

NORSK

veterinær



TIDSSKRIFT

NUMMER 3/2004 • 116. ÅRGANG



Særtrykk

TEMA:

Gyrodactylus salaris

Overvåkings- og kontrollprogram for *Gyrodactylus salaris* på laks og regnbueørret i Norge

Overvåking med hensyn på *Gyrodactylus salaris* har pågått i norske elver og oppdrettsanlegg siden parasitten første gang ble påvist i 1975. Det nåværende overvåkingsprogrammet startet i 2000. Foruten en beskrivelse av programmet, redegjøres det for overvåkings- og kontrollarbeidet som ble utført i 2001 og 2002.

Tor Atle Mo

Veterinærinstituttet Oslo, Seksjon for fiskehelse,
Pb. 8156 Dep., 0033 Oslo
tor-atle.mo@vetinst.no

Kari Norheim

Veterinærinstituttet Harstad

Ivar Hellesnes

Mattilsynet – Regionkontoret for Trøndelag,
Møre og Romsdal

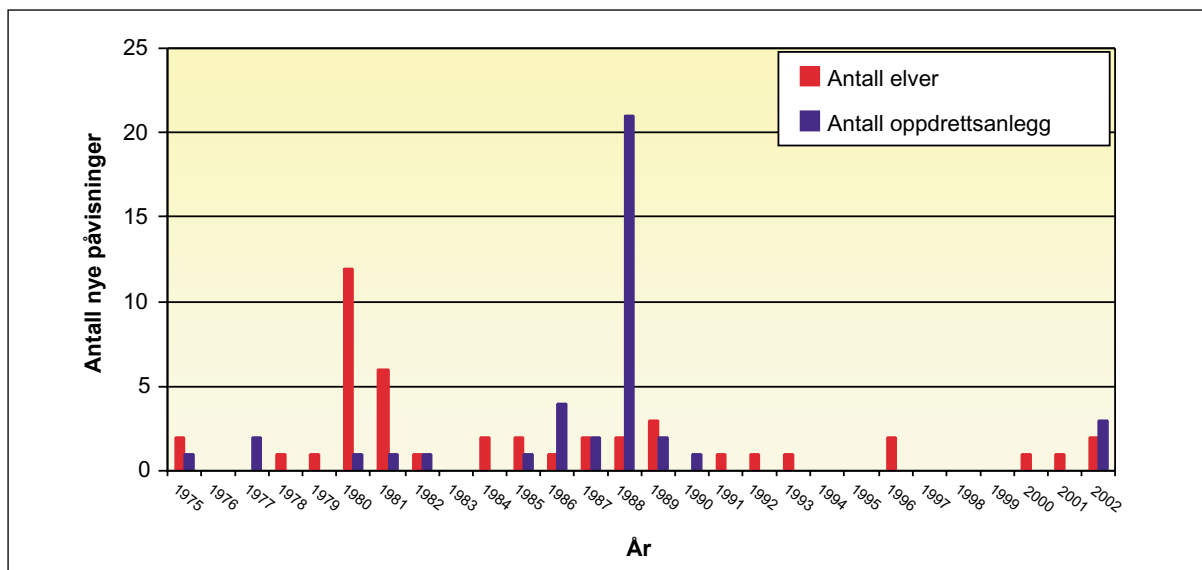
Key words:

Gyrodactylus salaris, fish disease, *Salmo salar*,
Oncorhynchus mykiss, surveillance

samme år ble parasitten påvist på laksunger i Lakselva i Misvær, Nordland (2). I løpet av to år var antall laksunger i elva dramatisk redusert, og i første omgang trodde man at de kraftige parasittangrepene hadde sammenheng med den aktuelle forurensningssituasjonen med store mengder i Lakselva. Mot slutten av 1970-tallet ble imidlertid tilsvarende *G. salaris* infeksjoner påvist i ytterligere tre elver der det ikke var en tilsvarende forurensning, og man fikk mistanke om at det kunne dreie seg om et nytt problem hos villaks. I 1980 etablerte Direktoratet for Vilt og Ferskvannsfisk (nå Direktoratet for naturforvaltning) det såkalte Gyrodactylusutvalget sammensatt av eksperter på laks og fiskeparasitter. Utvalget satte blant annet i gang en omfattende kartlegging av forekomsten av *G. salaris* i norske elver og oppdrettsanlegg. I løpet av perioden 1980-82 ble tusenvis av laksunger fra flere hundre elver innsamlet i regi av fylkenes fiskeforvaltere og sendt til Zoologisk Museum i Oslo for undersøkelse. Disse undersøkelsene resulterte i påvisning av

Innledning

I Norge ble parasitten *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (haptormark) påvist for første gang på laksunger i Forsøksstasjonen for laks (FFL) på Sunndalsøra sommeren 1975 etter en episode med stor dødelighet (1). I august



Figur 1. Årlige nye påvisninger av *Gyrodactylus salaris* i norske elver og oppdrettsanlegg i perioden 1975-2002.

G. salaris i ytterligere 17 elver. Totalantallet infiserte elver ved utgangen av 1982 var således 21 (Figur 1). Samtidig ble en rekke oppdrettsanlegg undersøkt, hovedsakelig i regi av Veterinærinstituttet. Basert på en sammenligning av forekomst av *G. salaris* i lakselver og utsetting av laksunger fra infiserte oppdrettsanlegg ble det sannsynliggjort at parasitten primært var spredd til elvene med utsetting av infisert fisk (3). Dette bidro til at *G. salaris* i 1983 ble plassert på Landbruksdepartementets liste over meldepliktige B-sykdommer i "Forskrift om fortegning over sykdommer som omfattes av lov om tiltak mot sykdom hos fisk og andre akvatiske dyr". Etter dette ble det et betydelig større fokus på parasitten innenfor det offentlige veterinærvesenet og overvåking i oppdrettsanlegg ble organisert. Samtidig ble overvåkingen av lakselvene overlatt til fiskeforvalteren i hvert enkelt fylke, og fram til slutten av 1990-tallet ble det publisert et stort antall rapporter som beskrev denne overvåkingen. I 1987 ble det endelig avklart at parasitten som året før var funnet på regnbueørret i et oppdrettsanlegg i Tyrifjorden (Drammensvassdraget) var *G. salaris*. I de neste tre årene gjennomførte Veterinærinstituttet en omfattende undersøkelse av regnbueørretoppdrettsanlegg i hele Sørøst-Norge, og dette resulterte i en påvisning av parasitten i totalt 26 slike anlegg (Figur 1). Etter dette ble overvåkingen av oppdrettsanlegg overlatt til distriktsveterinærer og fiskehelsetjenester. Mot slutten av 1990-tallet ble det etablert et mer formelt samarbeid mellom Direktoratet for naturforvaltning (DN) som forvalter laks- og innlandsfiskloven og Statens dyrehelsetilsyn (nå inkludert i Mattilsynet) som forvaltet fiskesykdomsloven (nå inkludert i matloven), og som gav begge ansvar i tilknytning til sykdomsproblemer hos villaks. I 2000 utarbeidet DN og Statens dyrehelsetilsyn i samarbeid en handlingsplan (4) for tiltak mot *G. salaris*. Man opererte der med åtte smitteregioner, og planen forutsatte at bekjempelsen foregikk regionvis og i et tempo som ble avgjort av Stortingets bevilgninger fra år til år. I 2002 vedtok de samme etatene en tiltaksplan (5) som antydte en behandlingsrekkefølge i samsvar med handlingsplanen, men spisset de samfunnsøkonomiske implikasjonene i smittesituasjonen. I 2000 etablerte Statens dyrehelsetilsyn i samarbeid med Veterinærinstituttet, en overvåking av laks og regnbueørret i elver og oppdrettsanlegg. Fra og med 2001 har overvåkings- og kontrollprogrammet for *G. salaris*

pågått for fullt. Foruten en beskrivelse av programmet, redegjøres det her først og fremst for aktiviteten i 2001 og 2002.

Materiale og metoder

Overvåkings- og kontrollprogrammet for *G. salaris* omfatter fire atskilte faser der Mattilsynet og Veterinærinstituttet har ulikt ansvar. De fire fasene (med ansvarlig institusjon i parentes) er: 1. Innsamling og innsendelse av fisk fra elver og oppdrettsanlegg (Mattilsynet), 2. Undersøkelse av innsendt fisk i laboratoriet for påvisning av *Gyrodactylus* sp. (Veterinærinstituttet), 3. Identifikasjon/artsbestemmelse av påviste *Gyrodactylus*-individer (Veterinærinstituttet) og 4. Tiltak i oppdrettsanlegg der *G. salaris* er påvist (Mattilsynet). Når det gjelder tiltak i infiserte elver, er hovedansvaret plassert hos DN. Derfor vil vi her kun kort redegjøre for gjennomførte tiltak og situasjonen i infiserte elver.

Overvåking

Mattilsynet gir oppdrag for innsamling av laksunger i elver til fiskeforvaltere og private aktører, mens etatens egne medarbeidere organiserer innsamling i oppdrettsanlegg. Det er utviklet en generell prosedyre for hvordan disse innsamlingene bør foregå. Denne prosedyren blir vedlagt utsendelsen av sprit (fra Veterinærinstituttet på oppdrag fra Mattilsynet) som skal benyttes for konservering og innsendelse av materiale. I prosedyren står det at all fisk må fanges slik at hud og finner blir minst mulig skadet. Villfisk i bekker og elver skal fanges med elektrisk fiskeapparat, mens de i innsjøer skal fanges med ruser eller sportsfiskeutstyr dersom el-apparat er uegnet. Fiskene avlives umiddelbart med en "overdose" strøm eller med et slag mot hodet. I oppdrettsanlegg vil det vanligvis være nødvendig å håve inn fisken. Det er da nødvendig å arbeide raskt slik at fiskens oppholdstid i håven blir kortest mulig. Parasitter kan bli skrapet av ved at fisken spreller i håven, og det er derfor viktig at fisken avlives så fort som mulig med et slag mot hodet. Etter avlaving skal fisken konserveres så raskt som mulig. All fisk konserveres hel med unntak av oppdrettsfisk som er lengre enn 15 cm. Hos disse undersøkes bare avklippede finner (ikke fettfinne). Ved finneklipping holdes fisken slik at finnen faller direkte ned i konserveringsvæsken. All fisk og finner skal konserveres i 96 % etanol uten tilsetningsstoffer.

Veterinærinstituttet har ansvar for utførelse av

fase 2 og 3. Undersøkelse av fisk og finner utføres hovedsakelig ved Veterinærinstituttet Harstad, men delvis også av Veterinærinstituttet Oslo. Veterinærinstituttet har utarbeidet en prosedyre for denne undersøkelsen som følger Mo (6). Veterinærinstituttet Oslo har ansvaret for artsbestemmelse av *G. salaris* som hovedsakelig følger manualen til Verdens Dyrehelseorganisasjon (OIE) (7), men det benyttes også nyere DNA-metoder som enda ikke er integrert i OIEs manual. Veterinærinstituttet Oslo er OIEs internasjonale referanselaboratorium for *G. salaris*.

Kontroll

Kontroll og bekjempelse av *G. salaris* i elver og oppdrettsanlegg har pågått parallelt med overvåkingen. Bekjempelsen i oppdrettsanlegg har som hovedregel blitt iverksatt umiddelbart etter påvisning av *G. salaris*. Dersom påvisningen ikke har medført spredningsfare til nye elver (det vil si at området allerede er smittet), har bekjempelsen ofte pågått over lengre tid.

Bekjempelsestiltakene har som regel omfattet full nedslakting av infiserte grupper eller all fisk i anlegget, samt desinfeksjon og en periode med brakklegging/tørklegging av infiserte enheter eller hele anlegg.

Bekjempelsen i elver har foregått ved kjemisk behandling med rotenon som tar livet av all fisk og dermed også parasitten, og delvis kombinert med bruk av laksesperrer for å redusere den elvestrekningen som må behandles. For en mer detaljert beskrivelse av disse metodene henvises til Forslag til handlingsplan (4) og Rapport fra metodegruppa (8).

Resultat

Overvåking

Fra 1975 til utgangen av 2000 var *G. salaris* påvist i totalt 37 oppdrettsanlegg. I tabell 1 og 2, som viser en fylkesvis oversikt over antall undersøkte oppdrettsanlegg, fremgår det at parasitten ble påvist i tre nye anlegg i 2002. To av disse anleggene produserer laksunger for oppdrettsnæringen, mens ett anlegg produserer

Tabell 1. Oppdrettsanlegg undersøkt for *Gyrodactylus salaris* i 2001

Fylke	Antall anlegg	Fiskeart	Antall fisk undersøkt	Påvisning
Nordland	3	Laks	182	0
Nord-Trøndelag	16	Laks, regnbueørret	1550	0
Sør-Trøndelag	13	Laks, regnbueørret	1425	0
Totalt	32		3157	0

Tabell 2. Oppdrettsanlegg undersøkt for *Gyrodactylus salaris* i 2002

Fylke	Antall anlegg	Fiskeart	Antall fisk undersøkt	Påvisning
Finnmark	1	Laks	32	0
Troms	1	Laks	30	0
Nordland	5	Laks	173	3*
Sør-Trøndelag	3	Laks, regnbueørret	284	0
Møre og Romsdal	15	Laks	559	0
Sogn og Fjordane	12	Laks, regnbueørret	569	0
Hordaland	8	Laks, regnbueørret	365	0
Vest-Agder	1	Laks	127	0
Telemark	1	Laks	45	0
Oppland	2	Regnbueørret	197	0
Hedmark	3	Regnbueørret	562	0
Totalt	52		2943	3*

* *Gyrodactylus salaris* ble påvist i tre settefiskanlegg med laks undersøkt av lokale fiskehelsetjenester. Disse fiskene inngikk ikke i overvåkings- og kontrollprogrammet.

Tabell 3. Elver undersøkt for *Gyrodactylus salaris* i 2001

Fylke	Antall elver	Fiskeart	Antall fisk undersøkt	Påvisning av <i>Gyrodactylus</i> sp.		
				Funn	Fiskeart	Elv
Finnmark	9	Laks	350	Negativ		
Troms	14	Laks, røye, harr, steinulke	443	<i>G. salaris</i> <i>Gyrodactylus</i> sp.	Laks Steinulke	Balsfjordelva* Signaldalselva/ Balsfjordelva
Nordland	9	Laks	280	Negativ		
Nord-Trøndelag	20	Laks	630	<i>G. salaris</i>	Laks	Lundselva
Sør-Trøndelag	4	Laks	94	Negativ.		
Møre og Romsdal	19	Laks	705	Negativ		
Sogn og Fjordane	22	Laks	555	Negativ		
Hordaland	5	Laks	151	Negativ		
Rogaland	2	Laks	70	Negativ		
Vest-Agder	2	Laks	61	Negativ		
Aust-Agder	1	Laks	37	Negativ		
Telemark	1	Laks	30	Negativ		
Vestfold	3	Laks	123	<i>G. derjavini</i>	Laks	Sanddelva*
Buskerud	1	Laks	30	<i>G. derjavini</i>	Laks	Åroselva *
Akershus	4	Laks	123	<i>G. derjavini</i>	Laks	Gjersøelva*, Sandvikselva*, Askerelva*
Oslo	1	Laks	31	Negativ		
Østfold	2	Laks	87	Negativ		
Totalt	119		3799			

* bekreftelse på tidligere funn

laksunger for kultivering av ville laksestammer. Sistnevnte anlegg hadde infeksjon også i 1977. Totalt har således *G. salaris* vært påvist i 39 norske oppdrettsanlegg hvorav 26 er innlandsanlegg med produksjon av regnbueørret i Sørøst-Norge og 13 er settefiskanlegg med produksjon av lakseunger langs kysten.

Fra 1975 til utgangen av 2000 var *G. salaris* totalt påvist i 41 elver. I tabell 3 og 4, som viser en fylkesvis oversikt over antall undersøkte elver, fremgår det at parasitten ble påvist i én og to nye elver i henholdsvis 2001 og 2002. Totalt har således *G. salaris* blitt påvist i 44 norske elver. Selv om overvåkingsprogrammet i utgangpunktet skal fokusere på laks og regnbueørret, viser tabell 3 og 4 at det enkelte steder også har blitt undersøkt harr, røye og ørret. De to tabellene viser også at det av og til har blitt påvist andre *Gyrodactylus*-arter enn *G. salaris*.

Kontroll

Alle de tre anleggene hvor *G. salaris* ble påvist i 2002 fikk pålegg om utryddelsestiltak. Etter at disse ble gjennomført, er parasitten senere ikke blitt påvist i anleggene. Ved utgangen av 2002

er det ikke kjent at *G. salaris* forekommer i norske oppdrettsanlegg.

Utryddelse av *G. salaris* i elver startet med rotenonbehandling av Vikja i Sogn og Fjordane i 1980 og 1981. Fram til utgangen av 2003 ble 28 av de 44 infiserte elvene rotenonbehandlet. I to av elvene ble dette tiltaket gjennomført i kombinasjon med lakseperreer. I ni av de rotenonbehandlede elvene har *G. salaris* senere blitt påvist på nytt, i én elv (Skibotnelva) også etter annen gangs behandling. Totalt har 18 elver blitt friskmeldt etter rotenonbehandling, mens to elver har fått parasitten tilbake etter en friskmelding. Tre elver er i en friskmeldingsprosess etter førstegangs rotenonbehandling, og to elver etter andre gangs behandling. Per 1. januar 2004 var det 23 elver med kjent forekomst av *G. salaris*, fem elver var i en friskmeldingsprosess og 16 elver var friskmeldt. Det kan forventes at ytterligere én friskmeldt elv (Måna i Romsdalsfjorden) vil bli infisert. Dette fordi elven ligger i en smittesone (fjordsystem) der flere andre elver har fått *G. salaris* tilbake etter at det ble gjennomført en mislykket rotenonbehandling i sonen.

Tabell 4. Elver undersøkt for *Gyrodactylus salaris* i 2002

Fylke	Antall elver	Fiskeart	Antall fisk undersøkt	Påvisning av <i>Gyrodactylus</i> sp.		
				Funn	Fiskeart	Elv
Finnmark	9	Laks	374	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Laks	Altaelva
Troms	12	Laks, røye, steinulke	359	<i>G. salaris</i>	Laks	Signaldalselva/ Balsfjordelva
				<i>G. arcuatus</i>		Laukhelle- vassdraget
				<i>Gyrodactylus</i> sp.	Steinulke	Balsfjordelva*
Nordland	17	Laks, røye, ørret	586	<i>G. salaris</i>	Laks	Halsanelva Hestdalselva
Nord-Trøndelag	15	Laks	393	Negativ		
Sør-Trøndelag	5	Laks	183	<i>Gyrodactylus</i> sp.	Laks	Orkla Steindalselva
Møre og Romsdal	20	Laks, ørret, harr	632	Negativ		
Sogn og Fjordane	17	Laks	537	Negativ		
Hordaland	7	Laks	218	Negativ		
Rogaland	2	Laks	63	Negativ		
Vest-Agder	2	Laks	82	Negativ		
Aust-Agder	1	Laks	34	Negativ		
Telemark	1	Laks	41	Negativ		
Vestfold	3	Laks	123	<i>G. derjavini</i>	Laks	Sandeelva
Buskerud	1	Laks	31	<i>G. derjavini</i>	Laks	Åroselva
Akershus	4	Laks	134	<i>G. derjavini</i>	Laks	Gjersøelva, Sandvikselva, Askerelva Lysakerelva
Oslo	1	Laks	31	<i>G. derjavini</i>	Laks	Akerselva
Østfold	2	Laks	62	Negativ		
Totalt	119		3883			

* bekreftelse på tidligere funn

Diskusjon

Overvåking

Norge har gjennomført en omfattende årlig undersøkelse av fisk fra elver og oppdrettsanlegg med hensyn på *G. salaris* helt siden slutten av 1970-tallet da denne introduserte parasittens effekt på norske laksestammer ble kjent. Ansvar for organisering og gjennomføring av disse undersøkelsene har stadig endret seg, og har først i de siste to-tre årene blitt organisert i et eget program med en sentral styring fra Mattilsynet i samarbeid med Veterinærinstituttet. Foruten Norge, har flere land nylig etablert overvåking med hensyn på *G. salaris*, først og fremst i oppdrettsanlegg, men også på villfisk. I disse landene har man valgt å undersøke fiskenes bryst- og/eller ryggfinner, fordi man nes-

ten alltid finner *G. salaris* på disse finnene når en fisk først er infisert. Rent statistisk kan det derfor forsvares at bare disse finnene undersøkes. I det norske overvåkingsprogrammet har vi likevel valgt å undersøke hel fisk, først og fremst laksunger fra elver, av tre grunner. For det første har vi erfart at det ofte samles og sendes inn ørretunger eller hybrider av ørret og laks. Da disse ikke er egnede verter for *G. salaris*, er det nødvendig å utelukke dem fra programmet. En artsbestemmelse basert på finner er umulig etter at prøven har ankommet laboratoriet. Dermed er det stor sjanse for at en samleprøve med finner tatt ut i felt, inneholder en viss andel finner fra ørret og hybrider. Dette ville medført at kravet til antall undersøkte laks ikke ville bli oppfylt, og muligheten for å opp-

dage *G. salaris* hadde blitt redusert. For det andre krever klipping av finner på innsamlet fisk i felt mye arbeid og håndtering av fisken. Vi har vurdert det slik at den totale arbeidsmengden med hver enkelt fisk ikke øker vesentlig ved undersøkelse av hel fisk i laboratoriet. Ved en slik prosedyre slipper man dessuten å håndtere fisk i felt, noe som vil kunne redusere følsomheten ved metoden. En reduksjon i det norske overvåkingsprogrammet til kun undersøkelse av finner fra fiskene, slik det gjøres i andre land, vil mer enn halvere kostnadene til konserveringsvæske og transport, men i forhold til de totale kostnadene i programmet vil ikke dette endre budsjettet i vesentlig grad. Den tredje årsaken er at undersøkelse av hel fisk er nødvendig for å få et informativt bilde av parasittens prevalens og intensitet i en laksepopulasjon. Når parasitten oppdages i en ny elv, kan data fra helfiskundersøkelse kombinert med et estimat for antall laksunger per arealenhet og kunnskap og erfaring fra andre elver, si noe om parasittens introduksjonstidspunkt.

Når det gjelder undersøkelse av oppdrettsfisk, har vi ikke de samme utfordringene i forbindelse med artsbestemmelse, samt at infeksjonsdata og tetthet i liten grad kan si noe om introduksjonstidspunkt. I tillegg er oppdrettsfisk som regel så velfødd at det er vanskelig å undersøke fisk over 15 cm på en tilfredstillende måte under stereolupe. Hos oppdrettsfisk over denne størrelsen undersøkes derfor bare finner (alle minus fettfinne).

I 2001 ble *G. salaris* påvist i Lundselva i Nord-Trøndelag. Denne elva ligger innenfor en såkalt smitteregion og i nærheten av to større infiserte elver. En spredning til Lundselva kunne derfor forventes. Med en smitteregion menes i denne sammenheng et avgrenset geografisk område hvor *G. salaris* vil kunne overleve på anadrom laksefisk som kan vandre i brakkvannssonen mellom elvene i regionen.

I 2002 var alle de fem nye funnene av *G. salaris* i Nordland. Parasittens spredning til Halsanelva og Hestdalselva representerte en spredning til et område som kanskje må erklæres som en ny smitteregion. Selv om avstanden til neste smitteregion er relativt kort, vurderes det som usannsynlig at parasitten kan ha overlevd på laksefisk som har vandret i havet på grunn av høy saltholdighet. Det er fremdeles ukjent hvordan parasitten kom til de to elvene, men en spredning ved menneskelig aktivitet er mulig og kanskje sannsynlig. Funnene av

G. salaris i tre settefiskanlegg med laksunger var de første funnene i slike anlegg siden 1987. Ett av anleggene var et såkalt levende genbankanlegg for utsetting av laksunger til elver som blir rotenonbehandlet for å bli kvitt *G. salaris*. Dette anlegget hadde en *G. salaris* diagnose også i 1977, men det vurderes som sikkert at parasitten den gang ble utryddet. Det er ikke kjent hvordan parasitten kom til anlegget i 2002, men avstanden til en infisert elv er kort. De to andre anleggene produserer laksunger til oppdrettsnæringen. Det er ikke kjent hvordan smitten kom til det ene anlegget, men det ligger like i nærheten av en infisert elv. Det andre anlegget mottok infiserte laksunger fra det første. Alle de tre anleggene fikk pålegg om tiltak for å fjerne parasitten og etter gjennomføring av disse tiltakene er parasitten senere ikke påvist.

Sammendrag

Overvåking med hensyn på *Gyrodactylus salaris* har pågått i norske elver og oppdrettsanlegg helt siden parasitten første gang ble påvist i 1975. Det nåværende overvåkingsprogrammet startet i 2000. I 2001 ble parasitten påvist i én ny elv innenfor en kjent smitteregion. I 2002 ble parasitten påvist i to nye elver og tre settefiskanlegg med laksunger. Det er ikke avklart hvorvidt de to elvene skal defineres som å tilhøre en ny smitteregion. Funnene i settefiskanlegg var de første på laksunger i anlegg siden 1987. Parallelt med overvåkingen gjennomføres utryddelsestiltak i elver og oppdrettsanlegg. Per 1. januar 2004 hadde *G. salaris* kjent forekomst i 23 elver, mens fem elver var i en friskmeldingsprosess og 16 var friskmeldt. På samme tid var det ikke kjent at parasitten forekom i norske oppdrettsanlegg.

Summary

THE SURVEILLANCE AND CONTROL PROGRAMME FOR *GYRODACTYLUS SALARIS* IN ATLANTIC SALMON AND RAINBOW TROUT IN NORWAY

Surveillance for *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers and fish farms has been in progress since the parasite was observed for the first time in 1975. The present surveillance programme started in 2000. In 2001 the parasite was observed for the first time in one new river within a known infected region. In 2002 the parasite was observed for the first time in two rivers and three salmon hatcheries. It has not been decided whether the two rivers should be

defined as belonging to a new infected region. The observations in salmon hatcheries were the first since 1987. Parallel to surveillance, actions have been taken to eradicate the parasite from rivers and fish farms. By January 1st 2004, *G. salaris* had known occurrence in 23 rivers while five rivers were under observation after treatment and 16 rivers were declared free after rotenone treatment. At the same date, *G. salaris* was most likely not present in Norwegian fish farms.

Referanser

1. Gyrodactylusprosjektet. Rapport fra Gyrodactylus-utvalget over virksomheten i 1980 og program for virksomheten i 1981. Ås 1981.
2. Johnsen BO. The effect of an attack by the parasite *Gyrodactylus salaris* on the population of salmon parr in the river Lakselva, Misvær in Northern Norway. Astarte 1978; 11: 7-9.
3. Johnsen BO, Jensen A. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag, statusrapport. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, reguleringsundersøkelsene 1985 (Rapport 12-1985).
4. Forslag til handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. <http://www.fjordinfo.no/fmsf/org/Miljo/Gyro/Handlingsplan2000.doc> (01.01.2004).
5. Tiltaksplan for arbeidet med bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i norske vassdrag. <http://odin.dep.no/archive/mdvedlegg/01/17/Tilta033.doc> (01.01.2004).
6. Mo TA. Undersøkelser av fisk for å påvise parasitter i slekten *Gyrodactylus*. (Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk Museum, rapport nr. 2.) Oslo 1987.
7. Manual of diagnostic tests for aquatic animals – 2003. Chapter 2.1.14. Gyrodactylosis (*Gyrodactylus salaris*). http://www.oie.int/eng/normes/fmanual/A_00031.htm (01.01.2004)
8. Haukebø T, Eide O, Skjelstad B, Bakkeli G, Tønset K, Stensli JH. Rotenonbehandling som tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*: En gjennomgang av metodikk, utstyr og rutiner med forslag til forbedringer. Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning, 2000. (Utredning for DN 2000-2).

Gyrodactylus salaris

– «en folke- og laksefiende»

Gyrodactylus salaris er en parasitt som selv miljøvernministeren kjenner navnet på. Den er nesten å regne for en nasjonal fiende, og beslutninger om dens utryddelse fattes på den samme ministerens bord. Siden den ble innført fra Sverige i 1975 har parasitten blitt den største trusselen mot våre nasjonale laksestammer. Så langt har den blitt påvist i 44 elver og utryddet i 21 av dem. Det er kun i Drammensvassdraget man har valgt å leve med parasitten. Utryddelsesstrategien som er valgt i resten av landet har i store trekk vært vellykket, men den er omdiskutert. Alle fiskearter som kan tenkes å være vert for parasitten blir utryddet i den delen av elveleiet som blir behandlet – i hvert fall forbigående – noe som naturlig nok medfører engasjement fra naturvernhold. Når sant skal sies har beslutningene om strategivalg vært tuftet på god faglig kunnskap, og fagmiljøene har etter hvert forsket fram alternative strategier for utryddelse og kontroll. De etterfølgende artiklene bærer bud om at utviklingen går i riktig retning. Etter gjennomlesningen vil du være orientert og beredt til å delta i enhver diskusjon omkring parasitten *Gyrodactylus salaris* – i faglige så vel som i sosiale lag. God fornøyelse!

Øystein Evensen

Faglig medarbeider i NVTs redaksjonskomité

Innførsel av *Gyrodactylus salaris* til Norge og egenskaper hos parasitten av betydning for valg av strategi og tiltak mot den

Innførsel og spredning av parasitten *Gyrodactylus salaris* (Figur 1) til norske vassdrag har hatt store negative konsekvenser for våre ville laksebestander. Dette har resultert i et betydelig fokus på denne parasitten innen forvaltning og forskning både nasjonalt og internasjonalt noe som har resultert i ny kunnskap om parasitten. Denne kunnskapen er også av betydning for forståelse og håndtering av andre lignede parasittproblemer.

I denne artikkelen blir det kort redegjort for innførsel og spredning av *G. salaris* i Norge, og for det norske valget av bekjempelsesstrategi, som igjen omfatter ulike tiltak beskrevet i andre artikler i dette nummeret av Norsk veterinærtidsskrift.

Innførsel av *G. salaris* til Norge

Det kan dokumenteres at *G. salaris* har blitt innført til Norge flere ganger. Det dreier seg om minst fire (1), kanskje enda flere innførsler. Den mest omtalte var til Forskningsstasjonen for laks på Sunndalsøra, Møre og Romsdal i 1975. Derfra ble parasitten spredt til en rekke lakselver ved utsetting av infiserte laksunger. En annen velkjent innførsel skjedde i forbindelse med en smoltransport ned Skibotn fra Sverige. Under en stopp og rutinesjekk ble døende, infisert laksesmolt ved en feiltagelse satt ut i

Skibotnelva, Troms. Forekomst av *G. salaris* i Langsteinelva og Fættelva og trolig i et oppdrettsanlegg i samme området, synes å mangle kobling til andre infiserte områder og det er derfor grunn til å tro at dette representerer en tredje innførsel til Norge. Den fjerde er innførsel av *G. salaris* til regnbueørretanlegg i Østlandsområdet. Den store geografiske utbredelsen av infiserte anlegg og en (tilsynelatende) manglende kobling for kjøp og salg av fisk mellom disse, gir grunnlag for tro at denne fjerde innførsel egentlig består av en rekke innførsler. Det hevdes å ha vært en god del illegal innførsel av settefisk av regnbueørret fra Sverige som i den aktuelle perioden var billigere og lettere tilgjengelig enn norsk regnbueørret. Fra infiserte oppdrettsanlegg har *G. salaris* blitt spredd ved utsetting av fisk eller rømming av fisk. Senere har det også skjedd en videre spredning mellom



Figur 1. *Gyrodactylus salaris* festet til huden på en lakseunge sett i scanning elektronmikroskop.

elver med infisert fisk som vandrer i brakkevann (1). Det er ikke påvist spredning av parasitter (frigjort fra fisk) med utstyr som flyttes fra et infisert vassdrag til et annet, men det er mulig at dette kan skje.

Egenskaper hos *G. salaris* (relevant for valg av strategi og tiltak mot parasitten)

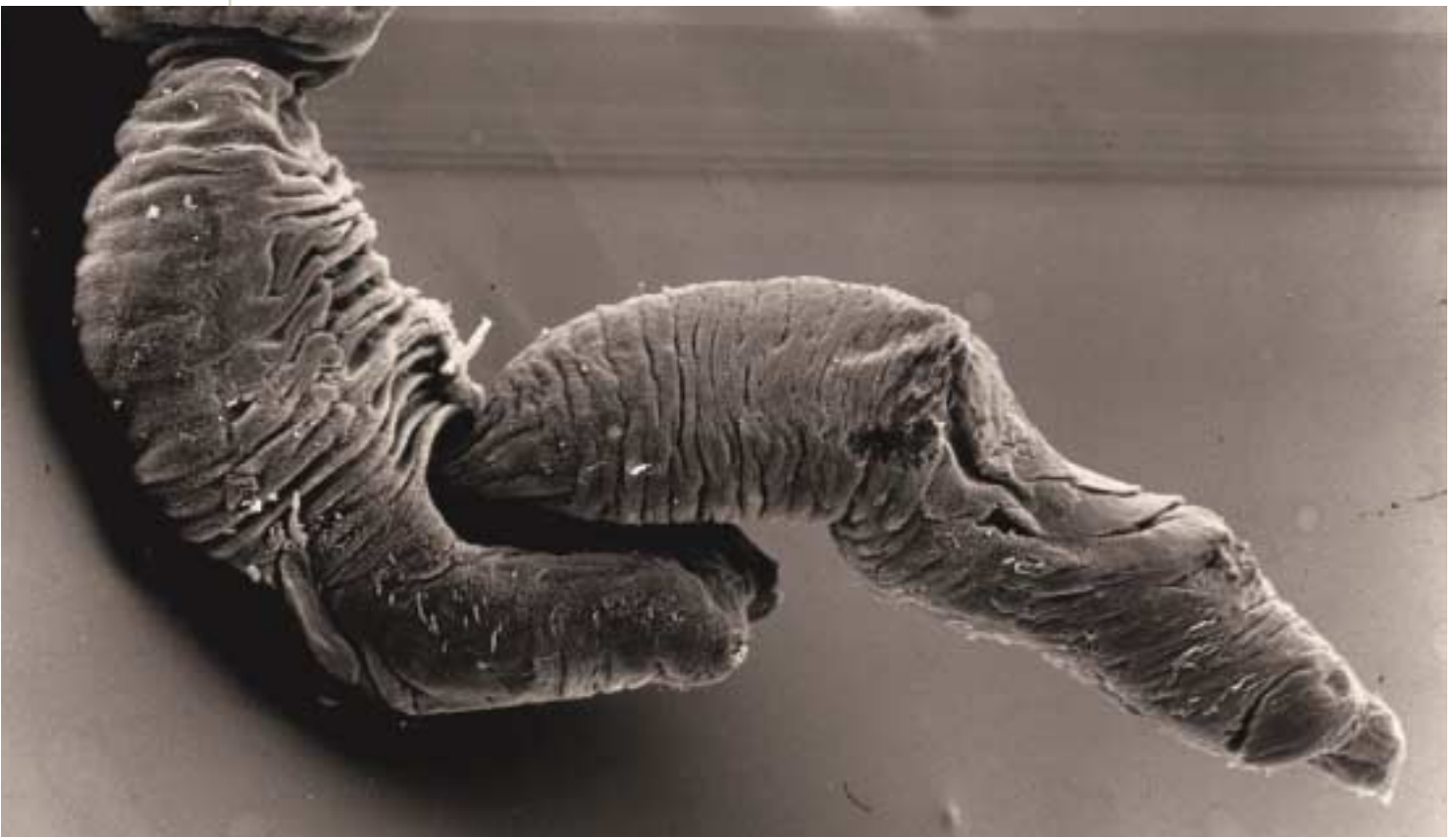
Gyrodactylus salaris tilhører en dyregruppe som kalles haptormark (Monogenea). Haptormark er utelukkende parasitter, og lever hovedsakelig på hud og gjeller hos fisk i saltvann og ferskvann. Disse parasittene har en enkel livssyklus der bare én vert inngår. De fleste artene legger egg som klekker til en larve. Denne larven finner aktivt eller passivt fram til sin vert. Innen én familie haptormark, kalt Gyrodactylider der *G. salaris* inngår, føder artene unger. Allerede ved fødselen er ungen lik sin mor både av utseende og størrelse (Figur 2). Det er ikke påvist spesielle spredningsstadier, i og med at den nyfødte infiserer samme vertsendivid som moren, har Gyrodactylidene utviklet andre spredningsstrategier enn eggleggende haptormark. Spredning av Gyrodactylider mellom vertsfisk skjer enten ved en overføring når to fisk kommer i berøring med hverandre (inklusive predasjon), ved at parasitter som slipper taket fra en fisk og som "frittsvevende" parasitt i

vannmassene treffer en annen fisk eller ved at slike frigjorte parasitter faller ned på bunnen og senere finner fram til en fisk som har bunnkontakt. Alle disse tre overføringsmulighetene synes å gjelde for *G. salaris* (2)

G. salaris er en ferskvannsparasitt. Den har imidlertid en viss toleranse for brakkevann. Den synes å reprodusere som normalt opp til 5 promille salinitet, men overlevelsestiden blir stadig kortere ved økende salinitet over 7,5 promille (3). En promille på 25 vurderes som en barriere for spredning av parasitten med vandrende fisk da overlevelsestiden her er en halv time eller mindre.

På villfisk lever *G. salaris* nesten utelukkende på laksunger og på voksne laks når disse er i en elv. I noen infiserte elver er parasitten funnet på røyeunger og brunørretunger, men da alltid i den lakseførende strekningen av vassdraget. I noen få tilfeller er *G. salaris* påvist på laks eller regnbueørret overfor lakseførende strekning, men i alle disse tilfellene kan funnene settes i sammenheng med utsetting eller rømming av infisert fisk. Etter at oppdrettanlegg har blitt sanert og utsatt eller rømt fisk har vandret nedstrøms i laksevandringshindret vassdraget, har parasitten forsvunnet fra områdene ovenfor

fortsetter neste side...



Figur 2. *Gyrodactylus* fødsel. Legg merke til at ungen (til høyre) er omtrent like stor som moren.

lakseførende strekning. Det er også viktig å merke seg at *G. salaris* ikke kan opprettholde en populasjon på brunørret alene og det samme synes gjelde dersom det kun er røye tilstede. Vi har ingen erfaring med at parasitten kan opprettholde en populasjon på en bestand av vill regnbueørret i Norge. Under naturlige forhold ser det ut til at tilstedeværelse av laks er en forutsetning for opprettholdelse av en *G. salaris* populasjon, selv om parasitten har vist seg å kunne leve på en rekke ulike arter laksefisk i laboratorieforsøk.

En oppsummering av de tre siste avsnittene viser at utbredelsen til *G. salaris* i et infisert vassdrag tilsvarer den laksen har. Oppad er da parasittens utbredelse begrenset av et laksevandringshinder, vanligvis en foss eller en demning, og nedad av en saltvannsbarriere. Parasitten parasitterer i betydelig grad utvandrende lakse-smolt, men dør etter hvert som disse vandrer mot det åpne hav. Dersom det settes opp et laksevandringshinder i et vassdrag, vil parasitten forsvinne på oversiden av hinderet når alle laksungene etter noen år har vandret ned. *G. salaris* har således en veldefinert utbredelse i det enkelte vassdrag og dermed også i Norge totalt. I og med at parasitten ikke legger egg, bruker

mellomvert eller har spesialiserte frittlevende stadier, synes det mulig å velge en strategi mot parasitten der utryddelsestiltak inngår (4). Norsk forvaltning har derfor valgt en utryddelsesstrategi og samtidig lagt til side en "lær-å-leve-med-parasitten-strategi" der enten naturen rydder opp selv eller det satses på avl for økt resistens og økt overlevelse hos laksungene. Dersom en slik strategi velges, vil parasitten forbli i elvene og smittepresset mot andre elver ville forsatt og trolig øke (flere elver blir infisert) på sikt. Både nasjonalt og internasjonalt pågår imidlertid forskning for å studere resistens, avl på resistens og gener som koder for resistens hos laks mot *G. salaris*.

Et annet grunnlag for å velge en utryddelsesstrategi mot *G. salaris* er de internasjonale forpliktelser Norge har for å ivareta våre laksebestander spesielt og biodiversiteten generelt. I FNs konvensjon om biologisk mangfold fra 1992 står det blant annet landene skal fremme vern av økosystemene, naturlige habitat og opprettholdelse av levedyktige bestander av arter i deres naturlige omgivelser, samt å hindre innførsel av og kontrollere eller utrydde fremmede arter som truer økosystemer, habitat eller arter (4). Tatt i betraktning at spredning av arter

til nye områder er vurdert som en av de største truslene mot økosystemer over hele jorden, og at det faktisk synes mulig å fjerne *G. salaris* fra det enkelte norske vassdrag, bruker norsk forvaltning disse begrunnelsene til å velge en utryddelsesstrategi mot denne nylig introduserte dyrearten til vår fauna.

Sammendrag

Gyrodactylus salaris har blitt introdusert flere ganger til Norge siden midten av 1970-tallet. Spredning av parasitten til elver og oppdrettsanlegg har primært skjedd med transporter og utsettinger av infisert laks og regnbueørret. I tillegg har det skjedd en spredning mellom elver med infisert fisk som har vandret i brakkvann.

En kjent utbredelse av *G. salaris* i det enkelte norske vassdrag begrenset av et laksevandringshinder oppad og saltvann nedad samt at parasitten ikke legger egg eller har mellomverter gjør det mulig å oppnå målene i en strategi der utryddelsestiltak inngår. Internasjonale avtaler for å ivareta våre laksebestander spesielt og biodiversiteten generelt forplikter Norge til å

gjennomføre utryddelsestiltak dersom det synes mulig å utrydde en introdusert art fra et habitat eller økosystem.

Tor Atle Mo

Seksjon for fiskehelse
Veterinærinstituttet Oslo

Referanser

1. Johnsen BO, Møkkelgjerd PI, Jensen AJ. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. Trondheim 1999. NINA Oppdragsmelding 617.
2. Mo TA. Fiskeparasitter i slekten *Gyrodactylus* forårsaker problemer for oppdrett og forvaltning. *Nor Vet Tidsskr* 1989;101: 523-7.
3. Soleng A, Bakke TA. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies. *Can J Fish Aquat Sci* 1997; 54: 1837-45.
4. Mo TA. Strategier og tiltak mot *Gyrodactylus salaris* i norske elver. Til laks å alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske vill-laksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Oslo 1999: 201-7 (NOU 199:9).

Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* med hjelp av fysiske sperrer

Den hittil beste metoden for å bekjempe av *Gyrodactylus salaris* er å fjerne verten (laksungene) fra vassdraget for en kortere periode. Dette kan oppnås ved hjelp av avsperringer i kombinasjon med en kjemisk behandling. Når et vassdrag sperres for oppvandring og laksen dermed hindres i å gyte, vil vassdraget etterhvert tømmes for laksunger siden disse vil dø av *Gyrodactylus*-angrep eller andre årsaker, eller vandre ut i sjøen når de smoltifiserer.

Når laksungene forsvinner, vil også *G. salaris* forsvinne fordi parasitten ikke kan leve lenge uten vert. For at bekjempelse av *G. salaris* ved en langvarig avsperring skal lykkes, må det imidlertid ikke være stasjonære fisk som kan være langtidsvert for *G. salaris* til stede i vassdraget oppstrøms sperra. Spesielt regnbueaure kan være et problem, fordi disse kan opprettholde infeksjoner av *G. salaris* over lang tid. Langvarig avsperring kan benyttes som alternativ til kjemisk behandling for å bekjempe *G. salaris* i hele eller deler av vassdrag. Imidlertid vil en sjelden kunne bygge sperrer helt i elvemunningen, slik at kjemisk behandling nedenfor sperra og ut til sjøen vil være påkrevd med dagens sperrekonsept.

Øker sannsynligheten for å lykkes?

Tiltak mot parasitten i form av avsperringer og rotenonbehandling har så langt hatt meget god effekt. De foreløpige resultatene viser at i 25 rotenonbehandlede vassdrag var behandlingen vellykket i 21 av dem, mens parasitten ble påvist på nytt to-fire år etter behandlingen i fire vassdrag. Usikkerheten ved kjemisk behandling øker med lengde, størrelse og kompleksitet på vannveiene som behandles. Ved bruk av fiskesperrer i vassdrag kan sjansen for å lykkes med tiltak mot *G. salaris* økes, omfanget av kjemisk behandling kan i mange tilfeller reduseres, og konflikten med andre miljøinteresser kan reduseres. I vassdrag med innsjøer på lakseførende strekning, er en behandling i form av langvarig avsperring og brakkeklegging i dag eneste aktuelle tiltak for å fjerne *G. salaris*. Fiskesperrer vil altså forenkle en kjemisk bekjempelsesaksjon, og i enkelte tilfeller være eneste alternativ for å muliggjøre en utryddelsesaksjon mot parasitten. Hva som er de beste tiltakene for å bekjempe *G. salaris* vil variere mellom vassdrag, og vil avhenge av vanskelighetsgrad og kostnad ved både kjemisk behandling og sperrebygging i vassdraget. Hvilke tiltak som benyttes vil også i

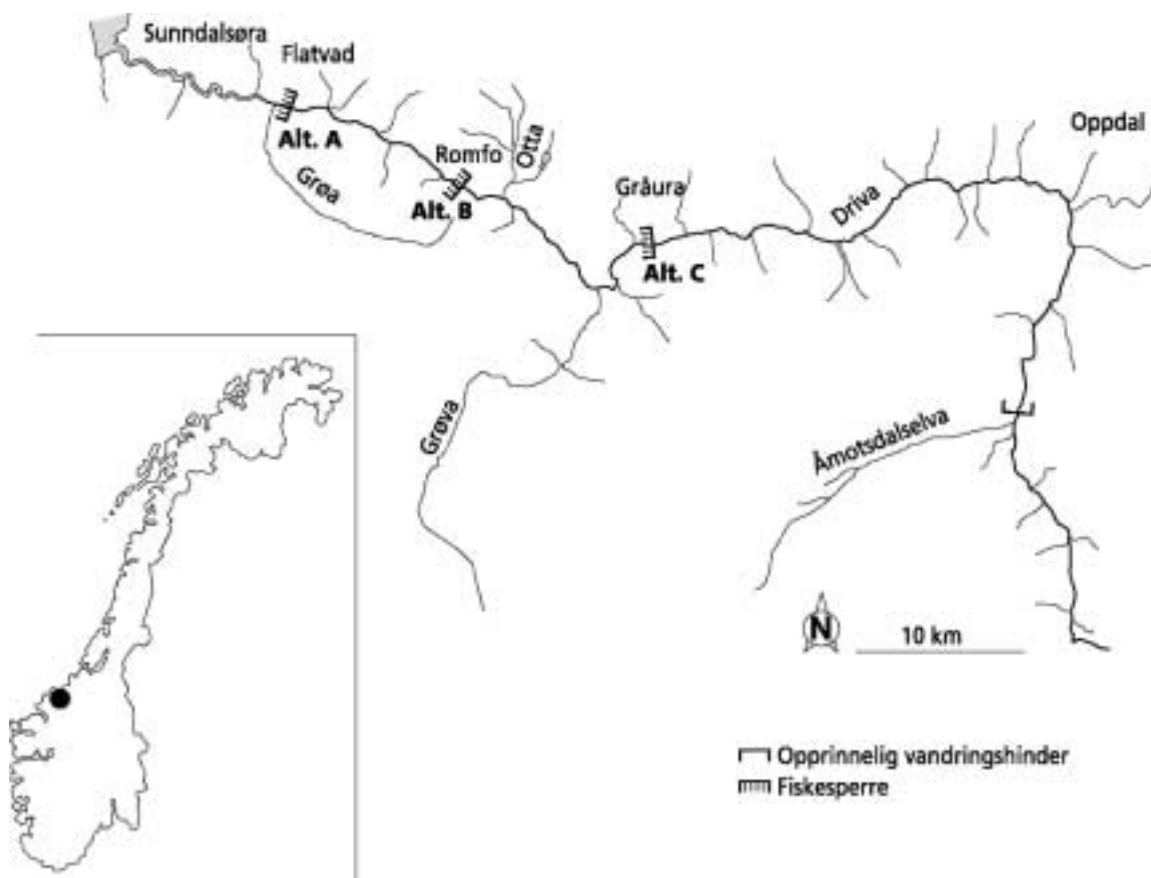
en del tilfeller være en avveining mellom behovet for rask behandling opp mot ønske om et redusert forbruk av kjemikalier.

Kan redusere den negative effekten på sjøaure

Ved langvarige avsperringer av vassdrag vil det være behov for å ta vare på den genetiske variasjonen i bestander av laks og sjørøye i genbank. For sjøaure, som ikke kan opprettholde infeksjoner av *G. salaris* over lengre tid, kan en i prinsippet slippe disse forbi avsperringen og opprettholde en levende bestand i elva. Dette krever et sikkert system hvor sjansen for feil artsbestemmelse er fullstendig eliminert. Visuell artsbestemmelse vil være et sårbart system for menneskelige feil, spesielt fordi det kan finnes hybrider mellom aure og laks som er svært vanskelig å gjenkjenne på utseende. Hvis en skal slippe sjøaure videre oppover i vassdraget, så kreves et sikkert system ved at hver enkelt fisk blir gentestet før de slippes opp. Gentestet fisk kan også strykes slik at rogn kan legges ut i vassdraget. Gyting av sjøaure eller sjørøye kan i noen tilfeller foregå på nedsiden av sperra, og således bidra til bevaring av bestandene.

Seksjonert behandling

Kortidssperrer kan også benyttes som tiltak sammen med seksjonsvis kjemisk behandling av vassdraget med sikte på å gjøre behandling enklere og sikrere. Ved at områdene ovenfor sperrene ikke trenger å behandles samtidig med resten av vassdraget, kan behandlingen gjøres på en gunstigst mulig årstid for de ulike seksjonene, og omfanget av operasjoner som må være koordinert i tid under behandlingen reduseres. Gevinsten er redusert mulighet for menneskelig svikt og økt sannsynlighet for å lykkes med en kjemisk behandling. Dette er særlig en fordel i store vassdrag og i vassdrag med elvestrekninger hvor kjemisk behandling av ulike årsaker er vanskelig.



Figur 1. Tre mulige lokaliteter for fysisk sperre i elva Driva viser at store deler av vassdraget ikke trenger kjemisk behandling ved en utryddelsesaksjon. Illustrasjon: Direktoratet for naturforvaltning

Kriterier for bygging av en fiskesperre

De kriterier som vil gjelde for en fiskesperre er både av biologisk, fysisk og statistisk art.

Typiske biologiske parametere er:

- Grensehastighet som hindrer småfisk i å passere opp mellom ristens staver
- Maksimal spranglengde og -høyde hos laks, som funksjon av nedstrøms vanndybde og hastighet
- Grensehastighet for å svømme opp det bratte stryket som dannes av terskelen, for fisk som må lande oppå risten etter et mislykket sprang

Viktige statistiske parametere er:

- Gjentakintervall for flomstørrelser
- Statistisk variasjon av nedstrøms vannstand, dersom denne påvirkes av tidevann eller vindoppstuvning
- Statistisk risiko for kombinasjon av flom og ekstrem nedstrøms vannstand.
- Evt regulering av vannstander på grunn av kraftverk/damluker

Viktige fysiske parametere er blant annet:

- Oppstrøms vannstand ved største aktuelle vannføring. Dette er viktig for flomskader
- Forskjellen mellom oppstrøms og nedstrøms vannstand ved forskjellige vannføringer
- Høyeste nedstrøms vannstand ved stor vannføring, for eksempel som følge av tidevann eller ekstrem oppstuvning på grunn av vind, is, også videre
- Høyeste nedstrøms vannstand ved liten vannføring. Dette er viktig for minstehøyden av terskelen
- Sedimentforhold, kan påvirke både oppstrøms og nedstrøms vannstander over tid, som følge av erosjon eller avleiring
- Is, som kan gi kortvarige, men dramatiske endringer

Utforming og plassering av ei sperre

Teknisk sett er utfordringen ved sperrebygging å finne en lokalitet som egner seg, samt å konstruere sperra på en slik måte at den tåler de fysiske påkjenningene som må påregnes, og samtidig hindrer fisk i å passere. Kunnskap og kompetanse omkring fysiske konstruksjoner i

fortsetter neste side... →



Figur 2. Langtidssperre bygget i elva Figga. Sperra har fungert som oppgangshinder i mange år. Foto: H. P. Fjeldstad



Figur 3. Korttidssperre i sidevassdraget Stor-Augla i Steinkjervassdraget brukt i forbindelse med seksjonert rotenonbehandling av vassdraget i 2002. Foto: VESO

vassdrag er svært god i Norge. Norske ingeniører og entreprenører har utviklet dette fagfeltet gjennom kraftutbygginger, veiprojekt og annen infrastrukturutvikling. Fagområdet kombinerer byggt tekniske aspekt og hydrauliske problemstillinger, på en slik måte at konstruksjonen dimensjoneres etter de lastene som vil kunne være til stede. Det er også viktig å analysere de hydrauliske konsekvensene, slik at en fiskesperre eksempelvis ikke fører til oversvømmelser eller uønsket erosjon. Funksjonsmessig stilles de samme krav til langtidssperrer som til korttidssperrer. Forskjellen er at ei langtidssperre må fungere under alle fysiske forhold, slik som i stor flom og ved isgang. Kortvarige sperrer kan i større grad enn langsiktige sperrer planlegges og bygges som moduler. Gjennomgang av litte-

ratur knyttet til svømme- og hoppeevne hos laks viste at det eksisterer lite kunnskap på området. Kombinasjonen av stor usikkerhet rundt laksens ytelser og den store konsekvensen det har dersom fisk kan forsere ei sperre, gjør at en stor sikkerhetsmargin bør inkluderes ved utforming av ei sperre.

Tidligere erfaringer med bygging av fiskesperrer finnes fra relativt små vassdrag i forbindelse med rotenonbehandling, og i form av større sperrer i form av demninger og lignende i regulerte vassdrag. Det enkelte vassdragets topografi bestemmer om det er mulig å bygge ei sperre i vassdraget, hva som er aktuelle sperrelokaliteter og hvordan sperra må dimensjoneres. Det er også viktig å gjøre en vassdragsvis vurdering av konsekvensene av sperrebygging, blant annet hvorvidt det er fordeler knyttet til å bekjempe *G. salaris* med sperrer alene eller kombinert med kjemisk behandling. Vurderingene er basert på lokalkunnskap og befaringer til de ulike vassdragene. På grunnlag av dette må det gjennomføres en vurdering av hvilke vassdrag og fjordsystemer som bør prioriteres med hensyn til sperrebygging.

Det er avdekket store muligheter for bygging av fiskesperrer, både i sidevassdrag og store hovedvassdrag. Det er teknisk mulig å bygge langtidssperrer i minst 19 av vassdragene som er vurdert gjennom et nyere arbeid utført av DN sin såkalte STOPP-gruppe. Dette er et fagutvalg bestående av både biologer og ingeniører. Bekjempelse av *G. salaris* ved hjelp av langvarige fiskesperrer og brakklegging av elvestrekninger kan potensielt redusere behovet for kjemisk behandling av minst 390 km elvestrekninger i norske vassdrag som er infisert med *G. salaris*.

Noen erfaringer med bekjempelse av *G. salaris* ved hjelp av fiskesperrer

Erfaringene med avsperringer i norske vassdrag er foreløpig få, men har vist at avsperring er et effektivt middel for utryddelse av *G. salaris*.

I Aureelva i Sykkylven ble det påvist *G. salaris*-infiserte laksunger i hele den lakseførende strekningen i 1984. I den lakseførende strekningen ligger Andestadvatnet, som har bestander av både stasjonær aure og røye. For å slippe å rotenonbehandle Andestadvatnet ble det i 1986 bygd ei fiskesperre i Aureelva, cirka 2 km

fra utløpet i sjøen. Elva ble rotenonbehandlet fra Andestadvatnet og ned til sjøen i 1988. Elvestrekningen oppstrøms Andestadvatnet, Aurdalselva, ble også behandlet. Behandlingen var vellykket, *G. salaris* forsvant, og vassdraget ble friskmeldt i 1992.

Figgavassdraget i Steinkjer kommune ligner Aureelva ved at en innsjø (Leksdalsvatnet) ligger i den lakseførende delen. *G. salaris* forekom både i elva Figga og i Lundselva, som er en tilløpselv til Leksdalsvatnet. I 1988 ble det bygd ei fiskesperre i Figga cirka 1 km fra utløpet i sjøen. Sperra hindret oppgang av fisk. Leksdalsvatnet har en bestand av stasjonær røye, og flere hundre røyer ble undersøkt uten at *G. salaris* ble påvist. Vassdraget ble rotenonbehandlet nedstrøms fiskesperrea i 1993. Avsperringen og behandlingen var vellykket idet det ikke ble påvist *G. salaris* på laksungene før i 1998, da vassdraget ble infisert på nytt med smitte fra det nærliggende Steinkjervassdraget. Steinkjervassdraget er nå på nytt rotenonbehandlet, med utstrakt bruk av korttidssperrer, samt med sperre i Figga. Resultatet av behandlingen er foreløpig positivt.

Ved utløpet av Skarvatnet i Lakselva i Misvær, ligger Storforsen. Her ble det bygd en lakse-trapp som stod ferdig høsten 1976, og de første laksene vandret opp trappa i 1977. Vinteren 1977/1978 ble imidlertid fisketrappa ødelagt av isgang, og det har senere ikke vandret laks opp forbi Storforsen. *G. salaris* ble påvist på laksunger oppstrøms Skarvatnet i 1980. Etter 1980 ble det ikke funnet laksunger oppstrøms Skarvatnet til tross for årlige undersøkelser. Lakselva nedstrøms Storforsen ble rotenonbehandlet i 1990. Rotenonbehandlingen var vellykket, og Lakselva ble friskmeldt i 1995. Laksungene og parasittene forsvant med andre ord fra vassdragets øvre deler som følge av at trappa ble sperret.

Høsten 2003 startet bekjempelsesaksjonen mot *G. salaris* i Røssåga/Rana-regionen. I Rana har Reinforsen fungert som langtidssperre siden tidlig på 1980-tallet. I sidevassdrag til både Rana og Røssåga er det tatt i bruk fiskesperrer for å gjennomføre seksjonert kjemisk behandling av vassdragene. Aksjonen vil fortsette til neste år og det forventes at regionen kan erklæres smittefri om cirka fem år. I motsatt fall vil aksjonen fortsette med nye tiltak.

Usikkerhetsmoment ved fiskesperrer

En fysisk fiskesperre etter kjente prinsipper forutsetter uansett at man får laget et vannstands-sprang over sperra, også ved store vannføringer. Riktignok er norske hydrologer og ingeniører blant verdens fremste på dette området, men i mange tilfeller er det vanskelig å finne en egnet lokalitet. Flate, bebodde områder er et eksempel på dette. Når sperra først er etablert må man være sikker på at den virker 100% og for eksempel ikke tilstoppes av rekved og lignende. I utgangspunktet er sperra konstruert for å hindre voksen fisk i å vandre opp, og siden laksens gytevandring foregår om sommeren er det i prinsippet ingen fare dersom konstruksjonen tettes av is om vinteren, forutsatt at dette ikke medfører andre negative effekter, slik som oversvømmelser. Man må også være oppmerksom på at før en endelig kjemisk behandling vil en fiskesperre være det eneste skillet mellom et område hvor smitten er tilstede, og et område hvor man har utryddet parasitten. Før en endelig bekjempelsesaksjon må det derfor være strenge regler for å unngå reinfisering oppstrøms sperra og man må være sikker på at parasitten virkelig er utryddet der.

Fiskesperrer i framtiden

Myndighetene har de siste par årene bevilget mer penger til bekjempelse av *G. salaris*, og det kan se ut som forståelsen av de store, negative konsekvensene av parasitten fører til en langsiktig satsing. Utvikling av alternative kjemiske behandlingsmetoder, slik som aluminiumsforbindelser, er kommet et godt stykke. Dersom det viser seg at disse metodene fungerer slik man håper, dvs utryddelse av parasitten uten å avlive annet liv i vassdraget, vil bruk av fiskesperrer være en viktig metode for å lykkes fordi kjemisk dosering vil foregå over lang tid over lange strekninger. Sperrer vil forenkle denne doseringen ved at enkelte deler av vassdraget eksempelvis kan seksjoneres ut og behandles separat med enten aluminium eller rotenon. Erkjennelsen av at de store infiserte vassdragene er vanskelige å behandle med rotenon, kombinert med økt kunnskap om fiskesperrer har ført til at det er startet planlegging av sperrer i noen av de store norske laksevassdragene. I den kommende tiårsperioden vil det derfor være sannsynlig at flere store sperreprosjekt vil gjennomføres. Slike prosjekt vekker stort engasjement, særlig lokalt. Så langt er det tydelig at skepsisen som finnes ofte er tuftet på mistro til

fortsetter neste side... →

at en fysisk konstruksjon vil fungere under alle forhold, og kanskje særlig at den vil medføre store negative konsekvenser for fiskebestander og flomforhold. Det er følgelig nødvendig at planlegging av slike konstruksjoner foregår sam-

tidig med at det skapes en enighet om at slike løsninger er riktige.

Hans-Petter Fjeldstad
SINTEF Energiforskning

Bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ved bruk av plante- giften rotenon

Rotenon utvinnes fra roten og stammen av noen tropiske plantearter i ertefamilien Leguminosae. Urbefolkninger i Australia, Oseania, sørlige Asia og Sør-Amerika har i århundrer benyttet råstoffet til fangst av fisk. I den vestlige verden ble stoffet senere tatt i bruk i insekticider, og fikk på 1900-tallet en utbredt anvendelse i jord- og hagebruk (1).

Rotenonmolekylet ($C_{23}H_{22}O_6$) er en fotokjemisk ustabil forbindelse som raskt brytes ned til karbondioksyd og vann. Fordi rotenon i lave konsentrasjoner er letalt for fisk, og fordi det er lett nedbrytbart i naturen brukes det i fiskeforvaltningsøyemed både i Norge og i utlandet. Reglene for bruk av rotenon i dette henseende har blitt kraftig innskjerpet i Norge de siste 15 årene. I situasjoner hvor det er fare for infeksjon eller spredning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, eller spredning av fremmede arter kan det bli gitt klarsignal til bruk av kjemikaliet (2).

Rotenon er en nervegift som virker ved at stoffet avbryter cellerespirasjonen. Stoffet blokkerer ATP i cellene ved inaktivering av cytochrome-b (1). Ved rotenonbehandling er det ønskelig å oppnå dødelig konsentrasjon av rotenon for laksefisk i hele den lakseførende delen av vassdraget. Dødelig konsentrasjon for fisk som gruppe ligger mellom 1,2 og 25 mg/l (20 arter, 96 t LC_{50}) (3). Ved rotenonbehandling benyttes konsentrasjoner på 25 mg/l (1,0 ppm) i de første timene av utslippet, og videre 12,5 mg/l (0,5 ppm) i de resterende timer for å sikre ønsket effekt. Rotenon er en selektiv gift for levende organismer som puster med gjeller (1). Egg av fisk og voksne stadier av en del akvatiske insekter overlever rotenonbehandling. Kilden til reetablering av populasjonen av de invertebrater som dør ved behandling, er drift av egg og larver fra områder som ikke behandles (4), og

som normalt utgjør mer enn 90 % av vassdraget. Det er ikke påvist at arter har forsvunnet som følge av rotenonbehandling (5).

Rotenonblandingen som tidligere ble benyttet er skiftet ut med en nyere og mer miljøvennlig blanding, ved navn CFT-Legumin. Denne inneholder Cubéharts 8 % (rotenonholdig plante-konsentrat, 31 % rotenon), Piperonylbutoksid 2,5 % (synergist), dietylenmonoglykoleter 57,5 % og n-metylpyrrolidon 10 % (løsningsmidler), Fennedefo 99 og Berol 822 (emulgatorer) (3). En miljørisikovurdering av stoffene i blandingen konkluderte med at selv om stoffene i utgangspunktet kan akkumuleres i biota eller sedimenter i forbindelse med rotenonbehandling, er det ikke grunn til å mistenke langtidseffekter da stoffene brytes ned relativt raskt (3). Konsentrasjonen av rotenonblandingen i vann under behandling er lav. Giftigheten for mennesker, fugler eller dyr som eventuelt drikker vann med slike konsentrasjoner regnes for å være fraværende (1). I konsentrert form kan løsningsmidlene i rotenonformuleringen være skadelig for mennesker ved innånding eller hudkontakt (6), derfor er det krav til bruk av verneutstyr ved håndtering av konsentrat. Undersøkelser har vist at rotenon ikke forårsaker reproduksjons eller fosterskader, genmutasjoner eller kreft (1). Her må det imidlertid tas forbehold, da studiene er gjort på andre formuleringer, og kunnskapen om stoffene i den nye formuleringen er noe begrenset (3). Studier

viser at verken rotenon, tilsetningsstoffer eller nedbrytningsprodukt ble funnet i grunnvannet etter behandling av vassdrag, men at rester kan påvises i flere uker i stillestående overflatevann under spesielle forhold (7).

Utvikling av rotenonbehandling som metode

I perioden 1981-2003 ble 28 vassdrag behandlet med rotenon. De første rotenonbehandlingene ble gjennomført med hell, da vassdragene var lite komplekse (8). På 90-tallet kom det derimot tilbakeslag i fire store vassdrag. I kjølvannet av dette ble det gjennomført en rekke utredningsarbeider for å finne årsakene til de mislykkede behandlingene og for å forbedre tiltaket (9, 10, 11, 12). Følgende ble deretter foretatt for å optimalisere behandlingene:

- Organisasjonen som gjennomfører behandlingene ble gjort mer handlekraftig, organisert bedre og gitt mer ressurser.
- Rammene i utslippstillatelsene ble gjort mer fleksible. På midten av 90-tallet var det krav om en konsentrasjon av rotenonløsning i vannet <math><0,5\text{ ppm}</math>. Kravet er nå 0,5-1,0 ppm.
- Praksisen med minimum to behandlinger ble innført.
- En mer omfattende overvåkning av fiskebestander ble lagt til grunn for avgrensning av behandlingsområdet.
- Oppgangssperrer ble tatt i bruk i større omfang for å redusere eller seksjonere behandlingsområdet.
- Utstyr ble fornyet og oppgradert for å oppnå mer effektiv behandling.
- Tiltakene ble kvalitetssikret i større omfang, både i forkant av og i løpet av en behandling.

Etter en periode preget av usikkerhet om hvordan gyro-problemet skulle håndteres, kom en ny tiltaksplan i 2002 (13). Av denne planen framgår det at rotenon fremdeles skal benyttes i kampen mot *G. salaris*, enten alene eller i kombinasjon med andre metoder.

Metodikken som benyttes under behandling er i store trekk som før (9), men en del av utstyret som brukes er fornyet eller videreutviklet. For spredning av rotenon i elvas tverrsnitt er doseringsutstyret forbedret slik at det sikrer en jevnere og mer pålitelig dosering. I tillegg doseres det over en lengre periode slik at eksponeringstid og innblanding blir tilstrekkelig. Ved



Sprøyting av elvebredd ved rotenonbehandling. Foto: K. Skår

behandling av randsonen mellom land og vann ble det tidligere benyttet hagekanner og rygg-sprøyter. Nå blir bredden sprøytet fra båt med motoriserte pumper.

Planlegging og gjennomføring av rotenonbehandling

Eventuelle rotenonbehandlingene i de ulike smit-tere-regionene prioriteres etter vurdering av smitte-risiko, behov for sperrebygging, hva som finnes av materiale i genbank for vill atlantisk laks (*Salmo salar*) og planer for reetablering. For eksempel blir ikke tiltaket gjennomført uten at et tilstrekkelig bevaringsarbeid er utført. Tidligere var det vanlig å gjennomføre én behandling av et vassdrag. Nå gjøres behandlingen oftest to ganger. Målet er å høyne sannsynligheten for å lykkes med å utrydde laksepara-sitten ved å redusere antall fisk i elva før den andre behandlingen gjennomføres. Første behandling er mindre omfattende, og blir foretatt i områder hvor det med stor sannsynlighet finnes laksunger. Gjenlevende fisk vil sannsynligvis forflytte seg til ledige, mer attraktive områder og vil dermed lettere eksponeres for rotenon i andre behandlingsrunde. Med to eller flere behandlinger vil også sannsynligheten avta for at fisk overlever i områder med naturlig dårlig innblanding.

Sentralt i planleggingen av en behandling står en topografisk og hydrologisk kartlegging. Omfattende befaringer frambringer opplysninger som trengs for å kunne planlegge og gjennom-

fortsetter neste side...

føre behandlingen. I en periode hvor forholdene er nært opp til hva de vil være ved behandling, blir det gjennomført en simulert behandling. Et sporstoff hvis spredning kan sammenlignes med fordelingen av rotenonløsningen i vann, slippes i elva. Graden av innblanding av stoffet i ulike deler av elva, og hastigheten på vannet, måles og brukes ved detaljplanleggingen av tiltaket.

Valg av strategi i kampen mot *G. salaris*

En helhetlig vurdering av effekten på miljøet og sannsynligheten for å lykkes bør ligge til grunn for valg av strategi i kampen mot lakseparasitten. Etter snart 30 år med bruk av rotenon i Norge, har det vært en utvikling mot en metode som kan benyttes i de fleste smittede vassdrag. Dette bekreftes av statistikken som viser at utrydningstiltak har vært mislykket i bare tre av 28 rotenonbehandlede vassdrag. Fokus på kvalitetssikring, oppskalering av utstyr, gjentakende behandling og bruk av sperrer for seksjonering av vassdrag har trolig forbedret metoden ytterligere de siste fire årene. Kunnskapen om de miljømessige effektene av rotenonbruk har blitt betydelig større, og rotenonformuleringen mer miljøvennlig. Dette må tas i betraktning når framtidig metodikk skal velges for bekjempelse av *G. salaris*.

Referanser

1. Finlayson BJ, Schnick RA, Cailteux RL, DeMong L, Horton WD, McClay W, et al, eds. Rotenone use in fisheries management: administrative and technical guidelines manual. Bethesda, MD: American Fisheries Society, 2000.
2. Forslag til handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Direktoratet for naturforvaltning og Statens dyrehelsetilsyn, 2000.
3. Kelley A, Weideborg M. Miljøriskovurdering av rotenonblandingen CFT-Legumin ved utslipp til Hardangervidda og til Steinkjervassdraget. Oslo: Aquateam – Norsk vannteknologisk senter, 1999; (Aquateam rapport 99-046)
4. Kjærstad G, Arnekleiv JV. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Ogna og Figga i 2001 og 2002. Laboratoriet for ferskvannsökologi og innlandsfiske. Trondheim 2003; 123.
5. Hartvigsen R, red. Effekten av rotenon på faunaen i norske vassdrag: rapport fra konsensumøte. Trondheim 1997. (NINA Oppdragsmelding 497)
6. InterAgro. Data-ark for sikkerhet (CFT-Legumin). Blentarp 2003.
7. Finlayson BJ, Harrington JM. Chemical residues in surface and ground waters following rotenone application to California lakes and streams. Chemical rehabilitation project symposium: procedures and issues. Western Division of the American Fisheries Society. Meeting, Bozeman, Montana 1991.
8. Johnsen BO, Jensen AJ. The *Gyrodactylus* story in Norway. Aquaculture 1991; 98: 289-302.
9. Haukebø T, Eide O, Skjelstad B, Bakkeli G, Tønset K, Stensli JH. Rotenonbehandling som tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Trondheim 2000. (Direktoratet for Naturforvaltning. Utredning 2000:2).
10. Fjelstad HP, Brabrand Å, Haukebø T, Johnsen B, Mo TA. Foreløpig rapport om arbeidet til rådgivingsgruppa i *Gyrodactylus*-saker, 2002.
11. Thorstad EB, Johnsen BO, Forseth T, Alfredsen K, Berg OK, Bremset G, et al. Fiskesperrer som supplement eller alternativ til kjemisk behandling i vassdrag infisert med *Gyrodactylus salaris*. Trondheim 2001. (Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2001-9).
12. Mo TA, Jansen PA, Appleby C, Johnsen BO. *Gyrodactylus salaris* i Rauma og Lærdalselva. Utredning for Statens dyrehelsetilsyn, 1997.
13. Tiltaksplan for arbeidet med bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i norske laksevassdrag. Direktoratet for naturforvaltning og Statens dyrehelsetilsyn 2002.

Kari Tønset Guttvik
VESO Trondheim

Asle Moen
VESO Trondheim

Ketil Skår
VESO Trondheim

Aluminium mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*

Et parasittspesifikt bekjempelsesmiddel mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, uten skade for miljøet, ser nå ut til å være funnet. Flere års forskning har endelig ført til at infisert laks (*Salmo salar*) kan behandles med svært godt resultat uten å ta livet av en eneste fisk. *G. salaris* synes å være blant de mest følsomme organismene for aluminium i norske vassdrag, og betydelig mer følsom enn den følsomme villlaksen. Dette betyr at relativt små mengder løst aluminium kan fjerne parasitten uten at fisken eller det resterende miljø påvirkes i nevneverdig grad.

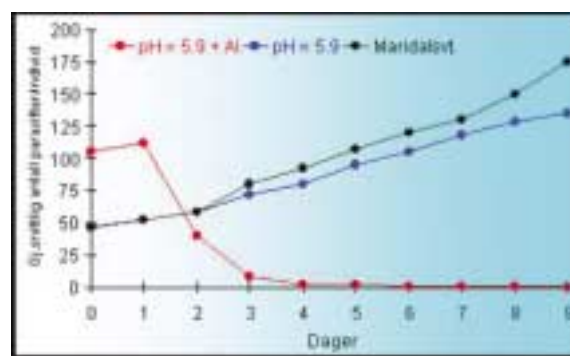
Innledning

På 90-tallet ble *G. salaris* og sur nedbør regnet som de største trusslene mot de norske villaksstammene (1). I dag står vi igjen med *G. salaris* som den største trusselen, og dette problemet har bare fortsatt å øke. Norske miljømyndigheter anser i dag denne parasitten som den største trusselen mot villaksen. Stadig nye elver blir infisert samtidig som behandlinger med rotenon ikke klarer å tilfredsstille ønsket om å bekjempe parasitten. I tillegg til dette kommer det faktum at rotenonbehandlinger er kontroversielle, først og fremst på grunn av sin omfattende effekt på andre akvatiske organismer. Dette har gjort at man lenge har ønsket seg metoder i kampen mot *G. salaris* som er parasittspesifikke. Vannløselig aluminium har vist seg å være et stoff som har nettopp en slik parasittspesifikk effekt.

Aluminium (Al) er det vanligste metallet i jordskorpen, og vaskes ut fra jordsmonnet til vann og vassdrag på grunn av sur nedbør (2, 3). Videre er det i dag allment akseptert at det er økte konsentrasjoner av aluminium i vannet som er hovedårsaken til at fisk dør eller påvirkes i forsurede vann og elver (4). Aluminium virker negativt på fisk først og fremst ved å angripe gjellene, og giftvirkningen er avhengig av flere vannkjemiske forhold i tillegg til forskjeller i følsomhet hos ulike fiskearter og livsstadier (5, 6). Den mest følsomme fiskearten vi kjenner er laks, særlig plommeseekkyngel og smolt. Størst giftvirkning har aluminium når vannet er relativt surt (pH < 6.0) og aluminium foreligger hovedsakelig som enkle uorganiske forbindelser (2).

Forsøk med aluminium

De første forsøkene med aluminium mot *G. salaris* ble utført tidlig på 90-tallet, for å under-



Figur 1. Effekt av aluminium (126 µg/l) på *G. salaris* infeksjon hos laks (etter Soleng et al. 1999 (7)).

søke hvordan laks kunne tåle belastninger av surt Al-holdig vann (sur nedbør) og *G. salaris* infeksjon samtidig (7). Resultatene var svært overraskende og oppsiktsvekkende fordi de viste at laksen klarte seg meget godt i disse forsøkene, mens parasitten ikke tålte selv relativt lave konsentrasjoner av aluminium. Etter bare noen få dagers eksponering ble det observert at laksen var blitt fri for parasitter mens kontrollfisken hadde en tilnærmet eksponensiell økning i antall parasitter (Figur 1). pH i vannet lå mellom 5,3 og 5,9 og konsentrasjonen av aluminium var mellom 130 og 250 µg/l. Når pH ble senket helt ned i 5,0 ble det observert at også surheten i seg selv hadde en effekt på *G. salaris*, men tilsetning av aluminium økte effekten (7).

Et sentralt spørsmål som dukket opp på bakgrunn av de ovennevnte forsøkene, var *hvordan* aluminium virker på *G. salaris*. Vi kan se for oss to mulig mekanismer. Den ene går ut på at aluminium har en direkte effekt på parasitten. Den andre mekanismen går ut på at aluminium virker indirekte på parasitten, via verten ved å endre de biokjemiske egenskapene til slimet på fiskens overflate. Etterfølgende studier tok sikte på å belyse aluminiums virkning på *G. salaris*

(8) og så langt ser det ut til at aluminium virker direkte på parasitten (9). Det har blant annet vist seg at fisk som har blitt pre-eksponert for aluminium ikke blir mindre utsatt for infeksjon og infeksjonsvekst enn fisk som ikke har blitt eksponert for aluminium på forhånd (8, 9). Det er fremdeles behov for å underbygge disse resultatene, men den gjeldende hypotesen er at *G. salaris* er særdeles følsom for aluminium og aluminium har en direkte effekt på parasitten.

Det er også vist at andre ektoparasitter har samme følsomhet for aluminium som *G. salaris*. Nylig ble det beskrevet hvordan fem ulike ektoparasitter på ferskvannsfisk, hvorav to andre gyrodactylider, elimineres eller reduseres i antall når de eksponeres for aluminium (10). Videre har det blitt rapportert lignende effekter ved at infeksjonen av ektoparasitten

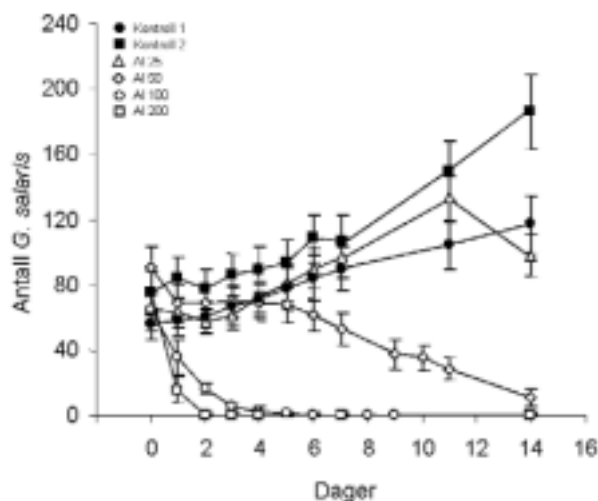
Pseudodactylogyrus anguilla hos ål reduseres ved tilsetning av aluminium til vannet (11).

GYROMET

Alle de nevnte studiene gir et relativt klart bilde av at vannkvaliteten spiller en viktig rolle for interaksjonen mellom vert og parasitt og forhøyede konsentrasjoner av metaller kan være en nøkkelfaktor. På bakgrunn av dette ble det i 2001 startet et prosjekt som kalles GYROMET, hvor hovedmålet er å finne frem til en parasittspesifikk behandlingsmetode for å bekjempe *G. salaris* i norske vassdrag. De første eksperimentene som ble gjennomført i dette prosjektet var et komparativt laboratoriestudium hvor virkningen av fem ulike metaller på *G. salaris* infisert laks ble undersøkt. Resultatene fra disse eksperimentene var i tråd med tidligere studier og viste at cirka 200 µg Al/l ved pH 6,0 førte til en rask eliminering av parasitten uten at laksen tok skade av behandlingen (12). Resultatene viste også at sink (Zn) hadde god effekt, noe som også er vist for andre parasitter (11). Kobber (Cu), jern (Fe) og mangan (Mn) ga derimot ingen effekt på *G. salaris* (12). Effekten av både aluminium og sink er konsentrasjonssavhengig og høyere konsentrasjon av metallet gir raskere eliminering av parasitten (Figur 2) (7, 12).

Feltforsøk

Etter gjentatte laboratorieforsøk var tiden moden for å teste ut aluminium i felt. De første feltforsøkene ble gjennomført i Lærdal i 2002. Her ble *G. salaris*-infisert laks i kar og tanker plassert



Figur 2. Effekt av ulike konsentrasjoner av aluminium på *G. salaris* hos laks. pH i Al-eksponeringene 6,1 og i kontrollene 6,6. Gjennomsnitt ± s.e.m, n=10 (fra Poléo et al. 2004 (12)).

ved ulike stasjoner langs elvebredden av Lærdalselva, og ulike Al-mengder tilsatt vannet (Figur 3). Resultatene viste at parasitten forsvant etter fire til seks dagers eksponering med en Al-tilsetning på 100 µg Al/l under lav vannføring og høy vanntemperatur i august. I juni med høy vannføring og lav temperatur måtte 200 µg Al/l tilsettes for å oppnå tilsvarende effekt. For å oppnå full effekt i sideelva Nivla, som har litt høyere pH og noe høyere innhold av ioner enn selve Lærdalselva, måtte 400-600 µg Al/l tilsettes for å få tilsvarende effekt (13).

I løpet av vinteren 2001/2002 ble det dokumentert *G. salaris* utbrudd i Statkraft SF sin genbank i Bjerka, og GYROMET gruppen ble invitert til å hjelpe til med å redde laksen (14). Utfordringen i Bjerka var den svært gode vannkvaliteten med pH over 7,0 og svært ionerikt vann med meget høy pH-bufferkapasitet. Her måtte svært høye konsentrasjoner av aluminium til for å gi effekt, opp mot 1500 µg/l. Behandlingen av laksen i genbanken var ikke fullt ut vellykket og i etterkant av de forsøkene som ble gjort i Bjerka og i Lærdal viser det seg at optimal pH for Al-behandling ligger fra 6,3 og lavere, mens vanntemperaturen helst bør være 6,0 °C eller høyere (14).

Vanntemperaturen har betydning for effekten av aluminium på følgende måte; ved lav temperatur er aluminium mindre giftig, men aktivt over lengre tid. Ved høy temperatur er aluminium mer aktivt ved samme konsentrasjon, men virketiden er mer kortvarig (2, 5). Virketiden for aluminium henger sammen med hvor raskt aluminium som er løst i vannet felles ut. I tillegg til

fortsetter neste side...



Figur 3. Forsøksoppsettet som ble brukt under feltforsøk i Lærdal. Legg merke til de sorte slangene som fører vann fra Lærdalselva inn i de store tankene på toppen. Derfra fordeles vannet til de ulike eksponeringskarene. Tilsetning av aluminium skjer ved hjelp av peristaltiske pumper som doserer inn sur Al-løsning.

vanntemperaturen blir derfor vannets pH svært avgjørende. Dette kan reguleres ved at man nedover i et vassdrag enten tilsetter mer aluminium eller justerer pH slik at aluminium forblir løst i vannet og beholder sin giftvirkning i hele

vassdraget.

Batnfjordselva

Høsten 2003 ble aluminium som behandlingsmetode testet i Batnfjordselva i Møre og Romsdal som er infisert med *G. salaris*. Det ble bygget et doseringsanlegg (Figur 4) for aluminium som ble plassert et godt stykke ovenfor den lakseførende strekningen. Teknologien som ble benyttet bygger på mange års erfaring med dosering av kalk i forsurede vassdrag i Norge. Resultatene fra Al-behandlingen viste at mellom 100 og 200 µg Al/l (pH mellom 5,5 og 6,3) tilsett fra ett doseringspunkt var tilstrekkelig til å fjerne parasitten på den øverste delen av den lakseførende elvestrekningen, og 5 km nedover (15). Resultatene viste dessuten at fisken ikke ble nevneverdig påvirket av Al-behandlingen, selv om det ble målt en svak fysiologisk respons hos fisk som ble holdt i bur på den behandlede elvestrekningen. Det har etterhvert blitt godt dokumentert at laks som eksponeres for aluminium over begrenset tid har meget god evne til å restituere fra de skadene aluminium påfører den, forutsatt at skadene ikke er svært omfattende (16). Det er derfor liten grunn til å frykte skadevirkninger på fisken i vassdraget det



Figur 4. Doseringsanlegget som ble brukt til dosering av aluminium til Batnfjordselva. Containeren inneholder en tank (12 m³) for sur Al-løsning, en doseringspumpe og en styringsenhet. Anlegget gikk på solceller fordi det ikke var tilgang på strøm ved doseringspunktet. Styringsenheten er koplet til en vannstandsmåler i elva som er kalibrert mot vannføringsmålinger utført på ulike vannstander. Anlegget har også mobiloverføring som muliggjør kontinuerlig overvåking av doseringsmengder og mengde gjenværende Al-løsning. Foto: R. A. Pettersen

være seg under eller etter en Al-behandling. Lokale sportsfiskere fanget sogar fisk i elva mens selve behandlingen pågikk (Figur 5). Foreløpige resultater fra en bunndyrundersøkelse som ble gjort i Batnfjordselva i forbindelse med Al-behandlingen viser dessuten at de Al-dosene som ble brukt har minimale effekter på bunndyrene. Resultatene viser dermed at lave doser med løst aluminium er et parasittspesifikt middel som først og fremst har effekt på ekto-parasitter som *G. salaris*. Doseringen av aluminium kan tilpasses slik at *G. salaris* infeksjonen kan reduseres/elimineres uten at fisk og andre organismer tar vesentlig skade av behandlingen.

Avslutning

Den kunnskapen som etterhvert er opparbeidet gir grunnlag for å hevde at aluminium alene kan brukes til å redusere *G. salaris*-belastningen til et uskadelig nivå i infiserte vassdrag, men at utryddelse med aluminium alene kan bli unødige komplisert i mange av disse. I slike vassdrag vil det derfor etter all sannsynlighet bli benyttet aluminium som hovedmiddel, i kombinasjon med andre tiltak som fiskesperrer og begrenset rotenonbruk (se egen artikkel om kombinasjoner av tiltaksmetoder).

Sammendrag

Aluminium har vist seg å være svært effektivt mot ektoparasitter som *G. salaris*. Effekten er avhengig av konsentrasjon, vannets pH og temperatur. Eksperimenter i laboratoriet så vel som i felt viser alle at parasitten er betydelig mer følsom for aluminium enn laks. I så godt som alle forsøk som er gjennomført har aluminium den effekt at *G. salaris* elimineres fra fisken, og at den forsuringfølsomme laksen tilsynelatende ikke tar noen skade av behandlingen. På bakgrunn av dette kan det forventes at behandling av *G. salaris* infiserte vassdrag i fremtiden kan gjøres ved bruk av aluminium som hovedmiddel.

Antonio B.S. Poléo

Institutt for molekylær biovitenskap
Universitetet i Oslo

Espen Lydersen

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Tor Atle Mo

Seksjon for fiskehelse
Veterinærinstituttet Oslo



Figur 5. Fornøyd fluefisker med pen fangst fra Batnfjordselva tatt under Al-behandlingen høsten 2003. Foto: R. A. Pettersen

Referanser

1. Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsakene til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for a bedre situasjonen. Oslo 1999. (NOU 1999:9).
2. Lydersen E. Aluminium in dilute acidic freshwaters : chemical, analytical and biological relevance. Oslo 1991. Dr. philos. avh.-Universitetet i Oslo.
3. Lydersen E, Löfgren S, Arnesen RT. Metals in Scandinavian surface waters: effects of acidification, liming, and potential reacidification. Crit Rev Environ Sci Technol 2002; 32: 73-295.
4. Gensemer RW, Playle RC. The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments. Crit Rev Environ Sci Technol 1999; 29: 315-450.
5. Poléo ABS. Aluminium polymerization: a mechanism of acute toxicity of aqueous aluminium to fish. Aquatic Toxicol 1995; 31: 347-56.

fortsetter neste side... →

6. Poléo ABS, Østbye K, Øxnevad SA, Andersen RA, Heibo E, Vøllestad LA. Toxicity of acid aluminium-rich water to seven freshwater fish species: A comparative laboratory study. *Environ Pollut* 1997; 96: 129-39.
7. Soleng A, Poléo ABS, Alstad NEW, Bakke TA. 1999. Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon. *Parasitology* 1999; 119: 19-25.
8. Grimsmo H. Aluminiums virkning på *Gyrodactylus salaris* infeksjon hos laks (*Salmo salar*): en direkte eller indirekte effekt? Oslo 2000. Cand. scient. oppgave - Universitetet i Oslo.
9. Grimsmo H, Mo TA, Poléo ABS. Aqueous aluminium has a positive effect on Atlantic salmon infected by the devastating ectoparasite *Gyrodactylus salaris*. 6th International Conference on Acidic Deposition - Acid Rain 2000 Tsukuba, Japan 2000.
10. Pettersen RA. The effect of aqueous aluminium on fish ectoparasites. Oslo 2003. Cand. scient. oppgave - Universitetet i Oslo.
11. Larsen TB, Buchmann K. Effects of aqueous aluminium chloride and zinc chloride on survival of the gill parasitizing monogenean *Pseudodactylogyrus anguillae* from European eel *Anguilla anguilla*. *Bull Eur Assoc Fish Pathol* 2003; 23: 123-7.
12. Poléo ABS, Schjolden J, Hansen H, Bakke TA, Mo TA, Rosseland BO, et al. The effect of various metals on *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Parasitology* 2004; 128: 1-9.
13. Lydersen E. Addition of trace metals to Norwegian rivers as a treatment against *Gyrodactylus salaris*- alternative to rotenone. Oslo 2002. Sluttrapport NFR prosjekt 145867/720.
14. Lydersen E, Hytterød S, Kristensen T, Håvardstun J, Rosseland BO, Poléo ABS et al. Al-behandling av *Gyrodactylus salaris* infisert Atlantisk laks (*Salmo salar*) i Statkraft SF sitt stamfiskanlegg i Bjerka, Nordland. Oslo 2002. (NIVA-Rapport 4583-2002).
15. Lydersen E, Bakke TA, Høgberget R, Håvardstun J, Hytterød S, Kristensen T, Mo TA, Pettersen RA, Poléo ABS, Rosseland BO, Øxnevad S, Al-behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Batnfjordselva. (Niva-Rapport 4783-2004).
16. Hytterød S, Schjolden J, Vøllestad A, Poléo ABS. Restituering hos fisk etter eksponering for surt Al-rikt vann. *Vann* 2001; 36 (4B): 414-9.

Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* med bruk av kombinerte løsninger

I foregående artikler er det redegjort for bruk av rotenon, aluminium og sperrer for å bekjempe *Gyrodactylus salaris*. I denne artikkelen skal vi belyse hvilke nye muligheter kombinasjoner av disse ulike metodene kan gi oss i kampen mot parasitten.



Figur 1. Skisse over en mulig kombinasjon av ulike tiltak i et *Gyrodactylus salaris*-infisert vassdrag. Aluminium (markert med rødt) brukes i hovedløpet og i større sidebækker. Rotenon benyttes i utvalgte sidebækker, dammer, vanskelige og perifere områder med kun sporadisk kontakt med elva og komplekse områder med spesielle utfordringer. Sperrer brukes for å begrense parasittens utbredelse og for å hindre oppvandring av potensielt infisert laks under behandlingen.

Så langt er det bare rotenon og sperrer som har vært benyttet i bekjempelsen av *G. salaris* i norske elver, og følgelig er erfaringsgrunnet deretter. Selv om erfaring med bruk av aluminium mangler, ser det ut til at dette kan bli et framtidig tiltak, men da i kombinasjon med andre tiltak.

De tre tiltakene eller metodene som i dag er aktuelle for å utrydde *G. salaris* fra elver og regioner, har alle styrker og svakheter og innbyrdes fordeler og ulemper. Når disse ulike metodene skal kombineres må vi søke å utnytte den enkelte metodes styrker og fordeler, og minimalisere de svake sidene.

Styrker og svakheter ved bruk av rotenon, sperrer og aluminium

En styrke med rotenon er at doserings- og virketid er kort og at virkningen er uavhengig av vannkjemi. Det er også en fordel at rotenonløsningen er konsentrert slik at relativt små mengder skal tilsettes for å ta livet av fisk. Dette er et fortrinn ved behandling i ulent og lite fremkommelig terreng. Den viktigste svakheten med rotenon er at den virker uspesifikt og tar livet av mer enn den parasitten man ønsker å fjerne. Selv om det generelt er en styrke at rotenons virketid overfor fisk er kort, kan dette også være en ulempe fordi man har relativt kort tid på seg til å lykkes i kompliserte vassdrag.

Styrken med aluminium er at den dreper parasitten uten å drepe fisk og andre dyr i et vassdrag. Dermed vil terskelen for å gjennomføre flere behandlinger være lav. Forskjellen i tålegrense (toksisitet) for parasitten og fisk (og de fleste andre dyr) er forholdsvis stor, noe som gjør at man kan behandle elver i lang tid og således øke sjansene for å lykkes. Svakheten med aluminium er at doseringen må tilpasses den enkelte vannforekomstens vannkjemi, vannføring og temperatur. De relativt store mengdene som må til og den lange behandlingstiden er en ulempe ved behandling i ulent og ufremkommelig terreng. Kunnskapen om bruk av aluminium er meget begrenset og det gjenstår mye forskning på området. Med årets gjennomføring av fullskala behandling av Batnfjordselva og storskala behandling av Lærdalselva vil en forhåpentligvis ha fått belyst mange de spørsmålene som i dag står uløst.

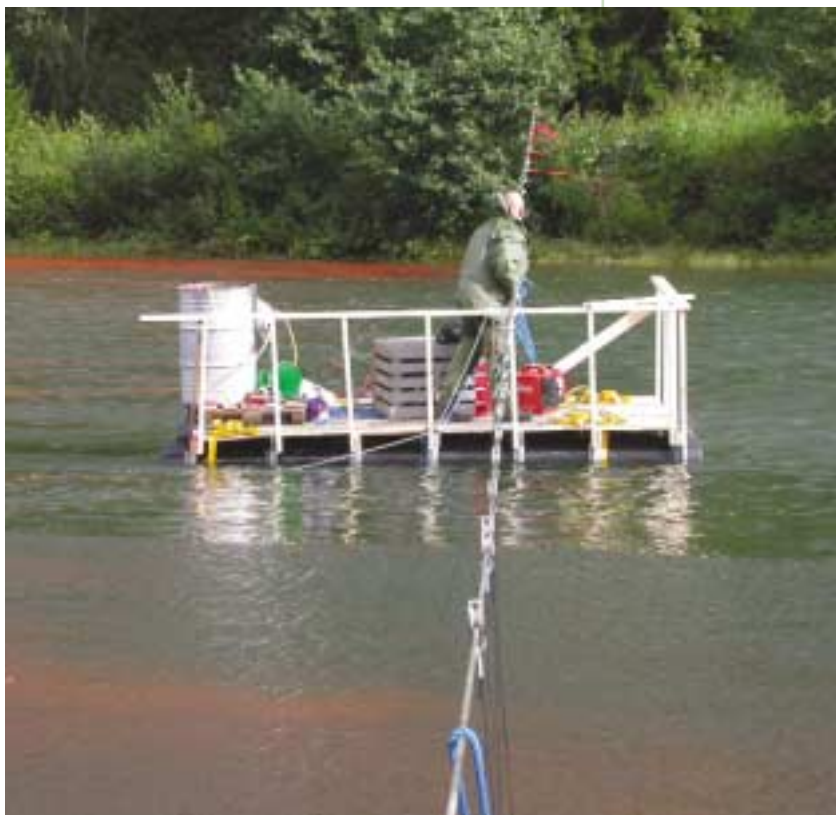
En styrke med sperrer er at de i liten eller ingen grad påvirker dyrelivet i et vassdrag. Svakheten med store langtidssperre er de kan bli skadet eller ødelagt av flommer, is og annet, og at de da må repareres og prosessen må startes på nytt da man må anta at infisert fisk kan ha passert sperren oppstrøms. Den lange virketiden

(mange år) er også en stor svakhet. Store langtidssperrer er kostbare og tildels kompliserte å bygge, særlig hvis de skal settes opp i bebygde områder. Små korttidssperrer som settes opp i forbindelse med en relativt kortvarig utryddelsesaksjon er ikke i samme grad beheftet med disse svakhetene. Sperrer må i praksis kombineres med kjemisk bekjempelse.

Muligheter ved bruk av kombinasjonsløsninger

Det vil fremgå av forrige avsnitt at det som er en styrke ved en metode ofte er en svakhet ved en annen. Dette gir store muligheter for kombinasjoner av tiltakene. Selv om aluminium er et nytt og interessant tiltak vil det neppe være et selvstendig alternativ for å utrydde *G. salaris* i et vassdrag. Et mulig scenario for en framtidig kombinasjonsbehandling av et vassdrag kan bestå i aluminiumsbehandling av hovedløpet, der de fleste lakseungene står. Rotenon benyttes i utvalgte sidebekker, vanskelige og perifere områder med kun sporadisk kontakt med elva og komplekse områder med andre spesielle utfordringer. I slike områder kan det også være aktuelt med små korttidssperrer for å avgrense vandringsmulighetene til fisk som er potensielle verter for parasitten (Figur 1).

Kombinasjonsløsninger kan lede til at man finner det hensiktsmessig å se på hele bekjempelsesstrategien med nye øyne. Spesielt kan det være aktuelt å se på bruken av sperrer i smittede vassdrag på nytt. Langtidssperrer medfører en innskrenking av parasittens utbredelse uten bruk av kjemikalier. Tidligere har sperrer i stor grad blitt målt opp imot hva man vinner ved at man unngår å rotenonbehandle en elvestrekning. Hvis man ønsker å benytte aluminium nedenfor et sperrepunkt vil dette på kort sikt være en mer skånsom behandling som også kan øke nytteverdien av en sperre lenger opp i vassdraget. Dette er ofte langt enklere teknisk og billigere enn å bygge sperrer langt ned mot munningen. Høy pris og lite gunstig topografi har i mange vassdrag virket begrensende på bygging av sperrer. En eventuell implementering av kombinasjonsløsninger i den framtidige bekjempelsesprosessen kan aktualisere bygging av sperrer i disse vassdragene. Sperrer lenger opp i vassdrag kan dermed relativt sett bli mer verdifulle. En sperre langt opp i et vassdrag kan medføre at gode gyteområder fortsatt er tilgjengelig. Dette kan være med på å opprettholde gode bestander av sjørørret uten å sette i gang kostbare programmer med oppfanging,



Påfriskningsstasjon i Røssåga i Hemnes kommune. Sporstoffet Rhodamin B blir dosert i hele elva tverrsnitt. Brukt for å måle innblanding og hastighet på sporstofftransporten lengre ned i vassdraget. Fra simulert behandling i Ranelva og Røssåga sommeren 2003. Foto: VESO

påfølgende gentesting og utsetting av yngel.

Man har i de siste åra mye på grunn av økonomiske forhold i stor grad tenkt regionalt i arbeidet med bekjempelsen av *G. salaris*. Handlingsplanen for tiltak mot lakseparasitten *G. salaris* utarbeidet av Direktoratet for naturforvaltning og Statens dyrehelsetilsyn i 2000 tar økonomisk høyde for en utvidet bruk av sperrer og at man i denne sammenhengen tenker nasjonal bekjempelse. Bruk av langtidssperrer for brakklegging krever at man kommer i gang tidlig i bekjempelsesprosessen og evner å planlegge og gjennomføre tiltak i flere vassdrag samtidig. En helhetlig og konkret plan for bruk av fiskesperrer vil gjøre det enklere å planlegge den videre kjemiske bekjempelsen av parasitten.

Utfordringer og usikkerheter ved valg av kombinasjonsløsninger

De viktigste spørsmålene som må besvares hvis man skal benytte kombinasjonsløsninger er; hvilket tiltak skal benyttes hvor, og skal man samtidig benytte fiskesperrer? Dette kan være premissleverende for hvilket kjemikalium som bør benyttes hvor.

fortsetter neste side...



Påfriskningsstasjon for å opprettholde rotenonkonsentrasjonen i Halsanelva i Vefsn kommune. Fra rotenonbehandlingen av Halsanelva og Hestdalselva våren 2003. Foto: VESO

Det er naturlig at aluminium forsøkes brukt i hovedstrengen, der hvor mesteparten av fisken man ønsker å behandle oppholder seg. Spørsmålet blir i realiteten derfor; hvor er man nødt til, eller hvor finner man det hensiktsmessig å bruke rotenon, og hvor mange ganger i en behandling med aluminium i hovedstrengen bør en behandle periferien med rotenon? Konkrete momenter som vil ha størst betydning i denne utvelgelsesdiskusjonen er bl.a. vannkjemien i den konkrete vannforekomsten, samt størrelsen og tilgjengeligheten til den aktuelle sidebekken eller vannforekomsten. Det gjenstår fortsatt en del arbeid før man vet om det finnes kjemiske forhold ved vannet som begrenser effekten av aluminium i så stor grad at det er hensiktsmessig å bruke rotenon. Aluminiums virkemåte bør i så måte være et prioritert forskningsområde de neste åra. Dosering med aluminium vil muligens også være noe mer arbeidskrevende i form av overvåkning av vannføring og vannkemi i mindre og perifere bekker enn rotenon. Områder som er vanskelig tilgjengelig kan føre til at man her velger å bruke rotenon som krever transport av mindre utstyr og væskevolum. En verdifull vannforekomst for andre vannlevende organismer kan gjøre det ønskelig å bruke aluminium.

Hva skjer i blandingssonen mellom rotenon og aluminium? Vil det være mulig for en fisk å oppholde seg i en blandingssone mellom en sidebekk og hovedstreng på en slik måte at rotenon ikke tar livet av den og at aluminium ikke gjør den fri for parasitter? Det er grunn til å tro at man i eventuelle blandingssoner mellom aluminium og rotenon bør behandle med stor grad av overlappende virkning, slik at verken temporære eller spatielle refugier oppstår. Hvordan virker aluminium i brakkvann? Vil aluminium være tilstrekkelig i munningsområdet, eller bør vi her behandle med rotenon eller en kombinasjon av rotenon og aluminium?

I dette bildet er det svært viktig at man greier å etablere systemer som kan evaluere effekten av kombinasjonsløsninger mens man behandler, slik at man er i stand til å avsløre svake punkt i behandlingen og iverksette tiltak der. Hvis arbeidet viser seg å være fruktbart er det grunn til å tro at vi har utviklet et konsept som vil gjøre oss i stand til å utrydde *G. salaris* i Norge. I dag er det aluminiumsbehandling vi vet minst om, vi må derfor arbeide for å øke kunnskapen omkring bruk og virkning av dette kjemikaliet. Dette bør imidlertid skje uten at man slakker på tempoet for pågående og planlagt bekjempelse.

Veien framover

Sommeren 2004 skal det gjennomføres et fullskala forskningsprosjekt i Batnfjordselva i Møre og Romsdal (se egen artikkel). Elva skal fullbehandles med aluminium i hovedstrengen og med rotenon i utvalgte perifere områder og sidebekker. Underveis legges det opp til et omfattende arbeid for å evaluere de enkelte metoder og kombinasjonen av disse.

Vi håper at dette kan markere starten på en ny giv i bekjempelsen av *G. salaris*. Et samlet fagmiljø står klar til å utforske de mulighetene kombinasjonsstrategien kan gi. Det har gjennom mange år vært pekt på vår plikt til fjerne parasitten fra smittede vassdrag så vel som de positive rekreasjonsmessige og samfunnsøkonomiske effekter dette har både nasjonalt og lokalt. Vi forventer at dette vil kunne ha en positiv effekt ovenfor våre bevilgende myndigheter som gir seg utslag i en større satsing på å bekjempe laksedreperen *G. salaris*.

Roar Sandodden

VESO Trondheim

Tor Atle Mo

Seksjon for fiskehelse
Veterinærinstituttet Oslo

Ketil Skår

VESO Trondheim



Dryppstasjon ovenfor anadrom grense i Navarselva, ei sideelv til Halsanelva i Vefsn kommune. Fra rotenonbehandling av Halsanelva og Hestdalselva våren 2003. Foto: VESO

Avl for økt motstandsevne mot *Gyrodactylus salaris*-infeksjon

Rotenonbehandling av vassdrag for å utrydde lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* er mislykket dersom den ikke er 100 % effektiv. Hvis noen parasitter overlever og fører til nye infeksjoner, er situasjonen mer eller mindre den samme som før behandlingen. Vi vet ikke om det er mulig med 100 % effektiv rotenonbehandling av store geografiske områder, og det er dessuten usikkert om den korte avstanden til mange infiserte Østersjøvassdrag, smitta vassdrag i Nord-Finland og på Kola-halvøya kan føre til ny smitte i framtida.

Behovet for å utforske alternative strategier er derfor stort. Dette gjelder særlig strategier for å øke villaksens evne til å overleve i infiserte elver dersom utryddingsstrategien slår feil, slik det også framgår av Rieber-Mohn utvalgets tilrådinger (1). Det vi snakker om er altså sjukdomskontroll.

Forskere fra AKVAFORSK, NINA/NIKU og Universitetet i Oslo har det siste året arbeidet sammen med lokale organisasjoner om et forskningsprosjekt som tar sikte på å framskynde og øke den arvelige motstandsevnen mot *G. salaris* hos laks i Drammensvassdraget og Lierelva. Siden det allerede råder stor usikkerhet om det er mulig å utrydde parasitten i dette vannsystemet, er forbedret motstandsevne en svært aktuelt alternativ strategi. Resultatene fra prosjektet vil dessuten senere kunne overføres til andre vassdrag dersom det viser seg at utryddingsstrategier ikke fører fram der.

Bakgrunnen for studiene

Forholdet mellom *G. salaris* og norsk villaks er et tradisjonelt forhold mellom parasitt og vert. Det finnes eksempler i naturen på at parasitter kan utrydde vertsorganismen, men dette er likevel et unntak fra regelen, og må betraktes som en mislykket tilpasning hos parasitten. Uten verten vil parasitten nemlig ikke overleve. Det vanlige er at parasitt og vert utvikler en "våpenhvile" gjennom naturlig seleksjon. Parasitt-individer som ikke dreper verten sin vil ha et utviklingsmessig fortrinn, og vertsfisk som tåler parasitten best vil ha størst sjanse til å formere seg. Resultatet blir en parasitt som påfører verten så lite skade som mulig og en vert som tolererer parasitten bra.

De fleste eksemplene på mislykkede tilpasninger, der parasitten helt eller delvis utrydder verten, finner vi når vert og parasitt har hatt liten

eller ingen kontakt opp gjennom utviklingshistorien. Den høye dødeligheten hos villaksen i gyrodactylus-infiserte vassdrag i Norge tyder på at sameksistensen mellom vert og parasitt har vært kortvarig. At villaks og *G. salaris* kan utvikle en bedre tilpasning til hverandre finnes det eksempler på for eksempel hos Neva-stammen i Østersjøen (2), der parasitt og laks antakelig har levd sammen over svært lang tid. Det finnes også laksestammer i Norge som viser en viss motstandskraft mot *G. salaris*, for eksempel i Batnfjordselva hvor produksjonen var ganske god og motstandsevnen mot parasitten økende i populasjonen til tross for smitte. Dette tyder på at parasitten kanskje ikke er helt fremmed for den norske villaksen i historisk perspektiv. I alle fall er det rimelig å anta at den norske villaksen har genetisk potensiale til å utvikle motstandsevne mot *G. salaris*.

Motstandsevne mot gyro og arvelig bakgrunn for motstandsevne

Et stort antall medfødte og ervervede egenskaper er involvert i fiskens motstandsevne mot utvendige parasitter (3). Arvelig motstandsevne mot parasitter kan skyldes ett enkelt arveanlegg, som for eksempel motstandsevne mot malaria-parasitten hos menneske, men forsøk utført ved Zoologisk museum, Universitetet i Oslo, tyder ikke på at dette er tilfelle for motstandsevne mot *G. salaris* hos laks (4). De vanligste formene for motstandsevne mot parasitter vil bestå av en kombinasjon av flere ulike egenskaper hos verten, og hver av disse egenskapene kan være styrt av flere arveanlegg. Det vil da kunne oppstå ulike grader av motstandsevne. Gjennom generasjoner med naturlig utvalg vil stadig flere av de gunstigste arveanleggene nedarves sammen. Dette vil kunne resultere i individer med en motstandsevne som sjelden eller aldri oppsto i tidligere generasjoner, uten at det er tilført noen nye arveanlegg.

Egenskaper som hudens tykkelse og styrke, fiskens atferd og hvor den står i elva kan være medbestemmende for om en utvendig parasitt kan finne feste, og immunmekanismer i fiskehuden vil motarbeide parasittens forsøk på å etablere seg (5). Dessuten har mange arbeider vist at laksefisk danner spesifikke antistoff mot *Gyrodactylus sp.* (6, 7, 8, 9). Et viktig våpen i fiskens første-linje forsvar mot utvendige parasitter, er produksjon og utskillelse av slim fra huden. Denne egenskapen utnyttes imidlertid også av parasitten når den skal lokalisere verten, og områder med høyt innhold av slimproduserende celler på fiskens overflate er yndede nedslagsfelt for parasitten i innledende stadier av infeksjonen (3). Selv om parasitten er lokalisert til hud, er det åpenbart at den samlete vertsresponsen til fulle er i stand til å snu infeksjonen etter noen uker. Dette gjelder også hos laks (4). Og det er denne samlede responsen, som omfatter såvel de slimproduserende cellene i huden, som fiskens immunceller og antistoffer, en seleksjon for økt motstandsevne tar sikte på å utnytte.

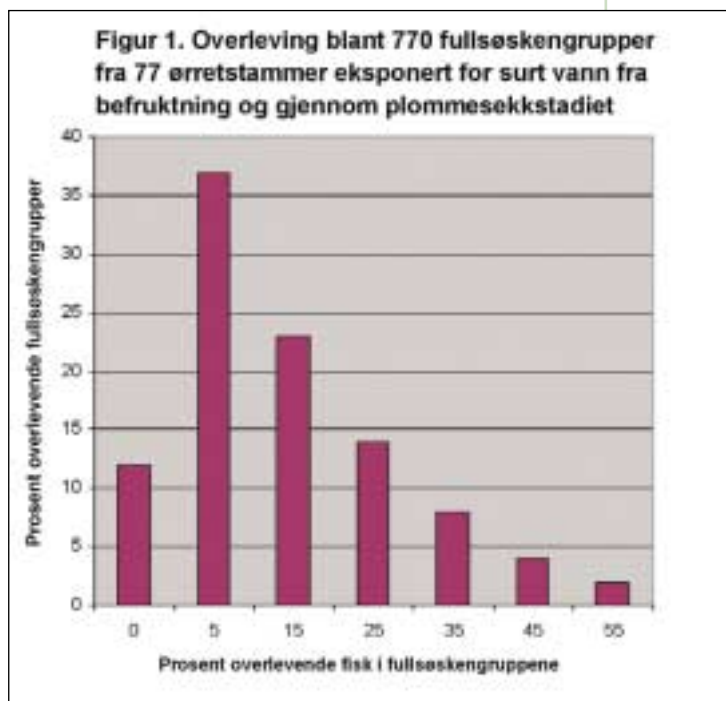
Kultiverings betydning for laksens motstandsevne mot *G. salaris*

I de fleste tilfelle medfører kultivering at den naturlige seleksjonen blir påvirket. Utvalget av stamfisk og den naturlige seleksjonen blant avkommet i klekkeriet avviker sannsynligvis fra seleksjonen i elva. I enkelte elver som er infisert med *G. salaris* har det vært gjennomført kultivering med klekking og utsetting av laksunger som har blitt skjermet mot parasitten i den mest mottakelige perioden. Dersom motstandsevne mot parasitten er arvelig, vil kultiveringsarbeidet motvirke den naturlige seleksjonen og forsinke en utvikling av motstandsevne hos laksen.

Styrt seleksjon for å øke fiskens tålegrense for endringer i miljøforhold og for sykdom

Styrt seleksjon eller seleksjon for å akselerere naturlig seleksjon for tilpasning til brå endringer i miljøforholdene hos ville populasjoner, har tidligere vært foreslått fra AKVAFORSK i forbindelse med fiskedød forårsaket av forsurening av norske vassdrag. Det ble utført innledende forsøk med estimering av arvelig variasjon i resistens mot lav pH hos aure og utført en generasjon med seleksjon med vellykket resultat (10, 11).

Mulighetene for å gjennomføre slik assisterende seleksjon for motstandskraft mot sjukdomsorga-

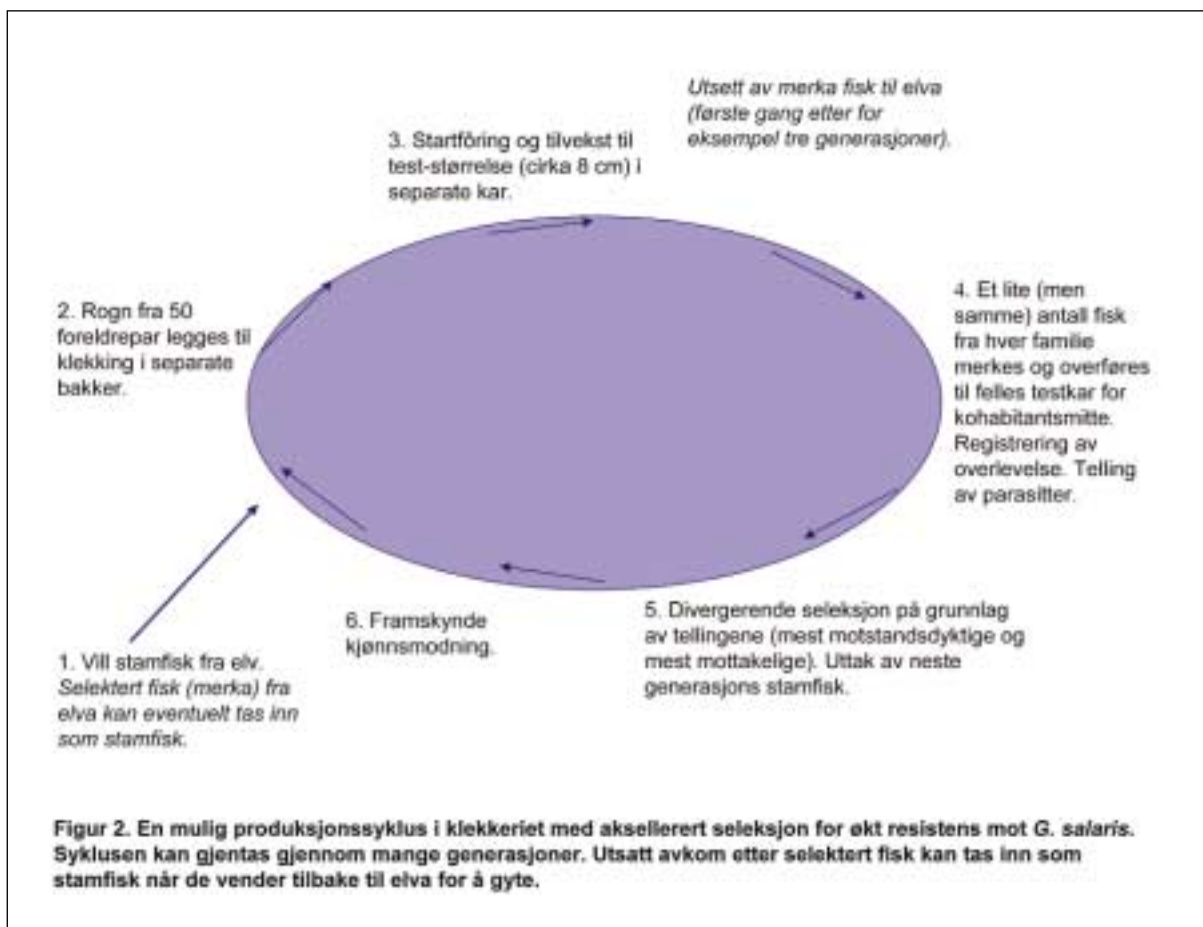


nismer hos laks er lovende, vurdert ut fra en rekke studier av arvelig variasjon og respons på seleksjon når det gjelder motstandskraft hos oppdrettslaks mot furunkulose, bakteriell nyresjuka, infeksjøs lakseanemi med flere (12, 13, 14, 15, 16, 17, 18). Overføringsverdien av resultatene fra laboratorieforsøk til feltforhold i oppdrett har også vist seg å være betydelig (19).

Seleksjon for økt motstandsevne mot *G. salaris*

Stamfisk fanges i de infiserte Drammens- og Liervassdragene. Her finnes det allerede vel-drevne kultiveringsanlegg med klekkerier og muligheter for å føre fram yngel og eldre fisk. I klekkeriene utsettes avkommet etter stamlaksen for kontrollerte angrep slik at det kan avgjøres hvem som tåler mest og hvem som tåler minst. Dette innebærer trolig en langt sterkere og mer målrettet seleksjon for motstandsevne enn i et naturlig elvemiljø, fordi det selekteres for en enkelt egenskap, nemlig "motstandsevne mot *G. salaris*". De mest motstandsdyktige fiskene vil så bli valgt ut som neste generasjons foreldre ut ifra teorien om at de vil gi opphav til en ny generasjon av fisk som er like motstandsdyktige som gjennomsnittet av sine foreldre. Ved å framskynde kjønnsmodningen, gjennom styring av lys, vanntemperatur og fôring, vil fisken kunne gyte etter bare 12-18 måneder mot i naturen fire-sju år. På denne måten kan det naturlige utvalget få virke gjennom mange generasjoner i klekkeriet på den tiden som trengs for å gjennomgå en generasjon i naturen.

fortsetter neste side...



Ved så å sette ut merket, selektert fisk i elva etter noen generasjoner, kan man studere hvordan denne fisken greier seg sammenliknet med sine uselekterte artsfrender. Hvis den utsatte fisken klarer seg bedre vil motstandskraften etter hvert spre seg naturlig i elvebestanden. Samtidig kan den kontrollerte seleksjonen fortsettes i flere generasjoner for å utvikle motstandskraften videre. Og når merket fisk kommer tilbake til elva for å gyte kan den eventuelt inkluderes som foreldrefisk i det pågående seleksjonsprogrammet.

Hvilke innvendinger kan reises mot en slik strategi?

Det kan innvendes at det vil ta lang tid å utvikle en bedre tilpasning mellom villaks og *G. salaris*. Dette kan føre til langvarig reduksjon av produksjonen i de infiserte elvene med de konsekvenser dette får for aktiviteter knyttet til elvefisket. På den andre siden vil tidshorizonten være langt kortere enn ved naturlig seleksjon i elva både fordi generasjonsintervallet kan reduseres betydelig og fordi det kan gjennomføres en mye sterkere og smalere, det vil si mer målretta seleksjon i klekkeriet. Dessuten er det et

beklagelig faktum at rotenon har vært eneste strategi i 20 år uten at gyrodactylus-problemet på noen måte er løst.

Det kan innvendes at utvikling av bedre motstandsevne hos laksen vil bety at vi vil måtte leve med *G. salaris* i norske elver i framtida.

Beslutningen om ikke å rotenonbehandle Drammens- og Liervassdragene innebærer imidlertid allerede en aksept for at parasitten er stasjonær innenfor landets grenser. Dessuten vil situasjonen langt på vei være den samme dersom det skulle vise seg at rotenonbehandling ikke fører fram, bortsett fra at mye verdifull tid vil ha gått tapt hvis det ikke samtidig har blitt utviklet alternative strategier. I tillegg er avstanden til smitta vassdrag i våre nærområder så kort at selv om rotenonstrategien skulle lykkes ville vi ikke være sikret mot reinfeksjon fra disse områdene. I elver der behandling er planlagt blir det dessuten ofte gjennomført kultivering med utsetting av laksunger som er blitt skjermet mot *G. salaris* i den mest følsomme yngelperioden. Dette motvirker trolig den naturlige seleksjonen og forsinker utvikling av motstandsevne hos laksen. Dette vil igjen si at para-

sitten lettere kan etablere seg etter en reinfeksjon. Seleksjon vil derfor i alle tilfelle representere en viktig beredskap i elva, og særlig ved hyppige reinfeksjoner.

Det er også mulig at enkelte svake elvestammer kan dø ut. Dette er ikke i tråd med vedtatte mål om stammeretta forvaltning, men det er heller ikke lang vei tilbake til reetablering av en stamme når årsak til utrydding er under kontroll, jamfør den reetablering som er gjennomført i Akerselva. Dessuten er slike stammer heller ikke sikret varig liv med dagens strategi.

Referanser

1. Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsakene til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Oslo 1999. (NOU 1999:9).
2. Bakke TA, Harris PD, Jansen PA, Hansen LP. 1992. Host specificity and dispersal strategy in gyrodactylid monogeneans, with partiular reference to *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea). Dis Aquat Org 13, 63-74.
3. Buchmann K. 2000. Antiparasitic immune mechanisms in teleost fish: a two-edged sword? Bull Eur Assoc Fish Pathol 20, 48-59.
4. Bakke TA, Soleng A, Harris PD. 1999. The susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) x brown trout (*Salmo trutta* L.) hybrids to *Gyrodactylus salaris* Malmberg and *Gyrodactylus derjavini* Mikailov. Parasitology 119, 467-81.
5. Buchmann K. 1999. Immune mechanisms in fish skin against monogeneans – a model. Folia Parasitol 46, 1-9.
6. Vladimirov VL. 1971. The immunity of fishes in the case of gyrodactylosis. Parasitologiya 5, 51-8 (English translation: Parasitology 1, 58-68).
7. Buchmann K. 1993. A note on the humoral immune response of infected *Anguilla anguilla* against the gill monogenean *Pseudodactylogyrus bini*. Fish Shellfish Immunol 3, 397-9.
8. Wang G, Kim J-H, Sameshima M, Ogawa K. 1997. Detection of antibodies against the monogenean *Heterobotrium okamoti* in Tiger puffer by ELISA. Fish Pathol 32, 179-80.
9. Mazzanti C, Monni G, Varriale AMC. 1999. Observations on antigenic activity of *Pseudodactylogyrus anguillae* (Monogenea) on the European eel (*Anguilla anguilla*). Bull Eur Associ Fish Pathol 19, 57-9.
10. Gjedrem T. 1976. Genetic variation in tolerance of brown trout to acid water. SNSF-Project, Norway, FR5/76.
11. Edwards D, Gjedrem, T. 1979. Genetic variation in survival of brown trout eggs, fry, and fingerlings in acidic water. SNSF-Project, Norway FR16/79.
12. Gjedrem T, Aulstad D. 1974. Selection experiments with salmon. I. Differences in resistance to vibrio disease of salmon parr (*Salmo salar*). Aquaculture 3, 51-9.
13. Refstie T. 1982. Preliminary results: Differences between rainbow trout families in resistance against vibriosis and stress. Muiswinkel WB van, ed. Immunology and immunization of fish: Conference Wagenengen 1981. New York: Pergamon Press, 1982: 205-9 (Dev Comp Immunol 1982; suppl 2).
14. Standal M, Gjerde B. 1987. Genetic variation in survival of Atlantic salmon during the sea-rearing period. Aquaculture 66, 197-207.
15. Gjedrem T, Salte R, GjØen HM. 1991. Genetic variation in susceptibility of Atlantic salmon to furunculosis. Aquaculture 97, 1-6.
16. Fevolden SE, Refstie T, RØed KH. 1992. Disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) selected for stress response. Aquaculture, 104, 9-29.
17. Salte R, GjØen HM, Norberg K, Gjedrem T. 1993. Plasma proteins as potential marker traits for resistance to furunculosis. J Fish Dis 16, 561-8.
18. Fjalestad KT, Larsen HJS, RØed KH. 1996. Antibody response in Atlantic salmon (*Salmo salar*) against *Vibrio anguillarum* and *Vibrio salmonicida* O-antigens. Heritabilities, genetic correlations and correlations to survival. Aquaculture 145, 77-89.
19. GjØen HM, Refstie T, Ulla O, Gjerde B. 1998. Genetic correlations between survival of Atlantic salmon in challenge tests and field test. Aquaculture 158, 277-88.

Ragnar Salte
AKVAFORSK

Hans Bernhard Bentsen
AKVAFORSK

Gyrodactylus salaris – forvaltning av en ektoparasittsjukdom på domestiserte og ville laksebestander

***Gyrodactylus salaris* er en ektoparasitt med cirka 0,4 mm lengde som angriper laksefisk i ferskvannsfasen. Den har gitt problemer i kultiverings- og settefiskanlegg på domestisert laks og alvorlige skader på ville laksestammer her i landet. Infeksjon med *G. salaris* er en B-sjukdom (1, 2) og bekjemping er en del av Mattilsynets oppgaveportefølje. I forurensingssammenheng er *G. salaris* karakterisert som en fremmed og uønsket art i norsk fauna. På denne bakgrunnen er den et tema for Miljøverndepartementet (MD) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) med hjemmel i lakseloven (3).**

Rotenon benyttes som hovedkjemikalium ved utrydding i vassdrag, og utslipp krever tillatelse etter forurensingsloven (4) som forvaltes av Statens forurensingstilsyn (SFT).

Historikk og regelverk

G. salaris er ikke naturlig utbredt i Norge men ble introdusert en eller flere ganger i årene før 1975 og ble første gang påvist i 1975 (5). Det var de første årene ikke erkjent av forvaltningsmyndighetene at *G. salaris* var en skadegjører som måtte inkorporeres i regelverket for bekjempelse av sykdommer. Først etter at *Gyrodactylus*-utvalget avga sin årsrapport i april 1982, ble det konstatert at bestandene av laks i de angrepne vassdragene nærmest var utryddet og at "alle mulige tiltak må derfor settes i verk for å hindre spredning" (6). Ved denne anledningen gjorde man også oppmerksom på at saken var tatt opp med den daværende Veterinæravdelinga i Landbruksdepartementet (LD), og det ble bedt om at parasitten ble tatt inn på lista over sykdommer som fiskesjukdomsloven skulle gjelde for, samt at de nødvendige tiltak ble satt i verk for å hindre videre spredning.

Veterinæravdelinga kunngjorde i Rundskriv M-79/83 av 6. juni 1983 (7) at fiskesjukdomsloven umiddelbart skulle gjelde for *G. salaris*. Den er nå oppført som B-sjukdom i sjukelista (2) som i dag hjemles i Matloven (8). Fiskeridepartementet har fra 1. januar 2004 ansvar for regelverk relatert til helse og velferd hos akvatiske dyr, mens all forvaltning og alt tilsyn med hjemmel i denne loven vil foretas av Mattilsynets ulike ledd som er opprettet fra samme dato (etter at Statens dyrehelsetilsyn (SDT) hadde hatt disse oppgavene fram til da).

Egen forskrift om forebygging, begrensning og utrydding av *G. salaris* med hjemmel i fiske-sjukdomsloven ble vedtatt 28. februar 1997 (9), og denne gir nå Mattilsynets regionkontor hjemmel til å stadfeste diagnose på grunnlag av laboratoriediagnose fra Veterinærinstituttet (VI). Videre kan regiondirektøren bestemme at akvatiske organismer i hele eller deler av vassdrag der *G. salaris* er påvist skal behandles eller avlives, samtidig som det blir gjort oppmerksom på at tiltak som medfører inngrep i fiskebestand eller annen fauna krever tillatelse etter annet lovverk, lakseloven og forurensingsloven. De to sistnevnte lovene forvaltes av MD og vedtaks-kompetansen var tidligere delegert til hhv DN og SFT, et vedtak som ble trukket tilbake i desember 2000 slik at vedtakene nå blir gjort av departementet. Det er dermed oppstått en ubalanse mellom de ulike forvaltningsmyndighetene, og klager på Mattilsynets vedtak må avgjøres i Mattilsynets Hovedkontor mens klage på MDs vedtak må avgjøres av Kongen i Statsråd. Dette siste har skjedd flere ganger.

Smitte i anlegg

Påvisning av *G. salaris* i akvakulturanlegg fører til båndlegging og restriksjoner ved vedtak av Mattilsynets distriktskontor. Hittil har i alt cirka 40 anlegg vært infisert, men det er pr i dag ingen infiserte eller båndlagte anlegg.

Forvaltningsplaner

Handlingsplanen av 2000

Samarbeid og arbeidsfordeling i bekjemping av sykdom med *G. salaris* har regelmessig blitt avklart ved avtaler mellom de involverte instanser. DN utarbeidet en handlingsplan for tiltak mot parasitten på begynnelsen av 1990-tallet, publisert i 1995. På basis av denne betegnet

fortsetter neste side... →

Villaksutvalget i 1999 i sin innstilling "Til laks åt alle kan ingen gjera?" (NOU 1999:9), *G. salaris* som den mest omfattende kjente tapsfaktor forårsaket av menneskelig aktivitet som har rammet de norske laksebestandene de siste åra. Utvalget foreslo en aktiv bekjemping ved bygging av laksesperrer og rotenonbehandling. Disse anbefalingene ble fulgt opp i St.meld. nr.8 (1999-2000) "Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand" hvor det ble påpekt at arbeidet med bekjempelse av *G. salaris* vil bli gitt særlig prioritet i åra framover, og at forslaget til handlingsplan i all hovedsak ville bli lagt til grunn for det framtidige arbeidet med å bekjempe parasitten.

På bakgrunn av nevnte utredning vedtok DN og SDT i 2000 en Handlingsplan (10). Ansvarsfordelinga mellom de berørte departementer og underliggende etater ble fastsatt som følger:

MD med underliggende etater har ansvar for:

- utrede bekjempingsstrategier for det enkelte vassdrag
- nasjonalt kompetansesenter for gjennomføring av tiltak mot *G. salaris*
- gjennomføring av tiltak mot *G. salaris*
- utredning av alternative bekjempingsmetoder
- forskning

Fiskeridepartementet med underliggende etat (nå Mattilsynet) har ansvar for:

- overvåkingsprogram
- smittebegrensende tiltak
- epidemiologisk kartlegging
- smittehygieniske tiltak ved behandling
- informasjon om smittestatus og smitteforebyggende tiltak
- forskning

Handlingsplanen fastslo videre at det skulle nedsettes en overordnet nasjonal styringsgruppe med medlemmer fra DN og SDT (nå Mattilsynet), ledet av DN.

Veterinærmedisinsk Oppdragscenter i Trondheim (VESO-Trondheim) fikk ansvar for å koordinere og gjennomføre forberedelser, kartlegging, planlegging og gjennomføring av kjemisk behandling av vassdrag. Behovet for støtte fra ekstern ekspertise skulle dekkes via etablering av ulike grupper med særlig innsikt og erfaring (se nedenfor). Lokale og regionale grupper skulle etableres og skal fungere som informasjons-

kanal, ta opp problemstillinger knyttet til lokale forhold og forøvrig fungere som en drøftingsarena og en lokal ressurs i arbeidet mot smitten.

Handlingsplanen stadfester en inndeling av de berørte vassdragene i smitteregioner på basis av muligheten for spredning av parasitten med vandring av infisert fisk i brakkvann i fjordsystemene. Av i alt 15 smittede regioner hadde man i 2000 oppnådd å utrydde parasitten fra sju. Av de gjenværende åtte tar handlingsplanen mål av seg til, med den nåværende kunnskap, å utrydde parasitten fra sju. Om den siste regionen som omfatter Drammenselva og Lierelva, sies det: "Det er ikke aktuelt å iverksette tiltak for å utrydde parasitten innenfor rammen av denne handlingsplan. Videre erfaring med kjemisk behandling samt utvikling av alternative bekjempelsesmetoder avgjør om det i framtiden kan bli aktuelt."

Tiltaksplanen av 2002

I desember 2000 ga Stortinget Regjeringa i oppdrag å utarbeide en flerårig tiltakspakke mot *G. salaris*. Tiltaksplanen (11) er resultatet av dette oppdraget, og den er en direkte oppfølging og konkretisering av Handlingsplanen av 2000, men med større vekt på de samfunnsøkonomiske forhold enn tidligere. Norge har fram til i dag blitt påført kostnader i størrelsesorden tre-fire milliarder kroner. Planens tidshorisont er ti år, og den slår fast at det er realistisk å fjerne parasitten fra alle infiserte vassdrag unntatt i Drammensregionen i løpet av denne tida.

FoU-arbeid

Det er siden den første påvisning av *G. salaris* i Norge utført et meget stort forsknings- og utredningsarbeid for å klarlegge alle aspekter ved problemområdet og parasittens betydning for laks i domestisert og vill tilstand (se 5 og 12). Dette FoU-arbeidet har vært basis for forvaltningens valg av strategier i forebyggings- og bekjempingsarbeidet. Råd til forvaltningen er hentet fra Rådgivingsgruppa (forslag til strategivalg og behandlingsrekkefølge), STOPP-gruppa (utvikling av sperreløsninger, generelt og for det enkelte vassdrag) og Metodegruppa (kompetansegruppe for kjemisk behandling).

Smitteforebygging

Det viktigste forebyggende tiltak er å redusere antall smitekilder, dvs infiserte anlegg og vassdrag. For øvrig oppnås forebygging fra infiserte

anlegg ved at de pålegges restriksjoner.

Det viktigste tiltaket i vassdrag er å hindre omfattende utvandring av infisert smolt ved reduksjon av kultiveringsaktiviteten og oppfisking av gytefisk. Dette kolliderer sterkt med interessene til de personene og miljøene som har rettigheter til fiske i vassdraget, og i praksis har det først vært når man har konkrete planer om behandling at slike tiltak er blitt iverksatt.

Med hjemmel i gyro-forskriften (9) er det forbudt å bringe utstyr brukt i et infisert vassdrag ut av infisert sone uten å desinfisere det først. Det er derfor lagt ned et omfattende arbeid i å etablere desinfeksjonsstasjoner på ulike steder langs vassdragene. I tillegg er det produsert regionalt innretta brosjyrer som orienterer og instruerer brukerne av vassdragene i de ulike prosedyrene som må følges. Informasjonsplakater med regional innretting har i mange år blitt produsert og slått opp på strategiske steder langs vassdragene. Tilsatte i de ulike forvaltningsorganene utfører dessuten et betydelig informasjonsarbeid ved samtaler, møter og konferanser.

Også ved ikke-infiserte vassdrag er det en betydelig aktivitet for å forebygge smitte ved at rettighetshaverne på frivillig basis har etablert et system med obligatorisk desinfeksjon av utstyr før man får kjøpt fiskekort. Alt i alt er det nå cirka 350 desinfeksjonsstasjoner i drift.

Bevaringstiltak

I alle smittede vassdrag hvor det har vært en rest av den stedeagne laksestammen, har denne blitt sikret i den såkalte Genbank for laks. Denne genbanken ble opprettet i 1986, og var den første genbanken på verdensbasis som ble etablert for fisk. I de første årene var dette en ren sædbank, der laksemelke ble fryst ned og konservert i flytende nitrogen. På begynnelsen av 1990-tallet ble det etablert spesialiserte fiskeanlegg med oppbevaring av stamfisk (Levende genbank), og i dag er det oppbevart familiegupper fra i overkant av 30 laksestammer, hvorav drøyt halvparten er fra *Gyrodactylus*-smittede vassdrag. Formålet med denne stamfiskoppbevaringen er å ha tilgang på store mengder rogn, yngel, settefisk og smolt for reetablering av den stedeagne laksestammen etter at parasitten er fjernet fra vassdragene.

Utryddingstiltakene mot parasitten innebærer at

det er nødvendig å iverksette spesielle bevaringstiltak for sjøaure og sjørøye. Uten slike tiltak vil de lokale fiskebestandene bli utsatt for en kraftig desimering, da disse artene tilbringer nesten hele livssyklus i ferskvann. Rotenonbehandling i løpet av høst, vinter eller vår vil uten spesielle sikringstiltak drepe en god del sjøaure og sjørøye. Likedan vil fiskesperrer langt nede i vassdrag hindre disse artene fra å nå gyteområder oppstrøms for sperrestedet. De mest aktuelle bevaringstiltakene for sjøaure er midlertidig oppbevaring i sjømerder under kjemisk behandling, samt kontrollert oppslipping (etter genetisk artsidentifisering) forbi etablerte fiskesperrer. De samme bevaringstiltakene er aktuelle for sjørøye, i tillegg til at det kan være aktuelt med mer langsiktig sikring i Levende genbank.

Utryddingstiltak

Det finnes to hovedformer for utryddingstiltak som har vært benyttet i norske vassdrag: fysisk avsperring og kjemisk behandling av vassdrag. I en tidlig fase av bekjempingsarbeidet ble behandling med rotenonholdige blandinger benyttet som det eneste utryddingstiltaket (se nedenfor). Imidlertid har fysisk avsperring i form av stenging av fisketrapper eller bygging av fiskesperrer blitt benyttet som en viktig del av utryddingstiltakene i alle smitteregioner (se egen artikkel om emnet).

Den tradisjonelle metoden for kjemisk behandling er bruk av rotenonløsninger og det vises til egen artikkel om emnet. En moderne rotenonbehandling består av en bestandsreducerende forbehandling om høsten og en avsluttende utryddingsaksjon påfølgende sommer. Formålet med den bestandsreducerende behandlingen er å fjerne så godt som all gytelaks fra vassdraget, samt mesteparten av laksungene, slik at det er få verter for parasitten når den avsluttende utryddingsaksjonen iverksettes. Den avsluttende aksjonen har som formål å fjerne alle gjenværende langtidsverter i vassdraget.

Det har de siste årene vært en svært ensidig og negativ fokus på bruken av rotenon i vassdrag, noe som har aktualisert utviklingen av alternative, kjemiske bekjempelsesmetoder som dreper parasitten, men ikke verten. Mest lovende resultater har man oppnådd med aluminiumløsninger (se egen artikkel).

Sammendrag

Forvaltning av sjukdom og forekomst av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* er pålagt Fiskeridepartementet ved Mattilsynets regionale og lokale ledd mens Miljøverndepartementet ved Direktoratet for naturforvaltning og Statens forurensningstilsyn har ansvar for bevaring av laksestammene, konkrete tiltak i vassdrag og forhold vedrørende kjemikaliebruk i vassdrag. Handlingsplanen av 2000 og Tiltaksplanen av 2002 gir helhetlige planer for forebygging mot og utrydding av parasitten i sju av de åtte gjenværende smitteregioner. Planene har utgjort delgrunnlaget for Stortingsbehandlinger.

Lokalt drives det et utstrakt informasjons- og forebyggingsarbeid for å forhindre ytterligere spredning av parasitten.

Referanser

1. Forskrift om forebygging, begrensning og utrydding av sykdommer hos akvatiske organismer av 4. juli 1991 nr 509.
2. Forskrift om fortegnelse over sykdommer som omfattes av lov om tiltak mot sykdom hos fisk og andre akvatiske dyr av 1. januar 1995 nr 99.
3. Lov om laksefisk og innlandsfisk mv av 15. mai 1992 nr 47.
4. Forurensningsloven. Lov av 13. mars 1981 nr 6 om vern mot forurensninger og om avfall. Oslo 1981.
5. Johnsen BO, Møkkelgjerd PI, Jensen AJ. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. Trondheim 1999. (NINA. Oppdragsmelding 617).
6. Landbruksdepartementet. Rundskriv M-79/83 til veterinærene om lov om tiltak mot sykdom hos ferskvannsfisk 1983.
7. Retningslinjer for utsetting av laks, sjøaure, innlandsaure, regnbueaure, sjørøye og innlandsrøye i ferskvatn og saltvatn, og for øvrig overføring av stamfisk, rogn, yngel, settefisk og smolt mellom fiskeanlegg og vassdrag. Trondheim: Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk 1982.
8. Matloven. Lov av 19. desember 2003 nr 124 om matproduksjon og mattrygghet mv. Oslo 2003.
9. Forskrift om forebygging, begrensning og utrydding av *Gyrodactylus salaris* av 28. februar 1997 nr 199.
10. Forslag til handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. <http://www.fjordinfo.no/fmsf/org/Miljo/Gyro/Handlingsplan2000.doc>
11. Tiltaksplan for arbeidet med bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i norske vassdrag. <http://odin.dep.no/archive/mdvedlegg/01/17/Tilta033.doc>
12. Jansen PA, Bakke TA, Soleng A, Hansen LA. Sammenfatning av kunnskapsstatus vedrørende *Gyrodactylus salaris* og laks: biologi og økologi. Trondheim 1996. (Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 1996-2).

Ivar Hellesnes

Mattilsynet – Regionkontoret for Trøndelag, Møre og Romsdal

Gunnbjørn Bremset

Direktoratet for naturforvaltning