekk ved lokalitetene med hensyn på aurebestandens tilstand. Bestandens tetthet i seg selv, vurdert ut fra antall fisk fanget på en garnserie, har altså liten innflytelse på dens vekstforhold. Dette gjenspeiler trolig at materialet er hentet fra en lang rekke innsjøer med stor variasjon i faktorer som for eksempel næringsrikhet (trofigrad), innsjø-morfometri (hvor stor andel av innsjøarealet som er velegnet for aureproduksjon), gytearealenes størrelse i forhold til innsjøstørrelse (rekrutteringsmuligheter), og ulik artsammensetning av fisk (arter med ulik påvirkning på aurebestanden og variasjoner i bestandstetthet av disse artene). Stor variasjonen i slike faktorer som har betydning for produksjon av aure vil bidra til å maskere eventuelle sammenhenger mellom bestandens tetthet og dens vekstforhold.

## 4.1 Klassifisering av tetthet

I kapittel 2.2 foreslo vi å karakterisere tettheten av aurebestander etter antall fisk fanget pr. garnserie (Jensen-serien). Med basis i prøvefiskeresultater fra 410 innsjøer foretok vi en inndeling av fangstene fra disse innsjøene i tre eller fem klasser basert på persentiler i den samlede fordelingen av materialet. I kapittel 2.4 har vi foreslått at antall aure ( $\geq 15$  cm) fanget pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. garnnatt kan brukes til å sammenlikne fangster av aure på ulike garnserier så lenge garnserien er sammensatt for å fange noenlunde jevnt på fisk i størrelsesintervallet fra 15/20 cm opp til ca 50 cm. Med relevant garnflate menes arealet av de maskeviddene som hovedsakelig fanger fisk større enn 15 cm, det vil si garn med maskevidder fra 15,5/16 mm og oppover (se kapittel 2.4, **tabell 6**). Vi har foreløpig ikke sammenstilt nok datamateriale fra fangster basert på garnserier med små maskevidder (Nordisk-oversiktsgarn, SNSF-serie og eventuelt andre aktuelle serier) slik at vi kan gjennomføre en analyse av hva slags variasjon vi har i fangster av aure i norske innsjøer på slike garnserier. Vi kan derfor ikke bruke samme tilnærming som vi benyttet på fangster av aure med Jensen-serien for å karakterisere variasjonsbredden i aurefangster på disse garnseriene. Foreløpig vil vi derfor ta utgangspunkt i fangstene på Jensen-serien for å sette grenser for klassifisering. Grensene er basert på prøvefiske i 410 innsjøer, og dekker en stor variasjonsbredde av norske innsjøtyper selv om de neppe er representative for landet som helhet. Erfaringer tilsier at fangsten på garnserier med små maskevidder gjennomgående kan være noe større pr. garnflate enn i vårt materiale prøvefisket med Jensen-serien. Vi har derfor skjønnsmessig justert opp grensene for plassering av fangster i ulike klasser noe.

Ettersom fangst pr. garnserie er en kontinuerlig funksjon (fra nært 0 til over 40 aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnflate) blir en inndeling i ulike klasser nødvendigvis skjønnsmessig. Det er likevel nyttig å sette grenser mellom ulike klasser idet dette letter kommunikasjonen omkring resultatene. Skjønnsmessig sett har vi foretatt følgende tre-deling av auretetthet basert på prøvegarnfangster:

- **Tynn bestand:** fangst på mindre enn 5 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.
- **Middels tett bestand:** fangst på fra 5 til 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.
- **Tett bestand:** fangst på mer enn 15 aure pr. 100 m<sup>2</sup> relevant garnflate pr. natt.

Klassifisering av auretetthet skjer med utgangspunkt i fangster av aure på bunngarn i strandnære områder (grunnere enn ca 10 m) i innsjøen. I de aller fleste tilfeller hvor garna på tradisjonelt vis settes enkeltvis fra land vil fisket skje på grunnere vann enn 5 -10 m. Ved fiske med

Nordisk-oversiktsgarn etter retningslinjene for stratifisert innsamling med hensyn på dyp, skal bare fangsten av aure i de to grunneste dybdeintervallene (0-3 og 3-6 m) tas med i beregningen av tetthet. For å få sammenliknbare tall er det tas det utgangspunkt i *hele garnserier*. Hvis garn med store maskevidder ikke benyttes fordi det erfaringsmessig ikke finnes stor fisk i innsjøen vil en ved å benytte formelen for utregning av auretetheit likevel få rett resultat.

## 4.2 Klassifisering av vekstforhold

Ved karakterisering av aurens vekstforhold brukes gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk som indikator. Det synes å være en god sammenheng mellom denne indikatoren og aurens gjennomsnittlige oppnåelige maksimumsstørrelse i en bestand. Størrelsen på kjønnsmodne hunner i norske aurebestander varierer fra omlag 17 cm i svært småvokste aurebestander opp til omlag 70 cm hos de mest storvokste storaurebestandene. En inndeling i ulike klasser vil derfor nødvendigvis bli skjønnsmessig. Det er likevel nyttig å sette grenser mellom ulike klasser idet dette letter kommunikasjonen omkring resultatene. Skjønnsmessig sett har vi foretatt følgende tredeling av vekstforhold basert på denne indikatoren:

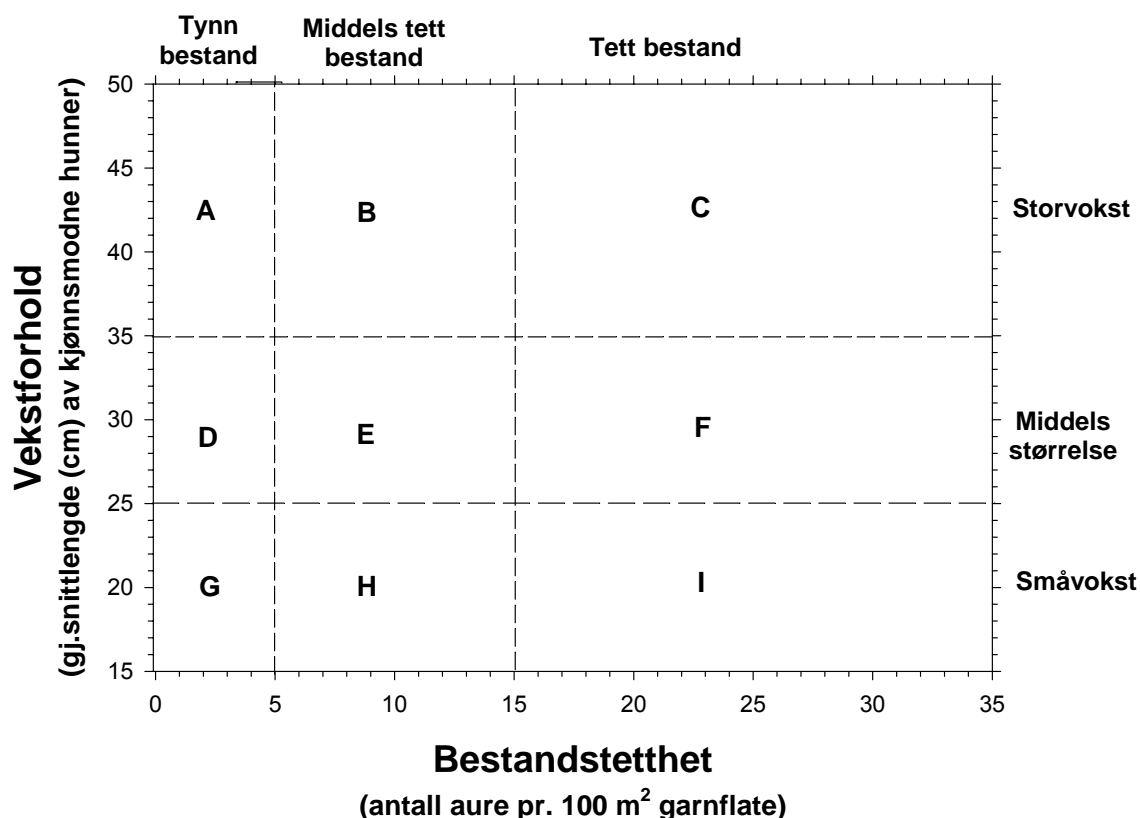
- **Småvokst bestand:** gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner mindre enn 25 cm
- **Bestand med fisk av middels størrelse:** gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner mellom 25 og 35 cm.
- **Storvokst bestand:** gjennomsnittsstørrelse av kjønnsmodne hunner større enn 35 cm

Gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunnfisk kan beregnes ut fra fangster ved garnfiske eller sportsfiske om høsten, eller ved undersøkelser i gytebestandene. Usikkerheten ved beregning av størrelsene av kjønnsmodne hunnfisk er relativt liten hvis en greier å fange et rimelig stort antall slike fisk (fra 5 - 10 fisk). Erfaringer tilsier imidlertid at dette kan være vanskelig å oppnå ved et begrenset prøvefiske. Ved å samle data fra prøvefiske flere ganger, eller ta i bruk andre metoder som ikke er størrelsesselektive bør denne størrelsen kunne fastsettes på et rimelig sikkert grunnlag.

## 4.3 Samlet vurdering av tetthet og vekstforhold

En samlet vurdering av tettheten av aure og bestandens vekstforhold gir et todimensjonalt system med tilsammen ni mulige utfall (se **figur 16**). Både fangst pr. innsatsenhet og gjennomsnittsstørrelsen på kjønnsmodne hunner er kontinuerlige størrelser slik at en inndeling i ulike klasser nødvendigvis blir skjønnsmessig. I tillegg er det knyttet tildels betydelige usikkerheter til fangst pr. innsatsenhet som en beskrivelse av bestandenes virkelige tetthet, spesielt hvis prøvefisket gjennomføres med et relativt begrenset antall garn. En må derfor vurdere en bestands plassering i dette diagrammet med disse usikkerhetene i minne.





**Figur 16.** Diagram for vurdering av innsjøbestander av aure med hensyn på tetthet av fisk og fiskens vekstforhold basert på størrelsen av kjønnsmodne hunnfisk. Bokstavene i diagrammet henviser til teksten.

I det følgende gis en kort beskrivelse av ulike kombinasjoner med hensyn på bestandstetthet og vekstforhold (se **figur 16**), med vekt på hva tilstanden indikerer med hensyn på rekruttering og næringsbegrensning hos auren. For å gjennomføre en mer utfyllende vurdering av tilstanden må beskatningen av aure i den enkelte lokalitet tas i betraktning.

#### **Storvokst aure**

Storvokst aure er bestander hvor fisken oppnår stor kroppsstørrelse, enten ved en jevn vekst opp i høy alder eller ved en rask vekst og utflåting av veksten ved stor kroppsstørrelse (f.eks mange storaurebestander). At gjennomsnittstørrelsen på kjønnsmodne hunner er over 35 cm innebærer at det ikke er uvanlig at det fanges aure på én kilo eller større.

#### **A) Tynn bestand med storvokst fisk**

I innsjøer hvor auren lever alene er denne tilstanden en indikasjon på rekrutteringsbegrensning, dvs. at rekrutteringen av ungfisk er liten i forhold til næringsområdets størrelse. I innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter kan også predasjon eller konkurranse fra disse artene bidra til redusert rekruttering. I innsjøer med andre fiskearter vil fisk vanligvis være et viktig byttedyr for auren. De aller fleste innsjøene med kjent forekomst av storaure (storvokst fiskespisende aure) havner i denne klassen.

**B) Middels tett bestand med storvokst fisk**

Dette er lokaliteter med gode vilkår for aureproduksjon. Rekrutteringen er tilfredstillende og innsjøen har gode vilkår for produksjon av stor aure (mye næring og/eller store byttedyr). Forekommer både hvor auren lever alene og hvor auren lever sammen med andre fiskearter. De andre fiskeartene utøver ikke noe betydelig konkurransepress på auren.

**C) Tett bestand med storvokst fisk**

Lokaliteter med svært gode vilkår for aureproduksjon. Rekrutteringen er god og innsjøen har gode vilkår for produksjon av stor aure. Sannsynligvis har innsjøen gode bestander av store næringsdyr som f.eks. marflo eller skjoldkreps, som gir auren mulighet for vedvarende vekst. Forekommer nesten utelukkende i lokaliteter hvor auren lever alene.

**Aure av middels størrelse**

Aure av middels størrelse er aurebestander hvor fisken verken kan sies å være storvokst eller småvokst. At gjennomsnittstørrelsen på kjønnsmodne hunner er mellom 25 cm og 35 cm innebærer at fisk større enn 30 cm er vanlig, men at fangst av kilosfisk eller større er sjelden. Tilstandsbeskrivelsen for lokaliteter med aure av middels størrelse vil være en mellomting mellom de tilsvarende beskrivelser for småvokst og storvokst aure.

**D) Tynn bestand med fisk av middels størrelse**

I innsjøer hvor auren lever alene er denne tilstanden en indikasjon på rekrutteringsbegrensning, dvs. at rekrutteringen av ungfisk er liten i forhold til næringsområdets størrelse. I innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter utøver disse artene et visst konkurransepress på auren og kan også bidra til redusert rekruttering. Lokalitene har dårligere grunnlag for produksjon av stor fisk enn lokaliteter under klasse A.

**E) Middels tett bestand med fisk av middels størrelse**

Dette er en vanlig forekommende tilstand i norske aurelokaliteter. Rekrutteringen er tilfredstillende. Tilgangen på store byttedyr eller forekomst av andre konkurrerende fiskearter kan begrense veksten. Denne tilstanden kan vi finne i mange forskjellige typer lokaliteter både i høyfjellet og i lavlandet og der auren lever alene eller sammen med andre arter.

**F) Tett bestand med fisk av middels størrelse**

Dette er ofte lokaliteter hvor auren lever alene eller sammen med andre arter som i liten grad påvirker aurens vekst. Rekrutteringsforholdene er gode, og det er en brukbar balanse mellom rekrutteringens størrelse og næringsgrunnlaget.

**Småvokst aure**

Småvokst aure er bestander hvor fiskens vekst stagnerer ved liten størrelse. I slike bestander er veksten hos de største fiskene klart næringsbegrenset, dvs. at næringsgrunnlaget i lokaliteten pr. idag ikke er godt nok til at fisken kan vokse seg større. At gjennomsnittstørrelsen på kjønnsmodne hunner er mindre enn 25 cm innebærer at det fanges lite fisk større enn 30 cm.

**G) Tynn bestand med småvokst fisk**

Denne tilstanden opptrer vanligvis når rekrutteringen av ungfisk er begrenset av små gyte- og oppvekstområder og innsjøen har svært lav produktivitet og/eller lite egnede områder for aureproduksjon. Tilstanden opptrer også ofte i innsjøer hvor auren lever i konkurranse med en eller flere fiskearter som er tallrike og som utøver et sterkt konkurransepress på auren.

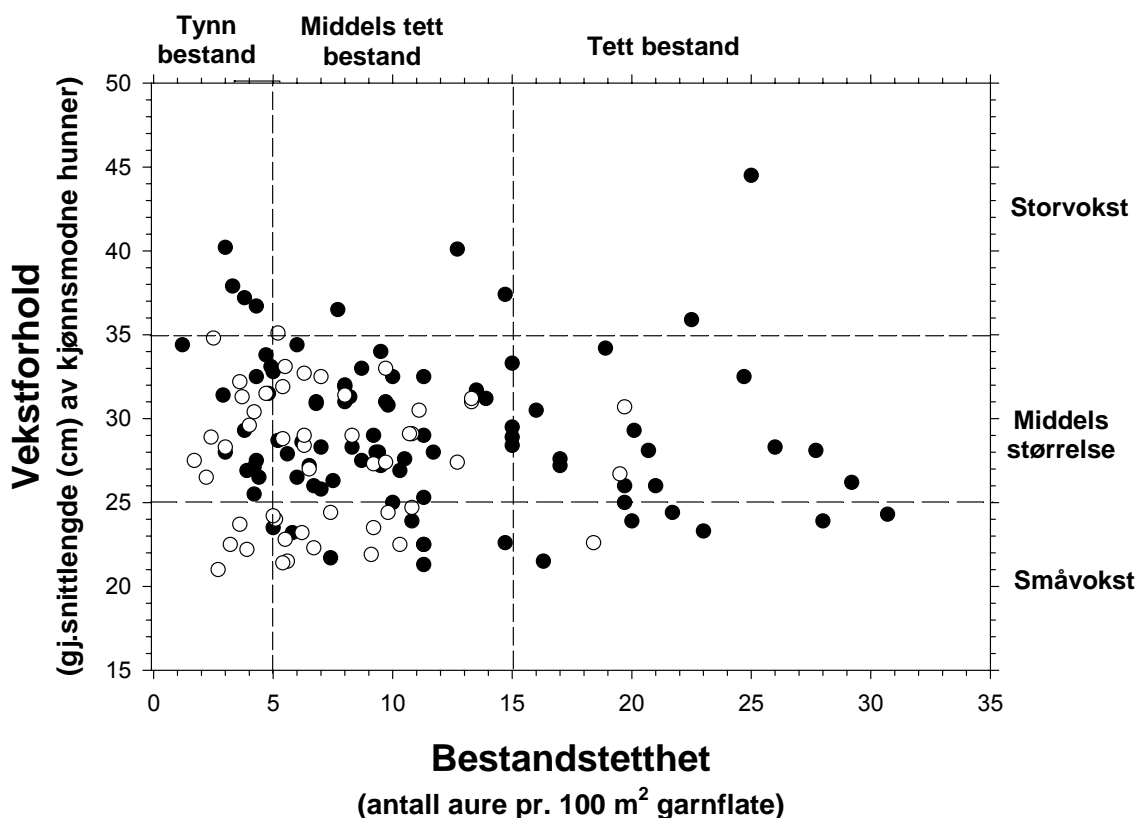
**H) Middels tett bestand med småvokst fisk**

Lokaliteter hvor rekrutteringen av aure er tilfredstillende og som har klart bedre vilkår for aureproduksjon enn lokaliteter under klasse G. Forekommer både hvor auren lever alene og hvor auren lever sammen med andre fiskearter. I innsjøer hvor auren lever alene er denne tilstanden en indikasjon på at innsjøen har lav til middels produktivitet og at bestanden tenderer til

”overbefolkning”. I tilfeller hvor auren lever sammen med andre fiskearter utøver disse et ikke ubetydelig konkurransepress.

#### I) Tett bestand med småvokst fisk

Lokaliteter hvor rekrutteringen av aure vanligvis er stor i forhold til næringsområdets størrelse. Dette kan gi tette bestander av fisk hvor konkurransen mellom aurene er sterk. De typiske ”overbefolkede” aurebestandene havner vanligvis i denne klassen. Forekommer også i innsjøer med andre fiskearter (f.eks. røye), som ved å konkurrere med auren reduserer dens næringstilgang.



**Figur 17.** Klassifisering av vekstforhold og bestandstetthet hos aure i 140 innsjøer prøvfisket med Jensen-serien. Fylte sirkler viser innsjøer hvor auren lever alene, mens åpne sirkler viser innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter. Det gjøres oppmerksom på at materialet neppe er representativt for norske aureinnsjøer og at størrelsen på kjønnsmodne hunnfisk kan være noe overvurdert i innsjøene med små kjønnsmodne fisk (på grunn av garnseleksjon).

I **figur 17** er datasettet på sammenhengen mellom fangst pr. innsatsenhet og gjennomsnittstørrelse for kjønnsmodne hunner fanget på Jensen-serien i norske innsjøer satt inn i diagrammet for vurdering av vekstforhold og bestandstetthet. Figuren viser at alle typer aurebestander finnes både i innsjøer hvor auren lever alene og i innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter, med to unntak. Vi har ingen eksempler i dette materialet på innsjøer med tynne småvokste aurebestander hvor auren lever alene. Vi har heller ingen innsjøer med tette storvokste aurebestander i innsjøer hvor auren lever sammen med andre arter. Typiske storau-rebestander er ikke representert i dette materialet, men slike bestander vil være karakterisert av svært lav fangst pr. innsatsenhet og store kjønnsmodne hunner.

## 5 Referanser

- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 40: 5-145.
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, M., Kurkilathi, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water Air Soil Pollution* 85: 401-406.
- Berger, H.M. 1981. Effekter av hardt fiske på ørreten (*Salmo trutta* L.) i Usmesjøen, Tydal, Sør-Trøndelag. Hovedfagsoppgave i ferskvannsøkologi, Universitetet i Trondheim.
- van den Berghe, E.P. & Gross, M.R. 1984. Female size and nest depth in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 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* 43: 125-140.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10: 181-213.
- Borgstrøm, R. 1992a. Relationship between annual recruitment and density in a lacustrine population of allopatric brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1107-1113.
- Borgstrøm, R. 1992b. Effect of population density on gillnet catchability in four allopatric populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1539-1545.
- Borgstrøm, R. 1994. Production in a lacustrine brown trout population with large recruitment potential and low natural mortality: implications for management. *North American Journal of Fisheries Management* 14: 488-499.
- Borgstrøm, R. 1995. Dynamiske endringer i aurebestander. s. 57-66, i: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (red.). *Ferskvannsfisk: økologi, kultivering og utnytting*. Norges Forskningsråd.
- Borgstrøm, R., Heggenes, J. & Northcote, T.G. 1993. Regular, cyclic oscillations in cohort strength in an allopatric population of brown trout, *Salmo trutta* L. *Ecology of Freshwater Fish* 2: 8-15.
- Borgstrøm, R., Brittain, J.E., Hasle, K., Skjølås, S. & Dokk, J.G. 1996. Reduced recruitment in brown trout *Salmo trutta*, the role of interactions with the minnow *Phoxinus phoxinus*. *Nordic Journal of Freshwater Research* 72: 30-38.
- Chen, Y. & Paloheimo, J.E. 1994. Estimating fish length and age at 50 % maturity using a logistic type model. *Aquatic Sciences* 56: 206-219.
- Dahl, K. 1943. *Ørret og ørretvann*. Cappelen, Oslo.
- Fleming, I. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 379-416.
- Fleming, I. 1999. Pattern and variability in the breeding system of Atlantic salmon (*Salmo salar*), with comparisons to other salmonids. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Supplement 1): 59-76.
- Forseth, T., Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooji, W., Kleiven, E. 1997. Biologisk status i kalka innsjøer. NINA-Oppdragsmelding 508.
- Forseth, T., Ugedal, O. & Jonsson, B. 1994. The energy budget, niche shift, reproduction and growth in a population of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Journal of Animal Ecology* 63: 116-126.
- Garnås, E. & Huseby, K. 1995. Prosjekt fjellfisk. Sluttrapport 1986-1992. Styringsgruppen for prosjekt fjellfisk, Buskerud.
- Gausen, D. & Berger, H.M. 1987. Forsøk med bruk av utsatt fisk til bestandsberegning i ørretvatn. Rapport fra fiskeforskningen, DN 1987-2.
- Gross, M. 1985. Alternative breeding strategies in male salmon. *Nature* 313: 47-48.
- Halvorsen, M., Svenning, M-A. & Kanstad Hanssen, Ø. 1998. Kartlegging av fiskebestandene i potensielle sjørøyevassdrag i Finnmark. NINA-Oppdragsmelding 542. 30s.
- Haraldstad, Ø. & Jonsson, B. 1983. Age and sex segregation in habitat utilization by brown trout in a Norwegian lake. *Transactions of the American Fisheries Society* 112: 27-37.

- Hegge, O., Hesthagen, T. & Skurdal, J. 1993. Vertical distribution and substrate preference of brown trout in a littoral zone. *Environmental Biology of Fishes* 36: 17-24.
- Hellen, B.A. 1996. Bæreevne i vestnorske fjellmagasiner med hensyn på fisk. Fiskesymposiet 1996: foredragssamling. EnFO-publikasjon 128-1996: 12-29.
- Hesthagen, T. & Gunnerød, T.B. 1981. Fiskeribiologiske undersøkingar i Tesse, Oppland, i 1980. DVF-Reguleringsundersøkelsene, Rapport 5-1981.
- Hesthagen, T. & Jonsson, B. 2002. Life history characteristics of brown trout in lakes at different stages of acidification. *Journal of Fish Biology* 60: 415-426.
- Hesthagen, T., Jonsson, B., Ugedal, O. & Forseth, T. 1997. Habitat use and life history of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in some low acidity lakes in central Norway. *Hydrobiologia* 348: 113-126.
- Hindar, A., Hesthagen, T. & Raddum, G. 1996. Undersøkelser i kalkede vann og vasdrag - innhold og omfang. DN-Utredning 1996-5. 25s.
- Jensen, J.W. 1979. Utbytte av prøvefiske med standardserier av bunngarn i norske ørret- og røyevatn. *Gunneria* 31: 1-36.
- Jensen, J.W. 1986. Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of mesh sizes for some freshwater fish. *Journal of Fish Biology* 28: 637-646.
- Jensen, J.W. 1995. A direct estimate of gillnet selectivity for brown trout. *Journal of Fish Biology* 46: 857-861.
- Jensen, J.W. & Hesthagen, T. 1996. Direct estimates of the selectivity of a multimesh and a series of single gillnets for brown trout. *Journal of Fish Biology* 49: 33-40.
- Jensen, J.W., Nøst, T. & Muniz, I.P. 1997. The ecology of brown trout and Arctic charr in two lakes in Høylandet. *Hydrobiologia* 348: 127-143.
- Jensen, K.W. 1972. Drift av fiskevann. *Fisk og fiskestell* 5: 1-61.
- Jensen, K.W. 1973. Ørretgarnas seleksjon. *Jakt Fiske og Friluftsliv*, 1973-1.
- Jensen, K.W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta*, L., in Lake Øvre Heimdalsvatn, Southern Norway. Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm 56: 18-69.
- Jonsson, B. 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout. *Freshwater Biology*, 21: 71-86.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers, New York.
- L'Abée-Lund, J.H. 1986. Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag: ørretens økologi og erfaringer fra kultiveringsarbeidet. Miljøvirkninger av vassdragsutbygging, Rapport A6. 128 s.
- L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Sættem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O. & Næsje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 58: 525-542.
- L'Abée-Lund, J.H., Sæggrov, H. & Ugedal, O. 1988. Tilslag, habitatutnyttelse og gytedeltagelse hos tre ulike settefiskstammer. Årsrapport 1987. MVU-rapport nr. B43. 32 s.
- Langeland, A. & L'Abée-Lund, J.H. 1996. Habitat use, size and age structure in sympatric brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) stocks: resistance of populations to change following harvest. *Ecology of Freshwater Fish* 5: 49-58.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 60: 895-912.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. *Holarctic Ecology* 1: 279-300.
- Næsje, T., Sandlund, O.T. & Saksgård, R. 1998. Selective predation of piscivorous brown trout (*Salmo trutta* L.) on polymorphic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.). *Archive für Hydrobiologie, Special Issues Advances in Limnology* 50: 283-294.
- Qvenild, T., Skurdal, J. & Kildal, T. 1983. Populasjonsbiologi for ørretbestanden i Tyrifjorden. Tyrifjordundersøkelsen, fagrapport 22.
- Rosseland, B.O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I.P., Sevaldrud, I. & Svalastog, D. 1979. Bestandsundersøkelser datafisk-SNSF-77. Presentasjon av utvalgskriterier, innsamlingsmetodikk og anvendelse av programmet ved SNSF-prosjektets prøvefiske i perioden 1976-79. SNSF, Teknisk notat 1979-45. 64 s.

- Stearns, S.C. 1992. The evolution of life histories. Oxford University Press, Oxford.
- Trippel, E.A. & Harvey, H.H. 1991. Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of white sucker (*Catostomus commersoni*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48: 1446-1459.
- Ugedal, O., Næsje, T.F. & Forseth, T. 1999. En vurdering av kriterier for klassifisering av storørret. Notat til Direktoratet for Naturforvaltning, mai 1999. 39 s.
- Ugedal, O., Forseth, T., Næsje, T.F. & Qvenild, T. 2000. Karakterisering av gytefiskbestander av storørret i Elgåa og Litjåa, to innløpsbekker til Femund. Framdriftsrapport, mars 2000. 9 s.
- Aass, P. 1969. Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 49: 183-201.



# NINA Rapport 73

ISSN:1504-3312

ISBN: 82-426-1616-7



## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>