

Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge

Ola Ugedal
Børre K. Dervo
Jon Museth



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

Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge

Ola Ugedal
Børre K. Dervo
Jon Museth

Ugedal, O., Dervo, B.K. & Museth, J. 2007. Erfaringer med
tynningsfiske i innsjøbestander i Norge - NINA Rapport 282. 64 s.

Trondheim, november 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1844-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Ola Ugedal

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Børre K. Dervo (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Mjøsen Skog BA / INNOFINN (brukerstyrt NFR prosjekt)

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Trond Carlson

FORSIDEBILDE

Børre K. Dervo

NØKKEWORD

Innlandsfisk, tynningsfiske, kultiveringsfiske, utfisking, rekruttering,

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Ugedal, O., Dervo, B.K. & Museth J. 2007. Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge. NINA Rapport 282. 64 s.

Det er et gammelt og velkjent problem i Norge at mange innsjøer er lite attraktive som fiskevann på grunn av overtallige og småvokste bestander. Kultiveringsfiske eller uttynningsfiske har derfor lange tradisjoner og kultiveringsfiske er også utpekt som et innsatsområde når det gjelder innlandsfisk.

I denne rapporten har vi foretatt en gjennomgang av publisert litteratur på effektene av tynningsfiske på innsjøbestander i Norge. Målet har vært å avdekke både viktige flaskehalsar og suksessfaktorer ved tynningsfiske. Vi har tatt med undersøkelser som er publisert i internasjonale fagtidsskrift, norske rapportserier og andre skriftlige kilder. De fleste rapporterte forsøkene vedrørende effekter av tynningsfiske har dreid seg om aure, røye og sik, og hoveddelen av denne rapporten omhandler derfor disse artene. Rapporten tar for seg detaljer om erfaringer med tynningsfiske fra 8, 10 og 7 innsjøer med henholdsvis aure, røye og sik, i tillegg til erfaringer med andre arter som abbor og ørekyt. Rapporten inneholder også et kort kapittel hvor vi gjengir den publisert informasjonen om effekter av ulike tiltak i elver med innlandsfiskebestander.

Aure

Flere forsøk viser at det lar seg gjøre å bedre kvaliteten på aurebestander ved tynningsfiske eller økt beskatning. Pionerforsøk av Knut Dahl i vestlandsinnsjøer tidlig på 1900-tallet viste at det lot seg gjøre å bedre veksten til aure ved å tynne bestandene kraftig. Studiet til Kjell W. Jensen i Øvre Heimdalsvatn viste også at det var mulig, med betydelig innsats, å endre bestandsstrukturen slik at kvaliteten og størrelsen på auren ble betydelig forbedret. I innsjøer som Øvre Heimdalsvatn, hvor rekrutteringen er stor, synes det imidlertid nødvendig med vedvarende høy beskatning for å opprettholde effekten av tynningsfisket. Erfaringer fra innsjøer med spesielt stort rekrutteringspotensial for aure tyder på at beskatningen også må omfatte ung fisk for å få tilfredsstillende vekst på voksen fisk. Det foreligger mange anbefalinger om hvordan aureinnsjøer skal drives for å få mest mulig utbytte av fiskekjøtt, men det har vært fokusert mindre på hvordan aureinnsjøer bør forvaltes for å få et attraktivt sportsfiske (stor fangbar fisk).

Røye

Tynningsfiske av røye i Takvatnet i Troms er det best kjente, og trolig det mest vellykkede, storskala tynningsfiskeprosjektet som er gjennomført i Norge. Her lyktes man med å oppnå tilsynelatende varige endringer i bestandsstrukturen til røye samtidig som aurebestanden tok seg opp. Tynningen i Takvatnet skjedde ved et hardt teinefiske i seks år, og fisket fortsatte i enda to år med lavere innsats. Dette førte til en betydelig reduksjon i røyebestanden. I løpet av tynningsperioden vokste det frem stor røye og aure, og disse store individene var i stor grad fiskespisere som bidro til å redusere rekrutteringen av små røye. I andre innsjøer i Nord-Norge har tynningsfiske av røye hatt mindre suksess. I Guolasjavri og Foldvikvatnet fikk en midlertidige endringer i vekst og bestandstruktur som følge av tynning, men effektene så ut til å avta kort tid etter at tynningsfisket ble avsluttet. I Møkkelandsvatnet førte imidlertid tynningen til bedre vekst og større smoltproduksjon hos sjørøye. Disse tynningsprosjektene varte i kortere tid enn i Takvatnet, og dette kan være en av årsakene til at de ikke ble vellykkede. I Øvre Stavåtjønna ble røyebestanden kraftig tynnet ved hjelp av småmaskede garn, noe som ga økt vekst og en økt forekomst av stor røye. Tynningsprosjektet i Silsetvann må sies å være mislykket, idet størrelsen på røya avtok under tynningen og forble på et lavere nivå i lang tid etter at tynningsfisket var over. Tynningen i Silsetvann skjedde med garn på de største fiskene i bestanden. Erfaringene fra tynningsfiske i overbefolkede røyevann tilsier at beskatningen må være omfattende og pågå i lang nok tid, hvis en skal ha håp om å få en god effekt. I tillegg synes det nødvendig å

beskatte ung fisk for å kontrollere den økte rekrutteringen som skjer når de eldre individene fiskes ut.

Sik

Flere forsøk viser at det lar seg gjøre å bedre kvaliteten på sikbestander ved tynningsfiske eller økt beskatning. I Stuorajavri førte et kraftig tynningsfiske til at sikbestanden ble forandret fra en overbefolket bestand med småvokst og kraftig parasittert fisk, til en bestand med større fisk som var egnet for fiske og utnyttelse. I Sølensjøen ble en negativ utvikling i sikbestanden snudd ved at beskatningen økte vesentlig. I Gopollen og Vinstervatna økte størrelsen av sik når beskatningen økte. I andre innsjøer har effektene av tynningsfiske vært mindre. I Espedalsvatnet og Reinsvatnet har relativt store årlige uttak av sik ikke gitt vesentlige endringer i størrelse på siken. Økt beskatning av sik kan også ha gunstige effekter på andre arter i innsjøene. I Sølensjøen økte fangstene av røye når beskatningen av sik økte vesentlig. I Espedalsvatnet synes det som om økt beskatning av sik har gitt mer utholdende vekst hos aure og et større antall fiskespisende aure. Erfaringene med tynning og beskatning av sik viser imidlertid at et tynningsfiske av sik må følges opp med en moderat til hard beskatning i ettertid hvis effekten av tynning skal holde seg. I Stuorajavri gikk sikbestanden tilbake til utgangspunktet med hensyn på vekst og størrelse når beskatningen opphørte. I Gopollen avtok størrelsen av sik når beskatningen avtok. Redusert størrelse på sik er også rapportert fra innsjøer hvor beskatningen av sik i tradisjonelle fiskerier avtar.

Erfaringene viser at tynningsfiske kan gi positive effekter, men at effekten i en del tilfeller er mindre enn ønskelig. Utfordringen med tynningsfiske er at:

- 1) Kunnskapen om utgangstettheten av fisk er ofte mangelfull,
- 2) uttaket av fisk er i mange tilfeller ikke tilstrekkelig
- 3) bestandene kompenserer for økt fangstdødelighet med økt rekruttering
- 4) det er en utfordring å ta vare på store fiskespisende individer, både under og etter tynningsfisket.

Før det planlegges utfisking for å bedre kvaliteten på fisket i bestander med stor tetthet, bør det som ved start av alle forvaltningstiltak, formuleres en klar og realistisk målsetning. Målet med utfisking kan være 1) å forbedre kvaliteten til fiskebestandene for utnyttelse ved tradisjonelt næringsfiske eller 2) å øke attraktiviteten til ressursen i forbindelse med sports- og rekreasjonsfiske. Samtidig bør man forsøke å avdekke årsakene til at man faktisk har behov for å gjennomføre tynningsfiske. Et kultiveringsfiske bør også følges opp med en overvåking av bestanden for å måle effekten av tiltaket. Slike undersøkelser kan dokumentere hvilke endringer som finner sted og eventuelt kunne brukes til å justere tiltaket underveis.

Ola Ugedal, Norsk institutt for naturforskning, 7485 Trondheim

Børre K. Dervo & Jon Museth, Norsk institutt for naturforskning, Fakkelgården, Storhove, 2624 Lillehammer

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Innsjøer med aure og røye	8
2.1 Pionerforsøk på starten av 1900-tallet	8
2.2 Beskatningsforsøk med aure i Øvre Heimdalsvatn, Løyningsvatn og Songsjøen	11
2.3 Andre forsøk med tynning av aure	17
2.4 Suksess med tynning av røye i Takvatnet	20
2.5 Overbefolkede røye vann i Nord-Norge - ORN-prosjektet	24
2.6 Andre forsøk med tynning av røye	28
3 Innsjøer med andre arter	33
3.1 Kraftig tynning av sik i Stuerajavri på Finnmarksvidda	33
3.2 Tynning og beskatning av sik i innsjøer på Østlandet	35
3.3 Tynning av abbor	40
3.4 Tynning av ørekyte i aureinnsjøer	41
4 Tiltak i elver med innlandsfisk	43
5 Diskusjon	45
5.1 Innsjøer med aure	45
5.2 Innsjøer med røye	47
5.3 Innsjøer med sik	52
5.4 Oppsummerende diskusjon	54
5.5 Anbefalinger vedrørende gjennomføring av nye prosjekter	56
Referanser	58

Forord

Denne rapporten utgjør en av resultatrapportene fra prosjektet "Innovativ fisketurisme i innlandet (INNOFINN)". Prosjektet analyserer ressurs, produkt, marked og økonomi som grunnlag for næringsutvikling. INNOFINN er et brukerstyrt FoU-prosjekt på innlandsfisketurisme. Prosjektet gjennomføres som et samarbeid mellom skogsamvirkene Mjøsen Skog BA, Glommen Skog BA, Viken Skog BA og Utmarksavdelingen for Østfold og Akershus og institusjonene Norsk institutt for naturforskning, Østlandsforskning og Skogbrukets Kursinstitutt. Det brukerstyrte forskningsprosjektet INNOFINN startet opp i 2006 og skal pågå fram til 2010. Prosjektet finansieres av Norges Forskningsråd, Skogtiltaksfondet og de deltagende institusjoner. Prosjektet INNOFINN har som hovedmål å skaffe ny kunnskap som fremmer innovasjon, entreprenørskap, utvikling og samarbeid blant fisketurismeaktører på Østlandet.

Denne rapporten har hovedfokus på erfaringene med tynningsfiske i Norge. Gjennom et litteratursøk er det gitt en oppsummering av erfaringene med tynningsfiske i ulike typer innsjøer i landet.

November, 2007
Børre K. Dervo
Forskningssjef

1 Innledning

Mange vann og innsjøer i Norge er lite attraktive som fiskevann på grunn av overtallige, småvokste bestander av ellers populære arter som aure, abbor, røye og sik. Dette er et gammelt og velkjent problem i alle deler av landet, og kultiveringsfiske eller utynningsfiske for å skape mer attraktive fiskebestander har lange tradisjoner i Norge (Sømme 1941). Kultiveringsfiske er også utpekt som et innsatsområde når det gjelder innlandsfisk (Direktoratet for Naturforvaltning, 2002). Utfiskingsprosjekter har ofte hatt preg av å være arbeid hvor det kreves stor innsats, men hvor effekten på fiskebestanden kanskje ikke har svart til forventningene med hensyn på å få til en varig forbedring av forholdene. Det kunne derfor være nyttig med en gjennomgang av de erfaringer som er høstet gjennom slik aktivitet i Norge.

I Norge er det lange tradisjoner for næringsmessig utnyttning av fiskeressursene gjennom høsting og foredling, utleie og turisme (Eknæs 1979, Berg 1986, Søilen 1995). De siste 15 årene er det gjort en rekke politiske vedtak om økt satsning på utnyttelsen av utmarksressursene generelt og fiskeressursene spesielt (St.prp nr 8 (1992-1993), St. meld. nr. 17 (1998-1999), SND 2003, St. meld. nr. 19 (1999-2000), St. meld 21 (2004-2005), LMD 2006). Norges Skogeierforbund (NSF 1995) og Norges Bondelag (NB 1997) har gjennom egne utredninger og handlingsprogram, vedtak om økt satsning på utmark som en del av næringsgrunnlaget i jord- og skogbruket. I den såkalte "Fjellteksten" blir satsingen på turisme i verneområder beskrevet (St prp nr 65 (2002-2003) og utmarksbasert turisme har gradvis vokst fram til å bli en næring av betydning for distriktene (Dervo m. fl. 2003).

Innlandsfisk kan utnyttes på flere måter. På den ene siden er det interesse for å utnytte innlandsfisk i forbindelse med næringsfiske, det vil si der fiske og omsetning av fangsten er inntektsgrunnlaget. Målet med et tynningsfiske vil da ofte være å få en bestand hvor avkastningen er størst mulig og hvor fisken har riktig størrelse for salg og med god kvalitet, det vil si med lite parasitter og i god kondisjon. Bestander av innlandsfisk kan imidlertid også gi inntekter gjennom fritidsfiske og fisketurisme. Forbedring av fiskeressursene som grunnlag for eget og andres rekreasjonsfiske i nærområdet er kanskje den viktigste drivkraften for tynningsfiske (Søilen 1995). Målsetningen for et slikt tynningsfiske vil ofte være rettet mot å få stor fisk, og i mindre grad å maksimere avkastningen. Fritidsfiskerne foretrekker også andre arter enn næringsfiskerne. Mens sik, lagesild, og i noe grad aure, røye og gjedde er attraktive arter for næringsfiskerne, foretrekker fritidsfiskerne stor aure, gjedde og røye.

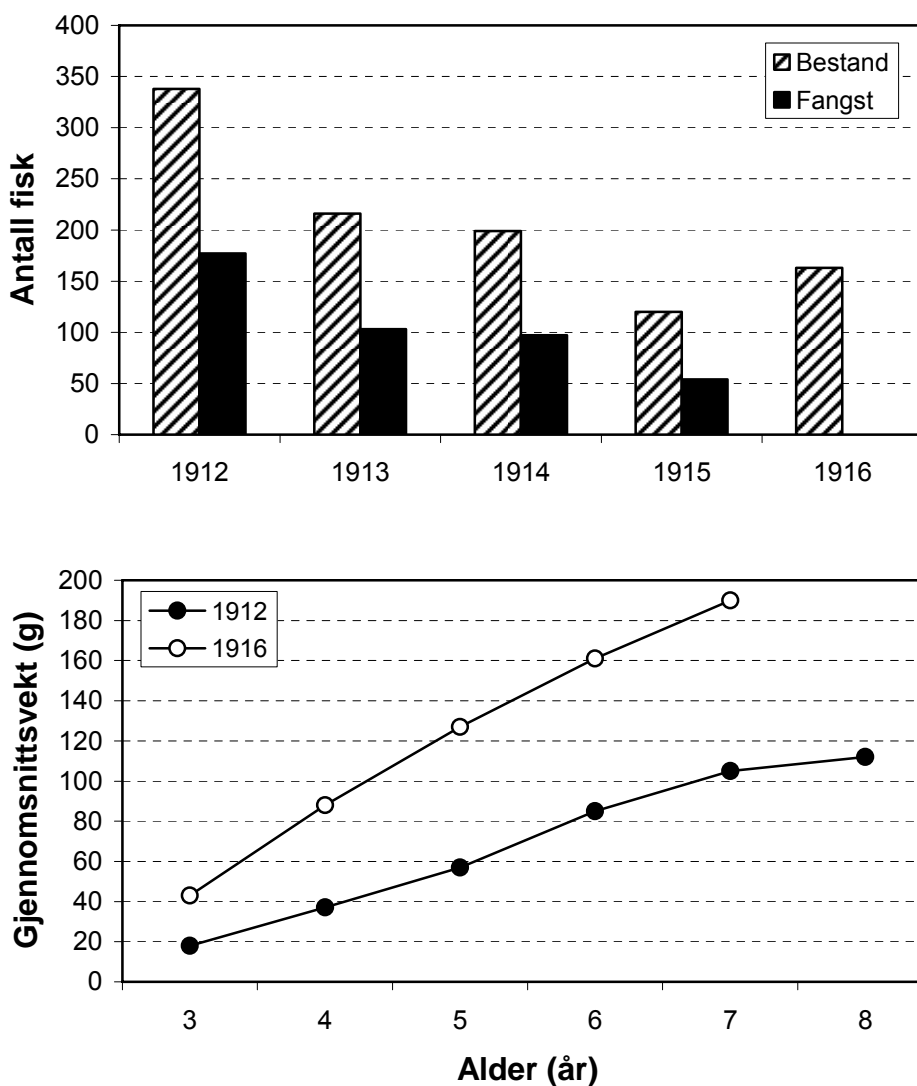
I denne rapporten har vi foretatt en gjennomgang av publisert litteratur på effektene av tynningsfiske på innsjøbestander i Norge. Vi har tatt med undersøkelser som er publisert i internasjonale fagtidsskrift, norske rapportserier og andre skriftlige kilder. For at en undersøkelse skulle inkluderes har vi satt som krav at den skal inneholde informasjon om mengden fisk som er tatt ut og/eller en dokumentasjon på endringer i bestandsstørrelse eller bestandssammensetning som følge av fisket. Tynningsfiske er et uklart begrep og vi har også tatt med omtale av noen studier hvor hovedformålet ikke har vært tynning av bestanden, men som inneholder informasjon som er relevant for tynningsproblematikk. Tynning av en bestand er jo strengt tatt ikke noe annet enn økt beskatning. De fleste rapporterte forsøkene vedrørende effekter av tynningsfiske har dreid seg om aure, røye og sik, og hoveddelen av denne rapporten omhandler derfor disse artene. I tillegg har vi skrevet et lite kapittel hvor vi gjengir den publisert informasjonen om effekter av ulike tiltak i elver med innlandsfiskebestander.

Det har vært utenfor prosjektets ramme å samle inn og systematisere muntlig informasjon om effekter av ulike tynningsprosjekter og andre former for reguleringer av fisket. Det finnes helt sikkert mye nyttig informasjon å hente fra slike kilder, både fra prosjekter som har vært vellykkede og prosjekter som har vært feilslått.

2 Innsjøer med aure og røye

2.1 Pionerforsøk på starten av 1900-tallet

For mer enn 80 år siden gjorde den kjente norske ferskvannsbiologen Knut Dahl de første planmessige forsøk med hvordan tynning i aurebestander påvirker vekst og størrelsessammensetning av bestandene (Dahl 1943). Han stilte blant annet spørsmålet: "Er der mulig å forbedre ørretens vekst i de vann der den vokser elendig?". Dahl gjorde sine forsøk i tre små tjern og en liten innsjø i Os herred, nær Bergen, i perioden 1912-1916. I alle lokalitetene var auren småvokst med få individ større enn 100 g.

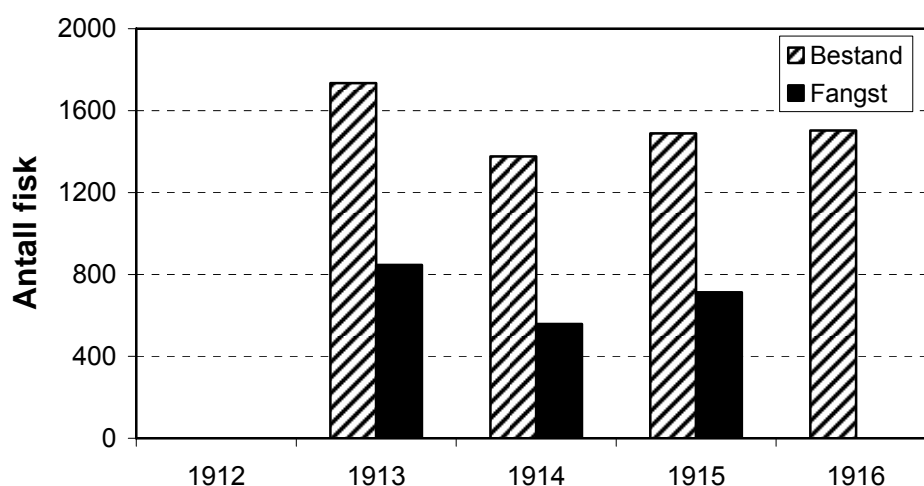


Figur 2.1. Øverst: Utvikling i aurebestanden og antall fisk tatt ut av bestanden i Øvre Rødlitjern. Nederst: Gjennomsnittsvekt hos aure med ulik alder i Øvre Rødlitjern før (1912) og etter uttynning (1916) av aurebestanden. Etter Dahl (1943).

Dahl undersøkte tre små tjern, Øvre Rødlitjern (2,8 ha), Nedre Rødlitjern (1,2 ha) og Lynghaugtjern (1,4 ha), og en litt større innsjø, Indre Rødlivann (25 ha; 81 m o.h.). De to Rødlitjernene hadde bestander av aure, stingsild og ål, mens Indre Rødlivann også hadde røye.

Dahl benyttet en finmasket not til sine forsøk. Han foretok notkast på egnede plasser i innsjøen og tjernene i mai. Fisken ble merket med finneklipping og gjenutsatt. Deretter foretok han en ny runde notkast hvor han registrerte andel merket fisk i bestanden for å kunne beregne bestandstørrelsen. Den gjenfangede fisken ble drept, og Dahl fortsatte notfisket til omlag halvparten av utgangsbestanden var "slaktet". Samme prosedyre ble gjentatt flere år på rad.

I Øvre Rødlitjern ble bestanden av aure beregnet til 338 individ eller 24,4 kg fisk våren 1912. Dette tilsvarer 121 individ/ha og en biomasse på 8,7 kg/ha. Ved å ta ut halvparten av fisken som var i tjernet hver vår, ble antallet fisk i bestanden mer enn halvert i løpet av forsøket (**figur 2.1**). Reduksjonen i vekten av aure var ikke like stor, og biomassen våren 1916 var 6,0 kg/ha. Dette skyldes at bestandsreduksjonen førte til bedret vekst hos auren, og gjennomsnittstørrelsen våren 1916 var omlag fordoblet for alle aldersgrupper fra 3 til 7 år (**figur 2.1**). Tilsvarende resultater oppnådde Dahl også i Nedre Rødlitjern. Forsøkene i det tredje tjernet, Lynghaugtjern, ble oppgitt etter 3 år blant annet fordi Dahl fant ut at han ikke hadde full kontroll på fisket her.

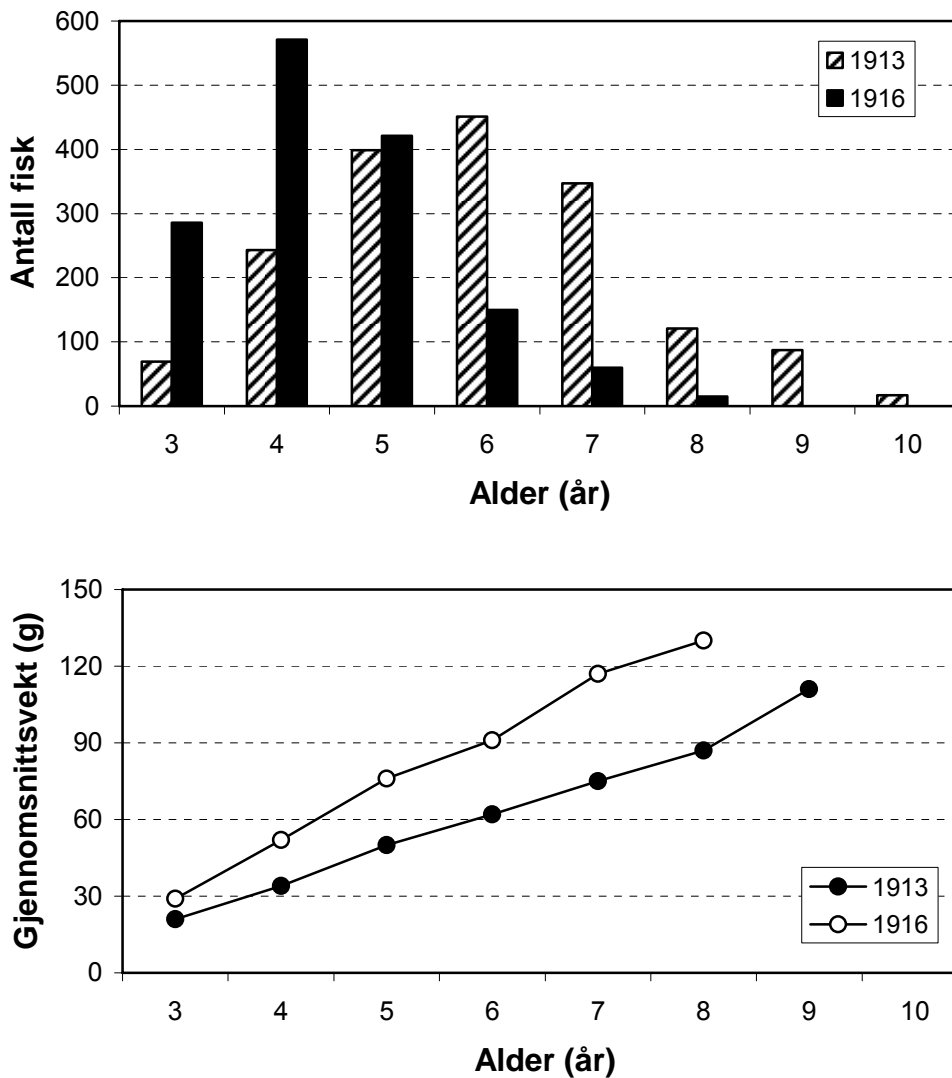


Figur 2.2. Utvikling i aurebestanden og antall fisk tatt ut av bestanden i Indre Rødlivann i perioden 1912 - 1916. Etter Dahl (1943).

I Indre Rødlivann ble bestanden av aure beregnet til 1 734 individ eller 107 kg våren 1913. Dette tilsvarer 69 individ/ha og en biomasse på 4,3 kg/ha. I Indre Rødlivann oppnådde ikke Dahl å redusere antallet aure i bestanden vesentlig i løpet av tre år med økt beskatning (**figur 2.2**). Dette skyldes at rekrutteringen av ung aure økte når bestanden av eldre fisk ble redusert. I 1913 var 4-7 år gammel fisk de mest tallrike årsklassene i Indre Rødlivann (**figur 2.3**). I 1916 var 4-5 år gammel fisk de mest tallrike, og antallet 3 og 4 år gammel aure var vesentlig større enn ved forsøkets start i 1913. Økt beskatning av bestanden i Indre Rødlivann ga bedre vekst hos auren, men veksten og størrelsen på auren var fremdeles lav.

Dahls forsøk viste at det var mulig å oppnå bedre vekst og økt størrelse hos aure ved å tynne i bestandene. Hans resultater peker også på at rekrutteringen er en nøkkelfaktor for å oppnå gode resultater på lang sikt. Dahl diskuterer sine resultater med hensyn på vekst i disse næringsfattige innsjøene, og peker på at faunaen av byttedyr sannsynligvis har stor betydning

for hvor stor auren kan bli i en lokalitet. For å oppnå en vesentlig bedring av veksten og aurens størrelse i slike innsjøer må det stor innsats til. Dahl skriver: *"Mine forsøk viser, at det ingenlunde er nok å slakte halvdelen av den forfunne bestand. Skal større virkninger oppnås, må man ta betydelig mer"*.



Figur 2.3. Øverst: Antall aure av ulike aldersgrupper i Indre Rødlivann før (1913) og etter (1916) økt beskatning av bestanden. Nederst: Gjennomsnittsvekt hos aure med ulik alder i Indre Rødlivann før (1913) og etter (1916) økt beskatning av bestanden. Etter Dahl (1943).

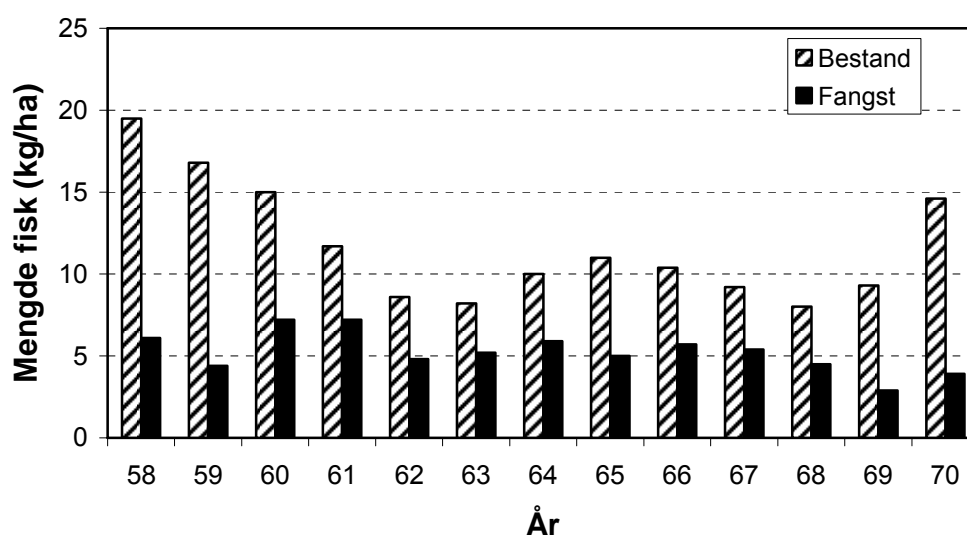
2.2 Beskatningsforsøk med aure i Øvre Heimdalsvatn, Løyningsvatn og Songsjøen

Øvre Heimdalsvatn

Øvre Heimdalsvatn (1090 m o.h.) i Øystre Slidre kommune i Oppland, har et areal på 77,5 ha, et gjennomsnittsdyp på 4,7 m og største dyp på 13 m. Innsjøen ble etablert som forskningsinnsjø for fiskeforskningen i 1957 og aurebestandens populasjonsdynamikk og avkastningspotensiale ble undersøkt i perioden 1958-1972 (Jensen 1977). Aure var eneste fiskeart i innsjøen fram til omlag 1969, da ørekyte første gang ble observert (Lien 1978).

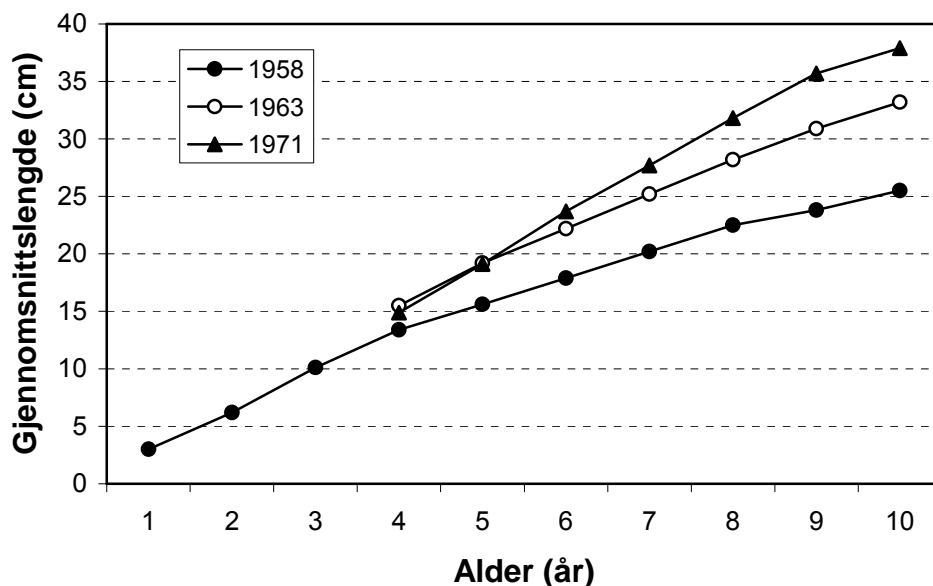
Aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn ble beskattet med bunngarn. Fram til 1964 skjedde mesteparten av fisket med maskevidder på 26 og 30 mm. Deretter ble det hovedsakelig benyttet 30 og 32 mm garn. I hele perioden ble det også fisket med en garnserie med 8 garn med maskevidder på fra 24 til 38 mm. Disse garna utgjorde omkring 15 % av garninnsatsen. I gjennomsnitt ble bestanden beskattet med 1 250 garnnetter (16 garnnetter/ha) per år.

Ved oppstart av forsøket i 1958 var aurebestanden tett, med en biomasse på 19,5 kg/ha (fisk på 4 år og eldre) eller omlag 1 500 kg. De første fem årene ble det tatt ut til sammen 2 300 kg aure, noe som tilsvarer 5,9 kg/ha per år (**figur 2.4**). Dette førte til at vårbestanden i 1963 var redusert til 8,2 kg/ha (omlag 640 kg fisk). I antall utgjorde reduksjonen en halvering av bestandsstørrelsen, fra 211 individ/ha i 1958 til 105 individ/ha i 1963. Beskatningen fortsatte å være hard gjennom hele forsøksperioden med et årlig gjennomsnittlig uttak på 5,2 kg/ha i perioden 1963-1968. I gjennomsnitt ble noe over halve vårbestanden på vektbasis beskattet i løpet av sommeren/høsten i denne perioden. I antall var det gjennomsnittlig årlige uttaket 24 individ/ha, noe som utgjorde omlag 25 % av vårbestanden hvert år. Den harde beskatningen i denne perioden endret ikke bestandsstørrelsen ytterligere, det synes med andre ord å oppstå en balanse mellom uttak og rekruttering. På slutten av undersøkelsesperioden avtok beskatningen noe og bestanden økte (**figur 2.4**).



Figur 2.4. Utvikling i aurebestanden (fisk 4 år og eldre) og mengde fisk tatt ut av bestanden i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1958-1970. Etter Jensen (1977).

Den økte beskatningen førte gradvis til bedre vekst hos fisken og maksimalstørrelsen økte. Før utynning avtok veksten til auren ved omlag 25 cm (**figur 2.5**). Gjennomsnittsstørrelsen til 10 år gammel aure i 1958 var 25,5 cm (omlag 160 g), mens i 1972 var snittstørrelsen til 10-åringene økt til 38 cm (omlag 500-600 g). Den harde beskatningen gjorde imidlertid at gammel og stor fisk var fåtallig i bestanden. Andelen kjønnsmodne individ ble også sterkt redusert som følge av beskatningen uten at dette påvirket rekrutteringen i bestanden. Jensen (1977) fant en klar negativ sammenheng mellom vekstrate og bestandsstørrelse, det vil si at vekstraten økte med redusert bestandsstørrelse. Veksten var imidlertid også sterkt påvirket av sommertemperaturen og viste en positiv korrelasjon med lufttemperaturen i juni, målt på en nærliggende meteorologisk stasjon.



Figur 2.5. Gjennomsnittlig lengde ved alder (tilbakeberegnet lengde for 10-år gammel fisk) hos aure før (1958), under (1963) og ved avslutningen (1971) av beskatningsforsøket i Øvre Heimdalsvatn. Etter Jensen (1977).

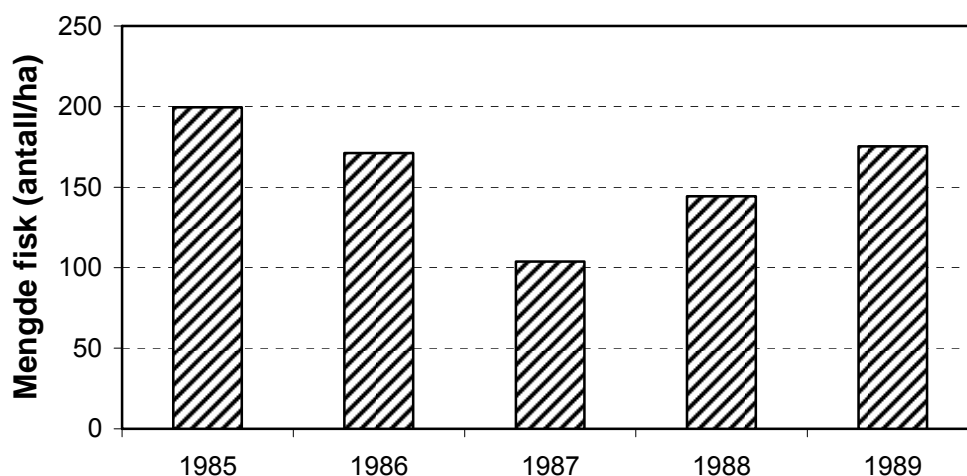
Med bakgrunn i resultatene fra forsøket i Øvre Heimdalsvatn satte Jensen opp en simuleringsmodell for å undersøke hvor stort varig utbytte aurebestanden i innsjøen kunne gi. Med konstante størrelser for rekruttering og temperatur (gjennomsnittsverdier av de observerte) kunne aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn gi et høyeste årlig varig utbytte på 5,7 kg/ha med aure av gjennomsnittsvikt 269 g. Et slikt utbytte kunne oppnås ved å fiske med 1 600 garnnetter (20,6 garnnetter/ha) med 32 mm garn. Simuleringer med varierende rekruttering viste at hvis rekrutteringen var lav kunne gjennomsnittsvikten av den beskattede auren mer enn fordobles. Dette ville imidlertid gi et vesentlig lavere varig utbytte i kg/ha. Jensen (1977) konkluderer med at i innsjøer som Øvre Heimdalsvatn er det ikke mulig å høste bare aure av stor størrelse og samtidig ha et høyt vektutbytte av bestanden.

Løyningsvatn

Løyningsvatn (49 ha; 595 m o.h.) ligger i Røldal kommune, Hordaland. Innsjøen har et maksimumsdyp på 45 m, mens gjennomsnittsdypet er 14,7 m. Aure er eneste fiskeart, og bestanden har gode gytemuligheter i innløps- og utløpselva samt i noen små tilløpsbekker.

Borgstrøm (1992a,b, 1994) gjennomførte undersøkelser av aurens bestandsdynamikk i Løyningsvatn i perioden 1985-1989. I innsjøen ble det drevet både sportsfiske og garnfiske, men beskatningen var lav og skjedde hovedsakelig på de største fiskene i bestanden. Våren 1985 utgjorde biomassen av aure (eldre enn 2 år) omlag 16 kg/ha og samlet antall fisk var omlag 10 000 (200 individ/ha). I denne tilstanden stagnerte individuell vekst hos aure ved lengder rundt 23-25 cm.

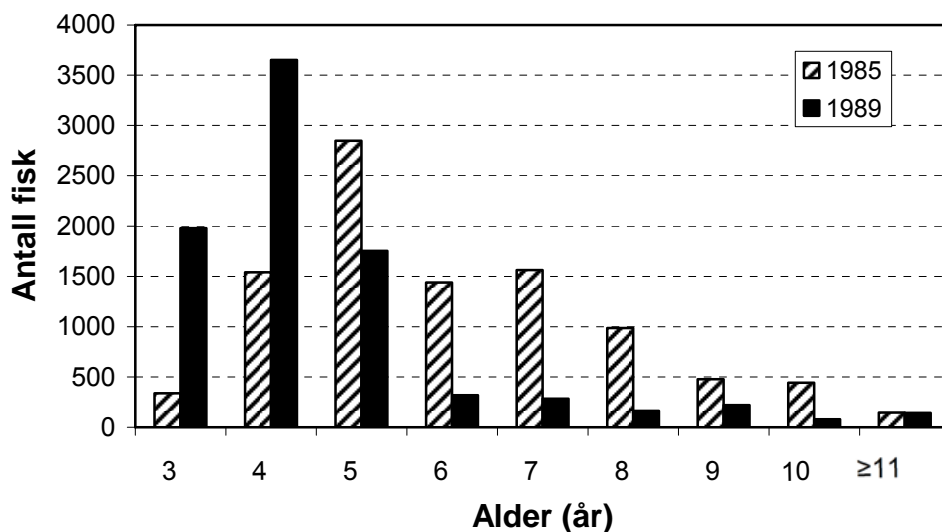
Borgstrøm undersøkte bestandstørrelsen av aure ved merking/gjengfangst. Fisken ble fanget med not for merking og gjenutsetting. Gjenfangsten skjedde med bunngarn og flytegarn med maskevidder fra 16 mm til 26 mm. Dette ga økt beskatning av aure i innsjøen. I forbindelse med Borgstrøms undersøkelser økte sannsynligvis også den øvrige beskatningen av aure. Det foreligger ikke opplysninger om uttakets størrelse, men bestanden ble i løpet av de første to årene redusert til omlag det halve (**figur 2.6**). Deretter økte bestandstørrelsen igjen og ved avslutningen i 1989 var biomassen redusert ned til omlag 2/3 av utgangsåret (fra 15,6 kg/ha i 1985 til 9,4 kg/ha i 1989), mens reduksjonen i antallet fisk var mindre. Borgstrøm (1992a) fant at rekrutteringen av ung aure inn i innsjøen økte når bestanden av eldre fisk ble redusert. Ved undersøkelsens avslutning i 1989 var bestandsstrukturen endret fra en bestand med mye gammel aure til en bestand dominert av ung fisk, og antallet 3 og 4 år gammel aure var vesentlig større enn ved forsøkets start i 1985 (**figur 2.7**). Den reduserte bestandstørrelsen hadde ingen vesentlig påvirkning på aurens vekst. Aurens vekst stagnerte ved lengder på 23-24 cm (vekt under 140 g) både i 1985 og i 1989.



Figur 2.6. Utvikling i aurebestanden (fisk 3 år og eldre) i Løyningsvatn i perioden 1985-1989. Etter Borgstrøm (1992).

Borgstrøm (1994) diskuterer resultatene fra Løyningsvatn opp mot resultatene fra Øvre Heimdalsvatn. I begge innsjøene ble bestanden redusert med omtrent det halve. Dette ga økt vekst og produksjon av aure i Øvre Heimdalsvatn, mens auren i Løyningsvatn ikke fikk økt vekst, og produksjonen økte mye mindre enn i Heimdalsvatn. Han trekker fram flere forhold som kan forklare den ulike responsen i de to innsjøene. De to innsjøene hadde ikke vesentlig forskjeller i sommertemperatur slik at temperaturforskjeller neppe kunne forklare produksjonsforskjellene.

De to innsjøene har imidlertid ulike dybdeforhold. Løyningsvatn har et gjennomsnittsdyp på 14,1 m, mens Øvre Heimdalsvatn har et gjennomsnittsdyp på 4,7 m. Grunne innsjøer har et større produktivt areal for bunndyr enn dype innsjøer. I tillegg finnes store bunndyr som marflo og skjoldkreps i Øvre Heimdalsvatn, mens disse ikke finnes i Løyningsvatn. Hvis aure skal vokse seg stor er tilgang på store næringsdyr viktig da store næringsdyr gir et større energi-overskudd enn små. Den tredje og kanskje viktigste forskjellen mellom de to innsjøene er forskjeller i rekrutteringspotensial, det vil si hvor mye ungfisk av aure som kan produseres på rennende vann. I Løyningsvatn økte rekrutteringen av aure (4-år gammel) til mer enn 3 650 fisk (74 individ/ha) i 1989 etter at bestanden av eldre fisk var kraftig redusert. I Øvre Heimdalsvatn var den gjennomsnittlige årlige rekrutteringen av 4-år gammel aure 3 540 (45 individ/ha). Borgstrøm (1994) foreslår at i slike aurebestander som i Løyningsvatn, med stor rekruttering og liten naturlig dødelighet, må beskatningen rettes spesifikt mot ungfisk hvis tynningen skal gi bedre vekst hos auren.



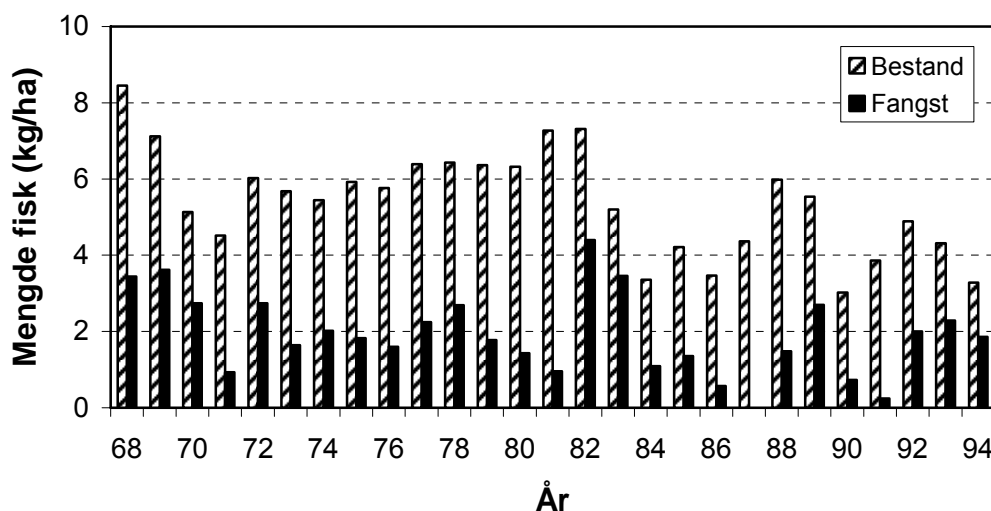
Figur 2.7. Antall aure av ulike aldersgrupper i Løyningsvatn før (1985) og etter (1989) økt beskatning av bestanden. Etter Borgstrøm (1992).

Songsjøen

Songsjøen (261 m o.h., 70 ha) ligger i Orkdal kommune, Sør-Trøndelag. Innsjøen er næringsfattig og myrpåvirket med et siktedyp på 4-5 m og produksjonen av plante- og dyreplankton er lav. Aure og røye er de eneste fiskeartene i Songsjøen. Innsjøen ble etablert som forskningsinnsjø for fiskeforskningen i 1968, og Kjell W. Jensen satte i gang et langsiktig beskatningsforsøk etter liknende mal som i Øvre Heimdalsvatn. Resultatene fra dette forsøket ble rapportert av Langeland & Jonsson (1988) og Langeland & Pedersen (2000).

Beskatningen av fisk i Songsjøen skjedde i perioden 1968-1984 med bunngarn med maskevidder fra 22-45 mm, slik at beskatningen skjedde på den største fisken i bestanden. I gjennomsnitt var det årlige uttaket av aure fra Songsjøen 2,3 kg/ha (variasjonsbredde 0,9-4,4 kg/ha) i denne perioden (**figur 2.8**). Beskatningen skjedde hovedsakelig ved fiske i strandsonen og røya ble derfor i mindre grad beskattet. Gjennomsnittlig årlig uttak av røye i perioden 1968-1984 var 0,6 kg/ha (variasjonsbredde 0,2-1,4 kg/ha).

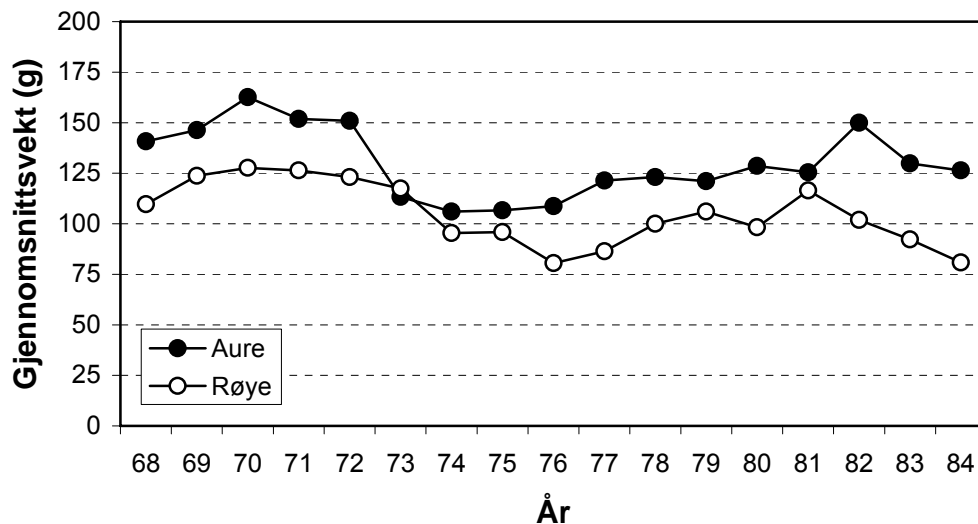
Ved bruk av biostatistisk metode beregnet Langeland & Pedersen (2000) biomassen av aure (2 år og eldre) til omlag 600 kg (8,5 kg/ha) eller 7 500 individ (107 individ/ha) ved oppstart i 1968 (**figur 2.8**). De første tre årene ble det tatt ut omlag 690 kg aure, noe som tilsvarer et årlig gjennomsnittlig uttak på 3,3 kg/ha. Dette uttaket førte til at den beregnede bestanden våren 1971 var redusert til 4,5 kg/ha, eller ned mot det halve av hva bestanden var i 1968. Beskatningen i de påfølgende årene var lavere og bestandsstørrelsen økte igjen. I 1982 og 1983 ble beskatningen økt til henholdsvis 4,5 og 3,5 kg/ha, og den beregnede bestandstørrelsen av aure våren 1984 var redusert til 3,5 kg/ha.



Figur 2.8. Utvikling i aurebestanden (fisk 2 år og eldre) og mengde fisk tatt ut av bestanden i Songsjøen i perioden 1968-1994. Etter Langeland & Jonsson (1988), Langeland & Pedersen (2000) og Langeland (pers. med.).

Den økte beskatningen av aurebestanden i Songsjøen i perioden 1968-1984 førte ikke til økt størrelse av auren i innsjøen (**figur 2.9**). Gjennomsnittstørrelsen for aure i beskatningsfisket avtok fra 163 g i 1970 til 105 g i 1975. Deretter økte gjennomsnittstørrelsen noe. Også hos røya avtok gjennomsnittstørrelsen perioden sett under ett. Økt beskatning ga heller ikke vesentlige endringer i størrelsesfordelingen av fiskebestandene (Langeland & Jonsson 1988).

Fra 1985 ble beskatningen lagt om til også å omfatte maskevidder ned til 12,5 mm. Deler av beskatningen skjedde i forbindelse med omfattende undersøkelser av fiskebestandenes økologi. I tillegg ble det gjennomført et selektivt uttak av middelstor fisk ved garnfiske i 1988-1989 og 1992-1994. I disse to tynningsfiskeriene ble det fisket opp henholdsvis 3,3 og 5,4 kg/ha aure og 2,0 og 1,5 kg/ha røye. Det ble benyttet garn med maskevidder på 19,5-22,5 mm, og disse garna fanget hovedsakelig fisk i størrelsen 18-24 cm (Langeland & L'Abée-Lund 1995, 1996).



Figur 2.9. Gjennomsnittsvikt (g) av aure og røye i beskatningsfisket i Songsjøen i perioden 1968-1984. Etter Langeland & Jonsson (1988).

Omlegging av beskatningen i Songsjøen førte til at gjennomsnittstørrelsen til den beskattede auren avtok fra 130 g i perioden 1968-1984 til 81 g i perioden 1985-1994. I gjennomsnitt ble det årlig tatt ut 1,3 kg/ha aure (variasjonsbredde 0-2,7 kg/ha) i den siste perioden. Til tross for at uttaket i vekt var mindre i den siste perioden ble bestandstørrelsen opprettholdt på et lavere nivå (**figur 2.8**). Dette tyder på at beskatning av yngre og mindre fisk er mer effektivt for å kontrollere bestandsstørrelse enn beskatning av eldre og større individ (Langeland & Pedersen 2000).

Veksten hos aure (målt som gjennomsnittsstørrelse ved ulike alder) økte ikke under det nye beskatningsregimet. Gjennomsnittsstørrelsen hos eldre røye (4-8 år) derimot, økte i forbindelse med det selektive uttaket av middelstor fisk. Andelen større individ (større enn 25 cm) økte hos både aure og røye som følge av det selektive uttaket av middelstor fisk, og bestandsanslag tyder på at røyebestanden ble redusert i antall (Langeland & L'Abée-Lund 1996). Undersøkelsen i Songsjøen ble avsluttet før eventuelle langsiktige effekter av den siste tynningen kunne oppdages.

2.3 Andre forsøk med tynning av aure

Oppheimsvatn (337 m o.h.) i Voss kommune, Hordaland, har et overflateareal på 400 ha. Innsjøen har et middeldyp på 30 m mens maksimaldypet er 66 m. Aure er eneste fiskeart i innsjøen. På 1970-tallet var bestanden tett, med småfallen aure, som stagnerte i vekst ved 22-23 cm og vekta var normalt under 110 gram (Schei & Jonsson 1989). I 1992 ble det satt i gang et utfiskingsprosjekt for å oppnå bedre kvalitet og størrelse på fisken (Sægrov 1997, 1998).

Utfiskingsprosjektet har pågått med et omfattende garnfiske i hele den isfrie sesongen. Frem til august 1995 foregikk fisket med bunngarn i strandsonen og mesteparten av fisken ble fanget på høstparten. Fra august 1995 ble det tatt i bruk flytegarn, og i 1996 og 1997 har mesteparten av fisken blitt fanget med denne fiskemetoden. I perioden 1992-1996 ble det hovedsakelig benyttet garn med maskevidder 22-26 mm. I 1996 ble det tatt i bruk garn med maskevidde 29 mm og i 1997 har maskeviddene vært 24-31 mm. Endringene i maskevidder har skjedd som en følge av økt fiskestørrelse.

I løpet av perioden 1992-1997 var det gjennomsnittlig årlige uttaket 4 226 kg aure, noe som tilsvarer 10,6 kg/ha. Uttaket var størst i 1996 med 13,9 kg/ha og minst i 1997 med 7,9 kg/ha. Ved høstfiske med flytegarn i 1996 var gjennomsnittsfangsten 2,6 kg per garnnatt, mens den i 1997 var redusert til 1,8 kg per garnnatt. Dette kan tyde på at bestanden av aure i fangbar størrelse var redusert med omlag 30 % mellom de to årene.

Aurens størrelse har økt siden uttynningsfisket tok til. Gjennomsnittsvekta av aure i 1992 var under 100 g mens den sent i oktober 1997 var økt til omlag 170 gram (Sægrov 1998). Kvaliteten på fisken har også blitt bedre. Auren vokser raskt i Oppheimsvatnet, og i 1997 var gjennomsnittstørrelsen til 2+ i august (mot slutten av tredje vekstsesong) 19,8 cm. Dette var 2-3 cm mer enn i de to foregående år. Lengdeveksten avtok imidlertid i fjerde vekstsesong, og stagnerer for eldre fisk når den blir kjønnsmoden ved lengder på 25-26 cm.

Målsetningen med utfiskingsprosjektet var at auren som blir høstet ved næringsfiske i innsjøen skulle ha ei gjennomsnittsvekt på 200 g, og at det skulle bli en god bestand av enda større fisk i vatnet. Sægrov (1998) konstaterer at dette målet enda ikke var nådd i 1997. Sægrov diskuterer også resultatene fra Oppheimsvatn opp mot erfaringstall fra andre innsjøer, spesielt Jølster-vatn, og anslår at innsjøen kan gi et stabilt varig utbytte av aure på 7-10 kg/ha.

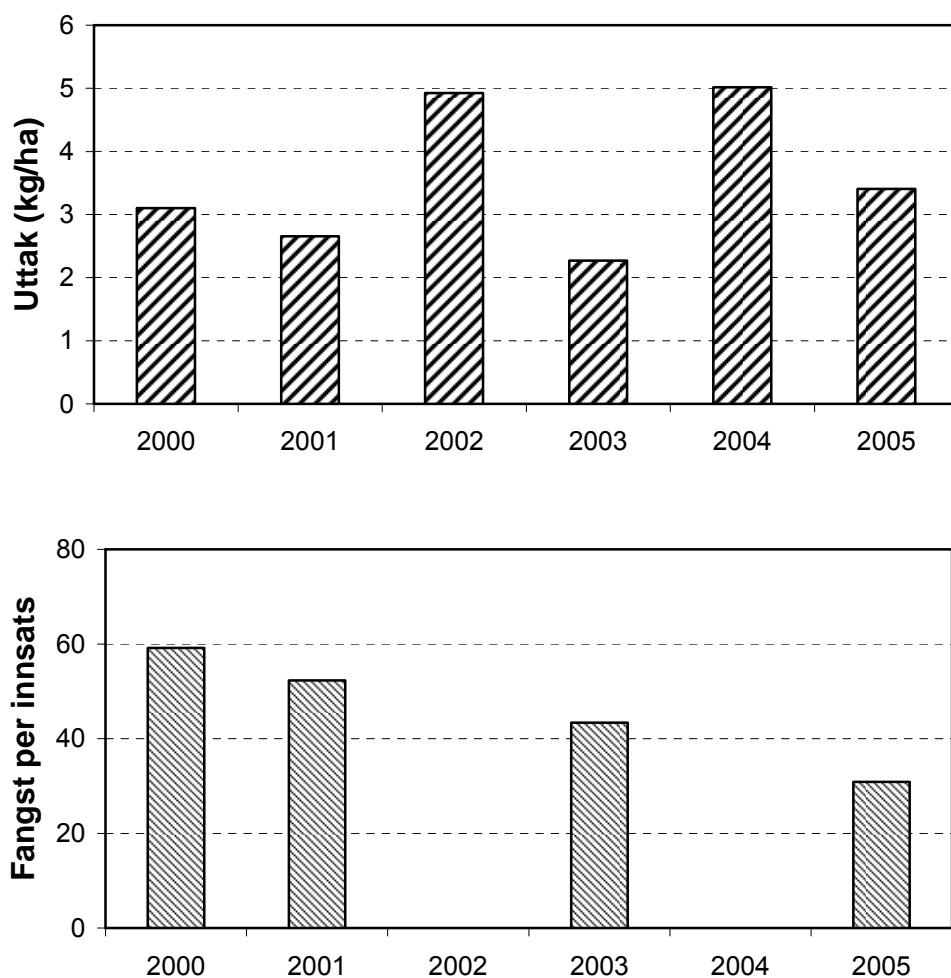
Uttaket av aure i Oppheimsvatnet har fortsatt utover på 2000-tallet. Det er foreløpig ikke rapportert om effektene av dette fisket på bestanden. Ifølge handlingsplanen for forvaltning av fiskeressursene i Voss kommune holder kvaliteten på auren i innsjøen seg på et bra nivå, men på grunn av svært stor rekruttering er det vanskelig å få opp størrelsen på fisken ytterligere (Voss kommune 2004).

Tveitvatnet (210 m o.h.; 129 ha) ligger i Tovdalsvassdraget i Åmli kommune Aust-Agder. Innsjøen hadde opprinnelig aure og abbor, men abborer døde ut på 1960-tallet. Innsjøen er undersøkt jevnlig i sammenheng med sur nedbør-overvåking siden 1976. Auren døde sannsynligvis ut på 1980-tallet. Vannkvaliteten i innsjøen har bedret seg betydelig i løpet av de siste ti årene, men er fremdeles noe marginal for aure. Aurebestanden i Tveitvatnet ble reetablert på midten av 1990-tallet, ved naturlig kolonisering fra restbestander oppstrøms i vassdraget, og det skjedde en rask økning i bestandsstørrelse. Et prøvefiske i 2000 viste store tettheter av fisk (Hesthagen & Rosseland 2006).

Siden 2000 har Tovdal Fiskarlag drevet tynningsfiske for å redusere aurebestanden i Tveitvatnet. Fisket har hovedsakelig foregått på våren, fra isløsningen i april og frem til slutten av mai. De største fangstene har vært tatt på bunngarn med 16-19 mm maskevidder, mens garn med større maskevidder har gitt liten fangst. Notruse har også gitt gode fangster. Årlig uttak har

variert mellom 2,3 og 5,0 kg/ha med et gjennomsnitt på 3,6 kg/ha (**figur 2.10**). I antall har uttaket variert mellom 37 og 75 individ/ha med et gjennomsnitt på 56 individ/ha.

Prøvefiske med Nordisk fleromfarsgarn tyder på at bestanden av fisk er redusert i løpet av uttynningsperioden (Hesthagen & Rosseland 2006). Fangst per innsatsenhet av aure i 2005 var omlag halvparten så høy som i 2000 (**figur 2.10**). Det er vanskelig å vurdere endringer i vekst og kvalitet av fisken som følge av tynningsfisket fordi aurebestanden er under stor endring. I 2000 var bestanden dominert av ung (1-3 år) fisk, og i prøvegarnfangsten var det bare en eldre aure (5 år gammel). I 2001 ble det fanget bare ung fisk (1-4 år). I 2003 og 2005 hadde imidlertid innslaget av eldre aure økt. Tynningsfisket i Tveitvatnet synes å ha en effekt på bestandsstørrelsen av aure og bidrar til å holde bestanden på et lavere nivå.



Figur 2.10. Øverst: uttak av aure ved tynningsfiske i Tveitvatnet. Nederst: fangst per innsatsenhet (antall aure per 100 m² garnflate per natt) av aure ved prøvegarnfiske i Tveitvatnet. Etter Hesthagen & Rosseland (2006).

Yndesdalsvatnet (104 m o.h.; 196 ha) ligger i Gulen kommune, Sogn og Fjordane. Aure er eneste fiskeart i innsjøen. Yndesdalsvatnet ble kalket i perioden 1991-2003. Kalkingen ga økt rekruttering hos auren og bestanden ble etter hvert tett. For å redusere den tette bestanden ble det satt i gang et tynningsfiske med storruser i 2000 (Gabrielsen & Barlaup 2007). Første året

ble det fisket med én bunnruse. I 2001-2004 ble det i tillegg til bunnrusa fisket med én flyteruse, mens det i 2005 ble fisket med to bunnruser. Det første året av tynningsfisket ble det tatt ut 264 kg aure, eller 1,3 kg/ha. I årene 2002-2005 varierte uttaket mellom 2,1 og 2,7 kg per ha.

For å evaluere effekten av rusefisket ble det gjennomført standardisert prøvefiske med garn i innsjøen i 2000 og 2005. I 2000 stagnerte aurens vekst ved omlag 20 cm lengde og 75 g, mens tilsvarende tall for 2005 var 22 cm lengde og 110 g. Auren fanget i 2005 hadde også bedre kondisjon enn i 2000. Gabrielsen & Barlaup (2007) konkluderer med at uttaket av aure sannsynligvis er for lavt i forhold til aurens rekrutteringsmuligheter, og anbefaler at uttaket økes ved å ta i bruk flere storruser. Gabrielsen & Barlaup (2007) gir også en vurdering av arbeidsinnsats og fangstutbytte ved bruk av storruse i aureinnsjøer. De fremhever at sammenliknet med tradisjonell utfisking av aurevann med bruk av garn, synes rusefisket å være klart mindre arbeidskrevende og mer effektivt uttrykt som fangst per redskap per døgn.



Fiskeforskere drar not i Øvre Heimdalsvatn. Foto: Børre K. Dervo

2.4 Suksess med tynning av røye i Takvatnet

Takvatnet (214 m o.h.; 1420 ha) er en næringsfattig innsjø i Troms, med aure, røye og trepigget stingsild. Aure var eneste fiskeart inntil røye ble satt ut på 1930-tallet. Trepigget stingsild ble introdusert i innsjøen rundt 1950. Røya var storvokst og fin i starten, men etter hvert gikk størrelsen ned, og i 1970-åra var Takvatnet sterkt overbefolket.

I et samarbeid mellom Universitet i Tromsø, Takvatnet grunneierlag, Statens skoger og flere jeger- og fiskerforeninger ble det satt i gang et utfiskingsprosjekt med teiner i Takvatnet i 1984. Hensikten med prosjektet var å forsøke å beskatte en overbefolket røyebestand slik at ny likevektstilstand med storvokste individer kunne etableres (Klemetsen m. fl. 1995).

Fisket ble organisert ved at fem båtlag fikk ansvaret for hver sin sone av innsjøen. Totalt ble det fisket med 130-150 teiner, og tynningsinnsatsen var jevnt høy de første seks årene. Resultatene fra undersøkelsene i Takvatnet er beskrevet i en rekke norske og internasjonale publikasjoner. Denne korte oppsummeringen av resultater er hovedsakelig hentet fra Amundsen m. fl. (1998) og Klemetsen m. fl. (1995, 2002).

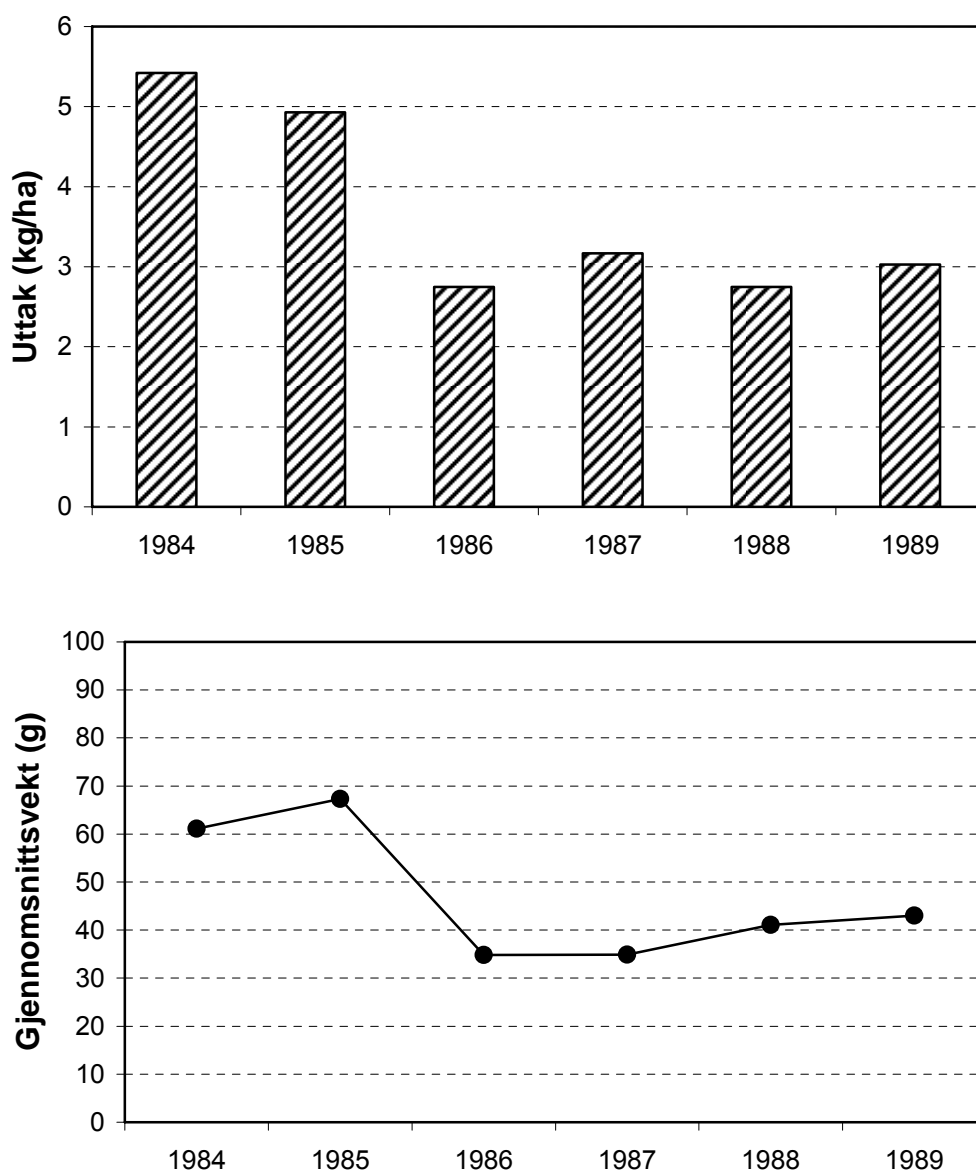
I Takvatnet ble det drevet et hardt teinefiske etter røye i seks år (1984-1989). I løpet av disse årene ble det tatt mellom 95 000 og 126 000 røye hvert år, totalt omlag 666 000 røye, noe som tilsvarer 31,3 tonn fisk. Gjennomsnittet per år var 111 000 røye, eller 78 individ pr. hektar. I vekt varierte uttaket mellom 2,7 og 5,4 kg/ha, med et årlig gjennomsnitt på 3,8 kg/ha (**figur 2.11**). I de to første årene dominerte røye 6 år og eldre fangstene i teinene. Fra det tredje året ble røye med alder 3 og 4 år de dominerende i fangsten, og gjennomsnittsvekten av røye i teinefangsten sank fra 61-67 g i 1984-1985 til 35-41 g i 1986-1989 (**figur 2.11**). Teinefisket fortsatte i 1990 og 1991, men disse årene ble uttaket trappet ned til omlag 25 000 røye pr. år. I mange år foregikk altså tynningsfisket av røye i Takvatnet hovedsakelig på ung fisk (rekrutter).

Bestandsstørrelsen av røye i Takvatnet før uttynning er ikke kjent så en vet ikke hvor stor andel av bestanden som ble fjernet. Fangst per innsatsdata tyder imidlertid på at bestanden av røye ble betydelig redusert. Fangst per innsats (gitt som antall fisk per 100 m² garnflate per garnnatt i august) på prøvegarn i strandsonen (grunnere enn 15 m) ble redusert fra 22 individ før tynningsfisket ned til et minimum på omlag 2 individ i 1990 (Klemetsen m. fl. 2002). Dette er en reduksjon på omlag 90 %. Fangst per innsats av røye i strandsonen økte etter 1990, og fra 1994 til 1999 har den ligget på omlag 10 individ (8-11). Dette er fremdeles mindre enn halvparten av verdiene før utfiskingen tok til. På samme måte avtok fangst per innsats av røye i de frie vannmasser under utfiskingsperioden, og i 1990-1992 ble det ikke fanget røye på flytegarn ved prøvefiske i august. Fangst per innsats av røye langs bunnen på dypt vann (25-40 m) varierte mellom 2 og 8 individ i perioden 1985 til 1999, uten noen åpenbar tidstrend, men de laveste fangstene ble gjort i 1990-1991. Resultatene tyder på at røyebestanden ble betydelig redusert som følge av tynningsfisket og at røyebestanden var nede på et minimumsnivå når tynningsfisket ble trappet ned og avsluttet i 1990-1991.

Før utfiskingen i Takvatnet vokste røya langsomt. Fisken stagnerte i lengde fra 5 - 6-års alder. Gjennomsnittslengden oversteg knapt 20 cm, og svært få røyer var over 100 g (Klemetsen m.fl. 1995). Under utfiskingsperioden var det først og fremst større og eldre røye som fikk bedret vekst og økt størrelse, mens vekstøkningen var mye mindre hos ung små fisk. I 1995-1997 økte veksten til ung røye markert. Dette så ut til å skyldes lavere konkurranse mellom små røye og trepigget stingsild om ulike arter av vannlopper. Bestanden av trepigget stingsild har etter uttynningen av røye i Takvatnet variert ganske mye og var nede på et lavmål rundt midten av 1990-tallet.

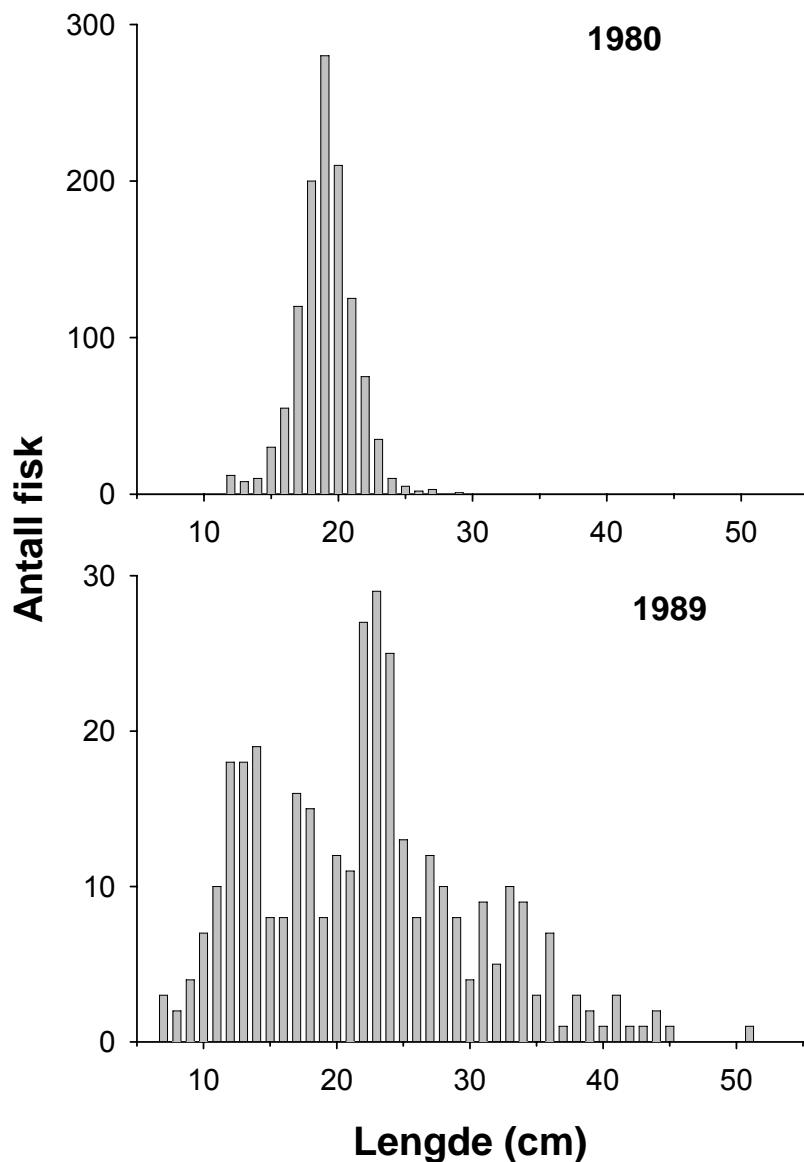
Amundsen m. fl. (2007) fant en klar negativ sammenheng mellom røyas vekstrate i Takvatnet og bestandsstørrelse (målt som fangst per innsats på garn i august), det vil si at vekstraten økte med redusert bestandsstørrelse. Det var imidlertid ingen lineær sammenheng mellom tettheten av røye og veksten. Ved høye tettheter av fisk økte veksten lite ettersom bestanden

minsket i størrelse. Først når bestanden ble vesentlig tynnere begynte vekstratene å øke markert. Dette resultatet viser at tette bestander må reduseres mye før en får en markert vekstøkning hos fisken.



Figur 2.11. Øverst: uttak av røye ved tynningsfiske i Takvatnet i perioden 1984-1989. Nederst: gjennomsnittsvekt av røye i teinefangstene i Takvatnet i samme periode. Etter Amundsen m. fl. (1993).

Det klareste resultatet av tynningsfisket var at større røye (> 30 cm) etter hvert begynte å bli vanlig i fangstene i Takvatnet. De første av de større røyene ble fanget i 1986. Andelen stor røye økte i bestanden etterhvert som tynningsfisket fortsatte (**figur 2.12**). Flere røyer på 1-2 kg ble etter hvert fanget og enkeltindivider ble til og med større enn dette. De største røyene var i stor grad kannibaler (Amundsen 1994).



Figur 2.12. Lengdefordeling av røye i garnfangster fra strandsonen i Takvatnet før uttynningsfiske (1980) og ved slutten av uttynningsperioden (1989). Merk at y-aksen har forskjellig skala. Etter Amundsen m. fl. (1993).

Den sterke reduksjonen i røyebestanden fikk virkninger ikke bare på røya i innsjøen, men også aurebestanden tok seg opp. Stor aure ble fanget fra og med 1986. Noen av disse nådde vekt på 2-5 kg. De første årene var dette aure som stammet fra utsetninger av årsyngel på slutten av 1970-tallet. Før utfiskingen startet ble ikke auren større enn 20 cm og ingen naturlig rekruttering fant sted. Fra og med 1985 har det også vokst opp naturlig rekruttert aure som etter hvert bidro til fangstene.

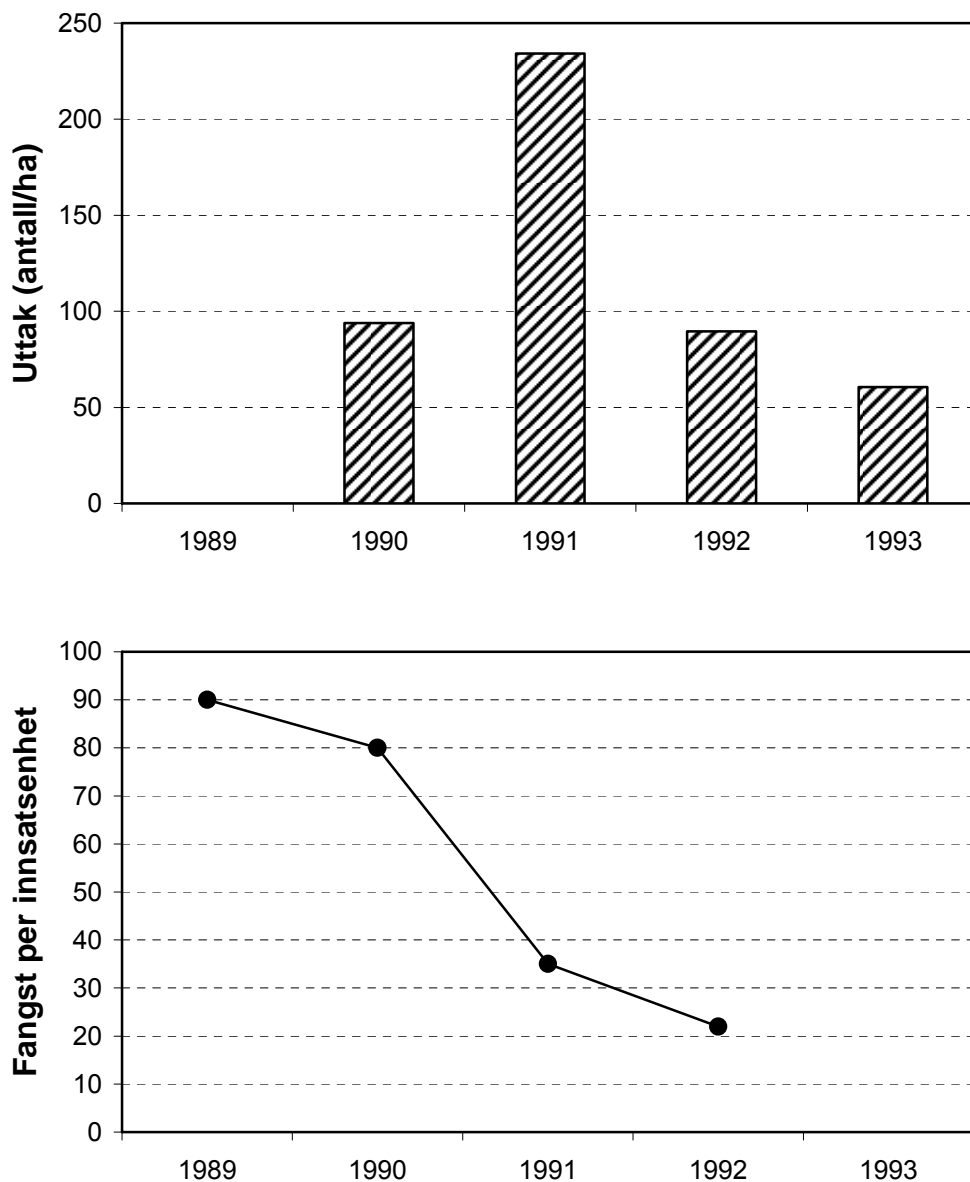
Klemetsen m. fl. (2002) konkluderer med at den sterke reduksjonen i tetthet av røye ga grunnlag for at både røye og aure kunne vokse seg så store at de var i stand til å beite på smårøye. I

tillegg gjorde den sterke uttynningen av eldre røye det mulig for små røye å ta i bruk strandsonen. Før uttynning ble strandsonen hovedsakelig benyttet av større røye (15-23 cm), mens mindre røye hovedsakelig ble funnet i dypere områder av innsjøen. At små røye tok i bruk strandsonen gjorde at de ble tilgjengelig som byttefisk både for større aure og stor fiskespisende røye. Klemetsen m. fl. (2002) anser det som sannsynlig at beiting på smårøye fra aure og stor røye var av avgjørende betydning for å opprettholde en ny bestandsstruktur hos røya etter at tynningsfisket ble avsluttet. En slik beiting av smårøye vil bidra til å redusere rekrutteringen i røyebestanden.

Endret bestandsstruktur hos røya i Takvatnet som følge av tynningen var fremdeles til stede i 2006, omlag 15 år etter at tynningsfisket ble avsluttet (Persson m. fl. 2007). Det kan altså synes som endringen i Takvatnet er varig, og at røyebestanden har kommet over i en ny stabil tilstand. Utviklingen i røyebestanden i Takvatnet etter uttynning er en støtte for hypotesen om at fiskebestandene i innsjøer (eller i havområder) kan ha alternative stabile tilstander med hensyn på bestandsstruktur (Persson m. fl. 2007). I Takvatn var fiskesamfunnet dominert av en tett småvokst røyebestand før utfiskingen tok til. Etter utfisking er røyebestanden vesentlig tynnere og fisken betydelig mer storvokst, samtidig har aurebestanden tatt seg opp og endret størrelsessammensetning.

2.5 Overbefolkede røye vann i Nord-Norge - ORN-prosjektet

Erfaringene fra tynningsfiske i Takvatnet ble forsøkt utnyttet i flere andre innsjøer i Nord-Norge i prosjektet "Overbefolkede røye vann i Nord-Norge" (Svenning & Skogsholm 1993, Svenning m. fl. 1995, Svenning & Klemetsen 2001). Hovedmålet med prosjektet var å studere hvordan en kraftig utfisking av røye med teiner ville endre bestandsstrukturen i en del utvalgte overbefolkte røye vann. Hensikten var å undersøke hvor generelle resultatene fra tynningen i Takvatnet var, og om røyebestanden i andre innsjøer ville gi den samme responsen på et hardt tynningsfiske.



Figur 2.13. Øverst: uttak av røye ved teinefiske i Guolasjavri. Nederst: fangst per innsatsenhet av røye ved prøvegarnfiske i Guolasjavri. Etter Svenning & Skogsholm (1993) og Svenning & Klemetsen (2001).

I alle innsjøene i ORN-prosjektet ble det brukt teiner i tynningsfisket. Det ble brukt 50 x 90 cm teiner laget av netting med 12,5 mm masker. Innsjøene ble prøvofisket jevnlig i forsøksperioden og i sluttrapporten fra prosjektet (Svenning & Klemetsen 2001) presenteres data på bestandssammensetning og vekst (gjennomsnittstørrelse av fisk med ulik alder) fra 1989 (før start av tynningsfiske), 1993 (siste år med uttynningsfiske) og 1997 (slutten av forsøket).

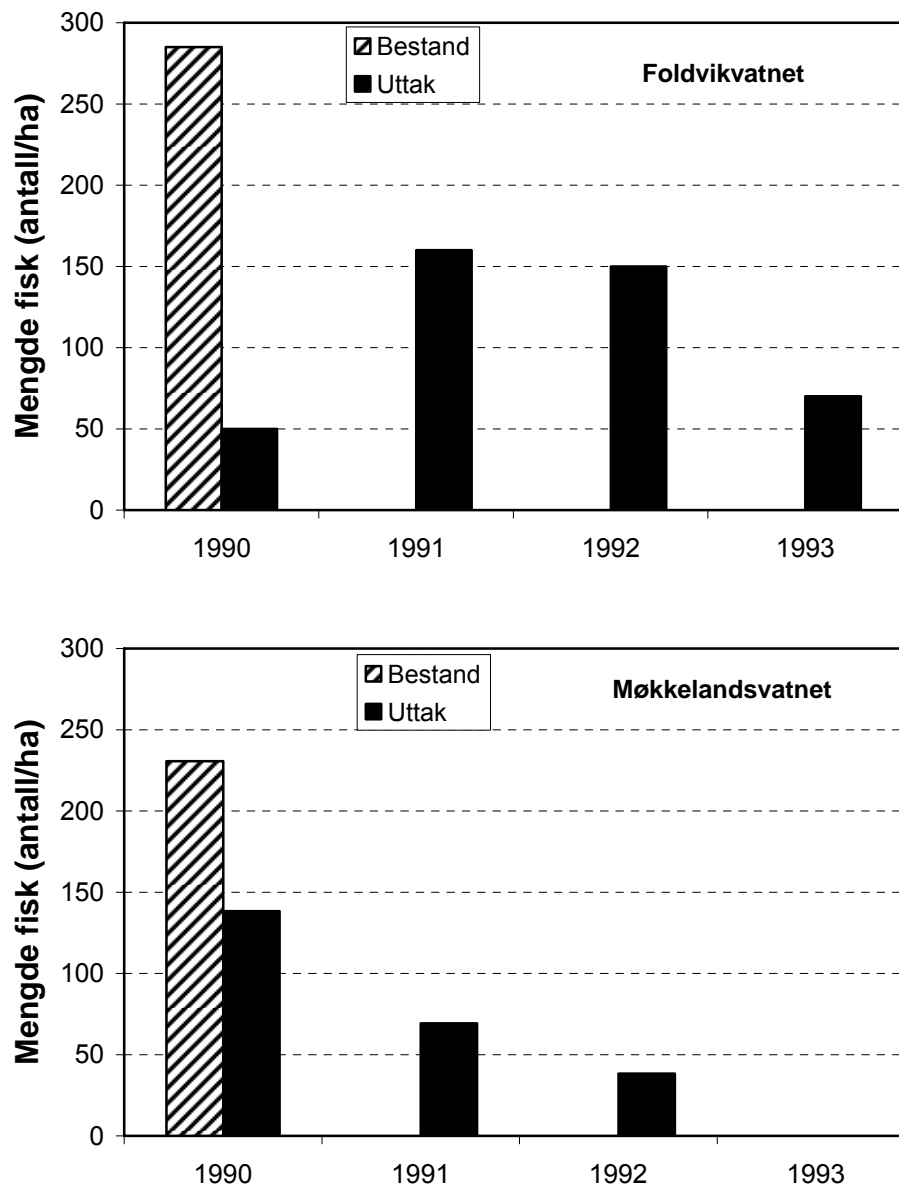
Guolasjavri (772 m o.h.) ligger i Kåfjord kommune, Troms. Innsjøen ble regulert med 20 m i 1972, og overflatearealet varierer mellom 240 ha på vårrparten og 1 140 ha på seinsommeren. Røye er eneste art i innsjøen, og før regulering var bestanden svært attraktiv. Etter regulering har bestanden endret seg, og et prøvofiske i 1989 viste at innsjøen hadde en svært tett og småvokst røyebestand. Endret røyebestand etter regulering skyldes trolig både negative effekter av reguleringen samt et hardt garnfiske som foregikk i etterkant av reguleringen (Svenning & Klemetsen 2001).

I Guolasjavri var teinefisket på vårisen (april-mai) særdeles effektivt på grunn av at innsjøen tappes ned på denne tiden av året og arealet dermed reduseres kraftig. I perioden 1990-1993 ble det ved hjelp av 140 teiner tatt ut nærmere 545 000 røye (13,6 tonn). Dette tilsvarer et gjennomsnittlig årlig uttak på 120 individ/ha eller 3,0 kg/ha beregnet ut fra arealet ved oppfylt magasin (**figur 2.13**). Det store uttaket av røye førte til at fangst per innsatsenhet av røye ved prøvofiske sank fra 90 individ (i 1989) til omlag 20 individ i 1992 (**figur 2.13**). Dette tyder på at uttaket av røye førte til en vesentlig reduksjon av røye i fangbar størrelse. Bestandsstrukturen til røya ble vesentlig endret, og i 1993 var fangsten ved prøvegarnfiske dominert av ung fisk (2-4 år) mens det før tynningsfisket ble fanget mye røye med alder mellom 5-10 år. Reduksjonen i bestandsstørrelse ga ingen økning i vekst i perioden 1989-1997, men i starten av utfiskingsperioden (1991) var en del av fisken svært "feite". Etter 1993-sesongen har det blitt fanget svært lite røye over 20 cm i innsjøen ved prøvofiske. Det ble drevet garnfiske i Guolasjavri under uttynningen og det spekuleres i at dette fisket kan ha tatt ut eventuell stor røye som vokste frem som følge av at bestanden ble tynnet (Svenning & Klemetsen 2001).

Foldvikvatnet (574 m o.h.) som ligger i Gratangen kommune, Troms, har et overflateareal på 100 ha. Innsjøen har to grunne (8-10 m) og ett dypt basseng (34 m). Innsjøen ble regulert med 2.5 m i 1956. Siktedypet om sommeren er fra 14-18 m, og innsjøen er et typisk næringsfattig fjellvatn med dårlige vekstbetingelser for fisk. Foldvikvatnet hadde opprinnelig en ren aurebestand, men denne bestanden forsvant med reguleringen. Røye ble satt ut i innsjøen omkring 1955, og er nå eneste art i innsjøen.

Et prøvofiske i 1989, før uttynning, viste at Foldvikvatnet var dominert av småfallen røye med lav kondisjonsfaktor og med kjønnsmodne individer helt ned til 10-11 cm. Ved merking/ gjenfangst ble den totale røyebestanden i innsjøen beregnet til 28 500 individer eldre enn 2 år (Svenning m. fl. 1995). Dette tilsvarer 285 individ/ha og en biomasse på 687 kg, eller 6,9 kg/ha.

I perioden fra oktober 1990 til juni 1991 ble det tatt ut nærmere 15 000 røye fra Foldvikvatnet. Uttaket tilsvarer altså om lag halve bestanden av fisk eldre enn 2 år, med en biomasse på 350 kg eller 3,5 kg/ha. Fra 1991 til 1993 ble det ytterligere tatt ut nærmere 28 000 røye. Det totale uttaket av røye i Foldvikvatnet 1990-93 tilsvarer et gjennomsnittlig årlig uttak på 3,8 kg/ha eller 108 individ/ha (**figur 2.14**). Dette uttaket hadde en relativt kraftig effekt på bestandsstrukturen. Det skjedde en sterk forskyvning mot yngre årsklasser og individuell vekst økte. Spredningen i størrelse ved alder ble stor, noe som sannsynligvis skyldtes individuelle forskjeller i habitatbruk. Fra 1993 til 1997 avtok veksten igjen, men snittvekta på de ulike aldersklassene var i 1997 fremdeles noe høyere enn før uttynningsfisket startet. Andelen stor fisk i bestanden var imidlertid fremdeles lav. Resultatene fra 1997 indikerer at røyebestandens sammensetning var på vei tilbake til utgangspunktet før tynning (Svenning & Klemetsen 2001).



Figur 2.14. Bestand av røye (fisk 3 år og eldre), og uttak av røye ved teinefiske i Foldvikvatnet og Møkkelandsvatnet i perioden 1990 - 1993. Etter Svenning & Skogsholm (1993) og Svenning og Klemetsen (2001).

Møkkelandsvatnet (130 ha; 13 m o.h.) ligger i Harstad kommune, Troms og har et største dyp på 35 m. Innsjøen er den mest produktive av ORN-vatna. I innsjøen finnes både stasjonær røye og sjørøye, trepigget stingsild, ål, samt en god bestand av aure (både sjøaure og stasjonær aure).

Et prøvefiske i 1989, før uttynning, viste at røyebestanden var dominert av stasjonære individer med en liten andel sjørøye. Den stasjonære røya stagnerte i lengde ved omlag 21 cm og hadde lav årlig tilvekst. Sjørøyebestanden bestod av noen få hundre fisk og utgjorde mindre enn 10 % av røye eldre enn 4-5 år. Møkkelandsvatnet ble tatt med i ORN-prosjektet fordi det var overbefolka og hadde en liten andel sjørøye som potensielt kunne påvirkes av utfiskingen.

En hypotese var at forbedret vekst som følge av tynning ville gi seg utslag i et større antall utvandrende sjørøyesmolt. Antall vandrende fisk i vassdraget ble studert ved en toveis fiskefelle i utløpet av vannet, og senere ved en permanent fiskefelle i utløpselva (Svenning & Klemetsen 2001).

Ved merking/gjenfangst ble den totale røyebestanden i innsjøen beregnet til omlag 30 000 individer eldre enn 2 år, noe som tilsvarer 230 individ/ha (**figur 2.14**). I 1990 og 1991 ble det tatt ut henholdsvis 18 000 og 9 000 røye, mens uttaket ble trappet ned til 5 000 individ i 1992 for å spare eventuell røyesmolt. Totalt uttak disse tre årene var 32 000 individ eller 1 500 kg, noe som representerer et gjennomsnittlig årlig uttak på 82 individ/ha eller 3,9 kg/ha.

Uttaket hadde en klar effekt på tetthet og årlig tilvekst hos både røye og aure i Møkkelandsvatnet. I perioden 1989 til 1995 økte gjennomsnittsvekta hos 3-årig røye fra 15 til 40 g, mens den avtok litt frem mot 1997. I perioden frem til 1994 vandret det ut mellom 150 og 350 sjørøyesmolt (førstegangsvandrere) hvert år, mens det årlige antallet økte til over 1 000 ifra 1995 til 1997. Dette tilskrives at den reduserte tettheten førte til bedre vekst og lavere alder ved smoltifisering hos sjørøye.

Skogsfjordvatnet (1500 ha; 20 m o.h.) ligger på Ringvassøya i Karlsøy kommune, Troms. Innsjøen er lavproduktiv og svært næringsfattig med et siktedyp på 15 m. Største målte dyp er 80 m. I innsjøen finnes laks, aure, røye, ål og trepigget stingsild. Auren og røya forekommer både som anadrome og stasjonære bestander. Aurebestanden er liten og røye dominerer i innsjøen. Røyebestanden er småvokst og av relativt dårlig kvalitet, og innslaget av sjørøye er svært lavt.

I perioden 1990-1992 ble det tatt ut 55 000 røye, eller 3 tonn fisk. Dette tilsvarer et årlig uttak på 12,2 individ/ha eller 0,7 kg/ha. Uttaket av røye i Skogsfjordvatn var altså vesentlig lavere enn i de andre innsjøene i prosjektet. I 1993 kunne en effekt av teinefisket likevel måles. Det hadde skjedd en tydelig vektøkning i alle årsklasser, og også en viss økning i lengdeveksten hos eldre fisk. Innslaget av røye over 25 cm økte noe, og samtidig forskjøv aldersfordelingen seg mot yngre fisk. Et begrenset prøvefiske på høsten 1997 tydet imidlertid på at veksten igjen var blitt dårligere, og at bestanden var på vei tilbake til overbefolkningsstagnasjon.

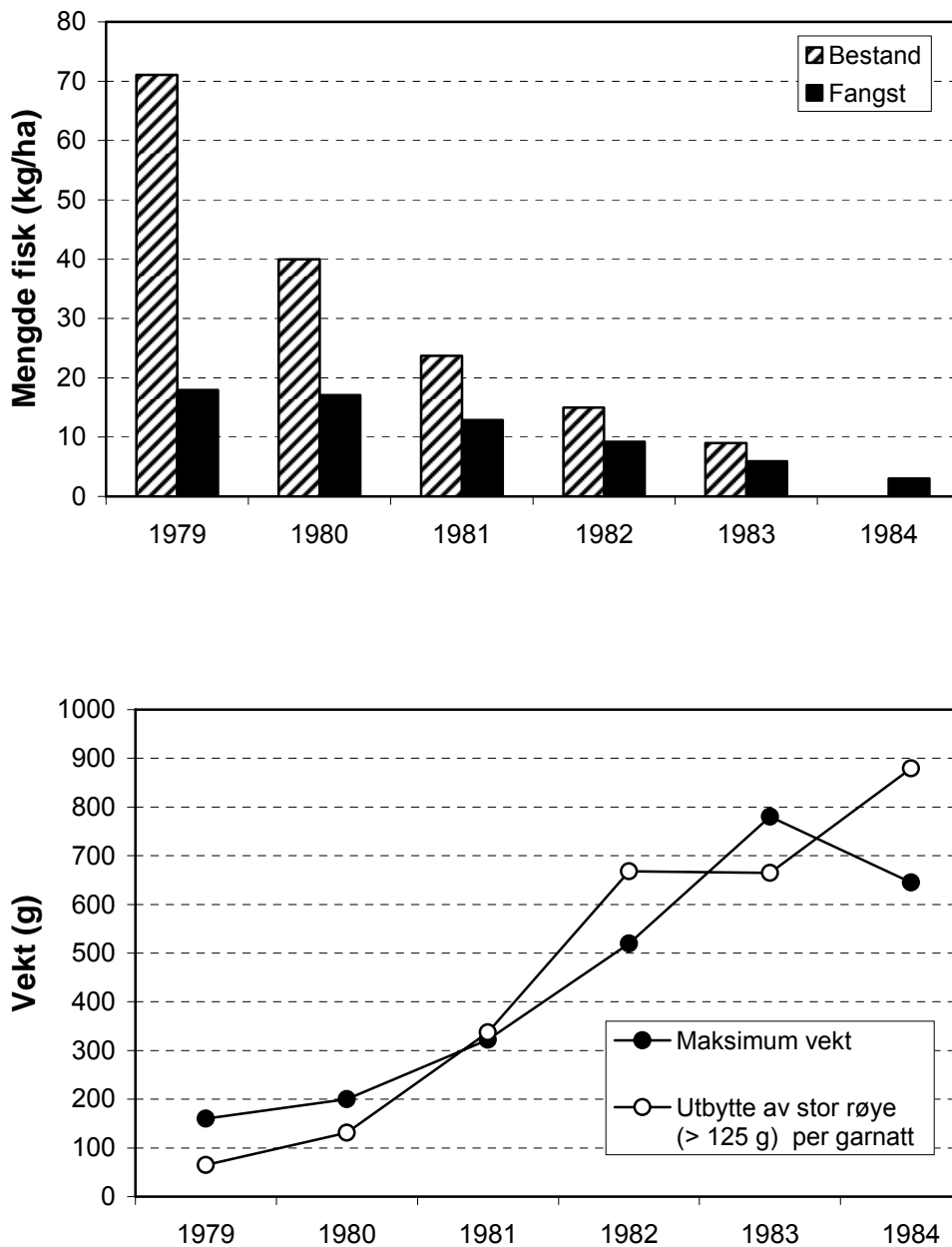
Oppsummering av ORN-prosjektet

Svenning & Klemetsen (2001) konkluderer med at teiner ga gode fangster av røye i prosjektinnsjøene. Dette viser at nettingteiner agnet med torskerogn er gode utfiskingsredskap i ulike typer overbefolkte røyevatn. Prosjektet viste også at god lokal organisering er nødvendig for å få til et stort uttak av røye.

Hovedkonklusjonen vedrørende den biologiske effekten av tynningsfiske i ORN-innsjøene er todelt (Svenning & Klemetsen 2001). Den første konklusjonen er at utfiskinga ga positiv respons i alle innsjøene. Den positive responsen kom i form av bedre vekst og kondisjon til røya i alle innsjøene, selv i Skogsfjordvatnet hvor uttaket var lavt. Denne økningen i vekst ga imidlertid ikke mye stor røye i innsjøene, slik som en fikk i Takvatnet. Den andre konklusjonen er at utfiskingsperioden (3-4 år) var for kort tid til å oppnå gode langtidseffekter. I Takvatnet varte det harde teinefisket i seks år, og fisket fortsatte i enda to år med lavere innsats. Svenning & Klemetsen (2001) spekulerer i at minst 5-6 års utfisking antakeligvis er nødvendig for å bremse den kraftige rekrutteringen av nye årsklasser som kommer fordi ungfishen får en mye bedre overlevelse når den gamle fisken tas ut av bestanden. Det fremheves også at stor fisk må få vokse seg inn i bestandene hvis tynningen skal ha varig effekt. Stor fisk kan bidra til å bremse rekrutteringen gjennom å beite på små fisk og/eller gjennom konkurranse tvinge den små fisken til å leve i ugunstige habitater som gir økt dødelighet. De fremhever at i røyevatn som tynnes ved teinefiske bør det være et garnforbud i utfiskingsperioden for å beskytte stor fisk.

2.6 Andre forsøk med tynning av røye

Øvre Stavåtjønna (824 m o.h.) er ei lita (overflateareal 4 ha) og grunn tjønn (maks dyp 7 m) i Rennebu i Sør-Trøndelag med røye som eneste fiskeart. I denne tjønna ble det foretatt et beskatningsforsøk i perioden 1979-1984 (Langeland 1986).



Figur 2.15. Øverst: utvikling i bestand og fangst av røye i Øvre Stavåtjønna i perioden 1979-1984. Nederst: maksimum vekt hos røye og utbytte av stor røye (> 125 g) per garnatt i samme periode. Etter Langeland (1986).

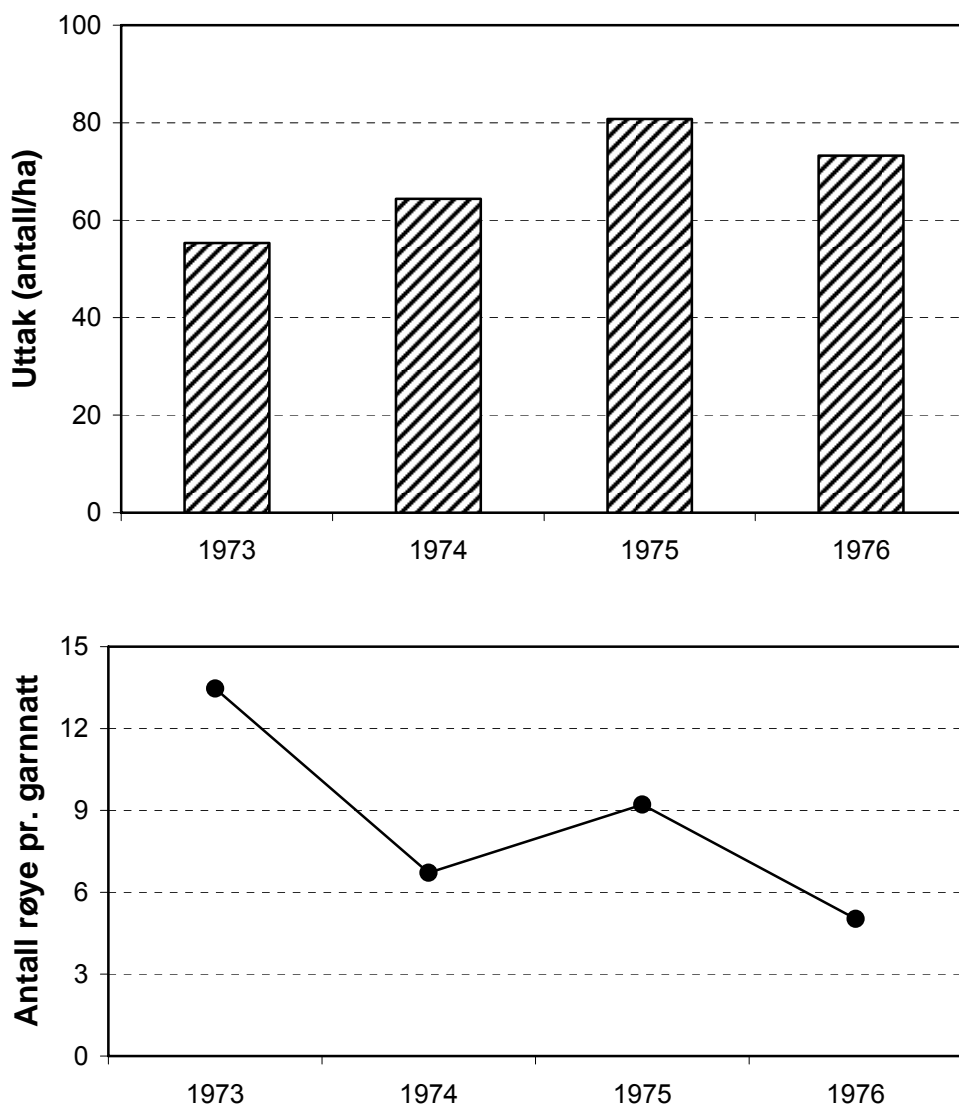
Røya ble beskattet med garn av maskeviddene 16-26 mm, og beskatningen skjedde derfor på fisk av mellomstørrelse. De første tre årene var beskatningen mest intens, og garninnsatsen varierte mellom 58 og 128 garnnetter (12-32 garnnetter/ha). Bestanden av røye (2 år og eldre) ble beregnet til 4 400 individ (1 100 røye/ha) eller 284 kg (71 kg/ha) før uttynningen startet i 1979. Dette er en svært høy tetthet. De fire første årene ble det i gjennomsnitt tatt ut 14,3 kg/ha hvert år (**figur 2.15**). Dette førte til at beregnet bestand (2 år og eldre røye) avtok til om lag 9 kg/ha eller 97 individ/ha i 1983 (Langeland 1986).

Den harde beskatningen hadde stor effekt på røyebestanden. I 1979 og 1980 bestod bestanden av småvokst røye med en alder på opptil 11 år og lengder under 30 cm. I 1984 var bestanden dominert av ung fisk (1-3 år gammel), men de største røyene var blitt over 40 cm. Maksimalstørrelsen til røye i innsjøen økte fra 160 g før uttynning opp mot 750 g på slutten av forsøksperioden (**figur 2.15**). Mengden av større røye (vurdert ut fra fangst per innsatsenhet) økte også markert i løpet av forsøksperioden (**figur 2.15**). Det er ikke rapportert om langtidseffektene av dette tynningsforsøket.

Silsetvann, (292 m o.h.) som ligger i Gjemnes kommune, Møre og Romsdal, har et overflateareal på 87 ha. Innsjøen ble regulert 15,5 m i flere trinn i tidsrommet 1928-1944. Røye og aure finnes naturlig i innsjøen, og etter regulering tok røya overhånd (Aass & Wold 1998). Røyebestanden ble tallrik og småvokst. Kvaliteten på auren gikk også tilbake, men store fiskepisende individer på 2-3 kg ble fanget sporadisk. I et forsøk på å bedre fiskekvaliteten i innsjøen ble det satt i gang et ekstra tynningsfiske i 1973. Dette fisket ble utført med bunngarn med maskevidder på 19,5 - 22 mm i røyas gyttetid fra midten av september til slutten av oktober. I tillegg ble røya beskattet i eiernes tradisjonelle høstfiske.

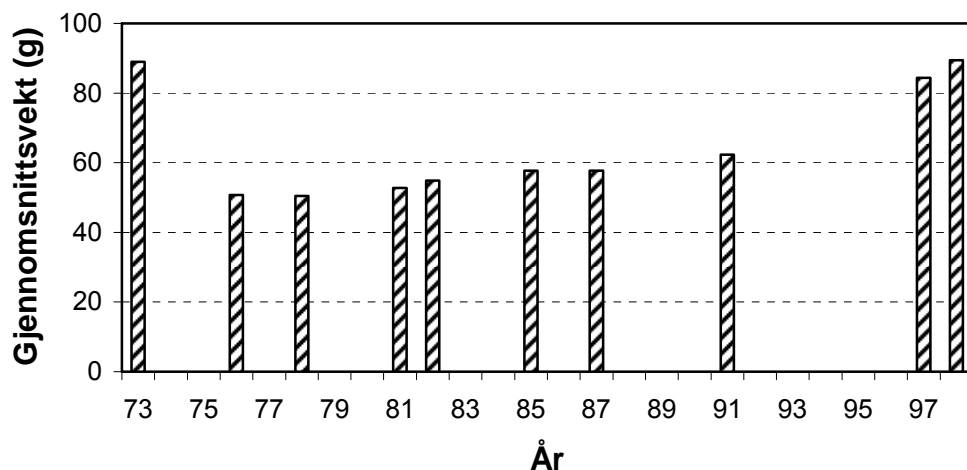
Samlet sett (tynningsfiske og vanlig fiske) ble det i perioden 1973-1976 tatt ut 23 800 røye eller totalt 1 445 kg. Dette tilsvarer et gjennomsnittlig årlig uttak på 68 røye/ha eller 4,2 kg/ha. Garninnsatsen i det spesielle tynningsfisket, som sto for størstedelen av uttaket, økte fra 220 garnnetter i 1973 til 798 garnnetter i 1976. Antall røye per garnnatt avtok fra 13 individ i 1973 til 5 individ i 1976 (**figur 2.16**). Dette indikerer at den økte beskatningen reduserte bestanden av røye i fangbar størrelse en god del. Dette fikk ingen umiddelbar virkning på størrelses sammensetningen av røyebestanden, og det ble ikke registrert noen fremvekst av større røye under utfiskingsperioden.

For å kontrollere bestandsutviklingen ble det flere år foretatt et prøvafiske om høsten med samme maskevidder som under tynningsfisket. Da uttynningsfisket startet høsten 1973 var den gjennomsnittlige fangststørrelsen av røye i kontrollfisket 89 g (**figur 2.17**). Ved tynningsfiskets avslutning i 1976 var gjennomsnittsstørrelsen sunket til 51 g. Fra utfiskingen sluttet og 15 år videre holdt røyas fangststørrelse seg på dette lave nivået. Det ble heller ikke registrert individ som var vesentlig større enn gjennomsnittet. I 1997 og 1998 var den gjennomsnittlige fangststørrelsen økt til utgangsverdiene 25 år tidligere.



Figur 2.16. Øverst: Uttak av røye i Silsetvann i perioden 1973-1976. Nederst: Antall røye per garnnatt i uttinningsfiskeriet i samme periode. Etter Aass & Wold (1998).

Aass & Wold (1999) diskuterer mulige årsaker til at tynningsfisket i Silsetvann ikke ga bedre vekstforhold for røya. Det er minst to forhold som kan bidra til å forklare den manglende effekten. For det første er det mulig at feil størrelsesgrupper ble beskattet. Røya i Silsetvann blir kjønnsmoden ved 15-16 cm lengde og denne størrelsesgruppen ble lite berørt av fisket med de maskevidder som ble brukt. Det er derfor mulig at rekrutteringen økte som følge av at den største røya i bestanden ble fisket opp. For det andre er Silsetvann kraftig regulert (15,5 m) og svært næringsfattig. Bunnfaunen i regulerte innsjøer er utarmet på grunn av vannstandssenkningene slik at det i slike innsjøer i liten grad er store næringsdyr som kan gi fisken god vekst. Aass & Wold (1999) spekulerer i at næringsfattige, regulerte innsjøer ikke synes å gi muligheter for storvokst røye.



Figur 2.17. Gjennomsnittsvekt av røye i prøvegarnfangster fra Silsetvann i perioden 1973-1998. Etter Aass & Wold (1998).

Riasten (805 m o. h.) er en svært næringsfattig innsjø på omlag 500 ha i Ålen i Sør-Trøndelag med aure, røye og ørekyte. I denne innsjøen har det vært drevet et halv-kommersielt fiske etter røye på gyteplassene. I perioden 1982-1999 har den årlig gjennomsnittsfangsten i dette fiskeriet vært 581 kg (1,1 kg/ha), og fra 70-90 % av fangstene har vært røye (Jansen m. fl. 2002). For å redusere tettheten av ung røye har det vært drevet et teinefiske i perioden 1992-1999. Totalt har det vært fanget omlag 57 600 fisk i løpet av disse årene, noe som tilsvarer et gjennomsnittlig årlig uttak på 7 000 røye eller 14 fisk/ha (0,43 kg/ha). Gjennomsnittstørrelsen på røya i teinefisket har økt fra 21 g i 1993 til 42 g i 1999. Teinefisket beskatter ung fisk, røya i teinene i juli 1998 var fra 1 år til 3 år gamle, med en dominans av 2-åringer.

Gjennomsnittstørrelsen av røye i høstfisket på gyteplassene var relativt lav i perioden 1982-1990 (130 g), økte i årene mellom 1990 og 1996, og har ligget på et noenlunde stabilt høyere nivå i perioden 1996-1999 (213 g). Fangst pr. innsatsenhet i høstfisket varierte mye i perioden før 1990, for så å avta og stabiliseres etter 1996. Økningen i fangststørrelse hos røye på gyteplassene overensstemmer i tid med økt beskatning av ung røye med teiner. Dette resultatet kan tyde på at et moderat tynningsfiske av ung røye kan gi økt størrelse hos voksen røye (Jansen m. fl. 2002). Dokumentasjonen av sammenhengen mellom dette tynningsfisket og utviklingen i røyebestanden er imidlertid mangelfull, slik at det kan være andre årsaker til at størrelsen på voksen røye økte på slutten av undersøkelsesperioden.

Breimsvatn (2360 ha; 56 m o.h.) ligger i Gloppen kommune, Sogn- og Fjordane. Innsjøen er brådyp med unntak av i nordenden og sørenden av vatnet. Største dyp er målt til 273 m. Tilførsel av leirpartikler fra breslam reduserer siktedypet om sommeren (4-6 m), noe som sannsynligvis reduserer produksjonen av alger, dyreplankton og fisk.

I Breimsvatnet er det aure, røye og stingsild. Deler av aurebestanden er storvokste fiskespiser. Røyebestanden er splittet i normalrøye og dvergrøye. Normalrøya lever i strandsonen og ute i de frie vannmasser. Dvergrøya lever på dypt vann (20-45 m).

I 1995 ble det satt igang et utfiskingsprosjekt der målsettingen var å oppnå bedre kvalitet og størrelse på normalrøya samtidig som parasittmengden på fisken skulle reduseres. Målsettingen var å få en høykvalitets røye på 200-300 gram med lite parasitter (Sægrov 1995, 1997).

Utfiskingen i 1995 ble gjennomført ved fiske med bunngarn om våren (mai-juni), flytegarnfiske om sommeren og tidlig høst (juni-september) og bunngarnfiske etter gyterøye i oktober. Samlet uttak i 1995 var 180 000 røye med en vekt på omlag 15 000 kg. Dette utgjør et uttak på 6,4 kg/ha. 1996 ble det fisket med flytegarn etter røye fra midten av august til sent i september, og deretter med bunngarn til ut i oktober. Fangsten i 1996 var 5 050 kg normalrøye, eller 2,1 kg/ha. Fangst per innsatsenhet under tynningsfisket i 1996 var omlag halvparten av i 1995 både for bunngarn og flytegarn, noe som tyder på at den fangbare bestanden av normalrøye ble redusert av uttaket i 1995.

En sammenlikning av aldersfordeling i prøvafiskefangster mellom august 1995 og august 1998 viste at utfiskingen i Breimsvatn hadde stor effekt på bestandsstrukturen av normalrøye (Sægrov 1999). I 1995 ble det funnet røye i de aller fleste aldersklasser fra 1+ til 15+. I 1998 var fangstene dominert av 3+ og 4+ fisk, mens eldste røye i prøvefangsten var 7+. Dette tyder på at tynningsfisket tok ut store deler av den eldre fisken i bestanden. En sammenlikning av røyas gjennomsnittsstørrelse ved ulik alder tyder imidlertid ikke på at veksten hadde økt vesentlig som følge av tynningsfisket.

Vangsvatnet (46 m o.h.) ligger i Voss kommune, Hordaland, og har et overflateareal på 800 ha (8,0 km²). I Vangsvatnet er det røye, aure, laks, stingsild og ål. Det har tidligere vært drevet et omfattende fiske etter røye med garn og not i innsjøen, og inntil 1989 var det også et omfattende og populært isfiske etter røye. Etter 1989 har det vært flere vintre uten trygg is på Vangsvatnet, og isfisket har gått sterkt tilbake, og det samme har nærings- og husholdningsfiske i vatnet (Sægrov 2000).

Etter fiskeundersøkelser i Vangsvatnet i 1997 var konklusjonen at innsjøen hadde en overveldig bestand av eldre, parasittert røye (Sægrov 1998). I august 1998 ble det satt igang utfisking av røye i Vangsvatnet og denne utfiskingen varte til november 1999. Fisket ble organisert av Vangsvatnet grunneierlag. Hovedmålsetningen med uttynningen var å oppnå bedre kvalitet på røya. I tillegg var det også en målsetning å høste erfaringer med hvordan en kan fiske på en røyebestand og samtidig unngå bifangster av laks og sjøaure.

Ved utfiskingen ble det benyttet både bunngarn og flytegarn. I 1998 ble det bare brukt 24 mm garn, mens det også ble tatt i bruk 29 mm garn i 1999. Garna ble satt dypere enn 10 m for å unngå fangst av anadrom fisk, noe som viste seg å fungere godt da det ble fanget få laks og sjøaure. Totalt ble det fanget 40 500 røye (5 800 kg) under utfiskingsperioden. Dette tilsvarer 50 individ/ha eller 7,3 kg/ha (Sægrov 2000).

I august 1998, ved starten av utfiskingen, var fangstutbyttet 3,6 kg per garnnatt for røye på flytegarn. I august 1999 ble det i en periode fisket med flytegarn på samme sted, dyp og med samme maskevidder som i august 1998. I 1999 var fangstutbyttet sunket til 0,8 kg per garnnatt. Dette tyder på at utfiskingen hadde redusert den fangbare delen av røyebestanden i de frie vannmasser betydelig. I 1998 og i mai 1999 ble det hovedsakelig fisket på eldre røye med stagnert vekst. Utover sommeren og høsten 1999 utgjorde yngre røye som vokste opp i fangbar størrelse en stadig større del av fangsten (Sægrov 2000).

En sammenlikning av aldersfordeling i prøvafiskefangster mellom august 1997 og august 1999 tyder også på at utfiskinga i Vangsvatnet hadde redusert andelen av eldre røye i bestanden. I 1999 var aldersgruppene 4+ og 5+ dominerende i fangsten, og andelen av røye som var seks år og eldre var lav (< 5 %). I 1997 utgjorde røye seks år og eldre over 30 % av fangsten. Det ble ikke påvist noen vesentlige forskjeller i størrelse ved alder mellom 1997 og 1999.

3 Innsjøer med andre arter

3.1 Kraftig tynning av sik i Stuorajavri på Finnmarksvidda

Stuorajavri (2500 ha; 374 m o.h.) ligger i Kautokeino kommune, Finnmark. Fiskebestanden i innsjøen er dominert av sik (> 90 % av fangbar bestand), men gjedde, abbor, lake, røye, aure og ørekyte finnes også. Siken finnes i to atskilte populasjoner, som ofte kalles planktonsik og bunnsik etter dominerende habitat- og næringsvalg. Disse to sikformene atskilles på antall og form av gjellegitterstaver.

I tidsrommet 1981-1983 gjennomførte Kautokeino kommune i samarbeid med utmarkslaget et uttynningsfiske i Stuorajavri. Formålet med uttynningsfisket var kultivering av en overtallig fiskebestand med tanke på et framtidig næringsfiske. Uttynningsfisket ble gjennomført med flytegarn, bunngarn, kastenot og kilenot, og den totale innsatsen under fisket i løpet av de tre årene var 3 700 dagsverk (Kristoffersen & Amundsen 1993). Fangstene bestod av sik, abbor, gjedde, lake, røye og aure, med sik som dominerende art med godt over 90 % av fangsten (Amundsen 1985). Totalt ble det fisket 101 tonn fisk, og av dette utgjorde sik omlag 96 tonn. Dette tilsvarer et gjennomsnittlig årlig uttak av sik på 12,8 kg/ha. Uttaket av sik var 12,9 kg/ha og 19,3 kg/ha de to første årene, og avtok til 6,2 kg/ha i 1983. Fangst per innsatsenhet (angitt som kg fisk per dagsverk) for sik avtok fra 32 kg i 1981 til 16 kg i 1983, noe som tyder på at bestanden av fangbar fisk ble betydelig redusert som følge av uttynningen (Amundsen 1988a).

Universitetet i Tromsø har fulgt utviklingen i fiskebestandene i Stuorajavri med årlige prøvetakninger fra 1981 til 1992 og prøvefiske annet hvert år fra 1994 til 1998 (Amundsen 1988a, Amundsen m. fl. 2002).

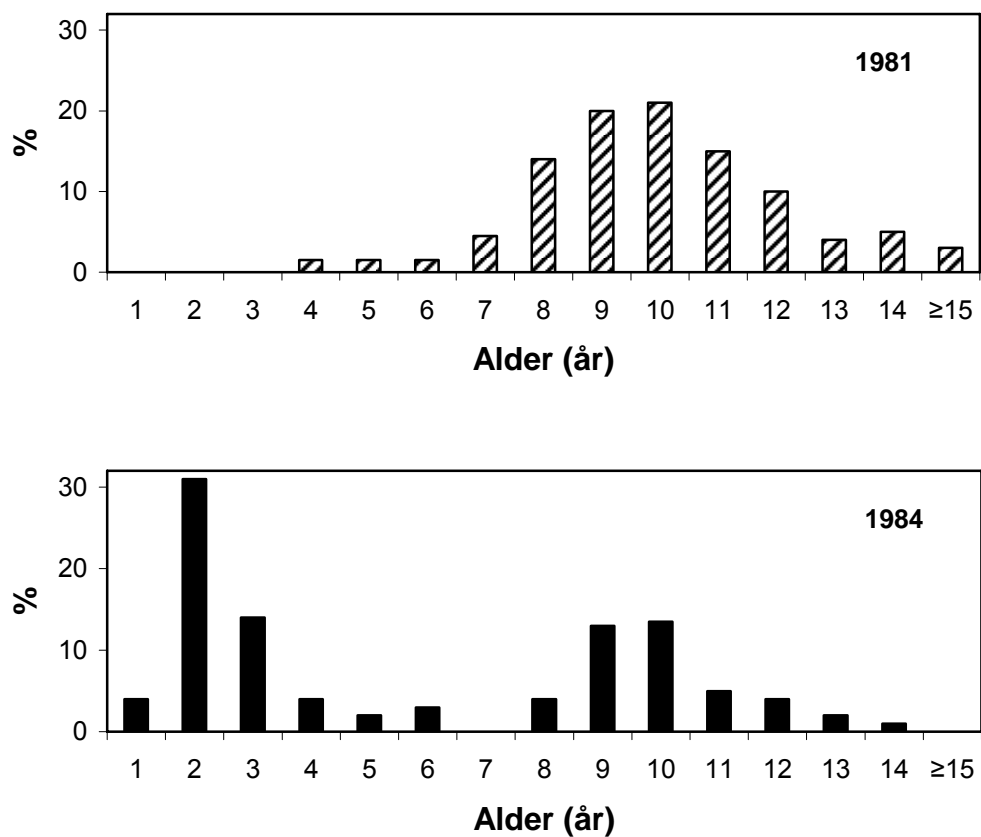
Før det kraftige tynningsfisket hadde siken i Stuorajavri lav vekst. Hos begge sikformene stagnerte veksten etter 6 år ved en kroppslengde på 22-23 cm for planktonsiken og 23-24 cm for bunnsiken. Begge bestandene var dominert av fisk mellom 7 og 13 år gamle (**figur 3.1**). Siken i Stuorajavri var også kraftig infisert av grovhaket gjeddemark før uttynningsfisket startet. Dette er en bendelorm som har gjedde som sluttvert (det vil si at parasitten kjønnsmodnes i tarmen på gjedde). Første mellomvert for parasitten er hoppekreps og siken blir infisert av parasitten ved å spise hoppekreps. I siken danner gjeddemarken cyster i kjøttet og infeksjoner av denne parasitten i sik gjør fisken mindre egnet for konsum og uegnet for kommersiell utnyttelse.

Den umiddelbare effekten av tynningsfisket var at veksten og størrelsen til bunnsiken økte. I 1986 hadde størrelsen hos eldre bunnsik økt til omlag 27-29 cm mot 23-24 cm før uttynning. Utrykt i vekt hadde størrelsen hos eldre bunnsik omtrent blitt fordoblet fra før uttynning (omlag 140 g) til etter uttynning (omlag 280 g). Planktonsiken fikk også økt størrelse som følge av tynningen, men effektene på denne sikformen var mye mindre. Aldersstrukturen endret seg vesentlig for begge sikformene, og i 1986 var begge bestandene dominert av fisk yngre enn 6 år (**figur 3.1**). Dette tyder på at rekrutteringen økte når bestanden av eldre fisk ble redusert. Hos begge sikbestandene var 1982-årsklassen spesielt sterk. Hos begge sikformene avtok infeksjonen av grovhaket gjeddemark betydelig som følge av tynningsfisket.

Samlet sett førte det kraftige tynningsfisket til at sikbestanden ble forandret fra en overbefolket bestand med småvokst og kraftig parasittert fisk til en bestand med større fisk som var egnet for fiske og utnyttelse. Effekten av tynningsfisket var størst på den bunnlevende siken.

Et næringsfiske ble ikke utviklet i Stuorajavri, og det kraftige tynningsfisket ble fulgt av en lang periode med svært liten beskatning av siken. Dette medførte at de positive effektene av utfiskingen gradvis ble borte (Amundsen m. fl. 2002). I 1998, 15 år etter at utfiskingsprogrammet ble avsluttet, var sikens vekst, størrelsesfordeling og infeksjonen av grovhaket gjeddemark

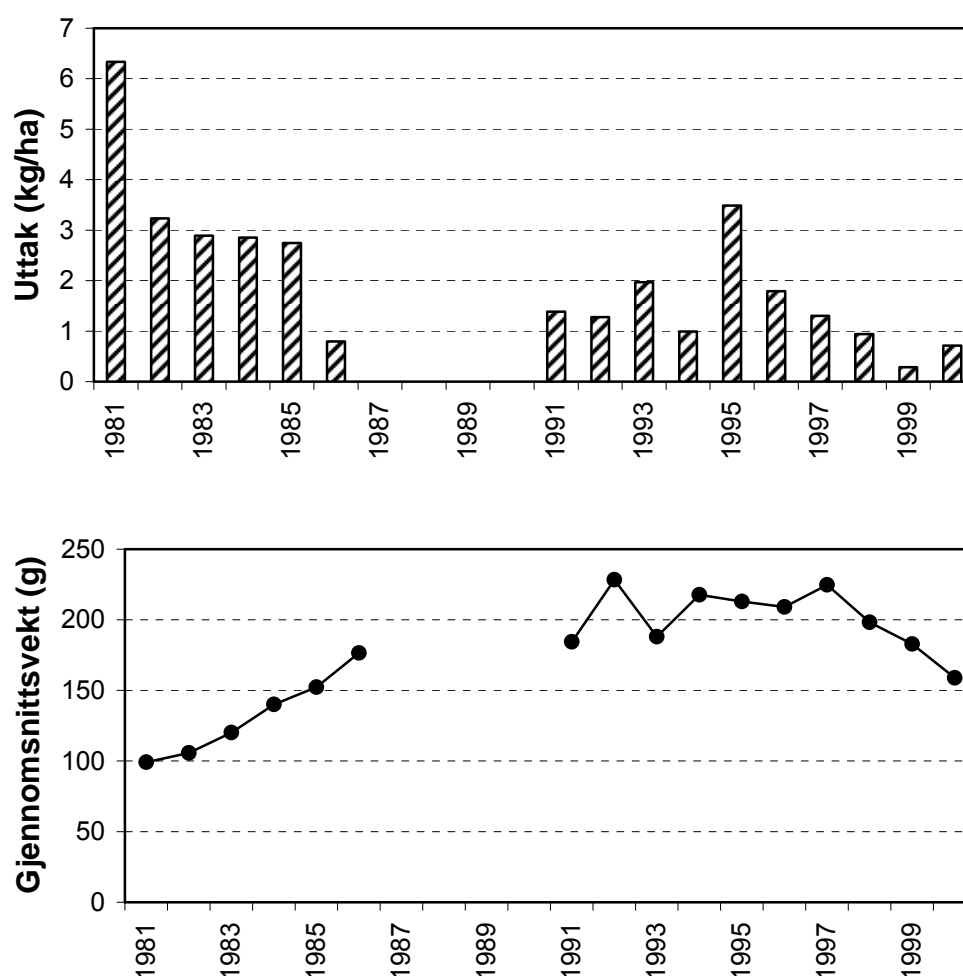
svært lik situasjonen da utfiskingsprogrammet ble startet. I Stuorajavri var altså et kraftig kortvarig tynningsfiske ikke tilstrekkelig til å gi en varig endring i bestandsstruktur hos siken.



Figur 3.1. Aldersammensetning hos bunnisik i Stuorajavri før (1981) og etter (1984) utfisking. Etter Amundsen (1988a).

3.2 Tynning og beskatning av sik i innsjøer på Østlandet

Gopollen (979 m o.h.) ligger i Øyer kommune, Oppland, og har et overflateareal på 119 ha. Innsjøen er regulert med 2,2 m i 1947. Fiskebestanden består av aure, sik og ørekyte. Siken ble introdusert til innsjøen rundt 1930. På grunn av reguleringen er det et utsettingspålegg på 5 000 aure i innsjøen. På 1980-tallet hadde Gopollen en svært tett bestand av sik. I et forsøk på å bedre kvaliteten på siken og å bedre forholdene for aure ble det satt i gang en utfisking av sik (Saltveit & Brabrand 1989). Fisket skjedde med bunngarn (maskevidder 24-29 mm) i gytetiden (september-oktober). I løpet av perioden 1981-1986 ble det fisket opp til sammen 2 245 kg sik. Uttaket var størst første året med 6,3 kg/ha, og i gjennomsnitt var det årlige uttaket 3,1 kg/ha disse årene (**figur 3.2**). Det lave uttaket i 1986 skyldes tidlig islegging.



Figur 3.2. Øverst: uttak av sik ved tynningsfiske i Gopollen 1981-2000. Nederst: gjennomsnittsvikt på sik i tynningsfisket i Gopollen i samme periode. Etter Saltveit & Brabrand (1989) og Gregersen & Eriksen (2001).

Uttynningen av sik i Gopollen førte til at gjennomsnittlig fangststørrelse økte fra 100 g til 175 g (**figur 3.2**). Siken fikk bedre kvalitet (økt kondisjonsfaktor) og noe bedret vekst. Før uttynning

stagnerte lengdeveksten ved 22-23 cm og det var lite fisk større enn 25 cm. I 1986 stagnerte lengdeveksten ved 26-27 cm, og mye av fisken som ble fanget var større enn 25 cm (Saltveit & Brabrand 1989). Det ble ikke funnet noen påvisbar effekt av tynningen på auren i innsjøen.

Vi kjenner ikke til hvordan beskatningen ble drevet fra 1987 til 1990, men i perioden 1991-2000 har det i regi av Øyer fjellstyre vært drevet utfisking av sik, hovedsakelig av gytefisk om høsten (Gregersen & Eriksen 2001). I denne tiårsperioden har det i gjennomsnitt årlig blitt tatt ut 1,4 kg/ha per år (**figur 3.2**). I begynnelsen av denne perioden var fangststørrelsen av sik i tynningsfisket rundt 200 g, altså noe større enn ved avslutningen av tynningsfisket på 1980-tallet. Denne fangststørrelsen holdt seg fram til 1998, men avtok de to siste årene av perioden.

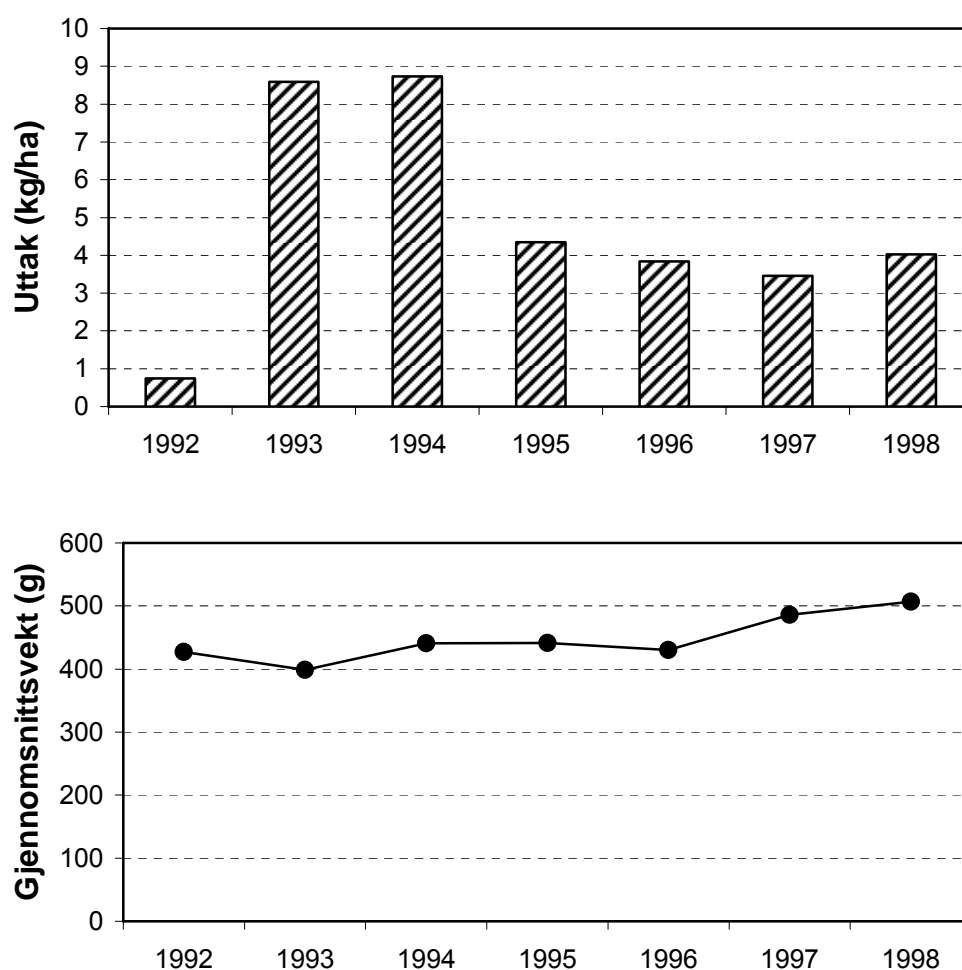
Et prøvafiske i 1994 indikerte at sikbestanden var økende, og viste at sikens vekst stagnerte ved lengder på 25-26 cm (Eriksen & Hegge 1995). Ved et prøvafiske i 2000 ble siken i Gopollen karakterisert som småvokst med en topp i lengdefordelingen på 22 cm (Gregersen & Eriksen 2001). Bare en liten andel av siken var større enn 25 cm. Kondisjonsfaktoren var lav med i gjennomsnitt på 0,7, på samme lave nivå som før uttynningsfisket startet i 1981. Samlet sett tyder resultatene fra Gopollen på at et gjennomsnittlig årlig uttak på 1,4 kg/ha var for lite til å vedlikeholde den positive effekten av tynningen av sikbestanden som skjedde i 1981-1986.

I 2001 ble det tatt i bruk storruse for uttynning av sik i Gopollen (Taugbøl m. fl. 2004). Dette året økte uttaket av sik til 13 700 fisk og 1 207 kg. Dette tilsvarer 8,2 kg/ha. De påfølgende årene sank uttaket til henholdsvis 5,3 og 4,3 kg/ha. Da innsatsen var omlag den samme kan dette tyde på at beskatningen hadde merkbare effekter på størrelsen av sikbestanden. Det er foreløpig ikke rapportert om hvordan bestanden er endret som følge av den siste økningen i uttak.

Vinstervatna (1019 m o.h.) er en felles betegnelse på flere innsjøer i Vinstravassdraget i Oppland. Før reguleringen besto innsjøen av sju mindre vatn, som var forholdsvis grunne og svært produktive. Reguleringen førte til at de sju vatna ble demt sammen til ett ved høyeste regulerte vannstand (HRV). Total reguleringshøyde for Vinstervatnamagasinet er 5,9 m. Overflatearealet ved HRV er 1 940 ha, mens det er 1 304 ha når vannstanden i magasinet er på det laveste.

Før regulering var aure eneste fiskeart og kvaliteten på fisken var svært god. På 1970-tallet ble både sik og ørekyte innført til innsjøen. Sikbestanden var av vanlig god kvalitet de første årene etter at den ble innført. Siken ble imidlertid lite beskattet og prøvafiske i 1990/91 viste at bestanden bestod av en stor andel gamle individer. Størrelsen på siken var imidlertid bra og kvaliteten brukbar (Eriksen & Hegge 1992). Det ble satt i gang en økt beskatning av sik i magasinet i 1992. Det første året var uttaket lite, men i perioden 1993-1998 ble det fisket omlag 146 000 sik med en samlet vekt på omlag 64 tonn (**figur 3.3**). Dette gir et gjennomsnittlig årlig uttak på 5,5 kg/ha eller 13 individ/ha (Eriksen & Wien 1999).

I perioden 1993-1998 økte sikens gjennomsnittsvekt i fiskeriet fra 399 g i 1993 til 507 g i 1998 (**figur 3.3**). Vi vet ikke hvordan fisket ble gjennomført eller hvilke maskevidder som ble brukt, men økningen i fangststørrelse tyder på at størrelsen på siken har økt etter at tynningsfisket tok til. Lengdefordelingen av sik i prøvegarnfangster viste også en forskyvning mot større individ i 1998 med en topp i antall individer på 38 cm mot 33 cm i 1989-1992 (Eriksen & Wien 1999). Aldersstrukturen hos sik i prøvegarnfangstene tyder på at andelen eldre sik i bestanden var noe mindre i 1998, men fremdeles ble det fanget en god del gammel sik (eldre enn 15 år). Kvaliteten på siken var god. Ved prøvafiske i 1998 ble det fanget en god del yngre sik, noe som kan tyde på at rekrutteringen var økende. Det kunne ikke dokumenteres vesentlige endringer på aurebestanden med hensyn på mengde, størrelse og kvalitet som følge av tynning av sikbestanden (Eriksen & Wien 1999). Uttaket av sik i Vinstervatna har fortsatt utover 2000-tallet. Det er foreløpig ikke rapportert om hvordan utviklingen i bestandene har vært de siste årene, men i en reportasje i Jakt & Fiske (november 2006) omtales siken som storvokst og av meget fin kvalitet, mens det fremheves at sikfisket har positiv innvirkning på aurebestanden.



Figur 3.3 Øverst: uttak av sik ved i Vinstervatna i perioden 1992-1998. Nederst: gjennomsnittsvekt på sik i fiskeriet i samme periode. Etter Eriksen & Wien (1999).

Espedalsvatnet (445 ha; 722 m o.h.) ligger i Gausdal og Sør-Fron kommuner i Oppland. Innsjøen er relativ grunn med et middeldyp på 8 m, mens største dyp er 44 m. I Espedalsvatnet finnes aure, sik og ørekyte. Aure var eneste fiskeart inntil siken ble innført omkring 1860. I 1999 startet Espedal Fiskesameige utfisking i innsjøen for å gjøre sikbestanden mer attraktiv, samt å øke aurebestanden (Museth m. fl. 2006b). I perioden 1999-2005 har gjennomsnittlig årlig uttak av sik ligget på 2 850 kg per år, eller 6,4 kg/ha (variasjonsbredde: 5,3-7,3 kg/ha). I 1999-2000 skjedde utfiskingen med garn, mens fra 2001 har storruse også blitt tatt i bruk, og dette redskapet har i de senere årene tatt noe over halvparten av siken.

Det synes som om utfiskingen av sik har hatt en positiv effekt både på aurebestanden og sikbestanden (Museth m. fl. 2006b). Siken synes å ha fått noe bedre vekst de tre første leveårene, men veksten hos eldre sik var i 2005 fortsatt dårlig. Auren har generelt fått noe bedre og utholdende vekst og kondisjonsfaktoren til stor aure er bedre enn før utfisking. Andelen stor aure (over 30 cm) har økt noe, og enkelte individ har et vekstomslag som indikerer overgang til fiskediett. I 2007 meldes det om fangst av stor aure (opptil 4 kg) og skjellanalyser av et utvalg (7) av disse viser årlig tilvekst på opptil 17 cm (Museth og Johnsen, upubliserte data; pers. med. Ola Eggen).

Reinsvatnet (368 ha; 905 m o.h.) ligger i Lillehammer og Øyer kommuner i Oppland. Innsjøen har vært regulert siden 1920 med en reguleringshøyde på 2.5 m. I Reinsvatnet finnes aure, sik, abbor og ørekyte. Innsjøen har hatt en overraskende småvokst sikbestand siden 1940-tallet. Rettingstiltakene har lagt ned en stor innsats for å få en mer storvokst sik og å bedre forholdene for aure. I perioden 1964-2000 var årlig avkastning av sik lavere enn 4,5 kg/ha, og oftest under 2,5 kg/ha (Taugbøl & Langdal 2004). Dette uttaket var ikke vært stort nok til å endre sikbestanden. Fra 2001 økte beskatningen og i perioden 2001-2005 har det årlige uttaket av sik i gjennomsnitt vært på 7,6 kg/ha (2 950 kg) (Museth m. fl. 2006b). Fra og med 2001 har storruse blitt tatt i bruk, og mesteparten av siken høstes nå med dette redskapet. I 2001 ble det brukt én storruse og avkastningen av sik økte til 5,0 kg/ha. Fra og med 2002 har tre storruser blitt benyttet og dette året økte avkastningen ytterligere, til 15,6 kg/ha. I de neste tre årene sank avkastningen gradvis fra 7,5 kg/ha i 2003 til 4,1 kg/ha i 2005. Nedgangen i avkastning de siste årene tyder på at bestanden er redusert som følge av økt beskatning.

Det synes som om utfiskingen av sik har hatt en liten positiv effekt både på aurebestanden og sikbestanden (Museth m. fl. 2006b). Siken vokser frem til tre års alder, men veksten flater så kraftig ut. Siken synes imidlertid å ha fått bedre vekst de tre første leveårene etter uttynningen, og andelen eldre sik i bestanden synes å ha avtatt. Auren har fått noe bedre og utholdende vekst, og i 2007 meldes det om en positiv utvikling i fisket etter aure (pers. med. Tord E. Smestad).

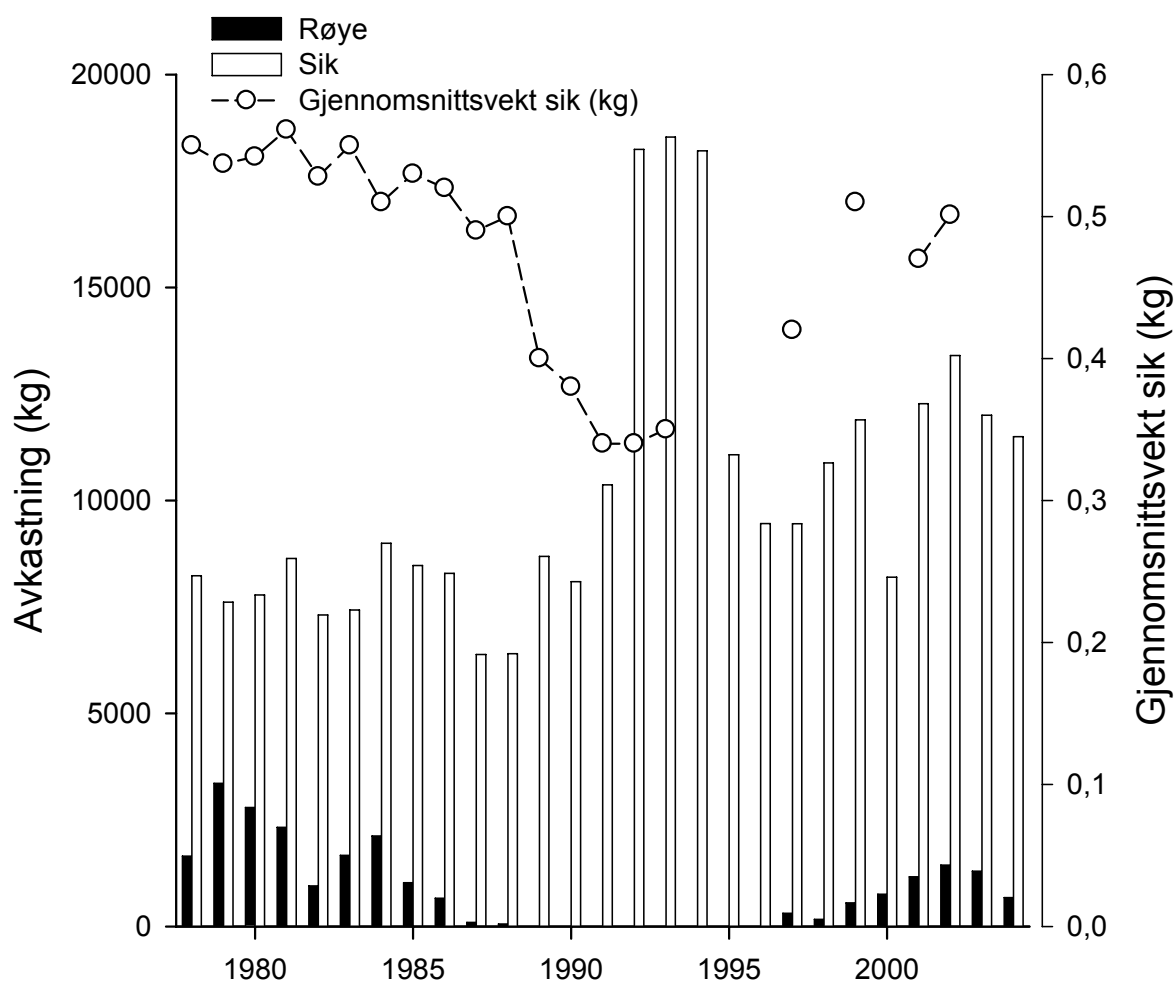
Sølsjøen (2100 ha; 668 m o.h.) ligger i Rendalen kommune, Hedmark. Største dyp er 58 m og middeldypet er omlag 15 m. I innsjøen finnes aure, sik, røye, harr, lake, abbor, gjedde og ørekyte. Siken ble innført til innsjøen tidlig på 1900-tallet for å øke mulighetene for fiskeavkastning, og sik er i dag den dominerende arten i innsjøen. Næringsfisket etter sik og røye har lange tradisjoner i Sølsjøen (Linløkken 1993, Høye & Museth 1994).

I perioden 1978-1991 var gjennomsnittlig årlig avkastning av sik 8 100 kg eller 3,9 kg/ha (**figur 3.4**). Fram til i begynnelsen av 1980-åra ble det også fisket omlag 2 tonn røye årlig, eller omlag 1 kg/ha. Røya avtok gradvis i antall, størrelse og kvalitet utover på 1980-tallet, sannsynligvis på grunn av økt konkurranse med sik. Avkastningen av røye i det tradisjonelle fiskeriet avtok, og på slutten av 1980-tallet var fangstene ubetydelige. Undersøkelser av sikbestanden med ekkolodd sammen med flytegarfniske viste at biomassen av sik var stor, 20-23 kg/ha, både i 1988 og 1990. Gjennomsnittsvekta av sik i fiskernes fangster var 500-600 g fram til 1985, så avtok gjennomsnittsvekta fra år til år, og i 1990 var den 377 g (**figur 3.4**). Nedgangen i gjennomsnittsvekt skyldes delvis at fiskerne for å opprettholde et rimelig fangstutbytte begynte å bruke garn med mindre maskevidder enn de tradisjonelt hadde brukt. Samlet sett tydet opplysningene på at bestanden av sik i Sølsjøen økte mens røyebestanden avtok, og det ble anbefalt at beskatningen av sik i innsjøen måtte økes (Linløkken & Qvenild 1987).

I 1992 ble fangststørrelsen økt ved at flytegarn med maskevidder på 39 mm ble tatt i bruk (Høye & Museth 1994). I 1992-1994 var gjennomsnittlig årlig fangst av sik 18 300 kg (8,7 kg/ha). Fra 1995 har uttaket vært på et noe lavere nivå, i gjennomsnitt 5,2 kg/ha, men uttaket er fremdeles høyere enn hva det var før 1992 (Museth m. fl. 2007a). Den økte beskatningen i perioden 1992-1994 hadde en umiddelbar effekt på vekst hos sik i Sølsjøen, og selv sik som hadde stagnert i lengdevest begynte å vokse. Gjennomsnittsstørrelsen av sik i fiskernes fangster har også økt betydelig etter 1995 (**figur 3.4**). Røyebestanden tok seg også opp, og i 1997 ble det igjen fanget røye på det tradisjonelle høstfiskeriet på gyteplassene (309 kg). I 2002 hadde avkastningen av røye økt til 1 440 kg (0,7 kg/ha). Eksistensen av en levedyktig, høstbar røyebestand i Sølsjøen synes imidlertid å være avhengig av en vedvarende kraftig beskatning av sikbestanden (Museth m. fl. 2007a).

Sikbestanden (fisk ≥ 27 cm) ble beregnet til omlag 295 000 individ i juni 1993 (Høye & Museth 1994). Dette tilsvarer 140 individ/ha. Grovt omregnet til vekt tilsvarer dette en biomasse på i overkant av 40 kg/ha. Uttaket av sik i perioden 1992-1994 tilsvarer derfor omlag 20 % av fang-

bar bestand (i vekt) hvert år. Beregninger av fangstdødelighet og årlig overlevelse mellom 1992 og 1993 viser at det økte fangstuttaket reduserte bestanden selv om fangstdødeligheten var moderat.



Figur 3.4. Rapportert avkastning av sik og røye i Sølsjøen i perioden 1977-2005. Utviklingen i gjennomsnittsvekt til sik (i fiskeriet) er vist som stiplet linje. Etter Museth m. fl. (2007a).

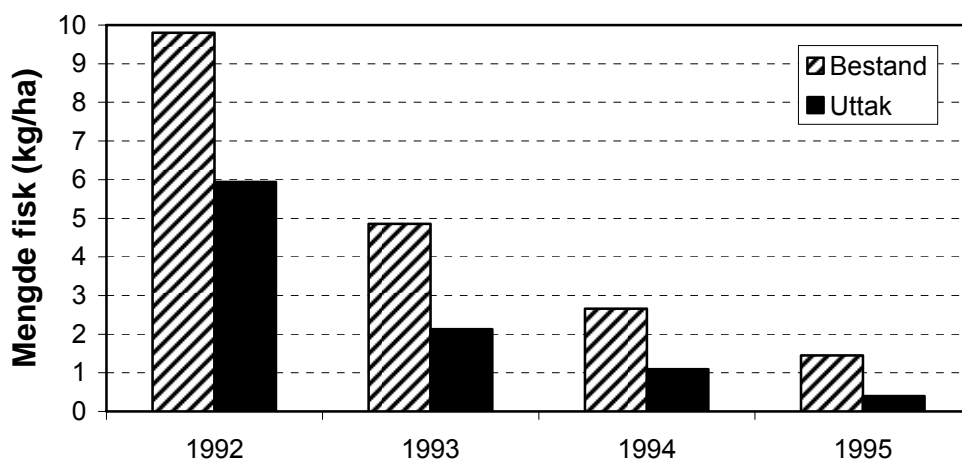
Drengen (84 ha; 764 m o.h.) ligger i Tolga kommune, Hedmark. I innsjøen finnes abbor, harr, gjedde, lake, ørekyte, aure og sik. Siken i innsjøen var småvokst, med stort innslag av parasitter som gjeddemark, og dermed mindre attraktiv som matfisk. I et forsøk på å bedre kvaliteten på sikbestanden ble beskatningen derfor økt fra 1989 (Vagstein 2002). Det ble fisket med garn, og i perioden 1989-2002 ble det årlig tatt ut i gjennomsnitt 4,9 kg sik per ha (variasjonsbredde: 2,0-10,6 kg/ha). Dette tilsvarer om lag 60 000 sik og et samlet uttak på 5,9 tonn. Aldersanalyser av 23 cm sik viste at gjennomsnittsalderen til disse ble redusert fra 8,4 år i 1989 til 3,9 år i 2002. Det ble også observert en betydelig forbedring i kondisjonsfaktoren til fisk i alle lengdegrupper. I 2002 var siken i fangstene imidlertid fortsatt av liten størrelse, og Vagstein (2002) konkluderer med at uttaket har vært for lite til at siken oppnår en kvalitet som gjør den til en attraktiv matfisk.

3.3 Tynning av abbor

Abbor danner i mange innsjøer såkalte tusenbrødrebestander, og det har av den grunn lenge vært forsøkt med tynningsfiske i slike innsjøer for å forbedre situasjonen (f. eks. Sømme 1939). Tynningen av abbor kan ha som formål å forbedre abborbestanden og/eller å bedre forholdene for andre fiskearter, spesielt aure. Til tross for at det synes å være stor interesse for å drive tynningsfiske på denne arten foreligger det svært lite publisert informasjon om effekter av tynningsfiskerier på abbor i Norge.

Munksjøen (569 m o.h.) ligger i Trysil, Hedmark, og har et overflateareal på 48,2 ha. Innsjøen er næringsfattig og myrpåvirket med et gjennomsnittsdyp på 3 m, mens maksimal dybde er 10 m. Innsjøen er påvirket av forsuring og ble kalket i 1991 og 1995. I Munksjøen finnes det abbor, mort, gjedde, en svært tynn bestand av lake, og noen aureindivider (Linløkken & Seeland 1996).

I denne innsjøen ble det gjennomført et relativt kraftig tynningsfiske i 1992-1994. Fisket ble gjennomført med ruser og garn. Det første året ble det tatt ut 5,9, 9,2 og 0,9 kg/ha av henholdsvis abbor, mort og gjedde. Det andre året ble det tatt ut 2,1 kg abbor per ha, og mindre mengder mort og gjedde. Abborbestanden før tynning i 1992 ble beregnet til 9,5 kg/ha, eller 336 individ/ha (**figur 3.5**). I 1994 var bestanden redusert til 2,7 kg/ha. Et uttak på 1,1 kg/ha i 1994 reduserte bestanden til 1,5 kg/ha i 1995.



Figur 3.5. Utvikling i abborbestand og mengde fisk tatt ut av bestanden i Munksjøen i perioden 1992 - 1995. Etter Linløkken & Seeland (1996).

Abboren fikk en forbedret vekst som følge av at fiskebestandene i innsjøen ble redusert. Før uttynning stagnerte veksten til abboren ved 15-17 cm, mens etter uttynning var abbor eldre enn 5 år større enn 20 cm. Før uttynning var rekrutteringen av abbor svært begrenset, noe som sannsynligvis var forårsaket av dårlig vannkvalitet. Årsklassen som klekket i 1992, det første året av tynningsfisket var imidlertid sterk. Dette kunne skyldes forbedret vannkvalitet som følge av kalking i kombinasjon med redusert bestandsstørrelse av eldre abbor og andre fiskearter som skjedde i 1992.

Linløkken & Seeland (1996) diskuterer mulige måter å forvalte bestanden av abbor i Munksjøen etter tynningen basert på en modellering av bestandsdynamikken. Hvis bestanden av abbor holdes på 4-5 kg/ha skulle det ut fra beregninger være mulig å høste 1-1,5 kg/ha av

abbor på rundt 100 g. Et slikt uttak vil imidlertid være avhengig av at mortbestanden holdes på et lavt nivå, da mort er en sterk næringskonkurrent til abbor. Linløkken & Seeland (1996) peker også på at den sterke 1992-årsklassen i Munksjøen må tynnes for at abborbestanden i innsjøen skal kunne holdes på et lavt nivå.

Andre innsjøer med abbor

Det har også vært drevet tynningsfiske etter abbor i mange andre innsjøer. Linløkken & Seeland (2001) rapporterer om et tynningsfiske med bunngarn i sju innsjøer i Hedmark fylke og Jämtlands len i Sverige. Innsjøene hadde fiskebestander som var dominert av abbor og mort. Det ble fisket 2-10 døgn med 30-110 garn per natt i hver innsjø. Total fangst varierte fra 1,3 til 15,6 kg/ha. Beregninger basert på reduksjon i fangst av fisk i påfølgende garnnetter tyder på at dette fiskeriet reduserte abbor- og mortbestandene med i gjennomsnitt 75 %. Metoden overvurderer sannsynligvis nedgangen i bestandsstørrelse noe (Linløkken & Seeland 2001). Uansett tyder disse resultatene på at det lar seg gjøre å redusere bestandsstørrelsen til abbor og mort vesentlig ved et kraftig garnfiske. Det er ikke rapportert om langtidsvirkninger av tynningsfisket i disse innsjøene.

Taugbøl m. fl. (2004) nevner flere innsjøer hvor det drives tynningsfiske med storruse etter blant annet abbor. I **Hornsjøen** (82 ha; 817 m o.h.), Øyer kommune i Oppland, har det vært drevet utfisking av abbor med garn og små abborruser i perioden 1980-2001, med et årlig uttak på mellom 20 og 180 kg abbor (0,2-2,2 kg/ha). Dette fiskeriet synes ikke å gi noen bedring av den overtallige abborbestanden, og i 2002 var abboren fortsatt sterkt overtallig og småvokst. I 2002 ble storruse tatt i bruk, og dette året ble det fanget 1 170 kg abbor (14,3 kg/ha). Året etter sank utbyttet til 358 kg abbor (4,4 kg/ha). Nedgangen i utbytte skyldes delvis at rusa sto ute i en kortere periode i 2003. Gjennomsnittstørrelsen av abbor i rusefangstene i 2003 (39 g) var imidlertid omtrent dobbel så stor som i 2002 (23 g), noe som tyder på at uttaket i 2003 hadde effekt på abborbestanden.

3.4 Tynning av ørekyte i aureinnsjøer

Ørekyte har blitt spredd til en rekke innsjøer med aure i løpet av de siste femti år. Til tross for få godt dokumenterte eksempler, er det liten tvil om at introduksjon av ørekyte i et vassdrag kan få store negative konsekvenser for produksjonen av aure (Taugbøl m. fl. 2002, Museth m. fl. 2007b). I et forsøk på å motvirke de negative effektene har det vært gjennomført flere forsøk med utfisking av ørekyte fra begynnelsen av 1990-tallet. Taugbøl m. fl. (2002) oppsummerte erfaringer med tynningsfiske av ørekyte, og denne korte sammenstillingen av erfaringer er hentet fra denne rapporten.

Hovedkonklusjonen fra de ulike lokalitetene der det har vært forsøkt tynningsfiske, er at utfisking av ørekyte med ruser som regel ikke har noen effekt på aurebestanden. I de to små tjernene Geilotjern og Svartsteintjern (Hol, Buskerud) er det imidlertid grunnlag for å si at utfisking av ørekyte med ruser har vært et effektivt tiltak. Disse tjernene er små og grunne og rusene viste seg å ha svært høy fangsteffektivitet. Sannsynligvis ble så mye som 95 % av ørekytbestandene tatt opp i løpet av én sommer med 5 ruser/ha. Uttaket av ørekyte tilsvarte 22 kg/ha i Geilotjern og 35 kg/ha i Svartsteintjern. I bekkesystemet mellom vannene var uttaket hele 172 kg/ha. Aurebestanden i de to tjernene tok seg opp igjen etter utfiskingen av ørekyte.

For de tre lokalitetene Grønnsenn (Vestre Slidre, Oppland), Revsjøene (Gausdal, Oppland) og Risvatnet (Verdal, Nord-Trøndelag) forelå gode data både for aurebestanden og mengde utfisket ørekyte. I disse tre lokalitetene har ikke utfiskingen av ørekyte gitt noen økning i forekomsten av aure (basert på fangst per innsats i garnfiske) eller størrelsen på fanget fisk. I Grønn-

senn og Revsjøene var årlig uttak av ørekyte stort sett 1-2 kg/ha, mens i Risvatnet har uttaket variert fra 10 kg/ha ved starten på tynningsfisket i 1996 til omlag 3 kg/ha i perioden 1999-2001. Problemet med et høyt uttak av ørekyte i innsjøer synes å være at dette blir veldig tid- og arbeidskrevende og dermed vanskelig å opprettholde over tid. Et mer beskjedent uttak av ørekyte på under 3 kg/ha synes ikke å gi nok reduksjon i ørekytebestanden til at det har noen effekt.

Taugbøl m. fl. (2002) konkluderer: *"Utfisking av ørekyte med ruser bør kritisk vurderes på forhånd med tanke på om det er verdt å bruke tid og ressurser på tiltaket. Kun i svært små og grunne vann synes tiltaket å være effektivt"*



Abborfiske med ruse. Foto: Jon Museth

4 Tiltak i elver med innlandsfisk

Elvelevende bestander av laksefisk, særlig i større, relativt stilleflytende elver, er av de mest attraktive fiskeressursene i Norge for både norske og utenlandske sportsfiskere (Vittersø 1993, Aas 1994, Aas & Kaltenborn 1995). I elver som for eksempel Hemsila, Hallingdalselva, Glomma, Rena, og Femund-/Trysilvassdraget er det stor sportsfiskeaktivitet, og betydelige inntekter og turismevirksomhet knyttet til sportsfiske som helt eller i hovedsak baseres på elvelevende bestander av aure og harr (Navrud 1987, Linløkken 1989, Aas 1994). Verdiskaping og rekreasjonskvalitetene ved dette fisket er i liten grad knyttet til selve høstingen av fiskeproduksjonen (Navrud 1987), men til mulighet for fangst av stor fisk (Vittersø 1997, Aas m. fl. 2000). Det omfattende fisket, trolig kombinert med relativt liberale og tradisjonelle fangstreguleringer, skaper en betydelig beskatning i mange elver. Det kan synes som om den harde beskatningen i mange tilfeller gir opphav til feilbeskattede og overbeskattede bestander (Näslund 1999, Aas m. fl. 2000). Feilbeskatningen består ofte i at fisken høstes før den når stor størrelse, slik at det blir få, attraktive, store individer igjen i bestanden. Hvis mye av fisken høstes før den blir kjønnsmoden kan dette begrense rekrutteringen til bestanden, og en snakker da om at bestanden er overbeskattet. I elver er risikoen for overbeskatning størst i nordlige vassdrag med lav produktivitet. I slike vassdrag karakteriseres fiskebestandene av lav produktivitet, lav årlig vekstrate, og at fisken kjønnsmodner ved høy alder (se Näslund m. fl. 2005).

For å regulere uttaket av fisk og bedre kvaliteten på fisket er det flere mulige virkemidler som kan tas i bruk. Vanligvis benyttes begrensninger i hva slags fisk som kan høstes fra bestanden. En kan bruke både minstemål eller størstemål eller en kombinasjon av begge ("slot-limit", det vil si at bare fisk innen et nærmere angitt størrelsesintervall kan høstes). Dette innebærer at fisk som ikke oppfyller kravene til fangst må settes ut igjen. I tillegg kan det brukes ulike former for kvoter ("bag-limit"), eller beskatningen kan reduseres ved begrensninger i antall fiskere som slipper til på en strekning. Kvoter kombineres ofte med fang og slipp fiske slik at fiskeren kan fortsette å fiske selv om kvoten er tatt. Med de strengeste reguleringene drives mesteparten av fisket som fang og slipp fiske. Slike reguleringer av elvefisket har vært vanlig i Nord-Amerika i lang tid (f.eks. Andersson & Nehring 1984). Ulike typer av reguleringer i elvefisket etter aure og harr brer også om seg i Norge.

Det er publisert få undersøkelser i Norge om effekten av ulike typer fiskereguleringer på bestander av elvefisk.

I 1996 ble minstemålet ved fiske etter harr og aure i Glomma gjennom kommunene Os, Tolga, Tynset og Alvdal hevet fra 25 til 30 cm (Museth m. fl. 2001). Minstemålet ble økt for å bedre kvaliteten på fisket. Tidligere undersøkelser hadde vist at fiskepresset på enkelte strekninger av elva var relativt hardt og det ble tatt en stor del aure og harr i intervallet 20 - 30 cm (Linløkken 1995). Hevingen av minstemålet førte til en betydelig endring av beskatningen. Før 1996 utgjorde andelen av harr og aure som er mindre 30 cm henholdsvis 40 og 30 % av fangsten, mens etter at minstemålet ble hevet avtok denne andelen til 5-8 % for begge artene. I forkant ble det gjennomført en aktiv informasjon om formålet med heving av minstemålet, og kombinert med et intensivt oppsyn førte kanskje dette til at bestemmelsen ble respektert i stor grad.

I 1999, det fjerde året etter at minstemålet ble innført, ble det tatt en større andel stor harr enn årene forut (Museth m. fl. 2001). For aure økte også andelen stor fisk i løpet av disse årene, men det ble også tatt mye stor aure før minstemålet ble hevet. Fangst pr. time av stor harr var langt bedre i 1999 enn årene før. Den samme positive tendensen kunne ikke påvises hos aure. Hevet minstemål på denne strekningen av Glomma syntes altså å gi en positiv effekt på harrfisket, men en tidsperiode på 5 år var for kort til å fastslå dette med sikkerhet (Museth m. fl. 2001).

En undersøkelse fra Idsjöstrømmen i Sverige illustrerer at det kan ta relativt mange år før en får full virkning av fiskereguleringer i elvebestander hvor den årlige tilveksten til fisken er lav

(Näslund m. fl. 2005). I Idsjöstrømmen dominerer harr, og i denne elva ble det innført sterke restriksjoner på fisket fra og med 1989. Antallet fiskere per dag ble redusert, minstemålet ble gradvis hevet fra 25 cm til 45 cm, samtidig som det ble innført døgnkvoter som også gradvis ble strengere og strengere. I praksis ble mesteparten av fisket drevet som fang og slipp fiske, og fra og med 2000 ble denne fiskemåten den eneste tillatte. Innføringen av de sterke restriksjonene førte etter hvert til at harrbestanden økte i antall, noe som ga seg utslag i et økt antall harr per time i fiskeriet. Antallet harr i troféstørrelse (> 50cm) i fiskeriet økte også, men det tok omlag sju år etter innføringen av de strenge reguleringene før antallet troféharr økte markant. Näslund m. fl. (2005) fremhever at slike bestander som harrbestanden i Idsjöstrømmen kan det gå inntil 10 år før en får full effekt av en redusert beskatning.

For hardt beskattede elvebestander av aure og harr er det god grunn til å anta at alle begrensninger i fisket som tar sikte på å øke rekrutteringen og minske beskatningen slår positivt ut på fiskets kvalitet målt som andel stor fisk i fangsten, mulighet for stor fisk og brukbar gjennomsnittsvekt. Hvilke reguleringer som er mest hensiktsmessig avhenger av biologiske forhold i den enkelte elva. Praktisering av fang og slipp fiske vil nødvendigvis på sikt føre til at bestanden består av flere fisk enn hvis den fangede fisken ble slått ihjel. Dette under forutsetning av at dødeligheten (enten direkte eller indirekte) i forbindelse med praktisering av fang og slipp ikke blir for stor. For å kunne gi mer presise praktiske råd om mulige effekter av ulike reguleringer i elvefisket er det nødvendig at det samles inn ulike typer data om utvikling i fiskebestand fra elver hvor det foregår eller er planlagt slik regulering.

Tynningsfiske eller økt beskatning kan også være et aktuelt tiltak for å bedre fiskekvaliteten i enkelte elver. I Otra mellom Byglandsfjorden og Kilefjorden er det stor interesse for næringsfiske hos enkelte grunneiere som har dette som tilleggsmåling (Vethe m. fl. 2006). I denne delen av vassdraget finnes aure, abbor og bleke (relikt laks). Det er god tilgang på gyteområder for auren i denne delen av vassdraget. I perioden fra omlag 1950 til 1985 var interessen for fiske liten og fiskebestandene var overtallige og av dårlig kvalitet flere steder i vassdraget (Vethe m. fl. 2006). Et utfiskingsprosjekt for å bedre kvaliteten av fisken ble satt igang i 1988. Utfiskinga har skjedd med ulike redskaper som storruse, not og garn, og fisk som er av god nok kvalitet selges (Vethe m. fl. 2006).

Mengden fisk som er tatt ut på de ulike elvestrekningene har variert en del gjennom årene. Etter 1995 har hovedinnsatsen i fiskeriet skjedd på strekningen Fennefoss-Hodne. Arealet av Otra fra Fennefoss til Kilefjorden (like nedenfor Hodne) er beregnet til 454 ha, og innsjøen Breiflå, som Otra renner gjennom, utgjør 191 ha av dette arealet (Vethe m. fl. 2005). På denne strekningen har det i tiårsperioden 1995-2005 vært et årlig uttak på mellom 2,5 og 10 kg aure per ha. I tillegg har det årlig blitt fisket mellom 1,5 og 6 kg abbor per ha og 0,5-2 kg bleke per ha (Vethe m. fl. 2005). Bestanden av bleke har tatt seg opp de senere årene.

Fiskebiologiske undersøkelser i 2002 og 2004 viste at ung aure (2+ og 3+) dominerte fangstene på alle de undersøkte lokalitetene på strekningen Fennefoss-Hodne. De fleste aurene stagnerte imidlertid i vekst på omlag 25 cm. Sammenlikning av aurens vekst i 2002 og 2004 med ulike andre undersøkelser i vassdraget tyder imidlertid på at utfiskingen har gitt en markert bedring av aurens vekst i forhold til tilstanden uten fiske som ble beskrevet fra 1960-tallet (Vethe m. fl. 2006). Bedringen i aurens vekst har gitt grunnlag for et næringsfiske der andelen som er egnet som matfisk har økt de siste årene.

5 Diskusjon

5.1 Innsjøer med aure

Effektene av publiserte tynning/beskatningsforsøk med aure i norske innsjøer er oppsummert i **tabell 5.1**. Dahls (1943) resultater viste at en tynning hvor omlag halvparten av vårbestanden tas ut raskt gir seg utslag i bedre vekst hos auren. Størst effekt fikk Dahl i de to små Rødlitjernene hvor antallet fisk i bestandene var redusert ned til halvparten etter fire år med tynning. I det større Indre Rødlivatn greide han ikke å redusere bestanden vesentlig til tross for at uttaket også her lå på nesten halve vårbestanden i tre år. Dette skyldes at rekrutteringen av ung fisk økte når bestanden av eldre fisk ble redusert.

I Øvre Heimdalsvatn førte et gjennomsnittlig årlig uttak på 32 individ/ha over fem år til at bestandsstørrelsen av aure ble halvert fra 211 individ/ha til 105 individ/ha (Jensen 1977). På vektbasis utgjorde det gjennomsnittlig årlige uttaket 5,9 kg/ha, og biomassen av bestanden ble redusert fra 19,5 til 8,2 kg/ha. I de påfølgende årene var det totale uttaket noe mindre, (5,2 kg/ha per år) og dette førte til at bestandens biomasse ble opprettholdt på det lavere nivå. Det relative uttaket i den siste perioden var imidlertid betydelig, og i gjennomsnitt ble over halvparten av vårbestanden på vektbasis tatt ut. I antall var det gjennomsnittlig årlige uttaket 24 individ/ha, noe som utgjorde omlag 25 % av vårbestanden hvert år. Tynningsfisket ga økt vekst og økt størrelse på auren i innsjøen. Øvre Heimdalsvatn hadde relativt stor rekruttering av aure og resultatene viser at det må en vedvarende høy innsats til for å opprettholde effekten av tynningsfiske i slike innsjøer.

I Løyningsvatn økte rekrutteringen av ungfisk inn i innsjøen når bestanden av eldre fisk ble redusert (Borgstrøm 1992a, 1994), og den reduserte bestandstørrelsen av eldre fisk ga ikke økt vekst eller størrelse hos auren.

I Songsjøen hadde et gjennomsnittlig årlig uttak av aure på 2,1 kg/ha gjennom 15 år liten effekt på bestandsstørrelse, mens størrelsen på auren i fangstene ble redusert (Langeland & Jonsen 1988, Langeland & Pedersen 2000). Beskatningen i denne perioden skjedde hovedsakelig på de største individene i bestanden. I to år ble beskatningen økt til et årlig gjennomsnitt på 3,9 kg/ha, noe som utgjorde halvparten av beregnet bestand, og dette uttaket ga en halvering av bestandstørrelse. Et gjennomsnittlig årlig uttak på bare 1,3 kg/ha over ni år, men da rettet mot yngre og mindre aureindivider, gjorde at bestandsstørrelsen ble opprettholdt på et lavere nivå. Gjennomsnittlig årlig uttak av aure var 16 individ/ha i begge de lange beskatningsperiodene. Resultatene fra Songsjøen tyder på at et uttak av mindre og yngre individer er mer effektivt for å holde bestandsstørrelsen nede enn et uttak av eldre og større fisk (Langeland & Pedersen 2000).

I Oppheimsvatn førte et gjennomsnittlig årlig uttak på 10,6 kg/ha over seks år til økt størrelse og bedre kvalitet på auren (Sægrov 1998). I Tveitvatnet førte et gjennomsnittlig årlig uttak på 3,6 kg/ha over seks år til at bestandsstørrelsen av aure ble redusert (Hesthagen & Rosseland 2006). Aurebestanden i Tveitvatnet er under retablering etter å ha vært utryddet av forsurening, og det er vanskelig å si noe om andre effekter av tynningsfisket i denne innsjøen foreløpig. I Yndesdalsvatnet førte et gjennomsnittlig årlig uttak på 2,2 kg/ha over seks år til en moderat forbedring av vekst og bedret kondisjon på auren (Gabrielsen & Barlaup 2007).

Disse undersøkelsene viser at størrelsen på aurebestander kan variere mye mellom ulike lokaliteter (**tabell 5.1**). Dette vil selvsagt ha betydning for den mengde fisk som må tas ut for å forbedre bestanden ved et tynningsfiske. Det er sannsynlig at andre overbefolkede aurebestander kan ha en større bestandsstørrelse enn de bestandene som er omtalt i denne rapporten (Ugedal m. fl. 2005). I slike innsjøer er det sannsynlig at uttaket av fisk må være større enn i de undersøkelsene som er referert her før en kan forvente å få en effekt.

Undersøkelsene tyder på at aurebestandens rekrutteringsforhold er en nøkkelfaktor med hensyn på å lykkes med et tynningsfiske på denne arten. Dette er ikke overraskende da naturtilstanden i aurebestander ser ut til å avhenge mye av rekrutteringsforholdene (f.eks. Borgstrøm 1993, 1995). 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 rekrutteringsbegrensete. 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 (Ugedal m. fl. 2005). 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.

De siste års utvikling i aurebestander i en del innsjøer på Hardangervidda illustrerer godt betydningen av rekrutteringen for bestandssammensetning og vekst (Rognerud m. fl. 2003, 2007, Borgstrøm 2005, 2007). I disse innsjøene er rekrutteringen variabel på grunn av klimatiske forhold. I enkelte år kan gytebekkene bunnfryse, mens bekkene og innsjøene i snørike år blir tilført mye kaldt smeltevann slik at vekstsesongen for fisk blir meget kort og det som produseres av årsyngel i disse årene gir opphav til svært svake årsklasser (Borgstrøm & Museth 2005). I de senere årene har det vært vellykket rekruttering i en rekke innsjøer på Hardangervidda. Spesielt 1997-årsklassen var meget sterk og denne dominerer bestanden i mange innsjøer. Denne sterke årsklassen er fulgt av flere andre tilsynelatende sterke årsklasser og aurebestanden i mange innsjøer begynner å bli svært tallrike, med sterkt redusert årlig tilvekst hos fisken som resultat (Borgstrøm 2005, 2007). For å redusere mengden med aure er det satt i gang tynningsfiske med småmaskede garn i flere innsjøer.

Borgstrøm (1994) foreslår at i aurebestander som i Løyningvatn, med stor rekruttering og liten naturlig dødelighet, må beskatningen rettes spesifikt mot ungfisk hvis tynningen skal gi bedre vekst hos auren. Det foreligger imidlertid ikke rapporterte undersøkelser hvor en slik beskatningsstrategi er fulgt over lang tid i innsjøer hvor aure lever alene. I Songsjøen ble en slik beskatningsstrategi fulgt i siste del av undersøkelsesperioden (Langeland & L'Abée-Lund 1996, Langeland & Pedersen 2000). Beregninger av bestandsstørrelse tyder på at dette ga færre aure og mindre biomasse i bestanden. Veksten hos aure (målt som gjennomsnittsstørrelse ved ulike alder) økte imidlertid ikke under dette høstingsregimet. I Songsjøen lever auren sammen med røye, og konkurranse med røye kan være en årsak til at redusert bestandsstørrelse hos aure ikke førte til økt vekst hos auren. Forsøkene i Songsjøen ble imidlertid avsluttet før eventuelle langtidseffekter av en slik beskatningsstrategi kunne studeres.

Det foreligger mange anbefalinger om hvordan aureinnsjøer skal drives for å få mest mulig utbytte av fiskekjøtt (Sømme 1941, Jensen 1972, Borgstrøm 1993). I mange innsjøer drives det tradisjonelt et aktivt fiske etter aure hvor bestandene gir et varig og godt utbytte av matfisk. Forvaltningen av aure i slike innsjøer består vanligvis i å fastsette en høvelig minste maskevidde for beskatning med garn. Denne maskevidden settes slik at fisken får utnytte sitt vekstpotensial før høstingen settes inn (Borgstrøm 1993). En slik drift vil i mange tilfeller bety at beskatningen av aure er relativt høy, og at mye av auren høstes ved den størrelsen hvor den

blir fangbar på den minste maskevidden som er tillatt å bruke. Det har vært fokusert mindre på hvordan aureinnsjøer bør forvaltes for å få et attraktivt sportsfiske.

5.2 Innsjøer med røye

Effektene av publiserte tynning/beskatningsforsøk med røye i norske innsjøer er oppsummert i **tabell 5.2**. I Øvre Stavåtjønna og i Takvatn fikk man en kraftig effekt av tynningsfisket. I begge disse innsjøene ble røyebestanden kraftig redusert som følge av tynningen. Øvre Stavåtjønna hadde en svært tett bestand av røye, 71 kg/ha, før tynningsfisket startet (Langeland 1986). Et gjennomsnittlig årlig uttak på 14,3 kg/ha over fire år reduserte røyebestanden ned til omlag 10 kg/ha. Dette ga en kraftig effekt på bestandsstruktur, og antallet av stor røye i bestanden økte. Langtidseffektene av det kraftige tynningsfisket i Øvre Stavåtjønna er ikke dokumentert. I Takvatnet ble røyebestanden også kraftig redusert, kanskje ned mot 10-20 % av den opprinnelige størrelsen (Amundsen m. fl. 1998, Klemetsen m. fl. 2002). Dette skjedde ved et gjennomsnittlig årlig uttak på 3,9 kg/ha over seks år, og et mindre uttak av røye i to påfølgende år. I Takvatnet førte tynningen til at veksten og størrelsen på røya økte kraftig under tynningsperioden, og denne effekten var også tilstede i bestanden omlag 15 år etter at tynningsfisket ble avsluttet (Persson m. fl. 2007). Det lavere uttaket av røye i Takvatn sammenliknet med Øvre Stavåtjønna gjenspeiler at bestanden i denne store innsjøen i utgangspunktet nok var vesentlig mindre tett (angitt som antall eller kg/ha) enn i den lille, grunne tjønna.

Mange av de andre tynningsforsøkene med røye har hatt årlige uttak på samme nivå som uttaket i Takvatn. Disse tynningsfiskeriene har imidlertid ikke hatt samme suksess med hensyn på effekter av tynningen. I Foldvikvatnet og Guolasjavri, to av røyeinnsjøene som var med i "ORN-prosjektet", var gjennomsnittlig årlig uttak henholdsvis 3,8 kg/ha og 3,0 kg/ha over fire år (Svenning & Klemetsen 2001). I disse to innsjøene fikk man en midlertidig økning av veksten, spesielt i Foldvikvatnet, men tynningen resulterte ikke i framvekst av stor røye. I Møkkelandsvatnet ga et årlig uttak på 3,9 kg/ha over tre år økt vekst og økt smoltproduksjon av røye. I Skogsfjordvatn ga et lavt årlig uttak på 0,7 kg/ha over tre år en midlertidig økning av vekst.

For røye må tynningsfisket i Silsetvann sies å være mislykket, idet størrelsen på røya avtok under tynningen og forble på et lavere nivå i lang tid etter tynningsfisket var over (Aass & Wold 1998). I denne innsjøen var gjennomsnittlig årlig uttak av røye 4,2 kg/ha over fire år. Beskatningen i denne innsjøen skjedde med garn på de største fiskene i bestanden, og dette kan ha betydning for utfallet av tynningen i denne innsjøen. Beskatningen i Takvatnet og innsjøene i "ORN-prosjektet" skjedde med teiner, som fanger liten/middelstor fisk.

I de to vestlandsinnsjøene Breimsvatn og Vangsvatn ble det gjennomsnittlig fisket henholdsvis 4,2 og 3,6 kg/ha røye per år over to år (Sægrov 1999, 2000). Disse uttakene var store nok til å påvirke bestandsstrukturen til røya vesentlig, og mye av den eldre fisken i bestandene synes å være tatt ut som følge av dette fisket. Det foreligger ikke publiserte opplysninger om langtidseffekter av disse to tynningsprosjektene.

I Riasten ble det gjennom lang tid høstet omlag 1 kg/ha med røye årlig (Jansen m. fl. 2002). I 1993 ble det satt i gang et tynningsfiske på ung røye med teiner som årlig tok ut omlag 14 individer/ha. En økning i gjennomsnittsstørrelsen av gyterøye sammenfalt i tid med dette tynningsfisket av ung røye. Dette resultatet kan tyde på at et moderat tynningsfiske av ung røye kan gi økt størrelse hos voksen røye (Jansen m. fl. 2002). Dokumentasjonen av sammenhengen mellom dette tynningsfisket og utviklingen i røyebestanden er imidlertid mangelfull.

Det kan være flere årsaker til at tynningsfisket i Takvatn var vellykket, mens resultatene i for eksempel Guolasjavri og Foldvikvatnet ikke var det samme. Den mest åpenbare forskjellen er at tynningsfisket strakte seg over flere år i Takvatnet enn de andre innsjøene. I Takvatn varte det harde teinefisket i seks år, og fisket fortsatte i enda to år med lavere innsats. Teinefisket i Takvatn skjedde etter de to første årene hovedsakelig på ung fisk, og dette fisket bidro til å

kontrollere rekrutteringen av røye i flere år. Økt rekruttering av nye årsklasser er sannsynlig i røyebestander når den gamle fisken tas ut av bestandene. I Takvatnet skjedde det en fremvekst av stor røye og aure i løpet av tynningsperioden. Disse store individene var i stor grad fiskespisere som beitet på smårøye, noe som kunne bidra til å redusere rekrutteringen av små røye. I Guolasjavri og Foldvikvatnet skjedde ikke en tilsvarende fremvekst av stor røye. I Guolasjavri kunne dette muligens skyldes at det ble drevet et fiske med stormaskede garn samtidig som tynningsfisket pågikk (Svenning & Klemetsen 2001). Det kan også ta noe tid før fisk reker å vokse seg store nok til at de blir fiskespisere (Amundsen m. fl. 2007), og for å oppnå dette må tynningen både være omfattende nok og pågå i lang nok tid. Det kan imidlertid også være andre årsaker til den ulike responsen. Både Guolasjavri og Foldvikvatnet har røye som eneste fiskeart, mens Takvatnet har aure og stingsild i tillegg til røye. Auren i Takvatnet beiter også på smårøye, og predasjon fra aure kan ha gitt et vesentlig bidrag til at bestandsstrukturen av røye i innsjøen ble endret etter tynning (jfr. Persson m. fl. 2007). Guolasjavri er kraftig regulert og produksjonsforholdene for fisk er sannsynligvis vesentlig dårligere enn i uregulerte innsjøer. Aass & Wold (1998) diskuterer mulighetene for at det kan være vanskelig å få til vellykkede tynningsprosjekter av røye i regulerte innsjøer som Silsetvann, hvor mengden av store bunndyr i strandsonen er kraftig utarmet på grunn av vannstandsfluktuasjonene i magasinet. I slike innsjøer er det en mangel på større næringsdyr som røya kan vokse seg stor på, og dette kan blant annet føre til at det blir vanskelig for røya å vokse seg stor nok til å bli fiskespiser (jfr. Finstad m. fl. 2006).

Erfaringene fra tynningsfiske i overbefolkede røye vann tilsier altså at beskatningen må være omfattende og pågå i lang nok tid, hvis en skal ha håp om å få en god effekt. I tillegg synes det nødvendig å beskatte ung fisk for å kontrollere den økte rekrutteringen som skjer når de eldre individene fiskes ut.

Utviklingen i røyebestanden i Takvatnet etter uttynning er en støtte for hypotesen om at fiskebestandene i innsjøer (eller i havområder) kan ha alternative stabile tilstander med hensyn på bestandsstruktur (Persson m. fl. 2007). I Takvatn var fiskesamfunnet dominert av en tett småvokst røyebestand før utfiskingen tok til. Etter utfisking er røyebestanden vesentlig tynnere og fisken betydelig mer storvokst, samtidig har aurebestanden tatt seg opp og endret størrelses-sammensetning. Det lot seg altså gjøre å endre fiskebestandenes tilstand vesentlig ved å gjennomføre tiltak i Takvatnet. Fiske med stormaskede garn, som beskattet store individer av aure og røye, har vært lansert som en forklaring på den overbefolkede tilstanden til røya i Takvatnet før utfisking (Amundsen m. fl. 1993). Vi har foreløpig ikke nok kunnskap om i hvilke type innsjøer og med hvilken artssammensetning det lar seg gjøre å oppnå slike tilstandsendringer. Det er for eksempel foreløpig uklart om det er mulig å oppnå slike stabile tilstandsendringer i innsjøer hvor røya lever alene (Byström 2006).

Tabell 5.1 Oppsummering av effekter av tynning/beskatningsforsøk med aure i norske innsjøer. År: antall år med beskatning; Vekt: gjennomsnittsvikt på beskattet fisk; Uttak: gjennomsnittlig uttak pr. år i beskatningsperioden. Bestand: Bestandsstørrelse i begynnelsen av beskatningsperioden og på slutten av perioden (gitt i parentes og gjelder året etter beskatningsperioden dvs. med nyrekruttering). Redskap angir tynningsredskap: G = garn, R = ruse, T = teiner, N = not. * ved vekt angir at størrelsen ved beskatning er anslått av oss. For referanser til de ulike undersøkelsene vises til omtalen av de ulike undersøkelsene i kapittel 2.

Innsjø	Areal (ha)	År	Redskap	Vekt (g)	Uttak pr. år		Bestand		Effekt
					Kg/ha	N/ha	Kg/ha	N/ha	
Øvre Rødlitjern	3	4 (1912-15)	N	89	3,2	38	8,7 ¹ (6,0)	121 (58)	Redusert bestandsstørrelse, endret aldersstruktur, økt vekst
Indre Rødlivatn	25	3 (1913-15)	N	59	1,8	31	4,3 ¹ (3,7)	69 (60)	Liten reduksjon i bestand, endret aldersstruktur, økt vekst, økt rekruttering
Øvre Heimdalsvatn	78	5 (1958-62)	G	184	5,9	32	19,5 ² (8,2)	211 (105)	Bestanden redusert til det halve, endret aldersstruktur, økt vekst og størrelse av fisk
		6 (1963-68)	G	222	5,2	24	8,2 ² (9,3)	105	Bestandsstørrelse vedlikeholdt på lavere nivå
Songsjøen	70	15 (1968-81)	G	129	2,1	16	8,5 ³ (7,9)	107 (94)	Liten effekt på bestandsstørrelse, redusert fangststørrelse
		2 (1982-83)	G	140	3,9	28	7,9 ³ (3,4)	94 (56)	Redusert bestandsstørrelse
		9 (1985-93)	G	81	1,3	16	4,2 ³ (3,3)	76 (46)	Bestandsstørrelse vedlikeholdt på lavere nivå, ingen endring i vekst
Løyningsvatn	49	4 (1985-88)	G+?				15,6 ⁴ (9,4)	201 (144)	Redusert bestand av eldre fisk ga økt rekruttering og ingen effekt på vekst
Oppheimsvatn	400	6 (1992-97)	G		10,6				Økt størrelse og bedret kvalitet på auren
Tveitvatnet	129	6 (2000-05)	G+?	64	3,6	56			Redusert bestandsstørrelse
Yndesdalsvatnet	194	6 (2000-05)	R	71	2,2	31			Moderat bedring av vekst, bedre kondisjon

1) Aure større enn ca 10cm; 2) Aure 4 år og eldre; 3) Aure 2 år og eldre; 4) Aure 3 år og eldre;

Tabell 5.2 Oppsummering av effekter av tynning/beskatningsforsøk med røye i norske innsjøer. År: antall år med beskatning; Vekt: gjennomsnittsvekt på beskattet fisk; Uttak: gjennomsnittlig uttak pr. år i beskatningsperioden. Bestand: Bestandsstørrelse i begynnelsen av beskatningsperioden og på slutten av perioden (gitt i parentes). Redskap angir tynningsredskap: G = garn, R = ruse, T = teiner, N = not. * angir at størrelsen er anslått av oss. For referanser til de ulike undersøkelsene vises til omtalen av de ulike undersøkelsene i kapittel 2.

Innsjø	Areal (ha)	År	Redskap	Vekt (g)	Uttak pr. år		Bestand		Effekt
					Kg/ha	N/ha	Kg/ha	N/ha	
Takvatn	1420	6 (1984-89)	T	50	3,9	74			Varig 15 år etter avsluttet tynning, sterkt redusert bestand som har økt noe etter tynning, økt vekst, økt størrelse, bedre forhold for aure
		2 (1990-91)	T			18			
Foldvikvatn	100	4 (1990-93)	T	35	3,8	108	6,9 ¹	285 ¹	Midlertidig bedring i vekst, endret aldersstruktur
Guolasjavri	1140	4 (1990-93)	T	25	3,0	120			Endret aldersstruktur, redusert fangbar bestand, svært liten effekt på vekst og størrelse
Møkkelandsvatn	130	3 (1990-92)	T	47	3,9	82		230 ¹	Midlertidig? økt vekst, økt smoltproduksjon
Skogsfjordvatn	1500	3 (1990-92)	T	55	0,7	12			Liten midlertidig effekt
Øvre Stavåtjønna	4	4 (1979-82)	G	77	14,3	190	71 ² (9)	1100 ² (97)	Sterkt redusert bestand, økt vekst, økt maksimalstørrelse og utbytte av stor røye
Silsetvann	87	4 (1973-76)	G	61	4,2	68			Redusert størrelse på røye som holdt seg i 15 år
Riasten	500	18 (1982-99)	G	150	ca 1	ca 7			Økt gjennomsnittsstørrelse hos gyterøye sammenfaller i tid med tynning av ung røye. Usikker årsakssammenheng.
		7 (1993-99)	T	30	0,4	14			
Breimsvatn	2360	2 (1995-96)	G	85	4,2	50			Redusert fangbar bestand, endret aldersstruktur, ikke påvist vekstøkning frem til 1998
Vangsvatn	800	2 (1998-99)	G	143	3,6	25			Redusert fangbar bestand, endret aldersstruktur, ikke påvist vekstøkning frem til 1999

1) Røye 3 år og eldre; 2) Røye 2 år og eldre;

Tabell 5.3 Oppsummering av effekter av tynning/beskatningsforsøk med sik i norske innsjøer. År: antall år med beskatning; Vekt: gjennomsnittsvekt på beskattet fisk; Uttak: gjennomsnittlig uttak pr. år i beskatningsperioden. Bestand: Bestandsstørrelse i begynnelsen av beskatningsperioden og på slutten av perioden (gitt i parentes). Redskap angir tynningsredskap: G = garn, R = ruse, T = teiner, N = not. * angir at størrelsen er anslått av oss. For referanser til de ulike undersøkelsene vises til omtalen av de ulike undersøkelsene i kapittel 3.

Innsjø	Areal (ha)	År	Redskap	Vekt (g)	Uttak pr. år		Bestand		Effekt
					Kg/ha	N/ha	Kg/ha	N/ha	
Stuorajavri	2500	3 (1981-83)	N+R+?		12,8				Midlertidig effekt på størrelse og vekst, bestanden tilbake til utgangspunktet 15 år etter.
Gopollen	119	6 (1981-86)	G	117	3,1	27			Økt størrelse og bedret kondisjon
		10 (1991-00)	G	201	1,4	7			Avtakende størrelse av sik på slutten av perioden, tilbake til situasjon før tynning
		3 (2001-03)	R	101	7,3	72			Redusert fangstutbytte av sik
Espedalsvatn	445	7 (1999-05)	G+R		6,4				Forbedring i vekst hos ung sik, liten effekt på eldre sik, noe redusert bestand?
Reinsvatn	388	37 (1964-00)	G		< 2,5				Småvokst, overtallig sikbestand ikke endret
		5 (2001-05)	G+R		7,5				Noe redusert bestand?, redusert andel gammel sik, liten forbedring i vekst
Vinstervatna	1940	6 (1993-98)	G?	450	5,5	13			Økt størrelse på siken i fiskeriet.
Sølsjøen	1500	24 (1978-91)	G		3,9				Avtakende størrelse på sik, bestanden øker og røye forsvinner fra fangster
		3 (1992-94)	G	350*	8,7	25	45*	140 ¹	Redusert bestand, økt vekst hos eldre fisk
		10 (1995-04)	G		5,2				Økt størrelse på sik i fangster, røye gradvis tilbake i fangster
Drengen	84	14 (1989-2002)	G	86	4,9	51			Fortsatt småvokst sik etter 14 år. Individuell tilvekst til små sik økt, og økt kondisjonsfaktor.

1) Sik større enn 27 cm.

5.3 Innsjøer med sik

Erfaringene med tynningsfiske etter sik i norske innsjøer er oppsummert i **tabell 5.3**. Resultatene viser at tynning har gitt ulik effekt i ulike innsjøer. I Stuorajavri fikk siken økt vekst og størrelse etter et gjennomsnittlig årlig uttak på 12,8 kg/ha over tre år (Amundsen m. fl. 2002). Liten beskatning av sik i de påfølgende årene gjorde at bestanden gradvis gikk tilbake til utgangspunktet før tynning.

I Gopollen økte størrelsen på siken etter et gjennomsnittlig årlig uttak på 3,1 kg/ha over seks år i perioden 1981-1987 (Saltveit & Brabrand 1989). Størrelsen av siken i innsjøen avtok på slutten av 10-års perioden 1991-2000, med et årlig uttak på 1,4 kg/ha (Gregersen & Eriksen 2001). Uttaket av sik i Gopollen ble økt til 7,3 kg/ha i perioden 2001-2003, og dette så ut til å redusere sikbestandens størrelse (Taugbøl m. fl. 2004).

I Vinstervatna økte størrelsen på sik etter et årlig uttak på 5,5 kg/ha over seks år (Eriksen & Wien 1999). I Sølensjøen økte sikbestanden mot slutten av perioden 1978-1991 selv om det årlig ble fisket 3,9 kg/ha (Museth m. fl. 2007a). Et årlig uttak på 8,7 kg/ha i perioden 1992-1994 reduserte bestandsstørrelsen, og størrelsen på siken i fangstene økte vesentlig i perioden 1995-2004, hvor det årlige uttaket var på 5,2 kg/ha. I samme periode begynte røye igjen å komme tilbake i fangstene i Sølensjøen, noe som også tyder på at sikbestanden ble redusert som følge av økt beskatning.

I Espedalsvatnet ble det årlig tatt ut 6,4 kg sik/ha over sju år (Museth m. fl. 2006b). Dette uttaket hadde relativt liten effekt på sikbestanden vurdert ut fra sikens vekst og størrelse. På samme måte hadde et årlig uttak av sik på 7,5 kg/ha over fem år relativt liten innvirkning på sikbestanden i Reinsvatnet (Museth m. fl. 2006a), men bestandsstørrelsen synes å bli redusert i denne innsjøen. I begge disse innsjøene rapporteres det om at aurebestandene har hatt en positiv utvikling som følge av tynningen av sik. I Drengen var siken fortsatt småvokst etter 14 års beskatning med et gjennomsnittlig årlig uttak på 4,9 kg/ha (Vagstein 2002).

Det er flere mulige forklaringer på den ulike effekten av de tynningsfiskeriene som er omtalt her. For det første kjenner vi, med unntak av Sølensjøen, ikke bestandsstørrelsen til siken i innsjøene og vet derfor ikke hvor stor andel av bestanden som ble tatt ut i tynningsfisket. I Sølensjøen ble bestanden av sik (fisk ≥ 27 cm) beregnet til omlag 140 individ/ha eller i overkant av 40 kg/ha i 1993 (Museth m. fl. 2007a). Bestanden hadde da økt i størrelse de seneste årene. Et årlig uttak av sik på 8,7 kg/ha i perioden 1992-1994 utgjorde altså omlag 20 % av fangbar bestand i biomasse hvert år. Dette uttaket reduserte sikbestanden i Sølensjøen.

Vi har også noe kunnskap om bestandsstørrelse av sik i andre norske innsjøer, og inntrykket er at siken kan danne tette bestander. I Durbonjavri (450 m o.h.; 30 ha) en liten, grunn (middeldyp omlag 6 m) innsjø på Finnmarksvidda, ble bestanden av planktonsik (4 år og eldre) beregnet til omlag 480 individ/ha eller 61 kg/ha (Holthe 1982). I tillegg til planktonsik finnes bunn-sik, gjedde og lake i innsjøen, men bestandstørrelsen av disse er ikke kjent. I Bajasjavri (414 m o.h.; 632 ha), en større, grunn (middeldyp omlag 3,3 m) innsjø på Finnmarksvidda, ble bestanden av sik (større enn omlag 10 cm) beregnet til omlag 314 individ/ha eller 51 kg/ha (Gjelland & Hesthagen 2003). I tillegg finnes aure, abbor og lake i innsjøen, og den samlede bestandsstørrelsen av disse artene ble beregnet til omlag 8,0 kg/ha. I Mjogsjøen (887 m o.h.; 53 ha) en liten, grunn (middeldyp 4,6 m) innsjø i Oppland ble bestanden av sik (større enn omlag 10 cm) beregnet til omlag 212 individ/ha eller 28 kg/ha (Gjelland & Hesthagen 2003). Denne innsjøen hadde i tillegg en aurebestand på 3,7 kg/ha og en tett bestand av ørekyte. Det synes altså ikke uvanlig at sikbestander kan ha biomasser på 30-60 kg/ha. Hvis det samme gjelder for sikbestandene i for eksempel Reinsvatnet og Espedalsvatnet er det ikke usannsynlig at et årlig uttak på i størrelsesorden 6-7 kg/ha er noe for lite til at tynningsfisket har vesentlig effekt på sikbestandene i disse innsjøene.

For det andre kan sikbestandenes sammensetning og tilstand ved starten på tynningsfisket ha vært forskjellig i ulike innsjøer, og dette kan ha hatt betydning for hvor raskt tynningen har virket. Det er ikke uvanlig at sikbestander har variabel rekruttering, og at flere sterke eller svake årsklasser følger hverandre (f.eks. Ugedal m. fl. 2002). I Stuorajavri var sikbestandene dominert av eldre fisk og alderssammensetningen viste at det ikke hadde vært særlig vellykket rekruttering i årene før tynningsfisket (Amundsen 1988). I slike tilfeller vil uttaket av fisk føre til en direkte reduksjon av bestanden med liten rekruttering av "ny" fisk opp i fangbar størrelse de første årene, og et tynningsfiske kan av den grunn raskt få effekt. På den annen side kan også rekrutteringen av sik være god i flere år på rad og bestanden kan da ha flere sterke årsklasser. Hvis et tynningsfiske starter i en slik periode kan det være nødvendig med flere års stor innsats for å tynne i bestanden. Sikbestander som utsettes for økt beskatning får ofte økt rekruttering (Healey 1975, 1980). Økningen i rekruttering synes i en del tilfeller å være proporsjonal med beskatningen. Økt rekruttering kan skyldes fremvekst av sterke årsklasser som kleskes i årene etter at beskatningen har økt som i Stuorajavri (Amundsen m. fl. 2002), men kan også skyldes at overlevelsen til ung sik som allerede er i innsjøen øker (Mills m. fl. 1985).

I Vinstervatna og Sølensjøen var siken relativt storvokst når beskatningen økte. Dette tyder på at bestandenes tilstand var rimelig god i disse innsjøene. I slike tilfeller skal det sannsynligvis ikke så stor innsats til for å bedre forholdene sammenliknet med bestander som er mer småvokste (og mer overbefolkede) før tynningsfiske settes i gang.

En tredje mulighet for at tynningsfiske i ulike innsjøer med sik gir ulik respons er at innsjøene har ulik artssammensetning. Tynningsfisket i de ulike innsjøene har også i varierende grad beskattet andre fiskearter og dette kan ha hatt betydning for utviklingen i bestandene. I Stuorajavri ble det for eksempel tatt ut 2 kg/ha av andre fiskearter enn sik under tynningsfisket.

Erfaringene med tynning og beskatning av sik viser klart at et tynningsfiske må følges opp med en beskatning av sik i ettertid hvis effekten av tynning skal holde seg. I Stuorajavri gikk sikbestanden tilbake til utgangspunktet med hensyn på vekst og størrelse når beskatningen opphørte. I Gopollen avtok også størrelsen av siken på slutten av 1990-tallet når beskatningen avtok. Liknende erfaringer har en også fra innsjøer hvor beskatningen av sik i tradisjonelle fiskerier avtar. I Randsfjorden fantes det et flytegarnefiske etter sik (opplæfiske) som hadde lange tradisjoner, men i perioden fra 1979 til 1992 avtok dette fisket radikalt (Skurdal m. fl. 1993). I 1979 var sikfangsten omlag 27 tonn og siken i flytegarnefangstene hadde en middelvekt på omlag 340 g. I 1992 var sikfangsten redusert til omlag 3 tonn og middelvekten redusert til omlag 210 g. Den reduserte fangsten av sik i opplæfisket tilsvarer at avkastningen i dette fiskeriet var redusert fra 2 kg/ha til 0,2 kg/ha. Ekkoloddregistreringer tydet på at fisketettheten i Randsfjorden økte mye (2-4 dobling) i samme periode, og i 1991 var bestandene av fisk svært høy, omlag 44 kg/ha (Skurdal m. fl. 1993).

I sikbestander som beskattes synes imidlertid en relativt moderat beskatning å kunne vedlikeholde bestandene slik at de er attraktive for kommersiell utnyttelse. I Femund ble den årlige dødeligheten, inkludert fangstdødelighet, til voksen sik beregnet til omlag 30 % i perioden 1982-1994 (Ugedal m. fl. 2002). I samme periode forandret ikke størrelsen på voksen sik i innsjøen seg nevneverdig. Den lave dødeligheten tyder på at beskatningen av sik i innsjøen var moderat. I Femund drives et kommersielt fiske etter sik, og gjennomsnittlig årlig uttak i dette fiskeriet var 0,8 kg/ha i samme periode. I tillegg drives det et ikke ubetydelig husbehovsfiske etter sik i innsjøen (Sandlund 1986, Sandlund & Næsje 1989, Flø 1998). Den totale årlige avkastningen av sik i innsjøen ble grovt anslått til omlag 1,1-1,6 kg/ha i perioden 1982-1998 (Ugedal m. fl. 2002). Den totale biomassen av voksen sik i innsjøen ble anslått å være omlag 200 tonn eller 10 kg/ha ved starten på det kommersielle fisket i 1982 (Næsje m. fl. 1992). Sammenliknet med dette bestandsoverslaget fremstår også beskatningen av sik i Femund som moderat.

5.4 Oppsummerende diskusjon

Et sentralt spørsmål vedrørende tynningsfiske av innsjøbestander er hvor mye det må fiskes og hvor lenge dette fisket må pågå før en får en effekt på bestanden. Det er umulig å gi et generelt svar på hvor mye fisk som må tas ut for å få effekter av utfisking fordi bestandsstørrelsen av fisk varierer mye mellom innsjøer. Bestandsstørrelsen av fisk vil variere med innsjøens størrelse og dyp, næringsforholdene, og ikke minst hvilke fiskeart(er) som er til stede og rekrutteringsforholdene for disse. Vi forventer derfor at mengden fisk som må tas ut før en får effekt av et tynningsfiske vil variere mye mellom innsjøer. Resultatene fra de undersøkelsene som er omtalt i denne rapporten viser dette med all tydelighet.

Et problem med å generalisere kunnskap fremskaffet gjennom utfiskingsprosjekter er at det som regel mangler data om hvor stor bestandsstørrelsen av fisk er i de aktuelle innsjøene ved oppstart eller underveis. Dette gjør det vanskelig å vurdere hvor stor del av bestanden som er tatt ut i det aktuelle fiskeriet. I denne rapporten har vi beskrevet erfaringene fra tynningsfiske/beskatning på 25 bestander av aure, røye og sik. I bare ni av innsjøene foreligger det opplysninger om bestandsstørrelse hos den arten som har vært utsatt for tynning/beskatning (**tabellene 5.1, 5.2, 5.3**). I noen få av innsjøene foreligger det imidlertid flere års opplysninger om fangst per innsats på prøvegarnfiske som gir en pekepinn på hvor mye bestandene er redusert som følge av tynningsfisket. Et prøvefiske må imidlertid være relativt omfattende hvis en skal ha tiltro til at fangst per innsats gjenspeiler endringer i bestandsstørrelse på en god måte.

For flere av de tynningsfiskeriene som er omtalt i denne rapporten er det sparsomt med data som ligger til grunn for å vurdere effekten av fiskeriet. Dette kan gjelde både hvordan fiskebestanden tilstand var ved fiskeriets start og tilstanden ved rapportering. Endringer i for eksempel vekst og andre bestandskaraktistika tolkes vanligvis som en effekt av tynningsfisket selv om en strengt tatt ikke har belegg for en årsak-virkning tolkning. Selv uten omfattende beskatning vil enkelte fiskebestander kunne variere i mengde og størrelses sammensetning på grunn av store naturlige variasjoner i rekruttering (jfr. aurebestander på Hardangervidda).

Det er også av andre grunner begrenset hvor mye generell kunnskap som kan trekkes ut av de undersøkelsene som er referert. De fleste undersøkelsene har ikke studert, eller iallefall ikke rapportert om, næringsvalg og habitatvalg hos fisken i innsjøene. Undersøkelsen i Takvatn illustrerer at kunnskap om hvor fisken lever (habitatvalg) og hva den spiser er viktig for å vurdere hvorfor og hvordan en økt beskatning virker på fiskebestandene (Klemetsen m. fl. 2002). Utviklingen over tid i antall og bestandsstruktur hos en fiskebestand er sterkt påvirket av konkurranse/predasjon mellom ulike størrelsesgrupper innen arten, og konkurranse/predasjon med andre arter som lever i samme innsjø (Persson & De Roos 2006).

Best kvantitativ kunnskap har vi om utviklingen i bestander av aure som utsettes for økt beskatning (se **tabell 5.1**). Undersøkelsene i aureinnsjøer illustrerer at rekrutteringsforholdene for bestanden er en nøkkelfaktor for hvor lett eller vanskelig det er å lykkes med tynningsprosjekter. Erfaringer fra innsjøer med spesielt stort rekrutteringspotensial for aure tyder på at beskatningen også må omfatte ung fisk for å få tilfredsstillende vekst på voksen fisk.

Økt rekruttering er en vanlig respons på økt beskatning i overtallige bestander av røye og sik. I tynningsprosjekter er det en utfordring å kontrollere denne økte rekrutteringen. Store fiskespisende individ av aure, røye og abbor eller andre fiskespisende arter fremheves ofte som viktige for regulering av størrelsen på fiskebestander. Et håp hos mange som driver tynningsfiske synes å være at tynningen skal føre til at antallet stor fisk i innsjøen øker, og at disse store fiskene skal bidra til å kontrollere rekrutteringen av den arten som tynnes slik at bestandene skal bli attraktive fiskebestander uten at det trengs stor tynningsinnsats over en lang periode. Resultatene fra Takvatn tyder på at det er mulig å oppnå varige tilstandsendringer i fiskebestander basert på dette prinsippet (Persson m. fl. 2007). Vi vet foreløpig ikke i hvilke innsjøtyper og med hvilke fiskearter det er mulig å oppnå slike varige tilstandsendringer.

Den økte rekrutteringen som følge av tynningsfiske i fiskebestander fører til at mengden av småfisk i innsjøene øker. Dette gir en økt mulighet for at potensielt fiskespisende fisk kan gå over på fiskediett og oppnå økt vekst og stor størrelse. I årene etter uttynningen av sik i Stuorajavri var dietten til større røye i innsjøen hovedsakelig småsik, og mange store (2-4 kg) eksemplarer av røye ble fanget (Amundsen 1988b, 1994). Også i Espedalsvatnet rapporteres det om økt forekomst av storvokst fiskespisende aure etter at tynningsfisket av sik kom igang. Økt rekruttering av småfisk som følge av tynningsfiske på tette fiskebestander kan altså gi bedre levevilkår for fiskespisende fisk.

Store fiskespisende fisk må svømme mye for å finne bytte, og slik fisk er derfor svært utsatte for fangst i garn. Undersøkelser i rene røyevatn har vist at større fiskespisende røye (kannibalrøye som er > 25-30 cm) kan være opptil 20-40 ganger så fangbare ved prøvegarnfiske sammenliknet med mindre røye (Finstad m. fl. 2000, Finstad & Berg 2004). En høy fangbarhet på garn gjør at disse fiskene raskt kan fiskes ut av bestanden ved et moderat garnfiske. I Øvre Skarddørsjø, en fjellsjø i Sør-Trøndelag, ble det i gjennomsnitt fanget en kannibalrøye per garnnatt med Nordisk oversiktsgarn de første nettene av et prøvegarnfiske (Finstad m. fl. 2001). Bestanden av kannibalrøye i denne innsjøen ble beregnet til å være omlag 50 individ (1,3 individ/ha), og selv et moderat garnfiske med tradisjonelle garn vil raskt kunne redusere bestanden betydelig.

Den høye fangbarheten på garn gjør også at forekomsten av fiskespisende individ i bestander lett overvurderes ved prøvegarnfiske (Finstad m. fl. 2003). Dette gjør at betydningen av de store fiskespiserne for bestandsregulering også kan overvurderes. Beregninger fra flere røyebestander har antydnet at all dødelighet hos smårøye i de størrelsesgrupper som er utsatt for å bli spist av fiskespisere skyldes kannibalisme (Amundsen 1994, Svenning & Borgstrøm 1995, Hammar 2000). I Øvre Skarddørsjø viste beregninger basert på bestandsanslag (av både små røye og større kannibalrøye), at kannibalene spiste fra 10 til 40 % av den årlige produksjonen av mindre røye (Finstad m. fl. 2001). Vi vet imidlertid ikke om dette anslaget er typisk for røye-innsjøer, eller om kannibalrøye kan spise en større andel av smårøye i andre typer innsjøer.

Uansett overvurdering eller ikke, så viser undersøkelser at stor fiskespisende røye og aure kan spise et betydelig antall småfisk (Damsgård & Langeland 1994, Sandlund & Forseth 1995, Svenning & Borgstrøm 2005, Jensen m. fl. 2006). Fiskespiserne kan derfor bidra til å bremse rekrutteringen av småfisk i innsjøer som tynnes. I tillegg er stor fiskespisende aure, røye og abbor attraktive sportsfiskeobjekter, og forekomsten av slike individ gjør fiskebestandene mer attraktive i sportsfiskesammenheng. Det er derfor all grunn til å prøve å beskytte store fiskespisende individer under tynningsfiske. Dette kan skje ved garnforbud ved tynningsfiske med teiner i røyevatn, eller at store individ eller individ som kan tenkes å bli fiskespisere slippes ut ved tynningsfiske med storruse. Vi vet lite om fangbarheten av store fiskespisende individ på sportsfiskeredskaper, men det er ikke usannsynlig at den også er høy. Trolig er årsaken til at storvokste fiskespisere er sjeldne i fangster at slike individ er svært fåtallige i de fleste bestander.

Tynningsfiske med teiner eller garn i småvokste røyebestander er arbeidskrevende. Det har vært foreslått å bruke utsatt stor fisk (røye eller aure) for å gjøre tynningsjobben. Det er gjennomført flere forsøk med slike utsetninger (Damsgård & Langeland 1994, Sandlund & Forseth 1995, Svenning & Borgstrøm 2005). Formålet med undersøkelsene så langt har hovedsakelig vært å undersøke ulike egenskaper hos den utsatte fisken, som: 1) hvor stor andel av den utsatte fisken blir fiskespisere?, 2) hvor mye småfisk spiser fiskespiserne hvert år?, og 3) har trening i fiskespising før utsetting betydning for atferden til de utsatte fiskene? Antallet fisk som er satt ut kan derfor ha vært kunstig høyt, det vil si at tettheten av potensielle fiskespisere har vært vesentlig høyere enn hva en kan forvente at en bærekraftig bestand skal være (Svenning & Borgstrøm 2005). I alle de tre forsøkene som er referert rapporteres det om at en relativt liten andel av den utsatte fisken ble funnet å ha spist byttefisk. I alle disse forsøkene rapporteres det også om at utsettingene av store fiskespisere hadde ulike korttidseffekter på røyebestan-

dene. Foreløpig er det imidlertid ikke rapportert fra langtidsstudier om utsetting av et realistisk antall fiskespisere kan gi et viktig bidrag til å tynne overbefolkede røyebestander.

Denne rapporten oppsummer erfaringer fra prosjekter hvor man har forsøkt tynningsfiske for å forbedre kvaliteten på fiskebestandene. Erfaringene herfra viser at tynningsfiske kan gi positive effekter, men at innsatsen som må til ofte ikke står i forhold til de resultatene som oppnås. Utfordringen er imidlertid at 1) *kunnskapen om utgangstettheten* av fisk ofte er utilstrekkelig og at 2) *uttaket av fisk i mange tilfeller ikke er tilstrekkelig for å oppnå en positiv effekt*. En fellesnevner for mange av de gjennomgåtte prosjektene ser ut til å være at 3) *bestandene kompensere for økt fangstdødelighet med økt rekruttering* og at det kan være en 4) *utfordring å ta vare på store fiskespisende individer*, både under og etter tynningsfisket, på grunn av attraktiviteten til disse.

Av de undersøkelsene som er omtalt i denne rapporten er det bare tynningsfisket i Takvatn som har dokumentert endringer i bestandsstruktur som har vært vedvarende over en lang period etter at tynningsfisket ble avsluttet. I Takvatnet er innslag av fiskespisere trukket fram som en viktig suksessfaktor for det oppnådde resultatet (Klemetsen m. fl. 2002, Persson m. fl. 2007). Det er mange eksempler hvor man har fått bedret kvaliteten eller veksten hos fisk som følge av tynningsfiske, men der resultatet som er oppnådd trolig avhenger av vedvarende hardt fiske.

5.5 Anbefalinger vedrørende gjennomføring av nye prosjekter

Før det planlegges utfisking for å bedre kvaliteten på fisket i bestander med stor tetthet, bør det som ved start av alle forvaltningstiltak formuleres en klar og realistisk målsetning (Borgstrøm 2002). Samtidig bør man forsøke å avdekke årsakene til at man faktisk har behov for å gjennomføre tynningsfiske. Dette kan i mange tilfeller skyldes naturgitte forhold (stort rekrutteringspotensial i forhold til tilgjengelige næringsressurser), men kan også skyldes endrede miljøforhold eller feil- og/eller overbeskatning.

Målet med utfisking kan være 1) å forbedre kvaliteten til fiskebestandene for utnyttelse ved tradisjonelt næringsfiske eller 2) å øke attraktiviteten til ressursen i forbindelse med sports- og rekreasjonsfiske. I enkelte tilfeller ønsker man kanskje å høste enkelte arter i forbindelse med næringsfiske (f. eks. sik), samtidig som man vil øke attraktivitet til andre arter i forbindelse med sportsfiske (f. eks. aure). Bruk av fangstredskap som muliggjør gjenutsetting av enkelte arter og størrelsesgrupper ansees som avgjørende for suksessen i slike prosjekter (f. eks. storrupe, se Taugbøl m. fl. 2004). Kostnadene med tynningsfisket, målt i redskaps- og tidsbruk vil i stor grad henge sammen med hva en ønsker å oppnå med tiltaket; jo større endring i bestand som ønskes desto større må bestandsreduksjonen bli.

Et vellykket kultiveringsfiske krever at uttaket er stort nok og innsatsen langvarig nok til å endre bestanden i ønsket retning og at fiskeregler og beskatning i etterkant sørger for at den endrede bestandsstrukturen består. I utgangspunktet må en anta at det er vanskelig å oppnå varige endringer som følge av et tynningsfiske i bestander med stor tetthet. Med varige endringer mener vi endringer som ikke trenger å opprettholdes med et vedvarende tynningsfiske. I innsjøer hvor man ønsker å forbedre kvaliteten på fisken som grunnlag for næringsfiske må man derfor ha en realistisk plan for uttak, mottak og omsetning av fisken. Dette arbeidet vil kunne avdekke viktige flaskehalser for utnyttelsen ressursen: Interesserte fiskere, kvalitet på ressursen, mottakssystemer og/eller etterspørsel?

Endrede fiskeregler vil ofte være en nødvendighet i prosjekter der målet er å utvikle mer attraktive sportsfiskebestander. Tilstedeværelse av fiskespisende individer av f. eks. røye eller aure kan være en viktig suksessfaktor for å oppnå varige effekter av tynningsfiskeprosjekter.

En realistisk målsetning og en god plan forutsetter at en har en god vurdering av bestandsstatus før et tynningsfiske settes i gang (Borgstrøm 2002, Svenning & Klemetsen 2001). Det bør derfor gjennomføres undersøkelser av fiskebestandene i forkant av at planlagte tiltak settes i gang. Hvor mye fisk det er nødvendig å ta ut kan best vurderes hvis en har anslag over fiskebestandens størrelse. Det er imidlertid svært arbeidskrevende å anslå bestandsstørrelse ved tradisjonelle metoder som merking/gjenfangst. Vurdering av bestandsstørrelse ved bruk av ekolodd kombinert med prøvegarnfiske (f.eks. Gjelland & Hesthagen 2003) er et alternativ som vanligvis er mindre kostnadskrevende. Fangst per innsatsenhet ved prøvegarnfiske har også potensial for å gi slike anslag, men det er foreløpig ikke utviklet standardiserte prosedyrer for dette.

Et kultiveringsfiske bør også følges opp med en overvåking av bestanden for å måle effekten av tiltaket. Slike undersøkelser kan dokumentere hvilke endringer som finner sted og eventuelt kunne brukes til å justere tiltaket underveis.

Referanser

- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 40: 5-145.
- Amundsen, P.-A. 1985. Fiskeribiologiske undersøkelser i Stuorajavri 1981-1984. Sammenfattende rapport. Kautokeino kommune, utmarkskontoret, Rapport. 25 s.
- Amundsen, P.-A. 1988a. Effects of an intensive fishing programme on age structure, growth and parasite infection of stunted whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) in Lake Stuorajavri, northern Norway. Finnish Fisheries Research 9: 425-434.
- Amundsen, P.-A. 1988b. Effekter av hardt uttynningsfiske i et overbefolket sikvann på Finnmarksvidda. Vassdragsregulantenenes forening. Fiskesymposiet februar 1988. Rapport med presenterte foredrag: 243-253.
- Amundsen, P.-A., Klemetsen, A. & Grotnes, P. 1993. Rehabilitation of a stunted population of Arctic charr by intensive fishing. North American Journal of Fisheries Management 13: 483-491.
- Amundsen, P.-A., Kristoffersen, R., Knudsen, R. & Klemetsen, A. 2002. Long-term effects of a stock depletion programme: the rise and fall of a rehabilitated whitfish population. Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advances in Limnologie 57: 577-588.
- Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Klemetsen, A. 2007. Intraspecific competition and density dependence of food consumption and growth in Arctic charr. Journal of Animal Ecology 76: 149-158.
- Anderson, R.M. & Nehring, R.B. 1984. Effects of a catch-and-release regulation on a wild trout population in Colorado and its acceptance by anglers. North American Journal of Fisheries Management 4: 257-265.
- Berg, M. 1986. Det norske lakse- og innlandsfiskets historie. Universitetsforlaget, Oslo.
- 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. 1993. Rekruttering og beskatningsstrategier for aure. S. 50-57, i: J. Skurdal (Red.), Innlandsfiske: næringsfiske og utfisking. Seminarreferat. Direktoratet for Naturforvaltning, Notat 1993-2. 152 s.
- 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. 286 s.
- Borgstrøm, R. 2002. Tynningsfiske i bestander med stor rekruttering. pH-status 2002-4: 14-15.

- Borgstrøm, R. 2005. Tynningsfiske i vatn i Ullensvang statsallmenning 2005. Faktaark. Aurebestander i Ullensvang statallmenning. Årgang 3, nr. 3. Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. <http://www.umb.no/ina/ansatte/rbo/fa0502.pdf>.
- Borgstrøm, R. 2007. Alder og vekst for aure frå Ullensvang statsallmenning i 2006. Faktaark. Aurebestander i Ullensvang statallmenning. Årgang 5, nr. 1. Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. <http://www.umb.no/ina/ansatte/rbo/fa0701.pdf>.
- Borgstrøm, R. & Museth, J. 2005. Accumulated snow and summer temperature - critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Ecology of Freshwater Fish* 14: 375- 384.
- Byström, P. 2006. Recruitment pulses induce cannibalistic giants in Arctic char. *Journal of Animal Ecology* 75: 434-444.
- Dahl, K. 1943. Ørret og ørretvann. Ny utgave. Cappelen, Oslo. 180 s.
- Damsgård, B. & Langeland, A. 1994. Effects of stocking of piscivorous brown trout, *Salmo trutta* L., on stunted Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Ecology of Freshwater Fish* 3: 59-66.
- Dervo, B. K., Aas, Ø., Kaltenborn, B. & Andersen, O. 2003. Utmarksturisme i fjellregionen i Sørøst-Norge - vekst og vyer eller stagnasjon og resignasjon? NINA Fagrapport 73.
- Eknæs, C. 1979. Innlandsfiske. Det Norske Samlaget, Oslo. 146 s.
- Eriksen, H. & Hegge, O. 1992. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 1991. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, Rapport 13-1992. 91 s.
- Eriksen, H. & Wien, S.I. 1999. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland. Fagrapport 1998. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen, Rapport 4-1999. 56 s.
- Finstad, A.G. & Berg, O.K. 2004. Bimodal population size distributions and biased gillnet sampling. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 2151-2157.
- Finstad, A.G., Jansen, P.A. & Langeland, A. 2000. Gillnet selectivity and size and age structure of an alpine Arctic char (*Salvelinus alpinus*) population. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 1718-1727.
- Finstad, A.G., Jansen, P.A. & Langeland, A. 2001. Production and predation rates in a cannibalistic Arctic char (*Salvelinus alpinus*) population. *Ecology of Freshwater Fish* 10: 220-226.
- Finstad, A.G., Jansen, P.A. & Hirvonen, H. 2003. Bimodal size distribution in Arctic char, *Salvelinus alpinus*: artefacts of biased sampling. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 1718-1727.
- Finstad, A.G., Ugedal, O. & Berg, O.K. 2006. Growing large in a low grade environment: size dependent foraging gain and niche shifts to cannibalism in Arctic char. *Oikos* 112: 73-82.
- Flø, B.E. 1998. Sikfisket i Femund. Senter for bygdeforskning, Rapport 4/98.
- Gabrielsen, S.-E. & Barlaup, B.T. 2007. Fiske med storruse i Yndesdalsvatnet i perioden 2000-2005. Evaluering av rusefiske for å tynne ut overbeolkede bestander av innlandsaure. LFI-Unifob, Rapport nr. 140. 25 s.

- Gjelland, K.Ø. & Hesthagen, T. 2003. Fiskebestandar i Bajasjav'ri indre Finnmark og Mjogsjøen i Gausdal Vestfjell i Oppland, undersøkt med garn og ekkolodd. NINA Oppdragsmelding 800. 18 s.
- Hammar, J. 2000. Cannibals and parasites: Conflicting regulators of bimodality in high latitude Arctic char, *Salvelinus alpinus*. *Oikos* 88: 33-47.
- Healey, B.A. 1975. Dynamics of exploited whitefish populations and their management with special reference to the North-West Territories. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32: 427-448.
- Healey, B.A. 1980. Growth and recruitment in experimentally exploited lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 255-267.
- Hesthagen, T. & Rosseland, B.O. 2006. Reetablering av aure i Tveitvatnet i Tovdalsvassdraget etter redusert forsuringsbelastning. NINA Minirapport 158. 15 s.
- Holthe, H. 1982. Produksjon hos planktonetende pelagisk sik i et vatn i indre Finnmark. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskerikonsulentene i Finnmark, Rapport 3-1982. 29 s.
- Høye, J. K. & Museth, J. 1994: Analyse av sikbestanden i Sølensjøen - med forslag om forvaltning. Norges Landbrukshøgskole, Ås, Hovedoppgave. 91 s.
- Jansen, P.A., Finstad, A.G. & Langeland, A. 2002. The relevance of individual size to management of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, populations. *Environmental Biology of Fishes* 64: 313-320.
- Jensen, H., Amundsen, P.-A., Elliott, J.M., Bøhn, T. & Aspholm, P.E. 2006. Prey consumption rates and growth of piscivorous brown trout in a subarctic watercourse. *Journal of Fish Biology* 68: 838-848.
- Jensen, K.W. 1972. Drift av fiskevann. Fisk og Fiskestell 5. Småskrifter, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 61 s.
- 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.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Grotnes, P.E., Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Svenning, M.-A. 2002. Takvatn through 20 years: long-term effects of an experimental mass removal of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, from a subarctic lake. *Environmental Biology of Fishes* 64: 39-47.
- Klemetsen, A., Grotnes, P., Amundsen, P.-A. & Svenning, M. 2005. Tette røyebestander kan forbedres. S. 190-197, i: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (Red.). Ferskvannsfisk: økologi, kultivering og utnytting. Norges Forskningsråd. 286 s.
- Kristoffersen, R. & Amundsen, P.-A. 1993. Er parasitter et problem i innsjøer med sik og gjedde? S. 18-22, i: J. Skurdal (Red.), Innlandsfiske: næringsfiske og utfisking. Seminarreferat. Direktoratet for Naturforvaltning, Notat 1993-2. 152 s.
- Langeland, A. 1986. Heavy exploitation of a dense resident population of Arctic char in a mountain lake in central Norway. *North American Journal of Fisheries Management* 6: 519-525.

- Langeland, A. & Jonsson, B. 1990. Management of stunted populations of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in Norway. S. 396-405, i: W.L.T. van Densen, B. Steinmetz & R.H. Hughes (Red.). Management of freshwater fisheries. Pudoc, Wageningen.
- Langeland, A. & L'Abée-Lund, J.H. 1995. Utfisking gir større fisk. S. 198-203, i: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J.H. (Red.). Ferskvannsfisk: økologi, kultivering og utnytting. Norges Forskningsråd. 286 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. & Pedersen, T. 2000. A 27-year study of brown trout population dynamics and exploitation in Lake Songsjøen, central Norway. Journal of Fish Biology 57: 1227-1244.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. Holarctic Ecology 1: 279-300.
- Linløkken, A. 1989. Spørreundersøkelse blant sportsfiskere i Glomma, Hedmark fylke. Glomma-prosjektet, Rapport nr. 6.
- Linløkken, A. 1993. Næringsfiske i Sølensjøen. S. 125-130, i: J. Skurdal (Red.), Innlandsfiske: næringsfiske og utfisking. Seminarreferat. Direktoratet for Naturforvaltning, Notat 1993-2. 152 s.
- Linløkken, A. 1995. Angling pressure, yield and catch per effort of grayling, *Thymallus thymallus* (L.), and brown trout, *Salmo trutta* L., on the river Glomma and Rena, southeastern Norway. Fisheries Management and Ecology 2: 249-262.
- Linløkken, A. & Seeland, P.A.H. 1996. Growth and production of perch (*Perca fluviatilis* L.) responding to biomass removal. Annales Zoologici Fennici 33: 427-435.
- Linløkken, A. & Seeland, P.A.H. 2001. Fangsteffektivitet ved utfisking med garn i sju bestander av abbor og mort i Hedmark, Norge og Jämtland, Sverige. Høgskolen i Hedmark, Notat nr. 6-2001. 33 s.
- Linløkken, A. & Qvenild, T. 1987. Beskatning av sik og røye i Sølensjøen. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen, Rapport 10-1987. 41 s.
- LMD 2006. Handlingsplan for innlandsfiske. Handlingsplan for økt bruk av innlandsfisk som grunnlag for verdiskaping innen mat- og opplevelsesproduksjon. Landbruks- og Matdepartementet. 57 s.
- Mills, K.H., Chalanchuk, S.M., Allan, D.J. & Mohr, L.C. 1995. Response of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) to exploitation at the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario. Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advances in Limnology 46: 361-368.
- Museth, J., Stensli, J.H. & Qvenild, T. 2002. Heving av minstemål for harr og ørret i Glåma gjennom Os, Tolga, Tynset og Alvdal - effekter på fisket i perioden 1995-99. Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvern avdelingen, Rapport 2001-6. 29 s.
- Museth, J., Johnsen, S. & Taugbøl, T. 2006a. Effekter av utfisking med storruse i Reinsvatnet. NINA Minirapport 168. 13 s.

- Museth, J., Johnsen, S. & Taugbøl, T. 2006b. Effekter av utfisking med storruse i Espedalsvatnet. NINA Minirapport 168. 15 s.
- Museth, J., Sandlund, O.T. & Borgstrøm, R. 2007a. Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation. *Advances in Limnology* 60: 343-350.
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Ugedal, O. 2007b. The history of the European minnow in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* (i trykken).
- Navrud, S. 1987. Økonomisk verdsetting av fritidsfisket etter ørret i Hallingdalselva i Gol kommune. Biotopjusteringsprosjektet. NVE, Informasjon nr. 26.
- NB 1997. Norges Bondelags Handlingsprogram for 1997 - 2001. Norges Bondelag.
- NSF 1995. Utmark og bygdeutvikling. Norges Skogeierforbund.
- Næsje, T.F., Sandlund, O.T. & Saksgård, R. 1992. Siken i Femund: effekter og anbefalinger etter ti års næringsfiske. NINA Oppdragsmelding 145. 24s.
- Näslund, I. (Red.) 1999. Fiske, skogsbruk och vattendrag - nyttjande i ett uthålligt perspektiv. Ammeråprosjektet. Fiskeriverkets försökstation, Kälarne.
- Näslund, I., Nordwall, F., Eriksson, T., Hannersjö, D. & Eriksson, L.O. 2005. Long-term responses of a stream-dwelling grayling population to restrictive fishing regulations. *Fisheries Research* 72: 323-332.
- Persson, L., Amundsen, P.-A., De Roos, A.M., Klemetsen, A., Knudsen, R. & Primicerio, R. 2007. Culling prey promotes predator recovery - alternative states in a whole-lake experiment. *Science* 316: 1743-1746.
- Persson, L. & De Roos, A.M. 2006. Food-dependent individual growth and population dynamics in fishes. *Journal of Fish Biology* 69 (Supplement C): 1-20.
- Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T. & Tysse, Å. 2003. Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytspredning og klimavariasjoner - følger for fiske og forvaltning. NIVA Rapport LNR 4712. 68 s.
- Rognerud, S., Rustadbakken, A. & Qvenild, T. 2007. Hardangervidda-prosjektet. Resultater fra undersøkelsene i 2006. NIVA Rapport LNR 5428. 36 s.
- Saltveit, S.J. & Brabrand, Å. 1989. Intensive whitefish exploitation: effects on population structure of whitefish *Coregonus lavaretus* L. and brown trout *Salmo trutta* L. in a mountain reservoir. *Fauna Norvegica Ser. A*. 10: 25-32.
- Sandlund, O.T. 1986. Sikfisket i Tufsinga. Årbok for Norsk Skogbruksmuseum 11: 284-296.
- Sandlund, O.T. & Forseth, T. 1995. Bare få ørreter kan bli fiskeetere. S. 78-85, i: R. Borgstrøm, B. Jonsson & J.H. L'Abée-Lund (Red.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Norges Forskningsråd. 268 s.
- Sandlund, O.T. & Næsje, T.F. 1989. Impact of a pelagic gill-net fishery on the polymorphic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) population in Lake Femund, Norway. *Fisheries Research* 7: 85-97.

- Skurdal, J., Hegge, O., Eriksen, H. & Qvenild, T. 1993. Sikfisket i Randsfjorden. S. 34-40, i: J. Skurdal (Red.), Innlandsfiske: næringsfiske og utfisking. Seminarreferat. Direktoratet for Naturforvaltning, Notat 1993-2. 152 s.
- SND 2003. Handlingsplan. Næringsutvikling i utmark. Rapport SND.
- St. meld. nr. 17. 1998-1999. Verdiskapning og miljø - muligheter i skogsektoren. Landbruksdepartementet.
- St. meld. nr. 19. 1999-2000. Om norsk landbruk og matproduksjon. Landbruksdepartementet.
- St. meld. nr. 21. 2004-2005. Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand. Miljøverndepartementet.
- St. prp. nr. 8. 1992-1993. Landbruk i utvikling. Om retningslinjer for landbrukspolitikken og opplegget for jordbruksoppgjørene mv. Landbruksdepartementet.
- St. prp. nr. 65. 2002-2003. Tilleggsbevilgninger og omprioriteringer i statsbudsjettet medregnet folketrygden 2003. Finansdepartementet.
- Svenning, M.-A. & Borgstrøm, R. 1995. Population structure in landlocked Spitsbergen Arctic char. Sustained by cannibalism? *Nordic Journal of Freshwater Research* 71: 424-431.
- Svenning, M.-A. & Borgstrøm, R. 2005. Cannibalism in Arctic charr: do all individuals have the same propensity to be cannibals?. *Journal of Fish Biology* 66: 957-965.
- Svenning, M.-A. & Klemetsen, A. 2001. Overbefolka røyevatn i Nord-Norge (ORN). Veiledning i teinefiske. Sluttrapport fra ORN-prosjektet. Rapport fra NINA og NFH/UiTø, Tromsø. 47 s.
- Svenning, M.-A. & Skogsholm, H. 1993. Biologi, dynamikk og fangstmetoder i fiskesamfunn med røye. S. 68-78, i: J. Skurdal (Red.), Innlandsfiske: næringsfiske og utfisking. Seminarreferat. Direktoratet for Naturforvaltning, Notat 1993-2. 152 s.
- Svenning, M.-A., Skogsholm, H. & Staldvik, F. 1995. Effekt av bestandsreduksjon hos allopatrisk røye. S. 29-34, i: R. Borgstrøm, B. Jonsson & J.H. L'Abée-Lund (Red.). Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Norges Forskningsråd. 268 s.
- Sægrov, H. 1995. Fisk og fiske i Breimsvatnet i 1995. Rådgivende Biologer, Rapport 195. 25 s.
- Sægrov, H. 1997. Fisk og fiske i Breimsvatnet i 1996. Rådgivende Biologer, Rapport 277. 16 s.
- Sægrov, H. 1998. Utfisking i Opheimsvatnet og Myrkdalsvatnet, Voss, førar til endringar i aurebestand og dyreplanktonsamfunn. Rådgivende Biologer, Rapport 342. 24 s.
- Sægrov, H. 1999. Biologisk status for Breimsvatnet. S. 4-10, i: Driftsplan for Breimsvatnet: perioden 1999-2002. 36 s.
- Sægrov, H. 2000. Utfisking og fiskeundersøkingar i Vangsvatnet i 1998-99. Rådgivende Biologer, Rapport 448. 16 s.
- Søilen, E. 1995. Sportsmenn i veideland. NJFF - 125 års arbeid for jakt og fiske som rekreasjon. Eget forlag. 288 s.
- Sømme, I.D. 1941. Ørretboka. Jakob Dybwads Forlag, Oslo. 591 s.
- Sømme, S. 1939. Forsøk med oppfisking av abbor. Norges Jeger og Fiskeriforenings tidsskrift.

- Taugbøl, T., Andersen, O. & Grøndahl, F.A. 2004. Erfaringer med storruse til nærings- og kultiveringsfiske. NINA Oppdragsmelding 827. 59 s.
- Taugbøl, T., Hesthagen, T., Museth, J., Dervo, B. & Andersen, O. 2002. Effekter av ørekyteintroduksjoner og utfiskingstiltak - en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. NINA Oppdragsmelding 753. 31 s.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA Rapport 73. 52 s.
- Ugedal, O., Næsje, T.F., Saksgård, R., Sandlund, O.T. & Østbye, K.. 2002. Do commercial gill-net fisheries impact polymorphic whitefish in Lake Femund, Norway? Archiv für Hydrobiologie Special Issues Advances in Limnology 57: 563-576.
- Vagstein, G. 2002. Rapport om fisket i Drengen 2002. Notat. 9 s.
- Vethe, A., Kleiven, E. & Barlaup, B.T. 2006. Fiskebiologiske undersøkingar på strekninga Fenefoss-Hodne i Otravassdraget. LFI-Uniob, Rapport nr. 137. 36 s.
- Vittersø, J. 1993. Fiskerne i Rena-elva. NINA Oppdragsmelding 249.
- Vittersø, J. 1997. Cognitive schemes and recreational experience: Exploring angler specialization. Human Dimensions of Wildlife 2 (4).
- Voss kommune 2004. Handlingsplan for forvaltning av fiskeressursane i Voss kommune 2004-2007. 43 s + vedlegg.
- Aas, Ø. 1994. Fisket i Trysilvassdraget i Engerdal kommune. Østlandsforskning, Notat 07-1994.
- Aas, Ø. 2000. Nye fangstreguleringer i elver med innlandsfisk. Noen konkrete erfaringer. Skogeieren 3-2000: 16-18.
- Aas, Ø. & Kaltenborn, B.P. 1995. Consumptive orientation of anglers in Engerdal, Norway. Environmental Management 19: 751-761.
- Aas, Ø., Haider, W. & Hunt, L. 2000. Conjoint analysis of angler responses to potential harvest regulations in a Norwegian sport fishery: a conjoint-based choice modeling approach. North American Journal of Fisheries Management 20: 940-950.
- Aass, P. & Wold, H.E. 1999. Røyeutfisking og ørretutsetting i Silsetvann, Romsdalshalvøya. Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Zoologisk Museum. Rapport nr. 187. 21 s.

NINA Rapport 282

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1844-3



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no