

Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks

Lars Petter Hansen



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks

Lars Petter Hansen

Hansen, L.P. 2006. Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks. -
NINA Rapport 162. 21s.

Oslo, mai 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1714-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Lars Petter Hansen

KVALITETSSIKRET AV

Erik Framstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Erik Framstad (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

SINTEF Fiskeri og havbruk

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Ulf Winther

NØKKEWORD

- Norge
- Atlantisk laks
- Salmo salar
- Rømt oppdrettslaks
- Vandring og overlevelse
- Oppsummeringsartikkel

KEY WORDS

- Norway
- Atlantic salmon
- Salmo salar
- Escaped farmed salmon
- Migration and survival
- Review

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA Trondheim

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

Sammendrag

Hansen, L.P. 2006. Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks. – NINA Rapport 162. 21 s.

Denne rapporten gjennomgår en del litteratur om vandring, spredning og overlevelse av rømt oppdrettslaks og utsatt smolt. For sammenlikning er det også vandringsatferd av vill laks beskrevet og diskutert. Vandringsatferd de første dagene og ukene etter rømming er ikke vurdert. På bakgrunn av den gjennomgåtte litteraturen kan følgende konklusjoner trekkes.

1. Vill laks merket som smolt har relativt høy overlevelse til kjønnsmodning og returnerer med høy presisjon til elva den forlot som smolt for å gyte.
2. Oppforet laks satt ut som smolt i elv har relativt høy overlevelse til kjønnsmodning og returnerer til elva den ble satt ut i for å gyte.
3. Oppforet laks satt ut som smolt direkte i sjøen har relativt høy overlevelse til kjønnsmodning, returnerer grovt sett til det samme geografiske område hvor den ble satt ut og vandrer opp i nærliggende elver for å gyte.
4. Oppforet laks foret i sjøvann fra smoltstadiet og satt ut som postsmolt direkte i sjøen har lav overlevelse til kjønnsmodning og vandrer opp i elver lenger unna utsettingsstedet enn laks satt direkte ut i sjøen som smolt.
5. Stor oppdrettslaks som rømmer om høsten/vinteren synes ikke å ha hjemvandringsatferd og ser ut til å bli spredt med havstrømmene, og kan vandre opp i vassdrag langt unna rømmingsstedet.
6. Overlevelse til kjønnsmodning av stor oppdrettslaks synes å være relativt lav, men kan øke betydelig for fisk som rømmer kort tid før den blir kjønnsmoden.
7. Overlevelse og vandringsmønster for oppdrettslaks er avhengig av tidspunkt og livsstadium den rømmer på.

Oppdrettslaks kan rømme på alle livsstadier, men omfanget av rømmingene på de forskjellige stadiene er lite kjent. Siden oppdrettslaksen er uønsket som gytefisk i villaksbestandene, og ut fra de tilgjengelige data synes det å være mest kritisk for villaksen med rømming av smolt fra oppdrettsanlegg om våren på samme tid som den ville smolten forlater elvene, og ved rømming av stor laks kort tid før kjønnsmodning. Overlevelsen av oppdrettslaks som rømmer på disse stadier synes å være størst. Umoden laks som rømmer om høsten og tidlig på vinteren synes å overleve svært dårlig til kjønnsmodning. For fisk som rømmer på tidspunkt da en kunne forvente dårlig overlevelse er det viktig å ta hensyn til hvor mange fisk som rømmer. Imidlertid må det påpekes at det er betydelig kunnskapsmangel om hvilke perioder som er de mest kritiske. Dette fordi det ikke finnes konkret informasjon om vandring og overlevelse av oppdrettslaks på alle livsstadier og fra forskjellige geografiske områder.

Det er behov for forskning for å redusere, eller eliminere rømminger. Videre er det behov for mer kunnskap om spredning av oppdrettslaks kort tid etter rømming og på bakgrunn av dette, utvikle metoder for en mer effektiv gjenfangst. Dessuten bør det gjøres flere simulerte rømminger av oppdrettslaks på forskjellige lokaliteter og tidspunkt og bruke resultatene fra disse til å utvikle modeller som kan forutsi overlevelse og vandringsmønster av denne fisken.

Lars Petter Hansen, NINA, Postboks 736, Sentrum, N-0105 Oslo (l.p.hansen@nina.no)

Innhold

Sammendrag	3
Innhold.....	4
Forord	5
1 Innledning.....	6
2 Vill laks	6
3 Rømming av oppdrettslaks.....	8
4 Kritiske perioder for rømming	17
5 FoU behov	18
6 Referanser	19

Forord

Laks som rømmer fra oppdrettsanlegg, påvises hvert år både i laksefisket i sjøen og i elvene hvor de gyter og hybridiserer med vill laks. Rømming av laks er et problem både for oppdrettsnæringen og forvaltningen av vill laks. Hva skjer med laks som rømmer fra oppdrettsanlegg? Hvordan sprer den seg i naturen og hvor mange overlever fram til kjønnsmodning? Er det spesielle perioder eller livsstadier fisken rømmer på som er kritiske med hensyn til påvirkning av vill laks? Denne rapporten summerer status på dette med hovedvekt på kunnskap fra norske områder.

Dette prosjektet er initiert av FHL Havbruk og er finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond. Prosjektet er koordinert av SINTEF Fiskeri og havbruk.

Oslo 31. mai 2006
Lars Petter Hansen

1 Innledning

Oppdrett av atlantisk laks har utviklet seg meget hurtig på de siste 20-30 årene, og for tiden produseres det ca. 800 000 tonn laks årlig i Nord-Atlanteren. Norge står for den største del av denne, men det produseres også oppdrettslaks i Canada, USA, Skottland, Irland og på Færøyene. Til sammenlikning er den rapporterte fangsten av vill laks i Nord-Atlanteren i størrelsesorden 2 000 – 3 000 tonn årlig, hvor Norge står for ca. en tredjedel.

Laksen kan rømme fra oppdrettsanlegg på alle livsstadier, både fra ferskvann og saltvann. De blir fanget i havet, langs kysten, i fjorder og i elver, og de gyter i ferskvann og krysser seg med vill laks (se for eksempel Hansen et al 1987; 1999, Gausen & Moen 1991, Lund et al. 1991; Webb & Youngson 1992; Youngson et al. 1997; Crozier 1998; Butler et al. 2005).

Tilstedeværelsen av rømt oppdrettslaks blant ville bestander er bekymringsfull. For det første er det vist at innkryssing av oppdrettslaks i ville bestander kan påvirke villaksen genetisk ved å redusere overlevelsesnivåen (fitness) (Fleming et al. 2000; McGinnity et al. 2003). For det andre er det vist at oppdrettslaks kan være vektor for parasitter og sykdommer, og for det tredje kan større mengder oppdrettslaks i fiskerier og gytebestander maskere bestandsvurderinger av vill laks hvis ikke andelen oppdrettslaks blir identifisert og justert for.

Det er relativt lite informasjon om overlevelse, vandring og spredning av rømt oppdrettslaks i naturen. Men det er mer informasjon tilgjengelig fra utsetting av oppforet smolt. I denne rapporten vil jeg først gi et generelt sammendrag av atferd av vill laks i naturen, så oppsummere kunnskapen vi har om skjebnen til rømt oppdrettslaks, spesielt se på overlevelse, vandring og spredning av slik fisk i naturen. Jeg vil også bruke relevant kunnskap fra en del smoltutsettingsprosjekter, spesielt fra forsøksvirksomhet i forbindelse med havbeite med laks.

2 Vill laks

Laksen vandrer med stor presisjon tilbake til det vassdraget den vandret ut i havet fra som smolt, når den skal gyte. Her formerer den seg med andre individer fra samme bestand. Feilvandring fra andre bestander forekommer, og selv om det har blitt observert relativt høy feilvandring i enkelte små elver, er den generelt sett relativt liten. Det er mye som tyder på at det i de større laksevassdragene er flere selvreproduserende bestander, for eksempel er det store forskjeller mellom laksen i sideelvene til Tanaelva (Ståhl & Hindar 1988). Variasjonene mellom de forskjellige laksebestandene skyldes naturlig seleksjon på alle nivåer i livssyklusen.

Smolt

Når laksungene er klare til å vandre ut i havet, kalles de smolt. I forbindelse med smoltifiseringen skjer det store fysiologiske og hormonelle forandringer i fisken, som resulterer i forandringer i atferd og utseende (se for eksempel McCormick et al. 1998). Det er en rekke interaksjoner mellom miljøet og fisken som leder til smoltifiseringen. De vekstrelaterte faktorer som temperatur, mat, fotoperiode og konkurranse bestemmer veksten av parr. Parren, som laksen kalles før den blir smolt, må nå en viss størrelse og ha en viss vekstrate for å smoltifisere, og derfor bestemmer i stor grad miljøet alder ved smoltifisering. Når dette stadiet er nådd, regulerer fotoperioden, og til en viss grad temperaturen de hormonelle forandringene som styrer de fysiologiske forandringene om våren. Faktorer som temperatur, vannføring og turbiditet kan trigge selve smoltvandringen.

Den mest karakteristiske morfologiske endringen er forandringen fra parndrakten til smolttrakten som er helt sølvblank. Dessuten vokser fisken mer i lengde enn vekt og blir derfor slankere enn parren. Mange av de fysiologiske forandringer som skjer i smolten i ferskvann, gjør dem klare for et liv i sjøen. Dette inkluderer en høy grad av salttoleranse. Parrhanner, som var kjønnsmodne sist høst, kan smoltifisere og vandre ut som smolt den påfølgende vår (Hansen & Jonsson 1985).

Smoltutvandringen foregår gjerne i løpet av en måned om våren/ forsommeren. Utvandringen skjer ofte om natten, men på slutten av utvandningsperioden kan det gjerne vandre ut smolt også på dagtid. Når smolten kommer ut i brakkvannsområdet, synes det fremdeles som om retning og hastighet

av strømmen er viktig (Holm et al. 1982). De viktigste faktorene som trigger selve smoltutvandringen er temperatur (Jonsson & Ruud-Hansen 1985) og økende vannføring (Hesthagen & Garnås 1986). Det er også antydning at sosiale faktorer som tilstedeværelse av andre aktivt vandrende smolt kan ha betydning (Hansen & Jonsson 1985).

Laksesmolten vandrer raskt ut i havet fra elvene og finnes nær overflaten, og den kan gjøre hurtige vertikale dykk (Holm et al. 1982). Også her synes overflatestrømmen å bety mye både for vandringsretning og hastighet. Oppforet laksesmolt som ble merket og satt ut i Imsa i Rogaland, ble gjenfanget nord for elva den første tiden etter utsetting, noe som indikerte at den vandret med strømmen (Jonsson et al. 1993a). Gjenfangster av merket laksesmolt fra Drammenselva antydning at smolten økte vandringshastigheten betydelig når den kom ut i områder med sterkere strøm i Skagerrak (Pethon & Hansen 1990).

Tidspunktet smolten vandrer ut, synes å ha meget stor betydning for overlevelsen i havet. I Imsa er for eksempel det optimale tidspunkt for utvandring i mai. Smolt som vandret ut senere på sommeren overlevde svært dårlig (Hansen 1987). Det optimale tidspunktet er tidligere for sydlige enn nordlige laksebestander og synes å være tilpasset optimale forhold i sjøen. For eksempel har Hvidsten et al. (1998) observert at smolten ofte vandrer ut når temperaturen i sjøen utenfor elva er ca 8 grader. Hvidsten & Hansen (1988) observerte at oppforet smolt overlevde best når den ble satt ut ved høy vannføring innenfor den normale smoltifiseringsperioden. Dette ble forklart med at smolten ble mindre utsatt for predasjon. Det er en vanlig oppfatning at dødeligheten i sjøen er størst under utvandringen fra elva til postsmolten når det åpne havet. Predasjonstrykket fra både rovfisk og måkefugl kan være stort i estuarier og fjorder.

Postsmolt

Laksen kalles postsmolt når den forlater elvene og fram til avslutningen av første vinter i havet. Dette stadiet hadde man tidligere liten kunnskap om. Men for få år siden ble det tatt i bruk en ny trålmetode som gjorde det mulig å fange postsmolt i havet (Holst & MacDonald 2000), og siden 1995 er det blitt fanget postsmolt systematisk på pelagiske tokt med Havforskningsinstituttets fartøyer i Norskehavet i juli og nord for Skottland i mai og juni. Mye av kunnskapen som dette har gitt oss, er summert av Holm et al. (2004). Det synes som om postsmolten følger strømmen langs kanten på kontinentalsokkelen på sin vei nordover, og den vandrer hurtig, for eksempel ble det fanget en postsmolt i Norskehavet på ca. 70 grader nord som ble merket som smolt i en elv i Syd-England ca. 3 måneder tidligere (Holst et al. 1996). Fisken hadde da tilbakelagt en distanse på minimum 2 500 km.

Dødeligheten av laksen i havet er relativt stor, og den kan variere mye fra år til år. Det er stor enighet om at de fleste laksene dør på postsmoltstadiet i løpet av de første månedene i havet (se for eksempel Hansen & Quinn 1998). I de senere år har det vært en økning i dødeligheten av laks i havet, og dette synes å gjelde generelt i store deler av laksens utbredelsesområde. Det er mange faktorer, både naturlige og menneskeskapte som medvirker til dødeligheten. Miljøet i havet har stor betydning for en smoltårsklasses skjebne. Temperaturen i sjøen har blitt vurdert til å være svært viktig for overlevelse, vekst og kjønnsmodning av laks.

Det har vist seg at det er sammenheng mellom overlevelse av laks i havet og sjøtemperaturen den blir eksponert til på postsmoltstadiet. Dette er vist i studier både fra Vest-Atlanteren og Øst-Atlanteren (Friedland et al. 1993). En analyse av overlevelse av smolt fra Figgjoelva viste en positiv sammenheng med temperaturen i havet i mai og juni. Interessant er det at langtidsserien fra Figgjo viser økende overlevelse fram til 1973 og senere en nedadgående trend, noe som er i samsvar med trender i havtemperaturen. Det samme er tilfelle for vill smolt merket i elva North Esk i Skottland (Friedland et al 1998).

Havfasen

Merkeforsøk har vist at laks fra norske elver vokser opp i store deler av Nord-Atlanteren (Rosseland 1971), men man vet ikke detaljert hvor laksen oppholder seg på forskjellige tidspunkt. Noe norsk laks kan også vandre til Vest-Grønland. Laks med opprinnelse fra store deler av artens utbredelsesområde kan påtreffes ved Færøyene, men det er norsk laks som dominerer i dette området. Det er også betydelige innslag av skotsk og russisk laks (Hansen & Jacobsen 2003). Bestandssammenstillingen er ikke stabil gjennom året, for eksempel er det påvist at det relative innslaget av laks fra

sydlige deler av utbredelsesområdet er større om høsten (november - desember) enn om vinteren (januar-april).

3 Rømming av oppdrettslaks

Oppdrett av atlantisk laks i Norge startet på slutten av 1960-årene og har økt enormt. I 2004 ble det i Norge produsert ca. 560 000 tonn laks, mens fangsten av vill laks i våre laksefiskerier var ca. 655 tonn det samme år. Oppdrettslaksen er en blanding av forskjellige stammer, og har blant annet blitt selektert for økt vekst for å gi bedre lønnsomhet i oppdrettsnæringen (Gjedrem et al. 1991). Laks rømmer fra oppdrettsanleggene til alle årstider og på alle stadier i livssyklusen. Den rømte laksen blir fanget i laksefiskeriene både i sjøen og elvene og deltar i gytingen. Mengde oppdrettslaks varierer mellom lokaliteter, størst mengde er det i områder med stor oppdrettsaktivitet (Lund et al. 1994; Fiske et al. 2006). Store mengder oppdrettslaks er også påvist på laksens naturlige oppvekstområder i Norskehavet hvor færøyske fiskere drev linefiske etter laks (Hansen et al. 1999). Andelen oppdrettslaks i dette fisket var størst rundt 1990 da ca. 40% av fangsten ble estimert til å bestå av oppdrettslaks. Utover på 1990-tallet falt andelen til ca. 20% (Hansen et al. 1999). Resultater av merkeforsøk sammen med det faktum at den mest betydelige oppdrettsaktiviteten i Atlanteren drives i Norge, antyder at mesteparten av oppdrettslaksen ved Færøyene har rømt fra norske fiskeanlegg.

Det rømmer også regnbueørret fra oppdrettsanlegg, men hvor disse ender opp er lite kjent, men Jonsson et al. (1993b) oppsummerte resultater av vandring av 1 og 2-årig regnbueørret utsatt mai og juni ved munningen av Imsa i Rogaland og april til juni på fem lokaliteter i Oslofjorden. Mesteparten av fisken ble gjenfanget i fjordområdene det samme år som de ble utsatt, men det ble også gjenfanget en del fisk i sjø og elv langs kysten. Noen individer, spesielt de som ble satt ut ved Imsa ble gjenfanget mer enn 1000 km fra utsettingsstedet (Jonsson et al. 1993b). Regnbueørret vandrer opp i ferskvann for å gyte, som også er tilfelle i Imsa, men det ble ikke dokumentert rekruttering.

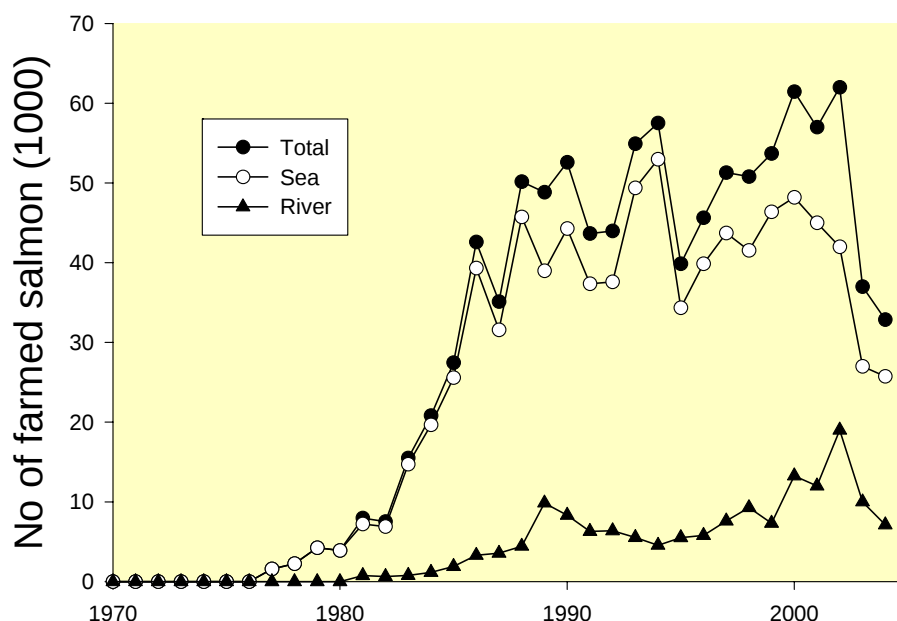
Omfang av oppdrettslaks i naturen

Oppdrettslaks kan rømme fra ferskvannsanlegg og sjøanlegg. Noen rømminger som har blitt rapportert er svært store, men oppdrettslaks kan også rømme i forbindelse med den daglige røkting av anleggene. Rømming kan også foregå i forbindelse med utsetting av smolt, mindre havarier osv. Oppdrettslaksen blir fanget i laksefiskeriene, både i sjø og elv og gyter i vassdrag. Gytesuksessen er betydelig mindre enn for vill laks, men øker jo lenger fisken har vært fri i sjøen (Fleming et al. 1996; 2000). Forekomsten av oppdrettslaks i fiskerier og gytebestander i Norge har blitt overvåket siden siste halvdel av 1980-tallet, og det er også analysert data fra laks fanget ved Færøyene. **Tabell 1** viser andel oppdrettslaks påvist i forskjellige områder, og i gjennomsnitt er det betydelig andel oppdrettslaks, men det er meget stor variasjon mellom de enkelte lokaliteter.

Det er beregnet hvor mye oppdrettslaks som fanges i fiskeriene i Norge, og dette er vist i **figur 1** (Hansen et al. 2005). Det var en betydelig økning på 1980-tallet i takt med den økende produksjonen. Fangsten var oppe i ca. 60 tusen individer rundt årtusenskiftet, men har blitt redusert de siste par årene til et nivå på mellom 30 og 40 tusen.

Tabell 1 Andel av rømt oppdrettslaks i fiskerier og gytebestander fra 1989. (Data fra Hansen et al. 1999; 2006; Fiske et al. 2001).

Område	Tidsperiode	Andel oppdrettslaks
Kysten av Norge	1989-2005	25-45%
Norske fjorder	1989-2005	15-30%
Elvefiske i Norge	1989-2005	4-15%
Gytebestander i Norge	1989-2005	12-35%
Norskehavet nord for Færøyene	1980-1996	20-40%



Figur 1 Estimert antall rømt oppdrettslaks i norske laksefangster 1970-2004 (Hansen et al. 2005).

Atferd av rømt laks

Det er svært lite informasjon om overlevelse, vandringsatferd og spredning av oppdrettslaks i sjøen. Men det er publisert mer informasjon om overlevelse og vandring av kultiveringsfisk/havbeitefisk satt ut på forskjellige lokaliteter. Det er foretatt svært få studier av utsatt smolt av selektert oppdrettslaks, men et utsettelsesforsøk i lmsa viste i stor grad at slik fisk hadde det samme vandringsmønsteret som kultiveringsfisk selv om de feilvandret noe mer (Jonsson et al. 2003). Med dette som et forbehold, synes det rimelig å overføre resultater fra utsetting av kultiveringssmolt til oppdrettslaks.

Det er svært lite informasjon om laksens atferd den første tiden etter rømming, men Havforskningsinstituttet har arbeid i gang på dette. Slik kunnskap er blant annet interessant i forbindelse med mulig gjenfangst av den rømte laksen.

Gyting av oppdrettslaks i vassdrag og kryssing av denne med vill laks er uheldig, og det er interessant å vite i hvor stor grad oppdrettslaksen overlever fram til kjønnsmodning og hvor den ender opp. Skjebnen til rømt oppdrettslaks er avhengig av mange faktorer, og jeg skal her gå igjennom de viktigste.

Rømming på parrstadiet

Laks kan rømme fra oppdrettsanlegg på alle livsstadier, også som parr fra anlegg i ferskvann. Imidlertid er det svært lite dokumentasjon om omfanget av dette og skjebnen til fisken. Men det er grunn til å tro at laks som rømmer som parr fra et slikt anlegg, vil konkurrere med lokal fisk hvis den kommer ut i en lakseelv. Hvis den kommer ut i brakkevann gjennom avrenning fra ferskvannsanlegg er det sannsynlig at den kan vandre opp i nærliggende lakseelver hvis den tåler saltinnholdet i vannet.

Jo større parren er, desto mer salt tåler den. Hvis anlegget er smittet med sykdommer eller med parasitter som tåler brakkvann kan for eksempel rømming resultere i spredning av disse, slik som antydnet av Lund & Heggberget (1990). I naturen kan en del parrhanner av laks bli kjønnsmodne og delta i gytingen med stor laks. Det er derfor ikke urimelig å tro at rømt oppdrettsparr kan krysse seg med voksen laks. Rømt parr som overlever fram til smoltstadiet, kan vandre ut i havet, vokse og bli kjønnsmoden slik som vill laks, for så å vandre tilbake til elva den forlot for å gyte.

Rømming på smoltstadiet

Det er gjort mange forsøk med utsetting av oppforet kultiveringssmolt i vassdrag, og disse viser generelt at kjønnsmoden laks kommer tilbake til utsettingselva med stor presisjon, selv om feilvandringen kan variere mellom bestander og utsettingslokaliteter. **Figur 2** viser geografisk fordeling av voksen laks av smolt av Imsastamme satt ut på NINAs forskningsstasjon på Imsa i Sandnes kommune. Det er gjenfangster både i havet og langs kysten, og det svært mange gjenfangster i Imsa (Hansen et al. 1989). Senere forsøk i Imsa med utsetting av merket smolt av oppdrettsstammene fra Norsk Lakseavl og MOWI har vist at disse feilvandrer mer enn oppforet laks av Imsastammen (Jonsson et al. 2003). For å finne tilbake til utsettingselva må smolten vandre selv hele veien. Dette er indikert ved et forsøk hvor smolt av Imsastamme ble transportert i vann fra Imsa til Kvitsøy ytterst i fjorden og satt ut der. Den returnerende laksen ble gjenfanget i sjøen i de samme områdene som smolten som ble satt ut i Imsa, men fant ikke veien tilbake, og gikk opp i elver på Jæren for å gyte (**figur 3**) (Hansen et al. 1989). De fleste nyere forsøk støtter hypotesen om at laksen lærer veien under hele utvandringen og bruker denne informasjonen ved tilbakevandringen. Utgytt laks av Loneelvstammen fra Osterøy i Hordaland som vandret ut fra Imsa som smolt og returnerte dit som kjønnsmoden, og som ble transportert til og satt ut i Loneelva, Nidelva i Sør-Trøndelag og Glomma i Østfold, kom tilbake som annengangsgyter til Imsa (Hansen & Jonsson 1994). Dette antyder at læringen som foregår på smoltstadiet, varer resten av livet og blir ikke erstattet av en ny læringsprosess etter den har gytt.

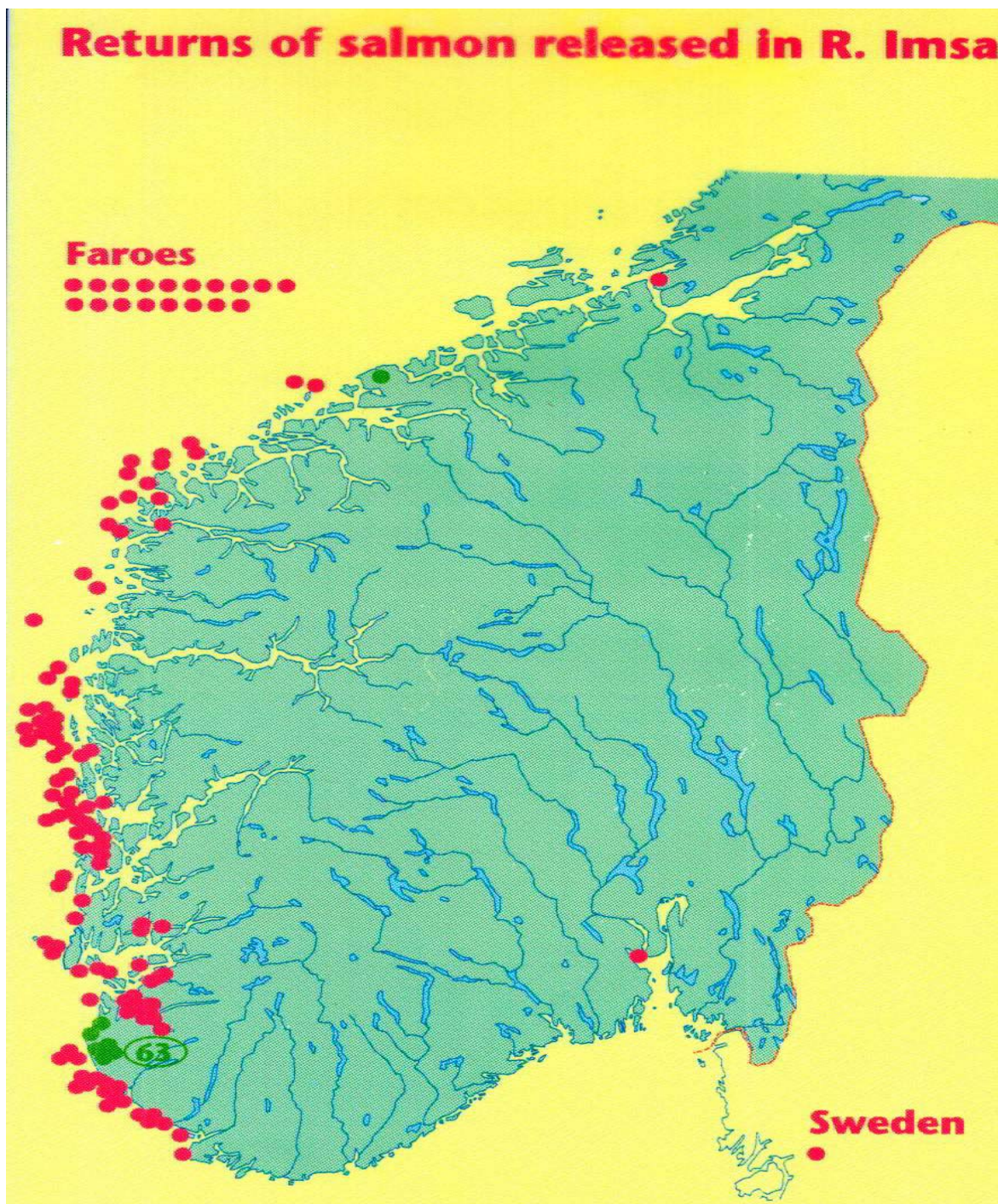
Det første "rømmingsforsøket" med smolt fra et oppdrettsanlegg som er foretatt i Norge, var med toårig smolt fra MOWIs anlegg i Øyarhamn i Hardanger. Fisken hadde vært akklimatisert til sjøvann (18-20 promille) i 180 dager før utsetting direkte i sjøen den 12 mai 1966. Smolten var i gjennomsnitt 22 cm ved utsetting. Av 1081 utsatte merket smolt ble det fanget igjen 161 voksen laks (14.9 %). De aller fleste gjenfangstene ble tatt i sjøfisket som på den tiden var svært betydelig. Gjenfangstene var spredt over store områder langs norskekysten helt opp til Lofoten, men de aller fleste ble gjenfanget på Vestlandet inkludert Hardangerfjorden (se Hansen 1982). Det kan også nevnes at det ble rapportert en gjenfangst i Frankrike, en i Danmark og to på vestkysten av Sverige.

Forsøk har også vist at smolt som blir satt direkte i sjøen, har tendens til å vandre tilbake mot utsettingsstedet. Dette kan illustreres av et forsøk med utsetting av merket smolt direkte i sjøen på Sørlandet (**figur 4**). En del av den returnerende voksne laksen ble fanget i sjøfiskeriene langs kysten, men den tydelige aggregeringen av merket voksen laks tatt i sjøfisket nær utsettingsstedene viser at denne fisken vandret tilbake til det samme geografiske området den ble satt ut. Men fordi den ikke hadde vandret ut fra noen elv, var den tilsynelatende "hjemløs" og vandret opp i nærliggende elver for å gyte. Liknende resultater er også rapportert av Sutterlin et al. (1981) og Skilbrei & Holm (1998).

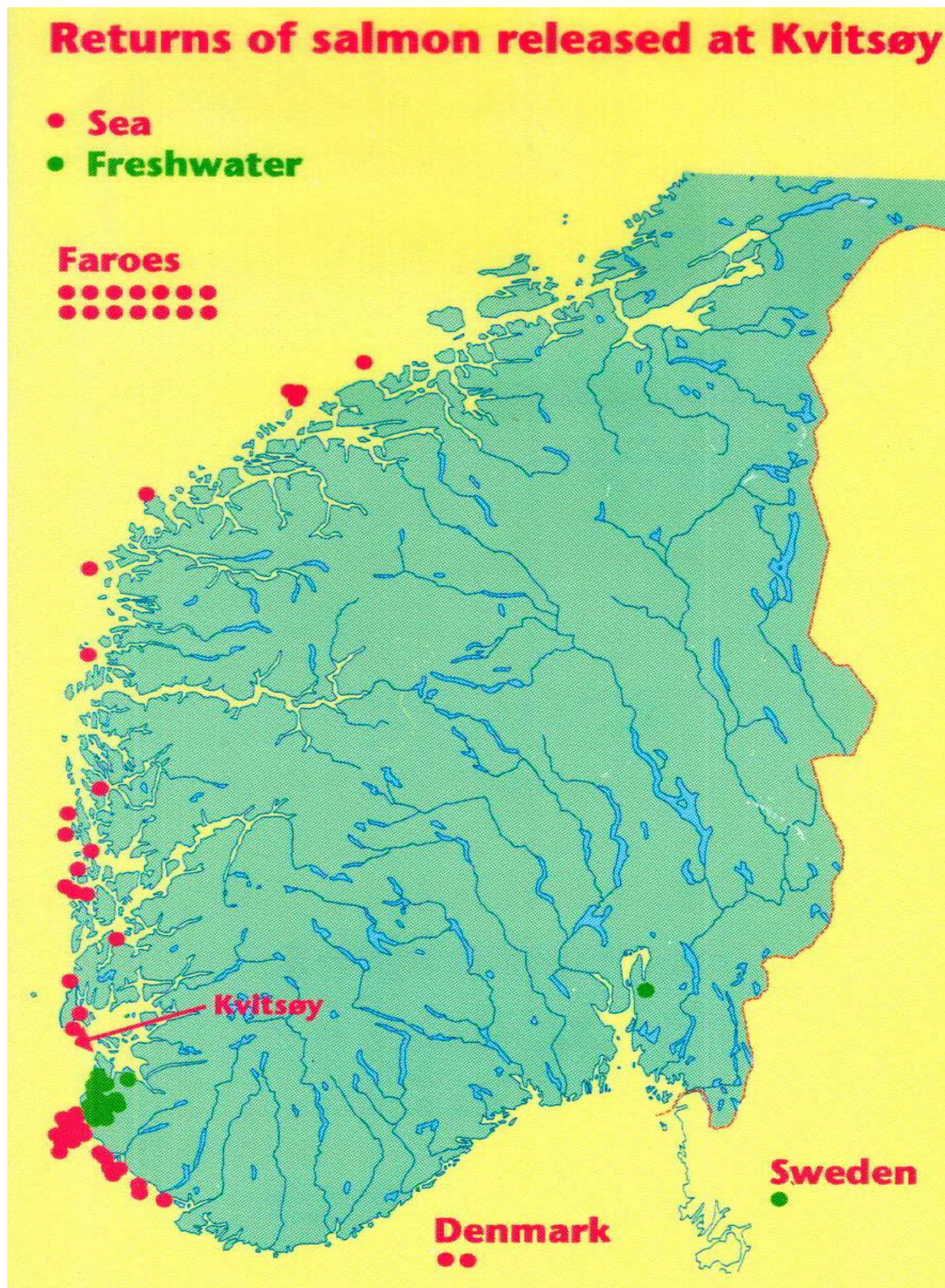
Det er gjort noen forsøk på simulert utsetting av kultiveringssmolt over tid. Det første ble utført for nesten 50 år siden i Østersjøen (Larsson 1977). Oppforet smolt av Indalselvstamme ble merket og satt ut i Indalselva i april, mai og juni i årene 1958, 1960 og 1961. **Figur 5** viser gjenfangstprosenten som voksen laks fra forsøkene. Overlevelsesmønsteret var bemerkelsesverdig likt de tre årene med lav gjenfangst av det som ble satt ut i april og begynnelsen av mai, så en betydelig økning i siste halvdel av mai og igjen en redusert overlevelse av smolt satt ut i juni. Dette tyder på at det er et optimalt utvandringstidspunkt for overlevelse av smolt (overlevelsesvindu) som er åpent en kort periode om våren.

For å teste dette gjennom hele året ble laks av Loneelvstamme som ble oppforet på Imsa, overført til sjøvann på anlegget i mai 1984. Smolten var da ett år gammel. Det ble satt ut en kontrollgruppe i ferskvann i munningen av Imsa, men resten ble overført til sjøvann. Hver måned (unntatt i juli) ble 1000 fisk individuelt merket med Carlinmerker og satt ut i sjøen ca. 4 km utenfor munningen av Imsa. Gjenfangstprosenten av voksen laks fra de enkelte forsøkene er vist i **figur 6** (Hansen &

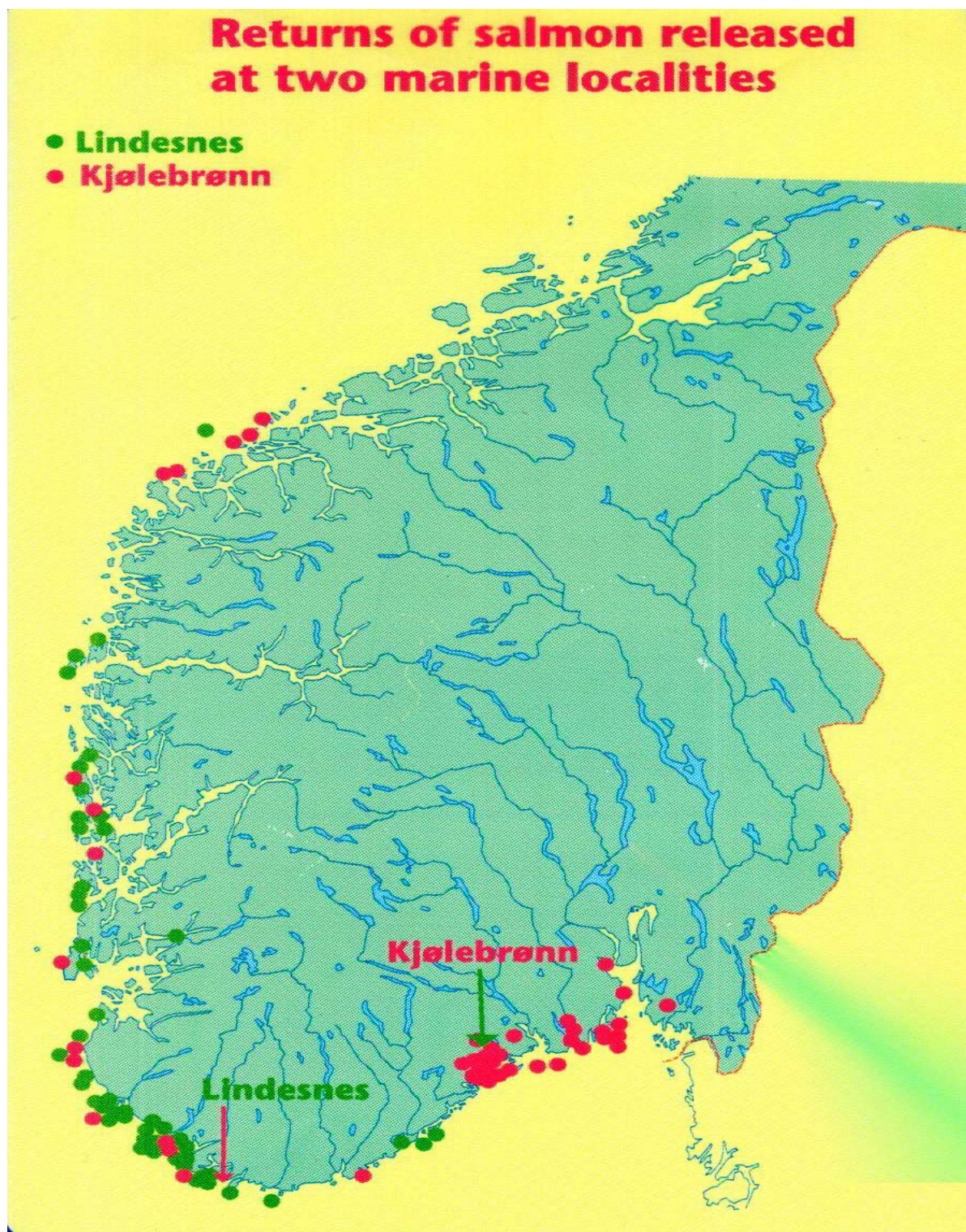
Jonsson 1989). Det var en betydelig reduksjon i gjenfangsten av fisken som ble satt ut på sensommeren og høsten. Gjenfangsten økte så noe igjen for utsettingene utover vinteren. Dette forsøket bekreftet at det er et optimalt utvandringstidspunkt, og at fisk som blir satt ut senere på året overlever dårligere til tross for at de har økt i størrelse. For de samme gruppene av utsatt fisk ble vandringmønsteret analysert (Hansen & Jonsson 1991). Fisk som ble satt ut om vinteren, feilvandret i mye større grad og mye lenger fra utsettingsstedet enn fisk som ble satt ut om våren og sommeren. Det ser derfor ut til at laks som blir satt ut om vinteren mangler evnen til å lære veien ut i havet og bruke dette ved tilbakevandringen.



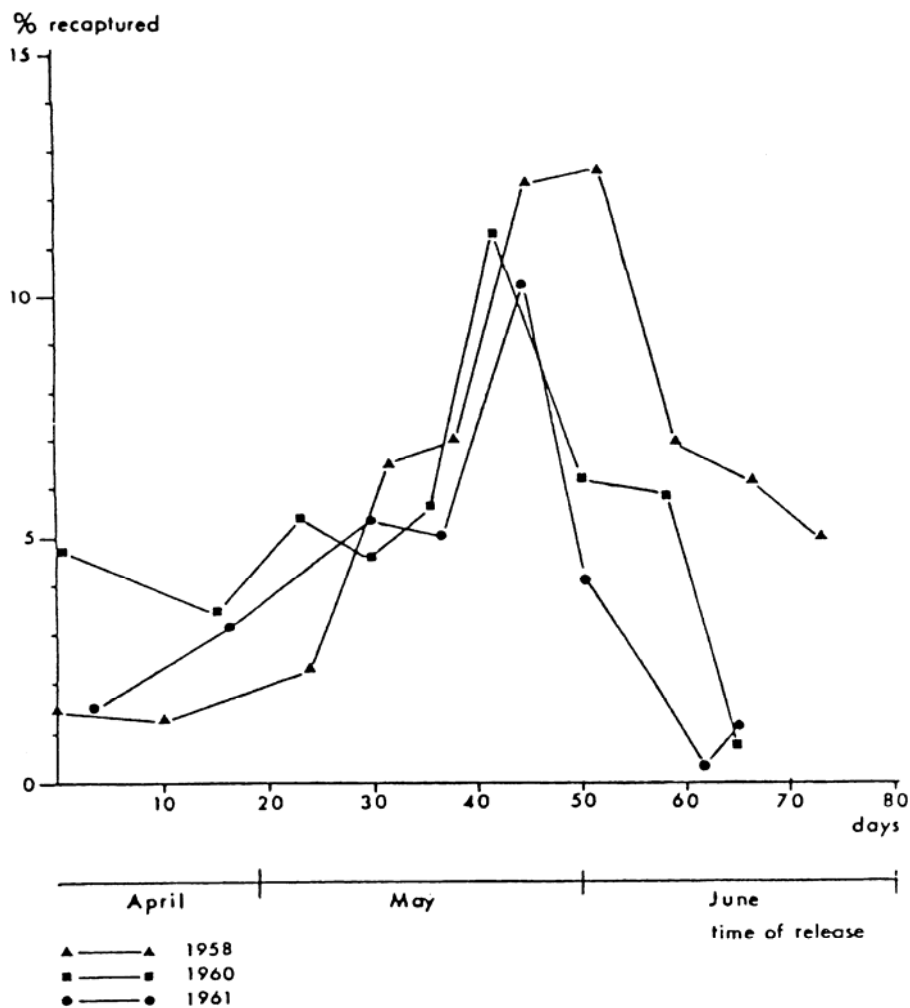
Figur 2 Geografisk fordeling av gjenfangster av voksen av laks satt ut som oppforet smolt i Imsa. Grønne punkter er gjenfangster i ferskvann og røde er gjenfangster i sjøfisket (Hansen et al. 1989).



Figur 3 Geografisk fordeling av gjenfangster av voksen laks transportert i vann fra Imsa og satt ut ved Kvitsøy. Grønne punkter er gjenfangster fra ferskvann og røde fra sjøfisket (Hansen et al 1989).



Figur 4 Geografisk fordeling av gjenfangster i sjø og elv av voksen laks satt ut som oppforet smolt direkte i sjøen ved Kjølebrønn i Telemark og Lindesnes i Vest-Agder. Grønne punkter angir gjenfangster av laks satt ut ved Lindesnes og røde punkter ved Kjølebrønn.



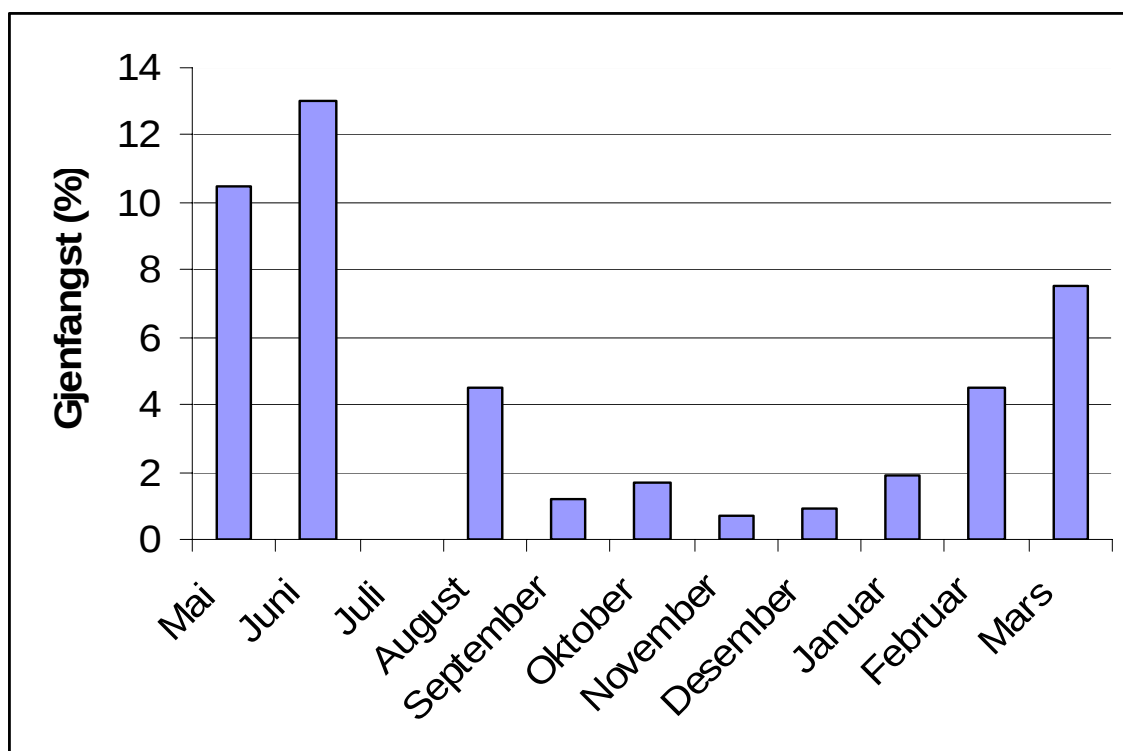
Figur 5 Gjenfangst som voksen laks av merket smolt satt ut i Indalselva i Østersjøområdet på forskjellige tidspunkt (Etter Larsson 1977).

Rømming fra sjøanlegg

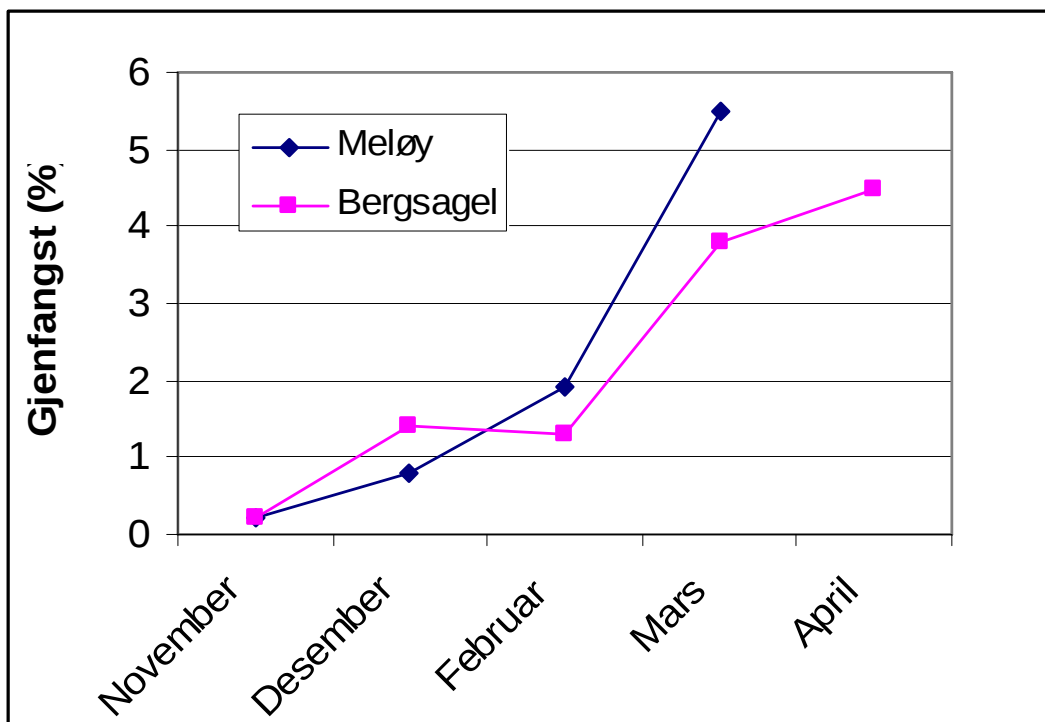
I Norge er det spesielt to simulerte rømmingsekspesimenter som er utført med hensyn på overlevelse og vandring av stor oppdrettslaks. Laks av lmsastamme ble oppfodret i sjøvann, ble utsatt som 4-årig på to marine lokaliteter, en gruppe ved Bergsagel i Sandnes og en gruppe ved Skudeneshavn på Karmøy 6-7 juli 1982 (Hansen et al. 1987). Mesteparten av laksen var forventet å skulle gyte senere dette året, men det var også noen som var umodne. Dette ble illustrert av det faktum at det ble rapportert noen få gjenfangster fra Færøyene den etterfølgende vinter. Av de 100 laksene som ble satt ut ved Bergsagel ble det rapportert 25% gjenfangst og av de 197 utsatt ved Skudeneshavn 22.3%. De aller fleste gjenfangstene ble rapportert innen 2 måneder etter utsetting. De fleste ble fanget nord for utsettingslokalitetene, og de som ble fanget i ferskvann, syntes å vandre opp i tilfeldige vassdrag.

I et annet forsøk ble det satt ut grupper av stor oppdrettslaks av MOWI stamme fra et anlegg på Meløy i Nordland og grupper av oppdrettslaks fra Norsk Lakseavl på Bergsagel i Sandnes. Fisken ble satt ut i grupper på ca. 500 fra november 1993 til april 1994, henholdsvis fire grupper på Meløy og fem på Bergsagel (Hansen 2006). All fisk var individuelt merket og mesteparten var forventet å bli kjønnsmoden høsten 1994. Noen fisk ble gjenfanget nær utsettingsstedene kort tid etter utsetting, og disse er ikke tatt med i analysene. Av laksen som ble gjenfanget i laksefiskeriene i sjø og elv den påfølgende sommer og høst, var det en tydelig trend i gjenfangstmønster som var den

samme for fisk utsatt på begge lokaliteter. Av fisken som ble satt ut i november, ble kun én fisk fra hver lokalitet rapportert gjenfanget. Gjenfangstprosenten økte for gruppene som ble satt ut utover vinteren, og var størst for gruppene som ble satt ut i mars og april, hvor mellom 4 og 5 % ble gjenfanget (**figur 7**).

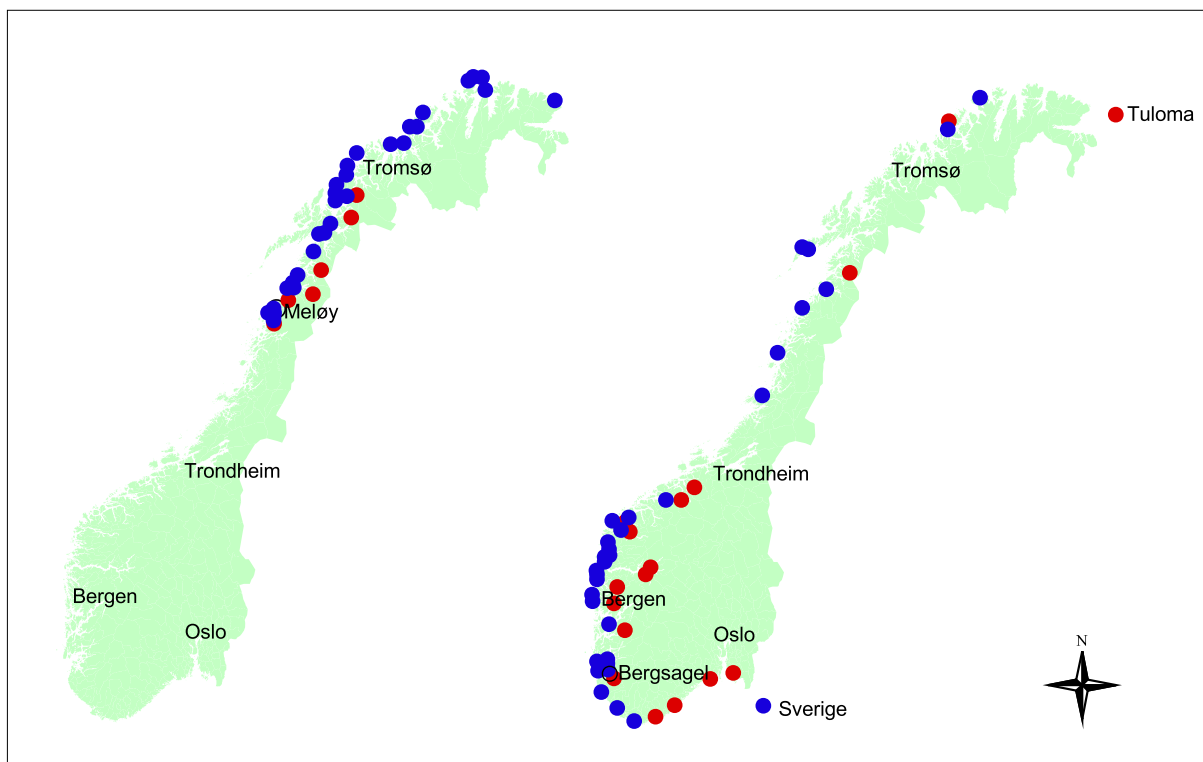


Figur 6 Gjenfangst av laks (% av antall utsatte fisk) av smolt og postsmolt satt ut i sjøen 4 km utenfor munningen av Imsa på forskjellige tidspunkt gjennom året (omarbeidet etter Hansen & Jonsson 1989).



Figur 7 Gjenfangst av merket stor oppdrettslaks satt ut på to fiskeanlegg i Norge. Månedene for utsetting er angitt på X-aksen (omarbeidet etter Hansen 2006).

Geografisk fordeling av gjenfangstene er vist på **figur 8**. Gjenfangstene av fisken satt ut på Meløy, er tatt nord for utsettingsstedet, men de som ble satt ut på Bergsagel, ble fanget både sørøst og nord for utsettingsstedet. Det er ingen tegn på at denne fisken hadde tilbakevandringssatferd til utsettingsstedet. Hvis man sammenlikner den geografiske fordelingen av gjenfangstene med strømsystemene langs norskekysten (**figur 9**) kan man forklare spredningen av fisken med strømtransport. Rømt oppdrettslaks kan nok holde seg i fjordområder en periode, men hvis den kommer ut i strømsystemene blir den fort transportert med dem. Fra dette forsøket kan man spekulere i at den svært dårlige gjenfangsten av laks som rømte på høsten, nær et år før de ble kjønnsmodne, skyldes at denne ble transportert med strømmen til arktiske områder og ikke overlevde vinteren. Videre kan man tenke seg at oppdrettslaks som rømmer fra anlegg i Irland, Skottland, Færøyene og Norge om våren - sommeren før de skal gyte, kan dukke opp norske laksefiskerier og gytebestander. Denne hypotesen vil bli testet gjennom utsetting av merket stor oppdrettslaks i Skottland.



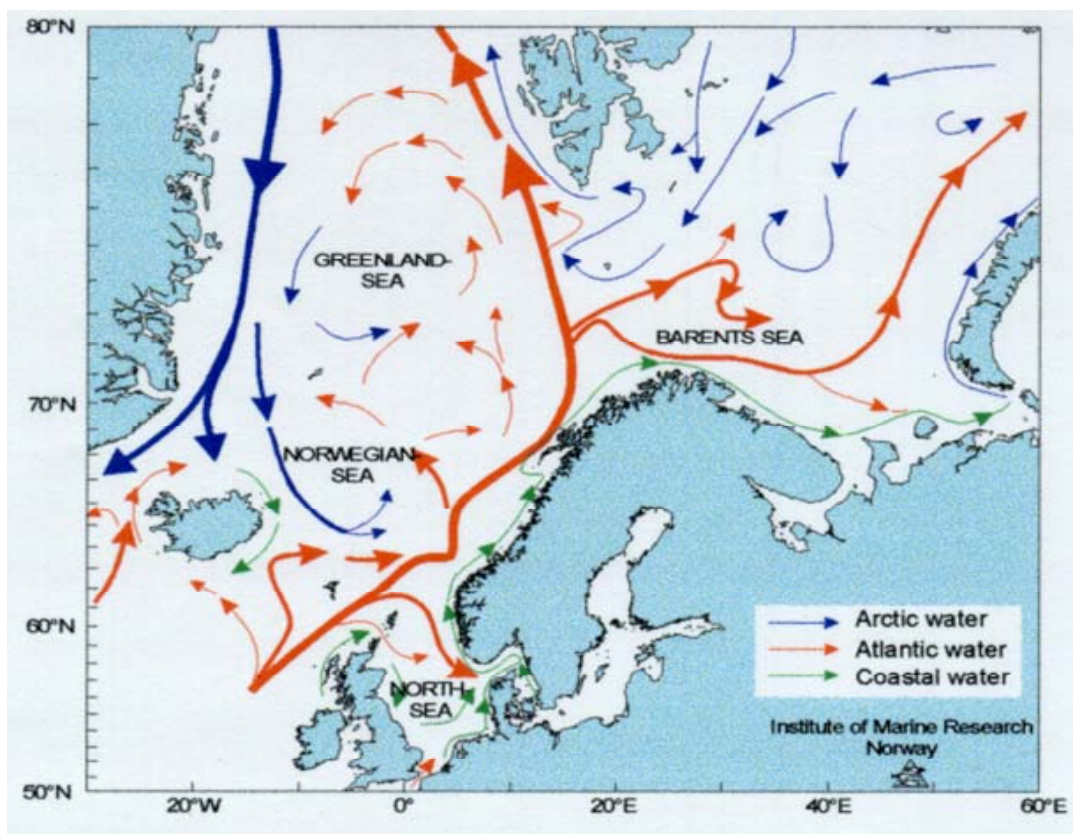
Figur 8 Geografisk fordeling av gjenfangster av merket oppdrettslaks satt ut ved Meløy i Nordland (til venstre) og Bergsøgel i Rogaland (til høyre) i perioden november 1993-april 1994. Blå og røde punkter er gjenfangster henholdsvis i sjø og elv (omarbeidet etter Hansen 2006).

4 Kritiske perioder for rømming

Med kritiske perioder for rømming forstås perioder hvor resultatet av rømmingene blir betydelig oppgang og gyting av oppdrettslaks i vassdrag. Dette må helt klart vurderes i relasjon til mengde fisk som rømmer, tidspunkt på året den rømmer, fiskens livsstadium og sted den rømmer fra. I denne rapporten er det identifisert to spesielt kritiske perioder for rømming av oppdrettslaks:

- 1) Smoltstadiet, spesielt i perioden for naturlig smoltutvandring. Fisk som rømmer på dette stadiet har relativt høy overlevelse, vil i stor grad oppføre seg som vill laks og vandre tilbake mot det samme geografiske området den rømte fra.
- 2) Rømming av laks som nærmer seg kjønnsmodning. Disse ser ut til å bli transportert med strømmen, og når laksen fysiologisk sett må opp i ferskvann, vil de vandre opp i og gyte i nærliggende elver.

Resultatene fra studiene som er gjennomgått i denne rapporten, tyder på at umoden laks som rømmer om høsten, har relativt lav overlevelse, men hvis det er store rømminger på denne tiden, kan dette også gi mange oppdrettslaks i gytebestandene. For eksempel hvis det rømmer 100 000 oppdrettslaks fra en lokalitet og 1 prosent overlever fram til gyting utgjør dette 1000 laks. Men slike beregninger er vanskelig å utføre da de simulerte rømmingsforsøkene som hittil er utført er svært begrensede i omfang.



Figur 9 Dominerende strømsystemer i nordøst- Atlanteren. Data fra Havforskningsinstituttet reproduisert fra Aure et al. (1999).

5 FoU behov

Det er i dag allment akseptert at rømt oppdrettslaks er et problem for villaksen. Vi vet relativt lite om atferd og overlevelse av rømt oppdrettslaks i naturen. Derfor er det behov for forskning for å klarlegge dette. Den beste måten å minimalisere problemene på er å unngå rømminger, men sett på bakgrunn av omfanget av rømminger fra oppdrettsanlegg det siste året er dette en betydelig utfordring. Imidlertid er det satt i gang arbeid for å redusere disse.

Det er viktig å lære mer om oppdrettslaksens atferd i naturen og i hvor stor grad den overlever. Mer kunnskap om dette vil kunne bidra til å redusere problemene for villaksen, men også å sikre verdier for akvakulturnæringen. Man bør undersøke atferd av oppdrettslaks i timene og dagene etter rømming, og slike studier er i gang i regi av Havforskningsinstituttet. Foreløpige resultater har vist at fisken sprer seg fort. Slik kunnskap kan sannsynligvis brukes til å utvikle metoder til å gjenfange oppdrettslaksen mye mer effektivt enn i dag. Det bør derfor gjøres konkrete eksperimenter for å se om det er mulig å samle den rømte laksen slik at den blir lettere å fange.

Man bør også gjøre flere simulerte rømminger av merket oppdrettslaks på forskjellige lokaliteter og tidspunkter og bruke resultatene fra disse til å utvikle modeller som kan forutsi overlevelse og vandringmønster av rømt laks. Har man slik kunnskap, kan man lettere prioritere hva slags tiltak som er mest hensiktsmessig og når eventuelle tiltak skal settes inn.

6 Referanser

- Aure, J., Sætre, R., Østervold-Toft, K., Svensen, H.I., & Gjertsen, K. 1999. Havets Miljø 1999 (The marine environment 1999), Fisken og Havet, Særnr. 2:1999 (ISSN 08020620). Havforskningsinstituttet, Bergen. 104 pp. (in Norwegian with English abstract).
- Butler, J.R.A., Cunningham, P.D., & Starr, K. 2005. The prevalence of escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in the River Ewe, western Scotland, with notes on their ages, weights and spawning distribution. Fisheries Management and Ecology, 12: 149-159.
- Crozier, W.W. 1998. Incidence of escaped farmed salmon *Salmo salar* L. in commercial salmon catches and fresh water in Northern Ireland. Fisheries Management and Ecology, 5: 23-29.
- Fiske, P., Lund, R.A., Østborg, G.M. & Fløystad, L. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-2000. NINA Oppdragsmelding 704: 1-26.
- Fiske, P., Lund, R.A., & Hansen, L.P. 2006. Relationships between the frequency of farmed salmon in wild populations and fish farming activity in the period 1989-2004. ICES Journal of Marine Science, 63: 00-00 (in press).
- Fleming, I.A., Jonsson, B., Gross, M.R. & Lamberg, A. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Applied Ecology 33: 893-905.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T., & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. Proceedings of the Royal Society of London B, 267: 1517-1523.
- Friedland, K., Reddin, D.G. & Kocik, J.F. 1993. Marine survival of North American and European Atlantic salmon: effects of growth and environment. ICES Journal of Marine Science 50: 481-492.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P. & Dunkley, D.A. 1998. Marine temperatures experienced by post-smolts and the survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the North sea area. Fisheries Oceanography 7: 22-34.
- Gausen, D., & Moen, V. 1991. Large-scale escapes of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Norwegian rivers threaten natural populations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48: 945-957.
- Gjedrem, T., Gjøl, H. M., & Gjerde, B. 1991. Genetic origin of Norwegian farmed Atlantic salmon. Aquaculture, 98: 41-50.
- Hansen, L.P. 1982. Salmon ranching in Norway. In: Eriksson, C., Ferranti, M.P. & Larsson, P.O. (eds.). Sea ranching of Atlantic salmon, COST 46/4 workshop, Lisbon 26 - 29 October 1982. EEC, Brussels, pp. 95-108.
- Hansen, L.P. 1987. Growth, migration and survival of lake reared juvenile anadromous Atlantic salmon *Salmo salar*. Fauna Norvegica Series A. 8: 29-34.
- Hansen, L.P. 2006. Migration and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. ICES Journal of Marine Science 63: 00-00. (in press).
- Hansen, L.P., & Jacobsen, J.A. 2003. Origin and migration of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in oceanic areas north of the Faroe Islands. ICES Journal of Marine Science, 60: 110-119.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1985. Downstream migration of hatchery reared smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the River Imsa. Aquaculture 45: 237-248.
- Hansen, L.P., & Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: Effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. Aquaculture, 82: 367-373.
- Hansen, L.P., & Jonsson, B. 1991. The effect of timing of Atlantic salmon smolt and post-smolt release on the distribution of adult return. Aquaculture, 98: 61-67.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1994. Homing of Atlantic salmon: effects of juvenile learning on transplanted post-spawners. Animal Behaviour 47: 220-222.
- Hansen, L.P. & Quinn, T.P. 1998. The marine phase of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) life cycle, with comparisons to Pacific salmon. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55(Supplement 1): 77-92.
- Hansen, L.P., Døving, K.B., & Jonsson, B. 1987. Migration of farmed adult Atlantic salmon with and without olfactory sense, released on the Norwegian coast. Journal of Fish Biology, 30: 713-721.

- Hansen, L.P., Jacobsen, J.A., & Lund, R.A. 1999. The incidence of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the Faroese fishery and estimates of catches of wild salmon. ICES Journal of Marine Science, 56: 200-206.
- Hansen, L.P., Jonsson, B., & Andersen, R. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: Is homing dependent on sequential imprinting of the smolts? In Proceedings of the Salmon Migration and Distribution Symposium, pp.19-29. Ed. By E. Brannon and B. Jonsson. School of Fisheries, University of Washington, Seattle, USA. NINA, Trondheim, Norway.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægvog, H. 2005. Bestandsstatus for laks i Norge 2004. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN: 2005-4, 44 pp.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægvog, H. 2006. Bestandsstatus for laks i Norge. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN: 2006-3, 48 pp.
- Hesthagen, T. & Garnås, E. 1986. Migration of Atlantic salmon smolts in River Orkla, central Norway in relation to management of a hydroelectric station. North American Journal of Fisheries Management 6: 376-382.
- Holm, M., Huse, I., Waatevik, E., Døving, K.B., & Aure, J. 1982. Behaviour of Atlantic salmon smolts during seaward migration. I. Preliminary report on ultrasonic tracking in a Norwegian fjord system. ICES Document CM 1982/M:7. 17 pp.
- Holm, M., Hansen, L.P., Holst, J.C. & Jacobsen, J.A. 2004. Atlantic salmon. In The Norwegian Sea Ecosystem, pp 315 - 356. Ed. by H.R. Skjoldal. Tapir Academic Press, Trondheim. 559.p
- Holst, J.C. & McDonald, A. 2000. FISH-LIFT: a device for sampling live fish with trawls. Fisheries Research 48: 87-91.
- Holst, J.C., Hansen, L.P. & Holm, M. 1996. Observations of abundance, stock composition, body size and food of postsmolts of Atlantic salmon caught in the NE Atlantic during summer I.C.E.S. C.M. 1996/M:4, 15 pp.
- Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon *Salmo salar* L. stocked as smolts at high water discharge. Journal of Fish Biology 32:153-154.
- Hvidsten, N. A., Heggberget, T. G. & Jensen, A. J. 1998. Sea water temperatures at Atlantic salmon smolt entrance. - Nordic Journal of Freshwater Research 74: 79-86.
- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 593-595.
- Jonsson, N., Hansen, L.P., & Jonsson, B. 1993a. Migratory behaviour and growth of hatchery-reared post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar*. Journal of Fish Biology, 42: 435-443.
- Jonsson, N., Jonsson, B., Hansen, L.P. & Aass, P. 1993b. Coastal movement and growth of domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)) in Norway. Ecology of Freshwater Fish 2: 152-159.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 2003: Atlantic salmon straying from the River Imsa. Journal of Fish Biology 62: 641-657.
- Larsson, P.-O. 1977. The importance of time and place of release of salmon and sea trout on the results of stocking. ICES C.M. 1977/M: 42, 4 pp.
- Lund, R.A., & Heggberget, T.G. 1990. Fjordvandring av laksunger, *Salmo salar* L.; Mulig spredningsvei for *Gyrodactylus salaris*. NINA Forskningsrapport 5: 1-10.
- Lund, R.A., Økland, F., & Hansen, L.P. 1991. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. Aquaculture, 98: 143-150.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Økland, F. 1994. Rømming av oppdrettsfisk og sikringssoner for laksefisk. NINA Oppdragsmelding 303: 1-15.
- McCormick, S., Hansen, L.P., Quinn, T.P., & Saunders, R.L. 1998. Movement, migration and smolting of Atlantic salmon. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55(Supplement 1): 77-92.
- McGinnity, P., Prodohl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó'Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J.B., & Cross, T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. Proceedings of the Royal Society of London B, 270: 2443-2450.
- Pethon, P. & Hansen, L.P. 1990. Migration of Atlantic salmon smolts *Salmo salar* L. released at different sites in the River Drammenselv, SE Norway. Fauna norvegica Series A 11: 17-22.
- Rosseland, L. 1971. Fiske av atlantisk laks i internasjonalt farvann. Jakt-Fiske-Frileuftsliv 100: 190-195, 238-242.
- Skilbrei, O.T & Holm, M. 1998. Effects of long-term exercise on survival, homing and straying of released Atlantic salmon smolts. Journal of Fish biology 52: 1083-1086.

-
- Ståhl, G. & Hindar, K. 1988. Genetisk struktur hos norsk laks: Status og perspektiver. - Rapport Fiskeforskningen 1988 No.1, 57 s.
- Sutterlin, A.M., Saunders, R. L., Henderson, E. B., & Harmon, P. R. 1982. The homing of Atlantic salmon to a marine site. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, 1058: 1-6.
- Webb, J.H., & Youngson, A.F. 1992. Reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the catches of a salmon fishery on the western coast of Scotland. Aquaculture and Fisheries Management, 23: 393-397.
- Youngson, A. F., Webb, J. H., MacLean, J. C., & Whyte, B. M. 1997. Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. ICES Journal of Marine Science, 54: 1216-1220.

NINA Rapport 162

ISSN:1504-3312

ISBN: 82-426-1714-7



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>