

991

NINA Rapport

Risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* fra Vänern og Klarälven til norske vassdrag ved reetablering av laks i Trysil- / Femundselva

Kjetil Olstad, Sigurd Hytterød og Haakon Hansen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs 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 annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. 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 vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Risiko for spredning av *Gyrodactylus salaris* fra Vänern og Klarälven til norske vassdrag ved reetablering av laks i Trysil- / Femundselva

Kjetil Olstad
Sigurd Hytterød
Haakon Hansen

En investering för framtiden



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska regionala
utvecklingsfonden



Norsk institutt for naturforskning

Olstad, K., Hytterød, S. og Hansen, H. 2013. *Risiko for spredning av Gyrodactylus salaris fra Vänern og Klarälven til norske vassdrag ved reetablering av laks i Trysil- / Femundselva* - NINA Rapport 991. 46 s.

Lillehammer, oktober 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2601-1

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Kjetil Olstad

KVALITETSSIKRET AV

Jon Museth

ANSVARLIG SIGNATUR

Jostein Skurdal (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fylkesmannen i Hedmark og Länsstyrelsen i Värmland

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Tore Qvenild (FMHE), Pär Gustafsson og Mikael Hedenskog (LV)

FORSIDEBILDE

Innsamling av laksunger ved hjelp av el-fiskebåt ved Kärrbackstrand mellom Sysslebäck og Höljes i september 2013.

Foto: K. Olstad

NØKKEWORD

Risikoanalyse, *Gyrodactylus salaris*, laks, fiskesykdom, Vänern, Klarälven, Trysilelva, Femundselva

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

Sammendrag

Olstad, K., Hytterød, S. og Hansen, H. 2013. *Risiko for spredning av Gyrodactylus salaris fra Vänern og Klarälven til norske vassdrag ved reetablering av laks i Trysil- / Femundselva* - NINA Rapport 991. 46 s.

Prosjektet "Vänerlaksens fria gång" er et Interregprosjekt initiert av svenske og norske miljøvernmyndigheter. Målsettingen med prosjektet er å utrede mulighetene for å styrke (svensk side) og reetablere (norsk side) bestanden av Vänerlaks i Klarälven og Trysil-/Femundselva. Siden tidlig på 1900-tallet er det totalt bygget 11 elvekraftverk i Klarälven og Trysilelva, ni på svensk side og to på norsk side. Ved de to norske er det konstruert fisketrapper, mens det ikke finnes tilsvarende løsninger ved noen av de svenske. Kraftverkene fremstår derfor i dag som absolutte hindre for oppvandrende fisk. Prosjektet har siden oppstarten i 2011 fokusert på biologiske, tekniske og juridiske aspekter i forhold til muligheter for å styrke og reetablere bestanden av Klarälvlaks. Prinsipielt jobbes det i forhold til et perspektiv med kortsiktige og langsiktige løsninger. Hovedmålet på lang sikt er å reetablere frie vandringsveier mellom Vänern og gyteområdene på norsk side, både oppstrøms og nedstrøms, for henholdsvis gytefisk og smolt. De kortsiktige løsningene skal i dette perspektivet ivareta målsettingen om å reetablere lakseproduksjon på mest mulig av de opprinnelig lakseproduserende elvestrekninger i prosessen mot det langsiktige målet.

Våren 2013 ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* påvist i Vänern. I Norge har *G. salaris* medført betydelig dødelighet på laksunger i ville populasjoner siden midt på 1970-tallet. I dag er arten behandlet som en svært alvorlig patogen av Verdens Dyrehelseorganisasjon (OIE) og den er spesifikt omtalt i EU-lovverket. Formålet med denne rapporten har vært å gjennomføre en vurdering av sannsynlighet for spredning av parasitten fra Vänern- / Klarälvsvassdraget til laks på norsk side i Trysil- / Femundselva og videre til Atlantisk laks i Norge, primært som en følge av aktivitet i prosjektet "Vänerlaksens fria gång". I løpet av arbeidet med rapporten ble det gjort en ny påvisning av *G. salaris*, denne gangen nedenfor det øverste vandringshindret på svensk side i Klarälven. Dette innebærer i prinsippet at smittesonen inkluderer Vänern og elvene Gullspångsälven og Klarälven opp til Höljes.

Risikoanalysen er gjennomført som en kvalitativ vurdering av sannsynlighet for spredning og effekter av eventuell spredning i henhold til retningslinjer gitt av verdens dyrehelseorganisasjon (OIE: Aquatic Animal Health Code).

Påvisning av *G. salaris* i Vänern og Klarälven reiser viktige spørsmål både av praktisk og prinsipiell art for forvaltningsmyndighetene. I risikoanalysen adresseres følgende spørsmål:

- Hvilken betydning vil *G. salaris* ha for laksen i Vänern / Klarälven?
- Hvilke konsekvenser ville en eventuell spredning ha for Atlantisk laks i Norge?
- Hvilke spredningsveier finnes og hva er sannsynligheten for spredning via disse?
- Hvilke tiltak bør og kan gjøres for å minimere sannsynligheten for spredning i forbindelse med prosjektet «Vänerlaksens fria gång»?

Risikoanalysen er lagt opp som en vurdering av to mulige spredningsscenarioer: spredning til Trysil- / Femundselva (laks og røye) og spredning til øvrige populasjoner av Atlantisk laks i Norge.

Slektskapet med laks fra elver som drenerer til Finskebukta og eksperimentelle studier indikerer at laksen i Vänern / Klarälven / Trysilelva / Femundsvassdraget kan regnes som motstandsdyktig overfor *G. salaris*. I praksis innebærer dette at individuell fisk vil kunne respondere på infeksjon og kvitte seg med parasitten over tid. Av hensyn til føre-var prinsippet og i mangel på indikasjoner som skulle tilsi motsatt, må utgangspunktet imidlertid være at *G. salaris* i Vänern / Klarälven potensielt kan være patogen overfor Atlantisk laks i Norge. Følgelig må det vurderes

som sannsynlig at en eventuell spredning av *G. salaris* fra Vänern / Klarälven til norske Atlantiske laksestammer vil kunne medføre en epidemisk situasjon.

Et sentralt spørsmål i forhold til å belyse sannsynlighet for spredning er om *G. salaris* er innført til Vänern / Göta älv nylig eller om den har vært i systemet over lengre tid. Selv om det foreligger indikasjoner på at parasitten har vært i systemet over lang tid, lar det seg ikke gjøre å konkludere i dette spørsmålet per dags dato, verken med utgangspunkt i biologiske og epidemiologiske forhold eller med utgangspunkt i et føre-var prinsipp. Risikoanalysen tar derfor utgangspunkt i begge scenarioene: *G. salaris* kan være nylig innført til Vänern- / Klarälvensystemet eller den kan ha vært i systemet over lang tid.

På tross av indikasjoner på motstandsdyktighet hos røye, vil det ikke kunne utelukkes at *G. salaris* kan etablere en varig bestand på røye i Engeren og Femunden, begge innsjøer knyttet til Trysil- / Femundselva. I prinsippet kan dette medføre at en eventuell spredning innebærer etablering av et smittereservoir for parasitten i disse innsjøene. Som en følge av usikkerheten knyttet til spørsmålet om hvor lenge parasitten har vært i systemet og røye som potensiell vert for parasitten følger imidlertid også en reell sannsynlighet for at *G. salaris* allerede er etablert på røye i vassdraget på norsk side. På bakgrunn av dette kan det vurderes om fristatus i forhold til *G. salaris* på norsk side i vassdraget bør revurderes.

Hvis utgangspunktet er at *G. salaris* er introdusert til Vänern / Klarälven nylig, vil flytting av fisk i systemet utgjøre en risiko for spredning av parasitten. Ved saltbehandling i henhold til gjeldende lovverk, eller i henhold til foreslått endret lovverk, anses imidlertid sannsynligheten for spredning av *G. salaris* med laks transportert til norsk side i Trysil- / Femundselva som svært lav. Ved åpning av frie vandringsveier og uten øvrige tiltak vurderes sannsynlighet for spredning av *G. salaris* til Trysil- / Femundselva som svært sannsynlig.

I en totalvurdering basert på foreliggende kunnskapsgrunnlag anses sannsynligheten for smittespredning fra Femundvassdraget / Trysilelva / Klarälven / Vänern til vassdrag med Atlantisk laks på norsk side som svært lav. Denne kategoriseringen vil også gjelde enten røye i Femunden er en potensiell bærer av infeksjon eller ikke. Med utgangspunkt i erfaring fra tidligere innførsler av *G. salaris* til Norge, og indikasjoner på at parasitten vil kunne medføre en epidemisk situasjon på Atlantisk laks, vil det imidlertid være grunn til å vurdere effekten av en eventuell spredning som potensielt svært alvorlig.

En rekke aspekter ved forekomsten av *G. salaris* i Vänern og Klarälven er uavklart. De mest sentrale kunnskapshullene som er identifisert i forbindelse med risikoanalysen adresserer spørsmålene:

- Er varianten av *G. salaris* fra Vänern og Klarälven patogen for Atlantisk laks?
- Hvordan vil infeksjonen utvikle seg på Klarälvlaksen i dens utbredelsesområde?
- Kan varianten av *G. salaris* fra Vänern og Klarälven etablere seg på røye?
- Er *G. salaris* allerede etablert på røye i systemet på norsk side?

I forhold til konklusjonene i denne rapporten vil det første punktet ha betydning for risikovurderingen ved å adressere konsekvensen av eventuell spredning. De øvrige har forvaltningsmessige implikasjoner i forhold til ytterligere reduksjon av sannsynlighet for spredning.

Kjetil Olstad (kjetil.olstad@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Fakkeltgården, 2624 Lillehammer; Sigurd Hytterød (sigurd.hytterod@vetinst.no) og Haakon Hansen (haakon.hansen@vetinst.no), Veterinærinstituttet, P.b. 750 Sentrum, 0106 Oslo

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	7
1 Bakgrunn	8
2 <i>Gyrodactylus salaris</i>: parasittens utbredelse, biologi og økologi	10
2.1 Geografisk utbredelse, systematikk og diagnostikk.....	11
2.1.1 Molekylærgenetiske markører og metoder	11
2.1.2 Utbredelsen til <i>Gyrodactylus salaris</i> i Europa	11
2.1.3 Molekylærgenetiske studier av <i>Gyrodactylus salaris</i> med fokus på utbredelse, spredning og patogenitet.....	12
2.1.4 <i>Gyrodactylus salaris</i> på den svenske vestkysten og i Göta älv / Vänern.....	12
2.2 Spredning og transmisjon	12
2.3 Motstandsdyktighet og patogenitet; det epidemiologiske triangel	13
2.3.1 Vert.....	14
2.3.2 Parasitt	14
2.3.3 Miljø.....	15
2.4 Primærverter og transportverter	15
2.4.1 Røye som vert for <i>Gyrodactylus salaris</i>	16
3 <i>Gyrodactylus salaris</i> i fiskesykdomslovverket	16
3.1 Flytting av laks til Norge fra kultiveringsanlegg eller oppdrettsanlegg (akvakulturdyr)	17
3.2 Flytting av villfanget fisk til Norge	18
4 Status for <i>Gyrodactylus salaris</i> i Vänern / Klarälven / Gullspångsälven	18
4.1 Vänern	18
4.2 Klarälven og Gullspångsälven.....	19
4.3 Göta älv (Säveån)	21
5 Sentrale spørsmål og grunnlag for risikoanalysen	21
5.1 Er Vänperlaksen motstandsdyktig eller mottakelig i forhold til <i>Gyrodactylus salaris</i> ? ...	22
5.2 Er <i>Gyrodactylus salaris</i> fra Vänern og Klarälven patogen eller ikke-patogen for Atlantisk laks?	22
5.3 Hvor lenge har parasitten vært i Vänern?	23
5.3.1 Epidemiologiske forhold	23
5.3.2 Føre-var prinsippet i forhold til hvor lenge parasitten har vært i systemet	24
5.4 Oppsummert: grunnlag for risikovurdering	25
6 Konsekvenser av spredning	25
7 Aktuelle spredningsveier og muligheter til å forhindre spredning	26
7.1 <i>Gyrodactylus salaris</i> dynamikk på voksen laks i Vänern.....	26
7.2 <i>Gyrodactylus salaris</i> dynamikk på laks i Klarälven.....	27
7.3 Sannsynlighet for spredning til laksevasdrag i Norge	28
7.3.1 Trysil- / Femundselva	28
7.3.2 Glomma.....	29
7.3.3 Andre vassdrag	30

7.4 Overvåkning og kontroll	31
8 Oppsummering og konklusjoner.....	32
9 Referanser	34
Vedlegg 1.....	41
Vedlegg 2.....	42
Vedlegg 3.....	43

Forord

Prosjektet "Vänerlaxens fria gång" er et Interregprosjekt initiert av svenske og norske miljøvernmyndigheter. Målsettingen med prosjektet er å utrede mulighetene for å styrke (svensk side) og reetablere (norsk side) bestanden av Vänerlaks i Klarälv-/Trysil-/Femundvassdraget. Länsstyrelsen i Värmland og Fylkesmannen i Hedmark utgjør styringsgruppa for prosjektet. Etter påvisning av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Väneren våren 2013 fikk NINA og Veterinærinstituttet i oppdrag fra "Vänerlaxens fria gång" ved styringsgruppa å utrede en risikoanalyse i forbindelse med planlagt og skissert aktivitet i prosjektet.

Rapporten er primært en risikoanalyse i henhold til retningslinjer gitt av verdens dyrehelseorganisasjon (OIE: Aquatic Animal Health Code, versjon 13; www.oie.int). Den er lagt opp som en kvalitativ vurdering av sannsynlighet for spredning og effekter av eventuell spredning. Av hensyn til leservennligheten, tatt i betraktning til dels omfattende grunnlag for epidemiologiske vurderinger i forholdet laks – *G. salaris*, er det inkludert et relativt fylldig bakgrunnsmateriale. Rapporten inneholder også en vurdering i forhold til fiskesykdomslovgivning med spesielt fokus på *G. salaris*.

En takk rettes til følgende personer som har bidratt med materiale, informasjon og kommentarer i forbindelse med arbeidet: Pär Gustafsson, Mikael Hedenskog, Teemu Collin (alle Länsstyrelsen i Värmland), Tore Qvenild (Fylkesmannen i Hedmark), Tor Atle Mo, Espen Holthe (begge Veterinærinstituttet), Erik Degerman (Sveriges lantbruksuniversitet), Jon Museth, Jostein Skurdal, John Gunnar Dokk (alle NINA), Olav Berge (Høgskolen i Hedmark), Eva Bergman, Anna Hagelin (begge Karlstads Universitet) og Göran Malmberg (Stockholms Universitet).

Lillehammer, oktober 2013

Kjetil Olstad
Sigurd Hytterød
Haakon Hansen



1 Bakgrunn

Vannkraftutbygging de siste 100 år har fragmentert Klarälv- / Trysil / Femundvassdraget og isolert Vänerlaksens gyteområder i elvesystemet, fra oppvekstområdene i Vänern (Sverige). Vänerlaks er en av få gjenværende ferskvannsstadjonære laksestammer i Europa og det er derfor knyttet stor bevaringsverdi til denne arten. På bakgrunn av dette ble prosjektet "Vänerlaxens fria gång" initiert av svenske og norske miljøvernmyndigheter. Målsettingen med prosjektet er å utrede mulighetene for å styrke (svensk side) og reetablere (norsk side) bestanden av Vänerlaks i Klarälv- / Trysil- / Femundvassdraget. Prosjektet er delvis initiert med bakgrunn i EUs Vanddirektiv, implementert i Norge gjennom Vannforskriften.

Trysil- / Femundselva, Klarälven, Vänern og Göta älv utgjør tilsammen Nordens lengste vassdrag. Fra Rogen i Sverige strekker vassdraget seg via Femunden, Femunds- og Trysilelva på norsk side (**figur 1**). På svensk side renner Klarälven fra Höljes til Vänern ved Karlstad. Videre drenerer Vänern til Kattegat gjennom Göta älv fra Trollhättan til Göteborg. Siden tidlig på 1900-tallet er det totalt bygget 11 elvekraftverk i Klarälven og Trysilelva, 9 på svensk side og 2 på norsk side. I rekkefølge fra Vänern og oppover er disse som følger: Forshaga, Deje, Munkfors, Skymnäs, Forshult, Krakerud, Skoga, Edsforsen, Höljes (alle på svensk side), Lutufallet og Sagnfossen (begge på norsk side). I de to norske er det konstruert fisketrapp, mens det ikke finnes noen slike løsninger i noen av de svenske. I Forshaga er det imidlertid bygd en felle hvor fisk på vandring oppover vassdraget fanges og distribueres for ett av tre formål: til strykning og produksjon av yngel for kultivering, til transport til gyteområdene på strekningen mellom Deje og Höljes og til direkte utslipp oppstrøms dammen ved Forshaga. Det er ikke registrert naturlig reproduksjon for laks nedenfor nederste vandringshinder i Forshaga (J. Museth, pers komm.).

Atlantisk laks omfatter Vestatlantisk, Østatlantisk og Østersjølaks. For å skille effektivt mellom laks fra Østersjøen og norsk Østatlantisk laks omtales imidlertid disse som henholdsvis Østersjølaks og Atlantisk laks i denne rapporten. Studier av laksepopulasjonene i Nord-Europa (f.eks. Nilsson mfl. 2001) sannsynliggjør at laksen i Vänern har sin opprinnelse i Østersjøen, mens laksen i Göta älv er av Atlantisk opprinnelse (begge *Salmo salar*). Disse undersøkelsene sammen med undersøkelser i regi av «Vänerlaxens fria gång» (Palm mfl. 2012) støtter derfor at fisken har innvandret østfra og har vært isolert i Vänern siden siste is-



Figur 1. Kart over Klarälven / Trysilelva / Femundvassdraget fra Femunden til Vänern (modifisert etter: sv.wikipedia.org). Tallene 1 – 11 indikerer plassering av kraftverk. 1: Forshaga, 2: Deje, 3: Munkfors, 4: Skymnäs, 5: Forshult, 6: Krakerud, 7: Skoga, 8: Edsforsen, 9: Höljes, 10: Lutufallet og 11: Sagnfossen

tid. Dette innebærer at laksen som forekommer i Vänern og er planlagt reetablert i Klarälven og Femunds- / Trysil-elva i prinsippet er en Østersjølaks (dette er av betydning i denne rapporten siden Østersjølaks regnes som motstandsdyktig mot *G. salaris* – nærmere beskrevet senere i rapporten). Tidligere var det flere forskjellige gytepopulasjoner i Vänern, men i dag finnes det kun to stammer av ferskvannsstasjonær laks, tilhørende henholdsvis gyteelvene Klarälven og Gullspångsälven. Disse to gytepopulasjonene er genetisk ulike, men det har forekommet og forekommer en grad av utveksling av gener mellom populasjonene (se Palm mfl. 2012 for detaljer).

”Vänerlaxens fria gång” har primærfokus på laksebestanden i Klarälven, og denne rapporten vil derfor også i hovedsak fokusere på denne elven. Bestanden av vill laks og ørret i Klarälven baserer seg på naturlig reproduksjon i de øvre strykstrækningene på svensk side basert på opptransport av gytefisk. I tillegg holdes bestanden kunstig i live gjennom settefiskproduksjon. Frem til 1988 ble det også transportert laks opp på norsk side. Det er et relativt begrenset område på svensk side som oppfyller kravene til gytehabitat for laksen. Man regner med at omlag 80 % av det totale gyteområdet opprinnelig lå på norsk side (Petersson 1990). Det er et langsiktig mål for prosjektet å fase ut settefisk til fordel for vill smolt produsert i elva. I 2012 og 2013 er det gjort forsøk med rognplanting av laks på norsk side i regi av ”Vänerlaxens fria gång”.

”Vänerlaxens fria gång” har siden oppstarten i 2011 fokusert på biologiske, tekniske og juridiske aspekter i forhold til muligheter for å styrke og reetablere bestanden av Klarälvlaks. Dette arbeidet er ikke sluttført, og endelig valg av strategi og løsninger er derfor ikke fullstendig fastsatt. Prinsipielt jobbes det imidlertid med å utarbeide tiltak på kort og lang sikt. Hovedmålet på lang sikt er å reetablere frie vandringsveier mellom Vänern og gyteområdene på norsk side, både oppstrøms og nedstrøms, for henholdsvis gytefisk og smolt. De kortsiktige løsningene skal ivareta målsettingen om å reetablere mest mulig av det opprinnelige gyteområdet i prosessen mot det langsiktige målet. Løsningene som skisseres i denne sammenhengen inkluderer innfanging og transport av fisk i tankbil og hel eller delvis åpning av vandringsveier for eksempel ved konstruksjon av trapper eller renner. Primært av hensyn til tekniske og juridiske forhold er det ansett som sannsynlig at disse løsningene vil bli iverksatt i kombinasjon, og hvor mengdeforholdet/omfanget av/mellom fisketransport og fri vandring endres over tid. Utstrekningen på målområdet, for eksempel hvorvidt det vil være anbefalt å utnytte områder på norsk side, er et viktig tema i denne sammenhengen.

I løpet av våren 2013 ble *Gyrodactylus salaris* påvist på voksen laks i Vänern. Fra tidligere var parasitten påvist i Göta älv (Alenäs mfl. 1998), som har en egen bestand av sjøvandrende Atlantisk laks. *Gyrodactylus salaris* ble først beskrevet i 1957 fra ungfisk av Atlantisk laks i et oppdrettsanlegg ved Indalsälva i Sverige (Malmberg 1957). Det antas at parasittens naturlige utbredelse omfatter de østlige delene av det Baltiske området med de store Russiske innsjøene Onega og Ladoga og tilhørende vassdrag (se for eksempel Kuusela mfl. 2007). I tillegg forekommer den også naturlig i enkelte svenske og finske elver. I Norge forekommer *G. salaris* ikke naturlig og den har medført betydelige negative effekter på ville laksepopulasjoner siden den ble innført til Norge midt på 1970-tallet. Det er derfor lagt ned en betydelig innsats fra både forvaltning- og forskningshold med fokus på denne parasitten. I dag er arten behandlet som en svært alvorlig patogen av Verdens Dyrehelseorganisasjon (OIE) og den er spesifikt omtalt i EU lovverket. Miljødirektoratet (<http://www.miljodirektoratet.no>) oppgir at *G. salaris* beregnes å medføre årlige inntektstap i størrelsesorden 200-250 millioner kroner i Norge. Frem til i dag antas det at parasitten har kostet landet tre til fire milliarder kroner. I Norge er målsettingen å bekjempe parasitten i alle områder der den er introdusert, samt forhindre spredning til nye områder.

Et hovedfokus i denne rapporten har vært å vurdere sannsynligheten for spredning av *G. salaris* fra Vänern / Klarälven til Atlantisk laks på norsk side i forhold til den aktivitet som er skissert i prosjektet «Vänerlaxens fria gång». I tillegg til at Femunden drenerer til Trysil- / Femundselva, er det restaurert en tømmerrenne i nordenden av Femunden som drenerer via Feragen og ut i Glomma, som er nærmeste laksevassdrag på norsk side. Det er derfor en teoretisk vandrings-

vei for fisk fra Trysil- / Femundselva til Glommasystemet. Det er lagt spesiell vekt på å vurdere dette som en mulig spredningsvei. I denne forbindelse fokuseres det spesielt på muligheten for spredning via røye i tilknytning til Trysil- / Femundselva. I tillegg til menneskelig aktivitet, vil sannsynlighet for spredning være sterkt knyttet til epidemiologiske forhold i lokaliteter hvor parasitten har sin utbredelse. Rapporten inneholder derfor også en vurdering av foreliggende forhold i Vänern og Klarälven.

Risikovurderingen er gjort i henhold til retningslinjer gitt av verdens dyrehelseorganisasjon (OIE: Aquatic Animal Health Code, versjon 13; kapittel 2, Risk Analysis. www.oie.int). Det er valgt en kvalitativ tilnærming hvor risiko vurderes på bakgrunn av sannsynlighet for- og konsekvenser av spredning. Kapitlene 2 og 4 utgjør grunnlaget for vurdering av både sannsynlighet for spredning og konsekvens gjennom å identifisere relevante stammer av parasitten, spredningsveier og relevante stammer av verter. Kapittel 3 gir et grunnlag i forhold til risikoforvaltning ved å skissere relevant lovverk i forhold til transport av fisk. Kapittel 5 sammenfatter kunnskapsgrunnlaget og skisserer sentrale spørsmål i vurderingen av sannsynlighet for spredning og konsekvenser av eventuell spredning. Kapitlene 6 og 7 gir en vurdering av henholdsvis konsekvenser av- og sannsynlighet for spredning. Den samlede risikovurderingen fremkommer i konklusjons form i kapittel 8.

2 *Gyrodactylus salaris*: parasittens utbredelse, biologi og økologi

Slekten *Gyrodactylus* er en artsrik gruppe parasittiske flatmark (Platyhelminthes; Monogenea) bestående av drøyt 400 hittil beskrevne arter, alle til dels vertsspesifikke ektoparasitter på hud, finner og gjeller hos fisk og amfibier. Disse parasittene finnes i både saltvann og ferskvann, men kun et fåtall arter antas å kunne tåle tilpasning til begge. Basert blant annet på vertsspesifisiteten og den globale utbredelsen antas det at bare en liten andel av det totale antall arter er beskrevet. Blant alle disse artene har *G. salaris* gjort seg spesielt bemerket i Fennoskandia, og spesielt i Norge ved at den har medført betydelig dødelighet på laksunger i ville populasjoner. I motsetning til *G. salaris* medfører de fleste andre arter i slekten *Gyrodactylus* liten grad av dødelighet for sine verter. En inngående oppsummering av biologien og økologien til *G. salaris* finnes i Bakke mfl. (2007).

Gyrodactylus salaris lever kun i ferskvann og den er primært knyttet til laks (Østersjø- og Atlantisk laks; se også nærmere beskrivelse nedenfor), hvor den i hovedsak finnes på kroppen og finnene. Parasitten påfører fisken skade ved at festeorganet (opisthaptor) penetrerer epidermis og gjennom beiteaktivitet hvor epidermis og delvis dermis kan ta skade. Effekten av disse skadene, som til slutt vil kunne ha fatalt utfall for mange av de infiserte individene, er antatt å være redusert osmoregulerende evne og / eller sekundære infeksjoner av sopp og bakterier. De eksakte årsakssammenhengene i forhold til dødeligheten er ikke avklart, selv om sekundære infeksjoner i forbindelse med beiteskader anses å være av størst viktighet (se for eksempel Appleby mfl. 1997, Sterud mfl. 1998 og Dalgaard mfl. 2003, men se også Pettersen mfl. 2011). Det er imidlertid kjent at sannsynlighet for dødelig utfall er nært knyttet til antallet parasitter på fis-



Figur 2. *Gyrodactylus salaris* føder levende avkom. På bildet vises både det nært fullt utviklede festeorganet (opisthaptor) hos datteren og det delvis utviklede festeorganet til datter-datteren. Foto: K. Olstad

ken. Reproduksjonsraten til parasitten og vertens evne til å bekjempe infeksjonen immunologisk er derfor sentralt i forhold til patogenitet¹. Skadene er antatt å være størst og ha potensiale til å være fatale for yngel og smolt (se for eksempel Malmberg 1993).

Gyrodactylus salaris føder levende unger (se **figur 2**) som blir sittende på samme verten som mor-individet. Her kan den bli gjennom hele sin livssyklus, eller den kan overføres til en ny vert (transmisjon / spredning til nye verter; se kap. 2.2). Den individuelle reproduktive «output» er relativt lav: fra eksperimentelle studier er det påvist opptil 4 fødsler for et enkeltindivid (Jansen og Bakke 1991). Generasjonstiden er imidlertid også lav, og på grunn av den spesielle reproduksjonen kan den første fødselen finne sted allerede etter kort tid. Jansen og Bakke (1991) rapporterte at den gjennomsnittlige generasjonstiden varierte mellom 2 og 19 dager (temperaturavhengig). Som følge av kort generasjonstid kan antallet *G. salaris* på en enkelt vert derfor øke fra et enkeltindivid til noen tusen i løpet av få uker.

2.1 Geografisk utbredelse, systematikk og diagnostikk

2.1.1 Molekylærgenetiske markører og metoder

Siden det anses som viktig for forståelsen av deler av innholdet i rapporten gis det her en kort redegjørelse for de vanligst brukte molekylærgenetiske markører og metoder som er brukt i studier av *Gyrodactylus*. De fleste artsbeskrivelser og tidligere taksonomiske og systematiske studier innen slekten *Gyrodactylus* var basert på morfologiske analyser av de harde delene til festeorganet til parasitten (se **figur 2**). Siden 1990-tallet har imidlertid molekylære analyser blitt vanlige og nødvendige i studier av *Gyrodactylus*. Det mest vanlige i dag er å sekvensere (bestemme baserekkefølgen til) forskjellige deler av parasittens DNA og så sammenligne disse sekvensene mellom arter og populasjoner. Den mest vanlig benyttede markøren (her: DNA sekvensen) brukt i diagnostikken og innen taksonomiske og systematiske studier i slekten er en del av ribosomalt kjerne – DNA som kalles for *internal transcribed spacers* (ITS1 og ITS2; se Hillis og Dixon 1991 for en generell beskrivelse). Per i dag er DNA-sekvensen for ITS kjent for ca 100 arter av *Gyrodactylus* og de fleste arter er mer enn 1 % forskjellige når man sammenligner dem ved hjelp av denne markøren. Det er derfor foreslått at en slik prosentforskjell kan brukes som en indikasjon på at individer tilhører forskjellige arter. ITS-markøren er altså det vi kan kalle en artsmarkør innen denne slekten. I den senere tid er også sekvenser av det mitokondrielle genet *cytochrome oxidase I* (CO1) brukt i studiet av *Gyrodactylus*, og disse markørene har signifikant større variasjon enn de ribosomale kjerne-DNA-markørene. Den større variasjonen gjør at disse markørene, i tillegg til å brukes innen diagnostikk og taksonomi av arter, også har blitt brukt til å studere parasitter i forskjellige populasjoner og deres slektskapsforhold (Hansen mfl. 2003, 2006, 2007ab, Meinilä mfl. 2002, 2004). En unik sekvens av en mitokondriell markør slik som CO1 kalles for en haplotype og dette begrepet brukes videre i dokumentet. *Gyrodactylus salaris* kan skilles fra de fleste andre arter ved hjelp av morfologi/morfometri og/eller molekylærgenetiske analyser (DNA sekvensering av ITS og CO1 – se over) og det er disse metodene, sammen med økologiske data (vert, lokalitet) som brukes i diagnostikken i dag (i henhold til OIE; Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2013; www.oie.int).

2.1.2 Utbredelsen til *Gyrodactylus salaris* i Europa

Gyrodactylus salaris ble altså beskrevet fra en elv som drenerer til Østersjøen og den naturlige utbredelsen til parasitten er også antatt å være de østlige deler av Baltikum, inkludert nedbørsfeltene til de russiske sjøene Onega og Ladoga (Ergens 1983, Malmberg og Malmberg 1993). Parasitten er også rapportert å forekomme ved lave antall på villaks i to elver i Sverige i tillegg til Torne älv (i Sverige / Finland), så man antar at parasitten også er naturlig forekommende

¹ Patogenitet brukes om parasittens evne til å påføre verten sykdom. For infeksjoner med *G. salaris* vil høy grad av patogenitet være forbundet med forhøyet dødelighet hos den aktuelle vertspopulasjonen (laks).

her (Malmberg og Malmberg 1993). *Gyrodactylus salaris* har deretter blitt rapportert fra Norge (Johnsen og Jensen 1991, Johnsen mfl. 1999), fra den svenske vestkysten (Malmberg og Malmberg 1993, Alenäs 1998), Danmark (Buchmann og Bresciani 1997, Buchmann mfl. 2000), Finland (Keränen mfl. 1992, Rintamäki-Kinnunen og Valtonen 1996), Tyskland (Lux 1990), Spania (Malmberg 1993), Frankrike (Johnston mfl. 1996), Italia (Paladini mfl. 2009) og Romania (Hansen mfl. in prep.).

2.1.3 Molekylærgenetiske studier av *Gyrodactylus salaris* med fokus på utbredelse, spredning og patogenitet

En rekke haplotyper er funnet (se Hansen mfl. 2007b) og analyser av haplotypene er blant annet brukt til å bekrefte historiske hypoteser om opphavet til den norske epidemien (Hansen mfl. 2003). De mest utbredte haplotypene av *G. salaris* på Atlantisk laks i Norge har fått betegnelsene A, B og F og av disse finnes A og B bare på laks, mens haplotype F er funnet på tre forskjellige verter; laks, regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*) og røye (*Salvelinus alpinus*). I tillegg til å finnes på flere forskjellige verter er det vist eksperimentelt at parasitter med denne haplotypen utviser forskjeller i populasjonsvekst på Atlantisk laks, hvor noen er patogene og andre ikke-patogene. Blant annet viste det seg at en av disse parasittpopulasjonene med haplotype F som ble funnet på røye i de øvre deler av Numedalslågen i Norge, ikke var patogen på Atlantisk laks i eksperimentelle forsøk (Olstad mfl. 2007, se også kapittel 2.3.2). I motsetning til dette har haplotype A, som er den mest vanlige i de norske elvene, i alle tilfeller vist seg å være patogen. På bakgrunn av denne beskrevne biologiske variasjonen blant parasitter med haplotype F, følger det at verken CO1 eller ITS kan brukes som markører for å si noe sikkert om parasittens patogenitet (eller potensielle patogenitet) eller vertsspesifisitet (Hansen mfl. 2007a). Det er likevel grunn til å mistenke at en «patogen haplotype» (som f.eks. haplotype A) også vil være patogen dersom den blir påvist i en ny populasjon. Dette må imidlertid utredes ved å gjennomføre eksperimentelle infeksjonsstudier.

2.1.4 *Gyrodactylus salaris* på den svenske vestkysten og i Göta älv / Vänern

Haplotypene som er funnet i *G. salaris* i flere elver på den svenske vestkysten har vist seg å tilhøre to forskjellige grupper; den ene består av haplotypene A, B og C som er nært beslektet med hverandre, mens den andre gruppa består av parasitter fra Göta älv med tilløpselver, kalt haplotype E (Hansen mfl. 2003). Haplotype E er ikke i slekt med noen andre kjente haplotyper av *G. salaris* på den svenske vestkysten, og danner sin egen gruppe i slektskapstreet. Dette er viktig fordi det viser at selv om Göta älv har vært infisert i minimum 14 år (første gang påvist i 1989) så har denne parasitten ikke spredt seg videre til noen andre vassdrag i området. Det er senere funnet en haplotype til på laks fra Grönån, en sideelv til Göta älv, som er svært nært beslektet med haplotype E. Funnet som ble gjort i Vänern nedenfor Forshaga i 2013 var av samme haplotyper som er beskrevet i Göta älv (altså haplotype E; funnene av *G. salaris* i Vänern og Klarälven er nærmere beskrevet i kapittel 4). I Klarälven ble det i 2013 i tillegg påvist ytterligere en haplotype av *G. salaris* som ikke tidligere er beskrevet, men som er nært beslektet med haplotype E. Det anses sannsynlig at disse haplotypene har utviklet seg parallelt i systemet og er varianter av E, snarere enn en at de representerer infeksjoner med forskjellig opphav. Analyser av haplotypene kan imidlertid ikke si noe om parasitten har spredt seg fra Vänern til Göta älv eller vice versa. At denne haplotypen tilsynelatende ikke har spredt seg videre på den svenske vestkysten kan imidlertid indikere at parasitten har kommet fra Vänern. Basert på parasittens genetikk og teorien om at Vänerlaksen har et østlig opphav, er det grunn til å anta at parasittene kom til Vänern med laksen da denne først etablerte seg i systemet, og dermed har vært isolert der i flere tusen år (men; se diskusjon under kapittel 5.3).

2.2 Spredning og transmisjon

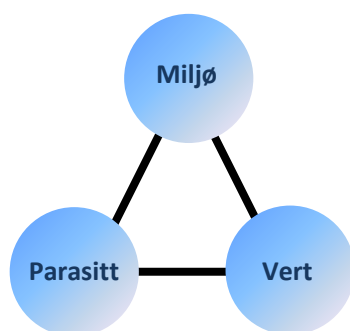
Innen en populasjon av vertsfisk vil *G. salaris* kunne spres til naive verter (verter som ikke tidligere har hatt kontakt med parasitten) eller allerede infiserte verter ved en av fire beskrevne

alternativer. Av disse innebærer to at parasitten sitter på en vertsfisk, død eller levende. Overførsel mellom vertsindivider (transmisjon) vil da kunne finne sted ved direkte fysisk kontakt mellom to levende fisk eller ved kontakt mellom en levende fisk og en død infisert vert. De to øvrige innebærer at parasitten vil kunne være løsnet fra en vert. Transmisjon, eller reinfeksjon, skjer da ved kontakt mellom fisken og parasitten i de frie vannmasser eller ved at parasitten sitter på substratet. Både transmisjon med og uten kontakt mellom fisk er dokumentert, men den relative viktigheten av de forskjellige mekanismene er ikke kjent (se for eksempel Soleng mfl. 1999 og Olstad mfl. 2006).

Spredning av *G. salaris* til nye områder er dokumentert i forbindelse med fiskevandring eller aktiv transport av fisk (Johnsen og Jensen 1986), men ikke via andre spredningsveier som for eksempel i forbindelse med fiske eller annen friluftaktivitet. Allikevel kan det ikke utelukkes at parasitten vil kunne spres også på andre måter, for eksempel ved transport av vann eller på utstyr som har vært i kontakt med vann eller fisk. Livslengden til parasitten er temperaturavhengig, både når den sitter på en vert og når den ikke sitter på en vert. Olstad mfl. (2006) rapporterte at maksimal levetid for *G. salaris* i fravær av en vert var 27 – 60 timer ved henholdsvis 18 og 3 °C. Et spesialtilfelle i denne sammenhengen er at *G. salaris* kan leve betydelig lengre på en død vert enn i totalt fravær av en vert, selv om livslengden er redusert i forhold til for parasitter for eksempel på en levende laks (Olstad mfl. 2006). På en død vert ble det funnet at parasitten kunne leve opp til 72 og 365 timer (15 dager) ved henholdsvis 18 og 3 °C. Fra samme undersøkelse ble det også bekreftet at parasitten etter en «sulteperiode» var i stand til å reproducere om den kom i kontakt med en ny vert. I et føre-var perspektiv vil de forskjellige transmisjonsrutene i kombinasjon med den maksimale overlevelsen derfor måtte være et utgangspunkt i forhold til vurdering av sannsynlighet for smittespredning. En utvidet vurdering i forhold til disse punktene vil bli gitt i denne rapporten.

2.3 Motstandsdyktighet og patogenitet; det epidemiologiske triangel

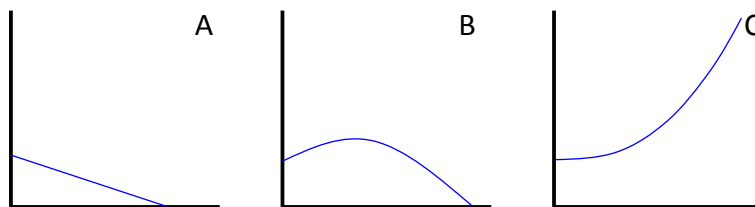
Infeksjonsforløpet i et parasitt – vertsforhold (epidemiologien) er avhengig av den samlede effekt av egenskaper hos parasitten og verten i tillegg til miljøet de befinner seg i. I teoretisk epidemiologi refereres dette til som det epidemiologiske triangel (**figur 3**). Verten kan i varierende grad være mottakelig for infeksjon mens parasitten kan ha varierende grad av patogenitet. I tillegg vil forskjellige miljøfaktorer kunne fungere som begrensende i et infeksjonsforløp. Nedfor følger en kort redegjørelse for relevante aspekter i parasitt – vertsforholdet mellom laks og *G. salaris*. Det er viktig å understreke at det er den samlede effekten av alle faktorer som er avgjørende for infeksjonsforløpet. Når vi allikevel velger å presentere, og senere diskutere, disse forholdene separat, er det av hensyn til kompleksiteten. To sentrale begrep som går igjen i beskrivelsen av epidemiologiske forhold er *prevalens* og *intensitet*. Prevalens er et uttrykk for andelen infiserte individer i en vertspopulasjon og vil i enkelte sammenhenger omtales som en prosentandel. Intensitet (her brukt som gjennomsnittlig intensitet) er et uttrykk for å beskrive antallet parasitter på infiserte individer i en populasjon av verter.



Figur 3. Det epidemiologiske triangel er en mye brukt modell i teoretisk parasittologi for å vise at infeksjonsforløpet i et parasitt – vert forhold er avhengig av den samlede effekt av egenskaper hos parasitten og verten i tillegg til miljøet de befinner seg i.

2.3.1 Vert

Bakke mfl. (1990) beskrev forskjeller i motstandsdyktighet mellom Atlantisk laks og Østersjølaks på bakgrunn av eksperimentelle arbeider. Basert på observasjoner av utvikling i infeksjonen på individuell fisk ble responsen til den enkelte verten beskrevet funksjonelt som en tredelt kategorisering; *Resistente verter*: Antallet parasitter vil ikke på noe tidspunkt øke gjennom et infeksjonsforløp (se **figur 4 A**). Over tid vil den individuelle infeksjonen gå mot total utryddelse. *Responderende verter*: Antallet parasitter øker til et punkt hvor en immunrespons medfører en netto reduksjon (se **figur 4 B**). Etter fiskens respons kan den individuelle infeksjonen reduseres til et minimum eller til total utryddelse. *Mottakelige verter*: Antallet parasitter øker uavbrutt over tid uten tegn til å bli hemmet av noen immunologisk eller fysisk respons (se **figur 4 C**). Vekstraten vil variere i forhold til flere faktorer, herunder temperatur. I prinsippet er verten mottakelig for infeksjon både i kategori *Mottakelig* og *Responderende*. I rapporten brukes begrepet motstandsdyktig. Med dette menes at verten har evne til å bekjempe infeksjonen (kategori *Responderende*) eller at den ikke er mottakelig (kategori *Resistent*).



Figur 4: Illustrasjon av infeksjonsforløp hos individuelle verter i henhold til funksjonell gruppering som beskrevet av Bakke mfl. (1990). Antall parasitter (Y-aksen) er plottet mot tid (X-aksen) for henholdsvis resistent (A), responderende (B) og mottakelige (C) verter.

Responderende verter representerer det vanligste forløpet i et parasitt – vert forhold mellom *Gyrodactylus* og fisk generelt. Immunresponsen hos fisken induseres ved infeksjon og er inaktivt i perioder hvor den er fri for parasitter (Harris mfl. 2000). Parasittpopulasjoner vil derfor kunne opprettholdes over tid ved kontinuerlig transmisjon til nye verter. Innad i en populasjon av verter vil det totale bildet være et resultat av en frekvensfordeling av de tre kategoriene mottakelig, responderende og resistent. For eksempel vil det i en nominelt motstandsdyktig laksepopulasjon, som Neva, forekomme en andel mottakelige verter (Bakke mfl. 1990). I en populasjon mottakelige norsk Atlantisk laks vil det også forekomme en andel motstandsdyktige individer (Bakke mfl. 2002).

Selv om immunresponsen hos fisk mot infeksjoner med *Gyrodactylus* ikke er fullt kartlagt, ligger det til grunn et par viktige kjensgjerninger som kan ha betydning i vurderingen av effekter og sannsynlighet for spredning i forbindelse med etablering av en infeksjon i Vänern og Klarälven. Et sentralt punkt er stress, som potensielt kan redusere immunresponsen hos fisk til et minimum. Effekten av stress er testet eksperimentelt, hvor immunhemmende stoffer er tilført initielt motstandsdyktig fisk med resultat at de har blitt funksjonelt mottakelige verter (Harris mfl. 2000). Aktivitet i forbindelse med innfanging, hold og transport vil medføre stress som kan være relevant i denne sammenhengen.

2.3.2 Parasitt

Patogeniteten til parasitten defineres som evnen den har til å påføre vertspopulasjonen dødelig sykdom. Som nevnt tidligere, vil sannsynligheten for dødelig utfall være nært knyttet til parasittens reproduksjonsevne i en situasjon hvor den ikke hindres av fiskens immunforsvar. I teorien vil patogenitet hos forskjellige stammer av *G. salaris* kunne variere over en trinnløs skala mel-

lom ekstremene patogen og ikke-patogen. I praksis har det imidlertid vist seg vanskelig å kvantifisere grader av patogenitet, og eventuelle antagelser i forhold til slik variasjon har vært gjort på til dels subjektive vurderinger. Fra undersøkelser i Danmark og Norge er det for eksempel påvist tre varianter av *G. salaris* som er ansett som ikke-patogene. Lindenstrøm mfl. (2003) og Jørgensen mfl. (2007a) karakteriserte to forskjellige stammer av ikke-patogen *G. salaris* funnet på regnbueørret i oppdrettsanlegg i Danmark. Robertsen mfl. (2007) og Olstad mfl. (2007) beskrev en tilsvarende stamme som ble funnet på røye (*Salvelinus alpinus*) i Pålbufjorden øverst i Numedalsvassdraget i Norge. Felles for disse stammene er at de i svært liten grad reproducerer på laks som ellers er mottakelig for andre kjente patogener stammer av *G. salaris*, og at infeksjonen forsvinner i løpet av relativt kort tid. Ingen av de tre nevnte stammene er påvist på villaks. Kun ett individ av en antatt ikke-patogen variant av *G. salaris* er funnet på villaks, men det begrensede materialet gjør at dette ikke er bekreftet som en ikke-patogen (Jørgensen mfl. 2007b).

2.3.3 Miljø

Miljøvariabler med potensiell effekt på dynamikken i forholdet mellom *G. salaris* og laks spenner over et bredt felt. Både reproduksjonsrate og transmisjonsrate hos parasitten er påvirket av temperatur (Jansen og Bakke 1991, Soleng mfl. 1999). Mens transmisjon er positivt korrelert, har reproduksjonsraten (som en effekt av reproduksjonsrate og antall avkom) et optimum ved intermediære temperaturer. Immunrespons hos fisken er tilsynelatende positivt korrelert til temperatur. Den generelle dynamikken i en *G. salaris*-infeksjon over et år, med lav intensitet om vinteren og to topper; en på forsommeren og en på høsten, er antatt å være sterkt knyttet til temperatur (Mo 1992, Jansen og Bakke 1993a,b). Høy sommertemperatur har vært nevnt som en av flere mulige forklaringer på at laksen i elver langs den svenske vestkysten ikke har hatt dødelighet som følge av *G. salaris* tilsvarende det man har sett i norske elver (se for eksempel diskusjon i Harris mfl. 2011). Alenäs mfl. (1998) rapporterer også om økt viktighet av infeksjon med *G. salaris* i forbindelse med økt pH som følge av kalkning i Åtran på den svenske vestkysten. Dette er ikke ment som en fullstendig oversikt over miljøvariabler og deres effekt, men gir et bilde av aspekter som er diskutert i litteraturen. Selv om miljøvariabler i liten grad diskuteres vider i denne rapporten, er det viktig å ta med seg at det er den samlede effekten av vert, parasitt og miljø som er avgjørende for infeksjonsforløpet. Salttoleranse blir omtalt spesifikt i forbindelse med aktuelle desinfeksjonsalternativer.

2.4 Primærverter og transportverter

Vertsspesifisiteten til parasitten er definert i forhold til hvilke arter og stammer den kan etablere en infeksjon på. I tillegg kommer transportverter hvor parasitten kan leve en periode, men ikke etablere en varig infeksjon uten tilgang på andre mottakelige verter. Vertsspesifisitet og immunitet har i mange sammenhenger blitt sett på som to sider av samme sak, men mekanismene bak forholdet mellom de to er ikke fullstendig kjent (se for eksempel Bakke mfl. 2007). *Gyrodactylus salaris* er funnet som varige infeksjoner i populasjoner av viltlevende Østersjølaks, Atlantisk laks og røye, samt hos regnbueørret i oppdretts- og kultiveringsanlegg (se for eksempel Bakke mfl. 2002). Fra eksperimentelle studier er det også kjent at parasitten kan reproducere og opprettholde en infeksjon over en viss tid på harr (*Thymallus thymallus*; Sterud mfl. 2002) og på hybrider mellom ørret (*Salmo trutta*) og laks (Bakke mfl. 1999). Eksperimentelle studier har vist at *G. salaris* i svært liten grad reproducerer på ørret. Selv om maksimal observert levetid er 50 dager (Bakke mfl. 1999), vil de fleste parasittene dø i løpet av kort tid på ørret, og denne er derfor ansett som en marginal transportvert. Alle vertene nevnt ovenfor er relevante i forbindelse med mulig spredning av *G. salaris* generelt. I Klarälven / Trysil-elva / Engerdalselva vil det imidlertid være spesielt behov for fokus på røye. En nærmere beskrivelse av kunnskap om *G. salaris* på røye vil derfor bli gitt nedenfor.

2.4.1 Røye som vert for *Gyrodactylus salaris*

Anadrom røye er beskrevet som en god vert for parasitten (Mo 1988), og forsøk har vist at infeksjoner med *G. salaris* kan opprettholdes på yngel av anadrom røye gjennom et helt år uten et smittepress fra tilstedeværelse av infiserte laksunger (Winger 2009). Innlandsrøye har derimot vært beskrevet som en dårlig vert for *G. salaris*, en beskrivelse som baserer seg på forsøk som viser at ikke-anadrom røye fra Korssjøstammen (Sør-Trøndelag) er resistente mot parasitten (Bakke mfl. 1996). I Norge er imidlertid *G. salaris* den senere tid, ved to anledninger, påvist på ikke-anadrome stammer av røye i naturlige systemer (Robertsen mfl. 2007, Hytterød mfl. 2011). Senest i 2010, ble *G. salaris* påvist på ikke-anadrom røye i Fustvatnet og Ømmervatnet to innsjøer i Fustavassdraget like nordøst for Mosjøen i Nordland. Fustvatnet drenerer til elva Fusta hvor laksen har vært infisert med *G. salaris* siden 1980 (Johnsen mfl. 1999). Parasitten har sannsynligvis blitt overført fra laks til røye, da infisert laks tidligere kunne vandre opp i Fustvatnet og videre opp til Ømmervatnet. Fisketrappen i elven Fusta ble stengt i 1992 og det er derfor mulig at *G. salaris* har overlevd på røye siden midten av 1990-tallet uten tilstedeværelse av laks i innsjøene. De individene av *G. salaris* som ble funnet på røye i Fustvatnet og Ømmervatnet er av Veterinærinstituttet diagnostisert til å være den samme genetiske varianten (haplotype A; se Hansen mfl. 2003) som er påvist i alle de infiserte elvene i Vefsnaregionen. Forsøk gjennomført ved Veterinærinstituttet har også vist at *G. salaris* fra røye i Fustvatnet er patogen for norsk Atlantisk laks (Fustastamme og Lærdalselvastamme) (Hytterød mfl. 2011). Det er tidligere oppdaget ett annet tilfelle i Norge hvor *G. salaris* har vært i stand til å etablere en levedyktig populasjon på ikke-anadrom røye, i fravær av laks (Robertsen mfl. 2007); i Pålsbufjorden som drenerer til laksevassdraget Numedalslågen. Denne parasitten ble karakterisert til å være en variant av samme haplotype som er funnet i for eksempel Drammenselva.

Påvisningene av *G. salaris* på ikke-anadrome røyepopulasjoner i innsjøer med fravær av laks, indikerer at ikke-anadrom røye kan være en god vert for *G. salaris*, og at det kan være store forskjeller i mottakelighet hos forskjellige stammer av røye. Hytterød mfl. (under utarbeidelse) har også nylig vist at ulike stammer av ikke-anadrom røye har ulike vertsegenskaper for *G. salaris*. Røye med opprinnelse fra Hattfjelldalområdet er svært mottakelig for *G. salaris* (haplotype A og F), mens røye fra Store Korssjøen (Sør-Trøndelag) er resistent mot de samme parasitpopulasjonene.

I Norge har man enkelte lakseførende vassdrag som er infisert med *G. salaris*, og som også huser bestander av innsjølevende, ikke-anadrom røye. I noen av disse vassdragene er utbredelsesområdet til parasitten forsøkt redusert ved stenging av fisketrapper eller bygging av fysiske sperrer. Tiltakene er som regel gjennomført etter at *G. salaris* har blitt påvist. Dermed har infisert laks potensielt kunne vandre opp til områder med bestander av ikke anadrom røye før vandringshinderet kom på plass, og spredning av *G. salaris* fra laks til røye har vært mulig, jamfør situasjonen i Fustvatnet. Dette viser hvor viktig røye og dens vertsegenskaper for *G. salaris* kan være for utbredelsesområdet til parasitten. Forutsatt at røye i tilknytning til systemet er mottakelig for varianten av *G. salaris* som er påvist på laks i Vänern, vil denne fiskearten kunne opprettholde og eventuelt spre parasitten internt i systemet og eksternt til andre vassdrag.

3 *Gyrodactylus salaris* i fiskesykdomslovverket

I forbindelse med prosjektet «Vänerlaxens fria gång» planlegges transport av levende fisk og rogn (kort sikt) og åpning av frie vandringsveier (lang sikt). Transport av fisk krever innhenting av tillatelse fra Mattilsynet i henhold til gjeldende fiskesykdomslovverk. Det norske lovverket i forhold til å hindre spredning av smittsomme sykdommer til fisk og andre akvatiske dyr er fullharmonisert med gjeldende EU-lovgivning. De mest aktuelle forskriftene i Norge i denne sammenhengen er FOR 2008-06-17 nr 819: *Forskrift om omsetning av akvakulturdyr og produkter av akvakulturdyr, forebygging og bekjempelse av smittsomme sykdommer hos akvatiske dyr*

og FOR 2011-01-18 nr 60: *Forskrift om ytterligere krav til transport, omsetning og import av akvakulturdyr og produkter av disse*. Kravene i FOR 2011-01-18-60 kommer i tillegg til kravene fastsatt i FOR 2008-06-17-819.

I henhold til FOR 2008-06-17-819 hevder Norge fristatus i forhold til *G. salaris* for hele landet med unntak for en nærmere spesifisert liste over vassdrag. I EU systemet er denne fristatusen formelt godkjent gjennom EFTA Surveillance Authority (EFTA Surveillance Authority Decision of 21 May 2008 (298/08/COL); regarding disease-free zones and additional guarantees for *Gyrodactylus salaris* for Norway). Ingen vassdrag på svensk side har tilsvarende fristatus for *G. salaris*. Av dette følger at Trysil- / Femundselva på norsk side er erklært fri for parasitten, mens Klarälven / Vänern på svensk side ikke er det. Et spesialtilfelle i denne sammenhengen er Enningdalselva, som i forskriftene er behandlet som en buffersone. En buffersone innebærer i praksis at området ikke har fristatus, selv om parasitten per dags dato ikke er kjent å forekomme der.

Sentrale begrep i de to ovennevnte forskriftene er «akvakulturdyr» og «omsette». Disse er definert som følgende i de omtalte forskriftene og med henvisning til FOR 2008-06-17 nr 823 (*Forskrift om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m.*):

«akvakulturdyr»:

Alle livsstadier inklusive kjønnsprodukter og hvilestadier, av alle akvatiske dyr oppdrettet i et akvakulturanlegg eller et akvakulturområde for bløtdyr, inkludert alle akvatiske dyr som har vært villlevende og som er ment for et akvakulturanlegg eller et akvakulturområde for bløtdyr.

«omsette»:

Salg, herunder utbud for salg eller enhver annen form for overdragelse med eller uten vederlag, og enhver annen form for flytting av dyr og produkter som går inn under forskriften.

Villfanget fisk transportert direkte, uten opphold i noen form for anlegg for fiskehold, går dermed inn under definisjonen for omsetning, men ikke nødvendigvis under definisjonen av akvakulturdyr. I praksis vil imidlertid krav i forhold til transport til en sykdomsfri sone også kunne gjelde ved transport av villfanget fisk til utsettings- og kultiveringsformål. En nærmere spesifisering av krav er gitt i avsnittene nedenfor.

3.1 Flytting av laks til Norge fra kultiveringsanlegg eller oppdrettsanlegg (akvakulturdyr)

Med hensyn til flytting av laks fra kultiveringsanlegg eller oppdrettsanlegg (akvakulturdyr) på svensk side til Trysil- / Femundselva, er dette i henhold til forskriften (FOR 2011-01-18-819 med henvisning til FOR 2011-01-18-60) forbundet med krav om at fisken skal følges av et dyrehelsesertifikat. Nedenfor er gitt et ekstrakt av dyrehelsesertifikatet hvor relevante krav i forhold til *G. salaris* er beholdt. Teksten er modifisert i forhold til lovteksten og kan ikke ses på som en direkte sitering av denne. Sammenfattet innebærer dette at minst ett av følgende tre alternative krav (alternativ 1 – 3) må oppfylles for at det skal kunne gis tillatelse til å transportere laks fra Vänern / Klarälven til Trysil- / Femundselva:

Enten (alternativ 1):

Fisken skal komme fra et område:

- a) hvor Gyrodactylose (infeksjon med *Gyrodactylus salaris*) må være en meldepliktig sykdom og hvor kompetente myndigheter må foreta umiddelbare undersøkelser ved innrapportering

og:

- b) hvor det foreligger relevante restriksjoner og krav ved innførsel av mottakelige verter for parasitten jf. punktene beskrevet i alternativ 1-3

og:

- c) hvor det ikke forekommer vaksinasjon av mottakelige verter mot *G. salaris*

og:

- d) som tilfredsstiller krav til bedømmelse om frihet fra *G. salaris* som nedfelt i *OIE Manual of diagnostic tests for aquatic animals* (generelle retningslinjer for innsamling til frierklæring i tillegg til kapittel 2.3.3, Gyrodactylosis)

Eller (alternativ 2):

Fisken som skal transporteres må ha vært holdt i vann med minimum salinitet på 25 ‰ i et sammenhengende tidsrom på minst 14 dager, og hvor ingen andre levende akvatiske dyr som er mottakelige for *G. salaris* er blitt innført i dette tidsrommet.

Eller (alternativ 3):

Fisken må transporteres på øyerognstadiet, og hvor rognen må ha gjennomgått egnet desinfeksjon umiddelbart før transport.

Alternativ 1 tilsvarer i denne sammenhengen at opprinnelsesområdet for fisken tilfredsstiller krav tilsvarende for hva som kan definere en sykdomsfri sone. Ved flytting av fisk fra Vänern / Klarälven til Trysil- / Femundselva vil derfor de eneste to relevante være alternativ 2 og 3.

3.2 Flytting av villfanget fisk til Norge

Med hensyn til krav ved flytting av villfanget fisk i og mellom vassdrag, er dette regulert i FOR 2008-06-18 nr 60, § 44: "*Uten tillatelse fra Mattilsynet er det forbudt å flytte levende eller døde ville akvatiske dyr til andre vassdrag eller til andre deler av samme vassdrag*". Videre gis det en forbeholdt mulighet for dispensasjon i forskriftens § 54: "*Mattilsynet kan i særskilte tilfeller dispensere fra bestemmelsene i denne forskriften, forutsatt at det ikke vil stride mot Norges internasjonale forpliktelser, herunder EØS-avtalen*". Det fremgår i samtaler med Mattilsynet at når det gjelder *G. salaris*, vil sannsynlige kriterier for at dispensasjon gis vurderes opp mot de kriterier som skisseres for godkjent helsesertifikat (nevnt ovenfor som alternativ 1-3 under kapittel 3.1).

4 Status for *Gyrodactylus salaris* i Vänern / Klarälven / Gullspångsälven

Lakseparasitten *G. salaris* ble første gang påvist i Vänern våren 2013. I dette kapitlet gis en redegjørelse for kjente undersøkelser i forbindelse med *G. salaris* i Vänern og vassdrag knyttet til Vänern. Foruten egne undersøkelser omfatter listen materiale henvist i forskjellige referanser og data mottatt som personlig kommunikasjon (E. Degerman). Göran Malmberg, forsker ved Stockholms Universitet og som gjennom en mannsalder har samlet og beskrevet en rekke arter av *Gyrodactylus* spp. fra Sverige, opplyser at han ikke har jobbet med laksen i Vänern. Malmberg opplyser for øvrig at han heller ikke er kjent med andre slike undersøkelser (pers. komm.).

4.1 Vänern

Våren 2013 gjennomførte NINA på oppdrag fra prosjektet «Vänerlaxens fria gång» undersøkelser for eventuell forekomst av parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i Vänern. I denne undersøkelsen ble parasitten påvist på voksen laks fanget i felle ved Forshaga i Klarälven. Endelig artsdiagnose ble gjort av Veterinærinstituttet i Oslo (se **Vedlegg 1**). Totalt 74 voksne laks ble fanget inn i Vänern og i vandringsfellen ved kraftverket i Forshaga, Klarälven i perioden mai 2012 – januar 2013. Innsamlingen ble gjort i regi av Länsstyrelsen i Värmland. Finner fra fisken ble klippet av umiddelbart etter avliving og lagt på etanol. Av dette materialet ble finner fra 45

fisk undersøkt, hvorav 16 fra Forshaga. Parasitten ble påvist på 12 laks fanget ved Forshaga (1 – 172 parasitter per fisk, gjennomsnittlig intensitet: 33,4). Ingen parasitter ble påvist på fisk fanget i Vänern-bassenget. Sentrale data fra undersøkelsen er vist i **tabell 1**. Diagnosen fra Veterinærinstituttet omfatter totalt 8 parasitter fra en enkelt vert. Den molekylære diagnosen viser at parasittene var de samme haplotyper (haplotype E) som de i Sävån og Grönån (Göta älv; se kapittel 2.1). Det er verdt å poengtere at fisken fra Klarälven ble fanget nedenfor dammen i Forshaga og at påvisningen derfor representerer Vänern som smittesone og ikke Klarälven. Det må også påpekes at siden det kun ble undersøkt finner, har materialet begrenset verdi i forhold til informasjon om sentrale infeksjonsparametere som prevalens og intensitet.

Ved en tidligere anledning er det påvist *G. salaris* i nedbørsfeltet til Vänern. Denne påvisningen ble gjort på regnbueørret i Källefalls fiskodling ved Tidaholm i 1972 (Malmberg og Malmberg 1993). Malmberg og Malmberg (1993) påpeker at stammen av *G. salaris* som ble funnet her var av denne samme taksonomiske formen (morfologisk) som ble funnet på regnbueørret i oppdrettsanlegg i Danmark. I tillegg opplyser Malmberg (1993) at regnbueørret ble importert til Källefalls fiskodling allerede tidlig på 1900-tallet. Det er ikke gjort noen observasjoner som kan bekrefte eller avkrefte om denne infeksjonen er spredd til laksen i Vänern annet enn at *G. salaris* ikke er påvist på laks i Gullspångsälven (omtalt nedenfor). Vannet fra anlegget ved Tidaholm drenerer ut i Tidan som renner nordover forbi Tibro og tettstedet Tidan før den munner ut i Vänern ved Mariestad. Avstanden fra Tidaholm til Mariestad er anslagsvis 100 km. Korteste avstand i Vänern mellom utløpet av Tidan og utløpet av Gullspångsälven er 40 km. I prinsippet kan *G. salaris* derfor være spredd fra Tidan til Vänern. Det lar seg imidlertid ikke gjøre å konkludere i dette spørsmålet.

Tabell 1: Oversikt over sentrale data fra undersøkelsen for forekomst av *Gyrodactylus salaris* i Vänern. "Totalt, Vänern" angir data for hele materialet, både fra Forshaga og Vänern-bassenget. Infeksjonsdata er angitt for materialet samlet inn ved Forshaga.

Totalt, Vänern	Antall laks	45
	Lengde, cm	73,8 (55,0 - 93,0)
	Vekt, kg	4,6 (1,6 - 9,0)
Forshaga	Antall laks	16
	Lengde, cm	75,4 (62 - 93)
	Vekt, kg	4,6 (2,0 - 7,8)
	Antall infisert	12
	Prevalens, %	75
	Antall parasitter	401

4.2 Klarälven og Gullspångsälven

Ved undersøkelser gjennomført i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten, ble det høsten 2013 påvist *G. salaris* i Klarälven. I regi av Länsstyrelsen i Värmland og NINA ble totalt 179 laksunger (gjennomsnittslengde, minimum-maksimum: 133, 50-220 mm) fanget ved hjelp av el-fiskebåt på strekningen mellom Syssleback og Höljes og bragt til laboratoriet konserverv i 95 % etanol. Her ble hele fisken (hodet, kroppen og alle finnene) systematisk undersøkt for *Gyrodactylus* sp. under lupe (**Figur 5**). Totalt i dette materialet ble *G. salaris* påvist på 2 av 179 undersøkte laksunger (henholdsvis 1 og 8 *G. salaris*; prevalens: 1,7 %). Endelig artsdiagnose ble gjort av Veterinærinstituttet i Oslo (se **Vedlegg 2**). Fra dette materialet omfatter diagnosen totalt 6 parasitter, hvorav 1 fra den ene fisken og 5 fra den andre. Den molekylære diagnosen viser at disse parasittene alle var *G. salaris*, men av ulike haplotyper. Den ene var tidligere ubeskrevet og representerer altså en tredje haplotype i systemet.

Karlstads Universitet har en operativ ruse for fangst av laksunger og studier av smoltutvandring oppstrøms Edsforsens kraftverk i Klarälven. I løpet av sommeren 2013 ble smolt som av forskjellige årsaker døde i forbindelse med denne fangsten konserverert på etanol og gjort tilgjengelig for undersøkelse av forekomst av *G. salaris* (oversendelse ved E. Bergman). Ved undersøkelse av totalt 7 smolt ble to individer av *Gyrodactylus* sp. påvist på én fisk. Diagnosen fra Veterinærinstituttet (**Vedlegg 2**) viste at det her ikke var snakk om *G. salaris*, men *Gyrodactylus lucii*, som er en vanlig parasitt på gjedde (*Esox lucius*). Det er bekreftet at gjedde forekommer i og ved rusa, og det antas derfor at denne parasitten har hoppet over og tilfeldig befant seg på laksesmolt.

Fra tidligere er det gjennomført kun et fåtall undersøkelser i forhold til *G. salaris* i Gullspångsälven og Klarälven. Disse er listet opp med tilgjengelig kunnskap om innsamling og undersøkelsesmetode nedenfor. *Gyrodactylus salaris* ble ikke påvist i noen av disse undersøkelsene.

*Gammelkroppa fiskodling, 2000. Totalt 60 fisk fra anlegget. Det er ikke kjent om undersøkelsen omfattet hele fisk eller kun finner. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist. (Kilde: Karlsson mfl. 2003)

* Gammelkroppa fiskodling, 2001. Totalt 60 fisk fra anlegget. Det er ikke kjent om undersøkelsen omfattet hele fisk eller kun finner. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist. (Kilde: Karlsson mfl. 2003)

* Gullspångsälven, november 2001. Totalt 27 villfangede laksunger undersøkt i regi av SLU. Det er kun undersøkt begge brystfinner og ryggfinne fra hver av fiskene. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist. (E. Degerman, pers. komm.).

* Gullspångsälven, oktober 2005: Totalt 21 villfangede laksunger undersøkt i regi av SLU. Det er kun undersøkt begge brystfinner og ryggfinne fra hver av fiskene. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist. (E. Degerman, pers. komm.).

*Klarälven, august / september 2011. Totalt 18 villfangede laksunger undersøkt i regi av Länsstyrelsen i Värmland og NINA. Fisken ble samlet inn ved hjelp av el-fiskebåt på strekningen mellom Syslebäck og Höljes. Hele fisken undersøkt. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist.

*Klarälven, august / september 2012. Totalt 20 villfangede laksunger undersøkt i regi av Länsstyrelsen i Värmland og NINA. Fisken ble samlet inn ved hjelp av el-fiskebåt på strekningen mellom Syslebäck og Höljes. Hele fisken undersøkt. *Gyrodactylus salaris* ikke påvist.



Figur 5. *Gyrodactylus salaris* er inntil 0,5 mm lang. Undersøkelse for påvisning av parasitten gjøres derfor under lupe. Både levende, bedøvet, fisk (som avbildet) og død fisk konserverert på etanol kan undersøkes på denne måten. For større fisk begrenses metoden til kun å la seg gjennomføre for avklippede finner konserverert i etanol. Foto: K. Olstad.

4.3 Göta älv (Säveån)

I Göta älv, som renner sørover fra Väneren og ut i Kattegat ved Göteborg, ble *G. salaris* første gang påvist i 1989. Parasitten er senere påvist i flere sidevassdrag til Göta älv, blant annet i Säveån. Et datamateriale for undersøkelser i perioden 1989 – 2012 er gjort tilgjengelig for denne rapporten (fra E. Degerman, pers. komm.). Dette omtales derfor spesifikt nedenfor. I Säveån ble parasitten påvist ved fire av seks undersøkelser mellom 1989 og 1998 (**tabell 2**). Det er ikke kjent om materialet som ble undersøkt i denne perioden bestod av hele fisk eller et utvalg finner. Maksimal rapportert prevalens i denne perioden var på 27 % (4 av 15 fisk infisert). I perioden 2001 – 2011 ble det undersøkt brystfinner og ryggfinne fra mellom 15 og 44 fisk årlig (kun med unntak for 2009). I denne perioden ble imidlertid ikke *G. salaris* påvist. Hittil siste påvisning i Säveån var på et materiale samlet inn i 2012, hvor parasitten ble funnet på 7 av 47 laksunger.

Tabell 2. Sammenfatning av undersøkelsene for *Gyrodactylus salaris* i Säveån, Göta älv i perioden 1989 – 2012. Antall, laksunger undersøkt og antall laksunger infisert er oppgitt. Manglende datagrunnlag er markert med spørsmålstegn. For å unngå misforståelser i forhold til manglende data oppgis påvisning / ikke påvisning i egen kolonne. *For 2012 oppgis gjennomsnittlig antall *G. salaris* på infiserte fisk med henholdsvis minimums- og maksimumsverdi i parentes.

Vassdrag	År	Antall laksunger	Antall infisert	<i>G. salaris</i> påvist*
Säveån	1989	15	4	Påvist
Säveån	1990	38	8	Påvist
Säveån	1991	?	0	Ikke påvist
Säveån	1993	?	?	Påvist
Säveån	1994	?	?	Påvist
Säveån	1997	?	?	Påvist
Säveån	1998	?	0	Ikke påvist
Säveån	2001	22	0	Ikke påvist
Säveån	2002	31	0	Ikke påvist
Säveån	2003	24	0	Ikke påvist
Säveån	2004	44	0	Ikke påvist
Säveån	2005	35	0	Ikke påvist
Säveån	2006	15	0	Ikke påvist
Säveån	2007	38	0	Ikke påvist
Säveån	2008	19	0	Ikke påvist
Säveån	2010	20	0	Ikke påvist
Säveån	2011	22	0	Ikke påvist
Säveån	2012	47	7	63,4 (1-320)

5 Sentrale spørsmål og grunnlag for risikoanalysen

Dagens situasjon tilsier at Vänerlaksen må forvaltes aktivt for unngå total utryddelse. I følge EUs Vanndirektiv (implementert i Norge gjennom Vannforskriften) er det et mål å restaurere vannforekomster som er påvirket av inngrep eller, sekundært, å bøte på skader som følge av slike inngrep. Samtidig er det i strid med intensjonen om bevaring av biologisk mangfold å spre organismer som kan medføre skade på dyr eller mennesker. Påvisning av *G. salaris* i Väneren og Klarälven reiser derfor viktige spørsmål både av praktisk og prinsipiell art for utøvende så vel som beslutningstagende forvaltningsmyndigheter.

To helt sentrale spørsmål i forbindelse med risikoanalysen er hvilken betydning *G. salaris* har for laksen i Vänern / Klarälven og hvilke konsekvenser en eventuell spredning vil ha for Atlantisk laks i Norge? Disse spørsmålene diskuteres i kapittel 5. I dette kapitlet diskuteres spørsmålet med bakgrunn i epidemiologiske forhold og betraktninger (det epidemiologiske triangel, presentert ovenfor). Selv om det er den samlede effekten av alle faktorer som er avgjørende for infeksjonsforløpet, og faktorene i det epidemiologiske triangel ikke uten videre lar seg skille fra hverandre, vil det av hensyn til lesbarheten legges opp til diskusjon av motstandsdyktighet hos verten og patogenitet hos parasitten separat.

5.1 Er Vänerlaksen motstandsdyktig eller mottakelig i forhold til *Gyrodactylus salaris*?

Forskjeller i mottakelighet for *G. salaris* hos ulike laksestammer er godt beskrevet i litteraturen (se Bakke mfl. 2002). Mens alle stammer av Atlantisk laks er mottakelige for parasitten, finnes det flere stammer av Østersjølaks som har vist seg å være motstandsdyktige (men se også Bakke mfl. 2004). Forskjellen mellom Atlantisk- og Østersjølaks kan forklares med at *G. salaris* trolig har en naturlig utbredelse i Eurasia og at den finnes naturlig på laks i elver som munner ut i Østersjøen (Malmberg 1987, 1988, 1989). Det er liten vandring av Atlantisk laks inn i Østersjøen samtidig som Østersjølaks svært sjelden vandrer ut i Atlanterhavet (Christensen og Larsson 1979). Det er derfor liten utveksling av gener mellom Østersjø- og Atlanterhavslaks (Ståhl 1987, Ståhl og Hindar 1988), og gener for motstandsdyktighet mot *G. salaris* hos Østersjølaks overføres dermed i liten grad naturlig til Atlantiske laksestammer. Dette bidrar til å opprettholde den store forskjellen i mottakelighet mellom stammer av Østersjølaks og Atlantiske stammer. Genetiske analyser tyder på at Vänerlaksen, både Gullspång og Klarälven, har en østlig opprinnelse (Palm mfl. 2012).

Karlsson mfl. (2003) har gjennomført smitteforsøk som viser at Gullspångstammen er motstandsdyktig mot to stammer av *G. salaris* (fra Lærdalselva og fra Søndre Bullaren). Basert på disse undersøkelsene samt kunnskap om genetiske relasjoner mellom Vänerlaks og motstandsdyktige laksestammer, er det grunn til å anta at også Vänerlaksen er motstandsdyktig mot *G. salaris*. Oppfølgende undersøkelser for å studere om de lave tallene for prevalens og intensitet til parasitten ved påvisningene i 2013 endres over tid vil gi verdifulle data for å vurdere den epidemiologiske tilstanden.

I Vänern ble *G. salaris* kun påvist på laks fra området nedstrøms Forshaga, og ikke fra selve Vänern-bassenget (**tabell 1**). Det er ikke utenkelig at laksen, selv om den skulle være motstandsdyktig mot *G. salaris*, vil kunne oppleve miljørelatert stress i forbindelse med oppvandring til Forshaga og opphold her ved forhøyet tetthet på en slik måte at immunresponsen svekkes og infeksjonen kan blomstre opp. Laksen bruker i gjennomsnitt 24 dager på vandringen fra munningen av Klarälven og opp til Forshaga hvor den tilbringer i gjennomsnitt 47 dager i området nedenfor demningen (A. Hagelin, pers komm.). Den reelle tettheten av laks i dette området er ikke kjent, men kan antas å være høy. I tillegg vil høye tettheter av laks medføre økt sannsynlighet for transmisjon til nye verter.

5.2 Er *Gyrodactylus salaris* fra Vänern og Klarälven patogen eller ikke-patogen for Atlantisk laks?

Vänerlaks ser altså ut til å være lite mottakelige for *G. salaris*-variantene som er påvist i vassdraget. Spørsmålet om patogeniteten til disse variantene diskuteres derfor først og fremst i forhold til en eventuell spredning til populasjoner av laks som ikke tidligere har vært infisert av denne parasitten. Variasjon i grad av patogenitet blant ulike populasjoner av *G. salaris* er relativt lite studert. Spørsmålet om patogenitet vil derfor i første rekke fokusere på om hvorvidt det er sannsynlig at stammen i Vänern representerer et av ytterpunktene; patogen eller ikke-patogen.

Fra tidligere er det kun én kjent forekomst av *G. salaris*, i Göta älv, av samme haplotype som den som er funnet i Vänern (Hansen mfl. 2003). Denne stammen er tidligere ikke testet eksperimentelt. Det generelle forholdet mellom Atlantisk laks og ulike stammer av *G. salaris* er imidlertid slik at alle er patogene, med unntak for de ikke-patogene stammene av *G. salaris* beskrevet fra Danmark og Norge (se kapittel 2.3.2). Av det som er kjent om de ikke-patogene stammene av *G. salaris*, er det lite som tyder på at disse kan etablere en varig infeksjon på laks uten nærvær av andre egnede verter. I tillegg til eksperimentelle studier, har dette støtte i at de ikke-patogene stammene i liten grad påvises på laks: Den norske varianten av parasitten (kapittel 2.3.2) er aldri påvist på laks i Numedalslågen, hvor det årlig tas ut 60 laksunger i forbindelse med det nasjonale overvåkingsprogrammet (se for eksempel Linaker mfl. 2012). Fra Danmark er det kun funnet ett individ av en antatt ikke-patogen *G. salaris* på villaks (Jørgensen mfl. 2007b, kapittel 2.3.2). Kjente potensielle verter for disse to ikke-patogene stammene av *G. salaris* er regnbueørret (Danmark og Norge) og røye (Norge).

Påvisning av *G. salaris* på laks i Säveån i perioden 1989 – 1998, med prevalens på opp mot 30 % i enkelte uttak, og i 2012 med prevalens på 15 % er ikke forenlig med en antakelse om ikke-patogen stamme i forhold til det som er kjent om slike stammer i Danmark og Norge. Det totale bildet kompliseres imidlertid tatt i betraktning at parasitten ikke ble påvist i Säveån over en tiårsperiode fra 2001 til 2011, og spørsmålet om grad av patogenitet blir igjen aktuelt. I denne sammenhengen må det riktignok tas høyde for at kun brystfinner og ryggfinne ble undersøkt fra hver fisk. Følsomheten ved slik prøvetaking er generelt antatt å være 60 % i forhold til undersøkelse av hel fisk (Jensen og Johnsen 1992, Mo 1992). Følgelig vil disse undersøkelsene være utsatt for en viss risiko i forhold til underestimering av prevalens, selv om de uansett indikerer at det er infeksjoner med lav intensitet. Uansett må det konstateres at populasjonsdynamikken til *G. salaris* på laks i Säveån ikke likner på det som observeres etter nylig introduksjon i norske elver hvor infeksjonen viser en rask respons mot høye intensiteter. I Säveån hadde bare to enkeltfisk høye intensiteter med totalt henholdsvis 102 og 320 parasitter på brystfinnene og ryggfinnen.

Selv om situasjonen i Göta älv ikke likner de epidemiske² tilstandene i norske elver, vil usikkerheten i forhold til den totale kombinasjonen av parasitt / vert / miljø vanskeliggjøre en endelig konklusjon. Etter et føre-var prinsipp må utgangspunktet for den videre diskusjonen derfor være at *G. salaris* i Vänern er potensielt patogen overfor laksestammer som ikke har vært i kontakt med parasitten tidligere. En videre utredning om patogeniteten til stammene av *G. salaris* fra Vänern overfor Atlantisk laks vil kreve en utvidet innsats i feltarbeid og eksperimentelle tilnærminger.

5.3 Hvor lenge har parasitten vært i Vänern?

5.3.1 Epidemiologiske forhold

Et spørsmål som må diskuteres spesielt er om *G. salaris* nylig er introdusert til Vänern, eller om den har vært her over en lengre periode, og om den eventuelt kan ha vært med da laks først vandret inn i området. Dette spørsmålet er av viktighet for å forstå forventet dynamikk i infeksjonen i Vänern og Klarälven i tillegg til at det vil si mye om sannsynligheten for videre spredning. I prinsippet skilles det her mellom nylig introduksjon (i løpet av senere år) og eldre.

En sammenstilling av kunnskap om genetikken til *G. salaris* i Göta älv og Vänern gir per dags dato ikke svar i forhold til tidspunkt for introduksjon eller om den ene populasjonen kan være opphavet til den andre ved spredning. Spørsmålet må derfor adresseres ved hjelp av foreliggende kunnskap om populasjonsdynamikk og forventet populasjonsstruktur. Utgangspunktet for sammenlikningen er undersøkelsene som er gjennomført i Göta älv i perioden 1989 og frem

² Epidemisk tilstand benyttes her i forhold til en situasjon med høy intensitet og prevalens for *G. salaris* og medfølgende høy dødelighet hos den aktuelle populasjonen av laks.

til dags dato hvor prevalensen tilsynelatende varierer mellom 0 og 29 % (om enn underlagt usikkerhet; presentert ovenfor). Fra norske elver er det kjent at *G. salaris* er effektiv i å finne nye verter, også i situasjoner hvor det er lave tettheter av verter (Johnsen og Jensen 1988, 1992). Det generelle bildet i norske elver, med en patogen variant av *G. salaris* og mottakelige verter, er at en nylig introdusert infeksjon raskt utvikles til høy intensitet og nær 100 % prevalens (Mo 1992, Jansen og Bakke 1993a). På tross av usikkerheten knyttet til materialet fra Göta älv er det en markert forskjell mellom infeksjonsstatus her og i norske elver med epidemisk forløp.

Til tross for indikasjoner, foreligger det ikke entydige data som gir grunnlag for å konkludere med at *G. salaris* har vært i vassdraget i lang tid. Ytterligere undersøkelser i forhold til patogenitet og motstandsdyktighet og eventuelt nye molekylære analyser av slektskapsforholdet til parasitten ville kunne være med og belyse spørsmålet. Basert på den nåværende kunnskapen om spørsmålet, må det i den videre risikovurdering legges til grunn at parasitten både kan være innført til Väneren / Göta älv nylig og at den kan ha vært etablert over lang tid.

5.3.2 Føre-var prinsippet i forhold til hvor lenge parasitten har vært i systemet

Antagelsen om at *G. salaris* kan være nylig innført til Väneren- / Klarälvensystemet medfører at verken laks eller røye i Trysil- / Femundselva har vært i kontakt med parasitten (levende laks ble sist importert i 1988). I et slikt scenario vil en eventuell spredning av parasitten til områdene på norsk side medføre at den etableres på laks så lenge denne finnes i systemet. I tillegg kommer muligheten for at den kan etablere en varig infeksjon på røye uavhengig av laksen (jf. kapittel 2.4.1). I denne sammenhengen vil hovedfokuset i forhold til risikoanalysen være mulighet for spredning fra svensk til norsk side i vassdraget.

Populasjonen av *G. salaris* som nylig ble påvist på laks i Väneren og Klarälven kan ha vært til stede i vassdraget over svært lang tid, og kanskje like lenge som laksen. Gitt at denne antakelsen er korrekt, har infisert laks hatt frie vandringsveier til gyteområder og oppvekstområder i Trysil- / Femundselva. Det betyr igjen at potensialet for spredning av *G. salaris* fra Väneren til laks og røye i Trysil- / Femundselva med naturlig vandring av fisk kan ha vært mulig i inntil 8 000 år. Tømmerrenna som forbinder Femunden og Glomma ble åpen for nedvandring tidlig på 1700-tallet (Qvenild 2010). I en slik situasjon ville det også være perioder frem til oppflyttingen av laks til norsk side opphørte (i 1988) hvor smitten kan ha vært i vassdraget og veien til Glomma sto åpen. Om dette er riktig vil parasitten muligens kunne finnes på røye i systemet. Som vist for røya i Korssjøen er denne motstandsdyktig for gyro. Slektskapsforholdet mellom de ulike røyepopulasjonene burde tilsi at også røya i Femunden og Engeren vil være det. En anbefaling å komme med vil derfor være å gjennomføre en undersøkelse av røye i Engeren og Femunden. I første rekke bør en slik undersøkelse fokusere på Engeren, siden denne innsjøen ligger nærmest hovedområdene for laksens habitater på norsk side. En eventuell påvisning av *G. salaris* på røye i Engeren eller Femunden vil få konsekvenser både for forvaltningen av området (i forbindelse med fiskesykdomslovgivningen; se nedenfor) og forståelsen av sannsynlighet for smittespredning. Med bakgrunn i antatt lav prevalens og intensitet i en eventuell *G. salaris* infeksjon i Engeren / Femunden, vil det være anbefalt at en slik undersøkelse omfatter et betydelig antall fisk. Det må imidlertid understrekes at antatt lav prevalens og intensitet medfører at manglende påvisning ved en eventuell undersøkelse ikke uten videre kan brukes for å erklære fravær av *G. salaris* i innsjøene.

Per i dag har Trysil- / Femundselva fristatus i forhold til *G. salaris* (jf. FOR 2008-06-17 nr 819: *Forskrift om omsetning av akvakulturdyr og produkter av akvakulturdyr, forebygging og bekjempelse av smittsomme sykdommer hos akvatiske dyr*). Som en følge av usikkerheten knyttet til spørsmålet om hvor lenge *G. salaris* har vært i systemet og røye som potensiell vert for parasitten følger en reell sannsynlighet for at *G. salaris* allerede er etablert på røye eller laks i vassdraget på norsk side (rognutsetting av laks har vært gjennomført i 2012 og 2013, og både yngel og laksunger er observert i elva i løpet av sommeren 2013; T. Qvenild pers. komm.). På bakgrunn av dette bør det vurderes en endring av status for vassdraget på norsk side. Det

mest relevante alternativet tatt i betraktning manglende påvisning av parasitten, vil i så fall være å etablere Trysil- / Femundselva som en buffersone på lik linje med Enningdalselva (se kap. 3; medfører at området ikke defineres som frisone på bakgrunn av usikkerhet i forhold til infeksjonsstatus). I praksis innebærer dette at vassdraget på norsk side ikke underlegges de strenge restriksjoner som er nedfelt i FOR 2008-06-17 nr 819 i forhold til innførsel av fisk som kan være bærer av *G. salaris*. Samtidig innebærer det at slike restriksjoner vil være gjeldende ved transport av fisk fra vassdraget til øvrige elver i Norge med fristatus. Totalvurderingen bør ha som prioritert mål å minimere sannsynlighet for spredning av *G. salaris* til Atlantisk laks på norsk side. En vurdering av sannsynlighet for spredning og konsekvenser av eventuell spredning fra Trysil- / Femundselva til øvrige laksevassdrag på norsk side er presentert i kapittel 6 og 7.

5.4 Oppsummert: grunnlag for risikovurdering

Slektskapet med laks fra elver i tilknytning til Finskebukta og eksperimentelle studier indikerer at laksen i Vänern kan regnes som motstandsdyktig overfor *G. salaris*. I praksis innebærer dette at individuell fisk vil kunne respondere på infeksjon og kvitte seg med parasitten over tid. I en populasjon av verter vil da både prevalens og intensitet kunne finnes på lave til svært lave nivåer over perioder, for eventuelt å blomstre opp i forbindelse med episoder, for eksempel hvor fisken er stresset og har nedsatt evne til immunrespons.

Stammen av *G. salaris* som er påvist i Vänern medfører tilsynelatende lite problemer for laksen i Sävån / Göta älv. Dette kan i prinsippet skyldes liten grad av patogenitet, men det er like sannsynlig at det kan skyldes en rekke andre faktorer. Samtidig er det observert enkeltindivider i Sävån med til dels høy grad av infeksjon. Utgangspunktet for den videre risikovurderingen må derfor være at *G. salaris* i Vänern potensielt kan være patogen overfor laksestammer som ikke har vært i kontakt med parasitten tidligere.

Det foreligger indikasjoner på at *G. salaris* har vært i systemet lenge. Allikevel lar det seg ikke gjøre å konkludere i dette spørsmålet per dags dato, verken med utgangspunkt i kunnskap om parasittens slektskapsforhold, laksens innvandringshistorie eller observerte epidemiologiske forhold. I risikoanalysen gjøres det derfor vurderinger i forhold til begge scenarioene: *G. salaris* kan være nylig innført til Vänern- / Klarälvensystemet eller den kan ha vært i systemet over lang tid.

6 Konsekvenser av spredning

Fra *G. salaris*-infiserte elver i Norge er det registrert en gjennomsnittlig reduksjon av lakseparr på 86 % og gjennomsnittlig reduksjon i fangst av laks på 87 % (Johnsen mfl. 1999). Med utgangspunkt i de tre forutsetningene diskutert i kapittel 5 vil det være grunn til å vurdere spredning av *G. salaris* fra Vänern / Klarälven til områder som huser populasjoner av mottakelig laks som svært alvorlig. En markert forskjell i infeksjonsstatus mellom Göta älv og norske elver generelt er ikke tilstrekkelig til å vurdere dette annerledes.

Med utgangspunkt i at laksen i Klarälven / Trysilelva / Femundvassdraget er en Østersjølaks og anses som motstandsdyktig mot *G. salaris* vil det i første rekke være behov for å se på spredning i dette området som en utvidelse av utbredelsesområdet for parasitten, og følgelig økt smittepress mot stammer av Atlantisk laks på norsk side. En reetablering av Østersjølaks i Trysil- / Femundselva medfører etablering av en stamme av potensielle smittebærere i tilfelle spredning til området. I tillegg vil parasitten få mulighet til å etablere en varig infeksjon på røye, forutsatt at røye populasjonen i Engeren er mottakelig for stammen av *G. salaris*. Røye finnes i innsjøene Engern og Femunden som er direkte knyttet til lakseførende deler av elva. I tillegg

finnes røye i en del vann i større eller mindre grad knyttet til systemet. Bakke mfl. (1996) og Hytterød mfl. (under utarbeidelse) har imidlertid vist at røyestammen i Store Korssjøen, 15 km nordvest for Femunden, er resistent mot *G. salaris* (haplotype A og F). Det er viktig å merke seg at parasitten som er påvist i Vänern og Klarälven er genetisk forskjellig (en annen haplotype) fra de som er testet på røye i eksperimentelle studier og de som er påvist på ikke-anadrom røye i naturlige systemer. Testing av vertsegenskapene til røye i Femunden og Engern for *G. salaris* fra Vänern vil derfor være avgjørende for en sikker vurdering av spredningsfaren fra Trysilelva til Glomma med røye som transportvert. Harr er også i teorien en potensiell transportvert for *G. salaris* etter som parasitten kan oppholde seg og reproducere på denne fiskearten (Sterud mfl. 2002). Anttila mfl. (2008) fant imidlertid ikke *G. salaris* (omtalt som laksespesifikk *G. salaris* av forfatterne) på et materiale bestående av 49 harr i Torneälv. I likhet med ørret kan harr sannsynligvis anses som en marginal transportvert i forhold til *G. salaris*.

Usikkerheten i forhold til røye som potensiell vert for *G. salaris* i systemet medfører også en usikkerhet i forhold til relevante muligheter for å bekjempe en infeksjon hvis den skulle spres til Trysil- / Femundselva. Hvis laks er eneste relevante vert ville muligheten til bekjempelse ligge i stans av opptransport eller stenging av vandringshindre (for eksempel fisketrapper) over en periode tilstrekkelig lang for at laksen forsvinner fra området. Hvis røye derimot er en egnet vert for parasitten bortfaller denne muligheten.

7 Aktuelle spredningsveier og muligheter til å forhindre spredning

Gyrodactylus salaris er påvist i Vänern og Klarälven opp til Höljes. Dette innebærer i prinsippet at smittesonene inkluderer Vänern og elvene Gullspångsälven og Klarälven opp til Höljes. Kapittel 7 identifiserer aktuelle spredningsveier og diskuterer sannsynlighet for spredning via disse. I tillegg er kapitlet en tilnærming til risikoforvaltning i forhold til å beskrive aktuelle tiltak for å redusere sannsynligheten for spredning. Det er en kjensgjerning at enkelte spørsmål krever et utvidet kunnskapsgrunnlag i form av ytterligere undersøkelser før endelig konklusjon. Slike punkter identifiseres fortløpende i teksten. Kapitlet tar for seg forhold i vassdraget suksessivt fra nederst til øverst. Denne fremstillingen er valgt med utgangspunkt i å gi et vurderingsgrunnlag for hvilke tiltak som kan og bør gjennomføres i forbindelse med «Vänerlaxens fria gång» på kort og lang sikt jf. prosjektets planlagte progresjon. Det mest sentrale spørsmålet er relatert til sannsynligheten for spredning til Atlantisk laks på norsk side. Utredning av forholdene i Vänern, Klarälven og Trysilelva / Femundvassdraget er derfor bygget opp i forhold til sannsynlighet for videre spredning.

Spredning av *G. salaris* kan i teorien skje i forbindelse med fiskevandring, transport av fisk og fiskeprodukter eller ved flytting av vått fiskeutstyr eller annet utstyr som er brukt i vann hvor parasitten forekommer. Uansett mekanisme, vil sannsynligheten for spredning være avhengig av epidemiologiske forhold som prevalens og intensitet i området hvor den kan spres fra, som en direkte følge av sannsynlighet for kontakt. Sannsynlighet for spredning via øvrig aktivitet, herunder for eksempel ulovlig flytting av fisk, er ikke nærmere vurdert i denne rapporten.

7.1 *Gyrodactylus salaris* dynamikk på voksen laks i Vänern

Sannsynlighet for spredning vil være avhengig av epidemiologiske forhold som prevalens og intensitet i tillegg til mottakelighet hos potensielle verter. Dynamikken i parasitt-vert forholdet mellom *G. salaris* og voksen laks er lite kjent, blant annet som en ren effekt av fiskens størrelse; det er ikke praktisk mulig å undersøke fisken ved hjelp av lupe. Undersøkelse av finner, slik det er beskrevet under kapittel 4 (undersøkelsene i Vänern), vil være tilstrekkelig for en positiv diagnose, men ikke i forbindelse med studier av populasjonsdynamikk. I stammer av anadrom laks vil fisken vandre ut i sjøvann hvor parasitten ikke kan leve. Gytefisken som vandrer opp i

elvene i løpet av sommeren og høsten vil derfor ikke bidra med noen tilleggsmotstand mot infeksjon ut over den som eventuelt bygges opp etter at laksen er kommet opp i elva og blitt infisert der. Vänerlaksen oppholder seg ikke i saltvann i løpet av sin livssyklus og er derfor i en særstilling i så måte. I undersøkelsen av fisk fra Väner ble det ikke påvist *G. salaris* på fisken fanget i selve innsjøen. I prinsippet kan allikevel voksen laks i innsjøen være bærer av marginale infeksjoner. Et slikt scenario kan for eksempel forklares ved kombinasjonen lav tetthet av verter og liten grad av patogenitet hos parasitten, eller ved at laksen er motstandsdyktig. Som tidligere påpekt kan påvisningen av *G. salaris* på voksen laks i Forshaga skyldes at en svært lav infeksjon har utviklet seg i forbindelse med stress relatert til høy tetthet av laks i forbindelse med gytevandring.

Ved utforming av nye løsninger for innfangning, hold og behandling av fisk for transport fra Forshaga og oppover vassdraget bør det nærmere utredes forhold som kan bidra til å redusere sannsynligheten for oppblomstring av infeksjonen i denne fasen. Ut over saltbehandling av fisken for å redusere eller eliminere infeksjonen (nærmere beskrevet i kapittel 7.3.1 og Vedlegg 3), bør slike tiltak primært rettes mot reduksjon av stress og kontroll av temperatur. Ekstraordinært stress kan påføres fisken ved fysisk behandling, hold i høye tettheter over tid og hold ved suboptimale fysiske og kjemiske betingelser (herunder for eksempel høy temperatur). I tillegg til å innvirke på stressnivå, vil temperatur ha en direkte effekt på reproduksjonsraten til parasitten (se kapittel 2.3.3).

7.2 *Gyrodactylus salaris* dynamikk på laks i Klarälven

I likhet med Väner vil fare for spredning fra Klarälven avhenge av epidemiologiske forhold i området (prevalens og intensitet). I motsetning til Väner vil imidlertid infeksjonsforløpet i Klarälven være sterkt knyttet til laksunger og smolt. De foreliggende undersøkelsene av infeksjon på disse aldersgruppene av laks fra Klarälven tyder på svært lav prevalens og intensitet. I en slik situasjon vil også smittepresset mot andre vassdrag generelt være lavt. I neste runde må vi da stille spørsmålet om en infeksjonsutvikling kan forventes.

Fra norske elver, med patogen parasitt og mottakelig vert, er det rapportert at nær 100 % av laksungene blir infisert i løpet av få måneder etter at de kommer opp av grusen som yngel (Mo 1992, Jansen og Bakke 1993a). Østersjølaksen i Klarälven antas imidlertid å være responderende og motstandsdyktig (jf. beskrivelse i kap. 2.3). Det vil derfor være relevant å se til andre elver med tilsvarende forhold. Upubliserte resultater fra eksperimentelle infeksjonsstudier tilsier at laksen i Torneälv responderer på en liknende måte som laks fra Neva, og derfor kan anses å være motstandsdyktig mot *G. salaris* (Olstad & Mo, upublisert). I en større undersøkelse av infeksjonsstatus i Torneälvvassdraget konkluderer Anttila mfl. (2008) også med at *G. salaris* ikke medfører betydelig dødelighet for laksestammen i sitt naturlige miljø. Samtidig viser materialet til Anttila mfl. (2008) en betydelig variasjon i både prevalens og intensitet i infeksjonen i disse elvene. I prøveuttak fra 23 stasjoner fordelt over Tornionjoki, Muonionjoki, Könkämäeno og Lätäseno varierte prevalens blant innsamlingslokaliteter mellom 0 og 70 %. Ved 7 av de 23 stasjonene ble parasitten ikke påvist. Over en fireårsperiode ble det ved et utvalg stasjoner registrert variasjon i prevalens mellom årlige prøveuttak på 3,3 – 12,9 % og 30 – 60 %. I den grad data er tilgjengelig, varierer prevalensen i Göta älv mellom 0 og 27 %. I likhet med undersøkelsene i Göta älv ble det også her kun undersøkt to bukfinner og ryggfinne fra hver fisk, slik at resultatene er forbundet med en viss risiko i forhold til underestimert av prevalens.

Et enda mer relevant sammenlikningsgrunnlag finnes i studier gjennomført av Kuusela mfl. (2007, 2009) fra de russiske innsjøene Ladoga og Onega. Som tidligere nevnt er laksen i Väner nærmere beslektet med laksen fra Finskebukta / Ladoga enn den er med de øvrige stammene av Østersjølaks. I tillegg er det interessant å merke seg at Kuusela mfl. (2007) legger til grunn at *G. salaris* oppsto som følge av en hybridisering mellom to arter i nettopp dette området for om lag 130 000 år siden, og at laksen her følgelig har hatt kontakt med parasitten i løpet av hele denne perioden. I et oppfølgingsarbeid argumenterer også Kuusela mfl. (2009) for at laksen i elvene i Bottenviken ikke ble eksponert for parasitten før etter siste istid, og at

den derfor har hatt kontakt med *G. salaris* over en periode på 8 000 – 10 000 år. I sitt arbeid i Ladoga og Onega finner Kuusela mfl. (2009) svært lave infeksjoner: I materialet fra 6 elver i tilknytning til Onega var prevalensen på 1 % (293 laksunger undersøkt, hvorav totalt henholdsvis 1, 12 og 13 *G. salaris* påvist på tre fisk fra to forskjellige elver). Fra 6 elver i tilknytning til Ladoga var prevalensen mindre enn 1 % (255 laksunger undersøkt, hvorav to *G. salaris* påvist på to fisk fra samme elv). Kudersky mfl. (2003) finner imidlertid en betydelig høyere prevalens i elver tilknyttet Onega, med verdier på 25 og 75 % i undersøkelser fra to forskjellige elver. Dette demonstrerer et betydelige potensiale for variasjon i populasjonsdynamikken til *G. salaris* i slike systemer over tid. Det undergraver imidlertid ikke erkjennelsen om at infeksjonen til tider kan forekomme ved svært lav prevalens og intensitet. Hvis situasjonen i Väneren / Gullspångsälven / Klarälven tilsvarer Ladoga og Onega i forhold til motstandsdyktighet hos verten og patogenitet hos parasitten, vil dette kunne innebære en infeksjon som generelt finnes ved svært lav prevalens og intensitet. Det er kun undersøkt et begrenset antall laksunger fanget i Gullspångsälven og Klarälven i tidsperioden før undersøkelsen som førte til påvisningen i 2013 (Kapittel 4.2). Den lave prevalensen av *G. salaris* som er beskrevet i sammenlignbare systemer (Anttila mfl. 2008, Kuusela mfl. 2009) og den lave prevalensen i NINAs undersøkelse i 2013 indikerer at infeksjonen kan ha vært i systemet over lengre tid uten å ha blitt oppdaget.

Med utgangspunkt i det som er diskutert angående dynamikken i systemer med motstandsdyktig laks vil det imidlertid være grunn til å anta at prevalensen og intensitet vil kunne variere, og at infeksjonen periodevis vil kunne nå epidemiske tilstander også i Väneren og Klarälven. I et føre-var perspektiv må det også antas at infeksjonen finnes hos alle årsklasser i Klarälven. Det eksisterer kun et fåtall undersøkelser for *G. salaris* i Klarälven, noe som gjør det vanskelig å vurdere dynamikken i parasitt-vert forholdet. Oppfølgende undersøkelser i området der parasitten ble påvist i 2013 vil kunne gi svar på om det er snakk om en ikke-patogen parasitt, eventuelt en responderende vert (se også kapittel 7.4).

7.3 Sannsynlighet for spredning til laksevasdrag i Norge

Dagens situasjon tilsier at Vänerlaksen må forvaltes aktivt for unngå total utryddelse. Hovedmålet i «Vänerlaxens fria gång» på lang sikt er å reetablere fri vandringsveier både oppstrøms og nedstrøms, for henholdsvis gytefisk og smolt, på hele strekningen mellom Väneren og gyteområdene på norsk side. De kortsiktige løsningene skal ivareta målsettingen om å reetablere mest mulig av det opprinnelige gyteområdet i prosessen mot det langsiktige målet. Løsningene som skisseres i denne sammenhengen inkluderer innfangning og transport av fisk i tankbil og hel eller delvis åpning av vandringsveier for eksempel ved konstruksjon av trapper eller renner. I dette Kapitlet diskuteres denne aktiviteten i forbindelse med fiskeesykdomslovgivningen og sannsynlighet for spredning av *G. salaris*. I tillegg diskuteres sannsynlighet for spredning i forbindelse med åpning av frie vandringsveier og generelt i forbindelse med øvrig aktivitet i vassdraget.

7.3.1 Trysil- / Femundselva

I henhold til gjeldende lovverk (omtalt i kapittel 3) er alle vassdrag på norsk side, med unntak i henhold til spesifisert liste, å regne som områder med fristatus i forhold til for *G. salaris*. Ingen svenske vassdrag har slik fristatus. I praksis innebærer dette at laks som skal transporteres til norsk side av Klarälven / Trysilelva / Femundvassdraget må gjennomgå desinfeksjon. Lovverket åpner for to muligheter i denne sammenhengen: 1) Fisken som skal transporteres må ha vært holdt i vann med minimum salinitet på 25 ‰ over en periode på minimum 14 dager før transport. Eller: 2) Fisken må transporteres på øyerognstadiet, og hvor rognen må ha gjennomgått egnet desinfeksjon umiddelbart før transport. Saltbehandling har vist seg som en effektiv måte å behandle laksefisk for infeksjoner av *G. salaris*, og det er flere prosjekter i Norge som baserer seg på denne behandlingsmåten i forbindelse med flytting av fisk forbi fysiske sperrer (E. Holthe pers komm.). Dette gjøres i vassdrag med og uten kjent infeksjon av *G. salaris*, og både behandling i henhold til krav i lovverket ved flytting mellom soner (25 ‰ over 14 dager) og kortere behandlinger ved høyere salinitet ved flytting innen en sone er gjennomført.

Som eksempel kan nevnes Vefsnaprojektet i Nordland fylke der sjørøye og sjørøret over en periode på flere år (2008-2013) har blitt saltbehandlet og flyttet forbi en fysisk sperre, slik at fisken får fri vandringsvei til en stor innsjø. Metode for denne saltbehandlingen er basert på resultater fra Soleng og Bakke (1997) og Soleng mfl. (1998). Et annet eksempel er Raumaprojektet der voksen laks fra den infiserte elva Måna ble saltbehandlet og flyttet til levende genbank i forbindelse med rotenonbehandling av vassdraget. Genbanken ligger utenfor smitteregion Rauma. All laks ble oppbevart i sjømerd før transport. Transport foregikk i sjøvann med 33 % over en tidsperiode på en time. Laksen ble satt i kar med sjøvann, 25 % og oppholdt seg der frem til stryking (minimum 14 dager). På bakgrunn av kunnskap om saltholdighet og grenseverdier for hva som er dødelig for *G. salaris* (jf. Soleng og Bakke 1997 og Soleng mfl. 1998), samt den erfaring som foreligger for saltbehandling mot *G. salaris* (E. Holthe pers. komm.) anses sannsynligheten for spredning av *G. salaris* ved flytting av laks som er saltbehandlet i henhold til anbefalte prosedyrer som svært lav.

Et spørsmål som melder seg i forbindelse med saltbehandling i henhold til lovverket er om innlandslaksen i dette systemet er i stand til å overleve en salinitet på 25 ‰ over en periode på 14 dager. I tillegg kommer spørsmålet om det vil være praktisk gjennomførbart å behandle et større antall voksen laks på denne måten før opptransport forbi vandringshindre. Prosjektet «Vänerlaxens fria gång» har på bakgrunn av dette initiert en prosess i samråd med Mattilsynet og Miljødirektoratet i Norge og Jordbruksverket i Sverige for å søke EU om lovendring i forhold til dette punktet. Faglig bakgrunn for forslaget, som i korthet innebærer kortere intervaller med behandling ved høyere salinitet, er formulert i NINA notat av 08.10.2012 («Salt water treatment in the prevention of *G. salaris* spread»: **Vedlegg 3**). I likhet med saltbehandling i henhold til gjeldende lovverk anses sannsynligheten for spredning av *G. salaris* ved flytting av laks som er saltbehandlet i henhold til denne prosedyren som svært lav.

Transport av desinfisert øyerogn i henhold til lovverket anses som den sikreste måten å flytte fisk og fiskeprodukter i forhold til sannsynlighet for spredning av *G. salaris*. Slik transport regnes følgelig å medføre svært lav til ingen sannsynlighet for spredning av parasitten.

I prosjektet «Vänerlaxens fria gång» er det et langsiktig mål å legge til rette for fri vandring av laks fra Väneren til Trysil- / Femundselva. I forbindelse med sannsynlighet for spredning av *G. salaris* tilsvarer åpning av frie og uavbrutte vandringsveier i prinsippet transport uten desinfeksjon. Uten øvrige tiltak vurderes spredning av *G. salaris* til Trysil- / Femundselva i en slik sammenheng som svært sannsynlig. I henhold til fremdriftsplanen for prosjektet ligger en eventuell åpning av frie vandringsveier langt frem i tid.

7.3.2 Glomma

Fra Trysil- / Femundselva kan laks i teorien vandre videre opp til Femunden. Derfra er det forbindelse via Feragen (gjennom tømmerrenne) til Glomma som huser en bestand av Atlantisk laks. Vandring fra nordenden av Femunden ut gjennom tømmerrenna og ned til Glomma og videre til Sarpsborg omfatter en minimumsstrekning på 500 km. For å illustrere hva en slik distanse innebærer i praksis er det relevant å beregne minimumstiden det vil ta for en smolt på nedvandring å forsere en slik strekning. Ruggles (1980) gjengir rapporterte nedvandringshastigheter for smolt i størrelsesorden 0,2 – 28 km per dag. For en fisk som kan holde konstant maksimumshastighet (28 km per dag) innebærer dette at den kan tilbakelegge strekningen på minimum 18 – 20 dager. Til sammenlikning har *G. salaris* en observert maksimal levetid på 50 dager på ørret, en vert som ellers er ansett å være marginal for denne parasitten (Bakke mfl. 1999). I forhold til vandringstid vil det slik sett være teoretisk mulig for en sekundær vert å bringe *G. salaris* fra Femunden til Glomma ved Sarpsborg. På veien må fisken passere 11 kraftverk (Skjefstadfoss, Braskereidfoss, Kongsvinger, Funnefoss, Rånåsfoss, Bingsfoss, Solbergfoss, Kykkelsrud, Vamma, Røstefoss, og Strandfossen). Ingen av disse er bygget med spesialtilpasning for nedvandring, noe som i praksis innebærer at det meste av fisken passerer kraftverket gjennom turbinen. Hvis vi igjen holder oss til smolt, er det rapportert stor variasjon i dødelighet ved turbinpassasje. I et review-arbeide oppgir for eksempel Coutant og Whitney

(2000) 7 – 80 % dødelighet. I et studium av nedvandring hos smolt i Klarälven rapporterte Bergman mfl. (2013) en beregnet overlevelse på 16 % forbi de nederste 8 kraftverkene i elva (fra Edsforsen til Forshaga). For større fisk enn smolt vil overlevelsen ved turbinpassasje reduseres ytterligere. Sannsynligheten for at en transportert skal kunne komme ned fra Femunden til Glomma er derfor i utgangspunktet svært lav. I tillegg til tiden det tar å forsere strekningen og overlevelse gjennom kraftverkene kommer sannsynligheten for at fisken som vandrer ned til lakseførende strekning i Glomma er infisert med *G. salaris*. Med de verdiene for prevalens og intensitet som er observert i Klarälven per i dag vil en slik sannsynlighet anses som svært liten i forhold til laks. Usikkerheten knyttet til utviklingen i denne infeksjonen og usikkerheten knyttet til infeksjonsforholdene hos røye innebærer imidlertid et lite forbehold for denne konklusjonen. Når det gjelder infeksjonssituasjonen på laks, vil en overvåking over tid kunne bidra til å forstå dynamikken i systemet og fortløpende vurdere sannsynlighet for spredning (se kapittel 7.4).

I tillegg til sannsynlighet for spredning av *G. salaris* via transport av fisk til kultiveringsformål eller fritt vandreende fisk kommer mulighet for spredning i forbindelse med fiske og annen aktivitet knyttet til vann. Slik spredning er ikke tidligere dokumentert, men er allikevel ansett som en mulighet i lys av at parasitten kan overleve en viss periode selv om den ikke sitter på en vert (jf. for eksempel Olstad mfl. 2006). Foruten Enningdalsvassdraget (som i lovverket er definert som «bufferzone» i forhold til *G. salaris* og derfor ikke har fristatus) er Glomma det laksevassdraget på norsk side som har kortest avstand til Femundvassdraget / Trysil-elva / Klarälven / Göta älv. Kjøreavstand mellom Trollhättan og Sarpsborg er 160 km, mens avstandene mellom Karlstad og Sarpsborg og Göteborg og Sarpsborg er ca 200 km. Disse avstandene innebærer en teoretisk kjøretid mindre enn 3 timer. I henhold til data for overlevelse hos *G. salaris* (minimum overlevelse 27 timer ved 18 °C; Olstad mfl. 2006) er spredning via vått fiske- eller vannsportutstyr teoretisk mulig, men lite sannsynlig.

7.3.3 Andre vassdrag

Glomma er det eneste vassdraget med Atlantisk laks som er direkte knyttet til Femundvassdraget / Trysil-elva / Klarälven / Göta älv. I forhold til sannsynlighet for smittespredning til andre vassdrag bør denne vurderes i forhold til spredningsfaren ved menneskelig aktivitet. En oversikt over veiledende avstander (gitt som kjøreavstander) til sentrale norske laksevassdrag er gitt i **tabell 3**. Lengste oppgitte avstand innebærer en teoretisk kjøretid mindre enn 6 timer. I henhold til data for overlevelse hos *G. salaris* (minimum overlevelse 27 timer ved 18 °C; Olstad mfl. 2006) er spredning via vått fiske- eller vannsportutstyr teoretisk mulig, men lite sannsynlig. Antallet tilfeller av transport fra infisert til ikke-infisert vassdrag vil kunne øke med økende utbredelsesområde for parasitten, og slik sett medføre en teoretisk økt sannsynlighet for spredning. Et annet spørsmål er om en eventuell spredning av *G. salaris* til Trysil- / Femundselva øker sannsynligheten for videre spredning til Atlantisk laks som en direkte følge av at den geografiske avstanden reduseres? Siden alle avstander er godt innenfor det som kan tilbakelegges innenfor parasittens overlevelsesvindu, vil de sentrale faktorene i denne sammenhengen være adferd hos utøvere av fiske og annen fritidsaktivitet knyttet til vann. Det er ikke gjort noe forsøk på å utrede dette spørsmålet videre i denne rapporten.

Tabell 3. Veiledende avstander fra Trysil- / Femundselva til sentrale norske laksevassdrag. Avstandene er gitt for strekningen mellom Trysil og sentrale destinasjoner for fiske og annen aktivitet knyttet til vann.

Vassdrag	Destinasjon	Kjøreavstand (km)
Orkla	Berkåk	260
Driva	Oppdal	270
Gaula	Støren	270
Rauma	Romsdal	350
Lærdalselva	Lærdal	370

7.4 Overvåkning og kontroll

En rekke aspekter ved forekomsten av *G. salaris* i Väneren og Klarälven er uavklart, som for eksempel spørsmålet om hvor lenge parasitten har vært i systemet, infeksjonsutviklingen på laks og potensialet til røye som vert for parasitten. Noe av dette vil kunne la seg belyse gjennom utvidede undersøkelser og eksperimentelle studier. Den umiddelbare kontrollen med hvordan tilstanden er og hvordan den utvikler seg vil imidlertid best la seg belyse gjennom overvåking over tid. Med utgangspunkt i at laksen sannsynligvis er motstandsdyktig mot *G. salaris*, og følgelig at infeksjonen kan forventes å ligge på et lavt til moderat nivå, vil det være mest informativt å overvåke et område hvor parasitten allerede er kjent forekommende. Per dags dato innebærer dette strekningen Syslebäck - Höljes i Klarälven. Undersøkelse av et antall laksunger på denne strekningen årlig ville for eksempel gi en god indikasjon i forhold til om infeksjonen er tiltagende eller stabilt lav. Norge har et etablert overvåkings- og kontrollprogrammet for *G. salaris*. En detaljert beskrivelse av dette finnes for eksempel i Linaker mfl. (2012). Det norske overvåkingsprogram er designet i samsvar med de krav som er nedfelt i OIE-manualen (Verdens dyrehelseorganisasjon; OIE Manual of diagnostic tests for aquatic animals: generelle retningslinjer og kapittel 2.3.3, Gyrodactylosis) og med utgangspunkt i parasitt-vertsforholdet mellom patogen *G. salaris* og mottakelig Atlantisk laks.

8 Oppsummering og konklusjoner

Er Vänerlaksen motstandsdyktig eller mottakelig i forhold til *G. salaris*?

Slektskapet med laks fra Finskebukta og eksperimentelle studier indikerer at laksen i Väneren / Klarälven / Trysil-elva / Femundvassdraget kan regnes som motstandsdyktig overfor *G. salaris*. I praksis innebærer dette at individuell fisk vil kunne respondere på infeksjon og kvitte seg med parasitten over tid. I en populasjon av verter vil da både prevalens og intensitet kunne finnes på lave til svært lave nivåer over perioder, for eventuelt å blomstre opp i forbindelse med episoder hvor fisken kollektivt er stresset og har nedsatt evne til immunrespons.

Er *G. salaris*-stammen i Väneren / Klarälven patogen eller ikke-patogen?

I mangel på indikasjoner som skulle tilsi motsatt, må utgangspunktet være at *G. salaris* i Väneren potensielt kan være patogen overfor laksestammer som ikke har vært i kontakt med parasitten tidligere. Følgelig må det vurderes som sannsynlig at en eventuell spredning av *G. salaris* fra Väneren / Klarälven til norske Atlantiske laksestammer vil kunne medføre en tilsvarende epidemisk utvikling som konstatert i forbindelse med tidligere innførsler av *G. salaris* til Norge.

Hvor lenge har parasitten vært i Väneren / Klarälven / Göta älv?

De øvrige spørsmålene vedrørende sannsynlighet for spredning og eventuelt mulighet til å forhindre spredning avhenger av spørsmålet om hvorvidt *G. salaris* er innført til Väneren / Göta älv nylig eller om den har vært der lenge og kanskje like lenge som laksen. På tross av indikasjoner på at parasitten har vært i systemet lenge, lar det seg ikke gjøre å konkludere i dette spørsmålet per dags dato, verken med utgangspunkt i kunnskap om parasittens slektskapsforhold, laksens innvandringshistorie eller observerte epidemiologiske forhold.

Kan røye i øvre deler av Trysil- / Femundselva være et smittereservoir for *G. salaris*?

Det anses som sannsynlig at en eventuell spredning av *G. salaris* med laks til norsk side vil medføre kontakt med røye i Engeren. Over tid er dette også sannsynlig for røye i Femunden. På tross av indikasjoner på motstandsdyktighet vil det ikke kunne utelukkes at *G. salaris* kan etablere en varig bestand på røye i disse vannene. Erfaringsmessig vil en infeksjon på røye generelt finnes ved lave til svært lave nivåer i forhold til prevalens og intensitet. Hvis *G. salaris* allerede har vært i systemet over lang tid, er det en tilsvarende mulighet for at parasitten allerede finnes på røye i de nevnte innsjøene. Se også forslag til konkrete tiltak nedenfor.

Risikovurdering i forhold til smittespredning til laks i Trysil- / Femundselva

Flytting av levende fisk fra Väneren / Klarälven til Trysil-elva innebærer lovpålagt saltbehandling. Ved saltbehandling i henhold til gjeldende lovverk, eller i henhold til foreslått endret lovverk, anses sannsynligheten for spredning av *G. salaris* med laks transportert til norsk side i Trysil- / Femundselva som svært lav. Ved åpning av frie vandringsveier og uten øvrige tiltak vurderes sannsynlighet for spredning av *G. salaris* til Trysil- / Femundselva som svært sannsynlig. Med utgangspunkt i at laksen antas å være motstandsdyktig mot *G. salaris*, vil det ikke være å forvente at en slik infeksjon medfører epidemiske tilstander annet enn periodevis. Konsekvensen av spredning Trysil- / Femundselva anses derfor å være liten.

Risikovurdering i forhold til smittespredning til Atlantisk laks i Norge

På bakgrunn av vandringsdistanse og hindre i form av kraftverk uten nedvandringsløsninger regnes fare for videre spredning til Glomma fra en eventuell smitekilde i Trysil- / Femundselva å være svært lav.

Øvrig sannsynlighet for spredning til vassdrag med Atlantisk laks i Norge er knyttet til fiske og annen aktivitet knyttet til vann. I henhold til data for overlevelse hos *G. salaris* er spredning via vått fiske- eller vannsportutstyr teoretisk mulig. Slik spredning er ikke imidlertid ikke tidligere dokumentert, og sannsynligheten anses som svært lav. Sannsynlighet i forbindelse med øvrig aktivitet, som for eksempel ulovlig flytting av fisk, er ikke vurdert.

I sum anses sannsynligheten for smittespredning fra Femundvassdraget / Trysilelva / Klarälven / Vänern til vassdrag med Atlantisk laks på norsk side som svært lav. Denne kategoriseringen vil også gjelde enten røye i Femunden er en potensiell bærer av infeksjon eller ikke. Med utgangspunkt i erfaring fra tidligere innførsler, og mangel på indikasjoner på at det er snakk om en lav-patogen parasitt, vil det imidlertid være grunn til å vurdere effekten av en eventuell spredning som potensielt svært alvorlig.

Forslag til konkrete tiltak

En rekke aspekter ved forekomsten av *G. salaris* i Vänern og Klarälven er uavklart. De mest sentrale kunnskapshullene som er identifisert i forbindelse med risikoanalysen adresserer spørsmålene:

- Er varianten av *G. salaris* fra Vänern og Klarälven patogen for Atlantisk laks?
- Hvordan vil infeksjonen utvikle seg på Klarälvs laksen i dens utbredelsesområde?
- Kan varianten av *G. salaris* fra Vänern og Klarälven etablere seg på røye?
- Er *G. salaris* allerede etablert på røye i systemet på norsk side?

I forhold til konklusjonene i denne rapporten vil det første punktet ha betydning for risikovurderingen ved å adressere konsekvensen av eventuell spredning. De øvrige har forvaltningsmessige implikasjoner i forhold til ytterligere reduksjon av sannsynlighet for spredning. En oppsummering av forslag til eksplisitte tiltak i forhold til disse punktene er gitt nedenfor.

Overvåking av infeksjonen på svensk side (i området Sysslebäck – Höljes): Den umiddelbare kontrollen med hvordan forløpet faktisk ser ut vil best la seg belyse gjennom overvåking over tid. En slik overvåking vil også belyse spørsmålet om motstandsdyktighet / patogenitet i parasitt – vert forholdet i tillegg til å gi et bilde av infeksjonsutviklingen og følgelig sannsynligheten for spredning.

Eksperimentelle undersøkelser: Testing av vertsegenskapene til røye i Femunden og Engeren for *G. salaris* fra Vänern / Klarälven vil være avgjørende for en sikker vurdering av spredningsfaren fra Trysilelva til Glomma med røye som transportvert. Sammen med en undersøkelse av *G. salaris*-forekomst på røye i systemet (se nedenfor) vil dette være av betydning for å vurdere smittestatus på norsk side. Eksperimentell testing av parasittens patogenitet mot norsk Atlantisk laks vil belyse konsekvensaspektet i forhold til eventuell spredning.

Undersøkelse av røye i Engeren: En positiv påvisning av *G. salaris* på røye i Engeren eller Femunden ville få konsekvenser både for forvaltningen av området (endring av fristatus) og forståelsen av sannsynlighet for smittespredning. Med bakgrunn i antatt eventuell lav prevalens og intensitet, vil det være anbefalt at en slik undersøkelse omfatter et betydelig antall fisk. Det må understrekes at antatt lav prevalens og intensitet samtidig medfører at manglende påvisning ikke nødvendigvis kan brukes for å erklære røye populasjonen fri for parasitten.

Helhetlig vurdering av fristatus på norsk side: Som en følge av usikkerheten knyttet til spørsmålet om hvor lenge parasitten har vært i systemet og røye som potensiell vert følger en reell sannsynlighet for at *G. salaris* allerede er etablert på røye i vassdraget på norsk side. På bakgrunn av dette bør det vurderes om status for vassdraget på norsk side bør endres til å være en buffersone mot Sverige. Til grunn for en slik vurdering bør ligge en intensjon om å minimere sannsynlighet for spredning til Atlantisk laks på norsk side. Øvrige foreslåtte tiltak under punktene *eksperimentelle undersøkelser* og *undersøkelse av røye i Engeren* vil kunne bidra til å belyse nødvendige aspekter i en slik helhetlig vurdering.

9 Referanser

- Alenäs, I. 1998. *Gyrodactylus salaris* på lax i svenska vattendrag och lax problematiken på svenska västkusten. Vann 1, 135-142.
- Anttila, P., Romakkaniemi, A., Kuusela, J. & Koski, P. 2008. Epidemiology of *Gyrodactylus salaris* (Monogenea) in the River Tornionjoki, a Baltic wild salmon river. Journal of Fish Diseases 31, 373-383.
- Appleby, C., Mo, T.A. & Aase, I.L. 1997. The effect of *Gyrodactylus salaris* (Monogenea) on the epidermis of Atlantic salmon *Salmo salar* in the river Batnfjordselva, Norway. Journal of Parasitology 83, 1173-1174.
- Bakke, T.A., Cable, J. & Harris, P.D. 2007. The biology of gyrodactylid monogeneans: The "Russian-doll killers". Advances in Parasitology 64, 161-376.
- 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., Harris, P.D. & Cable, J. 2002. Host specificity dynamics: observations on gyrodactylid monogeneans. International Journal for Parasitology 32, 281-308.
- 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., Jansen, P.A. & Harris, P.D. 1996. Differences in susceptibility of anadromous and resident stocks of Arctic charr to infections of *Gyrodactylus salaris* under experimental conditions. Journal of Fish Biology 49, 341-351.
- Bakke, T.A., Soleng, A. & Harris, P.D. 1999. The susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) X brown trout (*Salmo trutta* L.) hybrids to *Gyrodactylus salaris* Malmberg and *Gyrodactylus derjavini* Mikailov. Parasitology 119, 467-481.
- Bergman, E., Greenberg, L., Norrgård, J., Piccolo, J. & Schmitz, M. 2013. Lax och öring i Klarälven – möjligheter för vild fisk och kvalitet på odlad fisk. Slutrapport 2008-2012. Karlstad University Studies 2013: 10. 45 s.
- Buchmann K. & Bresciani J. 1997. Parasitic infections in pond-reared rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* in Denmark. Diseases of Aquatic Organisms 28, 125-138.
- Buchmann K., Lindenstrøm T., Nielsen M.E. & Bresciani J. 2000. Diagnostik og forekomst af ektoparasitinfeksjoner (*Gyrodactylus* spp.) hos danske laksefisk. Dansk Veterinærtidsskrift 83, 15-19.
- Christensen, O. & Larsson, P.O. (red.) 1979. Review of Baltic salmon research. ICES Co-operative Research Report 89, 124 s.
- Coutant, C.C. & Whitney, R.R. 2000. Fish behavior in relation to passage through hydropower turbines: A review. Transactions American Fisheries Society 129, 251-380.
- Dalgaard, M.B., Nielsen, C.V. & Buchmann, K. 2003. Comparative susceptibility of two races of *Salmo salar* (Baltic Lule river and Atlantic Conon river strains) to infection with *Gyrodactylus salaris*. Diseases of Aquatic Organisms 53, 173-176.

- Degerman, E., Petersson, E., Jacobsen, P.E., Karlsson, L., Lettervall, E. & Nordwall, F. 2012. Laxparasiten *Gyrodactylus salaris* i västkustens laxåar. Aqua reports 2012: 8. Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm, 66s.
- Ergens R. 1983. *Gyrodactylus* from Eurasian freshwater Salmonidae and Thymallidae. Folia Parasitologica 30, 15-26.
- Hansen H., Bachmann L. & Bakke T.A. 2003. Mitochondrial DNA variation of *Gyrodactylus* spp. (Monogenea, Gyrodactylidae) populations infecting Atlantic salmon, grayling and rainbow trout in Norway and Sweden. International Journal for Parasitology 33, 1471-1478.
- Hansen H., Bakke T.A. & Bachmann L. 2007a. DNA taxonomy and barcoding of monogenean parasites: lessons from *Gyrodactylus*. Trends in Parasitology 23, 363-367.
- Hansen H., Bakke T.A. & Bachmann L. 2007b. Mitochondrial haplotype diversity of *Gyrodactylus thymalli* (Platyhelminthes; Monogenea): extended geographic sampling in United Kingdom, Poland, and Norway reveals further lineages. Parasitology Research 100, 1389-1394.
- Hansen H., Martinsen L., Bakke T.A. & Bachmann L. 2006. The incongruence of nuclear and mitochondrial DNA variation supports conspecificity of the monogenean parasites *Gyrodactylus salaris* and *G. thymalli*. Parasitology 133, 639-650.
- Harris, P.D., Bachmann, L. & Bakke, T.A. 2011. The parasites and pathogens of the Atlantic salmon: Lessons from the *Gyrodactylus salaris*. s. 221-252 i Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (red.). Atlantic Salmon Ecology. Oxford: Blackwell-Wiley.
- Harris, P.D., Soleng, A. & Bakke, T.A. 2000. Increased susceptibility of salmonids to the monogenean *Gyrodactylus salaris* following administration of hydrocortisone acetate. Parasitology 120, 57-64.
- Hillis D.M. & Dixon M.T. 1991. Ribosomal DNA: Molecular evolution and phylogenetic inference. Quarterly Review of Biology 66, 411-453.
- Hytterød, S., Adolfsen, P., Aune, S & Hansen, H. 2011. *Gyrodactylus salaris* funnet på røye (*Salvelinus alpinus*) i Fustvatnet (Nordland); patogen for laks (*Salmo salar*)? Veterinærinstituttets rapportserie 11-2011, 15 s.
- 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. & Bakke, T.A. 1993a. Regulatory processes in the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg–Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) association: I. Field studies in south-east Norway. Fisheries Research 17, 87–101.
- Jansen, P.A. & Bakke, T.A. 1993b. Regulatory processes in the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg–Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) association: II. Experimental studies. Fisheries Research 17, 103–114.
- Jansen, P.A., Matthews, L. & Toft, N. 2007. Geographic risk factors for inter-river dispersal of *Gyrodactylus salaris* in fjord systems in Norway. Diseases of Aquatic Organisms 74, 139–149.
- 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* 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. & Jensen, A.J. 1991. The *Gyrodactylus* story in Norway. *Aquaculture* 98, 289-302.

Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1992. Infection of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by *Gyrodactylus salaris*, Malmberg 1957, in the River Lakselva, Misvær in northern Norway. *Journal of Fish Biology* 40, 433-444.

Johnsen, B.O., Jensen, A.J. & Møkkelgjerd, P.I. 1999. *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617, 129 s.

Johnston C., MacKenzie K., Cunningham C.O., Eiras J.C. & Bruno D.W. 1996. Occurrence of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 in Portugal. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 16, 89-91.

Jørgensen, L.G., Heinecke, R. D., Kania, P. & Buchmann, K. 2007b. Occurrence of gyrodactylids on wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Danish rivers. *Journal of Fish Diseases* 31, 127-134.

Jørgensen, T.R., Larsen, T.B., Jørgensen, L.G., Bresciani, J., Kania, P.W. & Buchmann, K. 2007a. Characterisation of a low pathogenic form of *Gyrodactylus salaris* from rainbow trout. *Diseases of Aquatic Organisms* 73, 235-244.

Karlsson, L., Kollberg, S., Olstad, K. & Mo, T. A. 2003. Känslighet hos lax från Enningdalsälven, Gullspångsälven, Rolfsån och Drammenselva för parasiten *Gyrodactylus salaris* i laboratorieförsök. Rapport till Fiskeriverket och länsstyrelsen i Halland 2003-01-16: 1-32.

Keränen A.L., Koski P., Kulonen K., Ek-Kommonen C. & Neuvonen E. 1992. Occurrence of infectious diseases in fish farms in Northern Finland. *Acta Veterinaria Scandinavica* 33, 161-167.

Kudersky, L.A., Ieshko, E. & Schulman B. 2003. Distribution and range formation history of the monogenean *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 – a parasite of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* Linnaeus, 1758. I: Veselov, A.J., Ieshko, E., Nemova, N.N., Sterligova, O.P. & Shustov Y.A. (red.). *Atlantic salmon biology, conservation and restoration*, s 77-83. Karelian Research Centre, Petrozavodsk.

Kuusela, J., Holopainen, R., Meinila, M., Anttila, P., Koski, P., Zietara, M.S., Veselov, A., Primmer, C.R. & Lumme, J. 2009. Clonal structure of salmon parasite *Gyrodactylus salaris* on a coevolutionary gradient on Fennoscandian salmon (*Salmo salar*). *Annales Zoologici Fennici* 46, 21-33.

Kuusela, J., Zietara, M.S. & Lumme, J. 2007. Hybrid origin of Baltic salmon-specific parasite *Gyrodactylus salaris*: a model for speciation by host switch for hemiclinal organisms. *Molecular Ecology* 16, 5234-5245.

Linaker, M.L., Hansen, H., Mo, T.A. & Jensen, B.B. 2012. The surveillance and control programme for *Gyrodactylus salaris* in Atlantic salmon and rainbow trout in Norway 2012. Surveillance and control programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2012. Norwegian Veterinary Institute, 7 s.

Lindenstrøm, T., Collins, C.M., Bresciani, J., Cunningham, C.O. & Buchmann, K. 2003. Characterization of a *Gyrodactylus salaris* variant: infection biology, morphology and molecular genetics. *Parasitology* 127, 165-177.

Lux E. 1990. *Gyrodactylus salaris*-parasitierung von Salmoniden, ein diagnostisch-taxonomisches Problem. I: Bernoth E.M. & Hoffmann R. Tagung der Fachgruppe «Fischkrankheiten» in Verbindung mit der EAFP/-deutsche Sektion European Association of Fish Pathologists. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft. 87-98.

Malmberg, G. 1957. Om förekomsten av *Gyrodactylus* på svenska fiskar. Skrifter utgivna av Södra Sveriges Fiskeriförening, Årsskrift 1956, 19-76.

Malmberg, G. 1988. *Gyrodactylus salaris*-infeksjoner, laxfisktransporter och odling i Norden. *Vattenbruk* 6, 22-29.

Malmberg, G. 1989. Salmonid transports, culturing and *Gyrodactylus* infections in Scandinavia. I: Bauer, O. (red.). *Parasites of Freshwater Fishes of North-WestEurope*, s 88-104. Petrozavodsk: Institute of Biology, USSR Academy of Sciences, Karelian Branch.

Malmberg G. 1993. Gyrodactylidae and gyrodactylosis of Salmonidae. *Bulletin Francais de la Pêche et de la Pisciculture* 328, 5-46.

Malmberg, G. & Malmberg, M. 1987. *Gyrodactylus* in salmon and rainbow trout farms. I: Stenmark, A. & Malmberg, G. (red). *Parasites and Diseases in Natural Waters and Aquaculture in Nordic Countries*, s 199-204. Stockholm: Naturhistoriska Riksmuseets Reprocentral.

Malmberg, G. & Malmberg, M. 1993. Species of *Gyrodactylus* (Platyhelminthes, Monogenea) on salmonids in Sweden. *Fisheries Research* 17, 59-68.

Meinilä, M., Kuusela, J., Zięta, M. og Lumme, J. 2002. Primers for amplifying ~820 bp of highly polymorphic mitochondrial COI gene of *Gyrodactylus salaris*. *Hereditas* 137, 72-74.

Meinilä, M., Kuusela, J., Zięta, M. og Lumme, J. 2004. Initial steps in speciation by geographical isolation and host switch in the salmonid pathogen *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). *International Journal for Parasitology* 34, 515-526.

Mo, T.A. 1988. Gyrodactylusundersøkelsene av fisk i forbindelse med rotenon-behandlingen av Skibotnelva i august 1988. Gyrodactylusundersøkelsene ved Zoologisk museum, Universitetet i Oslo Rapport 5, 1-14.

Mo, T.A. 1992. Seasonal variations in the prevalence and infestation intensity of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., in the River Batnfjordselva, Norway. *Journal of Fish Biology* 41, 697-707.

Nilsson, J., Gross, R., Asplund, T., Dove, O., Jansson, H., Kelloniemi, J., Kohlmann, K., Löytynoja, A., Nielsen, E. E., Paaver, T., Primmer, C. R., Titov, S., Vasamägi, A., Veselov, A., Öst, T. & Lumme, J. Matrilinear phylogeography of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Europe and postglacial colonization of the Baltic Sea area. *Molecular Ecology* 10, 89-102.

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.

Olstad, K., Robertsen, G., Bachmann, L. & Bakke, T.A. 2007. Variation in host preference with in *Gyrodactylus salaris* (Monogenea): an experimental approach. *Parasitology* 134, 589-597.

Paladini G., Gustinelli A., Fioravanti M.L., Hansen H. & Shinn A.P. 2009. The first report of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Platyhelminthes, Monogenea) on Italian cultured stocks of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Veterinary Parasitology* 165, 290-297.

Palm, S., Dannewitz, J., Johansson, D., Laursen, F., Norrgård, J., Prestegård, T., & Sandström, A. 2012. Populationsgenetisk kartläggning av Vänerlax. Aqua reports 2012: 4. Sveriges lantbruksuniversitet, Drottningholm, 64 s.

Palm, S., Prestegård, T. & Dannewitz, J. 2011. Genetisk kartläggning av lax i Göta älv med biflöden. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Rapport nr. 2011:50, 36 s.

Pettersen, R. A., Hytterød, S., Vøllestad, L. A. & Mo, T. A. 2011. Osmoregulatory disturbances in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., caused by the monogenean *Gyrodactylus salaris*. *Journal of Fish Diseases* 36, 67-70.

Petersson, Å., Sjöström, T., Karlsson, R., Mehli, S.Å., & Qvenild, T. 1990. Trysilelva/ Klarälven. Norsk-svenska avtalet 1969 om "Vänerlaxens fria gång". Utvärdering och Förslag. Felles innstilling fra Fiskeristyrelsen, Fiskeristyrelsen i Värmlands län, Direktoratet for naturforvaltning og Fylkesmannen i Hedmark. 17 s

Qvenild, T. 2010. Fiske I Hedmark. Tun forlag, 400 s.

Rintamäki-Kinnunen P. & Valtonen E.T. 1996. Finnish salmon resistant to *Gyrodactylus salaris*: a long-term study at fish farms. *International Journal for Parasitology* 26, 723-732.

Robertsen, G., Hansen, H., Bachmann, L. & Bakke, T. A. 2007. Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) is a suitable host for *Gyrodactylus salaris* (Monogenea, Gyrodactylidae) in Norway. *Parasitology* 134, 257-267.

Ruggles, C.P. 1980. A review of the downstream migration of Atlantic salmon. *Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Sciences* 952, 1-39.

Soleng, A. & Bakke, T.A. 1997. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 1837-1845.

Soleng, A., Bakke, T.A. & Hansen, LP 1998. Potential for dispersal of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) by sea-running stages of the Atlantic salmon (*Salmo salar*): field and laboratory studies. *Canadian Journal for Fisheries and Aquatic Sciences* 55, 507-514.

Soleng, A., Jansen, P.A. & Bakke, T.A. 1999. Transmission of the monogenean *Gyrodactylus salaris*. *Folia Parasitologica* 46, 179-184.

Sterud, E., Harris, P.D. & Bakke, T.A. 1998. The influence of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea) on the epidermis of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill): experimental studies. *Journal of Fish Diseases* 21, 257-263.

Sterud, E., Mo, T.A., Collins, C.M. & Cunningham, C.O. 2002. The use of host specificity, pathogenicity and molecular markers to differentiate between *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 and *G. thymalli* Zitnan, 1960 (Monogenea, Gyrodactylidae). *Parasitology* 124, 203-213.

Ståhl, G. 1987. Genetic population structure of Atlantic salmon. I: Ryman, N. & Utter, F. *Population Genetics & Fishery Management*, s 121-140. University of Washington Press, Seattle.

Ståhl, G. & Hindar, K. 1988. Genetisk struktur hos norsk laks: status og perspektiver. Fiskeforskningen, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim, Rapport 1-1988, 57 s.

Winger, A.C., Kristoffersen, R. Siikavuopio, S. I. & Knudsen, R. 2009. Experiments to test if allopatric *Salvelinus alpinus* are suitable year-round hosts of *Gyrodactylus salaris* (Monogenea). Journal of Fish Biology 74, 1476-1486.

Vedlegg 1



Veterinærinstituttet
National Veterinary Institute

Oslo
Ullevålsveien 68
Pb 750 Sentrum 0106 OSLO
Sentralbord: +47 23 21 60 00 Telefaks: +47 23 21 60 01

NINA Lillehammer
Fakkelgården
2624 Lillehammer

Deres ref.:

Vår ref.: 2013-17-848

Dato: 05.04.2013

Vedrørende artsbestemmelse av parasitter i slekten *Gyrodactylus* fra laks i Vänern, Sverige, vår referanse 2013-13-848.

Veterinærinstituttet mottok 20.03.13 prøver av parasitter i slekten *Gyrodactylus* for artsbestemmelse. Det ble gjort en morfologisk analyse av 4 individer og en molekylær analyse av i alt 8 individer (inkludert de 4 som ble bestemt morfologisk).

Den morfologiske analysen indikerte at parasittene kunne være *Gyrodactylus salaris* og den molekylære analysen bekreftet dette. Videre molekylære analyser av parasittene viser at det er to genotyper tilstede og at disse genotypene er de samme som tidligere er påvist i Göta älv/Säveån.

Detaljer om metoder:

Merknad til innsendelse: Innsendt av Kjetil Olstad, NINA

Metode : (ME07_014) *Gyrodactylus salaris* - påvisning og identifisering med PCR og sekvensering

Diagnose : Påvist *Gyrodactylus salaris*

Mer detaljer om metoden kan fåes ved henvendelse til Veterinærinstituttet.

Med hilsen

Haakon Hansen
forsker

Opplysninger om usikkerhet i kvantitative resultater kan fåes ved å ta kontakt med laboratorien.
Resultatene gjelder kun for prøvene i spørret. Spørret må ikke gjenbrukes i utdrag uten skriftlig godkjenning.

Side 1 av 1

www.vetinst.no • Fakturaadresse Postboks 1509, 7-35 Trondheim • Bank 7694 05 12030 • Organisasjonsnr.: 970 955 623 MVA

Vedlegg 2



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute

Oslo

Ullevålsveien 68
Pb 750 Sentrum 0106 OSLO
Sentralbord: +47 23 21 60 00 Telefax: +47 23 21 60 01

NINA
Postboks 5685 Sluppen
7485 TRONDHEIM

Deres ref.:

Vår ref.: 2013-17-1180

Dato: 27.09.2013

Vedrørende artsbestemmelse av parasitter i slekten *Gyrodactylus* fra laks i Klarälven, Sverige, vår referanse 2013-17-1180

Veterinærinstituttet mottok 24.09.13 8 individer av parasitter i *Gyrodactylus* fra tre forskjellige fisk for artsbestemmelse av disse.

Det ble gjort både en morfologisk og en molekylær analyse av alle individene.

Begge analysene viser at to av individene var *Gyrodactylus lucii*, som er vanlig parasitt på gjedde, *Exox lucius*. Begge disse parasittene ble funnet på samme fisk. De 6 andre parasittene ble alle bestemt til *G. salaris*. Videre molekylære analyser av disse 6 viste at det var 2 genotyper til stede; én av disse er tidligere påvist i Vänern og Göta älv, mens den andre er en variant av denne som ikke tidligere er påvist.

Detaljer om metoder:

Merknad til innsendelse: Fra Kjetil Olstad, Vänernlaksens fria gång

Metode: (ME07_014) *Gyrodactylus salaris* - påvisning og identifisering med PCR og sekvensering

Resultat: Påvist *Gyrodactylus salaris* og *Gyrodactylus lucii*

Mer detaljer om metoden kan fåes ved henvendelse til Veterinærinstituttet

Med hilsen

Haakon Hansen
forsker

Opplysninger om sikkerhet i kvantitative resultater kan fåes ved å ta kontakt med laboratoriet.
Resultatene gjelder kun for prøvene i røret. Særlig må ikke gløse i sidrag men skjeplig godkjennelse.

Side 1 av 1

www.vetinst.no • Fakturaadresse Postboks 1509, 7435 Trondheim • Bank 7694 05 12030 • Organisasjonsnr. 970 955 623 MVA

Vedlegg 3

Olstad, K. og Skurdal J.: NINA Notat av 08.10.2012. Adressert Mattilsynet med kopi til Direktoratet for naturforvaltning

Salt water treatment in the prevention of *G. salaris* spread

International legislation aimed at preventing the spread of infectious agents potentially causing serious disease in aquatic biota is a necessity to protect animal life both as resources and in the context of biodiversity conservation. However, restoration of populations including e.g. restocking or even moving of animals between localities does also serve the same purpose. It is therefore crucial that these two management tools do not in an unreasonable manner intervene on each other. EU Commission Regulations aim to prevent the spread of *Gyrodactylus salaris* (GS). The present legislation will in certain cases put a stop to e.g. restocking of a number of species or strains for which GS requirements apply. Here, a short-term salt water bath treatment is suggested as a disinfection / treatment alternative to the Commission Regulation (EC) No 1251/2008, Annexes II and IV. The scientific reasoning is presented in a conservative context aiming at maintaining the main purpose of the Regulation: to prevent the spread of disease.

GS is an ectoparasite with a direct lifecycle. It gives birth to live offspring and has no distinct transmission stage (for a thorough review of the knowledge and research activity regarding GS, see Bakke et al. 2007). All in all, these factors make the parasite accessible for chemical treatment. Thus, the number of potential chemicals for disinfection or treatment is mainly dependent on the therapeutic window (parasite sensitivity to the chemical *versus* host sensitivity to the chemical) and the environmental effects of the chemical in general.

Dose-response relationship in salinity treatment against *G. salaris*

Despite a widespread use in fish farms and hatcheries, only few empirical studies have been conducted to test the efficacy of saline conditions on monogenean ectoparasites. In the genus *Gyrodactylus*, two works have been addressing the effect on *G. salaris* (Soleng & Bakke 1997 and Soleng et al. 1998), one addressing the effect on *G. derjavinoidea* (Buchmann 1997; species later redescribed from *G. derjavini*) and one work addressing the effect on the two species *G. bullatarudis* and *G. turnbulli* (Schelkle et al. 2011).

Soleng & Bakke (1997) established a dose-response relationship for the effect of water at varying salinity on GS. They also demonstrated temperature-dependency in the dose-response relationship. An overview of the results from Soleng & Bakke (1997) is given in figure 1. Details of data relevant for the present account are given in Table 1: At 20 ‰ salinity, maximum observed survival (at the lowest temperature) was 42 hours, whereas the maximum observed survival at 33 ‰ was 20 minutes (data from Soleng & Bakke 1997). However, in their later paper, Soleng et al. (1998) pointed out that their previous criteria for considering GS dead were probably underestimating survival. In their 1998-work, they found that GS could survive 30 minutes treatment in 33 ‰. Furthermore, the surviving parasites were able to reproduce within short after exposure. However, no GS survived 33 ‰ for 60 minutes (n=3850). In this test, survival was checked by monitoring the previously infected fish for parasites one week after treatment. It is also noteworthy that they did not register any additional mortality in the fish as a result of the 60 minutes 33 ‰ treatment.

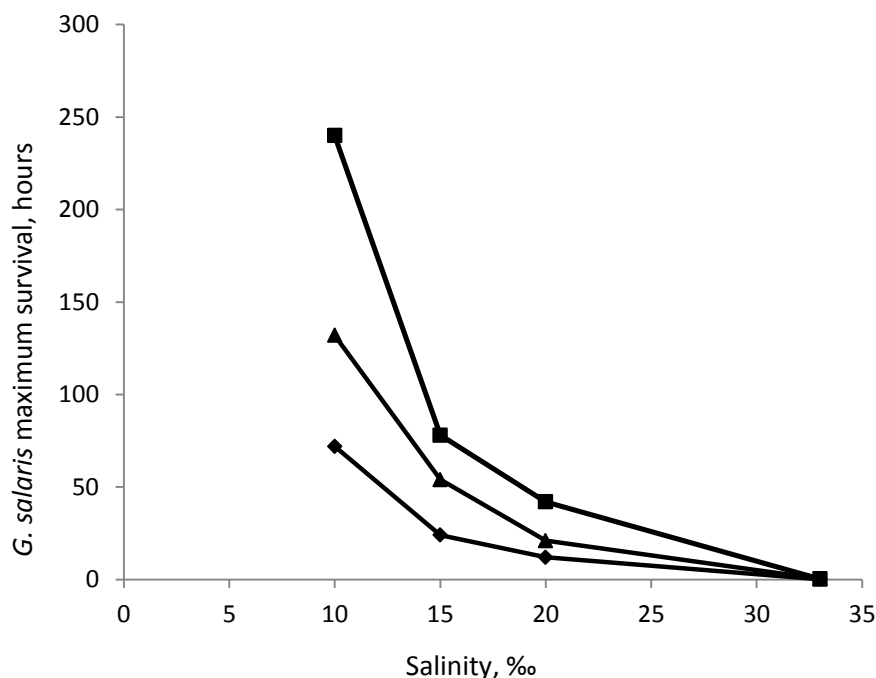


Figure 1: Maximum observed survival for *G. salaris* at different salinities in laboratory studies; squares: 1.4°C, triangles: 6°C, and diamonds 12°C (Based on data from Soleng & Bakke 1997).

Table 1: Mean and maximum observed survival for *G. salaris* at 20 ‰ and 33 ‰ salinities and at different temperatures in laboratory studies (data from Soleng & Bakke 1997).

Salinity, ‰	Temperature, °C	Mean survival	maximum survival
20	1,4	36,5 hours	42 hours
20	6	16,3 hours	21 hours
20	12	10,5 hours	12 hours
33	1,4	18 minutes	20 minutes
33	6	17 minutes	19 minutes
33	12	9 minutes	10 minutes

Alternative short-term bath treatment

Based on the findings by Soleng & Bakke (1997) and Soleng et al. (1998) it is suggested to open for an alternative salt water treatment based on intermittent baths in saline solutions similar to sea water. It is suggested that the specified details regarding minimum requirements are as follows: Three baths, each of which lasting at least one hour, in a 33‰ salt water solution. In order to prevent population growth of any significance in case of GS surviving one treatment, the time lapse between baths should not exceed three days (GS temperature dependent reproduction taken into account).

References

Bakke, TA, Cable, J & Harris, PD 2007. The biology of gyrodactylid monogeneans: The “Russian-doll killers”. *Advances in Parasitology* 64, 161-376.

Buchmann, K 1997. Salinity tolerance of *Gyrodactylus derjavini* from rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Bulletin for the European Association of Fish Pathologists* 17, 123-125.

Schelkle, B, Doetjes, R & Cable, J 2011. The salt myth revealed: Treatment of gyrodactylid infections on ornamental guppies, *Poecilia reticulata*. *Aquaculture* 311, 74-79.

Soleng, A & Bakke, TA 1997. Salinity tolerance of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea): laboratory studies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 1837-1845.

Soleng, A, Bakke, TA & Hansen, LP 1998. Potential for dispersal of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) by sea-running stages of the Atlantic salmon (*Salmo salar*): field and laboratory studies. *Canadian Journal for Fisheries and Aquatic Sciences* 55, 507-514.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2601-1

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger