

Fiskeridirektoratet
Postboks 185 Sentrum
5804 Bergen

Att: Jens Christian Holm

Deres ref:

Vår ref: 2012/1613

Bergen 08.03.2013

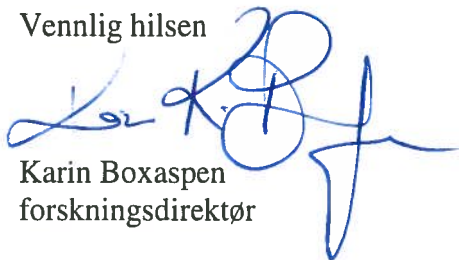
Arkivnr: 317

Løpenr: 2156/2013

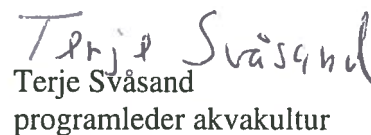
BESTILLING - UTREDNING OM SPORING AV RØMT OPPDRETTSLAKS

Vedlegger utredning om sporing av rømt oppdrettslaks utarbeidet av seniorforsker Øystein Skaala og faggruppetleder Kevin Glover.

Vennlig hilsen



Karin Boxaspen
forskningsdirektør



Terje Svåsand
Terje Svåsand
programleder akvakultur



SPORING AV RØMT OPPDRETTLAKS:

Utgreiing og samanlikning av ulike metodar

ØYSTEIN SKAALA og KEVIN A. GLOVER

 HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

8. Mars 2013

Havforskningsinstituttet, P.boks 1870 Nordnes; N-5817 Bergen

**Sporing av rømt oppdrettslaks;
Utgreiing og samanlikning av ulike metodar
Etter bestilling frå Fiskeridirektoratet**

Bakgrunn

Merkeutvalet

Frå Merkeutvalet til forskingsprosjektet TRACES

Nokre merkemetodar som har vore særleg omtala

Coded wire tags (snutemerking)

Fettfinneklipping

Kjemisk merking

DNA Databasemetoden

Fettfinneklipping med DNA identifisering

DNA Beredskapsmetoden

Konklusjonar og tilrådingar

Operativt feltapparat

Metodikk for sporing

Sporing av rømt oppdrettslaks;

Utgreiing og samanlikning av ulike metodar

Bestilling frå Fiskeridirektoratet

Øystein Skaala og Kevin A. Glover, Havforskningsinstituttet

Bakgrunn

Rømt oppdrettslaks og mogelege endringar av dei arvelege eigenskapane til ville laksebestandar er av forvaltinga rekna som eit av dei alvorlege miljøproblema knytt til norsk fiskeoppdrett. Norske fiskeoppdrettarar har plikt til å rapportera rømingsepisodar til forvaltinga når dei er merksame på at det har skjedd røming. Det kan imidlertid skje at fisk rømer utan at oppdrettar er merksam på dette. Det er to grunnar til at ein ønskjer å identifisera rømt oppdrettsfisk. Desse stiller ulike krav til metodikk for identifisering. I samband med utfisking av rømt oppdrettslaks i vassdrag er det tilstrekkeleg å kunna avgjera om fisken er vill eller rømt, og opphavet til rømlingane er ikkje av avgjerande betydning. Her er føremålet å plukka ut rømlingane før dei gyter og eventuelt påverkar den ville populasjonen genetisk. Kor mange oppdrettslaks som rømer veit ein ikkje nøyaktig. I 2013 vil det vera rundt 300 millionar oppdrettslaks i sjøen. Dei offisielle rapporterte rømingstala varierer mykje mellom år, frå 38 000 i 2012 til over 921 000 i 2006, men vi veit samstundes at dette er minimumstal. Drypplekkasjar er til dømes vanskelege å oppdaga og vert gjerne ikkje rapportert. I tillegg viser sporingsundersøkingane fiskeriforvaltinga har gjennomført dei seinare åra, at ein del rømingsepisodar av ulike årsaker ikkje vert rapportert. Med utgangspunkt i talet på oppfiska rømlingar frå 1998 til 2004, vart det i 2006 antyda at det reelle talet på rømt oppdrettslaks i snitt over undersøkte år kunne vera 2,4 mill individ (Sægrov og Urdal 2006). Sjølv om dette tilseier at det reelle talet på rømt oppdrettslaks er vesentleg større enn det rapporterte, viser dette at samanlikna med totalt mengde oppdrettslaks, er det ein svært liten andel som rømer.

Dersom ein ønskjer å finna kjelda til den rømte laksen, stiller dette langt fleire krav til metodikken. Føremålet med å identifisera opphavet til røming, er at ein då kan finna årsaker til røminga, iverksetja tiltak mot denne årsaka for å redusera omfanget av røming og samsundes dra lærdom av hendinga. Samstundes kan forvaltinga avgjerda om det er føreligg årsaker til røminga som skal etterforskast vidare, der oppdrettar eventuelt kan gjerast ansvarleg for røminga med dei miljømessige og økonomiske følgjene dette kan ha. Når ei røming ikkje vert rapportert, er det uråd å finna årsaka, og difor kan ein heller ikkje dra lærdom av hendinga eller setja inn tiltak mot denne årsaka. Fiskeridirektoratet ber i brev dagsett 20. november 2012 Havforskningsinstituttet greia ut metodar for sporing av rømt oppdrettslaks, der føremålet er å identifisera opphavet til rømt oppdrettslaks. Direktoratet ønskjer:

- Ei oppdatering av kunnskapsgrunnlaget instituttet har levert tidlegare
- Ein gjennomgang av kva metodar og løysingar som føreligg der ein vurderer fordelar og ulemper ved kvar metode
- Ei tilråding til korleis forvaltinga kan spora rømt laks tilbake til kjelde

Merkeutvalet

Det er om lag ti år sidan politiske styresmakter tok initiativ til den første utgreiinga av metodar for identifisering av oppdrettslaks (St.meld.nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav, og Inst.S.nr.134 (2002-2003) Om oppretting av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder). Vedtaket om å greia ut merkemetodar vart oversendt frå Fiskeri- og kystdepartementet til Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet i februar 2003. I kjølvatnet av dette vart Merkeutvalet med representantar frå forvaltning, forskning og havbruksnæring oppnemnt. Utvalet gjekk gjennom alle kjente metodar for merking, herunder ytre merke med robotar, elektroniske merke, fysiske merke, kjemiske merke og DNA. Det vart henta inn informasjon og innspel frå ei rekkje offentlege og private fagmiljø. Utvalet sette opp ei rekkje kriterie som eit merke må oppfylle om det skal vera eigna til identifisering og sporing av rømt oppdrettslaks. Havforskningsinstituttet har som utgangspunkt at desse kriteria framleis er gyldige. Desse kriteria var:

1. Merket må ikkje ha innverknad på fiskehelse eller dyrevelferd
2. Merket må ikkje ha innverknad på marknad eller folkehelse
3. Fysiske merke må vera så små at fisken kan merkjast før smoltifisering (<10cm fisk)
4. Merket må vera ferdig utvikla innan to år
5. Resultat frå analysar må vera lett tilgjengelege
6. Merket må vera eigna til merking av store mengder fisk
7. Total kostnad per merka fisk må vera låg

Dei ulike metodane har sine fordelar og ulemper, oftast knytt til presisjonsnivå, dyrevelferd, logistikk, marknad eller økonomi.

Metodar som omfattar tilsetjing av framande stoff vil kunna ha helseskadelege effektar, men sjølv om det kan dokumenterast at vedkomande stoff ikkje er helseskadeleg, kan slike merke medføra negative reaksjonar hos forbrukarane.

Fysiske merke vil måtta fjernast frå fisken før omsetnad for å unngå helsemessige skader på forbrukar. Slike merke vil også kunna utløysa negative effektar hos forbrukarane med tanke på etikk og dyrevelferd.

Frå Merkeutvalet til forskingsprosjektet TRACES

I juni 2004 la utvalet fram ein rapport med einstemmig konklusjon, der det vart tilrådd å vidareutvikla dei to metodane som såg ut til å vera nærast til å oppfylle kriteria for eit merke. Dette var fysisk snutemerking med gruppekode og "Stand-by" metoden med bruk av fisken sine naturlege markørar, inkludert DNA (Tabell 1). I etterkant av dette tok Havforskningsinstituttet initiativ til eit nasjonalt prosjekt der ein inviterte ei rekkje fagmiljø til eit NFR prosjekt som fekk tittel *TRACES; Tracing escaped farmed salmon by means of naturally occurring DNA markers, fatty acid profiles, trace elements and stable isotopes.*

Prosjektet hadde som mål å undersøka om laksen sine naturlege eigenskapar kan nyttast for å identifisera kjelda til urapporterte rømingsepisodar, og ein la vekt på DNA (mikrosatellitt og SNP) markørar, lipidprofilar, sporelement og stabile isotopar. Gjennom prosjektperioden vart det dokumentert at både lipidprofilar, sporelement og isotopar viste variasjonar innan individ og grupper og mellom grupper. Variasjon i kjemiske parametarar som skuldast at fisken har levd i ulikt fysisk miljø eller har fått fôr med ulik samansetjing, kan endra seg når fisken rømer. Dette gir støy i signala og reduserer presisjonen i identifiseringa. TRACES- prosjektet avdekka at det stod att betydeleg utviklingsarbeid før metodane eventuelt kunne implementerast i forvaltinga for sporing av opphavet til rømt oppdrettsfisk. DNA markørar gir ein stabil profil for eit individ, det DNA'et individet har fått frå mor og far har det med seg heile livet. DNA markørane gav ein presisjon som i mange tilfelle ville kunna separera mellom ulike kjelder til og med innafør ein tung oppdrettsregion som Hardangerfjorden, og viste i konkrete episodar korrekt treff på opphavet til rømlingar.

Nokre merkemethodar som har vore særleg omtala

Med utgangspunkt i kriteria som eit merke for sporing av urapportert rømt fisk må oppfylla, gir vi ein kort omtale av dei mest aktuelle metodane.

A) Coded Wire Tags (CWT) – snutemerking:

CWT er utvikla i USA der ein kvart år set ut fleire hundre millionar smolt av stillehavslaks for å støtta ville bestandar. CWT vert brukt i forvalting av stillehavslaksen og det blir kvart år merka ca 50 mill smolt. Merke er ein magnetisert stålbit på 1.1 x 0,25 mm med laserinnskrivne tal på. Merke vert plassert i nasebrusken på fisken ved hjelp av ein heilautomatisk maskin, halvautomatisk maskin eller manuelt med ein enkel injektor. Merke må skjerast ut for avlesing, men ved hjelp av magnetfelt kan ein skilja mellom merka og umerka fisk. For å lese merket, må fisken avlivast og snutepartiet vert kapp i mindre stykke til ein finn merke. Lesinga blir gjort i lysmikroskop. Trena personale brukar 4-5 minuttar på å ta ut merke frå eit fiskehovud og lesa merket. Merkeutvalet konkluderte i 2004 med at kostnad inkludert merkekostnad, utstyr, analyse, databasar med vidare, ville vera 1- 1,30 kr pr fisk, med ein total årleg kostnad på 150-200 mill kroner. Sjølv om pris på sjølve merket kan vera noko lågare i dag (ca 0,13 kr pr merke blir opplyst), er samstundes talet på oppdrettsfisk langt større, slik at total årleg kostnad i dag vil truleg vera over 300 mill kroner. Tidspunkt for merking er kritisk. Med omsyn på fiskevelferd og fiskehelse, må merkinga skje før fisken smoltifiserer og skjela løsnar, fortrinnsvis i samband med vaksininga. Det medfører at ein fisk merka på eit definert smoltanlegg kan ha rømt frå smoltanlegget, smolttransporten eller matfiskanlegget. Metoden krev høg kontroll med leveransar av kvar enkelt smoltleveranse til matfiskanlegga. Det er ikkje avklara kven som eventuelt skal ha ansvaret for kvalitetssikring av merking og smolttransport, slik at ein har full kontroll med flyt av fiskemateriale mellom smolt- og matfiskanlegg, og kven som skal etablera, drifta og kvalitetssikra eit merkeregister med minst 300 millionar nye merke kvart år, eller kva kostnadar som vil vera knytt til desse postane.

B) Fettfinneklipping

Ved fettfinneklipping klipper ein av heile eller delar av fettfinnen. Denne metoden har blitt brukt i eksperimentell skala lenge. Ifølgje internasjonale avtalar skal all snutemerka laks også ha klipt fettfinne som eit synleg, ytre merke og signal på at individet er snutemerka. Havforskningsinstituttet gjorde i 2012 ei utgreiing av metoden for Mattilsynet med tanke på full fettfinneklipping som metode for å skilja villaks og rømt oppdrettslaks i vassdrag der ein ønskjer å fjerna rømt oppdrettslaks. Havforskningsinstituttet har også omtala konseptet i svarbrev til FKD på høring av akvakulturloven (desember 2012):

Havforskningsinstituttet har levert en rapport til Mattilsynet om fettfinneklipping spesielt og fant ingen sterke dyrevelferdsmessige grunner til å forby dette, selv om det er visse usikkerhetsmomenter ved storskala fettfinneklipping. Mattilsynet konkluderte likevel med at de ikke ville anbefale dette av dyrevelferdsmessige, helhetlige og kostnadmessige grunner.

Det er gjennom Miljøløftet til FHF initiert fleire grunnforskningsprosjekt der ein undersøker effekten av fysisk merking på fiskevelferd og fiskehelse. I eit prosjekt ved Norges Veterinærhøgskole blir det med finansiering frå FHF gjennomført ei undersøking av fettfinneklipping og fiskevelferd. Arbeider konkluderer med at sårflatene etter inngrepet gror raskt og at fettfinneklipping difor medfører kun eit minimalt inngrep for fisken.

C) Kjemisk merking

Førekost og kvantitativ samansetjing av sporelement i vatn varierer mellom lokalitetar (innsjøar, vassdrag, fjordar og havområde). Internasjonale studiar har vist at samansetjinga av sporelement i kalsiumrike strukturar hos akvatiske organismar i stor grad avspeglar den kjemiske samansetjinga i vatnet. Skjel og otolittar (øyresteinar) hos fisk er kalsiumrike strukturar som veks i takt med fisken, og ein ser ofte på dei som ferdsskrivarar der elementkomposisjonen i fisken sitt miljø blir inkorporert kontinuerleg i påvekstsoner i strukturane. Otolittar er sentrale i balansesystemet hos alle ryggbeinsdyr, inklusive fisk. I otolittar vert det danna ringar som årringane i trestammer, og otolittane kan difor nyttast til å lesa informasjon om alder, vekst og kjønnsmodning hos fisk. Alle grunnstoff fins i ulike variantar kalla isotopar. Mange stoff som fins i miljøet, i vatn, bytedyr eller i for, vil bli avsett i små mengder i otolittane. Gjennom TRACES prosjektet undersøkte Norsk Institutt for Naturforskning saman med kollegar frå Centre for Aquatic Health Sciences, British Columbia og The Centre for Aquaculture and Environmental Research, Vancouver bruk av $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ isotopar for å skilja oppdrettslaks frå ulike oppdrettsanlegg. Dette arbeidet viste signifikante skilnadar mellom nokre undersøkte anlegg, samstundes som ein såg at konsentrasjonen av isotopar og dermed signaturen endar seg over tid etter at fisken hadde rømt, slik ein venta. Jo lengre tid fisken hadde vore på rømmen, jo større var endringa i signaturen. Resultata var likevel interessante og kunne gje grunnlag for vidare og meir detaljerte undersøkingar.

Gjennom TRACES prosjektet undersøkte Veterinærinstituttet den naturlege variasjonen av sporelement i skjel innan og mellom individ innen ein kohort, der ein fokuserte på 16 grunnelement: Li – Litium; Mg – Magnesium; Ca- Kalsium; Cr – Krom; Mn – Mangan; Fe – Jern; Zn – Sink; Sr – Strontium; Ba – Barium; La – Lanthan; Ce – Cerium; Pr – Praseodym;

Nd – Neodym; Sm – Samarium; Pb – Bly; U – Uran. Ei av utfordringane ein såg her, var variasjonen i komposisjon og konsentrasjonar av stoffa både innafor ulike delar av eit fiskeskjell, mellom ulike plassar på fisken i tillegg til variasjonar i miljøet, noko ein hadde lite data på. Konseptet er interessant, men innafor TRACES prosjektet var ressursane for små til å gjennomføra den naudsynte grunnforskinga som må til før ein kunne avgjerda om metoden kunne nyttast til sporing av rømt oppdrettsfisk på det nivået som fiskeriforvaltinga ønskjer.

Havforskningsinstituttet gjennomfører no i samarbeid med Universitetet i Melbourne og med finansiering frå FHF, grunnforsking der ein tilfører isotopar til oppdrettsfisken i samband med vaksininga. Resultata viser så langt ingen negativ effekt på overleving eller vekst hos fisken. Ein testar 13 ulike isotopar, mellom anna av stoffa Barium og Strontium, som totalt kan gje 127 ulike merke og 8191 ulike kombinasjonar. I teorien er dette tilstrekkeleg til å gje kvart oppdrettsanlegg sitt eige merke. Korleis ein i praksis skal gjennomføra dette, utan å leggja om logistikken i norsk havbruksnæring, er ikkje del av prosjektet.

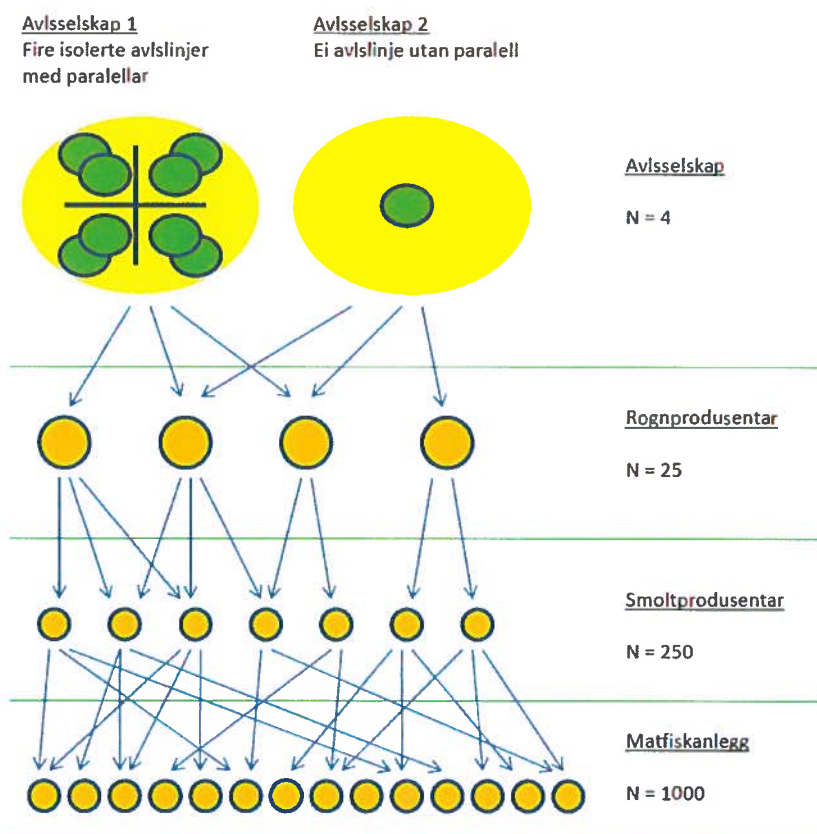
Eit tilsvarande grunnforskningsprosjekt med finansiering frå FHF blir no gjennomført ved Universitet for miljø og biovitenskap, der ein testar ut om ein kan nytta sjeldne grunnstoff for å skilja rømt oppdrettslaks frå villaks, og samstundes identifisera opphavet til rømt fisk. I dette forsøket tilset ein dei ulike stoffa til føret. Den første delen av prosjektet skal kartleggja bakgrunnsverdiar av dei sjeldne grunnstoffa i fem oppdrettsanlegg frå ulike delar av Norskekysten, medan andre og tredje del omfattar tilsats av ulike kombinasjonar og konsentrasjonar av stoffa i føret for å undersøkje om ein kan merkja fiskeskjella. Forsøket konkluderer med at dei kjemiske stoffa som vert tilsett føret blir avsett i fiskeskjella, og at i nokre tilfelle vil ein kunna identifisera kva oppdrettsanlegg rømt fisk har opphav i. Konseptet krev at forprodusentane lagar kjemisk merka før med ulik komposisjon til ulike oppdrettsanlegg og at ein har oversikt over produksjon og omsetnad av føret.

D) DNA database metoden

Det føregår fleire prosjekt med ulike utgangspunkt og føremål som baserer seg på DNA, finansiert av FHF. To prosjekt omfattar rein, grunnleggjande teknisk utvikling av høvesvis mikrosatellitt- og SNP markørar. Desse er såpass grunnforskningsrelatert at dei ikkje blir omtala nærare her.

DNA database metoden er eit system basert på omfattande foreldre-avkom testing, med årleg genotyping av all stamfisk (40-50.000 individ iflg MareLife) i havbruksnæringa, der DNA profilen til ein rømt fisk kan samanliknast med profilane til stamfisken som vil bli lagra i databasar. I prinsippet vil det vera mogleg å identifisera kvart einaste avkom til foreldrefisk ved å genotypa ca 200 DNA-SNP markørar. Ifølgje MareLife er utfordringa på klekkeria den omfattande blandinga av materiale som føregår både innafor og mellom anlegg (Figur 1). Metoden er difor basert på at ein produserer og leverer unike rognparti til kvart settefiskanlegg, og har full kontroll med logistikken i havbruksnæringa med kvalitetssikra oversikt og dokumentasjon av all omsetjing av rogn og fisk frå avlkskjernar til stamfiskprodusentar, smoltprodusentar om matfiskanlegg. MareLife anslår årlege kostnader for genotypinga av stamfisk og drift av databasar til rundt 11 mill kr. I tillegg kjem kostnader

i næringa knytta til ei omfattande omlegging av logistikk og truleg til noko grad også sjølv produksjonen av rogn og fisk. Dette er kostnadar som ein ifølgje MareLife ikkje har oversikt over i dag, og som ein først vil få oversikt over når ein kjem i gang og har hausta erfaring med systemet. Kostnadane med genotyping av rømlingar i kvart sporingstilfelle er ikkje inkludert i kostnadsanslaget. Det går ikkje klart fram korleis kvalitetssikringa av flytting og omsetjing av rogn og fisk skal gjennomførast, om det skal vera næringa sjølv eller forvaltinga som har ansvaret for dette, og kven som skal ta kostnadane med å kvalitetssikra arbeidet og drifta databasar med relativt omfattande informasjonsmengder.



Figur 1. Logistikken i havbruksnæringa er kompleks. I samband med sporing av rømt fisk betyr dette at dersom ein til dømes skal merka fisk på smoltanlegga, samstundes som ein vaksinerer fisken, kan røming skje frå både smoltanlegg, brønnbåt eller sjøanlegg.

E) Fettfinneklipping av smoltgrupper i kombinasjon med DNA identifisering

I utgreiinga av generell fettfinneklipping av all oppdrettslaks var føremålet å finna ein metode som gav sikker identifisering av vill og rømt laks, men ikkje identifisering av opphavet til den rømte laksen. Det har tidlegare vore nemnt at dersom føremålet er å identifisera kjelda til urapportert rømt laks, kan fettfinneklipping av eit lite utval fisk (50 stk) frå kvart smoltutsett i alle matfiskanlegg i kombinasjon med DNA basert identifisering vera ei mogleg løysing. I praksis kunne dette gjennomførast ved at oppdrettar klipper fettfinne av 50 individ frå kvart smoltparti han tar imot på matfiskanlegget, lagrar dei 50 prøvane frå kvar gruppe samfengt på

sprit, eventuelt overleverer desse til forvaltinga umiddelbart. Eit slikt konsept vart diskutert i Merkeutvalet. Desse prøvane som skal merkjast med dato og smoltleverandør kan lagrast fram til fisken av denne gruppa er slakta. Då blir prøvane kassert. Metoden medfører at når det skjer ei røming i eit område, vil det alltid føreliggja prøvar klar for identifisering. Ved metoden som vert nytta i dag må ein håva opp fisk frå aktuelle merdar på anlegg innafor eit visst geografisk område, og ta prøvar av desse. Samstundes må det understrekast at metoden har klare ulemper. I praksis ville det medføra at ein må ta prøve av kvart einaste smoltutsett kvart år, og oppdrettar under mistanke må sjølv framskaffar materiale for etterforskinga. Det er uklart kven som skal ta kostnad med kvalitetssikring av prøvetakinga og oppbevaringa av materialet. Dessutan medfører det ein ny risiko for at grupper på anlegget vert blanda slik at baselineprøvane ikkje reflekterer dei reelle gruppene på anlegget.

F) DNA beredskapsmetoden

Denne metoden skiljer seg frå dei andre ved at denne er gjennomprøvt i 15 konkrete saker, og ved at det føreligg ein omfattande internasjonal, vitenskapleg dokumentasjon på at metoden fungerer til å spora rømt fisk tilbake til anlegg. Dette gir grunnlag for meir presise formuleringar med omsyn på både gjennomføring og kostnadar. Andre metodar er framleis i ein utviklingsfase. Metoden er ikkje basert på foreldre-avkom samanlikning, men på at ein samanliknar DNA profil hos den einskilde rømte laksen med DNA profil hos fisken i anlegga som ligg innan ein viss avstand frå den observerte førekomsten av observerte rømlingar. Metoden er utvikla for å identifisera opphavet til konsentrerte, urapporterte rømingar og eignar seg ikkje ved drypplekkasjar. Som for alle andre metodar, må også prosedyrane for DNA-sporing følgjast nøye. Prosedyrane for Beredskapsmetoden kviler på ein rask respons frå forvaltinga. Når publikum registrerer uvanlege fangstar av rømlingar og kontaktar forvaltinga, skal forvaltinga umiddelbart avklara om det er meldt tap av fisk frå anlegg i området. Dersom ingen har meldt om tap, skal det iverksetjast innsamling av prøvar av rømt fisk og av fisk frå anlegga i området som har fisk av same storleik.

I praksis har det vist seg at når ein kjem raskt i gang med innsamling og sikring av prøvar, og ein ser på biologiske trekk ved rømlingane som til dømes storleik, er det ikkje så mange anlegg som ligg innafor sannsynleg rømingssområde. Eit døme på dette er ei sporing i Troms, der det var ni moglege kjelder til ei urapportert røming. Testane viste at 37 av dei 48 innfanga rømlingane passa i profilen til eitt av anlegga (Figur 2). Samstundes vart dei åtte andre anlegga frikjende sidan DNA-profilen til rømlingane viste at desse ikkje samsvarte med desse anlegga. For anlegg I derimot, vart berre 12 av dei 48 rømlingane avvist.

Basert på erfaringane sidan 2006, ser ein to utfordringar:

1. Metoden krev at publikum melder frå på fiskeriforvaltinga sin tipstelefon om observasjonar av rømlingar. Dette krev at publikum er kjent med og motivert for å bruka tipstelefonen.
2. Metoden krev eit responsteam som kan dra ut på kort varsel og ta vare på, eventuelt samla inn prøvar av rømt fisk og referanseprøvar frå anlegg i nærleiken. Går det for

lang tid, vil rømlingar frå eit utslepp ha spreidd seg over større areal og eventuelt blanda seg med rømlingar frå andre kjelder, noko som gir støy i resultatata.

Beredskapsmetoden krev verken merking av fisk eller oppbygging, drift og vedlikehald av databasar for oppdrettslaks eller villaks. Metoden utløyser berre kostnader når forvaltinga registrerer ei sak dei ønskjer å følgja opp. For ei typisk sak som den i Troms, med analysar av under 1000 individ, vil kostnadane vera samansett av løn til forskar og laboratorieteknikar, laboratoriekostnad samt kostnadar til innsamling av prøvar av rømt fisk og referanseprøvar frå anlegg i nærområdet, totalt under 200 000 kroner. Beredskapsmetoden er difor både enkel og svært kostnadseffektiv.

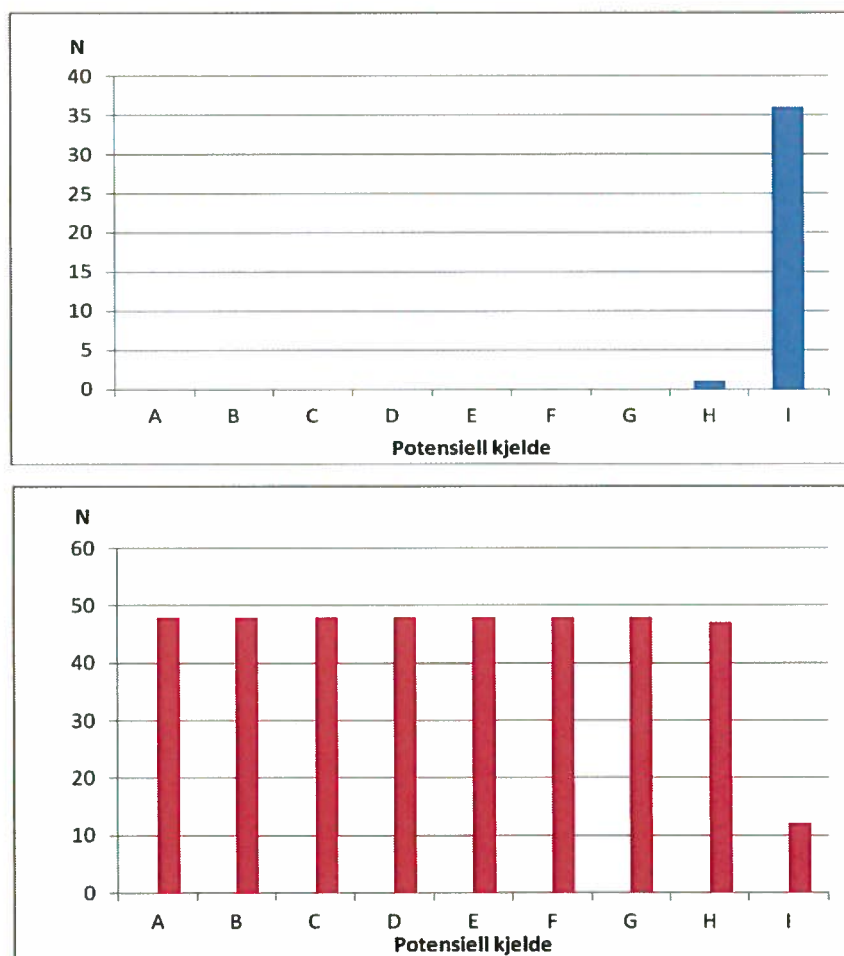


Fig 2. I denne springssaka var det ni potensielle kjelder, her kalt A-I, for den urapporterte røminga. Det øverste diagrammet viser kor mange av dei 48 innfanga rømlingane som gav treff på dei potensielle kjeldene, og peikar på sansynleg kjelde. Det nederste viser kor mange av rømlingane som har genotyper som tilseier at dei ikkje kan koma frå merd A-I.

Konklusjonar og tilrådingar

Operativt feltapparat

Når føremålet med sporing av kjelda til rømt fisk er å avdekka urapportert røming og årsaker som potensielt kan få strafferettslege konsekvensar, er det ein føresetnad at det går kort tid frå røminga skjer til ein har identifisert kjelda. Då vil ein ha størst sjanse for å finna ut kva som har forårsaka røminga. Dersom det går tid før det vert samla inn prøvar, vil rømt fisk frå urapporterte episodar spreie seg over større område og blanda seg med rømt fisk frå rapporterte episodar og drypplekkasjar. Det tyder at det vil vera uråd å avgjera om ein rømt fisk har opphav i ei rapportert eller ei urapportert røming. I praksis vil dette medføre at når det i eit vassdrag vert fanga til dømes 20 rømlingar og desse kan sporast tilbake til anlegg, vil det vera uråd å avgjera om desse stammar frå ei rapportert røming (som ikkje i seg sjølv er ulovleg) eller om dei kjem frå ei urapportert røming og eventuelt er forårsaka av årsaker som skulle hatt strafferettslege følgjer. I fem av dei seks metodane i utgreiinga er det lagt lite vekt på denne problemstillinga. I DNA-Beredskapsmetoden har ein imidlertid løyst dette ved å leggja vekt på ein rask respons frå forvaltinga og at innsamling av prøvar skjer konsentrert i tid og rom.

Uavhengig av kva metode som blir valt for sporing av rømt fisk til kjelde, er det påkrevd at det føreligg eit operativt feltapparat som a) registrerer rømlingar, b) rapporterer dette til rette instans og c) samlar inn prøvar av rømlingane for vidare identifisering av opphavet. I tillegg må det samlast inn prøvar eller informasjon om oppdrettsfisken sine merkekodar (fysisk, kjemisk eller DNA) i området. Det operative apparatet kan komponerast på ulike måtar, men mest realistisk er ein kombinasjon av ålmenta, yrkes- og fritidsfiskarar som rapporter rømt fisk når dei observerer rømt fisk i fangsten, og ein offentleg del som anten på eiga hand samlar inn prøvar eller tar imot prøvar frå fiskarar. Dette krev at ålmenta er kjent med forvaltinga si handtering av slike saker, at forvaltinga har gode rutinar på korleis ein møter ålmenta, og at det i tillegg til den beredskapen som ligg i forskingsmiljøa, også eksisterer ein reell beredskap i forvaltinga slik at vedtekne prosedyrar vert følgde.

Metodikk for sporing

Vi har i utgreiinga handsama seks ulike metodar for identifisering av rømt fisk. Dette er svært ulike metodar, men dei har alle vore omtala anten i forvaltinga, i forskingsmiljøa eller i media. Fettfinneklipping av all oppdrettslaks har vore føreslegen som metode for generell identifisering av rømt laks i vassdrag med tanke på utsortering av desse før dei gyter. Metoden har ikkje vore føreslegen for å spora rømt fisk tilbake til anlegg, men er likevel omtala i utgreiinga for å tydeleggjera skilnaden på generell identifisering av rømt fisk i vassdrag som er ei oppgåve for seg, til skilnad frå sporing av rømt fisk tilbake til anlegg. Dei seks omtala metodane har ulike fordelar og ulemper (Tabell 1), dei er på ulike nivå i grad av utvikling og stiller ulike krav til forvaltinga med omsyn på reguleringar og omlegging av norsk havbruksnæring, særleg med tanke på at nokre av metodane krev at forvaltinga til eikvar tid har full oversikt over kva merke (fysisk, kjemisk, DNA) som er brukt til kvar einskild gruppe av fisk, samstundes som ein må halda oversikt over korleis grupper av fisk er

sortert, samla og distribuert. Metodane er også svært ulike med omsyn på kostnadar ved sjølve merkinga, kva krav til omlegging i norsk havbruksnæring dei medfører, og difor med omsyn på total kostnad for både forvaltning og næring, og difor med omsyn på kostnadseffektivitet. Fleire av metodane er framleis på grunnforskningsnivå, og det er difor berre antyda kva type kostnader dei vil utløysa, sidan det er uråd å antyda omfanget av kostnadar og korleis dette er tenkt finansiert.

Ei rekkje fagmiljø har med finansiering frå FHF initiert ulike forskingsprosjekt for utvikling av metodar for sporing av rømt fisk tilbake til anlegg eller selskap. Felles for desse er at dei framleis er i tidleg utviklingsfase. Eit anna fellestrekk er at desse prosjekta er primært teknologifokusert, der ein har lagt lite vekt på praktiske og økonomiske sider ved ei eventuell implementering. Vi har i utgreiinga teke omsyn til dei sju kriteria (Tabell 2, kriteria 1-7) som havbruksnæringa saman med forvaltninga og forskingsmiljøa la vekt på i Merkeutvalet. For å tydeleggjera skilnader mellom metodane i praktiske og økonomiske konsekvensar, har vi i tillegg lagt inn tre tilleggspaar: (8) krav til omlegging av logistikk i havbruksnæringa med dei krav og utfordringar det stiller til forvaltninga, (9) krav til drift og kvalitetssikring av databasar og (10) krav til operativt feltapparat.

På grunnlag av gjennomgangen av dei ulike metodane, oppsummert i Tabell 1 og 2, konkluderer Havforskningsinstituttet med at det i overskueleg framtid ikkje vil foreliggja kostnadseffektive alternativ til DNA Beredskapsmetoden som samstundes oppfyller krava som forvaltning og havbruksnæring har sett til ein slik metode. Havforskningsinstituttet si tilråding er difor at det i forvaltninga blir lagt større vekt på å implementera DNA Beredskapsmetoden, ved at ein innskjerpar og følgjer prosedyrar som er utvikla til føremålet å spora rømt fisk tilbake til kjelde.

Tabell 1. Fordelar og ulemper ved dei mest omtala merkesystema for identifisering av rømt oppdrettslaks.

Merkesystem	Fordelar	Ulemper
A Fysisk merking av all fisk med snutemerke	Nøyaktig identifisering er muleg Identifiserer også drypplekkasjar Identifiserer lenge etter røming (evt. lenge etter slakting) Muleggjer identifisering av oppdrettslaks i naturen, og evt fjerning frå ville bestandar	Fiskevelferd: handtering, stress, sår Store investeringar i logistikk og utstyr Spørsmål vedrørande tidspunkt for merking og røming Krev fjerning av merke før konsumering Krev omfattande dokumentasjon og forvaltning frå styresmakter Merketap Store årlege driftskostnader Stor ressursbruk på fisk som ikkje rømer
B Fettfinneklipping	Enkel identifisering av rømt fisk i vassdrag	Ingen nytte for sporing av rømt fisk til anlegg Muleg velferdsmessige problem ved merking i storskala
C Kjemisk merking via fôr eller vaksine	Kostnad med merkinga hos oppdrettar	Merking gjennom fôr krev omfattande kontroll med produksjonen og omsetnad av dei mange ulikt merka fortypane Merking gjennom vaksine krev tilsvarende kontroll med produksjon og omsetnad av dei mange ulikt merka vaksinane Mogelege forbrukarreaksjonar på tilføring av kjemikaliar i fisken
D DNA med databasar	Ingen tilførsel av fysiske el kjemiske merke Ingen handtering av fisken Kan spora til klekkeri og evt matfiskanl. Kostnad kan evt påleggjast forureinar og ikkje heile næringa	Krev etablering og drift av store databasar Krev omlegging av logistikk i næringa Store investeringar i logistikk og utstyr Krev omfattande dokumentasjon og forvaltning frå styresmakter Store årlege kostnader
E Fettfinneklipping med DNA identifisering	Tilgang på referanseprøvar	Omfattande sampling kvart år Oppdrettar under mistanke framskaffar sjølv materialet til etterforskinga Risiko for blanding eller flytting av grupper mellom tidspunkta for prøvetaking og røming. Krev kvalitetssikring av all sampling og kontroll med prøvane Lite kostnadseffektiv
F DNA Beredskapsmetoden	Krev ikkje investering i utstyr Krev ikkje handtering av fisk eller tilpassing av logistikk i næringa Krev ikkje oppretting eller drift av databasar på oppdrettsfisk Utløyser berre kostnader i konkrete rømingssituasjonar Svært kostnadseffektiv Kostnad kan evt påleggjast forureinar og ikkje heile næringa	Passar ikkje til små drypplekkasjar Krev rask respons etter røminga Krev at forvaltninga har eit beredskaps team Ikkje alle tilfelle vil gje diagnostisk identifisering av enkeltanlegg

Tabell 2. Oversikt over korleis dei ulike metodane A – F oppfyller dei krava som havbruksnæringa og forvaltinga stiller til merkemetode, krav til omleggingar av logistikken i næringa og krav til kvalitetssikring og drift av databasar samt krav til operativt feltapparat. Stettar krava:+; stettar ikkje krava:-, stettar krava på visse vilkår (+), avhengig av vilkår (-).

Krav til merkemetode	Metode					
	A	B*	C	D	E	F
1. Ikkje innverknad på fiskehelse/ dyrevelferd	(-)	+	+	+	(+)	+
2. Ikkje innverknad på marknad/folkehelse	-	(+)	-	+	(+)	+
3. Fisken kan merkjast før smoltifisering (<10cm)	+	+	+	+	(+)	+
4. Merket må vera ferdig utvikla innan to år	+	+	-	-	+	+
5. Resultat frå analysar må vera lett tilgjengelege	+	+	-	-	+	(-)
6. Eigna til store mengder fisk	+	+	(+)	+	+	+
7. Total kostnad per merka fisk må vera låg	-	+	(+)	-	+	+
8. Inga omlegging av logistikk i næringa	-	+	-	+	(+)	+
9. Inga kvalitetssikring og drift av databasar	-	-	-	-	-	+
10. Ingen krav til operativt feltapparat	-	-	-	-	-	-

*Kun for vill vs rømt separasjon

Referansar

Anon. 2004. Identifisering av rømt oppdrettslaks. Merkeutvalget. Fiskeridirektoratet.

Anon. 2012. Svarbrev til FKD på høring av akvakulturloven (desember 2012) frå HI.

Boxaspen KK. 2013. Merking av all oppdrettslaks? Hva bør være HI's forskningsstrategi?

Notat til ledergruppen. Havforskningsinstituttet, 28 januar 2013.

Glover K. Forensic identification of fish farm escapees: the Norwegian experience.

Aquaculture Environment Interactions 1:1-10.

Hansen T, Fjellidal PG, Dempster T, Swearer S, Warren-Myers F. 2013. Otolittmerking av oppdrettsfisk. Havforskningsrapporten.

Kristiansen TS, Skilbrei OT, Skaala Ø. 2012. Evaluering av fettfineklipping av all

oppdrettslaks for lettere identifikasjon ved utfisking av rømt laks i lakseelvene. Utredning. Havforskningsinstituttet

Lie Ø. 2011. DNA-sporing av laks - en utredning etter oppdrag fra FHL. MareLife.

Skaala Ø. m fl. 2008. Tracing escaped farmed salmon by means of naturally occurring DNA

markers, fatty acid profiles, trace elements and stable isotopes (TRACES). Sluttrapport til Noregs forskingsråd.

Sægvog H., and Urdal, K. 2006. Escaped farmed salmon in the sea and rivers; numbers and origin. Available from Rådgivende Biologer AS, Bergen, Norway. Report 947.