

RØMMING AV LAKS OG REGNBUEØRRET - KONSEKVENSER PÅ VILLE BESTANDER

Escapements of salmonids -
consequences for wild populations

Ove Skilbrei, Øystein Skaala, Geir Lasse Taranger og Håkon Otterå



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Rømming av laks og regnbueørret fra oppdrettsanlegg – konsekvenser på ville laksebestander

Havforskningsinstituttet mener at rømming av laks og regnbueørret fra oppdrettsanlegg kan innebære negative miljøpåvirkninger på de ville laksebestandene. Omfanget og betydningen av miljøpåvirkningene vil variere en god del både mellom områder og mellom elver. Vi kan grovt sett dele den negative påvirkningen inn i tre deler; genetisk påvirkning, økologisk påvirkning og smittepress inkludert parasitter. Redusert størrelse på de ville laksebestandene vil kunne øke sårbarheten for påvirkning fra rømt fisk.

Bakgrunn

Registreringer gjennomført av Direktoratet for naturforvaltning og Norsk institutt for naturforskning siden slutten på 1980 tallet har vist høye andeler rømt laks i sommerfisket etter laks ved kysten, i havområder og i mange gytebestander. Det har vært hevdet både fra forskere, sportsfiskere, elveeiere og andre at den observerte nedgangen i bestanden av villaks i mange vassdrag tildels er forårsaket av rømt oppdrettsfisk. Dette har vært tema på en rekke nasjonale og internasjonale møter og symposier siden midten av 1980 tallet. På et større møte, ”*Interactions between salmon culture and wild stocks of Atlantic salmon: The scientific and management issues*”, som ble arrangert av Nasco og ICES i Bath, England i 1997, ble denne problemstillingen belyst gjennom en rekke vitenskapelig resultater. Senere er det publisert flere arbeider, hvorav noen er referert til i tabell 1. I henhold til konklusjonene fra symposiet kan påvirkningene fra oppdrett på villfisk deles inn i følgende tre kategorier; Genetiske påvirkninger, økologiske påvirkninger og sykdom og parasitter (Hansen m. fl. 1997). Vi vil i de følgende avsnittene gå nærmere inn på disse tre punktene.

Genetiske påvirkninger

Genetisk diversitet hos laks både innen og mellom elver har blitt dokumentert over hele leveområdet til Atlantisk laks (Møller 1970; Ståhl 1987). Introduksjon av ikke stedegen fisk har derfor potensial til å endre lokale populasjoner genetisk, redusere lokale tilpasninger og påvirke populasjonenes karakter og levedyktighet (Hindar m. fl. 1991; Bourke m. fl. 1997; Verspoor 1997, McGinnity m. fl. 1997; Fleming m. fl. 2000).

Det er særlig to spørsmål som har blitt reist i sammenheng med genetiske effekter av rømt laks:

1. Hvor store genetiske forandringer og tap av genetisk variasjon har en hos domestisert laks sammenlignet med villaks?
2. Hvordan blir villaksens egenskaper og evne til å overleve påvirket ved innkryssing av egenskaper som er avlet fram gjennom domestiseringen?

I tillegg, vil en redusert bestand av villaks i seg selv, pga rømt oppdrettsfisk eller andre grunner øke faren for å tape genetisk mangfold (genetisk drift).

Vandringsmønsteret og adferden til rømt laks, og dermed potensialet for at den vandrer opp i elv, avhenger av tidspunktet på året for rømming. Fisk som rømmer under oppvekst i

vinterhalvåret kan oppholde seg i fjord/kystnære strøk i lange perioder, mens fisk som slippes som smolt fra merder i sjøen tar opp villaksens vandringsmønster. Selv om den da vokser opp i Norskehavet, så spres den til elver over store geografiske avstander når den kommer tilbake fra havet på gytevandring fordi den ikke har blitt preget på en spesifikk ferskvannskilde (Skilbrei og Holm 1998).

Både for laks og andre kulturorganismer er det god dokumentasjon på at en gjennom domestiseringsprosessen kan tape genetisk variasjon (se eksempler for laks i tabell 1). Vedvarende innkryssing kan derfor medføre at også villbestander endrer seg eller mister arvelig variasjon. Dette er i så fall et tap av genetiske naturressurser og derfor en uønsket effekt.

Gjennom de siste 4-5 årene er det lagt frem dokumentasjon om hvordan innkryssing av domestisert laks kan påvirke villaksen sine evner til å overleve i naturen. Et omfattende EU prosjekt er gjennomført i Burrishoole, Irland. Arbeidet omfatter utplanting av familiegrupper av villaks og oppdrettslaks, samt hybridgrupper mellom disse i et godt kontrollert elvesystem. Man har undersøkt produksjons- og overlevelsespotensialet for gruppene i ulike livsstadier hos F1 og F2 generasjon. Hovedkonklusjonen er at avkom fra oppdrettsfisk og hybrider har vesentlig lavere suksess enn de ville gruppene. Første del av arbeidet er publisert (McGinnity m. fl. 1997), mens resultatene fra F2 er under publisering i Nature (Ferguson m. fl.). Et ICES arbeid som oppsummerer noen av de siste resultatene (Ferguson m. fl. 2002) foreligger. Det er også gjennomført et lignende men mindre omfattende prosjekt i Imsa, Norge, som på noen felt bekrefter resultatene fra Burrishoole (Fleming m. fl. 2000). Videre er det under det EU finansierte prosjektet, SALGEN (Koordinator E. Verspoor, Skottland), lagt frem data om genetiske forhold gjennom tre workshoper i 2002 og en konferanse i 2003. Disse arbeidene er under publisering i Journal of Fish Biology (2003), samt gjennom en egen bok om forholdet mellom villaks og oppdrettslaks. Samlet viser disse studiene at oppdrettslaks til en viss grad kan fortrenge villaksen i elv, spesielt i første generasjon, og dermed svekke produksjonen av villaks i elven. Hvis villaksbestanden er liten i utgangspunktet kan redusert bestand føre til tap av genetisk variasjon gjennom genetisk drift. I tillegg vil etablering av hybrider mellom villaks og oppdrettslaks ytterligere kunne føre til genetiske endringer i den lokale bestanden.

Noen faktorer kan også begrense konsekvensene av rømt laks. Dersom overlevelsessevnen til avkom av oppdrettslaks i naturen er vesentlig lavere enn hos villaks, noe som er vist i to undersøkelser (McGinnity et al 1997; Fleming et al 2000), vil det ta lengre tid før villaksbestandene blir oppblandet med oppdrettsmateriale. Tilstedeværelsen av dverghanner kompliserer beregninger av hvordan populasjonsstrukturen påvirkes. Mens de på den ene side kan utgjøre en genetisk pool som kan bidra til å opprettholde den genetiske strukturen (Jordan og Young, 1992), så har det blitt observert at dverghanner som er avkom etter oppdrettslaks har potensial til å akselerere uønsket innkryssingen (Garant m. fl. 2003). Det har også blitt gjort noen undersøkelser som antyder at den genetiske strukturen i villakspopulasjoner var lite påvirket på tross av flere tiår med menneskelig påvirkning, bl.a. fra oppdrettslaks (Nielsen m. fl. 1997; Skaala m. fl. 2003 b).

Økologiske påvirkninger

De økologiske effektene kan en dele inn i: 1) økologiske effekter i elv; som konkurranse om gyteplasser og ødeleggelse av gytegroper, samt konkurranse mellom avkom av oppdrettslaks og villaks; 2) økologiske effekter i sjø; som innbefatter konkurranse om føde og predasjon.

Det er antatt at oppgraving av egg, både av seint oppvandrende oppdrettslaks og av regnbueørret som gyter seinere i sesongen kan være en av de mest alvorlige økologiske effektene av rømt fisk. Imidlertid har rømt oppdrettslaks ofte dårligere evne til grave i grov grus og velger derfor ofte gyteplasser som villaksen likevel ikke benytter. Det er imidlertid få studier som dokumenterer omfang av slike effekter.

Vellykket gyting av oppdrettsfisk har blitt påvist i flere elver (Carr m. fl. 1997a). I tillegg har umoden rømt fisk blitt registrert oppe i elv (Carr m. fl. 1997b; Sægrov m. fl. 1997). Avhengig av rømmingstidspunkt har rømt laks som vandrer opp i elvene dårligere utviklet gytesuksess enn vill fisk, men avkom av oppdrettslaks kan likevel konkurrere om føde og areal i elven. Oppdrettshunner har ofte mange men relativt små egg. Små egg gir liten yngel, som kan redusere deres konkurransevne mot villaks i startforingsituasjon. Avkommet av oppdrettslaks er derimot mer aggressive og risikovillige enn vill yngel. Dette kan føre til bedre vekst og konkurransevne i elven, men også høyere dødelighet (se Jonsson, 1997).

Regnbueørret har til nå i svært liten grad etablert seg i norske vassdrag på grunn av liten gytesuksess (Hindar m. fl. 1994). Nye tilfeller er imidlertid registrert, senest i 2003 (i Ås kommune, prof. Reidar Borgstrøm, NLH-Ås, pers. komm). Negative effekter i elv vil i noen tilfeller være oppgraving på laksens gyteområder. Regnbueørret kan også være en potensiell predator på utvandrende laksesmolt. Imidlertid er de økologiske effektene av både regnbueørret og laks i fjord- og kystområder lite undersøkt.

Sykdom og parasitter

Rømt oppdrettslaks og regnbueørret representerer en fare for introduksjon og spredning av sykdom og parasitter til villaks. Dette kan både være en introduksjon av nye sykdommer/parasitter (for eksempel *Gyrodactylus salaris*), eller som spredning av etablerte sykdommer/parasitter som følge av økt smittepress da antall verter blir større (f. eks. lakselus på rømt fisk).

Den normale sykdomssituasjonen på ville laksebestander er lite kjent, bl.a. på grunn av de praktiske problemene forbundet med å registrere prevalens, smittestatus og dødelighet (McVicar 1997). Imidlertid er spredningen av parasitten *Gyrodactylus salaris* til Norge knyttet til import av laks fra smittede områder (Johnsen & Jensen, 1991). Rømt oppdrettsfisk kan potensielt bidra til å spre smitten ytterligere. Bakteriesykdommen furunkulose ble også importert til Norge med oppdrettssmolt og smitten spredte seg raskt i oppdrettsanlegg langs norskekysten og til en rekke lakseelver (Håstein & Lindstad, 1991).

Lakselus er regnet som en stor trussel mot ville bestander av laksefisk. Graden av spredning av lakselus og konsekvensene av dette er ikke fult ut kartlagt (McVicar 1997), men det hersker lite tvil om at lakselus kan føre til økt dødelighet på utvandrende villsmolt (Finstad m. fl. 2000). For røye og sjørret øker problemet med nærhet til oppdrettsanlegg (Bjørn m. fl. 2002), og prematur tilbakevandring til vassdraget av sjørret med lakselus er blitt hyppig observert i noen regioner (Birkeland 1996; Birkeland og Jakobsen 1997). Det er antatt at den relative betydningen av rømt fisk som spreder av lakselus øker etter hvert som behandlingen av fisk i merdene er blitt mer effektiv (Heuch og Mo 2001), selv om en har liten dokumentasjon av omfanget av dette problemet. Det har blitt observert at regnbueørret utgjør en vesentlig del av den rømte fisken som oppholder seg i fjord- og kystnære strøk (Skilbrei

2003). Fordi regnbueørret vandrer kortere avstander enn rømt laks (Jonsson 1994 og nylig gjennomførte merkeforsøk ved HI) er det sannsynlig at den lokalt kan ha stor betydning som vert for lakselus.

På oppvekstområdene i åpent hav er det observert at rømt laks har flere lakselus enn villfisk, sannsynligvis fordi de bærer med seg flere fra kystområdene (Jacobsen og Gård 1997). Ettersom lakselusen fullfører hele livssyklusen i åpent hav kan dette medføre et økt smittepress på villfisk.

Konklusjoner

Det er vitenskaplig dokumentert at domestisert laks og villaks er forskjellige i mange arvelige egenskaper, også i egenskaper som har betydning for overlevelse i naturen. Rømming av laks og regnbueørret fra oppdrettsanlegg kan innebære negative miljøpåvirkninger på de ville laksebestandene. Dette er godt belagt i flere vitenskaplige undersøkelser og utredninger. Disse påvirkningene kan ha både genetiske, økologiske og smittemessige effekter. Omfanget og betydningen av de ulike miljøpåvirkningene vil variere en god del både mellom områder og mellom elver. Generelt vil det være slik at enkeltstående episoder med oppvandring og gyting av rømt laks vil ha mindre effekter enn gjentatte episoder og kontinuerlig oppvandring, slik man har observert i en rekke norske vassdrag over lang tid. Redusert størrelse på de ville laksebestandene vil øke sårbarheten for påvirkning fra rømt fisk. Det er vanskelig å angi presist hvor stort problemet er for en gitt laksebestand, fordi man har begrenset kunnskap om hvilke faktorer som er avgjørende for omfanget av påvirkningen.

Bergen, 3. juli 2003

Tabell 1. Sammenligning av domestisert og vill atlantisk laks i allozym-kodende gen, DNA-minisatellitt loci, DNA-mikrosatellitt loci og i sammensatte fitness relaterte egenskaper.

Marker/trait	Observation	Reference
Allozyme loci	Reduksjon i heterozygoti i 1. generasjon oppdrettslaks i Kanada	Verspoor (1988)
Allozyme loci	Reduksjon i genetisk variasjon i noen av de undersøkte oppdrettslinjene i Irland	Cross and Challanain (1991)
Allozyme loci	Genetiske forandringer i oppdrettslinjer, forskjeller mellom oppdrettet og ville bestander, retningsbestemte forandringer i MEP-2* i oppdrettslaks i Skotland	Youngson m. fl. (1991)
Allozyme loci	En 14% reduksjon i antal allel i oppdrettslaks i Norge	Mjølnerød m. fl. (1997)
Allozyme loci	Reduksjon i antal allel, andel polymorfe gen og heterozygoti i oppdrettslinjer i Norge	Skaala m. fl. (2003a)
Minisatellitter	En irsk oppdrettslinje av Mowi opphav hadde kun 56% av alleler og 53% av heterozygoti sammenlignet med ville lokale populasjoner i små elver	Clifford m. fl. (1997) Clifford m. fl. (1998)
Microsatellitter	Mellom 52% og 80% av allelene var tilstede i 15 loci i irsk oppdrettslaks av Mowi opphav sammenlignet med villaks	Norris m. fl. (1999)
Microsatellitter	Kraftig reduksjon i antall alleler i 12 loci i oppdrettslaks. I gjennomsnitt var 58% av allelene hos fire norske villaksbestander tilstede i norsk oppdrettslaks	Skaala m. fl. (2003b)
Veksthastighet	Domestisert lakseparr vokser raskere enn parr av villaks	Einum and Fleming (1997)
Veksthastighet	Domestisert lakseparr vokser raskere enn parr av villaks i naturlig habitat	McGinnity et al (1997)
Aggresjon	Domestisert lakseparr er mer aggressiv enn parr av villaks	Einum and Fleming (1997)
Dominans	Domestisert lakseparr dominerer over parr av villaks	Einum and Fleming (1997)
Predator respons	Lengre tid i skjul etter eksponering for predator modell hos avkom av villaks enn hos avkom av domestisert laks	Einum and Fleming (1997)
Predator respons	Domestisert lakseparr hadde lavere hjertefrekvens og mindre uttrykt flyktrespons og hjerterespons ved angrep fra predator modell	Johnsson m. fl. (2001)
Vekst hormon	Individ med høye nivå av vekst hormon blir selektert gjennom domestisering. Høyere nivå av veksthormon i domestisert laks enn i villaks	Fleming m. fl. (2002)
Overlevelse	Tydelig lavere overlevelse fra øyerogn til smolt for avkom av domestisert laks i naturlig habitat sammenlignet med villaks	McGinnity et al (1997) Fleming et al (2000)
Dominans	Avkom av domestisert laks fortrenger avkom av villaks i naturlig habitat	McGinnity et al (1997)
Vandring i elv	Avkom av villaks ble fortrent nedover elven om høsten	McGinnity et al (1997)
Dverghanner	Betydelig lavere andel hos avkom av domestisert laks enn hos villaks	McGinnity et al (1997)
Hybrider	Hybrider hadde intermediær vekst og overlevelse i naturlig habitat	McGinnity et al (1997)
Produktivitet	Smoltproduksjonen av domestisert laks var bare 34-55% av villaksens, ved sammenligninger i naturlig habitat	McGinnity et al (1997) Fleming et al (2000)

- Johnsson, J.I., Höjesjö, J. and Fleming, I.A. (2001) Behavioural and heart rate response to predation risk in wild and domesticated Atlantic salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 788-794.
- Johnsen, B.O., og Jensen, A.J. 1991. The gyrodactylus story in Norway. *Aquaculture*, 98, 289-302.
- Jonsson, B. 1997. A review of ecological and behavioural interactions between cultured and wild Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 1031-1039
- Jonsson, N. 1994. Fjordbeite med ørret og regnbueørret. NINA Utredning 063.
- Jordan, W.C og Young, A.F. 1992. The use of genetic marking to assess the reproductive success of mature Atlantic salmon male parr (*Salmo salar* L.) under natural spawning conditions. *J. Fish. Biol.* 41. 613-618.
- Møller, D. 1970. Transferrin polymorphism in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 27: 1617-1625.
- Norris, A.T., Bradley, D.G. and Cunningham, E.P. (1999) Microsatellite genetic variation between and within farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Aquaculture*, 180: 247-264.
- McGinnity, P., Stone, C., Taggart, J. B., Cooke, D., Cotter, D., Hynes, R., McCamley, C., Cross T., og Ferguson, A. 1997. Genetic impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on native populations: use of DNA profiling to assess freshwater performance of wild farmed and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 998-1008.
- McVicar, A. H. 1997. Disease and parasite implications of the coexistence of wild and cultured Atlantic salmon populations. *ICES Journal of Marine Science*, 54:1093-1103.
- Mjølnærød, I.B., Refseth, U.H., Karlsen, E., Balstad, T., Jakobsen, K.S. and Hindar, K. (1997) Genetic differences between two wild and one farmed population of Atlantic salmon (*Salmo salar*) revealed by three classes of genetic markers. *Hereditas*, 127: 239-248.
- Nielsen, E.E, Hansen, M. M., Loeschcke, V. Analysis of microsatellite DNA from old scale samples of Atlantic salmon *Salmo salar*: A comparison of genetic composition over 60 years. *Mol. Ecol.* 6. 487-492.
- Saegrov, H., Hindar, K., Kålås, S. And Lura H. 1997. Escaped farmed Atlantic salmon replace the original salmon stock in the River Vosso, western Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 1166-1172.
- Skaala, Ø., Taggart, J.B. and Gunnes, K. 2003a. Genetic differences between five major domesticated strains of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and wild salmon. *J.Fish Biol* (In press).
- Skaala, Ø., B. Høyheim, K. Glover, G. Dahle. 2003b Microsatellite analysis of genetic diversity in wild and domesticated Atlantic salmon. (For submittance).
- Skilbrei, O. T. and Holm, M. 1998. Effects of long-term exercise on survival, homing and straying of released Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Journal of Fish Biology*, 52: 1083-1086
- Skilbrei, O. T. 2003. Fangst i sjø av rømt laks og regnbueørret. I: Ervik, A, Kiessling, A., Skilbrei, O og van der Meeren, T. (red.), 2003. Havbruksrapport 2003. Fisken og havet, særnr. 3-2003.
- Ståhl, G. (1987). Genetic population structure of Atlantic salmon. In: Population genetics and Fishery Management, N. Ryman and F. Utter (eds.), University of Washington Press, Seattle, USA.
- Verspoor, E. (1988). Reduced genetic variability in first-generation hatchery populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1686-1690.
- Verspoor, E. 1997. Genetic diversity among Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 965-973.
- Youngson, A.F., S.A.M. Martin, W.C. Jordan and E. Verspoor. (1991). Genetic protein variation in Atlantic salmon in Scotland: comparison of wild and farmed fish. *Aquaculture* 98: 231-242.

Referanser

- Birkeland, K. 1996. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* Kroyer): Migration, growth, and mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 2808-2813.
- Birkeland, K., Jakobsen, P.J. 1997. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis*, infestation as a causal agent of premature return to rivers and estuaries by sea trout, *Salmo trutta*, juveniles. *Environmental biology of fishes*, 49: 129-137.
- Bjørn, P. og Finstad, B. 2002. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), and sea trout, *Salmo trutta* (L.), in areas near and distant from salmon farms. *ICES J. Mar. Sci.*, 59: 131-139.
- Bourke, E. A., Coughlan, J., Jansson, H., Galvin, P og Cross, T. F. 1997. Allozyme variation in populations of Atlantic salmon located throughout Europe: diversity that could be compromised by introductions of reared fish. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 974-985
- Carr, J. W., Anderson, J. M., Whoriskey, F. G. og Dilworth, T. 1997. The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in A Canadian river. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 1064-1073.
- Carr, J. W., Lacroix, G. L., Anderson, J. M. og Dilworth, T. 1997. Movements of non-maturing cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 1082-1085.
- Clifford, S. L., McGinnity, P. & Ferguson, A. (1998). Genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations of northwest Irish rivers resulting from escapes of adult farm salmon. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 55: 358-363.
- Clifford, S. L., McGinnity, P. & Ferguson, A. 1997. Genetic changes in an Atlantic **salmon** population resulting from escaped juvenile farm salmon. *J. Fish Biol.* 52. 118-127.
- Cross, T. and D.N. Challanain. (1991). Genetic characterisation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) lines farmed in Ireland. *Aquaculture* 98: 209-216.
- Einum, S. and Fleming, I.A. (1997). Genetic divergence and interactions in the wild among native, farmed and hybrid Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 50: 634-651.
- Ferguson, A., McCinnity P., Baker, N., Cotter, D., Hynes, R., O'Hea, B., O'Maoileidigh, N., Prodohl, P, Rogan G. 2002. A two-generation experiment comparing the fitness and life history traits of native, ranched, non-native, farmed, and 'hybrid' Atlantic salmon under natural conditions. *ICES CM 2002/T:04*.
- Finstad, B., Bjørn, P. A., Grimnes, A. Og Hvidsten, N. A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon postsmolts. *Aquaculture Research*, 31: 1-9.
- Fleming, I., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T., & Lamberg, A. (2000). Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London B.* 267: 1517-1523.
- Fleming, I.A., Agustsson, T., Finstad, B., Johnsson, J.I. and Björnsson, B.Th. (2002). Effects of domestication on growth physiology and endocrinology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1323-1330.
- Garant, D., Fleming, I.A., Einum, S., Bernatchez, L. 2003. Alternative male life.history tactics as potential vehicles for speeding introgression of farm salmon traits into wild populations. *Ecology letters*, 6, 541-549.
- Hansen, L. P., Windsor, M. L. and Youngson, A. F. 1997. Interactions between salmon culture and wild stocks of Atlantic salmon: The scientific and management issues. Introduction. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 963-964.
- Heuch, PA. og Mo, TA. 2001. A model of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public management measures. *Diseases of Aquatic Organisms*, 45: 145-152.
- Hindar, K., Fleming, I.A., Jonsson, N., Breistein, J., Sægrov, H., Karlsbakk, E., Gammelsæter, M. og Dønnum, B.O. 1994. Regnbueørret i Norge: forekomst, reproduksjon og etablering 1996, NINA Opp.meld.454, 32s.
- Hindar, K., N. Ryman & F. Utter. (1991). Genetic effects of cultured fish on natural fish populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48:945-957.
- Håstein, T. og Lindstad, T. 1991. Diseases in wild and cultured salmon: possible interaction. *Aquaculture*, 98. 277-288.
- Jacobsen, J. A. og Gaard, E. 1997. Open-ocean infestation by salmon lice (*Lepeotheirus salmonis*); compatrioson of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 54: 1113-1119.

PROSJEKTRAPPORT



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Miljø – Ressurs – Havbruk – Kystsoner

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31 www.imr.no

Forskningsstasjonen
Flødevigen
4817 HIS
Tlf.: 37 05 90 00
Faks: 37 05 90 01

Austevoll
havbruksstasjon
5392 STOREBØ
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 18 22 22

Matre
havbruksstasjon
5984 MATREDAL
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 36 75 85

Rapport: FISKEN OG HAVET	Nr. 11 - 2003
Tittel (norsk/engelsk): Rømming av laks og regnbueørret - konsekvenser på ville bestander Escapements of salmonids - consequences for wild populations	
Forfatter(e): Ove Skilbrei, Øystein Skaala, Geir Lasse Taranger og Håkon Otterå	

Distribusjon:
HI-prosjektnr.:
Oppdragsgiver(e):
Oppdragsgivers referanse:

Dato: 08.09.03
Senter: Havbruk
Seksjon: Genetikk og havbruksøkologi
Antall sider totalt:

Sammendrag:

Havforskningsinstituttet mener at rømming av laks og regnbueørret fra oppdrettsanlegg kan innebære negative miljøvirkninger på de ville laksebestandene. Omfanget og betydningen av miljøpåvirkningene vil variere en god del både mellom områder og mellom elver. Vi kan grovt sett dele den negative påvirkningen inn i tre deler; genetisk påvirkning, økologisk påvirkning og smittepress inkludert parasitter. Reduser størrelse på de ville laksebestandene vil kunne øke sårbarheten for påvirkning fra rømt fisk.

Summary:


It is the view of the Institute of Marine Research that escapements of farmed salmon and rainbow trout may represent a negative environmental effect on the wild salmon populations. The extent and significance must be supposed to vary broadly between regions and between rivers. Concerns about the negative influence of escaped farmed fish on wild populations might be divided into genetic impacts, ecological impacts, and disease and parasite impacts. Reduced population size of wild populations further increase their vulnerability for being negatively effected by escapees.

Emneord:

1. Rømt fisk
2. villaks
3. miljøpåvirkninger

Subject heading:

1. Escaped farmed fisk
2. Wild salmon
3. Environmental effects


.....
prosjektleder


.....
seksjonsleder

PROSJEKTRAPPORT



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Miljø – Ressurs – Havbruk – Kystsoner

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN
Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31 www.imr.no

Forskningsstasjonen
Flødevigen
4817 HIS
Tlf.: 37 05 90 00
Faks: 37 05 90 01

Austevoll
havbruksstasjon
5392 STOREBØ
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 18 22 22

Matre
havbruksstasjon
5984 MATREDAL
Tlf.: 55 23 85 00
Faks: 56 36 75 85

Rapport: FISKEN OG HAVET	Nr. 11 - 2003
Tittel (norsk/engelsk): Rømming av laks og regnbueørret - konsekvenser på ville bestander Escapements of salmonids - consequences for wild populations	
Forfatter(e): Ove Skilbrei, Øystein Skaala, Geir Lasse Taranger og Håkon Otterå	

Distribusjon:
HI-prosjektnr.:
Oppdragsgiver(e):
Oppdragsgivers referanse:

Dato: 08.09.03
Senter: Havbruk
Seksjon: Genetikk og havbruksøkologi
Antall sider totalt:

Sammendrag:

Havforskningsinstituttet mener at rømming av laks og regnbueørret fra oppdrettsanlegg kan innebære negative miljøvirkninger på de ville laksebestandene. Omfanget og betydningen av miljøpåvirkningene vil variere en god del både mellom områder og mellom elver. Vi kan grovt sett dele den negative påvirkningen inn i tre deler; genetisk påvirkning, økologisk påvirkning og smittepress inkludert parasitter. Reduser størrelse på de ville laksebestandene vil kunne øke sårbarheten for påvirkning fra rømt fisk.

Summary:


It is the view of the Institute of Marine Research that escapements of farmed salmon and rainbow trout may represent a negative environmental effect on the wild salmon populations. The extent and significance must be supposed to vary broadly between regions and between rivers. Concerns about the negative influence of escaped farmed fish on wild populations might be divided into genetic impacts, ecological impacts, and disease and parasite impacts. Reduced population size of wild populations further increase their vulnerability for being negatively effected by escapees.

Emneord:

1. Rømt fisk
2. villaks
3. miljøpåvirkninger

Subject heading:

1. Escaped farmed fisk
2. Wild salmon
3. Environmental effects


prosjektleder


seksjonsleder