

0 09

notat

# Havbeite med laks ved NINA Årsrapport for 1991

Nina Jonsson (red.)  
Tor G. Heggberget  
Kjetil Hindar  
Nils-Arne Hvidsten  
Arne J. Jensen  
Bjørn Ove Johnsen  
Bror Jonsson  
Jan Ivar Koksvik  
Anton Rikstad



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Havbeite med laks ved NINA Årsrapport for 1991

Nina Jonsson (red.)  
Tor G. Heggberget  
Kjetil Hindar  
Nils-Arne Hvidsten  
Arne J. Jensen  
Bjørn Ove Johnsen  
Bror Jonsson  
Jan Ivar Koksvik  
Anton Rikstad

Tittel: Havbeite med laks ved NINA.  
Årsrapport for 1991.

NINA Notat 009: 1-45

Forfatter: Nina Jonsson (red.)  
Tor G. Heggberget  
Kjetil Hindar  
Nils-Arne Hvidsten  
Arne J. Jensen  
Bjørn Ove Johnsen  
Bror Jonsson  
Jan Ivar Koksvik  
Anton Rikstad

ISSN 0802-3115

ISBN 82-426-0211-5

Copyright (C) NINA  
Norsk institutt for naturforskning

Notatet kan siteres fritt etter kildeangivelse.

Opplag: 200

EX 1 / 2003  
791.0020.54

## Forord

Forskningsprogrammet om havbeite ble startet i 1986.

Denne rapporten summerer opp virksomheten på laks i 1991. Vi viser forøvrig til rapportene for virksomheten i 1987, 1988, 1989 og 1990.

Ved gjennomføringen av årets program har Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) samarbeidet med en rekke institusjoner: Universitetene i Trondheim og Oslo, Distriktshøyskolene i Finnmark og Nordland, Norges Veterinærhøgskole, Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt, Statkraft, Fylkesmennene i Troms, Nord-Trøndelag, Buskerud og Vest-Agder, SINTEF, Helgeland laksestyre, Statens skoger Mosjøen, Bø kommune og Nærøy kommune.

DN vassøkologiske avdeling og PUSH-programmet takkes for samarbeidet og finansiering.

Trondheim, april 1992

Tor G. Heggberget  
Prosjektkoordinator

## Innhold

Sammendrag .....	5
1 Innledning .....	7
2 Faglig virksomhet i 1991. ....	7
2.1 Havbeite med laks .....	7
2.1.1 Havbeite i Surna og Orkla: Predasjon og antipredatoratferd hos laks .....	7
2.1.2 Havbeite i Vefsna: Produksjon og utsetting av vill og oppforet laksesmolt. ....	8
2.1.3 Havbeite i Opløyelva, Salsbruket .....	13
2.1.4 Havbeite i Imsa: Laksens vandring i havet .....	23
2.1.5 Havbeite i Imsa: Smoltutsettinger på Ims våren 1991 .....	32
2.1.6 Havbeite i Imsa: Gyteeksperimenter .....	34
2.1.7 Havbeite i Imsa: Synopsis av noen internasjonalt publiserte resultater i 1991 fra havbeiterelatert forskning. ....	40
2.2 Populasjonsgenetikk .....	40
2.2.1 Populasjonsgenetikk og havbeite: Laks .....	40
2.2.2 Populasjonsgenetikk og havbeite: Røye .....	41
3 Delprosjekter i NINAs havbeiteprogram 1991 .....	43
4 Publikasjoner basert på resultater fra havbeite i 1991 .....	44

## Sammendrag

Predasjonsundersøkelsene i Orkla viser at torsk og sei samler seg nær elvemunningen om våren når smolten vandrer ut fra vassdraget. Ved stor smoltutgang synes antall predatorer (torsk og sei) å øke. Resultatene viser at torsk og sei kan stå for henholdsvis 20–25% og 12,5% av dødeligheten like etter utsetting. Gjenfangster av voksen laks, utsatt som oppdrettssmolt i Orkla, økte fra 2% til 6,8%, når oppdrettssmolten ble satt ut i stimer av villsmolt.

Ved yngelutsettinger i rennende vann og i en dam/innsjø i Vefsna, har vi ovenfor de områdene av Vefsna der det er Gyrodactylus salaris, registrert tettheten av laksunger. Gjødsling ble foretatt fra høsten 1988. Foreløpig har vi konstatert at gjødslingen har økt mengden næringsdyr med mellom 20 og 60 ganger, og at fisken har fått bedre tilvekst.

Forsøket i Opløyelva er det første fullskala havbeiteprosjektet med laks som er satt i gang i Norge. Foreløpige resultater viser en gjenfangst på omlag 4% av smolten utsatt i 1989. Gjenfangstprosenten fra denne utsettingen vil bli noe høyere siden stamfisken som ble benyttet var 3-sjövinterfisk. Registrert feilvandring er svært lav. Disse resultatene er oppløftene med hensyn til framtidig næringsvirksomhet. På bakgrunn av de erfaringene vi har gjort til nå er også muligheter for forbedringer, ved at både gjenfangstene og verdien av fisken kan øke ytterligere. Gjenfangstene kan økes ved redusert predasjon og bedring av utvandringstypen hos smolten. Verdien av gjenfangstene kan økes gjennom utvikling av et sportsfiske på og nær utsetningslokaliteten. Foreløpige tall fra Opløy indikerer en 3-dobling i forhold til kjøttverdien

når retten til fiske selges til sportsfiskere. Erfaringer fra andre vassdrag tilsier at markedet er villig til å betale inntil 10 ganger kjøttverdien hvis det er gode muligheter til å få fisk.

Resultatene fra utsettingsforsøkene av smolt på Ims viser at laksen under utvandringen lærer seg veien fra hjemelva til ernæringsområdene i havet. Denne kunnskapen bruker de under tilbakevandringen som kjønnsmoden fisk. Men, postsmoltutsettinger ved Færøyene tyder på at laksen i tillegg har en nedarvet retningssans. All voksen laks gjenfanget etter postsmolt utsettingene ved Færøyene, ble tatt øst for utsettingsstedet i norske kystfarvann. Resultater av merkinger av voksen laks i Norskehavet tyder på at tilbakevandringen til kysten er en aktiv vandring og ikke en passiv, tilfeldig forflytning med havstrømmen. Gjenfangstene viser at laksen kommer nokså upresist inn til kysten. Når laksen kommer inn i kyststrømmen velger den retning mot sin fjord og elv, om den ligger nord eller sør med kyststrømmen. Tilbakevandringen fra havet synes således delt inn i to faser: 1) en grov navigering ute i havet mot kysten og 2) en fin navigering langs kysten og inn i fjordområdene mot elva. Laksens forflytning i vandringsretningen i Norskehavet i perioden mars-mai er målt til mellom 8,4 og 14,2 km pr. dag. Det var ikke noe signifikant forskjell i svømmehastigheten til laks som svømte mot eller med kyststrømmen. Videre var svømmehastigheten i fjorder lavere enn ute langs kysten.

Gyteeeksperimentene mellom vill- og havbeitefisk på Ims indikerer at det er liten forskjell på gytesuksessen til hunner av vill- og havbeitelaks i eksperimenter, under seminaturalige forhold.

Havbeitehannene, derimot, hadde langt dårligere suksess enn de ville hannene.

Genetisk analyse av Norges viktigste laksestammer fortsetter. 8000 laksunger fra ca. 100 lokaliteter i vassdrag langs norskekysten fra Enningdalselva i Østfold til Neidenelva i Finnmark er samlet inn. Pr. august 1991 var nær 7000 laksunger analysert for genetisk variasjon i 40 enzymkodende gener.

## 1 Innledning

Målsettingen med NINAs Havbeiteprogram er å utvikle et lønnsomt havbeite uten at dette skal få negative miljøeffekter på våre ville laksestammer gjennom uheldige genetiske påvirkninger, konkurranse eller spredning av smittsomme sykdommer.

Erfaringene fra havbeite med laks viser at gjenfangstene er alt for lave til å danne grunnlag for et kommersielt havbeite i Norge. Kunnskap om forbedring av gjenfangsten og miljøpåvirkning må derfor forbedres før næringsvirksomhet med havbeite kan settes igang på en forsvarlig måte. Et viktig element i NINA's havbeiteprogram er derfor å gjennomføre forsøk i småskala før det skaleres opp til store utsettinger. På denne måten unngår en å kaste bort penger på investeringer i fisk og andre tiltak før de mest elementære egenskaper ved en lokalitet er undersøkt.

Forskningsprogrammet startet i 1986 og foregår i alle landsdeler og omfatter vassdrag fra Finnmark i nord til Østfold i sør. NINAs Havbeiteprogram er bygd opp av flere delprosjekter, som samlet skal gi svar på spørsmål innen de områder der det er nødvendig med økt kunnskap for utvikling av havbeite med laksefisk som næring. Sentrale problemstillinger er hvordan man kan forbedre kvaliteten på havbeitesmolten, hvordan redusere produksjonskostnadene, hvilke utsettingstidspunkt og sted som gir best overlevelse, hvilke faktorer som påvirker havbeitefiskens overlevelse i sjøen, analyse av vandring fra utsetting til og fra beiteområdene i sjøen, samt effekter havbeitefisk kan ha på vill fisk.

I årsrapporten for 1991 har vi delt NINAs virksomhet innen Havbeiteprogrammet inn i to

hovedtemaer: 1) Havbeite med laks og 2) Populasjonsgenetikk og havbeite. Vi gir en oversikt over virksomheten i 1991 og et resymé av resultatene.

## 2 Faglig virksomhet i 1991

### 2.1 Havbeite med laks

#### 2.1.1 Havbeite i Surna og Orkla: Predasjon og antipredatoratferd hos laks

##### Målsetting

Å forbedre overlevelse hos postsmolt.

##### Bakgrunn

Predasjon etter utsetting antas å være den viktigste årsak til den store dødeligheten hos utsatt smolt. For å kunne redusere denne dødeligheten har vi undersøkt dødelighet etter at smolten kommer ut i sjøen utenfor Orkla og Surna. Predasjonsstudiene i Surna ble gjennomført i 1984–1986, i Orkla har de blitt gjennomført i tidsrommet 1987–1991, og omfatter både villsmolt og utsatt havbeitesmolt.

##### Tidligere resultater

Undersøkelsene viser at torsk og sei samler seg nær elvemunningene om våren. Torsken alene spiste 20–25% av den utsatte smolten (1986 og 1987). Beiting på smolt av sei ble beregnet til 12,5% i 1989. Gjenfangster av voksen laks satt ut i Orkla som smolt i perioden 1984–1988 økte fra ca 2% til 6,8%, når smolten ble satt ut i stimer av vill smolt. Resultatene tyder på at overlevelsen blir bedre når oppdrettsmolten settes i stimer av



vill smolt ved at det totale tapet av smolt fra beiting fra torsk og sei blir mindre.

### Virksomhet i 1991

Predasjonsundersøkelsene i Orkla ble gjennomført som planlagt. Vi ønsket å kartlegge variasjoner i dødelighet på grunn av predasjon gjennom utvandringsperioden hos villsmolt. For å estimere predasjonstrykket gjennom utvandringsperioden, må en vite antallet smolt og antallet predatorer som er tilstede i estuariet i hvert enkelt døgn. Videre må en estimere antallet smolt som blir spist hvert døgn.

Undersøkelsene bygde på følgende sett av data innsamlinger;

1) Totalantallet torsk som var tilstede ble beregnet ved merking og gjenfangst. Merking og gjenfangst ble gjen-nomført ved hjelp av kilenot og stangfiske. I 1991 ble det ved hjelp av ekkointegrering estimert et relativt mål på antallet torsk og sei som var tilstede i estuariet. Vi fikk derved et mål for hvor mye av bestandene som var tilstede i de enkelte døgn av smoltutvandringen. Analysen ble gjennomført kontinuerlig i løpet av utvandringsperioden. Et ekkolodd med fire svingere var montert på tvers av elvebunnen i osen. Ekkoloddutstyret er utviklet av Fysisk Institutt ved Universitetet i Oslo. Materialet er bare delvis bearbeidet på grunn av manglende finansiering.

2) Antallet smolt som er tilstede blir beregnet ved smoltproduksjonsundersøkelser. Smoltproduksjonsberegningene blir gjennomført i forbindelse med måling av vassdragsreguleringens virkninger på laksen i Orkla. Mengden smolt i estuariet ble bestemt ved hjelp av fellefangst.

Med undersøkelsene i Orkla har vi nå laget et system som gir mulighet for å beskrive sammenhengen mellom antall utvandrende smolt og antall torsk og sei i estuariet. Undersøkelsene i 1991 viste at predasjon var mindre enn tidligere år, med liten beiting fra torsk og spesielt fra sei. Dødelighet hos villsmolten er derfor liten i 1991. Dette er forskjellig fra hva vi har sett tidligere.

### 2.1.2 Havbeite i Vefsna: Produksjon og utsetting av vill og oppforet laksesmolt

#### Målsetting

Prosjektets målsetting er todelt. 1) Produksjon av villsmolt, består i å klarlegge hvordan man best kan utnytte ikke-lakseførende vassdragsavsnitt til optimal produksjon av villsmolt ved utsetting av laksyngel. 2) Smoltutsetting, består i å utrede bruken av et stort vassdrag i Nord-Norge til havbeite med laks. I utsettingsforsøkene i denne delen inngår både vill og oppforet smolt.

#### Bakgrunn

Det foreligger få data om resultater av yngelutsetting av laks fra norske vassdrag. Dette prosjektet har derfor tatt utgangspunkt i yngelutsetting av laks i elver og vatn og søker å klarlegge hvilke faktorer som har betydning for yngelens overlevelse. Næringsgrunnlaget for yngelen er antatt å være en svært viktig faktor, og vi undersøker dette ved gjødslingsforsøk. Tilførsel av næringsalter gir økt mengde næringsdyr, og følgelig større overlevelse og bedre vekst for yngelen.

## Opplegg og foreløpige resultater

## Del 1. Produksjon av villsmolt

## Litjvasselva

Litjvasselva er sidevassdrag til Austervefsna. En smoltfelle er plassert ca 500 m ovenfor elvas utløp i Austervefsna og en elvestrekning på 13 km blir benyttet til yngelutsetting. Litjvasselva hadde tidligere aurebestand, men ble rotenon-behandlet i 1982. Yngelutsettingene kom igang i 1983.

Siden 1985 er det hvert år foretatt beregninger av tettheten av ungfisk på faste stasjoner i Litjvasselva. Tettheten har ligget mellom 19 og 53 laksunger pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden 1985 – 1991 (tabell 2.1.). Den lave tettheten i 1989 kan skyldes ekstra høy vannføring under elektrofisket, noe som ga vanskelige fangstforhold og dermed et for lavt estimat.

Tabell 2.1. Gjennomsnittlig tetthet (n/100 m<sup>2</sup> ± 95% konf. int) av laksunger (unntatt årsyngel) i Litjvasselva i 1985 – 1991.

År	Antall st.	Areal m <sup>2</sup>	Gj.sn.tetthet/ 100m <sup>2</sup>
1985	3	300	42.0 ± 2,7
1986	5	500	53.0 ± 2.7
1987	5	500	47.8 ± 1.5
1988	5	500	41.5 ± 2.0
1989	5	500	18.9 ± 1.2
1990	6	650	31.7 ± 1.0
1991	6	600	39.4 ± 0.8

Smoltfella i Litjvasselva kom i prøvedrift i 1985, og dette året ble det registrert 227 laksesmolt på utvandring. De seks siste årene har fella vært i drift hele sesongen, og i denne perioden har det i gjennomsnitt blitt fanget 996 smolt pr år. Dette tilsvarer en smoltproduksjon på 1.4/100 m<sup>2</sup> (tabell 2.2).

Tabell 2.2. Antall laksesmolt registrert i fella i Litjvasselva i 1985 – 1991.

År	Antall smolt	Antall smolt/100 m <sup>2</sup>
1985 (Prøvedrift)	227	0.3
1986	593	0.9
1987	1356	1.9
1988	2011	2,9
1989	880	1.3
1990	679	1.0
1991	456	0.7
Gj.snitt 1986 – 1991	996	1.4

I tillegg til datainnsamlingen om fiskebestanden i vassdraget, blir det samlet inn kvantitative prøver av bunnfaunaen i Litjvasselva ved hjelp av Surber-sampler. Næringstilbudet blir så sammenliknet med det som fisken spiser. Resultatene for perioden 1986 – 1989 viste at laksungene i sterk grad selekterte døgnfluelarver, mens interessen for steinfluelarver var liten. I 1986 – 1987 viste de eldste aldersgruppene (2+ og 3+) også positiv seleksjon av vårfluelarver, mens seleksjonen var sterkt negativ for alle aldersgrupper i 1988 – 1989. Fjærmygglarver, som i hele perioden var antallsmessig dominerende gruppe i mageprøvene, ble utnyttet omtrent i forhold til gruppens andel i bunnfaunaen.

Høsten 1988 ble det satt igang gjødsling av elva og dette gjødslingsprogrammet ble fortsatt i 1989, 1990 og 1991. I 1989 og 1990 ble det registrert en kraftig økning av den totale bunndyrtettheten. Mens det i 1989 gjaldt stasjonene som lå nærmest gjødslingsstedet, gjaldt økningen også de nederste stasjonene i 1990. Med ett unntak lå verdiene for oktober 1986 – 1987 mellom 500 og 1000 individer/m<sup>2</sup> for stasjonen nærmest gjødslingsstedet. For de samme stasjonene lå verdiene i 1989 mellom 21500 og 29000 individer/m<sup>2</sup> og i oktober 1990 – 1991 hadde de samme stasjonene et gjennomsnitt på 60000 individer/m<sup>2</sup>. De nederste stasjonene (lengst unna gjødslingsstedet) hadde gjennomsnittlig tetthet på 15000 individer/m<sup>2</sup> i oktober 1990 – 1991. Etter august 1988 er det registrert en økning i tilveksten hos laksungene, noe som sannsynligvis har sammenheng med den økte næringstilgangen.

#### Klubbvasselva

I Klubbvasselva, som er et sidevassdrag til Vefsnvassdraget, gjennomføres et liknende program på fisk og evertebrater som i Litjvasselva. Elektrofiske er utført på 8 stasjoner, og det er samlet inn bunndyr på 5 av disse. Tettheten av laks- og aureunger er vist i tabell 2.3. Smoltfelle ble bygd i 1988. I 1989 passerte 239 laksesmolt fella. I 1990 ble det registrert 162 smolt på utvandring i fella og i 1991 ble det fanget 257 smolt i fella. I denne perioden har det i gjennomsnitt blitt fanget 219 smolt pr år. Dette tilsvarer en smoltproduksjon på 1.5/100 m<sup>2</sup>.

Våren 1991 ble det satt igang et gjødsling-program i Klubbvasselva. Bunndyrmengdene økte kraftig i løpet av sommeren. På stasjonen nærmest gjødslingsstedet ble det registrert

tettheter på over 40000 individer/m<sup>2</sup> i oktober 1991.

Tabell 2.3. Gjennomsnittlig tetthet (antall fisk pr 100 m<sup>2</sup> ± 95 % konfidensintervall) av laks og aureunger (unntatt årsyngel) i Klubbvasselva 1987 – 1991.

År	Antall stasjoner	Areal m <sup>2</sup>	Tetthet	
			Laks	Aure
1987	8	1085	27.2 ± 0.9	9.1 ± 1.0
1988	8	1085	41.6 ± 2.7	11.8 ± 1.3
1989	8	1085	24.9 ± 3.2	8.5 ± 1.7
1990	8	1320	17.8 ± 1.3	13.1 ± 2.1
1991	8	1311	20.7 ± 0.9	8.5 ± 0.4

#### Mosvasstjern

Øvre og Nedre Mosvasstjern er begge kunstig oppdemte innsjøer anlagt i forbindelse med bygging av Tosbotnvegen. Dammen ved Nedre Mosvasstjern ble bygd ferdig i 1983 og dammen ved Øvre Mosvasstjern ble bygd i 1982.

Begge tjern har svært næringsfattige vannmasser. Maksimale algebiomasser har vært i området 200–250 mg/m<sup>3</sup> (våtvekt), med gjennomsnittsverdier under 100 mg/m<sup>3</sup>. Biomassen av dyreplankton har gjennomgående vært mindre enn 20 mg/m<sup>3</sup> (tørrvekt). *Bosmina longispina* er eneste cladocerart av betydning.

Både alge- og dyreplanktonbiomassen har vært noe høyere i Nedre enn i Øvre Mosvasstjern.

Det er satt ut laksyngel i de to dammene siden 1983. En smoltfelle som registrerer utvandrende smolt fra Nedre Mosvasstjern kom i drift i 1986 og en tilsvarende for Øvre Mosvasstjern kom i drift i 1987 (tabell 2.4.). Antall utvandrende smolt

fra Nedre Mosvasstjern har variert mellom 530 (1991) og 4062 (1987). I Øvre Mosvasstjern har de tilsvarende tall vært 125 (1991) og 876 (1988).

Tabell 2.4. Antall laksesmolt registrert i fellene i Nedre og Øvre Mosvasstjern i 1986 – 1991.

Felle	År	Antall smolt
Nedre Mosvasstjern	1986	1102
Nedre Mosvasstjern	1987	4062
Nedre Mosvasstjern	1988	3668
Nedre Mosvasstjern	1989	3196
Nedre Mosvasstjern	1990	1008
Nedre Mosvasstjern	1991	530
Øvre Mosvasstjern	1987	345
Øvre Mosvasstjern	1988	876
Øvre Mosvasstjern	1989	807
Øvre Mosvasstjern	1990	136
Øvre Mosvasstjern	1991	125

### Lomtjønna

Lomtjønna i Hattfjelldal ble i 1988 utpekt som egnet lokalitet for gjødslingsforsøk. Den er endevatn, ligger på statsgrunn og er lett tilgjengelig fra veg. Den har fjell i utløpet og egnert seg godt for fellebygging. Tjønna har aurebestand. I 1989, 1990 og 1991 har det vært gjennomført et innsamlingsprogram for vannkjemi, plante- og dyreplankton og bunnfauna. Tjønna ble rotenonbehandlet i 1990, og i 1991 ble det satt ut 45000 laksyngel.

Bunnfaunaen i 1991 bestod av de samme grupper som i årene før rotenonbehandling. Biomassen var likevel omtrent halvert på grunn av reduksjon i mengden av fjærmygglarver som var sterkt dominerende gruppe. Rotenonbehandlingen fjernet all planktonkreps. I løpet av 1991 bygde popu-

lasjonene seg opp igjen til samme bio-massnivå som før rotenonbehandling. Unntak var de tidligere vanlige artene Daphnia longispina og Cyclops scutifer som fullstendig manglet i 1991.

### Del 2. Smoltutsetting

Siden 1987 er det merket og satt ut villsmolt fra de fire fellene, og gjenfangsten fra de ulike gruppene har variert mellom 0 og 2.5 % (tabell 2.5). Gjenfangsten fra utsettingene i Øvre og Nedre Mosvasstjern har vært svært dårlige, og dette skyldes sannsynligvis de mange hindringer som smolten må passere på sin veg ut fra disse lokalitetene. Utsettingene i Litjvasselve og Klubbvasselve har gitt betydelig bedre gjenfangster. Det er for tidlig å si noe om resultatene fra merkingene i 1990 og 1991.

Hittil har merkingene bare omfattet villsmolt. I 1992 starter utsettingene av oppforet smolt. Laksen som skal settes ut er av Vefsnastammen og er produsert i samarbeid med Tjøtta forskningsstasjon/Havforskningsinstituttet i anlegget i Leiråga, Tosbotn. Hensikten med smoltutsettingene er:

- Å sammenlikne gjenfangstprosent, vekst og alder og størrelse ved gjenfangst for oppforet smolt og villsmolt.
- Å komme frem til beste tidspunkt for utsetting av smolten.
- Å studere overlevelse og fordeling av gjenfangsten i forhold til smoltens utsettingssted.
- Å sammenlikne gjenfangstene med resultatene fra Havforskningsinstituttets utsettinger på Vega.

Tabell 2.5. Gjenfangster av merket villsmolt utsatt på ulike steder i Vefsnavassdraget i 1987 – 1989. Fra merkingene i 1989 forventer vi flere gjenfangster (laks som har vært tre vintre i sjøen).

År	Utsettingssted	Antall	Antall	Gjenfangst
		utsatt	gjenfanget	%
1987	Litjvasselve	857	15	1,8
1987	Nedre Mosvasstjern	856	0	0,0
1987	Øvre Mosvasstjern	269	2	0,7
1988	Klubbvasselve	397	10	2,5
1988	Litjvasselve	835	19	2,3
1988	Nedre Mosvasstjern	415	2	0,5
1988	Øvre Mosvasstjern	647	0	0,0
1989	Klubbvasselve	364	6	1,6
1989	Trofors	313	2	0,6
1989	Svenningdalselve	504	1	0,2
1989	Litjvasselve	227	0	0,0
1989	Nedre Mosvasstjern	785	1	0,1

Ved tradisjonelt oppdrett av smolt for utsetting er målet å produsere en smolt som har flest mulig av villsmoltens egenskaper, og som dermed er best mulig skikket til å klare seg i naturen. Siden vi hvert år setter ut et antall villsmolt i Vefsna har vi her en sjelden anledning til å kontrollere kvaliteten til den oppforede smolten mot kvaliteten til villsmolten. Den ville smolten som produseres og settes ut i Vefsnavassdraget vil dermed kunne tjene som en viktig referanse for den oppforete havbeitesmolten.

#### Status

Tidligere eksisterende kunnskap og erfaringer fra prosjektet har klarlagt at naturlige vannsystemer kan brukes som produksjonsområder for smolt.

Prosjektets hovedmål er derfor å optimalisere denne produksjonen for å fremskaffe en billig smolt av god kvalitet. Vi arbeider med gjødsling for å øke næringsgrunlaget for fisken og dermed i neste omgang smoltproduksjonen. Foreløpig har vi konstatert at gjødslingen har gitt en vesentlig økning i mengden av næringsdyr, og at vi har fått en bedring i fiskens tilvekst. I 1992 kommer vi igang med utsetting av smolt som er tradisjonelt oppdrettet i anlegg. Gjennom disse utsettingene vil vi utrede bruken av et stort vassdrag i Nord-Norge til havbeite. På grunn av produksjonen av villsmolt i Vefsna har vi her en sjelden anledning til å gjøre sammenliknende forsøk med villsmolt og tradisjonelt oppdrettet smolt.

### 2.1.3 Havbeite i Opløyelva, Salsbruket

#### Målsetting

- 1) Å analysere gjenfangst av smolt av forskjellig størrelse og alder utsatt på forskjellige steder ved forskjellige tidspunkt og ved ulike vannføringer.
- 2) Å analysere vandringsatferd under inn- og utvandring, både med tanke på smitte av furunkulose fra oppdrettsanlegg i området, og for å finne fram til den smolten som vandrer raskest ut og dermed har høyest overlevelse.
- 3) Å prøve ut ulike gjenfangststrategier for havbeitelaks både i elva og i fjordområdet utenfor.

#### Opplagg og resultater

#### Smoltutsettinger

Fisken er helt fra starten blitt levert fra Skorstad klekkeri A/S og Otterøysmolt A/S på Otterøya. Bruk av lokale stammer er en forutsetning ved havbeite, og det er derfor benyttet stamfisk av kilenotfanget villaks fra Namsenfjorden. All fisk ble fra og med 1990 enten individmerket med Carlinmerker, eller fettfinneklippet i anlegget før utsetting.

Opløyelva er regulert og vannføringen kan endres kunstig. Utsettingene har både foregått på normal vannføring, og ved kunstig økning i vannføringen (+10m<sup>3</sup>/s) like før utsetting til noen timer etter utsetting. Dette for å se på vannføringens betydning for gjenfangst og feilvandring. I løpet av de tre første årene er det satt ut 220 000 smolt.

#### Predasjon på utsatt smolt

For å få et bilde på predasjonen ble Carlinmerker samlet inn på sitteplassene/gulpeplassene til måkene (de gulper opp ufordøyelig materiale som de har spist) langs land, på holmer og skjær utover fjordsystemet. I tillegg ble det benyttet garn i elvas munningsområde til fangst av torsk for å analysere andelen fordøyd (Carlinmerker) og ufordøyd smolt disse hadde i magen. Resultatene så langt viser at minst 2.7 % av laksesmolten blir tatt av måker (2.5 %) eller torsk (0.2 %) ved utvandringen.

#### Betydning av smoltalder- og størrelse

Både Carlinmerket 1- og 2-års smolt ble satt ut i 1991, dette for å se på betydningen av smoltalder og -størrelse for overlevelse hos smolten. Resultatene viser ingen signifikant forskjell med hensyn til predasjon av 1 og 2-åringer.

Gjennomsnittlig lengde ved merking var henholdsvis 188.8 mm og 203.6 mm hos 1- og 2-årig smolt. Det var ingen signifikant forskjell mellom gjennomsnittlig smoltlengde ved merking og gjennomsnittlig lengde ved merking hos den predaterte smolten. Det vil si at ut fra vårt materiale har ikke størrelsen noen betydning for hvilke fisker som blir spist av måken.

#### Betydning av vannføring

Vannføringen i vassdraget er hos ville bestander av laksefisk påvist å påvirke både vandringsmotivasjon og predasjon på smolten. Det ble registrert 2.8 % predasjon ved høy vannføring, 2.4 % ved normal vannføring, men denne forskjellen var ikke signifikant.

## Betydning av utsettingssted

Det er kjent at utsettingsstedet kan være av betydning for smoltens overlevelse og tilbakevandring. Vi satte ut smolt på to forskjellige lokaliteter i Opløyelva. Ved utløpet av kraftstasjonen, og ovenfor fella i elva. Våre resultater viser at smolten som ble satt ut ovenfor fella i større grad ble predatert enn de som ble satt ut lenger nede i elva, henholdsvis 3.1 % og 2.6 % ( $X^2=5.249$ ,  $df=1$ ,  $p<0.05$ ).

## Betydning av utsettingstidspunkt

Det er vist at utsettingstidspunktet kan ha betydning for smoltens overlevelse. I Opløyelva ble det i 1991 satt ut smolt i 8 perioder i løpet av 1½ måned. Resultatene viser at predasjonen var meget varierende mellom de ulike smoltutsettinger, fra 0.7 % ved utsetting 2/5 til 4.3 % den 30/5.

## Smoltens fysiologiske tilstand

En del av smolten vandret ikke ut i det hele tatt, men ble stående igjen i Opløyelva, enkelte gikk opp i Elgåa som ligger noen hundre meter fra Opløyelva. Det er kjent at en varierende andel av hannlaksen kan kjønnsmodne i elva før smoltifisering og bli stående igjen i ferskvann. Denne andelen er for en stor del genetisk betinget, men kan bli høyere som følge av den behandlingen den får i anlegget fra klekking til utsett. Det ble fisket opp 105 smolt i Opløyelva og Elgåa som ikke hadde vandret ut en måned etter siste utsett. 14 av disse var 2-årig smolt med Carlinmerke. Ved merking var det ingen forskjell i størrelse mellom disse 14 som ikke gikk ut (209.1 mm) og totalt for utsatte toåring (203.6 mm), ( $t=1.34$ ,  $df=112$ ,  $p>0.05$ ). Det var kun 4 ett-årig Carlin-

merket fisk fanget i elv, disse var ved merking heller ikke forskjellig fra totalmaterialet ved merking, henholdsvis 189.8 mm og 188.8 mm.

Av de 73 1-åringene som sto igjen i elva var 12.9 % kjønnsmodne, alle hanner, mens bare 9 av 14 (64.3 %) av 2-åringene var kjønnsmodne. Også her var alle hanner. Dette indikerer at størrelsen kan ha betydning for hvilke individer som kjønnsmodner mellom årsklasser, da 1-åringene har mindre kroppsstørrelse enn 2-åringene. Innen årsklassene finner vi ingen sammenheng mellom størrelse og kjønnsmodning.

Kjønnsfordelingen totalt for 1-åringene var 1:1.09 i favør av hannene (36 ♂, 33 ♀) ( $X^2=0.130$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ ). Blant 2-åringene var det en markert overvekt av hanner, 1:8, 16 ♂ og 2 ♀ ( $X^2=10.889$ ,  $df=1$ ,  $p<0.001$ ). Ved kontroll av smolten før utsetting var det i utvalget en svak overvekt av hunner, 82 ♀, 70 ♂, 1:1.2 ( $X^2=0.947$ ,  $df=1$ ,  $p>0.05$ ). Dette indikerer at hunnene i en større grad vandrer ut enn hannene.

Tidligere undersøkelser viser at smoltens overlevelse er best hvis den settes ut når Na-K-ATPase-nivået i fiskens blod er stigende. I 1991 ble det foretatt Na-K-ATPase-analyse i anlegget før utsetting, på de ulike gruppene, 1 og 2 årige Carlinmerkede og 1 årige fettfinneklapte lakse-smolt. De fettfinneklapte 1-åringene viste en ATPase-verdi som tilsvarer smolt-verdier. De Carlinmerkede fiskene viste en litt lavere aktivitet, men høyere enn det man finner hos lakseparr. En 24-timers sjøvannstest ble utført på de ulike gruppene for å få mer informasjon om smolt-status, men disse blodprøvene er foreløpig ikke analysert.

## Postsmolt

### Vandringsatferd

Parallelt med smoltutsettingene i 1991 ble det plassert hydroakustiske sendere på 10 smolt. Disse ble fulgt utover fjordsystemet slik at vi kunne registrere vandringsrute og vandringshastighet hos smolten ut fjorden. Utsettingene fordelte seg over 1½ mnd., tilsammen 8 utsettinger.

Det ble satt hydroakustiske sendere på tilsammen 10 fisker gjennom utsettelsesperioden. To fisker med sender ble satt ut samtidig ved hver utsetting. Senderne hadde en rekkevidde på ca. 200 meter, men værforhold og dermed peileforhold medvirket til at det kunne være vanskelig å få inn signaler fra senderne så langt borte. Vandringshastighet og tidspunkt for utvandring i forhold til utsetting varierte. Den av smoltene vi fulgte lengst utover, brukte 5 timer på 5 km, det vil si en vandringshastighet på 1 km/t. En annen smolt som vandret direkte utover etter utsetting brukte 3 timer på 2 km; 0.67 km/t. Fem av de utsatte smoltene mistet senderne på tur utover. Alle disse fiskene sto lenge i elva før de begynte å vandre, og når de eventuelt startet, vandret de sakte.

## Gjenfangst

### I utsettingsvassdraget

Gjenfangstene av havbeitelaks Opløyelva ble registrert ved hjelp av garn, kilenot, stangfiske og fangstfelle. I 1990 ble det totalt fanget 1498 laks i Opløyelva, kun 1-sjøvinter, mens det i 1991 ble registrert 815 laks, både 1 og 2-sjøvinter. Fordelingen av fangsten på de ulike redskaper er oppgitt i tabell 2.6.

Tallene gjelder all laks fanget, både merket (Carlinmerket og fettfinneklippet) og umerket fisk. Før prosjektet startet var det registrert en liten andel oppdrettslaks og feilvandret villaks i vassdraget. Denne andelen anses å være liten i og med at fangstene i elva i perioden 1982–1988 varierte årlig fra 11 til 123 kg. Det er tatt skjellprøver av all laks for å bestemme denne andelen nøyaktig, men disse er foreløpig ikke bearbeidet.

Kilenot var viktigste fangstredskap i 1991 med totalt 38 % av totalfangsten. Nota var plassert i elvemunningen og sto ute til fangst i 55 døgn. Fangsten per døgn var 5.6 laks (11.3 i 1990).

Fangstfella har fanget forholdsvis lite laks både i 1990 og 1991. Det ble fanget omtrent like stor andel av fangsten i fella begge årene (14 og 16%). Disse resultatene viser at det ikke er tilstrekkelig å fange havbeitefisken bare i fangstfelle. I tillegg må det etableres ekstra fangstredskaper i og i nærheten av utsettingselva.



Tabell 2.6. Tilbakevandring til Opløyelva i 1991. Fordeling av gjenfangstene på ulike redskaper. Tallene i parentes gjelder sesongen 1990.

Redskap	Fangstperiode	Antall fisk	%
1. Stang	25.06–22.10 (25.06–01.11)	238 (441)	29 (30)
2. Fangstfelle	01.06–01.11 (01.06–01.11)	114 (242)	14 (16)
3. Kilenot	15.07–10.09 (26.07–04.09)	308 (395)	38 (26)
4. Garn	18–06–01.11 (01.09–01.11)	155 (420)	19 (28)
Totale gjenfangster		815 (1498)	100

På stang ble det fanget like stor andel av fangsten i 1990 og 1991, henholdsvis 29 og 30 %. På garn ble det fanget betydelig større andel i 1990, noe som skyldes et intensivt garnfiske i elva for å fange laks som sto i elva utover høsten. Denne andelen var mindre i 1991, noe som tyder på en mer effektiv gjenfangst i 1991 enn i 1990.

Grensen mellom 1 og 2-sjøvinter laks ble satt til 3 kg. Ut fra dette var fordelingen følgende: 457 1-sjøvinter laks, med gjennomsnittsvekt 1.77 kg., og 358 2-sjøvinter (4.91 kg.). Middelvekta på laksen i 1990 var 2 kg., i 1991 3.15 kg. Totalfangsten i 1990 ble 2996 kg, i 1991 2567 kg. Dette viser at fangst i antall kilo er nesten like bra i 1991 som i 1990, selv om antall laks fanget i 1991 er vesentlig lavere enn i 1990. Det lave

antallet i 1991 skyldes først og fremst mindre smoltutsetting i 1990 enn året før, samt flere faststående (kilenot og krokgarn) og andre fiske-redskaper i fjorden. Ved prosjektets start i 1989 var det 5 faststående redskaper i fjorden, i 1991 var antallet økt til 10. Dette er et eksempel på at beskatningsintensiteten i et område øker når det kommer mer fisk i systemet, f.eks. i forbindelse med havbeite. Dette kan dermed gi økt beskatning også av villfisken i området.

Fordelingen av gjenfangstene på ulike redskaper i Opløyelva gjennom sesongen viser at det var best fangst i august, og at det ble tatt mest på kilenot ved utløpet av elva.

## Carlinmerket laks

Det ble satt ut henholdsvis 5998 og 5992 Carlinmerket laksesmolt i Opløyelva i 1989 og 1990. I 1989 ble det kun satt ut 1-årig Carlinmerket smolt, mens det i 1990 ble satt ut bare 2-årig Carlinmerket smolt.

Totalt er det registrert 3.1 % gjenfangst av utsatt havbeitefisk fra Opløyelva (tabell 2.7.). Gjenfangsten av 1-sjøvinter laks er lik i 1990 og 1991, 2.5 %. Kun 1.2 % 2-sjøvinter laks er registrert gjenfanget. Disse utgjør allikevel en betydelig andel i antall kilo i forhold til 1-sjøvinter laksen. I 1990 ble det totalt fanget 119.4 kg Carlinmerket 1-sjøvinter laks, i 1991 232.3 kg,

derav 118.6 kg 2-sjøvinter laks. Det forventes at gjenfangstene vil stige i årene som kommer. Dette fordi en god del Namsenlaks står 3 år i sjøen. Utsettingene i 1989 og 1990 vil derfor gi gjenfangster til og med 1993.

## Geografisk fordeling av gjenfangst av Carlinmerket laks

Den geografiske fordelingen av gjenfanget havbeitelaks fra Opløyvassdraget viser at laksen hovedsakelig er registrert i Nord-Trøndelag, en meget liten andel er fanget ellers langs kysten (tabell 2.8.).

Tabell 2.7. Gjenfangst av Carlinmerket laks i 1990 og 1991.

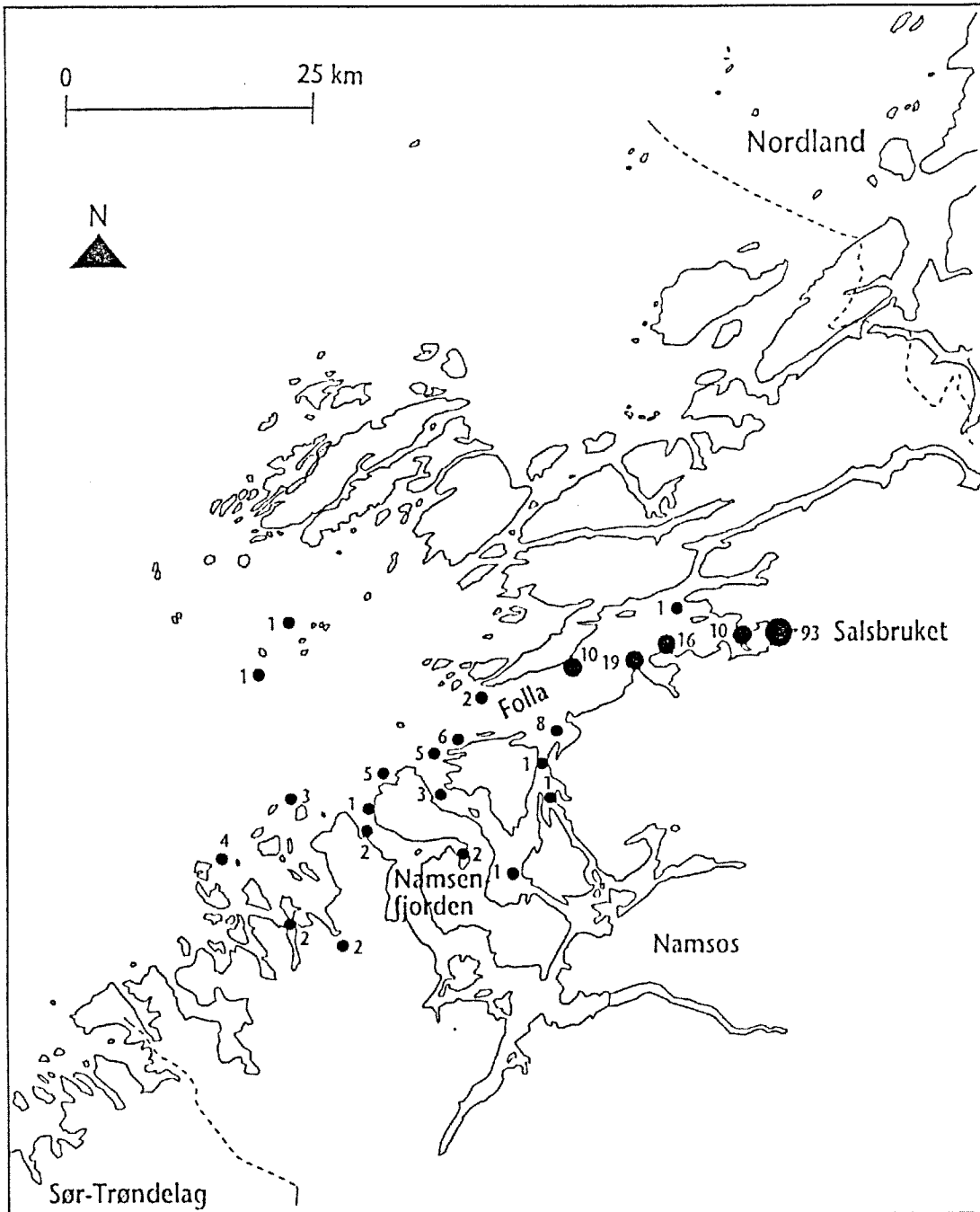
Utsatt (år)	Utsatt (n)	Gjenfangst 1990 (n)		GJENFANGST 1991 (N)		TOTALT (N)	
			(%)		(%)		(%)
1989	5998	147	(2.5)	74	(1.2)	221	(3.7)
1990	5992	-	-	148	(2.5)	148	(2.5)
Totalt	11990					369	(3.1)

Tabell 2.8. Geografisk fordeling av gjenfangstene av havbeitefisk i 1990 og 1991.

Fylke	Gjenfangst 1990		Gjenfangst 1991		Gjenfangst totalt (%)
	(N)	(%)	(N)	(%)	
Møre og Romsdal	-	-	2	(0.9)	0.5
Sør-Trøndelag	1	(0.7)	8	(3.6)	2.4
<b>Nord-Trøndelag</b>	<b>111</b>	<b>(75.0)</b>	<b>202</b>	<b>(91.0)</b>	<b>84.6</b>
Nordland	19	(12.8)	3	(1.3)	6.0
Troms	2	(1.4)	-	-	0.5
Finnmark	1	(0.7)	-	-	0.3
Færøyene	14	(9.5)	5	(2.3)	5.1
Ukjent	-	-	2	(0.9)	0.5
<b>Totalt</b>	<b>148</b>	<b>(100)</b>	<b>222</b>	<b>(100)</b>	<b>100</b>

Resultatene viser at henholdsvis 75 og 91 % (85) av gjenfangstene er registrert i Nord-Trøndelag. Det er få fisker registrert ellers langs kysten. Laksen registrert ved Færøyene ble satt ut i Opløy i 1989 og gjenfanget vinteren 1990/91 ved Færøyene (tabell 2.8).

Hoveddelen av gjenfangsten i 1990 og 1991 i Nord-Trøndelag ble gjenfanget i Opløyelva, (figur 2.1).



Figur 2.1. Geografisk fordeling av gjenfangstene av Carlinmerket havbeitefisk i Nord-Trøndelag i 1991.

I Opløyelva ble henholdsvis 64 % og 45,1 % gjenfanget i 1990 og 1991, mens i Opløyfjorden ble henholdsvis 10,8 % og 29,2 % gjenfanget i 1990 og 1991. Økningen av gjenfangstene i Opløyfjorden skyldes fordobling av antall faststående redskaper i fjorden i 1991 i forhold til 1990.

Gjenfangsten på Nord-Trøndelagskysten var samme begge år (ca. 25 %).

Gjenfangst av Carlinmerket laks fra utsettingene i 1989 og 1990 viser omtrent samme fordeling på ulike redskaper som for totalfangstene i elva (tabell 2.6 og tabell 2.9).

Tabell 2.9. Fangstfordeling av Carlinmerket laks på ulike redskaper i 1990 og 1991.

Fangst- sted	Fangst- redskp	Gjenfangst 1990		Gjenfangst 1991		Total gjenfangst	
		(N)	(%)	(N)	(%)	(N)	(%)
Opløyelva	Stang	29	(19.6)	30	(13.5)	59	(16.0)
	Fangstfelle	12	(8.1)	7	(3.2)	19	(5.1)
	Garn	10	(6.7)	3	(1.4)	13	(3.5)
I munnings- området	Kilenot	18	(12.2)	35	(15.8)	53	(14.3)
	Garn	0	(0.0)	7	(3.2)	7	(1.9)
I sjøen	Kilenot	38	(25.7)	100	(45.0)	138	(37.3)
	Krokgarn	9	(6.1)	18	(8.1)	27	(7.3)
	Garn	4	(2.7)	3	(1.4)	7	(1.9)
	Line	10	(6.7)	3	(1.4)	13	(3.5)
	Stang	5	(3.4)	3	(1.4)	8	(2.2)
	Ukjent	11	(7.4)	11	(4.9)	22	(5.9)
Andre elver	Stang/garn	2	(1.4)	2	(0.9)	4	(1.1)
Sum		148	(100)	222	(100)	370	(100)

I 1990 ble det registrert størst fangst i elv/munningsområdet på stang, mens det i 1991 var størst fangst på kilenot (tabell 2.9). Dette stemmer overens med de totale gjenfangstene hos tilbakevandret laks til vassdraget (tabell 2.6). Av total gjenfangst registrert for Carlinmerket laks er 46.6 og 37.1% (40.8) tatt i elva/munningsområdet, henholdsvis i 1990 og 1991. I sjøen er det registrert størst andel gjenfangster på kilenot, og denne andelen har økt kraftig fra 1990 til 1991, fra 25.7 % i 1990 til 45 % i 1991 (tabell 2.9).

Det er registrert en meget liten oppgang av havbeitelaks fra Opløy i andre elver (feilvandrere). Det ble registrert to Carlinmerkede havbeitelaks i Salsvassdraget, Fosnes kommune, i 1990, og to i Lauvsneselva, Flatanger kommune, i 1991. Begge disse lokalitetene ligger i Nord-Trøndelag. Dette utgjør henholdsvis 1.4 og 0.9 % av de totale gjenfangster i 1990 og 1991 (tabell 2.9). Av gjenfangstene i elv/munningsområde utgjør feilvandlerne henholdsvis 2.8 og 2.4 %.

### Vandringsatferd inn mot vassdraget

Merket havbeitelaks på innvandring ble fanget i kilenot ved Kvalholmen, i den ytre delen av Opløyfjorden, og påført hydroakustiske sendere. Disse ble fulgt ved hjelp av mottakere med en rekkevidde på omlag 500 meter. Resultatene fra første halvdel av juli viste at fisken holdt seg i de ytre områdene av fjordsystemet. Når fisken fulgte land, gikk den nært opptil land og foretrakk grunnområder. Enkelte av laksene vi fulgte krysset fjordsystemet flere ganger. Vandringshastigheten varierte, men lå mellom 1.5 og 2.5 km/t. Enkelte steder kunne laksen stå helt i ro over lengre tid, eller bevege seg rundt omkring på

grunnene. Havbeitelaksen passerte ofte kilenot og krok-garn-plasser, noe som tyder på at vandringsatferden til vill-laksen og havbeitefisken ikke er forskjellig. Vandringsatferden var meget retningsbestemt ved kryssing av fjord, men den beveget seg vertikalt i vannmassene under overfarten. Det er av stor interesse å se om havbeitefisken tiltrekkes av oppdrettsanlegg, noe som kan synes naturlig i og med at de har vokst opp på kunstig fôr. Fiskene som vi fulgte passerte nært opptil flere oppdrettsanlegg uten at den viste noe tegn til å stanse i nærheten av disse anleggene. Dette har betydning for blant annet mulig smitteoverføring fra oppdrettsanlegg til havbeitefisken.

Det ble i tillegg lydmerket 4 laks som ble fanget i kilenota ved Opløyelva og transportert utover fjorden for å registrere laksens bevegelser i nærheten av elvemunningen, blant annet i forhold til flo og fjære. Disse resultatene viser at laksen kom opp i elva like før høyvann, og beveget seg mot utløpet da det gikk mot lavvann.

### Ringvirkninger i og utenfor vassdraget

Som et resultat av havbeiteutsettingen er Opløyelva blitt Namdalens tredje viktigste laksevassdrag (etter Namsen og Årgårdsvassdraget). Fangsten i Opløyelva var i 1990 ca. 3 tonn laks, i 1991 ca. 2.6 tonn.

Før 1990 ble det fanget en og annen laks i Opløyelva, men det var ingen egen gytebestand i vassdraget. Det var heller ikke organisert kortsalg eller utleie av laksefiske.

Prosjektet har leid fiskeretten i Opløyelva for 8 år fra og med 1989. I 1990 ble det organisert fiskekortsalg. Det ble solgt døgnkort à kr. 50, med et

depositum på ytterligere kr. 50 som ble refundert ved utfylt fangstoppgeve. Dette ga 90 % tilbake-melding av fangst fra fiskerne. Totalt ble det solgt 387 fiskekort i 1990, og det var begrensning på 10 fiskere per døgn.

De direkte ringvirkningene av laksefisket i 1991 var kr. 230 000 i form av fiskekortsalg, salg av fisk fanget i not og garn, og overnatting. Dette utgjør omtrent tre ganger kjøttverdien av laksen.

I 1991 ble det solgt 530 fiskekort, fordelt på 451 døgnkort og 79 halvdøgnskort. Dette er en økning i forhold til 1990 på 37 %.

I 1990 varte fiskesesongen fra 25. juni – 1. september. I 1991 ble sesongen utvidet til og med 31. oktober. Opløyelva er dermed det eneste vassdrag i Midt-Norge som har tilbud om laksefiske i september og oktober.

### Veterinærkontroll

Smolten i 1991 ble levert fra Skorstadlaks A/S og Otterøysmolt A/S. Anleggene er tilknyttet lovbestemt veterinærkontroll og det er fremlagt veterinærattest for alle smoltpartier som er levert. I tillegg er det tatt ut tilfeldige prøver av laks fra Opløyelva, tilsammen 16 laksesmolt og 22 voksne laks. Disse er analysert med hensyn til mulig forekomst av fiskepatogene bakterier av Næringsmiddelkontrollen i Namdal. Det ble ikke påvist fiskepatogene bakterier på prøvene, verken i 1990 eller i 1991.

Utvikling av næringsmodell for havbeite med laks i Nærøy

De foreløpige resultatene viser at ca 90% av gjenfangstene gjøres i Nord-Trøndelag fylke, og

at ca 75–80% av disse igjen gjøres i Nærøy kommune. De lokale/ regionale sjølaksefiskeres organisasjoner må derfor bringes inn i det videre arbeidet.

Omlag 50% av gjenfangstene er hittil gjort i eller i tilknytning til utsettingsvassdraget. Organiseringen av interessene her er allerede igang, og det gjenstår å videreutvikle de ulike lokale høstingsformer og øke verdien av disse, inklusive de indirekte resultater av økt aktivitet.

Produksjonen av smolt foretas i dag av et kommersielt anlegg som ligger et stykke unna Opløyvassdraget. På sikt vil en arbeide for en løsning der i alle fall den siste fase av smoltproduksjonen foregår i tilknytning til vassdraget. Forholdene lokalt ligger godt til rette for at smolten kan oppbevares i enkle tanker ved Opløyelva slik at en slipper en stressende transport/ behandling av smolten like før utsetting. På denne måten kan også produksjonen av havbeite-smolt trekkes inn som en integrert del av en komplett næringsvirksomhet.

### Konklusjon

Havbeiteprosjektet i Opløy er det prosjektet som er kommet lengst når det gjelder utvikling av storskala havbeite med laks. Resultatene så langt viser en gjenfangst på omlag 4 % av fisken utsatt første år, 1989. Gjenfangstprosenten fra første års utsetting vil øke kommende år ettersom det er benyttet utelukkende stamfisk av 3-sjøvinter laks i dette prosjektet. Total gjenfangst ligger derfor sannsynligvis over 5 %. Registrert feilvandring er svært lav. Disse resultatene er oppløftene med hensyn til framtidig næringsvirksomhet, men på bakgrunn av erfaringene gjort i denne perioden er det muligheter for tildels omfattende forbedringer,

både gjennom økning i gjenfangstene og økning av verdien av gjenfangstene.

## 2.1.4 Havbeite i Imsa: Laksens vandring i havet

### Målsetting

Studere vandring av voksen laks fra havet til ferskvann.

### Bakgrunn

Laksen vandrer flere tusen kilometer fra oppvekstelva og ut i havet for å spise for så å vende tilbake til oppvekstelva for å gyte. Laksen fra Norge vandrer til områdene nord i Norske-havet. Noen mener at tilbakevandringen er direkte, mens andre mener at den er basert på tilfeldig søking. I dag er det to hovedhypoteser som forklarer mekanismen for tilbakevandring til ferskvann: (1) at smolten lærer seg veien fra elva til havet, og at den voksne laksen bruker denne kunnskapen for å finne tilbake til elva, (2) at heimfinninga til gyteelva er nedarvet; den voksne laksen navigerer etter populasjonsspesifikke luktestoffer som den utvandrende smolten gir fra seg. Den første hypotesen får den bredeste støtten. Noen foreslår at laksen i havet vandrer aktivt og bruker himmellegemer til å navigere etter, mens andre hevder at laksen blir ledet av havstrømmene, ja, endog transportert med strømmene tilbake til fjorden og gyteelva. Den nyeste hypotesen er at laksen navigerer ved hjelp av jordens magnetfelt.

### Opplegg

Resultatene i denne undersøkelsen er basert på utsettinger av (1) merket smolt i elver og i åpent

hav, (2) post-smolt ved Færøyene og (3) voksne laks i Norskehavet og langs norskekysten (figur 2.2). Laks utsatt som smolt og post-smolt ble gjenfanget 1–3 år etter utsetting, mens den voksne laksen ble gjenfanget samme år som den ble merket.

### Smoltutsettinger

I løpet av 1966–1982 ble 10 465 smolt utsatt i Sandvikselva, Imsa, Nidelva og Vefsna. Fra Imsa ble vill fisk benyttet, fra Nidelva og Vefsna oppdrettet fisk fra ville foreldre og fra Sandvikselva både vill og oppdrettet fisk.

I 1981 ble 4807 smolt utsatt i åpent hav ved Kvitsøy etter at de i løpet av 18 timer gradvis hadde blitt tilvendt sjøvann. Smolten var avkom av villaks fra Imsa og Alta stamme, oppdrettet på Ims. Samtidig ble 5807 kontrollfisk fra Imsa, Alta og Figgjo stamme utsatt ved munningen av Imsa.

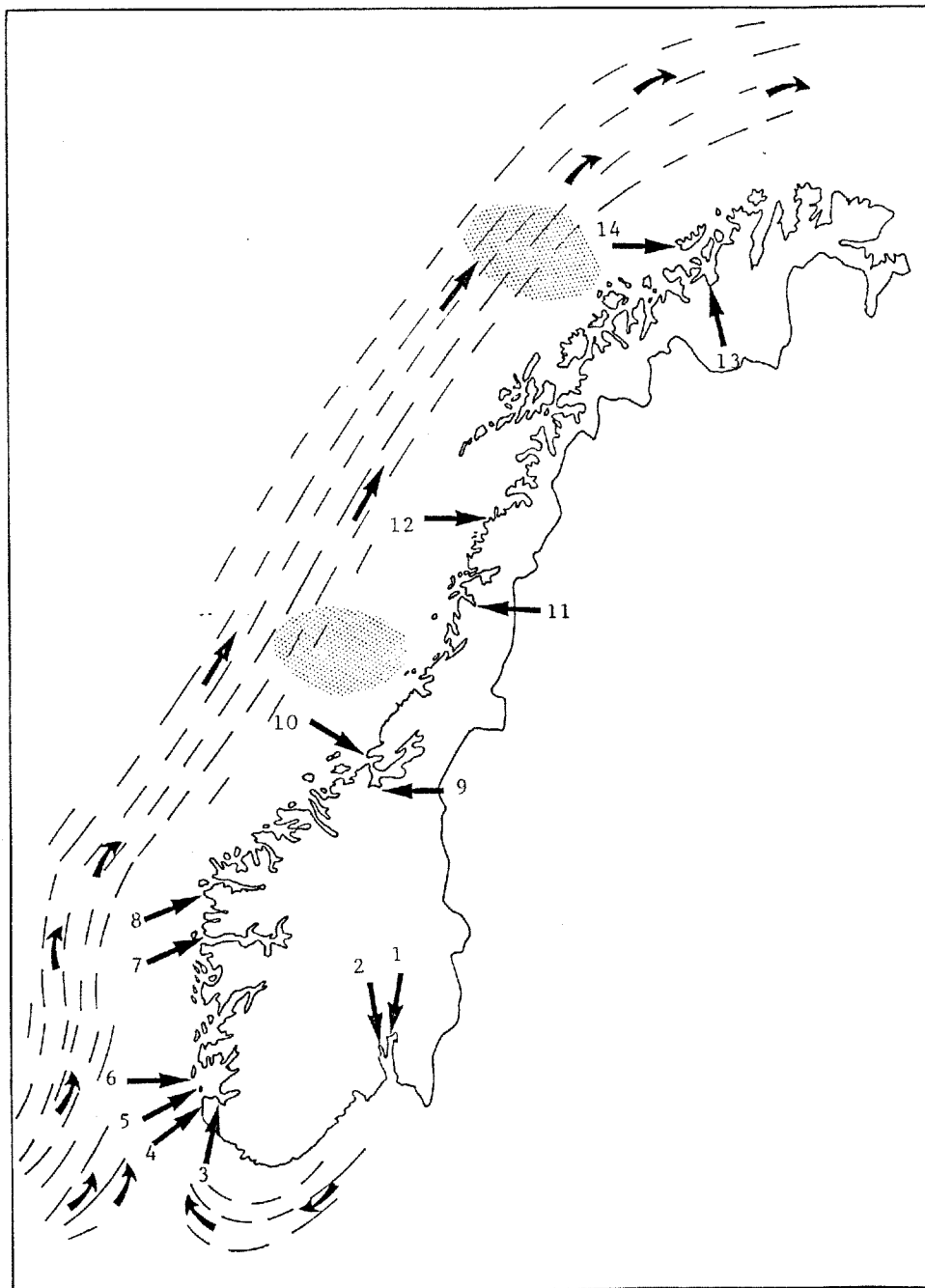
### Post-smoltutsettinger

Avkom av vill laks fra Imsa og Drammenelva ble drettet opp på Ims. I januar 1985 ble 3743 post-smolt transportert i en brønnbåt og utsatt nord for Færøyene. Kontrollgrupper ble utsatt i Imsa og Drammenselva i 1984.

### Utsettinger av voksen fisk

I løpet av 1958–1976 ble 18 807 voksne laks fanget i kilenøter ved Breivik, Støtt, Tarva, Kinn, Nesje og Karmøy. I tillegg ble 4707 fanget med line i Norskehavet utenfor Andenes og Trøndelag i løpet av 1969–1972.





Figur 2.2. Lokalteter hvor egg og melke, smolt, post-smolt og voksne laks er samlet, og retningen på kyststrømmen utenfor Norge. 1) Sandvikselva, 2) Drammenselva, 3) Imsa, 4) Figgjo, 5) Kvitsøy, 6) Karmøy, 7) Nesje, 8) Kinn, 9) Nidelva, 10) Tarva, 11) Vefsna, 12) Støtt, 13) Alta, 14) Breivik. Prikkede områder er Andenes og Trøndelagsområdene.

## Resultater

### Smoltutsettinger

For å undersøke vandringsruten til laks mot hjemelva satte vi ut smolt fra Sandvikselva, Imsa, Nidelva og Vefsna stammer.

Den voksne laksen ble gjenfanget: (1) i Norskehavet, hovedsakelig nord for Færøyene, (2) langs kysten vår, både nord og sør for utsettingselva (3) i fjordområdene nær utsettingselva og (4) i utsettingselva (figur 2.3). Dette tilbakevandringensmønsteret tyder på at det ikke er noen fast, direkte tilbakevandringss rute fra havet til elva. Laksen kom inn til kysten over et bredt område og nærmet seg fjorden og utsettingselva både fra nord og sør.

For å undersøke betydningen av stedegenhet på nøyaktigheten ved tilbakevandring av voksen laks til utsettingssted satte vi ut smolt fra Imsa, Figgjo og Alta i Imsa.

Smolt fra fremmede stammer som ble utsatt i Imsa vandret som voksne tilbake til Imsa (utsettingselva) og ikke til elva der de opprinnelig kom fra. Gjennomsnittlig feilvandring av laks fanget i ferskvann var 9,6%. De fleste feilvandrere ble gjenfanget i elver nær utsettingselva. Fisk fra Imsa stamme ble 90% av ferskvannsgjefangstene fanget i Imsa. Fisk fra Figgjo og Alta, som ble utsatt i Imsa, ble henholdsvis 2 og 0 laks fanget i egen hjemelv.

For å undersøke om den voksne laksen vender tilbake til stedet hvor den ble utsatt som smolt, når den blir utsatt i sjøen, satte vi ut smolt fra to laksestammer i åpen sjø utenfor Kvitsøy. Den voksne laksen ble gjenfanget i elver hovedsakelig

nær Kvitsøy. Bare 9,4% av samtlige ferskvannsgjefangster ble gjort i fødeelva. Imsa smolt utsatt å åpent hav ved Kvitsøy finner langt dårligere tilbake til Imsa enn de som ble utsatt ved munningen av Imsa.

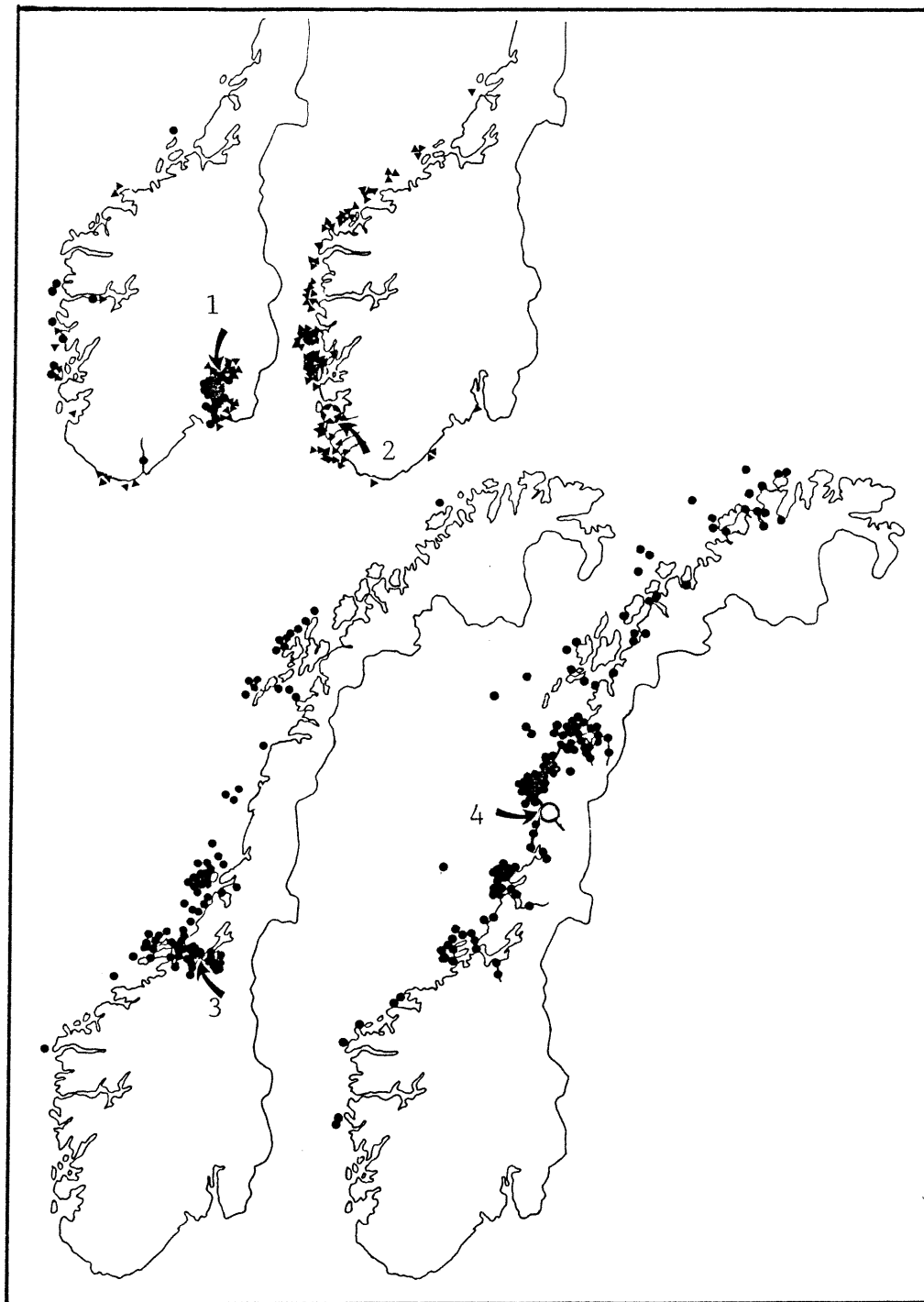
### Post-smoltutsettinger

For å teste om den voksne laksen har en medfødt retningssans eller om den lærer retningen mellom heimelva og ernæringsområdet i havet under utvandring ble oppdrettet post-smolt satt direkte ut i sjøen nord for Færøyene. Totalt ble 34 gjenfanget som post-smolt og umodne voksne ved Færøyene og 1 ved Grønland og 13 som modne laks langs kysten av Norge. Av kontrollgruppene, ble 10 voksne laks av Imsa og 30 av Drammenselvastamme fanget langs kysten av Norge og henholdsvis 13 og 21 i Imsa og Drammenselva. Bare en fisk fra Imsa ble gjenfanget i ferskvann, men ikke til Imsa. Ingen av fiskene fra Drammenselva ble gjenfanget i ferskvann.

### Utsettinger av voksen laks

For å se vandringsretningen til den voksne laksen langs kysten, ble kjønnsmoden laks merket i Norskehavet. Gjenfangster viser at den voksne laksen, merket ved Andenes og Trondheimsområdene, vandret til elver over hele Norge. De vandret både nordover med kyststrømmen og sørøstover mot strømmen. Ser vi på alle år samlet vandret gjennomsnittlig 72,6% sørøstover (figur 2.4).

Laks som ble merket helt inn ved kysten vandret mer retningsbestemt i forhold til hjemelva si (figur 2.5). Laks som ble merket ved Karmøy og i Breivik vandret hovedsakelig nordover, mens de som ble merket ved Støtt vandret hovedsakelig



Figur 2.3. Gjenfangster av voksen laks utsatt som smolt (● oppdrettet og ▼ vill) i 1) Sandvikselven, 2) Imsa, 3) Nidelva, 4) Vefsna. I tillegg ble 21 voksne laks gjenfanget i Imsa og 29 i fjorden utenfor ⊙ og 46 voksne laks i Vefsna og 64 i fjorden utenfor ⊙.

sørover. De som ble merket ved Kinn vandret både nord- og sørover.

Laks som ble merket ved munningen av Sognefjorden og Trondheimsfjorden (henholdsvis Nesje og Tarva) vandret hovedsakelig innover i fjordene (figur 2.6).

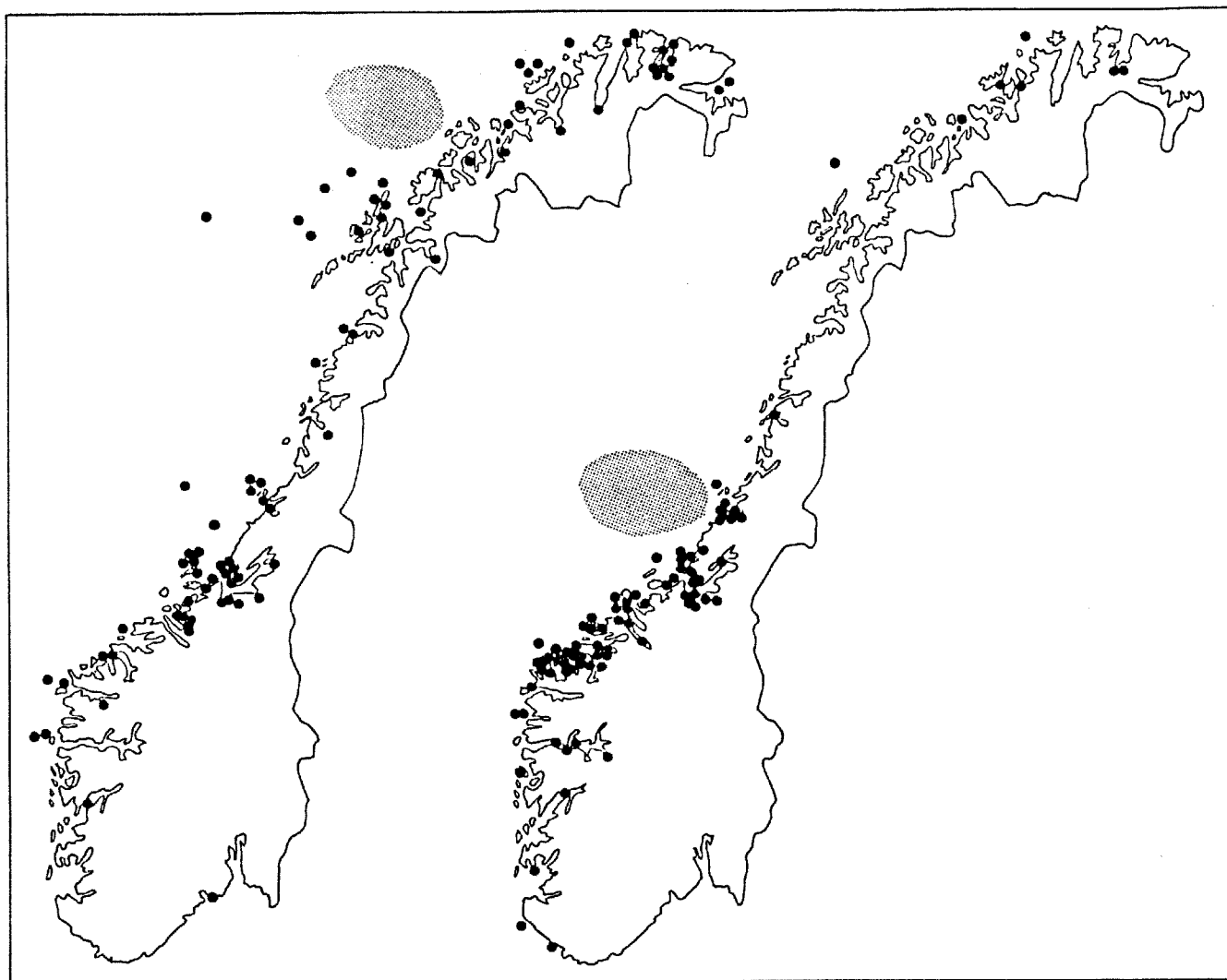
Vi fant ingen signifikant forskjell i vandringshastighet mellom laks som svømte med eller mot kyststrømmen (tabell 2.10). Derimot var vandringshastigheten lavere i fjordene enn i kyststrømmen.

### Konklusjon

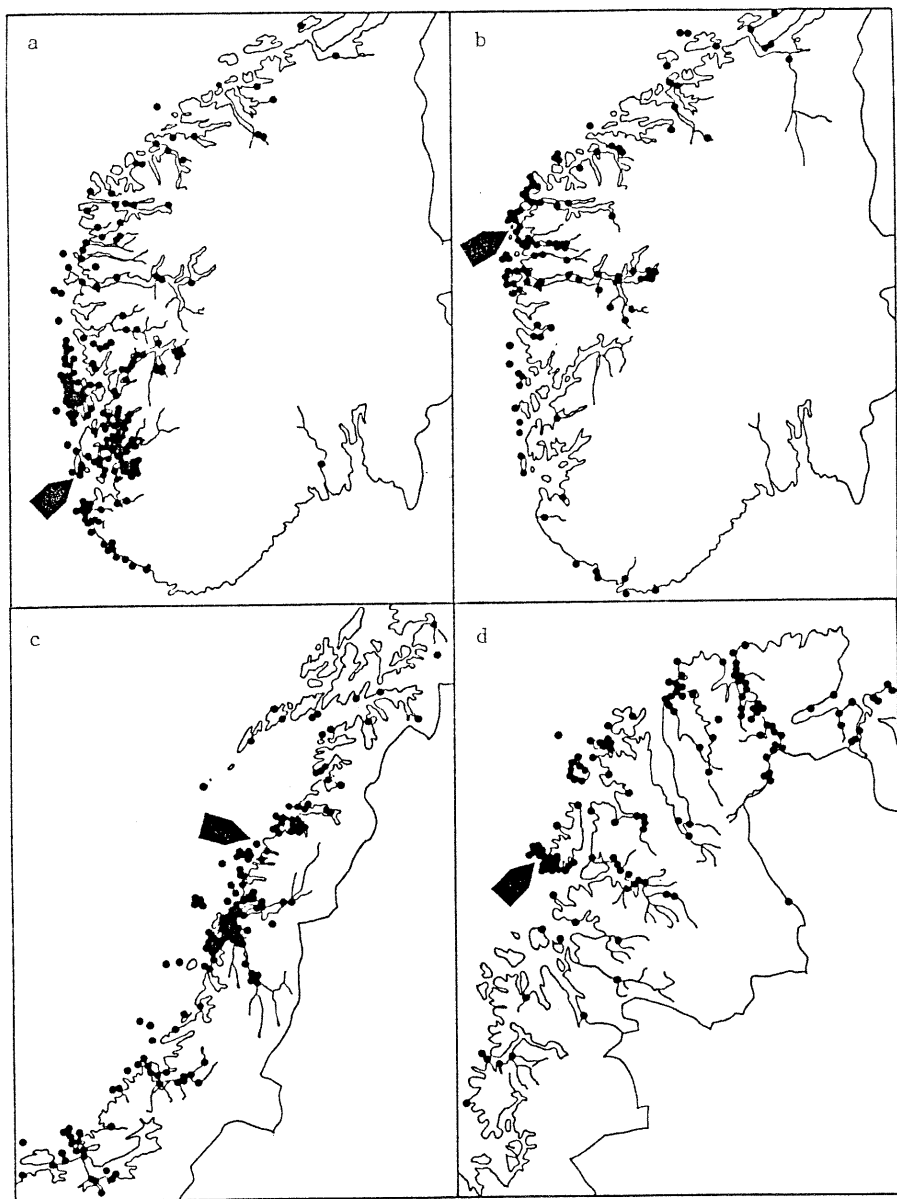
- (1) Resultatene fra utsettingsforsøk med smolt både i elver og i åpent hav støtter hypotesen om at laksen lærer seg veien fra hjemelva si til ernæringsområdene i havet, og at de bruker denne kunnskapen når de vandrer tilbake for å gyte. Hypotesen som baserer seg på at heimfinninga til gyteelva er nedarvet støttes ikke av våre resultater. Den voksne fisken vender tilbake til utsettingsstedet og ikke til fødeelva for å gyte.
- (2) Resultatene fra post-smoltutsettingene ved Færøyene tyder på at voksne laks har en nedarvet retningssans. All voksen laks ble gjenfanget øst for utsettingsstedet i norske kystfarvann.
- (3) Resultatene av merket voksen fisk i Norskehavet tyder på at tilbakevandringen til kysten er en aktiv og ikke en passiv og tilfeldig forflytning med havstrømmen. Gjenfangstene viser at laksen svømmer langs kysten og både mot og med kyststrømmen.
- (4) Resultater tyder på at tilbakevandringen fra havet er delt inn i to faser: at laksen har en grov

navigering langt ute i havet og en fin navigering langs kysten og i fjordområdene. Voksen laks merket langs kysten ble gjenfanget ganske langt ute, både nord eller sør for utsettingsstedet, mens laks merket ved munningen av Sognefjorden og Trondheimsfjorden ble hovedsakelig gjenfanget inne i fjordene. Dette tyder på at det meste av laksen ikke vandrer helt inn til kysten før de kommer nær fjorden dit de skal.

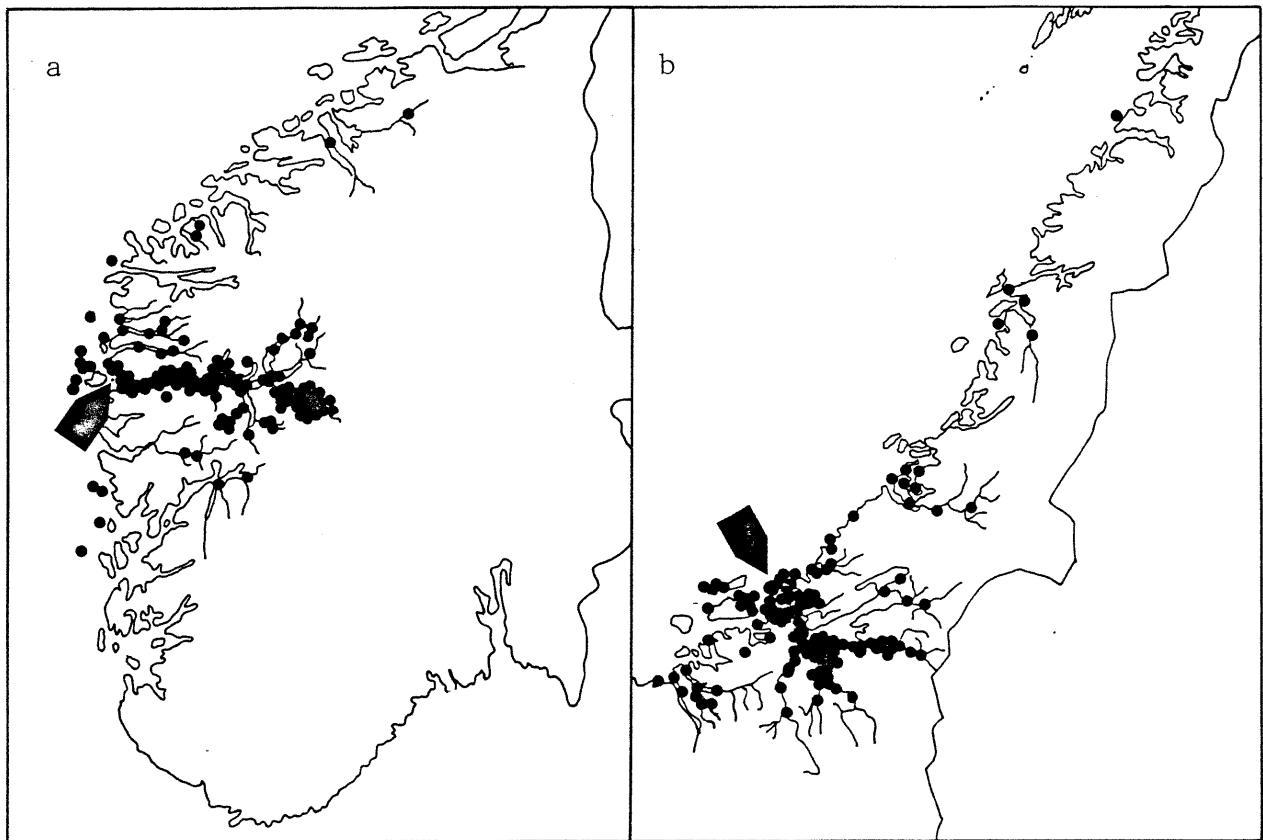
(5) Svømmehastigheten til laksen i Norskehavet i løpet av mars-mai varierte mellom 8,4 og 14,2 km pr. dag. Hastigheten økte mellom mars og mai, men ikke seinere i sesongen. Det var ikke noe signifikant forskjell i svømmehastigheten til laks som svømte mot eller med kyststrømmen. Videre var svømmehastigheten i fjorder lavere enn langs kysten.



Figur 2.4. Gjenfangster av voksne laks merket samme år ved Andenes og Trøndelags områdene (prikkede områder).



Figur 2.5. Gjenfangster av voksen laks merket samme år ved a) Karmøy, b) Kinn, c) Støtt, d) Breivik.



Figur 2.6. Gjenfangster av voksen laks merket samme år ved a) Nesje og b) Tarva, ved munningen av henholdsvis Sognefjorden og Trondheimsfjorden.

**Tabell 2.10** Gjennomsnittlig vandringshastighet (km pr. dag), standard avvik (SD) hos voksne laks i fjorder og med og mot kyststrømmen utenfor Norge i løpet av 1–15 dager etter merking.

Dager	Trondheimsfjord			Sognefjord			Med kyststrømmen			Mot kyststrømmen		
	fart	SD	N	fart	SD	N	fart	SD	N	fart	SD	N
1	32.8	17.9	19	22.6	18.2	19	66.6	52.8	11			
2	18.7	7.4	82	23.3	19.5	40	36.7	28.2	28	46.7	15.8	17
3	14.1	6.3	126	18.4	9.8	66	33.9	15.8	61	32.1	11.1	42
4	11.7	4.6	155	14.5	8.9	85	28.1	15.7	63	26.5	13.6	42
5	9.1	4.0	77	14.0	7.7	30	29.6	18.4	45	26.1	12.9	33
6	7.6	2.8	24	14.4	6.8	18	28.7	18.0	20	32.1	19.6	13
7	7.2	2.8	17	11.3	6.3	4	29.8	19.1	6	37.0	25.4	4
8	6.5	2.4	78	8.7	5.1	22	29.4	15.2	53	21.0	12.4	26
9	6.0	1.9	88	6.8	4.2	37	25.5	13.6	59	22.6	15.4	51
10	5.8	2.0	78	8.0	3.8	32	22.1	13.3	72	18.7	11.5	44
11							19.5	12.2	52	19.8	12.0	42
12							18.6	11.3	26	12.9	8.9	12
13							23.3	10.9	16	16.1	9.5	6
14							28.0	8.5	8	13.0	11.4	4
15							20.4	11.7	21	15.1	14.1	18



## Praktiske konsekvenser

(1) Laksefiske nær kyststrømmen fanger vill laks fra mange forskjellige vassdrag både sør og nord for fangststedet.

(2) Dess lenger inn i fjordene nær elvemunningene fangsten foregår, dess færre stammer beskatter man. Nær elvemunningene inne i fjorder kan fangsten begrenses til den stammen man er interessert i å beskatte.

(3) Havbeiteutsetting bør foregå fra vassdrag inne i fjorder der man kan foreta kontrollert beskatning av voksen havbeitefisk. Havbeiteutsettinger nær kyststrømmen fører nødvendigvis til beskatning på mange ville laksestammer og bør unngås.

### 2.1.5 Havbeite i Imsa: Smoltutsettinger på Ims våren 1991

Utsettingene av laksesmolt i Imsa ble gjennomført som 5 separate forsøk, kalt Forsøksserie 1 til 5.

Forsøksserie 1 er en langtidsserie som startet i 1981 der overlevelse og heimfinning hos ett og toårig smolt blir sammenliknet. Stamfisker er fra forskjellige elver. All smolt er individuelt merket med Carlinmerker, og de ble utsatt 100 m ovenfor munningen av Imsa på samme tid som smolten av villaksen forlot Imsa.

Forsøksserie 2 tester effekt av fysisk trening for oppdrettet smolt fra to stammer, Imsa og Loneelv, de siste 6 ukene før utsetting. Smolten ble trent en time hver dag i vannhastighet på ca 2 kroppslengder pr. sekund. Vannhastigheten ellers er ca

1 kroppslengde pr. sekund. Utrenet kontrollfisk ble utsatt under forsøksserie 1.

Forsøksserie 3 er en langtidsserie i Figgjo som startet i 1981. Under forsøkene sammenliknes overlevelse av Carlinmerket villsmolt med overlevelsen til en tilsvarende gruppe oppdrettssmolt. Parallele forsøk foregår i Imsa der all villsmolt merkes og resultatene sammenliknes med resultatene fra forsøksserie 1.

Forsøksserie 4 tester tilbakevandring av Imsasmolt utsatt 1 km oppe i vassdraget mot de som utsettes nedenfor fella 100 m ovenfor munningen (Forsøksserie 1). Bakgrunnen for eksperimentet er at havbeitefisker er ca 1 måned forsinket under oppvandringen i forhold til villsmolten til tross for at de to gruppene returnerer samtidig fra havet. Hypotesen som testes er at havbeitefisker ikke vandrer opp før de er klare til å gyte fordi de mangler juvenil erfaring fra elva.

Forsøksserie 5 tester betydningen av saltforing av smolten de siste 6 uker før utsetting. Bakgrunnen for testen er en antakelse om at saltforing reduserer de osmotiske problemene for smolten ved overgangen til sjøvann. To forskjellige saltkonsentrasjoner i foret ble brukt, 6,5% og 11,5%. Kontrollfisk med normalt for utsettes i forsøks-serie 1. Normalforet inneholder 1,5% salt.

De enkelte forsøk, stammer, grupper og antall smolt:

Forsøksserie 1: Overlevelse og gjenfangst av ett og toårig smolt.

Merking av smolt i februar – april og utsetting i Imsa nedenfor fella 6 mai.

Stamme	Antall smolt	
<u>Toårig:</u>		
Figgjo	2000	
Alta	2000	
Imsa	2000	
<u>Ettårig:</u>		
Lone	2000	
Figgjo	2000	
Imsa	11000	(ikke-vaksinert)
Imsa	2000	(vaksinert)
Figga	2000	

F.s. 2:

Effekt av fysisk trening på overlevelse etter utsetting. Fisken utsettes sammen med forsøksserie 1.

Imsa	toårig	2000
Imsa	ettårig	2000
Lone	ettårig	4000

F.s. 3:

Sammenlikning av overlevelse med villsmolt i Figgjo

Merket i februar–april og utsatt 3. mai på samme sted som villsmolt fra Figgjo ble merket og utsatt.

Figgjo havbeite	2000
Figgjo villsmolt	2000

F.s. 4:

Utsetting ovenfor fella

Fisken merkes samtidig med F.s. 1, og smolten utsatt nedenfor Liavatn, rett etter at villsmolten i Imsa har vandret ut. Utvandringen foregår ved at ristene i fella fjernes i 2 døgn.

Imsa	2000
------	------

F.s. 5:

Saltforing

Smolten merkes samtidig med F.s. 1. Fisken fores med tilskudd av salt i foret fra 25 mars til utsetting nedenfor fella i Imsa 6. mai. Det brukes to forskjellige salttilskudd, 6,5% og 11,5% salt.

Imsa	2000	6.5 % salt
Imsa	2000	11.5 % salt

## 2.1.6 Havbeite i Imsa: Gyteeksperimenter

### Målsetting

Studere gyting mellom vill- og havbeitelaks.

### Bakgrunn

En del av havbeitelaksen blir aldri gjenfanget. Disse kan vandre opp i vassdrag for å gyte i konkurranse med vill laks fra vassdraget. For å teste gytesekvensen til disse ble det på Ims høsten 1991 gjennomført konkurranseeksperimenter mellom kjønnsmodne havbeitelaks og kjønnsmodne villaks fra Imsa stamme. Ved at fisk av samme stamme og størrelse ble benyttet vil forskjellen i gytesuksess skyldes at havbeitefisker er oppdrettet fram til smolt i anlegg, mens villfisker har gytt og vokst opp naturlig i Imsa.

### Opplegg og foreløpige resultater

I november og desember 1991 ble det utført konkurranseeksperimenter mellom vill- og havbeitelaks ved vårt elvelaboratorium ved NINAs forskningsstasjon på Imsa.

All fisken var av Imsa stamme. Villfisker vandret ut Imsa som 2-årig smolt, merket og sluppet. Som voksen fisk ble de gjenfanget under oppvandringen i Imsa. Havbeitefisker ble oppdrettet fra ville foreldre av Imsa stammen. Som smolt ble de merket og sluppet nederst i Imsa.

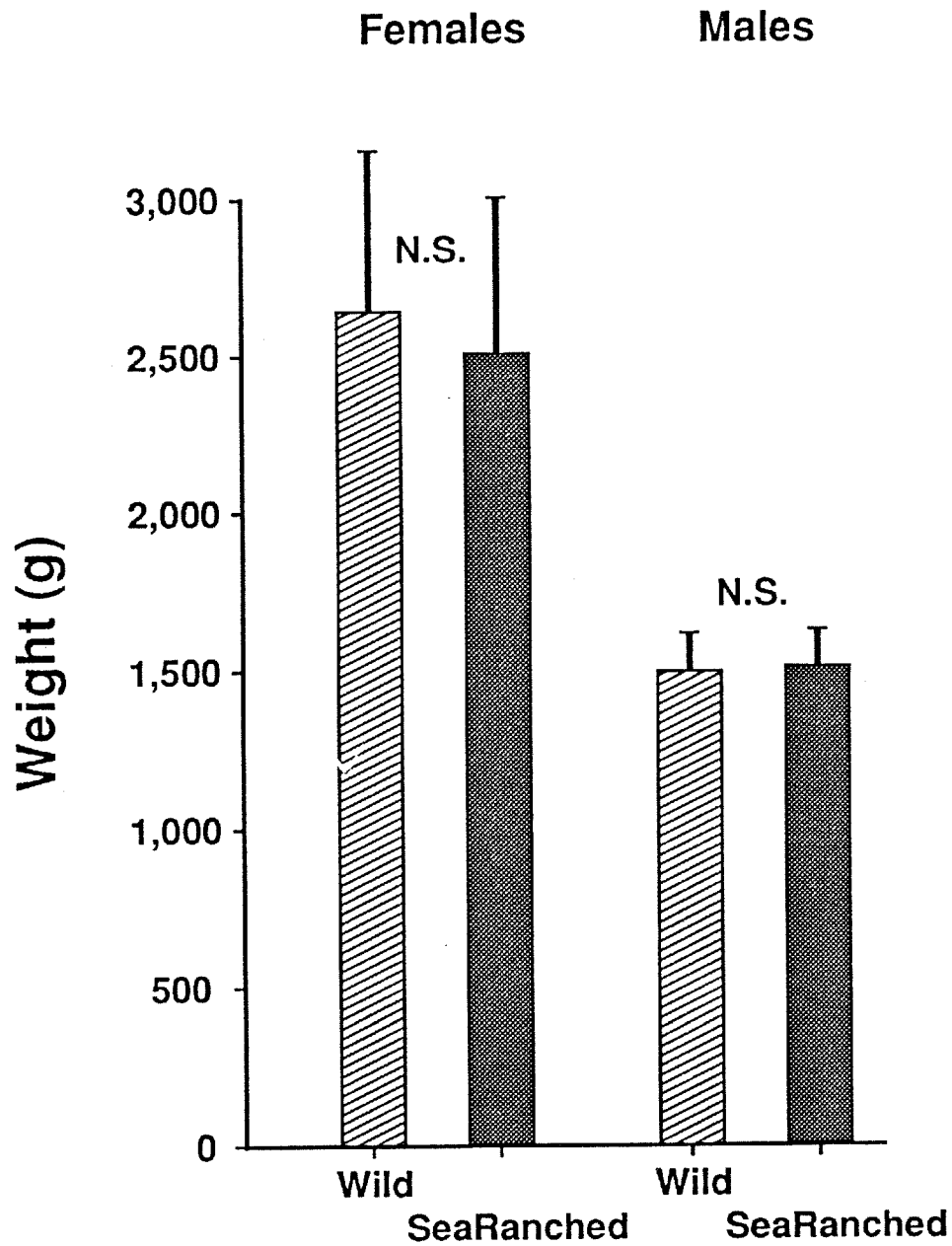
Havbeitefisker vandret til havs sammen med villfisker og ble gjenfanget under oppvandringen i Imsa etter ett til to år seinere. Det var ingen signifikant forskjell i kroppsstørrelse mellom vill og havbeite hanner, eller mellom vill og havbeite

hanner. Hunnene var dog større enn hannene (figur 2.7).

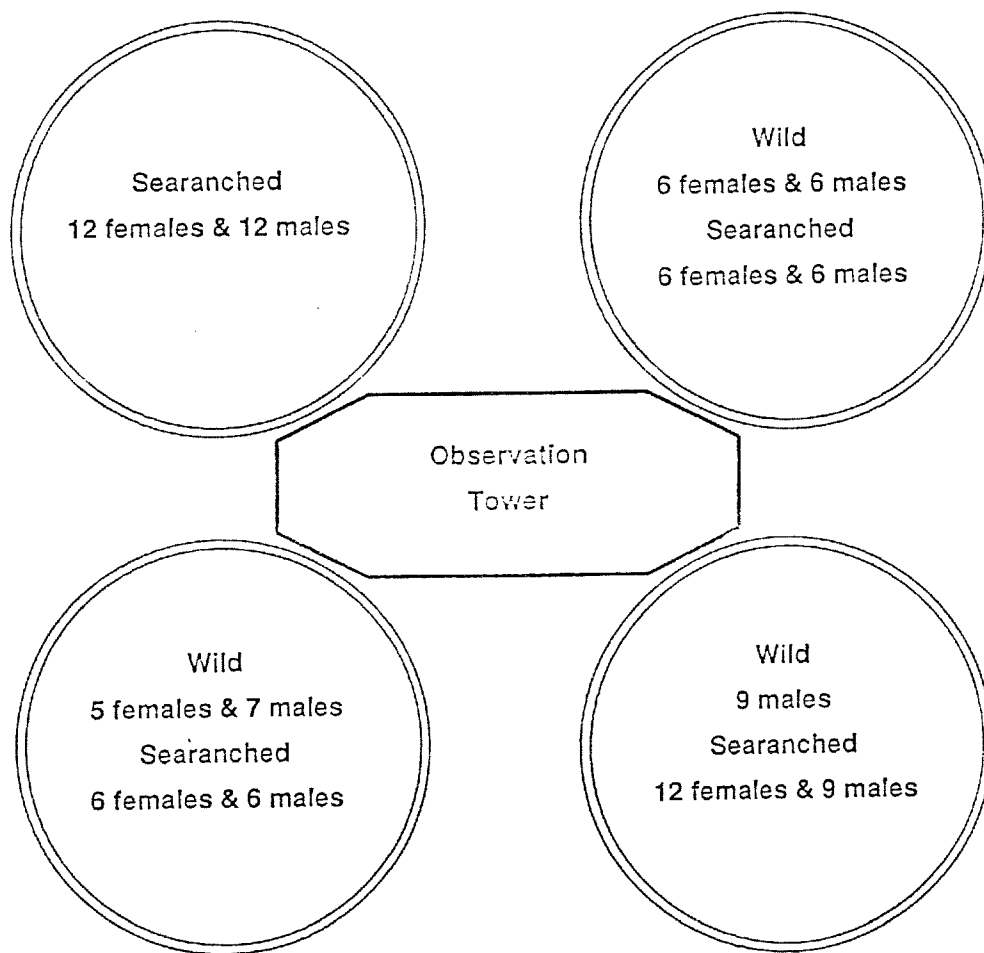
Forsøksoppsettet var som vist i figur 2.8. Det var ingen signifikant forskjell i gjennomsnittlig antall reir som ble laget av vill eller havbeite hunnene (figur 2.9). Begge typer lagde i underkant av 6 reir hver. Når det gjaldt hannene, var det imidlertid forskjell. Mens hver villhann i gjennomsnitt greide å oppnå dominans og gytte som eneste hann 2,7 ganger, var det korresponderende tall for havbeitehanner 1 (figur 2.10). Ved flere gyting deltok det imidlertid flere hanner samtidig. Hvis disse medregnes, var det ikke signifikant forskjell på gytedeltakelsen til de to gruppene av hanner (figur 2.11).

Så langt indikeres forsøkene at det ikke er forskjell på gytesuksessen til ville og havbeitehunnene i eksperimentet, men av havbeitehannene gjør det noe dårligere enn de ville hannene. Forsøksoppsettet var designet slik at den genetiske forskjellen mellom gruppene var minimal.

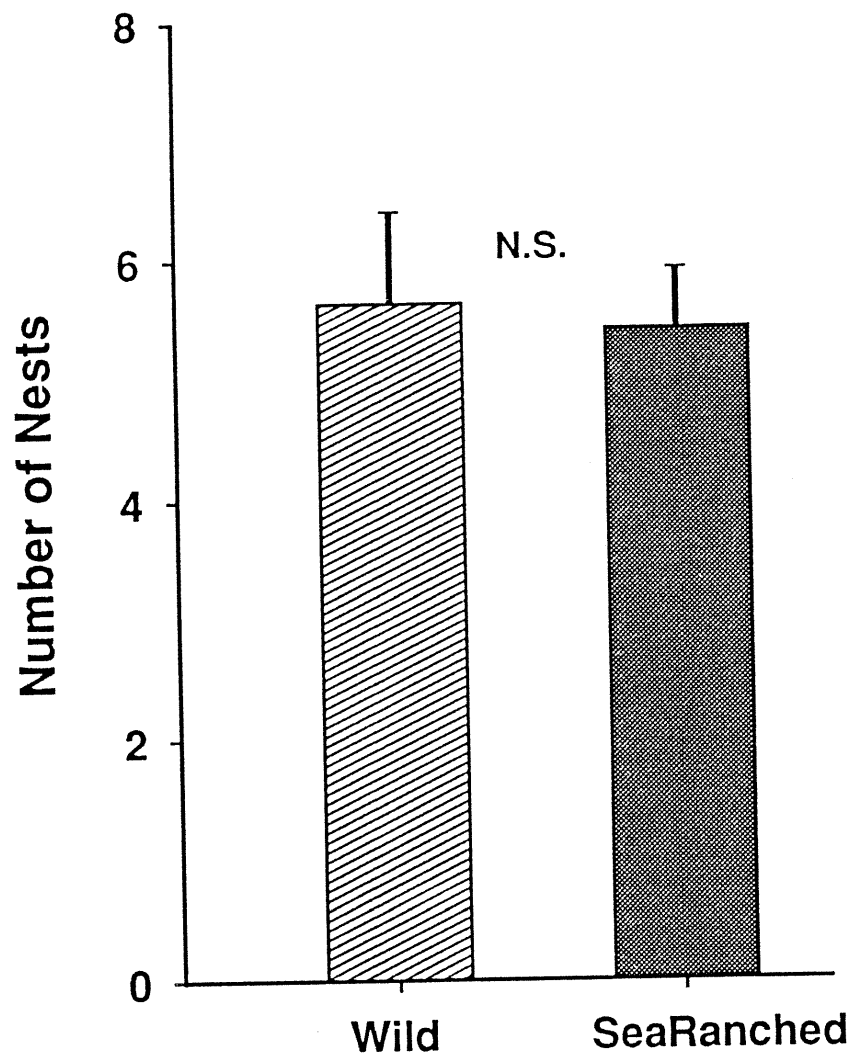
I 1992 vil materialet bli bearbeidet videre slik at overlevelse hos avkommet til de to gruppene blir sammenliknet.



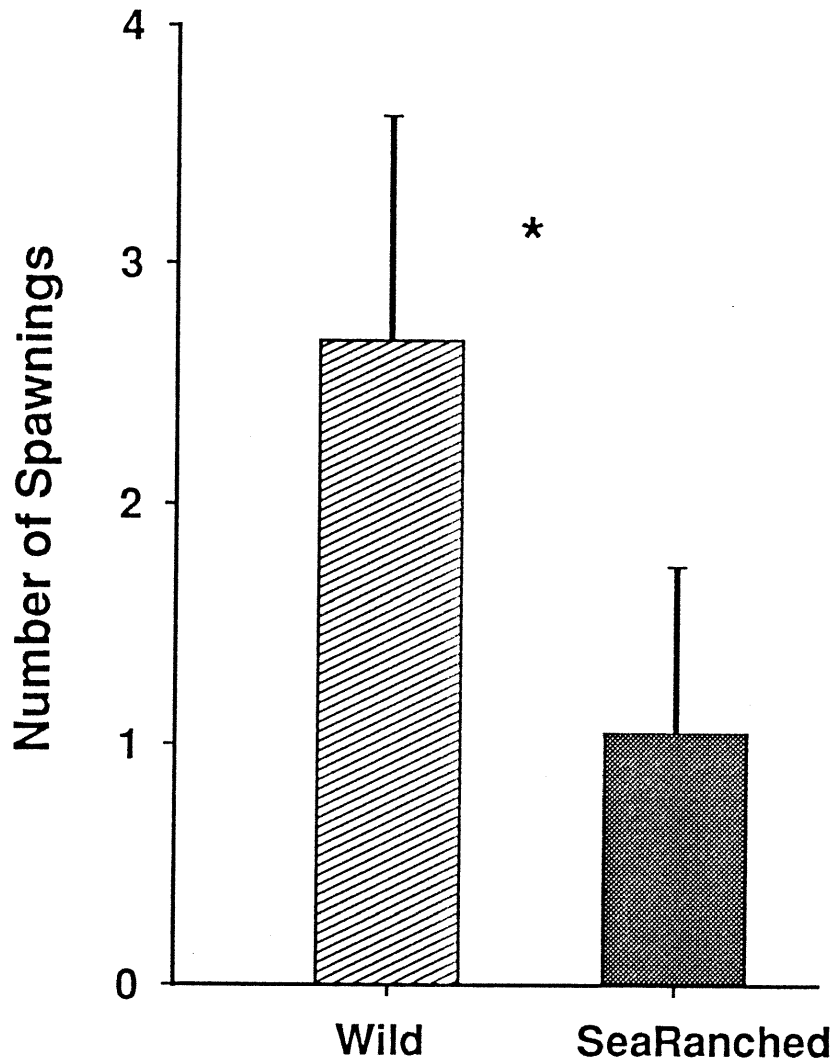
Figur 2.7. Vekt av vill- og havbeitelaks ved gyteeksperimentene i 1991.



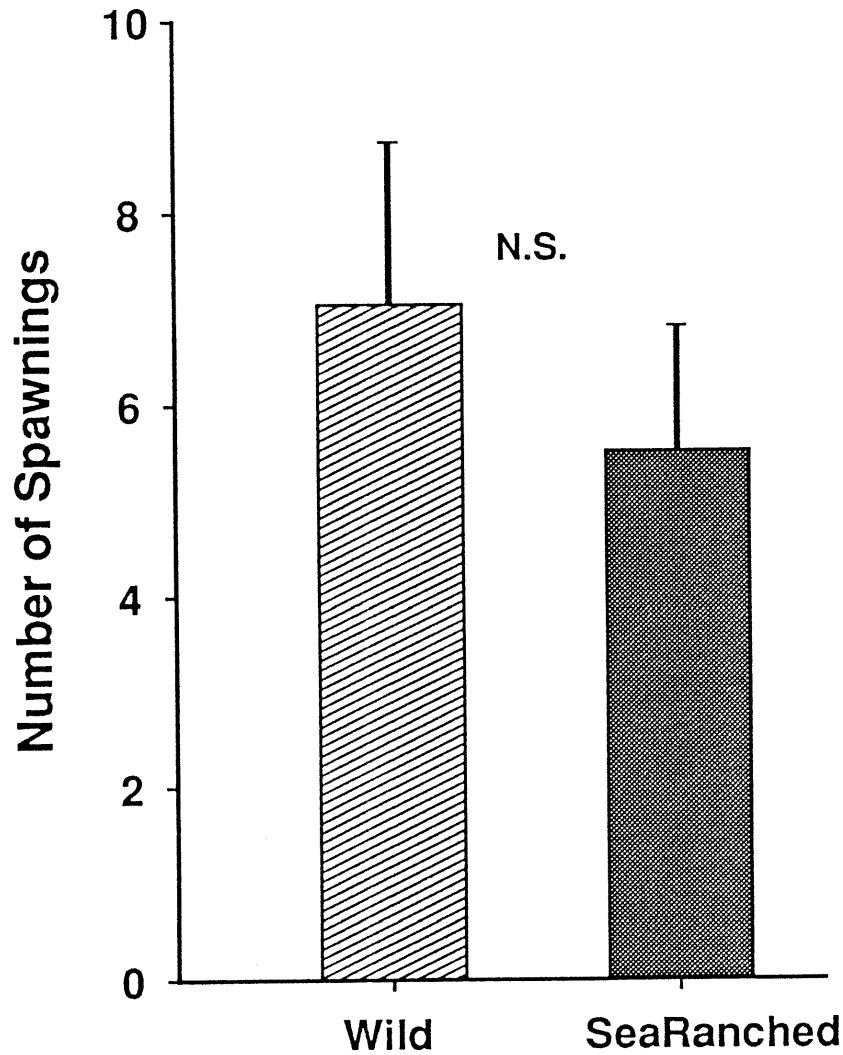
Figur 2.8. Forsøksoppsett: Fire gytearenaer på 50 m<sup>2</sup> hver ble brukt. På den første gytte 12 havbeite hanner 12 havbeite hunner (kontroll). På den andre gytte 6 ville hanner og 6 ville hunner i konkurranse med 6 havbeite hanner og 6 havbeite hunner. På den tredje gytte 5 ville hunner og 7 ville hanner i konkurranse med 6 havbeite hanner og 6 havbeite hunner. På den fjerde gytte 9 ville hanner i konkurranse med 9 havbeite hanner og 12 havbeite hunner.



Figur 2.9. Gjennomsnittlig antall reir lagd av hunner av villaks og havbeitelaks av Imsa stamme ved forsøkene i 1991.



Figur 2.10. Gjennomsnittlig antall gytinger der en hann dominerte og var alene om befruktningen av eggene. Forsøket ble gjennomført med vill-laks og havbeitelaks av Imsa stamme.



Figur 2.11. Gjennomsnittlig antall gytinger der ville- og havbeitehanner deltok. Eksperimentet ble utført med ville- og havbeitelaks av Imsa stamme i 1991.



### 2.1.7 Havbeite i Imsa: Synopsis av noen internasjonalt publiserte resultater i 1991 fra havbeiterelatert forskning

1) Tidspunktet for laksens tilbakevending fra oppvekstområdene i havet til oppvekstelva varierer mellom stammer. Eksperimenter har vist at en del av denne variasjonen skyldes genetisk variasjon mellom bestander. En del av variasjonen skyldes imidlertid også forskjeller i sjøalder ved kjønnsmodning: Storlaks returnerer før smålaks. Når det gjelder tidspunktet for oppvandring i små vassdrag som Imsa (årlig middelvannføring  $-5,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ).

2) Tidspunktet for utsetting påvirker spredningen av laksen når den som kjønnsmodnende fisk vandrer opp i vassdrag. Laks som settes ut vår/sommer spres lite, mens laks som settes ut høst og vinter spres mye ved at de vandrer opp i elven opptil 1200 km fra utsettingsstedet nær Ims.

3) Kjønnsmodning av parr-hanner er et problem i forbindelse med oppdrett og utsetting av laks. Laksunger som har vært kjønnsmodne som parr har redusert tendens til smoltifisering og vandring. Ved å holde slike kjønnsmodne parr i oppvarmet vann om vinteren ( $4-9^\circ\text{C}$ ) utvikles imidlertid denne forskjellen i vandringstendens mellom kjønnsmodne og umodne laksunger.

4) Gjennomsnittlig laksestørrelse i et vassdrag øker på størrelsen av elva for vassdrag med middelvannføring på  $1-30 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , men ikke for større vassdrag. Smålaks og mellomlaks er større i storlaksstammer enn i små- og mellomlaksstammer. Smålaks gyter vanligvis hvert år etter kjønnsmodning, mens storlaks gyter annenhvert. Mellomlaksen er spaltet i fisk som gyter hvert og fisk som gyter annenhvert år etter

kjønnsmodningen. Overlevelse etter gyting er høyere blant smålaks enn større individer.

## 2.2 Populasjonsgenetikk

### 2.2.1 Populasjonsgenetikk og havbeite: Laks

#### Målsetting

- 1) Karakterisere norske laksestammer genetisk.
- 2) Studere virkninger av utsatt laks av stedegen og fremmed stamme på ville laksestammer.
- 3) Foreslå hvordan den kunnskapen som frambringes skal kunne brukes i den langsiktige forvaltningen av vill og utsatt laks.

#### Bakgrunn

Det er et internasjonalt anerkjent prinsipp at bevaring og forvaltning av laksefisk skal skje på åopulasjonsnivå. En forutsetning for dette er at vi kjenner den genetiske strukturen til hver art. Biokjemisk-genetiske metoder har vist seg vel-egnet til å beskrive den genetiske strukturen til viltlevende arter. Slike metoder er tatt i bruk – og benyttes nå i stor skala – ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium, som er bygd opp med midler over programmet for kulturbetinget fiske (DN og Havbeiterådet).

## Virksomhet til og med 1991

Genetisk analyse av Norges viktigste laksestammer har vært den sentrale oppgaven ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium. Vi har samlet inn 8000 laksunger fra 100 lokaliteter langs norskekysten fra Enningdalselva i Østfold til Neidenelva i Finnmark. Pr. august 1991 er nær 7000 laksunger analysert for genetisk variasjon i 40 enzymkodede gener, og vi regner med å kunne utføre laboratorieanalysene av det resterende materialet i løpet av året. Da vil den geografiske fordelingen av genetisk variasjon hos norske laksestammer være svært godt beskrevet med biokjemisk-genetiske metoder.

Noen resultater av dette arbeidet med relevanse for havbeite er:

- 1) Norsk laks er oppdelt i en rekke genetisk forskjellige populasjoner.
- 2) I vår viktigste laksevasdrag, Tanaelva, er det påvist sikre genetiske forskjeller mellom laks fra sideelver og hovedelv, og mellom laks fra ulike lokaliteter i hovedelva.
- 3) Disse lokale genetiske forskjellene er stabile over tid.
- 4) Fiskeutsettinger baseres ofte på et snevert genetisk materiale, og kan ha uheldige konsekvenser for de lokale laksestammene på lang sikt.
- 5) En gjennomgang av de genetiske effektene som har skjedd etter utsettinger av laksefisk, tyder på at disse ofte er uforutsigbare – og varierende fra ingen påviselig effekt til gjennomgripende genetiske forandringer.

6) Der det er påvist effekter på viktige økologiske karakterer etter utsettinger, er disse effektene alltid negative i forhold til den upåvirkede lokale bestanden.

Noen av resultatene er publisert i 1991 (se publikasjonslista bakerst i notatet), mens de andre er foreløpige. En grundig statistisk og biologisk analyse av de biokjemisk-genetiske dataene vil utgjøre en viktig del av videreføringen av dette prosjektet. Vi har startet et samarbeid med internasjonalt anerkjente populasjonsgenetikere og biostatistikere med sikte på å sikre et teoretisk godt fundament for konklusjonene som trekkes av NINAs genetiske undersøkelser. Dette har blant annet resultert i en modell for naturlig feilvandring hos laks, som skal videreføres i to ulike retninger: a) teste i hvilken grad feilvandringensmønsteret til utsatt laksesmolt (basert på NINAs omfattende merkeforsøk) passer med det vi fant for vill laksesmolt, og b) utarbeide en modell for genetisk differensiering mellom laksestammer basert på feilvandringen til vill og utsatt smolt. Denne genetiske modellen skal så testes mot de dataene på genetisk differensiering som vi tar fram på NINAs populasjonsgenetiske laboratorium.

## 2.2.2 Populasjonsgenetikk og havbeite: Røye

### Målsetting

- 1) Karakterisere de viktigste norske stammene av anadrom røye genetisk.
- 2) Studere genetisk dynamikk i en røyebestand der havbeitefisk sameksisterer med villfisk.
- 3) Bruke denne kunnskapen til å foreslå et faglig grunnlag for forvaltningen av vill og utsatt røye.

## Bakgrunn

Genetiske studier av røye har stort sett vært begrenset til den sørlige delen av utbredelsesområdet, der det ikke forekommer sjørøye. Før et havbeite med røye kan settes i gang i stor skala, er det avgjørende at vi skaffer oss en oversikt over røyas genetiske struktur i den nordlige, anadrome delen av utbredelsesområdet. Det er særlig tre forhold som bør være gjenstand for genetiske studier:

- 1) Fordelingen av genetisk variasjon innen og mellom røyestammer fra ulike vassdrag.
- 2) Det genetiske slektskapet mellom stasjonær røye (dverg og normal) og sjørøye fra samme lokalitet.
- 3) Genetiske effekter av havbeiterøye (av stedefegen og/eller fremmed stamme) på lokale, naturlige røyestammer.

De to første punktene representerer en felt- og laboratoriestudie av vill røye, og krever at et innsamlingsprogram av røye fra Nord-Norges viktigste røyevassdrag kombineres med genetiske analyser ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium. Det tredje punktet er et eksperimentelt studium, som kan gjennomføres i ett av de sjørøyevassdragene der det er bygget fiskefelle og det allerede drives eksperimentelle undersøkelser i PUSH-regi.

## Tidligere virksomhet

Prosjektleder har i lengre tid vært engasjert i genetiske studier av røye. Disse studiene var rettet mot å avdekke den genetiske strukturen til stasjonær røye fra vassdrag i Sør-Norge, spesielt

med tanke på å avklare slektskapet mellom sam-eksisterende dvergøye og normaløye. Videre har prosjektleder vært veileder for to studenter som tok sine cand. scient.-oppgaver på genetiske studier av en islandsk og to nord-norske røyestammer som er aktuelle i oppdrett. Disse studiene gir samlet sett et solid faglig grunnlag for å planlegge og gjennomføre de genetiske analysene av nord-norske røyestammer, som er nødvendig i forbindelse med å framskaffe det faglige grunnlaget for et havbeite med røye.

Ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium har vi i samarbeid med fiskeforvalteren i Troms samlet inn røye fra noen av de mest produktive røyevassdragene der (Salangselva, Jægervatnet, og vassdrag på Senja). I 1991 vil røyestudiene bestå av biokjemisk-genetiske analyser av et begrenset antall fisk med sikte på å finne ut hvilke gener som skal analyseres i en storskalaundersøkelse fra hele Nord-Norge. Denne delen av arbeidet gjennomføres i samarbeid med et amerikansk laboratorium som analyserer røye fra hele artens utbredelsesområde.

### 3 Delprosjekter i NINAs havbeiteprogram 1991

**Tittel:** Havbeite i Surna og Orkla: predasjon og antipredatoratferd hos laks

**Lokaliteter:** Surna, Møre og Romsdal; Orkla, Sør-Trøndelag

**Prosjektansvarlig:** Nils Arne Hvidsten

**Prosjektmedarbeider:** Per Ivar Møkkelgjerd

**Deltakende institusjon:** NINA

**Tittel:** Havbeite i Vefsna: produksjon og utsetting av vill og oppfôret laksesmolt

**Lokaliteter:** Vefsna, Nordland

**Prosjektansvarlig:** Bjørn Ove Johnsen

**Prosjektmedarbeidere:** Arne Jensen, Jan Ivar Koksvik, Helge Reinertsen

**Deltakende institusjoner:** SINTEF, Universitetet i Trondheim, Helgeland laksestyre, Statens Skoger, NINA

**Tittel:** Havbeite i Oppløyelva, Salsbruket

**Lokalitet:** Oppløyelva, Nord-Trøndelag

**Prosjektansvarlige:** Tor G. Heggberget, Bjørn Ove Johnsen, Anton Rikstad

**Prosjektmedarbeider:** Rita Strand

**Deltakende institusjoner:** NINA, Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Nærøy kommune.

**Tittel:** Havbeite i Imsa

**Lokalitet:** Imsa, Rogaland

**Prosjektansvarlig:** Bror Jonsson

**Prosjektmedarbeidere:** Jon Backer, Tormod Husabø, Jon Magnus Østhus, Morten Ims, Arthur Seldal, Lars Petter Hansen, Nina Jonsson, Ian Fleming, Anders Lamberg

**Deltakende institusjon:** NINA

**Tittel:** Populasjonsgenetikk og havbeite

**Lokaliteter:** Vassdrag over hele landet

**Prosjektansvarlig:** Kjetil Hindar

**Prosjektmedarbeidere:** Torveig Balstad, Hanne Naper Trønnes, Ingrid Mjølnerød

**Deltakende institusjon:** NINA

#### 4 Publikasjoner basert på resultater fra havbeite i 1991

- Anon. 1991. (Lars P. Hansen co-author). Report of the study group of the Norwegian Sea and Faroes salmon fishery. I.C.E.S. C.M. 1991/M:4, 75 pp.
- Anon. 1991. (Lars P. Hansen co-author). Report of the working group on north Atlantic salmon. I.C.E.S. C.M. 1991/Assess:12, 157 pp.
- Berglund, I., L.P. Hansen, H. Lundqvist, B. Jonsson, T. Eriksson, J.E. Thorpe & L.O. Eriksson 1991. Effects of elevated winter temperature on seawater adaptability, sexual maturation, and downstream migratory behaviour in mature male Atlantic salmon parr (Salmo salar). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 1041-1047.
- Hansen, L.P. 1991. Comparative behaviour of reared and wild Atlantic salmon. Abstract, 47th annual Northeast Fish & Wildlife Conference, Portland, Maine, USA, May 12-15, 1991.
- Hansen, L.P. & B. Jonsson 1991. Evidence of a genetic component in the seasonal return pattern of Atlantic salmon (Salmo salar L.). J. Fish Biol. 38: 251-258.
- Hansen, L.P. & B. Jonsson 1991. The effect of smolt age on the migratory behaviour of Baltic salmon (Salmo salar L.), transplanted to the east Atlantic. Aquacult. Fish. Manage. 22: 357-362.
- Hansen, L.P. & B. Jonsson 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. & B. Jonsson 1991. Ranching of Atlantic salmon in the River Imsa, Norway. I.C.E.S. C.M. 1991/M:35, 30 pp.
- Hansen, L.P., T. Håstein, G. Nævdal, R.L. Saunders & J.E. Thorpe (eds.) 1991. Interactions between cultured and wild Atlantic salmon. Aquaculture 98: v-x + 1-324.
- Heggberget, T.G. 1991. Laks i Nord-Norge - vandringer og reproduksjon. Ottar 185: 9-15.
- Heggberget, T.G. 1991. Sjørøye - en nordnorsk spesialitet. Ottar 185: 31-35.
- Heggberget, T.G. 1991. Sjørøye, muligheter i havbeite. Norsk Fiskeoppdrett, februar 1991: 15, 17.
- Heggberget, T.G. 1991. Some environmental requirements of Atlantic salmon. Am. Fish. Soc. Symp. 10: 132-135.
- Heggberget, T.G., N.A. Hvidsten, T.G. Gunnerød, & P.I. Møkkelgjerd, 1991. Distribution of adult recaptures from hatchery-reared Atlantic salmon (Salmo salar) smolts released in and off-shore of the River Surna, western Norway. Aquaculture 98: 89-96.
- Hindar, K. 1991. Conservation and sustainable use of Atlantic salmon. In: O.T. Sandlund, K. Hindar & A.H.D. Brown (eds.) Conservation of Biodiversity for Sustainable Development. Universitetsforlaget, Oslo: 168-185.
- Hindar, K. 1991. Rømt oppdrettsfisk truer villfisken. Ottar 2-91: 44-48.

Hindar, K. & Ø. Bakke. 1991. Miljøeffekter av utsetting av genmodifiserte organismer. NINA Oppdragsmelding 72: 1-77.

Hindar K., T. Balstad & H. Naper Trønnes. 1991. Genetic consequences of local stock enhancement. Abstract of poster presented at the symposium 'Biochemical Genetics and Taxonomy of Fish', Belfast, 22-26 July 1991.

Hindar, K., B. Jonsson, N. Ryman & G. Ståhl. 1991. Genetic relationships among landlocked, resident, and anadromous brown trout, Salmo trutta L. Heredity 66: 83-91.

Hindar, K., N. Ryman & F. Utter. 1991. Genetic effects of cultured fish on natural fish populations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 945-957.

Hvidsten, N.A. 1991. Predation on wild and hatchery reared smolts on the estuaries of rivers Surna and Orkla. In: T.N. Pedersen and E.Kjørsvik (eds.) Sea Ranching Scientific Experiences and Challenges, Bergen 1990: 88-92.

Johnsen, B.O., J.I. Koksvik, A.J. Jensen, M. Håker. 1991. Produksjon av laksesmolt basert på yngelutsetting i elv. Bunndyr og fisk i Litjvasselva, Vefsnassdraget. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk Serie 1991-1.

Jonsson, B., N. Jonsson & L.P. Hansen 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery reared Atlantic salmon in nature. Aquaculture 98: 69-78.

Jonsson, N. 1991. Aspect of migration and spawning in salmonids. Dr. philos thesis, University of Trondheim.

Jonsson, N., L.P. Hansen & B. Jonsson. 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic salmon in relation to river discharge. J. Anim. Ecol. 60: 937-947.

Jonsson, N., B. Jonsson & L.P. Hansen. 1991. The energetic cost of spawning in Atlantic salmon. J. Fish. Biol. 39: 739-744.

Lund, R.A. & L.P. Hansen. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon (Salmo salar) using scale characters. Aquacult. Fish. Manage. 22: 499-508.

0 09

nina  
notat

ISSN 0802-3115  
ISBN 82-426-0211-5

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