

482

OPPDRAKSMELDING

Forvaltningstiltak ved rekreativt
fiske på anadrom laksefisk

En litteratursammenfatning over
"Fang og Slipp" ("Catch and Release")

Ivar Pors Muniz



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Forvaltningstiltak ved rekreativt
fiske på anadrom laksefisk
En litteratursammenfatning over
"Fang og Slipp" ("Catch and Release")

Ivar Pors Muniz

NINA•NIKUs publikasjoner**NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:****NINA Fagrapport
NIKU Fagrapport**

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

**NINA Oppdragsmelding
NIKU Oppdragsmelding**

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset, normalt 50-100.

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Muniz, I.P. 1997. Forvaltningstiltak ved rekreativt fiske på anadrom laksefisk. En litteratursammenfatning over "Fang og Slipp" ("Catch and Release"). - NINA Oppdragsmelding 482: 1-28.

Oslo, juni, 1997

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0816-4

Forvaltningsområde:

Norsk: Fiskeforvaltning

Engelsk: Fisheries management

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA•NIKU)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad

NINA•NIKU

Design og layout:

Ingrid M. Arnesen

NINA, Oslo

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Dronningensgate 13

Postboks 736 Sentrum

0105 Oslo

Tlf: 22 94 03 00

Fax: 22 94 03 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15336

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Muniz, I. P. 1997. Forvaltningstiltak ved rekreativt fiske på anadrom laksefisk. En litteratursammenfatning over "Fang og Slipp" ("Catch and Release"). - NINA Oppdragsmelding 482: 1-28.

Denne utredning har sin bakgrunn i de siste års sterke nedgang i elvefangstene av anadrom laksefisk og bygger på en litteraturstudie og innsamling av informasjon om praktiske erfaringer ved bruk av C&R som et mulig forvaltningsalternativ til elvestegninger. Utredningen viser at C&R er utstrakt benyttet i flere land, spesielt i Nord Amerika, hvor den er akseptert og benyttes ved forvaltningen av rekreativt fiske, med gode resultater. Den er også under innføring i flere europeiske land hvor en i endel tilfeller også velger ikke-konsumsjonsfiske av hensyn til fiskebestandene og fiskerne. Den krokingsmortalitet som følger av denne type fiske (KM) er bl.a. artsavhengig hvorav slekten *Salmo* synes mer hardfør enn stillehavslaksene. KM varierer betydelig, men for atlantehavslaks og brunaure ligger medianverdien omkring 5% og dødeligheten inntreffer oftest innen 24 timer etter utsetting. Noe av variasjonen skyldes redskapstype og fiskemetode. Kroker med naturlig agn gir høyere KM enn kunstig agn. Forskjellen ligger i graden av anatomiske skader (blødninger), dvs. krokens plassering i munn, svelg og tarm samt fiskens beiteadferd. KM påvirkes av miljøforhold som salinitet og temperatur, og er høyere i saltvann enn i ferskvann og øker med vanntemperaturen. Fysiologiske endringer med bl.a. metabolsk og respiratorisk stress som følge av C&R, bidrar også til dødeligheten. KM synes ikke å variere med fiskestørrelse, men nygjøtt laks er mer følsom enn de ferskvannsadapterte gytetfisk og vinterstøinger, som er svært hardføre. Reproduksjonen synes utfra klekkforsøk å være lite påvirket, og tilsvarende gjelder for heimfinningen (homing). C&R fisk synes imidlertid å vandre kortere strekninger og gyte lenger nede i vassdraget enn de øvrige. Det er få indikasjoner på vesentlige negative virkninger av C&R forutsatt at fisket utøves med omtanke og på forskriftsmessig måte. De norske erfaringer på dette felt er få, men peker i samme retning som erfaringene fra andre land. Det foreslås at det utføres praktiske forsøk med innføring av C&R i deler av to norske elver. I dette inngår målinger av KM hos laks i ulike faser i ferskvann, og hvordan tiltaket bl.a. påvirker vandringer og reproduksjon.

Emneord: Catch & Release - laksefisk - krokingsdødelighet - biologiske effekter - FoU

Ivar P. Muniz, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo.

Abstract

Muniz, I. P. 1997. Management measures related to recreational fishing for anadromous salmonids. A literature review on the 'Catch and Release' concept. - NINA Oppdragsmelding 482: 1-28.

This review has its background in the sharp decline in the river catch of anadromous salmonids in recent years, and is based on a literature study and other information on practical experience with Catch and Release (C&R) as a potential alternative to river closures. C&R has been extensively used in many countries, particularly in North America where it is accepted and successfully applied in the management of recreational sports fisheries. It is currently being adopted in several European countries in cases where nonconsumptive fishing is preferred out of consideration for the fish stocks and anglers. The hooking mortality (HM) as a consequence of this angling practice is species dependent, with the genus *Salmo* being more hardy than the Pacific salmon species. HM is quite variable, but the median values for Atlantic salmon and brown trout are approximately 5%. Most of the mortality occurs within 24 hrs. after the fish have been released. Some of the variability is caused by variation in tackle and fishing methods. Hooks with natural baits yield higher HM's than artificial baits (lures and flies). This difference is caused by the degree of anatomical injuries (bleeding), i.e. the position of the hook in the mouth, esophagus and intestine as well as the foraging behaviour of the fish. HM is also affected by environmental conditions like salinity and water temperature. It is higher in saltwater than in freshwater, and it increases with increasing water temperature. Physiological changes, metabolic and respiratory stress as a consequence of C&R, also contribute to the mortality. HM does not appear to be related to fish size, but freshly run salmon are more sensitive than freshwater acclimated spawners and kelts which are very hardy. Based on hatching experiments, the reproduction appears largely unaffected, as is also the case for homing. However, the C&R fish seem to migrate shorter distances and spawn further downstream than the control fish. There are few indications of significant negative effects related to C&R provided the angling is performed with consideration and according to regulations. The Norwegian experience in this field is very limited, but point in the same direction as the experiences from other countries. It is suggested that practical experiments following the introduction of C&R in segments of two Norwegian rivers should be undertaken. This should include measurements of HM for adult Atlantic salmon in different phases of their freshwater life and studies of how migration and reproduction are influenced by this measure.

Emneord: Catch & Release - salmonids - hooking mortality - biological effects - R & D

Ivar P. Muniz, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), P.O.Box 736 Sentrum, N-0105 Oslo, Norway

Forord

Bakgrunnen for denne utredningen var DN's ønske om å få utredet om Catch and Release (C&R) eller Fang og Slipp konseptet kunne komme til anvendelse ved rekreativt fiske i norske vassdrag og om det var behov for videre FoU på dette feltet. Prosjektet skulle oppsummere eksisterende kunnskaper og erfaringer fra inn- og utland ved å ta kontakt med fagfolk og personer med praktisk erfaring med C&R samt samle inn litteratur på dette tema. På bakgrunn av de siste års sterke nedgang i elvefangstene skulle hovedvekten legges på anadrom laksefisk og de direkte og indirekte effekter av en slik forvaltningspraksis.

Denne utredningen hadde ikke vært mulig å gjennomføre uten hjelp fra en rekke personer i inn- og utland. Disse har dels gitt opplysninger om egne erfaringer og dels sendt meg eller henvist til publiserte arbeider eller andre skriftlige bidrag om C&R. De har under arbeidet med utredningen også sendt meg manuskripter, svart på forespørsler og foretatt litteratursøk i databaser jeg ikke har tilgang til.

Jeg vil spesielt få nevne Ivar Leinan, Pål Klouman og Vidar Skiri som gav opplysninger fra deres fiskeelver, Øystein Aas og Bengt Finstad som gav meg de første tips om litteratur. Av de utenlandske kontaktene vil jeg fremheve Terry A. Haines, Bruce Tufts, John M. Anderson, Gilles L. Lacroix, Kevin Davidson, Orri Sigfússon, A.S.Gee, Ronald N.B. Campbell, Peter Gough og Andy Walker som alle ha vært til stor hjelp. Bror Jonsson har i arbeidets gang gått igjennom og gitt viktige kommentarer til rapporten. Jeg vil takke dem alle for godt samarbeide.

Oslo juni 1997

Ivar P. Muniz
prosjektleder

Innhold

Referat	3	9.5 Virkninger på respirasjonsgasser og blodkjemiske forhold.....	17
Abstract	3	9.6 Temperatur	18
Forord	4	9.7 Vannkvalitet	18
Innhold	5	9.8 Kroppsstørrelse	19
1 Innledning	6	9.9 C&R dødelighet på laks utfra fysiologiske eksperimenter	19
1.1 Den generelle bakgrunn for utredningen.....	6	9.10 Effekt på vandringer.....	19
1.2 Forvaltningens behov, oppdragets innhold og det som er vektlagt i utredningen	6	10 Effekter av anatomiske skader	20
2 Metoder som er benyttet	7	11 Håndteringen av fisken før tilbakesetting	21
3 Kort historikk	8	12 Frivillig eller pålagt C&R; norske og utenlandske erfaringer	21
4 Forvaltningsstrategier	9	12.1 Norske erfaringer	21
5 Fiskedødelighet ved C&R fiske	10	12.2 Erfaringer fra andre land.....	22
5.1 Arter og taksonomiske korrelasjoner	10	13 Forvaltnings- og FoU-behov	23
5.2 Krokingsdødelighet hos laksefisk	10	14 Sammendrag	24
6 Miljøforhold som påvirker krokings- og C&R-dødeligheten	13	15 Referanser	25
6.1 Temperatur.....	13		
6.2 Salinitet.....	13		
6.3 Vannkvalitet.....	13		
6.4 Andre faktorer som kan påvirke dødeligheten.....	13		
7 Variasjoner innen og mellom populasjoner	14		
7.1 Lengde og alder	14		
7.2 Kjønn og populasjon.....	14		
7.3 Dødelighet umiddelbart og etter tilbakesetting	14		
7.4 Langtidseffekter.....	14		
8 Redskapstyper og metoder	15		
9 Fysiologiske og anatomiske effekter av krokingsdødelighet	16		
9.1 Fysiologisk stress	16		
9.2 Reproduksjonseffekter	16		
9.3 Vinterstøinger og nygått blank-laks	17		
9.4 Håndtering av laks, lufteksponering	17		

1 Innledning

1.1 Den generelle bakgrunn for utredningen

Det kan herske liten tvil om at lovlig og ulovlig fiske i elv og hav, fysiske inngrep i vassdragene, forurensninger og annen bruk av natur har medført at mange fiskebestandene er truet (Anon., 1995). Mange norske elver har de siste 10-15 årene vist en negative trend i fangstene av anadrom laks og ca. 1/3 av de norske laksebestandene er nå enten utryddet, eller truet av utryddelse, eller er sterkt påvirket av ulike trusselfaktorer (Direktoratet for Naturforvaltning, pers. medd.). I følge offentlig statistikk fra Statistisk Sentralbyrå har fangstene de siste 8 årene ligget mellom 800 og 1000 tonn som, korrigert for et 15% innslag av rømt oppdrettsfisk, betyr at fangstene nå ligger på ca. 700 tonn, tross for stadig bedring i fangstrapporteringen. Forekomstene av anadrom laks er derfor nå nede på et historisk lavmål.

Den samlede beskatning av laks er høy (Hansen et al., 1996) og våre myndigheter har derfor iverksatt ulike tiltak for å redusere beskatningen bl.a. ved et tidsbegrenset oppkjøp av retter til drivlinefiske ved Færøyene, og fra og med sesongen 1989 er det totalforbud mot drivgarnfiske. Det er de påfølgende år innført ytterligere skjerpede fiskerestriksjoner (Anon., 1996). Fra 1997 av, har Direktoratet for Naturforvaltning innført ytterligere innstramminger på fisket i sjø og elv, bl.a. med totalforbud mot krokarnfiske på kyststrekningen fra Rogaland t.o.m. Troms fylke i den ordinære fisketiden.

En slik forvaltning forutsettes å bidra til å styrke bestandene slik at mer fisk går opp i vassdragene. Dette bedrer det rekreative fisket, samtidig som en lettere kan forvalte det enkelte vassdrag.

I elvene er beskatning ved laksefeller og garn med få unntak blitt forbudt og for sportsfiskets del er det innført forbud mot visse redskapstyper. Andre tiltak er redusert fisketid og færre fiskere. I noen få elver drives pålagt eller frivillig gjenutsetting av laks i nedre deler av vassdrag eller i hele vassdraget, hvis laksebestanden er sterkt truet, men hvor sjøauren (*Salmo trutta* L.) kan beskattes. Det er også ønskelig å beskatte rømt oppdrettsfisk til fordel for vill fisk. Man regner med at dette i sum vil bidra til å styrke gytebestandene av vill laks og på en bedre måte sikre elvas produksjon, og på sikt, fangstutbyttet. I en rekke elver er det innført fiskeforbud for på den måten bidra til at bestandene kan bygge seg opp, for på sikt å gjenåpne elvene.

I Norge har en ofte regnet med at elvebeskatning ved fritidsfiske i liten grad bidrar til bestandsnedgangen. I noen tilfeller er det imidlertid påvist at sportsfiskebeskatningen kan være svært høy (Skurdal et al., 1989). Det er nå en begynnende debatt i Norge om nye former for fangst-

begrensende tiltak. Dette har bl. a. bakgrunn i at det fra sportsfiskerhold har vært fremsatt bekymringer om sportsfiskets fremtid og påpekt behovet for endret beskatningspraksis for ressurser som nå er truet (Schive, 1996). Der gjelder spesielt for laks (*Salmo salar* L) men også for andre anadrome arter f.eks. sjøaure. Det foreslås innføring av forvaltningsstrategier som innebærer en kombinasjon av begrenset uttak (bag limit) og at fanget fisk settes tilbake i elva, Catch and Release (her forkortet til C&R) eller at visse størrelsesgrupper av fisk også settes tilbake (slot-limit). Endel praktiserer også tilbakesetting av "brun fisk" dvs. fisk som nærmer seg gyting og er mindre egnet som menneskeføde.

Det erfaringsgrunnlaget som finnes på C&R i vårt land er beskjedent. I andre land har imidlertid C&R vært benyttet ved forvaltning av attraktive og følsomme fiskebestander mot feil- og overbeskatning. C&R også vært forsøkt noen steder hos oss. Dette har skjedd på liten skala i Rauma og i Alta og i to elver i Nordfjord, Aa og Hopeelva. Siden 60 tallet har det vært praktisert i elver på Island (Fjeldsted, 1984), og i disse tilfellene på frivillig basis og på laks. Dette konseptet er nå under innføring i England, Wales og Skottland (jf. kapittel 12.2) hvor det tidligere har vært benyttet på frivillig grunnlag. I Nord Amerika har det vært benyttet fra midt på 80 tallet og er etterhvert også påbudt i mange elver (Bielak & Tufts, 1995). Informasjon fra vårt land om vunne erfaringer eller dokumentasjon av virkningene har vært lite tilgjengelige. Når det gjelder innlandsfiske har C&R i ulike varianter lang tradisjon og er i utstrakt bruk (Muoneke & Childress, 1994).

1.2 Forvaltningens behov, oppdragets innhold og det som er vektlagt i utredningen

Formålet med denne utredningen er å vurdere om C&R-konseptet kan komme til anvendelse hos oss. Bakgrunnen er at DN har uttrykt ønsket om en første vurdering av C&R som fangstbegrensende tiltak ved rekreativt fiske i form av en litteratur sammenfatning. I den inngår også en klargjøring av premisser og grunnlag til vurdering av eventuell fremtidige norske lokale forvaltningsstrategier og tilhørende FoU aktiviteter. Det antas at denne utredningen kan bidra som innspill i diskusjonen om fremtidig praksis ved forvaltning av verdifulle lokale bestander med rekreativt fiske, men hvor alternative beskatningsformer kan være ønskelig.

DN ønsker denne utredningen skal vektlegge de biologiske og økologiske effekter av C&R, særlig overlevelse og gytesuksess samt forvaltningsmessige forutsetninger/erfaringer fra inn- og utland. Hovedvekten skal legges på anadrome laksefisk og på arter som har direkte eller indirekte relevans for norske forhold. Dessuten skal det fremskaffes opplysninger om det historiske erfaringsgrunnlaget, fangstmetoder og metoder for å håndtere fisken

før gjeninnsetting samt de faktorer som eventuelt påvirker den dødeligheten som opptrer på fanget/utsatt fisk og deres avkom som følge av C&R. I utredningen inngår også vurderinger av resultater av denne type forvaltning samt peke på tema for videre FoU.

For oversiktens skyld også innhentet relevant informasjon fra arter som er bedre studert enn laks og sjøaure og der overføringsverdien er antatt å være god eller som belyser et spesielt poeng knyttet til forvaltning eller publikums opplevelse av tiltaket.

Utredningen gjennomgår historikk, forvaltningspraksis og de biologiske virkninger på ulike arter, individer og populasjoner, de erfaringer en har hatt og peker på mulige forvaltningsrelaterte FoU utfordringer.

2 Metoder som er benyttet

Denne utredning bygger på relevant litteratur samt opplysninger innsamlet ved kontakt med forskere, andre fagfolk og institusjoner/organisasjoner i inn og utland. Mye av stoffet fantes i form av populære tidsskriftartikler, som interne rapporter eller dokumenter, som proceedings fra innenlandske konferanser, m.a.o. i den såkalte "grå litteraturen" som er vanskelig tilgjengelig og tidkrevende å spore opp. Det er også skaffet tilveie opplysninger fra enkelte norske elver der en har erfaring fra C&R-fiske.

3 Kort historikk

Mange steder i verden, bl.a. i Nord-Amerika, er det nå stadig flere som vil drive rekreativt fiske med sportsfiskeredskap, spesielt rettet mot de relativt få bestandene som har høy kvalitet eller verdi. Det ble allerede tidlig hevdet at slike populasjoner var dårlig i stand til å tåle det harde og økende sportsfiskepresset som rådet når all fanget fisk blir tatt opp.

I følge Barnhart (1989) ble termen "Catch- and Release Fishing" først introdusert i USA i 1964 av R.H.Stroud som en reaksjon på termen "fishing for fun" fra 1952 (Hazzard, 1952). Hazzards plan for forvaltning av aure var stort sett å sette tilbake all fanget fisk bortsett fra noen få store troféfisker. Men i og med dette, og at de fleste fiskere pga. sporten drev "fishing for fun", og mange frivillig satte tilbake endel fisk, hevdet Stroud at en burde en kalle denne typen forvaltning "Catch-and Release Fishing". Dette er senere blitt en internasjonalt akseptert term. Hos oss er også begrepet "Fang og Slipp" i bruk.

C&R-konseptet ble i 1954 innført i deler av vassdragene i Store Rocky Mountain Nasjonalpark etter flere år med synkende fangster og avtakende bestander. 4 år etter innføringen av C&R, var fangstene (og bestandene) økt så dramatisk at mange av vassdragene ble åpnet for helårsfiske. Lignende områder ble etablert i Pennsylvania med tilsvarende resultat. I 1962 slo de føderale myndighetene i USA fast at C&R eventuelt kunne bli viktig og ville legge til rette for denne spesielle formen for rekreativt fiske, men på få utvalgte steder.

I 1973 ble det innført reguleringer i Yellowstone Nasjonalpark hvor fiskere på visse elvestrekninger måtte sette tilbake all fanget fisk ("no kill, zero limit") (Greer & Griffith, 1985). Etter dette ble det gradvis opprettet ytterligere områder med spesielle reguleringer, men der regelverket basert på ("no kill, zero limit") ble oppmyket. C&R ble opprettholdt men med anledning til å høste noen fisk (bag limit) og i kun visse størrelsesgrupper (slot limit) (Barnhart, 1989). Resultatene var meget oppmuntrende.

Den opprinnelige noe restriktive reguleringen ("no kill, zero limit") ble gradvis et akseptert forvaltningskonsept også hos fiskerne utfra filosofien om å høste med måte, med fokusering av hensynet til bestandene og at det var mer ved fisket enn å ta fisk (Haig-Brown, 1975). Det gjaldt kanskje spesielt når en fisket på relativt tynne bestander av stor og gammel fisk (Caverhill, 1977), eller på bestander som på grunn av menneskeskapte forhold var blitt reduserte (Carter, 1975; Thurow, 1987). Det samme gjaldt bestander som var generelt sårbare for beskatning, eller var så interessante og hardt "beskattet" ved rekreativt fiske at C&R var nødvendig (Caverhill, 1977; Jones, 1984).

Når det gjelder atlantehavslaksen planlegges nå C&R innført i skotske (Currie, 1995) og engelske elver (A.Walker pers. medd.). Her praktiseres det allerede nå på frivillig grunnlag i flere elver. Det har også vært benyttet i endel av sesongen i alle fall én svensk elv (M.Frödin pers. medd.). C&R har siden 1984 i økende grad vært benyttet i Canada (Bielak, 1987; Bielak & Tufts, 1995). I USA har dette vært benyttet på anadrom regnbueaure og stillehavslaks i vestkystelver (Hooton, 1987; Thurow, 1987) og i lakseelver på østkysten der det med god grunn har vært hevdet at det har revolusjonert lakseforvaltningen (Bielak & Tufts, 1995). Fra litteraturen er det kjent at i ett tilfelle ble faktisk C&R på atlantehavslaks foreslått innført allerede i 1873. C&R som forvaltningspraksis er nå vel innarbeidet i USA og Canada og omfatter en rekke arter, både kald- og varmtvannsarter også marine (Barnhart, 1989).

I litteraturen finnes det nå mange vitenskapelige undersøkelser som har behandlet ulike aspekter av C&R anvendt på anadrome arter, stasjonære ferskvannsarter og også marine arter som er gjenstand for rekreativt fiske (Barnhart & Engstrom-Heg, 1984; Barnhart, 1989). Det foreligger også betydelig forvaltningserfaring fra endel land, mest på rene ferskvannsarter (Hazzard, 1952; Muoneke & Childress, 1994).

4 Forvaltningsstrategier

Det er flere måter å redusere høstingen fra sportsfiskeleddet på. Det kan være å benytte størrelses- eller antallsbegrensninger (size and/or bag-limits) eller sesongkvoter. En kan ellers avkorte fiskesesongen eller legge restriksjoner på redskapsbruken til fordel for mindre effektive. Andre tiltak kan være å innføre krav om at en art (f.eks. laks) skal settes ut igjen mens en annen art er lovlig og kan beholdes (sjøaure). Noen av disse tiltakene har også vært benyttet i vårt land.

Et annet alternativ er å tillate sportsfiske, men at fanget fisk etter ulike regler settes ut etterat den er fanget, feks. etter størrelse og kjønn, men slik at sjansen for at fisken i størst mulig grad overlever. I krisetilfeller kan et alternativ være å frede bestandene mot all form for beskatning slik at de kan bygge seg opp igjen. Denne utredningen vil vurdere hvorvidt frivillig, lokal fangstbegrensning ved bruk av C&R kan etter hvert vise seg å være et bedre og mer konstruktivt tiltak enn tids- og redskapsavkortninger og eventuelle elvestengninger. Taes derved eier- og brukerinteressene vekk fra en elv forsvinner lett så mye tradisjon, ansvar og ikke minst lokal økonomi, at vesentlige verdier går tapt. De samfunnsøkonomiske virkninger av fredning av lakseelver vil opplagt bli betydelige men det er ikke vurdert i denne utredningen.

Problematikken med overbeskatning pga. sportsfiske ble aktualisert i USA og Canada først på 50-tallet og i disse landene har en med tiden utviklet en rekke forvaltningstrategier for rekreativt fiske. Det synes her allment anerkjent at fangstbegrensende tiltak, som bl.a. C&R, i mange tilfeller har vært viktig forutsetning for å opprettholde fisketilbudet. Ordningen er stort sett akseptert som virkemiddel også blant sportsfiskerne, som faktisk tok initiativet til denne omleggingen (Barnhart, 1989). Dette reflekteres bl.a. i at det i disse land gjennom årene er lagt ned et betydelig forskningsarbeide på dette feltet og mange arbeider er publisert. De omhandler et bredt spekter av virkningsstudier i forbindelse med dødelighet ved C&R (Muoneke & Childress 1994). Det som blant annet behandles omfatter miljøbetingelser som temperatur, saltholdighet, trykk (dyp) og forskjeller mellom bestander mhp. fiskestørrelse og alder og populasjonsopphav. Dødelighetsutvikling under fangst og kortere eller lengre tid etter utsetting har også vært studert. En har også vurdert virkninger av ulike fiskeredskap (f.eks. ulike kroktyper) og krokingseffektivitet, krokstørrelser og ulike redskapstyper (agn, sluk og fluer). Fysiologiske og anatomiske effekter som påvirker dødeligheten på grunn av C&R-fiske, dvs. ulike stressresponser og krokskader som forårsaker blødninger i ulike vitale organ, er også blitt undersøkt.

Helt sentralt er også effektene av ulike måter å håndtere fisken på og før den settes tilbake (Wulff, 1984). En har

klart i endel tilfeller ikke lykkes fullt ut, men med økende praktisk og vitenskapelig erfaring (Nehring & Anderson, 1984) har mange slike tiltak blitt til dels svært vellykkede (Tufts, 1991). Dette har samlet vært grunnlaget for den forvaltningspraksis som har vært fulgt.

Resultatene fra disse studiene peker i ulike retninger, men det synes som mange av de negative effektene av C&R kan reduseres vesentlig hvis fiskerne utviser hensyn og tilpasser sitt fiske etter forholdene. Et første inntrykk synes være at fordelene da oftest oppveier ulempene, dvs. at hensynet til bestandene kan ivaretas samtidig som fiskerne får sin del i form av utfordrende og givende opplevelser. Derved sikres og opprettholdes ressursgrunnlaget både på kort og lang sikt.

På denne bakgrunn synes det som om at en del aktuelle bestander, også hos oss, kunne gi større og varigere opplevelsesutbytte for sportsfiskere hvis fangstbegrensende tiltak som C&R ble forsøkt. I den siste tid har også slike tanker stadig oftere dukket opp i presse og tidsskrifter (Schive, 1996) og det praktiseres som nevnt også frivillig noen steder i Norge.

I forbindelse med en NRK reportasje høsten 1996 om laksefiske i Numedalslågen, stod fram sportsfiskere som gav uttrykk for at de følte et visst ubehag ved summarisk å ta livet av den fisken som gav så verdifulle fiskeopplevelser. Det er derfor også klart mer etiske sider som er og vil ytterligere komme opp i debatten, men slike sider er ikke vurdert i denne utredningen.

Det synes derfor å være aktuelt å få etablere en faktisk kunnskapsoversikt over viktige deler av C&R-litteraturen også fra det erfaringsgrunnlaget som finnes i Norge. Det er derfor viktig for myndighetene å vurdere framtidig forvaltning og forskning på dette felt. Det å samle inn og systematisere tilgjengelige opplysninger, gi det en egnet avgrenset og oversiktlig form og avdekke forskningsmessige behov, er viktige innspill til DN i deres vurderinger av "nye" tenkbare forvaltningsstrategier i lys av C&R-konseptet.

5 Fiskedødelighet ved C&R fiske

Fiskedødelighet oppfattes oftest å bare gjelde den del av fangsten som høstes dvs. avlives. Dødeligheten som opptrer ved ikke-høstingsfiske, feks. ved C&R, regnes ofte som ubetydelig men kan være det. Krokingsdødeligheten (KM) er den andelen fisk som dør etter å ha vært fanget og satt ut igjen. Den er spesielt viktig innen to områder av en sportsfiskeforvaltning som bygger på C&R. Den er viktig i de bestandsvurderinger som er nødvendige fordi en trenger en viss oppfatning av KM's andel av den totale dødeligheten, og dessuten bruke den som grunnlag for å vurdere om reguleringer i form av størrelses- og antallsbegrensninger virker etter sin hensikt. Det blir spesielt viktig når slik dødelighet dominerer, dvs. at en betydelig del av fanget fisk settes tilbake en eller flere ganger. Spørsmålet om høy overlevelse av utsatt fisk blir da et sentralt poeng. Det er derfor utført mange praktiske forsøk på å måle KM (Barnhart & Engstrom-Heg, 1984; Nehring & Anderson, 1984) og forskning (Barnhart & Engstrom-Heg, 1984; Barnhart, 1989; Bugley & Shepherd, 1991; Clark Jr. & Alexander, 1984) mfl. Et utvalg av slike undersøkelser er benyttet i denne utredningen.

5.1 Arter og taksonomiske korrelasjoner

Selve etikken bak C&R og den vitenskapelige litteratur som foreligger på dette feltet, har lenge vært dominert av forskning på laksefisk (Barnhart, 1989; Wydowski, 1977), men har etterhvert også inkludert varmtvannsarter i ferskvann også rene marine arter (Muoneke & Childress, 1994). For laksefisk dreier det seg hittil om 9-10 arter, herunder også anadrome som atlantehavslaks og sjøaure/aure som er av spesiell interesse for denne utredningen, samt flere arter stillehavslaks. Det er utført mer enn 60 arbeider som tallfester krokingsmortaliteten (KM) enten under feltforhold eller hva en fant eksperimentelt (**Fig. 1**). Figuren viser at det er betydelig spredning i verdiene men antyder at arter innen slekten *Salmo* er mer hardfør mhp. C&R enn stillehavslaksene innen slekten *Oncorhynchus*, i allefall hvis en ser på medianverdiene. Det er for disse artene høyere KM i sjø enn i ferskvann. I figuren er det også tatt med noen data for gjørs (*Stizostedion vitreum*), harr (*Thymallus thymallus*) og to gjeddearter (*Esox lucius*, *E. masquinongy*) (Muoneke & Childress, 1994).

Det viser seg også at KM er relativt lav for de artene en har mest data for, dvs. omkring og i underkant av 5%. Både kvaliteten og relevansen av disse opplysningene vil naturlig nok variere og som i tillegg til art kan være avhengig av kjønn, størrelse, fangstmetode og miljøforhold. Mye tyder

på at det til tross for store variasjoner er endel likhetstrekk. Den store variasjonen vanskeliggjør generaliseringer fordi, som nevnt, andre forhold ofte kan spille en større rolle enn det rent taksonomiske. Dette vil i mer detalj bli behandlet i de påfølgende kapitler.

5.2 Krokingsdødelighet hos laksefisk

Isfiske etter Canadarøye (*Salvelinus namaycush*) med kunstig agn, gav i en studie en krokingsdødelighet på 14% (Loftus & Taylor, 1988), i en annen tilsvarende studie, der en brukte agnet enkel krok, var den 10% (Dextrase & Ball, 1991). Undersøkelser på strupkuttaure (*Oncorhynchus clarkii*) under ulike forhold gav en variabel, men generelt lav KM, dvs. omkring 0,4% (Dotson, 1982; Schill & Griffith, 1986). I ett forsøk var KM 2% i kaldt vann (< 10°C) men økte til 50% ved 21°C (Titus & Vanicek, 1988). Andre fant at maksimal KM i temperaturområdet 3 - 17 °C var 8,7% ved bruk av kunstig agn (flue eller sluk), men som økte til 84% for strupkuttaure fanget på naturlig agn. Tilsvarende er funnet for regnbueaure (*Oncorhynchus mykiss*) (Muoneke & Childress 1994) (jf. Kapittel 6.1).

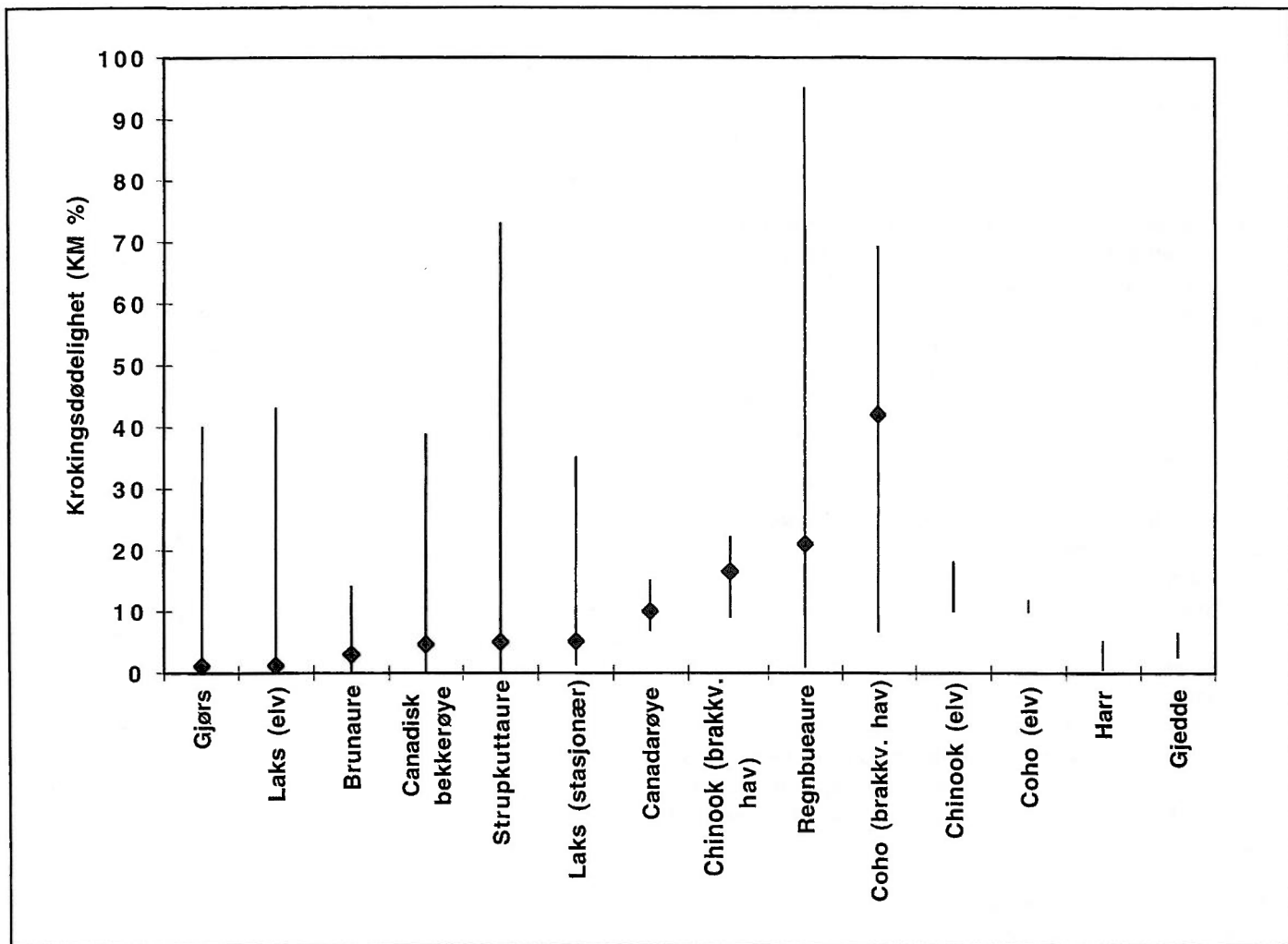
KM for flue og slukfanget aure (*S. trutta*) ble i en studie estimert til 0,9%, for aure fanget på naturlig agn var den etter 14 døgn tilsammen 13,5%. For andelen fisk som var krocket i kjeve-munnregionen, var den 0,9% mot 38,7% for de som var krocket i gjelle, svelg eller mage (Muoneke & Childress 1994).

En treårs studie på Canadisk bekkørøye (*Salvelinus fontinalis*) der en brukte mark eller flue var tallene henholdsvis 38,7 og 1,65%. I en oppfølgende undersøkelse der det ble brukt slukredskap og flue, var KM 2,61% (Muoneke & Childress 1994). KM for canadisk bekkørøye fanget på enkelt eller dobbelkrokfluer ble målt til 4,3% (Nuhfer & Gaylord, 1992).

Det er også bestemt KM for stasjonær (landlocked salmon = reliktlaks) og anadrome former av atlantehavslaks og flere arter stillehavslaks ved bruk av en rekke stangfiskeredskaper.

Data fra C&R- fiske i Canada gav KM for chinook-laks (*Oncorhynchus tshawytscha*), fanget på dorgeutstyr i havet, på mindre enn 25% (Wertheimer et al., 1989). For coho (*O. kisutch*) i elvas munningsområde var den 69,3%. Høyere opp i elva var den 11,7% (Vincent-Lang et al., 1993).

For stasjonære former av atlantehavslaks varierte KM-estimatene for innsjøhabitater mellom 8 og 18%, mellom 3,3 og 5% i et klekkeri/oppdrettssystem og var 22% i elv (Warner & Johnson, 1978; Warner, 1979). KM for anadrom atlantehavslaks er også variabel. Utfra de siste års eksperimenter synes den å ligge omkring 5% men vesentlig høyere ved høye vanntemperaturer og litt høyere for blank-



Figur 1 Målt krokingsdødelighet i prosent (KM %) ved C&R (Fang og Slipp) fiske for ulike arter ferskvannsfisk og noen anadrome arter fanget i havet og i elver. Medianverdier er gitt ved liggende sort rombe og variasjonsområdet er vist ved vertikale linjer. Når antall observasjoner er < 3 er kun variasjonsområdet angitt. Detaljer om enkeltobservasjoner kan finnes i teksten.

Measured hooking mortality in percent (KM%) with Catch and Release (C&R) angling for different species of freshwater fish and some anadromous species caught in saltwater (brakkv. hav) and rivers (elv). Gjørs = Pike perch/Walleye (*Stizostedion vitreum*), Laks = Atlantic Salmon (*Salmo salar*), Brunaure = Brown trout (*Salmo trutta*), Canadisk bekkørøye = Brook trout (*Salvelinus fontinalis*), Strupkuttaure = Cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*), Laks (stasjonær) = Landlocked salmon (*Salmo salar*), Canadarøye = Lake trout (*Salvelinus namaycusch*), Chinook = *Oncorhynchus tshawytscha*, Regnbueaure = Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Coho = *Oncorhynchus kisutch*, Harr = Grayling (*Thymallus thymallus*), Gjedde = Northern pike / Muskellunge (*Esox lucius* / *E. masquinongy*). Median values are shown by black diamonds and the range indicated by vertical lines. If the number of observations are < 3 only ranges are shown. Details regarding single observations can be found in the text.

laks og når vannet er surt (for detaljer, se kapittel 9.7). En har imidlertid feltefaringer for at C&R-dødeligheten kan være betydelig lavere enn dette. Som senere nevnt har en i forbindelse med britiske studier med radiomerket C&R laks (Walker & Walker, 1992) ikke funnet dødelighet som kunne relateres til C&R og radiomerkingen. De fiskene som den lokale eier av denne elven, Little Grunard, i tillegg har merket og satt ut igjen, overlevde erfaringsmessig svært godt.

Eksempler på meget lav KM ved C&R-fiske kommer bl.a. fra Island og Nordamerika. I den islandske elva Grimsá har en fra tidlig på 60-tallet praktisert utstrakt C&R (Grant, 1980a; 1980b). Størstedelen av all fanget laks ble satt ut igjen og endel var merket. I 1978, satte 14 fiskere ut 353 laks hvorav 246 var merket. 36 av disse ble gjenfanget samme sesong og 6 det påfølgende år. I 1979 ble 175 merket og satt ut igjen, 27 ble fanget en gang til og en laks tre ganger. All fisken ble merket i juni da vanntemperaturen

var omkring 15 °C. Elva er svært klar og det er lett å se døde fisk, men det ble bare funnet én.

flESTE medianverdiene ligger under 10% (jf. **Fig. 1**).

Et annet eksemplet er fra en toårig undersøkelse i North Pole Stream, et sidevassdrag til Mirimachi River i New Brunswick der en under tilsvarende gode forhold fant at C&R mortaliteten var svært lav. Av de 160 laks som ble satt tilbake og de 123 som hadde vært på krok, men mistet, ble det kun sett 2 døde. KM blir da 0.7 eller 1.2% litt avhengig hvordan en regner den ut (Currie, 1985). Smålaksen var i gjennomsnitt på stang i 8 min (3-20 min), stor laks 17 min (5-60 min). Etter fangst var smålaksen klar for tilbakesetting (recovered) i løpet av 1 min (0-6 min), storlaks etter ca. 2 min (0-5 min). Inventering i elva indikerte av mengden yngel, parr og voksen fisk hadde økt som følge av denne C&R- praksisen.

I løpet av det første året i Restigouche River (1984) etterat C&R for atlantehavslaks var påbudt, ble det utfra observasjoner i elva anslått at C&R- dødeligheten var mindre enn 1% (Bielak, 1988).

For anadrom sjøaure er det ikke målinger, men for stasjonær aure er variasjonsområdet for KM 0-28%. Hvis en antar at endel av den "trout" som ble fanget og satt tilbake i forbindelse med i North Pole Stream undersøkelsen (333 stk.) også omfatter endel sjøaure, er dødeligheten antagelig lav fordi kun én av de 333, eller 0,3 %, ble observert død etterpå.

Når det gjelder innlandsfisket, f.eks. Yellowstone National Park, som er noen av de hardest fiskete områder i Nord-Amerika, ble det i løpet av en 6 ukers periode i 1981 fisket 73.000 aurer (strupekutt, regnbue og brunare) som alle ble satt tilbake i elva. Det ble målt en KM på 0,3% per fangsttilfelle. Hver fisk ble i gjennomsnitt fanget 9,7 ganger pr. sesong eller en gang hver femte dag. En fisk ble fanget og satt ut igjen 4 ganger i løpet av et døgn (Greer, 1985; Gresswell, 1986; Schill & Griffith, 1986). Dette er knapt en situasjon vi kan forvente når det gjelder et eventuelt fremtidig C&R-fiske i våre elver. Men dette illustrerer at dødeligheten kan være svært lav og gi grunnlag for et "hardt" rekreativt fiske som ikke går hardt utover bestandene. Det forutsetter imidlertid dyktige fiskere som behersker alle momentene i fangsten og utsetting og benytter egnet fiskemetode.

Sammenfatningsvis var variasjonsområdet for KM for stillehavslaksene hhv. 10 - 18% for chinook i elv, i salt- og brakkvann 9 - 22% og for coho 10-12% i elv og 6,8 - 69,3% i salt- og brakkvann. For regnbueaure i ferskvann er variasjonsområdet 0,3 - 95%, for andre nordamerikanske arter som strupekuttaure er verdiene 0.3 - 73%, for canadarye 7 - 15% og for canadisk bekkerøye (0 - 39%). Det synes å være et hovedtrekk at median KM var relativt sett lavere for atlantehavslaks (variasjonsområde 0 - 43), og strupekuttaure (0,3 - 73%), dvs < 5%, enn de andre laksefiskartene. For sjøaure i elv er det ikke tall, men KM er antagelig på samme nivå som brunare dvs. 0 - 14%. De

6 Miljøforhold som påvirker krokings- og C&R-dødeligheten

6.1 Temperatur

Det er flere undersøkelser som entydig viser at krokingsdødeligheten ved C&R fiske eller ved at fisken fysisk utsettes for tilsvarende belastninger, øker med økende temperatur. Det er også fysiologiske studier som belyser og bekrefter dette (se kapittel 9.6). Denne relasjonen gjelder for regnbueaure (Dotson, 1982), canadisk bekkerøye (Nuhfer & Gaylord, 1992) og for strupkuttaure (Titus & Vanicek, 1988) fisket med naturlig og kunstig agn (Muoneke & Childress 1994). For Canadarøye var det imidlertid ingen forskjeller i KM mellom temperaturintervallene 0 - 5, 6 - 10 og 11 - 15 °C (Loftus & Taylor, 1988). For regnbueaure rapporterte Klein (1965) at KM ved 6,7 °C var den samme for enkel eller dobbelkrok men at den ved 14,4 °C var størst for enkel kroker (10,3 vs 4,8%) (Muoneke & Childress 1994). For andre arter ikke-salmonider var bildet betydelig mer variabelt selv om sommerdødeligheten ofte var høyere (Muoneke, 1992).

For atlantehavslaks hvor dette er relativt godt undersøkt, viser det seg at mens varmere vann på den ene siden bedrer restitueringen av metabolitter i muskulaturen og syre-base status (melkesyre-forsuring av blodet bl.a.) så gjør det dem samtidig mer følsomme for dødelighet etter fangst. Årsakene til dette er ukjent (Wilkie, in press).

6.2 Salinitet

Hos anadrom fisk betyr overgangen fra saltvann til ferskvann at den beveger seg fra et hyperosmotisk, dvs. lavere saltinnhold i kroppen enn i vannet, til et hypotont medium hvor forholdet er omvendt. Dette medfører fysiologiske omstillinger bl.a. ved at gjellene da går over fra å skille ut salt til å ta opp salt fra vannet. De fleste anadrome arter går da også over i fastefase da energibudsjettet reallokeres fra metabolisme rettet mot vekst og energilagring og til produksjon av kjønnsprodukter og det energiforbruk som er knyttet til lange vandringer i strømmende vann. I tillegg kommer kostnader i forbindelse med gyteprosessen. Selv om deler av den fysiologiske tilpasning fra salt til ferskt vann går relativt raskt, er fisken da i en fase hvor den akklimerer og er følsom for store belastninger mens den senere er mer hardet fysisk og fysiologisk bedre tilpasset til å tåle belastninger, f.eks. i forbindelse med C&R-fiske (Ricker, 1976).

Det er gode holdepunkter for at anadrome salmonider i havet eller i brakkvann er mer følsomme enn i ferskvann

(Parker et al. 1959; Muoneke & Childress 1994). Flere resultater peker på at KM for sjøfanget fisk er høy (Knutson, 1987). Coho fanget på dorg i havet var utfra melkesyrenivåene i plasma (se kapittel 9) mer stresset etter fangst enn coho fanget i ferskvann. I saltvann økte nivåene i løpet av 5 timer med 251% hvorav 100% kom i løpet av de 2 første timene. Etter 5 timer begynte melkesyrekonsentrasjonen å avta. I ferskvannssituasjonen økte nivåene til vel 80 % av normalt for deretter å avta. Dødeligheten var signifikant større hos coho fanget i brakkvannsområdet ved elvemunningen (69,3%) enn hos fisk fanget i selve elva (11,7%) (Vincent-Lang et al., 1993). Dette tyder på fisk at umiddelbart før og kort tid etter oppgang i elva er mer utsatt for dødelighet i forbindelse med C&R-fiske. De nøyaktige mekanismene og tidsforløpet for dette er lite kjent.

6.3 Vannkvalitet

Selv om dette er lite undersøkt under feltforhold er det indikasjoner på at surt og ionefattig vann påvirker KM (Rossiter et al. (submitted; Rossiter et al., 1996, Wilkie et al., 1996). Laboratorieforsøk med regnbueaure peker i samme retning (Graham et al., 1982). Dette blir nærmere omtalt i kapittel 9.

6.4 Andre faktorer som kan påvirke dødeligheten

Raske trykkforandringer kan drepe fisk pga. f.eks. skader på svømmeblæren og indre blødninger. Selv om de fleste anadrome salmonidene ofte lever i overflatesiktet og på relativt grunt vann er dette antagelig ikke uten betydning. Hvis laks som fanges i overflaten men dykker ned mot store dyp, kan fisken raskt svekkes og dø.

Oksygenmengden i vannet i laksens normale livsmiljø er oftest høyt. Fangst kan imidlertid føre til at den ufrivillig må oppholde kortere eller lengre tid i oksygenfattig vann. Også det kan føre til at fisken dør.

7 Variasjoner innen og mellom populasjoner

7.1 Lengde og alder

Det er rimelig å anta at KM kan variere med fiskens størrelse (lengde). Noe kan skyldes at store fisker er vanskelig å håndtere og at tiden på krok er lengre enn for den mindre fisken. For regnbueaure viste det seg imidlertid det omvendte, dvs. at krokingsstresset var størst hos den minste fisken (Wydowski, 1977). Andre har klart dokumentert at tiden fisken blir håndtert øker med fiskens størrelse. (Nuhfer & Gaylord, 1992) viste at sjansen for krøking i gjeller og svelg hos canadisk bekkerøye økte med fiskelengden. Loftus & Taylor (1988) fant at dødeligheten hos Canadarøye avtok med økende fiskestørrelse og det var også tilfelle for coholaks (Wertheimer et al., 1989). En rekke andre studier viste derimot ingen sammenheng mellom KM og fiskestørrelse, f.eks. for relikat atlantehavslaks (Warner & Johnson, 1978; Warner, 1979), coho og regnbueaure (Dotson, 1982), strupkuttaure (Titus & Vanicek, 1988) og det samme var tilfelle med en rekke andre varmtvannsarter (Muoneke & Childress 1994).

I endel av de fysiologiske eksperimenter omtalt i kapittel 9, fant en at håndteringen dvs. tiden fisken var i luft, kunne spores fysiologisk, men at effektene av C&R fiske etter alt å dømme ikke var avhengig av fiskestørrelse. Er dette riktig, vil små-, mellom- og storlaks overleve like godt etter utsetting.

Dette skulle tyde på at det var små effekter relatert til fiskens alder. I forsøk med relikat atlantehavslaks fant en ingen forskjeller i KM mellom ett- og toåringer eller mellom ulike årsklasser av fisk fra samme fiskeelv (Warner & Johnson, 1978; Warner, 1979). Det var heller ingen forskjell mellom juvenile og adulte individer av strupekuttaure (Muoneke & Childress 1994). Det er en generell erfaring at gytefisk og vinterstøinger tåler mer hardhendt behandling enn andre individer innen samme art (se også kapittel 9).

7.2 Kjønn og populasjon

For noen fiskearter er det vist kjønnsforskjeller når det gjelder bitevillighet og krokingsdødelighet. Mye av dette har vært forklart som utslag av territoriehevdning, idet fisken da lettere og mindre selektivt "angriper" agnet og raskt svelger og blir kroknet i vitale organer med tilhørende øket dødelighet. På samme måte vil fisk som er ute og beiter aktivt være utsatt. Payer et al. (1989) fant dessuten at småfisk av begge kjønn var mer utsatt for å bli kroknet på naturlig agn enn de voksne som helst tok kunstig agn. For denne arten (gjørs) så det ut til at det ikke var klare kjønnsforskjeller i KM. KM hos coholaks var imidlertid signifikant høyere hos hanner (13%) enn hos hunner (7%)

og som tidligere nevnt var krokingsdødeligheten høyere hos aktivt spisende coho i elvemunningsområdene enn hos elvefisken som ikke tok til seg føde (Bendock & Alexandersdottir, 1993).

7.3 Dødelighet umiddelbart og etter tilbakesetting

Relativt få fisk blir så skadet under fisket eller idet de skal settes tilbake at de må regnes som døde eller døende. De aller fleste som dør vil gjøre det etterat de er satt ut igjen, de fleste innen ett døgn. For relikat atlantehavslaks døde 74% av individene som ble satt ut i en innsjø i løpet av 24 timer (Warner, 1979), og tilsvarende, 100% av fisken fanget i elv (Warner & Johnson, 1978) og 22,5% av fisken som ble testet i et fiskeanlegg (Warner, 1976). For coholaks var den umiddelbare dødeligheten 13%, for hardt kroknet regnbueaure døde de fleste etter 24 timer (97%), For brunauare var andelen som døde i løpet av 24 timer 71% (Muoneke & Childress 1994) og for Canadisk bekkerøye 66,6% (Nuhfer & Gaylord, 1992). For atlantehavslaks regner en med at det aller meste av den fisk som dør gjør det innen 4-6 timer etter utsetting (Tufts, 1991; Bielak et al., 1996) (jf kapittel 9).

7.4 Langtidseffekter

Det er generelt få studier av langtidseffekter av C&R men Pettit (1977) viste at det i klekkeforsøk var ingen sikker forskjell i mengden øyerogn som klekket fra foreldre av anadrom regnbueaure (steelhead) som hadde vært kroknet eller ikke. Forfatteren tolket det som at krokingen ikke påvirket gytepotensialet. Reingold (1975) fant at krokingen per se ikke påvirket gytevandringen hos steelhead men hos coholaks var dette mer usikkert (Bendock & Alexandersdottir, 1993).

Pankhurst & Dedual (1994) fant hormonendringer med potensielle effekter på gytemodningsprosessen hos regnbueaure på gytevandring. Fisken, som var fanget på sportsfiskeredskap, var etter 24 timer tilbake på normalt hormonnivå og forfatterne mente at fisken da var metabolsk restituert. Selv om ingen fisk døde i dette forsøket, er det mulig at visse hormonelle endringer kunne ha en effekt på noen kjønnsmodningsprosesser hos C&R fisk (Campbell et al., 1992). Det kan være andre effekter på gyteorganene og yngeloverlevningen, og visse stresshormoner kan påvirke adferdsstatus i gyteområdene som samlet kan føre til reproduksjonstap (jf. kapittel 9). Langtidseffektene av C&R er lite studert men de er antagelig ikke svært store.

8 Redskapstyper og metoder

Bruk av trippel(tre)kroker (treble hooks) kan en tro ofte vil føre til lengre håndteringstid og ekstra stress på fisken. Studier viser imidlertid at dødeligheten som skyldes enkel krok kan være større. Hos strupkuttaure var KM henholdsvis 59% for enkel og 35 - 48,1% for trebbelkrok (Titus & Vanicek, 1988). Forsøk med bekkerøye viste derimot at KM for fisk fanget på sluk med enkel krok var 2,4% og med dobbelkrok som dregg, 8,3 % (Nuhfer & Gaylord, 1992). Resultatene viste også at hos fisk som var "dypt" krocket, døde flere (70%) med trebbelkrok enn av enkel krok (50%) og at wobblere med flere trebbelkroker, hvor krokfestet var ytterst i kjeven eller på utsiden av hodet, ikke gav noen dødelighet. Dødeligheter på 36, 7,9 og 2,8% hos regnbueaure fanget på hhv. enkel krok med agn, fluer og sluker med trebbelkrok-dregg, peker i motsatt retning (Stringer, 1967; Muoneke & Childress, 1994).

Warners studier på relikat atlantehavslaks viste et enkel krok med agn gav høyere dødelighet enn de øvrige "agn" som ble testet (Warner, 1976;1979). I og med flere undersøkelser viste at enkelkroker gav større dødelighet enn trebbelkroker og at andre viste ingen forskjeller mellom dem, ble det i Nord Amerika ikke innført forbud mot trekroker. En hadde også erfaringsmessig flere "tap" på trebbelkrok enn på enkel krok. Det har vært tolket som resultat av bedre krokingseffektivitet hos enkelkroken som oftere taes lenger inn i munn-gjelle-svelg enn trekroken, som på grunn av sin form, oftere sitter i mindre vitale deler og i selve munnhulen.

Det er også resultater som tyder på at krok med mothaker fanger mer effektivt enn kroker uten (barbless) selv om de to typenes anatomiske plassering etter kroking ikke var forskjellige (Dotson, 1982). Hovedforskjellen i C&R-sammenheng er imidlertid at kroker uten mothaker er lettere å få ut og gir mindre vevskader og blødninger (Falk et al., 1974). Selvom kroker uten mothaker synes å gi mindre krokingdødelighet er forskjellene i KM mellom dem ofte ikke statistisk sikre (Hunsaker et al., 1970; Muoneke & Childress, 1994). Dette er undersøkt hos harr, gjedde og canadarøye. Det var også tendenser til at kroker uten mothaker oftere satt i kjeven enn i selve munnhulen, i gjellene eller svelget. Slike "dype" krøkinger er imidlertid fatale uansett kroktipe.

Det er motstridende resultater for krok med eller uten mothaker når vanntemperaturen var høy, dvs. opp mot 21 °C. Det er enten ikke forskjeller (Dotson, 1982) eller dødeligheten ved fiske med krok uten mothaker er større (Titus & Vanicek, 1988). Når det mange steder anbefales å bruke kroker uten mothaker, skyldes at en etterhvert har fått mer erfaring med bruk av slike kroker (Taylor, 1991) og

spesielt fordi håndteringstiden før tilbakesetting da blir kortere (Knutson, 1987).

Diskusjonen om naturlig agn, slukredskap eller fluer har lett for å spore av, men grunnen til at fluefisket er så sterkt på frammarsj i forbindelse med C&R fiske er at en antar at det gir lavere dødelighet. Dette kan delvis forsvares ved at dette redskap gir overveiende mer overflatesår (Warner, 1979), mindre skader på vitale organer, og i forhold til agnfiske, mindre dødelighet. Forholdet til andre typer kunstig agn er omtvistet.

Forskjellene i dødelighet mellom fluefanget vs. agnfanget fisk er imidlertid avklart; KM for canadisk bekkerøye var 2,96 vs. 40,2%, for brunauere 0% vs. 20,3% og for regnbueaure var forholdet 11,25 vs. 25,4% (Allison, 1955; Muoneke & Childress, 1994).

9 Fysiologiske og anatomiske effekter av krokingsdødelighet

Det er overveiende sannsynlig at den dødeligheten som C&R påfører fisken skyldes fysiologisk svikt og/eller anatomiske skader. Fysiologiske og anatomiske effekter som påvirker dødeligheten på grunn av C&R, er virkningene av ulike stress responser, krokskader som forårsaker blødninger i ulike vitale organ. Disse er viktige for å vurdere den skjebne fisken og dens eventuelle avkom får etter tilbakesetting.

9.1 Fysiologisk stress

Av de fysiologiske mekanismer som blir aktivert pga. "miljøstress" eller andre harde, mer naturlige belastninger, er en av de viktigste den såkalte -hypothalamus-hypofysebinyre aksens. Dette involverer bl.a. frisetting av kortikosteroide hormoner til blodstrømmen, hos fisk vesentlig kortisol (Pankhurst & Dedual, 1994). Det er laboratorieforsøk som viser dette kan påvirke reproduksjonsprosessene, f.eks. forsinkelse av kjønnsmodningen (jf. kapittel 9.2).

Fangst og håndterings-stress fører også til økte mengder melkesyre i plasma og muskelvevene som i hovedsak skyldes øket anaerob aktivitet i hvit muskulatur hos fisk som utsettes for hardt arbeid (Wood et al., 1983). I vårt tilfelle gjelder det ved fangsten og senere håndtering av fisken før utsetting. Dette fører bl.a. til en acidose (forsuring) med konsekvenser for gasstransport og gjellefunksjoner og del av årsakene til dødeligheten hos flere fiskearter etter fangst og gjenutsetting (Heisler, 1984; Tufts et al., 1991).

logmed melkesyre bl.a. påvirker blodets pH og dermed dets kjemi, vil konsekvensene bli være at respirasjonen og ionevekslingen på gjellene også påvirkes. Ioneopptaket over gjellen foregår på ekvivalentbasis dvs. ett H^+ -ion fra blodet veksles med ett Na^+ -ion fra vannet og tilsvarende ett Cl^- -ion fra vannet byttes mot ett HCO_3^- -ion i blodet. Når blodet blir surere vil bikarbonatkonsentrasjonen (HCO_3^-) avta og karbondioksidmengden (CO_2) øke, sistnevnte også på grunn av øket stoffskifte i forbindelse med fangsten. Når HCO_3^- mengden går ned i blodet tar gjellen opp mindre av vannets Cl^- ioner. Men når blodets innhold av H^+ -ioner øker kan det isolert sett føre til at H^+ lettere kan byttes mot Na^+ -ioner i vannet. Ubalansen i blodet hos fisken vil da kunne føre til potensialforskjeller (mV) mellom gjellen og det omgivende vannmedium. Alt dette har konsekvenser for ionereguleringen (Potts, 1984). Utvasking av "overskudds CO_2 " vil også bidra til økte diffusjonstap av ioner fra fisken. I tillegg kommer en rekke sekundære effekter på cellulært nivå. Det fysiologiske stress fisken utsettes for ved C&R har

derfor mange årsaker og komplekse virkninger.

Flere av undersøkelsene som er utført på dette feltet er "rene" laboratoriestudier og på oppdrettsfisk (Graham et al., 1982; Wood et al., 1983). Selv om disse studiene ofte viser de mer prinsipielle virkningsmekanismer for C&R stress, er de i denne utredningen tillagt mindre vekt enn de som er utført på vill fisk og under naturlige forhold (Brobbel et al., in press; Ferguson & Tufts, 1992; Pankhurst & Dedual, 1994; Rossiter et al., 1996; Tufts et al., 1991; Wilkie et al., in press) m.fl.

Studier på andre artsgrupper enn laksefisk er kun tatt med i utvalgte tilfeller for å belyse et spesielt aspekt. Det er vel kjent at de fysiologiske responser hos laksefisk under hardt arbeid varierer sterkt avhengig av art (Heisler, 1984).

I denne utredningen har det vært naturlig og bruke resultatene fra de fysiologiske studier på vill laks som de siste år er utført i Canada. Disse har som overordnet mål å studere virkningene av det utbredte C&R-fiske som foregår, og derved øke kunnskapsnivået slik at en gjennom forvaltningstiltak kan maksimere potensialet for øket produksjon og rekreativt fiske. I dette har studier av fysiologiske forstyrrelser på krokfanget laks i ulike stadier av ferskvannsakklimering vært sentrale.

9.2 Reproduksjonseffekter

Øket stress under laboratorieforhold kan forsinke reproduksjonsprosessene hos fisk ved at en økning i kortisol virker nedsettende på androgener og østrogener (Pankhurst & Dedual, 1994). De studerte hormonendringenes effekter på gytemodningsprosessen hos regnbueaure. Fisken var på gytevandring og ble fanget på sportsfiskeredskap. Forfatterne fant at kortisolnivåene etter ca. en time økte fra normalnivået for oppdrettsfisk og hos noen fisk vedvarte dette forhøyde nivået i mer enn 24 timer. Kortisolnivåene var noe høyere hos fisk som ble prøvetatt etter relativt kort tids "kjøring" på fiskestangen (≤ 5 minutter). Melkesyrenivåene i plasma økte etter 15 minutter men etter 24 timer var de tilbake på normalt nivå. Forfatterne mente at fisken da var metabolsk restituert men det var fortsatt noen individer som viste forhøyde kortisolverdier, antagelig pga. håndterings- og lagringseffekter og prøvetakingsstress. Ingen fisk døde, men visse endringer i testosteron- og østradiolnivåene gav grunn til å tro at denne behandlingen kunne ha en effekt på noen reproduktive prosesser hos C&R fisk. Campbell et al. (1992) fant at eggdødeligheten var høyere hos "jaget" fisk enn hos kontrollfisk. Disse resultatene tydet på at antall eggfollikler, eggstørrelse og gonadestørrelsen kunne bli lavere, ovulering forsinkes og ungeoverlevningen bli mindre enn "normalt". Det var også indikasjoner på at visse stresshormoner kunne påvirke adferdsstatus i gyteområdene som samlet kunne føre til reproduksjonstap. Dette var i hovedsak resultater fra undersøkelser i laboratoriet/ eller i oppdrettsanlegg. I laboratorieforsøk med

regnbueaure ble det som nevnt funnet redusert klekkesuksess som følge av C&R (Campbell et al., 1992), men feltforsøk tyder på at effektene er relativt små. Av to grupper Atlanterhavslaks fellefanget i forbindelse med gytevandringen (Booth et al., 1995), ble en utsatt for en fysisk behandling tilsvarende C&R og en var kontrollgruppe. Begge hadde generelt høy klekkeprosent og det var ingen signifikant forskjell mellom krokfanget ($97,8 \pm 0,6\%$) og kontrollfisk ($97,0 \pm 0,9\%$). Dette overensstemmer godt med resultatene fra et tilsvarende feltforsøk (Davidson et al., 1994).

Anadrom regnbueaure (steelhead) fanget på flue og sluk i Clearwater River, Idaho i USA, ble merket og satt ut igjen og senere fanget på gyteområdene lenger oppe i elva. Fisken fikk anledning til å komme seg etter fangst og bli fullt kjønnsmodne. Det ble tatt egg av både C&R-hunner og kontrollfisk og klekket rogn av ulike krysninger (behandlingsgrupper) (Pettit, 1977). Antallet øyerogn pr. hunn av begge grupper og klekkeprosenten var ikke signifikant forskjellige selv om variasjonen innen den enkelte gruppen var stor.

Relevansen for vill fisk i elvene er fortsatt litt usikker fordi detaljstudier under feltforhold på dette felt er relativt få. Hvorvidt dette påvirker bestandene er også lite utredet men praktiske erfaringer tyder ikke på at bestander får vesentlig nedsatt reproduksjon pga. intenst C&R-fiske (Greer & Griffith, 1985).

9.3 Vinterstøinger og nygått blanklaks

I studier i Mirimachi River i New Brunswick (Brobbel et al., in press), fant en at både laksestøinger og nygått blanklaks etter fangst hadde kraftig nedgang i fosfokreatinnivåene (PCr) i hvit muskulatur, mest hos utgytt fisk. Dette justerte fisken til normalnivåer etter 2 til 4 timer. ATP-konsentrasjonene ble derimot ikke endret fra normalnivåer som ikke uventet var litt lavere hos de utmagrede støingene. Disse hadde også mindre glykogen i den hvite muskulaturen som typer på mindre anaerobe kapasitet. Melkesyremengdene økte også kraftig etter fangsten, mest hos umoden/modnende laks. Den intracellulære vevsforsurningen (acidosen, dvs. protonbelastningen) var høyest hos utgytt fisk som hadde høyere nivåer av Na, Cl og K i plasma. Etter 12 timer var de fleste av disse fysiologiske variablene kommet ned på eller nær normalverdiene for kontrollfisk. Dette gikk raskest hos støingene og ingen av dem døde av denne behandlingen. 3 av 24 blanklaks døde (12,5%). Dette viser samlet at støinger er mindre følsom for C&R enn blanklaks men de fysiologiske virkningene er av samme type.

9.4 Håndtering av laks, lufteksponering

Ved praktisk utøvelse av C&R blir fisken ofte løftet opp av vannet for å fjerne eller klippe av kroken, måle total lengden, av og til veie den og ta et bilde. Den settes deretter tilbake, og en lar den komme seg slik at den ved egen hjelp svømmer ut og stiller seg opp i elva for ytterligere å restitueres etter å ha vært på krok.

Laboratoriestudier med regnbueaure hadde vist at ca. 1 min lufteksponering av utmattet fisk førte til øket dødelighet (Ferguson & Tufts, 1992). Fisken hadde da innoperert et kateter for gjentatt blodprøvetaking. I feltstudier høsten 1995 (Rossiter et al., 1996), der en testet kombinasjoner av (1) tiden fisken var i luft (0, 1 eller 2 min), (2) fisk som var kjørt til fullstendig utmattelse og (3) kontrollfisk. Forsøksfisk (smålaks/grilse) fra hver forsøksgruppe ble brukt til separat testing av 24-timer dødeligheten som i dette tilfellet var 0. Resultatene viste at lufteksponering alene førte til nedgang i ATP og fosfokreatinnivåene i den hvite muskulaturen og at melkesyrenivåene i muskulatur og i plasma økte. Lufteksponering etter (2) førte til ytterligere nedgang i PCr og ATP. Nedgangen var større enn hos den gruppen som bare ble kjørt til utmattelse som også hadde lavere innhold av plasmaioner. Selv om 2 min lufteksponering etter utmattelsesbehandling førte til større endringer i melkesyre og ioner i plasma enn hos den tilsvarende gruppen som hadde vært 1 min i luft, var PCr og ATP nivåene i hvit muskulatur ikke forskjellige. Det var heller ikke sikre forskjeller i melkesyre konsentrasjonene i muskulaturen mellom grupper med ulik grad av lufteksponering. Det er uansett fysiologisk sett gunstig at fisken holdes så kort tid som mulig i luft før den settes tilbake. Disse studiene har fortsatt høsten 1996 der en også vil se på syre-base status i muskulatur (og blod) sammen med løste gasser i blodet (B. Tufts pers. med.).

9.5 Virkninger på respirasjons-gasser og blodkjemiske forhold

Det er kjent at også fiskeblodets innhold av løste gasser og andre kjemiske forhold forandrer seg som følge av fysisk utmattelse (Tufts et al., 1991). Den sistnevnte studien var et laboratorieforsøk med 1-2 kg juni laks fanget i Lahave River, Nova Scotia som ble transportert til Halifax. Ca. 4 timer etter utmattelsesbehandlingen fikk fisken en kraftig ekstracellulær acidose (forsuring i blod og lymfesystemet) med høye verdier av melkesyre i blodet som varte i flere timer etter stressingen var avsluttet. pH i de røde blodcellene falt og deres evne til å ta opp og avgis oksygen sank i løpet av restitueringsperioden. Umiddelbart etter utmattelsen, hvor erythrocyt-pH og det arterielle blodets partialtrykk av oksygen sank, inntrådte en fase hvor blodcellenes prosentvise volumandel (hematocrit) økte slik at partialtrykket igjen steg. I forbindelse med den omfattende melkesyre-forsuringen sank blodets pH

sammen med bikarbonatinnholdet. Men etter ca. 24 timer var blodvariablene igjen normale eller ikke signifikant forskjellige fra disse. Ingen fisk døde i forsøket.

Tilsvarende studier av effekter på laks, fellefanget i forbindelse med gytevandringen om høsten (6 °C), ble utført i sidevassdrag til Miramichi River (Booth et al., 1995). Fisken var mest smålaks men det var også noen store laksehanner med flere vinteropphold i havet (MSW). Resultatene viste stort sett det samme bildet som tidligere, men uten den nedgangen i blodsukker som var vanlig. Dette ble tolket som at stressresponsen var minimal under disse forholdene. Selv om det tok lengre tid å "kjøre" storlaksen enn smålaksen til utmattelse, var de fysiologiske forstyrrelsene *mindre*. Ingen fisk døde i forsøkene. Disse funnene tyder på at fisken ser ut til å kunne justere for mange av de respirasjonsfysiologiske endringene som følger av hardt fysisk arbeide i forbindelse med C&R. Forfatterne påpeker at denne villfisk ble svært raskt restituert, m.a.o. taler dette for en strategi med C&R-fiske sent i sesongen.

9.6 Temperatur

En har også studert de fysiologiske virkninger av C&R fiske i varme elver (≈ 20 °C) (Wilkie et al., in press). Hypotesen var at laksen da får større fysiologiske forstyrrelser enn når temperaturen er lav. Det var som tidligere nevnt en generell erfaring at KM var høyere når temperaturen var høy og det var også observert større dødelighet på C&R-laks i varme elver enn i kalde (Wilkie upubl.).

Grupper av kjønnsmoden smålaks ble fisket opp og prøvetatt. Resultatene viste at fisken fikk øyeblikkelige reduksjoner i mengden adenosintrifosfat (ATP) og fosfokreatin (PCr) i den hvite muskulaturen men disse ble erstattet etter 2-4 timer. Som hos Booth et al. (1995), ble de intramuskulære lagrene av glykogen raskt tømt. Disse ble heller ikke resyntetisert (gjendannet) i løpet av de neste 4 timene. Dette mener forfatterne kan skyldes en mer vedvarende intracellulær acidose i muskelvevet og redusert evne til å bruke melkesyre som substrat for resyntese av glykogen. Markert økning i melkesyre i muskel og metabolsk proton belastning (ΔH^+_{m}) ble også registrert, men melkesyreelimineringen og protonkorreksjonen gikk mye langsommere enn ved lave temperaturer og hos gytefisk. Ved 22° C ble det hos en gruppe smålaks målt en etter-fangst- dødelighet på 40%.

I et påfølgende arbeide (Wilkie et al., in press) ble grupper av kjønnsmoden smålaks eksponert til 12, 18 og 23°C. Resultatene viste at alle gruppene fikk øyeblikkelige reduksjoner i mengden ATP og PCr i den hvite muskulaturen. PCr ble erstattet i løpet av 1 time, ATP etter 2-4 timer, og dette tok lengst tid ved den laveste temperaturen. Som hos Booth et al. (1995), ble de intramuskulære lagrene av glykogen raskt tømt og parallelt med det, en frisetting av melkesyre og en nedgang i

intracellulær (cellenes) pH (0,6 enheter). Her var det samme tendens for alle gruppene, men i korreksjonsfasen gikk resyntesen av glykogen, melkesyre nedbrytningen og pH-korreksjonen langsomt ved den laveste temperaturen. Dette skyldes ikke begrensninger i oksygentilførsel. Det ble paradoksalt nok, bare registrert fangstdødelighet ved 23 °C (30%). Det ble konkludert med at mens varmt vann bedrer restitueringen av metabolitter i muskulaturen og syre-base status hos atlantehavslaks, så gjør det dem samtidig mer følsomme for dødelighet etter fangst og utsetting. Årsakene til dette er ukjent.

Der ble foreslått at C&R- fiske under slike forhold, med lav restituering og stor dødelighet etter fangst, utføres slik at den tiden fiske kjøres på stang og eventuell eksponering til luft, blir så liten som mulig. Hvis vanntemperaturen blir høy bør en la være å fiske. Dette praktiseres nå i enkelte canadiske elver.

9.7 Vannkvalitet

Under sommerforhold studerte Rossiter og medarbeidere virkningen av vannets ioneinnhold (hardhet) og pH på graden av fysiologiske forstyrrelser etter fangst og under rehabiliteringsfasen. Dessuten fulgte en dødelighetsutviklingen i de to vannkvalitetene som ble testet (Rossiter et al., 1996). De målte de samme fysiologiske variable som tidligere og fant signifikante forskjeller mellom hardt, nøytral vann og bløtere vann med et lavere innhold av oppløste ioner (30-50 ppm. Ca).

I rehabiliteringsfasen var endringene i plasma pH, osmotisk konsentrasjon, konsentrasjonene av melkesyre, bikarbonat, metabolske protoner, K og Cl i alle tilfeller størst hos gruppen som ble holdt i bløtt vann. Fisken viste de forventede endringer i muskelmetabolittene, men her var det ingen sikre forskjeller mellom de to gruppene. Når det derimot gjaldt overlevning, døde ingen fisk i hardt vann mens 43% av den kanulerte fisken, 18 % av individene brukt til muskelprøvetaking og/eller "rene" overlevingsforsøk døde i bløtt vann. I en parallell forsøksserie ble nøytralt vann og moderat surt vann (pH 5,3-5,5) testet mot hverandre og her var det ingen sikre forskjeller mellom gruppene, og interessant nok, var restitueringen i den "sure" gruppen *raskere* enn i hardt nøytralt vann. Dødeligheten var ikke påvirket av vannkvaliteten. Resultatene indikerte at døende laks hadde en mer langvarig forstyrrelse av syre-base forholdene (som de aldri kom ut av). Hvorvidt dette samlet betyr at C&R fisk i surt vann får mindre KM enn i mer nøytralt vann er usikkert.

9.8 Kroppsstørrelse

At kroppsstørrelsen kunne spille en rolle for de fysiologiske responser og graden av overlevning etter hard belastning beror bl.a. på at store fisker utsettes for mer langvarig påvirkning fordi utmattingskampen ("kjøringen") nesten alltid er lengre enn hos mindre fisk. Laboratorieforsøk med regnbueaure viste at de fysiologiske forstyrrelsene økte med kroppsstørrelsen (Ferguson et al., 1993). Dette ble imidlertid ikke funnet i forsøk med vill laks (Booth et al., 1995) og heller ikke i forsøk med ulike grupper av oppdrettslaks med kjent avkoms- og forhistorie, og i størrelsesgrupper som fra smålaks til storlaks (Rossiter et al. in prep). Det var her ingen forskjell i de fysiologiske stressrelaterte variablene mellom størrelsesgruppene før behandlingen. Etterpå var det ingen forskjell i PCr og melkesyreinnholdene men ATP- og glykogenfallet var størst hos smålaksen. Tilsvarende var det i alle størrelsesgruppene et visst fall i plasmaets konsentrasjon av glukose (blodsukker) mens melkesyreinnholdet økte. Plasmaonekonsentrasjonene var litt høyere for storlaks men de endret seg ikke som følge av behandlingen og uavhengig av fiskestørrelsen. Det vil samlet si at de fysiologiske effekter av C&R fiske etter alt å dømme ikke er avhengig av fiskestørrelse slik at både små, mellom og storlaks overlever like godt etter utsetting.

9.9 C&R dødelighet på laks utfra fysiologiske eksperimenter

Utfra forsøkene i 1992 og 1993 var den totale C&R-dødeligheten etter lang tid, konservativt regnet til henholdsvis 5,4 og 5,8%. Disse tallene er den andelen merket fisk som etterpå ble funnet døde, enten i elva eller i lagringsbassenger ved elva eller i en høl nedstrøms en fiskefelle som pga. lav vannstand var fullt kontrollerbar. Mye tyder på at dette er overestimerer fordi mesteparten av dødeligheten var i lagringsbassengene, og endel skyldes tilleggstress som følge av etterbehandlingen (B. Tuft pers. med.)

9.10 Effekt på vandringer

I enkelte av siste års forsøk fra Canada (Tufts et al., 1996) mfl. er det gjort noen forsøk på å følge vandringerne av C&R-fisk ved hjelp av radiomerking. Disse resultatene er foreløpige, men tyder på at kontrollfisk vandret raskere og lengre enn C&R-fisk. Dette kan bety at krokfanger og utsatt fisk ikke vandrer så mye i vassdragene og gyter mest i de nedre delene. Resultatene er så langt ikke konklusive.

Lignende studier i Storbritannia (Walker & Walker, 1992), men hvor en bare hadde radiomerket C&R fisk, viste at fisken tilsynelatende hadde et normalt vandringmønster og at omtrent 50% overlevde frem til gyteperioden. Forfatterne

mente dette var bra på bakgrunn av tjuvfiske, predatorer (oter) og naturlig dødelighet. Det var ingen dødelighet som kunne relateres til C&R og radiomerkingen. De fiskene som i tillegg ble fanget på stang, merket med konvensjonelle merker og satt ut igjen, overlevde godt og deltok i gytingen.

Anadrom regnbueaure (steelhead) som ble fanget på gytevandring i Clearwater River, Idaho i USA, transportert nedstrøms, satt krok i og kjørt til utmattelse og deretter satt ut, vendte tilbake til sitt gyteområde like godt som fisk som bare ble utsatt direkte. Antallet som kom tilbake var imidlertid avhengig av hvor langt nedstrøms de ble satt ut. De som ble satt ut lengst nede i elva kom tilbake i lavest antall og det var tegn på at jo nærmere fisken var gytetidspunktet, jo færre kom tilbake til det opprinnelige gyteområdet (Reingold, 1975). Anadrom regnbueaure (steelhead) fanget på flue og sluk, ble også merket og satt ut igjen. Dødeligheten ble ikke målt i dette forsøket, men for den sesongen hvor forfatteren mener opplegget fungerte best kom mer enn 70% av fisken tilbake til "sitt gyteområde", dvs. den frivillig svømte inn i klekkeriet. Utfra dette ser det ut som at vandringerne ikke blir vesentlig påvirket av C&R selvom fisken antagelig da vandrer noe kortere enn ellers.

10 Effekter av anatomiske skader

Den dødelighet som C&R påfører fisken pga. anatomiske skader er nesten uten unntak forårsaket av korkingen, og dette kan resultere i ødelagt vev og blødninger. Det er avgjørende hvor krokene sitter i munn, svelg eller i mageregionen. Det er også avhengig av kroktype og type agn som benyttes (Muoneke & Childress, 1994).

I en studie fant en 96% av dødeligheten hos stasjonær laks (landlocked salmon = reliktlaks) der krokene ble fjernet fra de indre deler av mage-svelg-gjelle regionen, fant sted innen 1 døgn. Det ble brukt ulike "agn" (enkel krok, dobbelkrok, fiskefluer og kroker agnet med mark). 44% av dem som døde var kroket i gjellene, 24% i svelget og samlet dødelighet hos de 106 fisk som hadde svelget markkroken var 73%. Dødeligheten var 90% når kroken ble fjernet men ble redusert til 57% når snøret ble kuttet og kroken fikk sitte i (Warner, 1979).

Det er rapportert 71,4 % dødelighet hos canadarøye når fisken var kroket i vitale organer (gjelle og svelg) men bare 6,9% for fisk som var kroket i kjeven (Loftus & Taylor, 1988). Andre har funnet 100 - 49% dødelighet hos coh-laks krøket i gjelleregionen mot 2,9% dersom de var kroket i kjeveområdet (Muoneke & Childress 1994). Dødeligheten hos samme art var 45, 33 og 22% avhengig av om den var kroket i henholdsvis gjeller, svelg og munn/hode (Vincent-Lang et al., 1993). Undersøkelsen viste også at, uansett hvor kroken satt, var dødeligheten 75% hos fisk som hadde blødninger og 25% hos dem som ikke viste slike. Av den fisken som var kroket i hode/munnregionen var tallene 11,8% for fisk med synlige blødninger mens ingen av dem uten dette symptom døde. Tilsvarende tall for fisk kroket i gjeller eller svelg var 57,1% og 25%.

I en annen studie fant en at 61% av store bekkerøyer som var hardt kroket i gjeller eller svelg døde (Nuhfer & Gaylord, 1992). Lignende studier på brunare viste det samme bildet og dødeligheten økte dersom krokene ble fjernet (Muoneke & Childress 1994). Undersøkelser på gjørs (*Stizostedion vitreum*) viste at fisk fanget på kunstig agn der krokene oftest satt i munnregionen, hadde vesentlig mindre dødelighet enn agnfanget fisk der kroken satt i mage eller svelg (Payer et al., 1989). De samme erfaringer er gjort for en rekke andre fiskearter (Muoneke, 1992).

Hvor korkingen finner sted rent anatomisk er avhengig av en rekke faktorer, bl.a. måten fisken tar agnet på (Warner & Johnson, 1978). De brukte en rekke ulike enkel og trippelkrok fluer og sluker, og fant at de fleste reliktlaksene ble kroket i kjeven (61%) mens 6% var gjellekrøkt. Av sistnevnte døde 63% mot 4% av de kjevekrøkte. Uansett krøkingsted, var dødeligheten gjennomgående mindre hos fluefanget fisk fordi krokene da oftest satt i mindre vitale

områder enn når en benyttet mark som agn. Studier på fluefanget strupekuttaure viste at 75% da ble krøket i mindre vitale områder i kjeve-regionen (Dotson, 1982). Når krok-skader og blødninger er mest avhengig av hvor kroken sitter, vil visse arter som har liten bløt munn og tar forsiktig, f.eks. harr, være mindre utsatte enn typiske rovfisker som mer sluker.

Hvis det ikke er vesentlige vevsskader, vil ofte krokene kunne avstøtes eller ruste bort i fiskemagene eller nytt vev vokser rundt og innkapsler fremmedlegemet (Mason & Hunt, 1967). Det betyr at det kan være en fordel å la krokene sitte i, slik at langtidsvirkningene blir mer begrensede enn når krokene blir fjernet og derved forårsaker vevsskader og blødninger.

11 Håndteringen av fisken før tilbakesetting

Det er intuitivt innlysende at den måten fisken håndteres på etter fangst og fram til tilbakesettingen er viktig for overlevelsen. Viktige faktorer er fiskerens erfaring, redskapsvalg, hovbruk, oppholdstid i luft for måling og fotografering og behandling som fører til tap av skjell og slim mm. Endel undersøkelser tyder på at dette har liten betydning (Loftus & Taylor, 1988) mens mange andre studier klart peker mot det motsatte. Det gjelder f.eks for atlantehavslaks og regnbueaure (Ferguson & Tufts, 1992; Rossiter et al., 1996).

Hvorvidt en lar dyptsittende kroker sitte i eller ikke har som nevnt betydning for overlevelsen. Det samme gjelder om en bruker fingrene til å fjerne slike kroker eller benytter egnet krokjerningsredskap. En fant f.eks. at dødeligheten hos dypt krokret regnbue aure ble redusert fra 95 til 82% ved bruk av krokjernere, men viktigere, at dersom en lot krokene sitte i, var det 34,5 % som døde (Mason & Hunt, 1967). Hos coho-laks ble den dødelighet som skyldes håndtering anslått til 1,3%, mens krokingsdødeligheten var henholdsvis 3,3% for fisk krokret i hode/munn området eller og 66,7% for gjellekrøkte (Vincent-Lang et al., 1993). I Nord Amerika er nå bruk av slike krokjerningsredskaper akseptert og vidt utbredt.

Som tidligere nevnt er tiden fisken holdes i luft viktig for fiskens fysiologi (se kapittel 9.4). Det å holde en fisk i luft etter hard fysisk belastning kan lignedes med å la en trenet person løpe maraton og umiddelbart etter målpassering holde hodet til løperen under vann i f.eks 1 - 3 minutter.

Slik lufteksponering er systematisk etterprøvd i to kontrollerte forsøk (Ferguson & Tufts, 1992; Wells & Baldwin, 1995) men det er ingen rene feltundersøkelser. Det er imidlertid en rekke regler som må følges hvis en skal minimere fiskens stress og hjelpe til slik at den blir i stand til å komme seg etter den harde belastningen (Carter, 1975; Wulff, 1984). NASCO arbeider nå med en manual som kan benyttes.

12 Frivillig eller pålagt C&R; norske og utenlandske erfaringer

12.1 Norske erfaringer

Tilbakesetting av fisk under minstemålet, for aure feks. 25 cm, har i lange tider vært benyttet i Norge og tilsvarende "restriksjoner" er svært vanlig i mange andre land. Ved det såkalte "spesimen-fisken" blir fisken fanget, som oftest med agn og krok, og oppbevart i store nett som dokumentasjon av størrelse, vekt og antall, og blir deretter satt tilbake. Aktuelle fiske arter er oftest hvitfisk (mort, brasme, suter, karpe, gjedde, m.fl.) samt en rekke tropiske-subtropiske ferskvanns- og saltvannsarter (Muoneke & Childress, 1994).

Av norske erfaringer er det særlig i tre tilfeller der en på frivillig grunnlag har innført helt eller delvis C&R-fiske eller praktisert C&R i forbindelse med fangst av stamfisk.

I vår kanskje mest berømte lakseelv, Alta, har en de siste 2 år i visse soner satt ut det aller meste av fangsten, spesielt hunner og dessuten en god del stor hannlaks av troféstørrelse, også tidlig i sesongen. Fiskerne her synes oppleve dette som positivt tatt i betraktning de siste års nedgang i fangstene.

Det er lokal erfaring at den nygatte fisken er mer "tander" enn gytefisken. Den kunne tidligere bli transportert pr. bil i våte striesekker før stryking, men uten at det hadde noen påviselig effekt på avkommet. Det så også ut som gytefisken kom seg etter stryking og da den ble satt tilbake i elva. Dødeligheten som følge av en slik behandling er ikke kjent men er det hevdes den ikke er særlig stor.

En har også lokal erfaring for at forekomsten av død laks på de soner der C&R har vært praktisert var liten og ikke høyere enn vanlig. I praktisk fiske mister en, her som ellers, laks som er helt "dødkjørt" men som etter det en kan se, har klart seg bra. Ved etterkontroll i Altaelva av erfarne guider i forbindelse med det lokale C&R-fisken finner svært sjelden død laks i denne relativt klare elven. Hadde dødeligheten vært mer omfattende burde den vært sett av de mange fiskere som hvert år fisker der. Utfra disse erfaringene vil Interesseselskapet fortsette denne praksis (Ivar Leinan pers.med.). Gjenfangstfrekvensen er ikke kjent.

I Aaelva, nedre del av Gjengedalsvassdraget, har en de siste år innført C&R-fiske og fangstreguleringer (P. Klouman pers.med.). Reglene er nå at all hunnlaks mellom 70 - 110 cm settes ut igjen, av hannfisk i denne størrelsesklasse får hver fisker ikke ta mer enn to fisk, laks eller sjøaure, hver uke. Alt fiske sammen med grunneierne er "no-kill" dvs. all slik fisk settes ut igjen. Dette forvaltningstiltaket er vel mottatt av fiskere og grunneiere.

Denne ordningen er også innført i naboelva i Hope.

12.2 Erfaringer fra andre land

Forvaltningstiltakene i Nord Amerika som har vært omfattende, har vanligvis vært rettet mot redskapsrestriksjoner, størrelse og antallsrestriksjoner og i ett tilfelle sesong/døgn restriksjoner f.eks. pga. høye vann-temperaturer. Det virker som det langt på vei har redusert dødeligheten som forutsatt riktig håndtering ved fangst og utsetting er generelt lav dvs. ² 5% og det er mer gytefisk i elvene der C&R praktiseres.

Resultatene av slike tiltak virker nesten uten unntak å ha vært positive. For de lakseelvene i Nord-Amerika hvor dette har vært praktisert siden midt på 80-tallet av, spesielt de kanadiske, var det et krafttak for å møte den utstrakte bekymring for laksens fremtid etter mange år med avtagende fangster som i endel tilfeller hadde gått ned med 80-90% (Marshall, 1988).

Forbud mot fiske i havet ble fulgt opp med obligatoriske merking av all fisk, innføring av C&R og i elvene sesongkvote på hvor mange laks den enkelte fisker fikk ta opp. En kan derfor ikke angi hvor stor del av bestandsoppgangen skyldes C&R alene men at den har bidradd er uomtvistelig.

De enkelte elvene er nå kun åpne for C&R-fiske når elvas kvote var satt og det er obligatorisk at all laks med flere vintre i havet eller som er større 63 cm, settes mest mulig uskadd tilbake i elva. Gjennom informasjonskampanjer ble publikum holdt underrettet og tiltaket ble forklart (Bielak, 1987).

I Maine i USA, ble det fra 1992 av satt en årskvotepå 1 fisk pr. fisker men det er fortsatt tillatt å sette ut all fisk. Dette året ble av en total "fangst" på 600 laks, 407 satt tilbake (68%).

I Skottland er konseptet praktisert på frivillig basis i flere elver (A.Walker pers. medd.). I Wales oppfordres fiskerne til det samme, spesielt på slutten av fiskesesongen (A.Gee pers. medd.). I minst en "engelsk" elv oppfordres det også til å sette tilbake laksen og de fiskere som dessuten vil levere fisken levende til den lokale stamfiskstasjon, får, hvis de ønsker det, som "kompensasjon/belønning" en oppdrettslaks av samme størrelse til privat konsum. I de rike russiske lakseelvene på Kola praktiseres nå C&R og kvoteordninger i mange fiskecamper.

Det er som nevnt innledningsvis er det begynnende interesse for å prøve dette konseptet i Norge. Erfaringene når det gjelder dødelighet på utsatt fisk og antallene synes så langt å peke i riktig retning.

I 1995 ble det i Aa satt tilbake ca. 100 fisk, som etter det som er sett, har klart seg bra. Det ble ikke sett død fisk i elva men i 1996 ble det tatt opp en hunnlaks med store blødninger, som døde etter et opplivningsforsøk på 45 min. I tillegg ble det, til tross for vurdering av meget erfarne laksefiskere, ved en feil drept 2 nygatte hunnlakser på 8 - 9 kg. Fra 1997 av, skal derfor alle de fisker som er en er i tvil om kjønnen på, tilbakesettes. Ellers har tilbakesettingen etter litt erfaring, gått tilfredsstillende. Pga. stort innslag av sjøaure under 1 kg i 1995 års fiske, har man fra 1996 av også tatt inn i reglene at all sjøaure under 45 cm skal settes ut igjen. Noen fiskere tar ikke hunnfisk uansett størrelse. Disse tiltakene blir sett sammenheng med oppkjøp av 1 krokgnarsrett i Hyenfjorden, arbeide med innføring av lignende regler i hele vassdraget samt andre ytterligere kultiveringstiltak. En regner med at dette samlet vil styrke gytebestanden og på lengre sikt øke bestanden i elva slik at den kan beskattes på en bærekraftig måte. Elva et kategori 5 vassdrag. Gjenfangstprosenten er heller ikke her kjent.

I Rauma ble *Gyrodactylus salaris* første gang observert i 1980 og i 1983 var hele den lakseførende strekning infisert. I 1985 kom et dramatisk fall i fangstene. Allerede i 1983 tok en til å samle inn stangfisket laks som stamfisk til det lokale klekkeri og oppdrettsanlegg. Det ble fisket etter stamfisk i hele sesongen dvs. fra juni til august/september og fanget fisk ble oppbevart til den var kjønnsmoden og deretter strøket. Rognen ble klekket og fisken ble ført fram til smoltstadiet og deretter satt ut i hjemmevassdraget. Klekkerresultatene var gode og smoltproduksjonen gikk svært tilfredsstillende. I følge Vidar Skiri, som var en av krumtappene i dette opplegget og har gitt opplysningene, ble det i perioden 1983 - 1994 fanget mange hundre stamlaks på denne måten. Dødeligheten fram til stryketidspunktet var lav, 1-2% for fluefanget laks, 8-10% for fisk som var tatt på annen krokredskap. I perioden 1995 - 1996 ble det i Rauma foretatt et prøvefiske med stang der fisken ble merket med Carlinmerker, lengdemålt, vekt og kjønn ble anslått og det ble tatt skjellprøver. Laksen ble deretter satt tilbake i elva. Under gode lysforhold kunne en disse årene se merket fisk over hele den lakseførende strekning. Til tross for iherdig innsats ble det ikke sett døde lakser i elva. Utfra de gode erfaringene i Rauma ser det ut til at den C&R som ble brukt her virket etter hensikten. Skiri hadde også erfaring for at lang tids kjøring på stang ikke medførte ekstra dødelighet og at det faktisk var en fordel at fisken var utmattet ("kjørt"). Dette lettet transporten til stamfiskanlegget og gav mindre skader enn om fisken var "sprek". Han påpekte også at i 60 og 70 årene, når det var store fangster i Rauma, ble det tiltross for at mye fisk slet redskap eller ble mistet på annen måte, sett svært lite døde lakser i elva. Det var da ikke uvanlig å få fisk som tidligere hadde vært på krokredskap og der kroket og fortommer satt i kjeve-munnhule.

13 Forvaltnings- og FoU-behov

C&R er nå i mange land akseptert som et forvaltningskonsept (Quinn, 1986) mfl. og etter en tid også godtatt blant sportsfiskerne (Snider & McKee, 1982). Etableringen av ordningen har enten vært på frivillig basis eller ved pålagte restriksjoner. Det har i disse tilfeller skjedd en holdningsdreining mot et ikke-konsumsjonsfiske der hensynet til bestandene blir det viktigste elementet og en dreining i redskapsbruken mot typer som gir minst KM. Hos oss har en slik prosess ennå ikke begynt, men temaet har vært diskutert i media og i jeger- og fisker tidsskrifter og i faglitteraturen, f.eks. av Aas & Kaltenborn (1995). I arbeidet med denne utredningen har det vært interessant å merke seg at de samme argumenter som ble brukt i Canada vedr. atlantisk laks på tidlig 80-tall (Bielak, 1988) nå gjenfinnes hos oss. I andre land ser en også at også det bevaringsbiologiske aspekt fremheves, når C&R skal innføres på for mange av oss fremmede fiskearter, f.eks. flere truede haiarter, (Kruger, 1992) mfl.

De økonomiske sidene ved en slik forvaltningsstrategi er også viktige (Milon, 1991). I Nord Amerika var det til å begynne med sterke protester mot C&R fra den lokale sportfiskerelaterte "industrien", dvs. fiskeguider og eiere av fiskehoteller- og camper som så sin næring truet. Senere har erfaringen vist at deres inntekter har øket fordi tilstrømmingen av fiskere, pga. bedret rekreativt fiske, også har øket. Dette har forvaltningen i mange land, spesielt i USA og Canada innsett, og justert regelverket etter lokale forhold og brukernes interesser. De har samtidig vektlagt de målsetninger for bestandsskjøtsel som ble lagt til grunn for innføring av tiltaket (Wright, 1992). Ettersom erfaringene kommer, genereres det fortløpende nye krav til forvaltningen og dette initierer forskning som belegg for eller utprøving av ulike tiltak.

Hvis vi i vår land ønsker forsøk med denne typen forvaltning, er det viktig at lokalitetsvalget blir en åpen, lokalt initiert og langt på vei, desentralisert prosess. Det foreslås derfor at FoU legges til lokaliteter, dvs. elver der eierskap og disposisjonsrett er avgrenset og klart definert. Dette bør skje på frivillig grunnlag og ikke pålegges, og det er nødvendig med betydelig lokal interesse for å forsøke dette, for å øke sjansen for å lykkes. Frivillighet er å foretrekke fordi den lokale infrastruktur da lettere vil fungere slik at tiltaket blir respektert og fulgt opp ved egenkontroll. Mye ligger også på fiskerne som må ha grunner for og kunnskap til å kunne mestre denne typen fiske. Dette oppnåes blant annet ved at fiskerne og lokalsamfunnet følges opp ved faglig informasjon og blir holdt løpende underrettet om oppnådde resultater.

Et viktig kriterium for valg av lokalitet er, i tillegg til lokal interesse, at elven(e) ikke er for stor(e) og såpass

oversiktlig(e) at FoU arbeidet kan utføres rent praktisk slik at det feks. er mulig å foreta registreringer av død fisk eller tellinger av merket eller umerket gytefisk. Det foreslås at antallet elver som følges nøye opp av forskning og utviklingsarbeid i starten ikke bør overstige to.

Hovedpoenget for FoU på dette feltet bør være at en skaffer seg erfaringsgrunnlag ved utføre praktiske forsøk i et lite antall elver der hovedhensikten er å få kunnskap om de samlede virkningene av C&R fiske under norske forhold. I dette bør inngå:

1. Registrering og merking av all fisk som blir satt tilbake og registrering av eventuelle gjenfangster.
2. Direkte måling av krokningsdødeligheten (KM) ved felteksperimenter (overlevningsforsøk) med laks i ulike grader av ferskvannsakklimering (blanklaks - gytere)
3. Indirekte estimater av KM ved registrering av død fisk
4. Gjenfangster og observasjon av merket gjenutsatt fisk for å studere deres vandringer og tilstedeværelse på gyteområdene
5. Studere sammenheng mellom KM og temperatur og eventuelt vannkvalitet
6. Studere virkninger på KM av ulike redskapstyper hvis det er aktuell fiskepraksis.

På sikt er det selvsagt viktig å få målt de bestandsmessige endringer som skjer som følge av tiltaket, dvs. måling av reproduksjonen i elva. Dette bør imidlertid skje som et påbygningsprosjekt, etterat en har fått mer kunnskap.

Logisk sett er neste fase i denne prosessen at man:

1. definerer/designer et forsøksopplegg
2. man kontakter lokale elveeiere der prosjektet kan gjennomføres og
3. man lager en tidsplan for gjennomføringen og setter kostnadsrammene.

Det er også viktig at resultatene blir kjent og tilgjengelige, og at vi kan få en konstruktiv debatt omkring C&R-konseptet, basert på praktiske erfaringer om de biologiske effekter av C&R.

At denne "nye" måten å forvalte våre lakseressurser på bryter med gjeldende praksis og har politiske over- og undertoner, er innlysende. Men det er å håpe at det raskt foretas en grenseoppgang mellom biologi, sosiologi, etikk og politikk. Dette er imidlertid ikke et tema i denne utredningen.

14 Sammendrag

Rekreativt fiske som bygger på at all eller endel fanget fisk settes tilbake til elven, dvs. Catch and Release (C&R), er mye benyttet i andre land, spesielt i Nord Amerika. C&R kan oppfattes som et kompromiss mellom hensynet til fiskebestandene og hensynet til det store og økende behovet for rekreativt fiske. Der dette konseptet har vært benyttet har erfaringen vist at begge disse hensyn kan ivaretaes, og har derfor dannet grunnlag for en forvaltningspraksis.

Et slikt ikke-konsumsjonsbasert fiske fører nødvendigvis til at endel fisk som tilbakesettes dør på grunn av påførte skader. Denne krokingsdødelighet (KM) ved Catch & Release fiske varierer sterkt hos laksefisk, avhengig av art. Arter innen slekten *Salmo* synes å være mer hardfør med lavere KM enn stillehavslaksene.

KM ligger fra 0 til opp i mot 30-40%, av og til høyere. Hos atlanterhavslaks er den oftest mellom 0 og 5%. Hos sjøaure, som ikke er undersøkt, har vi utilstrekkelige data, men for ferskvannsaure som er bedre kjent, synes dødeligheten å ligge på omtrent samme nivå som for atlanterhavslaks. Våre øvrige opprinnelige laksefiskarter, røye(r), siker og harr, er noe undersøkt, men utilstrekkelig i forhold til deres verdi som potensielle objekter for rekreativ C&R-fiske. KM verdiene for disse synes å ligge litt høyere enn for atlanterhavslaks og aure. Mesteparten av dødeligheten finner sted i løpet av 24 timer, ofte etter kortere tid etter fangst.

Variasjonen i dødelighet kan ofte tilbakeføres til redskapstype og fiskemetode. Naturlig agn svelges ofte og gir anatomiske skader og høyere dødelighet, spesielt når det brukes enkel kroker. Disse sitter ofte i vitale deler av munn-gjelle- svelg eller mageregionen og er vanlig dødsårsak ved C&R fiske. Dødeligheten er mindre for kunstig agn som slukredskap og fluer som pga. krokplassering i kjeven gir mindre blødninger. Bruk av kroker uten mothaker foretrekkes, fordi håndteringstiden før tilbakesetting da blir kortere. Aktivt beitende laksefisk er mer utsatt for dype krøknings og skader enn fisk som faster, feks. i forbindelse med gytevandringen. Håndtering av fisken i forbindelse med tilbakesettingen er også viktig, og det er ansett som fysiologisk gunstig at fisken holdes så kort tid i luft som mulig. Det er bedre å kutte fortommen enn å forsøke å fjerne dyptsittende kroker.

Krokingsdødeligheten avhenger av miljøforholdene. Det er høyere KM i sjø og brakkvann og for nygått fisk (blanklaks). Dette skyldes antagelig både graden av anatomiske skader og for blanklaksens del, at den fysiologisk sett er under tilpasning til ferskvann. Det er en generell tendens til at KM øker med økende temperatur og for atlanterhavslaks synes dette å inntre ved temperaturer over 20 °C. Årsakene til dette er ikke kjent. Surt og bløtt vann synes å øke KM men

resultatene er usikre.

Endel av dødeligheten kan tilbakeføres til fysiologiske endringer, pga. det tunge fysiske arbeidet fisken utsettes for ved innfangning og før tilbakesetting. Selvom fisken i elvefasen er vel tilpasset denne typen belastninger, kan de bli så store at fisken dør, bl.a. pga. metabolsk forsumig ved hardt muskelarbeide. Frisetting av stresshormoner og melkesyre, øket surhet i musklatur og blod, og tømming av kroppens energireserver er vanlige symptomer. Dette har både effekter på cellulært nivå og på gjellenivå hvor gass- og ioneballansen påvirkes.

Forholdet mellom KM og fiskestørrrelse er variabelt, men synes for de aktuelle artene ikke gi store utslag. Vinterstøinger viser seg svært hardføre i forhold til nygått laks. Gytemoden laks viser generell god overlevning, og forsøk under feltmessige forhold viste ingen forskjeller i klekkeprosent mellom kontrollfisk og fisk utsatt for C&R. I laboratorieforsøk med regnbueaure fant en imidlertid effekter av en lignende behandling, og den reduserte klekkesuksessen ble tolket som effekter av hormonelle endringer.

Av andre langtidsvirkninger har en funnet at kontrollfisk synes å vandre lengre og raskere enn C&R-fisk som tenderer til å gyte lenger nede i vassdraget. Når det gjelder homing (heimfinning) synes det å være små forskjeller mellom kontroll- og C&R-fisk, men den avtar når begge gruppene er nær gytetidspunktet og blir flyttet langt nedstrøms sine opprinnelige gyteområder.

Det er lite som tyder på at C&R i vesentlig grad påvirker bestandene negativt, men det er relativt følsomme faser i ferskvannsakklimeringen og ved høye vanntemperaturer om sommeren som bør taes hensyn til, fordi dødeligheten da kan være høy. C&R-dødelighetene i havet er etter alt å dømme betydelig høyere enn i ferskvannsfasen der dødeligheten, forutsatt riktig håndtering ved fangst og utsetting, er generelt lav.

Det er få norske erfaringer fra slikt fiske. Selvom de erfaringer en har tyder på at dødeligheten er relativt lav, anbefales det at det gjennomføres praktisk rettede forsøk med C&R, som et mulig alternativ til fredning av vassdrag med svake lakse- og sjøaurebestander. Hovedhensikten er å skaffe seg et praktisk erfaringsgrunnlag, samtidig som en følger tiltakets virkninger på den enkelte fisk og de bestandsmessige konsekvenser som følger av tiltaket. I dette inngår målinger av KM (krokingsmortalitet), C&R-dødelighet, effekter av ulike grader av ferskvannsakklimering samt reproduksjons, vandrings- og gjenfangststudier.

15 Referanser

- Anon. 1995. Global Biodiversity Assessment. - I V. H. Heywood red. United Nations Environment Programme (UNEP), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1140 s.
- Anon. 1996. Report of the working group on Atlantic salmon. - International Council for the Exploration of the Sea (ICES). C.M. 1996/Assess. 16, 228 s.
- Barnhart, G.A. & Engstrom-Heg, R. 1984. A Synopsis of Some New York Experiences with Catch and Release Management of Wild Salmonids. - I F.Richardson & R.H.Hamre red., Wild Trout III, Yellowstone National Park. s. 91-101.
- Barnhart, R.A. 1989. Symposium review: catch-and-release fishing, a decade of experience. - N. Am. J. Fish. Managem. 9: 74-80.
- Bendock, T. & Alexandersdottir, M. 1993. Hooking Mortality of Chinook Salmon Released in the Kenai River, Alaska. - N. Am. J. Fish. Managem. 13: 540-549.
- Bielak, A. 1987. Promoting catch and release of Atlantic Salmon. - I R.A.Barnhart & T.D.Roelofs red., Catch and Release Fishing - A Decade of Experience. A National Sport Fishing Symposium, California Cooperative Fishery Research Unit., Humboldt State University, Arcata, California. s. 126-142.
- Bielak, A.T. 1988. Promoting Catch and Release: The Ultimate Low Consumption Fishing Technique. - National Recreational Fisheries Conference 97: 57-67.
- Bielak, A.T., Davidson, K.G. & Tufts, B.L. 1996. An overview of recent catch and release research, and some considerations for salmon assessment and management. - Atlantic Salmon Federation, møtedokument, 6 pp.
- Bielak, A.T. & Tufts, B.T. 1995. From all-kill to no-kill - A Revolution in Atlantic Salmon Management. - Wild Steelhead and Atlantic Salmon Magazine 2: 6-15.
- Booth, R.K., Kieffer, J.D., Davidson, K., Bielak, A.T. & Tufts, B.L. 1995. Effects of late-season catch and release angling on anaerobic metabolism, acid-base status, survival, and gamete viability in Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aq. Sci. 52: 283-290.
- Brobbel, M.A., Wilkie, M.P., Davidson, K., Bielak, A.T., Kieffer, J.D. & Tufts, B.L. Physiological effects of catch and release angling in Atlantic salmon at different stages of freshwater migration. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. (in press).
- Bugley, K. & Shepherd, G. 1991. Effects of catch-and-release angling on the survival of black sea bass. - N. Am. J. Fish. Managem. 11: 468-471.
- Campbell, P.M., Pottinger, T.G. & Sumpter, J.P. 1992. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. - Biol. Reprod. 47: 1140-1150.
- Carter, W.M. 1975. On releasing salmon. - Atl. Salmon J. 1: 36-37.
- Caverhill, P.A. 1977. The B.C. experience in catch-and-release fishing. - I R.A.Barnhart & T.D.Roelofs red., Natl.Symp. Catch Release Fish. California Cooperative Fishery Research Unit., Humboldt State University, Arcata, California. s. 151-160.
- Clark Jr., R.D. & Alexander, G.R. 1984. Effects of Slotted Size Limit on the Brown Trout Fishery, Au Sable River, Michigan. - I F.Richardson & R.H.Hamre red., Wild Trout III, Yellowstone National Park, s. 74-84.
- Currie, R. 1985. North Pole Stream Hook and Release Program. - NE Atl. Salmon Workshop, Moncton, N.B., Atlantic Salmon Federation. s. 146-150.
- Currie, W.B. 1995. River Dee sets catch-and-release pace. - Atl. Salmon J.: 44-45.
- Davidson, K.G., Hayward, J., Hambrook, M., Bielak, A.T. & Shaesgreen, J. 1994. The effect of late season angling on gamete viability and early fry survival in Atlantic Salmon. - Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1982: 1-12.
- Dextrase, A.J. & Ball, H.E. 1991. Hooking mortality of Lake Trout angled through the ice. - N. Am. J. Fish. Managem. 11: 477-479.
- Dotson, T. 1982. Mortalities in trout caused by gear type and angler-induced stress. - N. Am. J. Fish. Managem. 2: 60-65.
- Falk, M.R., Gillman, D.V. & Dahlke, L.W. 1974. Comparison of mortality between barbed and barbless hooked lake trout. - Tech. Rep. Serv. CEN/T-74-1. Winnipeg, Manitoba: Can. Dep. Env. Fish. Mar. Services (sitert av Muoneke & Childress, 1994).
- Ferguson, R.A., Kieffer, J.D. & Tufts, B.L. 1993. The effect of body size on the acid-base and metabolite in the white muscle of rainbow trout before and after exhaustive exercise. - J. Exp. Biol. 180: 195-207.
- Ferguson, R.A. & Tufts, B.L. 1992. Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for "catch and release" fisheries. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1157-1162.
- Fjeldsted, S. 1984. Atlantic Salmon in Iceland's River Grimsa. - I F.Richardson & R.H.Hamre red., Wild Trout III. s. 32-32.

- Graham, M.S., Wood, C.M. & Turner, J.D. 1982. The physiological responses of the rainbow trout to strenuous exercise: interactions of water hardness and environmental acidity. - *Can. J. Zool.* 60: 3153-3164.
- Grant, G. M. (1980a). Catch and Release - The Grimsa Experience. *Int. Atl. Salmon Found. Newsl.:* 6-7.
- Grant, G. L. (1980b). Catching, Releasing and Tagging Atlantic Salmon in Iceland's River Grimsa. - *Am. Fish. Soc. Rocky Mountain Branch Catch and Release Symposium. Upubl. foredragsmanus.* 8 s.
- Greer, G. & Griffith, J. 1985. Yellowstone River Catch and Release: It's Working. - *Fly Fisherman Magazine:* 5-7.
- Gresswell, R.E. 1986. Special regulations as a fishery management tool in Yellowstone National Park. - *Conf. Sci. Natl. Parks* 6: 119-126.
- Haig-Brown, R.L. 1975. *Fisherman's Spring.* - Crown Publ., New York, 185 pp.
- Hansen, L.P., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1996. Overvåking av laks fra lmsa og Drammenselva. - NINA Oppdragsmelding 401: 1-28.
- Hazzard, A.S. 1952. Better trout fishing - and how. - *Sports Afield* 128 (2):17-19, 95-96.
- Heisler, N. 1984. Acid-base regulation in fishes. - I D.J.Randall, S.H., red., *Fish physiology.*, Academic Press, New York, NY., s. 315-401.
- Hooton, R.S. 1987. Catch and Release as a Management Strategy for Steelhead in British Columbia. - I R.A.Barnhart & T.D.Roelofs red., *Catch and Release Fishing - A Decade of Experience. A National Sport Fishing Symposium, California Cooperative Fishery Research Unit., Humboldt State University, Arcata, California.* s. 143-167.
- Hunsaker, D., Marnell, L.F. & Sharpe, P. 1970. Hooking mortality of Yellowstone cutthroat trout. - *Prog. Fish. Cult.* 32: 231-235.
- Jones, R.D. 1984. Ten Years of Catch-and-Release in Yellowstone Park. - I F.Richardson & R.H.Hamre red., *Wild Trout III, Yellowstone National Park.* s. 105-108.
- Klein, W.D. 1965. Mortality of rainbow trout caught on single and treble hooks and released.- *Prog.Fish.Cult.* 27:171-172.
- Knutson, A.C. 1987. Comparative catches of ocean sport-caught salmon using barbed and barbless hooks. - *Calif. Fish and Game* 73: 106-116.
- Kruger, E. 1992. Basic guide: practical conservation for anglers. - *Hengel/Angling (Pretoria, S.A.)* 6: 25-32.
- Loftus, A.J. & Taylor, W.W. 1988. An Evaluation of Lake Trout (*Salvelinus namaycush*) Hooking Mortality in the Upper Great Lakes. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1473-1479.
- Marshall, T. L. 1988. Harvest and recent management of Atlantic salmon in Canada. - I D. M. D. Piggins red., *Atlantic Salmon. Planning for the future.* Timber Press, Sidney, London, Portland, Oregon, USA.. s. 117-142.
- Mason, J. W. & Hunt, R. L. 1967. Mortality rates of deeply hooked rainbow trout. - *Prog. Fish. Cult.* 29: 87-91.
- Milon, J.W. 1991. Measuring and economic value of anglers' kept and released catches. - *N. Am. J. Fish. Managem.* 11: 185-189.
- Muoneke, M.I. 1992. Hooking mortality of white crappie, *Pomoxis annularis Rafinesque*, and Spotted Bass, *Micropterus punctulatis (Rafinesque)*, in Texas reservoirs. - *Aquacult. Fish. Managem.* 23: 87-93.
- Muoneke, M.I. & Childress, M.W. 1994. Hooking Mortality: A Review for Recreational Fisheries. - *Reviews in Fisheries Science* 2: 123-156.
- Nehring, R.B. & Anderson, R. 1984. Catch and Release Management in Colorado - What Works? How, When, Where, Why? - I F.Richardson & R.H.Hamre red., *Wild Trout III, Yellowstone National Park.* s. 109-112.
- Nuhfer, A.J. & Gaylord, R.A. 1992. Hooking Mortality of Trophy-Sized Wild Brook Trout Caught on Artificial Lures. - *N. Am. J. Fish. Managem.* 12: 634-644.
- Pankhurst, N.W. & Dedual, M. 1994. Effects of capture and recovery on plasma levels of cortisol, lactate and gonadal steroids in a natural population of rainbow trout. - *J. Fish Biol.* 45: 1013-1025.
- Parker, R.R., Black, E.C. & Larkin, P.A. 1959. Fatigue and mortality in troll-caught Pacific salmon (*Oncorhynchus*). - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 16: 429-448.
- Payer, R.D., Pierce, R.B. & Pereira, D.L. 1989. Hooking mortality of walleyes caught on live and artificial baits. - *N. Am. J. Fish. Managem.* 9: 188-192.
- Pettit, S.W. 1977. Comparative reproductive success of caught-and-released and unplayed hatchery female steelhead trout (*Salmo gairdneri*) from Clearwater River, Idaho. - *Trans. Am. Fish. Soc.* 106: 431-435.
- Potts, W.T.W., 1984. Transepithelial Potentials in Fish Gills. - I S. H. D. J. Randall red. *Fish physiology.* vol. X, Academic Press, New York NY. s. 105-126..
- Quinn, S.P. 1986. Voluntary catch-and-release: An

- alternative to regulations? - I Am. Fish. Soc. Annu. Meet. 116: 72-73.
- Reingold, M. 1975. Effects of displacing, hooking, and releasing on migrating adult steelhead trout. - Trans. Am. Fish. Soc. 104: 458-460.
- Ricker, W.E. 1976. Review of the rate of growth and mortality of Pacific salmon in salt water, and noncatch mortality caused by fishing. - J. Fish. Res. Board Can. 33: 1483-1524.
- Rossiter, A., Kieffer, J.D., Kieffer, T., Davidson, K., Forsyth, L. & Tufts, B.L. 1996. Physiology and survival of Atlantic salmon following exhaustive exercise in acidic and soft water: implications for the "catch and release" sportsfisheries. - Canadian Conference for Fisheries Research, Montreal, Quebec (Abstract of Poster), 15 s.
- Schill, D.J. & Griffith, J.S. 1986. Hooking mortality of cutthroat trout in a Catch-and-Release segment of the Yellowstone River, Yellowstone National Park. - N. Am. J. Fish. Managem. 6: 226-232.
- Schive, G. 1996. Fangstbegrensende tiltak: Ikke spørsmål om men når. - Jakt og Fiske 3: 86 - 87.
- Shetter, D.S. & Allison, L.N. 1955. Comparison of Mortality between Fly-Hooked and Worm-Hooked trout in Michigan Streams. - Inst. Fish. Res. Misc. Publ. No. 9. Michigan Dep. Conserv. (sitert av Muoneke & Childress, 1994).
- Skurdal, J., Hegge, O. & Hesthagen, T. 1989. Exploitation rate, survival and movements of brown trout (*Salmo trutta* L.) stocked at takeable size in the regulated rivers Lågen and Otta, Southern Norway. - Regul. Rivers Res. Managem. 3: 247-253.
- Snider, W.M. & McKee, D.C. 1982. The response of a bait angler dominated trout fishery to catch-and-release oriented angling regulations. - Calif.Dep.Fish Game Inland Fisheries Admin.Rep., Rapport 82, 8 s.
- Stringer, G.E. 1967. Comparative hooking mortality using three types of terminal gear on rainbow trout from Pennask Lake British Columbia. - Can. Fish. Cult. 39: 17-21.
- Taylor, B. 1991. Barbless hooks are better than you think. - Atl. Salmon J. 41.
- Thurow, R.F. 1987. Use of catch and release regulations to aid restorations of wild steelhead trout in Idaho. - I R.A.Barhart & T.D.Roelfs red., Catch and Release Fishing - A Decade of Experience. A National Sport Fishing Symposium. California Cooperative Fishery Research Unit., Humboldt State University, Arcata, California. s. 157-167.
- Titus, R.G. & Vanicek, C.D. 1988. Comparative hooking mortality of lure-caught cutthroat trout at Heenan Lake, California. - Calif. Fish and Game 74: 218-225.
- Tufts, B. 1991. Catch and Release (it works). - Atl. Salmon J. 30: 3.
- Tufts, B., Brobbel, M., Davidson, K. & Bielak, A.T. 1996. Fresh evidence justifies catch-and-release kelt fishing. - Atl. Salmon J.
- Tufts, B.L., Tang, Y., Tufts, K. & Boutilier, R.G. 1991. Exhaustive Exercise in "Wild" Atlantic Salmon: Acid-Base Regulation and Blood Gas Transport. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 868-874.
- Vincent-Lang, D., Alexandersdottir, M. & McBride, D. 1993. Mortality of coho salmon caught and released using sport tackle in the Little Susitna River, Alaska. - Fish. Res. 15: 339-356.
- Walker, A.F. & Walker, A.M. 1992. The Little Grunard Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) catch and release tracking study. - I I.G.Priede, & S.M. Smift red. Wildlife Telemetry: Remote Monitoring and Tracking of Animals. s. 434-440.
- Warner, K. 1976. Hooking mortality of Landlocked Atlantic Salmon, *Salmo salar* in a hatchery environment. - Trans. Am. Fish. Soc. 105:365-369.
- Warner, K. 1979. Mortality of Landlocked Atlantic Salmon Hooked on four Types of Fishing Gear at the Hatchery. - Progr. Fish Cult. 41: 99-102.
- Warner, K. & Johnson, P.R. 1978. Mortality of Landlocked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Hooked on Flies and Worms in a River Nursery Area. - Trans. Am. Fish. Soc. 107: 772-775.
- Wells, R.M.G. & Baldwin, J. 1995. A comparison of metabolic stress during air exposure in two species of New Zealand abalone, *Haliotis iris* and *Haliotis australis*: implications for handling and shipping of live animals. - Aquaculture 134: 361-370.
- Wertheimer, A., Celewycz, A., Jaenicke, H., Mortensen, D. & Orsi, J. 1989. Size-related hooking mortality of incidentally caught chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. - Mar. Fish. Rev. 51: 28-35.
- Wilkie, M.P., Brobbel, M.A., Davidson, K., Forsyth, L. & Tufts, B.L. The influence of temperature on the post-exercise physiology and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aq. Sci. (in press).
- Wilkie, M.P., Davidson, K., Brobbel, M.A., Kieffer, J.D., Booth, R.K., Bielak, A.T. & Tufts, B.L. The Physiology and Survival of Wild Atlantic Salmon Following Mid-Summer (Å 20°C) Angling. - Trans. Am. Fish. Soc. (In press)
- Wood, C.M., Turner, J.D. & Graham, M.S. 1983. Why do

fish die after severe exercise? - J. Fish. Biol. 22: 189-201.

Wright, S. 1992. Guidelines for selecting regulations to manage open-access fisheries for natural populations of anadromous and resident trout in stream habitats. - N. Am. J. Fish. Managem. 12: 517-527.

Wulff, L. 1984. The Art of Catch and Release. - Atl. Salmon J. 33: 17-19.

Wydowski, R.S. 1977. Relation of hooking mortality and sublethal hooking stress to qualify fishery management. - I R.A.Barnhart & T.D.Roelofs red., Natl.Symp. Catch Release Fish. California Cooperative Fishery Research Unit., Humboldt State University, Arcata, California. s. 43-87.

Aas, Ø. & Kaltenborn, B.P. 1995. Consumptive Orientation of Anglers in Engerdal, Norway. - Env. Managem. 19: 751-761.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0816-4

482

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Boks 736 Sentrum
0105 Oslo
Telefon: 22 94 03 00
Telefax: 22 94 03 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**