



Mattilsynet

Ullevålsveien 68
Postboks 750 Sentrum - 0106 Oslo
Sentralbord 23 21 60 00
post@vetinst.no

Deres ref.: Geir Jacobsen, epost

Vår ref.: 20/10988-2

Dato: 23. oktober 2020

Gyrodactylus salaris – Fremgangsmåte for friskmelding av Fustvassdraget

Bestilling

Mattilsynet har i en bestilling datert 27.08.2020, bedt Veterinærinstituttet om å gi et forslag til hvordan Friskmeldingsprogrammet for *G. salaris* i Fustvassdraget skal gjennomføres. Spesifikt ønsker Mattilsynet «en ny vurdering av pkt.nr. 2 i Vetr.inst.'s svar på Mattilsynets bestilling «GS - fremgangsmåte for friskmelding av Vefsnaregionen», av 8.6.2016» og med følgende spørsmål som ønskes besvart:

1. Når kan FM-programmet i de enkelte innsjøene starte opp? Hvordan skal FM-programmet gjennomføres? Hvor mange fisk pr år og pr innsjø må undersøkes, og over hvor mange år må undersøkelsene beregnes å pågå?
2. Er det alternative metoder eller supplerende metoder som kan benyttes?

Bakgrunn

Elver og vassdrag i Vefsnaregionen ble i 2012 behandlet for å bli kvitt lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* [1]. Parasitten var før behandlingen påvist på laks i ti elver og i tillegg på røye i tre innsjøer i Fustvassdraget; Fustvatnet, Mjåvatnet og Ømmervatnet. Undersøkelser av røye fra Luktvatnet, som er den øverste innsjøen i vassdraget, viste seg å være negative. Påvisningene på røye førte ikke bare til at behandlingsområdet ble betraktelig utvidet til å måtte inkludere Fustvatnet, Mjåvatnet og Ømmervatnet, men skapte også nye problemstillinger i forhold til påfølgende friskmelding av regionen. Friskmeldingsprogrammet er designet for å friskmelde vassdrag med laks, og ikke for vann eller vassdrag hvor infeksjonen opprinnelig fantes på røye (eller andre arter). Laksen er svært mottakelig for parasitten, noe som betyr at infeksjonen raskt vil nå en høy prevalens (andel infiserte) og intensitet (antallet parasitter på en fisk) i en populasjon, og dermed vil være lett å påvise. På røya i Fustvassdraget ble imidlertid *G. salaris* påvist i lave antall og på en mindre andel av populasjonen og kun på fisk over 22 cm, noe som gjør at gjennomføringen av friskmeldingsprogrammet i Fustvassdraget oppstrøms Fustaelva, ikke vil kunne følge de nåværende kriteriene for friskmeldingsprogrammet.

Vanligvis friskmeldes en hel smitteregion samtidig, etter at vassdragene har vært gjennom omfattende friskmeldingsundersøkelser hvor et stort antall fisk undersøkes over en periode på ca 5 år (smoltalder pluss ett års sikkerhetsmargin). Etter råd fra Veterinærinstituttet gitt i 2016, ble

likevel elvene i regionen, med unntak av Fustaelva og vannene oppstrøms, friskmeldt i 2017. Fustaelva har siden 2013 vært inkludert i friskmeldingsprogrammet for *Gyrodactylus salaris* og det har årlig blitt gjennomført tre innsamlinger av fisk fra 5 stasjoner, til sammen ca 1200 laksunger, uten at parasitten har blitt påvist. Disse friskmeldingsundersøkelsene av laksen i Fustaelva, inngår nødvendigvis som en del av det totale friskmeldingsprogrammet for vassdraget.

I Veterinærinstituttets svar fra 08.06.16, ble det konkludert med at undersøkelser av røye med tanke på friskmelding av de tre innsjøene først skulle bli igangsatt når røyebestandene var blitt så tallrike og røyene så store at det med tilstrekkelig sikkerhet kunne dokumenteres at *G. salaris* var utryddet fra innsjøene. Det ble anslått at et tilstrekkelig antall røye som var førstegenerasjons avkom etter fisk som ble utsatt etter behandling, og var av riktig størrelse, ville kunne prøvetas fra 2021 eller 2022. Det ble foreslått at det burde undersøkes finner fra ca 500 røyer fra hvert av de tre vannene hvert år over en treårsperiode. Undersøkelser i forkant av rotenonbehandlingene hadde vist at *G. salaris* kun var tilstede på røye over 22 cm og kun i månedene september og oktober og det ble derfor konkludert med at innsamlinger av fisken måtte skje i disse to månedene og at kun fisk over 22 cm skulle undersøkes. I og med at *G. salaris* kun var tilstede på røye i prøver tatt ut på høsten, så er det sannsynlig at tilstedeværelsen er relatert til kjønnsmodning og at størrelsen på fisken kun er en indikasjon på kjønnsmodningsstatus. Det er derfor viktig å vurdere om størrelse ved kjønnsmodning har endret seg i perioden etter kjønnsmodning.

Svar på Mattilsynets spørsmål

Mattilsynet har stilt fire spørsmål, og vi har valgt å svare på de tre første samlet og det siste spørsmålet separat.

1: Når kan FM-programmet i de enkelte innsjøene starte opp? Hvordan skal FM-programmet gjennomføres? Hvor mange fisk pr år og pr innsjø må undersøkes, og over hvor mange år må undersøkelsene beregnes å pågå?

På spørsmålet om når FM-programmet i de enkelte innsjøene kan starte opp, så er det bestemt av to ting: 1) om vannene skal friskmeldes på bakgrunn av undersøkelser av fisken eller ved andre alternative metoder, og 2) størrelsen på røypopulasjonen, og når denne har nådd et nivå hvor det er forsvarlig med et større uttak av fisk av riktig størrelse for friskmeldingsundersøkelser. Basert på dagens kunnskap om miljø-DNA-metodikk, som vil være det eneste alternativet til direkte undersøkelse av fisken, så argumenterer vi i vårt svar lengre ned (se svar på det siste spørsmålet fra MT) at miljø-DNA ikke er egnet i dag, til å brukes til friskmelding av innsjøer. Oppstart av friskmeldingsprogrammet for *G. salaris* i Fustvassdraget bestemmes derfor av når røyebestanden har nådd et nivå hvor det er forsvarlig med et større uttak av fisk av riktig størrelse for friskmeldingsundersøkelser.

Status for røypopulasjonene i dag:

Før kjemisk behandling av innsjøområdet i Fustavassdraget i 2012, ble det i 2011 startet tiltak for bevaring av stasjonær fisk fra de tre innsjøene, Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet [2]. Totalt ble det samlet inn og strøket 390 stamfisk av ørret og 257 stamfisk av røye fra 6 innsjøbestander av ørret og røye, og 3 elvebestander av ørret i de tre berørte innsjøene med tilløpselver i 2011 og 2012. Rogn fra innsamlet stamfisk ble lagt inn som 55 samlegrupper av ørret, og 51 samlegrupper av røye ved Statkraft sitt settefiskanlegg på Krutfjellet, og avkommet ble senere satt ut i sine respektive innsjøer, eller tilhørende sidevassdrag høsten 2013 og forsommeren 2014 som ensomrig-, tosomrig- og toårig yngel/fisk. Totalt ble det satt ut ca 72.000 ørret og

47.000 røye fordelt på de 9 bestandene av stasjonær fisk. Mesteparten av røya ble satt ut i Fustvatnet, sammen med 100.000 ettårig yngel av sjørret som også i hovedsak ble satt ut i Fustvatnet. Den stasjonære ørreten ble satt ut relativt likt fordelt mellom alle innsjøene og deres tilhørende tilløpsbekker.

I perioden fra 2015 til 2018 ble det gjennomført et begrenset fiske med garn i innsjøene, Ømmervatnet (totalt 4 år), Mjåvatnet (2 år) og Fustvatnet (3 år). Fisket ble gjennomført av rettighetshaverne i de ulike innsjøene. Antall garn benyttet og antall garnnetter disse sto ute, var så begrenset at det dessverre ikke kan trekkes godt underbygde konklusjoner for bestandsstørrelsene i noen av innsjøene, men resultatene er imidlertid det beste vi har fra de første årene etter oppstart av reetableringen. Basert på disse resultatene, ble bestanden av røye i den aktuelle størrelsesgruppen (ca fra 20 til 35 cm) i hhv Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet estimert til ca 2700 (ca 5000 settefisk), 2300 (ca 3300 settefisk), og 9000 fisk (ca 39000 settefisk) i gjennomsnitt for alle årene med prøvafiske, og fangsten besto alt vesentlig av fisk som stammer fra utsettingene i 2013 og 2014. Bare i Mjåvatnet ble det fanget fisk som ble antatt å være avkom av den utsatte fisken, med to røyer på ca 11 cm som ble fanget i 2018 (se appendix 1).

Det ble i tillegg sommer 2019 gjennomført et nytt prøvafiske i regi av Universitetet i Tromsø, v Prof. Rune Knudsen, igjen i samarbeid med rettighetshavere i innsjøene (se appendix 2). Heller ikke på bakgrunn av det begrensede prøvafisket som ble gjennomført i 2019, kan vi med sikkerhet si at populasjonene av røye i de tre vannene er store nok til at innsamling av et stort antall fisk i riktig størrelse, kan gjennomføres. Imidlertid vil det være to vekstsesonger mellom sist prøvafiske og en oppstart av et friskmeldingsprogram i 2021, noe som gjør det sannsynlig at uttak av et stort nok prøvemateriale er mulig. Det var et generelt inntrykk etter prøvafisket i 2019 at det var mye røye (*«mer enn før behandlingen»*), men dette er ikke dokumentert. Fisken ser ut til å ha investert i vekst fremfor kjønnsmodning i perioden siden behandling (Appendix 1 og pers medd Rune Knudsen, UiT), noe som er vanlig når næringstilgangen er stor. Det er også mulig at graden av kjønnsmodning er en like viktig faktor som størrelsen, når gjelder om fisken er infisert av *G. salaris* eller ikke [3, 4]. Når fisken nå investerer i vekst fremfor kjønnsmodning, kan det i realiteten være nødvendig å samle inn noe større fisk. Helst bør kun kjønnsmoden fisk over 22 cm samles inn og undersøkes om dette er praktisk mulig.

Før behandlingen i 2012, var det klare genetiske forskjeller mellom populasjonene av røye i Ømmervatnet, Mjåvatnet og Fustvatnet, kjennetegnet ved relativt liten genflyt og sterk reproduktiv adskillelse [5]. Som beskrevet over, ble det derfor bevart røye fra alle de tre populasjonene og fiskeutsettingene ble basert på utsett av stedegen fisk [2]. Det er ikke gjort noen sammenlignende genetiske undersøkelser etter behandling, men det tas utgangspunkt i at de tre populasjonene også i dag må vurderes som tre forskjellige populasjoner i forhold til friskmelding av vassdraget. Mjåvatn er et mindre og grunnere vann enn de to andre og antas å ha en mindre populasjon av røye. Vi anser det derfor som unødvendig, og sannsynligvis praktisk umulig (svært vanskelig), å samle inn et stort antall fisk fra Mjåvatnet til friskmeldingsprogrammet. I og med at vannet også ligger mellom de to andre større innsjøene, og ikke har noen tilførselselver annet enn fra Ømmervatnet, så er risikoen for re-smitte fra eventuelt smittet område utenfor behandlingsområdet, ikke sannsynlig.

På spørsmålet om hvordan FM-programmet skal gjennomføres og herunder hvor mange fisk som må undersøkes og over hvor mange år, så har vi altså tatt utgangspunkt i at det i dag ikke eksisterer andre metoder for friskmelding enn å undersøke fisk direkte under lupe (se under for svar på spørsmål 2). Vi har derfor gjennomført en beregning av det antallet prøver som er tilstrekkelig

for, med en gitt grad av sannsynlighet, si at en populasjon er smittefri. Det er viktig å poengtere her at *det i prinsippet er umulig å dokumentere absolutt fravær av smittefrihet i en populasjon*. Smittefrihet av en gitt infeksjon i en populasjon defineres derfor i praksis ved at man har en gitt sikkerhet for at prevalensen av infeksjonen er under et gitt nivå, f.eks. at det er 95 eller 99 % sikkerhet for at infeksjonen ville ha blitt oppdaget dersom prevalensen var 1 %. Denne prevalensen av en infeksjon som man leter etter, som i forrige setning var satt til 1 %, betegnes som **designprevalens**. Designprevalensen kan ses på som en nedre grense av en teoretisk infeksjonsprevalens som bør kunne oppdages med en viss sannsynlighet for en gitt overvåkning eller testingsregime. Testingen for å dokumentere fravær kan foregå over flere år, der sikkerheten for fravær som oppnås fra et år, slås sammen med informasjonen fra tidligere år.

Sannsynligheten for å finne minst en fisk med *G. salaris*, dersom prevalensen er lik (eller høyere enn) designprevalensen, regnes ut ved bruk av antagelse om binomisk fordeling (populasjon > 10000) eller ved hypergeometrisk fordeling (der andelen prøver er relativt høy i forhold til hvor mange dyr det er i populasjonen). Vi har regnet ut sannsynligheten for å finne minst én fisk med *G. salaris* for forskjellige kombinasjoner av antall prøver og antatt populasjonsstørrelse og for 3 nivå av designprevalens fra 0,2 % til 1 % (tabell 1). Vi har laget tabellen ved bruk av analyseprogrammet R og en R-pakke som heter RSurveillance, men tilsvarende utregninger kan gjøres ved å bruke ferdige programpakker som er tilgjengelige på nett (for eksempel <https://epitools.ausvet.com.au/>). Her har vi satt testsensitiviteten til 95 % (dvs for fisk med lavt antall *G. salaris* kan infeksjonen i enkelte tilfeller tenkes å ikke oppdages). Dette er satt som et konservativt estimat, men vi regner med at testsensitiviteten vil være noe høyere enn dette. Fiskepopulasjonen i dette tilfellet, og i tallene som er presentert under, vil være populasjonen i hver innsjø for seg.

Tabell 1. Sannsynlighet for å finne minst én fisk med *G. salaris* dersom prevalensen er lik (eller høyere enn) designprevalensen, ved et uttak på *n* fisk i løpet av et år. N=Antatt størrelse på populasjonen som testes (fisk i et vann > ~22 cm). n= antall fisk som sjekkes for *G. salaris*. Celler med sannsynligheter over 95 % er merket med grønt i tabellen.

	n100	n200	n250	n300	n500	n750	n1000	Designprev
N500	0,651	0,908	0,960	0,985	1,000			1,0 %
N1000	0,631	0,878	0,934	0,965	0,998	1,000	1,000	1,0 %
N2500	0,620	0,861	0,918	0,951	0,995	1,000	1,000	1,0 %
N5000	0,617	0,856	0,912	0,947	0,993	1,000	1,000	1,0 %
N10000	0,615	0,853	0,910	0,945	0,992	0,999	1,000	1,0 %
N500	0,469	0,762	0,855	0,920	1,000			0,5 %
N1000	0,393	0,651	0,742	0,813	0,960	0,998	1,000	0,5 %
N2500	0,396	0,642	0,727	0,793	0,935	0,987	0,998	0,5 %
N5000	0,381	0,620	0,704	0,769	0,918	0,979	0,995	0,5 %
N10000	0,380	0,617	0,699	0,764	0,912	0,975	0,993	0,5 %
N500	0,190	0,380	0,475	0,570	0,950			0,2 %
N1000	0,181	0,344	0,419	0,489	0,724	0,917	0,998	0,2 %
N2500	0,176	0,326	0,393	0,454	0,651	0,813	0,908	0,2 %
N5000	0,175	0,321	0,385	0,444	0,631	0,785	0,878	0,2 %
N10000	0,174	0,319	0,382	0,439	0,622	0,772	0,864	0,2 %

Det fremkommer av tabell 1 at ved en designprevalens på 1 % og de populasjonsstørrelser vi tar utgangspunkt i, trengs det >350-500 fisk for å finne en fisk med *G. salaris* med 95 % sannsynlighet. Ved bruk av lavere designprevalens vil det antagelig ikke være mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for fravær av infeksjon, uten å bruke flere år.

For å bruke flere år på å dokumentere fravær av infeksjon, så bruker vi Bayes' regel for å oppdatere informasjonen fra undersøkelser fra et år til et annet. Vi får da et **prior-estimat** (estimat fra forrige år) som oppdateres til et **posterior-estimat** (estimat etter årets testing). Formelen som brukes tar også hensyn til at det kan være en introduksjonsrisiko fra et år til et annet. Vi har her antatt en introduksjonsrisiko som 1 introduksjon per 30 år. Dette kan endres, men vil ikke ha store utslag hvis ikke introduksjonsrisikoen økes mye.

Når testingen starter er det vanlig å bruke en prior på 50 % sannsynlighet for frihet. Dersom man derimot har kunnskap som tilsier at det er større eller mindre sannsynlighet for frihet når testingen starter, kan denne kunnskapen legges inn i prior-sannsynligheten. I tilfellet med vannene i Fustvassdraget vil prior tilsvare sannsynligheten for at behandlingen mot *G. salaris* i 2012 var vellykket. Denne sannsynligheten er ikke beregnet, men vi anser sannsynligheten for å være nærmere 90 enn 50 %. Vi har laget noen analyser som viser hvordan sannsynligheten for frihet øker over år, dersom det testes like mange fisk hvert år i 3 år (2021-2023). Vi har variert utgangspunktet for nivå av sikkerhet for frihet av *G. salaris* før testingen starter mellom 50 %, 75 %, 80 % og 90 %. Vi har regnet ut hvordan sannsynlighet for frihet endres over år for varianter av antall fisk som testes for designprevalens 0.5 % (Tabell 2) og 1 % (Tabell 3).

Tabell 2. Sannsynlighet for smittefrihet som oppdateres over 3 år, for forskjellig utgangspunkt i sannsynlighet for frihet før testing (priorP), antall fisk som testes (n) og antall fisk i populasjonen (antall fisk >22 cm). Designprevalensen er satt til 0,5 %. Celler med sannsynligheter over 95 % er merket med grønt i tabellen.

År	n50	n100	n150	n200	n250	n300	n500	priorP	AntFisk
2021	0,543	0,601	0,657	0,709	0,757	0,799	0,914	50 %	10000
2022	0,583	0,691	0,781	0,851	0,901	0,935	0,989	50 %	10000
2023	0,621	0,764	0,863	0,924	0,957	0,976	0,996	50 %	10000
2021	0,770	0,809	0,844	0,873	0,898	0,918	0,968	75 %	10000
2022	0,787	0,853	0,901	0,934	0,956	0,971	0,994	75 %	10000
2023	0,801	0,883	0,932	0,960	0,976	0,985	0,996	75 %	10000
2021	0,812	0,846	0,875	0,899	0,919	0,935	0,975	80 %	10000
2022	0,823	0,879	0,918	0,945	0,964	0,976	0,995	80 %	10000
2023	0,831	0,901	0,942	0,965	0,978	0,986	0,996	80 %	10000
2021	0,895	0,915	0,932	0,946	0,957	0,966	0,987	90 %	10000
2022	0,890	0,925	0,949	0,965	0,976	0,984	0,996	90 %	10000
2023	0,887	0,932	0,958	0,973	0,982	0,988	0,997	90 %	10000
2021	0,546	0,608	0,667	0,723	0,774	0,819	0,935	50 %	2500
2022	0,589	0,702	0,796	0,867	0,916	0,948	0,993	50 %	2500
2023	0,629	0,777	0,877	0,935	0,966	0,981	0,997	50 %	2500
2021	0,772	0,814	0,850	0,880	0,906	0,927	0,976	75 %	2500
2022	0,790	0,859	0,908	0,941	0,963	0,977	0,996	75 %	2500
2023	0,806	0,890	0,939	0,966	0,980	0,988	0,998	75 %	2500
2021	0,814	0,850	0,880	0,905	0,926	0,943	0,981	80 %	2500
2022	0,826	0,884	0,924	0,951	0,969	0,980	0,997	80 %	2500
2023	0,835	0,907	0,947	0,970	0,982	0,989	0,998	80 %	2500

2021	0,896	0,917	0,935	0,949	0,961	0,970	0,990	90 %	2500
2022	0,892	0,928	0,953	0,969	0,979	0,986	0,997	90 %	2500
2023	0,890	0,935	0,961	0,976	0,985	0,990	0,998	90 %	2500
2021	0,558	0,638	0,719	0,797	0,866	0,922	1	50 %	500
2022	0,612	0,752	0,862	0,934	0,973	0,990	1	50 %	500
2023	0,662	0,833	0,932	0,975	0,991	0,996	1	50 %	500
2021	0,781	0,832	0,878	0,917	0,948	0,971	1	75 %	500
2022	0,806	0,886	0,939	0,97	0,987	0,995	1	75 %	500
2023	0,826	0,918	0,964	0,985	0,993	0,997	1	75 %	500
2021	0,822	0,865	0,903	0,935	0,959	0,977	1	80 %	500
2022	0,839	0,906	0,950	0,975	0,989	0,995	1	80 %	500
2023	0,853	0,930	0,968	0,986	0,993	0,997	1	80 %	500
2021	0,900	0,926	0,948	0,966	0,979	0,988	1	90 %	500
2022	0,901	0,942	0,968	0,983	0,992	0,996	1	90 %	500
2023	0,901	0,950	0,975	0,988	0,994	0,997	1	90 %	500

Hvis det i utgangspunktet er ganske sikkert at vannet er fritt for *G. salaris* (for eksempel, priorP=80%), må det testes 200 fisk hvert år for å komme opp i minst 95 % sannsynlighet for at prevalensen av *G. salaris* er lavere enn 0,5 % (Tabell 2). Tilsvarende, hvis det er rundt 2500 eller flere fisk, må det testes 300-500 fisk hvert år, for å komme opp i 99 % sannsynlighet for frihet i løpet av tre år. Dersom det ønskes en enda lavere designprevalens (0,2 %) og utgangspunktet for sannsynlighet antas å være 80 % i 2020, må det testes 500 fisk i hvert år for å komme opp i 95 % sannsynlighet for fravær av *G. salaris*.

Tabell 3. Sannsynlighet for frihet som oppdateres over 3 år, for forskjellig utgangspunkt i sannsynlighet for frihet før testing (priorP), antall fisk som testes (n) og antall fisk i populasjonen (antall fisk > 22 cm). Designprevalensen er satt til 1 %. Celler med sannsynligheter over 95 % er merket med grønt i tabellen.

År	n50	n100	n150	n200	n250	n300	n500	priorP	AntFisk
2021	0,601	0,708	0,797	0,864	0,912	0,944	0,992	50 %	10000
2022	0,691	0,849	0,934	0,972	0,988	0,995	1	50 %	10000
2023	0,764	0,923	0,975	0,991	0,996	0,998	1	50 %	10000
2021	0,809	0,873	0,917	0,947	0,967	0,979	0,997	75 %	10000
2022	0,853	0,933	0,970	0,987	0,994	0,997	1	75 %	10000
2023	0,883	0,960	0,985	0,993	0,996	0,998	1	75 %	10000
2021	0,846	0,899	0,935	0,959	0,974	0,984	0,998	80 %	10000
2022	0,878	0,945	0,975	0,989	0,994	0,997	1	80 %	10000
2023	0,901	0,965	0,986	0,993	0,996	0,998	1	80 %	10000
2021	0,915	0,946	0,966	0,979	0,987	0,992	0,999	90 %	10000
2022	0,925	0,965	0,983	0,992	0,996	0,998	1	90 %	10000
2023	0,932	0,973	0,988	0,994	0,996	0,998	1	90 %	10000
2021	0,602	0,711	0,802	0,871	0,919	0,951	0,995	50 %	2500
2022	0,692	0,853	0,937	0,975	0,990	0,996	1	50 %	2500
2023	0,765	0,925	0,977	0,992	0,996	0,998	1	50 %	2500

2021	0,810	0,874	0,920	0,950	0,907	0,982	0,998	75 %	2500
2022	0,853	0,935	0,972	0,988	0,995	0,997	1	75 %	2500
2023	0,884	0,961	0,985	0,993	0,997	0,998	1	75 %	2500
2021	0,846	0,900	0,937	0,961	0,976	0,986	0,998	80 %	2500
2022	0,879	0,946	0,976	0,990	0,995	0,998	1	80 %	2500
2023	0,901	0,966	0,986	0,994	0,997	0,998	1	80 %	2500
2021	0,915	0,946	0,967	0,980	0,988	0,993	0,999	90 %	2500
2022	0,925	0,966	0,984	0,992	0,996	0,998	1	90 %	2500
2023	0,932	0,974	0,988	0,994	0,997	0,998	1	90 %	2500
2021	0,606	0,728	0,834	0,911	0,959	0,985	1	50 %	500
2022	0,700	0,872	0,957	0,988	0,997	0,999	1	50 %	500
2023	0,775	0,939	0,985	0,996	0,998	0,999	1	50 %	500
2021	0,813	0,883	0,934	0,966	0,985	0,994	1	75 %	500
2022	0,858	0,944	0,980	0,994	0,998	0,999	1	75 %	500
2023	0,889	0,968	0,990	0,996	0,999	0,999	1	75 %	500
2021	0,849	0,907	0,948	0,974	0,988	0,996	1	80 %	500
2022	0,883	0,953	0,983	0,994	0,998	0,999	1	80 %	500
2023	0,906	0,971	0,990	0,996	0,999	0,999	1	80 %	500
2021	0,917	0,950	0,973	0,986	0,994	0,998	1	90 %	500
2022	0,928	0,970	0,988	0,996	0,998	0,999	1	90 %	500
2023	0,935	0,977	0,991	0,996	0,999	0,999	1	90 %	500

Tabell 3 viser at det trengs færre fisk fra hvert vann dersom det kan godtas en noe høyere designprevalens. Hvis det i utgangspunktet er ganske sikkert at vannet er fritt for *G. salaris* (for eksempel, priorP=80%), må det testes rundt 100 fisk hvert år for å komme opp i minst 95 % sannsynlighet for at prevalensen av *G. salaris* er lavere enn 1 % (Tabell 3). Dette gjelder uansett om det er 500 eller 10000 fisk av en gitt størrelse (> 22cm). Tilsvarende må det testes 200 fisk hvert år, for å komme opp i 99 % sannsynlighet for fravær av *G. salaris* i løpet av tre år.

Forslag til gjennomføring av friskmeldingsprogrammet

Basert på argumentasjonen og beregningene over og det som diskuteres angående alternative metoder under, så anbefaler Veterinærinstituttet at friskmeldingsprogrammet for *G. salaris* i vannene i Fustvassdraget gjennomføres ved innsamling av og direkte undersøkelser av fisk, eventuelt i kombinasjon med supplerende miljø-DNA-undersøkelser. For å oppnå en tilfredstillende grad av sikkerhet (sannsynlighet på 99% for at færre en 1% av fisken er infisert og sannsynlighet på 95 % at færre en 0,5 % av fisken er infisert) for smittefrihet, så anbefales det at det samles inn minimum 200 fisk fra Ømmervatnet og Fustvatnet hvert år over en periode på tre år. Det kan tas færre fiskeprøver fra populasjonen i Mjåvatnet (n=100), slik at det totale antallet fisk som skal undersøkes hvert år derfor blir minimum 500. For å øke sikkerheten mest mulig anbefales det likevel å ta ut et høyere antall fisk enn anslaget gitt at dette er praktisk og økonomisk mulig; eksempelvis 300 fra Fustvatnet og Ømmervatnet og 200 fra Mjåvatn. Basert på det vi vet om fordelingen av infeksjonen med *G. salaris* i røyepopulasjonen før rotenonbehandlingen, så skal det kun undersøkes finner fra kjønnsmoden fisk med størrelse over 22-25 cm, og disse skal samles inn i september -oktober.

Det er et viktig poeng at det har blitt gjennomført friskmeldingsundersøkelser i Fusta i alle år siden behandling, uten at parasitten har blitt påvist. Vi vet at røye slipper seg ned og er observert

i Fustaelva og en smitte via disse, direkte eller via drift av parasitter i vannstrømmen, ville ha ført til en oppblomstring av parasitter på den mottakelige laksen som står i elva. Tettheten av laks i elva er høy, noe som ytterligere øker sjansen for at smitte ville etablert seg i laksepopulasjonen. Dette ville da blitt oppdaget i friskmeldingsundersøkelsene i Fustaelva. Ved en eventuell friskmelding i 2023, vil Fustaelva ha vært undersøkt tre ganger årlig i 11 år etter behandlingen.

Undersøkelsene av røye i Fustvassdraget vil sammen med friskmeldingsundersøkelsene av laksunger i Fustaelva tre ganger årlig, danne grunnlag for friskmelding av hele vassdraget. Etter endt friskmeldingsprogram vil Fustaelva inngå i det nasjonale overvåkingsprogrammet (OK) for *Gyrodactylus salaris*, men det foreslås at innsamlingshyppigheten da blir to ganger per år og ikke én, slik det er vanlig i overvåkingsprogrammet. Dette vil kunne gi en ytterligere sikkerhet i forhold til å oppdage en infeksjon tidlig, slik at denne eventuelt kan begrenses med en rask smittebehandling.

2: Er det alternative metoder eller supplerende metoder som kan benyttes?

De siste årene har miljø-DNA (eDNA)- metodikk som kan påvise organismer i filterprøver fra vann, blitt utviklet. Metoden har blitt mye brukt for å studere fisk, men i teorien kan alle organismer påvises. Nylig ble metoden utviklet for å kunne påvise *G. salaris* og to av de viktigste vertene for denne parasitten, laks og regnbueørret [6], og metoden har blitt benyttet til forskning for å se på tilstedeværelse av parasitt og vert i vassdrag i Norge [6, 7] og i utlandet [8]. Det er i dag mulig å bruke metoden til påvisning av *G. salaris* i vannprøver hvor en positiv påvisning vil bety at parasitten er tilstede, men ved en negativ prøve vil man ikke kunne konkludere, da det blant annet ikke er etablert deteksjonsgrenser for parasitten ved bruk av metoden.

Miljø-DNA metodikk er i bruk i et prosjekt finansiert av Mattilsynet, hvor målet er å se om metoden kan brukes til å dokumentere fravær av *G. salaris* og laks over tid, etter at Hellefossen ble stengt for oppvandring av laks i 2018. Midlertidige resultater basert på analyser av prøver tatt i 2020, tyder på at metoden har fungert godt, og at *G. salaris* og laks påvises med miljø-DNA-metodikk, der disse artene er tilstede og ikke på kontroll-lokalitet ovenfor lakseførende strekning. Miljø-DNA-metoden er etter Veterinærinstituttets mening, i dag godt egnet til å påvise organismer i vannfilterprøver, og kan være nyttig som et supplement til konvensjonelle metoder, men kan ikke alene brukes til å bekrefte eller avkrefte tilstedeværelse av *G. salaris* i et vassdrag.

I tilfellet med Fustvassdraget oppstrøms Fustaelva, hvor *G. salaris*, hvis den er tilstede, vil finnes på en mindre mottakelig vert og i lav prevalens og intensitet/abundans, vil det likevel kunne være et alternativ å bruke miljø-DNA som en supplerende metode ved å ta prøver ved strategisk valgte punkter et antall ganger i året.

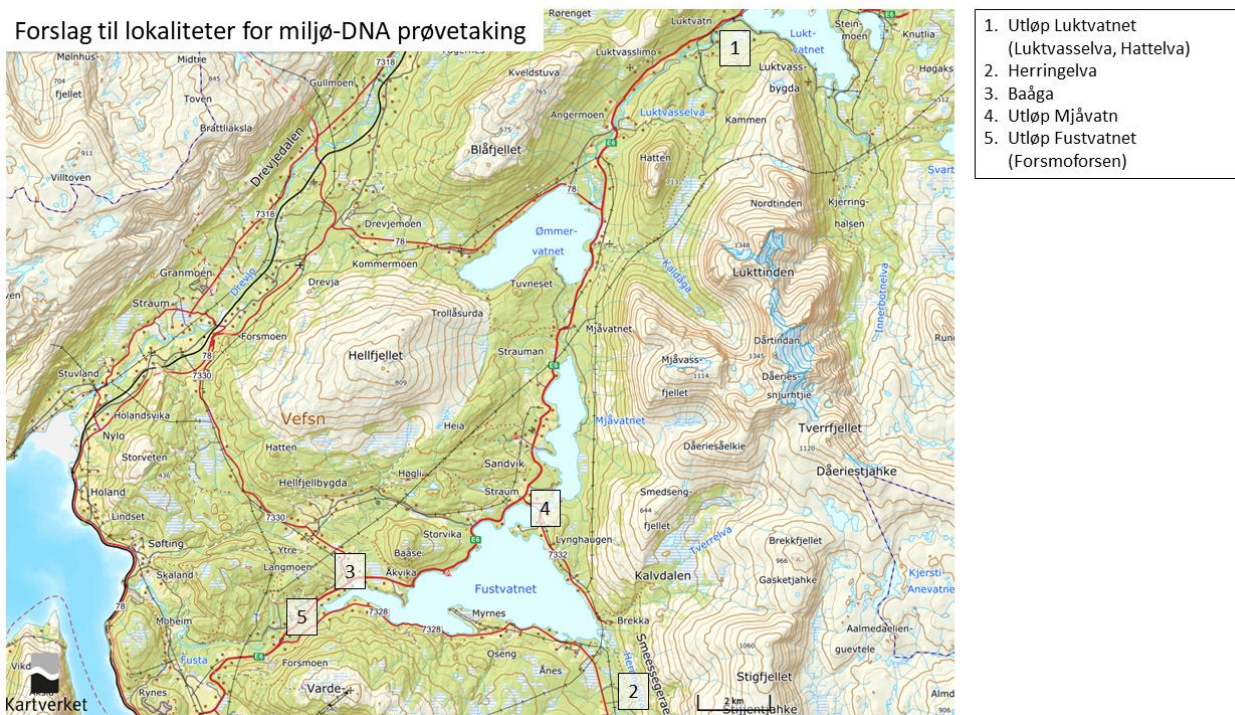
Ved inkludering av miljø-DNA foreslås det at det tas prøver to ganger per år fra følgende lokaliteter (se kart under):

1. Utløpet av Luktvatnet (Luktvasselva, Hattelva): dette blir en kontroll på at parasitten ikke er tilstede i Luktvatnet som ikke ble behandlet i 2012.
2. Herringelva oppstrøms behandlingsområde
3. Baåga oppstrøms behandlingsområde

I tillegg kan følgende to stasjoner vurderes prøvetatt:

4. Utløpet av Mjåvatnet
5. Utløpet av Fustvatnet/i Forsmoforsen

Forslag til lokaliteter for miljø-DNA prøvetaking



1. Utløp Luktvatnet (Luktvasseelva, Hattelva)
2. Herringelva
3. Baåga
4. Utløp Mjåvatn
5. Utløp Fustvatnet (Forsmoeforsen)

Selve utstyret til innsamling av miljø-DNA-prøver er ikke kostbart og innsamling kan gjennomføres av lokale innsamlere som har fått opplæring, som da har dette inkludert i tilbudet for innsamling av fisk (se svar på spørsmålsgruppe 1). Filterprøvene kan da sendes til Veterinærinstituttet for analyse, og prøvene analyseres med hensyn på *G. salaris* og ørret/røye (som positiv kontroll på at filtrering har virket).

Konklusjon

Veterinærinstituttet opprettholder sin konklusjon fra 2016 og mener at friskmelding av Fustvassdraget må baseres på innsamling av røyer i riktig antall og størrelsesklasse, og undersøkelser av finner fra disse. Det presiseres at det ikke foreligger nylig oppdatert og grundig dokumentasjon på status for fiskebestandenes størrelse. Friskmeldingsprogrammet foreslås å starte opp i 2021 og pågå i 3 år. Det foreslås at det samles inn og undersøkes finner fra minimum 200 fisk fra både Ømmervatnet og Fustvatnet og 100 fra Mjåvatnet i perioden 2021-2023. Helst bør antallet økes innenfor de praktiske og økonomiske rammene som settes for FM-programmet i innsjøene. Fisken må samles inn i september - oktober og finneprøver må kun tas fra kjønnsmoden fisk over 22 - 25 cm.

Da det foreslåtte programmet er et omfattende program hvor et stort antall fisk skal samles inn, bør det tas en vurdering etter 2021 for å se om det har vært praktisk mulig å gjennomføre programmet som det er foreslått, eller om endringer bør vurderes.

Når det gjelder bruken av annen metodikk, noe som i dette tilfellet vil si miljø-DNA-metodikk, så opprettholder Veterinærinstituttet også sin konklusjon fra 2016, og vil ikke anbefale at metoden benyttes som eneste metode i friskmeldingsprogrammet, da metoden alene ikke vil kunne gi et tilstrekkelig svargrunnlag for friskmelding. Mattilsynet må likevel vurdere om en begrenset bruk av miljø-DNA, som beskrevet over, skal inkluderes i friskmeldingsprogrammet som et supplerende redskap, noe som kan gi nyttig tilleggskunnskap om potensialet i framtidig bruk av miljø-DNA i slike programmer.



Edgar Brun

Avd. direktør



Haakon Hansen

Seniorforsker



Hildegunn Viljugrein

Seniorforsker



Håvard Lo

Forsker

Referanser

1. Stensli JH, Bardal H: Bekjempelse av *Gyrodactylus salaris* i Vefsnaregionen. In: *Veterinærinstituttets rapportserie*, vol. 2. Oslo: Norwegian Veterinary Institute; 2014.
2. Holthe E, Bjørnå T, Lo H: Reetableringsprosjektet i Vefsnaregionen. Samlerapport 2013-2018. In: *Veterinærinstituttets rapportserie*, vol. 192019.
3. Robertsen G, Hansen H, Bachmann L, Bakke TA. Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) is a suitable host for *Gyrodactylus salaris* (Monogenea, Gyrodactylidae) in Norway. *Parasitology*. 2007;134 2:257-67; doi: doi:10.1017/S0031182006001223.
4. Robertsen G, Olstad K, Plaisance L, Bachmann L, Bakke TA. *Gyrodactylus salaris* (Monogenea, Gyrodactylidae) infections on resident Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in southern Norway. *Environmental Biology of Fishes*. 2007;83 1:99-105; doi: 10.1007/s10641-007-9228-3.
5. Præbel K, Knudsen R: Genetiske undersøkelser av ørret (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*) i Fustvassdraget med henblikk på å bevare genetisk diversitet og variasjon etter rotenonbehandling. 2012.
6. Rusch JC, Hansen H, Strand DA, Markussen T, Hytterød S, Vrålstad T. Catching the fish with the worm: a case study on eDNA detection of the monogenean parasite *Gyrodactylus salaris* and two of its hosts, Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Parasite Vector*. 2018;11 333; doi: 10.1186/s13071-018-2916-3. <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s13071-018-2916-3>.
7. Fossøy F, Brandsegg H, Sivertsgård R, Pettersen O, Sandercock BK, Solem Ø, et al. Monitoring presence and abundance of two gyrodactylid ectoparasites and their salmonid hosts using environmental DNA. *Environmental DNA*. 2019;2 1:53-62; doi: 10.1002/edn3.45.
8. Hansen H, Rusch J, Degerman E, Jacobsen P-E, Ieshko EP: The application of a modern detection method for the salmon killer *Gyrodactylus salaris* and its two main hosts. In: *NASCO Symposium - Managing The Atlantic Salmon In A Rapidly Changing Environment - Management Challenges And Possible Responses*. Tromsø, Norway 2019.

Appendix

Appendix 1. Prøvefiske utført i perioden 2015-2018 (se kapittel 4 i Holthe, E. Bjørnå, T. & Lo, H. 2019. Reetableringsprosjektet i Vefsnaregionen. Samlerapport 2013-2018. Veterinærinstituttets rapportserie 19-2019. ISSN 1890-3290)

Siden 2015 er det gjennomført et begrenset fiske med garn i innsjøene. Fiske i Ømmervatnet er gjennomført hvert år fra 2015 til 2018. I Fustvatnet er det gjennomført et fiske fra 2015-2017, mens i Mjåvatnet er det gjennomført fiske i 2017 og 2018. I Fustvatnet ble det gjennomført fiske på to stasjoner i 2015, deretter har det blitt gjennomført fiske på fire stasjoner. I Ømmervatn har det blitt gjennomført fiske på fire stasjoner alle år, mens i Mjåvatn har det blitt satt garn på fire stasjoner i 2017 og 2018. Bortsett fra i Fustvatn i 2015 der det ble fisket med to bunngarn i lenke med maskevidde 29 og 26 mm, har det blitt fisket med bunngarn av serien Nordiske oversiktsgarn. Hvert garn består av 12 seksjoner med masker fra 5 til 55 millimeter. Hver seksjon er 2,5 meter. I montert rekkefølge utgjør maskeviddene: 43,0 - 19,5 - 6,25 - 10,0 - 55,0 8,0 - 12,5 - 24,0 - 15,5 - 5,0 - 35,0 og 29 mm. Fisket er gjennomført av rettighetshaverne i de ulike innsjøene. Antall garn benyttet, og dermed antall garnnetter er altfor få til å konkludere noe i forhold til bestand av fisk i innsjøene. Resultatene er likevel satt opp slik at de kan sammenlignes med et reelt prøvefiske.

Etter prøvefisket i 2018 ble det konkludert med at det prøvefisket som har blitt gjennomført i Ømmervatnet siden 2015, tyder foreløpig ikke på at det er egen rekruttering av røye i innsjøen. Det er ikke funnet røye med en slik størrelse at en kan fastslå at egenrekruttering av utsatt fisk har funnet sted. Den minste røya som ble funnet i 2018 hadde en vekt på 112 gram, mens gjennomsnittlig vekt på røya i 2018 var på $232,7 \pm 81,4$ gram, $n = 12$.

År	Antall	Lengde $\pm$ SD	Vekt $\pm$ SD	Fangst CPUEn	Bestand
2015	10	$197,3 \pm 47,7$	$307,3 \pm 241,2$	5,6	2 944
2016	5	$322,0 \pm 81,6$	-	2,8	1 472
2017	10	$278,0 \pm 43,6$	-	5,6	2 944
2018	12	-	$232,7 \pm 81,4$	6,7	3 533

Beregninger av CPUEn (antall fisk per ha) og bestand i Ømmervatnet i 2015-2018. Lengder er oppgitt i mm og vekt i gram.

Heller ikke i Fustvatnet var det mulig å dokumentere rekruttering av røye i garnfisket som ble gjort mellom 2015 og 2017. Den minste røya som ble fanget i 2017 var på 110 gram og 23 cm. Gjennomsnittlig lengde på røya dette året var på $285,0 \pm 50,4$ mm (Tabell 6)

År	Antall	Lengde $\pm$ SD	Vekt $\pm$ SD	Fangst CPUEn	Bestand
2015	19	$235,0 \pm 31,0$	$136,5 \pm 50,5$	12,7	12 920
2016	14	$276,9 \pm 63,3$	-	7,8	7 933*
2017	8	$285,0 \pm 50,4$	-	5,9	6 044
2018	-	-	-	-	-

Beregninger av CPUEn (antall fisk per ha) og bestand i Fustvatnet i 2015-2018. Lengder er oppgitt i mm og vekt i gram.

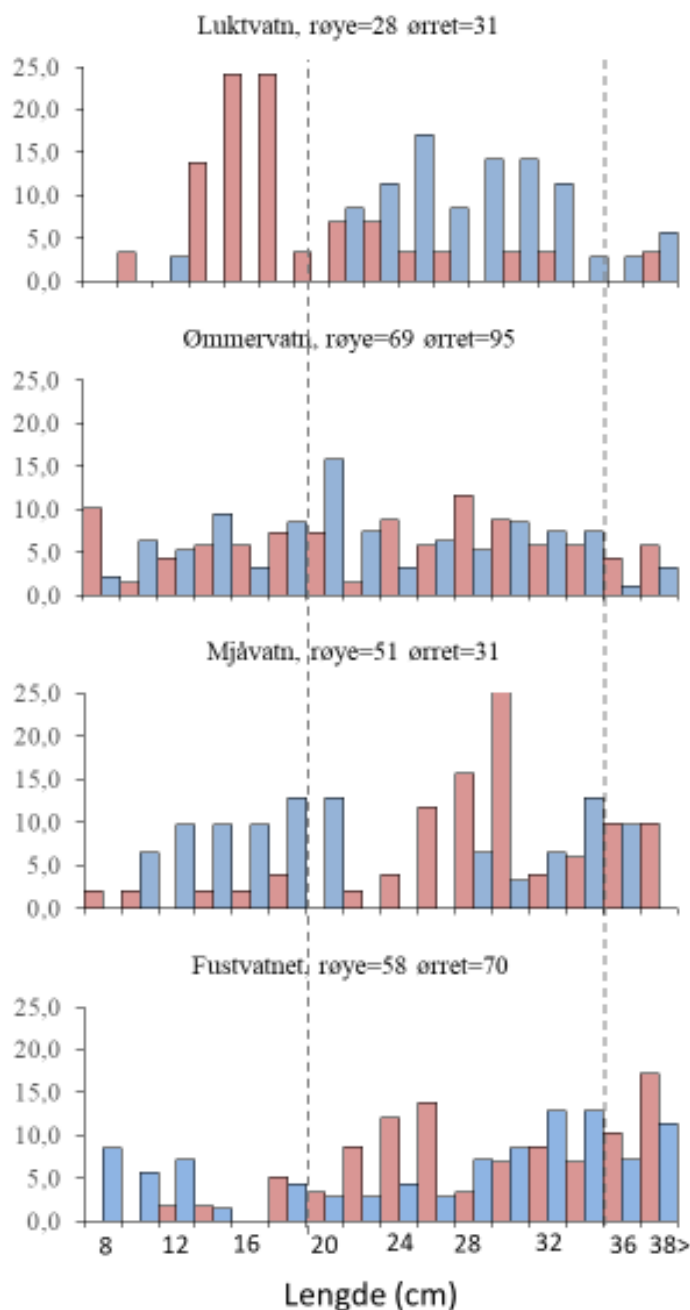
I Mjåvatnet ble det i 2018 funnet to røyer under 20 cm på samme stasjon. Den ene var på 11 cm og 11,5 gram, den andre var på 17,5 cm og 14 gram. Dette tyder på at det har vært rekruttering av røye i dette vannet, kanskje allerede i 2016 om disse fiskene er ettåringer.

Stasjon	Røye Mjåvatn				
	Antall	Lengde $\pm$ SD	Vekt $\pm$ SD	Fangst CPUEn	Bestand
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-
2017	26	$315,3 \pm 76,7$	-	14,4	2 889
2018	16	$345,8 \pm 100,5$	-	8,9	1 778

Beregninger av CPUEn (antall fisk per ha) og bestand i Mjåvatnet i 2015-2018. Lengder er oppgitt i mm og vekt i gram.

Appendix 2. Upubliserte (konfidensielle) resultater fra prøvafiske utført i 2019. Ved Eilert Hatten, FUSAM Forvaltningslag og Rune Knudsen, Universitetet i Tromsø.

Fangstene fra innsjøene, fordelt etter størrelse (prosentvis pr art og lengde i cm, (■ = røye og ■ = ørret)



Det ble fisket med ulikt antall garn i 1 - 3 netter på ulike steder i de fire innsjøene. Fangstene gir derfor ikke grunnlag for sammenlikning verken av tettheten av fisken eller størrelsen på bestandene mellom innsjøene.

LUKTVATN

Røye		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	10	50	25	0
	% andel rød kjøttfarge	60	100	75	100
	% vis med parasitter	90	100	100	100
	antall parasitter	8	10	31	58
Ørret		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	0	17	42
	% andel rød kjøttfarge	0	75	82	58
	% vis med parasitter	0	50	46	86
	antall parasitter	0	1	2	12

ØMMERVATN

Røye		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	4	11	40	52
	% andel rød kjøttfarge	17	78	93	81
	% vis med parasitter	28	89	100	86
	antall parasitter	1	4	47	110
Ørret		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	0	75	32
	% andel rød kjøttfarge	0	39	60	43
	% vis med parasitter	0	0	25	27
	antall parasitter	0	0	1	2

MJÅVATN

Røye		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	0	25	38
	% andel rød kjøttfarge	33	0	25	28
	% vis med parasitter	17	89	56	55
	antall parasitter	1	1	4	23
Ørret		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	25	0	70
	% andel rød kjøttfarge	0	0	0	40
	% vis med parasitter	7	50	100	40
	antall parasitter	<1	1	5	7

FUSTVATN

Røye		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	17	40	46
	% andel rød kjøttfarge	60	0	50	68
	% vis med parasitter	0	50	70	97
	antall parasitter	0	37	67	203
Ørret		<20 cm	20-25 cm	25-30 cm	>30 cm
	% andel kjønnsmoden	0	25	—	68
	% andel rød kjøttfarge	0	50	—	48
	% vis med parasitter	0	10	—	70
	antall parasitter	0	<1	—	540

Noen kommentarer:

- Fisken i de tre innsjøene som ble rotenonbehandlet i 2012, ser ut til å ha utviklet seg relativt likt. Det meste av fisken som ble tatt opp, er nå aldersbestemt. Undersøkelser viser at den største fisken tilhører de årsklasser som har utviklet seg fra den yngel som ble satt ut i vannene tidlig etter rotenonaksjonen. Veksten har vært god. Bare rundt halvparten av den store fisken (over 30 cm) er kjønnsmoden. Det er lite. At veksten prioriteres foran kjønnsmodningen, tyder på gode næringsforhold, noe som også viser at det stadig er relativt lav tetthet i bestandene. Det siste ble også bekreftet av antall fisk pr garn i fangstene. Kondisjonen og kjøttkvaliteten på fisken er gjennomgående meget god, selv om enkelte individer har såpass mange parasitter at det trekker inntrykket noe ned. Aldersbestemmelsene viser også på at etterveksten fra yngre årsklasser er god.
- Rødfarge på kjøttet hos innlandsfisk har som regel sammenheng med om den har tilgang til et kosthold som inneholder krepsdyr. Her er det to hovedkilder, små krepsdyrplankton i de frie vannmassene og marflo som finnes i strandsona. For at rødfargen skal avsettes i fiskekjøttet, er det en forutsetning at fisken har fett lagret i muskulaturen. Små røye spiser gjerne mye krepsdyrplankton, og utvikler gjerne tidligere rødfarget kjøtt enn ørret, som i stor grad lever av innsekter og larver, og som ikke gir rødfarge.
- Røye blir gjerne tidligere infisert av parasitter enn ørret. Smitten kommer fra hoppekrepsen, som finnes i krepsdyrplanktonet som røya spiser mye av opp til den når en lengde på rundt 25 cm. Ørreten spiser ikke så mye plankton, men den spiser mer av småfisk, blant annet stingsild. Enkelte individer som spesialiserer seg på fiskediett, kan bli kraftig infisert av parasitter. Materialet vårt kan tyde på at noen røyer har gått over til samme fiskediett som ørreten, og dermed har blitt infisert av parasitter gjennom dette. Oftere skjer det motsatte. Det kan tyde på at her er det så mye mat i vatnet at det er liten konkurranse mellom artene.
- I alle bestander forekommer det at enkeltindivider blir kjønnsmodne før de når normal gytestørrelse. Hos laks forekommer det at hanner kjønnsmodnes tidlig og blir til dverghanner (gyteparr) som med lengder på 10 – 15 cm blander seg inn i gytingen til irritasjon for de store hannene. Dette fenomenet er ikke kartlagt i samme grad hos innlandsfisken. Både i Fustvatnet og Ømmervatnet finnes det en genetisk variant av røye, «dypvanns-dverg», som hovedsakelig lever på dypt vann, og som gytemodnes mens de er forholdsvis små. Noen individer av denne varianten kan finnes i vårt utvalg.