

Laks og *Gyrodactylus* i Driva - status 2004 (foreløpig rapport)

Bjørn Ove Johnsen, Kjetil Hindar, Torveig Balstad, Nils Arne Hvidsten, Arne J. Jensen, Jan Gunnar Jensås, Marit Syversveen og Gunnel Østborg

NINA Minirapport er en enklere tilbakemelding til oppdragsgiver enn det som dekkes av NINAs øvrige publikasjonsserier. Minirapporter kan være notater, foreløpige meldinger og del- eller sluttresultater. Minirapportene registreres i NINAs publikasjons-database, med internt serienummer.



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Sammendrag

Formålet med dette prosjektet var å øke kunnskapen om effekter av *G. salaris* i vassdrag som har vært infisert i lang tid, særlig med hensyn til forekomsten av langtidsverter. Vi undersøkte bestandsstatus for laks- og aureunger i Driva og beregnet forekomst av hybrider mellom de to artene, både i ungfiskbestanden og i et materiale av voksen fisk i 2004. På alt materialet av laks og laksXaure-hybrider undersøkte vi også forekomsten av parasitten *Gyrodactylus salaris*. Laksunger forekom i lave tettheter og med høye infeksjoner av *G. salaris*. Vi fant høy tetthet av aureunger i hele vassdragets lengde. Vi fant hybrider mellom laks og aure både i aldersgruppe 0+ og 1+. I totalmaterialet var frekvensen av hybrider 1,0 % blant årsyngel og 10,1 % blant ettåringer. Dersom vi kun ser på forholdet mellom laks og hybrider var frekvensen av hybrider 14,7 % blant årsyngel og 62,3 % blant ettåringer. Verken laksunger eller hybrider ble funnet i aldersgruppe 2+ eller eldre. Vi fant heller ikke hybrider mellom laks og aure i et skjellmateriale av voksen fisk. Lav tetthet av laksunger og høy forekomst av *G. salaris* tyder på at det fortsatt er høy dødelighet av laksunger i Driva. Laksungene hadde til dels god vekst, så det er mulig at noen av dem kan vandre ut som toårig smolt dersom de overlever *Gyrodactylus*-infeksjonen. Hybridene hadde en lavere infeksjonsgrad av *G. salaris* enn laksunger, og kan medvirke til å spre parasitten dersom de vandrer ut i sjøen. Manglende funn av voksne hybrider i Driva, tyder imidlertid på at hybridene kan ha dårlig overlevelse i sjøen. Hybridiseringen mellom laks og aure i Driva har sannsynligvis sammenheng med den sterkt reduserte laksebestanden og et relativt høyt innslag av ikke-stedegen laks. Hybridenes genetiske status vil bli gjenstand for videre undersøkelser.

1. Innledning

Erfaringene fra vassdrag og fra laboratorieeksperimenter har vist at norske laksestammer er meget mottakelige overfor parasitten *Gyrodactylus salaris* samtidig som de har manglende evne til å motstå en *G. salaris*-infeksjon. Konsekvensene er høy dødelighet av laksunger og en sterkt redusert bestand av laksunger fulgt av tilsvarende reduksjon i bestanden av voksen laks (kfr. Johnsen et al. 1999).

Den langsiktige utviklingen av parasitt/vertsforholdet mellom *G. salaris* og laks er usikker. En mulighet er at det etter hvert kan utvikle seg et likevektig forhold mellom de to organismene. Dette skjer enten ved at verten blir mindre mottagelig eller utvikler større grad av resistens. Eller også kan det skje ved at parasitten blir mindre skadelig. Det er vanskelig å si hvor lang tid en slik utvikling vil ta og hva en eventuell likevekts-tilstand vil innebære.

Økt tetthet av laksunger og redusert antall parasitter per laksunge, kan være tegn på et endret forhold mellom *G. salaris* og laks. På slutten av 1990 – tallet ble det registrert lavere infeksjoner og færre infiserte laksunger i Vefsnavassdraget i Nordland fylke. Vefsna har hatt forekomst av *G. salaris* siden slutten av 1970 – tallet og det ble spekulert i om den nye situasjonen kunne skyldes at det foregikk en form for tilpasning i retning av et likevektig forhold mellom vert og parasitt. Undersøkelser som NINA utførte i Vefsna i 2003 viser imidlertid at observasjoner som dette, også kan ha helt andre forklaringer. I Vefsna viste det seg at en stor andel av "laksungene" med lave infeksjoner av *G. salaris*, i virkeligheten var hybrider mellom laks og aure. Av 65 antatte laksunger eldre enn årsyngel var 63 hybrider (97 %). Hybridene hadde lavere infeksjon enn laksungene.

Sommeren 2004 ble det bevilget midler til tilsvarende undersøkelser i Driva. Undersøkelsenes hovedmål var å kartlegge forekomsten av aure, laks og hybrider i ungfiskbestanden i Driva og undersøke forekomst og mengde av parasitter på laksunger og eventuelle hybrider.

1.1 Beskrivelse av Drivavassdraget

Driva har sitt utspring i de sentrale deler av Dovre. Herfra renner den nordover gjennom Drivdalen og Oppdal og videre mot vest gjennom Sunndalen til utløpet på Sunndalsøra, i indre del av Sunndalsfjorden. Drivas naturlige nedbørfelt er 2 493 km², men 373 km² av feltet på nordsiden av elva blir regulert av Sør-Trøndelag Kraftselskap og Møre og Romsdal Energiverk, gjennom Driva kraftverk. Kraftverket, som ble satt i drift i 1973, har utløp 22 km fra sjøen. Lakseførende strekning i hovedelva er ca. 85 km. Dessuten går laksen opp i sideelva Grøvu, mens sjøauren også går opp i de nedre delene av Grøa, Vekveelva, Dørumselva og Ålma. Total lakseførende strekning er derfor oppgitt til ca. 98 km.

Driva har vært en av de beste lakseelvene i landet, og det foreligger offentlig statistikk over fisket helt fra 1876. I perioden 1966-76 lå fangsten av laks på 4400-17 000 kg pr år. Parasitten *G. salaris* førte til en dramatisk nedgang i oppfisket kvantum laks. I perioden 1983-88 ble det fanget mellom 500 og 1400 kg laks pr år. Driva var sannsynligvis infisert av *G. salaris* allerede i 1976, da parasitten ble påvist i et fiskeanlegg som tok inntaksvann fra elva og hadde avløp til elva, men den ble ikke påvist på laksunger i elva før i 1980.

Driva er også kjent for å være en god sjøaureelv, med en stamme av meget stor fisk (kludd). Tidligere lå andelen av sjøaure i fangstene som regel på 20-40 %. Etter at vassdraget ble infisert av *G. salaris* har imidlertid fangsten av sjøaure vært flere ganger større enn laksefangsten.

Ungfiskundersøkelser har vært foretatt i Driva siden 1964, først i regi av Fiskerikonsulenten i Midt-Norge og senere av Fylkesmannen i Sør-Trøndelag og Fylkesmannen i Møre og Romsdal (etter 1989). Før 1977 foregikk elfisket på få lokaliteter, og beliggenheten varierte fra år til år. Fra og med 1977 har fisket foregått på et stort antall faste stasjoner, fordelt på hele den lakseførende strekning. I 1977 var den gjennomsnittlige tettheten av laksunger (eldre enn årsyngel) 33,2 fisk pr. 100 m². I 1978 og 1979 var tettheten sunket til henholdsvis 15,9 og 2,6 fisk pr. 100 m². Årlige undersøkelser videre fram til 1998 viste svært lave tettheter av laksunger (kfr. Johnsen et al. 1999). Ungfiskundersøkelser høsten 2002 viste at tettheten av laksunger var svært lav på alle stasjoner (Solem et al. 2003).

2. Metoder og materiale

I 2004 ble det gjennomført kvantitativt elfiske på til sammen 10 stasjoner på strekningen Sunndalsøra – Oppdal. Tre av lokalitetene (st. 1 – 3) er lokalisert nedstrøms Driva kraftverk, fem stasjoner (st. 4 – 8) ligger på strekningen Driva kraftverk – Gråura og to stasjoner (st. 9 og 10) ligger i Oppdal (**tabell 1**). Tettheten av fiskunger (større enn årsyngel) ble beregnet på hver elfiskestasjon ved tre gangers suksessivt elfiske (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Etter hver fiskeomgang ble all fisk artsbestemt i felt på grunnlag av ytre kjennetegn. All fisk med klare laksetrekk (tydelige parmerker, store brystfinner, fettfinne uten rød kant, slank halerot, dypt kløftet halefinne) ble klassifisert som laks. All fisk med klare aurettekk (utydelige parmerker, relativt små brystfinner, rødkantet fettfinne, tykk halerot, halefinne med grunn kløft), ble klassifisert som aure.

Alle fiskunger med lakselignende morfologiske trekk ble fiksert enkeltvis på 96 % alkohol. De øvrige ble fiksert samlet for hver fiskeomgang. Alle fiskunger ble nøye undersøkt i laboratorium med tanke på forekomst av *Gyrodactylus* - parasitter. Parasitter ble talt på hver enkelt finne og på fiskekroppen. Begrepene prevalens (prosentandel infiserte) og intensitet (gjennomsnittlig antall parasitter/infisert individ) er brukt i samsvar med Margolis et al. (1982) og Bush et al. (1997). I laboratoriet ble alle fiskunger lengdemålt og aldersbestemt ved hjelp av skjell. I tvilstilfeller ble også otolithene benyttet.

Til sammen 944 m² ble fisket over på de 10 stasjonene og det ble fanget 520 årsyngel (0+), 307 ettårige fiskunger (1+), 46 toåringer (2+), 16 treåringer og 1 fireåring (tabell 2).

Tabell 1. Stasjoner, areal (m²), og innsamlet ungfiskmateriale fordelt på aldersklasser ved kvantitativt elfiske i Driva 24. - 26. august 2004. Lokalitetene er listet nedstrømsfra.

Stasjon	Areal (m ²)	0+	1+	2+	3+	4+	SUM
1 Hovehølen	100	115	49	1	1	0	166
2 Elverhøy bru	100	82	51	9	3	0	145
3 Hoås	100	32	23	4	1	0	60
4 Myren	100	37	23	3	0	0	63
5 Romfo bru	100	24	30	3	4	0	61
8 Ottem bru	100	82	52	4	1	0	139
6 Bjørbekk bru	44	48	34	14	6	1	103
7 Liahjell bru	100	44	14	3	0	0	61
9 Ved Skrubekken	100	23	16	1	0	0	40
10 Svarthølen	100	33	15	4	0	0	52
Sum	944	520	307	46	16	1	890

I tillegg til ungfiskundersøkelsene ble det også satt i gang innsamling av skjellprøver av laks og sjøaure fra sportsfiskerne i Driva. Vi fikk inn til sammen 59 skjellprøver av laks og sjøaure fanget i 2004. Samtlige villaks og sjøaure i dette materialet ble undersøkt genetisk med tanke på hybridisering. Tilsvarende undersøkelser ble også gjennomført på 96 eldre skjellprøver fra Driva fra årene 1977 og 1999 - 2003.

2.3 Forekomst av hybrider

Siden forekomsten av hybrider kan variere mellom fisk som er lakselike og fisk som er aurelike, brukte vi stratifisert sampling for å beregne andelen hybrider i ungfiskmaterialet

(Cochran 1953). Først ble alt ungfiskmateriale fra st. 2 (nede i vassdraget) og st. 10 (oppe i vassdraget) undersøkt genetisk med tanke på hybridisering. Ut fra resultatene fra disse to stasjonene ble all ungfisk som i felt var kategorisert som laks eller mulig hybrid undersøkt genetisk, mens hver tredje aure ble undersøkt.

Vi undersøkte artstilhørigheten i to gener fra cellekjernens DNA: et 5SrDNA-gen som av Pendas et al. (1995) er vist å kunne skille mellom laks, aure og laksXaure-hybrider, og en mikrosatelitt (SsOSL438) som vi har erfaring for kan skille de tre gruppene. Videre oppformerte vi et gen (ND1) i mitokondrienes DNA (mtDNA), der vi også har erfaring med hvilke mønstre som kjennetegner laks og aure (Anon 1997). Siden mitokondriene kun nedarves via mor-fisken, er det hennes art vi bestemmer med mtDNA. Som kontroll ble det parallelt med fiskungene fra Driva analysert en laks, en aure og en laksXaure-hybrid (med laks som mor) fra Oselven ved Bergen, samlet inn i 1995 og artsbestemt i et EU-prosjekt koordinert av NINA (Anon 1997).

Av totalmaterialet på 890 individer ble til sammen 806 karakterisert som aure på grunnlag av ytre morfologiske trekk. Av disse ble 396 undersøkt genetisk og samtlige viste seg å være aure. På grunnlag av dette har vi antatt at samtlige individer som ble karakterisert som aure, men som ikke ble undersøkt genetisk, var aure.

3. Resultater

3.1 Forekomst av hybrider mellom laks og aure.

Av 520 årsyngel var det 29 laksunger (5,6 %), 486 aureunger (93,5 %) og 5 hybrider (1,0 %). Det ble funnet årsyngel av laks på 8 av de 10 stasjonene mens de fem hybridene fordelte seg på fire stasjoner nedstrøms Gråura. Det ble funnet årsyngel av aure på samtlige stasjoner (**tabell 2**).

Av 307 ettåringer var det 18 laksunger (5,9 %), 258 aureunger (84,0 %) og 31 hybrider (10,1 %). Det ble funnet ettårige laksunger på 7 av de 10 stasjonene mens det ble funnet ettårige hybrider på 9 av de 10 stasjonene. Ettårige aureunger ble funnet på samtlige stasjoner.

Alle de 46 toåringene, de 16 treåringene og den ene fireåringen var aureunger.

Dersom vi kun ser på forholdet mellom laks og hybrider var fem av 34 årsyngel hybrider, dvs. 14,7 %, mens 31 av 49 ettåringer var hybrider, dvs. 62,3 %.

Tabell 2. Antall laks (L), aure (A) og hybrider (H) fordelt på årsklasser fra ti stasjoner i Driva i august 2004. Lokalitetene er listet nedstrømsfra.

Stasjon	0+			1+			2+			3+			4+		
	L	A	H	L	A	H	L	A	H	L	A	H	L	A	H
1	0	114	1	3	43	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0
2	2	80	0	0	48	3	0	9	0	0	3	0	0	0	0
3	1	30	1	1	22	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0
4	3	34	0	0	19	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
5	0	23	1	1	24	5	0	3	0	0	4	0	0	0	0
8	8	74	0	3	42	7	0	4	0	0	1	0	0	0	0
6	3	45	0	1	32	1	0	14	0	0	6	0	0	1	0
7	9	33	2	0	13	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
9	1	22	0	6	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	2	31	0	3	9	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
SUM	29	486	5	18	258	31	0	46	0	0	16	0	0	1	0

3.2 Bestandsundersøkelser

3.2.1 Tetthet

Det ble funnet laksunger > 0+ på 7 av de 10 stasjonene med varierende tetthet fra 0 til 6,1/100 m² og et gjennomsnitt på 2,1/100 m². Det ble funnet hybrider > 0+ på alle stasjoner med unntak av en. Tettheten varierte mellom 0 og 7,4/100 m² og den gjennomsnittlige tettheten av hybrider var 3,6/100 m². Aureunger > 0+ ble funnet på alle stasjoner. Tettheten varierte mellom 8,0 og 123,1 med en gjennomsnittlig tetthet på 39,6/100 m² (**tabell 3**).

Tabell 3 Tetthet ($n/100\text{ m}^2$) av laks, hybrider og aure > 0+ på de ti stasjonene i Driva i 2004.

Stasjon	Laks	Hybrider	Aure
1 Hovehølen	3,4	$3,1 \pm 0,7$	$46,7 \pm 3,6$
2 Elverhøy bru	0	$3,1 \pm 0,7$	$61,0 \pm 2,4$
3 Hoås	1,1	0	$27,1 \pm 0,8$
4 Myren	0	$4,4 \pm 2,2$	$22,2 \pm 1,1$
5 Romfo bru	1,1	$5,9 \pm 4,2$	$31,4 \pm 1,5$
8 Ottem bru	3,4	$7,4 \pm 2,0$	$47,4 \pm 1,5$
6 Bjørbekk bru	2,5	2,6	$123,1 \pm 6,4$
7 Liahjell bru	0	1,1	$16,2 \pm 1,1$
9 Ved Skrubekken	$6,1 \pm 1,0$	4,6	8,0
10 Svarthølen	3,4	3,4	$13,1 \pm 0,8$
Gjennomsnitt	2,1	3,6	39,6

3.2.2 Vekst

Årsyngel av laks var i gjennomsnitt 47,9 mm (37 – 57 mm) lange, mens årsyngel av hybrider var 45,4 mm (40 – 52 mm) og årsyngel av aureunger var 49,8 mm (29 – 70 mm).

Ettårige laksunger var i gjennomsnitt 86,8 mm (79 - 96) lange, mens ettårige hybrider var 87,5 mm (70 – 103 mm) og ettårige aureunger var 84,4 mm (63 – 142 mm). To-årige og treårige aureunger hadde en gjennomsnittslengde på henholdsvis 114,2 mm (97 – 135 mm) og 146,7 mm (116 – 182 mm) (**tabell 4**).

Tabell 4. Antall (n), gjennomsnittslengde (L i mm) og standardavvik (SD) hos ulike aldersklasser av laksunger, hybrider og aureunger innsamlet i Driva 24. – 26. august 2004.

Art	0+			1+			2+			3+		
	n	L	SD	n	L	SD	n	L	SD	n	L	SD
Laks	29	47,9	5,2	18	86,8	6,0	0	-	-	0	-	-
Hybrider	5	45,4	5,1	31	87,5	8,7	0	-	-	0	-	-
Aure	486	49,8	7,3	258	84,4	8,8	46	114,2	9,3	16	146,7	17,5

3.3 Vert/parasittforholdet

Av de 29 laksene som var årsyngel var 26 (90 %) infisert. Den gjennomsnittlige intensiteten var 358 parasitter/infisert individ og den høyeste infeksjonen var 1788 parasitter på en fisk. Av de fem hybridene som ble funnet var tre infisert. Den gjennomsnittlige intensiteten var 5 parasitter/infisert individ og den høyeste infeksjonen var 8 parasitter på en fisk (**tabell 5**).

Av de 18 ettårige laksungene var samtlige infisert med en gjennomsnittlig intensitet på 2442 parasitter/infisert individ. Infeksjonen varierte mellom 598 og 6040 parasitter på en

fisk. Av de 31 ettårige hybridene var 87 % infisert med en gjennomsnittlig intensitet på 13 parasitter/infisert individ. Infeksjonen varierte mellom 1 og 68 parasitter/infisert individ (**tabell 5**).

Hybridene hadde således lav infeksjon sammenlignet med laksungene.

Tabell 5. Antall (*n*), prosentandel infiserte (*P*) og gjennomsnittlig intensitet (variasjonsbredde) hos laksunger og hos hybrider mellom laks og aure innsamlet på ti stasjoner i Driva i august 2004.

	0+			1+		
	n	P	Intensitet	n	P	Intensitet
Hybrider	5	60	5 (1 – 8)	31	87	13 (1 – 68)
Laksunger	29	90	358 (1 – 1788)	18	100	2442 (598 – 6040)

3.4 Undersøkelser av voksen laks og sjøaure

Det kom inn til sammen 39 skjellprøver av laks og 20 skjellprøver av sjøaure fra Driva i 2004. Av de 39 laksene ble 38 bestemt til villaks og en var av usikker bakgrunn (enten utsatt eller rømt oppdrettslaks).

Det ble gjennomført genetiske undersøkelser av til sammen 111 villaks og 43 sjøaure fra 1977 og fra perioden 1999 - 2004 (**tabell 6**). Disse fiskene var karakterisert som henholdsvis villaks og sjøaure ut fra morfologiske trekk og skjellanalyser.

Tabell 6. Antall skjellprøver av villaks og sjøaure fra Driva som ble undersøkt genetisk med tanke på hybridisering.

År	Villaks	Sjøaure
2004	38	20
2003	5	0
2002	23	0
2001	3	3
2000	6	2
1999	3	4
1977	33	14
SUM	111	43

Samtlige villaks ble artsbestemt til laks og samtlige sjøaure ble artsbestemt til sjøaure med den genetiske markøren 5SrDNA. Det ble ikke påvist hybrider i materialet av voksen fisk.

De 38 villaksene fra 2004 hadde varierende smoltalder: 2 år (1 stk), 3 år (26 stk), 4 år (10 stk) og 5 år (1 stk) med et gjennomsnitt på 3,3 år.

I tillegg fikk vi i 2004 vevsprøver av tre fisk som av sportsfiskere ble karakterisert som "små-laks?" Av disse ble to bestemt til laks og en til sjøaure ved genetiske analyser.

4. Diskusjon

Det har lenge vært kjent at man ved kunstig befruktning kan produsere levedyktige kryssninger mellom laks og aure (e.g. Alm 1955, Dangel et al. 1973). Piggins (1964) viste også at noen kunstig produserte hybrider var fruktbare og at det var mulig å få til et variert utvalg av kryssninger og tilbakekryssninger. Det er vanskelig å identifisere hybrider bare på grunnlag av ytre kjennetegn. Morfologiske undersøkelser av 44 hybrider fra en svensk elv (Janson et al. 1991), viste at hybridene var vanskelig å oppdage når man brukte bare ytre karakterer.

I en morfologisk sammenligning av mer enn 40 karakterer hos laks, aure og hybrider fra Dalelven i Sverige, fant Hedenskog et al. (1997) at det var ingen signifikant forskjell mellom de tre gruppene i så mye som 47,6 % av de undersøkte karakterene. I ytre karaktertrekk var hybridene mer aurelignende enn lakselignende. I en undersøkelse av hybrider fra samme elv fant Jansson & Øst (1997) at alle hybridene hadde aure som mor.

Våre undersøkelser i Vefsna i 2003 understreker at det er vanskelig å oppdage hybrider kun ved bruk av ytre kjennetegn. Av til sammen 65 individer som var eldre enn årsyngel og som i utgangspunktet var karakterisert som laksunger var det hele 63 hybrider.

4.1 Forekomst av hybrider

Etter at det ble mulig å skille ut hybrider ved hjelp av genetiske markører (Anon 1997), er hybrider rapportert fra flere elver (Payne et al. 1972, Solomon & Child 1978, Hurrell & Price 1991, Jansson et al. 1991). Mange av elvene har laks- og aurepopulasjoner som er betydelig påvirket av menneskelige aktiviteter (Hedenskog et al. 1997). Hybrider mellom oppdrettslaks og aure er kjent fra skotske og norske elver (Youngson et al. 1993, Anon. 1997).

Det finnes noen publikasjoner som tallfester forekomster av hybrider i naturlige bestander. På de Britiske øyer er det funnet en frekvens på 0,3 % hybrider blant voksne "laks" (Solomon & Child 1978), fra Nord-Irland 0,4 % (Crozier 1984), fra Nord-Amerika 0,9 % (Verspoor 1988) og fra Spania 2,3 % (Garcia de Leaniz & Verspoor 1989). Ifølge Janson et al. (1991) må disse verdiene sees på som minimumsestimater siden målet med innsamlingene enten har vært laks eller aure. Janson et al. (1991) mener imidlertid at en frekvens på 13 % hybrider som de fant i Grønån i Sverige må betraktes som et høyt estimat i naturlige systemer. I genetiske undersøkelser av laks og aure fra Norge, ble det funnet 0,24 % hybrider i materiale samlet inn i 1980 – 1986 og 0,87 % i materiale samlet inn i 1987 – 1992 (Hindar & Balstad 1994). Høyeste frekvens i en enkeltbestand var 8 %. Det var signifikant høyere andel hybrider i laksebestander som ble vurdert som truet av Direktoratet for naturforvaltning enn i andre bestander.

Ungfiskmaterialet fra Driva i 2004 var sterkt dominert av aure. Frekvensen av hybrider var 1,0 % blant årsyngelen og 10,1 % blant ettåringene. I Driva ble det ikke funnet hybrider som var eldre enn ett år. Tilsvarende frekvens av hybrider i Vefsna i 2003 var 2,4 % blant årsyngel og 28,8 % blant ettåringer. I Vefsna ble det også funnet både toårige og treårige hybrider.

Dersom vi bare ser på forholdet mellom laks og hybrider var fem av 34 årsyngel hybrider (14,7 %), mens 31 av 49 ettåringer var hybrider (62,3 %). I Vefsna i 2003 var tilsvarende forholdstall 7 % hybrider blant årsyngelen og 95,8 % hybrider blant ettåringene.

Heggberget et al. (1988) foreslo adskillelse i tid og rom som de viktigste reproduktive isolasjonsmekanismer for laks og aure under gyting. Auren gyter vanligvis tidligere enn laksen og ofte i sidevassdrag mens laksen gyter i hovedelva. At isolasjonsmekanismene ikke er virksomme i Driva, kan ha sin årsak i redusert gytebestand av laks eller at en eller begge artene er ute av "fase" i forhold til gytetid eller -sted. Drivavassdraget har en sterk populasjon av sjøaure, mens den opprinnelige bestanden av villaks er sterkt redusert pga *G. salaris*.

Funn av årsyngel av hybrider på fire stasjoner og av ettårige hybrider på ni stasjoner i Driva tyder på at hybridiseringen i Driva har foregått over store deler av elvestrekningen, slik vi fant i Vefsna.

4.2 Bestandsundersøkelser

Forekomsten av årsyngel av laks i Driva i august 2004 var svært beskjeden. På de 10 stasjonene (944 m²) ble det kun funnet 29 årsyngel. I Vefsna i august 2003 ble det funnet 92 årsyngel på 9 stasjoner (908 m²).

Tettheten av laksunger > 0+ i Driva i 2004 varierte mellom 0 og 6,1 med et gjennomsnitt på 2,1/100 m². Tettheten var svært lav sammenlignet med tettheten av laksunger i Driva før *G. salaris* angrepet hadde begynt å gjøre seg gjeldende. Tettheten var imidlertid i overkant av det som ble funnet i perioden 1980 – 1998 (kfr. Johnsen et al. 1999, s. 62). Tettheten av laksunger i Driva var også høyere enn tilsvarende tetthet av laksunger i Vefsna i august 2003 som var 0,3/100 m². Det ble ikke funnet toårige laksunger i Driva. Dette kan skyldes at laksungene dør i løpet av sin andre høst eller vinter. Men det kan også skyldes utvandring som toårig smolt dersom de er i stand til å overleve *G. salaris* infeksjonen.

Det ble funnet til sammen fem hybrider av årsyngel i Driva i 2004. Til sammenligning ble det i Vefsna i august 2003 funnet til sammen ni hybrider av årsyngel på et tilsvarende areal. Tettheten av hybrider > 0+ i Driva varierte mellom 0 og 7,4/100 m² med et gjennomsnitt på 3,6/100 m². I Vefsna i 2003 varierte tettheten av hybrider eldre enn 0+ mellom 0 og 11,8/100 m² med et gjennomsnitt på 4,6/100 m².

Både laksungene og hybridene hadde god tilvekst i Driva. Det er vanlig å anta at laksunger som når en lengde på 10 cm i løpet av høsten, kan smoltifisere og vandre ut av vassdraget neste vår. Ca. 17 % av de ettårige laksungene og 23 % av hybridene som ble fanget i august var > 94 mm, det vil si at de var store nok til å nå denne lengden. Men om laksungene som var sterkt infisert av *G. salaris* ville ha klart å overleve til neste vår, er et åpent spørsmål. I så fall ville disse individene ha vandret ut som toårig smolt. Skjellanalyser av 38 voksne villaks fanget i Driva i 2004 viste én laks med smoltalder på 2 år (kfr kap 3.4).

At det ikke ble funnet hybrider som var eldre enn to år, kan tyde på at hybridisering er et nytt fenomen i Driva eller at de aller fleste hybridene vandrer ut fra vassdraget som toårig smolt. Hybrider hadde lav infeksjon av *G. salaris* og kan, dersom de vandrer ut i sjøen, bidra til å spre parasitten. Manglende funn av hybrider i materialet av voksne laks og sjøaure kan tyde på at hybrider har dårlig overlevelse i sjøen og/eller at de ikke finner tilbake til Driva.

4.3 Vert/parasittforholdet

Bakke et al. (1999) undersøkte mottakeligheten hos hybrider mellom laks og aure overfor *G. salaris*. De fant at forekomsten av *G. salaris* på hybrider var intermediær mellom foreldreartene, men at det spilte en rolle hvilken art som var mor og hvilken art som var far. Når faren var laks og mora var aure var mottakeligheten hos hybridene lik den hos aure, det vil si svært lite mottakelig. I tilfeller med aurefar og laksemor forekom det blant hybridene individer som var svært lite mottakelige, individer som var intermediært mottakelige og individer som var mottakelige (Bakke et al. 1999).

I Driva har vi funnet at både laks og sjøaure kan være morfisk til hybridene. Vi har så langt identifisert seks hybrider med laks som mor, 25 med aure som mor og fem der arvegangen er uavklart. I ungfiskmaterialet fra Vefsna i 2003 hadde samtlige hybrider (unntatt tre hvor morfisk ikke lot seg bestemme) auremor.

Laksungene i Driva var sterkt infisert av *G. salaris*. Av de 29 laksungene som var årsyngel var 90 % infisert med en gjennomsnittlig intensitet på 358 parasitter. I Vefsna i august 2003 var 76 % av årsyngelen infisert med en gjennomsnittlig intensitet på 125 parasitter pr. infisert fisk. Av de 18 ettåringene i Driva var samtlige infisert med en gjennomsnittlig intensitet på 2442 parasitter. To ettårige laksunger fra Vefsna i august 2003 hadde en gjennomsnittlig intensitet på 1044 parasitter. Infeksjonen av *G. salaris* på laksunger i Driva ser derfor ut til å være like kraftig som i Vefsna. Denne likheten med forholdene i Vefsna kan tyde på at det ikke har skjedd vesentlige endringer i vert/parasittforholdet i Driva. Vi må imidlertid ta forbehold om at vi ikke har data om vert/parasittforholdet i Driva fra tidligere år.

Undersøkelser i Vefsna har vist at de fleste laksungene dør av *Gyrodactylus*-infeksjonen i løpet av sitt første leveår. Noen lever til de er godt og vel ett år gamle, akkurat lenge nok til å infisere neste årsklasse av laksunger (Johnsen & Jensen 1988). Siden infeksjonen i Driva ser ut til å være like kraftig som i Vefsna er det sannsynlig at de fleste laksungene i Driva også dør i løpet av sitt første leveår. Manglende funn av toårige laksunger kan også tyde på dette.

4.4 Hybridgenetikk

Med det forholdsvis høye antallet hybrider vi fant i Driva, er det flere spørsmål det vil være mulig å besvare med genetiske metoder. Blant disse spørsmålene er: (1) Er hybridene avkom av laks og aure som har sin opprinnelse i Driva, eller er det for eksempel rømt oppdrettslaks eller feilvandrende villaks som bidrar til hybridiseringen? (2) Er hybridene i stand til å etterlate seg avkom i vassdraget?

Det første spørsmålet kan delvis besvares ved å undersøke gener som varierer både hos laks og aure, uten at variasjonen gjør det vanskelig å fastslå hvilken genvariant som kommer fra laks og hvilken som kommer fra aure. For disse genene kan vi sammenlikne frekvensen av ulike genvarianter i hybridene med frekvensen av de samme variantene hos henholdsvis laks og aure. Som sammenlikningsgrunnlag kan vi bruke både nåtidige stikkprøver av laks og aure, samt historiske stikkprøver av laks som vi tror representerer elvas opprinnelige stamme bedre enn dagens fåtallige laksebestand. Vi vet fra andre vassdrag og eksperimenter at rømt oppdrettslaks kan ha lettere for å gyte med aure enn det villaks har (Youngson et al. 1993). Videre er det mulig at feilvandrende laks fra andre elver kan gi større overlapp i gytetid enn det som er tilfellet med Drivas egne fiskebestander. Svaret på dette spørsmålet blir imidlertid ikke klart før vi har gjennomført mer detaljerte genetiske analyser.

Det andre spørsmålet krever også en større detalj-grad i analysene enn det vi hittil har nådd. Mens det er enkelt å skille mellom en førstegenerasjonshybrid og hver av foreldreartene, er det ikke like enkelt å skille mellom en førstegenerasjonshybrid og deres avkom (enten de har gytt med laks, aure, eller med en annen hybrid). For eksempel forventes det at en førstegenerasjonshybrid viser hybrid-uttrykk i alle gener som skiller mellom laks og aure, mens en tilbakekrysning mellom en førstegenerasjonshybrid og laks forventes å vise hybrid-uttrykk i halvparten av de variable genene og lakse-uttrykk i resten. Slike tilbakekryssninger er uhyre sjeldne, selv i forsøk der de blir forsøkt produsert kunstig. I Driva har vi funnet fem individer som ser ut som førstegenerasjonshybrider i de (få) genene vi har testet, og som samtidig ser ut til å være bærere av to genvarianter fra laks og én fra aure. Dette tyder på at fiskene er triploide (dvs. har tre kromosomsett istedenfor to, som er det normale). En forklaring på triploidi er at eggets kromosomsett er fordoblet like etter befruktning – i så fall skulle disse individene vær avkom av laks mor og aure far. Dersom vi ser på mønsteret i de fem individenes mitokondrieDNA, viser dette et typisk auremønster. Når vi vet at mtDNA kun nedarves via morfisksen, sitter vi med to motstridende resultater der et triploid genuttrykk tyder på laks mor og mtDNA tyder på aure mor. Flere forklaringer kan finnes, blant annet mutasjon i mtDNA eller innkrysning av aure-mtDNA i laks en gang i nær eller fjern fortid. Det er også funnet eksperimentelt at tilbakekryssninger kan bli triploide (Johnson & Wright 1986, Dannewitz & Jansson 1996).

5. Konklusjon

- Ungfiskundersøkelser på 10 stasjoner i Driva i august 2004 viste at auren domierte i vassdraget.
- Laksunger forekom i lave tettheter og med høye infeksjoner av lakseparasitten *G. salaris*.
- Ved hjelp av genetiske undersøkelser ble det påvist hybrider mellom laks og aure i hele vassdragets lengderetning.
- Funn av to årsklasser av hybrider viser at det må ha foregått hybridisering i gytebeholden i Driva både 2002 og i 2003.
- I den totale ungfiskbestanden (laks, aure, hybrider) var frekvensen av hybrider 1,0 % blant årsyngelen og 10,1 % blant ettåringene. Dersom vi kun ser på forholdet mellom laks og hybrider var frekvensen av hybrider 14,7 % blant årsyngel og 62,3 % blant ettåringer.
- Et relativt lite materiale av voksen villaks og sjøaure ble analysert genetisk. Det ble ikke påvist hybrider verken i materialet fra 2004 eller i eldre skjellmateriale.
- Svært lav tetthet av laksunger og høy infeksjon av *G. salaris* hos laksungene, tyder på høy dødelighet hos laksunger i Driva.
- Hybrider hadde lav infeksjon av *G. salaris* og kan, dersom de vandrer ut i sjøen, bidra til å spre parasitten.
- Laksungene i Driva hadde god tilvekst og en del kan vandre ut som toårig smolt dersom de er i stand til å overleve *G. salaris* - infeksjonen.

6. Referanser

- Alm, G. 1955. Artificial hybridization between different species of the salmon family. – Inst. Freshw. Res. Bd., Drottningholm, Report 36: 13 – 56.
- Anon. 1997 (K. Hindar, coordinator). Hybridisation between escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*): frequency, distribution, behavioural mechanisms and effects on fitness. *Final Report, CEC Contract AIR3 CT94 2484*, Norwegian Institute for Nature Research, Trondheim, 168 pp. + Appendix 106 pp.
- 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
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9 - 43.
- Bush, A.O., Lafferty, K.O., Lotz, J.M. & Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. – J. Parasitol. 83 (4): 575 – 583.
- Cochran, W.G. 1953. Sampling Techniques. – John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Crozier, W.W. 1984. Electrophoretic identification and comparative examination of naturally occurring F1 hybrids between brown trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*S. salar* L.). – Comparative Biochemistry and Physiology 78B: 785 – 790.
- Dangel, J.R., Macy, P.T. & Withler, F.C. 1973. Annotated bibliography of interspecific hybridization of fishes of the subfamily Salmoninae. – NOAA Technical Memorandum NMFSNWFC-1.
- Dannewitz, J. & Jansson, H. 1996. Triploid progeny from a female Atlantic salmon x brown trout hybrid backcrossed to a male brown trout. – J. Fish Biol. 34: 547 – 560.
- Garcia de Leaniz, C. & Verspoor, E. 1989. Natural hybridization between Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, in northern Spain. – J. Fish Biol. 34: 41 – 46.
- Hedenskog, M., Petersson, E., Järvi, T. & Khamis, M. 1997. Morphological comparison of natural produced Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.), and their hybrids. - Nordic J. Freshw. Res. 73, 35 - 43
- Heggberget, T.G., Haukebø, T., Mork, J. & Ståhl, G. 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. – J. Fish. Biol. 33: 347 – 356.
- Hindar, K. & Balstad, T. 1994. Salmonid Culture and Interspecific Hybridization – Conservation Biology 8 (3): 881 – 882.
- Hurrell, R.H. & Price, D.J. 1991. Natural hybrids between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and trout, *Salmo trutta* L., in juvenile salmonid populations in south-west England. - Journal of Fish Biology 39, 335-341.
- Jansson, H. & Oest, T. 1997. Hybridization between Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*S. trutta* L.) in a re-established reproduction area. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54 (9): 2033 - 2039.
- Jansson, H., Holmgren, I., Wedin, K. & Anderson, T. 1991. High frequency of natural hybrids between Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *S. trutta* L., in a Swedish river. - Journal of Fish Biology 39, 343-348.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1988. Introduction and establishment of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry and parr in the River Vefsna, northern Norway. - J. Fish Diseases 11: 35-45.
- 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: 1-129.

- Johnson, K.R. & Wright, J.E. 1986. Female brown trout X Atlantic salmon hybrids produce gynogens and triploids when backcrossed to male Atlantic salmon. – *Aquaculture* 57: 345 – 358.
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris, A.M. & Schad, G.A. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American society of parasitologists). - *J. Parasitol.* 68 (1), 131 - 133.
- Payne, R.C., Child, A.R. & Forrest, A. 1972. The existence of natural hybrids between the European trout and the Atlantic salmon - *J. Fish Biol.* 4, 233 - 236.
- Pendas, A.M., Moran, P., Martinez, J.L. & Garcia-Vasquez, E. 1995. Applications of 5SrDNA in Atlantic salmon, brown trout, and in Atlantic salmon x brown trout hybrid identification - *Molecular Ecology* 4 (2): 275 – 276.
- Piggins, D.J. 1964. Salmon and sea trout hybrids. - I.C.E.S. Salmon and Trout Committee, Paper no. C.M. 1964/50.
- Solem, Ø., Kjørnes, A.J. & Aasen, O.M. 2003. Ungfiskundersøkelser i Drivavassdraget høsten 2002. – Rapport, 1 – 27.
- Solomon, D.J. & Child, A.R. 1978. Identification of juvenile natural hybrids between Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) - *J. Fish Biol.* 12, 499 - 501.
- Verspoor, E. 1988. Widespread hybridization between native Atlantic salmon, *Salmo salar*, and introduced brown trout, *S. trutta*, in eastern Newfoundland. – *J. Fish Biol.* 32: 327 – 334.
- Youngson, A.F., Webb, J.H., Thompson, C.E. & Knox, D. 1993. Spawning of Escaped Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) - Hybridization of Females with Brown Trout (*Salmo trutta*) - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50 (9), 1986 - 1990.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - *J. Wildl. Manage.* 22: 82-90.