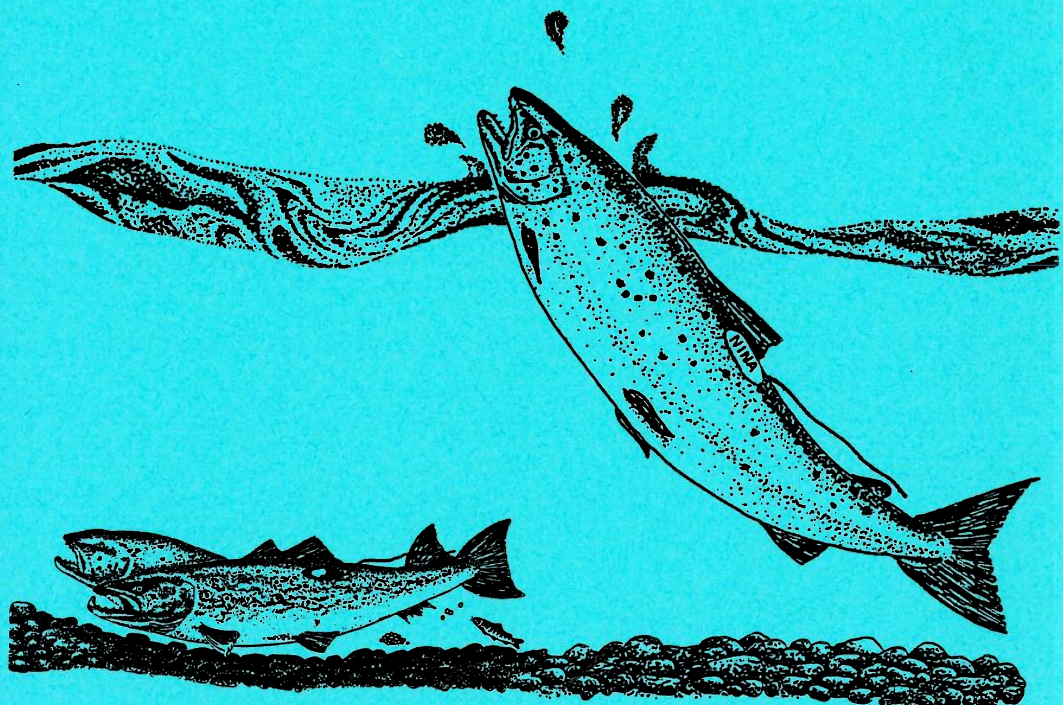


128

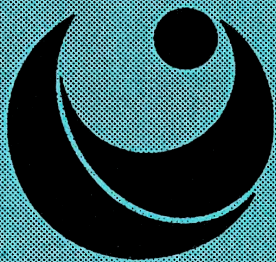
oppdragsmelding

Telemetri i fiskeundersøkelser - Muligheter og begrensninger

Tor G. Heggberget
Finn Økland



Gunnel-91.



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Telemetri i fiskeundersøkelser - Muligheter og begrensninger

Tor G. Heggberget
Finn Økland

Heggberget & Finn Økland: Telemetry i fiskeundersøkelser.
– Muligheter og begrensninger.

NINA Oppdragsmelding 128 : 1–15.

ISSN 0802–4103

ISBN 82–426–0234–4

Rettighetshaver:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Oppdragsmeldingen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7005 Trondheim

Tel: (07) 580500

Referat

Heggberget, T.G. & Økland, F. 1992. Telemetri i fiskeundersøkelser – Muligheter og begrensninger. NINA Oppdragsmelding 128: 1–15.

Begrepet telemetri brukes i dag om to systemer: (1) Hydroakustikk bruker lydbølger som sendes ut fra en liten sender på fisken. Signalet forplanter seg kun i vann, og må mottas nede i vannet. Fordelene med denne metoden er: (a) den kan brukes både i ferskvann og i saltvann og (b) fisken kan posisjoneres med høy presisjon. Ulempen er kort rekkevidde på signalene (50–300m). (2) Radiotelemetri benytter radiosignaler som sendes ut under vann, men kan mottas av en antenne på land. Fordelen er lang rekkevidde på signalene (opptil flere km). Ulempene er: (a) den kan kun brukes i ferskvann og (b) fisken kan ikke lokaliseres så presist som med hydroakustikk. Forsøk med hydroakustiske sendere er brukt til å registrere vandring hos fisk både i ferskvann og i sjøen. Radiotelemetri er av NINA benyttet siden 1989 i studier av vandring og spredning hos villaks og oppdrettslaks og til registrering av aktivitetsdata hos gytende laks. Sammenlignet med tradisjonelle mekaniske merkemeter (f. eks. Carlinmerking) er det tilstrekkelig med få fisk i telemetristudier. Dette fordi fisken kan følges hele tiden slik at en får mange "gjenfangster" pr. fisk. Man er derfor ikke avhengig av at fisken gjenfanges for å analysere vandring, atferd eller aktivitet. Til vandringsstudier i ferskvann er radiotelemetri enklest å benytte, mens hydroakustikk må benyttes ved studier i sjøen.

Tor G. Heggberget og Finn Økland, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Tor G. Heggberget & Finn Økland. 1992. Telemetry in fish studies. – Possibilities and limitations. NINA Oppdragsmelding 128: 1–15.

This report compares the two types of water biotelemetry used for studies of fish migration and activity of fish at NINA. (1) Signals from ultrasonic tags are received by a hydrophone under the water surface. The fish can be located with high precision, and ultrasonic tags can be used in both fresh and saltwater. However, the signals can be received only within short distances (50–300m). (2) Radio telemetry use radio signals which are received by landbased antennas. The signals can be received up to a distance of several km. Localization of the fish are less precise, and radio signals works only in freshwater. Ultrasonic transmitters have been used in migration studies at NINA, both at sea and in rivers. Studies using radiotelemetry started in 1989, to analyze migration and distribution of wild and released farmed salmon, and to collect activity data during spawning. Compared to traditional mechanic tags, telemetry has the advantage that low numbers of fish normally produce repeated and large numbers of observations, because we are not dependent on catching and killing the fish to receive information. To study migration of fish in freshwater, we recommend radio telemetry, and ultra sonic tags in sea water.

Tor G. Heggberget & Finn Økland. Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

Denne oppdragsmeldingen gir en oversikt over hva telemetri er, og hvilke erfaringer NINA har med bruk av telemetri i fiskestudier. I den senere tid har det vært økende interesse innen forvaltningen for å benytte telemetri i overvåking og analyse av fiskebestander.

Det eksisterer to prinsipielt og praktisk forskjellige systemer for bruk av telemetri i fiskeundersøkelser; hydroakustikk og radiotelemetri. I foreliggende rapport gis bare en summarisk oversikt over resultater og erfaringer fra noen norske hydroakustiske undersøkelser, mens hovedvekten legges på radiotelemetri.

NINA har i løpet av de siste 3 år bygd opp kompetanse og utstyr, slik at vi i dag kan anvende dette til konkrete oppgaver innen forskning og forvaltning. Utvikling av radiotelemetri i fiskestudier er finansiert av NINA. Vi vil herved rette en takk til alle som har bidratt til innsamling av materiale i de forskjellige prosjektene: Jon Håvard Haukland, Bjørn Roald Mikkelsen, Osvald Møllenes og Rita Strand.

Tor G. Heggberget

Prosjektleder

Innhold

1. Innledning	6
2. Telemetri	6
2.1. Hydroakustikk	6
2.2 Radiotelemetri	7
3. Utstyr for radiotelemetri	7
3.1. Mottaker	7
3.2. Logger	7
3.3. Sendere	7
4. Erfaringer fra praktisk bruk	7
4.1. Feste av sendere	7
4.2. Håndtering og fangst av fisk	8
4.3. Peiling og radiomerking av fisk	8
5. Forsøk med telemetri utført av NINA	8
5.1. Hydroakustikk	8
5.2. Forsøk med radiomerking av laks	9
5.2.1. Radiomerking av oppdrettslaks og villaks i Altafjorden	9
5.3 Gyteatferd hos laks	13
6. Muligheter for bruk av radiotelemetri i forskning og forvaltning	14
7. Konklusjon	14
8. Litteratur	15

1 Innledning

De første forsøkene på å finne en metode til å følge fisk under vann ved hjelp av små hydroakustiske sendere startet på midten av 1950-tallet (Stanco & Pinock 1977). Bruk av radiosendere i atferdsstudier ble først rapportert fra USA (Le Munyan et al. 1959), mens i Norge var Eliassen (1960) tidlig ute med en metode for registrering av hjertefrekvens og blodtrykk hos fugler. Siden har det vært en rask utvikling av utstyr til å motta signaler, både manuelt og automatisk. Senderne er blitt stadig mindre, og både styrken og levetiden har økt. I tillegg til bare å lokalisere fisken, kan opplysninger om aktivitet, temperatur, dybde og hjertefrekvens registreres (Baras 1991). Dette har ført til at man i dag har tilgang på avansert utstyr både for hydroakustikk og radioteleometri.

Denne oppdragsmeldingen har som mål å gi en kort innføring i hva telemetri er, på hvilke områder den kan benyttes, og våre erfaringer med denne metoden i praktisk bruk. Resultater fra radiomerking av utsatt oppdrettslaks og villaks i Altafjorden i 1991, presenteres mer detaljert, samtidig som det tas med et kort sammendrag fra noen av de hydroakustiske undersøkelser som er gjennomført.

2 Telemetri

Begrepet telemetri benyttes i dag om to forskjellige systemer for overvåking av fisk. I denne rapporten legges hovedvekten på radiotelemetri.

2.1 Hydroakustikk

Hydroakustikk benytter lydbølger som forplanter seg i vann. Senderne festes til fisken og sender ut et lydsignal i en fast frekvens. Dette signalet mottas av en hydrofon (mikrofon) nede i vannet (figur 1a). Hydroakustikk ble bl.a. brukt for å studere vandring hos laks i Altaelva i 1985 og 1986 (Heggberget et al. 1988), og har siden vært brukt til å kartlegge vandring av laks i sjøen (Strand et al. 1992). Det er også benyttet små

sendere for å følge bevegelser til presmolt laks i ferskvann hvor fisken ikke var større enn 10 – 13 cm (Heggberget & Heggberget 1986). Jensen & Mejdell Larsen (1985) benyttet hydroakustikk til registrering av gyteplasser hos sjørøye i ferskvann.

Sammenlignet med radiotelemetri har hydroakustikk to fordeler:

(a) metoden kan brukes både i saltvann og i ferskvann,

(b) fisken kan posisjoneres med stor presisjon.

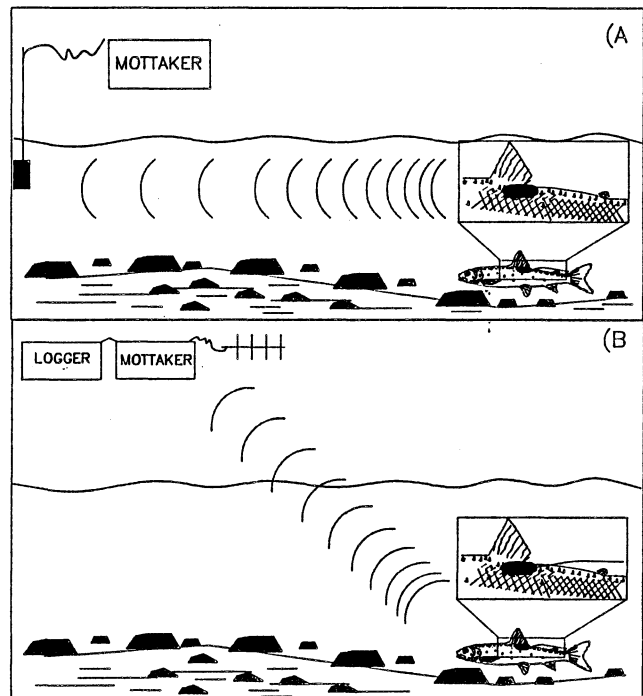
Ulempene er:

(a) senderne har relativt kort rekkevidde, i praksis ofte mindre enn 100 m.

(b) ved bruk i elver kan fosser og stryk gi støy slik at signalene forsvinner.

(c) signalene må mottas under vann.

Tungvint måte å peile signalene på, samt kort og varierende rekkevidde på signalene var avgjørende for at NINA startet et prosjekt for å høste erfaring med et annet system, radiotelemetri.



Figur 1. To ulike metoder går under betegnelsen telemetri i Norge. Den ene metoden er hydroakustikk, hvor lydbølger sendes ut under vann og må registreres av en hydrofon (a). Den andre metoden er radiotelemetri, hvor radiosignaler sendes ut under vann (b). Disse signalene har den fordelen at de kan registreres av en antenne på land. NINA har også dataloggere som kan samle inn denne type signaler automatisk.

2.2 Radiotelemetri

Radiotelemetri skiller seg fra hydroakustikk på flere områder. Senderne som festes til fisken sender ut et radiosignal som kan mottas av en antenne på land (figur 1b). NINA har benyttet radiosignaler i 30–31 Mhz og i 142.0–142.5 Mhz. De laveste frekvensene (30–31 Mhz) har den fordel at signalene kan registreres fra større dyp enn 142 Mhz båndet. Ulempen med den lave frekvensen er at antennene blir store og vanskelige å bære med seg ute i felt. NINA har derfor valgt å satse på utstyr tilpasset 142 Mhz båndet.

Fordelene med å benytte radiotelemetri i stedet for hydroakustikk er flere:

(a) sendere har oftest lang rekkevidde, minimum 700 m. Plasseres antennen høyt oppe i forhold til elva, kan rekkevidden økes til 1 km eller mere. I Altaelva har vi mottatt signaler fra sendere opptil 15 km unna.

(b) Signalene kan mottas på land. Dette medfører at overvåkingen av fisken kan effektiviseres, ved at peiling kan foretas fra bil og fly.

Ulemper er :

(a) signaler kan kun mottas fra ferskvann.

(b) lokalisering av fisken blir mindre nøyaktig.

3 Utstyr for radiotelemetri

3.1 Mottaker

NINA disponerer i dag enkle mottakere med manuell innstilling av frekvenser, men også de mest avanserte og automatiserte på markedet. Her kan frekvensen til den merkede fisken lagres, og vi kan lytte over et stort antall forskjellige frekvenser automatisk.

3.2 Logger

Datalogging av signaler gjør at vi kan overvåke signaler fra radiomerket fisk kontinuerlig. Mottakeren kobles til en datalogger, og de frekvensene som skal overvåkes lagres inne i dataloggeren. Loggeren kan registrere data på

forskjellige måter, og vi tilpasser dette etter hvilke typer opplysninger vi behøver. Vi har brukt datalogging i oppvandringsstudier av laks hvor passeringen til den merkede fisken registreres automatisk (figur 4 og 5), og til å samle inn aktivitetsdata av fisk merket med aktivitetssendere (figur 6).

3.3 Sendere

Det finnes mange forskjellige sendere på markedet i dag. Dette gjør at vi kan tilpasse senderen til de forskjellige prosjektene. Sendere kan leveres med levetid fra noen dager til mer enn et år. Tilleggsopsjoner som aktivitet (Eiler 1990; Kaseloo et al. 1992), hjertefrekvens (Lucas et al. 1991), temperatur og dybde kan også leveres. Sendere kan tilpasses fisk ned til 10 cm lengde. De minste merkene leveres med kortere levetid p.g.a. små batterier, og uten tilleggsopsjoner. Frekvensen fra hver sender varierer slik at hver enkelt fisk kan identifiseres. Flere fisk kan også merkes med samme frekvens, ved at antall signaler som sendes ut er forskjellige (f.eks 30, 60, og 80 pulser pr. minutt).

4 Erfaringer fra praktisk bruk

4.1 Feste av sendere

Det finnes i dag tre metoder for å feste sendere på fisk. Webb (1989; 1990) presset senderen ned i magesekken til fisken via svelget, og de regnet med et merketap på ca 5 % pga. at senderne kastes opp. (Webb, pers. med.). Senderen kan også opereres inn i bukhulen (Moore et al. 1990), eller festes utenpå fisken. En sammenlignende studie av de ulike merkemetodene ble utført av Mellas & Haynes (1985). De konkluderte med at den beste metoden var å presse senderen ned i magen på fisken, siden fisk merket ved operasjon og ytre feste var mer utsatt for soppinfeksjoner. Vi valgte likevel å feste senderen på ryggen av fisken, siden denne festemetoden hadde fungert godt ved feste av hydroakustiske sendere. For å få en ytterligere kontroll av festemetoden, merket vi

høsten 1991 fire laks med radiosendere i et kar på Ims. Her kunne vi følge atferden og eventuelle skader som radiosenderen påførte fisken. Atferden ble registrert de tre påfølgende dagene, både visuelt og ved bruk av video. Det ble ikke registrert noen unormal atferd, og en hunnlaks begynte å grave ut gytegrøp mindre enn to timer etter merking. Etter 4 dager ble 10 nye laks radiomerket. Etter 12 uker hadde ingen fisk mistet senderne, og det ble heller ikke registrert annen skade eller sopp på fisken som følge av senderne. Dette resultatet tyder på at vi har funnet en god metode for feste av sendere på fisk. Likevel, i planlegging av telemetristudier må man alltid regne med et visst merketap, og at selve merkingen kan føre til skader på noen av fiskene som kan endre atferden eller i verste fall medføre at fisken dør. Forsøkene på Ims viste at et godt feste av senderne var en forutsetning for normal atferd hos fisken.

4.2 Håndtering og fangst av fisk

Ved fangst av fisk i kilenot, legger vi vekt på å redusere stress og skader hos fisken. Dette gjør vi ved å merke fisk så kort tid som mulig etter at de har gått i nota. Fisken merkes i et stort plastrør, og det er viktig å dekke til og mørklegge hodet. Dette gjør at fisken ligger rolig under påsying av senderen. I forsøk der vandringsatferd skulle analyseres ble det ikke benyttet bedøvelse fordi fisken måtte slippes ut rett etter merking uten at lukteorganene ble påvirket. Ved merking av laks på Ims ble fisken bedøvet, og dette forenklet selve merkingen betydelig. Man er da avhengig av å ha fisken under kontroll til den har kommet seg etter bedøvelsen før den slippes ut.

4.3 Peiling av radiomerket fisk

Det har ikke oppstått vesentlige problemer med å følge radiomerket fisk. Enklest er det å peile etter fisken fra bil. Der dette ikke har vært mulig, har vi brukt båt. Dette øker presisjonen på peilingen. Peiling av fisken med høy presisjon (innen en

radius på 10 m) er tidkrevende, mens peiling innen en radius av 100 m er enkelt.

I munningen av Altaelva hadde vi en datalogger som registrerte hvilke laks som vandret opp og når de ankom elva. Dette lettet arbeidet med å peile fisken under oppvandringen betydelig. Ved bruk av logger vet man hvilke fisk som er oppe i elva, og kan konsentrere letingen om dem.

5 Forsøk med telemetri utført av NINA

5.1 Hydroakustikk

Hydroakustiske sendere er benyttet til vandringsanalyser av presmolt, smolt og voksen laks og sjørøye i løpet av de senere årene.

I Elvegårdselva i Skjomen ble det benyttet små sendere til å undersøke atferden hos laksunger i og utenfor terskelbassengene (Heggberget & Heggberget 1986). Senderne hadde en varighet på ca. 14 dager, noe som var tilstrekkelig i forhold til målsetningen med undersøkelsen, nemlig å se om yngelen holdt seg stabilt i terskelbassengene. Årsaken til den korte levetiden på senderne var at batteriene var små, noe som var nødvendig for å kunne arbeide med så små fisk.

Resultatene viste at fisken i terskelbassengene ikke var revirhevdende, men svømte rundt omkring i bassenget under næringssøket. På stryktrekningene hadde laksungene en helt annen atferd. Her var fisken stasjonær, og sto på et sted i elva og fanget næring som kom drivende forbi med strømmen.

Konklusjonen var at i terskelbassengene, hvor det var tilnærmet stillestående vann, beveget ungfisken seg over et langt større område enn på stryktrekningene, hvor næringen kom drivende forbi fisken.

I forbindelse med havbeiteprosjektet i Opløy, er det utført vandringsanalyser av smolt utover i fjorden etter utsetting i elvemunningen. De

foreløpige resultatene (Strand et al. 1992) viser at den smolten som hadde god vandringslyst, beveget seg med omlag 1 km/t, og gikk både langs land og utpå fjorden. Undersøkelsene viste også at noen smolt ikke gikk ut i det hele tatt.

I Altafjorden og Altaelva ble det merket voksen laks på innvandring med hydroakustiske sendere med varighet på 5 – 6 måneder (Heggberget et al. 1988). Enkelte laks vandret opp i elva bare noen timer etter at de var merket i fjorden, ca. 2 km utenfor elvemunningen. Dette tyder på vandringstrangen ikke ble særlig påvirket av behandlingen ved fangst og merking.

Vandringsmønstrer i elva viste at fisken vandret relativt raskt oppover i elva den første tiden, for så å "parkere" på framtidig gyteplass hvor den holdt seg fram til gyting. Som en annen del av dette eksperimentet ble en del fisk i slutten av august, etter at den var "parkert" på framtidig gyteplass, fanget med not og merket med hydroakustiske sendere. Halvparten av fisken ble satt ut omlag 7 km ovenfor opprinnelig fangststed og resten satt ut 6 km nedenfor opprinnelig fangststed. Over 70% av den laksen som var satt ut nedenfor opprinnelig fangststed returnerte til dette området etter kort tid, mens bare 1 av 7 fisker satt ut ovenfor opprinnelig fangststed klarte å finne tilbake. Disse resultatene viser at villaksen i Altaelva "vet" hvor den hører hjemme, og at den må orientere mot strømmen for å finne fram.

Havbeitelaks under tilbakevandring til opprinnelig utsettingssted (Opløy) ble fanget med småmasket kilenot og merket med hydroakustiske sendere ca 1.5 mil utenfor utsettingsstedet (Strand et al. 1992). Resultatene indikerte at laksen holdt seg i de ytre strøkene i flere uker før den vandret inn til Opløyelva, hvor den var satt ut 1 – 2 år tidligere. Videre viste resultatene at havbeitefisken stort sett fulgte land mens den var i sjøen og at den var lett utsatt for å bli fanget i kilenot.

I Kobbvatnet i Nordland ble hydroakustiske sendere benyttet til å analysere vandring og valg av gyteplasser for sjørøye (Jensen & Mejdell Larsen 1985). Metoden egnet seg godt, og resultatene viste bl.a. at sjørøya i Kobbvatnet var meget stasjonær i gytetida. Forflytninger på mer enn 100 m i gytetida ble ikke registrert.

5.2 Forsøk med radiomerket laks

5.2.1 Radiomerking av oppdrettslaks og villaks i Altafjorden

Sommeren 1991 ble det merket 79 laks, henholdsvis 39 villaks og 40 oppdrettslaks i Altafjorden (Heggberget et al. 1992a). Fisken ble sluppet i sjøen ca. 2 km fra munningen av Altaelva. Av villaksen var det kun tre fisk vi ikke fikk kontakt med etter utsetting. Resten ble registrert i Altaelva, med unntak av to som ble fanget i sjøen (figur 2). Ved et ordinært merkeforsøk med mekaniske merker ville kun 4 gjenfangster blitt registrert, de to som ble fanget

Tabell 1. Fordeling og vandring hos laks merket med radiosender og sluppet i Altafjorden ved Rafsbotn, 1991. n=antall, x=gjennomsnittsverdi og Std=standard avvik.

	Antall merket laks	Registrert i				Timer fra utsetting til ankomst Altaelva			Laks fanget i		Ikke peilet etter utsetting	
		Altaelva		Andre elver		n	x	Std	elver		sjøen	
		n	%	n	%				n	%	n	%
Villaks hanner	17	14 (82.4)		0		14	35.4	38.9	0		2 (11.8)	1 (5.9)
Oppdr.laks hunner	21	12 (57.1)		1 (4.8)		11	57.2 *	31.1	1 (4.8)		1 (4.8)	7 (33.3)
Villaks hunner	22	20 (90.9)		0		18	45.8	74.1	2 (9.1)		0	2 (9.1)
Oppdr.laks hunner	19	8 (42.1)		4 (21.1)		8	172.7**	131.4	1 (5.3)		0	8 (42.1)
Villaks	39	34 (87.2)		0		32	41.3	60.6	2 (5.1)		2 (5.1)	3 (7.7)
Oppdrettslaks	40	20 (50.0)		5 (12.5)		19	105.8 ***	103.3	2 (5.0)		1 (2.5)	15 (37.5) ◀

Mann-Whitney U-test: *= $p < 0.05$, **= $p < 0.01$, ***= $p < 0.001$, χ^2 -test: ◀ $p = 0.01$

i sjøen, og to som ble fanget i Altaelva (tabell 1). Av oppdrettslaksen vandret 24 opp i elver i det undersøkte området, mens en ble fanget i sjøen (figur 3). En oppdrettslaks ble først peilet 4 km oppe i en liten elv (Kvibyelva), før den vandret opp i Altaelva. Ved en ordinær merkemethode ville vi kun fått tre gjenfangster, hvorav en i sjøen og to i ferskvann. Totalt ville disse forsøkene ha gitt en gjenfangstprosent på ca. 10% med vanlig merking. Ved hjelp av dataloggere og manuelle observasjoner fikk vi til sammen mer enn 1300 registreringer av de 79 laks som ble merket.

Fordelen med telemetri i denne type forsøk, er at fisken ikke må gjenfanges for at en skal kunne registrere hvor den vandret. Spredning til elver i et område kan derfor undersøkes uten å være avhengig av beskatning. I vårt forsøk i Altafjorden ga merking av et lite antall fisk god

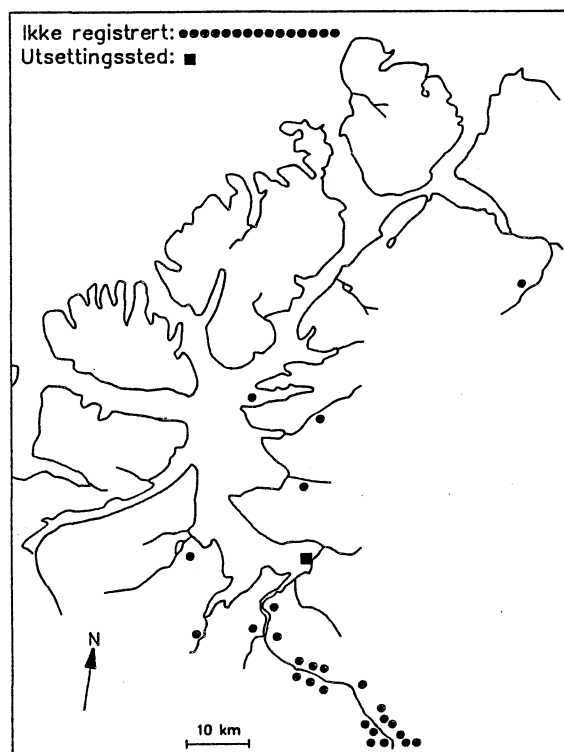


Figur 2. I et merkeforsøk i Altafjorden ble 39 villaks merket med radiosender i fjorden. Etter merking fikk vi kontakt med 36 laks, og bare tre fisk forsvant. Ved et vanlig merkeforsøk ville kun fire laks bli gjenfanget, to i sjøen og to i Altaelva.

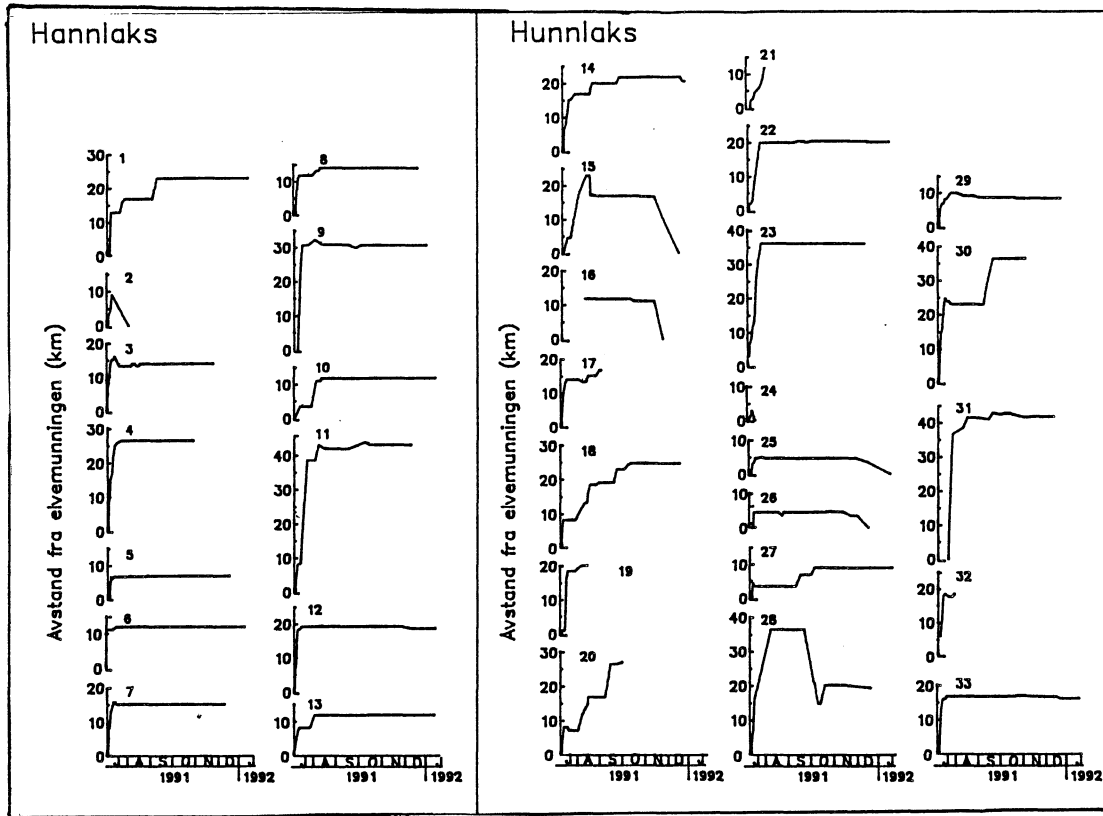
informasjon om spredning til elvene i området både for villaks og utsatt oppdrettslaks.

Hovedkonklusjonen på dette forsøket var at rømt oppdrettslaks i Altafjorden spredte seg til flere elver enn villaksen, og at oppdrettslaksen brukte lengre tid på denne fasen av innvandringen enn villaksen (tabell 1). Videre viste resultatene at store vassdrag tiltrekker seg mer rømt oppdrettslaks enn små elver.

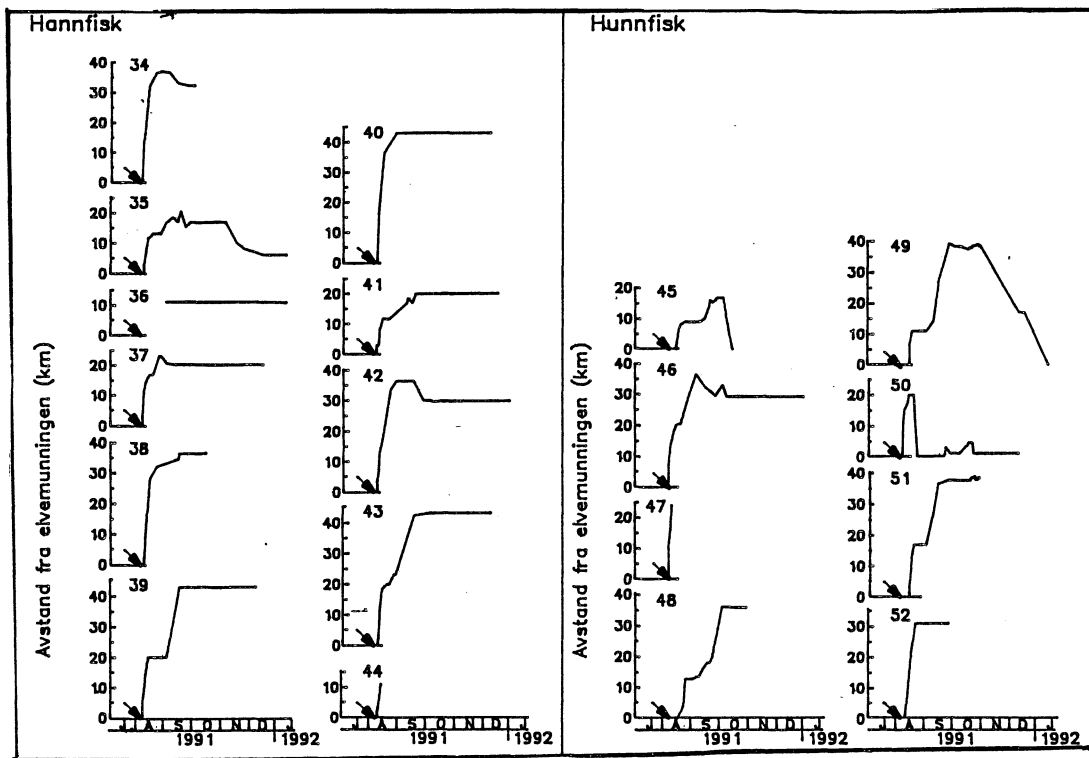
Fisk som vandret opp i Altaelva ble registrert av en datalogger i munningen av elva. Vandringshastigheten oppover elva ble fulgt i ca. 6 måneder (Heggberget et al. 1992b). Vandringshastigheten oppover i elva og fordeling av fisken kunne kartlegges i detalj for hver enkelt fisk. Etter ankomst til elva vandret villaksen raskt opp, for så å bli stående i det samme området fram til gyttetiden om høsten (figur 4). To villaks vandret raskt ut av elva igjen, muligens som følge av



Figur 3. I et merkeforsøk i Altafjorden ble 40 oppdrettslaks merket med radiosender og sluppet i fjorden. 15 laks forsvant, mens vi kunne lokalisere 25 oppdrettslaks. Ved et vanlig merkeforsøk ville kun fire oppdrettslaks bli gjenfanget, en i sjøen og tre i elver.



Figur 4. Oppvandringsdata fra radiomerket villaks i Altaelva. Fisken ble merket 6. og 7. juli i Altafjorden og registrert ved ankomst til elva av en datalogger i munningen. Videre oppover er fisken peilet manuelt fra bil og båt.



Figur 5. Oppvandringsdata fra radiomerket oppdrettslaks i Altaelva. Fisken ble merket 8. august og sloppet i Altafjorden dagen etter (angitt med pil). Fisken ble registrert ved ankomst til elva av en datalogger i munningen. Videre oppover er fisken peilet manuelt fra bil og båt.

skader under merking (figur 4, nr. 2 og 24), mens to ble fanget (nr. 17 og 21), og vi antar at to mistet senderen (nr. 20 og 32) siden vi ikke registrerte noen bevegelse under og etter gytetiden. Etter at gytetiden var over, vandret fire hunnfisk ut i sjøen (nr. 15, 16, 25 og 26), mens resten ble stående nær gyteplassen.

Også oppdrettslaksen vandret raskt opp i elva (figur 5). De hadde ikke noe område i elva som de søkte tilbake til, og vandringsmønsteret er mer "uryddig" enn hos den ville laksen. En hunnlaks ble tatt på stang (nr. 44), mens vi antar at tre oppdrettslaks mistet senderen (nr. 34, 38, og 52). Også hos oppdrettslaksen vandret hunnlaks (nr. 45, 49 og 50) ut av elva etter gyting, mens hannfiskene sto mer i ro. Resultatene viser at kjønnsmoden oppdrettslaks som slipper ut fra mærer, er i stand til å vandre raskt opp i og langt opp i elver.

For å studere atferden hos de to gruppene laks i gytetiden, ble 23 villaks og 14 oppdrettslaks i Altaelva posisjonert innen en radius av 10m daglig i gyteperioden (11. oktober til 9. november). I tillegg ble enkelte gytefelter og

områdene av elva med gytegroper kartlagt fra helikopter. Både vandring, og hvor lenge de enkelte fisker oppholdt seg i gyteområdet, ble registrert (tabell 2).

Oppdrettslaks og villaks fordelte seg over hele elva, men med en overvekt av oppdrettslaks i den øvre delen av elva. Villaksen oppholdt seg gjennomsnittlig lengre tid (6.7 dager) på gyteplassene enn oppdrettslaksen (2.2 dager). Mens nesten all villaksen ble peilet inne i gyteområder (83%), ble kun 43% av den merkede oppdrettslaksen peilet i områder av elva med gytegroper. Oppdrettshunnene vandret mer rundt i elva enn ville hunnlaks, og hadde korte visitter i flere forskjellige gyteområder. Oppdrettshannene derimot vandret ikke mer enn de ville hannene, men de fleste oppholdt seg i områder av elva hvor vi ikke kunne påvise gyting.

Hovedkonklusjonen på disse registreringene var at oppdrettslaksen så ut til å bli fortrent fra gyteområdene.

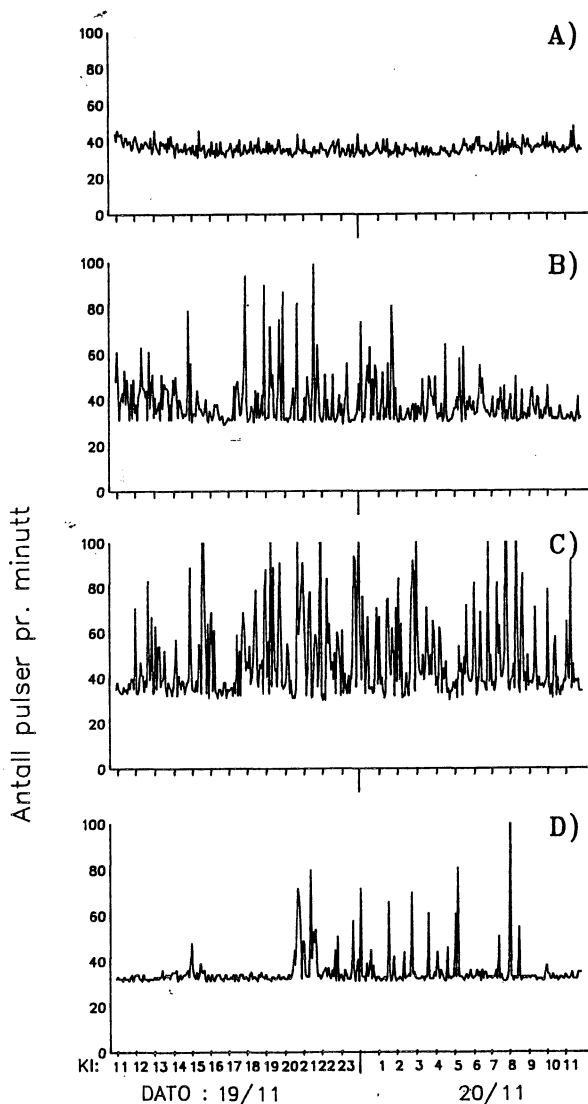
Tabell 2. Vandring og fordeling på gyteområder for oppdrettslaks og villaks i Altaelva fra 11. oktober til 9. november 1991. n=antall fisk, x=gjennomsnittsverdi, r=antall laks registrert i et gyteområde og Std=standard avvik.

	Antall fisk registrert i et gyteområde(r)			Minste avstand registrert til et gyteområde(m)			Antall dager registrert i et gyteområde		
	n	r	%	n	x	Std	n	x	Std
Villaks hanner	11	9	(81.8)	11	120*	360	11	7.6 *	6.8
Oppdrettslaks hanner	8	2	(25.0)	8	650	796	8	2.5	5.4
Villaks hunner	12	10	(83.3)	12	29	68	12	5.8	5.1
Oppdrettslaks hunner	6	4	(66.6)	6	141	220	6	1.8	1.8
Villaks	23	19	(82.6)	23	73**	251	23	6.7**	5.9
Oppdrettslaks	14	6	(42.9)	14	432	654	14	2.2	4.1

Mann-Whitney U-test: *=p<0.05, **=p<0.01.

5.3 Gyteatferd hos laks

For å høste erfaring med innsamling av aktivitetsdata hos fisk, ble det merket 4 laks, henholdsvis to hunnfisk og to hannfisk med aktivitetssendere i et kar. I bunnen på karet ble det lagt et 40 cm tykt lag med grus. Aktivitetssendere gir en fast hvilepuls når fisken ikke beveger seg. Antall pulser øker når fisken er i bevegelse, og proporsjonalt med hvor kraftig bevegelsen er. Ved hjelp av datalogger ble det registrert hvor mange pulser som ble sendt ut pr. minutt (ppm). En økning i antall pulser utover hvilepuls skyldes bevegelse hos fisken. Under studiet ble aktiviteten overvåket med video i til sammen fire timer.



Figur 6a viser aktiviteten hos en hunnlaks som viste seg å være blind. Den svømte rolig rundt i karet og antall pulsslåg registrert ligger nær hvilepuls på ca. 30 ppm. Figur 6b derimot, viser aktivitetsdata hos en hunnlaks som straks etter merking startet å grave ut gytegrøp. I perioden med mest aktivitet ble det gravd fra en til tre ganger i minuttet. Figur 6c viser aktiviteten hos den dominante hannlaksen i karet. Han svømte raskt rundt i karet, jaget i perioder den mindre hannlaksen og kurtiserte den gravende hunnlaksen. Når den minste hannlaksen ikke ble jaget, lå han helt i ro på bunnen, og kun hvilepuls ble registrert (figur 6d). Disse resultatene indikerer at radiotelemetri gir helt nye muligheter til å registrere f.eks. gyting og dødelighet hos fisk i naturen.

Figur 6. Logging av aktivitetsdata i gytetiden hos fire laks, 19–20. november 1991. Fisken var merket med aktivitetssendere slik at når fisken var i ro fikk vi registrert en hvilepuls på ca. 30 pulser pr. minutt (ppm). Antall pulsslåg økte med økende aktivitet. Aktiviteten ble registrert på video, så vi i perioder hadde kontroll både med aktivitetsdata og atferden til fisken. A) viser aktivitetsdata hos en blind hunnlaks. Den svømte rolig rundt i karet og antall ppm som ble registrert ligger nær hvilepuls på 30 ppm. B) aktivitet hos en hunnlaks under graving av gytegrøper. Denne aktiviteten førte til at antall pulsslåg i perioder var svært høyt. C) viser aktiviteten hos den dominante hannlaksen. Han jaget den subdominante hannen i perioder, og hadde høy aktivitet det meste av tiden. D) viser aktiviteten hos den subdominante hannen. I de korte periodene med høy aktivitet ble han jaget av fisk C). I periodene uten aktivitet lå han rolig på bunnen.

6 Muligheter for bruk av radiotelemetri i forskning og forvaltning

Radiomerking av fisk er en aktuell metode til å innhente informasjon på flere områder:

1) Kartlegge vandring for oppvandrende fisk. Stikkord her kan være fisketrapper, avløp fra kraftverk, fosser og stryk eller andre naturlige eller menneskelig betingede vandringshindere. Ved bruk av radiotelemetri kan en følge fiskens vandring, og registrere om og på hvilken måte fisken klarer å passere de ulike typer hindere. Oppvandring av laks eller ørret kan også studeres i forhold til vannføring. Dette er spesielt aktuelt i regulerte vassdrag, hvor minstevannføring ofte er avgjørende for fiskegangen. For utvandrende smolt kan vandringsrutene i ferskvann kartlegges. Dette kan f.eks. være aktuelt i forbindelse med smolttap som følge av at fisken trekkes inn i vanninntak til kraftverk (Stier & Kynard 1986). Videre vil fordeling og vandringsruter hos oppvandrende fisk ofte være av betydning for utvikling av fiskeordninger og registrering av gyte- og oppvekstområder.

2) Telemetri kan også være en aktuell metode til å kartlegge vandringsruter og hastigheter hos innvandrende laksefisk. Selv om ikke radio-signaler kan mottas så lenge fisken er i sjøen, kan en registrere når, og i hvilke elver fisken vandrer opp. Sendere kan også konstrueres slik at de først er hydroakustiske, og så etter en tid sender radiosignaler. Dermed kan fiskens bevegelser både i sjøen og i ferskvann registreres.

3) Atferden til rømt oppdrettslaks kan studeres detaljert ved hjelp av telemetri. Dette kan gjøres ved simulert rømming av fisk påsatt sendere fra fiskeoppdrettsanlegg, eller ved merking av innvandrende fisk i fjordsystem (kilenøter) eller i ferskvann. Vandringsmønsteret og fordeling i elva kan dermed analyseres. Dette er spesielt aktuelt hos rømt oppdrettsfisk, fordi den kommer så sent inn at en ikke får noen fullstendig rapportering av vanlige merker (f.eks. Carlinmerker) i eksisterende fiskerier.

7 Konklusjon

Radiotelemetri åpner nye muligheter til å følge vandring hos fisk over tid. Denne metoden gir anledning til å innhente opplysninger om vandring og atferd hos enkeltfisk med en presisjon som tidligere ikke var mulig. Ved bruk av vanlige mekaniske merker er en avhengig av at fisken gjenfanges. Som regel blir bare en liten del gjenfanget. Ved bruk av telemetri kan hver enkelt fisk som merkes følges på en detaljert måte, slik at et langt lavere antall fisk dermed involveres.

Den største fordelene med bruk av radiotelemetri er at signalene har lang rekkevidde og at de kan mottas på en enkel måte, enten manuelt eller automatisk. Denne metoden anbefales derfor i de tilfeller hvor hovedmålsettingen er å analysere fisk i ferskvann. I tilfeller der fiskens vandring i saltvatn skal studeres, må en anvende hydroakustiske sendere.

Litteratur

- Baras, E. 1991. A bibliography on underwater telemetry. – Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 0: 1–55.
- Eiler, J. H. 1990. Radio transmitters used to study salmon in glacial rivers. – Amer. Fish. Soc. Symposium 7: 364–369.
- Eliassen, E. 1960. A method for measuring the heart rate and stroke/pulse pressures of birds in normal flight. – Årbok Universitetet Bergen, Matematisk Naturvitenskapelig 12: 1–22.
- Heggberget, T. G. & Heggberget, T. M. 1986. Behaviour of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in rapid- and slow-flowing sections of a small Norwegian stream. – Aquacult. Fish. Manage. 17: 191–194.
- Heggberget, T. G., Hansen, L. P. & Næsje, T. F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 1691–1698.
- Heggberget, T. G., Økland, F. & Ugedal, O. 1992a. Distribution and migratory behaviour of adult wild and farmed Atlantic salmon released outside River Alta, North Norway. – Manuscript.
- Heggberget, T. G., Økland, F. & Ugedal, O. 1992b. Prespawning migratory behaviour of mature wild and farmed Atlantic salmon in a North-Norwegian river. – Manuscript.
- Jensen, A.J. & Mejdell Larsen, B. 1985. Fiskeri-biologiske undersøkelser i forbindelse med Kobbeltutbyggingen, Nordland 1981–84. Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr 13–1985:60 s.
- Kaseloo, P. A., Weatherley, A. H., Lotimer, J. & Farina, M. D. 1992. A biotelemetry system recording fish activity. – J. Fish Biol. 40: 165–179.
- Le Munyan, C. D., White, W., Nybert, E. & Christian, J. J. 1959. Design of a miniature radio transmitter for use in animal studies. – J. Wild. Management 23: 107–110.
- Lucas, M. C., Priede, I. G., Armstrong, J. D., Ginda, A. N. C. & De Vera, L. 1991. Direct measurements of metabolism activity and feeding behaviour of pike (*Esox lucius* L.) in the wild by the use of heart rate telemetry. – J. Fish. Biol. 39(3): 325–346.
- Mellas, E. J. & Haynes, J. M. 1985. Swimming performance and behaviour of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and white perch (*Morone americana*): Effect of attaching telemetry transmitters. Can. J. Fish. Aquatic. Sci. 42: 488–493.
- Moore, A., Russell, I. C. & Potter, E. C. E. 1990. The effects of intraperitoneally implanted dummy acoustic transmitters on the behaviour and physiology of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). – J. Fish Biol. 37(5): 713–722.
- Stanco, A. B. & Pinock, D. G. 1977. Review of under water bio telemetry with emphasis on ultrasonic techniques. – J. Fish. Res. Board Can. (Canada) 34: 1261–1285.
- Stier, D. J. & Kynard, B. 1986. Use of radio telemetry to determine the mortality of Atlantic salmon smolts passed through a 17-Mw Kaplan turbine at a low-head hydroelectric dam. – Trans. Am. Fish. Sco. 115(5): 771–775.
- Strand, R., Rikstad, A., Heggberget, T. G. & Johnsen, B. O. 1992. Havbeiteprosjektet i Opløyelva, Nærøy kommune, Nord-Trøndelag. Årsrapport 1991. – NINA Oppdragsmelding 109: 32s.
- Webb, J. 1989. The movements and spawning behaviour of adult salmon in the Girnock Burn, a tributary of the Aberdeenshire Dee, 1986. – Scottish Fisheries Research Report Number 40: 42s.
- Webb, J. 1990. The behaviour of adult Atlantic salmon ascending the Rivers Tay and Tummel to Pitlochry Dam. – Scottish Fisheries Research Report Number 48: 27s.

128

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0234-4

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00