

# Forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Altaelva

Finn Økland  
Eva B. Thorstad  
Tor F. Næsje  
Hans Mack Berger  
Anders Lamberg

**NINA Oppdragsmelding 786**

# Forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Altaelva

Finn Økland

Eva B. Thorstad

Tor F. Næsje

Hans Mack Berger

Anders Lamberg

## NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

### NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs 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

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

### NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

### Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, 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 NINAs 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-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Økland, F., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2003. Forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Altaelva – NINA Oppdragsmelding 786: 24 pp.

Trondheim, april 2003

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1395-8

Forvaltningsområde:  
Naturinngrep

Management area:  
Impact assessment

Rettighetshaver ©:  
NINA

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Norunn S. Myklebust

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 170

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13614 Alta: Atferd ungfisk/bonitering

Ansvarlig signatur:

*Norunn S. Myklebust*

Oppdragsgiver:

Statkraft Grøner AS

## Referat

Økland, F., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2003 Forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Altaelva – NINA Oppdragsmelding 786. 24 pp.

For å dokumentere eventuelle endringer i laksebestanden i forbindelse med kraftreguleringen av Altaelva, er det gjennomført omfattende fiskebiologiske undersøkelser siden 1981. En viktig metode for å estimere endringer i lakseproduksjonen, er bruk av elektrofiske til å beregne tettheter av laksunger. Selv om langtidsundersøkelsene har gitt klare indikasjoner på nedgang i tetthet av laksunger i Sautso etter reguleringen, er det vanskelig å tallfeste totale endringer i laksebestanden. Dette er delvis knyttet til metodiske begrensninger ved elektrofiske og størrelsen på elva. Som et supplement til elektrofiske for å overvåke ungfiskbestanden av laks, ga Direktoratet for naturforvaltning (DN) pålegg om å gjennomføre massemerking av fisk for å få et direkte mål på overlevelse hos laksunger i Sautso i forhold til en referansestasjon lengre nede i elva, samt kartlegge habitatbruk og forflytninger hos laksunger ved radiomerking i Sautso.

En undersøkelse med radiomerking av store laksunger (kroppslengde 113-178 mm) ble gjennomført i juli/august og september/oktober 2002 i Øver-Tørmenen i Sautso. Hovedformålene med undersøkelsen var å kartlegge 1) i hvilken grad laksungene benyttet habitater som er el-fiskbare, og 2) i hvilken grad laksungene foretok korte eller lengre forflytninger. Informasjon om forflytninger er viktig for å kunne vurdere mulighetene for gjenfangst av merkede fisk i en eventuell massemerkingsundersøkelse, og for å vurdere mulighetene for vandring av fisk ned i Sautso vann. I hver periode ble 15 laksunger merket med standard radiosendere og posisjonert 2-4 ganger i døgnet i 11-13 dager. I juli/august ble fisken posisjonert til sammen 32 ganger, og i september/oktober 31 ganger. I tillegg ble ti laksunger i hver periode merket med radiosendere med en av/på bryter slik at de produserte signaler én dag i uka. Alle de 50 laksungene som inngikk i undersøkelsen ble posisjonert én gang i uka så lenge batteriene i senderne varte; opp til fire uker etter merking.

Bonitering ble gjennomført på elvestrekninger i Sautso og Vina. Formålene var å 1) undersøke hvor representative områdene som elektrofiskes er, 2) undersøke hvor store arealer som er el-fiskbare for å kunne vurdere om det er mulig å fange, merke og gjenfange et stort antall laksunger, og 3) finne et referanseområde for Sautso. Elveløpet ble detaljert klassifisert med hensyn på habitat, substrat, vanndybde, og egnethet for elektrofiske etter laksunger.

Laksungene viste store individuelle forskjeller i atferd og habitatbruk. Leveområdet var relativt stort, med 95 % sannsynlighet for å påtreffes innenfor et gjennomsnittlig areal på 1 286 m<sup>2</sup> og 50 % sannsynlighet for å påtreffes innenfor et gjennomsnittlig areal på 209 m<sup>2</sup> (kernel home range analyser). Lengde på elvestrekningen laksungene ble registrert innenfor i den intensive peileperioden på 11-13 dager, var gjennomsnittlig

90 m. Ved gjennomsnittlig 38 % (16-77 %) av peilingene ble det registrert forflytninger lengre enn 10 m siden forrige peiling. Total lengde på forflytningene var gjennomsnittlig 402 m i løpet av den intensive peileperioden.

I løpet av fire uker var lengste posisjon fra slippstedet 460 m nedstrøms. Lengst oppstrøms posisjon var 110 m ovenfor slippstedet. I juli/august spredte laksen seg over en elvestrekning på 580 m og i september/oktober over 520 m. Fisken distribuerte seg i større grad nedenfor enn ovenfor slippstedet.

Det mest benyttede habitatet var strykområder, hvor laksungene ble registrert ved gjennomsnittlig 88 % av peilingene. Alle laksungene ble i løpet av undersøkelsen registrert i et strykområde ved minst sju av peilingene. Laksungene oppholdt seg i mindre grad i kulper. De ble bare registrert ved gjennomsnittlig 11 % av peilingene i kulper, og 22 av laksungene (73 %) ble aldri registrert i kulpområder. Fem fisk (17 %) oppholdt seg i strømkanten mellom stryk og kulpområder ved én til tre av peilingene. Vanndybde hvor laksungene oppholdt seg varierte mellom 0,2 og 1,4 m.

Boniteringen viste at det finnes forholdsvis store el-fiskbare arealer både i Sautso og Vina (henholdsvis 22 og 32 % av vanndekt areal), sett i forhold til at Altaelva er ei stor elv. Boniteringen ble foretatt ved en relativt lav vannføring (40 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>), og andelen el-fiskbare områder vil endres med vannføringen. Laksungene ble registrert i el-fiskbare områder ved gjennomsnittlig 56 % av peilingene, noe som grovt sett samsvarer med andelen el-fiskbart areal i området for telemetristudien. Likevel syntes det som at laksungene i alle fall i juli/august viste en preferanse for å oppholde seg i el-fiskbare områder, da de ble registrert i slike områder ved gjennomsnittlig 71 % av peilingene.

Ingen signifikante forskjeller i habitatbruk ble funnet mellom dag og natt, selv om det var en tendens til at laksungene i større grad oppholdt seg i strykområder og i mindre grad i kulper om dagen i juli/august (p-verdier henholdsvis 0,09 og 0,057). Laksungene hadde et større leveområde (95 % home range) i september/oktober enn i juli/august. De ble også i større grad registrert i kulper og i mindre grad i strykområder i juli/august enn i september/oktober. Hovedinntrykket er imidlertid at forskjellene i atferd og habitatbruk mellom de to periodene var relativt små, til tross for at både vannføring og vanntemperatur var lavere i september/oktober enn i juli/august. Kroppsstørrelse hadde liten innflytelse på atferd og habitatbruk, noe som trolig skyldes at individene som inngikk i undersøkelsen var store laksunger av relativt lik størrelse.

Emneord: Lakseparr, *Salmo salar*, atferd, telemetri, bonitering, kraftregulering.

Finn Økland, Eva B. Thorstad, Tor F. Næsje, Hans Mack Berger, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Anders Lamberg, Lamberg Bio-Marine Service, Ranheimsvien 281, 7054 Ranheim.

## Forord

Siden 1981 er det foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Altaelva for å dokumentere eventuelle effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden, finne årsaker til eventuelle endringer og foreslå og vurdere eventuelle kompensasjonstiltak. Som et supplement til elektrofiske for å overvåke ungfiskbestanden av laks, fikk Statkraft SF pålegg fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) om å gjennomføre massemerking av fisk for å få et direkte mål på overlevelse hos laksunger i Sautso i forhold til en referansestasjon lengre nede i elva, samt kartlegge habitatbruk og forflytninger hos laksunger ved radiomerking i Sautso (varsel om pålegg datert 12.07.01 og pålegg datert 27.08.01). Undersøkelser som baseres på gjenfangst av merket fisk, krever imidlertid at et stort antall fisk merkes. For å vurdere om det er mulig å fange og merke et stort antall laksunger uten å virke negativt på overvåking og innsamling av laksunger i elva, ble det bestemt å først gjennomføre en bonitering av elvestrekningene i Sautso og et område i Vina for å kartlegge egnethet for elektrofiske og oppvekst av laksunger. Det ble lagt vekt på å finne et område i Vina som var mest mulig likt Sautso, slik at det ved senere undersøkelser kan brukes som referanseområde. Under boniteringen ble det lagt vekt på å kartlegge mesohabitat, substrat, dybde, samt hvilke arealer som er egnet til elektrofiske av laksunger. I denne rapporten presenteres resultater fra boniteringen og radiomerking av laksunger i 2002.

Olav Lampe, Ivar Leinan, Tormod Leinan, Osvald Møllenes, Laila Saksgård og Randi Saksgård deltok under feltarbeidet. Kari Sivertsen og Knut Kringstad utførte grafisk design av kart i rapporten. Alle involverte, samt Alta Laksefiskeri Interessentskap (ALI) v/ Ivar Leinan, takkes for hjelpen og for et godt samarbeid under gjennomføring av prosjektet.

Statkraft Grøner takkes for oppdraget og Statkraft SF for finansiering av undersøkelsene.

Trondheim, april 2003

Tor F. Næsje  
prosjektleder

## Innhold

Referat.....	3
Forord.....	4
1 Innledning .....	5
2 Områdebeskrivelse .....	6
3 Materiale og metoder .....	7
3.1 Bonitering.....	7
3.1.1 Mesohabitat .....	7
3.1.2 Bunnsubstrat .....	7
3.1.3 Vanddybde .....	7
3.1.4 Egnethet for elektrofiske .....	7
3.2 Forflytninger og habitatbruk hos laksunger .....	7
3.2.1 Fangst og radiomerking av fisk.....	7
3.2.2 Registrering av fisk etter merking .....	9
3.2.3 Dataanalyser .....	10
3.3 Registrering av vannføring og vanntemperatur.....	11
4 Resultater .....	11
4.1 Bonitering.....	11
4.2 Forflytninger og habitatbruk hos laksunger .....	11
4.2.1 Sammenligning av resultater mellom dag og natt.....	17
4.2.2 Sammenligning av resultater mellom juli/ august og september/oktober.....	20
4.2.3 Effekter av kroppsstørrelse .....	20
5 Diskusjon .....	20
6 Litteratur.....	22

# 1 Innledning

Altaelva er ei av Norges beste elver for sportsfiske etter laks (*Salmo salar* L.). Elva har en storvokst laksestamme og en unik kultur og historie knyttet til laksefisket. Stortinget vedtok å utbygge og regulere elva for kraftproduksjon i 1978. Byggingen av kraftverksdammen ble igangsatt i 1983, og Alta kraftverk ble satt i drift i 1987.

For å dokumentere eventuelle endringer i laksebestanden i forbindelse med utbyggingen, er det gjennomført omfattende fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget siden 1981. En viktig metode for å estimere endringer i lakseproduksjonen, er bruk av elektrofiske til å beregne tettheter av laksunger. Laksebestanden gikk sterkt tilbake i Sautso etter åpning av kraftverket i 1987 (Ugedal et al. 2002a). Fra ungfiskundersøkelser startet i 1981 og til 1999 ble ungfisktettheten redusert med 80 % (Hårsaker et al. 2000). De øvrige deler av elva har ikke hatt en reduksjon i ungfisktettheter etter utbyggingen (Ugedal et al. 2002a). Tetthetene av ungfisk i Sautso ser ut til å ha vært høyere de siste årene sammenlignet med årene like etter utbyggingen, spesielt i 2001, og årene som kommer vil vise om dette er starten på en mer positiv bestandsutvikling (Ugedal et al. 2002b).

Selv om langtidsundersøkelsene har gitt klare indikasjoner på nedgang i tetthet av laksunger i Sautso etter reguleringen, er det vanskelig å tallfeste totale endringer i laksebestanden. Dette er delvis knyttet til de metodiske begrensningene ved elektrofiske og størrelsen på elva. Elektrofiske utføres på relativt grunne områder, og i et stort vassdrag som Altaelva, er det ikke mulig å undersøke hele elvetvernsnittet. Områdene som elektrofiskes i Sautso antas å være gode leveområder for 1-3-årige laksunger. I hvilken grad områdene som undersøkes ved elektrofiske er representative for ungfiskbestanden i Sautso, er imidlertid ikke kjent. Nyere undersøkelser har vist at det kan være stor forskjell i tettheter av laksunger mellom ulike habitater som grunne strykområder og dype kulper (Bremset & Berg 1997). Ved å undersøke bare én habitattype ved elektrofiske og forutsette at dette er representativt for alle typer habitater, kan den totale bestandssituasjonen feilvurderes. Hvis for eksempel områdene som overvåkes ved elektrofiske er de mest optimale for laksunger, så kan dette være de siste områdene hvor tettheter reduseres ved en eventuell reduksjon av bestanden. Dermed kan undersøkelser som baserer seg på elektrofiske undervurdere endringer i ungfiskbestanden.

Undersøkelser av laksunger har vist at det foregår både sesongmessige og aldersavhengige forflytninger av ungfisk (f.eks. Hesthagen 1988, Erkinaro 1995, Erkinaro & Gibson 1997, Erkinaro et al. 1998). Resultater fra undersøkelser i Sautsovann i Sautso tyder på at Sautsovann er et viktig produksjonsområde for laksunger, selv om det ikke foregår gyting i selve vannet (Saksgård et al. 2001). Laksungene som ble fanget i Sautsovann var større enn laksunger med samme alder på elvestrekningene ovenfor, men det er usikkert om dette skyldes bedre vekstforhold i Sautsovann, om det er de største laksungene som vandrer nedstrøms, eller om det er et

resultat av ulike innsamlingsmetoder (Saksgård et al. 2001). Betydningen av Sautsovann som produksjonsområde for laks er en faktor som ytterligere kompliserer vurderingen av endringer i laksebestanden i Sautso.

Resultater fra elektrofiske viser at det er lave tettheter av 3-årige (3+) laksunger i Sautso sammenlignet med andre innsamlingsstasjoner i elva (Ugedal et al. 2002b). Tapet av eldre fisk synes å være større i Sautso mellom alder 1+ og 2+, og spesielt mellom alder 2+ og 3+, enn lengre ned i elva (Ugedal et al. 2002b). Dette indikerer at overlevelsen til eldre laksunger er lavere i Sautso, noe som kan skyldes forhold knyttet til reguleringen (Ugedal et al. 2002b). Undersøkelser av laksungenes fysiologiske kondisjon viser at nedgangen i lagringsfett i løpet av vinteren er større hos laksunger i Sautso enn på en referansestasjon lengre nede i elva, og at det trolig skjer en energiavhengig dødelighet i løpet av vinteren i Sautso (Ugedal et al. 2001a). Dette skyldes sannsynligvis et utilstrekkelig næringsinntak, noe som kan ha sammenheng med manglende isdekke i Sautso på grunn av en vanntemperaturøkning om vinteren etter reguleringen (Ugedal et al. 2002a). Årsaksforholdene bak dette er imidlertid ikke klarlagt. Direktoratet for naturforvaltning (DN) har påpekt behovet for mer direkte undersøkelser av overlevelse hos laksunger gjennom vinteren, og har pålagt Statkraft SF å gjennomføre massemerking av laksunger og sammenligning av gjenfangstrater mellom Sautso og områder lengre nede i elva. Slike undersøkelser som baseres på gjenfangst av merket fisk, krever imidlertid at et stort antall fisk merkes, og kunnskap om i hvilken grad fisken flytter seg mellom områder i elva.

For å undersøke forflytninger og habitatbruk hos laksunger i Sautso, ble det gjennomført en undersøkelse med radiomerking av store laksunger i juli/august og september/oktober 2002. Hovedformålene med undersøkelsen var å kartlegge 1) i hvilken grad laksungene benyttet habitater som kunne karakteriseres som el-fiskbare, og 2) i hvilken grad laksungene foretok korte og lengre forflytninger. Informasjon om forflytninger er viktig for å kunne vurdere mulighetene for gjenfangst av merkede fisk i en eventuell massemerkingsundersøkelse, og for å vurdere mulighetene for vandring av fisk ned i Sautsovann. Med utvalget av radiosendere som er på markedet i dag, begrenses slike undersøkelser til 3-årige laksunger og én måneds registrering på grunn av størrelsen på batteriet i radiosenderne.

Samtidig ble det gjennomført en bonitering av elvestrekninger i Sautso og Vina. Formålene med dette var å 1) undersøke hvor representative områdene som elektrofiskes er, 2) undersøke hvor store arealer som er el-fiskbare for å kunne vurdere om det er mulig å fange, merke og gjenfange et stort antall laksunger, og 3) finne et område som kan sammenlignes med Sautso, og som kan benyttes som referanseområde. Elveløpet ble detaljert kartlagt og klassifisert med hensyn på habitat (kulp, stryk etc.), substrat, vanndybde, og egnethet for elektrofiske etter laksunger i Sautso (fra tunnelløpet og ned til Gabo) og referanseområdet i Vina (fra Kista og til Nedre Sierra). Resultater fra både bonitering og radiomerking av laksunger presenteres i denne rapporten.

## 2 Områdebeskrivelse

Altaelva (**figur 1**) har utspring på Finnmarksvidda i Kautokeino kommune, Finnmark fylke, hvor den renner øst- og nordover. Elva renner ut ved Alta (70°N 23°E, **figur 1**). Nedbørsfeltet er 7 408 km<sup>2</sup>, og er dominert av bjørkeskog og annen lavproduktiv vegetasjon. Langs nedre partier av Altaelva er det noe jordbruksdrift. Vassdraget består av et større antall innsjøer og rolige elvepartier. Vannføring ved munningen er gjennomsnittlig 75 m<sup>3</sup>/s, med flomtopp som kan bli på mer enn 1 000 m<sup>3</sup>/s under vårfloppen i mai-juni. Vanntemperaturen når opp i et maksimum på ca 14 °C i august.

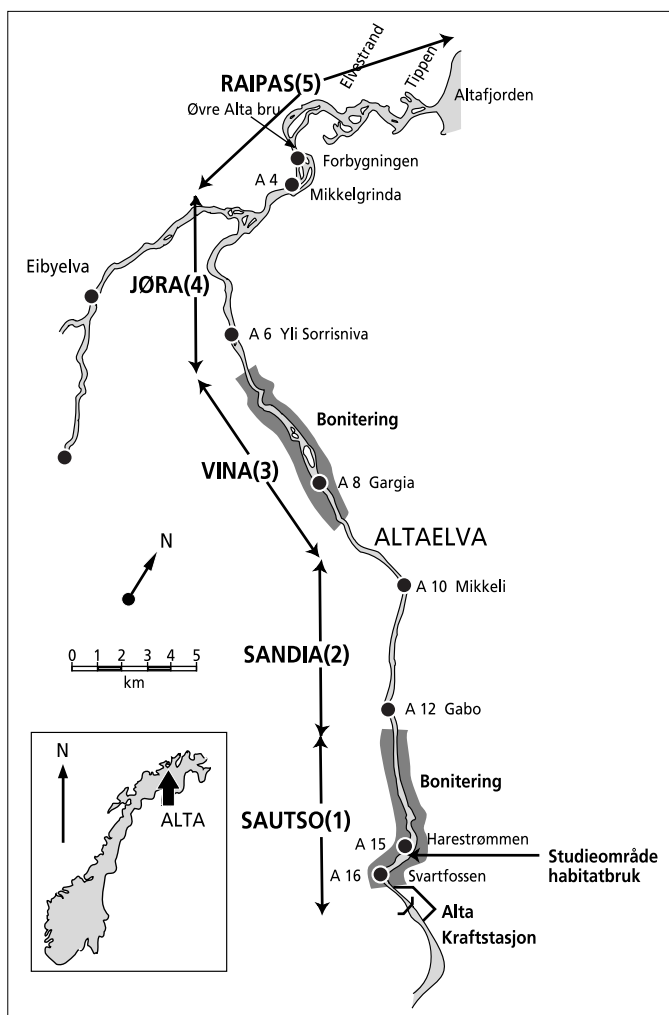
Altaelva har vært regulert for produksjon av elektrisk kraft siden 1987. Reguleringen består av et kraftverk, en 110 m høy dam og det 18 km lange inntaksmagasinet Vir'dnejav'ri, som har et magasinivolum på 135 mill m<sup>3</sup>.

Laks og sjøaure (*Salmo trutta* L.) kan vandre hovedelva 44 km oppstrøms fra sjøen, til utløpet av kraftverket. Dette var også enden på lakseførende strekning før elva ble regulert for kraftproduksjon. Laksefisket i Altaelva er inndelt i fem soner langs elva; Raipas, Jøra, Vina, Sandia og Sautso (**figur 1**). Sautso og Sandia er skilt av Gabofossen, som er den eneste fossen langs lakseførende strekning som ikke kan passeres med båt. Gabofossen er imidlertid ikke ansett som et betydelig vandringshinder for oppvandrende laks. Det er ingen virkelige innsjøer på den lakseførende strekningen, men 4,6 km nedenfor kraftverksutløpet utvider elva seg til et dypere og stilleflytende parti som kalles Sautsovannt. Sautsovannt ender i et trangt gjel ved Gabofossen. De øverste delene av lakseførende strekning veksler mellom strykpartier med grovere substrat og roligere kulper. I de nederste 10 km består elva av roligere partier med relativt fint sediment. I dette området er bunnforholdene ustabile, og elva endrer leie etter større flommer.

Elva har gode gyte- og oppvekstområder for laks. Gjennomsnittlig årlig fangst av laks var 2 301 laks, eller 15 tonn, i perioden 1974-2001 (Ugedal *et al.* 2002b). Nesten all gytelaks har vært ett eller tre år i sjøen. De som returnerer etter ett år er hovedsakelig hanner (94 %), mens de som returnerer etter tre år er hovedsakelig hunner (80 %) (Ugedal *et al.* 2002b). Smoltalderen for laksen var gjennomsnittlig 4,0 år for elva sett under ett i perioden 1991-2000, men noe lavere i Sautso, hvor smoltalderen var 3,7 år (Ugedal *et al.* 2002b). Gjennomsnittlig smoltlengde for én-sjø-vinter laks i Sautso var 145 mm og for tre-sjø-vinter laks 151 mm (Ugedal *et al.* 2002b).

Laks er den dominerende fiskearten i den lakseførende strekningen av Altaelva, men det er innslag av flere andre fiskearter. Aure forekommer både som stasjonær ("damokk") og anadrom (sjøaure) form. Sjøaure er vanligst nederst i vassdraget, mens stasjonær aure finnes særlig i den øvre delen av lakseførende strekning. Harr (*Thymallus thymallus* L.) forekommer vanlig i hele den lakseførende strekning. Bestanden av harr er særlig stor i øvre deler av lakseførende strekning, og i følge lokale fiskere har det skjedd en sterk økning i harrbestanden i dette området etter utbyggingen. Sjørøye (*Salve-*

*linus alpinus* L.) er vanlig forekommende i de nedre partier av elva, spesielt i munningen av Eibyvelva. Ørekyte (*Phoxinus phoxinus* L.) forekommer i begrenset antall i den nedre delen av vassdraget, men er rikt forekommende i Sautsovannt. Sik (*Coregonus lavaretus* L.) er vanlig i Sautsovannt, men opptrer i begrenset antall i resten av lakseførende strekning. Skrubbe (*Platichys flesus* L.) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus* L.) forekommer vanlig i de nedre deler av Altaelva, mens gjedde (*Esox lucius* L.), lake (*Lota lota* L.), abbor (*Perca fluviatilis* L.) og ål (*Anguilla anguilla* L.) forekommer sparsomt i den lakseførende strekning. Nipigget stingsild (*Pungitius pungitius* L.) og pukkellaks (*Oncorhynchus gorboscha* Walbaum) er også registrert.



**Figur 1**

Lakseførende strekning av Altaelva, med områder som ble bonitert i Sautso og Vina, og området for studier av laksungers forflytninger og habitatbruk avmerket. Elva er delt inn i fem soner for sportsfiske. Hovedstasjoner for elektrofiske ved undersøkelser av tetthet og livshistorie hos laksunger er også angitt. Altaelva renner ut i Altafjorden ved Alta.

## 3 Materiale og metoder

### 3.1 Bonitering

Feltarbeidet ble foretatt i Sautso 2. og 3. juli og i Vina 4. juli 2002. Under befaringen ble de dypere områdene undersøkt fra båt. Grunnere områder og elvestrekninger ble undersøkt ved vading i elva. Videokamera ble benyttet til å beskrive elvestrekningen i undersøkelsesområdet, samt til å dokumentere substrat på bunnen av dypere kulper. Feltarbeidet ble utført ved lav vannføring (ca  $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ). Arealer med ulike typer habitater ble tegnet inn på et kart. Kartene viser trolig elva ved en høyere vannføring enn  $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , noe som kan medføre noen unøyaktigheter ved beregning av arealer. Arealer ble beregnet ved bruk av kartprogrammet OziExplorer.

#### 3.1.1 Mesohabitat

Boniteringen er basert på en kartlegging av fysiske forhold på den aktuelle strekningen med spesiell vekt på fallgradient, vanndybde, vannhastighet og bunnssubstrat. Med utgangspunkt i disse kriteriene ble elvestrekningene delt inn i fire kategorier:

- 1) Foss – markert fallgradient og svært høy vannhastighet ( $> 3,0 \text{ ms}^{-1}$ ). Bunnssubstrat dominert av fast fjell og store steinblokker.
- 2) Stritt stryk – høy fallgradient og vannhastighet ( $> 1,0 \text{ ms}^{-1}$ ), men ikke så markert som i foss. Bunnssubstrat kan variere mellom fast fjell, blokk og middels store steiner eller grov elveør.
- 3) Moderat stryk – liten fallgradient med variert vannhastighet, vanndybde og bunnssubstrat, men med betydelig innslag av rolig elveforløp med moderat vannhastighet ( $0,2\text{-}1,0 \text{ ms}^{-1}$ ) og bunnssubstrat av mindre stein og grus.
- 4) Kulp/stillestående områder – dypområder med relativt stillestående vann med liten eller moderat vanngjennomstrømning og lav vannhastighet ( $0\text{-}0,2 \text{ ms}^{-1}$ ). Bunnssubstrat enten blokk og bart fjell, eller med finere grus og sand.

I tillegg ble det avmerket hvor det er sand- og grusører, og flomløp. Større blokker, blokkområder og fast fjell ble også registrert.

#### 3.1.2 Bunnssubstrat

Bunnssubstrat ble klassifisert til partikkelstørrelser etter en modifisert Wentworth skala: leire, silt eller sand (partikkelstørrelse  $< 0,2 \text{ cm}$ ), fin grus (partikkelstørrelse  $0,2\text{-}0,8 \text{ cm}$ ), grov grus (partikkelstørrelse  $0,8\text{-}1,6 \text{ cm}$ ), stein (partikkelstørrelse  $1,7\text{-}35 \text{ cm}$ ), blokk (partikkelstørrelse  $> 35 \text{ cm}$ ) og fast fjellgrunn uten løsmasser. I dypområder og kulper ble substrat klassifisert ved hjelp av en målestav montert foran videokamera, slik at partikkelstørrelsen kunne måles.

#### 3.1.3 Vanndybde

Vanndybden ble registrert fra båt med ekkolodd (FishPal II). Dybden ble i utgangspunktet tatt i transekter tvers over elva for hver 100 m, men sterk strøm og drift medførte at punktene ikke ble nøyaktig på linje.

#### 3.1.4 Egnethet for elektrofiske

Elvestrekningene ble inndelt som egnet eller ikke egnet for elektrofiske etter årsyngel av laks (0+), eldre laksunger (1+ og 2+) og laksesmolt ( $\geq 3+$ ). Områder ble betegnet som egnet for elektrofiske når gode habitater var tilgjengelig ved vading opp til knehøyde.

### 3.2 Forflytninger og habitatbruk hos laksunger

Atferd og habitatbruk hos laksunger ble registrert i to perioder i 2002; i juli/august og september/oktober. I hver periode ble 15 laksunger merket med standard radiosendere og peilet 2-4 ganger i døgnet i 11-13 dager (**tabell 1**). I tillegg ble ti laksunger merket med radiosendere med en av/på bryter slik at de produserte signaler 12 timer én dag i uka (**tabell 2**). Formålet med å benytte slike sendere var at de i prinsippet skulle ha lengre batterilevetid, slik at forflytninger kunne registreres over en lengre tidsperiode. I praksis viste det seg at levetiden på disse senderne ikke var særlig lengre enn de øvrige radiosenderne som ble benyttet.

#### 3.2.1 Fangst og radiomerking av fisk

Laksunger ble fanget ved bruk av elektrisk fiskeapparat ovenfor Øver-Tørrmenen i Sautso og plassert i to nettingbur (sylindriske bur, 45 cm i diameter og 100 cm lange) nær fangstplassen (**figur 2**). Burene ble plassert ute i elva på 40 cm dybde, og stein ble plassert inne i burene slik at de dannet skjulplasser for fisken. Fisk som ble fanget langs bredden, ble separert fra fisk som ble fanget rundt og på ei grunne/øy ute i elva (**tabell 1 og 2, figur 2**). Hver fisk fikk en radiosender operert inn i bukhulen dagen etter at de ble fanget. Begge typer radiosendere som ble benyttet var sylindriske sendere fra Advanced Telemetry Systems (ATS), USA (standard sender: modell F1410 og F1610, 7 x 15 mm, vekt i luft 1,0 gram, garantert batterilevetid 14 dager; sender med av/på bryter: modell F1410 og F1610, 7 x 18 mm, vekt i luft 1,4 gram, garantert batterilevetid 20 dager).

Før inngrepet ble fisken forsiktig håvet opp fra buret og plassert ca 3 min i bedøvelse (2 phenoxy-ethanol EEC No 204 589-7, ca 0,5 ml per l vann). Etter at fisken var bedøvet ble de veid og lengdemålt (total lengde), før de ble lagt på et V-formet operasjonsbord. Radiosenderen ble lagt inn i bukhulen gjennom et ca 10 mm langt snitt på høyre side av buken bak brystfinnene, ca 4 mm fra midten. Antennen ble trukket fra bukhulen og ut gjennom skinnet på siden av fisken ved å be-



**Tabell 1.**

Metoder og resultater fra merking av laksunger i Altaelva i to perioder i 2002 med standard radiosendere. Resultatene er basert på perioden da fisken ble peilet 2-4 ganger daglig, og resultater fra senere ukentlige peilinger er ikke inkludert. De fleste opplysningene er gitt som gjennomsnittsverdier, med minimums- og maksimumsverdier i parentes. Total avstand på forflytninger er alle registrerte forflytninger summert. Kjerneområde er leveområder (home ranges) beregnet med 50 % sannsynlighet.

	Periode 1 juli/august	Periode 2 september/oktober	Begge perioder kombinert
Antall merkede laks	15	15	30
Antall merkede laks som var fanget ved øya	9	8	17
Kroppslengde, mm	133 (113-178)	138 (123-152)	135 (113-178)
Kroppsvekt, g	23 (12-49)	21 (16-27)	22 (12-49)
Fangst dato	24.07.02	24.09.02	-
Merkedato	25.07.02	25.09.02	-
Dato for første peiling	27.07.02	28.09.02	-
Dato for siste peiling	08.08.02	08.10.02	-
Antall dager peilet	13	11	-
Antall peilinger	32	31	-
Total avstand på forflytninger, m	441 (217-862)	364 (208-814)	402 (208-862)
Lengde på elvestrekning fisken holdt seg innenfor, m	93 (28-261)	87 (22-383)	90 (22-383)
Størrelse på home range med 95 % sannsynlighet, m <sup>2</sup>	1 634 (401-3 484)	939 (241-3 082)	1 286 (241-3 484)
Størrelse på home range med 50 % sannsynlighet, m <sup>2</sup>	251 (31-565)	167 (18-523)	209 (18-565)
Vanndybde hvor fisken ble registrert, m	0,6 (0,3-1,4)	0,6 (0,2-0,9)	0,6 (0,2-1,4)
Andel peilinger som fisken ble registrert i stryk, %	77 (22-100)	100 (94-100)	88 (22-100)
Andel peilinger som fisken ble registrert i kulp, %	21 (0-69)	0,5 (0-7)	11 (0-69)
Andel peilinger som fisken ble registrert i strømkant, %	2 (0-9)	0	1 (0-9)
Andel peilinger som fisken ble registrert i el-fiskbart habitat, %	71 (0-100)	40 (0-97)	56 (0-100)
Avstand fra slippsted til midt i største kjerneområde, m	39 (7-86)	103 (38-336)	71 (7-336)
Antall fisk med største kjerneområde nedenfor slippsted	14 (93 %)	11 (73 %)	25 (83 %)
Antall fisk med største kjerneområde ovenfor slippsted	1 (7 %)	4 (27 %)	5 (17 %)

**Tabell 2**

Opplysninger om laksunger som ble merket med radiosendere som bare produserte signaler én dag i uka i Altaelva i to perioder i 2002. Kroppslengde og kroppsvekt er gitt som gjennomsnittsverdier, med minimums- og maksimumsverdier i parentes.

	Periode 1 juli/august	Periode 2 september/oktober	Begge perioder kombinert
Antall merkede laks	10	10	20
Antall merkede laks som var fanget ved øya	0	5	5
Kroppslengde, mm	126 (118-137)	153 (144-168)	140 (118-168)
Kroppsvekt, g	18 (15-22)	29 (25-37)	24 (15-37)
Fangst dato	24.07.02	24.09.02	-
Merkedato	25.07.02	25.09.02	-
Dato for første peiling	1.08.02	2.10.02	-
Dato for siste peiling	22.08.02	30.10.02	-

nytte en hul nål som er spiss i den ene enden, og som ble ført ut gjennom skinnen fra innsiden. Antennevaieren ble tredd gjennom nåla, og nåla ført fullstendig gjennom slik at antennen ble plassert. Operasjonssåret ble lukket med to eller tre separate sting med permanent silketråd (Etichon 4/0). Varigheten på operasjonen var gjennomsnittlig 3 min 23 sek. Etter at operasjonen var ferdig, ble fisken satt i et lite nettingkar i elva for å våkne etter bedøvelsen (fisken våknet etter gjennomsnittlig 3 min 41 sek). Når fisken kunne svømme normalt, ble de sluppet ut i elva i øvre del av fangstområdet ved bredden, alle på samme sted (**figur 2**).

Kroppsstørrelsen på fisken som ble merket med standard radiosendere, var ikke forskjellig mellom juli/august og september/oktober (Mann-Whitney U test, lengde:  $U = 82,0$ ,  $P = 0,22$ ; vekt:  $U = 110,5$ ,  $P = 0,94$ , **tabell 1**). Fisken som ble merket med sendere som produserte signaler én dag i uka, var imidlertid større i september/oktober enn i juli/august (Mann-Whitney U test, lengde:  $U = 0,0$ ,  $P < 0,001$ ; vekt:  $U = 0,0$ ,  $P < 0,001$ , **tabell 1**). Detaljopplysninger om individuelle laksunger som ble merket, er gitt i **vedlegg 1**.

### 3.2.2 Registrering av fisk etter merking

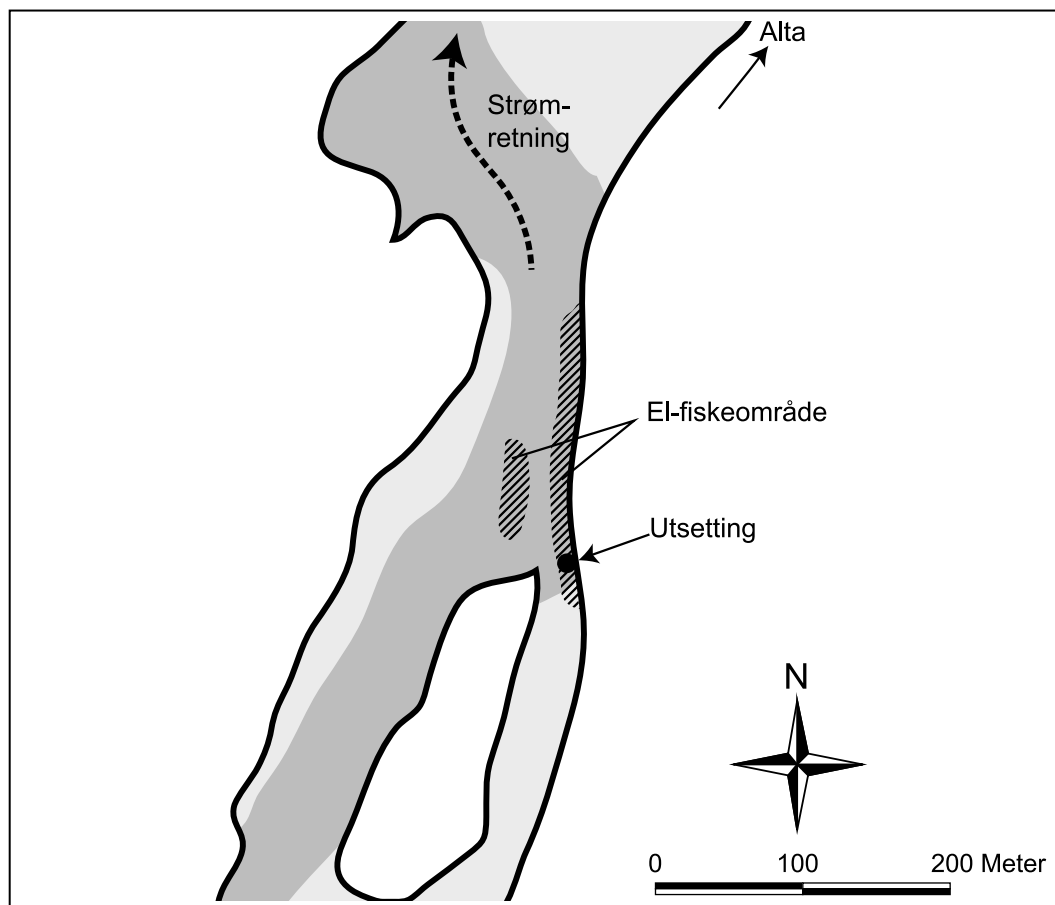
Etter merking og utsetting ble fisken peilet manuelt med en bærbar radiomottaker (modell 2100, ATS) og Yagi-antenne. Første peiling ble foretatt 2-3 dager etter utsetting, slik at atferd som kunne være en effekt av merking og håndtering de første dagene etter utsetting ikke skulle bli inkludert.

Peilinger av fisk med standard radiosendere ble foretatt 2-4 ganger i døgnet fra land og ved vading ut i elva. I periode 1 (juli/august) ble fisken peilet til sammen 32 ganger: to ganger om morgenen (klokka 3-9), 12 ganger om dagen (klokka 9-15), seks ganger om kvelden (klokka 15-21) og 12 ganger om natta (klokka 21-03) (**tabell 1**). I periode 2 (september/oktober) ble fisken peilet til sammen 31 ganger: fem ganger om morgenen, ti ganger om dagen, seks ganger om kvelden og ti ganger om natta (**tabell 1**). Under peilingene ble fiskens GPS posisjon notert, sammen med type habitat (stryk, kulp eller strømkant mellom stryk og kulp), vanndybde, og om fisken oppholdt seg i el-fiskbart habitat eller ikke.

Ved peiling ble laksungene posisjonert med en nøyaktighet på  $\pm 1$  m når de var innenfor rekkevidde ved vading. Når laksungene var lengre ut i elva, ble de posisjonert ved triangulering, og nøyaktigheten på peilingene var  $\pm 5-10$  m eller bedre. I noen tilfeller oppholdt laksungene seg på posisjoner hvor det ikke var mulig å bestemme verken vanndybde eller hvorvidt laksungene var i el-fiskbart habitat ved vading. Data om vanndybde mangler derfor for fem fisk ved 1-17 peilinger (gjennomsnittlig 8 peilinger) i juli/august og for ni fisk ved 1-30 peilinger (gjennomsnittlig 14 peilinger) i september/oktober. Data om el-fiskbart habitat mangler for én fisk ved ni peilinger i juli/august og for to fisk ved henholdsvis 22 og 28 peilinger i september/oktober. Unøyaktighet på posisjoner oppgitt av GPS var 2,8-5,2 m.

**Figur 2**

Fangststeder (elektrofiske-områder) og utsettingssted for laksunger som ble radiomerket i Sautso i Altaelva i 2002. Mørkegrå farge viser elva ved lav vannføring (ca  $60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), mens den også flyter over de lysere grå områdene ved høyere vannføring (ca  $120 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ).



Etter perioden med intensiv peiling ble fisken posisjonert én gang i uka fra båt i fire uker etter merking (henholdsvis til 22. august og 23. oktober i de to periodene). Samtidig ble fisk med radiosendere som produserte signaler én dag i uka posisjonert. Hele Sautsosenen ble peilet, og bare fiskens posisjon ble registrert. For fisk som ble merket 25. juli, ble 96 % (n = 24) av fisken registrert ei uke etter merking, 92 % (n = 23) to uker etter merking, 56 % (n = 14) tre uker etter merking og 20 % (n = 5) fire uker etter merking. Fisk som ikke ble funnet ved peiling hadde trolig radiosendere med utgåtte batterier, samt at det trolig var feil ved én av senderne. For fisk som ble merket 25. september, ble 100 % (n = 25) av fisken registrert ei og to uker etter merking, 96 % (n = 24) tre uker etter merking og 80 % (n = 20) fire uker etter merking. Senderne hadde altså lengre levetid i september/oktober enn i juli/august, uten at vi kjenner årsaken til dette.

Vi hadde mulig dødelighet av én laksunge i den andre uka etter merking (fisk nr 40 med av/på sender i juli/august, **vedlegg 1**), basert på at fisken ikke beveget seg og oppholdt seg i et atypisk område da vannføringen gikk ned. Fisken ble imidlertid ikke funnet da den ble forsøkt plukket opp.

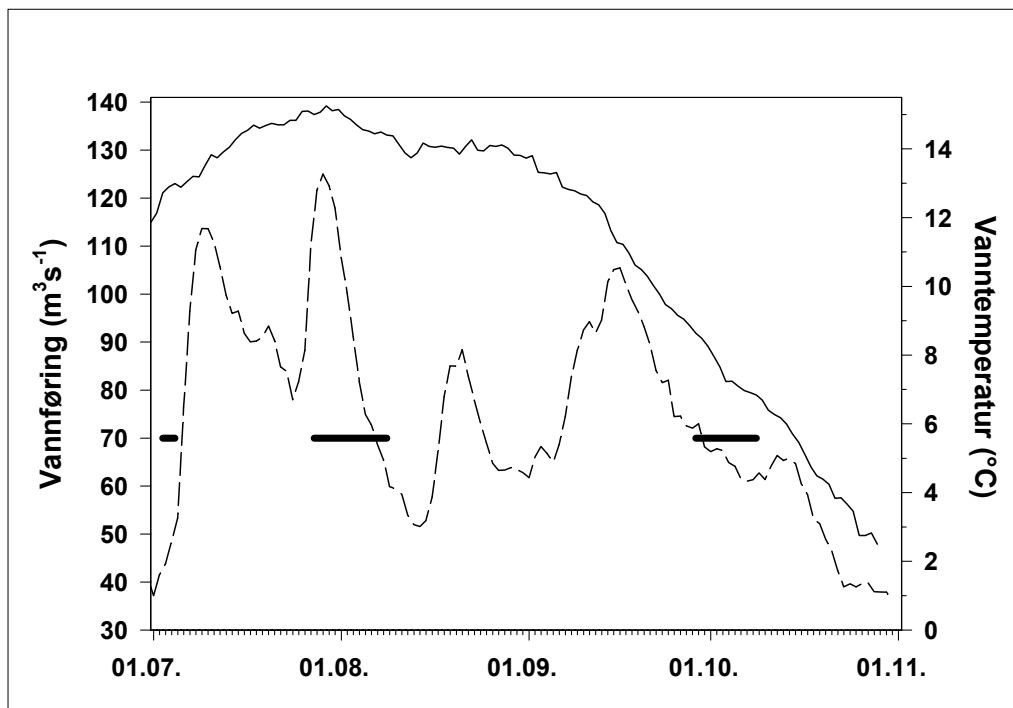
Én av laksungene som ble merket i august, ble gjenfanget ved elektrofiske 24. september. Én laksunge ble også gjenfanget ved elektrofiske i mars 2003 (Nils Arne Hvidsten, NINA, pers. komm.), men det vites ikke om denne ble merket i juli eller september 2002. Hos begge de gjenfangede laksungene var såret fullstendig grodd, stingene var borte og fisken var i fin form ved fangst.

### 3.2.3 Dataanalyser

Når ikke annet er beskrevet, er resultatene basert på den intensive peilingen over en 11-13 dagers periode av de 30 laksungene med standard radiosendere (15 laksunger i juli/august og 15 i september/oktober). Leveområder (home ranges) ble beregnet ved å benytte den ikke-parametriske kernel-metoden og en sannsynlighets tetthetsfunksjon (f eks Worton 1989, Seaman & Powell 1996, Lawson & Rodgers 1997). For kernel utjevningparameter "h", ble "ad hoc" løsning forkastet til fordel for minste kvadrater kryss-validering tilnærming, som er mer effektiv ved mangetoppede fordelinger (Worton 1989). Når "h" var større enn åtte, ble "h" satt til åtte for å unngå at store landområder ble inkludert i leveområdene. Leveområdet ble estimert i form av omkrets og areal ved to sannsynlighetsnivåer (95 % og 50 %). Fangst- og utsettingsposisjon ble ikke inkludert i analyser av leveområde.

Habitatbruk ble sammenlignet mellom dag (klokka 9-15) og natt (klokka 21-03) med parvise tester (Wilcoxon signed-rank tester). Habitatbruk morgen og kveld ble ikke inkludert i analysene på grunn av få peilinger.

Statistiske analyser ble foretatt ved bruk av SPSS 10.0, unnatt analysen av leveområder, som ble foretatt ved bruk av ArcView GIS 3.2 (Environmental Systems Research Institute, Inc.). Avstander ble beregnet ved bruk av kartprogrammet OziExplorer.



**Figur 3**

Vannføring ved Kista (stiplet linje) og vanntemperatur ved Gabo (heltrukket linje) 1. juli-1. november 2002. Tykke horisontale streker viser perioder med bonitering (2.-4. juli) og intensiv peiling av radiomerket fisk (27. juli-8. august og 28. september-8. oktober).

### 3.3 Registrering av vannføring og vanntemperatur

Vannføringsdata ble skaffet fra Harestrømmen i Sautso og vanntemperaturdata fra Gabo (Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE). Under peiling av radiomerket fisk 27. juli - 8. august var vannføringen gjennomsnittlig  $97 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (65-125  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og vanntemperaturen gjennomsnittlig  $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$  (14,4-15,3  $^\circ\text{C}$ ) (**figur 3**). Under peiling 28. september - 8. oktober var vannføringen gjennomsnittlig  $66 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (61-73  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) og vanntemperaturen gjennomsnittlig  $7,6 \text{ }^\circ\text{C}$  (6,8-8,6  $^\circ\text{C}$ ) (**figur 3**).

## 4 Resultater

### 4.1 Bonitering

Sautso ovenfor Sautsovann og Vina fra Kista til Nedre Sierra er hovedsakelig dominert av moderat stryk (henholdsvis 65 % og 76 % av vanndekt areal, **tabell 3**), med også med mye kulpområder (henholdsvis 26 % og 15 % av vanndekt areal, **tabell 3**). Totalt el-fiskbart areal i disse områdene utgjorde 22 % i Sautso ovenfor Sautsovann og 32 % i Vina fra Kista til Nedre Sierra (**tabell 3**). Resultatene fra boniteringen forøvrig er vist i **figur 4-7** for Sautso og **figur 8-11** for Vina, samt i **tabell 3**.

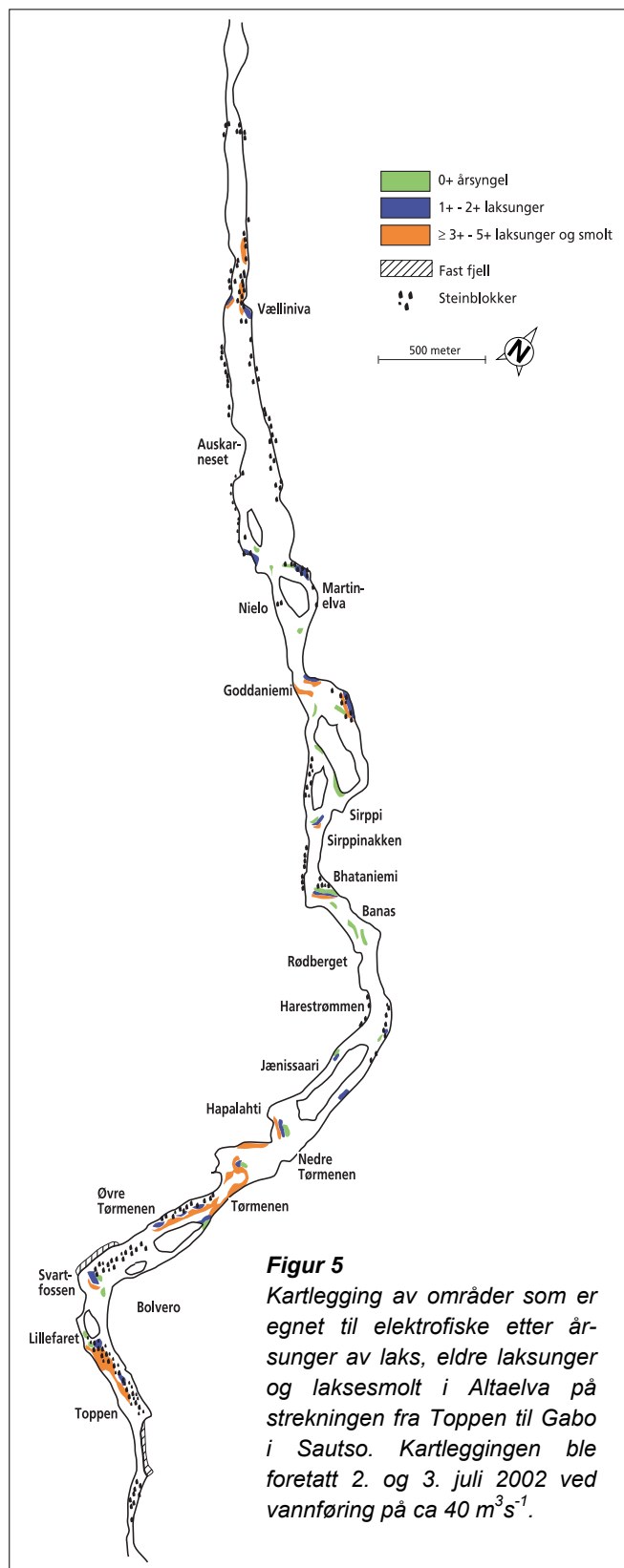
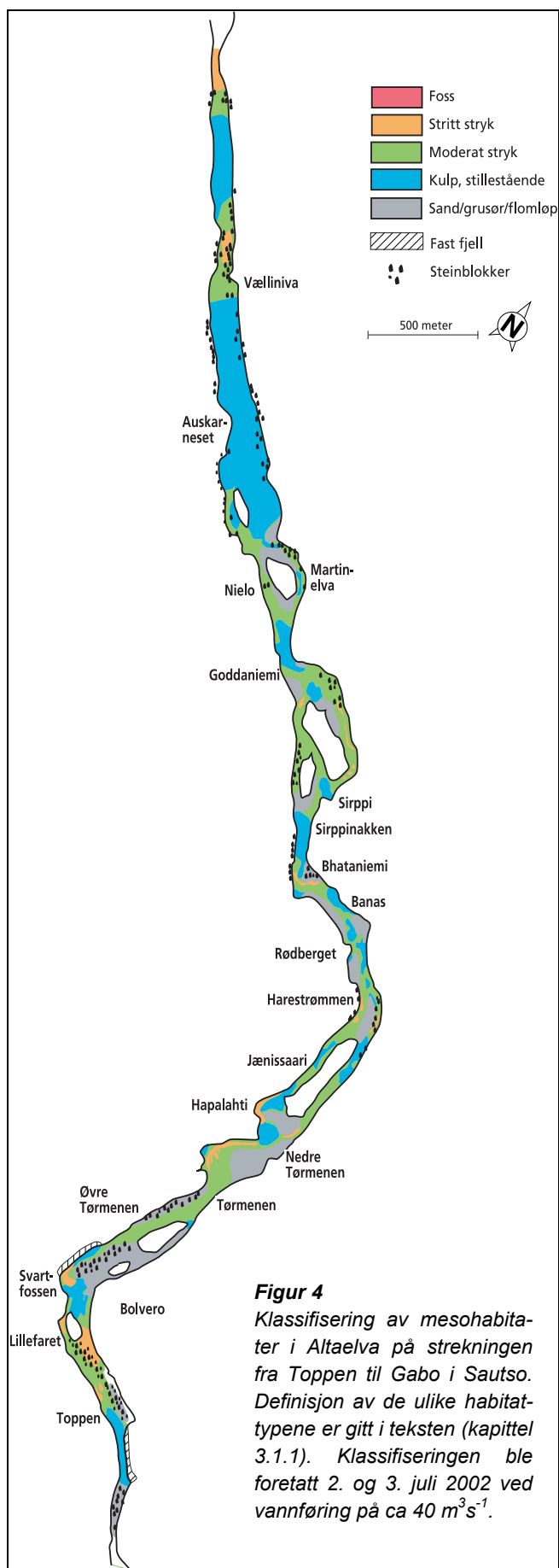
### 4.2 Forflytninger og habitatbruk hos laksunger

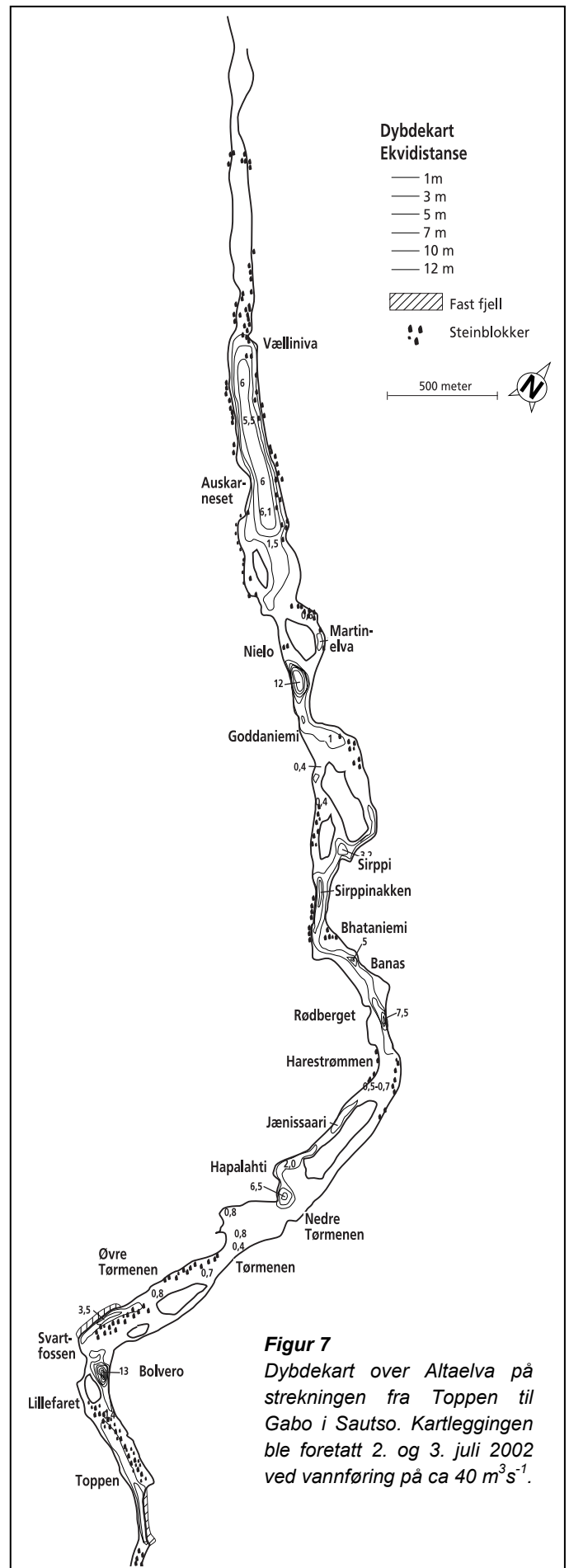
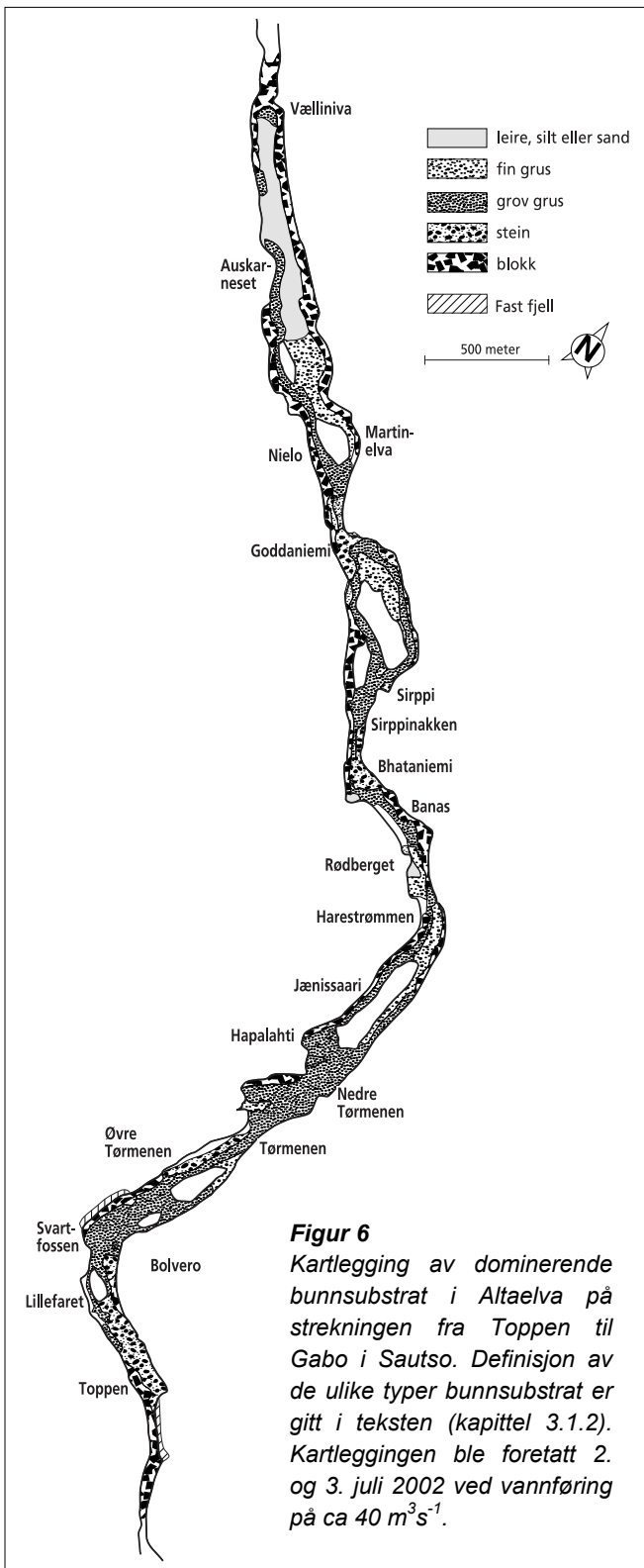
Laksungene oppholdt seg innenfor definerte leveområder (home ranges), med 95 % sannsynlighet for å påtreffes innenfor et gjennomsnittlig areal på  $1\,286 \text{ m}^2$  og 50 % sannsynlighet for å påtreffes innenfor et gjennomsnittlig areal på  $209 \text{ m}^2$  (**tabell 1, figur 12**). Lengde på elvestrekningen laksungene ble registrert innenfor var gjennomsnittlig 90 m (**tabell 1, figur 12**). Ved gjennomsnittlig 38 % (16-77 %) av peilingene ble det registrert forflytninger lengre enn 10 m siden forrige peiling. Total lengde på forflytninger i løpet av studieperioden var gjennomsnittlig 402 m (**tabell 1**). Flere radiomerkede laksunger hadde overlappende leveområder (**figur 13**).

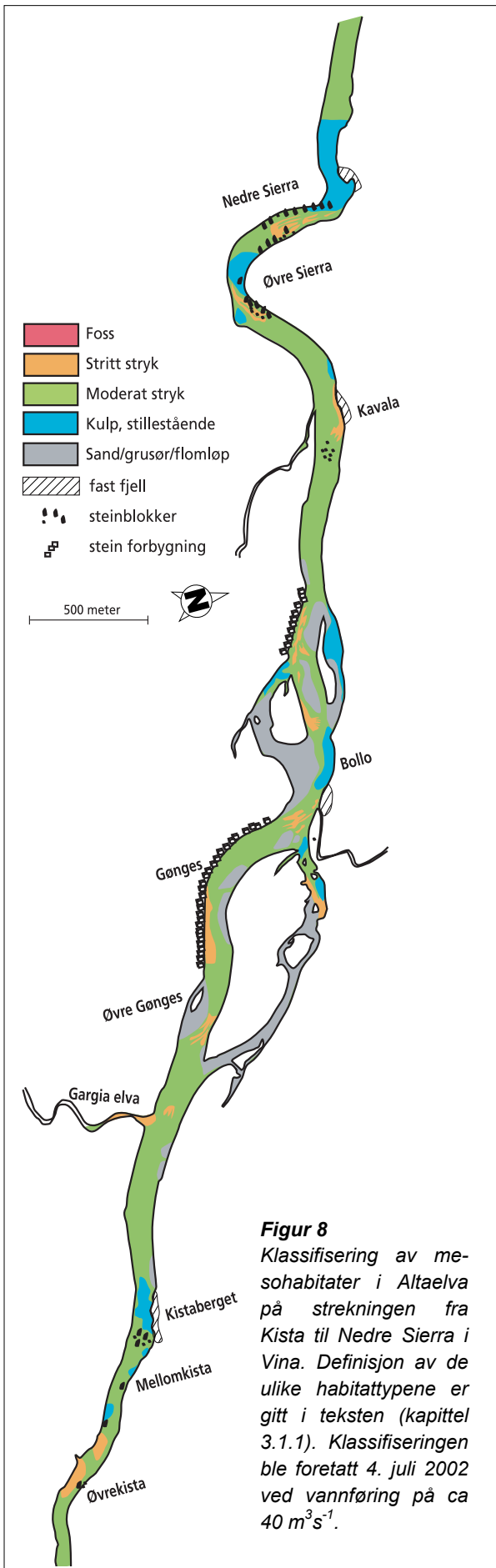
**Tabell 3**

Resultater fra bonitering av Sautso og deler av Vina i Altaelva 2.-4. juli 2002 ved vannføring  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vanndekt areal er beregnet fra kart. Områder med foss, stritt stryk, moderat stryk og kulp ble klassifisert, samt områder som ble vurdert som el-fiskbare for ulike aldersgrupper laksunger. I parenteser er de ulike habitatene gitt som andel av vanndekt areal.

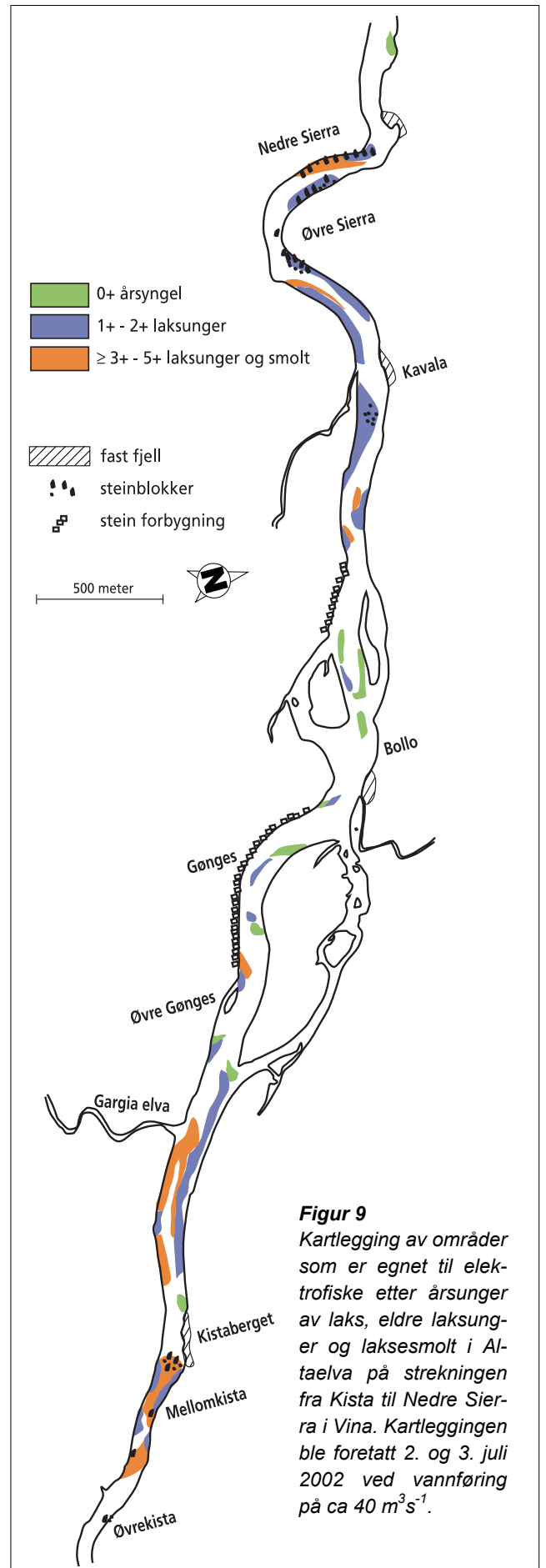
	Sautso inkludert Sautsovann	Sautso ovenfor Sautsovann	Vina fra Kista til Nedre Sierra
Vanndekt areal, $\text{m}^2$	700 336	445 349	708 021
Foss, $\text{m}^2$ (%)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Stritt stryk, $\text{m}^2$ (%)	34 115 (5 %)	29 474 (7 %)	69 314 (10 %)
Moderat stryk, $\text{m}^2$ (%)	330 319 (47 %)	288 783 (65 %)	539 047 (76 %)
Kulp, $\text{m}^2$ (%)	325 129 (46 %)	116 319 (26 %)	104 119 (15 %)
El-fiskbart 0+, $\text{m}^2$ (%)	23 806 (3 %)	22 540 (5 %)	29 436 (4 %)
El-fiskbart 1+-2+, $\text{m}^2$ (%)	28 343 (4 %)	23 866 (5 %)	128 795 (18 %)
El-fiskbart $\geq 3+$ , $\text{m}^2$ (%)	57 508 (8 %)	50 089 (11 %)	71 646 (10 %)
Totalt el-fiskbart areal, $\text{m}^2$ (%)	109 657 (16 %)	96 495 (22 %)	229 878 (32 %)



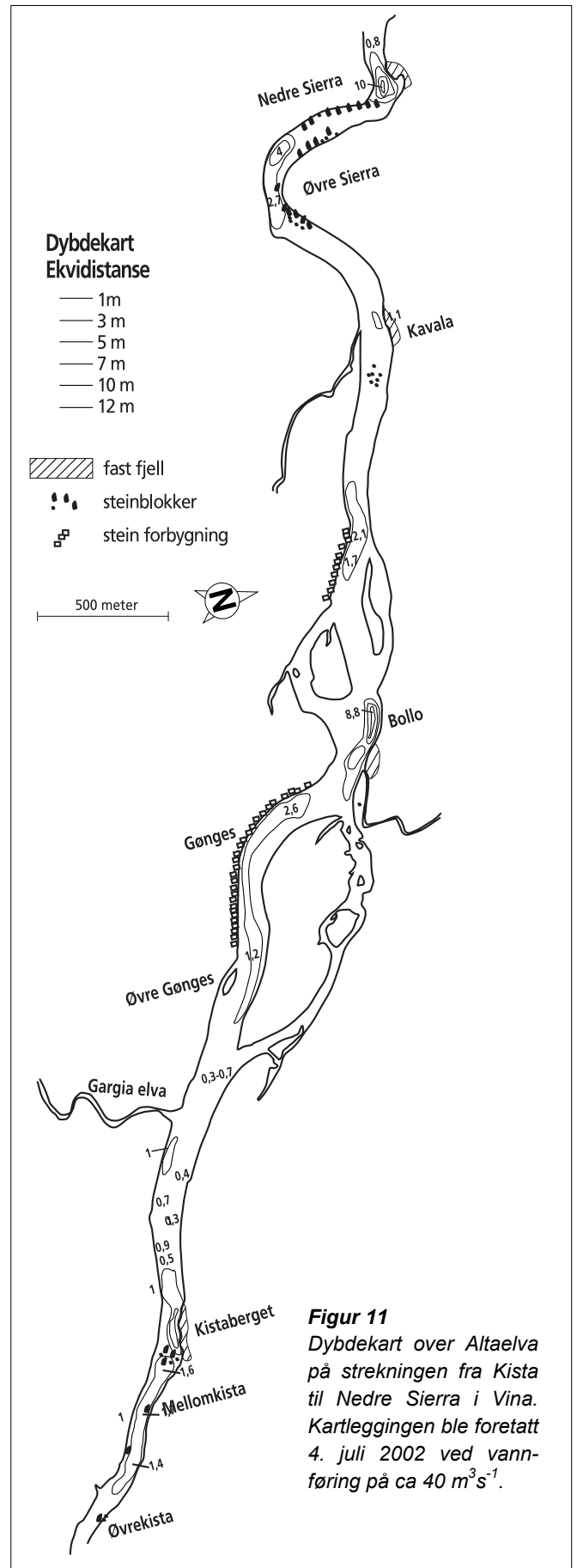
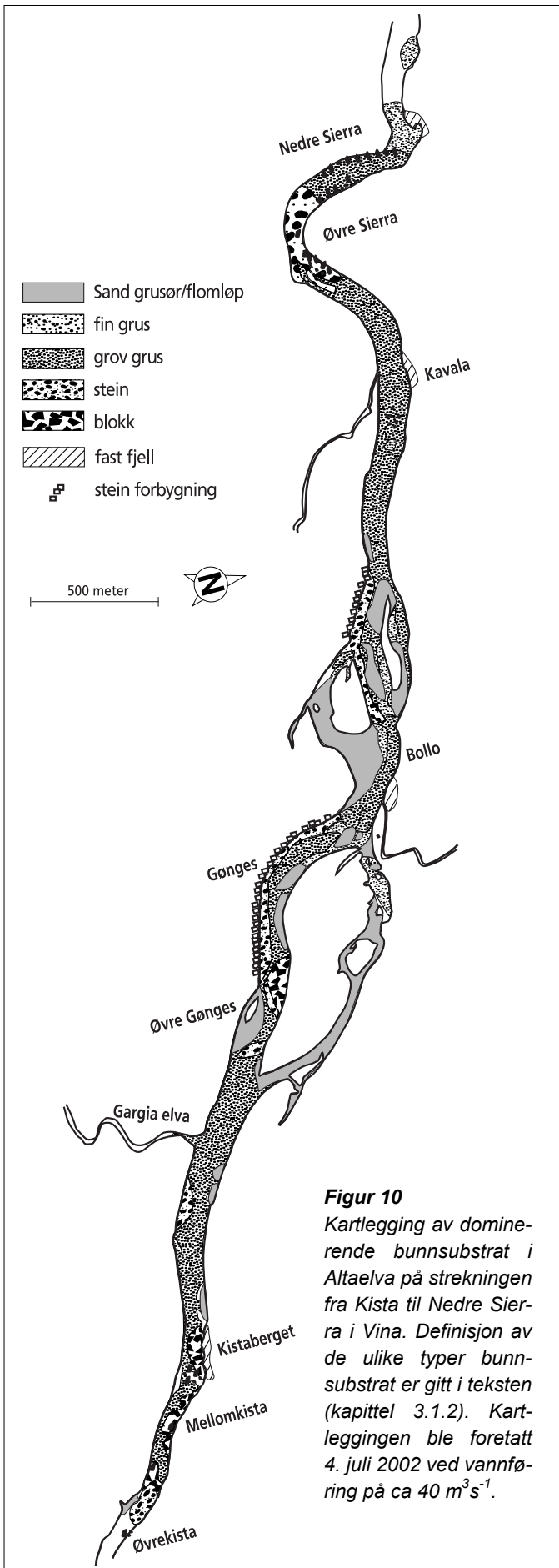




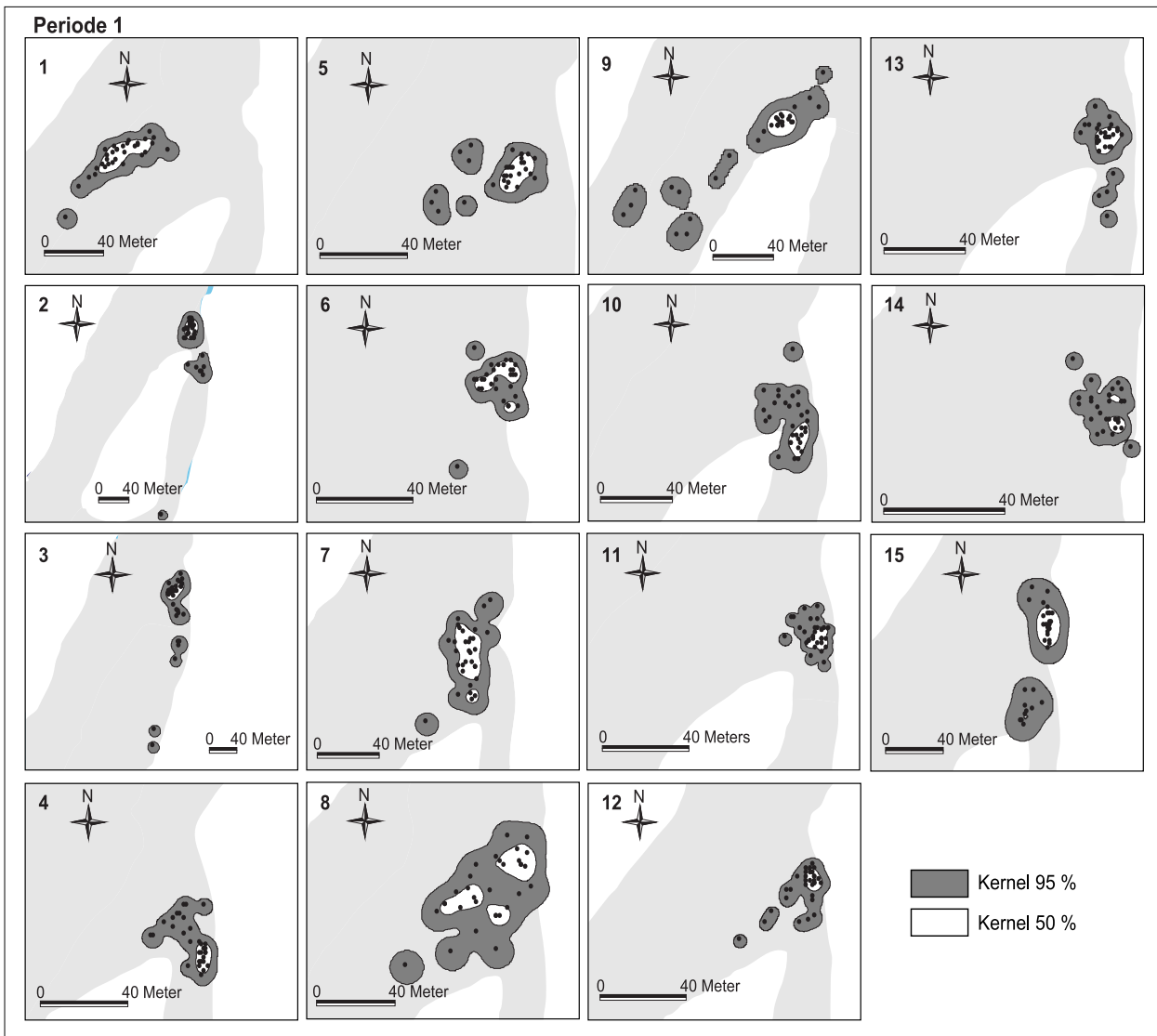
**Figur 8**  
 Klassifisering av mesohabitater i Altaelva på strekningen fra Kista til Nedre Sierra i Vina. Definisjon av de ulike habitattypene er gitt i teksten (kapittel 3.1.1). Klassifiseringen ble foretatt 4. juli 2002 ved vannføring på ca  $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .



**Figur 9**  
 Kartlegging av områder som er egnet til elektrofiske etter årsunger av laks, eldre laksunger og laksesmolt i Altaelva på strekningen fra Kista til Nedre Sierra i Vina. Kartleggingen ble foretatt 2. og 3. juli 2002 ved vannføring på ca  $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .







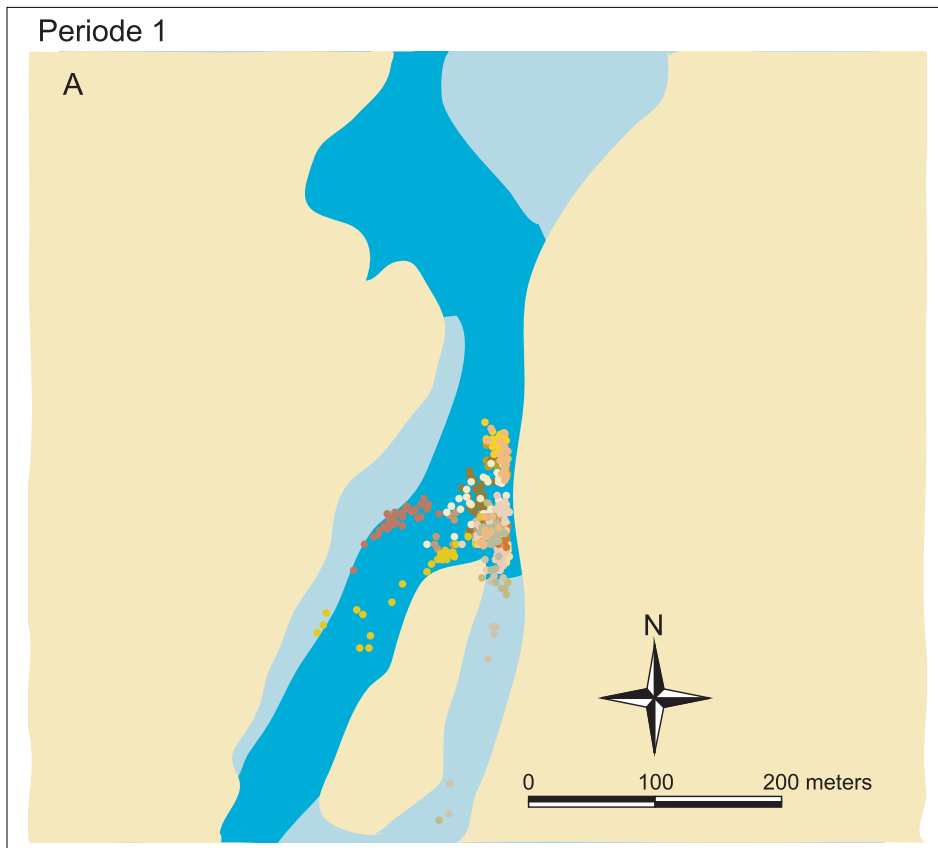
**Figur 12**

Leveområder for 15 radiomerkede laksunger i Sautso i Altaelva i juli/august (periode 1) og 15 laksunger i september/oktober (periode 2, se neste side) 2002 basert på kernel statistikk og 31-32 posisjoneringer i løpet av en 11-13 dagers i periode. Svarte prikker viser posisjoner ved hver peiling og konturene rundt leveområdene refererer til to ulike sannsynlighetsnivåer (50 % og 95 %, kernel statistikk). Individuelle fiskenummer samsvarer med fiskenummer i vedlegg 1.

Laksungene etablerte kjerneområder i nærheten av fang og slippstedet (kjerneområde = 50 % kernel home range, **figur 12**), og avstanden fra slippstedet til midt i største kjerneområde var gjennomsnittlig 71 m (**tabell 1**). Det var en større tendens til at de forflyttet seg nedstrøms enn oppstrøms etter merking, ved at 83 % av laksungene hadde det største kjerneområdet nedenfor slippstedet, mens bare 17 % av laksungene hadde det største kjerneområdet ovenfor slippstedet (**tabell 1**, **figur 12**). Av laksungene som ble fanget ved øya ute i elva, vendte 33 % (3 av 9) tilbake til dette området i juli/august, og 63 % (5 av 8) i september/oktober. Ingen av laksungene som var fanget ved bredden, ble registrert ved øya.

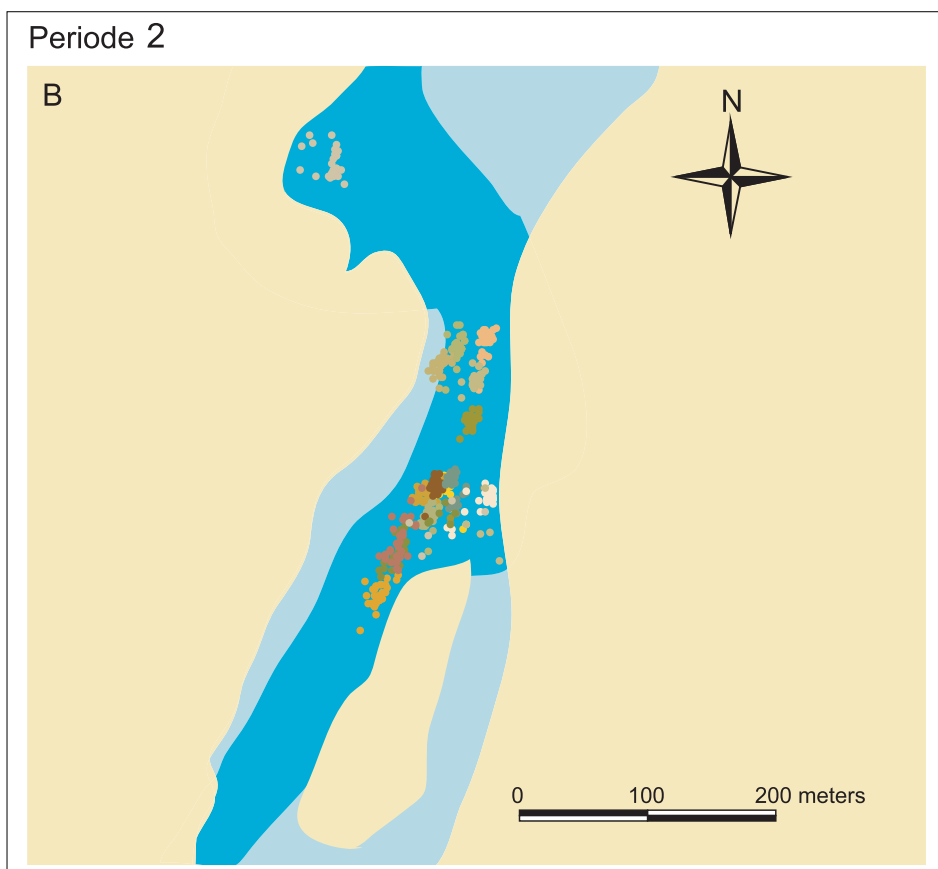
Det mest benyttede habitatet var strykområder, hvor laksungene ble registrert ved gjennomsnittlig 88 % av peilingene (**tabell 1**). Alle laksungene ble i løpet av undersøkelsen registrert i et strykområde ved minst sju av peilingene. Laksungene oppholdt seg i mindre grad i kulper. De ble bare ved gjennomsnittlig 11 % av peilingene registrert i kulper, og 22 av laksungene (73 %) ble aldri registrert i kulpområder (**tabell 1**). Fem fisk (17 %) oppholdt seg i strømkanten mellom stryk og kulpområder ved én til tre peilinger. Vanddybde hvor laksungene oppholdt seg var gjennomsnittlig 0,6 m, og varierte mellom 0,2 og 1,4 m (**tabell 1**).





**Figur 13**

Posisjoner for 15 radiomerkede laksunger i Sautso i Altaelva i juli/august (periode 1) og 15 laksunger i september/oktober (periode 2) 2002 ved 31-32 peilinger i løpet av en 11-13 dagers i periode. Individuelle fisk er skilt ved ulike fargekoder. Mørkeblå farge viser elva ved lav vannføring (ca  $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), mens den også flyter over de lysere blå områdene ved høyere vannføring (ca  $120 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ).



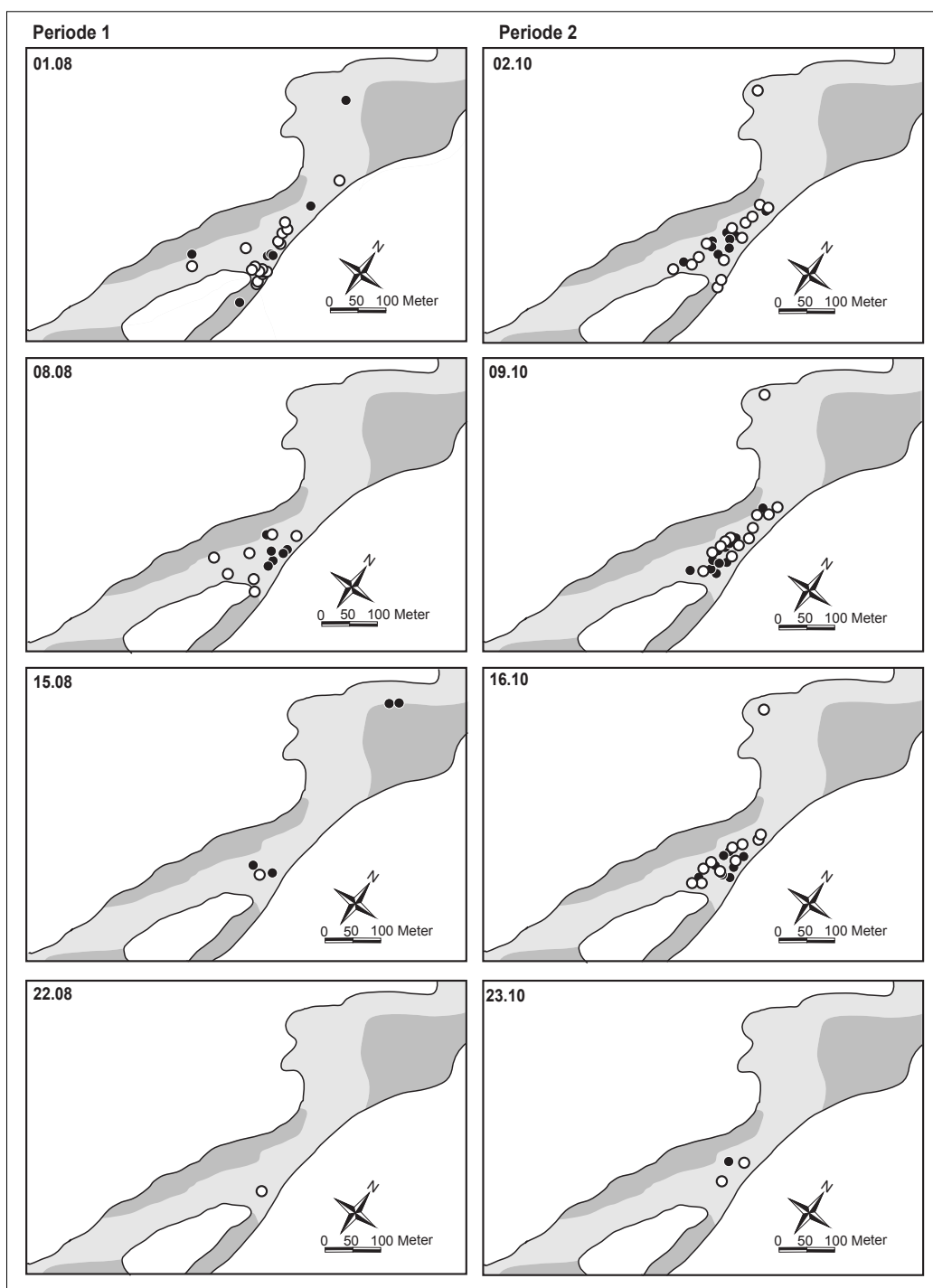
**Tabell 4**

Resultater fra posisjonering av laksunger i Sautso i Altaelva én gang i uka i fire uker etter merking i to perioder i 2002.

	Periode 1 juli/august			Periode 2 september/oktober		
	Gjennomsnittlig avstand fra slippsted til merket fisk	Lengde på elvestrekning med merket fisk	Avstand fra slippsted til posisjon lengst opp og lengst ned	Gjennomsnittlig avstand fra slippsted til merket fisk	Lengde på elvestrekning med merket fisk	Avstand fra slippsted til posisjon lengst opp og lengst ned
Uke 1	43 m (n = 24)	268 m	-80, 240	83 m (n = 25)	404 m	102, 305
Uke 2	75 m (n = 23)	440 m	110, 337	88 m (n = 25)	430 m	88, 339
Uke 3	59 m (n = 14)	150 m	102, 100	83 m (n = 24)	400 m	64, 336
Uke 4	189 m (n = 5)	469 m	59, 410	97 m (n = 20)	480 m	64, 460

**Figur 14**

Posisjoner for radio-merkede laksunger i Sautso i Altaelva i juli/august (periode 1, figurer til venstre) og september/oktober (periode 2, figurer til høyre) 2002 ved peilinger fra båt én gang i uka. Hvite prikker viser posisjoner for fisk med standard radiosendere, og svarte prikker viser posisjoner for fisk med produserte radiosignaler én dag i uka.



#### 4.2.2 Sammenligning av resultater mellom juli/august og september/oktober

Laksungenes leveområde var større i juli/august enn i september/oktober (Mann-Whitney U test, 95 % home range:  $U = 63,0$ ,  $P = 0,041$ ; 50 % home range:  $U = 71,5$ ,  $P = 0,89$ , **tabell 1**, **figur 12**), til tross for at det ikke var forskjell i total lengde på forflytninger mellom de to periodene (Mann-Whitney U test,  $U = 79$ ,  $P = 0,17$ , **tabell 1**), eller i lengde på elvestrekning fisken ble registrert innenfor (Mann-Whitney U test,  $U = 94,0$ ,  $P = 0,46$ , **tabell 1**). Avstanden fra slippstedet til midt i største kjerneområdet var større i september/oktober enn i juli/august (Mann-Whitney U test,  $U = 36,5$ ,  $P = 0,001$ ), men det var ingen forskjell mellom perioder i andeler av laksungene som etablerte kjerneområde opp- eller nedstrøms slippstedet (Fisher's Exact test,  $P = 0,17$ ) (**tabell 1**, **figur 12**).

Laksungene hadde også forskjellig habitatbruk i de to undersøkte periodene (**tabell 1**). Fisken ble i større grad registrert i strykområder i september/oktober enn i juli/august (Mann-Whitney U test,  $U = 64,0$ ,  $P = 0,045$ ) og i mindre grad i kulper (Mann-Whitney U test,  $U = 64,0$ ,  $P = 0,045$ ) (**tabell 1**). Det var ingen forskjell mellom periodene i bruk av strømkanter mellom stryk og kulp (Mann-Whitney U test,  $U = 75,0$ ,  $P = 0,13$ , **tabell 1**). Fisken oppholdt seg i større grad i el-fiskbare områder i juli/august (71 % av peilingene) enn i september/oktober (40 % av peilingene) (Mann-Whitney U test,  $U = 59,5$ ,  $P = 0,026$ , **tabell 1**). Dette kunne imidlertid ikke knyttes til at fisken oppholdt seg i områder med forskjellig vanddybde (Mann-Whitney U test,  $U = 99,0$ ,  $P = 0,60$ , **tabell 1**).

#### 4.2.3 Effekter av kroppsstørrelse

I juli/august økte avstanden fra slippstedet til midt i det største kjerneområdet med økende kroppsstørrelse (lineær regresjon, vekt:  $r^2 = 0,52$ ,  $P = 0,002$ , lengde  $r^2 = 0,38$ ,  $P = 0,14$ ), mens det var ingen forskjell i kroppsstørrelse mellom fisk som etablerte kjerneområde oppstrøms og nedstrøms slippstedet (Mann-Whitney U test, vekt:  $U = 6,0$ ,  $P = 0,93$ , lengde:  $U = 4,5$ ,  $P = 0,67$ ). Det var også en tendens til at andel av peilingene fisken ble registrert i strykområder økte med økende kroppsstørrelse i juli/august (lineær regresjon, vekt:  $r^2 = 0,24$ ,  $P = 0,063$ , lengde  $r^2 = 0,21$ ,  $P = 0,088$ ), og at andel av peilingene fisken ble registrert i kulper økte med minkende kroppsstørrelse (lineær regresjon, vekt:  $r^2 = 0,25$ ,  $P = 0,057$ , lengde  $r^2 = 0,22$ ,  $P = 0,081$ ), men disse sammenhengene var marginalt ikke signifikante. Det ble ikke funnet at kroppsstørrelse hadde noen effekt på de øvrige variablene i juli/august (lengde på elvestrekning de oppholdt seg innenfor, total forflytning, opphold i strømkant mellom kulp og stryk, vanddybde og andel peilinger i el-fiskbare områder, lineære regresjoner,  $r^2 = 0,00-0,13$ ,  $P = 0,19-0,98$ ). I september/oktober ble det ikke funnet effekter av kroppsstørrelse på noen variabler (lineære regresjoner,  $r^2 = 0,00-0,13$ ,  $P = 0,19-0,95$ ).

## 5 Diskusjon

Laksungene viste store individuelle forskjeller i atferd og habitatbruk. Gjennomsnittlig var leveområdet relativt stort, med 95 % sannsynlighet for å påtreffes innenfor et areal på 1 286 m<sup>2</sup>. Få tidligere undersøkelser har studert forflytninger og beregnet leveområdet hos frittlevende laksunger i naturen. Leveområder ble imidlertid undersøkt hos radiomerkede laksunger i Nidelva ved Trondheim i september 1999 (Berland & Nickelsen 2000). Undersøkelsene i Nidelva og Altaelva er godt sammenlignbare ved at de hadde nesten like programmer for innsamling av data (32-46 posisjoneringer over en 14-dagers periode i Nidelva, sammenlignet med 31-32 posisjoneringer over en 11-13 dagers periode i Altaelva). Leveområdet i Nidelva (gjennomsnittlig 2 770 m<sup>2</sup>) var større enn i vår undersøkelse, til tross for at undersøkelsene i Nidelva omfattet laksunger som hadde mindre gjennomsnittlig kroppsstørrelse (120 mm, 15 g). Et større leveområde i undersøkelsen i Nidelva enn i Altaelva kan skyldes ulike metoder for beregning av leveområder. I Nidelva ble leveområdet beregnet som et minimum polygon som inkluderte alle observerte posisjoner, noe som vil gi et større areal enn kernel metoden, som ble benyttet i Altaelva. Berland & Nickelsen (2000) spekulerte i at store daglige variasjoner i vannføring (på grunn av kraftreguleringen i Nidelva) medførte større forflytninger hos laksungene enn normalt ved mer stabil vannføring. Dette støttes av at laksungene i Altaelva forflyttet seg mindre enn i Nidelva (gjennomsnittlig total forflytning på 402 m i løpet av undersøkelsen i Altaelva sammenlignet med 1 237 m i Nidelva). Hesthagen (1990) fant at et areal på ca 40-50 m<sup>2</sup> utgjorde leveområde for både laks- og ørretunger, basert på fangst-gjenfangstmetoder i Tverrelva. Det mye mindre leveområdet funnet i Tverrelva enn i Altaelva og Nidelva kan skyldes at undersøkelsen i Tverrelva omfattet mindre laksunger (4-8 cm), at undersøkelsen ble gjennomført i ei mindre elv og at gjenfangster fra bare en liten elvestrekning (75 m) ble inkludert.

I grunne strykområder er laksefisk kjent for å være territoriell (f.eks. Kalleberg 1958, Keenleyside 1962, Elliott 1990, Titus 1990). Hegggenes (1990) beskriver laksunger som stasjonære og ofte assosiert med sin egen "hjemmestein". En konsekvens av en rigid territoriell struktur vil være at antall laksunger i et område teoretisk sett er begrenset av det høyeste potensielle antall territorier i området (Allen 1969). I motsetning til i strykområdene, synes kulplevende laksefisk å forme stimer med dominansstrukturerte hierarkier, uten å vise agonistisk atferd (dvs uten å vise kommunikasjonssignaler i form av trusler, unnvikelse og lignende) (se Bremset 1999 og referanser i denne). Dette betyr at tettheten av fisk i et kulpområde ikke vil være begrenset av antall mulige territorier. Bremset & Berg (1997) fant at laksunger benyttet kulpområder i større grad enn tidligere antatt. Laksungene i vår undersøkelse i Altaelva ble oftest registrert i strykområder (88 % av peilingene), men 27 % av laksungene benyttet både stryk og kulpområder. Dette, sammen med hyppige forflytninger, det relativt store leveområdet, og dessuten overlappende leveområder, gir inntrykk av at laksunger har en fleksibel og variabel atferd og habitatbruk, og dermed sannsynligvis en mer variabel og

kompleks sosial struktur enn et rigid forsvar av et fast territorium. Hypotesen om at tettheten av laksunger er begrenset av det potensielle antall territorier i området støttes dermed ikke av vår undersøkelse. I overensstemmelse med våre resultater, konkluderte Heggenes et al. (2002) også med at habitatbruk hos laksunger kan være svært fleksibel, og dessuten vassdrags- og tidsspesifikk. Habitatbruk kan også endres med tetthet av laksunger i følge Bult et al. (1999), som fant relativt flere laksunger i kulper og færre i stryk ved høyere tettheter.

Forflytninger av laksunger innen vassdrag til nye habitater, både i oppstrøms og nedstrøms retning, er registrert for alle aldersgrupper eldre enn årsyngel (f eks Erkinaro 1995, Erkinaro & Gibson 1997, Erkinaro et al. 1997, 1998). Slike forflytninger er registrert både om våren og sommeren (Erkinaro et al. 1998). I vår kortvarige undersøkelse registrerte vi ingen forflytninger over lengre distanser, som for eksempel ned i Sautso vann, men laksungene spredte seg over en nesten 600 m lang elvestrekning i løpet av fire uker. Laksungene forflyttet seg opp til 110 m ovenfor slippstedet, men hovedsakelig distribuerte de seg nedenfor slippstedet. Ut fra våre egne erfaringer, kan håndtering og merking av fisk føre til nedstrøms forflytninger etter slipp. Hvis nedstrøms forflytning i denne undersøkelsen var en effekt av merkingen, skulle en forvente at nedstrøms forflytning i større grad ville skje blant de minste enn blant de største laksungene. Imidlertid var det motsatte tilfelle, nemlig at det var de største laksungene som etablerte kjerneområde lengst nedstrøms slippstedet. Det var heller ingen forskjeller i kroppsstørrelse på fisk som etablerte kjerneområde oppstrøms og nedstrøms slippstedet. Dette tyder på at nedstrøms forflytning ikke nødvendigvis var en effekt av metoden. Hesthagen (1988) fant dessuten tilsvarende nedstrøms forflytning, i alle fall om høsten, basert på merking og gjenfangst av laksunger. I juli og august viste laksungene en stor grad av stasjonærhet ved at 93-96 % av laksungene ble gjenfanget på samme stasjon som de ble merket, det vil si innen en 25 m elvestrekning (Hesthagen 1988). I september, derimot, ble bare 73 % av laksungene gjenfanget på samme stasjon, mens de øvrige hovedsakelig hadde forflyttet seg nedstrøms, opp til 365 m fra slippområdet (Hesthagen 1988).

I laboratorieundersøkelser er det vist at en del laksunger vender tilbake til sitt opprinnelige oppholdssted hvis de blir flyttet (Huntingford et al. 1998a, 1998b). Disse undersøkelsene ble imidlertid foretatt i små renner (16,5 x 0,6 m), og med laksunger som ble flyttet over korte distanser ( $\leq 5$  m). Vår undersøkelse viste at laksunger også kan vende tilbake til sitt opprinnelige oppholdssted ved forflytninger på ca 50-70 m i ei naturlig elv, ved at 47 % av laksungene som ble fanget ved øya ute i elva vendte tilbake dit etter radiomerkingen. Ingen av laksungene som ble fanget ved bredden ble senere registrert ute ved øya.

Boniteringen i Sautso og Vina viste at det finnes forholdsvis store el-fiskbare arealer både i Sautso (22 % av vanddekt areal) og i det relativt like referanseområdet i Vina (32 % av vanddekt areal), sett i forhold til at Altaelva er ei stor elv. Boniteringen ble foretatt ved en relativt lav vannføring ( $40 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), og andelen el-fiskbare områder vil være svært avhengig av

vannføringen og elvas topografi. Laksungene ble registrert i el-fiskbare områder ved gjennomsnittlig 56 % av peilingene, noe som grovt sett samsvarer med andelen el-fiskbart areal i området for telemetristudien i Øver-Tørmenen i Sautso. Likevel syntes det som at laksungene i alle fall i juli/august viste en preferanse for å oppholde seg i el-fiskbare områder, da de ble registrert i slike områder ved gjennomsnittlig 71 % av peilingene. Det må tas i betraktning at laksungene som inngikk i undersøkelsen, faktisk ble fanget ved elektrofiske, noe som kan medføre at laksunger som prefererer el-fiskbare områder i større grad inngikk i undersøkelsen enn gjennomsnittet for bestanden. Imidlertid viste laksungene såpass stor mobilitet at det i alle fall ikke tyder på at bestanden består av laksunger som enten oppholder seg i el-fiskbare habitater eller i ikke el-fiskbare habitater.

Laksungene i Altaelva viste også stor variasjon og fleksibilitet i vanndybde hvor de oppholdt seg, med registrerte vanndybder fra 0,2 til 1,4 m. Gjennomsnittlig vanndybde er trolig underestimert, siden vanndyp for alle posisjoner ikke kunne bestemmes ved vading. Flere undersøkelser har påpekt ulike vanndybder som optimale eller foretrukket av laksunger (f eks Egglisshaw & Shackley 1985, Heggenes 1991, Heggenes & Dokk 2001), mens andre har funnet at vanndybde ikke er så viktig for habitatbruk hos laksunger (f eks DeGraaf & Bain 1986, Bremset & Berg 1999, Heggenes et al. 1999). Varierende resultater i ulike undersøkelser kan skyldes at ulike metoder er benyttet, at vanndybde samvarierer med andre habitatkarakteristikker som påvirker habitatbruk hos laksunger, eller at andre faktorer påvirker dybdepreferanser på ulik måte i ulike elver.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i habitatbruk mellom dag og natt hos laksunger i undersøkelsen, selv om det var en tendens til at de i større grad oppholdt seg i strykområder og i mindre grad i kulper om dagen i juli/august (p-verdier henholdsvis 0,09 og 0,057). En rekke undersøkelser har vist at laksunger er mest aktive på dagen om sommeren og mest aktive på natta ved lave temperaturer om vinteren (f eks Bremset 2000, Heggenes & Dokk 2001, Hiscock et al. 2002), og at skiftet fra dagaktiv til nattaktiv generelt skjer ved vann-temperaturer ca 6-10 °C (oppsummert i Heggenes et al. 1999). Imidlertid finnes variasjoner i dette mønsteret, og laksunger kan i noen grad være i aktivitet gjennom hele døgnet, både sommer og vinter (f eks Bremset 2000, Hiscock et al. 2002). For laksunger større enn årsyngel i Altaelva i juli-september, fant Amundsen et al. (1999) dessuten stor variasjon i når laksungene hadde spist, men størst spiseaktivitet om natta.

Laksungene i Altaelva hadde et større leveområde (95 % home range) i september/oktober enn i juli/august. De ble også i større grad registrert i kulper og i mindre grad i strykområder i juli/august enn i september/oktober. Også andre undersøkelser har funnet endringer i bruk av mesohabitat gjennom året og ved ulike vann-temperaturer og lysforhold (f eks Heggenes & Saltveit 1990, Metcalfe et al. 1997, Bult et al. 1999, Heggenes et al. 1999, Heggenes & Dokk 2001). Hovedinntrykket er imidlertid at forskjellene i atferd og habitat-

bruk mellom de to periodene var relativt små, til tross for at både vannføring og vanntemperatur var lavere i september/oktober enn i juli/august. Bremset (2000) fant at aktiviteten hos laksunger gikk gradvis ned med synkende vanntemperatur (Bremset 2000), med dette ble ikke reflektert ved mindre forflytning i september/oktober sammenlignet med juli/august i vår undersøkelse.

Kroppsstørrelse hadde liten innflytelse på atferd og habitatbruk, noe som trolig skyldes at individene som inngikk i undersøkelsen var store laksunger av relativt lik størrelse. Vanligvis vil kroppsstørrelse ha sammenheng med habitatbruk og atferd hos laksunger på ulike måter (f.eks. Bremset & Berg 1997, Heggnes et al. 1999, Heggnes et al. 2002).

Implantering av radiosendere kan potensielt berøre fiskens atferd. Moore et al. (1990) fant ingen effekter av radiomerking på fysiologiske parametre, spising, vekst eller svømmeatferd hos laksunger og laksesmolt. Peake et al. (1997) fant imidlertid en reduksjon i svømmekapasitet hos ville laksesmolt, men ikke hos kultiverte smolt. McCleave & Stred (1975) fant også negative effekter av radiomerking på svømmekapasitet hos laksesmolt, men bare for den største sendermodellen i undersøkelsen deres. Connors et al. (2002) fant at laksunger gjenfant likevekt raskt etter radiomerking, og fant ingen effekter på agonistisk atferd. Imidlertid fant de at radiomerking kunne påvirke dominansforhold mellom laksunger i et kar. Vi hadde mulig dødelighet av én av laksungene i undersøkelsen, basert på at den ikke beveget seg og oppholdt seg i et atypisk område. Den ble imidlertid ikke funnet da den ble forsøkt plukket opp. Vi vet ikke om radiomerkingen berørte de øvrige laksungene negativt, men basert på undersøkelsene av effekter av radiomerking, så kan det ha vært en effekt i form av redusert svømmekapasitet. De relativt store forflytningene som ble observert i undersøkelsen tyder imidlertid på at dette ikke hemmet laksungene i betydelig grad. Gjenfangst av én laksunge merket i august under elektrofisket i september, samt gjenfangst av en laksunge i mars 2003, viste dessuten at sårene var fullstendig grodd og stingene borte.

## 6 Litteratur

- Allen, K.R. 1969. Limitations on production in salmonid populations in streams. - s. 3-18 in Northcote, T.G., ed. Symposium on Atlantic salmon and brown trout in streams University of British Columbia, Vancouver, B.C.
- Amundsen, P.-A., Bergersen, R., Huru, H. & Heggberget, T.G. 1999. Diel feeding rhythms and daily food consumption of juvenile Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. - *Journal of Fish Biology* 54: 58-71.
- Berland, G. & Nickelsen, T. 2000. Atferdsrespons hos stor parr av laks ved effektkjøring av kraftverk. - Hovedoppgave ved Høgskolen i Telemark, 93 s.
- Bremset, G. 1999. Young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) inhabiting the deep pool habitat, with special reference to their habitat use, habitat preferences and competitive interactions. - Dr. scient. thesis, NTNU, Trondheim.
- Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. - *Environmental Biology of Fishes* 59: 163-179.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age, and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 2827-2836.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1999. Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. - *Animal Behaviour* 58: 1047-1059.
- Bult, T.P., Riley, S.C., Haedrich, R.L., Gibson, R.J. & Heggnes, J. 1990. Density-dependent habitat selection by juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in experimental riverine habitats. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56: 1298-1306.
- Connors, K.B., Scruton, D., Brown, J.A. & McKinley, R.S. 2002. The effects of surgically implanted dummy radio transmitters on the behaviour of wild Atlantic salmon smolts. - *Hydrobiologia* 483: 231-237.
- DeGraaf, D.A. & Bain, L.H. 1986. Habitat use and preferences of juvenile Atlantic salmon in two Newfoundland rivers. - *Transactions of the American Fisheries Society* 115: 671-681.
- Egglishaw, H.J. & Shackley, P.E. 1985. Factors governing the production of juvenile Atlantic salmon in Scottish streams. - *Journal of Fish Biology* 27 (Suppl. A): 27-33.
- Elliot, J.M. 1990. Mechanisms responsible for population regulation in young migratory trout, *Salmo trutta*. III. The role of territorial behaviour. - *Journal of Animal Ecology* 59: 803-818.
- Erkinaro, J. 1995. The age structure and distribution of Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., in small tributaries and main stems of the subarctic River Teno, northern Finland. - *Ecology of Freshwater Fish* 4: 53-61.
- Erkinaro, J. & Gibson, R.J. 1997. Interhabitat migration of juvenile Atlantic salmon in a Newfoundland river system, Canada. - *Journal of Fish Biology* 51: 373-388.

- Erkinaro, J., Dempson, J.B., Julkunen, M. & Niemelä, E. 1997. Importance of ontogenetic habitat shifts to juvenile output and life history of Atlantic salmon in a large subarctic river: an approach based on analysis of scale characteristics. - *Journal of Fish Biology* 51: 1174-1185.
- Erkinaro, J., Niemelä, E., Saari, A., Shustov, Y. & Jørgensen, L. 1998. Timing of habitat shift by Atlantic salmon parr from fluvial to lacustrine habitat: analysis of age distribution, growth, and scale characteristics. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 2827-2836.
- Heggenes, J. 1990. Habitat utilization and preferences in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in streams. - *Regulated Rivers: Research and Management* 5: 341-354.
- Heggenes, J. 1991. Comparisons of habitat availability and habitat use by an allopatric cohort of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* under conditions of low competition in a Norwegian stream. - *Holarctic Ecology* 14: 51-62.
- Heggenes, J. & Dokk, J.G. 2001. Contrasting temperatures, waterflows, and light: seasonal habitat selection by young Atlantic salmon and brown trout in a boreonemoral river. - *Regulated Rivers: Research and Management* 76: 623-635.
- Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., in a Norwegian river. - *Journal of Fish Biology* 36: 707-720.
- Heggenes, J., Baglinière, J.L. & Cunjak, R.A. 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in heterogeneous streams. - *Ecology of Freshwater Fish* 8: 1-21.
- Heggenes, J., Saltveit, S.J., Bird, D. & Grew, R. 2002. Static habitat partitioning and dynamic selection by sympatric young Atlantic salmon and brown trout in south-west England streams. - *Journal of Fish Biology* 60: 72-86.
- Hesthagen, T. 1988. Movements of brown trout, *Salmo trutta*, and juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a coastal stream in northern Norway. - *Journal of Fish Biology* 32: 639-653.
- Hesthagen, T. 1990. Home range of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, in a Norwegian stream. - *Freshwater Biology* 24: 63-67.
- Hiscock, M.J., Scruton, D.A., Brown, J.A. & Pennell, C.J. 2002. Diel activity pattern of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in early and late winter. - *Hydrobiologia* 483: 161-165.
- Huntingford, F.A., Braithwaite, V.A., Armstrong, J.D., Aird, D. & Joiner, P. 1998a. Homing in juvenile salmon in response to imposed and spontaneous displacement: experiments in an artificial stream. - *Journal of Fish Biology* 53: 847-852.
- Huntingford, F.A., Braithwaite, V.A., Armstrong, J.D., Aird, D., Thorpe, K.E. & Joiner, P. 1998b. Social status and growth rates as determinants of site attachment in juvenile Atlantic salmon. - *Journal of Fish Biology* 53: 314-321.
- Hårsaker, K., Thorstad, E.B., Koksvik, J.I., Næsje, T.F., Reinertsen, H., Ugedal, O., Forseth, T. & Saksgård, L. 2000. Biologiske undersøkelser i Altaelva, 1999. - Altaelva-rapport 13: 1-77.
- Kalleberg, H. 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). - Institute of Freshwater Research Drottningholm Report 39: 55-98.
- Keenleyside, M.H.A. 1962. Skin-diving observations of Atlantic salmon and brook trout in the Miramichi River, New Brunswick. - *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 19: 625-634.
- Lawson, E.J.G. & Rodgers, A.R. 1997. Differences in home-range size computed in commonly used software programs. - *Wildlife Society Bulletin* 25: 721-729.
- McCleave, J.D. & Stred, K.A. 1975. Effect of dummy telemetry transmitters on stamina of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 32: 559-563.
- Metcalf, N.B., Valdimarsson, S.K. & Fraser, N.H.C. 1997. Habitat profitability and choice in a sit-and-wait predator: juvenile salmon prefer slower currents on darker nights. - *Journal of Animal Ecology* 66: 866-875.
- 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. - *Journal of Fish Biology* 37: 713-721.
- Peake, S., McKinley, R.S., Scruton, D.A. & Moccia, R. 1997. Influence of transmitter attachment procedures on swimming performance of wild and hatchery-reared Atlantic salmon smolts. - *Transactions of the American Fisheries Society* 126: 707-714.
- Saksgård, R., Næsje, T.F., Olsen, R.A., Stenbro, R., Ugedal, O. & Koksvik, J.I. 2001. Biologiske undersøkelser i Sautsovann, Altaelva. - Altaelva-rapport 18: 1-37.
- Seaman, D.E. & Powell, R.A. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. - *Ecology* 77: 2075-2085.
- Titus, R.G. 1990. Territorial behaviour and its role in population regulation of young brown trout (*Salmo trutta*): new perspectives. - *Annales Zoologici Fennici* 27: 119-130.
- Ugedal, O., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Saksgård, L. & Blom, H.H. 2002b. Biologiske undersøkelser i Altaelva, 2001. - Altaelva-rapport 20: 1-74.
- Ugedal, O., Forseth, T., Jensen, A., Koksvik, J.I., Næsje, T.F., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Thorstad, E.B. 2002a. Effekter av kraftutbyggingen på laksebestanden i Altaelva: Undersøkelser i perioden 1981-2001. - Altaelva-rapport 22: 1-166.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. - *Ecology* 70: 164-168.



**Vedlegg 1**

Lengde, vekt og fangststed for laksunger merket med standard radiosendere og radiosendere som produserte signaler én dag i uka (av/på) i Altaelva i 2002. Laksungene ble merket 25. juli og 25. september og deretter peilet i fire uker.

Fisk nr	Frekvens	Periode	Sender-type	Lengde (mm)	Vekt	Fangststed
1	002	jul/aug	standard	153	37	ved bredden
2	023	jul/aug	standard	127	18	ved øya
3	043	jul/aug	standard	132	20	ved øya
4	061	jul/aug	standard	125	18	ved bredden
5	082	jul/aug	standard	113	13	ved øya
6	103	jul/aug	standard	178	49	ved bredden
7	122	jul/aug	standard	139	26	ved øya
8	142	jul/aug	standard	117	14	ved øya
9	162	jul/aug	standard	138	24	ved øya
10	181	jul/aug	standard	113	12	ved øya
11	201	jul/aug	standard	114	13	ved øya
12	222	jul/aug	standard	138	23	ved bredden
13	242	jul/aug	standard	140	25	ved øya
14	261	jul/aug	standard	132	26	ved bredden
15	281	jul/aug	standard	135	25	ved bredden
16	012	sep/okt	standard	151	27	ved øya
17	033	sep/okt	standard	148	24	ved øya
18	052	sep/okt	standard	152	26	ved øya
19	072	sep/okt	standard	128	17	ved øya
20	091	sep/okt	standard	135	22	ved øya
21	113	sep/okt	standard	129	18	ved øya
22	132	sep/okt	standard	123	16	ved øya
23	152	sep/okt	standard	137	20	ved øya
24	172	sep/okt	standard	141	26	ved bredden
25	193	sep/okt	standard	138	22	ved bredden
26	212	sep/okt	standard	142	22	ved bredden
27	230	sep/okt	standard	129	17	ved bredden
28	251	sep/okt	standard	139	22	ved bredden
29	271	sep/okt	standard	137	20	ved bredden
30	291	sep/okt	standard	134	21	ved bredden
31	302	jul/aug	av/på	130	18	ved bredden
32	323	jul/aug	av/på	120	16	ved bredden
33	343	jul/aug	av/på	121	16	ved bredden
34	362	jul/aug	av/på	137	22	ved bredden
35	383	jul/aug	av/på	118	15	ved bredden
36	404	jul/aug	av/på	120	16	ved bredden
37	422	jul/aug	av/på	133	19	ved bredden
38	442	jul/aug	av/på	128	19	ved bredden
39	465	jul/aug	av/på	124	19	ved bredden
40	484	jul/aug	av/på	132	20	ved bredden
41	312	sep/okt	av/på	152	27	ved bredden
42	332	sep/okt	av/på	150	28	ved øya
43	352	sep/okt	av/på	150	29	ved bredden
44	373	sep/okt	av/på	168	37	ved bredden
45	392	sep/okt	av/på	164	30	ved bredden
46	412	sep/okt	av/på	150	28	ved øya
47	432	sep/okt	av/på	144	25	ved bredden
48	456	sep/okt	av/på	154	29	ved øya
49	475	sep/okt	av/på	150	28	ved øya
50	495	sep/okt	av/på	151	31	ved øya