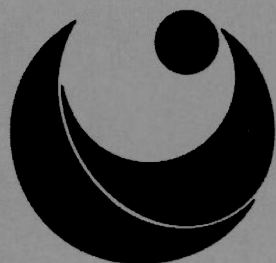


00 3

notat

Kulturbetinget fiske: Årsrapport 1989

Odd Terje Sandlund (red.)
Lars Petter Hansen
Tor G. Heggberget
Kjetil Hindar
Nils-Arne Hvidsten
Arne J. Jensen
Bjørn Ove Johnsen
Bror Jonsson og
Torbjørn Järvi



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Kulturbetinget fiske: Årsrapport 1989

Odd Terje Sandlund (red.)
Lars Petter Hansen
Tor G. Heggberget
Kjetil Hindar
Nils-Arne Hvidsten
Arne J. Jensen
Bjørn Ove Johnsen
Bror Jonsson og
Torbjörn Järvi

Tittel: Kulturbetinget fiske: Årsrapport 1989

Forfattere: Sandlund, O.T. (red.), L.P. Hansen, T.G. Heggberget, K. Hindar, N.A. Hvidsten, A.J. Jensen, B.O. Johnsen, B. Jonsson og T. Järvi.

ISSN 0802 - 3115

ISBN 82 - 426 - 0038 - 4

Copyright(C) NINA
Norsk institutt for naturforskning

Notatet kan siteres fritt med kildeangivelse

Opplag: 75

Referat

Sandlund, O.T. (red.), L.P. Hansen, T.G. Heggberget, K. Hindar, N.-A. Hvidsten, A. Jensen, B.O. Johnsen, B. Jonsson og T. Järvi 1989. Kulturbetinget fiske: Årsrapport 1989. - NINA Notat 003:1-32.

Forskningsprogrammet "Kulturbetinget fiske" skal bli å klarlegge mulighetene for produksjon av billigere smolt med god overlevelse, potensialet for økt smoltproduksjon fra vassdargene og mulighetene for å redusere predasjonen på utvandrende smolt i fjordene.

Arbeidet har pågått siden 1986. I løpet av 1989 forelå resultatene av de første smoltutsettingene i prosjektets regi.

Innen temaet havbeite med laks har det foregått feltstudier av predasjon og eksperimentelle undersøkelser av antipredatoratferd og fysiologiske reaksjoner hos laksesmolt.

Det er gjort forsøk for å klarlegge utsettingsstedets og -tidspunktets betydning for smoltens overlevelse.

Det er utført forsøk med ulike former for kultivering i laksevassdrag, bl a ved å utnytte ikke lakseførende deler av vassdraget til smoltproduksjon, og ved utsetting av laksesmolt i kalkede vassdrag. Det gjennomføres også et omfattende havbeiteprosjekt i et stort vassdrag, Drammenselva.

Innen temaet havbeite med sjørøye har det foregått forsøk i forbindelse med settefiskanlegget og fella i Halsvassdraget i Talvik, Finnmark. Det er foretatt kartlegging av sjørøyas vandringsmønster og vekst.

Arbeidet med å kartlegge genetisk struktur hos norske laksestammer fortsetter. Ved utgangen av 1989 er ca 3500 laks analysert med hensyn på genetisk variasjon i mer enn 40 gener.

Planer for videreføring av prosjektet i 1990 blir presentert.

Emneord: havbeite - laks - røye - fiskekultivering.

Forfatterens adresser: Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7004 Trondheim.

Forord

Forskningsprogrammet "Kulturbetinget fiske" ble startet i 1986.

Denne rapporten summerer opp virksomheten i 1989 og foreslår hvordan forsøkene skal følges opp i 1990. Vi viser forøvrig til rapportene for virksomheten i 1987 og 1988.

Ved gjennomføringen av årets program har Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) samarbeidet med en rekke institusjoner: Universitetene i Tromsø, Trondheim og Oslo, Finnmark distriktshøgskole, Statkraft, Fylkesmennene i Buskerud og Vest-Agder, Nord-Trøndelagsforskning, SINTEF, Helgeland laksestyre og Statens skoger Mosjøen.

DNs Vassøkologiske avdeling og Havbeiterådet takkes for samarbeidet.

Forsker Odd Terje Sandlund har vært prosjektsekretær i 1989.

Trondheim, 31. oktober 1989

Bror Jonsson
Forskningssjef

Innhold

1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn, begrunnelse og målsetning	6
1.2 Oversikt over prosjekter 1989	7
2. Faglig virksomhet i 1989	9
2.1 Havbeite med laks	9
2.1.1 Overlevelse hos settefisk og smolt	9
Prosjekt 4: Predasjon og antipredatoratferd hos laksesmolt	9
Prosjekt 6: Utsettingstidspunktets betydning for overlevelse fra smolt til voksen laks	14
Prosjekt 7: Utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av oppdrettet smolt	14
2.1.2 Kultiveringsprosjekt i vassdrag med ulike forhold	15
Prosjekt 3: Kultiveringsprosjekt - laks	15
Delprosjekt 3.1 Litjvasselva	15
Delprosjekt 3.2 Klubbvasselva	16
Delprosjekt 3.3 Måsvatna	16
Delprosjekt 3.4 Lomtjønna	17
Delprosjekt 3.5 Utsetting av ensomrig settefisk	17
Prosjekt 1: Bruk av et lite vassdrag i Nord-Norge til havbeite	17
Prosjekt 5: Utsetting av laksesmolt i sure og kalkete vassdrag	18
Prosjekt 9: Havbeiteprosjektet i Drammenselva	18
2.2 Havbeite med sjørøye	19
Prosjekt 2: Muligheter for havbeite med sjørøye	19
2.3 Populasjonsgenetikk	25
Prosjekt 8: Populasjonsgenetikk - Effekter av fiskeutsettinger	25
3. Videreføring i 1990	27
Prosjekt 1: Bruk av et lite vassdrag i Nord-Norge til havbeite	27
Prosjekt 2: Muligheter for havbeite med sjørøye	27
Prosjekt 3: Kultiveringsprosjekt - laks	27
Prosjekt 4: Predasjon og antipredatoratferd hos laksesmolt	27
Prosjekt 5: Utsetting av laksesmolt i sure og kalkete vassdrag	28
Prosjekt 6: Utsettingstidspunktets betydning for overlevelse fra smolt til voksen laks	28
Prosjekt 7: Utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av oppdrettet smolt	28
Prosjekt 8: Populasjonsgenetikk - effekten av fiskeutsettinger	29
Prosjekt 9: Havbeiteprosjekt i Drammenselva	29
Prosjekt 10: Fullskala havbeiteprosjekt, Oppløyelva	29
4. Oversikt over utsatt fisk i forbindelse med forskningsprogrammet om kulturbetinget fiske	30
5. Sammendrag	30
6. Publikasjoner basert på resultater fra havbeiteprogrammet 1988 - 1989	32

1. Innledning

1.1 Bakgrunn, begrunnelse og målsetning

Forskningsprogrammet "Kulturbetinget fiske" ble startet i 1986 med bakgrunn i Langelandutvalgets innstilling fra 1983. Denne innstillingen omhandler blant annet hvilken kunnskap som er nødvendig før et kommersielt havbeite (=kulturbetinget fiske) med laks kan settes i gang. Prosjektvirksomheten i programmet drives i hovedsak av forskere ved NINA (tidligere DN-forskningsavdelingen). Virksomheten er styrt ved prioriteringer som gjøres av DNs havbeiteråd.

Langelandutvalget konkluderte med at det var nødvendig å sette i gang et forskningsprogram med begrensede utsetninger av laksefisk over en 10-års periode. Et av de viktigste temaene for programmet var hvilke muligheter vi har til å øke gjenfangstene og dermed lønnsomheten ved kulturbetinget fiske. Vi prioriterte derfor blant annet prosjekter som tester mulighetene for å produsere billigere smolt med god evne til å overleve etter utsetting i naturen. Vi ønsket også å se på alternative produksjonsformer, for eksempel kultivering i vassdrag, kalking av sure elver og gjennom smoltproduksjon i jorddammer. Vi ønsket videre å undersøke mulighetene for å øke fiskens overlevelse, for eksempel gjennom studier av predasjon på lakseungene utenfor elvemunningene. Vi antok at predasjon fra fisk står for en stor del av det smolttapet som registreres. Hvis dødeligheten hos smolt på grunn av predasjon kunne reduseres gjennom kondisjonering, trening eller på annen måte, ville dette være svært lønnsomme investeringer. Utsetting i ulike vassdragstyper ble prioritert fordi vi ønsket å komme fram til så allmenngyldige resultater som mulig. Alle disse forhold har stor betydning for utviklingen av økonomien i et kulturbetinget fiske. I alle forsøkene er det lagt stor vekt på eksperimentell forskning under kontrollerte betingelser, og på at vår virksomhet ikke, eller i minst mulig grad, skader lokale bestander. All fisk som settes ut i samband med prosjektene er individuelt merket, og etter hvert som gjenfangstene blir rapportert får vi ny og viktig kunnskap om laksens biologi.

Forskningsprogrammet omfatter også forsøk med to andre arter laksefisk, anadrom ørret og røye, populært kalt "sjørret" og "sjørøye". Foreløpige resultater indikerer at sjørøye kan bli en interessant art i havbeitesammenheng, men mye FOU-arbeid gjenstår ennå før sikre konklusjoner kan trekkes.

Gjennom forskningsprogrammet er det bygd opp et populasjonsgenetisk laboratorium ved NINA. Dette vil bli et viktig redskap i vurderinger av genetiske inter-

aksjoner mellom kulturfisk og villfisk. Ved laboratoriet har vi kommet godt igang med karakterisering (beskrivelse av genfrekvenser) av et stort antall av våre viktigste laksestammer. I tillegg er vi i ferd med å ta i bruk de mest moderne metoder som f.eks analyse av mitochondrielt DNA og kjerne-DNA (DNA-fingerprinting). Dette vil sette oss i stand til på en detaljert måte å vurdere reproduksjonssuksess hos enkeltindivider av fisk med forskjellig bakgrunn under eksperimentelle betingelser i gytekanaler og under kontrollerte betingelser i vassdrag.

Et av de punktene som ble fokusert i Langelandutvalgets innstilling var virkningene av utsetting av et stort antall oppdrettssmolt i et lite vassdrag med egen laksestamme. Slike prosjekter er ennå ikke kommet i gang, men bør prioriteres.

På grunn av lang generasjonstid (3-6 år) sier det seg selv at et slikt forskningsprogram på laksefisk må gå over et antall år før resultater kan forventes. Idet programmet ble startet i 1986 er de første resultatene nå klare. Mye av den kunnskap som norsk lakseforskning har utviklet i løpet av de siste 30 år er integrert i prosjektet. Gjennom utsetting av laksefisk i tilknytning til inngrep i vassdrag og i to vassdrag med fiskefelle (Imsa og Halsvassdraget) har det vært drevet en økende grad av forskning på laksefisk i Norge etter siste verdenskrig.

Den kompetanse som eksisterer og de fasiliteter som er etablert gir et godt grunnlag for å besvare de spørsmål som er stilt i forbindelse med forskningsprogrammet. Foruten deltagelse av NINAs forskere, er det viktig å videreutvikle samarbeidet med norske forvaltnings- og forskningsinstitusjoner.

NINAs virksomhet innen havbeiteprogrammet kan deles inn i tre hovedtemaer: 1) Havbeite med laks, 2) Havbeite med røye, og 3) Populasjonsgenetiske effekter av kulturbetinget fiske. Innen temaet havbeite med laks dreier prosjektene seg delvis om overlevelse hos settefisk og smolt, og delvis om kultiveringsprosjekter i vassdrag med ulike forhold.

I denne rapporten gis en oversikt over virksomheten i 1989 og et kort resymé av de foreløpige resultater under de enkelte delprosjekter. Det presenteres også forslag til videreføring av de enkelte prosjekter. Ett prosjekt (nr 1, Nykvågvassdraget) foreslås avsluttet. Arbeidet med havbeite fra kalkede vassdrag (prosjekt nr 5) foreslås gjenopptatt, og det legges fram forslag om å sette i gang storskala havbeiteforsøk fra et lite vassdrag i Nord-Trøndelag (Oppløvelva, prosjekt nr 10). Utsetninger er i 1989 kommet i gang i Oppløvelva i regi av Nord-Trøndelagsforskning.

1.2 Oversikt over prosjekter 1989

Programmet består av tilsammen 10 prosjekter, fra Drammenselva (Buskerud), Lygna og Audna (Vest-Agder) i syd til Halsvassdraget (Finnmark) i nord. En oversikt over delprosjektene er vist i Tabell 1.1.

Tabell 1.1 Prosjektoversikt, kulturbetinget fiske.

- 1 Tittel: Bruk av et lite vassdrag i Nord-Norge til havbeite
Lokalitet: Nykvågvasdraget, Nordland
Prosjektansvarlig: Tor G. Heggberget
Deltakende institusjoner: NINA, Bø kommune
- 2 Tittel: Muligheter for havbeite med sjørøye
Lokalitet: Halsvassdraget, Finnmark
Prosjektansvarlig: Tor G. Heggberget
Prosjektmedarbeidere: Arne Jensen, Rita Strand, Laila Saksgård, Jeff Wallace, Atle Martinsen
Deltakende institusjoner: NINA, Universitetet i Trondheim, Universitetet i Tromsø, Finnmark Distrikthøgskole
- 3 Tittel: Kultiveringsprosjekt - laks
Lokaliteter: Vefsna, Nordland; Driva, Møre og Romsdal
Prosjektansvarlige: Bjørn Ove Johnsen
Prosjektmedarbeidere: Arne Jensen, Jan Ivar Koksvik, Helge Reinertsen
Deltakende institusjoner: SINTEF, Universitet i Trondheim, Helgeland laksestyre, Statens Skoger, NINA
- 4 Tittel: Predasjon og antipredatoradferd hos laks
Lokaliteter: Surna, Møre og Romsdal; Orkla, Sør-Trøndelag; Imsa, Rogaland; m.fl.
Prosjektansvarlige: Nils Arne Hvidsten og Torbjørn Järvi
Prosjektmedarbeidere: Anders Lamberg, Ingebrigt Uglem, Leif Harald Hausken
Deltagende institusjon: NINA
- 5 Tittel: Utsetting av laksesmolt i sure og kalkede vassdrag
Lokalitet: Lygna og Audna, Vest-Agder
Prosjektansvarlig: Lars Petter Hansen
Prosjektmedarbeidere: Kjell Fugelli, Ørnulf Haraldstad, Magne Staurnes
Deltakende institusjoner: NINA, Universitetet i Oslo, Fylkesmannen i Vest-Agder, Universitetet i Trondheim
- 6 Tittel: Utsettingstidspunktets betydning for overlevelse fra smolt til voksen laks
Lokalitet: Ingdalselva, Sør-Trøndelag
Prosjektansvarlig: Lars Petter Hansen
Prosjektmedarbeidere: Magne Staurnes, Tor G. Heggberget
Deltakende institusjoner: NINA, Universitetet i Trondheim
- 7 Tittel: Utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av oppdrettet smolt
Lokaliteter: Eira, Møre og Romsdal
Prosjektansvarlige: Bjørn Ove Johnsen
Prosjektmedarbeidere: Arne Jensen
Deltakende institusjoner: DN, Statkraft, NINA
- 8 Tittel: Populasjonsgenetikk - effekten av fiskeutsettinger
Lokaliteter: Vassdrag over hele landet
Prosjektansvarlig: Kjetil Hindar
Prosjektmedarbeidere: Torveig Balstad, Hanne Naper Trønnes, Ingrid Bysveen, Alex Strømme
Deltakende institusjon: NINA

Tab. 1 forts. neste side

Tabell 1.1. forts.

- 9 Tittel: Havbeiteprosjektet i Drammenselva
Lokalitet: Drammenselva, Buskerud
Prosjektansvarlig: Lars Petter Hansen
Prosjektmedarbeidere: Albert Lillehammer, Per Pethon, Erik Garnås
Deltakende institusjoner: NINA, Universitetet i Oslo, Fylkesmannen i Buskerud
- 10 Tittel: Fullskala havbeiteprosjekt, Oppløyelva
Lokalitet: Oppløyelva, Nord-Trøndelag
Prosjektansvarlig: Tor G. Heggberget
Prosjektmedarbeidere: Bjørn Ove Johnsen, Andreas Mørkved
Deltakende institusjoner: NINA, Nord-Trøndelagsforskning

2. Faglig virksomhet i 1989

2.1 Havbeite med laks

2.1.1 Overlevelse hos settefisk og smolt

Prosjekt 4: Predasjon og antipredatoratferd hos lakse-smolt

Målsetting: Å bedre overlevelsen hos postsmolt. Predasjon antas å være viktigste dødelighetsfaktor.

Opplegg

Predasjonen i ulike vassdrag blir kartlagt, og det samles kunnskap om atferden hos predatorene og den utvandrende smolten. Forsøk på å forberede smolten til møte med predatorer og saltvann blir gjennomført ved ulike behandlingsmetoder før og ved utsetninger av laksesmolt. I prosjektet utføres feltundersøkelser i Surna og Orkla, og eksperimentelle undersøkelser ved NINAs Forskningsstasjon for ferskvannsfisk, Ims.

Feltundersøkelser

Smoltpredasjonsstudier er gjennomført i Surna i 1985 og 1986, og i Orkla i 1987, 1988 og 1989.

Undersøkelsen har vist at torsk og sei samler seg i elvemunningene om våren når smolten går ut av vassdragene. Det er funnet dødelighet på 20-25% hos/oppføret og villsmolt på grunn av beiting fra torsk. Sei kan i tillegg bety en vesentlig reduksjon i overlevelsen for utvandrende laksesmolt. Seien vandrer mye og bestandberegning blir derfor vanskeligjort. Materialet

for 1989 er ikke bearbeidet. Det ble imidlertid gjenfanget merket sei, slik at det er mulig å beregne total dødelighet hos smolt på grunn av beiting fra torsk og sei.

Resultatene ovenfor representerer gjennomsnittsverdier for dødelighet som er forårsaket av beiting i estuariet. Disse verdiene representerer en forenkling av det mer kompliserte, dynamiske forholdet som synes å eksistere mellom smolt og torsk. For å oppnå maksimal overlevelse ved smoltutsetninger i elv, er det nødvendig å vite i hvor stor grad villsmolt gruppene blir predatert av beitende marine fisk utenfor elvemunningen og utover i estuariet.

Det pågår undersøkelser av smoltproduksjon og smoltatferd i Orkla i forbindelse med reguleringen av vassdraget. Produksjonsundersøkelsene muliggjør estimering av daglig antall smolt som vandrer ut i estuariet. Foreløpige beregninger tyder på at overlevelsen er meget liten hos smolt som ikke er med i hovedstimene under utvandringen. Predasjonen på smolt fra beitende torsk ga en dødelighet på omkring 10% under den største utvandringen (hovedstimene) av smolt i 1987 og 1988.

Ved disse estimatene var det nødvendig med flere forutsetninger som gir grove forenklinger. Dødeligheten hos smolten ble beregnet ut fra en statisk modell for antall beitende torsk og sei. Antallet beitende torsk varierer imidlertid fra døgn til døgn. Dette vil bli korrigert på bakgrunn av årets undersøkelser. Antall torsk og sei som var tilstede i estuariet skal analyseres på bakgrunn av ekkointegrering utført i 1989. Vi fulgte predatoratferden gjennom døgnet. Dette vil danne grunnlag for rasjonell bruk av ekkolodd (til bestemte tidspunkt på døgnet) seinere.

Smoltproduksjonsundersøkelsene i Orkla foregår i Meldal 40 km fra elveosen. Vandringshastigheten for de ulike stimeene av smolt fra Meldal og ned til estuariet er derfor avgjørende for dødelighetsberegningene på smolt fra døgn til døgn under villsmoltutvandringen. Vandringshastigheten er til nå beregnet ved regresjonsanalyse mellom antall smolt som passerer ved Meldal og antall smolt i torskemagene. Det synes som om smolten trenger 6 døgn fra Meldal til elveosen. Oppholdstiden i elveosen er ukjent men antas å vare i ett døgn.

Predasjonsundersøkelsene har så langt avklart at dødeligheten av smolt i elveosene er meget betydelig, men det gjenstår mye arbeid for å kartlegge omfanget og beskrive dette.

Ekspimentelle undersøkelser

Målet med den eksperimentelle delen av predasjonsprosjektet er:

- 1) Å klarlegge den biologiske bakgrunnen til den høye dødelighetsraten.
- 2) Å utvikle utsetningsmetodikk som reduserer dødeligheten.

Virksomhet 1987 - 1988

Årsaker til høy smoltdødelighet

For å klarlegge årsakene til den høye dødelighetsraten hos postsmolt har vi siden 1987 utført en serie eksperimenter på NINAs Forskningsstasjon for Ferskvannsfisk på Ims.

Når smolten vandrer ut fra elv til sjø blir den utsatt for en høy dødelighet, opptil 70 - 90%. Årsaken til den høye dødeligheten er antatt å være predasjon. Denne antagelsen er basert på at man finner en høy frekvens av nyutsatt smolt i magen på rovfisk og fugl.

Fisk som vandrer fra et osmotisk medium til et annet, i dette tilfelle fra ferskvann til sjøvann, blir utsatt for osmotisk stress. For å klarlegge hvorfor smolt synes å være et lett bytte for predatorer, gjorde vi først en serie eksperimenter hvor vi studerte antipredatoratferden til smolt som i ulik grad var tilpasset sjøvann. For en predator (torsk) eksponerte vi i sjøvann: 1) predator-naiv (ikke tidligere erfaring av rovfisk) ferskvannstilpasset smolt og 2) predator-naiv sjøvannstilpasset smolt. Resultatene viste at sjøvannstilpasset smolt klarte seg bedre enn smolt som kom direkte fra ferskvann. Sjøvannstilpasset smolt gikk oftere i stim og hadde

lengre reaksjonsavstand mot torsken. Resultatet tyder på at den ferskvannstilpassete smolten ble osmotisk stresset, noe som i sin tur reduserte dens evne til å reagere adekvat på torsken (denne hypotesen er på engelsk kalt "The maladaptive anti-predator behaviour (MAD-) hypothesis").

For å teste MAD-hypotesen videre ble to eksperimenter utført. I det første eksperimentet ble en gruppe predator-naiv smolt akklimatisert til ferskvann og en gruppe til sjøvann. Deretter ble fisk fra begge grupper eksponert for en predator (torsk) i en periode på 1 time. Smolten ble deretter satt i en 24-timers sjøvannstest og mortaliteten registrert. Resultatene viste at ferskvannstilpasset smolt som ble eksponert for predator og siden satt i sjøvannstest hadde større dødelighet (90%) enn sjøvannstilpasset smolt (43%). Ingen smolt fra kontrollgruppene som ikke ble eksponert for predator døde.

I det andre eksperimentet undersøkte vi smoltens fysiologiske reaksjon på osmotisk stress og psykisk stress forårsaket av nærvær av predatorer, og hvordan tilpasning til sjøvann eller ferskvann og tilvenning til predatorer reduserer en eventuell stressreaksjon. Fire grupper av fisk ble testet: 1) ferskvannstilpasset, predator-naiv smolt; 2) ferskvannstilpasset, predator-tilvendt smolt; 3) sjøvannstilpasset, predator-naiv smolt; 4) sjøvannstilpasset, predator-tilvendt smolt. Smolten ble testet i ferskvann, isoosmotisk vann og sjøvann. Som fysiologiske parametre målte vi konsentrasjonen av laktat, glukose og kloridioner i blodet. Da den ferskvannstilpassete fisken døde i sjøvann var det kun mulig å beregne den fysiologiske stress-effekten på den sjøvannstilpassete smolten. Resultatene viste at predator-tilvenning reduserer stressresponsen med fra 9% til 40% avhengig av hvilken fysiologisk parameter det gjelder.

Resultatene av disse undersøkelsene gir ikke grunnlag å forkaste MAD-hypotesen. Den høye mortaliteten ved utsetting av smolt økes når den kommer i et osmotisk miljø der den ikke på forhånd er tilpasset.

Forbedring av utsetningsmetodikk

Resultatene av eksperimentene ovenfor tyder på at dødeligheten kan reduseres ved at smolten tilpasses sjøvann og ved at den tilvennes predatorer. Våren 1988 ble fire grupper av smolt: 1) predator-tilvendt, sjøvannstilpasset, alternativt 2) ferskvannstilpasset, og 3) predator-naiv, sjøvannstilpasset, alternativt 4) ferskvannstilpasset, satt nedenfor fella på Ims. Fisken er beregnet til hovedsakelig å komme tilbake i fella høsten 1990.

Virksomhet 1989

Bakgrunn til den høye dødeligheten

En omfattende test av MAD-hypotesen utføres i samarbeid med Ingebrigt Uglem, som utfører eksperimentene som en hovedfagsoppgave ved Zoologisk institutt, Universitetet i Trondheim (AVH).

Målet med undersøkelsen er:

- 1) Kartlegge sammenhengen mellom fysiologisk stress (glukose-, laktat- og kloridione-konsentrasjonen i blodet) og variasjon i antipredatoratferd hos smolt.
- 2) Klarlegge om predator tilvenning reduserer fysiologisk stress og derved forbedrer smoltens antipredatoratferd.

Opplegget for predator tilvenningsforsøkene er vist i tabell 2.1. Smolten tilvennes predatoren på to måter. En gruppe fikk gå sammen med en predator ("farlig predator", predator2) og en gruppe fikk se predatoren ("Ufarlig predator", predator1). I det siste tilfellet gikk predatoren adskilt fra smolten, separert av netting.

Under testen ble smoltens atferd mot predatoren registrert i en periode på 1 time, før blodprøve ble tatt. Smolten var individmerket slik at det var mulig å sammenligne individuell atferd i forhold til predatoren og fysiologisk stress.

De foreløpige resultatene (Fig. 2.1) viser at smolten som er tilvendt predator reagerer mer adekvat mot predator en kontrollgruppen gjør. Det er også en svak tendens til at smolt som er tilvendt en "farlig" predator reagerer mer adekvat enn de som er tilvendt en "ufarlig" predator. Smolt som testes mot predator i iso-osmotisk vann reagerer bedre enn de som testes i sjøvann. De fysiologiske data er ikke ferdig analysert.

Smoltutvandring og fysiologisk stress -
effekt av predator tilvenning og fysisk trening

Målet med undersøkelsen er å klarlegge hvordan fysisk trening og tilvenning til predatorer påvirker smoltens vandringsatferd og fysiologiske stressreaksjoner i et elvesystem med predatorer.

Tabell 2.1 Predator tilvenning i iso-osmotisk vann og sjøvann.

Test	kontroll	Smoltgruppe predator1	predator2
iso + predator	+	+	+
sjø + predator	+	+	+
iso-kontroll	+		
sjø-kontroll	+		

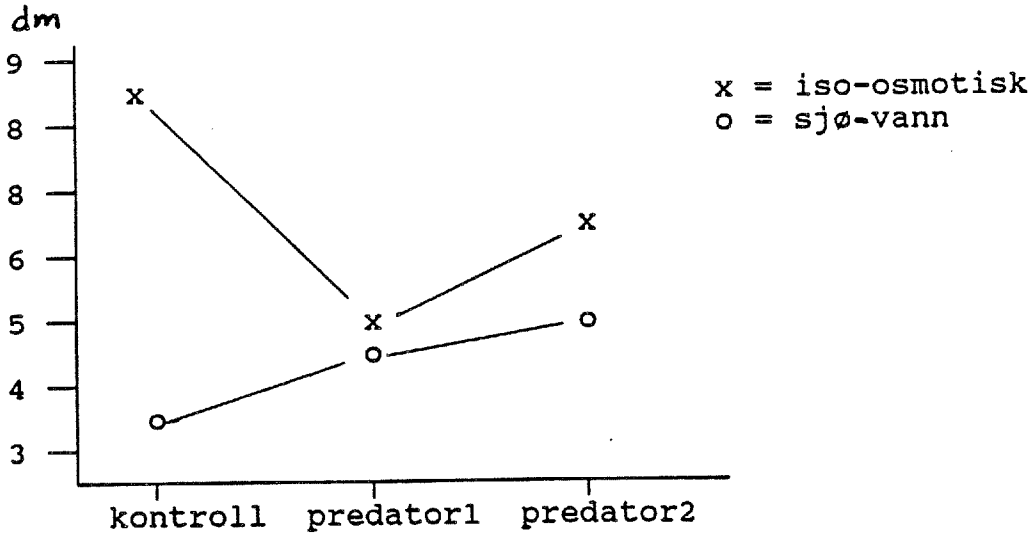
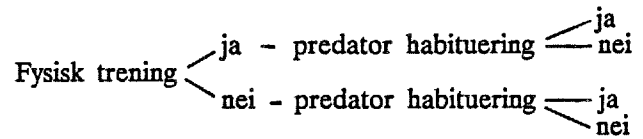


Fig. 2.1 Smoltens reaksjonsavstand til predator i iso-osmotisk vann og i sjøvann.

Fysiologisk stress kan normalt betaktes som en beredskap for å kunne takle en truende situasjon (engelsk "General Adaptation Syndrome"). Dersom de stimuli som forårsaker stressrespons er for sterke, eller dersom individet blir eksponert over lang tid, kan det føre til fatale fysiologiske forandringer. I dette prosjektet har vi vist at stresstimuli kan forårsake økt dødelighet og redusere evnen til å reagere adekvat på predatorer. Andre undersøkelser har vist at fysisk trening øker fiskens evne til å tåle stress. Tidligere undersøkelser innen dette prosjektet har vist at tilvenning til predatorer øker smoltens evne til å reagere adekvat på predatorer. I det følgende eksperimentet har vi studert hvordan fysisk trening og tilvenning til predatorer påvirker vandringsmønsteret til smolt i en elv/bekk med predatorer. Dessuten ble samvirkningen mellom fysiologisk stress og vandringsmønster analysert.

En gruppe smolt ble satt i fysisk trening i 1,5 måneder sammen med en kontrollgruppe uten trening. Deretter ble en gruppe trent smolt og en kontrollgruppe satt til predatortilvenning i 2 uker (se skjemaet nedenfor).



De fire gruppene ble så satt ut i en sidebekk til Imsa. Fisken ble ved utvandring fanget i fella på Ims. Smolten hadde da vandret en strekning på ca 700 m, forbi en predator-modell ("dummy") som var plassert ut i bekken.

Klokkeslett og dato ble registrert når smolten kom ned i fella. Samtidig ble fiskens biometri, kjønn, grad av smoltifisering og fysisk kondisjon (cardiosomatisk indeks) registrert. Blodprøve ble tatt for analyse av laktat, glukose og hemoglobin (Hb).

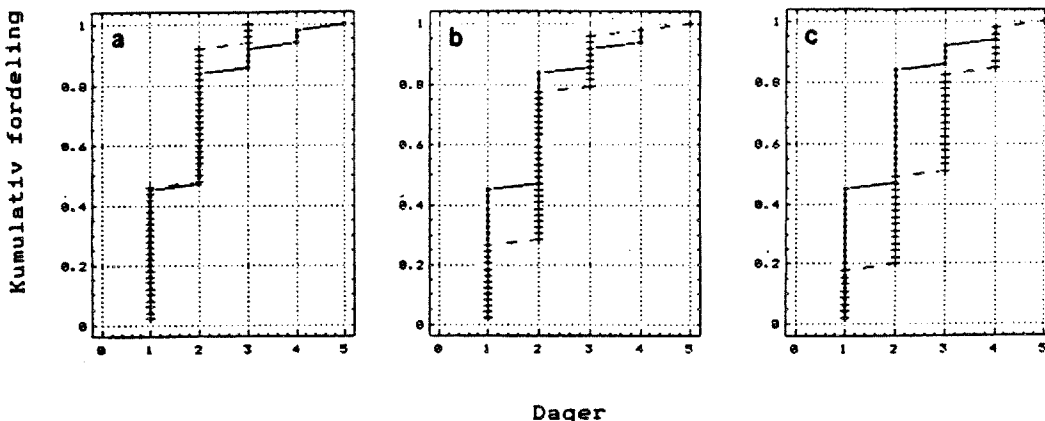


Fig. 2.2 Kumulativ fordeling av nedvandrende smolt i fella.
a: ● = kontroll, + = predator-tilvendt
b: ● = kontroll, + = fysisk trent
c: ● = kontroll, + = predator-tilvendt og trent.

Resultatene viser at smolt som bare er tilvendt til predator kom tidlig (Fig. 2.2). Fysisk trent smolt kommer senere enn kontrollgruppen, og fysisk trent og predator-tilvendt smolt kommer sist.

En multipel regresjonsanalyse viser at blodnivå av laktat, fiskens kondisjon og kjønn forklarer 41% av variasjonen i nedvandring. Fisk som kommer senere har i gjennomsnitt høyere laktatnivå, bedre kondisjon og er som regel tidligere kjønnsmodne hanner. Alle grupper av utsatt fisk kom ned i fella på ettermiddagen og om natten.

Hensikten var også å studere smoltens antipredatorferd ved passering av predator-modellen ved hjelp av videoopptak. Dessverre var kvaliteten på videoopptakene ikke god nok for en detaljert analyse, da kameraets oppløsning ikke var tilstrekkelig til å skille de forskjellige testgruppene farvemerke. Vi har derfor anskaffet et nytt kamera, som gjør det mulig å gjennomføre denne delen av eksperimentet senere.

Forbedring av tidligere utsetningsmetodikk

Med bakgrunn i de tidligere eksperimenter ble følgende eksperimentgrupper satt ut i Imsa:

- 1) Fysisk trent og predator-tilvendt smolt.
- 2) Kun fysisk trent smolt.

- 3) Smolt som var holdt under semi-naturlige forhold i gytekanal med predator og som delvis hadde fått levende fôr (melorm og maggots).
- 4) Kontroll, det vil si normal utsetting.

Vårt mål med prosjektet var dels å undersøke predasjonstrykket på de fire gruppene i estuariet og det nærmeste sjøvannsområdet utenfor Imsa og dels å registrere gjenfangsten av de fire gruppene.

I forbindelse med utsettingen fisket vi intensivt i estuariet med trollgarn og torskeruse. Resultatet av fisket viste at det var lite torsk i det nærmeste området til Imsa. Populasjonsestimat for predatorer ved hjelp av ekkolodd og dykking ga ingen klar indikasjon på noen konsentrasjon av predatorer i forbindelse smoltutvandringen, slik tilfellet er ved Orklas utløp. Predatorer vi har registrert i tillegg til torsk og sei er sjøaure og regnbueaure. Begge arter finnes både i elva og estuariet. En årsak til lavt innsig av andre predatorer kan være at det under smoltutvandringen fantes store mengder brisling i fjorden. Undersøkelsen av predatorbestand under smoltutvandringa bør derfor gjentas i en noe modifisert form i 1990. Resultatet av utsettingen ventes å være klart i 1991.

Prosjekt 6: Utsettingstidspunktets betydning for overlevelse fra smolt til voksen laks

Målsetting: Å finne det utsettingstidspunkt som for laksesmolt gir størst overlevelse.

Bakgrunn

Andre undersøkelser har indikert at det finnes et optimalt tidspunkt for utsetting av smolt for å oppnå maksimal overlevelse. Ved en serie utsettinger der også fiskens stadium i smoltifiseringsprosessen og fysiologiske tilstand blir undersøkt, vil prosjektet kunne fastslå om et slikt optimalt tidspunkt eksisterer og om dette har sin basis i fiskens fysiologi.

Opplegg og foreløpige resultater

Det ble satt ut tilsammen 9875 laksesmolt fordelt på 6 tidspunkt i løpet av april - juni 1986 i Ingdalselva, Sør-Trøndelag. Foreløpige resultater viser at smolt utsatt 29 april og 12 mai gav høyest overlevelse. Utsettinger både tidligere og senere gav dårlig overlevelse. Resultater fra analysene av smoltens fysiologiske status tyder på at overlevelsen er størst når Na-K-ATPase-nivået hos fisken ved utsetting er økende. Sluttrapport fra eksperimentet vil foreligge i 1990.

Prosjekt 7: Utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av oppdrettet smolt

Målsetting: Undersøke utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av utsatt smolt.

Virksomhet i 1989

Statkraft har pålegg om å produsere og sette ut 50 000 laksesmolt pr år i Eira i Møre og Romsdal. Av disse ble 15 000 smolt delt i 5 grupper à 3 000 fisk og merket med carlinmerker. Forsøket ble satt igang i 1987 og gruppene ble satt ut på følgende steder (Fig. 2.3, Tabell 2.2):

- Gr.1: I Eira på utløpet av Eikesdalsvatnet.
- Gr.2: I Eira ved Maltsteinen, omtrent midt i elva.
- Gr.3: Saltvannstilvennet i ca. 14 dager før utsetting ca 0,5 km ut fra land utenfor utløpet av Eira. Smolten ble slept i spesialbygd transportkasse ved hjelp av båt med påhengsmotor. Denne gruppa fikk samme behandling som de 35.000 laksesmoltene som ikke var merket, og fungerer som en kontrollgruppe for dagens utsettings-teknikk.

- Gr.4: Transportert i brønnbåt til Sekken (utenfor Molde) og satt ut 1,5 nautisk mil vest av Sekken på 300-400 m dyp.
- Gr.5: Transportert i brønnbåt til havs til Ona fyr og satt ut der.

På grunn av motorhavari måtte dessverre brønnbåttransporten utgå i 1988, og gruppe 4 og 5 ble satt ut henholdsvis sammen med gruppe 1 og 3.

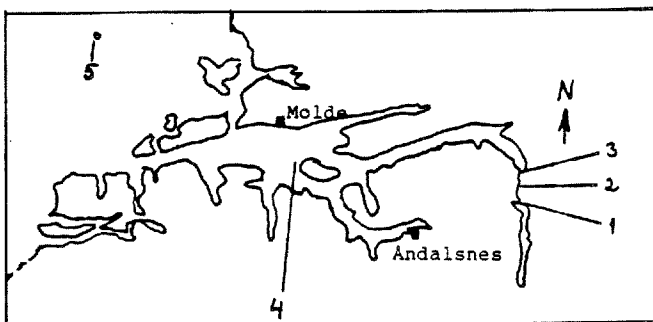


Fig. 2.3 Utsettingssteder for merket laksesmolt i Eresfjord-området. Numrene refererer til Tabell 2.2.

I 1989 foregikk utsettingene etter samme opplegg som i 1987 bortsett fra at smolten ble merket ved anlegget i Eikesdalen. I 1987 og 88 foregikk merkingene ved anlegget i Eresfjord. Smolten fikk dermed lengre transport før utsetting i 1989 enn de tidligere år.

Foreløpige resultater

I tabell 2.2 er de foreløpige resultatene oppsummert. Gjenfangstene er delt inn i gjenfangster gjort i utsettingsåret, gjenfangster ett år etter utsetting og gjenfangster to år etter utsetting. I den siste kategorien har vi foreløpig bare gjenfangster fra utsettingene i 1987.

Gjenfangster gjort i utsettingsåret stammer hovedsakelig fra smolt tatt av fugl like etter utsetting. Fra utsettingene i 1987 kom det inn 185 slike merker mens de tilsvarende tall fra 1988 og 1989 var 333 og 77. De fleste gjenfangstene stammer fra den gruppen som har vært satt utenfor utløpet av Eira.

Antallet gjenfangster av voksen laks er foreløpig svært lavt. Fra utsettingen i 1987 har vi totalt fått 7 gjenfangster. Fra utsettingen i 1988 er det foreløpig bare kommet inn gjenfangster etter ett år i sjøen i et antall av 28. Dette er også svært lavt sammenliknet med det store antallet utsatt smolt (15 000).

Tabell 2.2. Utsettingssted og antall gjenfangster i utsettingsåret, ett år etter utsettingsåret og to år etter utsettingsåret.

Gruppe/År	Utsettingssted	Antall gjenfangster		
		Uts.år	Uts.år+1	Uts.år+2
1/87	Eikesdalsvatn	4	1	3
2/87	Eira	2	0	0
3/87	Eresfjord	157	2	0
4/87	Sekken	6	1	0
5/87	Ona	16	0	0
SUM:		185	4	3
1/88	Eikesdalsvatn	53	3	-
2/87	Eira	28	3	-
3/87	Eresfjord	117	7	-
4/87	Eikesdalsvatn	31	6	-
5/87	Eresfjord	104	9	-
SUM:		333	28	-
1/87	Eikesdalsvatn	22	-	-
2/87	Eira	23	-	-
3/87	Eresfjord	31	-	-
4/87	Sekken	0	-	-
5/87	Ona	1	-	-
SUM:		77	-	-

2.1.2 Kultiveringsprosjekt i vassdrag med ulike forhold

Prosjekt 3: Kultiveringsprosjekt - laks

Målsetting: Prosjektet skal klarlegge hvordan man best kan utnytte ikke lakseførende vassdragsavsnitt til optimal smoltproduksjon.

Bakgrunn

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

I tillegg er det gjennomført studier for å undersøke ernæring og overlevelse til utsatt settefisk av laks føret

med dyreplankton i mæreanlegg i innsjøer sammenliknet med fisk fra tradisjonelt oppdrettsanlegg. Denne delen av virksomheten ble avsluttet i 1988.

Virksomhet i 1989

Prosjektet er delt i tre deler:

1. Undersøkelser i rennende vann.
2. Undersøkelser i dam/innsjø.
3. Undersøkelser av settefisk med ulik oppdrettsbakgrunn.

Virksomheten i 1989 har vært knyttet til Vefsnavassdraget.

Delprosjekt 3.1 Litjvasselva

Litjvasselva er et sidevassdrag til i 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 rotenonbehandlet 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 av ungfisk har vært relativt konstant (tabell 2.3), og har ligget mellom 41 og 53 laksunger pr. 100 m² i perioden 1985 - 1988. I 1989 var tettheten av laksunger nede i 19 pr. 100 m². Det var imidlertid betydelig større vannføring under elektrofisket i 1989 enn tidligere år.

Tabell 2.3. Gjennomsnittlig tetthet (antall fisk pr 100 m² ± 95% konfidensintervall) av laksunger 1+ i Litjvasselva, 1985 - 89.

År	Antall stasjoner	Areal m ²	Tetthet
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

Smoltfella i Litjvasselva kom i prøvedrift i 1985, og dette året ble det registrert 227 smolt på utvandring. De fire siste årene har fella vært i drift hele sesongen. I 1988 ble det fanget 2011 smolt i fella og dette tilsvarer en smoltproduksjon på ca 2,9 fisk pr 100 m² (tabell 2.4). I 1989 ble det registrert 880 smolt (foreløpig tall) og dette tilsvarer en smoltproduksjon på ca 1,3 pr 100 m². I 1987, 1988 og 1989 ble henholdsvis 897, 1099 og 279 utvandrende smolt merket med carlinmerker.

Tabell 2.4. Antall smolt registrert i fella i Litjvasselva, 1985 - 89.

År	Antall smolt	Antall smolt pr m ²
1985	227	0,3
1986	593	0,9
1987	135	61,9
1988	2011	2,9
1989	880	1,3

I tillegg til innsamlingen av data for fiskebestanden i vassdraget, blir det samlet inn kvantitative prøver av bunnfaunaen i Litjvasselva ved hjelp av Surber-samplers. Næringstilbudet blir sammenliknet med fiskens mageinnhold.

Resultatene for 1986 og 1987 viste at laksungene i sterk grad selekterte døgnfluenymfer, mens interessen for steinfluenymfer var liten. De eldste aldersgruppene (2+ og 3+) viste også positiv seleksjon av vårfluelarver, som ble lite utnyttet av de yngste aldersgruppene. Fjærmygg-larver, som antallsmessig var viktigste komponent i mageprøvene, ble utnyttet omtrent i forhold til gruppens andel i bunnfaunaen.

Høsten 1988 ble det satt igang gjødsling av elva. Dette gjødslingsprogrammet ble fortsatt i 1989, og vil bli videreført i 1990.

Delprosjekt 3.2 Klubbvasselva

I Klubbvasselva, som er et sidevassdrag til Vefsnvassdraget, kjøres et liknende program på fisk og evertebrater som i Litjvasselva. Elektrofiske er gjennomført på 8 stasjoner, og det er samlet inn bunndyr på 5 av disse. Tettheten av laks- og aureunger er vist i tabell 2.5. Smoltfella ble bygd i 1988. I 1989 passerte 239 laksemolt fella, og 171 av disse ble merket med carlinmerker.

En del av den merkete smolten fra Litjvasselva og Nedre Måsvatn ble i 1988 og 1989 overført til Klubbvasselva. Her ble den satt ut ovenfor fella, og utvandringen ble registrert ved hyppige kontroller av fella. Dette arbeidet som gjennomføres av en hovedfagsstudent, vil kunne bidra med kunnskaper om hvorvidt smolt som har vokst opp i dam/innsjø (Nedre Måsvatn) har et annet utvandringmønster enn smolt som har vokst opp i rennende vann (Litjvasselva).

Tabell 2.5. Gjennomsnittlig tetthet (antall fisk pr 100 m² ± 95% konfidensintervall) av laks- og aureunger 1+ i Klubbvasselva, 1987 - 89.

År	Antall stasjoner	Areal m ²	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	

Delprosjekt 3.3 Måsvatna

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

Øvre Måsvatn ble bygd i 1982. Begge tjern har svært næringsfattige vannmasser. Maksimale algebiomasser har vært i området 200-250 mg m⁻³ (våtvekt), med gjennomsnittsverdier under 100 mg m⁻³. Biomassen av zooplankton har gjennomgående vært mindre enn 20 mg m⁻³ (tørrvekt). *Bosmina longispina* er eneste cladocerart av betydning. Både alge- og zooplanktonbiomassen har vært noe høyere i Nedre enn i Øvre Måsvatn.

Det er satt ut laksyngel i de to dammene siden 1983. En smoltfelle som registrerer utvandrende smolt fra Nedre Måsvatn kom i drift i 1986 og en tilsvarende for Øvre Måsvatn kom i drift i 1987 (tabell 2.6). Antall utvandrende smolt fra Nedre Måsvatn har variert mellom 3190 (1989) og 4062 (1987). I Øvre Måsvatn har de tilsvarende tall vært 345 (1987) og 876 (1988).

Tabell 2.6. Antall smolt registrert i fellene i Nedre og Øvre Måsvatn, 1986 - 89.

Felle	År	Antall smolt
Nedre Måsvatn	1986	1102
Nedre Måsvatn	1987	4062
Nedre Måsvatn	1988	3668
Nedre Måsvatn	1989	3196
Øvre Måsvatn	1987	345
Øvre Måsvatn	1988	876
Øvre Måsvatn	1989	807

I 1987, 1988 og 1989 ble henholdsvis 291, 776 og 540 utvandrende smolt fra Øvre Måsvatn merket med carlinmerker. De tilsvarende tall fra Nedre Måsvatn var 996, 672 og 1259 utvandrende smolt.

Delprosjekt 3.4 Lomtjønna

Lomtjønna i Hattfjelldal ble i 1988 utpekt som egnet lokalitet for gjødslingsforsøk. Tjønna ligger på statsgrunn

øverst i vassdraget og den er lett tilgjengelig fra veg. Det er fjell i utløpet som derfor egner seg godt for fellebygging. Tjønna har aurebestand. I 1989 har det vært gjennomført et innsamlingsprogram for vannkjemi, plante- og dyreplankton og bunnfauna. Tjønna vil bli rotenonbehandlet i 1989 og i 1990 vil det bli satt ut laksyngel.

Delprosjekt 3.5 Utsetting av ensomrig settefisk

Målsettinga til dette delprosjektet, som nå er avsluttet, var å sammenligne næringsopptak og overlevelse hos settefisk oppføret i innsjøer på levende dyreplankton med settefisk som har tradisjonell oppdrettsbakgrunn.

I 1987 ble lakseyngel føret fram til ensomrig settefisk i mær i Asklundvatn på Frosta og satt ut i Djupdalsbekken i Buvika sammen med fisk fra samme foreldregruppe oppføret i kar i settefiskanlegget på Lundamo. Resultater fra prosjektet er foreløpig rapportert i en artikkel i TOFA's årbok. Begge kategorier av fisk kom raskt igang med næringsopptak, og forskjellene som ble funnet mellom de to gruppene var ubetydelige. Fisken fra Asklundvatn, som var vant til å konkurrere om levende næringsdyr, kom raskest i gang med næringsopptak (92% hadde næringsdyr i magen etter ett døgn mot 50% hos fisk fra Lundamo), men allerede etter 3 døgn var forskjellen mellom gruppene ubetydelige. Valg av næringsdyr var også svært likt.

Forsøket var planlagt gjentatt i 1989. Vi støtte imidlertid på uforutsette vanskeligheter i forbindelse med oppdrett av fisk i Asklundvatnet, og prosjektet lot seg ikke gjennomføre.

Prosjekt 1: Bruk av et lite vassdrag i Nord-Norge til havbeite

Det ble satt ut 2400 smolt i vassdraget i 1986. Virksomheten i 1989 har kun bestått i registrering av gjenfangster. Innsatsen for å gjennomføre et fullskala havbeiteforsøk vil bli flyttet til Oppløyelva i Nord-Trøndelag, der et slikt prosjekt er sikret finansiering.

Prosjekt 5: Utsetting av laksesmolt i sure og kalkete vassdrag

Målsetting: Utvikle metoder for å optimalisere overlevelse og tilbakevandring av laks utsatt som smolt i en elv som er laksetom på grunn av forsurening og teste dette mot en kalket elv.

Opplegg

I 1986 og 1987 ble smolt av forskjellig opprinnelse satt ut på to steder både i Audna og Lygna, i estuariet og 5 km opp i elv. Smolt fra Lundamo ble satt ut begge år. I 1986 ble det fra Imsa-anlegget satt ut smolt av både Imsa- og Loneelvstammer, mens i 1987 ble kun Lonefisk satt ut. Noe av smolten ble eksponert til vannet på utsettingsstedet og blodprøver ble tatt regelmessig. Samtidig ble dødeligheten registrert.

Hensikten med dette forsøket var å undersøke mulighetene for havbeite i en sur og en kalket elv samt å korrelere smoltens fysiologiske respons til utsettingslokaliteten med overlevelse til voksen laks.

Foreløpige resultater

Både i 1986 og 1987 døde all smolt eksponert til vann 5 km oppe i Lygna (pH < 5.0). Samtidig ble det påvist en markert minking i plasmaklorid og en øket hematokrit hos smolten. Smolt eksponert til brakkvann hadde ingen problemer, bortsett fra i 1986 da fisken fra Imsa var kommet svært langt i smoltifiseringen, hvilket resulterte i tap av skjell og etterfølgende osmotisk stress.

Resultatene viser at smolt satt ut 5 km oppe i Lygna ikke overlever, selv laks satt i estuariet overlever relativt dårlig i forhold til smolt utsatt i det kalkede miljø (Tabell 2.7).

Vi har også ved saltvannstoleranse-tester vist at eksponering til vann fra Lygna i 12 timer, reduserer saltvannstoleransen til smolten betydelig.

Tabell 2.7 Gjenfangster (%) som voksen av laksesmolt utsatt i Lygna og Audna. Dataene er svært foreløpige.

Utsatt år	Stamme	Lygna		Audna	
		munning	5 km opp.	munning	5 km opp.
1986	Lundamo 2+	0,5	0,0	2,1	4,0
1986	Imsa 2+	0,8	0,0	3,3	2,2
1986	Lone 1+	0,6	0,0	5,7	2,3
1987	Lundamo 2+	1,3	0,0	1,9	1,3
1987	Lone 1+	0,9	0,0	1,5	1,3

Prosjekt 9: Havbeiteprosjektet i Drammenselva

Målsetting: Undersøke overlevelse og tilbakevandring av laks utsatt som settefisk og smolt, og optimalisere de faktorer som bestemmer overlevelse og tilbakevandring, samtidig som effekten av *Gyrodactylus salaris* elimineres.

Bakgrunn

Siden 1982 har det vært utført systematiske undersøkelser i Drammenselva (Hansen et al. 1986, Hansen 1987, Pethon 1987, Heggberget et al. 1988). Fra 1986 ble undersøkelsene tilknyttet Havbeite-programmet.

Drammenselva er unik i den forstand at kontrollen av lakse-oppgangen i elva er meget god. Ved Hokksund stoppes laksen av en dam hvor det er en laksetrapp. I trappa er det et vindu hvor all laks kan observeres og merket fisk lett tas ut. Fangst-statistikken fra fisket nedenfor Hellefoss er meget god, og det er svært stor sikkerhet i tallene. Gytbestandene nedenfor Hellefoss blir estimert ved merking - gjenfangst, og fordi det er mulig å merke minst 200 gytefisk blir konfidensintervallet på estimatet svært lite.

I årene 1984-1988 er det blitt satt ut smolt av stedege stamme på flere lokaliteter fra Gol i Hallingdal til Svelvik i Drammensfjorden. Smolt har også blitt transportert i bur fra Hellefoss til Svelvik. Hensikten har vært å finne en optimal utsettingsstrategi. I tillegg har det blitt satt ut startfuret yngel to ganger, i 1983 og 1986, alle fettfinneklippet. Denne fisken ble satt ut i øvre deler av elva nær utløpet av Krøderen. Dessuten arbeider en gruppe ved Zoologisk museum, Universitet i Oslo, med å undersøke mulighetene for optimal utnyttelse av sidevassdrag for utsetting av laksunger. Utvandring av utsatt smolt er også under vurdering. Dessuten har beskatningen i elva blitt undersøkt hvert år siden 1985, og sjøbeskatningen av laks utsatt som smolt i 1984, 1985 og 1986 har blitt beregnet. Etter at *Gyrodactylus salaris* ble observert i vassdraget, har undersøkelsene blitt mer fokusert på å utvikle kultiverings- og havbeite-strategier for å optimalisere overlevelse og tilbakevandring under den nye situasjonen, samtidig som spredningen av *G. salaris* blir hindret.

Foreløpige resultater

Utsetting av settefisk

Mesteparten av 14 000 1-somrig settefisk utsatt september 1983 vandret ut som 2-årig smolt, som villfisken. Foreløpige resultater viser at dette er svært lønnsomt.

Hittil har det kommet henholdsvis 315, 1680 og 200 kg laks tilbake til Drammenselva etter henholdsvis 1, 2 og 3 år i havet, ialt 2195 kg. Foreløpige data tyder på at sjøbeskatningen av Drammenslaksen er ca 60%. Det vil si at det i sjøen er tatt 3292 kg av denne fisken. Totalfangsten er dermed 5487 kg. Setter vi kjøttverdien til kr 50,- pr kg, er førstehåndsverdien av fangsten nær 275 000 kr. I tillegg til dette kommer gjenfangster av laks i 1989 (4 år i sjø) og andre verdier som rekreasjon, fiskekort, forskjellige ringvirkninger etc. Balanseres dette mot en settefiskpris på kr 2,- pr. stykk (totalt: kr 28 000) er dette svært lønnsomt, og bare ved vurdering av kjøttverdi har laksen i dette forsøket gitt igjen 10 ganger verdien av utsetningsmaterialet.

Utsetting av smolt

For utsettingene i 1984 og 1985 kan det ikke ventes noen særlig flere gjenfangster, og foreløpige beregninger gir totalavkastning som vist i Tabell 2.8.

Tabell 2.8. Avkastning i kg pr 1000 utsatte smolt, og førstehåndsverdi pr kg av gjenfangstene pr utsatt smolt i Drammenselva.

Utsetningsår	Smoltalder	Avkastn. kg	Førstehåndsverdi
1984	2+	500	25,-
1984	1+	350	17,50
1985	1+	370	18,50
1986	1+	387	19,35

Førstehåndsverdien er satt til kr 50,- pr kg og fangst både i sjø og elv er tatt med. Det koster 10-12 kr å produsere en smolt, og vi ser at kun på bakgrunn av kjøttverdien, er disse utsettingene klart lønnsomme.

Beskatning i stangfisket i elva

Den årlige beskatning er estimert ved fangst i stangfisket dividert på estimert total oppgang av laks i elva (Hansen 1990) (Tabell 2.9).

Tabell 2.9. Totaloppgang, fangst ved stangfiske og beskatningsrate i Drammenselva.

År	Totaloppgang Ant.	Fangst Ant.	Beskatningsrate
1985	3028	1006	0.33
1986	3031	1513	0.50
1987	4732	2091	0.44
1988	4493	2400	0.53

Laksen fra Drammenselva beskattes i linefisket ved Færøyene, i drivgarnsfisket ved Grønland, i sjøfisket i Norge og i stangfisket i Drammenselva. Beskatningen av laks i de forskjellige fiskerier varierer mellom år. Av smolt utsatt ved Hellefossen i Drammenselva 1984-1986 varierte beskatningsraten (Antall laks fanget/totalt antall laks) i Færøfisket mellom 0 og 0.10 for 1 sjø-vinter fisk og mellom 0.03 og 0.42 for eldre laks. Ved Grønland varierte beskatningen mellom 0 og 0.19, mens den i sjøfisket i Norge var 0.45-0.81 for smålaks og 0.30-0.70 for eldre fisk. Flere detaljer fra beskatningsmønstret av Drammenslaksen er presentert i Hansen (1990).

Det har blitt gjort utsettingforsøk med laksunger i sidevassdragene Hoenselva, Bingselva og Spiteelva etter at disse ble undersøkt som potensielle utsetningslokaliteter. Resultatene av disse forsøkene er gitt i egen rapport fra Zoologisk museum, Universitetet i Oslo (Lillehammer et al. 1989) og en hovedfagsoppgave (Bredeli 1989).

2.2 Havbeite med sjørøye

Prosjekt 2: Muligheter for havbeite med sjørøye

Målsetting: Prosjektets mål er å:

1. Foreta en sammenligning av vandringsmønster og hjemfinning, overleving, kjønnsmodning og vekst mellom oppdrettet og naturlig sjørøye.
2. Undersøke smoltifiseringsfrekvens hos avkom fra forskjellige foreldrekombinasjoner (sjørøye, stasjonær-røye) av røye, og undersøke sjøvannstoleransen til disse gruppene.
3. Undersøke sammenhengen mellom smoltifiseringsfrekvens og veksthastighet hos røyeunger.
4. Undersøke fysiologiske og morfologiske smoltifiseringskriterier hos røye.
5. Klarlegge muligheter til forbedring av sjørøye til bruk i havbeite gjennom avl.
6. Foreta en utprøving av andre arter laksefisk i havbeite i Nord-Norge.

Virksomhet i 1989

Aktiviteten i 1989 har bestått i å merke fisk og registrere fiskegangen i fella i Halselva. Fella ble satt i drift i slutten av mai 1987, og etter den tid har vi merket all ned- og oppvandrende fisk. Omlag 8 000 fisk gikk ned fella i 1987 og ca. 8 500 fisk i 1988. Arbeidet med å behandle fisken er forbedret, idet det er etablert eget merkehus med fiskeheis ved fella.

Det ble satt ut følgende grupper av fisk som ledd i havbeite-prosjektet i Talvik i 1989:

Presmolt: ca 7 000 ensomrig, gruppemerket sjørret
ca 5 000 ensomrig, gruppemerket sjørøye
Smolt: ca 2 000 smolt av sjørøye
ca 2 600 smolt av sjørret
ca 4 000 smolt av laks.

I tillegg blir det utført eksperimenter med sjøvannstoleranse og vekst hos sjørøye, sjørret og laks.

Også i 1989 ble all fisk i opp- og nedgangsfella merket, og registrert antall er vist i tabell 2.10.

Av dette utgjorde smolt (førstegangsutvandrerere) ca 4 400 fisk, mens resten var fisk som tidligere hadde vært i sjøen. En del av fisken, spesielt laks, var fisk som var merket og satt ut ovenfor fella som ledd i utvandringseksperimenter. Det er et stadig økende innslag av fisk som returnerer fra utsettingsforsøkene i oppgangsfella (Tabell 2.10).

Resultater

Resultatene fra de tre første årene (Tabell 2.11 - 2.13) viser at det passerer ca 5000-8000 fisk på utvandring, mens det går ca 2500-4000 fisk opp i vassdraget pr år. Sjørøye dominerer fiskegangen, i det ca 3000 sjørøye går opp i Halsvassdraget hver sommer. Sjørøye opp

Tabell 2.10 Antall merkete fisk i nedgangs- og oppgangsfella i Talvik, 1989.

	Nedgangsfelle	Oppgangsfelle
Røye	4716	3428
Laks	2416	73
Ørret	835	812
Ål	8	0
Sum	7975	4313

holder seg ca 30-50 døgn i sjøen, og legger på seg 50-450 g i denne perioden, avhengig av størrelsen på fisken. Den største fisken har størst vektøkning, og en røyesom er ca 40 cm ved utvandring har i løpet av ca 50 døgn i sjøen økt vekten med ca 350-450 g. Den største fisken går vanligvis ut tidligst og står lengst i sjøen. Et fremtidig mål med havbeite vil derfor være å sette ut fisken så tidlig som mulig og avle videre på fisk som kommer sent tilbake til ferskvann.

Fiskeeender utøver en betydelig predasjon på utvandrende fisk i Halselva. Det er skutt 15 laksender i munningsområdet av Halselva, og funnet opptil 40 fiskemerker i magen på en fugl. I et forsøk på å unngå denne predasjonen, blir en del av fisken transportert forbi munningsområdet i bur, og så sluppet i fjorden, ca. 2 km fra utløpet av Halselva. Foreløpige resultater indikerer at smolt produsert i anlegget er mer utsatt for predasjon fra fiskeeender enn villfisk.

Gjenfangstene (Fig. 2.4) viser at det meste av røya fra Halsvassdraget vandrer i Altafjorden, og det meste av fisken blir fanget innenfor en avstand på 5 mil fra Halselva. Røya kan imidlertid vandre over store havstrekninger; flere fisk er fanget 10-20 mil fra Halsvassdraget.

Tabell 2.11 Tilvekst (lengde (mm) og vekt (g)) hos forskjellige lengdegrupper av sjørøye i 1987. (SD = standardavvik).

LENGDE-GRUPPE (mm)	N	LENGDEØKNING (mm)	VEKTØKNING (g)	DØGN I SJØ
<199	53	38.4 ± 21.9	58.6 ± 51.0	38.4 ± 11.2
200-249	54	47.9 ± 17.3	130.5 ± 44.4	44.0 ± 6.7
250-299	46	37.4 ± 9.8	173.9 ± 49.1	44.1 ± 6.4
300-349	54	34.2 ± 30.1	209.9 ± 75.0	42.2 ± 8.7
350-399	45	29.7 ± 24.7	276.4 ± 127.9	47.1 ± 6.5
400-449	44	20.5 ± 10.4	304.3 ± 93.7	52.1 ± 10.7
450-500	27	15.7 ± 8.0	354 ± 105.5	53.8 ± 9.1
>550	11	15.4 ± 8.2	346.4 ± 82.9	51.8 ± 12.4

Tabell 2.12 Tilvekst (lengde og vekt) hos forskjellige lengdegrupper av sjørøye i 1988. (SD = standardavvik).

LENGDE-GRUPPE (mm)	N	LENGDEØKNING (mm)	VEKTØKNING (g)	DØGN I SJØ
<199	88	40.2 ± 15.3	63.8 ± 32.9	32.5 ± 6.0
200-249	66	32.3 ± 21.2	69.3 ± 62.8	33.4 ± 7.0
250-299	86	31.3 ± 14.8	115.7 ± 88.9	35.4 ± 9.0
300-349	72	30.5 ± 12.9	192.1 ± 94.0	34.3 ± 8.5
350-399	72	26.5 ± 9.7	300.1 ± 72.6	36.3 ± 8.6
400-449	66	26.5 ± 11.7	435.3 ± 109.5	41.0 ± 9.6
450-499	32	24.3 ± 10.6	548.0 ± 120.6	43.5 ± 7.2
>500	7	16.7 ± 6.2	518.3 ± 264.8	42.9 ± 5.6

Tabell 2.13 Tilvekst (lengde og vekt) hos forskjellige lengdegrupper sjørøye i 1989.

LENGDE-GRUPPE (mm)	N	LENGDEØKNING (mm)	VEKTØKNING (g)	DØGN I SJØ
<200	21	69.5 ± 40.0	115.4 ± 69.7	55.1 ± 14.4
200-249	149	56.8 ± 15.7	146.4 ± 41.9	47.7 ± 14.4
249-299	199	49.8 ± 10.2	202.5 ± 48.7	45.5 ± 8.4
300-349	124	40.0 ± 12.5	258.9 ± 64.4	44.6 ± 10.0
350-399	129	30.4 ± 11.2	304.0 ± 74.6	41.2 ± 9.7
400-449	168	23.8 ± 2.7	360.3 ± 79.9	39.4 ± 10.0
450-499	47	19.1 ± 7.5	474.7 ± 124.2	41.1 ± 8.2
>500	12	16.9 ± 8.1	525.8 ± 104.1	47.2 ± 8.2

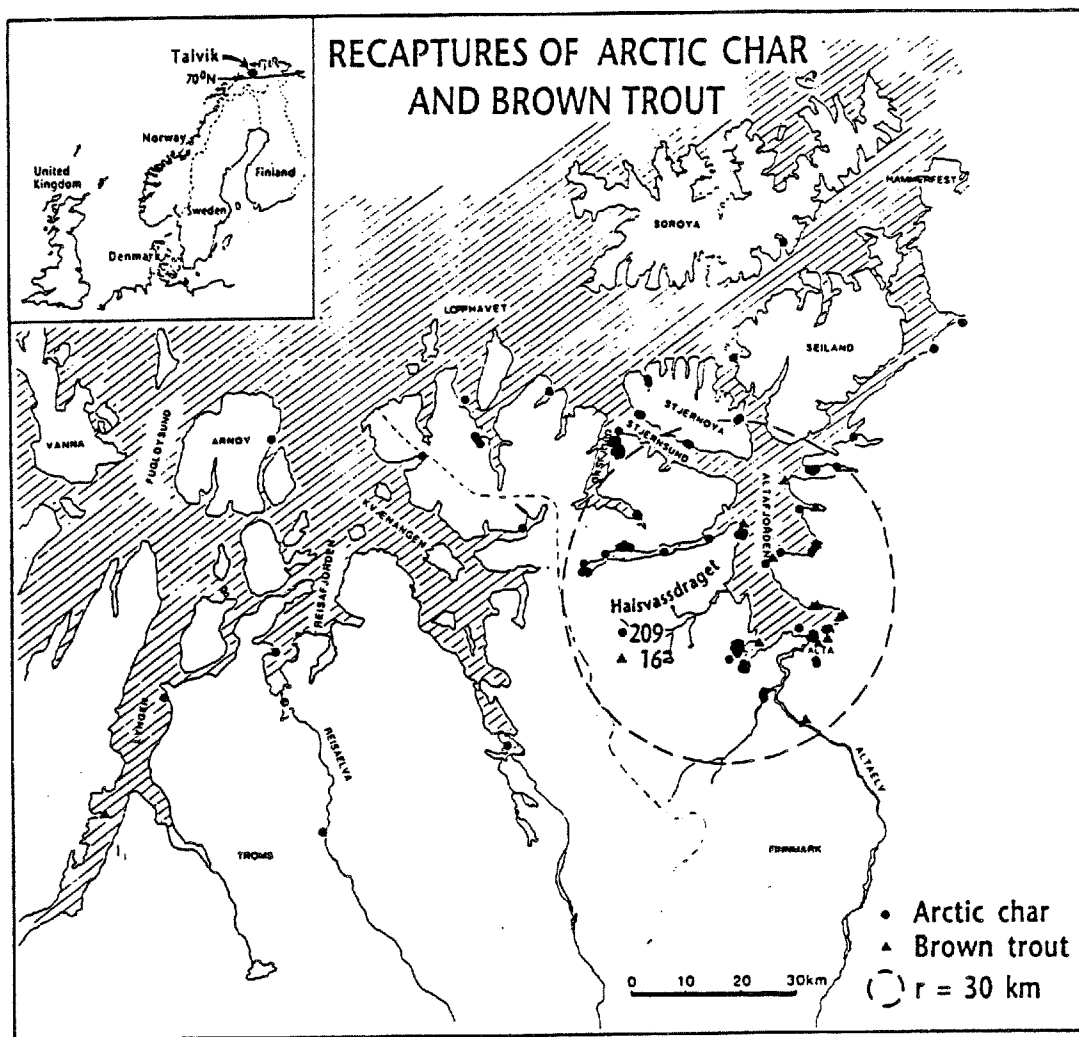


Fig. 2.4 Gjenfangster av røye og ørret merket i Talvik.

Det er ennå tidlig å si noe sikkert om gjenfangstene av utsatt sjørøye. Resultatene fra de tre første årene (tabell 2.14) er imidlertid lovende. Det er store variasjoner mellom 1987, 1988 og 1989, idet den totale gjenfangst i 1987 var 6.4%, i 1988 49.4% og i 1989 ca. 13 % (resultatene ennå ikke endelig bearbeidet for 1989). Årsakene til disse store forskjellene er uklare, men det er sannsynlig at forskjellig utsettingsteknikk og behandling av smolten før og under utsetting kan være utslagsgivende. Det er også viktig å være oppmerksom på at gjenfangstene vil strekke seg over mange år framover. Resultatene så langt indikerer at en del umoden sjørøye overvintrer i andre vassdrag. Gjenfangstene kan derfor øke med årene.

Tabell 2.14. Foreløpig oversikt over gjenfangster (Tot.gjf.) av sjørøye produsert i anlegget i Talvik og satt ut (N) nedenfor fella og i fjorden. N retur: antall gjenfangster i Halselva, N utenfor: antall gjenfangster andre steder.

År	Uts.sted	N	N retur	N utenfor	Tot. gjf.
1987	Halselva	4423	251 (5.7%)	33 (0.7%)	284 (6.4%)
1988	Halselva	692	339 (49.0%)	3 (0.4%)	342 (49.8%)
1988	Fjorden	647	178 (27.5%)	5 (0.5%)	183 (28.3%)
1989	Halselva	2200	274 (12.5%)		
1989	Halselva*	764	565 (80%)		

* Rusefanget, vill presmolt røye foret i anlegget før utsetting.

Gjenfangstene etter de tre første års utsettinger av anleggsprodusert smolt varierer således mellom 6 og 50%. Et viktig spørsmål er om den returnerte fisken som overvintrer i Storsvannet går ut igjen påfølgende vår, og hvordan disse overlever og kommer tilbake ved andre gangs tilbakevandring.

For de utsettinger som ble gjort i fjorden våren 1988 er det sett nærmere på dette. 183 fisk returnerte til oppgangsfella i Halselva ettersommeren og høsten 1988 og vandret opp i vassdraget for å overvintrer. Av disse vandret 146 fisk (79.8%) ut igjen våren 1989. Disse hadde gjennomsnittlig vekt på 304 g. Overlevingen i sjøen, og evne til å finne tilbake til vassdraget på denne gruppen var svært høy, idet 109 røyer (74.7%) kom tilbake til oppgangsfella etter andre gangs opphold i sjøen. Gjennomsnittsvekten var da 573 g. I tillegg kom det tilbake 12 røyer som hadde overvintret i andre vassdrag enn Halsvassdraget andre høsten etter utsetting. Disse resultatene indikerer at det meste av den anleggsproduserte røya har atferd som sjørøye. Årsaken

til at en del overvintrende røye ikke vandret ut igjen påfølgende vår, kan være dødelighet i løpet av ferskvannsoppholdet (fangst, naturlig dødelighet) eller at den har blitt permanent eller temporært stasjonær. Temporær stasjonærhet synes også å forekomme hos vill sjørøye, men det gjenstår ennå en god del datainnsamling før dette kan analyseres fullstendig. De foreløpige resultatene viser imidlertid at dersom en klarer å overvintrere røya første vinteren etter utsetting, vil den ha meget høy overleving og tilbakevandring etter det andre sjøoppholdet. Tilbakevandring og overlevelse av vill, foret sjørøye fra Halsvassdraget var god (80%), med gjennomsnittlig vekt på 240 g etter første sommer i sjøen. Bruk av villrøye representerer således et interessant alternativ i havbeite, og bør utredes nærmere. Undersøkelser av alder og vekst hos den naturlig utvandrende røyesmoltene viser at den hurtigvoksende presmolt røya smoltifiserer på et langt tidligere stadium enn sentvoksende røye. Fangst av presmolt villrøye i sjørøye vassdrag kan derfor øke frekvensen av anadrome individer i bestanden. Bruk av villrøye kan derfor ha en dobbeleffekt, både billig smolt/settefisk og positive effekter på den gjenværende bestanden.

I anlegget i Talvik er det satt igang vekstanalyser av laks, ørret og røye. Sammenligning av presmolt vekst hos laks og røye i monokultur (Fig. 2.5) viser en klart bedre vekst hos røye enn hos laks under like temperatur- og foringsforhold. Røyesmolt kan derfor produseres med betydelig mindre bruk av energi enn laksesmolt. I tillegg kan røya holdes i høyere tettheter enn laks uten at det blir problemer med finneerosjon og andre ytre skader eller redusert vekst. Røyesmolt er derfor billigere å produsere enn laksesmolt. Vekstforsøk i trippelkultur med røye, laks og ørret viser at ørret og røye vokser betydelig bedre enn laks (Fig. 2.6) i presmoltstadiet. Disse resultatene er betinget av "vekstevne" og konkurranseevne i forhold til de andre artene som er tilstede.

Resultatene fra de første sjøvanntoleranse-eksperimentene viser at det er forskjell mellom ulike grupper av røye (Fig. 2.7). De første resultatene viser at stasjonær røye har langt høyere og raskere dødelighet enn både vandrende sjørøyesmolt og rusefanget presmolt sjørøye ved eksponering til sjøvann ved lave temperaturer. Det er uklart om dette skyldes økologiske eller genetiske forskjeller.

Igangsatt forsøk i Talvik hvor anleggsprodusert avkom av disse gruppene testes mot hverandre vil bidra til å øke kunnskapen om dette. Bruk av røye fra ulike populasjoner til havbeite og oppdrett vil være betinget av kunnskap om sjøvanntoleransen til de ulike røyeformene.

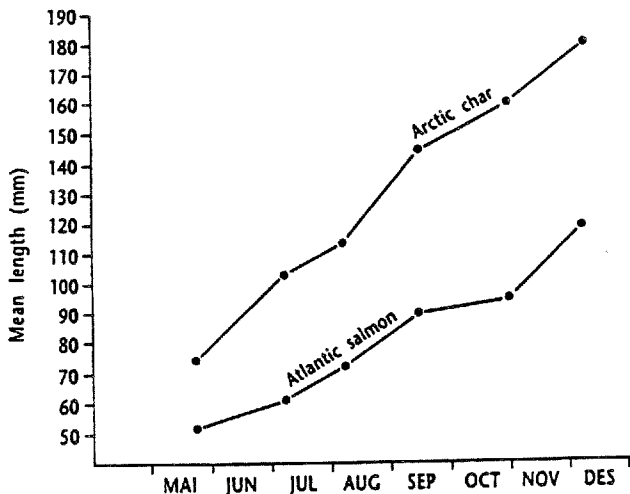


Fig. 2.5 Vekst hos presmolt av laks og røye under oppdrettsbetingelser, Talvik 1988.

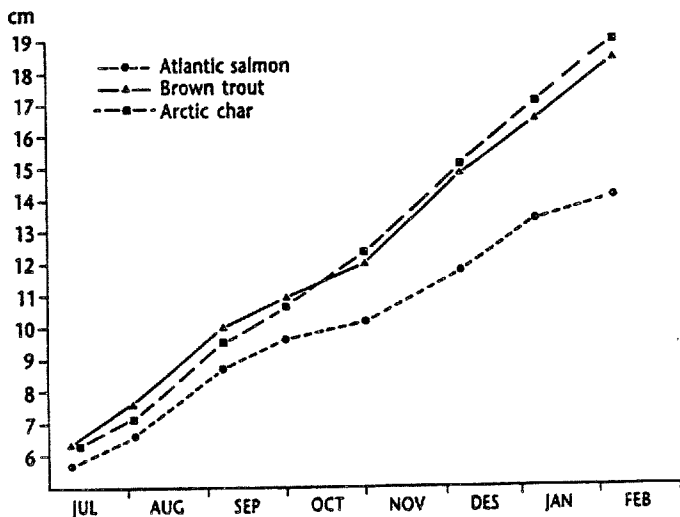


Fig. 2.6 Vekst hos parr og presmolt av laks, ørret og røye i samkultur, Talvik, 1988-89.

Foruten sjørøye, ble det satt ut smolt av sjørret, laks og krysning mellom laks og sjørøye våren 1989. Det ble satt ut en gruppe sjørret (1083 fisk) som var holdt på brakkvann i ca 14 dager før utsetting og en gruppe uten sjøvannstilvenning (1059 fisk). I oppgangsfella ble det gjenfanget 300 fisk (27,7%) av den gruppa som ble holdt i brakkvann før utsetting og 258 fisk (24,4%) fra den gruppa som hadde gått på ferskvann før utsetting. Gjennomsnittlig størrelse ved gjenfangst var henholdsvis 132 g (sjøvannstilvendt) og 130 g etter første sommer i sjøen. Vektøkningen i forhold til utsetting var svært lav for det meste av fisken, og avhengig av tiden fra utsetting til retur til oppgangsfella. Omlag 40% av fisken returnerte til fella ett til tretti døgn etter utsetting og det meste av denne fisken hadde ikke vokst i det hele tatt. Ca 60% av denne fisken hadde tapt vekt i løpet av "sjøoppholdet", noe som indikerer at denne fisken knapt hadde vandret utenfor elveområdet. Av ørreten som hadde oppholdt seg mer enn 30 døgn utenfor fella, hadde 57% tatt til seg næring som resulterte i vektøkning. Gjennomsnittlig vektøkning for utsatt sjørret som hadde oppholdt seg mer enn 60 døgn utenfor fella (11%) var ca 110 g, som er betydelig lavere enn for røye. Forsøkene med sjørret så langt gir ingen spesiell grunn til optimisme. Resultatene indikerer at det meste av sjørreten ikke har vandret ut i fjorden, men holdt seg i elvemunningen. En stor del av den utsatte sjørreten returnerte til oppgangsfella kort tid etter utsetting. Forsøkene med sjørret vil bli videreført bare i begrenset grad, og det vil spesielt bli undersøkt hvordan utsetting av presmolt sjørret slår til.

Det ble også satt ut noen smolt av krysning mellom laks (hunn) og røye (hann). Av 200 fisk som ble satt ut ble 29 fisk (14,5%) gjenfanget i oppgangsfella etter en sommer i sjøen. Dette indikerer at denne fisken har et vandringmønster som ligner mer på røye enn på laks. Det vil ikke bli satset videre på denne krysningen.

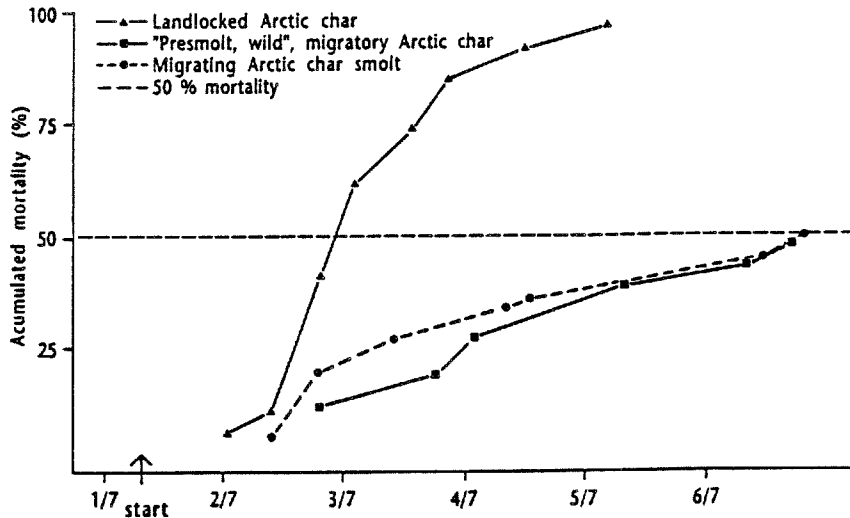


Fig. 2.7. Saltvannstoleranse (% akkumulert dødelighet) hos stasjonær (trekant), presmolt (firkant) og smolt (sirkel) av røye. Salinitet 33 - 35 promille, middeltemperatur $8,64 \pm 0,32^{\circ}\text{C}$.

2.3 Populasjonsgenetikk

Prosjekt 8: Populasjonsgenetikk - Effekter av fiskeutsettinger

Målsetting: Å etablere et populasjonsgenetisk register for Norges anadrome laksefisk. Dette registeret skal kunne brukes av DN i sammenheng med kulturbetinget fiske såvel som i den langsiktige forvaltningen av laksefisk.

Bakgrunn

Det er et internasjonalt anerkjent prinsipp at både bevaring og forvaltning av laksefisk skal skje på populasjonsnivå. En forutsetning for dette er at vi kjenner den genetiske populasjonsstrukturen til hver art. Biokjemisk-genetiske metoder har vist seg velegnet til å beskrive den genetiske strukturen til villevende arter. Slike metoder er tatt i bruk ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium, som er bygd opp med midler over programmet for kulturbetinget fiske.

Virksomhet i 1989

Laboratoriearbeidet har stått sentralt i virksomheten i 1989. Daglig analyseres mellom 50 og 120 individer for genetisk variasjon i enzymer som uttrykkes i enten muskelvev, øye eller lever. Pr 10. oktober 1989 er et prioritert materiale på 3500 individer analysert for 19

gener som uttrykkes i muskelvev og 13 gener som uttrykkes i øye, og 1300 av disse individene er i tillegg analysert for variasjon i ytterligere 10 gener som uttrykkes i lever. I løpet av høsten 1989 vil hele det prioriterte materialet være analysert for genetisk variasjon i mer enn 40 gener.

I tillegg til de allelene (anleggsvariantene) som er rapportert tidligere (jfr. Rapport nr 1 - 1988 fra DN-Fiskeforskningen), har vi funnet ny genetisk variasjon i gener som koder for aspartataminotransferase (Aat-1), fosfoglukomutase (Pgm-3), 6-fosfoglukonatdehydrogenase (6-Pgdh-2), beta-glukosaminidase (β -Ga), isocitratdehydrogenase (Idh-3), malatdehydrogenase (Mdh-3,4) og sorbitoldehydrogenase (Sdh-1,2). Noe av denne variasjonen er heller ikke beskrevet hos laks utenfor Norge.

Uhell med en ultradypfryser i 1989 har gjort at en del av materialet innsamlet i 1987 må erstattes med materiale fra 1989. Heldigvis ble ikke det prioriterte materialet berørt av uhellet.

Foreløpige resultater

De biokjemisk-genetiske dataene viser at norsk laks er oppdelt i en rekke genetisk forskjellige populasjoner innen og mellom vassdrag. Et eksempel på de observerte genetiske forskjellene er vist i Fig. 2.8, der

frekvensen av to alleler i ett gen er vist for stikkprøver av laks fra hele Norge. Figuren bygger på analyse av 6287 individer, hvorav 3518 er analysert ved NINAs populasjonsgenetiske laboratorium.

I vårt viktigste laksevassdrag, Tanaelva, er det tidligere vist statistisk sikre genetiske forskjeller mellom laksunger fra ti lokaliteter (Rapport nr 1 - 1988). For å avgjøre om slike lokale genetiske forskjeller er stabile over tid, er det samlet inn laksunger fra sideelvene Lavsjokka og Anarjokka hvert år siden 1986, og fra Jiesjokka og Valjokka i 1986 og 1988. Foreløpige analyser (basert på 42 gener, derav syv variable) viser at under 1% av den totale genetiske variasjonen i disse stikkprøvene skyldes forskjeller mellom år innen lokalitet, mens 4% skyldes forskjeller mellom lokaliteter. Alt tyder derfor på at laksunger fra ulike lokaliteter i Tanaelva representerer genetisk forskjellige populasjoner. Så vidt vites er dette den første beregning av genetisk differensiering

mellom år og lokaliteter hos atlantisk laks. Tilsvarende undersøkelser som i Tanaelva utføres blant annet i Altaelva, Oselven ved Bergen og Eidfjordvassdraget.

Elektroforese kan med sikkerhet skille mellom laks, ørret, og hybrider mellom de to artene. Vi har i 1989 bl a fastslått at det har forekommet naturlig reproduksjon av laks i den kalkede Audna, og at en "rekordsjøørret" fra Driva var en laks (som sannsynligvis hadde rømt fra oppdrett).

Hybridiseringsraten i to vassdrag på Vestlandet er unormalt høy (4% av antall laksunger), og mye høyere enn det som i litteraturen antas å være naturlig (ca 0,4%; som også er gjennomsnittet i vårt totalmateriale). Det kan være mange årsaker til økt hybridiseringsrate, men det er nærliggende å anta at det har en eller annen sammenheng med det store antallet utsatt og/eller rømt fisk på Vestlandet.

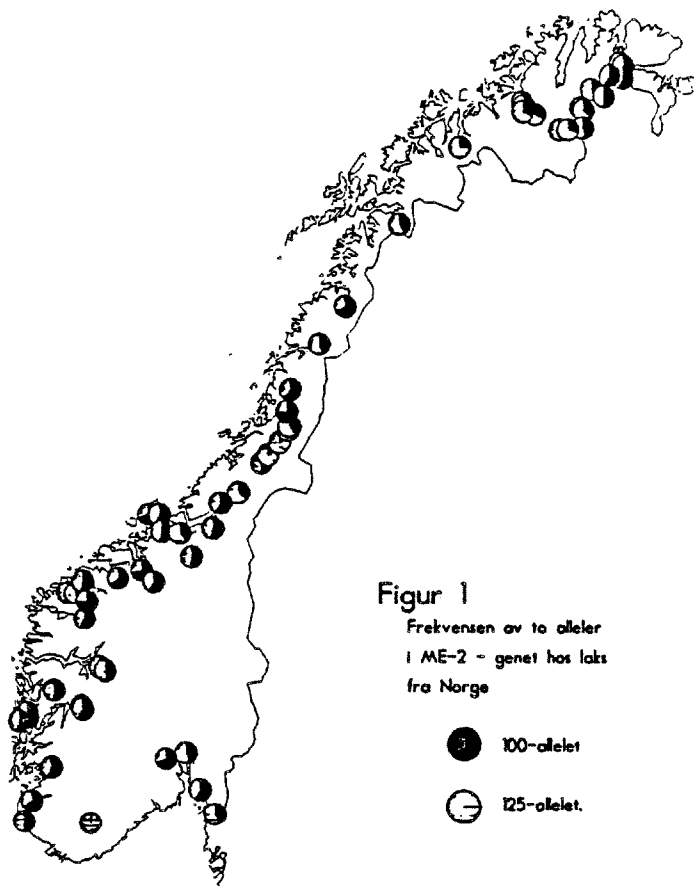


Fig. 2.8 Frekvensen av to alleler i ME-2-genet (NADP-avhengig malatdehydrogenase) hos laks fra Norge.

3. Videreføring i 1990

Prosjekt 1: Bruk av et lite vassdrag i Nord-Norge til havbeite

I dette prosjektet vil det i 1990 kun foregå registrering av gjenfangster.

Prosjekt 2: Muligheter for havbeite med sjørøye

I 1989 ble det inngått en 3-årig avtale mellom NINA og Statkraft om leie av deler av smoltanlegget til forsøksformål. Dette innebærer at NINA (i samarbeid med Finnmark Distrikthøgskole) disponerer en vesentlig del av anlegget til havbeiterelatert forsøksvirksomhet. Sammen med fiskefella i Halselva utgjør dette nå en komplett forsøkslokalitet hvor det primært satses på sjørøye i havbeite. Virksomheten finansieres gjennom havbeiteprosjektet, Landsdelsutvalget for Nord-Norge, Statkraft og NINA's basisbevilgning.

Virksomheten i 1990 blir en videreføring av det som allerede er igang. Det blir satt ut ca 15 000 smolt av røye. Noe av denne smolten blir satt ut i nærliggende småvassdrag for å analysere overlevelse/homing i vassdrag med ulike overvintringsmuligheter. Ved et eventuelt framtidig havbeite med røye er det sannsynlig at det er de mange småvassdragene uten fiskebestander av betydning langs kysten av Nord-Norge som er aktuelle lokaliteter.

Videre vil merking/registrering i opp- og nedgangsfella fortsette som i de tre første årene. Dette vil etter hvert gi grunnlag for en komparativ analyse av overleving, vekst og livshistorie hos anleggsprodusert og vill røye.

Sjøvannstoleransetestene fortsetter, idet en nå har satt igang komparative analyser av vekst/overleving ved henholdsvis 20 promille og 33 promille hos ulike grupper røye, laks og ørret. Dette vil ha betydning for valg av utsettingstidspunkt, utsettingslokaliteter og hvilke former av røye og ørret som kan benyttes i framtidig havbeite/oppdrett.

Videre er det satt igang analyse av "utvandryngslyst" hos smolt av laks, ørret og røye. Foreløpige resultater viser at selv om anleggsprodusert smolt er fysiologisk tilpasset sjøvann, er det tildels lav andel av den utsatte smolten som aktivt vandrer ut. Dette gjelder både laks og røye. Foreløpige forsøk med utsetting av anleggsprodusert smolt av laks ovenfor fella i Talvik viste at bare 30% av den utsatte smolten aktivt vandret ned i utgangsfella. Ved havbeite er det viktig at smolten i tillegg til fysiologisk smoltifisert også er "økologisk" (atferdsmessig)

smoltifisert. Disse forsøkene vil fortsette i 1990, både med laks, sjørøret og sjørøye.

I 1990 vil det bli satt av mer tid enn tidligere til bearbeidelse av resultater, slik at de av utsettingsforsøkene og eksperimentene som etterhvert avsluttes kan bli fullstendig rapportert.

Prosjekt 3: Kultiveringsprosjekt - laks

I Litjvasselva og Klubbvasselva vil smoltutvandringen bli registrert som tidligere. Inntil 1 000 smolt fra hver av fellene vil bli merket med carlinmerker. Gjødslingsprogrammet som kom igang i Litjvasselva i 1988 vil bli videreført i 1990. Elektrofiske og bunndyrinnsamling vil bli utført etter samme opplegg som foregående år.

Smoltutvandringen fra de to Måsvatna vil også bli registrert som tidligere. Inntil 1 000 smolt fra hver av fellene vil bli merket med carlinmerker.

I 1990 vil plankton og bunndyrprogrammet i Lomtjønna bli videreført. Det vil bli satt ut laksengel og bygd smoltfelle slik at denne kan settes i drift i 1991. Kostnadene ved bygging av smoltfelle er satt til kr 70 000.

Prosjekt 4: Predasjon og antipredatoratferd hos lakse-smolt

Undersøkelser i Orkla

Predasjonsundersøkelsene i Orkla skal gjentas for å øke kunnskapen om predatorernes atferd i forhold til smolten. Vi vil som tidligere måle dødeligheten på carlinmerket oppføret og vill smolt.

Det vil være nødvendig å utvide forsøksopplegget i forhold til tidligere år. Det må settes ut radio-/akustiskmerket smolt på ulike vannføringer og intensitet i utvandring av smolt, for derved å kartlegge utvandringshastigheten til smolten i elva og i estuariet.

Det vil bli gjennomført ekkoloddkjøring alle dager under smoltutvandringen. Utgifter til utsetting av carlinmerket smolt er ikke belastet prosjektet. Dette skyldes samkjøringsfordeler på grunn av øvrige smoltundersøkelser i vassdraget.

Undersøkelser på Ims

A. Smoltkvalitet og predasjonstrykk

Den høye dødeligheten hos smolt under utvandring skyldes for en stor del predasjon, som en kombinasjon

av osmotisk stress og stress på grunn av nærvær av predatorer. Forsøk har vist at akklimatisering til sjøvann og tilvenning til predatorer reduserer det fysiologiske stresset smolten utsettes for ved eksponering for predatorer og endret osmotisk miljø. Det faktum at vi registrerer en fysiologisk effekt av sjøvannstilpassning og predatortilvenning betyr imidlertid ikke at denne smolten i virkeligheten får større overlevelse ved at de unngår predasjon. I dette forsøket vil vi, basert på et sett kriterier forsøke å predisere (beregne sannsynligheten) for at et gitt individ blir tatt av en predator.

Vi vil bruke følgende tre kvalitative kriterier: 1) Predator-tilvendt alternativt predator-nafv, 2) sjøvannstilpasset alternativt ferskvannstilpasset, 3) fysisk trent alternativt fysisk utrent, og fire kvantitative kriterier: 4) metabolisme under forskjellige betingelser, 5) blodparametre under stress (Hb, Hct%, laktat, glukose), 6) reaksjonsavstand til predatorer ved gitte betingelser, 7) evne til å tåle fysisk belastning.

Kvantifisering av prediksjonene vil bli utført på individmerket parr i februar - mars. Selve predasjonstesten vil bli utført i juni. All smolten (400) blir plassert i et stort kar med predatorer (torsk og sei). Predasjonsatferd og antipredatoratferd registreres. Når 50% av smolten er spist avbrytes forsøket og den overlevende smolten registreres. Ved en diskriminantanalyse på levende og døde smolt kan vi teste overenstemmelsen med de prediksjoner som er gjort.

Som kontrollgruppe settes en gruppe smolt i et kar uten predatorer, og sjøvannstilpassningen registreres på det tidspunkt forsøket avbrytes.

B. Effekt av predatortilvenning på utvandringmønster og næringsopptak hos smolt i fjorden

Predatortilvenning reduserer stressnivået hos smolt som eksponeres for predatorer. Fisk som blir stresset av nærvær av predatorer endrer sin atferd under næringsopptak. Vi vil undersøke vandringmønsteret og næringsvalget til predator-tilvendt og predator-nafv smolt. 2000 predator-nafve og 2000 predatortilvendte gruppemerkete smolt settes ut innerst i Lysefjorden i midten av mai. Over en periode på noen uker vil det bli fisket med garn på fire stasjoner i fjorden, slik at vandringmønsteret i fjorden hos de to gruppene kan kartlegges. Mageinnholdet hos smolten vil bli analysert, for å kartlegge eventuelle forskjeller i næringsvalg på de to gruppene.

Prosjekt 5: Utsetting av laksesmolt i sure og kalkede vassdrag

Det neste trinn i utvikling av et kulturbasert fiske i sure vassdrag er å undersøke om kalking en kort periode under og etter smoltutsetting kan øke overlevelse på utsatt smolt. Dette kan undersøkes ved følgende opplegg: Dagen før smoltutsetting kalkes Lygna.

2 000 merket smolt settes ut rett nedenfor kalkestedet og som kontroll settes 2 000 smolt ut 5 km ovenfor kalkestedet. Kalkingen fortsetter i ca fem dager.

Som referanse settes det ut 4 000 merkete smolt i Audna, fordelt på to grupper som settes ut med omtrent samme avstand fra sjøen som gruppene i Lygna. Alle grupper undersøkes fysiologisk, og overlevelse av smolten på lokalitetene registreres ved å holde fisk i kasser på utsettingsstedene.

Prosjekt 6: Utsettingstidspunktets betydning for overlevelse fra smolt til voksen laks

Prosjektet er avsluttet og vil bli rapportert i 1990.

Prosjekt 7: Utsettingsstedets betydning for gjenfangsten av oppdrettet smolt

Antall gjenfangster fra 1987-utsettingen vil sannsynligvis bli for lavt til at man kan trekke noen slutninger om utsettingsstedets betydning. Som nevnt ble utsettingene i 1988 noe amputert fordi brønnbåtutsettingene måtte gå ut. Fra dette året har vi dermed ingen utsettinger i sjøen, men til gjengjeld et forsterket materiale for å sammenlikne de tre utsettingsstedene i vassdraget. Dermed står vi igjen kun med utsettingen i 1989 som en fullverdig utsetting i forhold til prosjektets opprinnelige målsetting. Det er grunn til å tro at gjenfangstene fra utsettingene i 1989 vil bli større enn fra de to foregående år, fordi vi har hatt en positiv utvikling med hensyn til gjennomsnittslengden på den utsatte smolten, fra 157 mm i 1987, 166 mm i 1988 til 175 mm i 1989. Vi regner med at denne positive utvikling vil fortsette.

Prosjektet var opprinnelig gitt en tidsramme på 3 år. På bakgrunn av det som er nevnt ovenfor vil vi imidlertid foreslå at prosjektet utvides med utsettinger etter samme opplegg i ytterligere to år. Budsjettet nedenfor forutsetter av vi kan benytte DN's oppsynsbåt "Hauken" til de planlagte brønnbåttransportene.

Prosjekt 8: Populasjonsgenetikk - effekten av fiskeutsettinger

Virksomheten i 1990 blir todelt: 1) Laboratorieanalyser av laksunger fra flere norske vassdrag, og 2) statistisk behandling og biologisk tolkning av de genetiske dataene fra det allerede analyserte materialet.

Det daglige laboratoriearbeidet går nå meget bra med en fast ansatt avdelingsingeniør og to engasjerte avdelingsingeniører i henholdsvis 60% og 40% stilling. Det er vesentlig å opprettholde dette aktivitetsnivået også i 1990 for å sikre at laboratoriet drives kontinuerlig og med høy kvalitet på arbeidet. Det er derfor budsjettet med totalt ett årsverk på laboratoriet i tillegg til de fast ansatte. Ut over dette krever prøvetaking av det innsamlete materialet at det engasjeres en tekniker i 1/4 stilling.

Dataanalysene vil bli sentrert rundt følgende problemstillinger:

- 1) Hvordan er laksens genetiske struktur i Norge?
- 2) Hvor stabil er den genetiske strukturen i naturlige populasjoner, i populasjoner med store fiskeutsettinger og i populasjoner som mottar store mengder rømt oppdrettslaks?
- 3) Kan observerte feilvandringssrater og populasjonsstørrelser forklare genetiske forandringer i naturlige og "kultiverte" bestander?

Ved siden av å fremskaffe genetiske data arbeider vi med teoretiske modeller for å besvare disse spørsmålene. Modellene utvikles i samarbeid med Steinar Engen (forsker II i NINA) og Nils Ryman fra Stockholms Universitet. I tillegg arbeides det med å lage en samlet oversikt over genetiske effekter av akvakultur på naturlige fiskepopulasjoner.

De populasjonsgenetiske undersøkelsene har stor nytte av resultatene fra andre DN/NINA-prosjekter, slik som smoltutsettingsforsøk, registrering av rømt oppdrettslaks og studier av gyteatferden til vill og "kultivert" laks.

Prosjekt 9: Havbeiteprosjekt i Drammenselva

Smoltutsettingene videreføres, spesielt med hensyn til å videreutvikle metoder for valg av utsettingslokalitet og utsettingsmetoder, for eksempel sleping av smolt fra elva og ut i saltvann hvor en eventuell infeksjon med *Gyrodactylus salaris* blir eliminert. Kontrollgrupper settes på forskjellige steder i elva.

Det blir satt ut laksunger i Hoenselva for å måle effekten av full utsetting, dessuten vil det bli satt ut laksunger i en dam, Åsendammen, der smoltproduk-

sjonen vil bli evaluert. Dessuten vil migrasjon av utsatt yngel og settefisk bli studert i Sagelva.

Undersøkelsene av postsmoltens vandring i Drammensfjorden fortsetter. Dessuten kontrolleres elvefisket og fella i Hellefossen, og gytebestandens størrelse estimeres. Vi har nå utviklet en pålitelig metode for beregning av totaloppgang av laks i Drammenselva, og dermed også en sikker evaluering av lakseutsettingene i vassdraget og beskatningen av Drammenslaksen. Fordi mengden utsatt settefisk vil øke i 1990, foreslås en moderat økning av budsjettet.

Prosjekt 10: Fullskala havbeiteprosjekt, Oppløyelva

I samarbeid med Nord-Trøndelagsforskning er det i 1989 satt ut 90 000 laksesmolt i Oppløyelva i Nærøy, Nord-Trøndelag. Forsøkslokaliteten er valgt ut fra følgende forutsetninger:

1. Det er ingen laksestamme i vassdraget eller i nær liggende vassdrag.
2. Vassdraget ligger langt ut på kysten, nær oppvekstområdene i havet.
3. Vassdraget har stor vassføring, som bidrar til å redusere feilvandringen.

Det benyttes smolt av Namsenstamme til utsettingene. Namsen er nærmeste store vassdrag med laks.

Hensikten med forsøket er å lage en fullstendig analyse av gjenfangst, vandringer og økonomi ved et slikt prosjekt. Videre vil betydningen av utsettingstidspunkt, smoltstørrelse og foreldregrupper for gjenfangstene bli analysert. Etterhvert som den utsatte havbeitefisken kommer tilbake vil den bli brukt som stamfisk.

Det vil bli satt ut ca 90 000 smolt i 1990. Det tas sikte på å sette ut et tilsvarende antall de nærmeste 2 - 3 år. En del av fisken individmerkes for å gi en nøyaktig analyse av overlevelse, vandring og beskatning.

Prosjektet administreres av Nord-Trøndelagsforskning, mens NINA har det fagbiologiske ansvaret.

4. Oversikt over utsatt fisk i forbindelse med forskningsprogrammet om kulturbetinget fiske

Prosjektnr.	Art	Utsatt smolt		Yngel og settefisk	
		1986-88	1989	1986-88	1989
1	Laks	2400	-	-	-
2	Røye	5762	2000	-	5000
	Laks	-	4000	-	-
	Ørret	-	2600	-	7000
3	Laks	-	-	463000	50000
4	Laks	15000	4000	-	-
5	Laks	24000	-	-	-
6	Laks	9875	-	-	-
7	Laks	30000	15000	-	-
8	Laks	36000	8000	100000	-
10	Laks	-	90000	-	-
SUM:	Røye	5762	2000	-	5000
	Laks	117275	121000	563000	62000
	Ørret	-	2600	-	7000

5. Sammendrag

Prosjektet kulturbetinget fiske har pågått siden 1986. I denne perioden er det meste av midlene brukt til investeringer i tekniske anlegg og kjøp av fisk til utsetting. I løpet av 1989 forelå resultatene av de første smoltutsettingene i prosjektets regi, som skjedde i 1986.

I 1989 er det satt ut 121 000 laksesmolt, hvorav 90 000 i Oppløyelva, Nord-Trøndelag, der det er satt i gang et storskala havbeiteforsøk (prosjekt 10). Det er også satt ut 2 000 røyesmolt og 2 600 auresmolt (prosjekt 2). Av yngel og settefisk er det satt ut 62 000 laks, 5 000 røye og 7 000 aure.

I fella i Drammensvassdraget er total oppgang i 1988 estimert til 4493 laks, hvorav 2400 ble fisket opp ved stangfiske. Dette gir en beskatningsrate på 0,53 (prosjekt 9).

I Vefsnvassdraget ble i 1988 5955 smolt kontrollert i nedgangsfellene (prosjekt 3). Av disse ble 2547 merket med carlinmerker. I 1989 ble det registrert 5122 nedvandrende smolt, hvorav 2249 ble merket.

I nedgangsfella i Halsvassdraget, Finnmark (prosjekt 2) er det i 1989 registrert 7975 fisk, hvorav 4716 røye, 2416 laks og 835 aure. I oppgangsfella ble det registrert 4313 fisk, hvorav 3428 røye, 73 laks og 812 aure.

Predasjonsundersøkelsene i Orkla har vist at torsk og sei samles i munningsområdet om våren når smoltutvandringen skjer (prosjekt 4). Smoltdødeligheten på grunn av predasjon fra fisk kan være opp til 25%. Resultatene viser at smolten som går ut i store stimer er mindre utsatt for predasjon (10% dødelighet) enn smolt som går spredt.

Eksperimenter ved Forskningstasjonen for ferskvannsfisk på Ims har vist at sjøvannstilpasset smolt klarer seg bedre overfor en predator (torsk) enn smolt som er osmotisk stresset i sjøvann (prosjekt 4). Smolt som har erfaring med predatorer blir også mindre stresset ved møte med predatorer enn "uerfaren" fisk, og den erfarne smolten reagerer mer adekvat på predatoren enn den uerfarne. Det er også vist at smolt som er fysisk trent og har erfaring med predator vandrer seinere ned fra elva når den på veien må passere en modell av en predator, enn smolt uten denne erfaringen.

Utsetting av smolt til seks ulike tidspunkt i april - juni har vist at utsetting i slutten av april og begynnelsen av mai gir best gjenfangster (prosjekt 6). Fysiologiske målinger på smolten viser at overlevelsen er best hvis smolten settes ut når Na-K-ATPase-nivået i fiskens blod er stigende.

Forsøkene i Eira, Møre og Romsdal, for å klarlegge utsettingsstedets betydning for gjenfangsten tok til i 1987, og er ennå ikke sluttført (prosjekt 7).

Forsøkene i Eira, Møre og Romsdal, for å klarlegge utsettingsstedets betydning for gjenfangsten tok til i 1987, og er ennå ikke sluttført (prosjekt 7).

Utsetting av lakseunger i ikke lakseførende deler av vassdraget har pågått i Vefsnvassdraget (prosjekt 3). I et rotenonbehandlet sidevassdrag der lakseyngel settes ut, har tettheten av lakseunger vært mellom 42 og 53 fisk pr 100 m² i 1985 - 1988. Høy vassføring ved el-fisket i 1989 ga et for lavt estimat på 19 fisk pr m². Fra denne elvestrekningen (13 km) har det vandret ut mellom 227 og 2011 smolt pr år i perioden 1985 - 1989. I et annet sidevassdrag der det også settes ut lakseunger er aurbestanden intakt. Total tetthet av laks og aure er her mellom 34 og 53 fisk pr m². Forsøk med utsetting av lakseyngel i tjern har gitt en smoltproduksjon på mellom ca 4000 og 4500 fisk pr år i 1987 - 1989.

Forsøk med smoltutsetting i et surt (Lygna) og et kalket vassdrag (Audna) ble gjennomført i 1986 og 1987 (prosjekt 5). Gjenfangstene av fisk satt i det kalkede vassdraget varierte mellom 1,3 og 5,7%. Av smolt satt i munningen av den sure elva ble mellom 0,5 og 1,3% gjenfanget, mens ingen gjenfangster ble gjort av smolt satt 5 km opp i den sure elva. Smolt satt ut i surt vann synes å ha større problemer med den osmotiske omstillingen til saltvann.

Utsettingene av 1-somrig settefisk i Drammensvassdraget er økonomisk lønnsomme (prosjekt 9). 14000 settefisk til en samlet kostnad av ca kr 28000 har gitt gjenfangster til en estimert kjøttverdi på ca kr 275000. Også smoltutsettingene i Drammenselva er økonomisk lønnsomme. Avkastningen pr 1000 utsatt smolt er mellom 350 og 500 kg, dvs en kjøttverdi pr gjenfanget smolt på mellom kr 17,50 og kr 25.

Forsøkene med sjørøye i Talvik, Halsvassdraget (prosjekt 2) viser at sjørøya oppholder seg 30 - 50 døgn i sjøen og legger på seg 50 - 450 g i løpet av denne perioden. Den fisken som er størst ved utvandring står lengst i sjøen og vokser mest. En strategi for havbeite er å sette ut smolt så tidlig som mulig og avle på fisk som kommer seint tilbake til elva. Røya fra Halsvassdraget vandrer i Altafjorden, men enkelte fisk er gjenfanget opptil 20 mil unna. Foreløpige gjenfangster av utsatt sjørøye varierer mellom 6 og 49%, og gjennomsnittlig vekt etter første opphold i sjøen var 240 g. Nesten 80% av den røya som har vært i sjøen og som overvintrer i ferskvann vandrer ned til sjøen igjen påfølgende vår. Av disse kommer nesten 75% tilbake til fella igjen etter en gjennomsnittlig sjøvekst på 271 g. Det er også satt i gang vekstforsøk med røye, aure og laks og forsøk med sjøvannstoleranse hos røye ved anlegget i Talvik. Blant de foreløpige resultatene er at presmolt vekst hos røye er bedre enn hos laks, og at

stasjonær røye har mindre toleranse overfor sjøvann enn vandrende røye og presmolt sjørøye. Forsøk med utsetting av auresmolt viser at sjøaure har dårligere vekst enn sjørøye i dette området.

Kartleggingen av genetisk struktur hos norske laksebestander fortsetter (prosjekt 8). I løpet av høsten 1989 vil 3500 laks være analysert med hensyn på mer enn 40 gener. Norsk laks er oppdelt i en rekke genetisk forskjellige populasjoner mellom og innen vassdrag. Resultatene viser at det meste av variasjonen skyldes variasjon mellom lokaliteter heller enn variasjon over tid. Det er påvist unormalt høy hybridiseringsrate (4%) mellom aure og laks i to vassdrag på Vestlandet. Dette ses i sammenheng med den store forekomsten av utsatt eller rømt oppdrettet fisk i denne delen av landet.

6. Publikasjoner basert på resultater fra havbeiteprogrammet 1988 - 1989

- Anon. 1989. (L.P. Hansen og T. Hesthagen co-authors) Report of the study group on toxicological mechanisms involved in the impact of acid rain and its effects on salmon. I.C.E.S. C.M. 1989/M:4, 67 s
- Bredeli, I. 1989. Effects of different stocking densities on population density, growth, biomass and production of juvenile Atlantic salmon, Salmo salar L., in a lowland Norwegian stream. Cand.scient.-oppgave, Universitetet i Oslo. 39 s.
- Hansen, L.P., Clarke, W.C., Saunders, R.L. & Thorpe, J.E. (eds.) 1989: Salmonid smoltification III. Aquaculture 82: 1-390.
- Hansen, L.P., B. Jonsson, R.I.G. Morgan & J.E. Thorpe 1989: Influence of parr maturity on emigration of smolting Atlantic salmon, Salmo salar L. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 410-415.
- Hansen, L.P. & B. Jonsson 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., B. Jonsson & R. Andersen 1989: Salmon ranching experiments in the River Imsa: Is homing dependent on sequential imprinting of the smolts? In: Brannon, E. & B. Jonsson (eds.). Proc. Salmon Migration and Distribution Symposium. School of Fisheries, University of Washington, Seattle, USA. NINA, Trondheim, Norway, pp. 19-29.
- Hansen, L.P. & B. Jonsson 1989: Salmon ranching experiments in the River Imsa: Returns of different stocks to the fishery and to River Imsa. In: De Pauw, N., E. Jaspers, H. Ackefors & N. Wilkins (eds.). Aquaculture - a Biotechnology in Progress. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, pp. 445-452.
- Hansen, L.P. 1989. Utsetting av oppforet laksesmolt i et surt og et kalket vassdrag. Seminar om kalking av vassdrag, Drammen mai 1989. Direktoratet for Naturforvaltning, 3 pp.
- Hansen, L.P. 1989. Exploitation of Atlantic salmon (Salmo salar) from the River Drammenselv, SE Norway. Fish. Res. 9: in press.
- Hesthagen, T., H.M. Berger, B.M. Larsen, L.P. Hansen, I. Blakar, I. Sevaldrud, E. Enge, E. Fjeld, O. Hegge, R. Strand og O. Tysse 1989. The effects of acid precipitation on freshwater fish in Norway. s. 117-142 in: Longhurst, J.W.S. (ed.). Acid deposition: Sources, Effects and Controls. British Library, Science Reference and Information Service and Technical Communications.
- Hindar, K. & J.E. Jónasson. 1989. A comparison of allozyme and mitochondrial DNA variation in Atlantic salmon (Salmo salar). Aquaculture (Abstract, in press).
- Hindar, K. & J. Nordland. 1989. A female Atlantic salmon, Salmo salar L., maturing sexually in the parr stage. J. Fish Biol. 35: 461-463.
- Järvi, T. 1989. The effect of osmotic stress on the anti-predatory behaviour of Atlantic salmon smolt: A test of the maladaptive anti-predator behaviour hypothesis. Nordic J. Freshw. Res. 65: 00-000.
- Järvi, T. 1989. Synergetic effect on mortality in Atlantic salmon smolt caused by osmotic stress and presence of predators. Env. Biol. Fish. 26: 149-152.
- Johanson, O.T. 1989. Sammensetning og variasjon av drivet på to ulike stasjoner i Hoenselva, en lavlandselv i Buskerud. Cand.scient.-oppgave i zoologi, Universitetet i Oslo. 45s.
- Jonsson, B., N. Jonsson og L.P. Hansen 1989. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? Behav. Ecol. Sociobiol. in press.
- Jonsson, N., B. Jonsson og L.P. Hansen 1989. Partial segregation in timing of migration of different aged Atlantic salmon (Salmo salar). Anim. Behav. in press.
- Lillehammer, A., P. Pethon, I. Bredeli og O.T. Johansen 1989. Produksjonsundersøkelse for laksunger i sideelver til Drammensvassdraget. Rapport nr 4/89, Zool. Museum, UiO, 20 s.
- Lund, R.A., L.P. Hansen & T. Järvi 1989: Identifisering av oppdrettslaks og vill-laks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. NINA Forskningsrapport 1: 1-54.
- Mork, J., Järvi, T. & Hansen, L.P. 1989: Lower prevalence of fin erosion in mature than in immature Atlantic salmon (Salmo salar) parr. Aquaculture 80: 223-229.

Staurnes, M., L.P. Hansen, K. Fugelli og Ø. Haraldstad
1989. The release of Atlantic salmon smolts in an
acid and a limed river, preliminary results of physiolo-
gical status and survival. I.C.E.S. Study Group on
Acid Rain, 17 s.

Youngson, A.F., L.P. Hansen, B. Jonsson & T.B. Næsje
1989: Effects of exogenous thyroxine or prior exposure
to raised water flow on the downstream movement
of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. J. Fish
Biol. 34: 791-797.

00 3

nina
notat

ISSN 0802-3115
ISBN 82-426-0038-4

Bjærum grafiske as 1990

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7004 Trondheim
Tel. (07) 580500