

00 5

Fjordvandring av laksunger,
Salmo salar L.;
Mulig spredningsvei for
Gyrodactylus salaris

Roar A. Lund
Tor G. Heggberget

forskningsrapport



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Fjordvandring av laksunger,
Salmo salar L.;
Mulig spredningsvei for
Gyrodactylus salaris

Roar A. Lund
Tor G. Heggberget

Lund, R. A. & Heggberget T. G.
Fjordvandring av laksunger, *Salmo salar* L.; Mulig sprednings-
vei for *Gyrodactylus salaris*
NINA forskningsrapport 5: 1-10.

Trondheim, januar 1990
ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0073-2

Klassifisering av publikasjonen:
Norsk: Laks, *Gyrodactylus salaris*
Engelsk: Salmon, *Gyrodactylus salaris*

Rettighetshaver:
NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Svein Myrberget
NINA, Trondheim

Design og layout:
Eva M. Schjetne
Kari Sivertsen
Grafisk avd. NINA

Sats: NINA

Trykk: BJÆRUM grafiske as

Opplag: 200

Trykt på 100% resirkulert papir!

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
N-7004 Trondheim
Tel: (07) 58 05 00

Referat

Lund, R.A. & Heggberget, T.G. 1989. Fjordvandring av laksunger, *Salmo salar* L.; Mulig spredningsvei for *Gyrodactylus salaris*. NINA Forskningsrapport 5: 1-10.

Syv ensomrige (0+) laksunger (parr) med oppdrettsbakgrunn i størrelser 74 - 95 mm ble registrert i et vassdrag som ikke har settefiskanlegg i sitt nedbørfelt og hvor det ikke er gjort utsetninger av fisk. Fisken hadde vandret en minimumsdistanse gjennom fjorden på 2.7 km, som var avstanden til nærmeste settefiskanlegg. Fiskens vandring ble lokalisert til et tidsrom da saltholdigheten i fjordvannet ble målt til mellom 20 og 30.5 o/oo. Eksperimentelle forsøk har vist at laksunger av den aktuelle størrelse i perioder kan overleve saltholdigheter som målt i fjorden. Dette er første gang vandring av ikke-smoltifiserte laksunger mellom vassdrag via fjordområder er påvist. Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ble påvist i vassdraget i 1988, men ble fjernet samme år ved rotenonbehandling. Spredning til vassdraget kan sannsynligvis forklares ved infisering fra fjordvandrende fisk. Saliniteten i fjordvannet i det aktuelle tidsrom for spredning av parasitten ble i en periode målt ned til 12-14.5 o/oo ved sjøtemperaturer fra 8.2-16.5 °C. Alternative spredningsveier som med fugl eller mennesker kan imidlertid ikke utelukkes.

Emneord: laksunger (parr), fjordvandring, saltholdighet, toleranse, *Gyrodactylus salaris*

Roar A. Lund og Tor G. Heggberget, NINA, Tungasletta 2, N-7004 Trondheim

Abstract

Migration of Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., through a Norwegian fjord; Potential infection paths of *Gyrodactylus salaris*. NINA Forskningsrapport 5:1-10.

Hatchery-reared parr (0+) of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) with body-sizes ranging from 74 to 95 mm were sampled in a stream having no hatchery in its drainage area. No fish have been released in the stream. The parr had migrated a minimum distance of 2.7 km through fjord areas, which was the distance to the nearest hatchery. The fish migrated during a period when the salinity of the fjord was between 20 and 30.5 o/oo. Experimentally it has been shown that salmon presmolts of this size tolerate salinity concentrations as observed in the fjord basin during the present period. This is the first observation of parr migration between streams via a fjord area. Earlier, the salmon in the river was infected by the monogenean *Gyrodactylus salaris*. Probably, this infection has been spread to this river by parr migrating from a neighbouring stream through the fjord. The time of this parasite dispersion coincided with a period of low fjordwater salinity ranging from 12 to 14.5 o/oo and sea temperatures ranging from 8.2 to 16.5 °C, which is within the supposed tolerance level of *G. salaris* survival on salmon parr. However, we cannot reject the hypotheses that the parasite is spread with water living birds or with humans.

Key words: atlantic salmon parr, fjord migration, salinity, tolerance, *Gyrodactylus salaris*

Roar A. Lund and Tor G. Heggberget, NINA, Tungasletta 2, N-7004 Trondheim, Norway.

Forord

Denne utredningen er framkommet i forbindelse med et forskningsprosjekt ved Norsk Institutt for Naturforskning som følger utviklingen av bestandsparametre i fiskebestanden i Fættenelva i Nord-Trøndelag etter rotenonbehandling av vassdraget. Vasdraget ble rotenonbehandlet i 1988 for å bli kvitt den monogene fiskeparasitten *Gyrodactylus salaris*.

Dette prosjektet har vært finansiert av LENKA ved Miljøvern-departementet og Direktoratet for Naturforvaltning. Vi vil rette en takk til disse institusjoner for finansiell støtte, og en takk til oppdrettsbedriften Atlantic Salmon A/S som velvilligst har stilt saltholdighet- og temperaturmålinger fra Fetfjorden til vår rådighet. Vi vil også rette en takk til fiskeforvalterne Anton Rikstad og Trond Haukebø ved henholdsvis Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og Fylkesmannen i Møre og Romsdal, og fiskekonsulentene Leif Inge Paulsen og Ove Eide ved de respektive etater for verdifull hjelp under feltarbeidet.

Trondheim, januar 1990.

Roar A. Lund

Innhold

	side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Områdebeskrivelse	5
3 Metodikk og resultater	6
4 Diskusjon	6
5 Litteratur.....	9

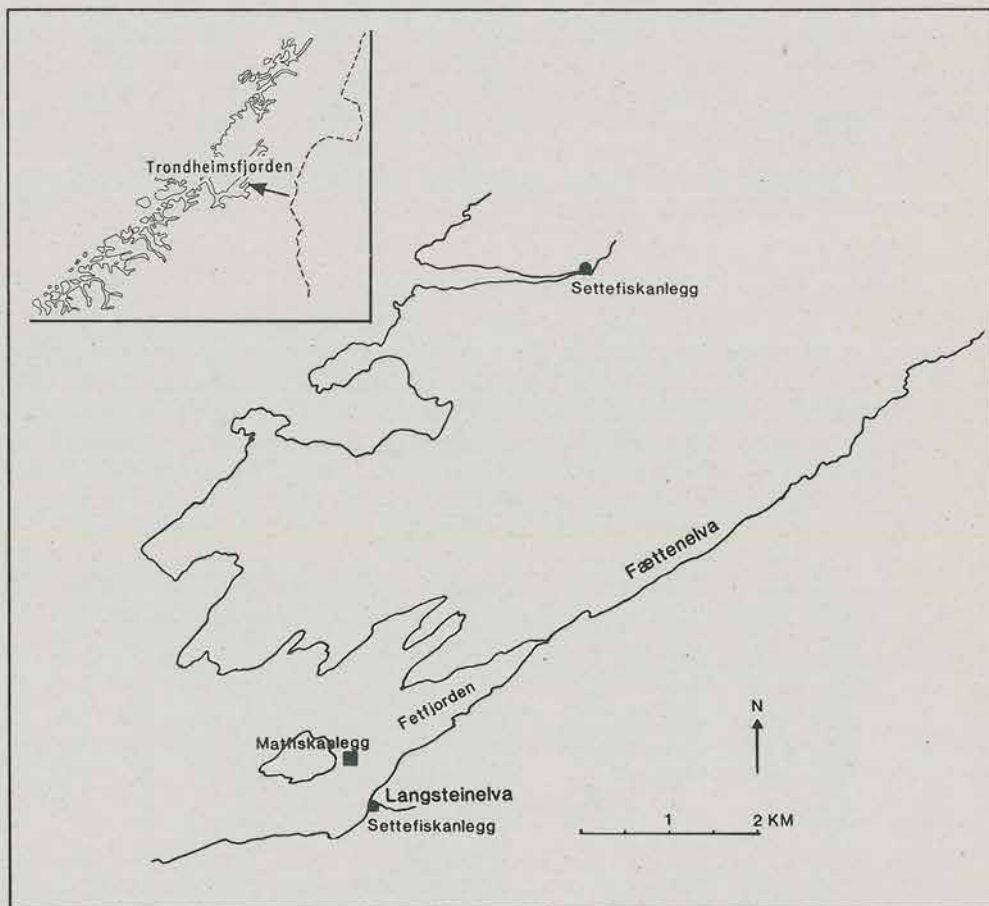
1 Innledning

Laksunger er vanligvis stasjonære og forflytter seg innenfor begrensede områder i elver (Saunders & Gee 1964, Lund 1981, Hesthagen 1988). I Midt-Norge forlater laksungene elva som smolt vanligvis etter 3-4 år. Denne undersøkelsen beskriver funn av laksunger som har rømt fra oppdrettsanlegg, antagelig i nabovassdrag, som parr. Vi diskuterer denne vandringen av ikke-smoltifiserte laksunger i lys av mulige overlevelsesfaktorer og i relasjon til spredning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, som til nå er påvist i 32 norske vassdrag (Johnsen et al. 1989). Fjordvandring av lakseparr er tidligere ikke beskrevet, men er høyst relevant i forbindelse med spredning av den monogene parasitten *Gyrodactylus salaris*.

2 Områdebeskrivelse

Fættanelva ligger i Nord-Trøndelag og har sitt utløp i midtre del av Trondheimsfjorden (Figur 1). Elvas nedbørfelt er 12.2 km². Gjennomsnittlig elvebredde er ca. 3 m, mens gjennomsnittlig vannføring og strømhastighet er henholdsvis 0.3 m³/sek. og 0.4 m/sek. Fisk fra sjøen kan vandre ca. 8 km opp i elva, og elva er nærmest utelukkende sjørrettførende. Laksunger er påvist bare unntaksvis.

Om lag 2.7 km fra Fættanelvas munning ligger et settefiskanlegg med en årlig produksjonskapasitet på 300 000 lakse-smolt og med Langsteinelva som vannkilde. Et annet settefiskanlegg med produksjonskapasitet på ca. 500 000 lakse-smolt ligger ca. 13 km fra Fættanelvas utløp. Nærmeste matfiskanlegg ligger ca. 2.6 km fra Fættanelvas munning (Figur 1).



Figur 1
Beliggenhet av de undersøkte lokaliteter, og målestasjon for saltholdighet og sjøtemperatur (■). Location of the streams examined and the site of the salinity and the temperature measurements (■).

3 Metodikk og resultater

Fættanelva ble rotenonbehandlet den 2. september 1988 etter at parasitten *Gyrodactylus salaris* ble påvist på laksunger i vassdraget tidligere samme år. Hele bestanden av parr ble drept ved rotenonbehandlingen av vassdraget.

Vassdraget ble i sin helhet undersøkt ved elektrofiske den 18. oktober samme år. Det ble ikke registrert laksunger under fisket. Ved elektrofiske i vassdraget den 2. desember ble det funnet 7 laksunger i parrdrakt i størrelser 74-95 mm. Kjønnfordelingen var 5 hunnfisk og 2 hannfisk. Parren ble fanget i de nederste 800 m av elva, som var islagt ovenfor dette området.

Alle 7 parr hadde klare trekk av å ha kommet fra oppdrettsanlegg (Lund et al. 1989). Seks hadde to eller flere finner med oppdrettsdefekter i form av deformerte finnestråler eller slitte halefliker, mens en av laksene hadde en finne med oppdrettsdefekt. Alle parr hadde signifikant kortere finnestørrelser enn hos villfisk (jf. tabell 1 og Lund et al. 1989). Parren hadde også en grønnlig kroppsfarge som er uvanlig hos vill parr, men vanlig hos lakseparr i oppdrett. Skjellavlesing indikerte at 4 var ensomrige (0+), mens 3 var tosomrige (1+). Alder hos oppdrettslaks kan imidlertid lett bli overestimert på grunn av falske vintersoner i skjellene til oppdrettsfisk. Slike soner dannes i forbindelse med stopp i veksten om sommeren (Lund et al. 1989). Dette forholdet, samt at fiskens lengde viste stor overlapping i størrelse (Tabell 1), indikerer at de alle sammen sannsynligvis var ensomrige.

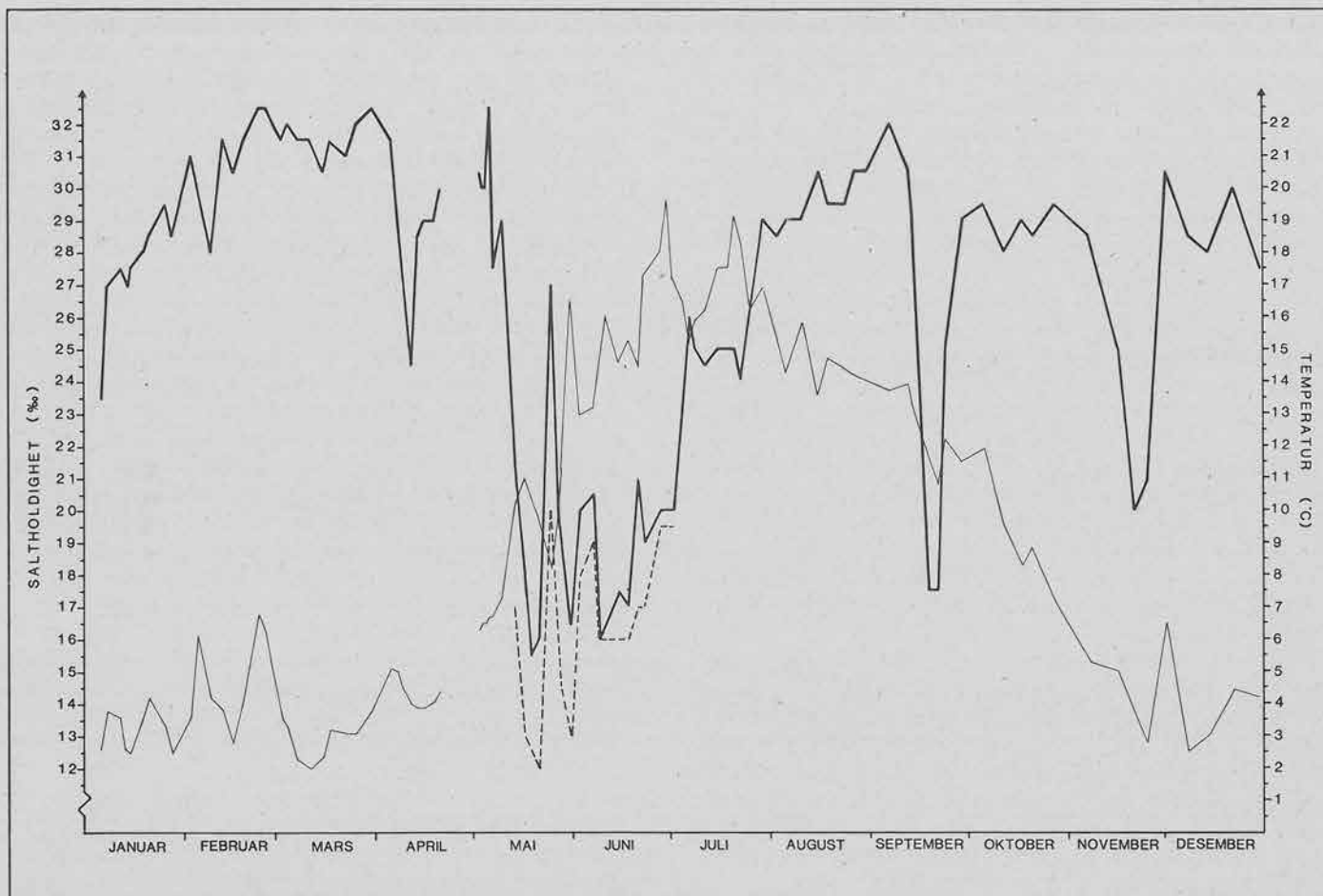
4 Diskusjon

Fættanelva har ikke settefiskanlegg i sitt nedbørfelt. Oppdrettsparren er derfor sannsynligvis innvandret naturlig fordi det ikke er foretatt fiskutsettinger i vassdraget. Parren var mellom 74-95 mm lang (4.5-9.5 g). Fisken var derfor for liten til å være rømlinger fra matfiskanlegg i fjorden. Parren må følgelig ha vandret en minimumsdistanse gjennom fjorden på ca. 2.7 km, fra Fættanelvas munning til utløpet av nærmeste elv med settefiskanlegg (Figur 1). Alternativ vandringsdistanse er 13 km, som er sjøveien til neste settefiskanlegg (Figur 1). Andre vandringsdistanser er usannsynlige da avstanden til neste settefiskanlegg er ca. 30 km gjennom sjøområder med liten ferskvannstilførsel (≈ 35 o/oo salt). Utløpselvene fra de to nærmeste settefiskanleggene ble kontrollert ved elfiske den 28. september 1988. I begge utløpselvene ble det funnet parr av oppdrettslaks av samme størrelse som i Fættanelva, og i utløpselva til det nærmeste anlegget var det større mengder av rømt fisk (Fiskeforvalteren i Nord-Trøndelag, pers. medd.).

Fættanelva er lita og lett å kontrollere med elektrisk fiskeapparat. Ved elfiske en uke forut for rotenonbehandlingen ble ca. 1200 fiskunger målt og kontrollert i ulike deler av vassdraget. Det var ingen laksparr i den aktuelle størrelsesgruppen eller med de ytre tegn som tydet på at fisken kom fra oppdrettsanlegg. Det er derfor ikke sannsynlig at de observerte laksungene var fisk som har overlevd rotenonbehandlingen av elva. Laksparr ble heller ikke observert ved elektrofiske av hele elva den 18. oktober 1988. Det er derfor sannsynlig at parren van-

Tabell 1. Individdata for 7 laksunger med oppdrettsbakgrunn fanget i Fættanelva den 2.12.88 etter påvist vandring mellom vassdrag via fjordområder. NL= naturlig lengde, GL= gaffellengde, KF= kondisjonsfaktor, M= hann, F= hunn, VB= venstre brystfinne, HB= høyre brystfinne, R= ryggfinne, ØH= øvre haleflik, NH= nedre haleflik. Biological characteristics of the hatchery-reared salmon parr observed in the stream Fættanelva at 2 December 1988. NL= natural length, GL= fork length, KF= condition factor, M= male, F= female, VB= left pectoral fin, HB= right pectoral fin, R= dorsal fin, ØH= upper tail lobe, NH= lower tail lobe.

Nr	NL mm	GL mm	Vekt g	KF	Kjønn	Lest alder	Finnelengde (mm)				
							VB	HB	R	ØH	NH
1	80	76	6.0	1.17	M	0+	15	14	10	14	14
2	74	69	4.5	1.11	M	1+	9	14	9	13	12
3	85	81	7.4	1.20	F	1+	13	14	11	14	15
4	80	76	6.1	1.19	M	1+	14	13	9	12	13
5	84	79	7.0	1.18	F	0+	14	9	10	14	14
6	94	89	8.9	1.07	M	0+	16	17	5	16	16
7	95	90	9.5	1.11	M	0+	15	16	11	16	16



Figur 2
Saltholdighet i overflata (----) og på 2 m dyp (—) og vanntemperatur på 2 m dyp (—) i Fetfjorden i 1988. Salinity measured at the sea surface (----) and at the 2 m depth (—) and temperature measured at the 2 m depth (—) in the Fetfjorden in 1988.

dret opp i elva i tiden mellom den 18. oktober og den 2. desember. Saltholdighetsmålinger på 2 m dyp i Fetfjorden ca 2 km fra Fættenelvas munning (Figur 1) i dette tidsrommet, varierte mellom 20.0 og 30.5 o/oo (Figur 2). Målinger i mai-juni viste imidlertid at fjordvannet vanligvis er enda ferskere nær overflaten enn på 2 m dyp (Figur 2). Saltholdighetsmålingene er gjort på et punkt i fjorden som ligger sentralt i forhold til forbindelseslinjen mellom de aktuelle rømmingssteder og Fættenelva. Vi vet imidlertid ikke hvilken vandringsvei fisken kan ha tatt mellom de to elvene. Saltholdigheten i fjorden representerer imidlertid ingen umiddelbar overlevelsesbarriere for lakseparren i det aktuelle tidsrom for dens opphold i fjorden. Gjennomsnittlig overlevelsestid i 34 o/oo sjøvann for laksparr i størrelse 7-10 cm (9 måneder gammel) er funnet å være 9 timer, mens tilsvarende for 25 o/oo sjøvann var 72 timer, og ved 17 o/oo sjøvann overlevde all fisk ved det eksperimentelle temperaturnivå på 10-12 °C (Parry

1960). Samme undersøkelse viste at evnen til å overleve i sjøvann økte med økende størrelse av fisken. Evnen til å tåle sjøvann hos laksefisk er imidlertid avtagende med avtagende temperatur på grunn av redusert evne til å regulere kroppens vann- og ionebalanse (Byrne et al. 1972, Jürss et al. 1984, Sigholt & Finstad 1990). Sjøtemperaturen i det tidsrommet hvor fisken må ha kommet til Fættenelva, avtok gradvis fra midten av oktober til midten av november fra ca. 10°C til ca. 5°C (Figur 2).

Det finnes ikke undersøkelser over strømforholdene i Fetfjorden. Det er imidlertid generelt akseptert at norske fjorder er så smale og trange at jordrotasjonen påvirker strømforholdene svært lite. Strømforholdene blir derfor primært bestemt av tidevannsvekslingen (Jacobsen et al. 1982). Parrvandringen mot Fættenelva kunne således ha vært en passiv drift med tidevannsstrømmen såvel som en aktiv svømming mot den.

Mange norske fjorder er i perioder med flomvannføring betydelig ferskvannspåvirket, og vil i overflatelaget ha saltholdighet, vanntemperatur og strømforhold som muliggjør sjøvandring eller drift av ikke-smoltifiserte laksunger som unnslipper settefiskanlegg. Det er vist at utsatte unger av oppdrettslaks er konkurransedyktige i forhold til stedegen fisk fritt i naturen (Egglisshaw & Shackley 1980, Kennedy & Strange 1980). Under elektrofiske i Fættenelva ca. ett år etter oppvandringen av oppdrettsparren, ble det registrert 8 laksunger i størrelse 12.5 - 15.6 cm (Tabell 2). Flere faktorer indikerer at disse var rømte oppdrettsfisk fra forrige års oppvandring, som har overlevd i konkurranse med en tett bestand av ensomrig ørret (Lund & Heggberget in prep.) (eldre årsklasser ble drept under rotenonbehandlingen i 1988). Alle laksungene hadde oppdrettskarakterer i form av unormalt bølgete finnestråler (Lund et al. 1989) på hale-, rygg- eller brystfinnene. Fiskens bryst- og ryggfinner var signifikant kortere enn hos villfisk (jf. tabell 2 og Lund et al. 1989), men viste betydelig grad av regenerering etter skade. Fiskens halefliker var spisse, og var like lange som hos villfisk. Dette indikerer at fisken har levd fritt i naturen en tid etter rømming (Stuart 1958, Johnsen & Ugedal 1987, Lund et al. 1989). Utryddelsen av parrbestanden ved rotenonbehandlingen i 1988 tilsier at elvas egenproduksjon i 1989 bare skulle bestå av årssyngel (0+). Laksungene var for store (12.5 - 15.6 cm) til å være fra denne aldersgruppen (Lund & Heggberget 1985). Skjellavlesing viste at fiskens alder var 1+ - 2+. Laksungenes tilvekst siste året (5.7 - 8.0 cm) og kondisjonsfaktor (kf: 1.1 - 1.2) var svært høy (Tabell 2). Utvandrende laksunger fra oppdrettsanlegg vil som voksen gytefisk primært returnere til det vassdrag den sist hadde kontakt med før smoltvandringen (Bailey 1987, Thorpe 1988).

Det er svært vanlig at fisk rømmer fra settefiskanlegg. Av 17 undersøkte utløpselver fra kommersielle settefiskanlegg i Midt-Norge ble det funnet laksunger med oppdrettsbakgrunn i 15 av disse (Tabell 3). Rømlinger fra settefiskanlegg kan betraktes som potensielle spredere av fiskesykdommer (Mo 1987). *Gyrodactylus salaris* som ble påvist på laksunger i Fættenelva høsten 1988, ble mest sannsynlig brakt til Fættenelva ved *G. salaris*-inifiserte laksunger fra naboelva (Langsteinelva) (Figur 1) der parasitten ble påvist samtidig med påvisningen i Fættenelva. Parasitten ble på nytt påvist hos laksunger med oppdrettsbakgrunn i Langsteinelva ca. 6 uker etter at elva ble rotenonbehandlet (rotenonbehandlet samme dag som Fættenelva), og i forbindelse med rømming av et større antall laksunger fra settefiskanlegget i vassdraget. Det er lite sannsynlig at reinfisering av elva var forårsaket av overlevende fisk etter rotenonbehandlingen. Elvas begrensede størrelse (4 m bred og ca. 100 m lakseførende) var et godt utgangspunkt for en effektiv rotenonbehandling, og tiltaket ble utført ved en gunstig temperatur (9°C) (Mo 1986). Ved elektrofiske umiddelbart etter rotenonbehandlingen av Langsteinelva, ble det heller ikke funnet laksunger. Det er derfor mest sannsynlig at den opprinnelige smittekilde for *G. salaris* til Fættenelva var settefiskanlegget ved Langsteinelva, selv om prøver i anlegget ikke viste funn av parasitten. Regelmessig desinfisering holder vanligvis parasittantallet på et så lavt nivå i settefiskanlegg, at *G. salaris* er svært vanskelig å påvise (Gyrodactylusprosjektet 1982, Malmberg 1988).

For flere av de *G. salaris*-inifiserte vassdragene i Norge er det mest nærliggende å forklare spredningen av parasitten ved brakkvannsvandring av inifisert fisk fra nærliggende vassdrag (Johnsen & Jensen 1985). Det har imidlertid ikke vært mulig å

Tabell 2. Individdata for 8 laksunger med oppdrettsbakgrunn fanget i Fættenelva den 2.11.89. NL= naturlig lengde, GL= gaffellengde, KF= kondisjonsfaktor, M= hann, F= hunn, TV= tilbakeberegnet tilvekst i 1989. VB= venstre brystfinne, HB= høyre brystfinne, R= ryggfinne, ØH= øvre haleflik, NH= nedre haleflik. Biological characteristics of the hatchery-reared salmon parr observed in the stream Fættenelva at 2 November 1989. NL= natural length, GL= fork length, KF= condition factor, M= male, F= female, TV= backcalculated growth in 1989, VB= left pectoral fin, HB= right pectoral fin, R= dorsal fin, ØH= upper tail lobe, NH= lower tail lobe.

Nr	NL* mm	GL* mm	Vekt* g	KF	Kjønn	Lest alder	TV mm	Finnlengder (mm)*					Anmerking
								VB	HB	R	ØH	NH	
1	140	134	30.6	1.12	M	2+	57	25	26	13	27	26	Kjønnsmoden
2	140	132	33.8	1.23	M	1+	63	22	25	10	25	24	Kjønnsmoden
3	156	148	46.4	1.22	M	2+	62	28	26	15	29	29	Kjønnsmoden
4	150	140	40.5	1.20	F	1+	80	23	24	16	21	29	
5	125	118	24.0	1.23	F	1+	51	22	21	14	26	25	
6	143	136	30.8	1.05	M	2+	64	23	24	15	26	27	Kjønnsmoden
7	144	137	34.3	1.15	M	1+	77	25	25	17	27	28	Kjønnsmoden
8	139	132	29.6	1.10	M	1+	57	25	23	14	24	26	Kjønnsmoden

* lengder og vekt målt etter fiksering på formalin

Tabell 3. Utløpselver fra kommersielle settefiskanlegg undersøkt for rømt oppdrettsfisk. X= funn av rømte laksunger. Resipient streams of commercial hatcheries examined with respect to escapees of reared salmon parr. X= observations of escapees.

Elv	Kommune	Undersøkt dato	Resultat	Kilde
Hopla	Levanger	28.09.88	X	N-T
Langsteinelva	Stjørdal	28.09.88	X	N-T
Lauvsneselva	Flatanger	25.07.89	X	N-T
Storelva	Nærøy	02.07.88	X	N-T
Byaelva	Levanger	24.08.89	X	N-T
Bævra	Surnadal	18.11.86	X	M & R
Tafjordelva	Tafjord	14.06.89	X	M & R
Indredalselva	Hareid	01.11.89	X	M & R
Storelva	Tingvoll	06.11.89	X	M & R
Litjåselva	Sunndal	10.07.87	X	M & R
Vikelva	Sykkylven	23.10.86	X	M & R
Storelva	Ulstein	27.07.88		M & R
Steinsvikelva	Volda	27.07.88		M & R
Reistadelva	Rauma	08.11.89	X	M & R
Gjeldvikelva	Rauma	22.06.88	X	M & R
Sandåa	Halsa	05.07.88	X	M & R
Vågoselva	Aure	14.09.89	X	M & R

N-T= Fiskeforvalteren i Nord-Trøndelag

M & R= Fiskeforvalteren i Møre og Romsdal

påvise samtidige vandringer av infisert fisk mellom disse vassdragene. Indikasjonen på brakkvannsvandrende oppdrettspar til Fættenelva tyder imidlertid sterkt på at det kan være en direkte sammenheng mellom brakkvannsvandring og spredning av *G. salaris*. Parasitten ble riktignok ikke funnet på noen av de fjordvandrende laksungene. Smitten ble brakt ved tidligere vandrere, sannsynligvis i løpet av 1988. Fiskunger kontrollert i 1987 hadde ikke parasitten (pers. obs.). Toleransgrensen for saltvann hos *G. salaris* på laksunger er uklar. Det er funnet at parasitter overlevde på laksunger ved 8 o/oo saltholdighet ved vanntemperatur på 10 °C (Mo 1986), mens et annet forsøk viste at infisert fisk måtte holdes i 15 o/oo sjøvann i 12 timer for å bli kvitt parasitten (Gyrodactylusprosjektet 1981). I Fetfjorden var vannet ferskest de to siste ukene av mai i 1988, hvor saltholdigheten de fleste dager varierte mellom 12 og 14.5 o/oo ved sjøtemperaturer fra 8.2 til 16.5 °C i overflatelaget (Figur 2).

Observasjonen av fjordvandrende laksunger mellom vassdrag i Fetfjorden og påvisning av *G. salaris* i disse vassdragene, styrker hypotesen om at flere av de *G. salaris*-infiserte vassdragene i Norge er infisert ved fjordvandring av fisk fra nærliggende vassdrag.

5 Litteratur

- Bailey, J.K. 1987. Canadian sea ranching program (East coast). -Proceedings of the world symposium on selection, hybridization and genetic engineering in aquaculture (ed. by K. Tiews): 443-448.
- Byrne, J.M., Beamish, F.W.H. & Saunders, R.L. 1972. Influence of salinity, temperature, and exercise on plasma osmolality and ionic concentration in Atlantic salmon (*Salmo salar*). - J. Fish. Res. Bd. Can. 29: 1217-1220.
- Egglishaw, H.J. & Shackley, P.E. 1980. Survival and growth of salmon, *Salmo salar*, planted in a Scottish stream. - J. Fish Biol. 16: 565-584.
- Gyrodactylusprosjektet 1981. Rapport fra Gyrodactylusutvalget over virksomheten i 1980 og program for virksomheten i 1981. 59s.
- Gyrodactylusprosjektet 1982. Rapport fra Gyrodactylusutvalget over virksomheten i 1981 og program for virksomheten i 1982. 43s.
- Hesthagen, T. 1988. Movements of brown trout, *Salmo trutta*, and juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a coastal stream in northern Norway. - J. Fish Biol. 32: 639-653.
- Jacobsen, P., McClimans, T.A. & Thendrup, A. 1982. Vurdering av rensekrav for sjøresipienter. Del 1: Dominerende fysiske prosesser i fjorder og kystfarvann. - Norsk Hydroteknisk Laboratorium, rapport nr.2 - 83033. 76 s.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A. 1985. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag, Statusrapport. - Direktoratet for Naturforvaltning, rapport nr. 12-1985. 145 s.
- Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 1987. Gjenfangst, tilvekst og finnerenergering hos finneklippet ensomrig settefisk av aure utsatt i bekker. Settefiskprosjektet, delprosjekt 4.2. - Direktoratet for Naturforvaltning, Rapport 4-1987. 29 s.
- Johnsen, B.O., Jensen, A.J. & Sivertsen, B. 1989. Extermination of *Gyrodactylus salaris*-infected Atlantic salmon, *Salmo salar*, by rotenon treatment in the river Vikja, western Norway. - Fauna norv. Ser. A 10: 39-43.
- Jürss, K., Bittorf, T. & Vökler, T. 1984. Biochemical investigations on salinity and temperature acclimation of the rainbow trout, *Salmo gairdneri* (Richardson). - Zool. Jahrb. Physiol. 88: 67-81.
- Kennedy, G.J.A. & Strange, C.D. 1980. Population changes after two years of salmon (*Salmo salar* L.) stocking in two upland trout (*Salmo trutta* L.) streams. - J. Fish Biol. 17: 577-586.
- Lund, R.A. 1981. Vekst hos ungfisk av laks, *Salmo salar* L., og ørret, *Salmo trutta* L., på tre lokaliteter i Levangerelva, Nord-Trøndelag. - Hovedfagsoppgave i zoologi til matematisk-naturvitenskapelig embetseksamen ved Universitetet i Trondheim. 90 s.
- Lund, R.A. & Heggberget, T.G. 1985. Growth analysis of pre-

- smolt Atlantic salmon, *Salmo salar*, at three sections of a small Norwegian stream. - *Holarctic Ecology* 8: 299-305.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og vill-laks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. - Norsk Institutt for Naturforskning, Forskningsrapport 001. 54s.
- Malmberg, G. 1988. Salmonid transports, culturing and *Gyrodactylus* infections in Scandinavia. - In parasites of freshwater fishes of north-west Europe. Materials of the international symposium within the program of the Soviet-Finnish cooperation 10-14 January 1988: 88-104.
- Mo, T.A. 1986. Virkning av rotenon på laks og lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Laboratorieforsøk. - Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr.1 1986. 16 s.
- Mo, T.A. 1987. Taksonomiske og biologiske undersøkelser. Virksomheten i 1986 og forslag til virksomhet i 1987. - Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr.2. 70 s.
- Parry, G. 1960. The development of the salinity tolerance in the salmon, *Salmo salar* and some related species. - *J. exp. Biol.* 37: 425-434.
- Saunders, R.L. & Gee, J.H. 1964. Movements of young Atlantic salmon in a small stream. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21: 27-36.
- Sigholt, T. & Finstad, B. 1990. Effect of low temperature on seawater tolerance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. - *Aquaculture* 84: 167-172.
- Stuart, T.A. 1958. Marking and regeneration of fins. - *Freshw. Salm. Fish. Res.* 22. 13pp.
- Thorpe, J.E. 1988. Salmon migration. - *Sci. Prog. Oxf.* 72: 345-370.

00 5

nina
forsknings-
rapport

ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0073-2

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7004 Trondheim
Tel. (07) 913020 581