

017

FAGRAPPORT

Arton

Gytevandring og gyteatferd hos
villaks og rømt oppdrettslaks
(*Salmo salar*)
i Namsen og Altaelva

Eva B. Thorstad
Tor G. Heggberget
Finn Økland



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Gytevandring og gyteatferd hos
villaks og rømt oppdrettslaks
(*Salmo salar*)
i Namsen og Altaelva

Eva B. Thorstad
Tor G. Heggberget
Finn Økland

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

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

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1996. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og rømt oppdrettslaks (*Salmo salar*) i Namsen og Altaelva. - NINA Fagrapport 17: 1-35.

Trondheim, juli 1996

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-0660-9

Forvaltningsområde:
Laksevandring
Salmon migration

Copyright ©:
Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning
og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Design og layout:
Klaus Brinkmann
NINA•NIKU, Oslo

Sats: NINA•NIKU, Oslo

Kopiering: Kopisentralen A/S, Fredrikstad

Opplag: 400

Kopiert på svanemerket papir

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
N-7005 Trondheim
Tel.: 73 580 500

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13116

Ansvarlig signatur:

Tor G. Heggberget

Oppdragsgiver:

Norges Forskningsråd
Direktoratet for naturforvaltning
Statkraft
Norsk institutt for naturforskning

Referat

Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1996. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og rømt oppdrettslaks (*Salmo salar*) i Namsen og Altaelva. - NINA Fagrapport 17: 1-35.

Gytevandring og gyteatferd hos radiomerket villaks og oppdrettslaks er tidligere undersøkt i Altaelva, med simulert rømt oppdrettslaks som ble merka og sluppet fri fra et oppdrettsanlegg. I et oppfølgingsprosjekt i Namsen ble det gjort tilsvarende undersøkelser. I Namsen ble oppdrettslaks av ukjent opprinnelse fanga på samme måte som villaks i indre fjordområder før gyting. Hovedformålet med undersøkelsene var å analysere om det eksisterer geografiske eller temporale forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks i gyteatferd som kan hindre hybridisering. I denne rapporten presenteres resultatene fra undersøkelsene i Namsen. Resultatene fra Namsen og Altaelva sammenlignes for å analysere mulige forskjeller mellom nyrømt oppdrettslaks og rømt laks som har levd fritt i naturen en tid etter rømming.

Ommeren og høsten 1993 ble det satt radiosendere på 84 villaks og 28 oppdrettslaks som ble fanga i kilenøter i Namsenfjorden. Det ble foretatt jevnlig posisjoneringer og aktivitetsregistreringer av radiomerka laks som gikk opp i Namsenvassdraget. Det ble også foretatt et prøvefiske i Namsen for å fastslå gytetidspunktet til villaksen i elva.

Villaks i Namsen gytte i siste halvdel av oktober. Hovedgyting antas å være innenfor tidsrommet 10. oktober - 10. november hvert år.

En større andel villaks (89 %) enn oppdrettslaks (54 %) ble registrert totalt ved gjenfangster og peilinger etter merking. En større andel villaks (74 %) enn oppdrettslaks (43 %) ble registrert i Namsenvassdraget. En større andel villaks (35 %) enn oppdrettslaks (14 %) ble gjenfanga i sjø- og elvefiske.

Oppvandringshastigheten fra merking til passering av en datalogger 11 km oppe i Namsen var ikke signifikant forskjellig hos villaks (20,6 km/døgn, n = 30) og oppdrettslaks (19,8 km/døgn, n = 12). Oppdrettslaksen var fordelt signifikant lengre opp i elva i gytetida enn villaksen. Både villaks og oppdrettslaks oppholdt seg imidlertid i deler av elva som inkluderer viktige gyteområder for villaks. Oppdrettslaksen hadde signifikant hyppigere og lengre forflytninger i elva enn villaksen. Variasjoner i vassføring hadde en signifikant positiv effekt på forflytninger i elva hos villaksen, men ikke hos oppdrettslaksen.

Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom radiomerka villaks og oppdrettslaks i aktivitetsmønster; verken villaks eller oppdrettslaks hadde signifikante variasjoner i aktivitetsnivået i løpet av døgnet.

Vandrings- og aktivitetsmønsteret tyder på at radiomerka oppdrettslaks kan ha gytt i villaksens gyteperiode, men at de fleste hadde gyting to til fire uker etter hovedgyting hos villaksen. Oppdrettslaksen hadde trolig en gyteperiode i siste halvdel av november. Etter gyteperioden vandra over halvparten av den radiomerka laksen nedover i elva igjen, villaksen tidligere enn oppdrettslaksen. Overlevelsen gjennom vinteren var 9 % hos villaks og

77 % hos oppdrettslaks. Individene som overlevde, vandra ut i fjorden i april-juni påfølgende år.

På grunnlag av undersøkelsene i Namsen og Altaelva ser det ikke ut til at det eksisterer geografiske forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks som kan hindre at de gyter sammen, men en mulig temporal forskjell i elver hvor villaksen har hovedgyting tidligere eller seinere enn siste halvdel av november. Forøvrig viser resultatene fra disse undersøkelsene at rømt oppdrettslaks har en tendens til å gå høyere opp i elvene enn villaksen. Resultatene bekrefter også at store elver tiltrekker seg mer rømt oppdrettslaks enn små elver.

Emneord: *Salmo salar* - rømt oppdrettslaks - gyteatferd.

Eva B. Thorstad, Tor G. Heggberget & Finn Økland, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1996. Spawning migration and spawning behaviour of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the River Namsen and the River Alta. - NINA Fagrapport 17: 1-35.

Behaviour of wild and farmed Atlantic salmon during return migration in the River Alta were analysed in 1991 by use of radio telemetry. The farmed salmon were released from a fish farm to simulate a natural escape. In the River Namsen corresponding investigations were carried out in 1993. Both farmed and wild salmon were captured for tagging during the return migration of wild salmon. The main purpose was to analyse if any temporal or geographical differences between the spawning behaviour of wild and farmed salmon exist that may prevent hybridization. The results from the River Namsen are compared to those from the River Alta, to analyse possible differences between newly escaped and farmed salmon that have spent some time in nature after escaping the farm.

During the summer and autumn 1993, 84 wild and 28 farmed salmon were caught in bag nets, tagged with radio transmitters and released at the site of catch in the Namsen Fjord. Salmon that entered the Namsen river system were positioned manually and activity was recorded during the spawning period. In addition, wild salmon were caught in the River Namsen to determine stage of maturity and peak spawning.

Spawning of wild Atlantic salmon in the River Namsen occurred during the last half of October. Peak spawning is believed to take place between the October 10th and November 10th every year.

A higher proportion of wild salmon (89 %) than farmed salmon (54 %) was captured or recorded by tracking after tagging. A higher proportion of wild salmon (74 %) than farmed salmon (43 %) was recorded in the Namsen river system, and a higher proportion of wild salmon (35 %) than farmed salmon (14 %) was recaptured in the sea and rivers.

No significant differences in migration speed were found between wild (20.6 km/day, n = 30) and farmed salmon (19.8 km/day, n = 12) from tagging to passing a data logger 11 km upstream from the mouth of the River Namsen. Farmed salmon were distributed significantly higher up the river at spawning than wild salmon. Both wild and farmed salmon stayed in important spawning areas for wild salmon. Farmed salmon had significantly more and longer up- and downstream movements than wild salmon. Variations in water discharge had significant positive effects on movements in the river for wild salmon, but not for farmed salmon.

No significant differences were found between radio tagged wild and farmed salmon in activity level; neither wild nor farmed salmon showed significant variations in the activity level during the day.

Migratory behaviour and activity level indicate that most of the radio tagged farmed salmon spawned between two and four weeks later than peak spawning of wild salmon. Farmed salmon seem to spawn during the last part of November. After spawning more than

half of the radio tagged salmon migrated downstream, wild salmon earlier than farmed salmon. Only 9 % of wild salmon survived through the winter, as opposed to 77 % of farmed salmon. The individuals that survived, migrated to sea in April, May and June the following year.

No geographical differences seem to exist that would prevent hybridization between wild and farmed salmon, but there is a possible temporal difference in rivers where peak spawning of wild salmon occur earlier or later than the last half of November. The results from the River Alta and the River Namsen also show that farmed escapees tend to migrate farther upstream the rivers than wild salmon. The present results also support the results from the River Alta, that large rivers receive larger amounts of escaped farmed salmon than small rivers.

Key words: *Salmo salar* - escaped farmed salmon - spawning behaviour.

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

Forord

Denne rapporten er en sammenstilling av resultater fra telemetriundersøkelser i Namsen i perioden 1993-1995. Vandringsatferd og aktivitetsmønster ble analysert hos villaks og rømt oppdrettslaks for å undersøke temporale og geografiske forskjeller under gytevandring. Resultatene fra Namsen er behandlet i hovedoppgaven "Vandrings- og aktivitetsmønster hos rømt oppdrettslaks og villaks (*Salmo salar*) i Namsen før, under og etter gyting" av Eva B. Thorstad. Foreliggende rapport bygger på resultatene fra denne hovedoppgaven. Tilsvarende analyser ble foretatt i Altaelva i 1991, og resultater og vurderinger fra undersøkelsene i Altaelva blir sammenholdt med resultatene fra Namsen.

Prosjektet i Namsen ble finansiert av Norges Forskningsråd (Prosjekt nr. 1203-713.036), Direktoratet for naturforvaltning og NINA. Prosjektet i Altaelva ble finansiert av Statkraft og NINA.

NINA vil takke alle som har bidratt økonomisk og praktisk til undersøkelsene i Namsen og Altaelva. Vi vil spesielt takke Steinar Elden og Hans Roger Selnes, Namsen, og Jon Håvar Haukland og Osvald Møllenesnes, Altaelva, for det arbeidet som er utført i forbindelse med fangst og merking av laks. Stein Balstad, Even Bjørnes og Trine Riseth har vært behjelpelige med feltarbeid i Namsen, og Bjørn Roald Mikkelsen og Hans Ulrik Wisløff i Altaelva. Fiskeforvalter Anton Rikstad har vært behjelpelig under planlegging og gjennomføring av prosjektet i Namsen. Gunnel Østborg har lest skjell. Lorraine Fleming har bidratt til forbedringer i de engelsksråklige delene av teksten.

Trondheim, mars 1996

Tor G. Heggberget
prosjektleder

Innhold

	side
Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
3 Materiale og metoder	8
3.1 Prøvefiske	8
3.2 Fangst og merking	8
3.3 Posisjonering i elv.....	8
3.4 Aktivitetsregistreringer	9
3.5 Statistisk behandling.....	9
4 Resultater	10
4.1 Kjønnsmodning og gytetidspunkt hos villaks i Namsen.....	10
4.2 Andeler fisk registrert etter merking.....	10
4.3 Oppvandringshastighet.....	11
4.4 Oppholdssted i gytetida	13
4.5 Vandringsmønster i perioden 1. oktober til 15. november	13
4.6 Vandringsmønster i forhold til vassføring.....	14
4.7 Aktivitetsmønster i løpet av døgnet	14
4.8 Gytetidspunkt hos oppdrettslaks i forhold til hos villaks	15
4.9 Vandringsmønster etter gyting og overlevelse	16
5 Diskusjon	17
5.1 Gytetidspunkt	17
5.2 Metoder.....	17
5.3 Andeler fisk registrert etter merking.....	17
5.4 Oppvandringshastighet.....	17
5.5 Oppholdssted i gytetida	18
5.6 Vandringsmønster i elv	18
5.7 Aktivitetsmønster i løpet av døgnet	19
5.8 Gytetidspunkt hos oppdrettslaks i forhold til hos villaks	19
5.9 Vandringsmønster etter gyting og overlevelse.....	20
5.10 Oppsummering.....	20
6 Konklusjon	21
7 Litteratur	22
Vedlegg	24

1 Innledning

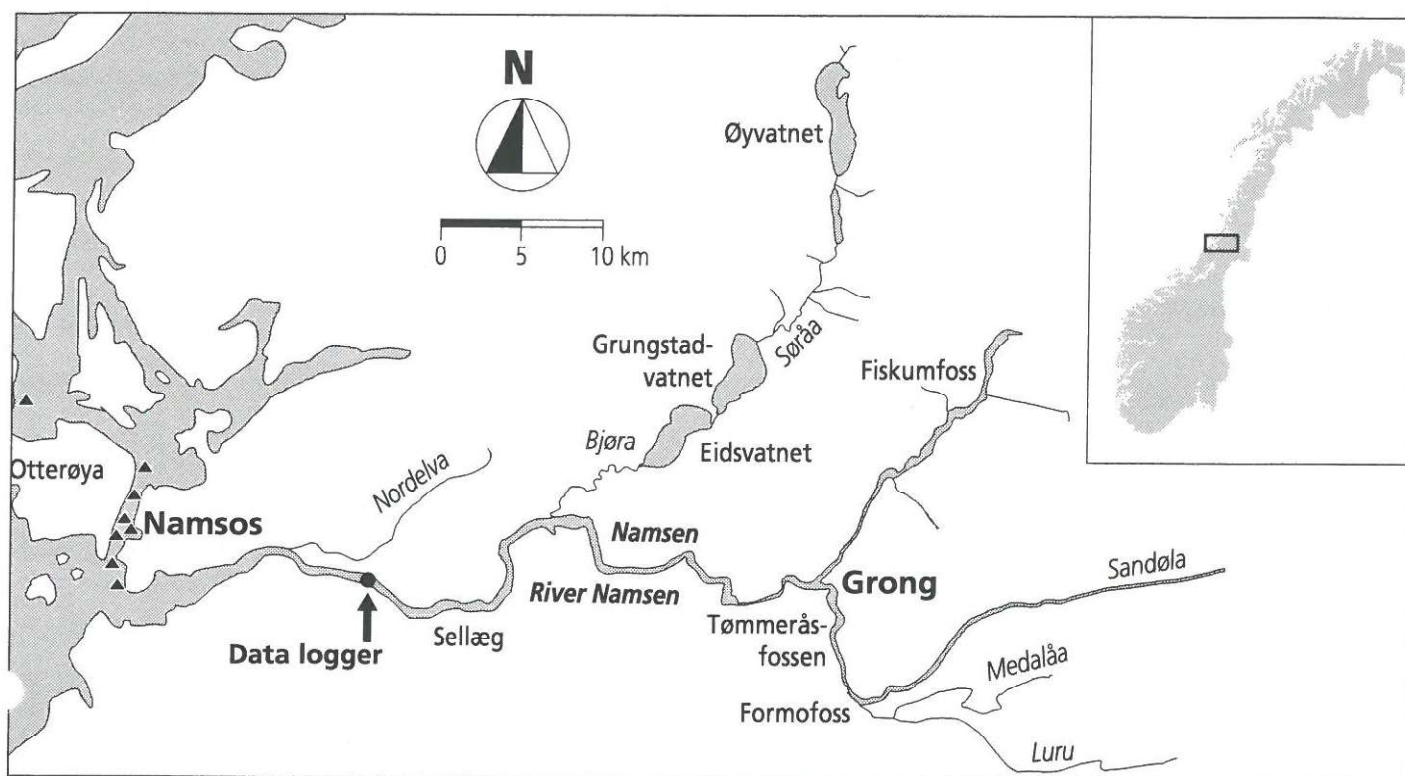
Lakseoppdrett har vokst til ei stor næring i Norge de siste 20 åra. I denne perioden har et stort antall oppdrettslaks rømt fra oppdrettsanlegg langs norskekysten. Andelen av oppdrettslaks i naturen har blitt undersøkt siden 1986 (Økland et al. 1993). I sjøfisket på kysten har andelen oppdrettslaks vært 40-50 %, i sportsfisket i elvene om sommeren rundt 5 % og i prøvefiske i elvene om høsten rundt 30 %. Oppdrettslaksen som har blitt fanga i elvene i gytetida, har hovedsakelig vært kjønnsmoden laks (Økland et al. 1993). Oppdrettslaks har introdusert alvorlige sykdommer og parasitter til villaksstammene, og det er økende bekymring for genetiske endringer som kan følge av hybridisering mellom villaks og oppdrettslaks (Anon. 1990, Egidius et al. 1991).

Villaksen returnerer med stor presisjon til oppvekstelva for å gyte (Hasler 1966, Harden Jones 1968). Presis tilbakevandring til foreldrenes gyteplass kan danne og opprettholde genetiske forskjeller mellom populasjoner og tilpasninger til de lokale forholdene i oppvekstelva (Taylor 1991). I Norge har vi 400-500 genetisk forskjellige villakspopulasjoner (Lura & Sægrov 1991). Det er anslått at over 80 % av oppdrettslaksen i Norge er fjerde eller femte generasjon oppdrettslaks fra Sunndalsøra, med norsk villaks som utgangsgenerasjon (Gjerdrem et al. 1991). Det har blitt selektert for økonomisk viktige trekk som høy vekstrate, sein kjønnsmodning, motstand mot sykdommer og høy kjøttkvalitet (Gjerdrem et al. 1988). Oppdrettslaks er genetisk forskjellig fra villaks (f.eks Ståhl 1983, Cross 1989), og det er stor usikkerhet om hvilke genetiske og økologiske konsekvenser hybridisering mellom villaks og oppdrettslaks har. Hybridisering mellom villaks og oppdrettslaks kan føre til at lokale tilpasninger går tapt (Taylor 1991).

Rømt oppdrettslaks er fysiologisk i stand til å gyte (Gausen & Moen 1991), og basiskomponenter i gyteatferden ser ut til å være intakt (Lura et al. 1993). Genetiske endringer er funnet hos villaks i ei nord-irsk elv som tyder på krysning mellom villaks og oppdrettslaks (Crozier 1993). Gyting av oppdrettshunner er dokumentert på grunnlag av forskjellige pigmenter i egg fra villaks og oppdrettslaks i norske og skotske elver (Lura & Sægrov 1991, Webb et al. 1991, 1993a, 1993b, Lura & Økland 1994, Lura 1995), og utgytt oppdrettslaks har blitt observert i Bævra og Imsa (L'Abée-Lund 1988, Jonsson et al. 1990a, 1991).

Det eksisterer liten kunnskap om vandringsatferd og oppholdssteder i elv før, under og etter gyting hos rømt oppdrettslaks. Radiotelemetri er et redskap som gir nye muligheter til å få informasjon om vandringer og atferd til fisk i vassdrag. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og oppdrettslaks med simulert rømming er tidligere undersøkt i Altaelva (Heggberget et al. 1993, 1995, Økland et al. 1995a). I Alta ble det satt radiosendere på villaks som ble fanga i fjorden, og på kjønnsmoden oppdrettslaks som ble tatt fra lokalt oppdrettsanlegg og sluppet fri en måned seinere enn villaksen. I et oppfølgingsprosjekt i Namsen ble både villaks og "naturlig" rømt oppdrettslaks fanga på vei opp til gyteelvene og påsatt radiosendere. I denne rapporten presenteres resultatene fra Namsen. Det er undersøkt hvor fisken ble registrert etter merking, oppvand-

ringshastigheter i elv, oppholdssteder og vandringsmønster i gytetida, aktivitetsmønster, gytetidspunkter, vandringsmønster etter gyting og overlevelse. I diskusjonen legges det vekt på å sammenligne resultatene fra Namsen med resultatene fra Altaelva. Hovedformålet er å analysere om det eksisterer geografiske og temporale forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks som kan redusere hybridisering.



Figur 1

Kart over Namsenvassdraget og indre Namsenfjord. ▲ = kilenøter hvor laks ble fanga og merka med radiosendere i 1993. ● = datalogger som registrerte radiomerka laks.

Map showing the Namsen river system and the inner Namsen Fjord. ▲ = bagnets where Atlantic salmon were caught and tagged with radio transmitters in 1993. ● = data logger recording radio tagged salmon.

2 Områdebeskrivelse

Namsenvassdraget ligger i nordlige halvdel av Nord-Trøndelag fylke (utløp ved N 64° 27') og er 210 km langt (**figur 1**). Nedbørfeltet er 6265 km² og omfatter hele eller deler av kommunene Namsskogan, Røyrvik, Lierne, Snåsa, Grong, Høylandet, Overhalla og Namsos (Lien et al. 1983).

Årlig middelvassføring ved utløpet av Namsen er 290 m³/sek, men klima og avrenning fører til store svingninger i vassføringa (Lien et al. 1983). På ettervinteren og seinsommeren er det perioder med lav vannstand. Om våren er det regelmessig flom. Høst- og vinterflommer forekommer også relativt hyppig. Etter vannkraftreguleringer har vintervassføringa økt og sommervassføringa blitt redusert (Lien et al. 1983).

Namsen er naturlig lakseførende 60 km til Nedre Fiskumfoss, hvor ei laksetrapp har utvida den lakseførende strekningen med 10 km (Paulsen et al. 1991). I Sanddøla går laksen i dag til Nedre Formofoss, etter at det ble bygd trapp i Tømmeråsfossen. Høylands-vassdraget omfatter Bjøra, Eidsvatnet, Eida, Grungstadvatnet, Søråa og Øyvatnet og representerer en 40 km lang lakseførende strekning. Tilsammen er det om lag 200 km lakseførende elvestrekninger i hele Namsenvassdraget med sidevassdrag (**figur 1**) (Paulsen et al. 1991).

Det er både laks og aure i vassdraget. Ved ungfiskundersøkelser i

Namsen er det funnet lakseandeler på 75-100 % (Paulsen et al. 1991).

Lakseungene står 2-5 år i vassdraget før de vandrer ut i sjøen som smolt; gjennomsnittlig smoltalder er 3,2 år (Paulsen et al. 1991). Gjennomsnittsandeler laks som returnerer til elva etter 1-4 år i sjøen, er henholdsvis 38 %, 34 %, 26 % og 1,3 %. Etter 1-4 år i sjøen oppnår de gjennomsnittsvekter på henholdsvis 2,3 - 6,2 - 10,2 - 15,0 kg og gjennomsnittslengder på henholdsvis 59 - 84 - 100 - 116 cm (Paulsen et al. 1991).

Hovedoppgangen av gytelaks til elva er fra midten av juni til slutten av juli. Gyteproppregistreringer har vist at laksen gyter i gytefelt spredt langs hele de lakseførende strekningene ovenfor Sellæg (Paulsen et al. 1991). (Elva er tidevannspåvirket opp til Sellægghylla, ca. to mil fra Namsenfjorden. Saltholdigheten hindrer vellykka gyting nedenfor Sellægghylla.)

Laksefangstene i vassdraget var sterkt nedadgående i perioden 1976-86, men de seinere åra har de økt igjen (Paulsen et al. 1991). 1992 var rekordår med fangst av 34 tonn laks (Rikstad 1995). Innslaget av oppdrettslaks i sportsfiskefangster og prøvefiske har blitt registrert siden 1987. I perioden juni-august har andelen oppdrettslaks variert fra 0,3-12,7 %, og i oktober fra 10,0-72,2 % (Paulsen et al. 1991, Lund et al. 1994). De nærmeste oppdrettsanleggene ligger ved utløpet av Namsenfjorden, om lag fem mil fra elvemunningen, i et område med stor tetthet av sjøanlegg (Lund et al. 1994).

3 Materiale og metoder

3.1 Prøvefiske

For å få bedre informasjon om når villaks i Namsen har gyteperiode, ble det fanga laks med garnfiske ved Sellæg 14.-16. september, 5.-7. oktober, 1.-3. og 17. november 1993; og 3.-6. oktober 1995. Kjønnsmodningsstadium (1-7) ble bestemt etter følgende skjema (modifisert etter Dahl 1917):

Umoden fisk:

- Hunner: Kjønnskjertlene som to lyserøde spolforma organer med lengde omtrent lik en fjerdedel av bukhulas lengde. Eggene ikke synlige eller så vidt synlige.
Hanner: Kjønnskjertlene som to tynne strenger langs oversida av bukhula.
- Hunner: Ubetydelige små rognkorn som så vidt er synlige.
Hanner: Melken er litt oppsvulma foran.

Gytefisk:

- Kjønnskjertlene er oppsvulma og nesten halvparten så lange som bukhula.
- Melke og rognkorn fyller nesten hele bukhula.
- Melke og rognkorn fyller hele bukhula.
- Gytende. Melke og rogn er ganske løse.

Utgytt fisk:

- Hunner: Rogna er slapp og småkornet med enkelte store rognkornrester.
Hanner: Melkestrengene er tynne og blodige.

Laksen ble klassifisert som villaks eller oppdrettslaks ut fra utseende og skjellanalyser (etter Lund et al. 1989).

3.2 Fangst og merking

Villaks og rømt oppdrettslaks ble fanga i sju forskjellige kilenøter i Lokkaren, Namsenfjorden (7-14 km fra elvemunningen til Namsen, **figur 1**) sommeren og høsten 1993. I tillegg ble det fanga laks i ei kilenot i Lauvøyfjorden på nordsida av Otterøya (ca. 25 km fra munningen, **figur 1**). Fiskene ble lengdemålt (naturlig lengde, fra snute til halespiss), kjønnbestemt og klassifisert som villaks eller oppdrettslaks ut fra utseende. Det ble tatt skjellprøver og påsatt radiosendere. Fiskene ble umiddelbart sluppet ut i sjøen igjen etter fangst og merking, unntatt 12 individer som sto i oppbevaringsnot natta over, før de ble merka og sluppet ut. (Individopplysninger er gitt i **vedlegg 1**.)

Oppdrettslaksen ble identifisert ut fra kombinasjon av 1) ytre defekter og 2) skjellanalyser. Med disse metodene vil en kjenne igjen all villaks, tilnærma all oppdrettslaks som har rømt etter ett eller flere år i sjømare, og minst halvparten av laksen som har rømt som smolt. Eventuelle feilbestemmelser vil være at oppdrettslaks som ble satt ut eller rømte som smolt, blir tatt for å være villaks (Lund et al. 1989). Oppdrettslaksen i denne undersøkelsen er av ukjent opprinnelse og har vært fri i naturen i et ukjent tidsrom.

Radiosenderne ble festa med rustfri ståltråd gjennom rygg-

muskulaturen ved basis av ryggfinna. Senderne er 6,2 cm lange og veier 5,0 g i vann. Radiosenderne som ble brukt, hadde signaler i frekvensområdet 142.010-142.500 MHz. Individuelle fisk kunne igjenkjennes ved at senderne var separert med 10 kHz og/eller sendte ut forskjellig antall hvilesignaler pr. minutt.

I perioden 19. juni-17. september ble det satt radiosendere på 84 villaks (38 hanner og 46 hunner) og 28 oppdrettslaks (9 hanner og 19 hunner). Villaksen ble hovedsakelig merka i juni og juli. Oppdrettslaksen kom seinere til indre fjordområder og ble hovedsakelig merka i august og september. (Individuelle merkedatoer er gitt i **vedlegg 1**.)

3.3 Posisjonering i elv

Radiosignaler overføres ikke i saltvann på grunn av høyt elektrolyttinnhold, og radiomerka laks kan derfor bare posisjoneres i ferskvann.

En datalogger (DCC II Modell D5041 fra Advanced Telemetry Systems, ATS) 11 km oppe i Namsen (**figur 1**) registrerte laks som passerte, men på grunn av radiostøy har det vært vanskelig å sortere dataene og skille laksesignaler fra støy. En del (57 %) av den oppvandrede laksen kunne med sikkerhet kjønnkjennes igjen.

Laksen i Namsen (strekingen Namsos-Fiskumfoss) og Sanddøla (fra Tømmeråsfossen til samløp med Namsen) ble posisjonert til nærmeste 500 meter ved peiling (mottaker modell R2100 fra ATS) fra bil en gang i uka fra 1. september til 28. november 1993. I tillegg ble laksen posisjonert 8. og 19. desember, 13. februar og hver fjortende dag fra 10. april til 31. juli. I Bjøra ble laksen posisjonert fem ganger fra 2. september til 18. november og i Søråa to ganger i samme periode. Ved alle aktivitetsregistreringene (se 3.4) ble dessuten de registrerte individene posisjonert. Posisjonene er oppgitt som antall km fra munning, dvs fra Namsenbrua ved Namsos. Det var ikke mulig å registrere signaler fra alle individene ved samtlige peilerunder.

Resultatene om vandringsmønster i perioden 1. oktober til 15. november er basert på ukentlige posisjoneringer. Bare fisk mer registrert posisjon hver uke i tidsrommet er tatt med (20 villaks og 9 oppdrettslaks).

Daglige målinger av vassføring i Namsen ved Nedre Fiskumfoss ble innhenta fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, for å se om vassføring hadde en effekt på forflytninger hos laksen i elva. Vassføring er målt i m³/sek. Dager med økende vassføring er definert som dager med høyere vassføring enn dagen før, og dager med minkende vassføring som dager med lavere vassføring enn dagen før. I perioden hvor det foregikk merking av fisk, varierte vassføring mellom 65 og 510 m³/sek. Analysene av vandringsmønster i forhold til vassføring er basert på ukentlige posisjoneringer fra 18. september til 27. november, og i tillegg posisjoneringer 8. og 19. desember. Bare fisk med registrert posisjon ved hver peiling i dette tidsrommet er tatt med (20 villaks og 9 oppdrettslaks).

Andelen fisk som overlevde vinteren er basert på peilinger påfølgende vår og sommer. De overlevende vandrer gradvis nedover elva, og radiosignalene forsvant til slutt fra elva. En utvandring

(oppdrettshann) ble bekrefta ved gjenfangstmelding fra sjøen like etter at radiosignalene forsvant fra elva. I de tilfellene radiosenderne fortsatte å sende signaler uten at senderne forflytta seg i elva (sist registrert 31. juli), antas det at fiskene døde i løpet av vinteren.

Fiskere sendte inn meldinger om radiomerka laks som ble tatt i sjø- og elvefiske.

3.4 Aktivitetsregistreringer

Radiosenderne som ble brukt, var aktivitetssendere med en kvikksølvbryter, som er følsom for bevegelser i langsgående retning av fisken. Kvikksølvbryteren består av et vakuumkammer og ei kvikksølvkule som beveger seg fritt inni kammeret. Hver gang kula kommer borti framenden av kammeret, produseres det et radiosignal. Hvis signaler ikke utløses på denne måten, sendes det ut et hvilesignal med jevn pulsrate.

Det ble foretatt aktivitetsregistreringer før, under og etter gyting hos fem villaks (3 hunner og 2 hanner) og ni oppdrettslaks (6 hunner og 3 hanner) i Namsen. Aktiviteten ble registrert ett døgn i uka fra 6. september til 4. oktober, tre døgn i uka fra 9. oktober til 27. oktober, og i tillegg 8. og 19. desember; tilsammen 29 døgn. Fire av fiskene ble aktivitetsregistrert i hele denne perioden, men hos de fleste starta registreringene 20.-27. september fordi de ikke kom opp i elva tidligere, eller hadde en plassering i elva som ga svake radiosignaler.

Aktivitetsregistreringene foregikk ved at det ble lytta til hver fisk i ti sammenhengende minutter tre ganger i døgnet med ca. åtte timers intervaller (untatt 6. og 13. september, da det ble registrert aktivitet bare i periode 1 og 3). Det vil si én timinuttersregistrering i løpet av hver av følgende perioder:

Periode 1: kl. 08.00-15.59

Periode 2: kl. 16.00-23.59

Periode 3: kl. 00.00-07.59

Ved hver timinuttersregistrering ble det notert :

- antall dobbelpulser (a)
- antall aktivitetsperioder med varighet < 5 sekunder (b)
- antall aktivitetsperioder med varighet 5-10 sekunder (c)
- eksakt antall sekunder for aktivitetsperioder med varighet > 10 sekunder (d)

For resultatbehandling er det nødvendig med en samla verdi på aktiviteten i løpet av ei timinuttersregistrering, og formelen $(a + 2,5b + 7,5c + d)$ blir brukt som anslag på antall sekunder med aktivitet hos fisken i løpet av registreringa (se definisjoner av a, b, c og d ovenfor). Det antas at én dobbelpuls gjennomsnittlig tilsvarer aktivitet i ett sekund, at aktivitetsperioder med varighet under fem sekunder gjennomsnittlig tilsvarer aktivitet i to og et halvt sekund og at aktivitetsperioder med varighet fra fem til ti sekunder gjennomsnittlig tilsvarer aktivitet i sju og et halvt sekund. Aktivitetsperioder med varighet over ti sekunder er målt i eksakt antall sekunder. Bruk av formelen vil på denne måten gi et bilde av hvor lang tid fisken har vært i aktivitet i løpet av ei timinuttersregistrering.

Registrert aktivitet kan være alle slags bevegelser hos fisken som er sterke nok til å gi utslag på aktivitetssenderne; svømming, slåssing, jaging, graving av gytegroper og gyting. Sakte, kontinuerlig svømming gir sjelden utslag på disse senderne, mens økt aktivitet gir økt pulsrate (Økland et. al. 1995b). Det antas at registrert aktivitet knytta til forflytninger i elva, var aktiviteter som rask svømming og jaging, og at registrert aktivitet mens fisken sto i ro på det samme stedet i elva i løpet av en lengre periode, var gyteaktivitet på gyteplass.

3.5 Statistisk behandling

Statistiske analyser ble utført med SPSS for Windows. Utvalgsstørrelsene i materialet er små, og når utvalgsstørrelser er mindre enn 20, er det vanskelig å teste for normalfordeling og lik varians i gruppene (Seaman & Jaeger 1990). Ved så små utvalgsstørrelser ble det derfor brukt ikke-parametriske tester. Ved undersøkelser av aktivitetsmønsteret i løpet av døgnet ble det også brukt ikke-parametriske tester, fordi forutsetningene om normalfordeling og lik varians i gruppene ikke var oppfylt (Kolmogorov-Smirnov one-sample test og Levene's test for lik varians). Hvis ikke annet er oppgitt, er testene to-halete. En-halete tester ble bare brukt når det var klare forventninger om hvilke retninger forskjellene ville gå. Nullhypotesene ble forkasta ved P-verdier lavere enn signifikansnivå 0,05. Ved ett tilfelle ble det foretatt flere tester av aktivitetsmønsteret hos samme individ for å skille ut hvilke perioder aktiviteten var signifikant høyere enn andre perioder. Dette gir økt sannsynlighet for å få signifikante resultater ved en tilfeldighet. For å kompensere for dette, ble det foretatt en sequentially rejective Bonferroni test (Holm 1979).

4 Resultater

4.1 Kjønnsmodning og gytetidspunkt hos villaks i Namsen

Kjønnsmodningsstadier hos 66 villaks og 20 oppdrettslaks fanga i prøvafiske ved Sellæg i september, oktober og november, er gitt i **vedlegg 2**. Resultatene viser at hovedgyting hos villaks i Namsen foregikk i siste halvdel av oktober: Fra 16. september til 7. oktober var all villaksen i kjønnsmodningsstadium 5 eller 6, unntatt ei hunn i stadium 2. Siden nesten alle hunnene var i stadium 5, tyder det på at gyteperioden hos villaks starta etter 7. oktober. Fra 1. til 17. november var alle ville hunner utgytt, unntatt ei som var nesten utgytt 2. november.

Oppdrettslaksen ble fanga i september og oktober og varierte i kjønnsmodningsstadier fra stadium 1 til 6. Det er ikke mulig å fastslå gytetidspunktet hos oppdrettslaksen ut fra disse resultatene, men oppdrettslaksen var seinere kjønnsmoden enn villaksen.

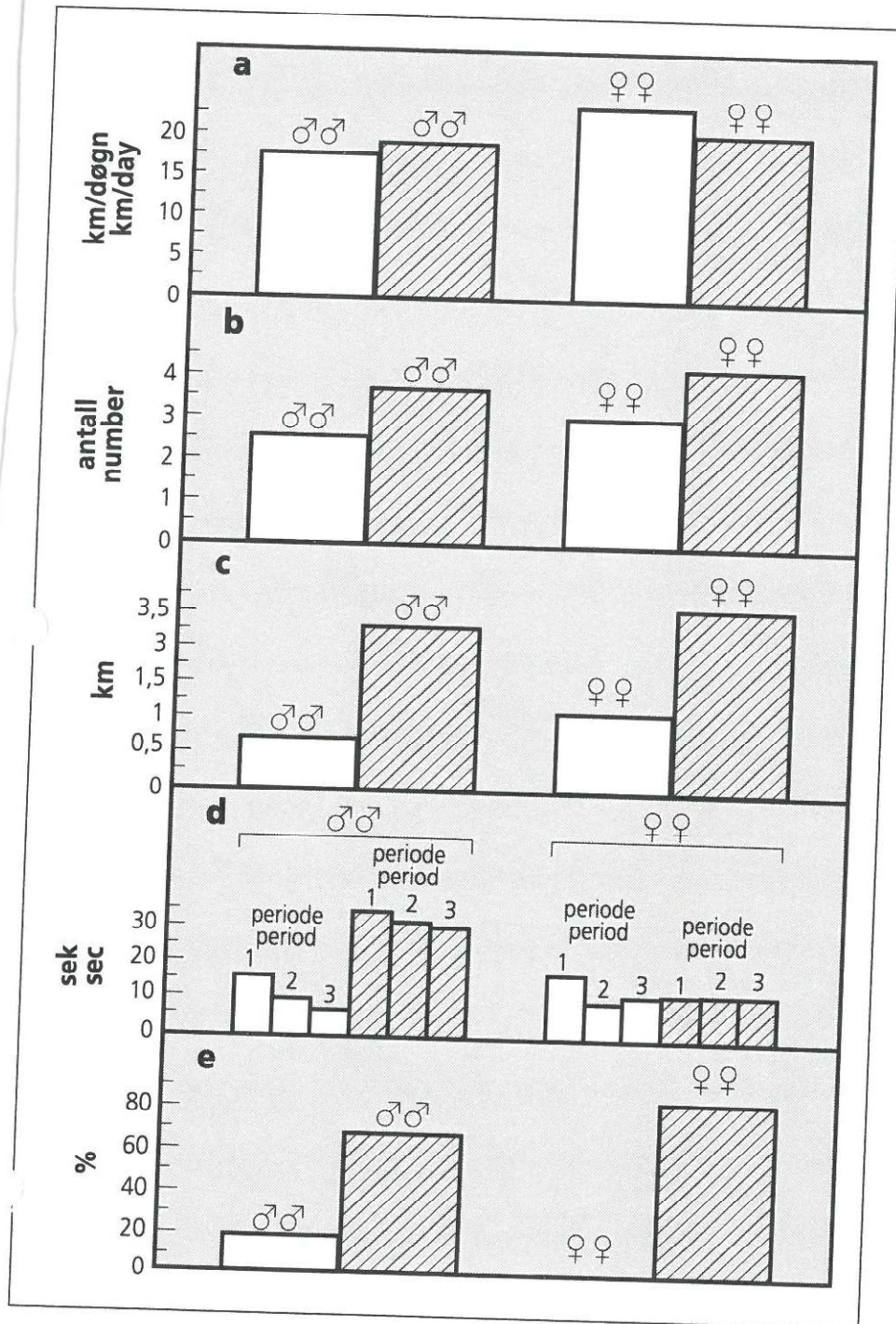
4.2 Andeler fisk registrert etter merking

Den radiomerka laksen ble registrert etter merking enten ved peiling i Namsenvassdraget eller ved gjenfangster i sjø- og elvafiske (**tabell 1**). Totalt ble en større andel villaks (89 %) enn oppdrettslaks (54 %) registrert etter merking. De registrerte fiskene ble hovedsakelig registrert i Namsenvassdraget. Det var ingen forskjeller i lengde på oppdrettslaks som vandra opp i Namsenvassdraget og oppdrettslaks som ikke vandra opp i Namsenvassdraget (Mann-Whitney U test, $U = 82,0$, $P = 0,37$).

En større andel villaks (35 %) enn oppdrettslaks (14 %) ble gjenfanga i sjø- og elvafiske (**tabell 1**). Flere villaks ble gjenfanga i elv enn i sjøen, mens like mange oppdrettslaks ble fanga i sjøen som i elv. Bare én laks som ble gjenfanga i elv, ble ikke gjenfanga i Namsenvassdraget. Det var en vill hann som ble gjenfanga i Årgårdselva.

Tabell 1 Radiomerka laks i Namsenfjorden 1993; antall merka, antall registrert etter merking (ved peiling, datalogging og/eller gjenfangst), hvor de ble registrert etter merking og gjenfangster.
-Radio tagged Atlantic salmon in the Namsen Fjord in 1993; number tagged, number recorded after tagging (by tracking, data logging and/or capture), and where they were recorded after tagging and recaptured.

	Antall merka Number tagged	Antall (%) registrert etter merking Number (%) recorded after tagging	Antall (%) registrert i Bjøra Number (%) recorded in the River Bjøra	Antall (%) registrert i Søråa Number (%) recorded in the River Søråa	Antall (%) registrert i Namsen Number (%) recorded in the River Namsen	Antall (%) registrert i Namsenvassdraget Number (%) recorded in the Namsen river system	Antall (%) gjenfanget Number (%) caught		
							Totalt Totally	Sjø Sea	Elver Rivers
Ville hanner Wild males	38	35 (92 %)	5 (13 %)	1 (3 %)	22 (58 %)	28 (74 %)	11 (29 %)	5 (13 %)	6 (16 %)
Ville hunner Wild females	46	40 (87 %)	5 (11 %)	2 (4 %)	27 (59 %)	34 (74 %)	18 (39 %)	6 (13 %)	12 (26 %)
Villaks, total Wild, total	84	75 (89 %)	10 (12 %)	3 (4 %)	49 (58 %)	62 (74 %)	29 (35 %)	11 (13 %)	18 (21 %)
Oppdrettshanner Farmed males	9	5 (56 %)	-	-	4 (44 %)	4 (44 %)	3 (33 %)	2 (22 %)	1 (11 %)
Oppdrettshunner Farmed females	19	10 (53 %)	1 (5 %)	-	7 (37 %)	8 (42 %)	1 (5 %)	-	1 (5 %)
Oppdrettslaks, total Farmed, total	28	15 (54 %)	1 (4 %)	-	11 (39 %)	12 (43 %)	4 (14 %)	2 (7 %)	2 (7 %)
Laks, total Salmon, total	112	90 (80 %)	11 (10 %)	3 (3 %)	60 (54 %)	74 (66 %)	35 (31 %)	13 (12 %)	19 (17 %)



Figur 2

Radiomerka laks i Namsen 1993. Oppsummering av forskjeller mellom villaks (åpne stolper) og oppdrettslaks (skraverte stolper): a) gjennomsnittlig oppvandringshastighet fra merking til passering 11 km oppe i Namsen, b) gjennomsnittlig antall forflytninger registrert ved ukentlige peilinger i perioden 1. oktober-15. november, c) gjennomsnittlig lengde på disse forflytningene, d) gjennomsnittlig aktivitetsnivå (målt i sekunder med aktivitet per timinuttersregistrering) fordelt på periodene: dag (Periode 1), kveld (Periode 2) og natt (Periode 3) og e) prosentvis overlevelse i elva gjennom vinteren.

Radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen in 1993. A summary of the differences between wild salmon (open bars) and farmed salmon (hatched bars): a) mean migration speed from tagging to recording 11 km upstream from the mouth of the river, b) mean number of movements recorded by weekly trackings in the period October 1st – November 15th, c) mean distance of these movements, d) mean activity level (measured in seconds of activity per 10 minutes registration) during the day (Period 1), evening (Period 2) and night (Period 3) and e) per cent survival in the river during winter.

4.3 Oppvandringshastighet

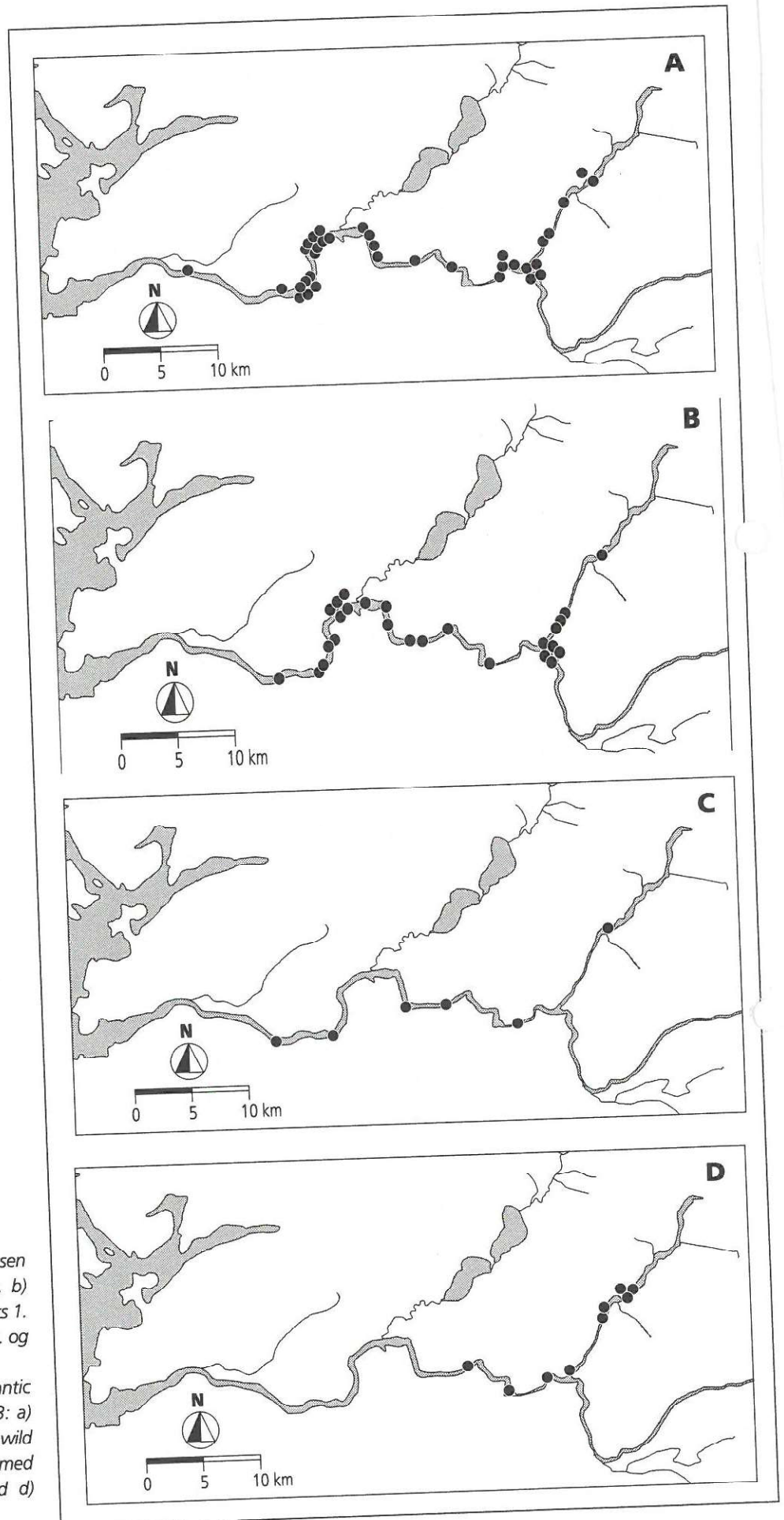
Individuelle oppvandringshastigheter er gitt i **vedlegg 1**.

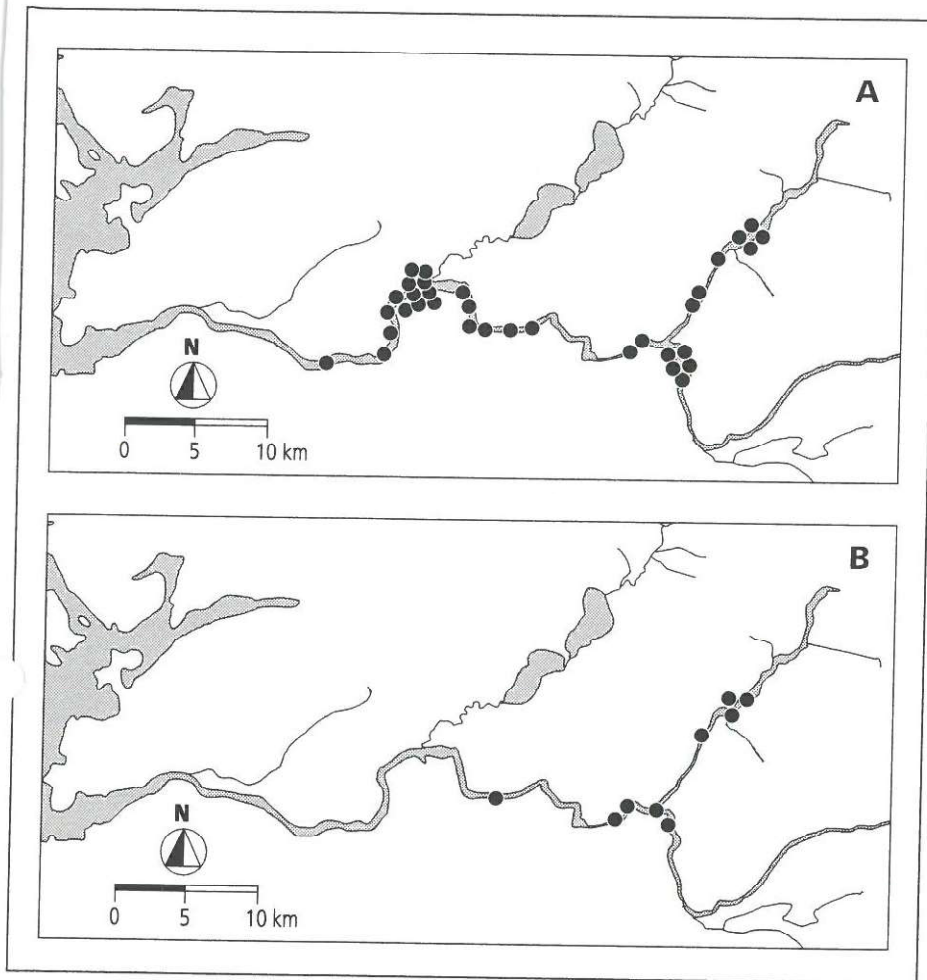
Fra merking til første registrering på dataloggeren i Namsen hadde ville hanner gjennomsnittlig oppvandringshastighet 17,3 km/døgn ($n = 14$, $SD = 12,4$), ville hunner 23,5 km/døgn ($n = 16$, $SD = 17,3$), oppdrettsanner 18,9 km/døgn ($n = 4$, $SD = 11,0$) og oppdretts-hunner 20,2 km/døgn ($n = 8$, $SD = 9,1$) (**figur 2**). Det var ingen signifikante forskjeller i oppvandringshastighet mellom villaks og oppdrettslaks (Mann-Whitney U test, $U = 178,0$, $P = 0,96$). Det var heller ingen signifikante forskjeller i oppvandringshastighet mellom kjønnene (Mann-Whitney U test, $U = 166,0$, $P = 0,2038$). Fiskene ble merka og sluppet ut i kilenøter på forskjellige steder, og hadde

dermed ulik vandringsdistanse i sjøen før ankomst til munningen av Namsen. Avstanden de vandra før de ble registrert på dataloggeren, hadde ingen signifikant effekt på vandringshastigheten (lineær regresjon, $r^2 = 0,0055$, $P = 0,64$). Ettersom fiskene vandra ulik distanse i sjøen men lik distanse i elva, kan en slutte av dette at vandrings-hastigheten i elva var like høy som vandringshastigheten i sjøen.

Fiskenes lengde hadde ingen signifikant effekt på oppvandrings-hastigheten, men det var en tendens til at hastigheten økte med økende fiskelengde (lineær regresjon, $r^2 = 0,088$, $P = 0,056$).

Tidspunktet på sommeren eller høsten fisken ble merka, hadde ingen signifikant effekt på oppvandringshastigheten (lineær regresjon, $r^2 < 0,001$, $P = 0,99$).





Figur 4

Fordeling av radiomerka laks i Namsen ved peiling 30. og 31. oktober (i gytetida) 1993: a) villaks (n = 33) og b) oppdrettslaks (n = 9). Distribution of radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen October 30th and 31st (during spawning period) 1993: a) wild Atlantic salmon (n = 33) and b) farmed Atlantic salmon (n = 9).

Vanntemperaturen i Namsen ved merking hadde ingen signifikant effekt på oppvandringshastigheten, men det var en tendens til at oppvandringshastigheten ble redusert ved høyere temperaturer (lineær regresjon, $r^2 = 0,075$, $P = 0,079$).

Vassføringa i Namsen ved merking hadde ingen signifikant effekt på oppvandringshastigheten (lineær regresjon, $r^2 = 0,039$, $P = 0,21$). Imidlertid var det av betydning om vassføringa ved merking var økende eller minkende. Oppvandringshastigheten til laks som ble merka under økende vassføring (n = 13) var signifikant høyere enn til laks som ble merka under minkende vassføring (n = 29) (Mann-Whitney U test, $U = 97,0$, $P = 0,013$).

Villaksen i Namsen var på plass i gyteområdene innen september og hadde bare små forflytninger oppover elva etter dette (bortsett fra individer som sto i Namsen og seinere gikk opp i Høylandsvassdraget). Oppdrettslaksen var enda i forflytning oppover i elva i september, og tre individer hadde enda ikke vandra opp i elva fra sjøen. Oppdrettslaksen var ikke på plass i gyteområdene før i oktober. (Figur 3.)

4.4 Oppholdssted i gytetida

Individuelle oppholdssteder 30. og 31. oktober (gytetida) er gitt i vedlegg 1.

Gjennomsnittsavstand fra elvemunningen til oppholdssted i Namsen

ved peiling 30. og 31. oktober var for ville hanner 37,1 km (n = 16, SD = 16,8), ville hunner 42,7 km (n = 17, SD = 15,1), oppdretts-hanner 54,9 km (n = 3, SD = 7,8) og oppdretts-hunner 54,2 km (n = 6, SD = 10,0). Villaksen var spredd i hele Namsen fra Sellæg til Fiskumfoss, og i Sanddøla fra Tømmeråsfossen til Grong (figur 4). Oppdrettslaksen holdt til i Sanddøla og i øverste halvdel av den lakseførende strekningen i Namsen (figur 4). Oppdrettslaksen var fordelt signifikant lengre opp i elva enn villaksen (Kolmogorov-Smirnov two sample test, $Z = 1,450$, $P = 0,030$). Imidlertid var oppdrettslaksen i områder av elva som er viktige gyteområder for villaks, områder hvor også halvparten av den radiomerka villaksen ble registrert (figur 4). Villaksen og oppdrettslaksen hadde altså signifikant forskjellig fordeling i elva i gytetida, men var ikke geografisk atskilt.

Tidspunktet på sommeren eller høsten fisken ble merka, hadde ingen signifikant effekt på hvor i elva fisken oppholdt seg i gytetida (lineær regresjon, $r^2 = 0,33$, $P = 0,25$).

4.5 Vandringsmønster i perioden 1. oktober til 15. november

I perioden 1. oktober til 15. november ble ville hanner registrert på ny plass i elva i forhold til forrige peiling gjennomsnittlig 2,6 ganger (n = 9, SD = 1,9), ville hunner 3,1 ganger (n = 11, SD = 1,5), oppdretts-hanner 3,7 ganger (n = 3, SD = 0,6) og oppdretts-hunner 4,3 ganger (n = 6, SD = 1,5) (figur 2). Oppdrettslaksen ble signifikant of-

Tabell 2 Gjennomsnittlig aktivitet i periode 1, 2 og 3¹ hos laks med radiosendere i Namsen 1993. Aktiviteten er oppgitt som antall sekunder med aktivitet per timinuttersregistrering. P-verdiene er basert på Kruskal-Wallis enveis ANOVA tester med Ho: Registrert aktivitet er lik i alle tre periodene.

Mean activity in period 1, 2, and 3¹ of Atlantic salmon tagged with radio transmitters in the River Namsen in 1993. Activity is given as seconds of activity per 10 minutes recording. P-values are based on Kruskal-Wallis one-way ANOVA tests with Ho: Recorded activity is similar in all three periods.

	Gjennomsnittlig aktivitet (s) ± SD Mean activity (s) ± SD			Kruskal-Wallis tester Kruskal-Wallis testes	
	Periode 1 Period 1	Periode 2 Period 2	Periode 3 Period 3	χ^2 χ^2	P-verdier P-values
Ville hanner Wild males	16,2 ± 52,2	9,6 ± 30,9	6,5 ± 20,2	0,5770	0,75
Ville hunner Wild females	34,6 ± 67,1	32,5 ± 82,8	30,7 ± 82,1	1,4957	0,47
Oppdrettshanner Farmed males	17,5 ± 41,1	10,1 ± 31,3	11,0 ± 27,6	3,4207	0,18
Oppdretts hunner Farmed females	12,1 ± 30,9	12,3 ± 25,5	12,3 ± 29,7	0,1136	0,94

¹ Periode 1, 2 og 3 er definert under 3.4 Aktivitetsregistreringer. - Period 1, 2 and 3 are defined in chapter 3.4.

tere observert på ny plass i elva i denne perioden enn villaksen (Mann-Whitney U test, U = 51,0, enhalet P = 0,031).

Lengde på hver forflytning var gjennomsnittlig 0,7 km hos ville hanner (n = 23 forflytninger fordelt på 9 hanner, SD = 0,4), 1,1 km hos ville hunner (n = 34 forflytninger fordelt på 6 hunner, SD = 1,3), 2,3 km hos oppdrettshanner (n = 11 forflytninger fordelt på 3 hanner, SD = 2,6) og 2,6 km hos oppdretts hunner (n = 26 forflytninger fordelt på 6 hunner, SD = 4,3) (**figur 2**). Oppdrettslaksen hadde signifikant lengre forflytninger enn villaksen (Mann-Whitney U test, U = 598,5, enhalet P = 0,0002).

Hos villaksen var 28 av 57 (49 %) registrerte forflytninger i perioden 1. oktober til 15. november nedover i elva, og hos oppdrettslaksen 23 av 37 (62 %). Tendensen til at oppdrettslaksen hadde flere nedstrømsforflytninger var ikke signifikant (Kji-kvadrat test, korrigert i henhold til Yates' Correction for Continuity $\chi^2 = 1,057$, df = 1, P = 0,30).

Resultatene om vandringsmønster i perioden 1. oktober til 15. november er basert på fisk med gjennomsnittslengde 93,6 cm (n = 9, SD = 10,1) hos ville hanner, 88,7 cm (n = 11, SD = 10,0) hos ville hunner, 72,3 cm (n = 3, SD = 17,2) hos oppdrettshanner og 78,2 cm (n = 6, SD = 9,6) hos oppdretts hunner. Villaksen var signifikant lengre enn oppdrettslaksen (Mann-Whitney U test, U = 36,5, P = 0,012).

4.6 Vandringsmønster i forhold til vassføring

Variasjoner i vassføring (forskjeller mellom største og minste vass-

føring i løpet av tidsrommet mellom peilingene) hadde signifikant positiv effekt på forflytninger i elva hos villaksen når forflytninger både oppover og nedover i elva ble tatt i betraktning (lineær regresjon, $r^2 = 0,41$, P = 0,025). Det samme var ikke tilfelle hos oppdrettslaksen (lineær regresjon, $r^2 = 0,18$, P = 0,16).

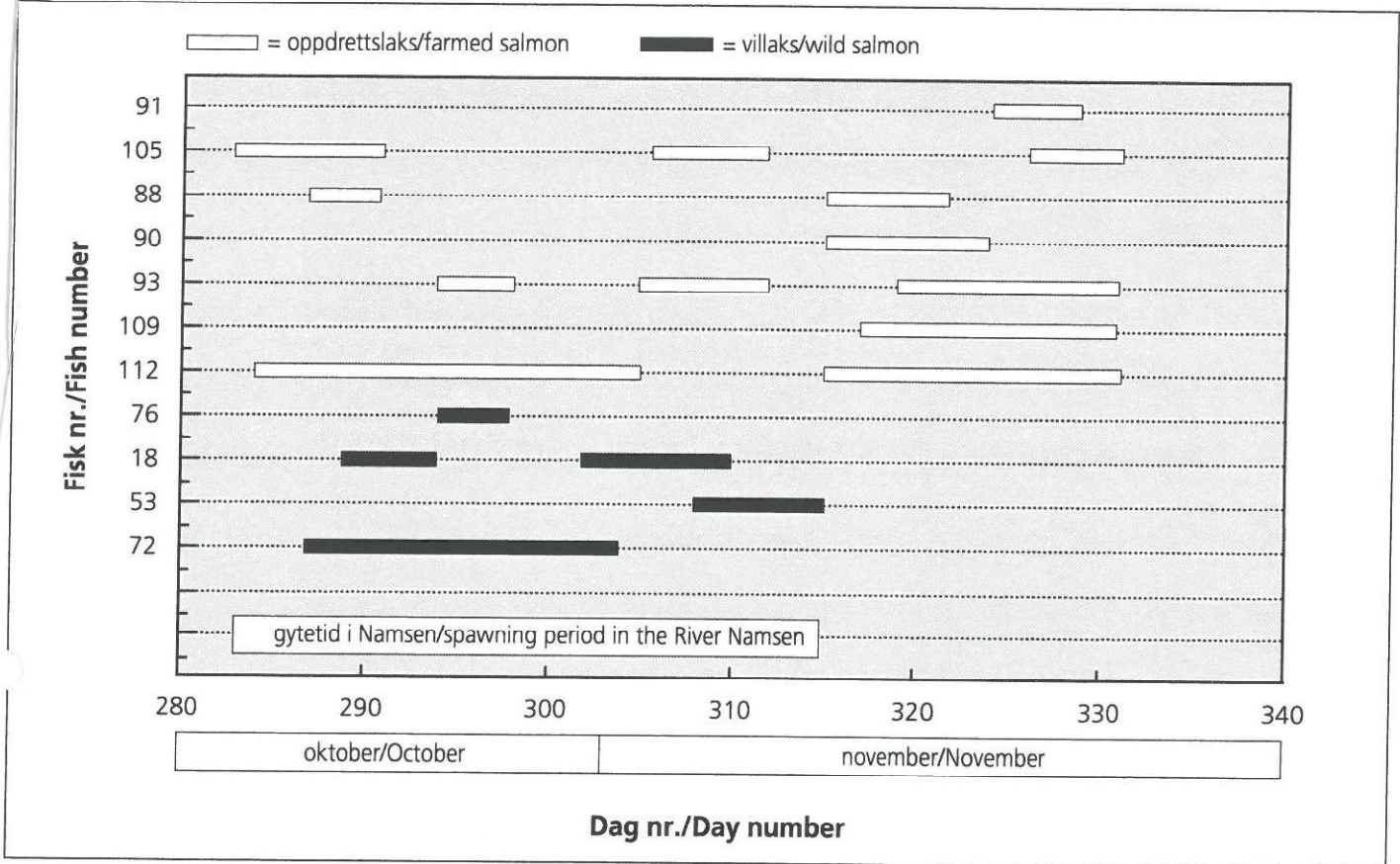
Det ble ikke funnet signifikante sammenhenger mellom variasjoner i vassføring og forflytninger oppover i elva hos verken villaks eller oppdrettslaks (villaks: lineær regresjon, $r^2 = 0,24$, P = 0,11, oppdrettslaks: lineær regresjon, $r^2 = 0,063$, P = 0,43.).

Det ble heller ikke funnet signifikante sammenhenger mellom variasjoner i vassføring og forflytninger nedover i elva (villaks: lineær regresjon, $r^2 = 0,088$, P = 0,3486, oppdrettslaks: lineær regresjon, $r^2 = 0,21$, P = 0,14).

4.7 Aktivitetsmønster i løpet av døgnet

Verken ville hanner, ville hunner, oppdrettshanner eller oppdretts hunner hadde signifikant høyere aktivitetsnivå i noen av de tre registrerte periodene i løpet av døgnet (**tabell 2**). Det var ingen påviselige forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks i når på døgnet de var i aktivitet.

Det var ingen signifikante forskjeller i aktivitetsmønsteret i løpet av døgnet hos enkelt fisk (Kruskal-Wallis enveis ANOVA-tester, P-verdier fra 0,37 til 0,93, **vedlegg 3**), bortsett fra hos én oppdrettshann. Nr. 105 var signifikant (etter Bonferroni test) mer aktiv



Figur 5

Perioder med mulig gyting hos oppdrettslaks og villaks med radiosendere i Namsen. I disse periodene sto individene på det samme stedet i elva, mens det samtidig ble registrert at de var i aktivitet.

Possible spawning periods of radio tagged farmed and wild Atlantic salmon in the River Namsen in 1993. During these periods the fish were recorded in the same pool (no up- and downstream movements) with high levels of activity.

i periode 1 enn i periode 2 og 3 (Mann-Whitney U tester, periode 1 i forhold til periode 2: $U = 178,5$, $P = 0,0034$, periode 1 i forhold til periode 3: $U = 210,0$, $P = 0,019$, periode 2 i forhold til periode 3: $U = 292,0$, $P = 0,39$).

4.8 Gytetidspunkt hos oppdrettslaks i forhold til hos villaks

Gytetidspunkter anslås indirekte ved å analysere aktivitetsmønstre i forhold til vandringmønstre. **Vedlegg 4** viser vandring- og aktivitetsmønstre hos fem villaks og ni oppdrettslaks i Namsen. **Vedlegg 5** gir en oversikt for hvert individ over døgn med registrert aktivitet og samtidig forflytninger i elva i løpet av døgnet, tidsrom med registrert aktivitet samtidig med forflytninger i elva, og tidsrom med registrert aktivitet når fisken sto i ro på det samme stedet i elva.

All villaksen sto på samme stedet i elva mens den var i aktivitet i perioder med varighet ei uke eller mer i villaksens gytetid (10. oktober-10. november/dag nr. 283-314) (**figur 5**).

En del oppdrettslaks sto også periodevis i ro i elva med samtidig

registrert aktivitet i villaksens gyteperiode (**figur 5**). De fleste flytta seg imidlertid omkring i elva, eller sto i ro i elva uten at det ble registrert at de var i særlig aktivitet.

Blant oppdrettslaksene (**figur 5**) var det bare nr. 105 som sto i ro mer enn ei uke på samme sted i elva i villaksens gytetid, mens det samtidig ble registrert aktivitet. Nr. 89 døde sannsynligvis rundt 22. oktober, etter en periode med vandring oppover og nedover i elva med lite registrert aktivitet. Hos nr. 91 var den registrerte aktiviteten knytta til forflytninger i elva.

Blant oppdrettslaksene (**figur 5**) var det bare nr. 112 som sto i ro mer enn ei uke på samme sted i elva i villaksens gytetid, mens det samtidig ble registrert aktivitet. Firedagersperioder med aktivitet uten samtidige forflytninger i elva ble registrert hos nr. 88 og nr. 93, men mellom disse periodene hadde de stadige forflytninger oppover og nedover i elva. En tilsvarende firedagersperiode ble registrert hos nr. 86, men på et tidspunkt da den hadde et kort opphold i ei lita sideelv til Namsen. Hos nr. 90 og nr. 109 ble det registrert lite aktivitet i villaksens gytetid.

Registrert aktivitet hos villaksen opphørte rundt 11. november (dag nr. 315). Etter dette hadde to av tre oppdrettslaks og fem av

Tabell 3 Nedstrømsvandring etter gyting og overlevelse gjennom vinteren hos laks med radiosendere i Namsen 1993/94. Gjennomsnittslengder på forflytninger nedover i elva (km) er basert på individene som vandra nedover i elva, men som ikke overlevde vinteren og gikk helt ut i sjøen igjen.

Downstream migration after spawning and survival during winter of radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen in 1993/1994. Mean distances of downstream migrations (km) are based on individuals that migrated downstream, but did not survive through the winter and migrate to the sea again.

	Antall i Namsen over vinteren	Antall (%) som vandra nedover i elva etter gyting	Gjennomsnittslengder på forflytninger nedover i elva (km) ± SD	Antall (%) overlevende
	Number in the River Namsen during winter	Number (%) migrating downstream after spawning	Mean migration distance downstream (km) ± SD	Number (%) of survivors
Ville hanner Wild males	16	6 (38 %)	4,8 ± 5,5	3 (19 %)
Ville hunner Wild females	17	9 (53 %)	5,4 ± 5,7	
Oppdrettshanner Farmed males	3	2 (67 %)		2 (67 %)
Oppdrettshunner Farmed females	6	5 (83 %)		5 (83 %)

seks oppdrettshunner lengre perioder med registrert aktivitet mens de sto i ro på det samme stedet i elva: oppdrettshunnene fra 20. november (dag nr. 324) til 27. november (dag nr. 331) og oppdrettshunnene fra 11. november til 27. november (**figur 5**). Individene som sto i ro i elva i lengre perioder med samtidig registrert aktivitet i villaksens gyteperiode, var alle i aktivitet også seint i november. Oppdrettshannen som ikke var i aktivitet seint i november, var nr. 89 som sannsynligvis døde rundt 22. oktober. Oppdrettshunnen det ikke ble registrert aktivitet hos i november, var nr. 86 som hadde totalt minst aktivitet og det mest urolige vandringmønsteret. Aktivitetsnivået hos oppdrettslaksen i november var imidlertid relativt lavt i forhold til hos villaksen og oppdrettslaksen i villaksens gytetid.

Mange oppdrettslaks hadde altså en egen aktivitetsperiode to til fire uker etter hovedgyting hos villaksen, og etter at aktiviteten hos villaksen hadde opphørt. **Figur 5** viser mulige perioder med gyting hos villaksen og oppdrettslaksen (perioder hvor laksen var i aktivitet mens de sto i ro på det samme stedet i elva). Noen oppdrettslaks kan ha gytt i villaksens gyteperiode, men de fleste kan ha hatt en gyteperiode to til fire uker seinere.

4.9 Vandringsmønster etter gyting og overlevelse

Over halvparten av villaksen i Namsen (18 av 33) vandra nedover i elva igjen etter gytetida (**tabell 3**). Første individ begynte å vandre nedover 23.-30. oktober og siste individ 28. november-6. desember; de fleste (13 av 18) før 14. november. Sju av ni opp-

drettslaks i Namsen vandra nedover i elva igjen etter gytetida (**tabell 3**), og alle begynte vandra etter 19. desember.

Overlevelsen gjennom vinteren var 78 % hos oppdrettslaksen og 9 % hos villaksen (**tabell 3, figur 2**). Oppdrettslaksen gikk ut i fjorden igjen i april-juni og villaksen i mai-juni.

5 Diskusjon

5.1 Gytetidspunkt

Før å sammenlikne atferd til villaks og oppdrettslaks i Namsen før, under og etter gyting var det nødvendig å fastslå når villaksen gyter. Ut fra bestemmelse av kjønnsmodningsstadier hos laks fanga i Namsen i september, oktober og november 1993 ble det fastslått at hovedgytinga hos villaks foregikk i siste halvdel av oktober. Dette stemmer godt overens med lokal kunnskap om at laksen i Namsen gyter i slutten av oktober (Paulsen et al. 1991). Ved Melhus klekkeri foregikk stryking av stamlaks fra 22. oktober til 2. november i 1991 og fra 20. oktober til 14. november i 1992 (Johannes Melhus pers. medd.). Vanligvis starter naturlig gyting noen dager tidligere enn stryking av stamlaks (Heggberget 1988). Ved gytegruppregistreringer fra helikopter 9. november 1988, 1989 og 1994 ble det registrert henholdsvis 354, 862 og 561 gytegrupper i 64, 108 og 142 gytefelt i vassdraget (Einvik 1995), og hovedgyting antas å ha foregått før denne datoen. (Det lave antallet i 1988 ble forklart med dårligere forhold under registreringene.) Innen ei elv varierer hovedgyting med fem til ti dager fra år til år, og total lengde på gyteperioden er ca. én måned i stabilt vinterkalde elver med hovedgyting før november (Heggberget 1988). Ifølge dette skulle hovedgyting i Namsen være innenfor tidsrommet 10. oktober - 10. november hvert år, og det antas at bare få villaks gyter før og etter dette tidsrommet.

De fleste hunnene som ble fanga under prøvofisken første uka i oktober, var i kjønnsmodningsstadium 5 og de fleste hannene i kjønnsmodningsstadium 6. Hannene kan gyte over en lengre periode enn hunnene, men selve gytetidspunktet blir bestemt av hunnenes kjønnsmodning. Hunnlaks er reproduktivt aktive i én til to uker, mens hannlaks kan være reproduktivt aktive i to måneder eller mer (Jonsson & Fleming 1993). En vill hunnlaks som ble fanga i oktober var ikke kjønnsmoden. Det er kjent at i noen elver kan enkelte individer gå opp i elv året før kjønnsmodning (Mills 1989). Dette kan også være tilfelle i Namsen.

De fleste oppdrettslaksen fanga under prøvofisken i september og oktober var seinere kjønnsmodne enn villaksen, og oppdrettslaksen viste stor variasjon i kjønnsmodningsstadier; fra gjeldfisk til gytefisk. Det er tidligere funnet andeler med gytefisk fra 56 % til 100 % blant oppdrettslaksen i norske elver (Økland et al. 1993), følgelig hender det at oppdrettslaks går opp i elvene uten å være kjønnsmodne.

5.2 Metoder

I denne undersøkelsen ble vandrings- og atferdsmønsteret hos laks med radiosendere undersøkt. Radiosendere av den størrelsen som ble brukt, antas å ikke hemme gyteaktivitet i særlig grad hos fisk som er lengre enn 60 cm (Gray & Haynes 1979, Mellas & Haynes 1985, Heggberget et al. 1988). Flere radiomerka laks ble registrert 11 km oppe i Namsen få timer etter merking. Store andeler av den radiomerka laksen som gikk opp i Namsenvassdraget, ble fanga i sportsfisket (se 4.2 og 5.3). Dette indikerer at fisken raskt kom seg etter merking og at atferden i elva ble minimalt hemma av radiosenderne.

5.3 Andeler fisk registrert etter merking

En større andel villaks (89 %) enn oppdrettslaks (54 %) ble registrert etter merking; oppdrettslaksen ble i mindre grad gjenfanga i både sjø- og elvefiske (gjenfangst av 14 % oppdrettslaks og 35 % villaks) og i mindre grad registrert i Namsenvassdraget. Også radiomerka oppdrettslaks i Alta ble i mindre grad enn villaksen registrert etter merking (Heggberget et al. 1993). At oppdrettslaksen i mindre grad ble gjenfanga, skyldes trolig at oppdrettslaksen kom seinere inn i indre fjordområder. Mange oppdrettslaks ble merka mot slutten av fiskesesongen, og mange ble også merka etter fiskesesongens slutt. At oppdrettslaksen i mindre grad ble registrert i Namsenvassdraget, kan skyldes at de gikk opp i de små elvene i området (som ikke ble peila). Resultater fra Altaelva tyder imidlertid på at store elver tiltrekker seg større mengder oppdrettslaks enn små elver (Heggberget et al. 1993). Det ble heller ikke rapportert om gjenfanga oppdrettslaks fra andre elver enn Namsenvassdraget. En del oppdrettslaks går muligens ikke opp i elvene i det hele tatt, og en del av den radiomerka oppdrettslaksen kan ha vært nyrømte og ikke kjønnsmodne.

5.4 Oppvandringshastighet

Oppvandringshastigheten fra merking til registrering 11 km oppe i Namsen var ikke signifikant forskjellig hos villaks og oppdrettslaks. Vandringshastigheten i sjøen etter merking var ikke signifikant forskjellig fra vandringshastigheten de nederste 11 km i elva. Oppdrettslaks går opp i elvene seinere i sesongen enn villaks (Eriksson & Eriksson 1991, Gausen & Moen 1991, Gudjonsson 1991, Lund et al. 1991, Økland et al. 1993, McKinnell et al. 1994). Havbeitelaks som har vært på næringsopphold i havet, kommer til norskekysten samtidig som villaksen, men bruker lengre tid fra ytre kystområder til de observeres oppe i elvene (Jonsson et al. 1990a, 1991, Jonsson & Fleming 1993). Hovedårsaken til at oppdrettslaksen kommer seinere opp i elvene ser altså ut til å være seinere migrasjon gjennom fjordområdene. Forskjellig vandringshastighet i fjordområdene og forskjellig oppvandringstidspunkt kan skyldes genetiske forskjeller (Hansen & Jonsson 1991), men kan også gjenspeile forskjellig erfaring som ungfisk (Jonsson et al. 1994). Oppdrettslaks har ikke tidligere elveerfaring og mangler ferskvannspreging. Dette kan føre til mer ubestemt leiting etter ei passende elv og manglende motivasjon til å vandre opp i elvene før de er kjønnsmodne. Oppdrettslaksen kan også være i dårligere fysisk form og må hvile mer i siste fase av gytevandringa. At det ikke ble funnet forskjeller i oppvandringshastighet i denne undersøkelsen, kan skyldes at laksen ble merka nær elvemunningen, og at oppdrettslaksen er like rask som villaksen når den først er motivert til oppvandring i elv, og har funnet ei elv å vandre opp i.

Radiomerka oppdrettslaks i Altaelva brukte lengre tid enn villaks fra merking i fjord til oppvandring i elv (Heggberget et al. 1993), men dette var fisk som ble tatt direkte fra oppdrettsanlegg og sluppet fri. Disse var i prinsippet «nyrømte» laks som trolig trengte tid til å venne seg til en ny livssituasjon i det fri. Den radiomerka oppdrettslaksen i Namsen er av ukjent opprinnelse og ble fanga og merka i kilenøter på samme måte som villaksen. Siden de fleste oppdrettsanleggene i området ligger om lag fem mil unna fangst- og mer-

kestedene, hadde eventuelt nyrømte oppdrettslaks i det minste vært fri i fjorden noen dager før de ble merka. I motsetning til den radiomerka oppdrettslaksen i Alta, hadde de hatt tid til å komme over den første forvirringa ved å være ute i det fri. Oppdrettslaksen i Alta ble merka tidligere i sesongen enn oppdrettslaksen i Namsen, og dette kan også ha hatt en betydning for de ulike resultatene. Tidspunktet for merking hadde ingen signifikant effekt på oppvandringshastigheten i Namsen. All oppdrettslaksen i Namsen ble imidlertid merka seinere i sesongen enn oppdrettslaksen i Alta. Laks merka til samme tid kan følgelig ikke sammenliknes mellom de to stedene. Det er derfor ikke mulig å avgjøre om det var merking til forskjellig tid i sesongen, oppdrettslaksens forskjellige bakgrunn eller en kombinasjon av disse forklaringene som var årsak til de forskjellige resultatene. Den radiomerka oppdrettslaksen i Altaelva hadde samme vandringshastighet i elva som villaksen, etter at de hadde passert elvemunningen (Heggberget et al. 1995). Dette støtter teorien om at oppdrettslaks er like rask som villaks når de først er motivert til oppvandring i elv, og har bestemt seg for ei elv å vandre opp i.

Det var en tendens til at oppvandringshastigheten økte med økende fiskelengde. Det var også en tendens til at oppvandringshastigheten var høyere ved lavere temperaturer. Vassføringa i Namsen ved merking hadde ingen signifikant effekt på oppvandringshastigheten, men fisk som ble merka ved økende vassføring hadde signifikant høyere oppvandringshastighet enn fisk som ble merka ved minkende vassføring. Mange undersøkelser har konkludert med at høy vassføring er assosiert med oppvandring av laks og lav vassføring med forsinka oppvandring, men at oppvandring også kan stimuleres av økning i vassføring (f.eks. Hayes 1953, Banks 1969, Jensen et al. 1986, Smith et al. 1994).

De fleste radiomerka villaksene i Namsen var på plass i gyteområdene innen september og forflytta seg lite oppover elva etter dette. Oppdrettslaksene forflytta seg oppover i elva enda i september og var ikke på plass i gyteområdene før i oktober. Denne forskjellen tilsvarer forsinkelsa oppdrettslaksen hadde i forhold til villaksen ved merking i indre fjordområder.

5.5 Oppholdssted i gytetida

Villaksen og oppdrettslaksen var ikke geografisk atskilt i elva i gytetida. Både villaks og oppdrettslaks holdt til i områder der det tidligere år har blitt registrert gytegrøper (Paulsen et al. 1991), men det ble ikke foretatt så nøyaktige posisjoneringer at det er mulig å avgjøre om individene sto i nærheten av eller innenfor et gytefelt. Oppdrettslaksen var imidlertid fordelt signifikant lengre opp i den lakseførende strekningen enn villaksen. Dette er i samsvar med telemetriundersøkelser i Altaelva, hvor oppdrettslaksen også gikk langt opp i elva (Heggberget et al. 1995).

Villaksen har tendens til å returnere til sin egen oppvekstplass i elva (Heggberget et al. 1986, 1988, Heggberget 1989, Hovey et al. 1989), mens oppdrettslaksen ser ut til å være heimlaus og sprer seg oppover i elva dersom det ikke finnes fysiske hindringer for oppvandring. Dette indikerer at mangel på elvepreging kan resultere i mangel på «stopp-signal» på et bestemt sted i elva. Hansen (1989) forventer størst andel oppdrettslaks nederst i elvene på grunn av

manglende ferskvannspreging, og dermed manglende motivasjon til gå opp i elvene før de er nødt til det av fysiologiske årsaker. Noen undersøkelser har vist at oppdrettslaks holder til nederst i elvene (Power & McCleave 1980, Webb et al. 1991), men dette var oppdrettslaks som hadde tidligere erfaring med vann fra nedre elveseksjoner i klekkerier, eller under transport og utsetting. Oppholdet nederst i elvene kunne dermed være heimvandring til kjent vann.

Alternativt til hypotesen om at laksen returnerer til egen oppvekstplass i elva, er idéen om at elva fylles opp først med laks øverst i lakseførende strekning (Hawkins & Smith 1986). Fisk som kommer opp i elva seinere i sesongen, hindres av fisk som har ankommet tidligere, og elva fylles med laks fra øverst og nedover. Dette støttes ikke av resultatene fra Namsen; tidspunktet på sommeren eller høsten fisken ble merka, hadde ingen signifikant effekt på hvor i elva fisken oppholdt seg i gytetida.

5.6 Vandringsmønster i elv

Vandringsmønsteret i elva i gytetida var mer urolig hos oppdrettslaksen enn hos villaksen. Oppdrettslaksen forflytta seg signifikant oftere og over større områder, mens villaksen hadde forflytninger innen mindre områder i elva. Oppdrettslaksen hadde tendens til større andel nedstrømsforflytninger enn villaksen, men denne forskjellen var ikke signifikant. Andre undersøkelser har også funnet at oppdrettslaks har mer urolig vandring i elv enn villaks (Power & McCleave 1980, Jonsson et al. 1990a, 1991, Økland et al. 1995a).

Det er kjent at oppvandring i elv er knytta til endringer i vassføring (Banks 1969, Jensen et al. 1986). I Namsen hadde variasjoner i vassføring signifikant effekt på forflytninger i elva hos villaksen i gyteperioden. Hos oppdrettslaksen ble det ikke funnet signifikante sammenhenger mellom forflytninger i elva og endringer i vassføring. Dette tyder på at andre faktorer utløste forflytningene hos oppdrettslaksen.

Det urolige vandringsmønsteret hos oppdrettslaks kan skyldes at de er heimlausa i elva og ikke finner en kjent plass å slå seg til ro på. De kan også ha mindre suksess på gyteplassene enn villaksen og derfor vandrer fra gyteplass til gyteplass, eller blir jaga mellom dem fordi de er konkurransemessig underlegne. Under gyting konkurrerer hannene om gyteterritorier og forsvarer reiret sitt, og hannene slåss og danner lokale hierarkier ved reirene til de individuelle hannene (Jones & Ball 1954, Jonsson & Fleming 1993). Nyrømt oppdrettslaks har gjerne høyere fettinnhold og mindre fysisk trening enn villaks, samt finneskader og redusert styrke og utholdenhet. Oppdrettslaksen vil også ha andre erfaringer med intraspesifikke interaksjoner og aggressivitet enn villaksen. Blant annet er det funnet større skadefrekvens hos oppdrettslaks enn hos villaks i lmsa etter gytesesongen (Jonsson et al. 1990a), noe som tyder på at de oftere er involvert i konflikter. Disse forskjellene kan enkeltvis eller sammen føre til ulik konkurranseevne og ulik gytesuksess.

Oppdrettslaks som ankommer gyteområdene seinere enn villaksen, kan også ha en ulempe ved at hannene som ankom først, har tatt opp de beste gyteplassene. Dette kan føre til et urolig vandringsmønster hos oppdrettslaksen, særlig ved store tettheter av gytere.

Oppdrettslaksen kan være gjennomsnittlig større eller mindre enn gjennomsnittet i en villakspopulasjon, avhengig av vekstforholdene for både villaks og oppdrettslaks og om villakspopulasjonen hovedsakelig består av én- eller flersjøvinterfisk. Resultater vedrørende vandringsmønster er basert på oppdrettslaks som var signifikant mindre enn villaksen. Størrelsesforskjeller kan ha en betydning for vandringsmønster ved at kroppsstørrelsen påvirker konkurranseevnen. Størrelsesforskjeller alene vil ikke hindre gyting i fravær av makekonkurranse (Hutchings & Myers 1985, Myers & Hutchings 1987), men størrelsesforskjeller kan resultere i ulik gytesuksess. Ved store tettheter kan de minste hunnene ha problemer med å forsvare gyteplasser, og hannene synes å foretrekke hunner som graver gytegrøper framfor de som ikke er så aktive (Hutchings & Myers 1985). Hunnene foretrekker de største hannene og kan hjelpe til med å jage bort mindre hanner (Belding 1934). Hos sølvlaks (*Oncorhynchus kisutch*) greier de minste hannene seg bra med en snikestrategi, men de middels store greier verken å spesialisere seg på sniking eller slåssing og kommer dermed dårligst ut (Gross 1985). Fleming & Gross (1992) fant at kroppsstørrelse var en viktig faktor i et konkurransemiljø, og at de største individene hos sølvlaks hadde størst gytesuksess. Hos ketalaks (*Oncorhynchus keta*) er det funnet at små og/eller svake hanner trolig bruker mer tid og dekker større områder på leiting etter gytende hunner enn større og sterkere hanner (Schroder 1982).

5.7 Aktivitetsmønster i løpet av døgnet

Det var ingen tendens til at oppdrettslaks og villaks var aktive til forskjellige tider av døgnet. Det ble registrert aktivitet gjennom hele døgnet, og det ble ikke funnet at noen av gruppene ville hanner, ville hunner, oppdrettshanner eller oppdrettshunner hadde signifikant høyere aktivitetsnivå til noen tid av døgnet. Bare én oppdrettshann var i signifikant større aktivitet om dagen enn om kvelden og natta, mens de andre individene var i like stor aktivitet hele døgnet. Det er ikke mulig å avgjøre om den registrerte aktiviteten i denne undersøkelsen var svømming, slåssing, jaging, graving av gytegrøper eller gyting. Laksen gyter helst om natta (Belding 1934, Webb & Hawkins 1989, Baglinière et al. 1990), men graving av gytegrøper kan foregå når som helst (Belding 1934). Når det gjelder forflytninger under oppvandring i elv, er det ingen entydige resultater om når på døgnet aktiviteten er høyest. Hawkins & Smith (1986) fant mest vandring om natta, men også vandring om dagen. Hayes (1953) fant at vandring hovedsakelig foregikk i grålysningen morgen og kveld.

5.8 Gytetidspunkt hos oppdrettslaks i forhold til hos villaks

Analyser av den registrerte aktiviteten i forhold til forflytninger i elva viste at villaksen sto i ro i elva med høy registrert aktivitet i gytetida (10. oktober - 10. november). Dette var trolig aktivitet på gyteplass som graving og forsvar av gytegrøper, slåssing og gyting, siden det ble registrert aktivitet uten at det samtidig ble registrert forflytninger i elva. I det samme tidsrommet sto noen oppdrettslaks periodevis i ro på ett sted i elva med samtidig registrert aktivitet, men mange var ikke i aktivitet, eller det ble registrert aktivitet i

perioder med samtidig vandring oppover og nedover i elva. Denne aktiviteten kunne være svømming mellom gyteplasser og forsøk på å delta i gytinga. I gyteperioden til villaksen ble det ofte registrert aktivitet hos individuelle oppdrettslaks som åpenbart var på vandring, fordi de ble observert på forskjellige steder i elva i løpet av døgnet. Dette ble aldri registrert hos noen villaks, bortsett fra under vandring nedover i elva etter gyteperioden.

Det ser ut til at mange oppdrettslaks sto i ro i elva med samtidig registrert aktivitet i for korte tidsrom til at de hadde like stor gytesuksess som villaksen i gytetida til villaksen. Særlig hunnene som skal forsvare gyteterritorier og grave gytegrøper, trenger trolig noen dager i ro på ett sted for å gjennomføre vellykka gyting. Individuelle hunnlaks i Vosso legger egg i gjennomsnittlig 8,4 gytegrøper (Barlaup et al. 1994). I damforsøk med lmsalaks var gjennomsnittlig lengde på gyteperioden til individuelle hunnlaks 9-11 dager og antall gytegrøper 6-7 (Jonsson & Fleming 1993). I Altaelva ble posisjonen til radiomerka laks nøyaktig bestemt, og der sto ville hanner gjennomsnittlig 7,6 dager inne i et gyteområde og ville hunner gjennomsnittlig 5,8 dager (Økland et al. 1995a). I Namsen sto bare tre radiomerka oppdrettslaks (én hann og to hunner) så lenge i ro med samtidig oppdrettslaks registrert aktivitet. Det er imidlertid ikke kjent hvorvidt de oppholdt seg innenfor eller utenfor et gytefelt. Resultatene i Namsen samsvarer med tilsvarende resultater i Altaelva. Oppdrettslaksen i Altaelva hadde gjennomsnittlig opphold innen et gyteområde på 2,2 dager og bare 43 % sto i et gyteområde i mer enn én dag. De fleste oppdrettshunnene var ikke på gyteplasser i det hele tatt (Økland et al. 1995a).

Oppdrettslaksen i Namsen som ikke var i aktivitet under aktivitetsregistreringene, kan ha rullet å gytt uten at gyteaktiviteten ble registrert. Men med registreringer tre ganger i døgnet tre dager i uka, burde en fange opp graveaktivitet og aktivitet som følge av interaksjoner med andre individer, dersom de hadde hatt gyteatferd og gyteperiode som normalt hos villaks.

Aktivitetsmønsteret tyder på at mange oppdrettslaks gytte, eller forsøkte å gyte, etter at villaksen var ferdig på gyteplassene. De fleste oppdrettslaksene hadde i siste halvdel av november lange perioder med registrert aktivitet mens de sto på ett sted i elva, også de som hadde mulig gyting i villaksens gyteperiode. Dette var to til fire uker etter gyteperioden hos villaks i Namsen, og etter at omtrent all aktivitet hos villaksen hadde opphørt. Aktivitetsnivået hos oppdrettslaksen i siste halvdel av november var imidlertid relativt lavt. Dette kan skyldes at det var færre individer på gyteplassene og dermed mindre konkurranse. Redusert konkurranse kan innebære mindre aktivitet i forbindelse med forsvar av reirterritorier og mindre slåssing mellom hannene.

Vandringsmønsteret på seinhøsten tyder også på at oppdrettslaksen hadde en egen gyteperiode etter villaksen. Like etter gyting har særlig hunnlaks en tendens til nedstrøms bevegelse (Webb & Hawkins 1989, Baglinière et al. 1990, Heggberget et al. 1995). Halvparten av villaksen i denne undersøkelsen vandra nedover i elva etter gytetida, og de fleste begynte nedstrømsforflytninga før den siste aktivitetsperioden til oppdrettslaksen. Oppdrettslaksen begynte den samme nedstrømsvandringa over en måned seinere enn villaksen. Mange oppdrettslaks i Namsen var også seinere kjønnsmodne enn villaksen (se 5.1).

Mange oppdrettslaks i Norge har samme genetiske opprinnelse (Gjerdrem et al. 1991) og mange kan derfor ha et felles genetisk bestemt gytetidspunkt. Oppdrettslaksen i Midt-Norge strykes fra midten av november til midten av desember, de fleste i november (Terje Refstie, AKVAFORSK, Sunndalsøra, pers. medd.). Rømt oppdrettslaks i Vosso ser ut til å gyte midt i november (Lura & Sæggrov 1993), og rømt oppdrettslaks i Bævra ble observert med rennende rogn og melke midt i november under rotenonbehandling (L'Abée-Lund 1988). Dette er til samme tid som den radiomerka oppdrettslaksen i Namsen hadde sin seine aktivitetsperiode, som trolig var gyteaktivitet. Gytetidspunktet varierer mellom villaksstammer (Heggberget 1988). Om oppdrettslaks med genetisk bestemt gyteperiode i siste halvdel av november gyter før, samtidig som eller seinere enn villaksen i ei elv, avhenger av gytetidspunktet til villaksen i den aktuelle elva.

Forskjellig gyteatferd kan også skyldes forskjellig erfaring tidligere i livet (Jonsson et al. 1990a, 1991, 1994). Oppdrettslaks kan ha forsinka gyting fordi de ikke hevder seg i konkurransen på gyteplassene og må vente til villaksen er ferdig med si gyting. Damforsøk med vill og oppdrettet søvlaks viste at både villaks og oppdrettslaks gytt uten problemer i fravær av konkurranse, men at konkurranse forsinka gyting, særlig hos små hunner (Fleming & Gross 1992).

Gyting til forskjellige tidspunkt kan begrense krysning mellom villaks og oppdrettslaks og redusere overlevelsen til avkom fra oppdrettslaks. Det er antatt at villaksstammer har forskjellige gytetidspunkt fordi de er tilpassa de spesielle temperaturforholdene i heimelva si (Heggberget 1988). Klekkesidspunktet avhenger i stor grad av gytetidspunktet (Crisp 1981, Heggberget & Wallace 1984, Wallace & Heggberget 1988), og optimalt klekkesidspunkt varierer mellom elver. Oppdrettslaks som gyter noen uker tidligere eller seinere enn villaksen i ei elv, kan ha redusert reproduktiv suksess fordi klekking skjer på et mindre gunstig tidspunkt. Effektene av tidligere eller seinere gyting er imidlertid vanskelig å forutsi, fordi en faktor som økende vanntemperatur i elva om våren, kan være viktigere for klekkesidspunktet enn varmesummen i inkubasjonstida (Heggberget & Wallace 1984, Wallace & Heggberget 1988). Egg som er gytt til forskjellig tid på høsten, kan altså klekke til samme tid om våren hvis de settes for de samme temperaturvariasjonene.

Oppdrettslaks som gyter seinere, kan også ha negative konsekvenser for villaksen ved at de ødelegger gytegroper til villaks som har gytt tidligere.

5.9 Vandringsmønster etter gyting og overlevelse

Den radiomerka oppdrettslaksen hadde høyere overlevelse (77 %) gjennom vinteren enn villaksen (9 %). I Imsa ble det funnet 65 % overlevelse hos ville hanner og 85 % hos ville hunner (Jonsson et al. 1990b), men det ble ikke funnet signifikante forskjeller i overlevelse hos villaks og oppdrettslaks (Jonsson et al. 1991). Dette var laks uten radiosendere, og det kan forventes lavere overlevelse hos laks med radiosendere da energiforbruket og infeksjonsfaren trolig er noe større. Det er imidlertid overraskende at forskjellen i overlevelse hos villaks og oppdrettslaks i Namsen var så stor. Ei mulig forklaring er at oppdrettslaksen brukte mindre opplagsenergi fordi

den ikke gytt, men det virker lite sannsynlig at dette skulle medføre så store forskjeller i energiforbruk. Oppdrettslaksen hadde lange aktivitetsperioder og et mer energikrevende vandringsmønster enn villaksen; kjønnsmodne laks har dessuten allerede brukt den energien som kreves til gonadeutvikling, uansett om de gyter eller ikke. Det er mer sannsynlig at oppdrettslaksen hadde større energireserver enn villaksen på grunn av oppvekst i oppdrett-sanlegg med kunstig føring. Resultatene fra Imsa var basert på oppdrettslaks som ble sluppet ut som smolt, og som hadde oppholdt seg et år i havet sammen med villaksen. Disse hadde et mer likt utgangspunkt med hensyn til opplagsnæring. Oppdrettslaksen kan også være bedre i stand til å tåle radiomerking, da de i større grad enn villaksen er vant til stress, vant til å bli behandla av mennesker, og muligens mer motstandsdyktige mot infeksjoner.

5.10 Oppsummering

Denne undersøkelsen har vist at oppdrettslaks kan ha en atferd før, under og etter gyting som på mange måter avviker fra atferden hos villaks. Mye tyder på at oppdrettslaksen i Namsen hadde redusert gytesuksess i forhold til villaksen. Det ble fanga oppdrettslaks i elva som ikke var gytemodne, og vandrings- og aktivitetsmønsteret til oppdrettslaks tyder på at de ikke hadde normal gyteatferd i villaksens gyteperiode. Det kan likevel ikke utelukkes at de gytt, og at de gytt sammen med villaksen; oppdrettslaksen oppholdt seg i viktige gyteområder for villaks, og det var ingen forskjeller mellom oppdrettslaks og villaks i når på døgnet de var i aktivitet. Mye tyder imidlertid på at oppdrettslaksen hadde gyting, eller forsøk på gyting, to til fire uker seinere enn villaksen i Namsen. Resultatene viser at rømt oppdrettslaks likevel er godt i stand til å greie seg fritt i naturen; oppdrettslaksen hadde høy oppvandringsfart i elva, høyt aktivitetsnivå og høy overlevelse.

Lura & Sæggrov (1991) fant at oppdrettshunner hadde lik eller litt redusert gytesuksess i forhold til ville hunner i Osa og Etneelva, og Webb et al. (1991, 1993a) fant det samme i River Polla. I damforsøk hadde oppdrettshanner gytesuksess på 65 % i forhold til ville hanner, og oppdrettshunner tilsvarende 80 % (Jonsson & Fleming 1993). Ei fireårsundersøkelse av gytesuksess hos oppdrettshunner i seks norske elver viste at oppdrettshunner hadde like stor gytesuksess som ville hunner ved lave tettheter av gytelaks, men at gytesuksessen ble dramatisk redusert ved økende tettheter av gytelaks (Lura 1995). Det er foretatt gytegroppregistreringer i Namsenvassdraget i tre år (Einvik 1995), og i disse tre årene har det vært samsvar mellom total laksefangst i løpet av sesongen og antall gytegroper registrert. Fangststatistikken for Namsenvassdraget viser at 1993 var en av de beste fangsts sesongene for laks siden gjeldende fangstregistrering starta i 1973 (Kaspersen 1995). Det var derfor trolig forholdsvis store tettheter av gytelaks i elva dette året, og oppdrettslaksen i denne undersøkelsen kan ha opplevd en høy grad av konkurranse. Gytesuksessen hos oppdrettslaks i Namsen kan være større ved mindre tettheter av gytere.

6 Konklusjon

Undersøkelsene i Altaelva og Namsen gir et godt bilde av atferdsmønsteret hos villaks og oppdrettslaks. Resultatene fra de to elvene er stort sett samsvarende.

Resultatene fra undersøkelsene i både Altaelva og Namsen bekrefter at store elver tiltrekker seg større mengder oppdrettslaks enn små elver. Om lag 40 % av oppdrettslaksen i Namsen og Alta ble aldri registrert etter merking (villaksen tilsvarende 10 %), noe som tyder på at en stor andel av oppdrettslaksen i indre fjordområder aldri ankommer gyteområdene. Oppdrettslaks som går opp i elvene, ser ut til å ha gode muligheter til å gyte. Oppdrettslaksen ankom gyteområdene noe seinere enn villaksen, men i tide til gyteperioden. I gyteperioden fordelte de seg lengre opp i elva enn villaksen både i Namsen og Altaelva, men oppholdt seg i deler av elvene som inkluderer viktige gyteområder for villaks. Det ble ikke funnet geografiske forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks som kan hindre hybridisering. Det ble heller ikke funnet forskjeller i hvilken tid av døgnet de var i aktivitet.

Oppdrettslaksen hadde et mer urolig vandringsmønster i gytetida

enn villaksen og oppholdt seg i korte perioder på gyteplassene. Dette antyder at de hadde redusert gytesuksess i forhold til villaks, men det kan på ingen måte avvises at de gyter. I Namsen er det mulig at gytesuksessen til oppdrettslaks ble begrensa av konkurranse fra et stort antall gytere det året undersøkelsen pågikk. Oppdrettslaks i Namsen hadde trolig gyteperiode seinere på høsten enn villaksen. Basert på stryketidspunkter i klekkerier og resultater fra Namsen, Altaelva og andre elver, ser det ut til at mange oppdrettslaks har gyteperiode i siste halvdel av november. Det er mulig at det eksisterer en temporal forskjell som begrenser gyting mellom villaks og oppdrettslaks, men at dette vil variere mellom elver, avhengig av gytetidspunktet i den aktuelle elva.

Sjansen for at rømt oppdrettslaks gyter sammen med den lokale villakspopulasjonen ser ut til å være størst i villakspopulasjoner med lave tettheter av gytelaks og gyteperiode i siste halvdel av november. Innen ei elv vil faren for gyting mellom villaks og oppdrettslaks være størst i øverste del av lakseførende strekning. Villakspopulasjoner med lave tettheter av gytelaks og/eller gytetidspunkt i siste halvdel av november, vil derfor være mest utsatt for hybridisering mellom villaks og oppdrettslaks og mulige negative effekter av dette.

7 Litteratur

- Anon. 1990. Report on the Norwegian meeting on impacts of aquaculture on wild stocks. - Rep. 7th Annual Meeting of the Council. NASCO. Edinburgh, Paper CNL (90) 28: 145-153.
- Baglinière, J.L., Maise, G. & Nihouarn, A. 1990. Migratory and reproductive behaviour of female adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a spawning stream. - J. Fish Biol. 36: 511-520.
- Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. - J. Fish Biol. 1: 85-136.
- Barlaup, B.T., Lura, H., Sægrov, H. & Sundt, R.C. 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. - Can. J. Zool. 72: 636-642.
- Belding, D.L. 1934. The spawning habits of the Atlantic salmon. - Trans. Am. Fish. Soc. 64: 211-218.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. - Freshw. Biol. 11: 361-368.
- Cross, T.F. 1989. To what extent are farmed and wild salmon genetically distinct? - I Windsor, M., red. Joint NASCO/ICES Meeting: genetic threats to wild Atlantic salmon stocks. NASCO, Edinburgh, Paper CNL (89) 19: 2-3.
- Crozier, W.W. 1993. Evidence of genetic interaction between escaped farmed salmon and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a Northern Irish river. - Aquaculture 113: 19-29.
- Dahl, K. 1917. Studier og forsøk over ørretvand. - Centraltrykkeriet, Kristiania. 107 s.
- Egidius, E., Hansen, L.P., Jonsson, B. & Nævdal, G. 1991. Mutual impact of wild and cultured Atlantic salmon in Norway. - J. Cons. int. Explor. Mer. 47: 404-410.
- Einvik, K. 1995. Gyteregistreringer i Namsenvassdraget. - I Rikstad, A., red. Rapport fra NAMSEN-seminaret på Grong, 7.-8. februar 1995.
- Eriksson, T. & Eriksson, L.-O. 1991. Spawning migratory behaviour of coastal-released Baltic salmon (*Salmo salar*). Effects on straying frequency and time of river ascent. - Aquaculture 98: 79-87.
- Fleming I.A. & Gross, M.R. 1992. Reproductive behavior of hatchery and wild coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): does it differ? - Aquaculture 103: 101-121.
- Gausen, D. & Moen, V. 1991. Large-scale escapes of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Norwegian rivers threaten natural populations. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 426-428.
- Gjerdrem, T., Gjerde, B. & Refstie, T. 1988. A review of quantitative genetic research in salmonids at AKVAFORSK. - I Weir, B.S., Goodman, M.M., Eisen, E. J. & Nankoong, G., red. Proceedings of the second international conference on quantitative genetics 31 May - 5 June 1987. Raleigh, NC. Sinauer, Sunderland, MA. s. 527-535.
- Gjerdrem, T., Gjøen, H.M. & Gjerde, B. 1991. Genetic origin of Norwegian farmed Atlantic salmon. - Aquaculture 98: 41-50.
- Gray, R.H. & Haynes, J.M. 1979. Spawning migration of adult chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) carrying external and internal radio transmitters. - J. Fish. Res. Board Can. 36: 1060-1064.
- Gross, M.R. 1985. Disruptive selection for alternative life histories in salmon. - Nature 313: 47-48.
- Gudjonsson, S. 1991. Occurrence of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. - Aquaculture 98: 133-142.
- Hansen, L.P. 1989. Is the stage at which fish are released or escape a determinant of their subsequent performance? - I Windsor, M., red. Joint NASCO/ICES Meeting, genetic threats to wild Atlantic salmon stocks. NASCO, Edinburgh, Paper CNL (89) 19: 7-8.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. Evidence of a genetic component in the seasonal return pattern of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. - J. Fish. Biol. 38: 251-258.
- Harden Jones, F.R. 1968. Fish Migration. - Edward Arnold Ltd, London. 325 s.
- Hasler, A.D. 1966. Underwater Guideposts; Homing of Salmon. - University of Wisconsin Press, Madison, WI. 150 s.
- Hawkins, A.D. & Smith, G.W. 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. - Scottish Fisheries Research Report Number 36. 24 s.
- Hayes, F.R. 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of Atlantic salmon in the LaHave River, Nova Scotia. - Bulletin of the Biological Board of Canada 99: 1-47.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 845-849.
- Heggberget, T.G. 1989. The population structure and migration system of Atlantic salmon *Salmo salar*, in the River Alta, North Norway. A summary of the studies 1981-86. - Salmon migration and distribution symposium (2:1987: Proceedings of the salmonid migration and distribution). University of Washington, Seattle. s. 124-139.
- Heggberget, T.G. & Wallace, J.C. 1984. Incubation of eggs of Atlantic salmon, *Salmo salar*, at low temperatures. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 389-391.
- Heggberget, T.G., Hansen, L.P. & Næsje, T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1691-1698.
- Heggberget, T.G., Økland, F. & Ugedal, O. 1993. Distribution and migratory behaviour of adult wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during return migration. - Aquaculture 118: 73-83.
- Heggberget, T.G., Økland, F. & Ugedal, O. 1995. Prespawning migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a North Norwegian river. - Aquacult. Fish. Manage. akseptert manuskript. 19 s.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, North Norway. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1828-1835.
- Holm, S. 1979. A simple sequentially rejective multiple test procedure. - Scand. J. Statist. 6: 65-70.
- Hovey, S.J., King, D.P.F., Thompson, D. & Scott, A. 1989. Mitochondrial DNA and allozyme analysis of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in England and Wales. - J. Fish Biol. 35 (Suppl. A): 253-260.
- Hutchings, J.A. & Myers, R.A. 1985. Mating between anadromous and nonanadromous Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Can. J. Zool. 63: 2219-2221.
- Jensen, A.J., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1986. Upstream migration of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Vefsna, northern Norway. - J. Fish Biol. 29: 459-465.
- Jones, J.W. & Ball, J.N. 1954. The spawning behaviour of brown trout and salmon. - Brit. J. Anim. Behav. 2: 103-114.

- Jonsson, B. & Fleming, I.A. 1993. Enhancement of wild salmon populations. - I Sundnes, G., red. Human impact on selfrecruiting populations. The Royal Norwegian Society of Sciences and Letters Foundation, Trondheim, Norway. s. 209-238.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990a. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? - Behav. Ecol. Sociobiol. 26: 225-230.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery-reared Atlantic salmon in nature. - Aquaculture 98: 69-78.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1994. Juvenile experience influences timing of adult river ascent in Atlantic salmon. - Anim. Behav. 48: 740-742.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1990b. Partial segregation in the timing of migration of Atlantic salmon of different ages. - Anim. Behav. 40: 313-321.
- Kaspersen, T.E. 1995. Fangstregistrering i Namsenvassdraget. - I Rikstad, A., red. Rapport fra NAMSEN-seminaret på Grong, 7.-8. februar 1995.
- L'Abée-Lund, J.H. 1988. Rømt oppdrettslaks gyter i norske lakseelver. - Fauna 41: 49-50.
- Lien, L., Brittain, J.E., Gulbrandsen, T.R., Johansson, C., Løvik, J.E., Mjelde, M. & Sahlqvist, E.-Ø. 1983. Namsenvassdraget. Basisundersøkelser 1981-1982. - NIVA, Overvåkningsrapport 113/83. 151 s.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villlaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. - NINA Forskningsrapport nr 1. 54 s.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Økland, F. 1994. Rømning av oppdrettsfisk og sikringssoner for laksefisk. - NINA - oppdragsmelding 303. 15 s.
- Lund, R.A., Økland, F. & Hansen, L.P. 1991. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. - Aquaculture 98: 143-150.
- Lura, H. 1995. Density dependent spawning success and contribution from domesticated female Atlantic salmon to wild populations. - Dr. scient. Thesis, Universitetet i Bergen, Manuskript V. 23 s.
- Lura, H. & Sægvog, H. 1991. Documentation of successful spawning of escaped farmed female Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Norwegian rivers. - Aquaculture 98: 151-159.
- Lura, H. & Sægvog, H. 1993. Timing of spawning in cultured and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in the River Vosso, Norway. - Ecology of Freshwater Fish 2: 167-172.
- Lura, H. & Økland, F. 1994. Content of synthetic astaxanthin in escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., ascending Norwegian rivers. - Fish. Manage. Ecol. 1: 205-216.
- Lura, H., Barlaup, B.T. & Sægvog, H. 1993. Spawning behaviour of farmed escaped female Atlantic salmon (*Salmo salar*). - J. Fish. Biol. 42: 311-313.
- McKinnell, S., Lundqvist, H. & Johansson, H. 1994. Biological characteristics of the upstream migration of naturally and hatchery-reared Baltic salmon, *Salmo salar* L. - Aquacult. Fish. Manage. 25 (Suppl. 2): 45-63.
- Mellas, E.J. & Haynes, J.M. 1985. Swimming performance and behavior of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and white perch (*Morone americana*): effects of attaching telemetry transmitters. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 488-493.
- Mills, D. 1989. Ecology and Management of Atlantic salmon. - Chapman and Hall. 351 s.
- Myers, R.A. & Hutchings, J.A. 1987. Mating of anadromous Atlantic salmon, *Salmo salar* L., with mature male parr. - J. Fish Biol. 31: 143-146.
- Paulsen, L.I., Rikstad, A. & Einvik, K. 1991. Lakseundersøkelser i Namsenvassdraget i perioden 1987-90. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, rapport nr. 5-1991. 78 s.
- Power, J.H. & McCleave, J.D. 1980. Riverine movements of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) upon return as adults. - Env. Biol. Fish. 5: 3-13.
- Rikstad, A. 1995. Fakta om laks og laksefiske i Namsenvassdraget. - I Rikstad, A., red. Rapport fra NAMSEN-seminaret på Grong, 7.-8. februar 1995.
- Schroder, S.L. 1982. The influence of intrasexual competition on the distribution of chum salmon in an experimental stream. - I Brannon, E.L. & Salo, E.O., red. Proc. Salmon and trout migratory behaviour symp. University of Washington, Seattle. s. 275-285.
- Seaman, J.W. & Jaeger, R.G. 1990. Statisticae dogmaticae: a critical essay on statistical practice in ecology. - Herpetologica 46: 337-346.
- Smith, G.W., Smith, I.P. & Armstrong, S.M. 1994. The relationship between river flow and entry to the Aberdeenshire Dee by returning adult Atlantic salmon. - J. Fish Biol. 45: 953-960.
- Ståhl, G. 1983. Differences in the amount and distribution of genetic variation between natural populations and hatchery stocks of Atlantic salmon. - Aquaculture 33: 23-32.
- Taylor, E.B. 1991. A review of local adaptation in Salmonidae, with particular reference to Pacific and Atlantic salmon. - Aquaculture 98: 185-207.
- Wallace, J.C. & Heggberget, T.G. 1988. Incubation of the eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different Norwegian streams at temperatures below 1°C. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 193-196.
- Webb, J.H. & Hawkins, A.D. 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. 42 s.
- Webb, J.H., Hay, D.W., Cunningham, P.D. & Youngson, A.F. 1991. The spawning behaviour of escaped farmed and wild adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a northern Scottish river. - Aquaculture 98: 97-110.
- Webb, J.H., McLaren, I.S., Donaghy, M.J. & Youngson, A.F. 1993a. Spawning of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the second year after their escape. - Aquacult. Fish. Manage. 24: 557-561.
- Webb, J.H., Youngson, A.F., Thompson, C.E., Hay, D.W., Donaghy, M.J. & McLaren, I.S. 1993b. Spawning of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in western and northern Scottish rivers: egg deposition by females. - Aquacult. Fish. Manage. 24: 663-670.
- Økland, F., Heggberget, T.G. & Jonsson, B. 1995a. Migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. - J. Fish Biol. 46: 1-7.
- Økland, F., Lund, R. A. & Hansen, L. P. 1993. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvfisken i 1992. - NINA - Oppdragsmelding nr. 223. 19 s.
- Økland, F., Lamberg, A., Heggberget, T.G., Fleming, I.A. & McKinley, R.S. 1995b. Identification of spawning behaviour in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) by radiotelemetry. - Manuskript. 17 s.

Vedlegg

Vedlegg 1

Radiomerka laks i Namsenfjorden 1993. Type (1 = vill, 2 = oppdrett), kjønn (1 = hann, 2 = hunn), naturlig lengde (cm), merkedato, oppvandringshastighet (km/døgn fra merking til passering av datalogger 11 km oppe i Namsen) og posisjon ved bilpeiling 30. eller 31. oktober (antall km fra elvemunning). - Radio tagged Atlantic salmon in the Namsen Fjord in 1993. Type (1 = wild, 2 = farmed), total length (cm), date of tagging, migration speed (km/day) from tagging to recording on a data logger 11 km upstream from the mouth of the River Namsen and location on the October 30th or 31st (km from the mouth of the river).

Fisk nr. Fish no.	Type	Kjønn Sex	Naturlig lengde Total length	Merkedato Date of tagging	Oppvandringshastighet Upstream migration speed	Posisjon 30. el. 31. okt. Location on October 30 th or 31 st
6	1	1	94	19.6		
10	1	1	109	19.6		20,0
12	1	1	63	19.6		
15	1	1	98	19.6	28,32	
16	1	1	107	19.6		
22	1	1	77	20.6		
23	1	1	74	20.6		
25	1	1	109	20.6		54,6
28	1	1	94	20.6		33,2
32	1	1	120	20.6		
33	1	1	88	20.6		24,1
34	1	1	76	20.6		
37	1	1	80	20.6		
44	1	1	73	20.6	1,81	
45	1	1	78	20.6		
46	1	1	92	21.6		54,6
47	1	1	101	21.6		25,6
48	1	1	108	21.6		65,6
49	1	1	81	21.6		
52	1	1	87	10.7	19,63	
56	1	1	69	11.7	39,21	49,8
58	1	1	99	11.7		
59	1	1	80	11.7	5,65	
65	1	1	67	12.7		
66	1	1	80	12.7		16,1
67	1	1	88	12.7	12,82	31,6
69	1	1	80	12.7		
73	1	1	86	24.7		21,8
74	1	1	70	24.7	3,39	
76	1	1	92	24.7		63,4
78	1	1	75	25.7	7,25	26,0
80	1	1	65	25.7	3,74	54,6
82	1	1	90	01.8	13,72	27,3
84	1	1	90	07.8		
85	1	1	80	07.8	27,00	
98	1	1	88	23.8	35,36	
101	1	1	108	27.8	26,30	26,0
102	1	1	116	28.8	18,01	
1	1	2	100	19.6	39,81	
2	1	2	88	19.6		
3	1	2	92	19.6		
4	1	2	91	19.6		
5	1	2	93	19.6		
7	1	2	87	19.6		
8	1	2	90	19.6		

Fisk nr. <i>Fish no.</i>	Type	Kjønn <i>Sex</i>	Naturlig lengde <i>Total length</i>	Merkedato <i>Date of tagging</i>	Oppvandringshastighet <i>Upstream migration speed</i>	Posisjon 30. el. 31. okt. <i>Location October 30th or 31st</i>
9	1	2	94	19.6	33,59	
11	1	2	98	19.6		24,1
13	1	2	98	19.6	28,26	
14	1	2	100	19.6		
17	1	2	93	19.6		
18	1	2	97	20.6		63,3
19	1	2	88	20.6		
20	1	2	111	20.6		
21	1	2	88	20.6		
24	1	2	84	20.6		
26	1	2	83	20.6		33,2
27	1	2	81	20.6		
29	1	2	81	20.6		64,3
30	1	2	88	20.6		
31	1	2	91	20.6		
38	1	2	80	20.6		
39	1	2	92	20.6		
40	1	2	90	20.6	4,11	
41	1	2	80	20.6	3,94	47,9
42	1	2	80	20.6		
43	1	2	90	20.6		
50	1	2	89	06.7	4,01	
51	1	2	86	10.7	4,67	54,6
53	1	2	96	11.7	16,05	57,1
54	1	2	82	11.7	39,93	23,5
55	1	2	90	11.7	47,35	
57	1	2	88	11.7	39,16	
60	1	2	83	11.7	28,77	54,6
61	1	2	88	11.7	51,05	26,0
62	1	2	90	11.7	7,53	37,9
64	1	2	88	12.7		
68	1	2	90	12.7	24,45	28,9
70	1	2	102	12.7		61,3
71	1	2	86	24.7		
72	1	2	80	24.7		55,2
75	1	2	80	24.7	2,79	
77	1	2	80	25.7		31,6
92	1	2	107	15.8		36,8
96	1	2	75	19.8		25,3
83	2	1	70	02.8	2,62	
89	2	1	92	15.8	25,59	53,6
91	2	1	65	15.8	21,62	47,8
94	2	1	65	19.8		
99	2	1	64	24.8		
103	2	1	92	28.8		
104	2	1	72	30.8		
105	2	1	60	01.9	25,71	63,3
108	2	1	65	10.9		
35	2	2	74	20.6		
36	2	2	75	20.6		
63	2	2	70	11.7		
81	2	2	83	30.7		
86	2	2	84	10.8	29,79	37,7
87	2	2	70	11.8		
88	2	2	68	14.8	17,00	51,8

Fisk nr. <i>Fish no.</i>	Type	Kjønn <i>Sex</i>	Naturlig lengde <i>Total length</i>	Merkedato <i>Date of tagging</i>	Oppvandringshastighet <i>Upstream migration speed</i>	Posisjon 30. el. 31. okt. <i>Location October 30th or 31st</i>
90	2	2	75	15.8	28,08	49,8
93	2	2	68	16.8	13,53	64,2
95	2	2	60	19.8		
97	2	2	80	19.8		
100	2	2	84	26.8		
106	2	2	60	09.9	7,15	
107	2	2	70	09.9		
109	2	2	92	10.9	26,33	63,3
110	2	2	83	10.9	11,02	
111	2	2	59	16.9		
112	2	2	82	16.9	28,89	58,6
113	2	2	61	17.9		

Vedlegg 2

Kjønnsmodningsstadier¹ hos 66 villaks og 20 oppdrettslaks fanga med garn i Namsen ved Sellæg 14.-16 september, 5.-7. oktober, 1.-3. november og 17. november 1993; og 3.-6. oktober 1995.

- Stages of maturity¹ in 66 wild and 20 farmed salmon caught in nets in the River Namsen at Sellæg in the periods September 14th-16th, October 5th-7th, November 1st-3rd and on November 17th 1993; and in the period October 3rd-6th in 1995.

Dato Date	14.-16.10							3.-7.10							1.-17.11						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Ville hanner <i>Wild males</i>						1					1	10	26								
Ville hunner <i>Wild females</i>					1			1				17	1						1	7	
Oppdrettshanner <i>Farmed males</i>	1				1	1				2	6	4	1								
Oppdrettshunner <i>Farmed females</i>	1		1	1				1													

¹ Forklaring av kjønnsmodningsstadier er gitt under 3.1 Prøvefiske. Stages of maturity are defined in chapter 3.1.

Vedlegg 3

Gjennomsnittlig aktivitet i periode 1, 2 og 3¹ hos radiomerka laks i Namsen 1993. Aktiviteten er oppgitt som antall sekunder med aktivitet per timinuttersregistrering. P-verdiene er basert på Kruskal-Wallis enveis ANOVA tester med Ho: Registrert aktivitet er lik i alle tre periodene. (Type: 1 = vill, 2 = oppdrett, kjønn: 1 = hann, 2 = hunn). - Mean activity level in Period 1, 2, and 3¹ of radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen in 1993. The activity is given as seconds of activity per 10 minutes recording. P-values are based on Kruskal-Wallis one-way ANOVA tests with Ho: Recorded activity is similar in all three periods. (Type: 1 = wild, 2 = farmed, sex: 1 = male, 2 = female).

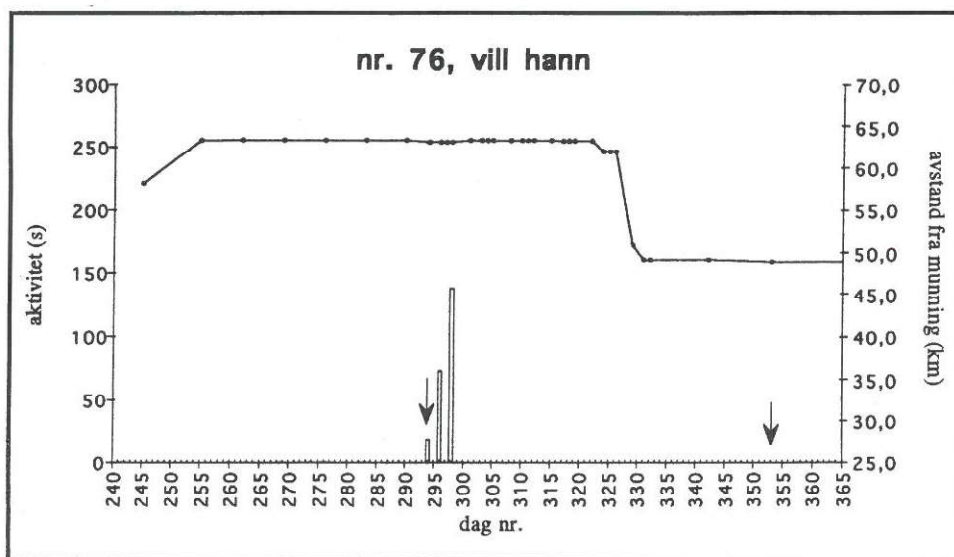
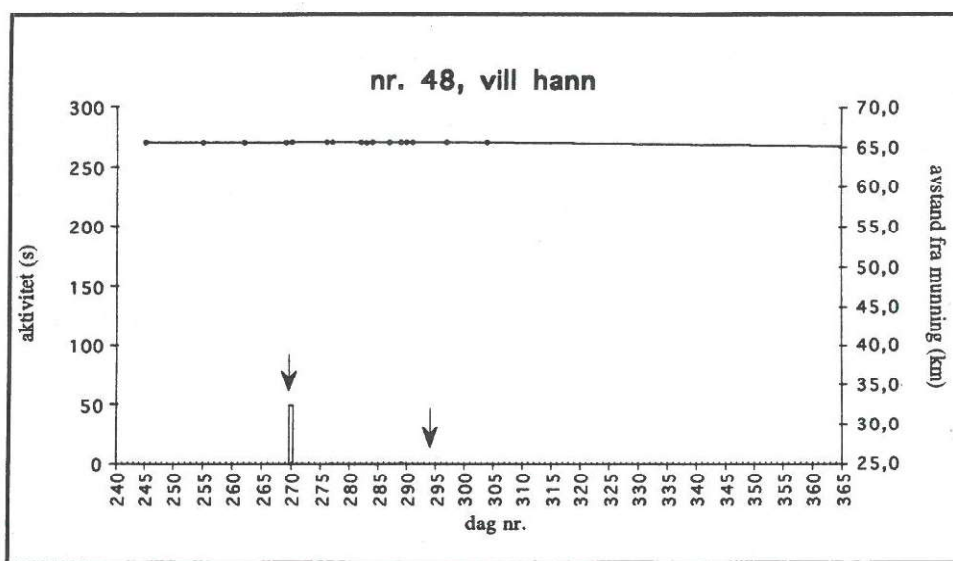
Fisk nr. Fish no.	Type	Kjønn Sex	Gjennomsnittlig aktivitet (s) ± SD Mean activity (s) ± SD			Antall døgn med aktivitetsregistrering Days of activity recording	P-verdier P-values
			Periode 1 Period 1	Periode 2 Period 2	Periode 3 Period 3		
48	1	1	11,2 ± 28,6	8,6 ± 22,7	2,0 ± 4,5	7	0,82
76	1	1	18,0 ± 59,1	9,9 ± 34,0	8,2 ± 23,5	19	0,89
18	1	2	25,1 ± 37,8	22,2 ± 45,6	12,1 ± 30,8	27	0,41
53	1	2	1,6 ± 3,0	2,5 ± 7,9	2,5 ± 5,8	26	0,56
72	1	2	75,9 ± 96,4	71,7 ± 126,9	76,4 ± 127,2	27	0,78
89	2	1	2,6 ± 6,0	7,2 ± 33,5	5,2 ± 16,8	28	0,76
91	2	1	8,4 ± 18,9	15,0 ± 41,3	10,9 ± 30,8	29	0,93
105	2	1	43,1 ± 63,3	7,9 ± 10,3	17,2 ± 32,5	26	0,0068
86	2	2	0,5 ± 2,2	0,8 ± 1,7	1,7 ± 4,8	29	0,37
88	2	2	19,6 ± 56,5	11,9 ± 16,3	22,7 ± 39,0	29	0,64
90	2	2	5,8 ± 16,0	10,9 ± 32,5	9,8 ± 33,2	29	0,62
93	2	2	23,2 ± 33,5	26,0 ± 42,2	19,1 ± 44,3	26	0,74
109	2	2	3,7 ± 5,9	3,8 ± 6,4	3,8 ± 7,1	28	0,62
112	2	2	20,8 ± 27,2	20,7 ± 20,9	16,9 ± 21,5	27	0,76

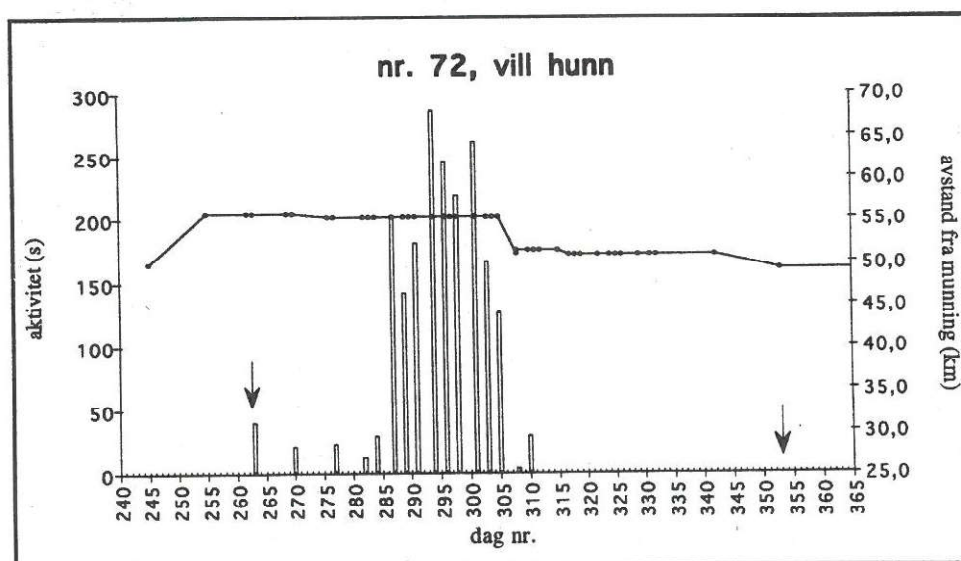
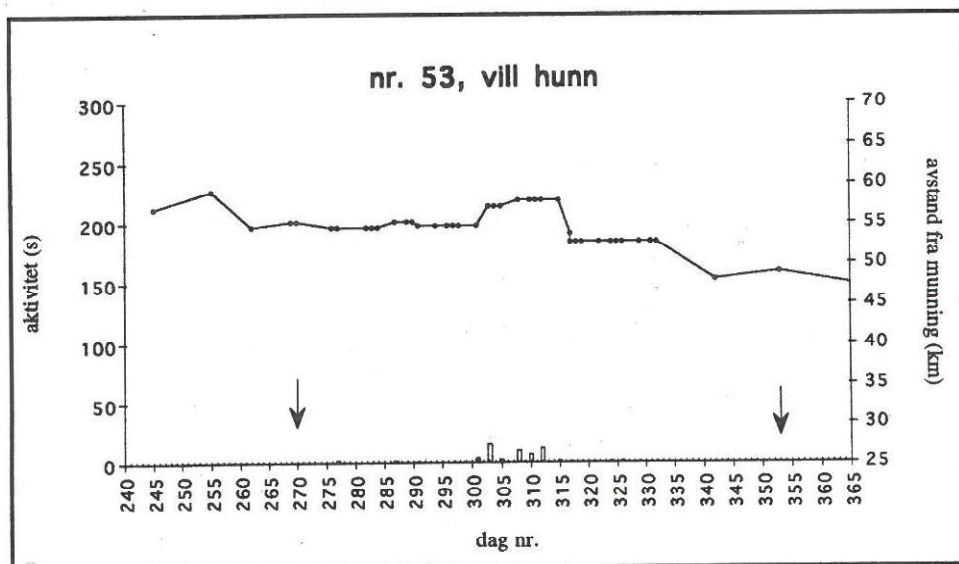
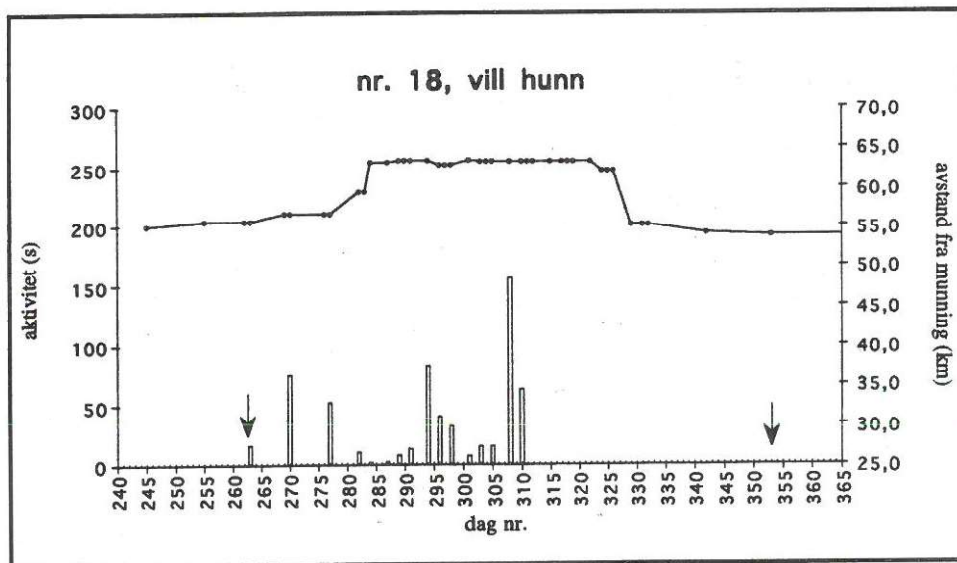
¹ Periode 1, 2 og 3 er definert under 3.4 Aktivitetsregistreringer. Period 1, 2 and 3 are defined in chapter 3.4.

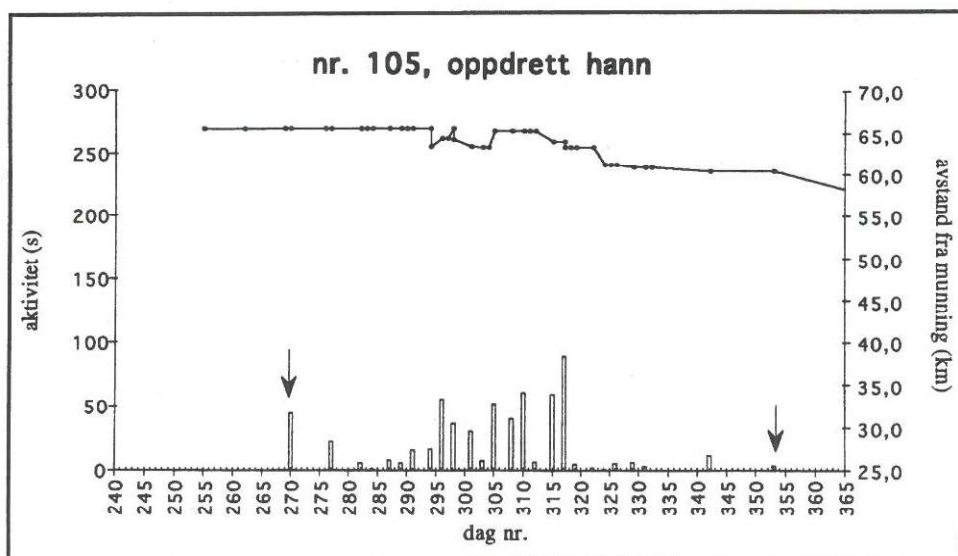
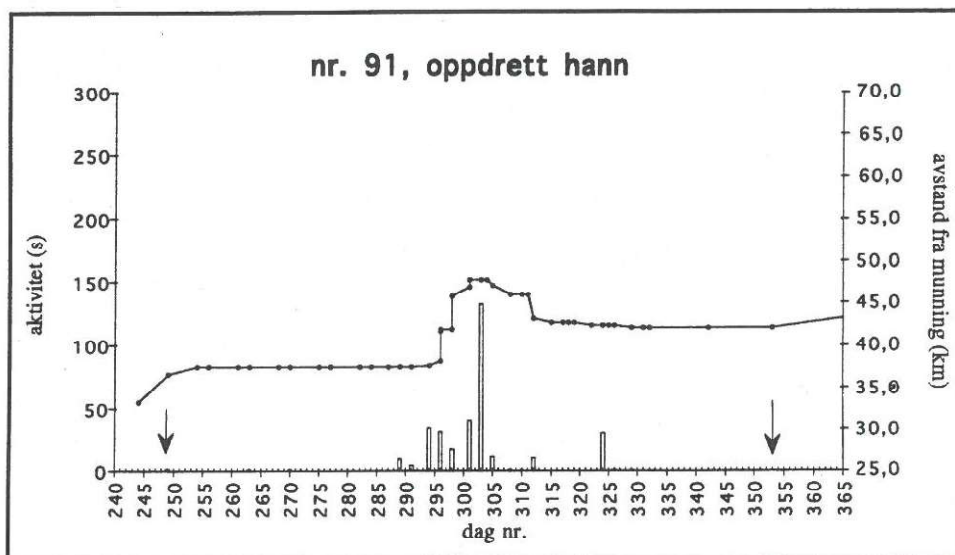
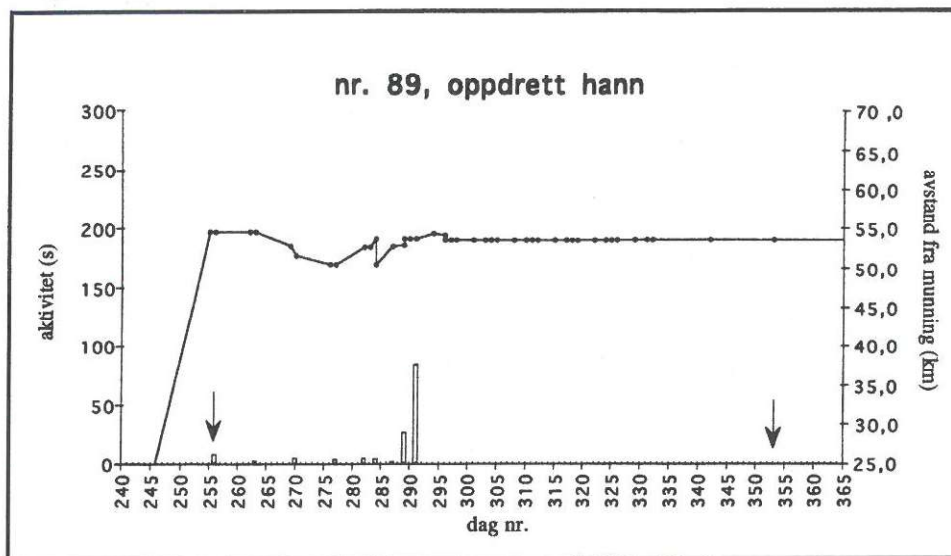
Vedlegg 4

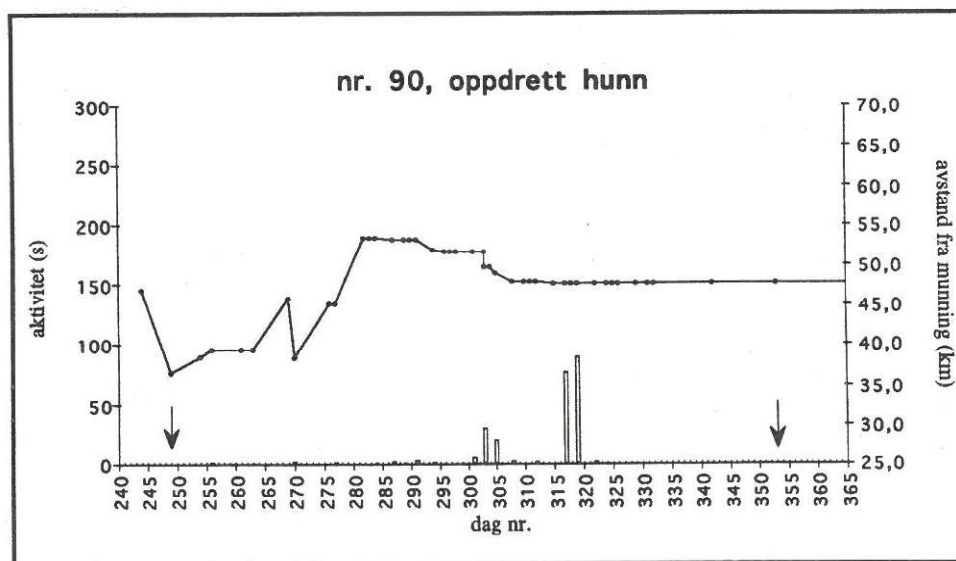
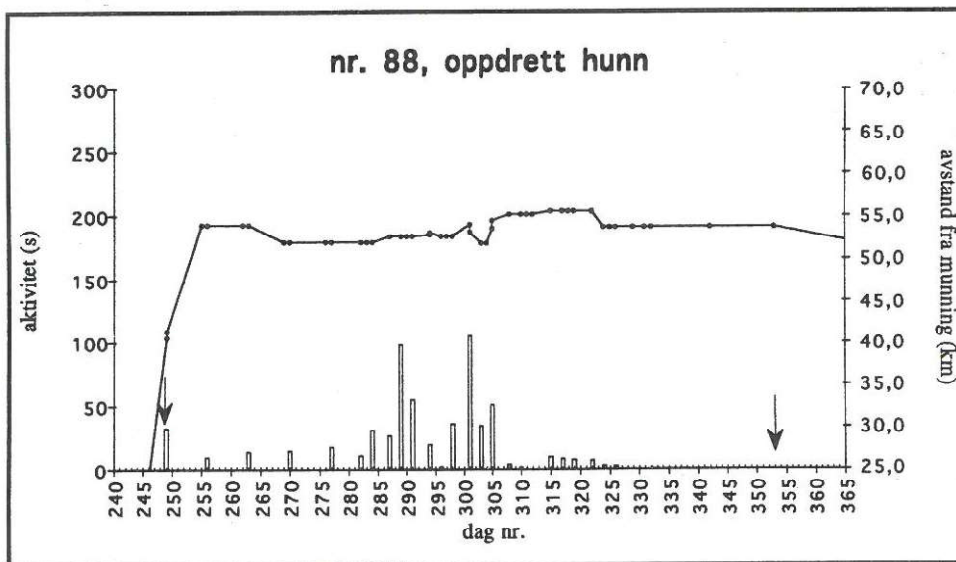
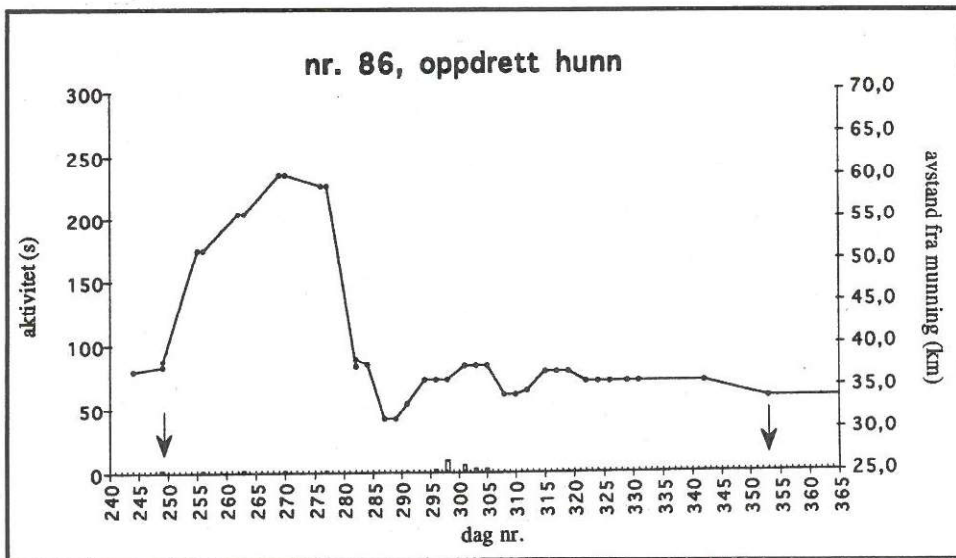
Vandrings- og aktivitetsmønster hos fem villaks og ni oppdrettslaks med radiosendere i Namsen fra 28. august (dag nr. 240) til 31. desember (dag nr. 365) 1993. Dagnumrene følger den julianske kalenderen. Heltrukket linje viser vandringsmønsteret og prikker angir posisjoneringer ved bilpeilinger. Posisjoner er oppgitt i antall km fra Namsenmunningen. Stolper viser antall sekund med registrert aktivitet i løpet av ei timinuttersmåling, og hver stolpe representerer et gjennomsnitt av de tre målingene i døgnet. Piler angir når aktivitetsmålingene begynte og slutta hos hvert individ.

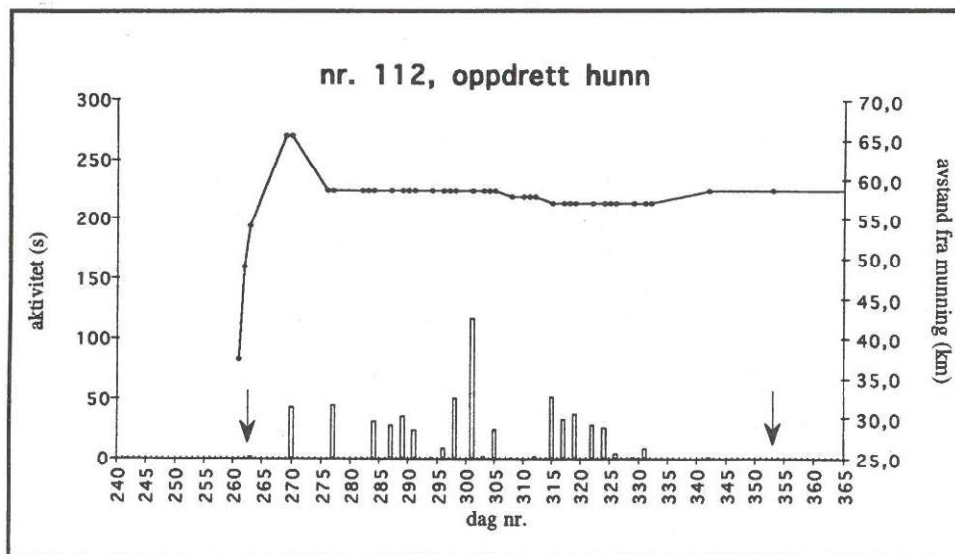
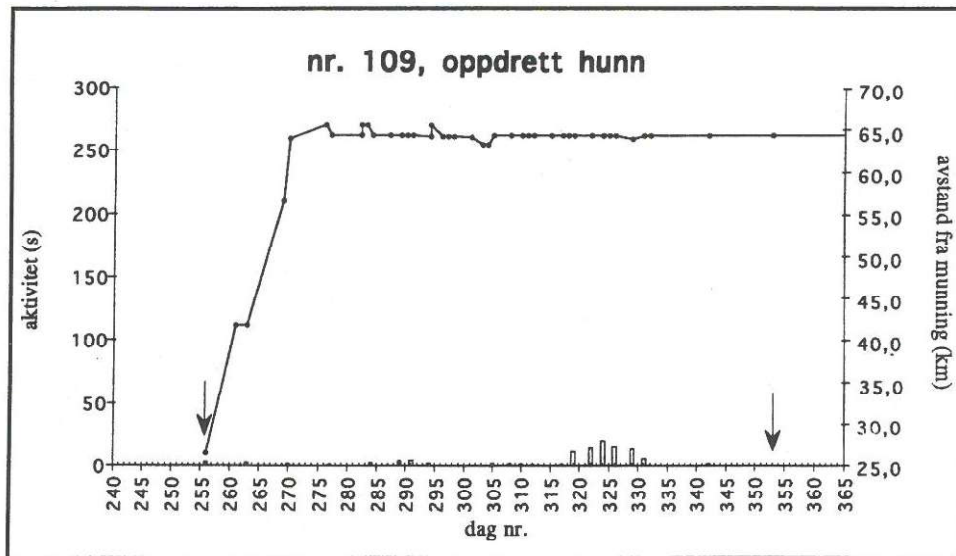
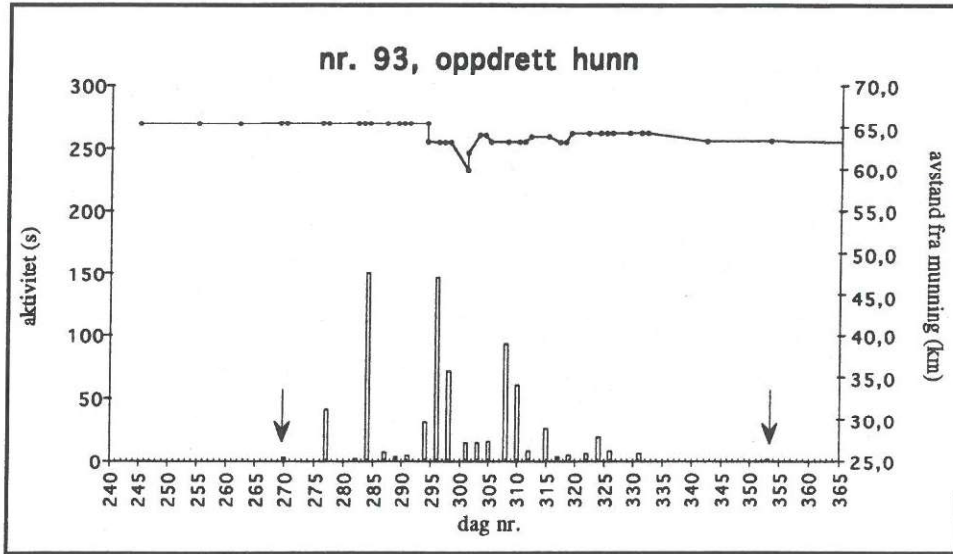
- Migration and activity recorded in the period August 28th(day no. 240) – December 31st(day no. 365) in five wild and nine farmed radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen in 1993. Day numbers follow the Julian date calendar. Lines show the migration pattern and dots show locations when tracked. Locations are given as kilometres from the river mouth. Bars show seconds of recorded activity per 10 minutes recording, and every bar represents a mean of three recordings during the day. Arrows show when the activity recordings started and stopped.











Vedlegg 5

Analyse av aktivitetsmønster i forhold til vandringmønster hos laks med radiosendere i Namsen 1993: Døgn med registrert aktivitet og samtidig forflytning i elva i løpet av døgnet; tidsrom med registrert aktivitet samtidig med forflytninger i elva; og tidsrom med registrert aktivitet uten samtidige forflytninger i elva. Tidsrommene er oppgitt med dagnummer etter den julianske kalenderen. (Type: 1 = vill, 2 = oppdrett, kjønn: 1 = hann, 2 = hunn).

Fisk nr.	Type	Kjønn	Døgn med aktivitet og samtidig forflytning	Tidsrom med aktivitet og samtidige forflytninger	Tidsrom med aktivitet uten samtidige forflytninger	Kommentarer
<i>Fish no.</i>	<i>Type</i>	<i>Sex</i>	<i>Days of both recorded activity and migrations</i>	<i>Periods of both recorded activity and migrations</i>	<i>Periods of recorded activity when the fish stayed in the same pool</i>	<i>Comments</i>
48	1	1				Signalene var borte i lange perioder (fisken sto sannsynligvis for dypt i elva), og aktivitetsregistrering ble umulig. <i>The signals disappeared for long periods of time (the fish probably stayed too deep in the river) and further activity recordings were impossible</i>
76	1	1			294-298	Aktivitetsregistreringer begynte da nr. 48 ble borte. Ved alle tidligere bilpeilinger i oktober ble det registrert stor aktivitet, så aktivitet dag 294-298 må være slutten på en lengre aktivitetsperiode. <i>Activity recordings started when no. 48 disappeared. High levels of activity were recorded during all the location trackings in October. Thus, the recorded activity day no. 294-298 must have been the last part of a longer lasting activity period</i>
18	1	2		263-284	289-294, 302-310	Aktivitet dag 263-284 var knytta til oppvandring. <i>Activity day 263-284 was connected to upstream migration</i>
53	1	2	317		308-315	
72	1	2	308	305-310	287-305	Aktivitet dag 305-310 var knytta til vandring nedover i elva igjen. <i>Activity day 305-310 was connected to downstream migration</i>

- Analyses of activity patterns in relation to migratory patterns in radio tagged Atlantic salmon in the River Namsen in 1993: Days of both recorded activity and migrations up- and down the river; periods of both recorded activity and migrations up- and down the river; and periods of recorded activity when the fish stayed in the same pool in the river. Periods are given in day numbers following the Julian date calendar. (Type: 1 = wild, 2 = farmed, sex: 1 = male, 2 = female).

Fisk nr.	Type	Kjønn	Døgn med aktivitet og samtidig forflytning	Tidsrom med aktivitet og samtidige forflytninger	Tidsrom med aktivitet uten samtidige forflytninger	Kommentarer
<i>Fish no.</i>	<i>Type</i>	<i>Sex</i>	<i>Days of both recorded activity and migrations</i>	<i>Periods of both recorded activity and migrations</i>	<i>Periods of recorded activity when the fish stayed in the same pool</i>	<i>Comments</i>
89	2	1	284, 289	255-291		Døde sannsynligvis rundt dag 295. Det ble ikke registrert aktivitet etter dette, og senderen ble seinest hørt på samme sted 31. juli året etter. <i>Died probably around day 295. Activity was not recorded after this, and the transmitter was recorded on the same place last time July 31st the following year.</i>
91	2	1	296, 298, 301	294-312	324-329	Det ble registrert aktivitet dag 326 og 329, men den er for liten til å synes godt på figuren. <i>Activity was recorded day 326 and 329, but the level of activity was not high enough to be seen on the figure.</i>
105	2	1	294, 298, 317	291-305 326-331	283-291, 305-312,	
86	2	2	249		01-305	Aktiviteten dag 301-305 foregikk på et tidspunkt da fisken sto i Øyelva, ei lita sideelv til Namsen. <i>The fish stayed in the River Øyelva when activity was recorded day 301-305, a small tributary to the River Namsen.</i>
88	2	2	249, 294, 301, 305	284-310	287-291, 315-322	
90	2	2	303		315-324	
93	2	2	294, 301	298-305, 312-319	294-298, 305-312, 319-331	
109	2	2	294		317-331	
112	2	2			284-305, 315-331	

