

2-2013

HAVFORSKINGSTEMA

# SPORING AV RØMT OPPDRETTSFISK

ERFARINGAR GJENNOM TI ÅR (2003-2013) OG KUNNSKAPSSTATUS

*Øystein Skaala, Anne Grete Sorvik og Kevin A. Glover*



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# SPORING AV RØMT OPPDRETTSFISK

*Når fiskeriforvaltninga skal identifisera opphavet til urapportert rømt fisk, brukar ein fisken sitt naturlege DNA. Slike DNA-baserte metodar er i stor grad utvikla med utgangspunkt i humangenetikk og rettsmedisin, og sidan resultata eventuelt skal nyttast i etterfølgjande strafferettslege saker, må prosedyrane følgjast nøye for å eliminera feilkjelder.*

*DNA-beredskapsmetoden utvikla ved Havforskningsinstituttet har i fleire strafferettslege saker medført oppklaring og domfelling. Dette er dei første døma i verda på at DNA er brukt til identifisering av opphavet til rømt fisk.*

*Det er no 10 år sidan arbeidet med utvikling av metodar for sporing av rømt fisk tok til, og i dette Havforskingstemaet får du oversikt over fordelar og ulemper ved ulike metodar, og vi samanfattar kva erfaringar vi har med sporing så langt. Hovudvekta er derfor lagt på den metoden som er implementert i fiskeriforvaltninga.*

## **Kvifor ønskjer forvaltninga å identifisera rømt fisk?**

Rømt oppdrettslaks og endringar av dei arvelege eigenskapane til ville laksebestandar er av forvaltninga rekna som eit av dei alvorlege miljøproblema knytt til norsk fiskeoppdrett. Det er to grunnar til at ein ønskjer å identifisera rømt oppdrettsfisk, og desse stiller ulike krav til metodikk for identifisering.

- A)** Dersom føremålet kun er å fjerna rømt oppdrettsfisk frå villaksen sine gyteområde utan å fastslå kvar den kjem frå, er det tilstrekkeleg å kunna avgjera om fisken er vill eller rømt. Då er målet å fjerna rømlingane før dei gyter og eventuelt påverkar den ville populasjonen genetisk.
- B)** Dersom ein ønskjer å finna kjelda til den rømte laksen, stiller dette langt fleire krav til metodikken. Føremålet med å identifisera kjelda er å finna årsaker til rømminga, slik at ein eventuelt kan setje i gang tiltak både for å redusera omfanget og samsundes dra lærdom av hendinga. Då kan også forvaltninga avgjera om det foreligg årsaker til rømminga som skal etterforskast vidare slik at oppdrettar eventuelt kan gjerast ansvarleg for dei miljømessige og økonomiske følgjene av hendinga.

## Stortinget tok initiativ til utgreiing

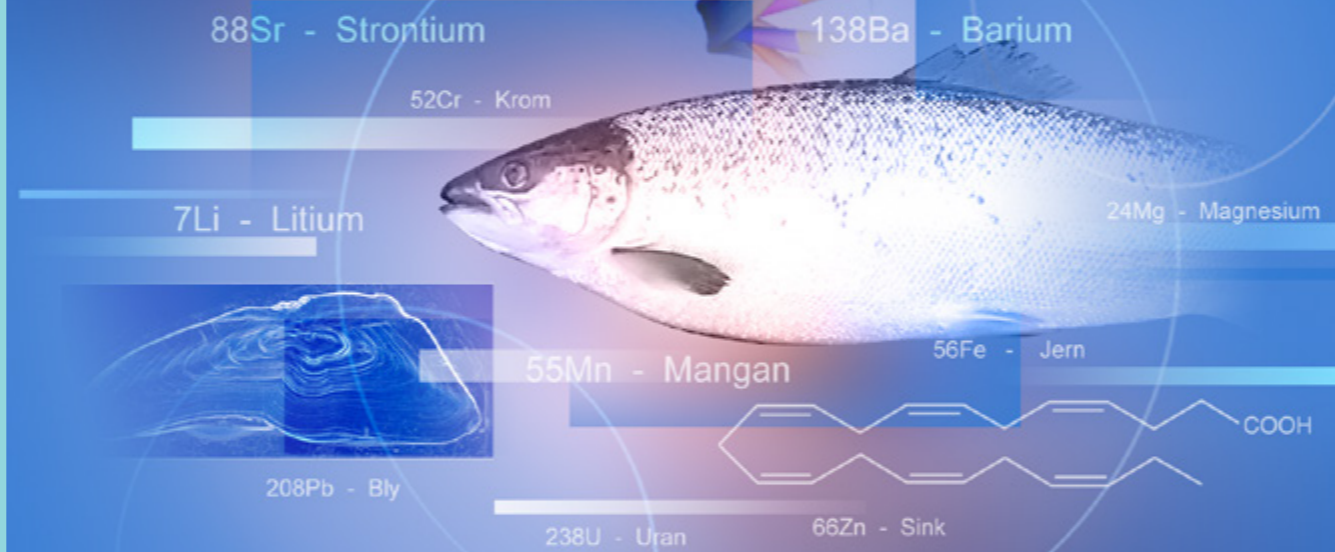
Det første initiativet til å greia ut metodar for identifisering av oppdrettslaks vart teke av politiske styresmakter for over ti år sidan (St. meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav, og Inst.S. nr.134 (2002-2003) Om oppretting av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder). I kjølvatnet av dette vart "Merkeutvalet" oppnemnt med representantar frå forvaltning, forskning og havbruksnæring. Utvalet gjekk gjennom alle kjente metodar for merking, for eksempel 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. I den einstemmige innstillinga frå utvalet i 2004 vart det spesifisert ei rekkje kriterie som eit merke må oppfylle om det skal vera eigna til identifisering og sporing av rømt oppdrettslaks. 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 (<10 cm fisk)
4. Merket måtte 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

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 (beredskapsmetoden) med bruk av fisken sine naturlege markørar, inkludert DNA. I etterkant av dette inviterte Havforskningsinstituttet ei rekkje fagmiljø til eit 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 blei finansiert av Forskningsrådet, og hadde som mål å undersøkje om laksen sine naturlege eigenskapar kan nyttast for å identifisera kjelda til urapporterte rømingsepisodar. Ein la vekt på DNA-markørar (mikrosatellitt og SNP), lipidprofilar, sporelement og stabile isotopar. TRACES-prosjektet avdekkka at med unntak av DNA-baserte metodar, stod det att betydeleg utviklingsarbeid før metodane eventuelt kunne implementerast i forvaltninga for sporing av opphavet til rømt oppdrettsfisk.



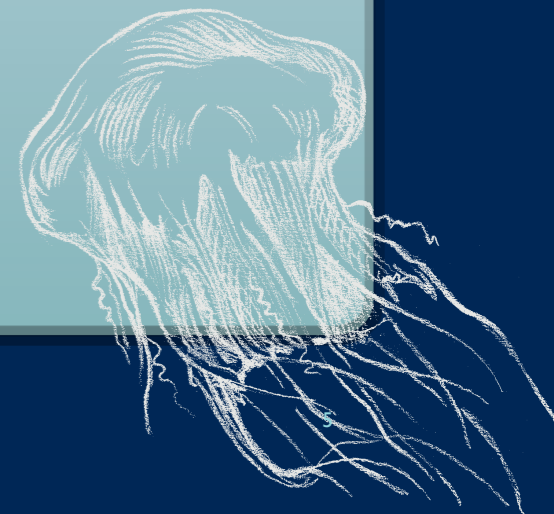
© Stortinget/Arne R. Jensen, foto: Torgers fotoatelier as



## DNA-REVOLUSJON I RETTSMEDISINEN



Det var eit stort framsteg då professor Peter Gill og kollegar ved Forensic Science Service i England på 1980-talet oppdaga korleis DNA kan nyttast i rettsmedisinen. I Noreg vart DNA nytta i farskapstesting første gong i 1989 ved Rettsmedisinsk institutt, og etter 1992 er det kun DNA som vert brukt til dette. Alle individ har sitt eige unike DNA-fingeravtrykk, og då den molekylargenetiske utviklinga gjorde det mogeleg å framkalla denne variasjonen i DNA-et, hadde ein eit nytt og kraftig verkøy. DNA-et fins i kvar celle i kroppen, og mengda i ei hårrot eller endåtil mengda avsett på ein gaffel eller ein sigarettneip kan vera nok til å identifisera ein person. Til vårt føremål kan det vera nok DNA i ein bit av eit fiskeskjel. DNA finst i nesten alt biologisk materiale, det er svært stabilt, det blir ikkje påverka av kva du et eller drikk eller kva miljø du ferdast i, og det endrar seg ikkje gjennom livsløpet til eit individ. Det DNA-et du har med deg frå mor og far har du med deg heile livet, og lenge etterpå. Bruken av DNA i rettsmedisinen kviler på svært strenge prosedyrar der kravet til kvalitetssikring er høgt, og vi er kjent med at i fyrstninga vart det i saker i USA gjort avvik frå prosedyrane som medførte mistillit til metoden. I dag er det heilt utenkjeleg at ein ikkje skal bruka DNA i rettsmedisinen.



# OVERSIKT OVER METODAR

## DNA beredskapsmetoden

Fysisk individ eller gruppemerking

DNA databasemetoden

## Kjemisk merking

Fettfinneklipping

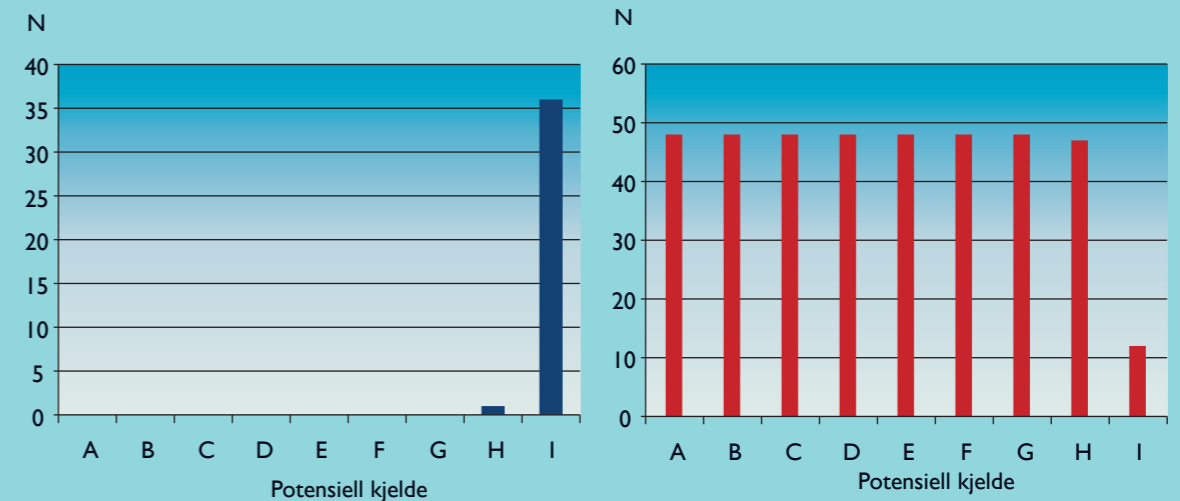


## A) DNA BEREDSKAPSMETODEN - ENKEL OG KOSTNADSEFFEKTIV

Beredskapsmetoden baserer seg på fisken sine egne, naturlege merke, i fyrste rekkje DNA-et. I motsetnad til dei andre metodane vi omtalar her, er denne metoden teken i bruk i praksis, fyrste gong i 2006. Den er brukt i 15 konkrete saker, og det føreligg ein omfattande internasjonal, vitskapleg dokumentasjon på at metoden fungerer til å spora rømt fisk tilbake til anlegg. Dette gir grunnlag for meir presise formuleringar med omsyn til både gjennomføring og kostnadar enn for andre metodar. Beredskapsmetoden samanliknar DNA-profil hos den einskilde rømte laksen med DNA-profil hos fisk i anlegga som ligg innan ein viss avstand frå den observerte førekomsten av rømlingar. Metoden er utvikla for å identifisera opphavet til større, urapporterte rømingar og eignar seg ikkje ved "drypplekkasjar". Som for alle andre metodar, må prosedyrane for DNA-sporing følgjast nøye. Prosedyrane for beredskapsmetoden krev rask respons. Når publikum registrerer fangstar av rømlingar og kontaktar forvaltninga, skal forvaltninga 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 innanfor 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 1). Samstundes vart dei åtte andre anlegga "frikjende" sidan DNA-profilen til rømlingane viste at dei ikkje samsvarte med desse anlegga. For anlegg I derimot, vart berre 12 av dei 48 rømlingane avviste.

Beredskapsmetoden krev verken merking av fisk eller oppbygging, drift og vedlikehald av databasar for oppdrettslaks eller villaks. Metoden utløyser berre kostnadar når forvaltninga 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 samansette 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.



Figur 1. I denne sporingssaka var det ni potensielle kjelder, her kalla A–I, for den urapporterte røminga. Diagrammet til venstre viser kor mange av dei 48 innfanga rømlingane som gav treff på dei potensielle kjeldene, og peikar på sannsynleg kjelde. Det høgre diagrammet viser kor mange av rømlingane som har genotypar som tilseier at dei ikkje kan koma frå merd A–I.



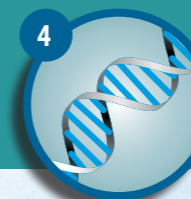
1 Rømt fisk blir oppdaga av allmennheten og rapportert til Fiskeridirektoratet



2 Fiskeridirektoratet ringjer opp alle oppdrettarar innafor ein avstand frå observerte rømlingar



3 Dersom ingen bekreftar tap av fisk, tar Fiskeridirektoratet prøvar av fisk frå anlegg i området



4 Forskingsinstitusjon (HI) lagar DNA profilar på rømlingar og fisk i anlegga



5 DNA profilane viser mest sannsynleg kjelde til rømlingane, og "frikjenner" samtidig andre anlegg

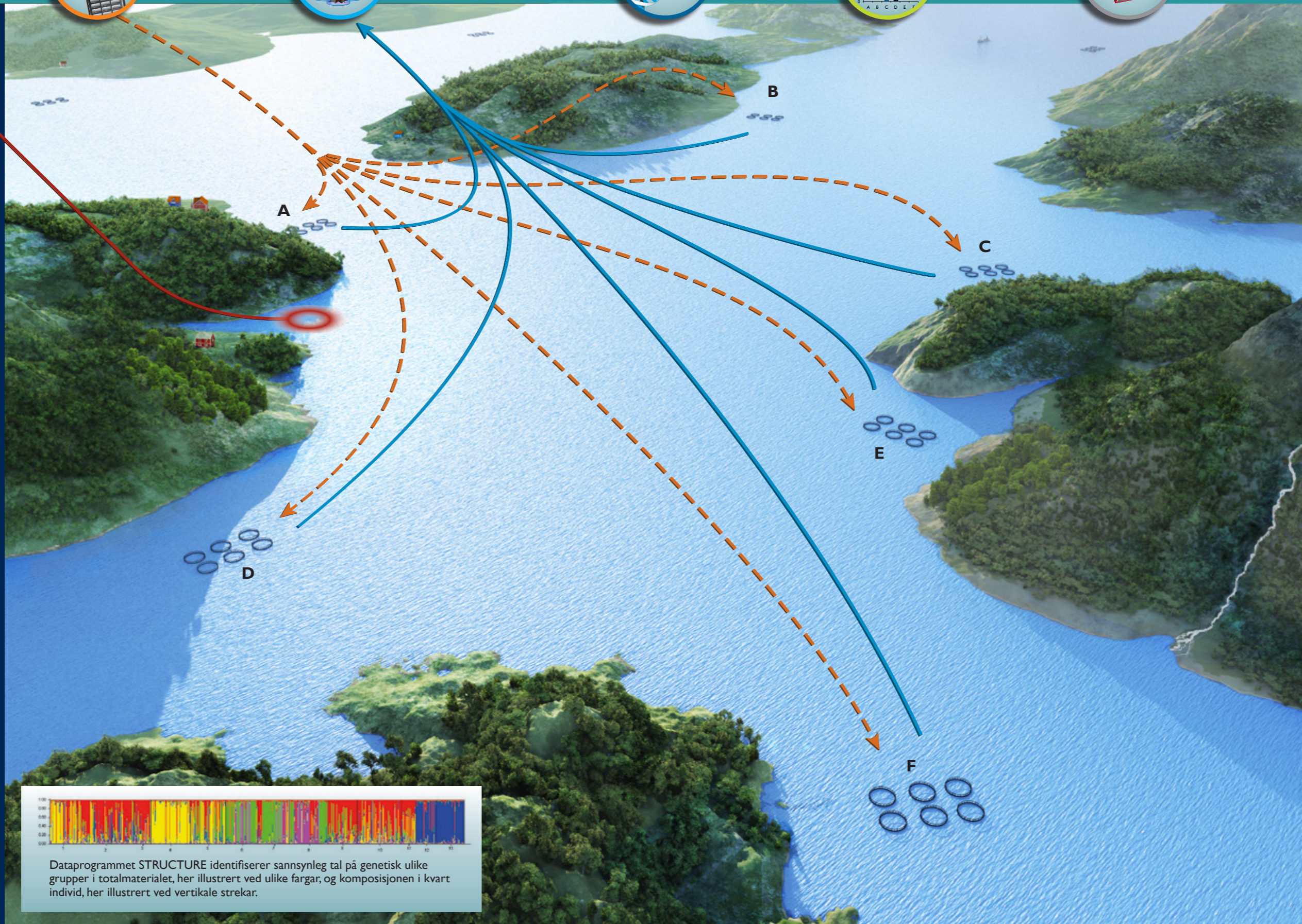


6 Fiskeridirektoratet avgjer om det skal startast detaljert etterforsking av dette anlegget

# DNA

## BEREDSKAPSMETODEN

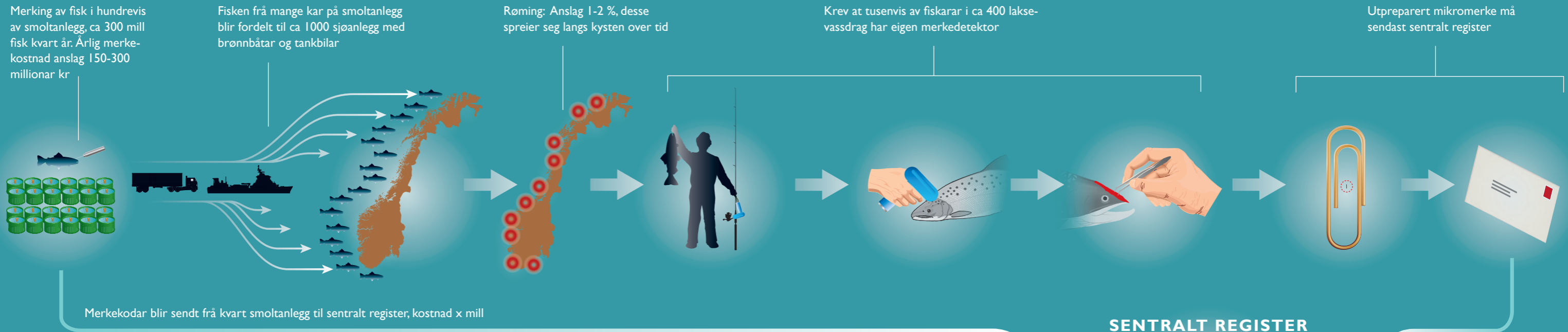
- Beredskapsmetoden baserer seg på fisken sitt eige, naturlege DNA
- Første gong testa i 2006
- Internasjonalt publisert og dokumentert
- Samanliknar DNA-profil hos den einkilde rømte laksen med DNA-profil hos fisk i anlegg
- Utvikla for å identifisera opphavet til større, urapporterte rømlingar
- Krev ikkje merking av fisk, heller ikkje databasar for oppdrettslaks eller villaks
- Prosedyrane for beredskapsmetoden krev rask respons av forvaltinga



Dataprogrammet STRUCTURE identifiserer sannsynleg tal på genetisk ulike grupper i totalmaterialet, her illustrert ved ulike fargar, og komposisjonen i kvart individ, her illustrert ved vertikale strekar.



## B) FYSISK INDIVID ELLER GRUPPEMERKING



### SENTRALT REGISTER

6 2 5 6 4 3  
7 8 6 4 3 5  
8 7 5 4 1 2  
9 2 4 1 2 3



Lesing av merke under lupe, kontroller mot databank. Kostnad x mill kr

Identifisering av smoltanlegg der fisken vart merka. Låg sannsynlegheit for å avgjera om fisken har rømt frå smoltanlegg, brønnbåt/bil, matfiskanlegg eller slakteanlegg

#### UTFORDRINGAR:

##### Kostnader

1. Store årlege merkeknadar
2. Ukjente kostnader til etablering/ drift av databank
3. Ukjente kostnader ved omlegging av logistikk i produksjonen

FISKERI-FORVALTNING

#### Logistikk problem

1. Sortering/blanding av grupper på smoltanlegg
2. Feilsending av individ/grupper til matfiskanlegg el. frå matfisk til slakt
3. Rømming kan ha skjedd på smoltanlegg, under transport eller matfiskanlegg eller slakteanlegg

#### Kvalitetssikring

Kvalitetssikring av opphavet til innsendte merke

#### Tidsfaktor

Kan gå lang tid frå røming til gjenfangst. Er røming forårsaka av rapportert røming eller av uansvarleg drift som evt. skal straffeforfølgjast?

Fysisk individmerking blir brukt bl.a. i USA der ein kvart år set ut fleire hundre millionar smolt av stillehavslaks for å styrkja ville bestandar eller fiskeria på desse. Fysisk individmerking vert brukt i forvaltning av stillehavslaks, og kvart år blir ca. 50 millionar smolt merka. Sjølve merket er ein magnetisert stålbit på 1,1 x 0,25 mm med laserinnskrivne tal. Merket vert plassert i nasebrusken på fisken ved hjelp av ein maskin, heil- eller halvautomatisk, eller manuelt med ein enkel injektor. Merket må skjeras ut for avlesing, men ved hjelp av magnetfelt kan ein skilja mellom merka og umerka fisk. For å lesa merket, må fisken avlivast og snutepartiet vert kapp i mindre stykke til ein finn merket. Tre persona brukar 4-5 minutt på å ta merket ut av fisken og lesa det i eit lysmikroskop. Merkeutvalet konkluderte i 2004 med at kostnad inkludert merkekostnad, utstyr, analyse, databasar med vidare, ville vera 1-1,30 kr per fisk, med ein total årleg kostnad på 150-200 millionar kroner. Sjølv om pris på sjølve merket kan vera noko lågare i dag, er samstundes talet på oppdrettsfisk langt større, slik at total årleg kostnad truleg vil vera over 200 millionar kroner. I tillegg til kostnad, er også tidspunktet for

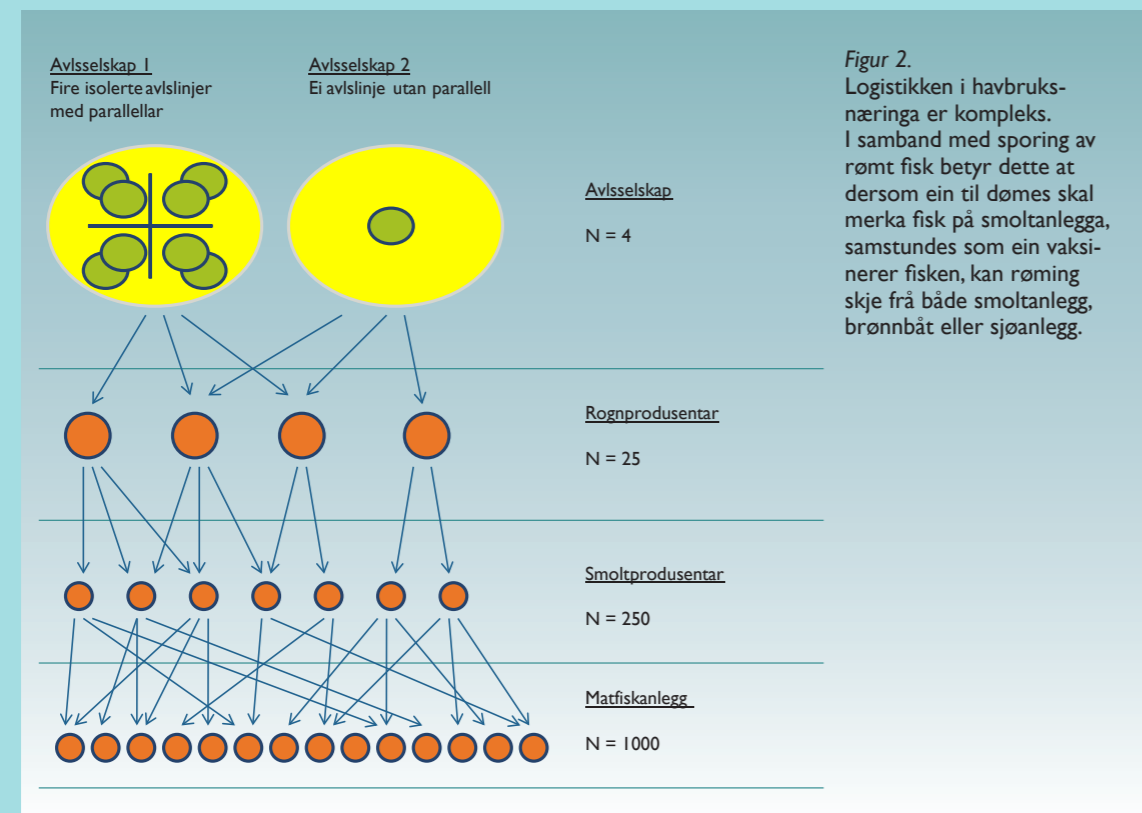
merking kritisk. Med omsyn til fiskevelferd og fiskehelse, må merkinga skje før fisken smoltifiserer og skjela løsnar, fortrinnsvis i samband med vaksinerer. Det medfører at ein gjenfanga snutemerka rømling kan ha rømt frå smoltanlegg, smolttransport, matfiskanlegg eller slakteanlegg. Metoden krev streng kontroll av kvar enkelt smoltleveranse til matfiskanlegg. 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 etablere, drifta og kvalitetssikra eit merkeregister med minst 300 millionar nye merke kvart år, eller kva kostnader som vil vera knytt til desse postane.

Det er ein svært liten del av oppdrettslaksen som rømer (~1-2%). Fysiske merke må fjernast frå oppdretta fisk før omsetnad for å unngå risiko for helsemessige skader på forbrukar. Alternativt må fysiske merke fjernast frå slakteavfall som skal nyttast i forproduksjon. Slike merke vil og kunna utløysa negative effektar hos forbrukarane med tanke på etikk og dyrevelferd.

### C) DNA-DATABASEMETODEN

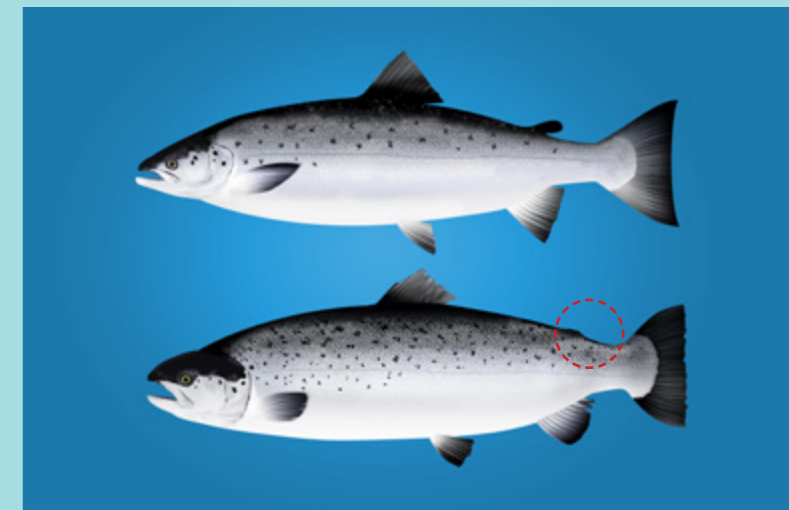
DNA-databasemetoden er eit system basert på omfattande foreldre-avkom-testing, med årleg genotyping av all stamfisk (anslagsvis 40 000–50 000 individ) i havbruksnæringa. DNA-profilane til stamfisken må deretter lagrast i databasar slik at profilen til ein rømt fisk kan samanliknast med desse. I prinsippet vil det vera mogeleg å identifisera kvart einaste avkom til foreldrefisk ved å genotypa ca. 200 DNA-SNP-markørar. Metoden er basert på at ein produserer og leverer unike rognparti til kvart settefiskanlegg. I tillegg krev den full kontroll med logistikken i havbruksnæringa med kvalitetssikra oversikt og dokumentasjon av all omsetjing av rogn og fisk frå avlslinjene til stamfiskprodusentar, smoltprodusentar og matfiskanlegg. Den omfattande blandinga av materiale som føregår både innafor og mellom anlegg er imidlertid ei utfordring (figur 2).

Dei årlege kostnadane for genotypinga av stamfisk og drift av databasar er anslått til rundt 11 millionar kroner. I tillegg kjem kostnader for næringa knytt til ei omfattande omlegging av logistikk og truleg også noko omlegging av sjølve produksjonen av rogn og fisk. Dette er kostnader som ein 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 på 11 millionar kroner. Det er uklart 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.



### D) 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. Instituttet fant ingen sterke dyrevelferdsmessige grunnar til å forby dette. Det er initiert fleire grunnforskningsprosjekt der ein undersøker effekten av fysisk merking på fiskevelferd og fiskehelse. Desse konkluderer med at sårflatene etter inngrepet gror raskt og at fettfinneklipping difor kun medfører eit minimalt inngrep for fisken.



**Figur 3.**  
Villaks og oppdrettslaks. Oppdrettslaksen med klipt fettfinne markert med raud sirkel.

### E) 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.

Alle grunnstoff fins i ulike variantar som vert kalla isotopar. Mange stoff som fins i miljøet, i vatn, bytedyr eller i fôr, vil bli avsett i små mengder i otolittane. I TRACES-prosjektet undersøkte ein om to isotopar av grunnstoffa karbon (C) og nitrogen (N) kan brukast for å skilja oppdrettslaks frå ulike oppdrettsanlegg. Dette arbeidet viste skilnader mellom nokre undersøkte anlegg, samstundes som ein såg at konsentrasjonen av isotopar i t.d. øyresteinane og dermed signaturen endrar seg over tid etter at fisken hadde rømt, slik ein venta. Jo lengre tid fisken hadde vore på rømmen, jo større var endringa, og jo lågare vert presisjonen i metoden.

Gjennom TRACES-prosjektet undersøkte ein også den naturlege variasjonen av sporelement i skjel

innan og mellom individ i same årsklasse, der ein fokuserte på 16 grunnelement. Ei av utfordringane ein såg her, var variasjonen i komposisjon og konsentrasjonar av stoffa både innanfor ulike delar av eit fiskeskjell, mellom ulike plassar på fisken i tillegg til variasjonar i miljøet, noko ein hadde lite data på.

Havforskningsinstituttet gjennomfører no i samarbeid med Universitetet i Melbourne, grunnforskning der ein tilfører isotopar til oppdrettsfisk i samband med vaksining. Resultata viser så langt ingen negativ effekt på overleving eller vekst hos fisken. 13 ulike isotopar vert testa ut, 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 kan gjennomføra dette utan å leggja om logistikken i norsk havbruksnæring, er ikkje del av prosjektet.

Eit anna grunnforskningsprosjekt 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. Konseptet krev at fôrprodusentane lagar kjemisk merka fôr med ulik komposisjon til ulike oppdrettsanlegg og at ein har oversikt over produksjon og omsetnad av føret.

## Konklusjonar

### All sporing krev eit 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 sjans for å finna ut kva som har forårsaka den. 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. Dermed vert det uråd å avgjera om ein rømt fisk har opphav i ei rapportert eller ei urapportert røming. I praksis vil dette medføra at når det i eit vassdrag vert fanga til dømes 50 rømlingar, 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 skuldast av årsaker som kunne få strafferettslege følgjer. I fire av dei fem metodane i utgreinga 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 merkeodar (fysisk, kjemisk eller DNA) i området.

### Metode for sporing

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 medføra negative reaksjonar hos forbrukarane,

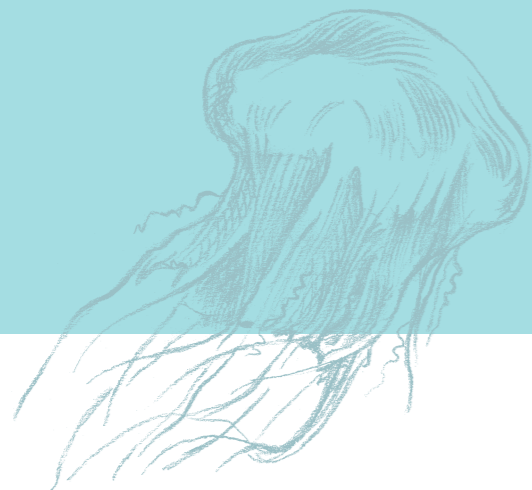
sjølv om det kan dokumenterast at tilsette stoff ikkje er helseskadelege.

Metodane er også svært ulike med omsyn på kostnader ved sjølve merkinga, kva krav til omlegging i norsk havbruksnæring dei medfører, med omsyn på total kostnad for både forvalting 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 kostnader og korleis dette er tenkt finansiert.

Eit anna fellestrekk ved dei fleste metodane, er at dei er primært teknologifokusert, og i liten grad har lagt vekt på praktiske og økonomiske sider ved ei eventuell implementering. I denne oversikten har vi teke omsyn til dei sju kriteria (Tabell 2, kriteria 1-7) som havbruksnæringa saman med forvaltinga og forskingsmiljøa la vekt på i Merkeutvalet. For å tydeleggjere skilnader mellom metodane i praktiske og økonomiske konsekvensar, har vi i tillegg lagt inn tre tilleggsparametrar: (8) krav til omlegging av logistikk i havbruksnæringa med dei krav og utfordringar det stiller til forvaltinga, (9) krav til drift og kvalitetssikring av databasar og (10) krav til operativt feltapparat.

Metodane stiller også 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 ei kvar 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.

*Havforskningsinstituttet konkluderer difor med at det i dag er DNA-beredskapsmetoden som i størst grad oppfyller næringa og forvaltinga sine krav til merkesystem for sporing av rømt fisk.*



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

METODE	FORDELAR	ULEMPER
<b>A. DNA-beredskapsmetoden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen tilførsel av fysiske el kjemiske merke</li> <li>Krev ikkje investering i utstyr</li> <li>Krev ikkje handtering av fisk eller tilpassing av logistikk i næringa</li> <li>Krev ikkje oppretting eller drift av databasar på oppdrettsfisk</li> <li>Utløysar berre kostnader i konkrete røming-situasjonar</li> <li>Svært kostnadseffektiv</li> <li>Kostnad kan evt påleggjast forureinar og ikkje heile næringa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Passar ikkje til små drypplekkasjar</li> <li>Krev rask respons etter røminga</li> <li>Krev at forvaltinga har eit beredskaps team</li> <li>Ikkje alle tilfelle vil gje diagnostisk identifisering av enkeltanlegg</li> </ul>
<b>B. Fysisk merking av all fisk med snutemerke</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nøyaktig identifisering er muleg</li> <li>Identifiserer også drypplekkasjar</li> <li>Identifiserer lenge etter røming (evt. lenge etter slakting)</li> <li>Muleggjer identifisering av oppdrettslaks i naturen, og ev. fjerning frå ville bestandar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fiskevelferd: handtering, stress, sår</li> <li>Store investeringar i logistikk og utstyr</li> <li>Spørsmål vedrørende tidspunkt for merking og røming</li> <li>Krev fjerning av merke før konsumering</li> <li>Krev omfattande dokumentasjon og forvalting frå styresmakter</li> <li>Merketap</li> <li>Store årlege driftskostnader</li> <li>Stor ressursbruk på fisk som ikkje rømer</li> </ul>
<b>C. DNA med databasar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingen tilførsel av fysiske el kjemiske merke</li> <li>Ingen handtering av fisken</li> <li>Kan spora til klekkeri og evt matfiskanl.</li> <li>Kostnad kan evt påleggjast forureinar og ikkje heile næringa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krev etablering og drift av store databasar</li> <li>Krev omlegging av logistikk i næringa</li> <li>Store investeringar i logistikk og utstyr</li> <li>Krev omfattande dokumentasjon og forvalting frå styresmakter</li> <li>Store årlege kostnader</li> </ul>
<b>D. Fettfinneklipping</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enkel identifisering av rømt fisk i vassdrag</li> <li>Kun små problem med omsyn til dyrevelferd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Har lita nytte for sporing av rømt fisk til anlegg</li> <li>Muleg velferdsmessige problem ved merking i stor-skala</li> </ul>
<b>E. Kjemisk merking via før eller vaksine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostnad med merkinga hos oppdrettar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merking gjennom før krev omfattande kontroll med produksjonen og omsetnad av dei mange ulikt merka fortypane</li> <li>Merking gjennom vaksine krev tilsvarande kontroll med produksjon og omsetnad av dei mange ulikt merka vaksinane</li> <li>Mogelege forbrukarreaksjonar på tilføring av kjemikalier i fisken</li> </ul>

KRAV TIL MERKEMETODE	A	B	C	*D	E
1. Ikkje innverknad på fiskehelse/ dyrevelferd	+	(-)	+	+	+
2. Ikkje innverknad på marknad/folkehelse	+	-	+	(+)	(-)
3. Fisken kan merkjast før smoltifisering (<10 cm)	+	+	+	+	+
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

Tabell 2. Oversikt over korleis dei ulike metodane A–E oppfyller dei krava som havbruksnæringa og forvaltinga stiller til merkem metode, 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 (-).



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**Institute of Marine Research**

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes  
NO-5817 Bergen – Norway  
Tlf: 55 23 85 00 – Faks: 55 23 85 31  
E-post: [post@imr.no](mailto:post@imr.no)

[www.imr.no](http://www.imr.no)

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**AVDELING TROMSØ**

Sykehusveien 23 – Postboks 6404  
NO-9294 Tromsø  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN**

NO-4817 His  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 37 05 90 01

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL**

NO-5392 Storebø  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**FORSKNINGSSTASJONEN MATRE**

NO-5984 Matredal  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

**FISKERIFAGLIG SENTER FOR**  
**UTVIKLINGSSAMARBEID**

Centre for Development Cooperation in Fisheries  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Fax: + 47 55 23 85 79  
E-mail: [post@imr.no](mailto:post@imr.no)

**REDERIAVDELINGEN**

Research Vessels Department  
Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

**AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT**  
**OG KOMMUNIKASJON**

Tlf.: 55 23 85 38 – Faks: 55 23 85 55  
E-post: [informasjonen@imr.no](mailto:informasjonen@imr.no)

**KONTAKTPERSON**

Øystein Skaala  
Tlf.: 55 23 85 00/476 27 878  
E-post: [oystein.skaala@imr.no](mailto:oystein.skaala@imr.no)

Kevin Glover  
Tlf.: 55 23 63 57  
E-post: [kevin.glover@imr.no](mailto:kevin.glover@imr.no)

