

Evaluering av fettfinneklipping av all oppdrettslaks for lettere identifikasjon ved utfisking av rømt laks i lakseelvene

Av Tore S. Kristiansen, Ove Skilbrei og Øystein Skaala



Innhold

Innledning	3
1 Effekt av fettfinneklipping som merket metode	3
1.1 Dagens metoder for gjenkjenning av rømt oppdrettslaks	3
1.2 Begrensninger med dagens metoder mht. å identifisere rømt oppdrettslaks	5
1.3 Kostnader med utfisking av oppdrettsfisk per år og per fisk etter dagens metoder for gjenkjenning	6
1.4 Hvor stor betydning vil et forventet ekstra uttak av oppdrettslaks ved fettfinneklipping ha for å dempe genetisk påvirkning av villaksstammene?	7
2 Effekt av fettfinneklipping på fiskevelferd	10
2.1 Hva er den mest optimale størrelse/alder på fisken ved klipping, sett i lys av praktiske forhold og fiskens velferd?	10
2.2 Hvordan skal klipping skje i praksis?	10
2.3 Hvis klipping og vaksinasjon blir gjort samtidig, vil det da bli en negativ effekt på fiskens immunrespons eller sårhelingsprosessen pga. dobbel belastning?	13
3 Betydning av fettfinneklipping som merket metode til andre formål	14
4 Praktiske utfordringer og kostnader	15
4.1 Teknisk utstyr/eksisterende teknologi for å gjennomføre fettfinneklipping i stor skala - automatisk og manuelt	15
4.2 Hvor lang tid antas det å ta for å få på plass nødvendig utstyr, prosedyrer og opplæring av aktører som skal utføre arbeidet?	16
5 Anbefalt forskning	17
6 Referanser	18

Innledning

Det er i ulike sammenhenger etterlyst en metode for merking av oppdrettslaks for å kunne skille rømt oppdrettslaks fra vill laks i fjorder og elver på en enkel og sikker måte. Havforskningsinstituttet har tidligere foreslått fettfinneklipping som merkemethode til dette formål.

Samtidig har vi gjeldende regelverk på området:

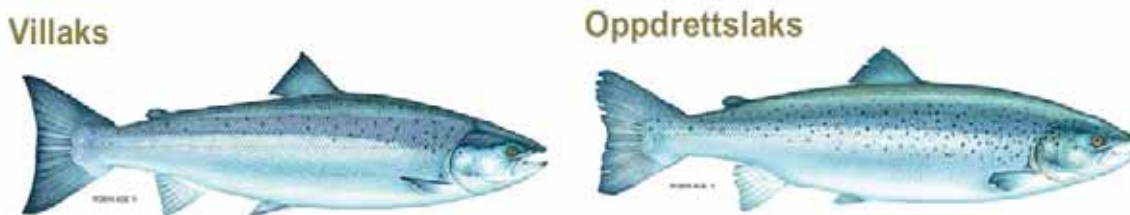
- Forskrift om drift av akvakulturanlegg, § 31 om forbud mot fjerning av kroppsdeler på levende fisk
- Lov om dyrevelferd, § 10 om merking av dyr: Ved merking av dyr skal det benyttes forsvarlige metoder som ikke påfører dyret atferdsmessige begrensninger eller unødige påkjenninger eller belastninger.

Mattilsynet og Fiskeridirektoratet har mottatt en bestilling fra Fiskeri- og kystdepartementet om vurdering av fettfinneklipping som et tiltak for mer effektivt å sortere ut rømt oppdrettslaks for å verne om ville laksestammer. Mattilsynet og Fiskeridirektoratet har bestilt en faglig oppdatering av Havforskningsinstituttet med vurderinger omkring fettfinneklipping av oppdrettslaks, som er besvart nedenfor. Svarene følger nummereringen av spørsmålene i bestillingsbrevet.

1 Effekt av fettfinneklipping som merkemethode

1.1 Dagens metoder for gjenkjenning av rømt oppdrettslaks

De vanligste metodene er visuell vurdering av ytre karakterer og lesing av skjell. Fiskens utseende blir oftest brukt som en grovsortering på elvebredden, der det er spesielt finneslitasje, gjellelokk- og haleforkortninger og andre deformiteter som viser at fisken er oppdrettet (Lund *et al.* 1989). I tillegg kan generell morfologi gi en indikasjon (figur 1), da relativt nylig rømt oppdrettslaks ofte er feitere og har høyere kondisjonsfaktor enn villaks. Oppdrettslaksen sies å ha generelt flere mørke pigmentprikker enn vill laks, særlig under sidelinjen og på gjellelokket, men dette er ikke vitenskaplig dokumentert. Hvis fisken avlives er det også mulig å avsløre oppdrettsbakgrunnen ved inspeksjon av innvoller og bukhole der det ses etter vaksineinduserte pigmentflekker og fibrøse sammenvoksninger (Lund *et al.* 1997).



Figur 1. Ytre kjennetegn på villaks og oppdrettsfisk. Illustrasjon: Robin Ade/Norske Lakseelver.

<http://www.tryta.com/Utvalg/Fisk/Villaks%20eller%20oppdrettslaks.htm>

[http://www.lakseelver.no/Biologi/minifolder_no_04%20\(oppdatert%20utgave%202011\).pdf](http://www.lakseelver.no/Biologi/minifolder_no_04%20(oppdatert%20utgave%202011).pdf)

For en mer objektiv vurdering brukes skjellprøve av fisken som grunnlag for bestemmelsen (figur 2). Vill lakseyngel og parr vokser nesten ikke om vinteren og bruker vanligvis 2–5 år på å komme opp i smoltstørrelse. Det settes av tydelige vintersoner (årringer) i skjellene, som forteller hvor mange år den har vært i ferskvann (figur 3). Oppdrettslaksen vokser imidlertid langt hurtigere på settefiskanleggene og vil mangle de tette vintersonene innerst på skjellene.

Skjellprøver tas her

NB! Lengden er den viktigste opplysningen om fisken, og må under enhver omstendighet oppgis.

TØRK SLIMET AV FISKEN FØR SKJELLPROVEN TAS! (GJELDEN IKKE LEVENDE FISK). PÅ LEVENDE FISK BØR SKJELLENE NAPPEES UT MED EN SMAL TANG ELLETT LIGNENDE. SKJELLENE LEGGES DIREKT I KONVOLUTTEN

Asender: _____
Adresse: _____

ANMERKNINGER:

DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING

Vassdrag _____ Kommune _____
Valdsone _____ Fiskeplass _____

Løpenr. _____

Art _____

Dato 20 _____

Redskap _____

Lengde _____ mm

Vekt _____ g

Hann Hunn

Gydefisk Gjelfisk

SKADER OG DEFEKTER (kryss av: Ingen)

Gårnkade Aukortede halefinnetilker

Balgete ryggfinnestråler Klumpformet ryggfinne

Balgete brystfinnestråler: En finne Begge finner

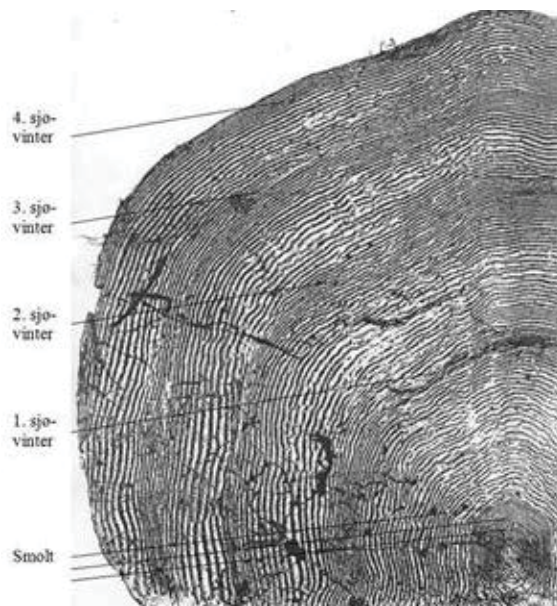
Klumpformet brystfinne: En finne Begge finner

Fettfinne mangler Snutakjeve deformasjon

Gjellelokkforkorting: En Begge

Kjønnsbestemt ved å åpne fisken: JA NEI

Figur 2. Prøvetakingspose for lakseskjell fra Direktoratet for naturforvaltning. Eksempel på instruksjoner fra elveveierlag finnes her: <http://www.lakselva.no/tabid/603/itemid/347/Skjellprvetaking-2011.aspx>



Figur 3. Eksempel på avlesning av lakseskjell (kilde: Rådgivende biologer AS).

Genetiske metoder (analyse av SNP-er), som har blitt utviklet de seneste årene, kan også med stor sannsynlighet bestemme om en laks er oppdrettet (Karlson et al. 2011). Ved å kombinere genetisk informasjon med biologiske data fra skjell, kan man også avgjøre om den har rømt fra oppdrett eller vokst opp i elv etter at forfedrene har gytt der. Slike metoder er særlig nyttige når man har tilgang på en historisk genetisk profil fra elven, og kan brukes til en sammenligning for å luke ut både rømt laks og hybrider mellom vill og rømt laks i stamfiskbestanden (Glover et al. 2012).

1.2 Begrensninger med dagens metoder mht. å identifisere rømt oppdrettslaks

Det er behov for å identifisere rømt oppdrettslaks i ulike sammenhenger, og de praktiske begrensningene med dagens metoder er avhengig av formålet med undersøkelsen. Rømt oppdrettslaks identifiseres i prøver som allerede er samlet inn av sportsfiskere gjennom fiskesesongen. Det er også en aktuell problemstilling å overvåke innslaget av rømt laks blant levende fisk i et vassdrag, både for å få et estimat over innblandingen av rømt oppdrettsfisk og eventuelt også for å vurdere behovet for å fjerne rømt laks fra bestanden.

Analyse av innblanding i sportsfisket. I mange elver leverer sportsfiskere inn skjellprøver fra fangsten (figur 2), og skjellene analyseres i ettertid. Skjellanalyse er vanligvis godt egnet til å skille mellom vill og oppdrettet laks uavhengig av rømmingstidspunkt, men det kan oppstå tvilstilfeller dersom oppdrettsfisken har rømt fra settefiskanlegg eller i tidlig sjøfase, eller når det er kultivert fisk til stede i elven. Kultivert fisk kan også mangle vintersoner fra ferskvannsstadiet dersom den er satt ut som smolt. Oppdrettsfisken blir også gjenkjent på grunnlag av utseende (se punkt a. figur 1 og 2).

Utfisking i vassdrag. Sorteringen av levende vill og rømt fisk skjer vanligvis på elvebredden. Oppdrettslaks som tydelig kan gjenkjennes på grunnlag av ytre karakterer avlives, mens antatt villaks slippes fri med det samme, gjerne uten at det tas skjellprøve før den slippes. Den visuelle bedømmelsen er subjektiv og er avhengig av fiskers opplæring og erfaring. Det er derfor grunn til å anta at rømlinger som har rømt tidlig i livet som parr eller smolt blir underestimert ved dagens metodikk. Det er videre antatt at tidlig rømt fisk har en mer naturlig (og suksessfull) gyteadferd enn seint rømt laks, og at den potensielle genetiske skaden på bestanden etter tidlige rømninger er større.

Etter utfisking i 2007 i ti vassdrag i Hardangerfjorden konkluderte Lehman m.fl. (2008) med at det var realistisk å plukke ut 60–90 % av oppdrettsfisken ved visuell kontroll. Hvor egnet et vassdrag er for utfisking avhenger av flere forhold, blant annet vassdragets størrelse, vannføring og topografi (Skaala et al. 2010). Bruk av skjellprøver forutsetter at fisken kan holdes i live mens skjellene leses. I mange tilfeller må også fisken bedøves og individmerkes mens undersøkelsen pågår. Dette kan gjøres, for eksempel i forbindelse med stamfiskarbeid der fisken kan holdes i kar, eller hvis det brukes ruser eller lignede for oppbevaring av fisken i elven, mens kompetent personell tar skjellprøve og leser den på stedet. Dette vil vanligvis forutsette en mer intensiv innsats av trent personell enn om arbeidet gjøres av lokale krefter. Fettfinneklipping gjør det enklere å identifisere andel oppdrettslaks (se neste punkt) og utføre utfiskingen, for eksempel ved at uttak i fisketrapper og av dykkere også blir mulig. Det blir i dag gitt noen dispensasjoner fra Fylkesmannen til å ta rømt oppdrettslaks med harpun (<http://www.jaktoqfiske.net/id/1205.0>). Mulighetene til å effektivisere en slik metode ville blitt vesentlig forbedret med fettfinneklipping.

Overvåking av innslaget av rømt laks i vassdrag

Oppdrettsfisken vandrer ofte seinere opp i elvene, slik at innblandingen av oppdrettsfisk i sportsfisket som foregår om sommeren ikke er representativt for hvor mye oppdrettsfisk som

gyter i elva (Anon 2011). Vitenskapsrådet for lakseforvaltning hevder derfor: *”Det finnes ennå ikke god nok kunnskap om hvordan oppvandringen av oppdrettlaks fordeler seg mellom fiskesesongen og perioden fram til gyting (annet enn at oppdrettlaks generelt går opp i elvene senere enn villfisk), og vi kan derfor ikke på noen god måte anslå andelen oppdrettlaks som vandrer opp i vassdragene etter fiskesesongen. Overvåkingen om høsten foregår i relativt få vassdrag (37 vassdrag i 2009, 46 vassdrag i 2010) og det må utvises forsiktighet i bruken av disse tallene til å oppskalere fra prosentvis innslag til totalantall rømt oppdrettlaks, fordi prøvenes representativitet ikke er godt nok testet.”* (Anon. 2011).

Innslaget av rømt laks på gyteplassen om høsten er et nøkkeltall som representerer det første steget for en overvåking/varsling av tilstanden til laksebestanden. Undersøkelser av innslaget av rømt oppdrettlaks i laksebestander på gytefeltene om høsten vil i mange elver kreve stor innsats, der både vill og rømt oppdrettlaks må fanges. En stor ulempe ved dagens metoder er at fisken må fanges, og kanskje også holdes i live i kar eller ruser etc. mens den sjekkes mer nøye. Denne behandlingen rett før og under gytingen vil forstyrre og trolig påvirke den ville laksen negativt. På grunn av disse praktiske begrensningene er det i dag kun årlig registrering av innslaget av rømt oppdrettlaks om høsten i 35–50 elver i hele landet, og omfanget av overvåkingen er i tillegg relativt begrenset i de fleste av disse. Materialet er derfor for lite til å gi holdbare estimat for innslaget av rømt oppdrettlaks i norske elver (Anon 2011, Skilbrei m.fl. 2011). Det er også en mulig feilkilde ved høstfiske at oppdrettlaksen kan være lettere å fange enn villaks, og at resultatene fra fisket ikke er representativt for alle gyteplasser pga. topografiske forhold.

Ved fettfinneklipping av oppdrettlaksen ville man i en del vassdrag kunne brukt video og dykkere for å få et riktigere anslag for innblandingen av oppdrettlaks på gyteplassene. Dette gjelder særlig vassdrag der det fins fisketrappes eller forskjellige former for sperrer, eller hvor slike kan installeres (for eksempel Vaki Riverwatcher, <http://www.vaki.is/media/files/Riverwatcher%20brochure%202005%20comp.pdf>). Mange flere elver ville bli tilgjengelige for overvåking, og det ville også bli enklere å kartlegge behovet for utfisking og evaluere effekten av utfisking av rømt oppdrettlaks.

1.3 Kostnader med utfisking av oppdrettsfisk per år og per fisk etter dagens metoder for gjenkjenning

Hva er forventet kostnad for utfisking av oppdrettsfisk per år og per fisk dersom all oppdrettsfisk var finneklippet?

Hvis en antar at oppdrettlaks har samme fangbarhet som villaksen i elvene, gir dette for eksempel et estimat på antall oppdrettlaks for fiskesesongen 2010 på ca. 13 000 stk (95 % konfidensintervall 9 000–18 000, Anon. 2011). Løye for utfisking av rømt oppdrettsfisk om høsten blir gitt av de respektive fylkesmennene, og utfiskingen blir i hovedsak organisert og gjort på dugnad av lokale grunneierlag og sportsfiskeforeninger. Det foreligger ingen offentlig oversikt over omfanget av denne aktiviteten, og vi har ingen mulighet for å beregne den totale ressursbruken eller effektene av dette fisket. Metodene som brukes for å fiske ut rømt oppdrettlaks er stangfiske, kilenot, uttak fra fisketrappes og -feller, garn (også i kombinasjon med dykkere), not og harpun. De lokale forholdene avgjør hvilken metodikk som er best

egnet og dermed også prisen på arbeidet. Det foreligger ikke prosedyrer, og det finnes ingen nasjonal koordinering eller kvalitetssikring av aktivitet eller rapportering.

Vi har imidlertid noen eksempler på ressursbruken ved fiske om høsten. Etter utfisking i ti vassdrag i Hardanger i 2007 varierte omkostningene fra 10 000 kr for et lite vassdrag til 225 000 kr for Etneelven, som er et moderat stort vassdrag. Kostnaden per rømt fisk ble her anslått til fra 3 000 til 8 000 kr per fisk i de ulike elvene og ble gjort av feltbiologer i henhold til statens takster for feltarbeid (Lehmann m.fl. 2008). Ifølge et prosjekt i en stor elv, Namsen høsten 2008 (Kjetil Hindar, NINA, pers. kom.), ble det brukt 2500 dugnadstimer til fangst av 417 laks, noe som tilsvarte 0,17 laks per time. Dersom arbeidet skulle lønnes med en timekostnad på for eksempel 300 kr, ville prisen da bli 1 760 kr per fisk, som tilsvarer 8 800 per rømt laks dersom det for eksempel var 20 % innslag av oppdrettslaks i fisket. I 2011 ble det fisket ut rømt oppdrettslaks i ti elver i Hardangerfjorden gjennom et prosjekt der det ble benyttet både innsats av feltbiologer, lønnet timehjelp (250 kr/time + moms), dugnadsinnsats og utbetaling av dusører (500 kr per fisk) (B. Barlaup, Unimiljø, pers. med.). Den totale omkostningen var på ca. 1,3 mill kr (ca. en tredjedel i Etneelva). Det ble fanget totalt 523 oppdrettslaks, til en gjennomsnittlig kostnad på ca. 2 500 kr per rømt laks. Gjennom deler av arbeidet ble fisk holdt i live i mens skjellprøvene ble kontrollert.

Hvis vi antar en gjennomsnittspris på 2 500 kr per utfisket oppdrettslaks, ville utfisking av all oppdrettslaks koste i størrelsesorden 22,5–45 millioner kroner (9–18 000 stk). I disse tilfellene kunne fettfinneklipping ha medført besparelser i kostnader per rømt fisk ved å øke antallet fisk som ble klassifisert som rømt laks, spart kostnader ved lesing av skjell (anslått til 100 kr per fisk) og oppbevaring av fisk mens skjellprøvene leses. En viktig effekt vil være at antallet utsortert fisk øker.

1.4 Hvor stor betydning vil et forventet ekstra uttak av oppdrettslaks ved fettfinneklipping ha for å dempe genetisk påvirkning av villaksstammene?

Det må antas at risikoen for genetisk påvirkning øker med innslaget av rømt laks. Betydningen av fettfinneklipping vil trolig ha ulik betydning i ulike regioner og vassdrag, både på grunn av at mengden rømt laks varierer og fordi laksen vil være mindre tilgjengelig i noen elver pga. topografi etc. Med vedvarende oppvandring av rømt fisk i en laksebestand, vil genetisk påvirkning akkumuleres over tid. Jo høyere immigrasjon av rømt fisk, jo raskere vil forandringen i den ville bestanden foregå. Generelt sett vil påvirkningen være størst i regioner med høy oppdrettsaktivitet, mye rømming og hvor de ville populasjonene er små. Fettfinneklipping vil både kunne effektivisere arbeidet med utfisking av oppdrettslaks, og også muliggjøre tiltak i elver der innfangning av rømt og vill laks med påfølgende visuell vurdering ellers ville vært forbundet med store praktiske problemer. Det er i tillegg nødvendig å ha en presis metode for å skille oppdrettslaks fra villfisk dersom en ønsker å ta i bruk utfisking for å komme under de nivåene (eksempelvis 5 %, Taranger *et al.* 2011) som en antar at innslaget av rømt oppdrettslaks kan påvirke villaksen genetisk. Fettfinneklipping vil selvsagt ha større nytteeffekt jo større andel av gytelaksen som kan kontrolleres. Skal et så

stort tiltak kunne forsvares, må det utvikles kostnadseffektive metoder for å kontrollere mest mulig av laksen som vandrer opp i sårbare elver og ta ut fettfinnekipet fisk.

Utfisking basert på dykking og fangst i elven

Etter utfisking i elver i Hardangerfjorden i 2007 ble det antatt at 60–90 % av oppdrettslaksen ble riktig klassifisert på visuelt grunnlag. Kontrolllesing av skjell viste at de resterende ble feilaktig bestemt til å være villaks. Utfiskingen i Hardanger ble anslått til å redusere innslaget av oppdrettslaks fra ca. 35 til 17 % (Lehman m.fl. 2008). I dette tilfellet var registreringen i vassdragene utført av profesjonelle feltbiologer. I de fleste tilfeller vil det imidlertid være relativt urutinert personell som skal avgjøre om en fisk er vill eller rømt. Da vil feilklassifiseringen bli større, og gevinsten ved et sikkert kjennetegn som klipt fettfinne, bli vesentlig større. Også for trent personell vil det være lettere å se hvilke fisk som skal fanges inn dersom de rømte fiskene som står i en elv har et sikkert ytre kjennetegn. For at en elv skal komme i ”grønn sone” med hensyn til innslaget av rømt laks, bør innslaget av rømt laks være mindre enn eksempelvis 5 % når risikoen for genetisk påvirkning vurderes (Taranger et al. 2011). Med den anslåtte feilklassifiseringen basert på ytre karakterer av rømt oppdrettslaks vil det i oppdrettspåvirkete elver bli vanskelig å komme ned på dette nivået, selv etter gjentatte utfiskinger.

Det mest avgjørende for hvor stor andel rømlinger som kan fjernes, og derfor for betydningen av fettfinnklipping, vil likevel være hvor stor andel av gytebestanden som kontrolleres. Kontrollen via sportsfisket varierer fra vassdrag til vassdrag avhengig av fiskeinnsats. I mange vassdrag vil nok beskatningen ligge under 50 %. I regioner og vassdrag hvor det foregår målrettet utfisking, som i noen vassdrag i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane, vil andelen av fisken som blir kontrollert være høyere. Dersom man tar i bruk teknologiske løsninger som gir mulighet for å kontrollere større deler av gytebestandene, som for eksempel de nordamerikanske, portable fangstsystemene med flyterister, vil betydningen av fettfinneklipping øke betraktelig.

Vi vil imidlertid anta at et slik omfattende uttak basert på aktive fiskemetoder også vil medføre betydelig fangstintensitet i elvene, og skader og stress for villaksen som kan tenkes å ha negativ betydning for reproduksjonen. Skjelltap og hudskader gir raskt soppvekst og økt dødelighet i ferskvann.

Utfisking i vassdrag med fisketrapper eller annen passiv fangstredskap

I vassdrag hvor det er installert fisketrapper eller andre passive fiskeanordninger hvor fisken kan fanges med lav innsats, vil situasjonen være noe annerledes. I Nord-Amerika bruker man i stor utstrekning lette, portable fellesystemer basert på flyteristprinsippet, hvor fisken ledes inn i et fangstkammer for videre håndtering (Andersen et al. 2007; Skaala et al. 2012, figur 4). Her vil innsatsen hovedsakelig bestå i å plukke fisken opp av et fangstkammer og sortere rømt fisk fra vill. Billedanalyse og datastyrt porter har vært foreslått som metode for automatisk og skånsom utsortering av rømt oppdretts som fanges i feller eller laksetrapper. Utstyr for identifisering basert på bilde-/video finnes alt i bruk flere steder

(<http://www.vaki.is/media/files/Riverwatcher%20brochure%202005%20comp.pdf>), men vi kjenner ikke til at det er ferdig utviklet utstyr hvor slik bildeanalyse er koplet til en automatisk sortering. Imidlertid finnes planer for elvegjerder og automatiske sorteringsstasjoner på tegnebrettet (<http://www.biosort.no>), og med klipt fettfinne hos oppdrettslaks vil utsorteringene kunne gjøres mer nøyaktig og med enklere billedanalyser og algoritmer.



Figur 4. Eksempel på laksegjerde i elv i Canada med sorteringsstasjon for uttak av oppdrettslaks.

Det er i områder med høy oppdrettsaktivitet det er mest realistisk å kunne fjerne rømt fisk fra gyteområdene, enten med dykkere eller passiv fangsredskap. Et typisk eksempel på et slikt område er Hardangerfjorden (Otterå et al. 2004; Skaala et al. 2010) hvor det i en årrekke har vært mye rømt fisk, og hvor DNA-studier samtidig har vist store endringer i noen av bestandene, mens laksebestanden i Etnevassdraget fremdeles ser ut til å være lite påvirket av rømt laks (Skaala et al. 2006; Glover et al. 2012). Trolig har denne bestanden alltid vært viktig også for de mindre bestandene i fjordsystemet. I dag vil det derfor ha særdeles stor betydning for villaksen i Hardangerfjorden å få effektivisert utsorteringen av rømt laks. Det blir nå diskutert å teste ut en portabel fangsinnretning etter nordamerikansk modell i Etnevassdraget (Skaala et al. 2012; <http://www.forskning.no/artikler/2012/januar/311412>.) Dersom oppdrettslaksen var fettfinneklipt, ville utsorteringen bli vesentlig mer presis.

2 Effekt av fettfinneklipping på fiskevelferd

Finneklipping er en meget vanlig brukt metode for å merke fisk. Eksempelvis merkes over 100 millioner stillehavslaks bare i Columbia river-systemet hvert år (Bumgarner et al. 2009, http://www.bpa.gov/corporate/pubs/Columbia_River_Hatcheries_-_Sept_2010.pdf). I dag brukes fettfinneklipping for å merke all fisk som settes ut fra klekkeriene. Totalt finneklippes flere hundre millioner fisk i USA og Canada, og over 50 millioner laksefisk er også merket med CWT (coded wire tag, for individ- eller gruppemerking: <http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/publications/docs/salmonhead-tetesau-mon-eng.htm>). I disse utsettingsstudiene finner en generelt sett liten eller ingen negativ effekt av fettfinneklipping på vekst og overlevelse (Armstrong 1949; Vincent-Lang 1993).

2.1 Hva er den mest optimale størrelse/alder på fisken ved klipping, sett i lys av praktiske forhold og fiskens velferd?

I dag stikkvaksineres all oppdrettslaks, enten manuelt eller med halvautomatiske maskiner. Laksen blir bedøvd og er rolig før vaksineringsprosedyren. Fettfinneklippingen bør trolig skje i forbindelse med vaksineringsprosedyren når laksen allerede er bedøvd og likevel blir håndtert. Selve klippingen vil da kun ta noen sekunder lengre håndtering og påføre fisken lite ekstrabelastning. Bedøvelsesmetode bør i tilfelle også være smertestillende og ikke bare sederende, dvs. bedøvelse beregnet for kirurgi (for eksempel Finquel MS-222, som også brukes under vaksineringsprosedyren).

Ved vaksineringsprosedyren er fisken forholdsvis stor (anbefalt over 25 g, helst større enn 35 g; Novartis 2010, Berg et al. 2007). Fettfinneklipping kan med fordel foretas på mindre fisk (Skilbrei, pers. obs.), men det vil da være både en dyrevelferds- og kostnadmessig avveining om en skal foreta en ekstra håndtering av fisken. Fettfinneklipping og vaksineringsprosedyren bør ikke foretas når fisken smoltifiserer, da den tåler lite håndtering og lett får skjelltap.

2.2 Hvordan skal klipping skje i praksis?

Skal det skje for hånd eller automatisert? Finnes det i så fall egnet utstyr?

Det finnes i dag ikke egnet utstyr for automatisk klipping av atlantisk laks, men det er utviklet utstyr for fettfinneklipping og snutemerking av små stillehavslaks (Northern Marine Technology AutoFish System: <http://www.nmt.us/products/afs/afs.shtml>). Dette er ubedøvd fisk som svømmer motstrøms inn i merke- og klippekanalen. Denne maskinen klipper 60 000 fisk per 8 timer ved bruk av en operatør og en assistent. Systemet er prissatt til 1,345 mill. dollar. Systemet slik det er i dag, fungerer ikke for atlantisk laks, da denne laksen ikke har samme atferd som stillehavslaksen og svømmer dårlig inn i merkekanalene. Maskinen er dessuten ikke beregnet på så stor fisk som laksen er under vaksineringsprosedyren (Dave Knutzon, NMT, pers. komm. 23.03.12). I telefonsamtale med Dave Knutzon fra NMT sa han at det i tilfelle måtte utvikles spesialutstyr til atlantisk laks basert på bedøvd fisk. Dette ville det erfaringsmessig ta noen år å teste og utvikle.

Den norske vaksinemaskinprodusenten Maskon AS anslår imidlertid at de kan tilpasse en fettfinneklipper til eksisterende vaksinemaskin med en utviklingstid på under ett år (Halvard Andresen, markeds- og utviklingssjef, Maskon, pers. komm., www.maskon.no) Andre vaksinemaskinprodusenter er ikke forespurt.



Figur 5. Klipping av fettfinne med saks. (Foto: Lars-Eric Lindqvist).

Manuell klipping av fettfinnen er en enkel og rask operasjon som gjøres med en liten krum saks, slik at kostnadene til utstyr her er minimal i denne sammenheng. En trent klipper bør kunne klare opp mot 8 000 fisk per 8 timer, mens utrenede vil klare ca. 5 000 (Dave Knutson, NMT, Ove Skilbrei, HI); Jim Strømberg, Norsk Vaksinasjon og Mannskapsformidling, som driver med manuell vaksinerings av fisk anslo også ca. 1 000 fisk per time.

Hvordan utføres riktig klipping?

Fettfinnen fjernes ved at selve finnen klippes av ved basis med en krum saks, men ikke så dypt at en kommer ned i muskulaturen. Fettfinnen inneholder stort sett bindevev og heler raskt. Siden fettfinnen også inneholder nervefibre bør fisken være bedøvd.

Hvor stor er risikoen for feilklipping eller andre skader, og hvordan kan en slik risiko minskes?

Folk som har lang erfaring med klipping melder om få negative effekter av fettfinneklipping hvis klipperen har utført prosedyren på en riktig måte. Klipping på svært lave temperaturer kan ha negativ effekt ved at såret heler langsommere og er mer utsatt for infeksjon (Paul Midtlyng. NVH, pers. kom.).

Havforskningsinstituttet har samlet praktiske erfaringer med fettfinneklipping gjennom arbeid med utsetting av kultivert yngel og smolt i Daleelv i Hordaland. Fra 2000 til 2011 har nærmere 200 000 lakseparr (8–12 cm lange) og smolt (> 12 cm) blitt fettfinneklippet. Flesteparten har blitt fettfinneklippet 7–10 dager før utsetting, men en del har også blitt fettfinneklippet om høsten eller vinteren, flere måneder før utsetting. Vi har ikke observert sår eller infeksjoner i området rundt fettfinnen i ettertid eller hatt mistanke om at behandlingen har ført til ekstra dødelighet.

Hva slags behov vil det være for opplæring og prosedyrer?

Alle som skal klippe fettfinner må få grundig opplæring og forståelse for fiskens reaksjoner og konsekvenser av feilklipping. Skader under klipping vil både kunne påvirke vekst (økonomi), fôrintak, overlevelse og fiskevelferd, og vil kunne påføre oppdretteren kostnader. Tilsvarende problemstilling finnes også under vaksinerings, hvor feilstikking kan medføre langvarige virkninger og kvalitetsnedgradering.

Med manuell klipping vil opplæring være en forholdsvis enkel prosedyre, da dette er et enkelt kirurgisk inngrep. Håndtering og vedlikehold av eventuelle automatiske klippemaskiner vil kreve mer inngående ekspertise og opplæring.

Hvor stor er risikoen for skade og lidelse hos fisken pga. håndtering og bedøving, selve klippingen, under sårhelingen, etter utsett? I hvor stor grad kan det oppstå infeksjoner og andre problemer i forbindelse med sårheling?

Fettfinnen inneholder ikke finnestråler og består stort sett av et nettverk av bindevev (kollagene fibre) og er dekket med et trelags epidermis. Til tross for navnet inneholder ikke finnen fett. Fettfinnen er innervert (Buckland-Nicks et al. 2011), og fisken bør være bedøvd for at den skal være rolig under inngrepet og unngå eventuell smerte. Vi må anta at fisken føler såkalt nociceptisk smerte fra skadede nervfibre (nociceptorer) etter at bedøvelsen har gått ut (Sneddon 2009, Nordgreen 2009). Denne typen smerter vil vanligvis forsvinne relativt raskt etter hvert som såret heles. I hvilken grad fisken vil oppleve fantomsmerter etter fjerning av organ er ukjent.

Paul Midtlyng ved Norges Veterinærhøgskole gjennomfører i 2012 et FHF-prosjekt som skal undersøke sårhelingsprosessen etter fettfinneklipping

(http://www.fiskerifond.no/index.php?current_page=prosjekter&subpage=archive&detail=1&id=1315&qid=1). På grunnlag av publisert og upublisert informasjon (Midtlyng, pers. komm.) antas glatte snittsår å lukkes svært raskt (innen 3 dager), mens bindevevs- og arrdannelse tar 3–4 uker ved 10–12 graders vanntemperatur. Hovedfokus i FHF-prosjektet er å beskrive hvor raskt etter merking epitel-barrieren mot omgivelsene gjenopprettes under ulike temperaturer.

Erfaringer med fettfinneklipping av mange tusen fisk ved Havforskningsinstituttet tilsier at dette ved temperaturer over 10 grader ikke vil by på problemer med infeksjoner og sårheling. Et usikkerhetsmoment kan være økt infeksjonsrisiko når et svært stort antall fisk har sår både fra klipping og vaksinstikk. På tross av relativt mange og store feltforsøk med fettfinneklippet fisk ved en rekke norske fiskeforsøksanlegg har slike tilfeller så vidt vites ikke blitt observert. Vaksineselskapene anbefaler at en unngår fisk med sår, siden fisken er mer utsatt for soppinfeksjoner like etter vaksinerings (Novartis 2010). Slike soppinfeksjoner antas i hovedsak å skyldes mer omfattende skader på epidermis og slimlag etter ugunstig håndtering, men kan motvirkes med hyppig skifte av bedøvelsesbadet og/eller rutinemessig tilsetning av antisoppmidler.

I forsøkssammenheng har sekundærinfeksjoner med bakterier eller sopp nesten alltid opptrådt etter frysemerking ved svært kalde vanntemperaturer (januar–mars; P. Midtlyng, pers. komm.).

Forsøk med stillehavslaks viste at en ikke hadde kumulative effekter på cortisol og glukose respons hos håndtert og merket fisk som ble stresstestet en stund etter håndtering (Sharpe et al. 1998).

Hvordan vil effekten av høye og lave temperaturer influere på sårheling og infeksjonsrisiko? Vil forekomsten av vintersår øke?

Sekundærinfeksjoner og forsinket sårheling antas å være et potensielt problem kun ved merking ved svært lave vanntemperaturer og i ferskvann (se ovenfor). Forholdet søkes dokumentert i større detalj gjennom ovenfornevnte forskningsprosjekt. Fra vaksine- og smitteforsøk er det ingen holdepunkter for at fettfinneklipping gir økt forekomst av vintersår, selv etter eksperimentell eksponering (P. Midtlyng, pers. komm.).

Kan fiskens atferd bli påvirket?

Fettfinnens funksjon er omdiskutert, men nyere forskning har funnet at fettfinnen er innervert og det spekulers i om fettfinnen kan ha en funksjon for å kontrollere virveldannelse/drag ved haleroten under svømming eller fungere som en sensor for turbulent strøm (Reimchen & Temple 2004). Reimchen & Temple påviste økt haleslagsfrekvens på fettfinneklippet regnbueørret (7–12 cm). Fettfinnen fungerer også muligens som en sekundær kjønnskarakter, siden den vokser på kjønnsmoden hannfisk (Næsje 1988). Det faktum at finnen ikke er forsvunnet gjennom evolusjonen i løpet av titalls millioner av år, tyder også på at den har en funksjon (Reimchen & Temple 2004).

Når det gjelder oppdrettsfisk som ikke skal klare seg i naturen har fjerning av finnen trolig liten effekt på atferd i oppdrettsenhetene. Det bør imidlertid undersøkes om og hvor lenge atferden påvirkes etter klipping.

2.3 Hvis klipping og vaksinasjon blir gjort samtidig, vil det da bli en negativ effekt på fiskens immunrespons eller sårhelingsprosessen pga. dobbel belastning?

Til tross for omfattende forsøksvirksomhet både eksperimentelt og i felt er det ingen kjente observasjoner av slike negative interaksjoner. Tvert imot anses det som gunstig at begge operasjoner gjøres samtidig, slik at man unngår å bedøve og håndtere fisken to ganger. I motsetning til de fleste andre merkemetoder kan fettfinneklipping gjøres under samme raske og relativt sett overfladiske bedøvelse som brukes til vaksinerings. Risikoen for anestesi-bivirkninger er tilsvarende mindre enn ved mer tidkrevende merkeprosedyrer.

En del av immunresponsen blir trolig forandret i tidlig fase når kroppen må takle to prosesser samtidig. Sår blir mest sannsynlig håndtert som den mest akutte, og da kan flere celler og cytokiner strømme til sårstedet. Ofte får man sterk (IFN og IL1beta) respons i tidlig fase mot

injeksjon/stimulering/vaksinering. Med oljeadjuvans som gir depoteffekt får man lengre tilgang til antigenet, men fettfinneklipping kan gjøre at de antiinflammatoriske prosessene i de første 48 timene kan forsinkes eller reduseres. Hvordan det påvirker sluttbeskyttelse fra vaksinen vet man lite om, og det kan slå begge veier.

3 Betydning av fettfinneklipping som merkemethode til andre formål

Dagens omfang av fettfinneklipping som merkemethode til andre formål

Forskning: I henhold til internasjonal bruk av fettfinneklipping i landene rundt det nordlige Atlanterhavet brukes metoden for å gjøre fisker oppmerksom på at fisken er snutemerket. En kombinasjon av fettfinneklipping og snutemerking har blitt brukt i en rekke forskningsprosjekter i både Norge og andre nordeuropeiske land over en årrekke (spesielt i Irland). I Norge settes det for tiden ut rundt 100 000 smolt per år i to forskningsprosjekter i Hordaland (fra Daleelv- og Vosso-stammene).

Kultivering: Fettfinneklipping brukes i dag mer eller mindre som standard metode for å merke yngel og smolt som settes ut i forbindelse med kultivering, som oftest som kompensasjon for at den naturlige produksjonen er redusert pga. vannkraftutbygging. Omfanget ble beregnet til ca. 1,4 millioner fisk for noen år siden, og det antas at flesteparten av disse fettfinneklippes.

Konsekvenser av fettfinneklipping av oppdrettslaks for annen bruk av fettfinneklipping (kultivering, forskning, etc)?

Forskning: I forskningsprosjekter der fisken fettfinneklippes for å finne snutemerke, baseres datainnsamlingen på at fisker skjærer snuten av fettfinneklippet laks og leverer den til prosjektene mot en dusør. Snutemerket er svært lite (1,2 mm) og må dissekteres ut av snuten i ettertid, men siden det er magnetisert kan en spesiell detektor avsløre om fisken er merket (men ikke avlese koden). Manglende fettfinne også på rømt oppdrettslaks vil da vanligvis medføre at fisker må ta vare på snutene til både forsøksfisk og oppdrettslaks. Der forholdene ligger til rette for det, kan fisker få tilgang på en detektor som kan detektere snutemerket før de skjærer ut merket.

Kultivering: Fettfinneklipping brukes for å se på effekten av kultiveringen. Fettfinneklipping av oppdrettslaks vil medføre at denne praksisen ikke kan videreføres ved utsetting av yngel og smolt, og de må enten tilleggsmerkes eller merkes på annen måte. Det er likevel usikkert hvilket omfang fettfinneklipping av oppdrettslaks vil ha på sikt for utsettingsprogrammene. I innstilling fra utvalg om kultivering av anadrom laksefisk (Skår m.fl. 2011) foreslås det alternative merkemethoder som for eksempel genetiske metoder som tar høyde for at framtidige utsetninger forventes å bli gjort med stadig tidligere livsstadier (også som rogn, øyerogn og startfôret yngel).

4 Praktiske utfordringer og kostnader

4.1 Teknisk utstyr/eksisterende teknologi for å gjennomføre fettfinneklipping i stor skala - automatisk og manuelt

Manuell fettfinneklipping er arbeidskrevende, men krever ingen avanserte ferdigheter eller utstyr, og kan i settes i gang etter kort opplæring.

Per i dag finnes det ikke utstyr for automatisk klipping av fettfinner fra atlantisk laks. For å redusere belastningen på fisken bør automatisk utstyr tilpasses eksisterende vaksinasjonsmaskiner. Eventuelt egne maskiner for klipping på tidligere stadium i forbindelse med sortering av fisk. Dette vil være avansert utstyr og ha relativt høye utviklingskostnader, men som vil bli betydelig redusert hvis en kan bygge på eksisterende utstyr og teknologi (se 2.2, for eksempel

<http://www.maskon.no/> og <http://www.nmt.us/products/afs/afs.shtml>).



Figur 5. Detalj fra Maskon AS hvor en fettfinneklipper kan tenkes installert (www.maskon.no).

Kostnader ved manuell fettfinneklipping

Hvilke kostnader vil det bli mht. investeringer i utstyr?

Fettfinneklipping gjennomføres med en liten kirurgisk saks (< 100 kr per saks). Mindre kostnader må også påregnes ved tilpassing av vaksinebord og håndtering. Trolig trengs 1,5 ekstra personer per vaksinatør for å fettfinneklippe i samme tempo som vaksinatør.

Hva blir personellkostnadene per 1000 stk fisk som skal klippes?

Norsk Vaksinasjon og Mannskapsformidling AS som driver med manuell vaksinerings av fisk, mener at en med trent personell kan klippe ca. 1000 fisk per time. De anslår en ekstrakostnad på 30–40 øre per fisk ved fettfinneklipping under vaksinerings. Kostnadene blir såpass høye siden dette er en langsommere prosess enn vaksinerings og at klippingen vil redusere vaksinasjonshastigheten (Jim Strømberg, NVM AS, pers komm.).

Totalkostnad per 1000 stk fisk som klippes

Basert på opplysningene ovenfor gir dette 300–400 kr per 1000 fisk eller 75–100 millioner for all oppdrettslaks som settes i sjøen (250 millioner stk i nær framtid). Total kostnader på 300–400 kr per time for trent personell er trolig ikke urimelig (inkl. sos. utgifter, overhead til firma, osv.).

Kostnader ved automatisk fettfinneklipping

Det finnes ikke utstyr for maksinell klipping av fettfinne til atlantisk laks på markedet i dag. Vi har kun fått inn anslag fra eneste produsent av helautomatisk vaksinemaskin for laks, Maskon AS (Halvard Andresen, Maskon AS, pers komm.).

Hvilke kostnader vil det bli mht. investeringer i utstyr?

De anslår at ekstrakostnader ved installering av fettfinneklipper vil beløpe seg til 120 000–400 000 kr per maskin som klipper 20 000 fisk per time

Hva blir personellkostnadene per 1000 stk fisk som skal klippes?

De anslår en ekstra personell-/vedlikeholdskostnad på denne delen av maskinen på 10–20 kroner per 1000 fisk. Denne maskinen krever en fast operatør som også kan ta seg av dette. Det forutsettes at en finner en løsning som ikke senker hastigheten på vaksineringen.

Totalkostnad per 1000 stk fisk som klippes

Basert på opplysningen over og forutsetningen at en uansett trenger en vaksinemaskin, vil fettfinneklippingen medføre ekstrakostnader på 20–30 kr per 1000 fisk, dvs. rundt 10 % av kostnadene med manuell klipping. Fører klippingen til at prosessen blir mindre effektiv, vil kostnadene øke. Andresen fra Maskon AS presiserer at anslagene er usikre siden en her ikke har startet utviklingen av utstyret. Investeringer i vaksinemaskiner kommer i tillegg.

4.2 Hvor lang tid antas det å ta for å få på plass nødvendig utstyr, prosedyrer og opplæring av aktører som skal utføre arbeidet?

Ved manuell klipping av 250 millioner laks vil det anslagsvis kreves ca. 32 000 dagsverk (ved klipping av 8 000 fisk per person per dag). Antar vi at fettfinneklipping bare er aktuelt 100 dager i året, krever det vel 300 erfarne personer på fulltid i denne perioden eller ca. 100 årsverk. Opplæring av disse personene og utvikling av protokoller for merking kan trolig gjøres relativt raskt, og det vil vel også være realistisk å skaffe nok personell.

Utvikling og testing av nytt automatisk utstyr vil erfaringsmessig ta flere år. Ved å bygge på eksisterende vaksinemaskin, anslår Maskon AS en utviklingstid på 6–10 måneder og utviklingskostnader i størrelsesorden 3 mill. kr. Opplæring av eksisterende operatører av maskinen kan gjøres på én dag. For nye brukere vil dette inkluderes i opplæringsprogrammet for maskinen (Halvard Andresen, Maskon AS, pers. komm.).

På grunn av logistikken og smale tidsvindu for når i produksjonssyklusen det er aktuelt å klippe fisken, bør kanskje hvert settefiskanlegg ha sin egen maskin (også av smittehygieniske grunner).

5 Anbefalt forskning

- Da det ikke kan utelukkes negative konsekvenser på produksjon og velferd, anbefales en prøveperiode der fettfinneklippet og umerket fisk fra samme smoltgruppe settes ut i samme merder, for å få god nok dokumentasjon på at dette ikke vil gå ut over vekst og velferd.
- For å få oversikt over mulige påvirkninger på vaksinasjonseffekt og vaksineskader av samtidig fettfinneklipping bør det også gjennomføres forsøk i stor skala. (Vi antar at vaksineselskapene allerede har gjort slike undersøkelser, da finneklipping er en vanlig metode for å skille grupper. I tilfelle bør disse resultatene legges frem).
- Nedre grense for vanntemperatur ved klipping bør også fastsettes, for å unngå problemer med langsom heling av sår.
- Det har vært antydning at fettfinnen er en sekundær kjønnskarakter, og at størrelsen på finnen har innvirkning på gytesuksess (Næsje et al. 1988). I så fall vil fjerning av fettfinne hos oppdrettslaks kunne ha en ekstra bonus ved at den rømte fiskens gytesuksess reduseres ytterligere. Dette er en problemstilling som kan undersøkes.
- Skal fettfinneklipping ha tilsiktet effekt kreves det at nesten all gytefisk sjekkes før de gyter i elvene. Effektiv og rimelig metodikk og teknologi for kontroll og utsortering av oppdrettslaks i, eller helst før de går opp i elvene, må utvikles og testes.
- Ev. negative effekter på overleving og gytesuksess hos vill laks som blir håndtert i forbindelse med kontroll.
- En forutsetning for at fettfinneklippingen skal ha ønsket effekt er at en kan sortere ut merket fisk før de gyter uten å forstyrre eller skade villaksen. Rutiner, metoder og utstyr for å gjennomføre dette bør utvikles og testes før en setter i gang med fettfinneklipping av all oppdrettslaks.

Noen svar vil kanskje komme fra pågående FHF-prosjekt for å utrede mulighetene for massemerking av laks.

http://www.fiskerifond.no/index.php?current_page=prosjekter&subpage=&detail=1&id=1309&gid=1

6 Referanser

- Anon. 2011. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 s.
- Anderson, JT, Watry CB and Gray A. 2007. Upstream Fish Passage at a Resistance Board Weir Using Infrared and Digital Technology in the Lower Stanislaus River, California 2006–2007 Annual Data Report. Prepared for: U.S. Fish and Wildlife Service Anadromous Fish Restoration Program Grant No. 813326G004.
- Armstrong GC (1947): Mortality, rate of growth, and fin regeneration of marked and unmarked lake trout fingerlings at the Provincial Fish Hatchery, Port Arthur, Ontario. Transactions of the American Fisheries Society 77:129–131.
- Bumgarner, JD., Schuck, ML., og Blankenship HL. 2009. Returns of hatchery steelhead with different fin clips and coded wire tag lengths. North American Journal of Fisheries Management 29: 903-913.
- Buckland-Nicks, J.A., M. Gillis, Reimchen, T.E. 2011. Neural network detected in a presumed vestigial trait: ultrastructure of the salmonid adipose fin. Proc. R. Soc. B doi: 10.1098/rspb.2011.1009.
- Gjerde, B. og Refstie, T. 1988. The effect of fin-clipping on growth rate, survival and sexual maturity of rainbow trout. Aquaculture 73: 383-389.
- Glover, KA, Otterå H, Olsen RE, Slinde E, Taranger GL, Skaala Ø. 2009. A comparison of farmed, wild and hybrid Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared under farming conditions. Aquaculture 286: 203–210.
- Glover KA, Quintela M, Wennevik V, Besnier F, Sørvik AGE, Skaala Ø. 2012. Three decades of farmed escapees in the wild: a spatio-temporal analysis of Atlantic salmon population genetic structure throughout Norway. Submitted to PLOS One.
- Karlsson, S, Moen, T., Lien, S., Glover, K.A., Hindar, K. 2011. Diagnostic SNPs for the identification of farmed and wild Atlantic salmon. Molecular Ecology Resources 11(s1) 247-253.
- Lehmann G. B., Wiers T. og Gabrielsen S-E. 2008. Uttak av rømt oppdrettslaks i vassdrag - undersøkelser høsten 2007. LFI-Unifob Rapport nr. 149.
(http://www.miljo.uni.no/wp-content/uploads/2009/11/LFI_149.pdf).
- Lund, R.A, Hansen L.P, Järvi T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. NINA Forskningsrapport, 1: 1-54.
- Lund RA, Midtlyng PJ and Hansen LP (1997). Post-vaccination intra-abdominal adhesions as a marker to identify Atlantic salmon, *Salmo salar* L., escaped from commercial fish farms. Aquaculture 154, 27-37.
- Nordgreen J. (2009). Nociception and pain in teleost fish. Thesis for the degree of Oh.D, Norwegian School of Veterinary Science, Series of dissertations no 62.
- Novartis 2010. - Best practice manual for stikkvaksinerings av laksefisk.
<http://www.aqua.novartis.com/no/novartis/kunnskapsbank/bpm>.
- Næsje, TF, Hansen LP & Jarvi T (1988): Sexual dimorphism in the adipose fin of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Journal of Fish Biology 33(6): 955-956.
- Otterå, H., O. Skilbrei, Ø. Skaala, K. Boxaspen, J. Aure, G.L. Taranger, A. Ervik, R. Borgstrøm. 2004. Hardangerfjorden – produksjon av laksefisk og effekter på ville bestandene av laksefisk. Fisken og havet, nr. 3.
- Reimchen, T.E., Temple. N.F. 2004. Hydrodynamic and phylogenetic aspects of the adipose fin in fishes. Can. J. Zool. 82: 910–916.
- Skaala, Ø., Wennevik, V., Glover, K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon populations affected by farm escapees. ICES Journal of Marine Science, 63: 1224-1233.
- Skaala, Ø, G.H.Johnsen, B.T. Barlaup. 2010. Prioriterte strakstiltak for sikring av ville bestander av laksefisk I hardangerfjordbassenget i påvente av langsiktige forvaltningstiltak. Rapport fra Havforskningen nr 10.
- Skaala Ø., Johnsen GH., Lo H., Borgstrøm R., Wennevik V., Hansen, M.M., Merz, J., Glover KA, Barlaup B.T. 2012. A conservation plan for Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous trout (*S. trutta*) in the

- Hardangerfjord, an area with high industrial use of aquatic habitats. Submitted to Marine Biology Research.
- Sharpe, C.S., D.A. Thompson, H.L. Blankenship, and C.B. Schreck. 1998. Effects of routine handling and tagging procedures on physiological stress responses in juvenile Chinook salmon. *Progressive Fish-Culturist* 60:81-87.
- Skilbrei, O.T., Vølstad, J.H., Bøthun, G., and Svåsand, T. 2011. Evaluering av datagrunnlaget 2006–2009 for estimering av andel rømt oppdrettslaks i gytebestanden i norske elver. Forslag til forbedringer i utvalgsmetoder og prøvetakingsmetodikk. Rapport fra Havforskningsinstituttet Nr 7 -2011.
- Skår et al. 2011. Innstilling fra utvalg om kultivering av anadrom laksefisk DN-utredning 11-2011.
- Taranger, G.L., Svåsand, T., Madhun, A.S., Boxaspen, K.K., and (red.) 2011. Risikovurdering - miljøvirkning av norsk fiskeoppdrett, Fisken og havet, 3-2010 Havforskningsinstituttet.
- Vincentlang, D. 1993. Relative survival of unmarked and fin-clipped coho salmon from Bear Lake, Alaska. *Progressive Fish-Culturist* 55: 141-148.