

026

FAGRAPPORT

Reetablering av fiskebestanden
i et sjørretvassdrag etter
rotenonbehandling

Roar A. Lund



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Reetablering av fiskebestanden i et sjøørretvassdrag etter rotenonbehandling

Roar A. Lund

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.
Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.
Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.
Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Lund, R.A. 1997. Reetablering av fiskebestanden i et sjøretvassdrag etter rotenonbehandling - NINA Fagrapport 026: 1-20.

Trondheim, april 1997

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-0800-8

Forvaltningsområde:
Naturovervåking
Environmental monitoring

Rettighetshaver ©: Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning
NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Tor G. Heggberget
NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:
Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

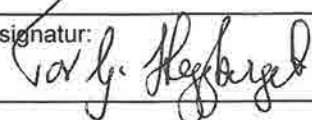
Opplag: 150

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel: 73 58 05 00
Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13304 Reetablering

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Lund, R.A. 1997. Reetablering av fiskebestanden i et sjøørretvassdrag etter rotenonbehandling. - NINA Fagrapport 026: 1-20.

Vulluelva, som har en tilnærmet enerådende bestand av ørret, ble rotenonbehandlet i september 1988 etter påvisning av parasitten *Gyrodactylus salaris* på oppdrettede laksunger i vassdraget. Hele ungfiskbestanden og 30-35 % av voksenfiskbestanden ble drept ved behandlingen. Reetablering av fiskebestanden i vassdraget ble undersøkt over en seks-års periode etter rotenonbehandlingen. Sjøørret gytte i alle deler av vassdraget kort tid etter rotenonbehandlingen. Både fisketetthet og vekst hos yngelen var ekstraordinært høy i 1989 i fravær av konkurranse fra eldre årsklasser. Gjennomsnittslengden hos denne årsklassen var uvanlig stor også i det andre leveåret. Den suksessive reduksjonen i tettheten av fiskunger i de påfølgende år var sannsynligvis en følge av økende intraspesifikk konkurranse med komplettering av aldersgruppene i ungfiskbestanden. Yngelproduksjonen sviktet imidlertid i ulike deler av vassdraget i årene 1991-93, høyst sannsynlig som følge en fåtallig gytepopulasjon høstene 1990-92. En kritisk reduksjon av gytebestanden var i samsvar med den dødelighet som kunne forutsies ved analyse av alderssammensetningen i et materiale fra den voksne gytebestanden før rotenonbehandlingen. Svikten i gytebestanden kan også ha vært påvirket av dødelige infeksjoner av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*).

Ut fra kjente livshistorietrekk for fiskebestanden i vassdraget kunne den første årsklassen produsert etter rotenonbehandlingen (1989-årsklassen) forutsies å bli rekruttert i gytebestanden tidligst fra og med høsten 1994. De høye tettheter av yngel i alle deler av vassdraget i 1994 taler imidlertid for en betydelig foryngelse av denne årsklassen som må ha utgjort den vesentlige delen av gytebestanden høsten i forveien. De gode vekstbetingelsene for denne årsklassen i de første leveår i elva kan ha gitt en uvanlig høy overlevelse, yngre smolt og yngre gytefisk enn normalt. Livsløpet til fiskebestanden normaliserte seg imidlertid raskt ettersom smoltalderfordelingen i det første året der alle alderskategoriene var potensielt tilgjengelig blant utvandrende smolt, var lik den i bestanden før rotenonbehandlingen. Det kunne observeres en økt frekvens av gytepar i begrensede deler av Vulluelva for 1989-årsklassen. Dette endret ikke kjønnssammensetningen mot større andeler hunnfisk i den utvandrende smoltpopulasjonen.

I løpet av undersøkelsesårene utgjorde laks varierende andeler av ungfiskbestanden i nedre deler av vassdraget. Forekomstene kunne sammenholdes med observasjoner av gytemoden rømt oppdrettslaks i de samme partier. Lakseyngel ble ikke observert de siste tre undersøkelsesårene og etter at det kommersielle oppdrettet i fjorden utenfor Vulluelva opphørte.

Emneord: Sjøørret - *Salmo trutta* - rotenon - fisketetthet - fiskevekst - smoltalder - gytepar - rømt oppdrettslaks.

Roar A. Lund, NINA, Tungasletta 2, N-7705 Trondheim.

Abstract

Lund, R.A. 1997. Reestablishment of a sea trout population following rotenone treatment. - NINA Fagrapport 026: 1-20.

The small stream Vullueiva, exclusively inhabited by sea trout, was treated with rotenone in September 1988 as a consequence of the detection of the parasitic fluke *Gyrodactylus salaris* infecting escaped farmed salmon parr. The entire trout parr population and 30-35 % of the sea trout spawning population were killed by the treatment. Thereafter, the re-establishment of the fish population was studied for a six year period. Sea trout spawned in all parts of the stream shortly after the rotenon treatment. Both densities and growth of 0+ fry were extremely high in 1989 in the absence of competition from older age groups. The high growth of this cohort continued through the second year of life. The successive reduction in parr densities in following years was probably a consequence of increasing intraspecific competition as age groups were added yearly to the population. However, fry production was limited or failing in various parts of the stream in the period 1991-93, probably as a consequence of a reduced spawning population. This was in accordance with the mortality curve predicted from age analysis of scale samples from the adult spawning stock before the rotenone treatment. In addition, mortal infections of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) probably further reduced the population.

Based on life history traits of the stock, the first age group produced after the rotenone treatment (1989 age class) was predicted to be recruited as first time spawners in 1994. The significant increase of fry production in all parts of the stream in 1994 points to a significant rejuvenation of this age group, which probably constituted the main proportion of the spawning stock in the previous autumn. The good growth conditions for this age group during the first years of riverine life may have led to a high survival rate with smolts and spawners younger than normal. However, the riverine life span rapidly normalized. The smolt age distribution in the first year when all smolt age categories were again potentially present, was similar to the distribution before the rotenone treatment. Trends towards higher frequencies of precocious males of the same age group did not change the sex distribution towards higher a proportion of females in the smolt population.

During the study period, salmon constituted various proportions of the parr population in lower parts of the stream. The species was absent in years after the cessation of a commercial rearing station situated just outside the stream, and from which repeated escapes were reported.

Keywords: Sea trout - *Salmo trutta* - rotenone treatment - fish density - growth - smolt age - precocious males - escaped farmed salmon.

Roar A. Lund, NINA, Tungasletta 2, N-7705 Trondheim, Norway.

Forord

Vulluelva har ved flere anledninger i senere år vært utsatt for påvirkninger som har medført betydelige endringer i miljøet og fiskebestanden i vassdraget.

NINA (tidligere forskningsavdelingen i Direktoratet for naturforvaltning) har siden 1987 årlig samlet inn materiale for fiskebiologiske undersøkelser i elva. Den første materialinnsamlingen var rettet mot studier av effekter av rømt oppdrettsfisk etter en massiv oppvandring av oppdrettslaks i vassdraget da 10 000 laks rømte fra et nærliggende matfiskanlegg i sjøen. Året etter ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* påvist på laksunger i vassdraget. Denne infiseringen kunne tilbakeføres til oppvandring av infiserte laksunger fra et nærliggende settefiskanlegg som vandret i brakt fjordvann mellom anlegget og elva etter en rømming ved et driftsuhell (Lund & Heggberget 1989). Elva ble omgående rotenonbehandlet den 2. september 1988 for å bli kvitt parasitten. Parasitten er senere aldri påvist i vassdraget.

Fiskebestanden i Vulluelva ble på nytt sterkt påvirket da oljeutslipp fra et tankbilvelt drepte hele ungfiskbestanden og betydelige deler av gytefiskbestanden i den nedre halvdel av vassdraget den 15. september 1994. Effektene av oljeutslippet er tidligere rapportert i Lund et al. (1996).

De fiskebiologiske undersøkelsene var i sine to første år finansiert av LENKA-prosjektet (Miljøverndepartementet). Dette materialet danner referansematerialet for sammenligninger med utviklingen i fiskebestanden i årene etter rotenonbehandlingen. I årene etter rotenonbehandlingen av vassdraget har Direktoratet for naturforvaltning finansiert undersøkelsene. Vi takker for oppdraget og bevilgningene til undersøkelsene.

Trondheim, januar 1997

Roar A. Lund
Prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Materiale og metode	7
2.1 Områdebeskrivelse og fiskebestand	7
2.2 Fisketetthet.....	7
2.3 Vekst hos ungfisk, forekomst av gyteparr og alderssammensetning av utvandrende smolt.....	8
3 Resultater.....	9
3.1 Fisketetthet.....	9
3.2 Forekomst av laksunger	9
3.3 Vekst hos ungfisk	9
3.4 Forekomst av gyteparr.....	12
3.5 Smoltalder og kjønnsfordeling	14
4 Diskusjon	15
5 Litteratur.....	17
Vedlegg 1	19
Vedlegg 2	20
Vedlegg 3	20

1 Innledning

Parasitten *Gyrodactylus salaris* er påvist i 40 norske vassdrag og har hatt katastrofale konsekvenser for laksebestandene i vassdragene ved reduksjoner nær utryddelse av ungfiskpopulasjonene (Johnsen & Jensen 1985). I forvaltningens handlingsplan har det vært et mål å hindre videre spredning av parasitten til nye vassdrag og områder og å utrydde parasitten i infiserte vassdrag. Utrydding av parasitten med plantegiften rotenon er ansett som det eneste aktuelle tiltaket i infiserte vassdrag i dag (Dolmen & Mehli 1988). Forvaltningen av lokale fiskestammer står her ovenfor det paradoksale anliggende at den eneste sikre måten å fjerne parasitten er å drepe fiskene som parasitten lever av. I dag er til sammen 24 vassdrag behandlet med rotenon. 11 av disse vassdragene er erklært parasittfrie, to vassdrag er fortsatt infisert, mens resultatet fra de resterende vassdragene hittil er positive.

Det foreligger tallrike erfaringer med bruk av rotenon i fiskestellet. Plantegiften, som utvinnes fra visse tropiske planter, ble tatt i bruk på 1930-tallet og er siden brukt rutinemessig i fiskeforvaltningen utenlands og her til lands for å utrydde uønskede fiskebestander, desimere tette bestander og bedre vannkvaliteten i innsjøer ved å manipulere innsjøenes fiskesamfunn. Ugedal (1986) gir en fyldig oversikt over litteratur som omhandler reetableringsprosesser i evertebrat- og fiskesamfunn etter bruk av rotenon i akvatiske systemer. Det er en generell erfaring at det biotiske samfunn raskt restitueres etter bruk av rotenon.

De undersøkelser som her til lands har fulgt reetableringen av fisk og dyr etter rotenonbehandling i vassdrag med androme fiskebestander har også kunnet konstatere at dyresamfunnene raskt etablerer seg uten særskilte kultiveringsiltak etter de tap som påføres bestandene ved rotenonbehandling (Johnsen et al. 1989, Arnekleiv 1991, Lund 1991, Aspås & Eide 1992).

I foreliggende undersøkelse ble reetablering av fiskebestanden i Vulluelva fulgt over en femårsperiode etter at elva ble rotenonbehandlet den 2. september 1988 etter at *G. salaris* ble påvist på infiserte laksunger som rømte via brakt fjordvann fra et nærliggende settefiskanlegg (Lund & Heggberget 1989). Behandlingen ble tilstrebet utført med den dosering som har vært vanlig i rotenonbehandlinger her til lands (0,5-1 ppm). Hele ungfiskbestanden og ca. 30-35 % av gytebestanden ble den gang drept. I de påfølgende år bygde fiskebestanden seg opp fra de reserver av fisk som stod i sjøen da vassdraget ble rotenonbehandlet. Utviklingen i ungfiskbestanden er vurdert i forhold til en prognose for rekruttering av ny fisk i bestanden ut fra kunnskap om sammensetning og dødelighet i et referansemateriale fra den voksne gytebestanden. Undersøkelsen analyserer reetableringen i forhold til en potensiell foryngelse av gytebestanden gjennom økt parvekst og lavere smoltalder. I en slik utvikling kan imidlertid potensialet for økte frekvenser av gytepar ha en motsettende virkning. Forekomsten av gytepar er vurdert i relasjon til dette.

Sjøørret er nærmest enerådene fiskeslag i Vulluelva, men oppdrettslaks gytt i vassdraget i årene etter rotenonbehandling. Undersøkelsen følger også utviklingen i rekrutteringen av denne fisken.

2 Materiale og metode

2.1 Områdebeskrivelse og fiskebestand

Vulluelva ligger i Nord-Trøndelag fylke og har sitt utløp i Trondheimsfjorden (figur 1). Vassdraget har en tilgjengelig strekning på ca. 8 km for fisk som vandrer opp fra sjøen. Elva er 2-6 m bred og har en midlere vannføring og strømhastighet på henholdsvis 0,3 m³/s og 0,4 m/s (NVE, isohydratkart, kartblad 4 og 5).

Vannkjemiske data viser relativt høye verdier av plante-næringsstoffer i vassdraget. Målinger fra ulike deler av vassdraget og til ulike tider av året i perioden 1990-92 viste et innhold av total fosfor varierende fra 3-28 µg PO₄-P/l, mens ledningsevnen varierte fra 109-241 µS/cm. Dette er verdier som er høyere enn det normale for vann i lavlandet i Trøndelag (Jensen & Holten 1975). Vassdragets evne til å nøytralisere sure komponenter er god, da vannets pH i samme periode er målt til 7,4-8,0 (Roar A. Lund, upublisert materiale). Vanntemperaturen i vassdraget gjennom sommerhalvåret varierer i betydelig grad med solinnstråling og lufttemperatur. I tiden juni-august varierer vanntemperatur mellom 10-18 °C (daglige registreringer med datalogger i årene 1990-92, Roar A. Lund, upublisert materiale).

Sjørret er nærmest enerådene fiskeslag i vassdraget. I enkelte år på begynnelsen av 1990-tallet ble det registrert gytinger av rømt oppdrettslaks i nedre deler av vassdraget. Gytebestanden av sjørret har bestått av fisk i størrelser på 0,5-3 kg og som har vært 2-5 somre i sjøen (Lund 1991). Hovedtyngden av gytefisk er under 1,5 kg. Den voksne gytefiskbestanden ble i to ulike år (1986 og 1987) telt til minimum 260 og 275 individer fordelt på den 8 km lange strekningen tilgjengelig for anadrom fisk (Rikstad 1988). Gytefisk vandrer hovedsakelig opp i elva på regnflom i september-oktober og forlater elva samme høst etter overstått gyting (Rikstad 1988). Sjørrettsmolten går i sjøen som 2-, 3- eller 4-åringer. Gjennomsnittlig smoltalder er 3,0 år (Lund 1991).

2.2 Fisketetthet

Ungfisktetthet er undersøkt årlig på tre lokaliteter i elva i perioden 1988-94 (figur 1), mens en fjerde lokalitet (stasjon 2) ble inkludert i undersøkelsene fra og med 1989. Undersøkelsene er gjennomført etter samme metode i alle år hvor prøveflatene ble overfisket tre etterfølgende omganger med elektrisk fiskeapparat (Zippin 1958). De overfiskede strekninger av elva ble avfisket i hele elvetversnittet. Prøveflatene ble avfisket med ca. 30 minutter pause mellom hver fiskeomgang. Det ble anvendt et fiskeapparat av Paulsen-

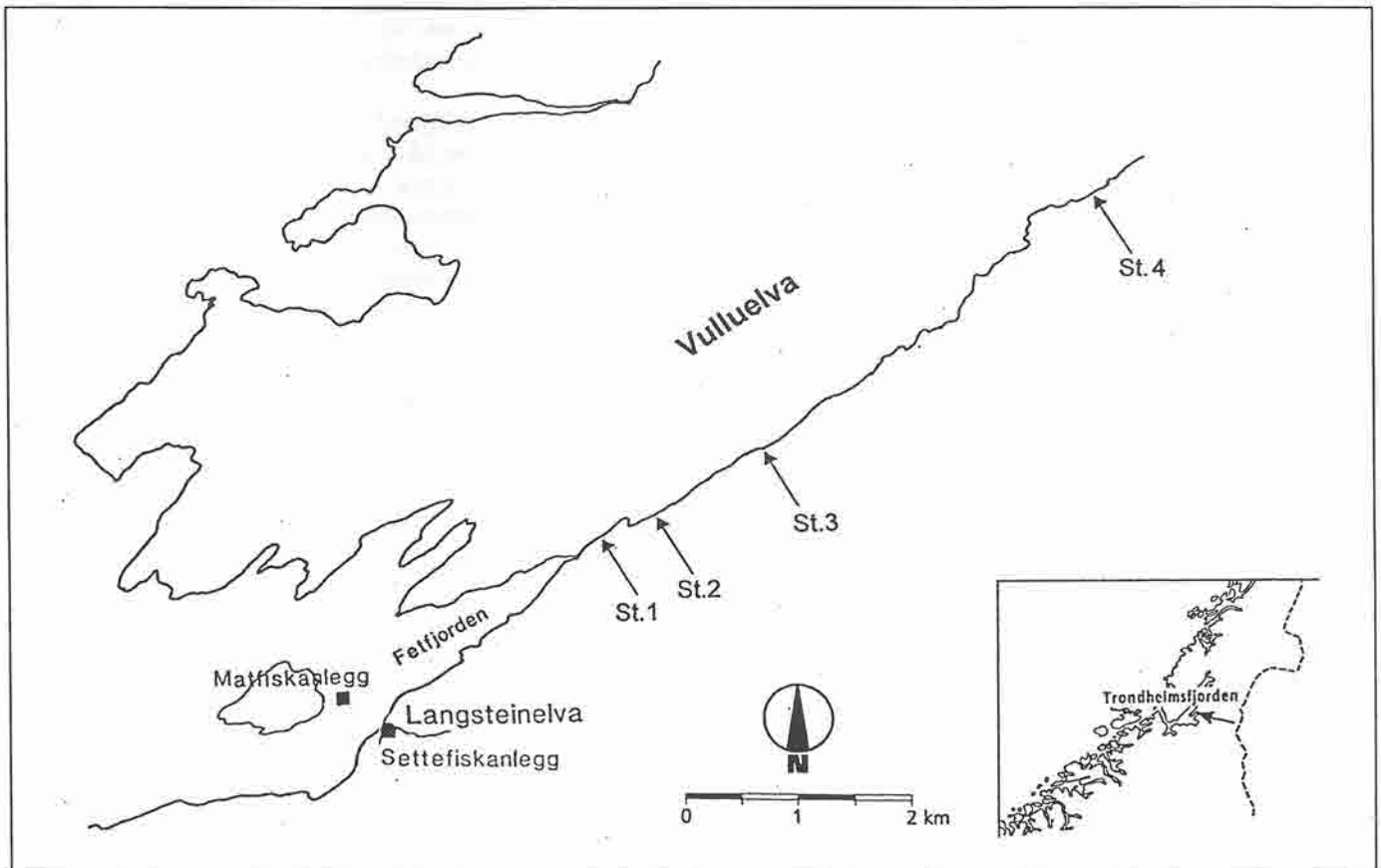


Figure 1. Geografisk beliggenhet av Vulluelva og lokaliteter for innsamling av fiskebiologiske data (St.1 - St.4). Geographical situation of the stream Vulluelva and localities sampled (St.1 - St.4).

type med likestrømpulser under fisket. Apparatet var drevet av et 12 volts/15 ampertimer batteri, og ble båret på ryggen under fisket. Fiskeapparatets spenning ble valgt til «lav» (ca. 350 volt ved 250 ohm belastning) og pulsfrekvensen 70 hertz under alle avfiskinger. Arealene for de avfiskede prøveflatene ble oppmålt med målband.

Fisken ble artsbestemt, målt fra snute til enden av halefinnen til nærmeste mm når fisken var naturlig utstrakt og satt tilbake i elva umiddelbart etter overstått fiske.

Spesielt vannføring, men også vanntemperatur og tidspunkt på året kan ha innflytelse på de resultatene en oppnår ved denne metodikken (Jensen & Johnsen 1988) og fangst-effektiviteten ved elfiske øker vanligvis med størrelsen på fisken (Karlstrøm 1976). Det ble derfor tilstrebet å fiske på en tilnærmet lik vannføring alle år. For å fiske på tilfredsstillende vanntemperatur og samtidig oppnå en best mulig fangsteffektivitet på den minste fisken (årsyngel) er det tilstrebet å fiske i siste halvdel av august da fiskens årlige lengdetilvekst er nær avsluttet i Vulluelva (Lund et al. 1996). Avfiskinger som er utført senere enn dette, har årsak i påvente av høvelige fiskeforhold på grunn av regnflom. Fisket er i ett av årene utført i oktober av denne årsak (1991), men fisket kunne dette året allikevel utføres på en tilfredsstillende vanntemperatur (7,8-8,1 °C). Elfisket er utført på noe varierende vanntemperatur i de ulike år (6-12°C, tabell 1), men variasjonen er innenfor akseptable grenser til at resultatene er sammenlignbare mellom år. De overfiskede arealene på lokalitetene er i år med lav fisketetthet utvidet for å oppnå et sikrere estimat for populasjonsstørrelsen (Bohlin et al. 1989).

Resultatet av fangst med elektrisk fiskeapparat kan variere i forhold til utøverens fisketeknikk. Ved sammenligninger av resultater mellom lokaliteter eller ulike tidspunkter vil det

Tabell 1. Dato, vanntemperatur (°C) og variasjon i avfisket areal i de ulike år på lokaliteter (stasjon 1-4) undersøkt for fisketetthet og vekst hos ungfisk i Vulluelva. - Date, water temperature (°C) and variation of the areas electrofished for examination of fish density and growth of parr in different years at localities (station 1-4) in Vulluelva.

År	Dato	Stasjon	Vanntemp.	Areal (m ²)
1987	20.11	1,4	7*	-
1988	25.08	1,3,4	11,2-12,1	217-300
1989	13.09	1,2,3,4	7,5-8,4	160-300
1990	23.08	1,2,3,4	12,5-12,8	204-300
1991	10.10	1,2,3,4	7,8-8,1	204-300
1992	8.09	1,2,3,4	9,8-10,0	215-477
1993	15.09	1,2,3,4	6,0-7,1	320-577
1994	17.08	1,2,3,4	10-12*	248-338

* Anslått temperatur (ikke målt)

derfor styrke presisjonen i resultatene dersom fisket er utøvet av samme person eller personer med lik fisketeknikk (Bohlin et al. 1989). I denne undersøkelsen er fisket i alle år utført av samme person (rapportforfatteren).

Resultatene av fisketetthet er presentert som tettheter for årsyngel (0+) og total tetthet på lokalitetene.

Fisketetthet i årene etter rotenonbehandlingen er statistisk sammenlignet med tidligere år (1988) med utgangspunkt i antagelsen om at populasjonsestimatene er normalfordelte med forventninger lik de virkelige bestandsstørrelsene og standardavvik lik fjerdedelen av konfidensintervallens lengde (Seber 1973).

2.3 Vekst hos ungfisk, forekomst av gytepar og alderssammensetning av utvandrende smolt

Det er årlig innsamlet materiale for vekstundersøkelser av ungfisk på to lokaliteter siden 1987 (stasjon 1 og 4), på én lokalitet siden 1988 (stasjon 3) og én lokalitet siden 1989 (stasjon 2).

Lengdemålinger av fisken tatt til samme tid som fisket for tetthetsundersøkelse, er lagt til grunn. Tidspunktene for vekstundersøkelse i de ulike år varierer mellom 17. august og 20. november. Materialet i de ulike år kan imidlertid sammenlignes da fiskens årlige lengdetilvekst er nær avsluttet i Vulluelva i august/september (Lund et al. 1996).

Aldersgruppene ble skilt fra eldre fisk ved frekvensfordeling av fiskelengdene på hver av lokalitetene. Nøyaktigheten i denne separeringen er høy, da det på alle lokalitetene i alle år var klart separate modale fordelinger, spesielt i skillet mellom årsyngel (0+) og ettåringer (1+). Alderen på de største individene blant 0+, de minste og største individene blant 1+ ble også kontrollert ved skjellanalyse (Dahl 1910) for ytterligere sikkerhet i grupperingen.

Antallet fisk i prøvene for vekstanalyser varierte fra 19-332 på lokalitetene i de ulike år, men var vanligvis over 40 (vedlegg 1).

Det foreligger ikke materiale for forekomsten av gytepar for årene 1992 og 1994 fordi vedvarende regnflom umuliggjorde innsamling (1992) og at oljeutslipp drepte bestanden på de tre nederste lokalitetene før tiltenkt materialinnsamling (1994). Forekomsten av gytepar på stasjon 3 og 4 i 1988 er basert på materialer innsamlet av død fisk ved rotenonbehandlingen.

Alders- og kjønnssammensetningen av utvandrende smolt er analysert fra materialer innsamlet i elvemunningen i årene 1988 (n = 36), 1992 (n = 53), 1993 (n = 42) og 1994 (n = 25). De materialer som er innsamlet i årene etter rotenonbehandlingen er også sammenlignet med aldersanalyser (skjellanalyse) av sjøørret (gyte- og gjellfisk) drept under rotenonbehandlingen i 1988 (n = 121).

3 Resultater

3.1 Fisketetthet

Tettheten av fiskunger ble estimert til 64-84 individer pr. 100 m² på tre undersøkte lokaliteter beliggende i ulike deler av vassdraget like før rotenonbehandlingen i 1988. Utviklingen av fisketettheten i de seks påfølgende år etter rotenonbehandlingen (1989-94) hadde påfallende likhetstrekk på alle undersøkte lokaliteter (**figur 2**).

I året etter rotenonbehandlingen var tettheten av yngel (0+) høy på alle undersøkte lokaliteter i elva. På stasjon 1 og 2 i nedre deler av elva var den estimerte tettheten av årsyngel i 1989 henholdsvis 135 og 140 individer pr. 100 m². På stasjon 1 var tettheten av årsyngel over dobbelt så høy som den samlede tettheten av fiskeunger året før. På stasjon 3 og 4 var tettheten av 0+ i 1989 noe lavere enn på de to stasjonene lenger nede i elva. Den estimerte tettheten på stasjon 3 (80 individer pr. 100 m²) var tilnærmet lik den totale tettheten av fiskunger på denne lokaliteten året før, mens fisketettheten på stasjon 4 (99 pr. 100 m²) var halvannen ganger høyere enn den totale fisketettheten året før.

I de påfølgende årene etter rotenonbehandlingen, hvor gjeninntreden av aldersgruppene i ungfiskbestanden skulle ha et tidsmessig potensiale til å kompletteres med fire aldersgrupper (0+ - 3+) innen 1992, var det en suksessivt sterk reduksjon av fisketettheten på stasjon 1, 2 og 3. På disse stasjonene var den totale fisketettheten spesielt lav i 1992 og 1993 (18-34 individer pr. 100 m²) og signifikant lavere enn målt før rotenonbehandlingen på begge de to stasjonene som da ble undersøkt (stasjon 1 og 3, $p < 0,001$ for begge stasjoner i begge år). På stasjon 2 var den totale fisketettheten også lav i 1991 (28 individer pr. 100 m²). Denne utviklingen er sammenfallende med svært lave tettheter av årsyngel på lokalitetene i disse årene eller året forut for registrering av en lav totaltetthet (**figur 2**). På stasjon 1 og 2 var 0+ tetthet spesielt lav i 1991 og 1992 (0-10 individer pr. 100 m²), og tilsvarende lav på stasjon 3 i 1992 (4 individer pr. 100 m²).

Utviklingen i fisketettheten på stasjon 4 øverst i elva hadde likheter med utviklingen på de øvrige stasjonene. Her var også tettheten av årsyngel (0+) suksessivt avtakende i årene 1989-92, og i 1993 ble det ikke registrert årsyngel på stasjonen. Ulikt de øvrige stasjonene var den totale fiskeetettheten på stasjon 4 i alle år i perioden 1989-92 signifikant høyere enn den som ble målt i referanseåret 1988 ($p < 0,001$ for alle år). I 1993 var den totale fisketettheten på stasjon 4 på den annen side signifikant lavere enn den som ble målt i 1988 ($p < 0,001$).

Fisketettheten økte igjen betydelig på alle stasjonene i 1994 fra tettheter som i 1993 var på et lavt nivå på alle stasjoner (26-33 individer pr. 100 m²), som følge av høyere tettheter av 0+. Tettheten av 0+ antok i 1994 nivåer på stasjon 3 og 4 som var høyere (125 og 107 individer pr. 100 m²) enn de

som ble målt i året etter rotenonbehandlingen, mens tettheten av 0+ på den annen side var betydelig under 1989-nivået på stasjon 1 og 2 i 1994 (53 og 57 individer pr. 100 m²).

3.2 Forekomst av laksunger

Det ble fanget for lavt antall laksunger i de ulike fiskeomganger under elfisket til at det lar seg gjøre å estimere tettheten av laks i de ulike prøvetakinger. Forekomsten av laksunger er derfor presentert som andelen laks av det totale antallet fisk som ble fanget i hvert fiske på lokalitetene (**tabell 2**).

Forekomsten av laksunger i materialet viser sporadiske gytinger av laks i den nedre halvdel av vassdraget i den undersøkte perioden. Innslaget av laksunger var vekslende i ulike år på stasjon 1, 2 og 3. På stasjon 4 var innslaget av laks i den undersøkte perioden begrenset til én laks (1+ parr) i 1990. Laks gytte i nedre del av vassdraget i 1988 og 1989 og i midtre del i 1990. Innslaget av 0+ laks var henholdsvis 21 % og 20 % på stasjon 2 i henholdsvis 1989 og 1990 og 26 % på stasjon 3 i 1991. I årene 1992-94 ble det ikke funnet 0+ laks i prøvene på stasjonene. Innslaget av laksunger eldre enn 0+ var betydelig på de to lokalitetene i nedre del av elva i årene 1991-93 (stasjon 1: 8-30 %, stasjon 2: 18-28 %), mens andelen laksunger eldre enn 0+ var liten i samme periode på lokaliteten i midtre del av elva (stasjon 3: 1-6 %). Det ble ikke funnet lakseparr i vassdraget i 1994.

I en prøve av utvandrende smolt i elvemunningen våren 1994 var andelen laksesmolt 7 %. Denne andelen var i 1993 på 18% (**tabell 2**). Disse andelenene er i samme størrelsesorden som de uveide middelværdier for andelen laksunger eldre enn 0+ på de fire undersøkte lokalitetene året i forveien for smoltundersøkelsene (1993: $(8 + 19 + 6 + 0) \% / 4 = 8 \%$, 1992: $(14 + 28 + 3 + 0) \% / 4 = 11 \%$).

Våren 1988 var andelen laksesmolt 13 % i elvemunningen (**tabell 2**). Samtlige laksesmolt undersøkt i denne registreringen hadde defekte finnestråler på ryggfinnen og bar preg av å ha vært oppdrettet (Lund et al. 1989). Slike defekter ble ikke funnet på laksesmolt som ble undersøkt i 1993 og 1994.

3.3 Vekst hos ungfisk

Fiskeveksten på de enkelte lokalitetene er fremstilt ved gjennomsnittslengden hos 0+ og 1+ ørret og gjennomsnittlig årlig tilvekst hos 1+ ørret ved avsluttet årsvekst (**figur 3**). Tilvekst hos 1+ er målt som differansen mellom gjennomsnittslengden hos 0+ og 1+ i påfølgende år. I 1992 og 1993 er manglende vekstdata en følge av fravær av årsklasser på lokalitetene. I 1989 foreligger ikke tilvekstdata for 1+ som følge av bortfall av denne årsklassen ved rotenonbehandlingen. Materialet er ikke analysert for tilvekst hos

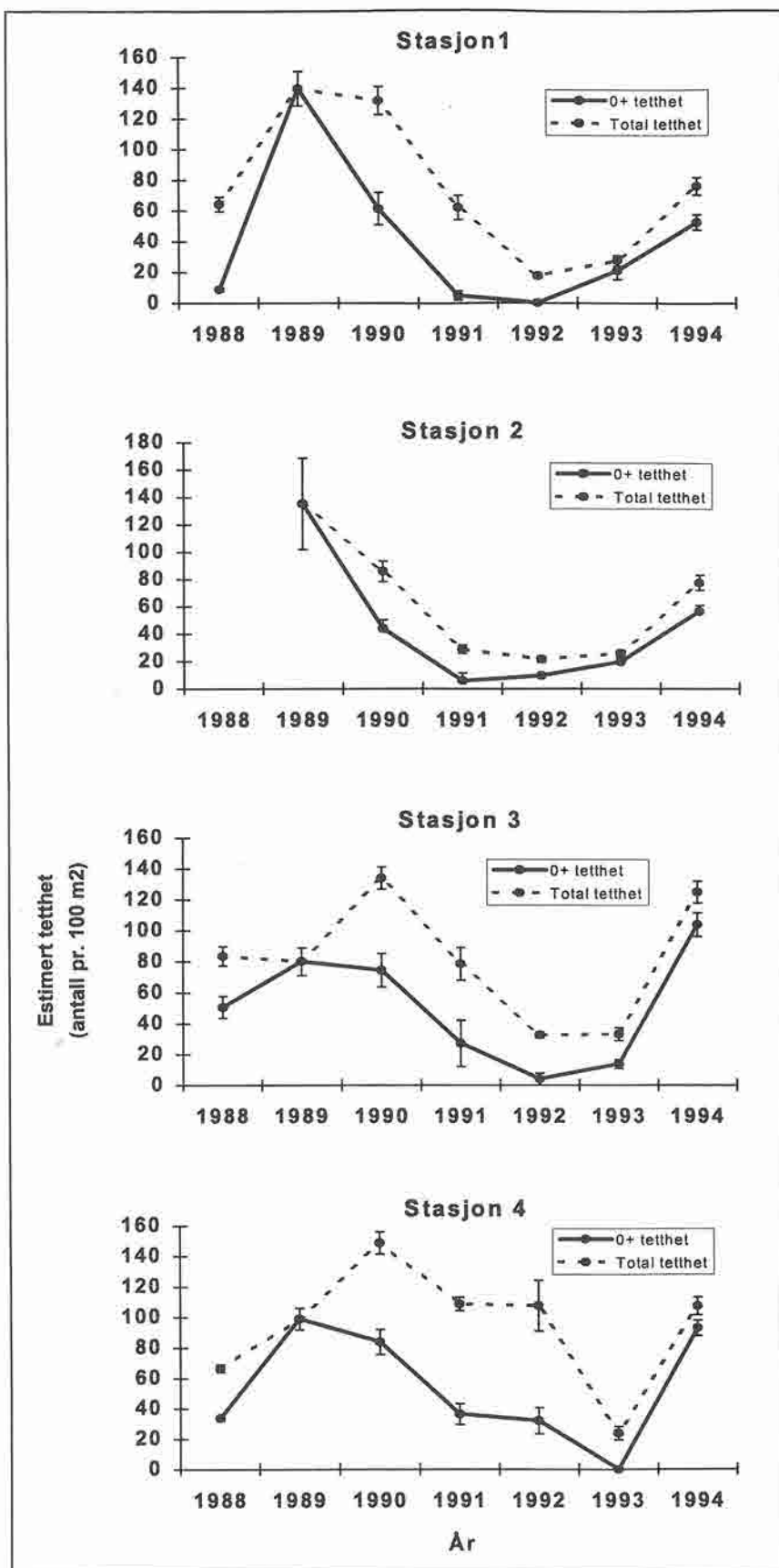


Figure 2. Estimert tetthet av fiskunger på fire lokaliteter i Vulluelva i årene 1988-94. Vertikale angivelser er \pm 95% konfidensintervall. Estimated fish density at four localities in the stream Vulluelva in the period 1988-94. Verticals are \pm 95% confidence interval.

Tabell 2. Andel laksunger (%) fanget på ulike lokaliteter i Vulluelva i årene 1988-94*.
N = totalt antall ørret- og laksunger undersøkt, n = antall laks, Eldre = eldre enn 0+, ♣ = prøver av utvandrende smolt fanget i elveoset. - The proportion (%) of salmon parr caught at different localities in Vulluelva in the period 1988-94. N = number of trout and salmon parr examined, n = number of salmon parr, Eldre = older than 0+ fry, ♣ = samples of smolts caught in the river mouth.*

År	Dato	Stasjon	0+			Eldre / Smolt		
			N	n	%	N	n	%
1988♣	21.05-2.06	Elveoset	-	-	-	152	20	(13)
1993♣	15.-19.05	Elveoset	-	-	-	51	9	(18)
1994♣	20.05-3.06	Elveoset	-	-	-	27	2	(7)
1988	25.08	1	23	0	(0)	139	2	(1)
1989	13.09	1	332	0	(0)	3	1	(33)
1990	23.08	1	137	6	(4)	184	11	(6)
1991	10.10	1	11	0	(0)	135	41	(30)
1992	8.09	1	0	0	(0)	65	9	(14)
1993	15.09	1	77	0	(0)	38	3	(8)
1994	17.08	1	151	0	(0)	69	0	(0)
1989	13.09	2	156	32	(21)	1	1	(100)
1990	23.08	2	79	16	(20)	79	2	(3)
1991	10.10	2	8	1	(13)	49	9	(18)
1992	8.09	2	42	0	(0)	53	15	(28)
1993	15.09	2	57	0	(0)	21	4	(19)
1994	17.08	2	130	0	(0)	47	0	(0)
1988	25.08	3	96	0	(0)	71	2	(3)
1989	13.09	3	152	0	(0)	0	0	(0)
1990	23.08	3	136	0	(0)	133	2	(2)
1991	10.10	3	35	9	(26)	110	1	(1)
1992	8.09	3	5	0	(0)	63	8	(3)
1993	15.09	3	66	0	(0)	96	15	(6)
1994	17.08	3	248	0	(0)	56	0	(0)

* Stasjon 4 er ikke innkludert i tabellen da det kun ble fanget én laks (1+ parr) i 1990.
Station 4 is not included in the table as only one salmon parr (aged 1+) was caught altogether during the sampling period.

eldre årsklasser enn 1+ som følge av for få år med tilstrekkelige materialstørrelser for eldre fisk. Det er ikke analysert fiskevekst på stasjon 2 av samme årsak. Gjennomsnittslengder for aldersgruppene i utvalg der antallet fisk var større enn 10, er presentert for alle stasjoner i **vedlegg 1**.

Gjennomsnittslengden hos 0+ ørret var på alle stasjonene signifikant større i 1989 enn i alle øvrige år denne lot seg sammenligne med i perioden 1987-94 ($p < 0,001$ for alle sammenligninger på alle stasjonene). Forskjellen mellom størrelsen på 0+ 1989 og de øvrige år varierte i hovedsak mellom 5-20 mm (**figur 3**). Gjennomsnittslengden for 0+ i de to påfølgende år (1990 og 1991), der henholdsvis to og tre årsklasser igjen ble representert i ungfiskbestanden, var på alle stasjonene i størrelser innenfor den variasjonsbredde som forekom på stasjonene i år før rotenonbehandlingen eller i år etter 1991.

Tilveksten hos 1+ ørret var imidlertid lik eller dårligere i 1990 enn i øvrige år på alle stasjonene selv om 1+ fisk i dette året ikke hadde konkurranse av eldre årsklasser (**figur 3**).

Gjennomsnittslengden hos 1+ i 1990, som tilsvarer samme årsklasse som 0+ i 1989, var på den annen side signifikant større for flertallet av sammenligninger med de øvrige år på alle stasjoner (stasjon 1: $p < 0,001$ for sammenligning med årene 1987, 1988 og 1991, stasjon 3: $p < 0,001$ for sammenligning med 1988, 1991, 1992 og 1994, stasjon 4: $p < 0,001$ for sammenligning med 1987, 1988, 1991 og 1992) (**figur 3**). Unntak fra denne trenden var signifikant større 1+ i 1993 og 1994 enn i 1989 på stasjon 4 ($p < 0,001$). I tre sammenligninger var det ikke målbare forskjeller i gjennomsnittslengden for 1+ i 1989 i forhold til andre år ($p > 0,05$: stasjon 1 i 1992 og 1994 og stasjon 3 i 1993).

Gjennomsnittslengden hos 2+ ørret i 1991, som tilsvarer samme årsklasse som 1+ i 1990, viste ingen systematisk størrelsesrelasjon til de øvrige år på noen av stasjonene (**vedlegg 1**).

Gjennomsnittslengden hos 0+ og tilvekst hos 1+ i de ulike år ble testet mot årlige målinger av lufttemperaturen som en indeks for vanntemperaturen. I rennede vatn varierer vanntemperaturen i nær sammenheng med variasjoner i lufttemperaturen etter at snøsmeltingen om våren er over (Berge et al. 1991). Den uveide middelverdien for månedlige middeltemperaturer i perioden mai-august for lufttemperaturen målt på Værnes Flystasjon ca. 15 km fra Vulluelva, ble lagt til grunn for analysen (**figur 3**). Det ble ikke funnet noen statistisk samvariasjon mellom de årlige middelverdier av temperaturen og årlig gjennomsnittslengde hos 0+ (lineær regresjon, stasjon 1: $n = 7$, $r^2 = 0,07$, stasjon 3: $n = 6$, $r^2 = 0,02$, stasjon 4: $n = 7$, $r^2 = 0,05$, $p > 0,05$ for alle stasjoner) eller årlig tilvekst hos 1+ (Wilcoxon to-utvalgstest, stasjon 1: $n = 5$, $Z = 1,8$, stasjon 3: $n = 4$, $Z = 1,5$, stasjon 4: $n = 5$, $Z = 1,8$, $p > 0,05$ for alle stasjoner).

Det var heller ingen samvariasjon mellom gjennomsnittslengden hos 0+ på stasjonene og den totale fisketettheten (Wilcoxon to-utvalgstest, stasjon 1: $n = 6$, $Z = 0$, stasjon 3: $n = 6$, $Z = 1,2$, stasjon 4: $n = 6$, $Z = 2,0$, $p > 0,05$ for alle stasjoner) eller tettheten av 0+ innenfor de respektive stasjonene (stasjon 1: $n = 6$, $Z = 0$, stasjon 3: $n = 6$, $Z = 0,4$, stasjon 4: $n = 6$, $Z = 0,4$, $p > 0,05$ for alle stasjoner). Likeledes var det ingen samvariasjon mellom tilvekst hos 1+ og den totale fisketettheten (stasjon 1: $n = 5$, $Z = 0,9$, stasjon 3: $n = 4$, $Z = 0,5$, stasjon 4: $n = 5$, $Z = 0,9$, $p > 0,05$ for alle stasjoner) eller tettheten av 0+ innenfor stasjonene (stasjon 1: $n = 5$, $Z = 0$, stasjon 3: $n = 4$, $Z = 0,5$, stasjon 4: $n = 5$, $Z = 0,9$, $p > 0,05$ for alle stasjoner).

3.4 Forekomst av gytepar

I to av årene etter rotenonbehandlingen foreligger det ikke materiale for analyse av andelen gytepar på grunn av at vedvarende regnflom umuliggjorde innsamling av fisk på høsten (1992) eller at et oljeutslipp drepte bestanden før tiltenkt materialinnsamling (1994).

Gytemodne hanner forekom hos ungfisk av ørret som er ett år eller eldre i Vulluelva, og frekvensen av gytepar økte med økende alder (**tabell 3**). Blant 3+ ørret var vanligvis de fleste hanner kjønnsmodne om høsten, mens dette forekom vanligvis hos mer enn 40 % av hannfiskpopulasjonen i alderen 2+ (40-88 %). I aldersgruppen 1+ varierte denne andelen fra 0-20 %.

Forekomsten av gytemodne hanner varierte betydelig i de tre årene etter rotenonbehandlingen der det foreligger materialer (1990, 1991 og 1993). Spesielt gjelder dette for 1+ ørret. I denne aldersgruppen var andelen gytepar lav på samtlige stasjoner i 1991 (0-2 %) og varierte innenfor de ulike stasjonene på noe høyere nivåer i de to øvrige år (1990: 8-13 %, 1993: 8-17 %) På de to stasjonene (stasjon 1 og 4) der gyteparfrekvensene i årene etter rotenonbehandlingen kunne sammenlignes med frekvenser i foregående år (1987 og 1988), var det en statistisk målbar forskjell i frekvensene på stasjon 1 i 1991, der andelen var signifikant lavere enn i 1987 ($X^2 = 12,8$, $df = 1$, $p < 0,01$), og på stasjon 4 i 1990 der andelen var signifikant høyere enn i 1987 og 1988 ($X^2 = 5,49$, $df = 1$, $p < 0,05$).

På stasjon 4 var også andelen gytepar blant 2+ hanner signifikant høyere i årene 1991 ($X^2 = 12,1$, $df = 1$, $p < 0,001$) og 1993 ($X^2 = 7,1$, $df = 1$, $p < 0,01$) enn de to årene før rotenonbehandlingen. På stasjon 1 og 3 var gyteparfrekvensene blant 2+ hanner ikke målbar forskjellig i 1991 og 1993 i forhold til 1988 eller 1987 (X^2 -tester, $p > 0,05$).

Det var ingen samvariasjon mellom lufttemperatur, brukt som indeks for vanntemperatur i vekstsesongen i de ulike år (jf. avsnitt 3.3 for temperaturdata), og frekvensene av gytemodne hanner på stasjonene i de respektive år (alder 1+; stasjon 1: $n = 4$, $Z = 1,5$, stasjon 3: $n = 3$, $Z = 1,2$, Stasjon 4: $n = 5$, $Z = 1,8$, alder 2+; stasjon 1: $n = 3$, $Z = 1,2$,

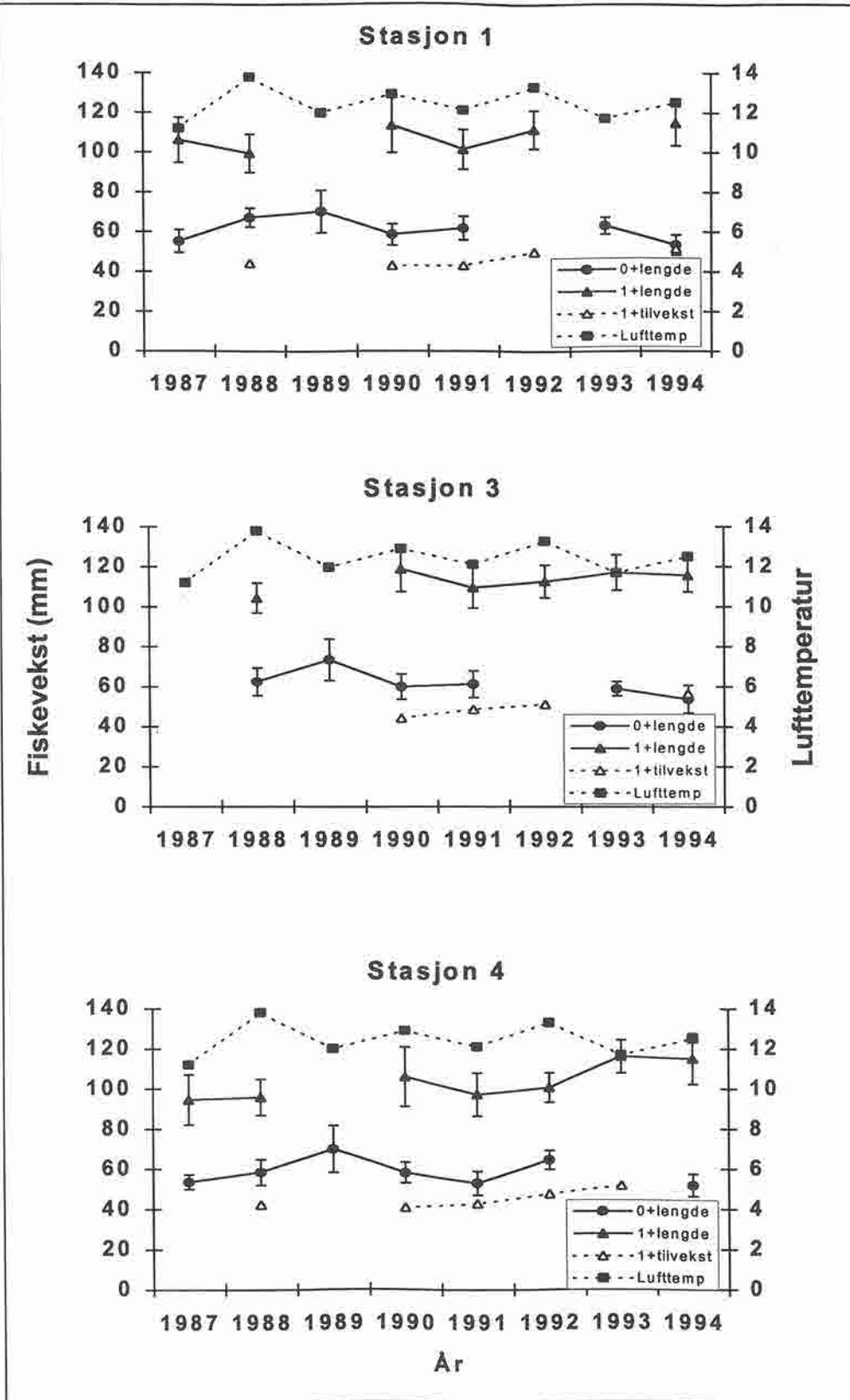


Figure 3. Vekst hos ungfisk av ørret på tre lokaliteter i Vulluelva i årene 1987-94 og midlere lufttemperatur (°C) målt på Værnes Flyplass for månedene mai-august i hvert av årene. Growth of trout parr at three localities in Vulluelva in the period 1987-94 and average air temperature (°C) recorded at Værnes Airport in the period May-August each year.

stasjon 3: $n = 3$, $Z = 1,2$, Stasjon 4: $n = 4$, $Z = 1,5$, $p > 0,05$ for begge aldersgrupper på alle stasjoner).

3.5 Smoltalder og kjønnsfordeling

Aldersfordelingen hos smolt produsert i Vulluelva før og etter rotenonbehandlingen ble sammenlignet ved skjellanalyse av prøver tatt av utvandrende smolt i årene 1988 og 1992-94 samt data fra skjellanalyse av gyte- og gjellfisk

drept under rotenonbehandlingen i 1988. Fordelingen av smoltalder i de to prøvene fra 1988 var ikke signifikant forskjellig ($X^2 = 4,4$, $df = 2$, $p > 0,05$) og gjennomsalderen var 2,9 år. I disse prøvene varierte smoltalder fra 2-4 år og hovedtyngden (76 %) var treåringer (tabell 4).

I 1992, hvor tidsperioden etter rotenonbehandlingen skulle tilsi en mulig smoltalder på maksimalt tre år, var den gjennomsnittlige smoltalder 2,3 år og hovedtyngden av smolten var to-åringer (72 %). Det er imidlertid irrelevant å

Tabell 3. Frekvenser av gytepar (%) for ulike aldersgrupper ungfisk av ørret på ulike lokaliteter i Vulluelva i årene 1987-93. N = antall hanner av ørret undersøkt, n = antall gytepar. - Frequencies of precocious males (%) in different age groups of trout parr at localities in Vulluelva during the period 1987-93. N = number of trout males examined, n = number of precocious males.

År	Dato	Stasjon	1+			2+			Eldre		
			N	n	%	N	n	%	N	n	%
1987	20.11	1	14	3	21	9	5	56	0	0	0
1990	5.11	1	38	3	8	-	-	-	-	-	-
1991	10.10	1	57	0	0	15	6	40	-	-	-
1993	15.09	1	6	1	17	11	8	73	11	11	100
1988	2.09	3	-	-	-	14	9	64	37	33	89
1990	5.11	3	43	5	11	-	-	-	-	-	-
1991	10.10	3	70	1	1	19	14	74	-	-	-
1993	15.09	3	17	2	12	19	16	84	16	16	100
1987	20.11	4	26	0	0	26	11	42	5	5	100
1988	2.09	4	37	1	3	23	11	48	23	17	74
1990	5.11	4	39	5	13	-	-	-	-	-	-
1991	10.10	4	65	1	2	24	21	88	1	1	100
1993	15.09	4	24	2	8	26	20	77	8	8	100

Tabell 4. Sammensetning av smoltalder hos ørret før og etter rotenonbehandlingen i Vulluelva. ♦ = gyte- og gjellfisk drept under rotenonbehandlingen, ♣ = utvandrende fisk (smolt) fanget i elveoset, ♠ = post-smolt fanget i elveoset, i.a. = ikke aktuell alder pga. for få år etter rotenonbehandlingen. - Smolt age distribution of trout before and after the rotenone treatment in Vulluelva. ♦ = sea trout spawners and finnocks killed during the rotenone treatment, ♣ = smolts caught in the river mouth, ♠ = postsmolt caught in the river mouth, i.a. = age not actual because of short time after the rotenone treatment.

År	Dato	Smoltalder			
		1	2	3	4
1988 ♦	2.09	0 (0)	18 (15)	89 (76)	10 (9)
1988 ♣	21.05	0 (0)	9 (24)	28 (76)	0 (0)
1992 ♠	8.07	0 (0)	38 (72)	15 (28)	i.a.
1993 ♣	15.-19.05	1 (2)	7 (17)	33 (79)	1 (2)
1994 ♣	20.05-3.06	0 (0)	14 (56)	10 (40)	1 (4)

teste aldersfordelingen av smolten i 1992 statistisk mot den i referansematerialet fra 1988 fordi aldersgrupper eldre enn tre år ikke er tilgjengelig i smoltutvandringen i 1992.

Aldersfordelingen av smolten i 1993 var tilnærmet lik den i materialet fra 1988 ($X^2 = 4,7$, $df = 3$, $p > 0,05$) såvel som den gjennomsnittlige smoltalderen (2,8 år). I 1994 var imidlertid gjennomsnittlig smoltalder igjen lavere (2,5 år) og aldersfordelingen signifikant forskjellig fra den i materialet fra 1988 ($X^2 = 18,0$, $df = 2$, $p < 0,001$). I materialet fra 1994 var andelen to-års smolt betydelig høyere (56 %) enn i 1993 (17 %) og i 1988 (18 %).

Kjønnsfordelingen i de samme materialer som ble lagt til grunn for analyse av aldersfordelingen før og etter rotenonbehandlingen, viste ingen signifikante forskjeller mellom 1988 og den i årene 1992 ($X^2 = 2,0$, $df = 1$, $p > 0,05$), 1993 ($X^2 = 0,02$, $df = 1$, $p > 0,05$) og 1994 ($X^2 = 0,9$, $df = 1$, $p > 0,05$) (tabell 5).

Tabell 5. Kjønnsfordeling hos ørret før og etter rotenonbehandlingen i Vulluelva. ♠ = gytefisk drept under rotenonbehandlingen, ♥ = gjellfisk drept under rotenonbehandlingen, ♣ = utvandrende fisk (smolt) fanget i elveoset, ♠ = postsmolt fanget i elveoset. - Sex distribution of trout before and after the rotenone treatment in Vulluelva. ♠ = sea trout spawners killed during the rotenone treatment, ♥ = finnock killed during the rotenone treatment, ♣ = smolts caught in the river mouth, ♠ = postsmolt caught in the river mouth.

År	Dato	Hanner	Hunner
1988 ♠	.09	37 (42)	51 (58)
1988 ♥	2.09	15 (44)	18 (55)
1988 ♣	21.05	15 (42)	21 (58)
1992 ♠	8.07	16 (57)	12 (43)
1993 ♣	15.-19.05	17 (41)	24 (59)
1994 ♣	20.05-3.06	7 (32)	15 (68)

4 Diskusjon

Rotenonbehandlingen av Vulluelva den 2. september 1988 ble utført på et tidspunkt da hovedtyngden av gytebeholdningen av ørret oppholdt seg i sjøen. Ca. 30-35 % av den voksne gytefiskbestanden ble funnet drept under denne behandlingen (93 fisk). Den voksne gytefiskbestanden ble i to tidligere år beregnet til minimum 260 og 275 sjøørret (Rikstad 1988). Fiskebestanden hadde i tillegg et potensiale av fremtidige gytere gjennom smoltårgangene fra 1987 og 1988 som på tidspunktet for rotenonbehandlingen også oppholdt seg i sjøen som umoden fisk (gjellfisk). Et fåtall av slik gjellfisk ble drept under rotenonbehandlingen (20 drepte). Sjøørret gyte kort tid etter at rotenonbehandlingen var utført og tettheten av yngel var høy i alle deler av vassdraget året etter.

Den suksessive reduksjonen i ungfisktettheten observert i alle deler av vassdraget i løpet av de første to-tre årene etter rotenonbehandlingen, var sannsynligvis betinget av en økende intraspesifikk konkurranse ved den suksessive gjeninntreden av aldersgruppene i ungfiskbestanden. Reduksjonen fra de svært høye tetthetene av fisk observert i elva de første to årene etter rotenonbehandlingen, er en sannsynlig følge av et redusert antall territorier i elva på grunn av økende territoriestedrelser ved inntreden av fisk med økende alder og størrelse (Kalleberg 1958, Keenleyside & Yamamoto 1962).

Den første årsklassen som ble produsert etter rotenonbehandlingen (0+ i 1989) responderte på fraværet av konkurranse fra eldre årsklasser i form av en uvanlig sterk vekst i det første leveåret i tillegg til ekstraordinært høy fisketetthet. Dette gav seg videre uttrykk i form av en uvanlig stor gjennomsnittslengde i årsklassens andre leveår, et vekstforløp som ikke kunne måles i påfølgende årsklasser i ungfiskbestanden. Det er svært mulig at denne årsklassen har gitt flere fisk som smoltifiserte som to-åringer våren 1991 enn det som er tilfellet under en normal sammensetning av ungfiskbestanden i elva. Hos laksefisk er det vist at veksthastigheten hos juvenile stadier er nært relatert til smoltalder fordi de hurtigst voksende individene forlater elva ved en yngre alder enn sentvoksende fisk (Alm 1950, Jones 1959, Heggberget et al. 1986, L' Abée-Lund et al. 1989, Jensen 1990, Burgner 1991, Jonsson & L' Abée-Lund 1993). Den potensielle foryngelsen av gytebeholdningen i form av yngre smoltalder normaliserte seg imidlertid raskt med komplettering av aldersgruppene i ungfiskbestanden. I Vulluelva var aldersfordelingen av den utvandrende smolten normalt representert med tre smoltaldergrupper (2-4 år) i det første året der alle tre alderskategoriene var tilstede (1993).

Det er generelt akseptert at kjønnsmodning hos fisk er influert av veksthastigheten og mange undersøkelser har vist at hurtig vekst gir større innslag av gyteparr (kjønnsmodne hanner) hos laks og ørret (Alm 1959, Jones 1959, Rowe & Thorpe 1990, Prévost et al. 1992, Thorpe 1994). Dette kunne observeres i begrensede deler av Vulluelva for

den første årsklassen som ble produsert etter rotenonbehandlingen. Forandringer i frekvensen av gyteparer kan ha konsekvenser for populasjonsdynamikken i bestander fordi det kommer i konflikt med smoltfisering (Thorpe 1986), øker mortaliteten og reduserer smoltproduksjonen (Dalley et al. 1983, Myers 1984, Hutchings & Myers 1987, Dellefors & Faremo 1988). Dette kan endre kjønns sammensetningen mot større andeler hunnfisk i den utvandrende smoltpopulasjonen og øke andelen hunnfisk i gytebestanden. En slik effekt kunne ikke måles i produksjonen av fisk i Vulluelva da kjønnsfordelingen blant utvandrende smolt i årene etter rotenonbehandlingen ikke var forskjellig fra kjønnsfordelingen i materialer før rotenonbehandlingen.

Rekrutteringen av yngel var sviktende i ulike deler av vassdraget i ett eller flere av årene 1991-93, dvs. i det tredje til det femte året etter rotenonbehandlingen. Denne utviklingen viste ingen samvariasjon med temperaturvilkårene i vassdraget og kan derfor sannsynligvis ikke tilskrives reduserte oppvekstvilkår på grunn sviktende nærings-tilgang, vekst og overlevelse hos fisken under ugunstige temperaturvilkår (Elliot 1975, Jensen 1990). Vurdert i forhold til nedbørsnoteringer i distriktet, har vassdraget ikke hatt perioder med spesielt lave vannføringer som kunne ha vært bestemmende for overlevelse av fiskeegg og fiskeunger i løpet av de aktuelle årene (Det Norske Meteorologiske Institutt, Klimatologisk månedsoversikt for årene 1987-94). Den sviktende rekrutteringen av fiskeyngel kan heller ikke være en effekt av en desimert bunndyrfauna og næringssemner for fisken på grunn av rotenonbehandlingen. Bunndyrfaunaen rekoloniseres svært raskt ved driv og overlevende egg og hvilestadier etter rotenonbehandlinger (Wollitz 1962, Binns 1967, Cook & Moore 1969, Buress 1982, Tuunainen 1970, Koksvik & Aagaard 1984, Arnekleiv 1991). Dette kan for Vulluevas vedkommende konstateres gjennom de svært høye tettheter av fisk og uvanlig gode fiskevekst i året etter rotenonbehandlingen.

Rekrutteringssvikten i vassdraget kan sannsynligvis tilskrives en for liten gytebestand høstene 1990-92. Skjellanalyse av sjørret drept under rotenonbehandlingen viste at sjørret blir kjønnsmodne første gang etter å ha levd to år i sjøen. Den årlige dødeligheten i bestanden er høy og få individer har en sjøalder som er mer enn 4 år (se vedlegg 2). Dette tilsier at de siste smoltårgangene som var upåvirket av rotenonbehandlingen (1987- og 1988-årgangene), ville gi sitt bidrag i gytepopulasjonen primært i årene 1989-92. Bidraget fra disse årgangene i gytebestanden var imidlertid ikke tilstrekkelig til en optimal rekruttering av yngel i vassdraget i årene 1991-93. Ifølge livshistoriedata for bestanden før rotenonbehandlingen består den voksne gytefisken primært av fisk i en alder av 5-7 år (vedlegg 3). Den første årsklassen produsert i vassdraget etter rotenonbehandlingen (1989-årsklassen), kunne med utgangspunkt i dette materialet prognoseres til å bli rekruttert i gytebestanden tidligst fra og med høsten 1994. De høye tettheter av yngel i alle deler av vassdraget i 1994 taler imidlertid for en betydelig foryngelse av denne årsklassen som må ha utgjort den vesentlige delen av gytebestanden høsten i forveien. De gode vekstbetingelsene for denne

årsklassen i de første leveår i elva kan ha gitt en uvanlig høy overlevelse, yngre smolt og yngre gytefisk enn normalt.

Svikten i gytebestanden kan sannsynligvis ikke bare tilskrives mangel på rekruttering av gytere på grunn av tap av årganger av fisk ved rotenonbehandlingen. Vulluelva var i 1992 én av ti elver i midt- og nord-Norge som ble undersøkt for prematur (for tidlig) tilbakevandring av fisk i relasjon til lusangrep på fisken. I stikkprøver i elvemunningen i juni og juli ble det funnet særdeles sterke infeksjoner av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) på fisk som var returnert fra sjøen. De undersøkte fiskene (32 stk. i størrelser 13-22 cm) hadde et gjennomsnittlig antall av 253 lus pr. fisk og som var i chalimus- og halv vokne stadier. Den luseskadde fisken hadde slim- og vevsskader på skalletak og gjellelokk, og helt eller delvis oppspiste finner. Storparten av fisken hadde en infeksjonsbelastning som var høyere enn antatt grense for overlevelse (Urdal 1992, Birkeland et al., manuskript). Eksperimentelle studier har vist at rundt 30 lakseluslarver kan ha dødelig konsekvenser for postsmolt hos laks etter at lusa har nådd pre-adulte stadier (Grimnes & Jacobsen 1996). Felles for de elvene som i denne undersøkelsen hadde den sterkeste infeksjonsgraden av lakselus, var kort avstand til nærmeste matfiskanlegg (< 3 km) (Urdal 1992, Birkeland et al., manuskript). For Vulluevas vedkommende var denne avstanden ca. 2,5 km. Ved epidemiske lusangrep i oppdrettsanlegg er det rimelig å anta at smittepresset i omgivelsene kan bli betydelige (Grimnes et al. 1996). Både i Norge og i Irland har lakselusangrepene på villfisk vært hardest i områder med størst oppdrettsvirksomhet (Anon 1993, Birkeland et al., manuskript).

Vinteren og våren 1992 var uvanlig varm og kan ha gitt gode vilkår for formering hos lakselus i oppdrettsanlegg (Tully 1989, 1992, Johnson & Albright 1991). Det kan imidlertid også ha vært gunstige vilkår for oppblomstring og epidemiske angrep av lakselus på sjørret hjemmehørende i Vulluelva i alle årene i perioden 1990-92 da vintrene i disse årene alle var relativt varme (Anon. 1994). Oppdrettsanlegget i sjøen utenfor Vulluelva ble forøvrig avvirket høsten 1992.

Reetablering av fiskebestanden i Vulluelva fant sted under betydelige innslag av laksunger i de nedre deler av vassdraget. I årene 1988-90 sammenfalt disse forekomstene med observasjoner av gytemoden rømt oppdrettslaks, og som i flertallet av observasjonene var par av hunn- og hannfisk, i de samme partier av vassdraget der det ble funnet yngel av laks i påfølgende år (pers. obs.). Forekomsten av laksunger avtok i undersøkelsesperioden, og det ble ikke funnet lakseparer i elva i det siste året undersøkelser ble utført. Dette kan ha sammenheng med opphøret av virksomheten til sjøanlegget i elvas nærområde hvor det ved flere anledninger i undersøkelsesperioden ble rapportert rømminger (daglig leder, pers.medd.). Ved kjønnsmodning vender oppdrettslaks i betydelig grad tilbake til det området den rømte fra og går opp i elver i nærheten (Sutterlin et al. 1982, Gunnerød et al. 1988, Hansen et al. 1989).

5 Litteratur

- Alm, G. 1950. The sea-trout population in the Åva stream. - Rep Inst. Freshw. Res. Drotningholm, 31: 26-56.
- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drotningholm 40: 5-145.
- Anon. 1993. Report of the Sea Trout Working Group. - Fisheries Research Center, Departement of the Marine, Dublin: 127 pp.
- Anon. 1994. Miljørapport 1994. - Fisker og Havet, Særnummer 2 - 1994, Havforskningsinstituttet, mars 1994.
- Arnekleiv, J.V. 1991. Reetablering av fisk og bunndyr i rotenonbehandlede vassdrag. - Direktoratet for naturforvaltning. Fagseminar om *Gyrodactylus salaris* og sykdoms-/rømmingsproblematikken, 15.-17. april, Stav Gjestegård, Malvik: 50-67.
- Aspås, H. & Eide, O. 1992. Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* og rotenonbehandling av Aureelva og Vikelva i Sykkylven kommune. - Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvern avdelingen, Rapport 1-8.
- Berge, F.S., Stang, O. & Thendrup, A. 1991. Temperaturendringer i Orkla som følge av kraftutbygging. Utgave nr 2. - SINTEF, NHL Rapport nr. STF 60 A81091: 70 s.
- Binns, N.A. 1967. Effects of rotenone treatment on the fauna of the Green River, Wyoming. - Wyo. Game Fish Comm., Fish. Res. Bull. 1: 1-114.
- Birkeland, K., Jacobsen, P.J. & Urdal, K. Manuscript. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestations on sea trout, *Salmo trutta*, in Norway.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Burgner, R.L. 1991. Life history of sockeye salmon. - P. 3-117 in Groot, C. & Margolis, L., eds. Pacific salmon life histories. Univ. British Columbia Press, Vancouver.
- Burress, R. M. 1982. Effects of synergized rotenone on nontarget organisms in ponds. - US Fish Wildl. Serv. Invest. Fish Control 91: 1-7.
- Cook, S.F., jr. & Moore, R.L. 1969. The effects of rotenone treatment on the insect fauna of a California stream. - Trans. Am. Fish. Soc. 98: 539-544.
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl. - Centraltrykkeriet, Kristiania: 115 s.
- Dalley, E.L., Andrews, C.W. & Green, J.M. 1983. Precocious male Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) in insular Newfoundland. - Can J. Fish. Aquat. Sci. 40: 647-652.
- Dellefors, C. & Faremo, U. 1988. Early sexual maturation in males of wild sea trout, *Salmo trutta* L., inhibits smoltification. - J. Fish Biol. 33: 741-749.
- Dolmen, D. & Mehli, S.A. 1988. Revidert handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. - Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. Rapport: 1-39.
- Elliott, J.M. 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum ratios. - J. Anim. Ecol. 44: 805-821.
- Grimnes, A. & Jakobsen, P.J. 1996. The physiological effects of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection on post smolt of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - J. Fish Biol. 48: 1179-1194.
- Grimnes, A., Birkeland, K., Jakobsen, P.J. & Finstad, B. 1996. Lakselus - nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus. - NINA Fagrapport 018: 1-20.
- Gunnerød, T.B., Hvidsten, N.A. & Heggberget, T.G. 1988. Open sea releases of Atlantic salmon smolts, *Salmo salar*, in central Norway, 1973-83. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1340-1345.
- Hansen, L.P., Jonsson, B. & Andersen, R. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa: Is homing dependent on sequential imprinting of the smolts? - P. 19-29 in Brannon, E. & Jonsson, B., eds. Proc. of the salmonid migration and distribution symposium. School of Fisheries, University of Washington, Seattle, USA. NINA, Trondheim, Norway.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, North Norway. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1828-1835.
- Hutchings, J.A. & Myers, R.A. 1987. Escalation of an asymmetric contest: mortality resulting from mate competition in Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Can. J. Zool. 65: 766-768.
- Jensen, A.J. 1990. Effects of water temperature on early life history, juvenile growth and prespawning migrations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). A summary of studies in Norwegian streams. - Dr. philos thesis. Universitetet i Trondheim 1990.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1724-1729.
- Jensen, J.W. & Holten, J. 1975. Flora og fauna i og omkring Rusasetvatn. - K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1975-2: 30 s.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1985. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag. Statusrapport. - DVF Reguleringsundersøkelsene, rapport 12-1985, 145 s.
- Johnsen, B.O., Jensen, A.J. & Sivertsen, B. 1989. Extermination of *Gyrodactylus salaris* - infected Atlantic salmon *Salmo salar* by rotenone treatment in the Vikja, western Norway. - Fauna norvegica Ser A. 10: 39-43.
- Johnson, S.C. & Albright, L.J. 1991. Development, growth and survival of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) under laboratory conditions. - J. Mar. Biol. 71: 425-426.
- Jones, J.W. 1959. The Salmon. - The New Naturalist. Collins, St. James Place, London: 192 pp.

- Jonsson, B. & L'Abée-Lund J.H. 1993. Latitudinal clines in life-history variables of anadromous brown trout in Europe. - J. Fish Biol. 43: 1-16.
- Kalleberg, H. 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *Salmo trutta* L.). - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39: 55-98.
- Karistrøm, Ø. 1976. Quantitative methods in electrical fishings in Swedish salmon rivers. - Zoon 4: 53-63.
- Keenleyside, M.H.A. & Yamamoto, F.T. 1962. Territorial behaviour of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) - Behaviour 19: 139-169.
- Koksvik, J.I. & Aagaard, K. 1984. Effects of rotenone treatment on the benthic fauna of a small eutrophic lake. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 658-665.
- L' Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Sættem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O. & Næsje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. - J. Anim. Ecol. 58: 525-542.
- Lund, R.A. 1991. Reetablering av fisk i et sjøørretvassdrag etter rotenonbehandling. - Direktoratet for naturforvaltning. Fagseminar om *Gyrodactylus salaris* og sykdoms-/rømmingsproblematikken, 15.-17. april, Stav Gjestegård, Malvik: 68-75..
- Lund, R.A. & Heggberget, T.G. 1989. Fjordvandring av laksunger, *Salmo salar* L.; Mulig spredningsvei for *Gyrodactylus salaris*. - NINA Forskningsrapport 005: 1-10.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og vill-laks ved ytre morfologi, finne-størrelse og skjellkarakterer. - NINA Forskningsrapport 001: 1-54.
- Lund, R.A., Nøst, T. & Finstad, B. 1996. Effekter på ørret og bunndyr i Vulluelva første året etter et massivt olje-utslipp. - NINA Fagrapport 020: 1-26.
- Myers, R.A. 1984. Demographic consequences of precocious maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1349-1353.
- Prévost, E., Chadwick, E.M.P. & Claytor, R.R. 1992. Influence of size, winter duration and density on sexual maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) juveniles in Little Codroy River (southwest Newfoundland). - J. Fish Biol. 41: 1013-1019.
- Rikstad, A. 1988. Sjøaurens seksuelliv i Fætta (Vullu). En pionerundersøkelse av fiskeforvalter Anton Rikstad. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvern avdelingen, Rapport nr. ørten-1988: 5 s.
- Rowe, D.K. & Thorpe, J.E. 1990. Suppression of maturation in male parr Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) by reduction in feeding and growth during spring months. - Aquaculture 86: 291-313.
- Seber, G.A.F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. - Charles Griffin & Co. Ltd. London, 506 pp.
- Sutterlin, A.M., Saunders, R.L., Henderson, E.B. & Harmon, P.R. 1982. The homing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to a marine site. - Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1058: 1-6.
- Thorpe, J.E. 1986. Age at first maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: freshwater period influences and conflicts with smolting. - In Meerburg, D.J. (ed.): Salmonid age at maturity. Can Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci 89: 7-14.
- Thorpe, J.E. 1994. Reproductive strategies in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.. - Aq. Fish. Mgmt. 25: 77-87.
- Tully, O. 1989. The succession of generations and growth of the caligid copepods *Caligus elongatus* and *Lepeophtheirus salmonis* parasiting farmed Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.). - J. Mar. Biol. Ass. U.K. 69: 279-287.
- Tully, O. 1992. Predicting infestation parameters and impacts of caligid copepods in wild and cultured fish populations. - Invertebrate Reprod. Develop. 22: 1-3, 91-102.
- Tuunainen, P. 1970. Relations between the benthic fauna and two species of trout in some Finnish lakes treated with rotenone. - Ann. Zool. Fenn. 7: 67-120.
- Ugedal, O. 1986. Litteraturstudie av rotenons virkning i ferskvannøkosystemer. - Direktoratet for naturforvaltning, rapport nr. 14-1986, 52 s.
- Urdal, K. 1992. Omfanget av lakselus på vill laksefisk i fylka Nordland, Nord- og Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane. - Zool. Mus. Økol. Avd., Univ. Bergen: 1-17.
- Wollitz, R.E. 1962. Effects of certain commercial fish toxicants on the limnology of three cold-water ponds, Montana. - Proc. Montana Acad. Sci. 22: 54-81.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - J. Wildl. Mgmt. 22: 82-90.

Vedlegg 1

Gjennomsnittslengde (mm) hos ungfisk av ørret med ulik alder på ulike lokaliteter i Vulluelva i årene 1987-94. n = antall fisk undersøkt, x = gjennomsnittslengde, sd = standardavvik. Utvalg hvor antallet fisk var færre enn 10 er ikke presentert i tabellen (angitt ved -). År angitt med * betyr at data ikke er innsamlet.- Average length (mm) of trout parr of different age at localities in Vulluelva in the period 1987-94. n = number of fish examined, x = average length, sd = standard deviation. Samples having less than 10 fish are not presented in the table (assigned by -). Years assigned by *, states that sampling was not performed.

År	Dato	Stasjon	Alder								
			0+			1+			2+		
			n	x	sd	n	x	sd	n	x	sd
1987	20.11	1	39	55,2	5,7	43	106,1	11,4	16	144,3	13,8
1988	25.08	1	108	67,2	4,7	164	99,5	9,6	77	133,2	10,3
1989	13.09	1	332	70,4	9,5	-	-	-	-	-	-
1990	23.08	1	126	58,3	5,5	181	113,4	13,8	-	-	-
1991	10.10	1	19	61,6	5,9	108	101,2	10,0	35	142,5	13,0
1992	8.09	1	-	-	-	14	111,6	9,6	41	150,2	12,6
1993	15.09	1	77	63,1	4,2	11	137,0	8,7	22	158,7	9,9
1994	17.08	1	95	53,4	5,0	66	114,6	11,2	-	-	-
1989	13.09	2	124	64,4	10,0	-	-	-	-	-	-
1990	23.08	2	63	59,3	4,2	77	110,6	13,7	-	-	-
1991*	10.10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	8.09	2	42	80,1	5,2	14	116,5	6,3	21	148,6	9,5
1993*	15.09	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	17.09	2	87	55,2	4,9	47	120,0	9,2	-	-	-
1988	25.08	3	227	62,5	6,9	63	104,5	7,4	99	140,0	10,0
1989	13.09	3	152	74,6	8,0	-	-	-	-	-	-
1990	23.08	3	133	60,9	5,7	128	118,9	11,3	-	-	-
1991	10.10	3	44	61,1	6,6	128	109,4	10,2	23	149,3	13,0
1992	8.09	3	-	-	-	34	112,8	8,1	18	150,4	10,5
1993	15.09	3	66	59,1	3,5	34	117,2	8,8	29	147,5	9,8
1994	17.08	3	116	53,7	6,9	48	115,6	8,2	-	-	-
1987	20.11	4	24	53,6	3,6	67	94,6	12,5	45	136,0	10,6
1988	25.08	4	183	58,5	6,4	203	95,8	9,0	127	132,7	11,2
1989	13.09	4	267	65,1	9,1	-	-	-	-	-	-
1990	23.08	4	128	54,4	5,5	188	106,0	14,8	-	-	-
1991	10.10	4	50	53,0	6,0	124	97,2	10,7	33	142,9	13,7
1992	8.09	4	56	64,5	4,7	85	100,6	7,4	40	141,1	12,3
1993	15.09	4	-	-	-	38	116,2	8,2	37	148,2	10,1
1994	17.08	4	89	51,9	5,6	29	115,0	12,6	13	176,9	12,4

Vedlegg 2

Fordeling av alderskombinasjoner (%) blant gytefisk drept under rotenonbehandlingen i Vulluelva den 2. september 1988. Alderskombinasjon angir smolt- og sjøalder separert med punktum. n = antall fisk. - Distribution of age combinations (%) of sea trout spawners killed during the rotenone treatment in Vulluelva on the 2 September 1988. The age combinations assigne smolt and sea age separated by single stop. n = number of fish.

Alderskombinasjon	Totalalder	n	%
2.1	3	1	1
3.1	4	2	2
2.2	4	1	1
2.3	5	2	2
3.2	5	40	48
4.1	5	2	2
2.4	6	2	2
3.3	6	15	18
4.2	6	4	5
3.4	7	7	8
4.3	7	3	4
3.5	8	3	4
4.4	8	1	1
3.6	9	1	1

Vedlegg 3

Fordeling av sjøalder (%) blant gytefisk drept under rotenonbehandlingen i Vulluelva den 2. september 1988. n = antall fisk. - Sea age distribution (%) of sea trout spawners killed during the rotenone treatment in Vulluelva on the 2 September 1988. n = number of fish.

Sjøalder	n	%	Kumulativ %
1	5	6	6
2	46	54	60
3	20	23	83
4	10	12	95
5	3	4	99
6	1	1	100

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-0800-8

026

NINA
FAGRAPPORT

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning