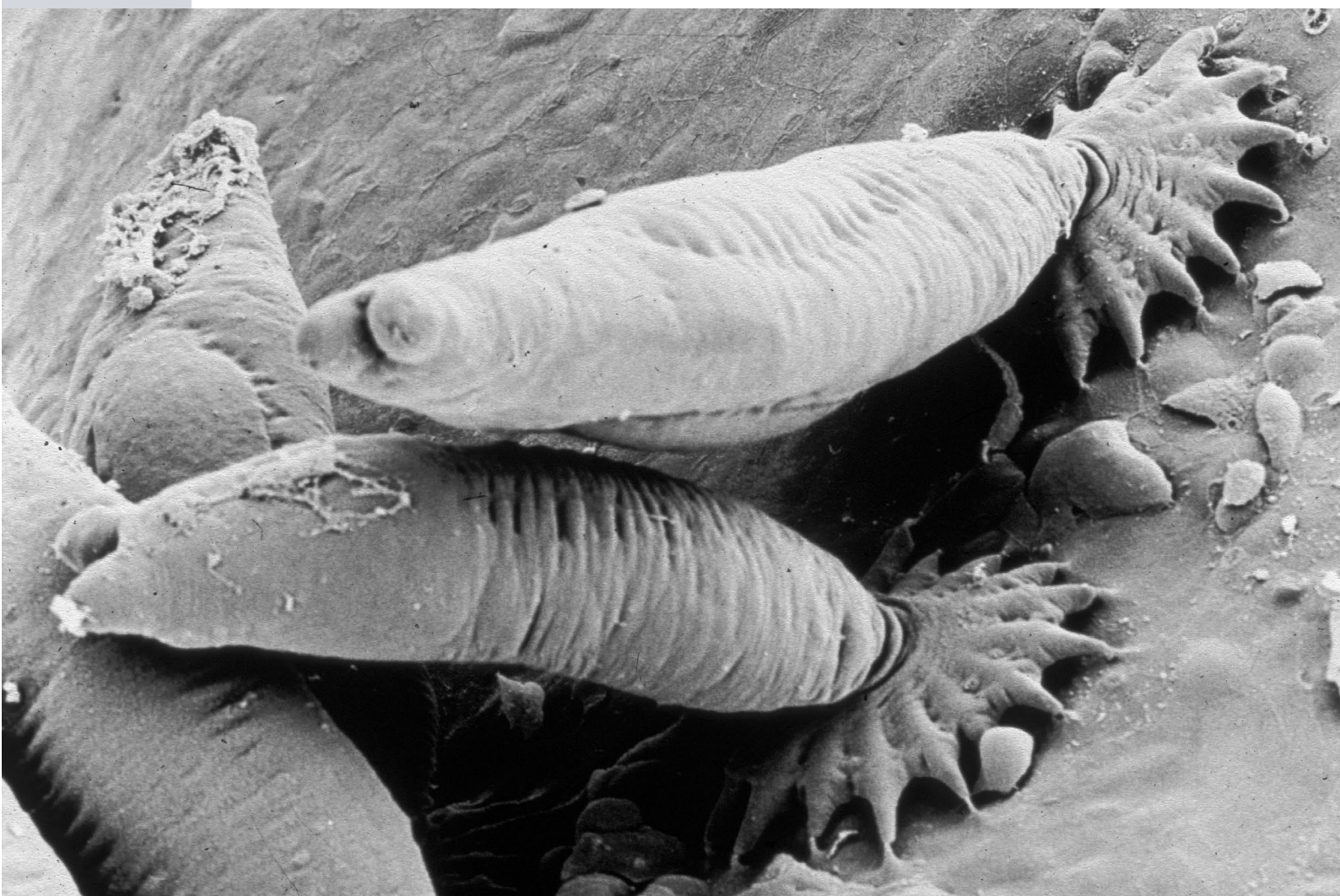


2157

NINA Rapport

## Har myndighetene lyktes i kampen mot *Gyrodactylus salaris*?

Tor Atle Mo  
Espen Holthe  
Oddgeir Andersen



# NINAs publikasjoner

## **NINA Rapport**

Det er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

## **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

## **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

## **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Har myndighetene lyktes i kampen mot *Gyrodactylus salaris*?

Tor Atle Mo  
Espen Holthe  
Oddgeir Andersen

Mo, T.A., Holthe, E. & Andersen, O. 2022. Har myndighetene lyktes i kampen mot *Gyrodactylus salaris*? NINA Rapport 2157. Norsk institutt for naturforskning

Oslo, mai 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4950-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Arne J. Jensen

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Lajla Tunaal White (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2309 I 2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Jarle Steinkjer

FORSIDEBILDE

*Gyrodactylus salaris* på laksehud © Tor Atle Mo

NØKKELOD

- *Gyrodactylus salaris*
- fremmed art
- laksebestander
- norske elver
- forvaltning
- overvåking
- utryddelse
- reetablering
- restaurering
- økosystemtjenester
- samfunnsøkonomi

**Korrigerings 16.6.2022: Seks årstall er rettet i tabell 5.1.**

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Sognsveien 68 0855  
Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**

Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Mo, T.A., Holthe, E. & Andersen, O. 2022. Har myndighetene lyktes i kampen mot *Gyrodactylus salaris*? NINA Rapport 2157. Norsk institutt for naturforskning

Fremmede arter betraktes som en av de største truslene mot økosystemer over hele verden. Generelt betraktes det som nytteløst å utrydde dem, men likevel viktig å begrense deres utbredelse og forekomst for å redusere negativ påvirkning på økosystemer og naturlig forekommende arter. I noen tilfeller kan det imidlertid være mulig å utrydde fremmede arter.

Den innførte lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* har blitt påvist på laksunger i 51 norske elver og overalt har dødeligheten hos laksunger vært svært høy. Parasitten har også blitt påvist i 39 norske oppdrettsanlegg. *G. salaris* har blitt ansett som en av de største truslene mot norske laksestammer. Nå er trusselbildet vesentlig endret. Med ulike tiltak har myndighetene stanset videre spredning av parasitten og *G. salaris* er fjernet fra 43 elver og alle oppdrettsanlegg. I oppdrettsanlegg er parasitten fjernet ved pålagt utslakting av fisk, og når levende laksefisk skal flyttes mellom lokaliteter i ferskvann kreves det dokumentasjon på at fiskene er fri for parasitten. I elvene er *G. salaris* fjernet ved å drepe alle fisk med rotenon. Selv om denne giftbruken er omstridt, har den sørget for å stanse de store lidelsene som parasitten har påført laksunger i alle berørte elver. Nå har norske forskere utviklet metoder med kjemikalier som bare dreper parasitten og ikke laks eller andre fiskearter. Arbeidet med å fjerne parasitten fra de resterende åtte elvene er i gang. I alle elver med en egen laksebestand er de genetiske bestandene reetablert etter utryddelse av parasitten.

I og med at laks er en viktig art for Norge og norske elver er viktige for den ville laksens fremtid, har myndighetene valgt å bruke mer enn 1 milliard kroner på forskning, overvåking og bekjempelse av *G. salaris*. Gevinstene for det norske samfunnet, både økologisk og økonomisk, er imidlertid mange ganger større enn det som er brukt av penger. I smittede vassdrag var laksebestandene i ferd med å dø ut og det økologiske samspillet var i endring. Uten bekjempelse ville parasitten har spredd seg gradvis til nye lakseelver der samme katastrofale utfall måtte forventes.

Norske myndigheters langsiktige arbeid med på stanse spredningen av *G. salaris* og å utrydde den i infiserte elver, er således en stor og unik suksess, både nasjonalt og internasjonalt. Arbeidet med å utrydde *G. salaris* fra norske lakseelver er i sluttfasen og om noen år kan forhåpentligvis *G. salaris* snart fjernes fra listen over trusler mot norsk laks.

Tor Atle Mo, Norsk institutt for naturforskning - Oslo, Sognsveien 68, 0855 Oslo,  
E-post: [tor.mo@nina.no](mailto:tor.mo@nina.no)

Espen Holthe, Norsk institutt for naturforskning - Trondheim, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, E-post: [espen.holthe@nina.no](mailto:espen.holthe@nina.no)

Oddgeir Andersen, Norsk institutt for naturforskning - Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, E-post: [oddgeir.andersen@nina.no](mailto:oddgeir.andersen@nina.no)

## Abstract

Mo, T.A., Holthe, E. Andersen, O. 2022. Have the authorities succeeded in their battle against *Gyrodactylus salaris*? NINA Report 2157. Norwegian Institute for Nature Research.

Alien species are considered one of the greatest threats to ecosystems worldwide. In general, it is considered impossible to exterminate them, but still important to limit their distribution and occurrence in order to reduce negative impact on ecosystems and native species. However, in some cases it may be possible to eradicate alien species.

The introduced salmonid ectoparasite *Gyrodactylus salaris* has been detected on Atlantic salmon in 51 Norwegian rivers and the mortality of Atlantic salmon parr has been very high. The parasite has also been detected in 39 Norwegian fish farms. *G. salaris* has been considered one of the biggest threats to Norwegian Atlantic salmon stocks. Now the threat has changed significantly. With various measures, the authorities have stopped further spread of the parasite and *G. salaris* has been eradicated from 43 rivers and all fish farms. In fish farms, the parasite is removed by mandatory slaughter of infected fish, and when live salmonids are to be moved between localities in fresh water, documentation is required to show that the fish are free of the parasite. In rivers, *G. salaris* has been removed by killing all fish with rotenone. Although this use of poison is controversial, it has stopped the suffering that the parasite has caused salmon juveniles in all affected rivers. Norwegian researchers have now developed methods using chemicals that only kill the parasite and not the salmon or other fish species. Work to remove the parasite from the remaining eight rivers is underway. In all rivers with their own Atlantic salmon stocks, the genetic stocks are re-established after eradication of the parasite.

As salmon is an important species for Norway and Norwegian rivers are important for the future of wild salmon, the authorities have so far chosen to spend more than NOK 1 billion on research, monitoring and combating *G. salaris*. However, the benefits for Norwegian society, both ecologically and economically, are many times greater than the spending so far. In infected watercourses, salmon stocks were on the verge of extinction and ecological interaction was changing. Without control, the parasite would have spread gradually to new salmon rivers where the same catastrophic outcome had to be expected.

The Norwegian authorities' long-term work to halt the spread of *G. salaris* and to eradicate it in infected rivers is thus a great and unique success, both nationally and internationally. The work of eradicating *G. salaris* from Norwegian salmon rivers is in the final phase and in a few years, *G. salaris* can hopefully be removed from the list of threats to Norwegian Atlantic salmon.

Tor Atle Mo, Norwegian Institute for Nature Research - Oslo, Sognsveien 68, 0855 Oslo,  
Email: [tor.mo@nina.no](mailto:tor.mo@nina.no)

Espen Holthe, Norwegian Institute for Nature Research - Trondheim, Postboks 5685 Torgarden,  
7485 Trondheim, Email: [espen.holthe@nina.no](mailto:espen.holthe@nina.no)

Oddgeir Andersen, Norwegian Institute for Nature Research - Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624  
Lillehammer, Email: [oddgeir.andersen@nina.no](mailto:oddgeir.andersen@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Laksefiskparasitten <i>Gyrodactylus salaris</i></b> .....	<b>9</b>
<b>3 Norges internasjonale forpliktelser</b> .....	<b>11</b>
3.1 Riokonvensjonen og bevaring av laksestammer.....	11
<b>4 Konsekvenser uten tiltak (nullalternativet)</b> .....	<b>12</b>
<b>5 Innførsel og spredning av <i>Gyrodactylus salaris</i></b> .....	<b>13</b>
5.1 Innførsel til Norge.....	13
5.2 Spredning til lakseelver.....	13
5.3 Spredning til fiskeoppdrettsanlegg.....	15
<b>6 Overvåking av elver og fiskeoppdrettsanlegg</b> .....	<b>18</b>
6.1 Overvåking i elver.....	18
6.2 Overvåking i fiskeoppdrettsanlegg.....	19
<b>7 Tiltak mot <i>Gyrodactylus salaris</i></b> .....	<b>21</b>
7.1 Handlingsplaner og tiltaksplaner.....	21
7.2 Tiltak i elver.....	21
7.2.1 Oppvandringshindre.....	21
7.2.2 Utsetting og fangst av laks.....	22
7.2.3 Kjemiske behandlinger.....	22
7.2.4 Utvikling av motstandsdyktig laks.....	24
7.3 Tiltak i fiskeoppdrettsanlegg.....	24
7.4 Tiltak for å hindre spredning med fiskeutstyr o.l.....	25
<b>8 Friskmelding av elver og fiskeoppdrettsanlegg</b> .....	<b>27</b>
8.1 Friskmelding av elver.....	27
8.2 Friskmelding av fiskeoppdrettsanlegg.....	28
<b>9 Reetablering av fiskebestander etter utryddelse av <i>G. salaris</i></b> .....	<b>31</b>
<b>10 Økologiske konsekvenser ved bekjempelse av <i>G. salaris</i></b> .....	<b>38</b>
10.1 Negative konsekvenser.....	38
10.2 Positive konsekvenser.....	39
<b>11 Samfunnsøkonomisk nytteverdi ved bekjempelse av <i>G. salaris</i></b> .....	<b>40</b>
11.1 Lokaløkonomiske effekter av å fjerne <i>G. salaris</i> .....	44
<b>12 Oppsummering og konklusjon</b> .....	<b>47</b>
<b>13 Referanser</b> .....	<b>50</b>
<b>14 Vedlegg</b> .....	<b>56</b>

## Forord

Den dødelige laksefiskparasitten *Gyrodactylus salaris* ble innført til Norge for snart 50 år siden, og i mer enn 40 år har myndighetene gjennomført en rekke tiltak for å begrense parasittens skader på norske laksebestander. Det endelige målet er å utrydde parasitten fra alle norske laksebestander og oppdrettsanlegg. Dette målet kan snart være nådd. Denne rapporten oppsummerer myndighetenes langvarige kamp mot *Gyrodactylus salaris*.

Vi takker Miljødirektoratet for oppdraget med å sammenfatte denne rapporten.

Oslo, juni 2022

Tor Atle Mo

Prosjektleder



# 1 Innledning

Fremmede arter betraktes som en av de største truslene mot økosystemer over hele verden (Mainka & Howard 2010, Early mfl. 2016). Mange menneskeintroduserte arter har fortrenget, redusert eller nær utryddet naturlig forekommende arter (Dueñas mfl. 2021). Særlig oppmerksomhet får introduserte arter som skader eller utkonkurrerer arter som er viktige for tjenester som disse artene eller deres økosystemer gir oss. Utryddelse av fremmede arter er oftest umulig eller svært vanskelig, men av og til kan biologiske og fysiske omstendigheter likevel gjøre det mulig. Det forutsetter imidlertid at samfunnet er villig til å betale kostnadene for utryddelsene. Det er lettere å få aksept for denne pengebruken hvis fungerende økosystemer og økosystemtjenester reetableres.

Den fremmede parasittarten *Gyrodactylus salaris* har vært rangert som en av de største truslene mot norske laksebestander (Forseth mfl. 2017). Den parasittinduserte dødeligheten hos laksunger er svært høy. Noen år etter introduksjonen av *G. salaris* ble den gjennomsnittlige reduksjonen i tetthet av laksunger i 14 elver beregnet til nesten 86 % (Johnsen mfl. 1999). Fordi få laksunger dermed vandrer til havet som smolt, har parasitten også forårsaket en drastisk nedgang i andelen voksne laks som vender tilbake til elvene for å gyte. Den store laksedøden har fått konsekvenser for elvenes økosystemer, og de økonomiske tapene for rettighetshavere og lokalsamfunn har blitt betydelige. I og med at laks er en viktig art for Norge og norske elver er viktige for den ville laksens fremtid, har myndighetene valgt å bruke store ressurser på overvåking og bekjempelse av *G. salaris*. Det har vært sagt at det er brukt mer enn 1 milliard kroner på disse tiltakene. De norske samfunnskostnadene blir mye større hvis alle kostnader knyttet til forskning, offentlig og frivilling arbeid m.m. blir inkludert.

På slutten av 1970-tallet forstod både forskere og myndigheter at det var *G. salaris* som forårsaket massedød hos laksunger i flere av norske elver, og at parasitten nylig var blitt innført med levende fisk. Norske myndigheter innså at det var behov for drastiske tiltak for å hindre flere introduksjoner og videre spredning, og for å redusere konsekvensene i elver der parasitten allerede var etablert. Norske lover og forskrifter gav imidlertid ikke forvaltningen tilstrekkelig hjemmel til å gi nødvendige pålegg og iverksettelse av tilstrekkelige tiltak mot *G. salaris*. I 1983 ble *G. salaris* inkludert i listen over meldepliktige fiskesykdommer. Da fikk myndighetene hjemmel til å føre en aktiv kamp mot parasitten og dette har resultert i et av de mest kostnadskrevene og langvarige naturrestaureringstiltakene mot en introdusert akvatisk organisme, både i Norge og internasjonalt.

For en god og sikker forvaltning av den fremmede og dødelige parasittarten *G. salaris* har det vært nødvendig med et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag. Da parasitten ble påvist i Norge var kunnskapsgrunnlaget lik null. Internasjonalt var det heller ingen kunnskap å støtte seg på. Den kunnskapen som fantes var begrenset til det som Malmberg (1957) hadde skrevet i forbindelse med artsbeskrivelsen av parasitten. Eksempler på tidlige kunnskapsbehov i tilknytning til pålegg om utryddelse i elver og fiskeoppdrettsanlegg, var en sikker artsbestemmelse og parasittens overlevelse på ulike fiskearter. Sistnevnte kunnskap var også viktig for å forstå parasittens spredningsveier. Det betydelige kunnskapsbehovet, særlig i Norge, har resultert i omfattende forskning på *G. salaris*, først og fremst i Norge, men også internasjonalt. Internasjonalt er det publisert et stort antall fagfelleverderte artikler knyttet til *G. salaris* og i Norge er det publisert et enda større antall artikler og rapporter. Denne rapporten gir ingen oversikt over alt som er publisert. Det refereres det bare til relevante artikler og rapporter.

Da *G. salaris* ble innført med levende fisk til Norge, skjedde det på en tid da vi hadde begrenset kunnskap om negative effekter av parasitter som ofte følger med som «nisser på lasset» ved flytting av fisk, enten det er over landegrenser eller mellom regioner og vassdrag innen et land. Kunnskapen og lovverket var hovedsakelig begrenset til navngitte sykdomsfremkallende virus og bakterier hos oppdrettsfisk. Det var nærmest utenkelig at parasittiske dyr kunne forårsake dødelighet av betydning hos fiskebestander i naturen. Det ble sagt at parasitter er tilpasset sine verter og det er ugunstig for en parasitt å ta livet av sin vert. I dag er vår kunnskap vesentlig endret og mange av de gamle dogmene er forlatt.

Etter at *G. salaris* ble oppdaget i 1975, har myndighetsansvaret for parasitten skiftet mellom departementer, direktorat og tilsyn, og alle etatene har skiftet navn underveis. Før *G. salaris* ble meldepliktig i 1983, hadde Miljøverndepartementet (nå Klima- og miljødepartementet) ansvaret for parasitten på laks i naturen, mens Landbruksdepartementet hadde tilsvarende ansvar for oppdrettsfisk. I 1983 overtok Landbruksdepartementet (nå Landbruks- og matdepartementet) ansvaret for parasitten hos både villfisk og oppdrettsfisk gjennom det som etter hvert ble hetende Lov om tiltak mot sykdom hos fisk og andre akvatiske dyr (fiskesykdomsloven). Denne loven ble opphevet i 2004 og erstattet av Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (Matloven). Helse- og omsorgsdepartementet har hovedansvaret for denne loven, men det er Nærings- og fiskeridepartementet som har ansvaret for fiskesykdommer. I 1975 og fram til 1985 ble forvaltningen av *G. salaris* på laks i elver ivarettatt av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk som i 1985 skiftet navn til Direktoratet for naturforvaltning. Etter sammenslåing med Klima- og forurensningsdirektoratet i 2013 har navnet vært Miljødirektoratet. I 1996 ble forvaltningsansvaret til Veterinæravdelingen i Landbruksdepartementet overført til det nyopprettede Statens dyrehelsetilsyn som etter sammenslåing med en rekke andre tilsyn, skiftet navn til Mattilsynet i 2004 (samme år som Matloven kom). Når forvaltningsmyndighetene omtales i rapporten brukes det navnet etatene hadde på det aktuelle tidspunkt.

Denne rapporten belyser det omfattende arbeidet norske myndigheter, først og fremst miljømyndighetene, har gjennomført for 1) å kartlegge forekomst av *G. salaris* i norske elver og fiskeoppdrettsanlegg, 2) å hindre parasittens videre spredning og 3) å bekjempe *G. salaris* i våre lakseelver inklusive reetablering av laksebestandene. Rapporten belyser også de økologiske og økonomiske nytteverdiene av myndighetenes mange tiltak.

## 2 Laksefiskparasitten *Gyrodactylus salaris*

*Gyrodactylus salaris* tilhører den parasittiske dyregruppen haptormark (Monogenea), der nesten alle artene lever på finner, hud eller gjeller hos fisk. De fleste haptormark legger egg som klekkes til en liten hårkledd larve som fester seg til en fisk med kroker. Etter hvert utvikles nye kroker, klemmeskåler og/eller sugeskåler. Slektene og artene i familien Gyrodactylidae legger ikke egg, men føder unger og den nyfødte ungen er allerede høygravid (Bakke mfl. 2007). I denne gruppen finnes det ingen hvilestadier eller spesialiserte stadier som kan leve lenge uten å være festet til en fisk. Etter fødselen befinner mor og avkom seg på samme fisk, og for overføring mellom fisk må gyrodactylider «hoppe over» når fisk kommer nærme eller i berøring med hverandre, eller at parasitten slipper festet i fisken og senere treffer en fisk i vannet eller kommer i berøring med en fisk på bunnen. Gyrodactylider lever på vertens utside (finner, hud, gjeller, munnhule) og det meste av parasittkroppen er omgitt av vann. Endringer i vannkjemi kan derfor ha stor påvirkning på disse parasittene.

Tidligere mente man at *Gyrodactylus*-arter var knyttet til én fiskeart eller få nærstående fiskearter (Malmberg 1970). Da *G. salaris* ble beskrevet fra Østersjøvarianten av Atlantisk laks, *Salmo salar* (Malmberg 1957), ble det etter datidens kunnskap antatt at dette var en lakseparasitt med laks som eneste vertsart. Senere har ulike funn og forskningsstudier vist at *G. salaris* kan leve på mange arter laksefisk i ulike slekter, og det er derfor mer riktig å kalle *G. salaris* en laksefiskparasitt og ikke bare en lakseparasitt. Den kan også leve på ørret, *S. trutta*, men levetiden på denne fiskearten er forholdsvis kort og *G. salaris* kan ikke opprettholde en bestand over lang tid hvis ørret er det eneste vertsalternativet. Det er fortsatt en «gåte» hvorfor *G. salaris* ikke trives på ørret, som er laksens nærmeste slektning, samtidig som at den er i stand til å leve lenge på mange arter i slektene *Salvelinus* (røyer) og *Oncorhynchus* (Stillehavslakser), særlig regnbueørret (*O. mykiss*).

Tidligere antok man at *G. salaris* var knyttet til Østersjølaks og at parasitten hadde naturlig forekomst i elver som drenerer til Østersjøen. Her hadde laks og *G. salaris* utviklet seg sammen i tusenvis av år og Østersjølaks hadde utviklet en effektiv motstandskraft mot parasitten (Bakke mfl. 1990), selv om dette ikke gjelder alle stammer av Østersjølaks (Bakke mfl. 2004). Epizootien som *G. salaris* forårsaker i norske elver kan forklares med at Øst-Atlantisk laks ikke har levd i samspill med parasitten etter siste istid og følgelig heller ikke har utviklet motstandskraft mot parasitten (Bakke mfl. 1990, 2007). I takt med økt bruk av genetiske metoder i diagnostikk og forskning, har det vist seg at *G. salaris* lever på mange ulike laksefiskarter over et stort geografisk område i Eurasia (Mo 2020, Paladini mfl. 2021). På de ulike laksefiskartene og i de ulike geografiske områdene finnes mange ulike genetiske varianter av *G. salaris*, inklusive varianter som ikke lever på laks (Hansen mfl. 2007, Paladini mfl. 2021). Blant de mange genetiske variantene som er påvist på laks, er noen svært dødelige, mens andre synes å være ufarlige. I Norge er både dødelige og ufarlige varianter av *G. salaris* funnet på laksefisk. På norsk laks er det imidlertid bare påvist dødelige varianter og det er bare disse norske myndigheter har gjennomført tiltak mot. Når det videre i teksten bare skrives *G. salaris* inkluderer det alle varianter av parasitten som har forårsaket dødelighet hos norsk laks.

Som nevnt i innledningskapittelet, har *G. salaris*-epizootiene i norske lakseelver vært gjenstand for stor internasjonal oppmerksomhet og resultert i omfattende forskning, overvåking og undersøkelser. Resultatene fra disse arbeidene har blitt formidlet i et stort antall fagfelleverderte artikler, ulike former for rapporter, både i registrerte rapportserier og som såkalt «grå litteratur». Det meste av litteraturen, særlig den fagfelleverderte, er fritt tilgjengelig på internett eller kan

skaffes via biblioteker. Mange av rapportene og den «grå litteraturen» kan imidlertid være krevende å fremskaffe.

## 3 Norges internasjonale forpliktelser

### 3.1 Riokonvensjonen og bevaring av laksestammer

Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD) er en global avtale om bevaring, og om bærekraftig og rettferdig bruk av biologisk mangfold. Den ble vedtatt på FN-konferansen om miljø og utvikling i Rio de Janeiro 9. juni 1992, vedtatt av Stortinget 18. mai 1993 og trådte i kraft 29. desember 1993.

I konvensjonens artikkel 8 står det at hver kontraherende Part skal, så langt det er mulig og hensiktsmessig, hindre innføring av, kontrollere eller utrydde fremmede arter som truer økosystemer, habitat eller arter (punkt h) og rehabilitere og gjenopprette ødelagte økosystemer, samt fremme gjenoppbygging av truede arter, bl.a. gjennom utvikling og iverksettelse av planer og andre forvaltningsstrategier (punkt f).

Mange fremmede arter truer eller ødelegger økosystemer, habitat eller arter, men det er som oftest svært vanskelig eller til og med umulig å utrydde dem, særlig etter at de er «veletablert» i et nytt økosystem. Selv om det kan hevdes at alle arter er viktige for fungerende økosystemer, står den ikoniske laksen i en særstilling. I Norge forekommer laks i mer enn 400 elver (Forseth mfl. 2017) og dette utgjør omtrent 25 % av alle atlantiske laksebestander (Hindar mfl. 2011). I de fleste elvene har laksen utviklet unike stammer som er tilpasset den enkelte elv. Dette gjør at Norge har et spesielt internasjonalt ansvar for å beskytte og bevare laks og dens mange unike bestander (St.prp. nr. 32 (2006-2007)). Laks står for mange ulike økosystemtjenester, som naturopplevelser og kulturelle og økonomiske tjenester. Det norske samfunn har derfor stor interesse av, og høy betalingsvillighet for, å gjennomføre nødvendige tiltak for å bevare laksen i enkeltelver og i regioner.

Selv om de fleste fremmede arter er tilnærmet umulig å utrydde, er biologien og egenskapene til *G. salaris* så spesielle at vi har en unik mulighet til å utrydde denne arten fra norske lakseelver (se kapittel 2). I og med at *G. salaris* først og fremst lever på laks og ikke kan overleve i lengre tid på ørret, er forekomsten av *G. salaris* i norske elver, med få unntak, begrenset til lakseførende strekning. Parasittens lave toleranse for økt saltinnhold i vannet, gjør at den i liten grad kan spres utenfor elvemunningene bortsett fra i flomperioder da overflatevann mellom elver i fjordområder kan ha så lav saltholdighet at parasitten kan overleve på vandrende smittet laksefisk. I sum gjør dette at *G. salaris* har en avgrenset utbredelse i den enkelte elv eller alle elvene i en smitteregion (Mo 2004). Dermed er det mulig å gjennomføre målrettede tiltak mot **alle parasittindividene** i den enkelte elv eller region.

## 4 Konsekvenser uten tiltak (nullalternativet)

I revidert handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (Anon. 1988) settes det ord på hva som kunne blitt villaksens skjebne i Norge dersom det ikke ble igangsatt tilstrekkelig med aktivitet og tiltak mot *G. salaris*. Her står det at «Gyrodactylus-epidemiene kan føre til at nesten all laks dør ut i løpet av få år i de berørte vassdragene. Dessuten er det overhengende fare for at stadig nye vassdrag kan få samme skjebne. Dersom ikke forskning og tiltak i forbindelse med parasitten blir betydelig opptrappet, kan Gyrodactylus-epidemiene vi opplever i dag være begynnelsen på slutten av norsk laksefiske.» Hvor raskt *G. salaris* ville ha spredt seg til flere lakseelver er avhengig av en rekke ulike aktiviteter og faktorer, og det er derfor umulig å angi hvor lang tid det ville tatt før *G. salaris* hadde blitt spredt til alle norske lakseelver.

Uten tiltak som krav til *Gyrodactylus*-undersøkelser ved innførsel av levende laksefisk og ved flytting av levende laksefisk innenlands, krav til desinfeksjon av fiskeutstyr m.m. og utryddelse av parasitten i lakseelver, er det sannsynlig at et betydelig større antall elver ville blitt berørt av *G. salaris* enn de 51 elvene der *G. salaris* har vært påvist. Etter hvert som parasitten hadde kommet til nye elver ville det stadig blitt nye smittekilder og frekvensen av nye påvisninger i lakseelver kunne ha økt. I 1999 ble det beregnet at de 40 smittede elvene representerte et produksjonstap på 15 % på nasjonalt nivå (Johnsen mfl. 1999). Uten de mange tiltakene mot parasitten, er det grunn til å anta at det nasjonale produksjonstapet ville vært mye høyere. Blant annet kan konkrete tiltak ha hindret spredning av *G. salaris* til Numedalslågen, Glomma og Tanaelva.

I alle norske elver der *G. salaris* er påvist og som har en egen laksebestand, er det en andel av laksungene som overlever parasittangrepene, i gjennomsnitt 14 % (Johnsen mfl. 1999). Dette betyr trolig at en del laksunger har en medfødt eller ervervet motstandskraft mot parasitten. Det har derfor vært argumentert for at naturen må få ordne opp selv. Med dette menes at laksen må få tid til å utvikle motstandskraft mot *G. salaris*, noe den ikke vil gjøre hvis parasitten fjernes med kjemiske behandlinger. Et tilhørende argument har vært at det ikke er mulig å fjerne *G. salaris* fra alle norske elver og at det bare er et tidsspørsmål før alle elver blir infisert med *G. salaris*. En ekspertgruppe har vurdert dette og konkluderte med at «det finnes en genetisk bakgrunn for utvikling av resistens mot *G. salaris* i norske villaksbestander, men at en utvikling av resistens på et nivå der bestandene er levedyktige vil sannsynligvis ta i størrelsesorden noen hundretalls år eller mer. Et seleksjonsprogram vil sannsynligvis kunne gi en raskere utvikling av resistens, men vil være en utfordring for å ivareta genetisk variasjon og genetisk integritet for de forskjellige populasjonene. Så lenge infiserte bestander ikke er resistente mot parasitten forventes de ikke å kunne oppnå gytebestandsmålene og høstbare overskudd uten supplerende utsetting av fisk. En strategi ved å utvikle resistens mot *G. salaris* i stedet for å utrydde parasitten vil øke risikoen for videre spredning til andre vassdrag og dermed gi lav naturlig produksjon av laks i påfølgende infiserte vassdrag i uoverskuelig fremtid.» (Karlsson mfl. 2020).

## 5 Innførsel og spredning av *Gyrodactylus salaris*

### 5.1 Innførsel til Norge

*Gyrodactylus salaris* har blitt innført minst fire ganger til Norge med import av levende laksefisk, adskilt både geografisk og i tid (Mo 1994, Johnsen mfl. 1999). Den mest omtalte innførselen skjedde med levende laks til Akvaforsk på Sunndalsøra og den videre spredningen derfra. Parasitten har imidlertid også blitt innført med levende laks til Skibotnelva og til Jægtviks fiskeoppdrettsanlegg i Trøndelag (Johnsen mfl. 1999), og det har vært én eller flere innførsler med regnbueørret til østnorske oppdrettsanlegg (Mo 1991, 1994).

Selv om norsk forvaltning har lagt til grunn at *G. salaris* er en introdusert parasitt som må fjernes fra norske lakseelver, har enkelte forskere betvilt at parasitten er introdusert og ment av epidemiske utbrudd av *G. salaris* kan ha andre årsaker (Halvorsen & Hartvigsen 1989). Basert på de omfattende *Gyrodactylus*-undersøkelsene som er gjort av laksunger i norske elver er det imidlertid usannsynliggjort at *G. salaris* er en naturlig forekommende (endemisk) parasitt på laks i Norge (Johnsen mfl. 1999).

*G. salaris* er også påvist på røye, *Salvelinus alpinus*, i flere innsjøer øverst i Numedalsvassdraget. Det er ikke kjent om parasitten etablerte seg sammen med røye etter siste istid eller om den har blitt innført og spredt til røyer i Numedalsvassdraget. Varianten av *G. salaris* på disse røyene er imidlertid genetisk lik *G. salaris* som er påvist på ørret i Danmark, og på 1960-tallet ble store antall ørret fra Danmark innført og satt ut i østnorske vassdrag inklusive Numedalsvassdraget. Det kan derfor være grunn til å hevde at denne *G. salaris*-varianten ble innført til Numedalsvassdraget i denne perioden og senere har overlevd på røyer etter hvert som regnbueørret døde ut. I så fall ble *G. salaris* innført til Norge tidligere enn innførslene fra Sverige på 1970-tallet og senere. Varianten av *G. salaris* på røyer i Numedalsvassdraget er også genetisk svært lik den dødelige *G. salaris*-varianten på laks i elvene i Drammensregionen, men ulike laboratorieforsøk har vist at «røye-varianten» av *G. salaris* ikke kan leve på laks (Olstad mfl. 2007). Gjennom årvisse undersøkelser av laksunger på anadrom strekning i Numedalslågen, er det ikke gjort påvisning av parasitten. Derfor har norske myndigheter ikke gjennomført tiltak mot denne *G. salaris*-varianten. Antall *G. salaris*-individer på røyer er lavt og disse parasittene har neppe betydning for røyenes velferd, vekst og overlevelse.

### 5.2 Spredning til lakseelver

Spredningen av *G. salaris* til norske lakseelver fram til 1999 og parasittens effekt på laksebestandene, er godt beskrevet av Johnsen mfl. (1999). Til da hadde *G. salaris* blitt påvist i 40 norske lakseelver (**tabell 5.1, figur 6.1**). Spredningen hadde skjedd med utsettinger eller rømming av infisert fisk fra oppdrettsanlegg, eller med vandringer av infisert fisk mellom elver innen smitteregioner (se Anon. 2014). Etter 1999 har *G. salaris* blitt spredt til ytterligere 11 elver innen fem fra før kjente smitteregioner (**tabell 5.1, figur 6.1**). Alle de 11 elvene er forholdsvis små der laksebestanden er liten eller laks bare forekommer sporadisk. Sannsynligvis ble *G. salaris* spredt til disse elvene med vandringer av infisert laks fra infiserte vassdrag innen regionene. Dette gjelder: 1. Signaldalselva og Kitdalselva i Skibotnregionen. 2. Dagsvikelva, Nylandselva, Ranelva, Hestdalselva og Halsanelva i Vefsnaregionen, 3. Lundselva i Steinkjerregionen, 4. Breidvikselva i Raumaregionen og 5. Sandeelva og Selvikelva i Drammensregionen. Per mai 2022 har *G. salaris* blitt påvist på laksunger i 51 norske elver (**tabell 5.1, figur 6.1**).

Spredningsveien for *G. salaris* er ukjent for et fåtall av norske elver (Johnsen mfl. 1999). Dette gjelder Beiarelva, Korsbrekkeelva og Lærdalselva. Selv om opprinnelsen til *G. salaris* i Lærdalselva er ukjent, har genetiske undersøkelser vist at denne parasittvarianten er nesten identisk med *G. salaris* som er påvist på regnbueørret (Ziętara mfl. 2008). Det er derfor sannsynlig at Lærdalselva ble smittet som en følge av at regnbueørret ble satt ut et sted i Lærdalselvas nedslagsfelt og at smittet regnbueørret deretter vandret ned i Lærdalselva (Ziętara mfl. 2008).

**Tabell 5.1.** Norske elver der *Gyrodactylus salaris* har blitt påvist på laksunger, med årstall for første påvisning, årstall for siste kjemisk behandling og status mht. parasittens forekomst. \*Fusta blir friskmeldt når innsjøene Fustvatnet, Mjåvatnet og Ømmervatnet kan friskmeldes.

Elv	Fylke	Påvist 1. gang	Siste kjemiske behandling	Status
Skibotnelva	Troms og Finnmark	1979	2016	Under friskmelding
Signaldalselva	Troms og Finnmark	2000	2016	Under friskmelding
Kitdalselva	Troms og Finnmark	2015	2016	Under friskmelding
Lakselva	Nordland	1975	1990	Friskmeldt 1995
Beiarelva	Nordland	1981	1994	Friskmeldt 2001
Ranaelva	Nordland	1975	2015	Friskmeldt 2020
Slettenelva	Nordland	1993	2004	Friskmeldt 2009
Røssåga	Nordland	1980	2004	Friskmeldt 2009
Bjerka	Nordland	1980	2004	Friskmeldt 2009
Bardalselva	Nordland	1989	2004	Friskmeldt 2009
Sannaelva	Nordland	1989	2004	Friskmeldt 2009
Leirelva	Nordland	1996	2006	Friskmeldt 2017
Ranelva	Nordland	2006	2006	Friskmeldt 2017
Drevja	Nordland	1980	2012	Friskmeldt 2017
Fusta*	Nordland	1980	2012	Under friskmelding
Vefsna	Nordland	1978	2012	Friskmeldt 2017
Hundåla	Nordland	1992	2012	Friskmeldt 2017
Halsanelva	Nordland	2002	2011	Friskmeldt 2017
Hestdalselva	Nordland	2002	2011	Friskmeldt 2017
Dagsvikelva	Nordland	2010	2012	Friskmeldt 2017
Nylandselva	Nordland	2010	2012	Friskmeldt 2017
Figga	Trøndelag	1980	2009	Friskmeldt 2014
Steinkjerelva	Trøndelag	1980	2009	Friskmeldt 2014
Lundselva	Trøndelag	2001	2009	Friskmeldt 2014
Vulluelva	Trøndelag	1988	1988	Friskmeldt 1997
Langsteinelva	Trøndelag	1988	1988	Friskmeldt 1997
Bævrå	Møre og Romsdal	1986	1989	Friskmeldt 1995
Storelva	Møre og Romsdal	1989	1991	Friskmeldt 1995
Batnfjordselva	Møre og Romsdal	1980	2004	Smittet
Driva	Møre og Romsdal	1980		Smittet
Litledalselva	Møre og Romsdal	1981		Smittet
Usma	Møre og Romsdal	1980		Smittet



Henselva	Møre og Romsdal	1980	1993	Friskmeldt 2019
Breidvikselva	Møre og Romsdal	2013	2014	Friskmeldt 2019
Rauma	Møre og Romsdal	1980	2014	Friskmeldt 2019
Innfjordelva	Møre og Romsdal	1991	2014	Friskmeldt 2019
Skorga	Møre og Romsdal	1982	2014	Friskmeldt 2019
Måna	Møre og Romsdal	1985	2014	Friskmeldt 2019
Aureelva	Møre og Romsdal	1984	1988	Friskmeldt 1992
Vikelva	Møre og Romsdal	1984	1988	Friskmeldt 1992
Eidsdalselva	Møre og Romsdal	1981	1990	Friskmeldt 1994
Norddalselva	Møre og Romsdal	1981	1990	Friskmeldt 1994
Tafjordelva	Møre og Romsdal	1981	1987	Friskmeldt 1991
Valldalselva	Møre og Romsdal	1980	1990	Friskmeldt 1994
Korsbrekkeelva	Møre og Romsdal	1985	1986	Friskmeldt 1990
Vikja	Vestland	1981	1982	Friskmeldt 1988
Lærdalselva	Vestland	1996	2012	Friskmeldt 2017
Drammenselva	Viken	1987		Smittet
Lierelva	Viken	1987		Smittet
Sandeelva	Vestfold og Telemark	2003		Smittet
Selvikelva	Vestfold og Telemark	2019		Smittet

### 5.3 Spredning til fiskeoppdrettsanlegg<sup>1</sup>

Per mai 2022 har *G. salaris* blitt påvist i 39 norske fiskeoppdrettsanlegg (**tabell 5.2**). Av disse har 13 produsert settefisk av laks, mens 26 har produsert settefisk og/eller matfisk av regnbueørret. I tillegg er det sannsynliggjort at laks i et settefiskanlegg (Jægtvikanlegget) ved Langsteinelva i Trøndelag har vært smittet som følge av import av laksesmolt fra Sverige, men smitten kan også ha kommet med inntak av rogn fra Akvaforsk (Johnsen mfl. 1999). Det ble imidlertid ikke undersøkt fisk for å påvise *Gyrodactylus* i Jægtvikanlegget i perioden anlegget trolig har vært smittet.

I perioden 1975-1987 ble *G. salaris* påvist på laksunger i 11 nord- og vestnorske settefiskanlegg. Dette var både kultiveringsanlegg for utsetting av laks i elver og anlegg med produksjon av laksesmolt for salg til videre matproduksjon. Forekomsten av *G. salaris* i alle de 11 anleggene kan sannsynligvis kobles til innførselen av *G. salaris* til Akvaforsk, men dette kan ikke verifiseres fordi parasittene ikke ble ivaretatt slik at de kan sammenlignes genetisk. De små variasjonene i morfologiske karakterer hos *G. salaris* påvist på ulike lokaliteter i Norge på 1970-tallet og begynnelsen av 1980-tallet gir grunn til å hevde at de kom fra samme smittekilde (Tanum 1983).

I 1986 ble *G. salaris* påvist for første gang i Øst-Norge. Dette var på regnbueørret i et fiskeoppdrettsanlegg i Tyrifjorden (Mo 1987, 1991). I perioden 1987-1990 ble *G. salaris* påvist i ytterligere 25 fiskeoppdrettsanlegg med regnbueørret. Parasittene i alle anleggene var morfologisk like. De ble imidlertid ikke ivaretatt på en slik måte at de senere kunne sammenlignes genetisk som i så fall kunne avslørt om det var snakk én eller flere introduksjoner. Basert på den store spredningen av infiserte regnbueanlegg i Sørøst-Norge samt informasjon i samtaler med

<sup>1</sup>I denne rapporten brukes fiskeoppdrettsanlegg om alle produksjonsformer for fisk enten det er et klekkeri, kultiveringsanlegg, settefiskanlegg eller matfiskanlegg.

produsentene, er det sannsynlig at *G. salaris* har blitt innført flere ganger med import av regnbueørret fra Sverige.

Etter 1990 tok det 12 år før *G. salaris* i 2002 igjen ble påvist i to settefiskanlegg i Nordland etter mottak av laksunger fra et annet smittet settefiskanlegg. Også i de to fiskeoppdrettsanleggene kan parasittforekomsten spores tilbake til innførselen av *G. salaris* til Akvaforsk. Etter 2002 har det ikke vært påvisning av *G. salaris* i norske fiskeoppdrettsanlegg.

**Tabell 5.2.** Norske fiskeproduksjonsanlegg der *Gyrodactylus salaris* har blitt påvist på laks (L) eller regnbueørret (RBØ) med årstall for første påvisning. Oppgitte navn på produsentene da *G. salaris* ble påvist er brukt. – betyr at fiskeproduksjonen ikke knyttes til et vassdrag.

Fiskeprodusent	Fylke	Påvist 1. gang	Art	Vassdrags-tilknytning
Finnsnes settefisk	Troms og Finnmark	1986	L	–
Mjelde, Kvaløy	Troms og Finnmark	1986	L	–
Bjerkaanlegget, Ranaverkene	Nordland	1977	L	Bjerka
Mofjellet, Ranaverkene	Nordland	1977	L	Rana
Fjord Seafood, Mo i Rana	Nordland	2002	L	–
Fjord Seafood, Tosbotn	Nordland	2002	L	–
Byafossen Forsøksanlegg	Trøndelag	1986	L	Steinkjerelva
Akvaforsk	Møre og Romsdal	1975	L	Litledalselva
Averøy Udomsskole	Møre og Romsdal	1982	L	–
Fjordlaks	Møre og Romsdal	1981	L	Tafjordelva
Nor-Laks	Møre og Romsdal	1985	L	Vikelva
Bøverfisk	Møre og Romsdal	1987	L	Bævra
Sæther Fiskeoppdrett	Møre og Romsdal	1980	L	Driva
Salmo A/S	Viken	1986	RBØ	Drammen
Per Syrdal	Viken	1987	RBØ, L	Drammen
Arne Rishovd	Viken	1988	RBØ	Drammen
Ryfoss Fisk	Viken	1988	RBØ	Drammen
Slidre Ørretsentor	Viken	1988	RBØ	Drammen
Valdres Ørretoppdrett	Viken	1988	RBØ	Drammen
Olav Wangensten	Viken	1988	RBØ	Drammen
Henrik Haadem	Viken	1988	RBØ	Drammen
Gunnar Noraker	Viken	1988	RBØ	Drammen
Ingar Kolkinn	Innlandet	1988	RBØ	Drammen
Vestlund Fiskeoppdrett	Viken	1988	RBØ	Glomma
Sigurd Hjelødegård	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Egil Killi	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Arnfinn Brenden	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Flatåsen Utmarkslag	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Bård Bårdløyken	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Hans Granli	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Ola T. Rusten	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Karl Fossmo	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Brimi Fjellstue	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Spiterstulen Turisthytte	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Tormod Sætheren	Innlandet	1988	RBØ	Glomma
Nils T. Brydalseggen	Innlandet	1989	RBØ	Glomma
Flåvann Fisk	Vestfold og Telemark	1988	RBØ	Skien
Sigmund Bratås	Viken	1988	RBØ	Numedal
NLH	Viken	1990	RBØ	–

## 6 Overvåking av elver og fiskeoppdrettsanlegg

### 6.1 Overvåking i elver

Etter at Johnsen (1978) hadde dokumentert at *G. salaris* forårsaket stor reduksjon i forekomsten av laksunger i Lakselva i Misvær og lignende parasittangrep ble påvist i Skibotneelva, Vefsna og Ranaelva (Johnsen & Jensen 1986 1988), innkalte Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF) til en fagmøte i januar 1980. Resultatet av møtet ble oppnevningen av Gyrodactylusutvalget som fikk mandatet «Å foreslå program for tiltak og undersøkelser (forskning) som følger av de påviste *Gyrodactylus*-angrep på laks i vassdrag og anlegg for fiskeoppdrett». Utvalget kom med sin innstilling i mars 1980 (Gyrodactylusutvalget 1980). DVF gav deretter utvalget i oppgave å gjennomføre det foreslåtte programmet for tiltak og undersøkelser i det som ble kalt Gyrodactylusprosjektet. En viktig oppgave for dette prosjektet var å kartlegge forekomsten av *G. salaris* på laksunger i norske elver. I perioden 1980-1982 ble tusenvis av laksunger fra 198 elver over hele landet undersøkt ved Zoologisk museum, Universitetet i Oslo (Gyrodactylusprosjektet 1981, 1982, 1983). I denne perioden ble parasitten påvist i mange nye elver (**figur 6.1**). I april 1983 mente Gyrodactylusutvalget at resultatene fra de utførte undersøkelsene var tilstrekkelige til at forvaltningen kunne videreføre arbeidet med overvåking og forebyggende tiltak mot *G. salaris*, og utvalget foreslo å nedlegge sitt arbeid (Gyrodactylusprosjektet 1983). Dette året (1983) var *G. salaris* kommet på listen over meldepliktige sykdommer i medhold av lov mot sykdommer hos ferskvannsfisk av 6. desember 1968. Gyrodactylusutvalget antok at dette ville bli til stor hjelp for DVF's forvaltning av laksevassdrag i infiserte områder, samt i arbeidet med å hindre spredning av parasitten til nye vassdrag (Gyrodactylusprosjektet 1983). DVF's forskningsavdeling overtok nå parasitt-overvåkingen. Selv om Gyrodactylusutvalget ble nedlagt, ble noen av oppgavene i Gyrodactylusprosjektet videreført ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. Undersøkelsene så langt hadde gitt en god oversikt over utbredelsen til *G. salaris* i norske lakseelver og det videre arbeidet ble konsentrert om å overvåke situasjonen i angrepne vassdrag, i nabovassdrag til angrepne vassdrag og i store, viktige laksevassdrag i det enkelte fylke (Johnsen & Jensen 1985). Etter at DVF hadde laget de første handlingsplanene mot *G. salaris* (**se kapittel 7.1**) overtok Fylkesmennene (v/fiskeforvalterne) *Gyrodactylus*-overvåkingen i lakseelver og det ble utgitt et stort antall rapporter i mange fylker med resultater fra disse undersøkelsene.

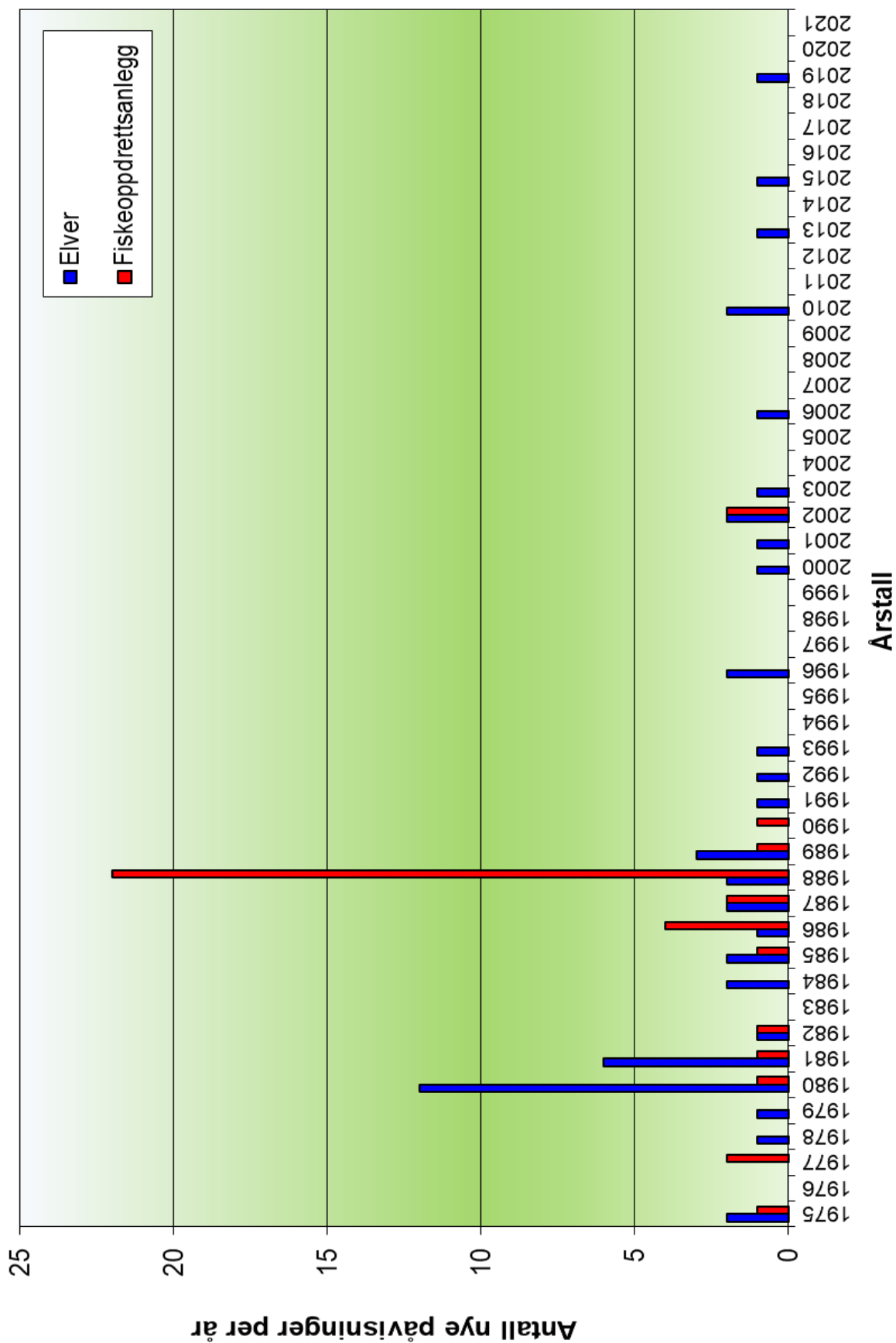
Foruten den allerede etablerte overvåkingen i fiskeoppdrettsanlegg, overtok Veterinærmyndighetene og Veterinærinstituttet på slutten av 1990-tallet etter hvert også overvåkingen av smittefrie elver for å oppdage spredning av *G. salaris*. Overvåking og undersøkelser i infiserte vassdrag ble fortsatt ivaretatt av DVF og senere av Norsk institutt for naturforskning (NINA). I overvåkingen for å påvise spredning av *G. salaris* inngikk mer enn 150 lakseelver. I 2006 fikk Veterinærinstituttet i oppdrag av Mattilsynet å lage et mer målrettet overvåkingsprogram der vassdragene deles inn etter risikonivå og som også skulle inneholde prøvetakingsfrekvens, tidspunkt for innsamling av lakseunger samt alder/størrelse på disse. Jansen mfl. (2007) anbefalte at 109 elver ble overvåket etter fem kriterier (store laksevassdrag, fylkesvassdrag, smitteregioner, tilgrensende nedslagsfelt og friskmeldte vassdrag) samt at overvåkingen fokuserte på ettårige laksunger som fanges inn om høsten. På grunn av stram økonomi, gav Mattilsynet i 2014 Veterinærinstituttet i oppdrag å redusere antall elver i et enda mer risikobasert overvåkingsprogram. Hytterød mfl. (2015) reduserte til fire utvalgskriterier (friskmeldte vassdrag, store laksevassdrag, risiko for spredning med sjøvandrende fisk og elver med annen risiko) og utarbeidet en liste over 69 elver som oppfylte kriteriene. Prinsippene for den risikobaserte utvelgelsen av elver brukes fortsatt i overvåkingsprogrammet for *G. salaris*.

Etter hvert som elver og smitteregioner har blitt friskmeldt og parasittens utbredelse har blitt redusert kan det argumenteres for at færre elver overvåkes. Det er nå god kontroll på smittespredning i Norge. Det er imidlertid fortsatt mulig med nye introduksjoner fra naboland. Parasitten har spredt seg til Kolahalvøya og således kommet nærmere Norge i nord. Det samme har skjedd i sør der parasitten har spredt seg gradvis nordover i elver på den svenske vestkysten. Det kan derfor være et behov for å fokusere mer på overvåking av norske elver nær svenskegrensen i sør og russlandsgrensen i nord. Overvåkingen bør imidlertid samkjøres med annen innsamling av laksunger i norske elver. Det er en unødvendig ressursbruk og unødvendig belastning på den enkelte laksebestand at laksunger innsamles uavhengig til ulike prosjekter og aktiviteter. Laksunger som innsamles til *G. salaris*-overvåking bør kunne brukes til andre prosjekter og omvendt.

Det bør imidlertid vurderes om bruk av miljøDNA kan overta som overvåkingsmetode for *G. salaris*. Samfunnet vil spare betydelige kostnader samt at laksebestandene spares for den letale innsamlingen av laksunger. MiljøDNA er en velegnet metode for å påvise *G. salaris* i elver (Rusch mfl. 2018, Fossøy mfl. 2019). Det kan hevdes at påvisning av *G. salaris* på laksunger er en sikrere metode, men da må man også ta i betraktning at det kan være vanskelig å fange laksunger i en elv. Samtidig kan det være utfordrende å påvise parasitten når den er nyetablert fordi det må fanges et stort antall laksunger for å påvise parasitten som da har en lav forekomst. Ovenfor en sperre som er etablert i Driva har laksunger gradvis forsvunnet, og det har etter hvert blitt arbeidskrevende å fange laksunger på tradisjonelt vis med elektrisk fiskeapparat. Samtidig har det vært mulig å påvise både *G. salaris* og laks med miljøDNA (Fossøy mfl. 2019).

## 6.2 Overvåking i fiskeoppdrettsanlegg

Norske veterinærmyndigheter har i alle år gitt Veterinærinstituttet i oppgave å kartlegge forekomst av *G. salaris* i fiskeoppdrettsanlegg. Fram til 1988 ble imidlertid artsbestemmelse av parasitten gjort av parasittologer ved Zoologisk museum, Universitetet i Oslo, fordi VI manglet nødvendig taksonomisk kompetanse. Etter 1988 har VI hatt denne kompetansen. I starten fokuserte kartleggingen på lakseoppdrettsanlegg som hadde vanninntak i lakseførende elv (Gyrodactylusutvalget 1980). Da det ble klargjort at *G. salaris* hadde blitt spredd med laks fra Akvaforsk (se **kapittel 5.1**), ble det særlig fokusert på fiskeoppdrettsanlegg som hadde mottatt laks fra Akvaforsk. Fram til 1987 ble *G. salaris* påvist i 11 fiskeoppdrettsanlegg med laks (**tabell 5.2, figur 6.1**). Etter at det ble klart at det var en til da ukjent variant av *G. salaris* som smittet regnbueørret i et fiskeoppdrettsanlegg i Tyrifjorden (Mo 1987, 1991), ble overvåkingen utvidet til å omfatte fiskeoppdrettsanlegg med produksjon av regnbueørret i ferskvann, med fokus på Sørøst-Norge. I løpet av perioden 1986-1990 ble *G. salaris* påvist på regnbueørret i 29 fiskeoppdrettsanlegg (**tabell 5.2, figur 6.1**). På slutten av 1990-tallet ble det foreslått et overvåkingsprogram der alle fiskeoppdrettsanlegg med produksjon av laks og regnbueørret i ferskvann skulle undersøkes for forekomst av *G. salaris* annethvert år, i praksis halvparten av anleggene hvert år. I tillegg kreves det at laks eller regnbueørret som flyttes til et fiskeoppdrettsanlegg i ferskvann blir undersøkt og frihet for *G. salaris* kan dokumenteres.



**Figur 6.1.** Antall nye påvisninger av Gyrodactylus salaris i elver og fiskeoppdrettsanlegg per år i perioden 1975-2021.

## 7 Tiltak mot *Gyrodactylus salaris*

### 7.1 Handlingsplaner og tiltaksplaner

På grunnlag av en statusrapport om *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag (Johnsen og Jensen 1985), laget Direktoratet for naturforvaltning (DN) sin første handlingsplan mot *G. salaris* høsten 1985 som ble kalt «foreløpig handlingsplan for tiltak mot *G. salaris* over en ti-årsperiode». Etter samsnakk med forsknings- og forvaltningsmiljøer kom «Handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for 10-årsperioden 1987-1996» i februar 1986 (Anon. 1986). Målsettingen var å utrydde *G. salaris* fra Norge i god tid for tusenårsskiftet (Svein Åge Mehli, pers. komm.). Dette forutsatte imidlertid årlige bevilgninger på 2,4 millioner kroner. Allerede i februar 1988 var det behov for å lage en ny handlingsplan (Anon. 1988) etter at parasitten var påvist i flere lokaliteter, særlig i østnorske oppdrettsanlegg og deretter i Drammenselva og Lierelva, og det ble klart at det uttalte utryddingsmålet ikke kunne nås.

I 1995 kom en ny handlingsplan mot *G. salaris* for perioden 1995-1999 utarbeidet av en ekstern arbeidsgruppe på oppdrag fra DN (Anon. 1995). I 1999 kom en ny statusrapport om *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag ved inngangen til år 2000 (Johnsen mfl. 1999) og året etter kom enda en ny handling mot *G. salaris* som DN denne gang hadde laget i samarbeid med Statens dyrehelsetilsyn (Anon. 2000). I 2008 var det igjen behov for å lage en ny handlingsplan (Anon. 2008). Foreløpig siste handlingsplan kom i 2014 (Anon. 2014). Denne handlingsplanen hadde Miljødirektoratet utarbeidet i samarbeid med Mattilsynet og planen skulle gjelde for perioden 2014-2016. Denne handlingsplanen dekker godt tiltak i de to gjenværende smitteregionene og det har derfor ikke vært behov for å lage en ny handlingsplan etter 2014. Selv om antall smittede elver i Drammensregionen nå har økt til fire, er Selvikelva så liten at det neppe endrer på planlagte tiltak.

I alle handlingsplaner og tiltaksplaner har målsettingen vært å hindre videre spredning av *G. salaris* og å utrydde *G. salaris* i alle vassdrag der det er praktisk mulig. Endringer i hver ny plan har først og fremst vært at parasitten har blitt påvist i nye elver og at elver og smitteregioner har blitt behandlet og friskmeldt og således ikke inkludert i neste handlingsplan.

Den siste handlingsplanen for perioden 2014-2016 (Anon.2014) er den mest gjennomarbeidede blant handlingsplanene. Her satte forvaltningen tydelige resultatmål. Disse var 1) å hindre spredning av parasitten, 2) å bekjempe parasitten, 3) å bevare og reetablere fiskebestandene, 4) internasjonalt samarbeid og 5) forskning og utvikling. Hvordan og hvorvidt de tre første målene er nådd belyses (først og fremst) i denne rapportens kapitler 5-9.

### 7.2 Tiltak i elver

I og med at hjemmelen til å gjennomføre tiltak mot *G. salaris* er knyttet til «fiskesykdomsloven», er det Mattilsynet (tidligere Statens Dyrehelsetilsyn) som gir tillatelse til tiltak enten det er mot parasitten hos oppdrettsfisk eller villfisk. I praksis har det imidlertid vært Miljødirektoratet (tidligere Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk og Direktoratet for naturforvaltning) som har hatt ansvar for gjennomføringen av tiltak mot parasitten i elver.

#### 7.2.1 Oppvandringshindre

Muligheten for å lykkes med tiltak for å utrydde *G. salaris* i en elv eller smitteregion har sammenheng med parasittens utbredelse. Hvis parasittens utbredelse kan reduseres, øker

sannsynligheten for å lykkes med et utryddelsestiltak (Hindar mfl. 2018). I mange norske elver er det bygget laksetrapp for å øke arealet på laksens gyte- og oppvekstområder. Myndighetene har stengt disse laksetrappene etter at *G. salaris* har blitt påvist. Laksen vil da etter hvert forsvinne fra områdene ovenfor. I og med at ørret som regel er eneste gjenværende laksefisk og ørret ikke fungerer som langtidsvert for *G. salaris*, vil parasittene forsvinne samtidig med laks fra disse områdene.

I mange norske elver har det blitt bygget kunstige vandringshindre for laks, der målet med tiltaket har vært det samme som med stenging av laksetrapp. I noen elver der laksens oppvandring nesten har blitt hindret av en liten foss, har en enkel konstruksjon øverst i fossen hindret laksens oppvandring. I andre elver har kompliserende forhold på lakseførende strekning, som en innsjø eller utilgjengelige områder, gjort det nødvendig å bygge et kunstig vandringshinder for å redusere utbredelsen til *G. salaris*. Disse konstruksjonene må bygges kraftige nok til å tåle fysiske påkjenninger ved flom og isgang og samtidig hindre fisk i å passere (Fjeldstad 2004).

Foruten å redusere forekomsten av *G. salaris*, er effekten av vandringshindre at det er behov for mindre bruk av kjemikalier for å utrydde *G. salaris* og kjemikalienes påvirkning på en rekke dyr i elvene blir redusert (Fjeldstad 2004). Kostnadene til bygging og vedlikehold av kunstige vandringshindre kan delvis oppveies av reduserte kostnader ved de påfølgende kjemiske utryddelsestiltakene.

### 7.2.2 Utsetting og fangst av laks

Muligheten for å lykkes med tiltak for å utrydde *G. salaris* i en elv eller smitteregion har sammenheng med parasittens forekomst og antall laksunger (Hindar mfl. 2018). Derfor har utsetting av laksunger, for å hindre videre spredning av parasitten, blitt stanset i norske elver der *G. salaris* har blitt påvist. Unntaket har vært Drammenselva og Lierelva, der det etter parasittpåvisningen i 1987 ble vurdert som umulig å utrydde parasitten (med rotenon) og det ble derfor tillatt å sette ut laksunger for å opprettholde laksebestandene og laksefisket. For å øke de utsatte laksungenes overlevelse, ble de satt ut i sideelver, overfor lakseførende strekninger, der *G. salaris* ikke var påvist. Hindar mfl. (2018) mente at det er mulig å utrydde *G. salaris* fra Drammensregionen og for å redusere forekomst av laksunger har myndighetene stanset alle utsettinger av laksunger i de to elvene etter 2016, mens utsetting av laksesmolt i sjøen ble stanset to år senere.

For en ytterligere reduksjon i forekomsten av laksunger i elver forut for utryddelsestiltak, har myndighetene gitt tillatelse til økt fiske etter voksen laks. Om dette har bidratt til færre laksunger i elvene, ut over dødeligheten forårsaket av *G. salaris*, er imidlertid ukjent.

### 7.2.3 Kjemiske behandlinger

*Gyrodactylus*-arter lever utenpå sine verter og er for det meste omgitt av vann. Disse parasittene er derfor følsomme for endringer i vannkjemi på samme måte som frittlevende dyr i vann. Det er dermed mulig å tilføre vannet spesifikke kjemikalier som dreper *G. salaris*, men ikke verten og andre dyr. Flere ulike kjemikalier har kjent effekt på *Gyrodactylus*-arter i lukkede enheter i fiskeoppdrettsanlegg. Disse kjemikalierne er imidlertid kostbare og ville neppe vært akseptable for bruk til bekjempelse i naturen. Da problemene med *G. salaris* i norske elver ble oppdaget, var det ikke forsket på kjemikalier som kunne brukes i naturen. Norske myndigheter valgte derfor å drepe verten og således også *G. salaris* fordi dens levetid er svært kort uten tilstedeværelse av egne vertsfisk. I og med at plantegiften rotenon hadde vært brukt til å utrydde uønskede



fiskearter mange steder, var det betydelig kunnskap og erfaring med bruk og dosering av dette stoffet. Rotenon ble derfor valgt til å drepe all fisk i elver med *G. salaris*.

Vikja i Sogn ble, som den første elva i Norge, rotenonbehandlet i 1981 og 1982 med vellykket resultat, flere år før den første handlingsplanen kom. Vikja ble behandlet kort tid etter parasittpåvisningen for å hindre videre spredning til store og viktige lakseelver som renner ut i Sognefjorden, bla. Lærdalselva. Fram til og med 1991 ble ytterligere 13 elver behandlet. Tolv av elvene var små og «enkle» og alle ble friskmeldt i løpet av 1990-tallet. Behandlingen av Skibotnelva viste seg å være mer komplisert enn forventet, bla. var det til da ukjent at røye kunne fungere som langtidsvert for *G. salaris* og parasitten ble funnet på røye utenfor rotenonbehandlet elvestrekning (Mo, 1987). De største tilbakeslagene kom imidlertid med de mislykkede behandlingene av Rauma og elvene i Romsdalsregionen i 1993 og i Lærdal elva i 1997. Rauma og Lærdalselva var langt mer kompliserte å behandle enn tidligere elver. Begrensingen på øvre tillatt rotenonkonsentrasjon (0,5 ppm) var en annen utfordring fordi det flere steder var svært vanskelig å opprettholde tilstrekkelig høy konsentrasjon til å drepe all fisk. Som følge av de mislykkede behandlingene oppnevnte Direktoratet for naturforvaltning en metodeutviklingsgruppe, og denne gruppen kom med en rekke forslag til forbedringer (Haukebø mfl. 2000). De viktigste forbedringene var at hver elv skulle behandles to ganger i to påfølgende år. I tillegg ble det innført kvalitetssikring av manngardsarbeidet, bedre kartlegging, bruk av hydrologisk kompetanse, økt fokus på overgangssoner mellom land og vann og forbedret utstyr.

Haukebø mfl. (2000) stilte også spørsmål om konsentrasjonsgrensen på 0,5 ppm er tilstrekkelig til å ta livet av laks ved ulike fysiske forhold, men også at det var en usikkerhet knyttet til den nye og mer miljøvennlige rotenonløsningen som nå var tatt i bruk. Etter dette ble det bestemt at rotenonkonsentrasjonen under behandlingen av en elv skulle være 0,5-1,0 ppm for å sikre at all fisk på behandlet strekning døde (Guttvik mfl. 2004). Etter at forbedringene ble tatt i bruk, har det ikke vært mislykkede rotenonbehandlinger. Alle behandlede regioner og elver som har blitt rotenonbehandlet etter 2004 har blitt friskmeldt (Røssåga-regionen i 2009, Steinkjer-regionen i 2014, Vefsn-regionen i 2017 og Rauma-regionen i 2019), mens Skibotn-regionen sannsynligvis blir friskmeldt i 2022. Av rotenonbehandlede elver gjenstår det da bare friskmelding av elven Fusta (i Vefsnaregionen) som må vente inntil det er grunnlag for å friskmelde røyebestandene i de tre rotenonbehandlede innsjøene som renner ned i Fusta.

Som nevnt påvirkes *G. salaris* i betydelig grad av vannet som omgir den og parasitten er følsom for endringer i vannets kjemi. Tidlig i bekjempelsen av *G. salaris* signaliserte miljømyndighetene at det var ønskelig å bruke et kjemikalium som tok livet av parasitten, men ikke av verten. I tilknytning til forskning på sur nedbør og laks, fant forskere ved Universitet i Oslo at aluminium i det sure vannet hadde større dødelig effekt på *G. salaris* enn på laksunger (Soleng mfl. 1999, 2005). Det terapeutiske vinduet (dvs. forskjellen på konsentrasjoner som tok livet av parasitten og laksunger) var så stor at dette kunne utvikles til å bli en metode for å utrydde *G. salaris* i norske elver uten å drepe laks (Poléo mfl. 2004). Norske myndigheter støttet utviklingen av det som ble kalt aluminiumsmetoden, men valgte samtidig å satse videre på rotenonmetoden fordi det var usikkert om utfallet ville bli en ny og sikker metode som kunne utrydde alle *G. salaris*-individer i en elv (Norunn Myklebust pers. komm.). Etter utfordrende behandlinger i Batnfjordselva og Steinkjerelva med mislykket resultat, ble aluminiumsmetoden ferdig utviklet i Lærdalselva. Etter to vellykkede behandlinger med surt aluminium i to påfølgende år (2012 og 2013), kunne Lærdalselva friskmeldes i 2018. Myndighetene hadde nå to metoder for å utrydde *G. salaris* i en elv.

I et laboratorieforsøk med *G. salaris*-infiltrert laks der effekten av deklorert og klorert drikkevann ble sammenlignet, forsvant parasittene i det klorete vannet uten at laks var synlig berørt (Hagen mfl. 2014). Dette var starten på det som omtales som klormetoden. På samme måte som aluminiumsmetoden, drepes *G. salaris*, men ikke laks med klormetoden. Klormetoden har imidlertid den fordel at det er svært små mengder klor som skal til å drepe parasitten samtidig som det ikke er behov for å endre elvens vannkjemi (ved aluminiumsmetoden må elvens pH senkes til under 6). Klorkonsentrasjonene som dreper *G. salaris* er lavere enn det som tilsettes drikkevann verden over. I praksis tilsettes elvevannet en blanding med kloramin som reagerer langsommere enn fritt klor og derfor varer effekten lengre ved lave klorkonsentrasjoner (Hagen mfl. 2019). Klormetoden har blitt utviklet og utprøvd i Lierelva og Batnfjordselva (Hagen mfl. 2019), og i 2022 og 2023 vil klormetoden bli brukt til å utrydde *G. salaris* i Driva og Litledalselva i Driva-regionen. De to andre elvene i denne regionen (Usma og Batnfjordselva) vil bli rotenonbehandlet. Etter at behandlingene med klormetoden i Driva-regionen er ferdige, vil det bli utredet om klormetoden også kan brukes i Drammensregionen som er den siste og kanskje mest utfordrende norske smitteregionen med *G. salaris*.

### 7.2.4 Utvikling av motstandsdyktig laks

Flere har ment at «naturen må få rydde opp selv» som i denne sammenheng betyr at laks og *G. salaris* i norske elver må få mulighet til å tilpasse seg hverandre slik flertallet av vert-parasittforhold har gjort i naturen gjennom tusenvis og millioner av år. Beregninger viser at en tilpasning mellom norsk laks og *G. salaris* vil ta hundrevis av år (Karlsson mfl. 2020). Enkelte har argumentert for at denne prosessen kan fremskyndes ved hjelp av avl på de mest motstandsdyktige laksene (Salte & Bentsen 2004, Salte mfl. 2010). I og med at en slik tilpasning, enten den skjer naturlig eller gjennom avl, betyr at parasitten alltid vil være tilstede i en elv, er det sannsynlig at den da vil bli spredt seg til stadig nye elver.

Laksebestanden i hver nyinfiltrert elv vil da oppleve den samme drastiske laksedøden og lang tilpasningstid mellom parasitt og vert, og uavhengig av hvor lang tid tilpasningen tar, vil det alltid være en del laksunger som dør og bestandene vil ikke kunne bli like store som de var uten parasitten (Denholm mfl. 2016). Norske myndigheter har derfor skrinlagt en «tilpasningsstrategi» og satset på en «utryddelsesstrategi» til beste for den enkelte laksebestand og for laksens eksistens i norske elver. I og med at populasjonsveksten hos *G. salaris* først og fremst er påvirket av tiden det tar før et individ føder første gang (Denholm mfl. 2013) og at denne tiden er temperaturavhengig (Jansen & Bakke 1991), kan det være grunn til å frykte at dødeligheten på grunn av *G. salaris* vil øke med global oppvarming, særlig i de kaldeste elvene i Norge. En slik konsekvens av den globale oppvarmingen kan derfor være en ytterligere god grunn for norske myndigheter til å utrydde *G. salaris* fra norske lakseelver.

## 7.3 Tiltak i fiskeoppdrettsanlegg

*Gyrodactylus salaris* har blitt påvist i 39 fiskeoppdrettsanlegg, 13 med produksjon av laks og 26 med produksjon av regnbueørret (se kapittel 5.3). For å hindre videre spredning av parasitten, enten til elver eller nye fiskeoppdrettsanlegg, har myndighetene pålagt tiltak som fjerner *G. salaris* i fiskeoppdrettsanleggene. Selv om det finnes mange medikamenter og kjemiske midler som er effektive mot *G. salaris* på oppdrettsfisk, er det sjelden at slike behandlinger resulterer i at parasitten utrykkes fra et anlegg eller den enkelte produksjonsenhet. Det har derfor vært nødvendig med mer drastiske tiltak. I praksis har det vært nødvendig med avlving av all fisk («stamping out») i hele oppdrettsanlegget eller enkeltvis i produksjonsenheter, om det har vært et tilstrekkelig godt smitteskille mellom disse enhetene. I 1980 gjorde NVE-

Statskraftverkene i Mofjellet et frivillig forsøk på å utrydde *G. salaris* i sitt fiskeoppdrettsanlegg ved utslakting av fisk samt tørrelegging og desinfeksjon. Dette var vellykket, og parasitter er senere ikke påvist i anlegget (Johnsen & Jensen 1985). Etter at *G. salaris* kom på listen over meldepliktige fiske sykdommer i 1983 hadde myndighetene hjemmel til å pålegge utslakting av all fisk uten kompensasjon for fiskeoppdretterne. For å redusere fiskeoppdretternes tap kunne det imidlertid vises smidighet i utslaktingsprosessen forutsatt at det ikke var, eller medførte fare for spredning av *G. salaris* til et laksevassdrag. For eksempel kunne et settefiskanlegg som produserte laksesmolt til marin matproduksjon få tillatelse til å sette *G. salaris*-smittet laksesmolt i merder i sjøvann med så høy saltholdighet at parasitten ville dø i løpet av svært kort tid. Dette ble gjennomført for enkelte av de 13 smittede settefiskanleggene som produserte laksesmolt.

Da det endelig ble klart at det dreide seg om den meldepliktige *G. salaris*, ble to fiskeoppdrettsanlegg med åpne merder i Tyrifjorden pålagt å slakte all fisk. Den ene fiskeoppdretteren gikk senere til sak mot staten fordi han mente at artsbestemmelsen måtte være feil og at det var unødvendig å slakte all fisk for å hindre en eventuell spredning av parasitten til Drammenselva nedstrøms Tyrifjorden. I og med at *G. salaris* på regnbueørret trivdes bedre på laks i laboratorieforsøk, og at laks i Drammenselva ble smittet med samme *G. salaris* variant kort tid etter, fant Oslo Byrett at artsbestemmelsen var riktig og at myndighetenes tiltak var gyldige. Staten ble derfor frifunnet og fiskeoppdretteren tapte på alle punkt. Dommen ble ikke anket. I domspapirene fremgår det at Veterinæravdelingen i Landbruksdepartementet var imot utslakting av oppdrettsfiskene og mente at det var tilstrekkelig å formalinbehandle dem og å sette not rundt de to oppdrettsanleggene for å fange rømt fisk. Det var Miljøverndepartementet som presset på for å slakte ned all fisk for å hindre spredning av parasitten til Drammenselven. Etter noe tvil ble utslaktingen godtatt av landbruksministeren som hadde konsultert statsministeren. Da *G. salaris* senere ble påvist på regnbueørret i ytterligere 24 østnorske fiskeoppdrettsanlegg var veterinærmyndighetene raske med å pålegge utslakting av all smittet fisk for å bli kvitt *G. salaris*. Mange av produsentene var små og produserte matfisk til eget bruk uten konsesjon. Flere av disse avvirket sin produksjon samtidig med utslaktingen. Noen har fått konsesjon og produserer fortsatt regnbueørret. Etter at fiskeoppdrettsanleggene med *G. salaris* ble sanert, ble de som fortsatte produksjonen, erklært smittefrie (se **kapittel 8.2**).

Etter at *G. salaris* kom på listen over meldepliktige sykdommer fikk myndighetene ganske raskt god kontroll på spredningen av *G. salaris* med transport av levende fisk. Etter 1990 har *G. salaris* bare blitt spredt til to fiskeoppdrettsanlegg i 2002 (se **tabell 5.2**), som skjedde etter en menneskelig glipp.

## 7.4 Tiltak for å hindre spredning med fiskeutstyr o.l.

Tidlig på 1980-tallet ble det spurt om sportsfiskeutstyr eller annet utstyr som hadde vært brukt i en *G. salaris*-smittet elv, kunne bidra til å spre parasitten hvis utstyret ble brukt i en usmittet elv. Mo (1987) gjennomførte et feltforsøk som viste at *Gyrodactylus* kan overføres til en fisk i en våt håv hvis det tidligere hadde vært en smittet fisk i håven. Det var altså ikke nødvendig at den smittede og usmitede fisken var i håven samtidig. I og med at *G. salaris*-individer som er frigjort fra fisk kan leve 4-5 døgn ved 3 °C og omtrent ett døgn ved 18-19 °C (Mo 1987, Olstad mfl. 2006) er det sannsynlig at håver og annet utstyr som har vært i berøring med en smittet fisk eller vært brukt i en smittet elv, kan overføre *G. salaris* hvis utstyret senere brukes i en usmittet elv. I og med at *G. salaris* dør etter få minutter ved uttørring (Mo 1987), forutsetter det at utstyret hele tiden er fuktig nok til at parasitten kan overleve transporten mellom elvene.

Disse undersøkelserne var foranledningen til at kravet om desinfeksjon av fiskeutstyr før bruk i usmittede elver og etter bruk i smittede elver ble gitt. På Mattilsynets nettsider gis informasjon om hvilke krav som stilles til desinfeksjon av fiskeutstyr for å hindre spredning av *G. salaris* (se [Slik hindrer du spredning av Gyrodactylus salaris | Mattilsynet](#)). Her står det at fiskeutstyret kan desinfiseres med Virkon-S eller et annet desinfeksjonsmiddel, eller at utstyret kan tørkes.

Dessverre er ikke Mattilsynet konsekvent i sin informasjon, og på andre steder på Mattilsynets nettsider og i informasjonsmateriell fra Mattilsynet fokuseres det kun på bruk av desinfeksjonsmidler og da (nesten) utelukkende på Virkon-S. Dette har resultert i at desinfeksjonsstasjoner og personer knyttet til disse utelukkende bruker Virkon-S og f.eks. ikke aksepterer tørking av fiskeutstyr som en tilstrekkelig metode for å drepe *G. salaris*. Dette har videre ført til en omfattende unødvendig bruk av Virkon-S og påført sportsfiskere unødvendige kostnader gjennom å betale for en unødvendig tjeneste. Selv om Mattilsynet skriver på sine nettsider at Virkon-S erfaringsmessig ikke skader utstyret, finnes det flere eksempler på slike skader, særlig på vadebukser, trolig fordi den praktiserte behandlingstiden har vært for lang eller at konsentrasjonen av Virkon-S har vært for høy.

Desinfeksjon med husholdningsklor som Klorin eller lignende, dreper *G. salaris* raskt ved 0,5-1 % løsninger. En klorholdig desinfeksjonsløsning mot *G. salaris* er like effektiv som Virkon-S, men er langt billigere i innkjøp og bruk. I tillegg kan husholdningsklor kjøpes i de fleste dagligvarebutikker. Desinfeksjon med kjemikalier har imidlertid den ulempen at de har en negativ effekt på miljøet, særlig hvis desinfeksjonsløsningen helles på bakken, i en elv eller innsjø etter bruk. Et langt mer miljøvennlig og billigere alternativ er bruk av varmt vann. Forsøk har vist at vann ved 40 °C dreper *G. salaris* i løpet 34 sekunder og det ble estimert at parasitten drepes etter ett sekund ved vanntemperaturer over 48 °C (Koski mfl. 2016). Vanntemperaturen i varmtvannstanker i norske hjem er høyere enn dette. Varmt vann kan således brukes til å drepe *G. salaris* betydelig raskere enn den omtalte forskriftens anbefalte behandlingstid på 15 minutter ved bruk av Virkon-S. (Her kan det imidlertid tillegges at laboratorieforskningene med Virkon-S på 1990-tallet viste at *G. salaris* drepes etter omtrent 15 sekunder i 0,5-1 % Virkon-S-løsninger. Hvorfor Statens Dyrehelsetilsyn valgte å sette en behandlingstid på 15 minutter er ukjent.) For å hindre spredning av *G. salaris* bør varmt vann av flere grunner (tilgjengelighet, kostnader, miljøvennlighet) brukes i stedet for kjemikalier for å desinfisere sportsfiskeutstyr og annet utstyr til bruk i norske lakseelver.

## 8 Friskmelding av elver og fiskeoppdrettsanlegg

Mattilsynet har ansvaret for å friskmelde elver og oppdrettsanlegg etter gjennomførte tiltak for å fjerne/utrydde *G. salaris*. I dette arbeidet har tilsynet konsultert Veterinærinstituttet.

### 8.1 Friskmelding av elver

Fram til 2007 ble rotenonbehandlede elver friskmeldt etter flere år med undersøkelser og en dialog mellom miljø- og veterinærmyndigheter. Etter hvert ble det imidlertid ønskelig med en struktur og forutsigbarhet i friskmeldingsprosessen, og i 2007 ba Mattilsynet Veterinærinstituttet om å utarbeide et friskmeldingsprogram (FM-program) som skal dokumentere frihet for *G. salaris* i vassdrag der utryddelsestiltak har blitt fullstendig gjennomført (Mo & Jansen 2007). I korte trekk ble det foreslått at friskmeldingen skulle baseres på tre årlige undersøkelser av 10 ettårige (1+) laksunger på mange stasjoner i en elv. Antall stasjoner er avhengig av elvens lengde og størrelse. Tid fra utryddelsestiltak er fullført til friskmelding bør være minimum 5 år. Dette er basert på en maksimal smoltalder på 4 år pluss 1 års sikkerhetsmargin. I regioner der maksimum smoltalder er 5 år eller mer, bør friskmeldingstiden økes tilsvarende. I praksis har forslaget til FM-program blitt fulgt, men antall undersøkelser per år per elv ble senere redusert til to. Veterinærinstituttet har ansvar for den praktiske gjennomføringen av friskmeldingsprogrammet, men det er Mattilsynet som har ansvar for selve friskmeldingen. **Figur 8.1** viser den årlige statusen for antall elver som er under friskmelding og antall elver som har blitt friskmeldt i perioden 1975-2021, samt antall elver som har vært smittet i det hvert enkelt år.

Johnsen mfl. (1999) beregnet at *G. salaris* forårsaket en gjennomsnittlig reduksjon i voksen laks på 87 % i berørte elver og at dette representerte et produksjonstap på 15 % på nasjonalt nivå. Spredning av *G. salaris* til 11 små elver etter 1999 har neppe endret på disse tallene. I prinsippet vil en friskmelding av alle norske elver bety en økt lakseproduksjon på 15 %. Dette regnestykket er i midlertid komplisert fordi laksens overlevelse i havet har blitt endret de siste 20-30 år og overlevelsen har blitt mye dårligere i noen regioner enn i andre (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2021).

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har tilstandsvurdert 14 og 16 friskmeldte elver for henholdsvis perioden 2010-2014 og perioden 2015-2019 (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2018, 2021). Mange av de friskmeldte elvene ble ikke tilstandsvurdert fordi laksebestanden var under reetablering etter kjemisk behandling, eller at laksebestanden var så liten at det ikke er satt et gytebestandsmål eller at elvene (trolig) ikke har en egen laksebestand. Elvene som var under friskmelding ble heller ikke tilstandsvurdert. Av de tilstandsvurderte elvene er det bare fem og seks som hadde god eller svært god tilstand ut fra GBM og høstingspotensial henholdsvis i perioden 2010-2014 og perioden 2015-2019. De resterende elvene hadde moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand (**tabell 8.1**).

Av **tabell 8.1** kan det se ut til at bestander som ble friskmeldt på slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet har hatt en bedre reetablering av laksebestandene enn elver som har blitt friskmeldt på et senere tidspunkt. Dette har neppe noe å gjøre med den kjemiske behandlingen eller den gjennomførte reetableringen av laksebestandene, men heller et uttrykk for den generelt dårlige overlevelsen laks har hatt i havet de siste 30 år. Nærliggende elver til friskmeldte elver med dårlig tilstand har generelt samme dårlige tilstandsvurdering (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2018, 2021). Videre har Valdalselva gått fra svært god tilstand i perioden 2010-2014 til dårlig tilstand i 2015-2019, mens Beiarelva har gått motsatt vei fra dårlig tilstand i

perioden 2010-2014 til svært god tilstand i perioden 2015-2019. Disse endringene har neppe noen sammenheng med tidligere *G. salaris*-infeksjon eller tiltakene for å utrydde parasitten. Selv om tilstanden til mange friskmeldte elver er dårlig, er det tross alt mange elver som i dag har en moderat, god eller svært god tilstand. Dersom utryddelsestiltak ikke hadde vært gjennomført, ville alle elver i dag hatt en svært dårlig tilstand (men Vitenskapelig råd for lakseforvaltning hadde ikke tilstandsvurdert dem på grunn av *G. salaris*-forekomst).

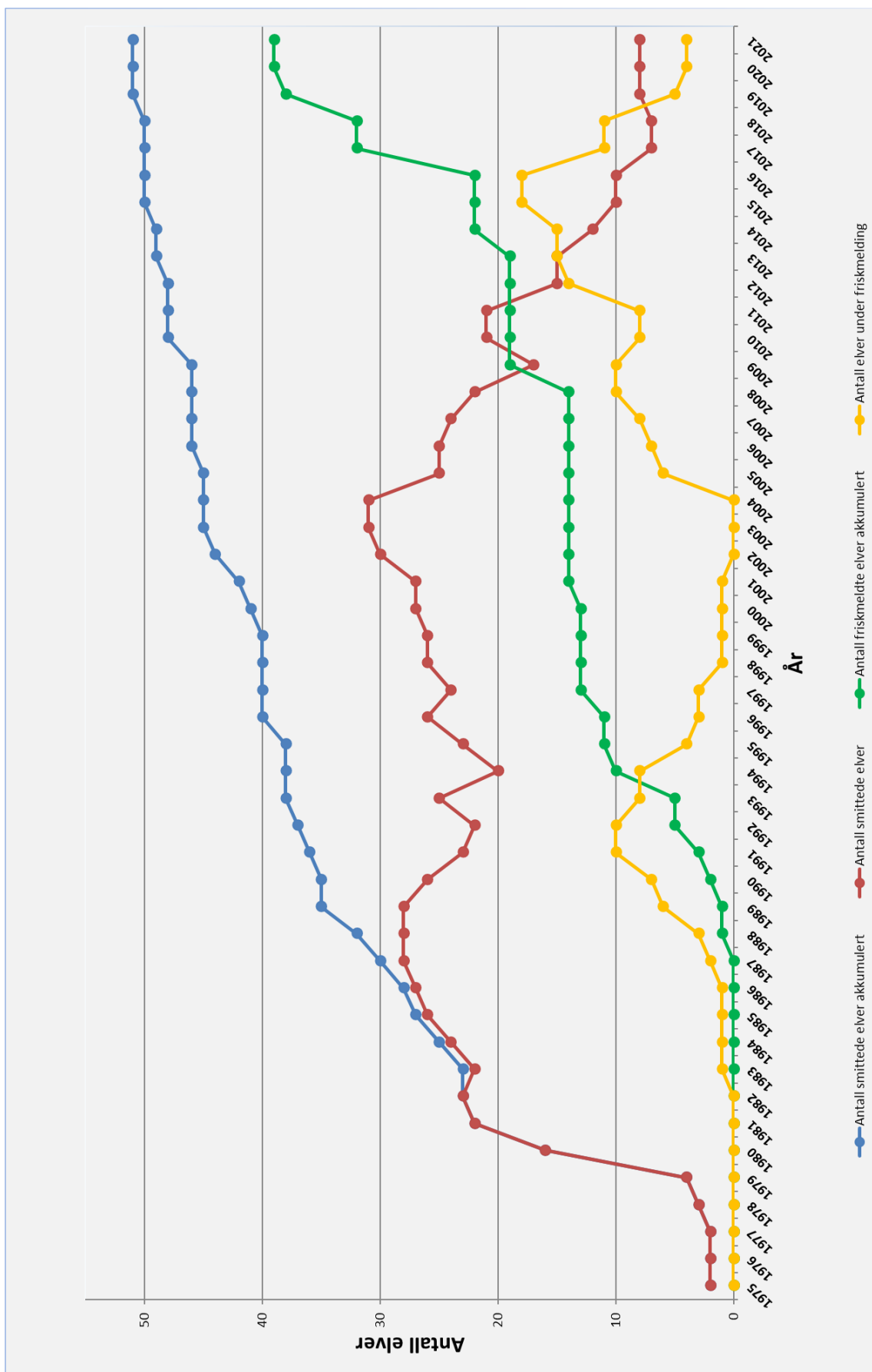
Det er vanskelig å gi noen eksakte tall på hvor mye lakseproduksjon forvaltningens mange tiltak har bidratt til å bevare og reetablere. Uten tiltak er det sannsynlig at alle elvene og regionene ville vært tilnærmet uproduktive og mange laksebestanden vill gått tapt. Det ville ikke/neppe vært tillatt å ha et fiske på de små gjenværende restene av laksebestandene. I tillegg er det sannsynlig at *G. salaris* ville blitt spredd til nye regioner og vassdrag, og produksjonstapet på nasjonalt nivå vill vært større enn 15 %. Hvor mye større ville vært avhengig av størrelsen på elvene som hadde blitt smittet.

## 8.2 Friskmelding av fiskeoppdrettsanlegg

Veterinærmyndighetene har ansvaret for friskmelding av fiskeoppdrettsanlegg. Vi kjenner ikke til at det er laget et eget friskmeldingsprogram eller friskmeldingsprosedyre. Det har neppe heller vært behov for dette i og med at det er 20 år siden parasitten ble påvist i et fiskeoppdrettsanlegg i Norge. Friskmelding av fiskeoppdrettsanlegg har vært basert på flere undersøkelser av fisk etter at hele eller deler av anleggene har vært sanert. Blant sanerte anlegg som har videreført produksjonen av fisk har det vært ett tilbakefall og ny påvisning av *G. salaris*. Dette var i Bjerkaanlegget i Nordland der første påvisning var i 1977 og etter sanering var det en ny påvisning i 2002. Anlegget hadde da skiftet navn til Genbankanlegget Bjerka.

**Tabell 8.1.** Sammenheng mellom friskmeldingsår og tilstandsvurderinger for elver som tidligere har vært smittet med *G. salaris*. Tabellen inneholder bare elver som er tilstandsvurdert av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (2018, 2021). UR=under reetablering.

EIV	Vassdrags-nummer	Fylke	Friskmeldingsår	Tilstand ut fra GBM og høstingspotensial for perioden 2010-2014	Tilstand ut fra GBM og høstingspotensial for perioden 2015-2019
Vikja	070.Z	Vestland	1988	Svært god	Svært god
Vikelva	097.2Z	Møre og Romsdal	1988	Svært god	Svært god
Korsbrekkeelva	098.6Z	Møre og Romsdal	1990	Svært god	Svært god
Tafjordelva	099.Z	Møre og Romsdal	1991	Moderat	Moderat
Aureelva	097.72Z	Møre og Romsdal	1992	Svært god	Svært god
Valldalselva	100.Z	Møre og Romsdal	1994	Svært god	Dårlig
Norddalselva	099.2Z	Møre og Romsdal	1994	Moderat	God/svært god
Eidsdalselva	099.1Z	Møre og Romsdal	1994	Moderat	Dårlig/Svært dårlig
Lakselva	162.7Z	Nordland	1995	Moderat	Moderat
Bævra	112.3Z	Møre og Romsdal	1995	Dårlig/Svært dårlig	Dårlig/Svært dårlig
Storelva	111.4Z	Møre og Romsdal	1995	Dårlig/Svært dårlig	Dårlig/Svært dårlig
Beiarelva	161.Z	Nordland	2001	Dårlig	Svært god
Bjerka	155.4Z	Nordland	2009	Svært dårlig	Dårlig/Svært dårlig
Røssåga	155.Z	Nordland	2009	Svært dårlig	Svært dårlig
Bardalselva	153.6Z	Nordland	2009	UR	Moderat
Lærdalselva	073.Z	Vestland	2018	UR	Svært dårlig



Figur 8.1. Årlig status for *Gyrodactylus salaris* i norske elver i perioden 1975-2021.



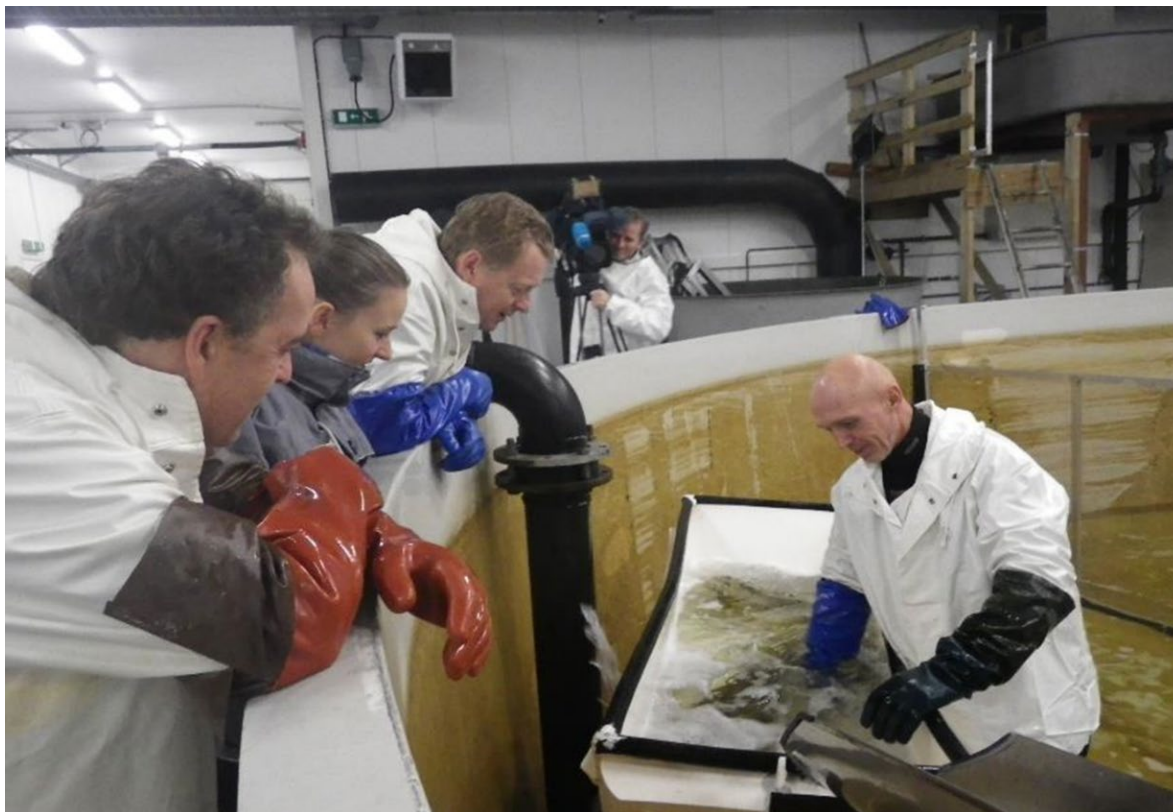
## 9 Reetablering av fiskebestander etter utryddelse av *G. salaris*

I 1986 ble det nasjonale genbankprogrammet for vill laks opprettet av daværende Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (Miljødirektoratet). Genbankprogrammet ble opprettet for å sikre arvematerialet og å ivareta det genetiske mangfoldet hos norske laksebestander, spesielt med tanke på trusselen fra lakseparasitten, men også fra blant annet forsuring (Sivertsen 2017). Fra 1986 og frem til 1989 besto genbanken for vill laks av en frossen sædbank, der melke ble nedfrosset og lagt på flytende nitrogen for bevaring av genetikk og eventuell fremtidig produksjon av nye laksegenerasjoner. Fra 1989 ble den første levende genbanken opprettet på Haukvik i Sør-Trøndelag. I dag finnes det i alt fem levende genbanker for vill laksefisk i Norge. Disse er lokalisert på Bjerka i Nordland, Haukvik i Trøndelag, Herje og Hamre i Møre og Romsdal, samt lms i Rogaland. I de senere årene har det også blitt samlet inn bestander av både sjøørret og sjørøye i genbankene, og i forbindelse med bekjempelsesaksjonene i Vefsnaregionen, ble også stasjonære bestander av ørret og røye samlet inn fra i innsjøområdene i Fustavassdraget før behandlingen med CFT-legumin.

Miljødirektoratet er øverste myndighet for genbankene og avgjør hvilke stammer som skal inn i levende genbank, mens Veterinærinstituttet er fagansvarlige for driften på genbankene. I utgangspunktet er de levende genbankene opprettet for å holde fisk i et midlertidig perspektiv til trusselen den enkelte bestand står ovenfor er eliminert. I genbankene i dag står det omtrent 55 bestander av laks, sjøørret og sjørøye. Bestander fra elver der trusselen fra *G. salaris* er eliminert, er tatt ut av de levende genbankene, men arvematerialet fra elvene er fortsatt nedfrosset i sædbanken. Til sammen er det i alt 77 bestander av laksefisk som har vært ivarett i landets fem levende genbanker. Hvorav 32 er reetablert eller under reetablering etter bekjempelse av lakseparasitten. I Frossen sædbank er det oppbevart nedfrosset melke fra i alt 174 laksebestander (Bøe mfl. 2021), i tillegg til flere bestander av sjøørret, stasjonær ørret, sjørøye og relikte laks.

Etter behandling mot *G. salaris* blir de lokale laksebestandene reetablert med egg og laksunger som er oppbevart i de levende til genbankene. Også sjøørret og sjørøyebestander som direkte blir berørt av behandlingen med CFT-legumin har i de senere år blitt reetablert med materiale fra genbankene, om ikke andre bevaringstiltak er blitt iverksatt før behandlingene tar til.

Til sammen er det tilbakeført over 83 millioner rogn (**se vedleggstabell 14.1**) fra genbankene i Norge til vassdrag som er behandlet mot *G. salaris* (tall fra Veterinærinstituttet). Til sammen utgjør dette en gytebiomasse på om lag 57 tonn hunnlaks, eller omtrent 19000 laksehunner med en snittvekt på 3 kg.



**Bilde 9.1.** Stryking av fisk ved Statkrafts genbank på Bjerka i Nordland.

Bevarings- og reetableringsprosjektene for bestander som er direkte eller indirekte truet av lakseparasitten, starter i lang tid før selve behandlingene iverksettes. Innsamling av både melke til frossen genbank og familier av villfisk til levende genbank kan starte opptil flere tiår før behandling. Når det nærmer seg behandlingstidspunkt, utarbeides det planverk for reetableringen av stammene, og det er Statsforvalteren i de ulike fylkene som utarbeider bevaring- og reetableringsplaner, i samråd med Miljødirektoratet og andre involverte institusjoner og interessenter. Målsettingen med et slikt dokument er som beskrevet i bevaring og reetableringsplanen for Vefsnaregionen (Anon. 2017) «å bidra til en planmessig reetablering og gjenoppbygging av levedyktige og bærekraftige bestander av laks, sjørørret, sjørøye og de berørte bestandene av ørret og røye (...). Et viktig element i arbeidet med reetablering og gjenoppbygging av de lokale bestandene vil være å dokumentere effekten av tiltakene fortløpende ved å overvåke bestandsutviklingen».

### **Vefsnaregionen som eksempel på reetablering og bevaring**

*Gyrodactylus salaris* ble første gang påvist på laksunger fanget i Vefsna i 1978, og Vefsna er derfor ett av de vassdragene som lengst har vært infisert av *G. salaris* i Norge. Parasitten ble trolig innført første gang gjennom utsetninger av infisert laksesmolt i 1975 eller 1977 (Johnsen mfl. 1999). Vassdrag og fjordområder som omfattes av *Gyrodactylus*-relaterte tiltak er definert som en smitteregion, og de infiserte elvene i denne regionen omtales ofte med fellesbetegnelsen Vefsnaregionen, da smitteregionen får navn etter det største vassdraget i regionen.

Frem til 1996 var det bare vassdragene i indre Vefsnfjorden (Vefsna, Fusta, Drevja og Hundåla) som var infisert av lakseparasitten. I 1996 ble den første spredningen ut av indre Vefsnfjorden, til Leirelva og Ranelva i Leirfjorden dokumentert. Etter hvert ble parasitten også blitt påvist i Halsanelva og Hestdalselva i Halsanfjorden, en sidearm av den ytre delen av Vefsnfjorden og i

Dagsvikelva og Nylandselva som ligger i Sundet mellom indre Vefsnfjord og Leirfjorden. (Stensli & Bardal 2014). Det ble gjennomført bekjempelsesaksjoner i smitteregionen i 1996, og i periodene 2003-2007 og 2010-2012 (se Stensli & Bardal 2014 for detaljer).

I forbindelse med bevaringstiltak for fiskebestandene i Vefsnaregionen ble det allerede i 1986 startet innsamling av genetisk materiale i form av melke for innfrysning fra de stedegne laksestammene i regionen. I perioden 1986-1993 ble det frosset ned melke som ble oppbevart på flytende nitrogen i tanker på Halsteingården oksestasjon (nå GENO) i Trondheim, og fra og med 1994 ble det samlet inn både rogn og melke for oppbygging av en levende genbank for villaks på Bjerka i Nordland. Fra 2008 og ble det gjennomført et storstilt arbeid for å samle inn ny stamfisk fra elvene Vefsna, Fusta, Drevja i indre Vefsnfjord og Halsan- og Hestdalselva i Halsanfjorden. De siste familiene som ble innsamlet til den levende genbanken for laks på Bjerka baserer seg på vill laks fanget i de *G. salaris*-infriserte vassdragene i regionen i 2012.

I og med at Vefsnaregionen besto av mange infiserte elver og innsjøer omfattet reetablering og bevaringsprosjektene 15 forskjellige fiskebestander fra 6 vassdrag, og er dermed sannsynligvis det største bevaring og reetableringsprosjektet i Norge. For å kunne håndtere all fisk som skulle ivaretas ble det i tillegg til Statskrafts genbank på Bjerka (**bilde 9.1**), bygd et kultiveringsanlegg i Leirfjorden for å kunne sette ut eldre stadier av laks og sjørørret enn rogn. Statskrafts kultiveringsanlegg på Krutfjellet i Hattfjelldal ble også bygget om for å ivareta rognmateriale av stasjonær fisk fra innsjøområdet i Fustavassdraget. Det ble også bygd fire fangstanlegg ved de eksisterende fisketrappene i Fusta, Vefsna og Drevja, samt flere mindre fiskeanlegg for oppbevaring av stamfisk.

I tillegg til bevaringen av fiskebestandene i regionen ble det også gjennomført bevaringsarbeid for elvemusling i Fustavassdraget regi av NINA (Larsen 2015). Det ble også samlet inn ål for flytting ut av innsjøområdet, noe som ble mislykket grunnet flere uheldige omstendigheter (Lo & Holthe 2014).

Bevaring- og reetableringsprosjektet i Vefsnaregionen her er valgt som eksempel på hva som gjøres for å bevare fiskebestandene i regioner som er infisert med lakseparasitten. Bortsett fra antall bestander som er involvert i prosjektet i Vefsnaregionen, er det lite som skiller det planmessige arbeidet i Vefsnaregionen fra andre reetableringsprosjekt, som for eksempel i Skibotnregionen eller Raumaregionen.

### **Bevaring av sjørørret og sjørøyebestandene**

Parallelt med innsamlingen av vill stamlaks i 2008 startet bevaringsarbeidet for sjørørret og sjørøye i regionen. Hovedtiltaket for å bevare disse bestandene har vært å flytte gytemoden sjørørret og sjørøye oppstrøms de stengte fisketrappene i Laksforsen i Vefsna, Forsmoforsen i Fusta og Forsmoforsen i Drevja (**bilde 9.2**). Fra 2009 ble det også gjennomført kontrollert flytting av sjørøye og sjøaure forbi fiskesperra i Leirelva i Leirfjorden. Målet med oppflyttingen var å kunne opprettholde minst tre årsklasser av sjørørret og sjørøye i deler av vassdragene oppstrøms områdene som skulle behandles fram til friskmelding av vassdragene, samtidig som den oppflyttede fisken skulle representere så mye som mulig av den totale genetiske variasjonen i bestandene.



**Bilde 9.2.** Forsmoforsen i Drevja, den gamle stengte fisketrappa ses til venstre i bildet

All sjørret og sjørøye som ble flyttet opp over de stengte fisketrappene ble saltbehandlet i 33 promille saltvann før oppflytting for å være sikre på at en ikke flyttet parasitten med fisken opp i uinfiserte områder. I de første årene ble det også gjennomført en genetisk artstest av sjørret for å utelukke at en flyttet opp feil art eller artshybrider av laks og sjørret.

I 2009 ble *G. salaris* også funnet på røye i Fustavassdraget. Som en følge av dette ble oppflytting av sjøaure til øvre deler av vassdraget innstilt til behandling av tre innsjøer var gjennomført. I perioden 2001-2012 ble det i stedet fanget stamfisk av sjøaure i Fusta med innlegging av rogn og utsetting av uføret yngel i områdene oppstrøms området som skulle behandles i Fustavassdraget (for detaljer se Lo og Holthe 2014). Arbeidet med flytting av sjøaure forbi den stengte fisketrappa i Forsmoforsen i Fusta ble gjenopptatt i 2013, mens oppflyttingen av sjørret i Vefсна og Fusta pågikk helt frem til friskmelding i 2017. Totalt ble det sluppet opp over 15 000 sjørret forbi stengte fisketrapper i Vefsnaregionen i perioden 2008-2018 (**tabell 9.1**). I tillegg ble det sluppet opp nær 4 500 sjørøyer i Leirelvvassdraget i samme periode. Oppflyttingen i Fusta har også pågått årlig siden 2018, og vil med stor sannsynlighet pågå til vassdraget blir friskmeldt.

I tillegg til oppflyttingen av sjøaure, ble nær 2000 sjørret fanget i elvene Vefсна, Fusta og Drevja og flyttet til merder i sjøen der de ble midlertidig oppbevart mens de kjemiske behandlingene ble gjennomført i 2011 og 2012 (Lo & Holthe 2014). Disse ble sluppet ut om lag en uke etter endt behandling.

**Tabell 9.1.** Antall sjørret og sjørøye som ble sluppet forbi stengte fisketrapper i Vefsnaregionen i perioden 2008-2018 (fra Holthe mfl. 2019b).

År	Sjørret				Sjørøye
	Vefsna	Fusta	Drevja	Leirelva	Leirelva
2008*	329	297	264	2045	529
2009	864	994	37	1246	914
2010	313	134*	304	722	309
2011	639	191*	236	865	707
2012	150	134*	21	219	565
2013	50	18	0	150	550
2014	103	61*	30	153	258
2015	439	188	184	508	213
2016	314	333	173	536	208
2017	260	299	244	387	184
2018	-	598	-	-	-
<b>Totalt</b>	<b>3 461</b>	<b>2 727</b>	<b>1 493</b>	<b>6 831</b>	<b>4 437</b>

\*I Fusta er det i disse årene ikke sluppet opp sjørret, tabellen viser kun fangst i trappa.

### Stasjonære bestander

I forbindelse med at innsjøene i Fustavassdraget skulle behandles ble det også gjennomført bevaringstiltak for stasjonær ørret og røye fra innsjøene i vassdraget. Før innsamlingen av stamfisk av ørret og røye i innsjøområdet, ble det gjennomført en genetisk kartlegging for å avdekke om det var flere bestander av disse artene en hadde behov for å bevare (Præbel & Knudsen 2012).

På bakgrunn av de genetiske analysene ble det bestemt at en burde ta vare på genetikk fra tre bestander av røye fra de tre største innsjøene og fem bestander av ørret fra innsjøene og to innløpselver. Til sammen ble det samlet inn 426 stamfisk av ørret fra de fem ørretbestandene og 257 stamfisk fra røyebestandene. Disse individene ble strøket og lagt inn på Statkrafts kultiveringsanlegg på Krutfjellet i Hattfjelldal, som var ombygd for formålet.

Etter endt behandling ble det tilbakeført i alt 60 000 rogn og ørretyngel, samt 40 000 røye yngel til innsjøområdet i Fustavassdraget i 2013 og 2014 (Lo & Holthe 2014). I tillegg til innsamling av stamfisk og utsett av rogn og yngel ble det samlet inn over 3000 ungfisk av ørret fra ulike bekker og tilløpselver til innsjøområdet, som ble satt ut i eksisterende dammer ovenfor områdene som skulle behandles for å ytterligere ta vare på de fiskebestandene som fantes i vassdraget. Denne fisken ble også saltbehandlet før flytting ut av området.

### Reetablering av laks

Siden reetableringsprosjektet for laks i Vefsnaregionen startet i 2013 har det blitt tilbakeført ut over 8,5 millioner individer av laks i elvene i Vefsnaregionen. Over halvparten, nær fem millioner individer, har blitt tilbakeført til Vefsna. I Vefsna er disse fordelt på flere ulike utsettingsstadier fra rogn til smolt.

Utsett av smolt og ettåringer de første årene i reetableringsprosjektet skulle sikre at individer med ønsket opprinnelse raskt ble dominerende blant gytefisk i vassdragene. Samtidig ble det satt ut rogn og ulike stadier av årsyngel i elvene slik at disse individene skulle konkurrere med

yngel av ukjent opprinnelse som var tilstede i vassdragene, da bestandene i elver med som har vært infisert med *G. salaris* ofte i større eller mindre grad kan være lettere påvirkelig med tanke på for eksempel innkrysning av rømt oppdrettsfisk, enn i elver der bestandene er store og robuste.



**Bilde 9.3.** Utsetting av ettårige laksunger i Hestdalselva i 2017.

Frem til 2017 ble det kun satt ut laks nedstrøms de stengte fisketrappene i Vefsna, Fusta og Drevja, men etter friskmelding i 2017 har arealene oppstrøms Laksforsen og Forsmoforsen blitt benyttet til utsetting av laksunger, mens en i Fusta fortsatt venter på friskmelding av innsjøområdet før en kan starte med reetableringen i de øvre delene av vassdraget. De øvrige elvene der det er reetablert laksebestander i regionen er Halsanelva og Hestdalselva (**bilde 9.3**). I tillegg ble det satt ut mindre mengder laks i Hundåla, samt Dagsvikelva og Nylandselva, med hovedformål å kunne avdekke om eventuell smitte fortsatt kunne være tilstede i disse elvene.

Et viktig poeng i reetableringsprosjektene er å nøye overvåke bestandsutvikling i vassdragene, samtidig som en har oversikt over andelen fisk som stammer fra utsetting fra genbankene. Hva som skal gjøres av undersøkelser, og tiden undersøkelsene skal pågå er definert i Statsforvalternes planverk. Som regel innebærer undersøkelsene:

1. Tradisjonelle ungfiskundersøkelser, med hovedfokus på tettheter,
2. undersøkelser av andeler utsatt fisk i ungfiskbestandene,
3. undersøkelser av bestandsstørrelser av voksenfisk,
4. undersøkelser av andeler av utsatt fisk i voksenfiskbestandene.

Ved å undersøke disse parameterne kan man årlig vurdere om fiskebestandene i de behandlede vassdragene følger en forhåndsdefinert utvikling (jmfør planverket som er utarbeidet). En kan slik optimalisere reetableringsprogrammet ved å justere eksempelvis utviklingsstadier på

utsettingsmaterialet, og hvor i vassdragene det er mest hensiktsmessig å sette ut fiskematerialet en har tilgjengelig.

I Vefsnaregionen har det blitt gjennomført slike undersøkelser siden 2013 og frem til i dag. I Vefsna ble gytebestandsmålet for laks nedstrøms Laksforsen med stor sannsynlighet oppnådd allerede i 2016 og de påfølgende årene frem til 2019. I 2020 ble imidlertid ikke gytebestandsmålet oppnådd, og det var dette året også stor usikkerhet rundt oppgangen i laksetrappa i Laksforsen. I 2016 var også 72 % av bestanden av voksen laks i Vefsna tilbakevendende fisk fra utsettingene fra genbanken årene i forveien (Holthe mfl. 2019a), og frem til 2019 var andelen tilbakevendende fisk med opphav i genbanken på over 60 %. I 2017 ble det også gjennomført gytefiskundersøkelser i Drevja og Fusta. Resultater fra begge elvene viste at gytebestandsmålet med stor sannsynlighet var oppnådd, og i disse to elvene var andelen utsatt voksenlaks i bestandene nær 80 % for begge elvene.

Basert på disse resultatene kan en fastslå at en har klart å gjenoppbygge de tidligere infiserte laksebestandene i Vefsnaregionen og at genetisk materiale som hadde blitt ivaretatt i genbankene var dominerende i vassdragene i regionen, noe som er et overordnet mål med all reetablering. Samtidig med at det var store laksebestander i alle elvene var også sjøørretbestandene på høyt nivå, slik at det arbeidet som var lagt ned med tanke på bevaring av disse bestandene også hadde vært vellykket.

## 10 Økologiske konsekvenser ved bekjempelse av *G. salaris*

### 10.1 Negative konsekvenser

Når rotenonbehandling ble introdusert som tiltak for å utrydde all fisk og dermed *G. salaris* i en elv, ble det raskt påpekt at slike behandlinger kunne få negative konsekvenser for andre dyr. I og med at rotenon blokkerer transport og omsetning av oksygen (Cheng & Farrell 2007), gjaldt bekymringen særlig bunnlevende dyr som puster med gjeller, og da i første rekke insekter. I forbindelse med rotenonbehandlinger har det derfor blitt gjennom for-, under- og etterundersøkelser av bunndyr i mange rotenonbehandlede elver (Arnekleiv mfl. 1997, Kjærstad & Arnekleiv 2003, 2004, 2005, 2016). Generelt har rotenonbehandlinger resultert i en til dels betydelig, men midlertidig negativ effekt på mange bunndyrarter. Omtrent ett år etter behandlingene er de fleste eller alle artene tilbake på de studerte elvelokalitetene. Den relativt raske rekoloniseringen kan trolig helt eller delvis forklares med at rotenonbehandlingene er begrenset til elvenes anadrome strekning. Denne strekningen utgjør en prosentvis liten andel av norske vassdrag. Rekolonisering ved drift fra strekninger ovenfor anadrom strekning kan derfor skje ganske raskt. Langsiktige effekter av rotenonbehandlinger er imidlertid i liten grad undersøkt. Det har bla. vært pekt på at selv om det dokumenteres at artene kommer ganske raskt tilbake vet man likevel lite om endringer på samfunns- og økosystemnivå, og videre at kunnskap om endringer i genetisk struktur hos invertebrater etter rotenonbehandling er mangelfull (Hartvigsen 1997). I og med at rekolonisering av bunndyr i betydelig grad skjer ved driv fra ubehandlede elvestrekninger, vil slike endringer imidlertid bli utfordrende å dokumentere.

I norske elver med påvist *G. salaris* er laks og ørret de dominerende fiskeartene. De er også de viktigste artene for fiske og andre økosystemtjenester og etter rotenonbehandlinger har bestandene av laks og ørret blitt reetablert. Rotenonbehandlingene har imidlertid også drept andre fiskearter som 3-pigget stingsild, ørekyt, ål og skrubbe. Effekten på disse bestandene har ikke vært studert, trolig delvis fordi det antas at disse fiskeartene vil bli reetablert ved individer som kommer via havet (3-pigget stingsild, ål, skubbe), dels fordi en fiskeart er en uønsket konkurrent til laks og ørret (ørekyt) eller dels fordi disse fiskene har liten verdi for våre økosystemtjenester. Disse fiskeartene er likevel en del av elvenes økosystemer og kunnskap om effekten av rotenonbehandlinger på disse artene burde også vært dokumentert.

Selv om behandling av elver med aluminium (aluminiumsulfat, AIS) og klor (kloramin) bare skal drepe *G. salaris* og ikke fisk, kan det likevel forventes negative effekter på ulike bunndyrgrupper. For- og etterundersøkelser i elver behandlet med aluminiumsulfat har vist at denne behandlingen har gitt små negative effekter på bunndyrsamfunnet, men økt forekomst av ulike døgnfluer i drivprøver (Eriksen & Pettersen 2016). AIS-behandlinger har hatt klart mindre negativ påvirkning på bunnfaunaen enn rotenonbehandlinger (Kjærstad & Arnekleiv 2008, Eriksen mfl. 2009). AIS-behandlingene har hatt størst negativ effekt på forsuringfølsomme arter. Dette var forventet i og med at elvenes pH ble betydelig redusert i behandlingsperioden. Behandling med monokloramin i Glitra, en sideelv til Lierelva, gav samlet sett liten effekt på bunnfaunaen. Den mest markerte effekten var økt tetthet av følsomme insektarter i drivprøver (Eriksen 2018).



## 10.2 Positive konsekvenser

Det kan argumenteres for at det er ulike positive økologiske konsekvenser ved bekjempelse av *G. salaris*. Den viktigste er på reetablering av laksebestander, som også innebærer en reetablering av en viktig predator i elvenes økosystemer. Som tidligere omtalt, er annen viktig langsiktig konsekvens at gjennomførte tiltak i elver og fiskeoppdrettsanlegg har stanset den videre spredningen av *G. salaris* til nye norske elver. Uten tiltakene er det sannsynlig at mange flere elver ville blitt smittet, men det er naturligvis ikke mulig å angi et antall.

En annen positiv konsekvens, som verken Miljømyndigheter eller Veterinærmyndigheter har brukt i sin argumentasjon for å gjennomføre utryddelsestiltak i elver og oppdrettsanlegg, er de store menneskeskapte lidelsene og dyretragedien *G. salaris* har påført hundretusener av laksunger. Den norske dyrevelferdsloven gjelder like mye for fisk som for landlevende dyr, og må gjelde like mye for ville fisk som for fisk i fiskeoppdrettsanlegg når det er mennesket som er den bakenforliggende årsak til dyrelidelsene. Lidelsen *G. salaris* påfører laksungene er langvarige, som regel flere måneder, før laksungene dør eller blir spist. Hver gang *G. salaris* utryddes fra en elv eller et fiskeoppdrettsanlegg frigjøres også fremtidige laksunger fra smertefulle lidelser.

I flere små elver er *G. salaris* oppdaget i forbindelse med forberedelser og kartlegging forut for kjemiske behandlinger for å utrydde parasitten. Disse parasittforekomstene ville ellers ikke blitt oppdaget fordi Mattilsynets nasjonale overvåkingsprogram fokuserer på store og viktige elver i hvert kystfylke samt elver som tidligere har vært infisert med *G. salaris*. Det kan derfor hevdes at forberedende arbeid ved bekjempelse av parasitten har bidratt til å avsløre parasittforekomster som ellers ville kunne bidratt til en videre spredning av *G. salaris*.

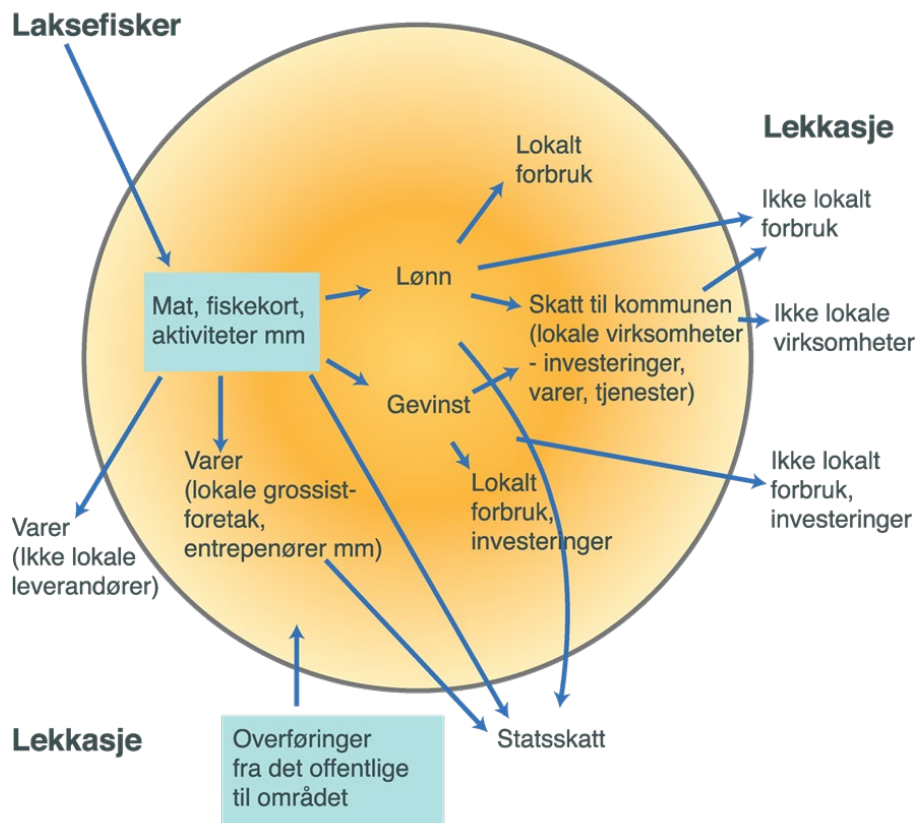
## 11 Samfunnsøkonomisk nytteverdi ved bekjempelse av *G. salaris*

Laksefiske i Norge skaper en rekke verdier både lokalt, nasjonalt og internasjonalt. Den atlantiske villaksen har sin egen internasjonale konvensjon og siden Norge har en stor del av villaksressursen, har vi et spesielt ansvar for å ta vare på denne arten. Dette er blant annet også vist gjennom at Stortinget har opprettet 52 nasjonale laksevassdrag og 29 nasjonale laksefjorder for å gi våre viktigste laksebestander en særskilt beskyttelse (St.prp. nr. 32 (2006-2007)). Fritidsfiske etter laks, sjørørret og sjørøye i Norge har historie tilbake til 1800-tallet hvor engelskmenn leide seg inn i norske elver for å fiske laks. Denne «fisketurismen» hadde stor lokaløkonomisk betydning langs mange elver, blant annet i Lærdalselva (f.eks. historien bak Kapteinsgården), i Rauma (Fiva house), og langs Namsenvassdraget er det flere gårder med lang historie som vertskap for britiske laksefiskere.

Den samfunnsøkonomiske verdien av fritidsfisket etter laks og nytteeffekten av å bekjempe *G. salaris* er tidligere beregnet ved hjelp av ulike varianter av nytte-kostnadsanalyser. Krokan & Mørkved (1994) konkluderte med at kostnadene av bekjempelse av *G. salaris* i infiserte vassdrag i perioden 1981-1998 har høy samfunnsøkonomisk lønnsomhet (4-10 ganger større enn kostnadene), og at det kan brukes betydelig større midler til slik bekjempelse før lønnsomhetsgrensen passeres, spesielt dersom det går kort tid mellom tidspunktet *G. salaris* påvises og behandling. Utgangspunktet for beregningene var betalingsvillighet (rekreasjonsverdi og bevarings/opsjonsverdi) som beskriver betalingsviljen for å ha mulighetene til fremtidig fiske etter laks, antall kilo oppfisket laks i elva og antall innbyggere lokalt rundt vassdraget (for detaljer om beregningsmåten, se Krokan & Mørkved (1994)). En annen økonomisk beregningsmåte er å se på hva fiskerne faktisk legger igjen av penger i lokalsamfunnene og hva dette fører til. Det er disse lokaløkonomiske virkningene og effektene vi ser på her.

Laksefiske i Norge har fortsatt et betydelig omfang, med rundt 75 000 fiskere per år, hvorav ca. 20 % er utenlandske fiskere (Stensland mfl. 2015). Laksefiske har i dag blitt en viktig form for nisjeturisme som gir grunnlag for arbeidsplasser, inntekter og lokal verdiskaping. Videre er det også kulturelt og sosialt viktig da laksefiske gir identitet og trivsel lokalt. I tidligere utredninger (NOU 1999:9) vises det til studier av lokaløkonomiske ringvirkninger for laksefisket i Norge i 1996. Der beregnes en årlig lokaløkonomisk omsetning på ca. 4-500 MNOK. Av dette representerte for eksempel fisket i Namsen, Lærdal og Numedalslågen henholdsvis 9,3 MNOK, 11,2 MNOK og 4,8 MNOK i lokale ringvirkninger (omsetning). Nyere beregninger viser til at laksefiskerne la igjen 1,1 milliarder kroner i lokalsamfunn langs laksevassdrag i 2009 (Norges Skogeierforbund 2010). I 2018 ble det estimert at laksefiske i Norge utgjorde et forbruk på 1 260 MNOK og medførte en verdiskaping inklusive ringvirkninger på ca. 612 MNOK (Andersen og Dervo 2019).

Den lokale verdiskapingen, altså den direkte lokaløkonomiske effekten, er lokal omsetning fratrukket økonomisk lekkasje ut av området (**figur 11.1**). Dette består typisk av innkjøp av varer og statlige skatter og avgifter. Det vi her omtaler som ringvirkninger består av (1) indirekte virkninger som er aktivitet som skapes som følge av økte inntekter for lokale underleverandører til varehandel og tjenesteyting og evt. kommunal virksomhet, og (2) induserte effekter som er økt økonomisk aktivitet som følge av økte inntekter for ansatte og eiere i lokalt næringsliv og kommunene (økte skatteinntekter som følge av økt aktivitet i kommunen). I det følgende vil disse begrepene omtales som ringvirkninger.



**Figur 11.1.** Prinsippkisse som viser økonomiske effekter av laksefiske.

### Verdiskapningsfaktorer

Holmengen & Akselsen (2005) har beregnet verdiskapningsfaktorer (VSF) for norske bygdeturismeforetak og satt den til 0,18. Faktoren gir forholdet mellom hvor stor verdiskaping som følger av omsetningen, slik at man kan beregne verdiskapingen direkte fra omsetningen. Jo høyere andel av grunneiers lakseinntekt som utgjøres av fiskeleie, desto høyere verdiskapningsfaktor for grunneiere. (Kun fiskeleie, eks. langtidsutleie, er nær 1,0 da det som regel er veldig lite kostnader forbundet med dette). Basert på inntekter og kostnader fra grunneiere i Trondheimsfjordelvene beregnet Fiske mfl. (2012) VSF for omsetning hos grunneieren til 0,83. Det vil si at man sitter igjen med 83 kroner for hver 100 kr man omsetter for. I utregningene har vi derfor satt VSF for «fiskeleie» til 0,83. VSF for «annet forbruk» settes til 0,18, for å gjøre resultatene sammenlignbare med tidligere beregninger av fiskere i elvene rundt Trondheimsfjorden (Fiske mfl. 2012).

### Ringvirkninger

Når det gjelder beregning av ringvirkninger, baserer vi oss på tidligere undersøkelser av turismens ringvirkninger. Dybedal (2003, 2005a, 2005b, sitert i Fiske mfl. 2012) har beregnet en rekke produksjonsmultiplikatorer (dvs. for omsetningen) for reiselivets forbruk i fylker og områder i Norge. Dybedals produksjonsmultiplikatorer er av type II, hvilket innebærer at de inneholder induserte effekter (for ytterligere detaljer og vurderinger rundt valg av produksjonsmultiplikatorer, se Fiske mfl. 2012). Basert på hans funn kan vi med tilstrekkelig grad av sikkerhet anslå at multiplikatorene for ringvirkningene ligger i intervallet 1,25-1,45. Vi har derfor brukt multiplikatoren på 1,35 til å beregne de samla ringvirkningene for verdiskapingen som kommer fra laksefiske.

I dette kapitlet legger vi hovedvekten på såkalte lokaløkonomiske virkninger. Når vi ønsker å verdsette laksefisket lokaløkonomisk ser vi for eksempel bort fra ikke-bruksverdier som eksistensverdi, arve- og bevaringsverdi, opsjonsverdi og kvasi-opsjonsverdi<sup>2</sup>. Fordi vi baserer beregningene på faktiske utgifter kan vi heller ikke estimere den fulle rekreasjonsverdien blant fiskerne, eller verdien av økosystemtjenesten «rekreasjonsfiske etter laks», som også innehar en kulturell komponent hvor verdien ligger i den kulturen og tradisjonen som lokalt oppstår ved et lakseførende vassdrag. Lokaløkonomisk verdsetting er mer produksjons- og foretaksøkonomisk orientert, og benytter faktiske markedspriser med fokus på realøkonomiske forhold. Den er mer en sektoraggregert foretaksøkonomisk verdsetting idet den fokuserer på et geografisk område og inkorporerer også annen næringsvirksomhet enn selve fisket både direkte og indirekte via ringvirkninger som (1) avledet etterspørsel og (2) forbruk basert på realisert verdiskaping.

Kapitlet baserer seg på tidligere beregninger av laksefiske og dets lokaløkonomiske virkninger (Andersen mfl. 2019). Her gis eksempler fra tre av de 52 nasjonale laksevassdragene i Norge: Lærdalselva i Sogn og Fjordane, Driva i Møre og Romsdal og Vefsna i Nordland. Elvene er valgt ut på bakgrunn av at de er (i) nasjonale laksevassdrag, (ii) hadde et viktig historisk fiske tilbake i tid, (iii) er nasjonalt kjent i dag for sitt fiske, (iv) det antas å være et stort potensial for verdiskaping ved vellykket bekjempelse av *G. salaris* og (v) reetablering av laks og bekjempelsesprogrammene mot *G. salaris* har vært omfattende. På det tidspunktet studien ble gjennomført, var disse elvene i ulike «fase» mht. behandling og friskmelding. Lærdalselva er friskmeldt og elva var i tilnærmet full bruk, men laksefisket ble stengt ned i 2021 grunnet svak lakseoppgang de seneste årene. Driva er i 2021 under prøvebehandling med klor, og full behandling er forventet å starte opp i 2022. Vefsna er i en mellomstilling, og fisket er i en etableringsfase etter friskmelding. I tillegg har vi inkludert noen økonomiske estimater fra kjente lakseelver som ikke har vært rammet av *G. salaris*, for å illustrere verdiene som genereres fra laksefisket (**tabell 11.1**).

### Økonomiske effekter av *G. salaris*-bekjempelse

For å kunne gi et rimelig anslag på betydningen *G. salaris*-smitten har hatt på lokaløkonomiske bidrag fra laksefisket, er det behov for anslag på fiskeinnsats fra før-smitte situasjonen, under-smitte situasjonen og etter-situasjonen fram til friskmelding/dagens situasjon. Denne type historiske data har vist seg å være vanskelig å skaffe til veie, dels er estimatene gjerne ikke direkte sammenlignbare med nåtidsdata, fordi rutine og kravene til fangstrapportering er betydelig endret slik at en betydelig mindre del av fangstene ble rapportert før enn nå (Direktoratet for naturforvaltning 1995). I tillegg trengs data på fordelingen mellom lokale og tilreisende fiskere, antall dager de fisker og deres forbruk under fisket. Et slikt design må imidlertid også drøfte at med den lange historikken som *G. salaris* har i Norge, må en også ta hensyn til de generelle endringene innenfor turismen som har skjedd i samme periode. Fiskeres mobilitet og reisekostnader har trolig gått ned, relativt sett, mens kravene til og betalingsvilje for eksempel for overnatting og husvære trolig har økt.

### Nåverdiberegninger

Nåverdi er definert som verdien av en framtidig inntektsstrøm, beregnet i dagens verdi. Kontantstrømmen er forutsatt å være konstant hvert år, og vi har forutsatt uendelig tidshorisont.

<sup>2</sup> verdien av at en ressurs spares eller er tilgjengelig til senere bruk.

Vi har heller ikke tatt hensyn til vekst i denne beregningen. Nåverdi av aktiviteten laksefiske beregnes ved å dele verdiskapingen i elva med en diskonteringsfaktor (kalkulasjonsrente). I Norge er det vanlig å bruke 4 % som «standard» risikojustert rente (kalkulasjonsrente), men en har i nyere tid begynt å skille mellom ulike tidshorisonter. Det vanlige nå er å bruke 4 % kalkulasjonsrente for effekter de første 40 årene, 3 % i perioden fra 40-75 år, og deretter 2 % for effekter fra og med 75 år (NOU 2012). Det kan argumenteres for at det er fornuftig å benytte 2 % for verdiskaping i laksefiske ettersom aktiviteten baserer seg på en fornybar naturressurs hvor en eventuell utryddelse medfører irreversible effekter. Slike dramatiske konsekvenser vil altså ha innvirkning i uendelig tid, noe som kan tale for at en uendelig tidshorison er naturlig. Vi har derfor gjort beregninger både med 4 % og 2 % rente.

Nåverdien er regnet som verdiskaping inklusive ringvirkninger delt på diskonteringsrenten. En endring av kalkulasjonsrenten fra 4 % til 2 %, vil derfor føre til en dobling av nåverdien (**tabell 11.1**). Vi ser at for Lærdal med 4 % rente (< 40 års tidshorison) er nåverdien av laksefisket i størrelsesorden 348-415 MNOK før og etter *G. salaris*-infeksjonen, mens under infeksjonen er nåverdien 230 MNOK. Dette utgjør et nåverditap gjennom smitteperioden på 118-185 MNOK, men er allikevel langt over behandlingskostnadene som er oppgitt å være i størrelsesorden 49 MNOK. Dette viser at behandlingskostnadene kan forsvares. Regner vi med 2 % rente (> 75 års tidshorison), blir nåverdien 695-830 MNOK og et tilsvarende nåverditap 235-370 MNOK.

Tilsvarende for Driva (hele elva, tilreisende fisker i 10 døgn), bruker vi en 4 % diskonteringsfaktor, utgjør dette 197 MNOK, mens en 2 % rente gir 394 MNOK i nåverdi. Ser vi på estimatet av før-situasjonen i Driva (Driva 30K) får vi en nåverdi mellom 438 MNOK (4 %) og 875 MNOK (2 %). Nåverditapet gjennom smitteperioden blir 241-481 MNOK. Fisket nedstrøms fiskesperren gir 4 % og 2 % nåverdier på henholdsvis (99-198 MNOK, 5D) og (147-296 MNOK, 10D).

For Vefsna har vi regnet ut verdiskapingen i 2019 (6 091 fiskedøgn) og 2020 (7 174 fiskedøgn), basert på antall solgte fiskekort for lokale og tilreisende fiskere. Nåverdien for 2019 og 2020 sesongen er beregnet til å være 130-155 MNOK ved 4 % kalkulasjonsrente (**tabell 11.1**). I tillegg har vi tidligere beregnet verdiskaping ut i fra 3 forskjellige alternative scenarier: (Vefsna 17K= 17000 fiskedøgn) er regnet ut fra estimert antall fiskere, basert på opplysninger fra 2018 sesongen. Nåverdien ved 4 % og 2 % diskonteringsrente gir da henholdsvis 325 og 645 MNOK i nåverdi. Alternativene for fremtidige scenarier (Vefsna 25K og Vefsna 35K) er regnet ut fra at det er henholdsvis 25 000 og 35 000 fiskedøgn i elva. Disse estimatene gir ved 4 % en nåverdi på henholdsvis 475 og 665 MNOK, mens en rente på 2 % gir en nåverdi på henholdsvis 950 og 1325 MNOK.

**Tabell 11.1** Nåverdiberegninger med 2 og 4 % diskonteringsrente, basert på estimert verdiskaping i Lærdalselva før infeksjon, under infeksjon og etter friskmelding. DM= direkte metode, IM=indirekte metode. Driva 5D og 10D er beregninger med henholdsvis 5 og 10 fiskedøgn for tilreisende fiskere, mens Driva 30K beskriver situasjonene før infeksjon. Driva nedstrøms= nedstrøms fiskeperren. Vefsna 2019 og 2020 = faktiske tall for sesongene, Vefsna17K= estimat med 17 000 fiskedøgn, Vefsna 25K= 25 000 fiskedøgn og Vefsna 35 K= 35 000 fiskedøgn.

	Verdiskaping (MNOK)	NåV 4 % (MNOK)	NåV 2 % (MNOK)
Lærdal før	16,6	415	830
Lærdal under	9,2	230	460
Lærdal etter (DM)	13,9	348	695
Lærdal etter (IM)	12,9	323	645
Driva 5D	5,3	132	264
Driva 10D	7,9	197	394
Driva 30 K	17,5	438	875
Driva- nedstrøms 5D	4,0	99	198
Driva- nedstrøms 10D	5,9	147	296
Vefsna 2019 (6K)	5,2	130	260
Vefsna 2020 (7K)	6,2	155	310
Vefsna 17K	12,9	323	645
Vefsna 25K	19,0	475	950
Vefsna 35K	26,5	663	1325

## 11.1 Lokaløkonomiske effekter av å fjerne *G. salaris*

### Lærdalselva

Vi beregnet at fiskernes forbruk i Lærdalselva før infeksjon var på 19,6 MNOK per år, hvorav 63 % av beløpet utgjør lokal verdiskaping, mens under infeksjonsperioden sank forbruket med 23 % til 15,1 MNOK, hvorav 45 % av beløpet utgjør lokal verdiskaping. Etter friskmelding er fiskernes forbruk beregnet til 16,4 MNOK, hvorav 10,3 MNOK er lokal verdiskaping uten ringvirkninger. Differansen i lokal verdiskaping inklusive ringvirkninger mellom perioden elva var infisert og etter friskmelding utgjør 4,7 MNOK. Over 21 år utgjør dette tapet minimum 100 MNOK, og da har vi ikke regnet med de årene det ikke var fiske i elva. Inkluderer vi 7 år uten fiske og legger til grunn at verdiskapingen inkl. ringvirkninger i infeksjonsperioden var 9,2 MNOK/år, får vi 64,4 MNOK i ytterligere tap. Det vil si at tapt verdiskaping medregnet ringvirkninger for Lærdal er  $(98,7+64,4=163,1)$  163 MNOK. Anslått behandlingstid for behandlingene av Lærdalselva summerer seg opp til 45 MNOK (Miljødirektoratet pers. komm.). Det vil si at behandlingstiden ville vært tjent inn i løpet av 4 år  $(163,1/45 \text{ MNOK}=3,6 \text{ år})$  og litt over 2 år  $(98,7/45 \text{ MNOK}=2,2 \text{ år})$  om vi ser bort fra de 7 årene (med et samlet tap på 64,4 MNOK) uten fiske i elva.

Nåverdiberegningene for Lærdalselva etter friskmelding og under infeksjonsperioden gir en indikasjon på nytte/kostnadsforholdet mellom å gjennomføre behandling mot *G. salaris* eller ikke. Gitt 4 % diskonteringsrente (< 40 års perspektiv) er differansen mellom nåverdien etter friskmelding og under infeksjonsperioden 118 MNOK, og ved 2 % rente 236 MNOK. Deler man differansen (gevinsten) på behandlingskostnaden ( $118/45=2,6$ ), får man et nytte/kostnadsforhold på 2,6. Det vil si at gevinsten i et lokaløkonomisk perspektiv av en behandling er 2,6 ganger større enn behandlingskostnaden, og nytte/kostnadsforholdet vil dobles (til 5,2) ved bruk av 2 % diskonteringsrente (> 75 års tidshorisont).

### Driva

I Driva ble det anslått et samlet forbruk inklusive ringvirkninger på 51,9 MNOK (30 000 fiskedøgn) før infeksjon, mens under infeksjon har fiskeinnsatsen og forbruket (inkl. ringvirkninger) blitt redusert med om lag 55 %, til 23,4 MNOK. Lokal verdiskaping inklusive ringvirkninger ble redusert med 9,6 MNOK, dvs. ca. 10 MNOK/år. Over 38 år utgjør dette totalt 365 MNOK i tapt lokal verdiskaping som følge av *G. salaris*.

Etter at fiskesperra ble bygd i Driva, har fiskbar strekning blitt betydelig redusert (det er ca 25 km elv nedstrøms sperra), samtidig som hovedtyngden av fisket også i infeksjonsperioden har skjedd på den strekningen som fortsatt er fiskbar nedstrøms sperra. Konsekvensen av sperra på kort sikt er en reduksjon av fiskeinnsats på ytterligere 25 % for Driva, som igjen påvirker lokal verdiskaping negativt. Naturlig nok har dette hovedsakelig økonomiske konsekvenser for rettighetshaverne oppstrøms sperra i perioden sperra står. Tapet uttrykker samtidig verdiskapingspotensialet ved å fjerne *G. salaris* og få i gang et fullverdig fiske i hele vassdraget etter behandling.

Til sammenligning beregnet Magnussen (2011) den lokaløkonomiske virkningen av en fiskesperre i Driva (for å bli kvitt *G. salaris* i vassdraget). Hun finner at den lokaløkonomiske virkningen for Driva i infeksjonsperioden ligger på 16,4 MNOK, og at den etter friskmelding vil kunne ligge på 38,5 MNOK (omregnet til 2017 kroner), det vil si en økning på nesten 20 MNOK. Avhengig av beregningsmåte, så har vi altså årlige tap i størrelsesorden 10-20 MNOK per år som følge av *G. salaris*-infeksjonen i Driva. Kostnadene av å bygge fiskesperra er anslått til 70 MNOK. Miljødirektoratet anslår at behandlingen av Driva nedenfor fiskesperra vil koste 10 MNOK. De samlede kostnadene ved behandlingen vil dermed utgjøre 80 MNOK. I våre beregninger er differansen i nåverdi mellom før-situasjonen (Driva 30K) og dagens situasjon (Driva 10D) i hele elva på 241 MNOK. Nytte/kostnadsforholdet blir da  $241/80=3,0$ , hvilket tilsier at behandlingen av Driva vil være svært lønnsomt ved 4 % diskonteringsrente. Som tidligere nevnt vil de nevnte faktorer dobles ved bruk av 2 % rente.

Magnussen (2011) beregnet den samfunnsøkonomiske verdien av verdsatte virkninger fra fisket i Driva til å ligge mellom 452,4 MNOK 10 år etter friskmelding og 1900 MNOK (omregnet til 2017 kroner) 40 år etter friskmelding av Driva. Vårt estimat er noe lavere, 438 MNOK i et 40 års perspektiv og 875 MNOK i et mer langsiktig perspektiv. Forskjellene i våre estimater og hennes skyldes ulike beregningsmåter og at vi har brukt mer nøkterne tall for fiskeinnsatsen, sammenlignet med de tall som ble benyttet av Magnussen.

### Vefsna

For Vefsna i 2019 (6091 fiskedøgn) og 2020 (7174 fiskedøgn) fikk vi et samlet forbruk inklusive ringvirkninger på henholdsvis 13,8 MNOK og 16,3 MNOK og en verdiskaping på henholdsvis 5,2 MNOK og 6,2 MNOK. Scenariet med 17 000 fiskedøgn ga et samlet forbruk inklusive

ringvirkninger på 33,9 MNOK, hvilket gir en årlig lokal verdiskapning (inkl. ringvirkninger) på 12,9 MNOK. Tall fra 2019 og 2020 sesongene kan indikere at estimatene for scenariene 25K og 35K fiskedøgn i årene etter etablering kan være noe for høyt.

Behandlingskostnadene for hele smitteregion Vefsn er anslått til 150 MNOK. For Vefsna elv isolert sett, har Miljødirektoratet anslått kostnaden til 20 MNOK. Vi har ikke beregnet lokal verdiskapning av fisket under infeksjonsperioden, siden det kun har vært et begrenset fiske i elva, og også vært mange år uten fiske. I Lærdal økte nåverdien av fisket med om lag 50 % etter friskmelding, mens i Driva (som er infisert) ble nåverdien mer enn halvert, sammenlignet med før-situasjonen. Dersom vi antar at nåverdien av fisket i en infisert Vefsna var halvparten av dagens friskmeldte elv anno 2020 med ca. 7 000 fiskedøgn, får vi en gevinst på  $155/2=77,5$  MNOK. Nytte/kostnadsforholdet blir da  $77,5/20=3,9$ . Altså, gevinsten ville ha vært om lag 4 ganger større mot å ikke ha gjort noe i vassdraget, men her må man huske at Vefsn smitteregion er et komplekst fjordsystem og 3 innsjøer, så å se på Vefsna elv alene gir ikke et riktig bilde av situasjonen. Tas elva i bruk i større grad og antall fiskedøgn økes til 17 000 fiskedøgn, får vi et nytte/kostnadsforhold på 15,7 ( $313,5/20=15,7$ ).

For å oppsummere nytte-kostnadsvurderingene i de tre elvene som er studert, viser nytte/kostnadsberegningene at behandlingen er, eller vil være lønnsom, med en faktor på 2,6-3,9 ved 4 % diskonteringsrente og denne faktoren vil doble seg om man legger 2 % rente til grunn.



## 12 Oppsummering og konklusjon

Norsk forvaltning, og da først og fremst miljøforvaltningen, har satt seg tydelige mål for håndtering av den fremmede parasittarten *Gyrodactylus salaris*. I den siste handlingsplanen mot *G. salaris* for perioden 2014-2016 var forvaltningens resultatmål 1) å hindre spredning av parasitten, 2) å bekjempe parasitten, 3) å bevare og reetablere fiskebestandene, 4) internasjonalt samarbeid og 5) forskning og utvikling. Alle de konkrete resultatmålene som er satt i handlingsplanen, er nådd. Spredning av *G. salaris* har blitt stanset og forvaltningen har god oversikt og kontroll på parasittens forekomst i norske vassdrag. Vellykkede utryddelsestiltak er gjennomført som planlagt og målet om at parasitten utbredelse skal reduseres til Drivaregionen og Drammensregionen er nådd. Fiskebestandene som har blitt berørt av kjemiske utryddelsestiltak, er reetablert. Dessverre når ikke alle laksebestandene målene for gytebestandsstørrelse, men det er andre faktorer, først og fremst laksefiskartenes havoverlevelse, som er årsaken til dette. Norsk lakseforvaltning har etablert god kontakt med lakseforvaltningen i andre land, først og fremst Sverige og Russland, for å utveksle kunnskap og erfaringer, og for å vurdere tiltak som kan hindre ny parasittspredning over landegrensene. Gjennom årene med tiltak i ulike smitteregioner, har det stadig dukket opp nye behov for kunnskap og derav forskningsbehov. Forskerne har forslått mange spennende og kostnadskrevende prosjekter, men også her har forvaltningen nådd sitt mål ved å styre FoU-aktiviteten slik at nødvendig kunnskap blir fremskaffet.

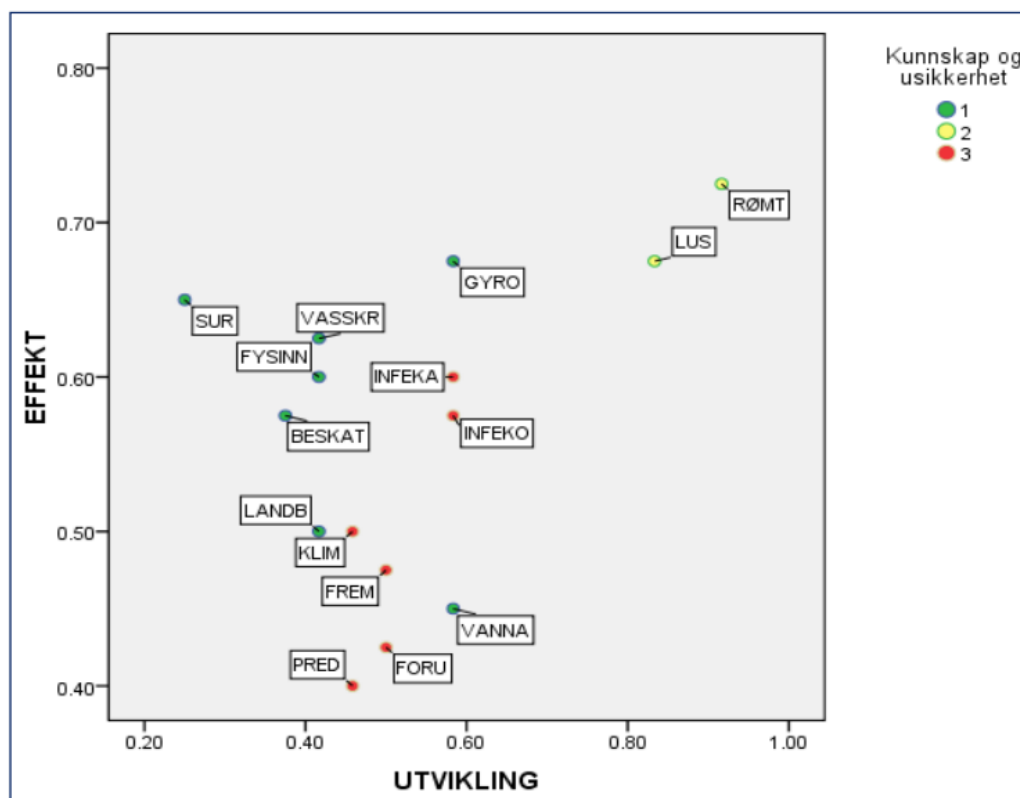
Forvaltningens bekjempelse av den introduserte parasitten har gitt det norske samfunnet betydelig gevinster både økologisk og økonomisk. I smittede vassdrag var laksebestandene i ferd med å dø ut og det økologiske samspillet var i endring. Uten bekjempelse ville parasitten har spredd seg gradvis til nye lakselver der samme katastrofale utfall måtte forventes. Uten bekjempelse ville også de offentlige utgiftene til å forvalte parasittproblemene på ulike nivåer og sammenhenger også økt, samtidig som produksjonen av norsk villaks sakte men sikkert ville ha blitt kraftig redusert.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) utgir hvert år en statusrapport for norske laksebestander. Siden 2010 har VRLS statusrapporter inneholdt en vurdering av de ulike truslene mot norsk villaks. Truslene blir vurdert etter en **effektakse** (senere kalt **påvirkningsgrad**) og en **utviklingsakse** (senere kalt **risiko for ytterligere skade**). I 2010 skrev VRL at «Parasitten *G. salaris* er den faktoren som har utryddet flest bestander fra norske vassdrag og plasserer seg svært høyt langs effektaksen. Vi har i denne sammenheng vurdert bestander som har hatt *G. salaris* lenge som i effekt å være utryddet i naturen. Effekten på produksjonen (gjennom stor yngeldødelighet) er også svært stor. Faktoren plasserer seg imidlertid midt på utviklingsaksen, primært fordi en omfattende tiltakspakke er forventet å redusere problemet betydelig. Risikoen for ytterlige produksjonstap og tap av nye bestander vurderes som moderat til stor. Kunnskapen om faktoren er generelt god, mens det knytter seg usikkerhet til framtidig utvikling, primært på grunn av usikkerhet om de planlagte tiltakene vil være effektive i større vassdrag og hvor stor risiko det er for spredning fra infiserte vassdrag til nye vassdrag og regioner.» Bare lakselus og rømt oppdrettslaks ble vurdert til å utgjøre en større trussel mot norsk villaks (**figur 12.1**).

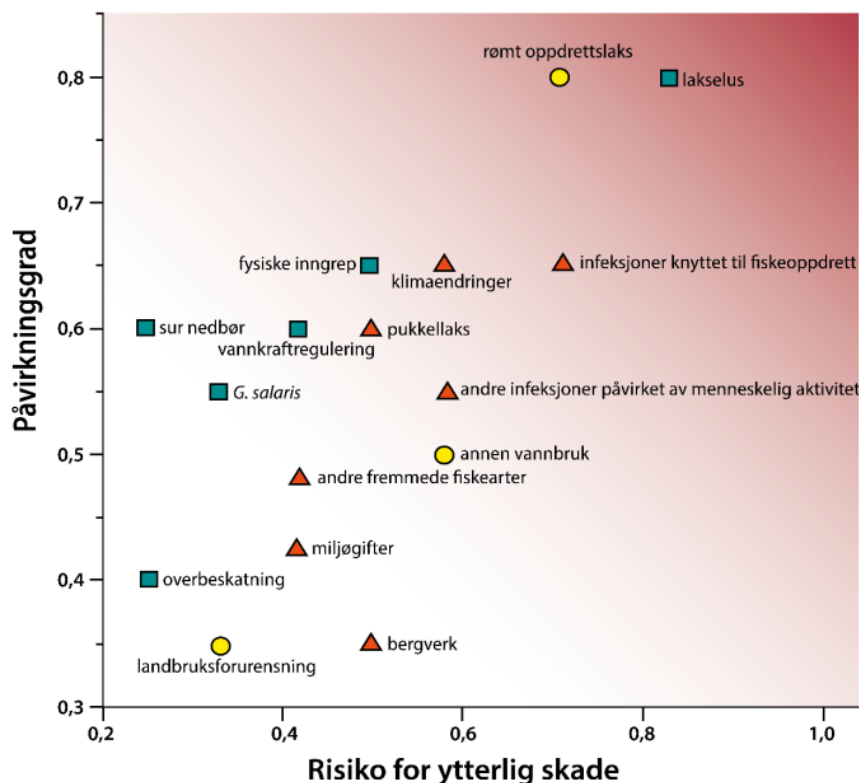
I 2021 skrev VRL at «Parasitten *G. salaris* er den faktoren som har medført at flest laksebestander i norske vassdrag har blitt kritisk truet eller gått tapt. Faktoren plasserer seg derfor høyt langs påvirkningsaksen. Effekten på lakseproduksjonen gjennom yngeldødelighet er svært stor, og laksebestander som har hatt *G. salaris* i mange tiår blir vurdert til å være kritisk

truet eller tapt i naturen. Risiko for ytterligere skade er redusert etter at omfattende bekjempelsestiltak har utryddet parasitten i mange elver. Kunnskapen om faktoren er generelt god, og usikkerhet om utviklingen liten. Risiko for ytterligere produksjonstap og risiko for tap av ytterligere laksebestander er begge vurdert til å være moderate.» VRL mener at trusselen knyttet til *G. salaris* mot norsk villaks er betydelig redusert og rådet mener at det er nå mange andre faktorer som utgjør en større trussel mot norsk villaks (**figur 12.2**).

Om en ser på de fastsatte gytebestandsmålene i vassdrag som tidligere var, og fortsatt er infisert med *G. salaris*, må disse elvene ha en total gytebiomasse etter fangst på nær 54 000 kg (37 000 – 76 000 kg) hunnlaks for å oppnå maksimal produksjon. Dette utgjør omtrent 15 % av den totale gytebiomassen som må til for å nå gytebestandsmålet i alle lakseelvene i Norge der det er beregnet et gytebestandsmål. Uten tiltak mot lakseparasitten kunne en dermed stått i fare for å tape minimum 15 % av landets produksjon av villaks.



**Figur 12.1.** Plassering av trusselsfaktoren *Gyrodactylus salaris* (GYRO) mot norsk villaks i et effekt- og utviklingsaksediagram. Kopiert fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (2010).



**Figur 12.2.** Plassering av trusselsfaktoren *Gyrodactylus salaris* (*G. salaris*) mot norsk villaks i et påvirknings- og risikodiagram. Kopiert fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (2021).

Samtidig som de første tiltakene mot lakseparasitten ble satt i verk, ble det nasjonale genbankprosjektet for vill laksefisk startet opp. Uten dette programmet ville en ikke hatt stede egne bestander til å gjenoppbygge de berørte bestandene. De nyere reetableringsprosjektene både i Steinkjerregionen, Ranaregionen og Vefsnaregionen har vist at en på kort tid kan gjenoppbygge bestander av laks og sjøørret i vassdragene som har vært behandlet mot parasitten med materiale fra genbankene. Likevel kan det synes som om etter reetableringsprosjektene er avsluttet har bestandene i flere av de tidligere infiserte elvene problemer med å opprettholde tilstrekkelig store bestander. Årsakene til dette kan være sammensatte, men har sannsynligvis lite å gjøre med at bestandene tidligere har vært utsatt for smitte av *G. salaris*.

Bekjempelse av *G. salaris* og reetablering av fiske er en svært lønnsom ressursbruk, sett i et lokaløkonomisk verdi- og jobbskapingsperspektiv. Lønnsomheten vil øke, trolig betydelig, i et utvida verdissetingsperspektiv der både fiskernes verdisseting av fisket ut over det de faktisk betaler, og verdier som de som ikke fisker setter på å restaurere og ivareta villaksbestander (ikke-bruksverdi, verdier knyttet til å se eller bo ved en elv med villaks, opsjonsverdi mv., se Parkkila mfl. (2010) for en oversikt over verdikategorier og ulike metoder for verdisseting). Utryddelse av *G. salaris* er det desidert beste smitteforebyggende tiltaket per i dag, og har derfor en betydelig verdi i arbeidet med å ta vare på alle norske laksebestander.

Det er ellers vanskelig å tallfeste verdien av å ha en frisk og oppegående natur og et økosystem som er i den tilstanden det bør være i. Norge har en tredel av all atlantisk villaks i verden, og har sånn sett et særskilt internasjonalt ansvar for å ta vare på villaksen også.

## 13 Referanser

- Andersen, O & Dervo, B.K. 2019. Jegernes og fiskernes forbruk av varer og tjenester i Norge i 2018. NINA Rapport 1605. Norsk institutt for naturforskning.
- Andersen, O., Stensland, S., Aas, Ø., Olaussen, J.O. & Fiske, P. 2019. Lokaløkonomiske virkninger av laksefiske i elver infisert med og behandlet mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* - et forprosjekt. NINA Rapport 1594. Norsk institutt for naturforskning.
- Anon. 1986. Handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for 10-årsperioden 1987-1996. Direktoratet for naturforvaltning, 41+28 s.
- Anon. 1988. Revidert handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Direktoratet for naturforvaltning: 39 s.
- Anon. 1995. Forslag til handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 1995-1999. Utredning for DN. Nr. 1995-2: 196 s.
- Anon. 2000. Forslag til handlingsplan for tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Direktoratet for naturforvaltning og Statens dyrehelsetilsyn.
- Anon. 2008. Handlingsplan (forslag) mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Direktoratet for naturforvaltning.
- Anon. 2014. Handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 2014-2016. Rapport M-288|2014. Miljødirektoratet: 88 s.
- Anon. 2017. Revidert plan av april 2017 fra Fylkesmannen i Nordland for bevaring og reetablering av lokale fiskebestander etter fjerning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* fra Vefsnaregionen. Fylkesmannen i Nordland: 23 s. + vedlegg.
- Arnekleiv, J.V., Dolmen, D., Aagaard, K., Bongard, T. & Hanssen, O. 1997. Rotenonbehandlingens effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre & Romsdal. Del I: Kvalitative undersøkelser. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 1997-8: 1–48.
- Bakke, T.A., Jansen, P.A. & Hansen, L.P. 1990. Differences in the host resistance of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocks to the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg 1957. *Journal of Fish Biology* 37: 577-587.
- Bakke, T.A., Harris, P.D., Hansen, H., Cable, J. & Hansen, L.P. 2004. Susceptibility of Baltic and east Atlantic salmon *Salmo salar* stocks to *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). *Diseases of Aquatic Organisms* 58: 171-177.
- Bakke, T.A., Cable, J. & Harris, P.D. 2007. The biology of gyrodactylid monogeneans: The "Russian-doll killers". *Advances in Parasitology* 64: 161-376. doi: 10.1016/S0065-308X(06)64003-7.
- Bøe, K., Bjørn, B., Tangvold Bårdsen, M., Nordtug Wist, A., Wolla, S., & Sivertsen, A. 2021. Opportunities and challenges related to sperm cryopreservation in Atlantic salmon gene banks. *Conservation Science and Practice*: e552. doi: 10.1111/csp2.552
- Cheng, W.W. & Farrell, A.P. 2007. Acute and sublethal toxicities of rotenone in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): swimming performance and oxygen consumption. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 52: 388–396
- Denholm, S.J., Norman, R.A., Hoyle, A.S., Shinn, A.P. & Taylor, N.G.H. 2013. Reproductive trade-offs may moderate the impact of *Gyrodactylus salaris* in warmer climates. *PLOS ONE* 8: e78909. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078909.t001>.
- Denholm, S.J., Hoyle, A.S., Shinn, A.P., Paladini, G., Taylor, N.G. & Norman, R.A. 2016. Predicting the Potential for Natural Recovery of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) Populations following the Introduction of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea). *PLOS ONE* 11: e0169168. doi: 10.1371/journal.pone.0169168.
- Direktoratet for naturforvaltning 1995. Videreutvikling av fangststatistikken for anadrome laksefisk. Del 1. Generell fangststatistikk. Utredning for DN 1995-4.

- Dueñas, M.-A., Hemming, D.J., Roberts, A. & Diaz-Soltero, H. 2021. The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: A systematic review. *Global Ecology and Conservation* 26: e01476. doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01476.
- Dybedal, P. 2003. Økonomiske virkninger av reiseliv i Sør-Trøndelag. TØI rapport 678. 31 s.
- Dybedal, P. 2005a. Ringvirkninger av reiseliv i Buskerud, Telemark og Vestfold. TØI rapport 780. 48 s.
- Dybedal, P. 2005b. Økonomiske ringvirkninger av reiseliv i Hedmark og Oppland 2005. TØI rapport 863. 69 s.
- Early, R., Bradley, B.A., Dukes, J.S., Lawler, J.J., Olden, J.D., Blumenthal, D.M., Gonzalez, P., Grosholz, E.D., Ibanez, I., Miller, L.P., Sorte, C.J. & Tatem, A. J. 2016. Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nature Communications* 7: 12485. doi: 10.1038/ncomms12485.
- Eriksen, T.E. 2018. Korttidseffekter på elvelevende bunnfauna av kloraminbehandling mot parasitten *Gyrodactylus salaris* i Glitra. NIVA Rapport L.NR. 7237-2018: 1-28.
- Eriksen, T.E., Arnekleiv, J.V. & Kjærstad, G. 2009. Short-Term Effects on Riverine Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera of Rotenone and Aluminum Sulfate Treatment to Eradicate *Gyrodactylus salaris*. *Journal of Freshwater Ecology* 24:597-607.
- Eriksen, T. E. & E. Pettersen, 2016. Fixed dose aluminum sulfate treatment to eradicate the salmon parasite *Gyrodactylus salaris*: effects on benthic macroinvertebrates. *Journal of Freshwater Ecology* 31:315-326.
- Fiske, P., Baardsen, S., Stensland, S., Hvidsten, N.A. & Aas, Ø. 2012. Sluttrapport og evaluering av oppleieordningen i Trondheimsfjorden. (Korrigert versjon av NINA Rapport 546) – NINA Rapport 854. 70 s.
- Fjeldstad, H.-P. 2004. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* med hjelp av fysiske sperrer. *Norsk veterinærtidsskrift* 116: 168-172.
- Forseth, T., Barlaup, B.T., Finstad, B., Fiske, P., Gjørseter, H., Falkegård, M., Hindar, A., Mo, T.A., Rikardsen, A.H., Thorstad, E.B., Vøllestad, L.A. & Wennevik, V. 2017. The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 74: 1496-1513. doi: 10.1093/icesjms/fsx020.
- Fossøy, F., Brandsegg, H., Sivertsgård, R., Pettersen, O., Sandercock, B.K., Solem, Ø., Hindar, K. & Mo, T.A. 2019. Monitoring presence and abundance of two gyrodactylid ectoparasites and their salmonid hosts using environmental DNA. *Environmental DNA*. doi: 10.1002/edn3.45.
- Guttvik, K.T., Moen, A. & Skår, K. 2004. Bekjempelse av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* ved bruk av plantegiften rotenon. *Norsk veterinærtidsskrift* 116: 172-174.
- Gyrodactylusprosjektet 1981. Rapport fra Gyrodactylusutvalget over virksomheten i 1980 og program for virksomheten i 1981. Ås, februar 1981: 1-59 + 3 vedlegg.
- Gyrodactylusprosjektet 1982. Rapport fra Gyrodactylusutvalget over virksomheten i 1981 og program for virksomheten i 1982. Ås, april 1982: 1-43 + 3 vedlegg.
- Gyrodactylusprosjektet 1983. Rapport fra Gyrodactylusutvalget over virksomheten i 1982. Ås, april 1983: 1-15 + 1 vedlegg.
- Gyrodactylusutvalget 1980. Program for tiltak og undersøkelser (forskning) som følge av de påviste *Gyrodactylus*-angrep på laks i vassdrag og i anlegg for fiskeoppdrett. - Innstilling fra «Gyrodactylusutvalget». Trondheim, mars 1980: 1-11 + 7 vedlegg.
- Hagen, A.G., Hytterød, S. & Olstad, K. 2014. Low concentrations of sodium hypochlorite affect population dynamics in *Gyrodactylus salaris* (Malmberg, 1957): practical guidelines for the treatment of the Atlantic salmon, *Salmo salar* L. parasite. *Journal of Fish Diseases* 37: 1003-1011. doi: 10.1111/jfd.12218.

- Hagen, A.G., Hytterød, S., Olstad, K., Garmo, Ø., Darrud, M., Holter, T. & Martínez-Francés, E. 2019. Utvikling av klormetoden mot *Gyrodactylus salaris*. Feltforsøk i Batnfjordelva. NIVA Rapport L.NR. 7359-2019. Norsk institutt for vannforskning.
- Halvorsen, O. & Hartvigsen, R. 1989. A review of the biogeography and epidemiology of *Gyrodactylus salaris*. NINA Utredning 2: 1-41. Norsk institutt for naturforskning.
- Hansen, H., Bakke, T.A. & Bachmann, L. 2007. DNA taxonomy and barcoding of monogenean parasites: lessons from *Gyrodactylus*. Trends in Parasitology, 23, 363-367.
- Hartvigsen, R., red. 1997. Effektene av rotenon på faunaen i norske laksevassdrag: rapport fra konsensusmøtet. NINA Oppdragsmelding 497: 1-30.
- Haukebø, T., Eide, O., Skjelstad, B., Bakkeli, G., Tønset, K. & Stensli, J.H. 2000. Rotenonbehandling som tiltak mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. En gjennomgang av metodikk, utstyr og rutiner med forslag til forbedringer. Utredning for DN 2000-2.
- Hindar, K., Hutchings, J.A., Diserud, O.H., & Fiske, P. 2011. Stock, recruitment and exploitation. In Atlantic Salmon Ecology, pp. 299–332. Ed. by Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen, & J. Skurdal. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Hindar, K., Mo, T.A., Eken, M., Hagen, A.G., Hytterød, S., Sandodden, R., Vøllestad, A. & Aamodt, K.O. 2018. Kan *Gyrodactylus salaris* utryddes fra Drammensregionen? - Sluttrapport fra arbeidsgruppen for Drammensregionen. NINA Rapport 1456. Norsk institutt for naturforskning.
- Holmengen, H., & Akselsen, R. 2005. Bygdeturismens betydning. En analyse av verdiskapningen i norske bygdeturismeforetak. Prosjektrapport, Høgskolen i Lillehammer.
- Holthe, E., Bremset, G., Jensen, A.J., Berg, M. & Jensås, J.G. 2019a. Reetablering av laks i Vefsna nedstrøms Laksforsen. Sluttrapport. Veterinærinstituttets rapportserie 12-2019.
- Holthe, E., Bjørnå, T. & Lo, H. 2019b. Reetableringsprosjektet i Vefsnaregionen. Samlerapport 2013-2018. Veterinærinstituttets rapportserie 15-2019.
- Hytterød, S., Jansen, P., Moen, A. & Mo, T.A. 2015. Risikobasert gjennomgang av NOK-programmet *Gyrodactylus salaris* - settefiskanlegg og elver. Utredning for Mattilsynet: 12s.
- Jansen, P.A. & Bakke, T.A. 1991. Temperature-dependent reproduction and survival of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Platyhelminthes: Monogenea) on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Parasitology 102: 105-112.
- Jansen, P.A., Grønneng, G. & Mo, T.A. 2007. Forslag til et målrettet overvåkings- og kontrollprogram (OK-program) for dokumentasjon av frihet for *Gyrodactylus salaris*-smitte i norske vassdrag. Utredning for Mattilsynet: 7 s.
- Johnsen, B.O. 1978. 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 11: 7-9.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1985. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laksunger i norske vassdrag, statusrapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene, rapport 12-1985: 1-145.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1986. Infestations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers. Journal of Fish Biology 29: 233-241.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1988. Introduction and establishment of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry and parr in the River Vefsna, northern Norway. Journal of Fish Diseases 11, 35-45.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617. Norsk institutt for naturforskning.

- Karlsson, S., Bolstad, G., Hansen, H., Jansen, P.A., Moen, T. & Noble, L.R. 2020. Potensial for resistensutvikling mot *Gyrodactylus salaris* i norske villaksbestander. NINA Rapport 1812. Norsk institutt for naturforskning. (På engelsk).
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2003. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Oгна og Figga i 2001 og 2002. Vitenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie 2003-2: 1–45.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2004. Rotenonbehandling av elver i Rana-regionen i 2003 og 2004: Effekter på bunndyr. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2004-4: 1–23.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2005. Effekter av rotenonbehandling på bunndyr i Leirelva, Leirelv kommune. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2005-3: 1–21.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2008. Korttidseffekter på bunndyr av kjemisk behandling mot *Gyrodactylus salaris* i Steinkjervassdraget og Figga, 2007. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2008-4: 1-21.
- Kjærstad, G. & Arnekleiv, J.V. 2016. Bunndyrunder søkkelser i Rauma i 2013-2015 i forbindelse med rotenonbehandling. NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2016-11: 1-25.
- Koski, P., Anttila, P. & Kuusela, J. 2016. Killing of *Gyrodactylus salaris* by heat and chemical disinfection. Acta Veterinaria Scandinavica 58: 1-6. doi: 10.1186/s13028-016-0202-y.
- Krokan, P. S. & Mørkved, O. J. 1994. Nytteløshetsanalyse av innsatsen for å bekjempe lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i perioden 1981-1998. Utredning for DN 1994-4. Direktoratet for naturforvaltning.
- Larsen, B.M. 2015. Elvemusling i Fusta, Nordland – konsekvenser av rotenonbehandling i vassdraget og tiltak for å sikre bestanden av muslinger. NINA Rapport 1189. Norsk institutt for naturforskning.
- Lo, H. & Holthe, E. 2014. Bevaring av fiskebestander. I: Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.) Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. Veterinærinstituttets rapportserie. Rapport 2 - 2014. Veterinærinstituttet i Trondheim.
- Magnussen, K. 2011. Samfunns- og lokaløkonomiske virkninger av fiskesperre og kjemisk behandling av Driva. Sweco-rapport nr. 145261-01.
- Mainka, S.A. & Howard, G.W. 2010. Climate change and invasive species: double jeopardy. Integrative Zoology 5: 102-111. doi: 10.1111/j.1749-4877.2010.00193.x.
- Malmberg, G. 1957. Om förekomsten av *Gyrodactylus* på svenska fiskar. Skrifter utgivna av Södra Sveriges Fiskeriförening: 19-76.
- Malmberg, G. 1970. The excretory systems and the marginal hooks as a basis for the systematics of *Gyrodactylus* (Trematoda, Monogenea). Arkiv för Zoologi 23: 1-235.
- Mo, T.A. 1987. Taksonomiske og biologiske undersøkelser. Virksomheten i 1986 og forslag til virksomhet i 1987. - Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 2: 1-69.
- Mo, T.A. 1991. Variations of opisthaptor hard parts of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) in a fish farm, with comments on the spreading of the parasite in south-eastern Norway. Systematic Parasitology 20: 1-9.
- Mo, T.A. 1994. Status of *Gyrodactylus salaris* problems and research in Norway. I: Pike, A.W. & Lewis, J.W. (red.) Parasitic diseases of fish, pp. 43-56. Samara Publishing Ltd, UK.
- Mo, T.A. 2004. Innførsel av *Gyrodactylus salaris* til Norge og egenskaper hos parasitten av betydning for valg av strategi og tiltak mot den. Norsk veterinærtidsskrift 116: 164-167.
- Mo, T.A. 2020. Gyrodactylosis (*Gyrodactylus salaris*). I: Woo, P.T.K., Leong, J.-A. & Buchmann, K. (red.). Climate Change and Infectious Diseases, Chapter 21. CABI Publishing.
- Mo, T.A. & Jansen, P.A. 2007. Forslag til målrettet friskmeldingsprogram (FM-program) av frihet for *Gyrodactylus salaris* i vassdrag der utryddelsestiltak har blitt gjennomført. Notat fra Veterinærinstituttet til Mattilsynet 10.04.2007.

- NOU 1999. Til laks at alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgang i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen. Norges offentlige utredninger 1999:9, 155 s + vedlegg.
- NOU 2012. Samfunnsøkonomiske analyser. Norges offentlige utredninger 2012:16, 164 s.
- Norges Skogeierforbund 2010. Estimat for omsetning av jakt og innlandsfiske i Norge. Rapport til Landbruks- og Matdepartementet. Oslo, Norges Skogeierforbund.
- Olstad, K., Cable, J., Robertsen, G., & Bakke, T.A. 2006. Unpredicted transmission strategy of *Gyrodactylus salaris* (Monogenea: Gyrodactylidae): survival and infectivity of parasites on dead hosts. *Parasitology* 133: 33-41. doi:10.1017/S0031182006009966
- Olstad, K., Robertsen, G., Bachmann, L. & Bakke, T. A. 2007. Variation in host preference within *Gyrodactylus salaris* (Monogenea): an experimental approach. *Parasitology* 134: 589-597. doi: 10.1017/S0031182006001715.
- Paladini, G., Shinn, A.P., Taylor, N.G.H., Bron, J.E. & Hansen, H. 2021. Geographical distribution of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea, Gyrodactylidae). *Parasites & Vectors*, 14: 34. doi: 10.1186/s13071-020-04504-5.
- Parkkila, K., Arlinghaus, R., Artell, J., Gentner, B., Haider, W., Aas, Ø., Barton, D., Roth, E. & Sipponen, M. 2010. Methodologies for assessing socio-economic benefits of European inland recreational fisheries EIFAC Occasional Paper No. 46. Ankara, FAO. 112p.
- Poléo, A.B.S., Lydersen, E. & Mo, T.A. 2004. Aluminium mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. *Norsk veterinærtidsskrift* 116: 176-179.
- Præbel, K. & Knudsen, R. 2012. Genetisk struktur av lokale innsjølevende bestander av ørret (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*) med henblikk på å bevare genetisk diversitet og variasjon i Fustvassdraget samt fra Vefsna elv etter rotenon behandling. Rapport til fylkesmannen Nordland 2012. Universitetet i Tromsø.
- Rusch, J.C., Hansen, H., Strand, D.A., Markussen, T., Hytterød, S. & Vrålstad, T. 2018. Catching the fish with the worm: a case study on eDNA detection of the monogenean parasite *Gyrodactylus salaris* and two of its hosts, Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Parasites & Vectors* 11: 333. doi: 10.1186/s13071-018-2916-3.
- Salte, R. & Bentsen, H.B. 2004. Avl for økt motstandsevne mot *Gyrodactylus salaris*-infeksjon. *Norsk veterinærtidsskrift* 116: 186-189.
- Salte, R., Bentsen, H.B., Moen, T., Tripathy, S., Bakke, T.A., Ødegård, J., Omholt, S. & Hansen, L.P. 2010. Prospects for a genetic management strategy to control *Gyrodactylus salaris* infection in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67: 121-129. doi: 10.1139/F09-168.
- Sivertsen, A. 2017. Approaches used to prevent the loss of Atlantic salmon populations at high risk of extinction, including gene banks, adult captive-rearing, smolt-to-adult supplementation – Gene banking of wild Atlantic salmonids in Norway. I: Chaput, G., Knight, P., Russell, I., Sivertsen, A., Hutchinson, P. and Forero Segovia, S.L. (red.) Understanding the risks and benefits of hatchery and stocking activities to wild Atlantic salmon populations. Report of a Theme-based Special Session of the Council of NASCO. NASCO Council document CNL(17) 61: 116 pp.
- Soleng, A., Poléo, A.B.S., Alstad, N.E.W. & Bakke, T.A. 1999. Aqueous aluminium eliminates *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) infections in Atlantic salmon. *Parasitology* 119: 19-25.
- Soleng, A., Poléo, A.B.S. & Bakke, T.A. 2005. Toxicity of aqueous aluminium to the ectoparasitic monogenean *Gyrodactylus salaris*. *Aquaculture* 250: 616-620.
- Stensland, S., Fossgard, K., Andersen, O. & Aas, Ø. 2015. Laksefiske i endring. – En spørreundersøkelse blant sportsfiskere som drev elvefiske etter laks, sjøørret og sjørøye i



- Norge 2012-2014. Norges miljø- og biovitenskaplige universitet 2015. INA fagrapport 29: 54 s. + vedlegg.
- Stensli, J.H. & Bardal, H. (red.). 2014. Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. Veterinærinstituttets rapportserie 2-2014. Veterinærinstituttet i Trondheim.
- St.prp. nr. 32 (2006-2007). Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. 101 s + vedlegg.
- Tanum, K. 1983. Studier av taksonomi og vertsforhold hos *Gyrodactylus*-arter på laksefisk av slektene *Salmo* og *Salvelinus* i Norge. Cand.scient.-oppgave, Zoologisk museum, Universitetet i Oslo: 99 s.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2: 213 s.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2018. Klassifisering av tilstand i norske laksebestander 2010-2014. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6: 75 s.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2021. Status for norske laksebestander i 2021. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 16: 227 s.
- Ziętara, M.S, Johnsen, B.O. & Lumme, J. 2008. Genetisk analyse av opprinnelsen til *Gyrodactylus salaris*-infeksjonen på laksunger i Lærdalselva. NINA Rapport 371. Norsk institutt for naturforskning.

## 14 Vedlegg

**Vedleggstabell 14.1.** Oversikt over stammer av laks, sjøørret og sjørøye som er tilbakeført til norske *G. salaris*-vassdrag etter behandling eller som kompensasjon for uttak av stamfisk fra 1989-2021. Årsak til genbank er *Gyrodactylus salaris*, VR- Vassdragsregulering, RO+L- Rømt oppdrettslaks + lakselus, F- Forsuring, A- annen påvirkning. Tall fra Veterinærinstituttet.

Vassdrag	Art	Anlegg	Årsak til genbank	Antall Rognkorn
Aureelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	496 160
Batnfjordselva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	1 686 960
Batnfjordselva	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	
Beiarn	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i>	510 000
Bya	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	4 652 993
Drammenselva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	200 000
Driva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	596 960
Eidsdalselva	Laks	Haukvik/Herje	RO+L, A	2 120 430
Figga	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	2 604 850
Fusta/Drevja	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i>	2 626 000
Halsanelvene	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i>	746 000
Hensvassdraget	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	1 452 425
Innfjordelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	1 527 600
Innfjordelva	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	2 033 000
Istra	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	1 164 026
Lierelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	0
Lierelva	Sjøørret	Haukvik	<i>G. salaris</i> , A	
Litldalselva	Sjøørret	Hamre	<i>G. salaris</i>	
Lærdalselva	Laks	Eidfjord/Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	3 672 000
Måna	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	4 999 560
Måna	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	595 000
Norrdalselva	Laks	Haukvik/Herje	RO+L, A	1 067 590
Ogna	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	8 117 700
Rana	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i> , VR	7 153 000
Rana	Sjøørret	Haukvik	<i>G. salaris</i>	1 110 000
Rauma	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	7 341 760
Rauma	Sjøørret	Herje	<i>G. salaris</i>	3 290 500
Røssåga	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i> , VR	5 026 000
Sandeelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , A	
Sandeelva	Sjøørret	Haukvik	<i>G. salaris</i> , A	
Selvikelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , A	
Selvikelva	Sjøørret	Haukvik	<i>G. salaris</i> , A	
Signaldalselva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	1 041 000
Signaldalselva	Sjøørret	Hamre	<i>G. salaris</i>	909 500
Signaldalselva	Sjørøye	Hamre	<i>G. salaris</i>	1 116 500

Skibotnelva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	<b>3 157 000</b>
Skibotnelva	Sjørørret	Hamre	<i>G. salaris</i>	<b>1 456 100</b>
Skibotnelva	Sjørøye	Hamre	<i>G. salaris</i>	<b>1 257 000</b>
Usma	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i> , VR	
Usma	Sjørørret	Hamre	<i>G. salaris</i> , VR	
Valdalselva	Laks	Haukvik	<i>G. salaris</i>	<b>4 017 530</b>
Vefsna	Laks	Bjerka	<i>G. salaris</i> , VR	<b>5 144 500</b>
<b>Totalt alle elver</b>				<b>82 889 644</b>





*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-4950-8

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger