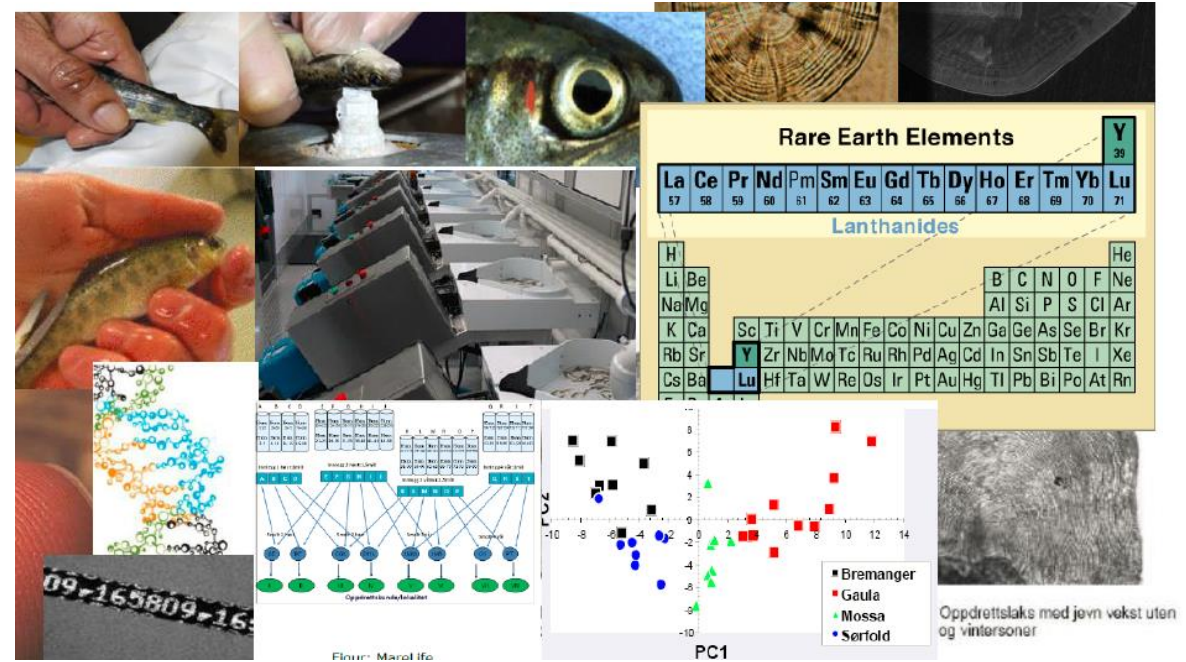


# EVALUERING AV METODER FOR MERKING OG SPORING AV LAKS

**Prosjektnr:** FHF 901354  
**Revision** 02  
**Date** 16.05.2017  
**Made by** Geir Tevasvold  
Eskil Forås  
Per Johan Røttereng

**Approved by** Per Johan Røttereng



Figur: FHF

Ramboll  
Mellomila 79  
PB 9420 Sluppen  
N-7493 Trondheim  
Norway

T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
[www.ramboll.com](http://www.ramboll.com)

# INNHold

- Innledning og mandat
- Mål – mandat – problemforståelse – føringer
- Arbeidsmetode for evalueringen
- Long-list merkemeter
- Kriterier for en god merkemeter
- Aktuelle metoder – gjennomgang og utvelgelse
- Logistikkutfordringer
- Strategisk anbefaling
- Kombinasjon av metoder

# INNLEDNING OG MANDAT

## • Bakgrunn

- April 2011: Bakgrunn i næringens Miljøløfte med 12 tiltakspunkter ang. rømming og lakselus. Ett av tiltakene er å etablere et system som skal gjøre det mulig å skille rømt laks fra villaks i elv, og i tillegg spore rømt laks tilbake til eier.
- April 2011: Rapport fra Mare Life som tydet på at DNA-sporing tilbake til rogn kan benyttes. Metoden gir betydelig logistikkutfordringer.
- Mars 2012: Rapport fra Rambøll. FHL var oppdragsgiver for en evaluering av ulike merkemetoder etter et sett kriterier.
- April/mai 2017: Evaluering på oppdrag fra FHF, «Evaluering av metoder for merking og sporing av laks».

# PROBLEMFORSTÅELSE – MANDAT FOR UTREDNINGEN FRA 2012

## ULIKE FORMÅL – ULIKE NIVÅER

### **Formål 1 - Frikjenne en aktør for allmennhetens mistanke**

Situasjonen kan være den at det har skjedd en rømming, og en gitt bedrift ønsker å dokumentere at rømmingen ikke har skjedd fra denne bedriftens lokalitet. Den enkelte oppdretter (på lokalitets/anleggs-nivå) ønsker å kunne frikjenne seg selv for en mistanke. **Nivået er her: "Lokalitet".**

### **Formål 2 - Næringens Miljøløfte**

"FHL ønsker en ordning som skiller rømt oppdrettslaks fra villaks i elv og som sporer rømt fisk tilbake til ansvarlig bedrift. Det igangsettes en utredning om det er mulig å identifisere all fisk som settes ut i sjøanlegg fra og med 2012. Målet med slik identifisering skal være å skille rømt oppdretts-laks fra villaks på en enkel måte. I tillegg krever systemet at en kan spore rømt fisk tilbake til ansvarlig bedrift slik at bedriften kan ta ansvar for utfisking av egen rømt fisk på gyteplasser." **Nivået er her: "Bedrift".**

### **Formål 3 - Juridisk.**

Ved en etterforskning av en konkret hendelse, vil et sporingssystem kunne bidra til å identifisere lekkasjepunktet. Rømming i seg selv er ikke et juridisk straffbart forhold. Det juridiske må vurderes ut fra dokumentasjon av om en spesifikk hendelse eventuelt kan være brudd på en forskrift eller lignende. **Nivå er her: "Lokalitet".**

**Juridiske forhold utredes ikke i denne rapport (2017).**

# MÅL FOR FHF PROSJEKT 901354 (2017)

- Komme fram til en strategisk anbefaling av et system for merking (metode eller kombinasjon av metoder) for sporing av rømt oppdrettslaks.
- Mandat for utredningen i 2012 gjelder også for denne utredningen, men juridiske forhold utredes ikke. Kriteriene for vurdering av metoder vil være de samme som i 2012 med vekt på mattrygghet, omdømme, dyrevelferd, kvalitet på sluttproduktet, praktisk gjennomførbarhet og kostnader.
- Evalueringen skal danne grunnlag for en nærmere spesifisering og beskrivelse i evt. oppstart av en merkeordning

# ARBEIDSMETODE FOR EVALUERINGEN

- Informasjon og oppdatering er innhentet gjennom:
  - Direkte kontakt/interju/møter med aktører innen villfisk og oppdrettsmiljøene: Organisasjoner og personer med tilknytning til næring og offentlig forvaltning, utstysleverandører, forskere og genbank / avlsorganisasjoner både innen villfisk og oppdrettsmiljøene.
  - Bruk av internett og tilgang på offentlige rapporter.
- En long-list med kjente merkemeter er gjennomgått.
- 8 metoder er detaljert vurdert ut fra valgte kriterier og mål for prosjektet.
- Ulike kombinasjoner av de 8 er vurdert.
- Vi foreslår et sporingssystem (kombinasjon av metoder) som gjør det mulig å skille rømt laks fra villaks i elv, og i tillegg spore rømt laks tilbake til lokalitet.

# LONG-LIST AV MERKEMETODER I TRE KATEGORIER

## – UT FRA AVLESING

### KATEGORI 1 (visuell kontroll i felt)

Fettfinneklipping  
Frysemerking  
Elastomer (under huden)  
Plastmerke (utenpå fisken)

### KATEGORI 2 (ikke visuell merking, detektor i felt)

PIT-tag (RFID)  
Hydroakustiske merker  
Coded Wire Tag (skiller vill/oppdrett)  
Biometrisk analyse (prikanalyse, iris-scanning, morfologi makro)  
Feltavlesbar proteinanalyse

### KATEGORI 3 (krever lab. analyser)

Coded Wire Tag (identifisere gruppe)  
Klassisk visuell skjellanalyse  
Skjellprøve tilførte merkesubstanser  
Grunnstoffanalyse skjell  
Otolittmerking  
Fettsyreanalyser  
Syntetiske DNA molekyler (applikasjon i vaksine)  
DNA foreldre-avkom test (rognbatch/foreldretest)  
DNA beredsskapsmetoden

# KRITERIER FOR EN GOD MERKEMETODE

- Skille på Vill/ Oppdrettslaks
- Skille på Bedrift
- Skille på Lokalitet
- Industriell implementeringstid/modenhet
- Logistikk-utfordringer i produksjon
- Kan metoden integreres i settefisk operasjon
- **Dyrevelferd**
- **Mattrygghet**
- Miljø
- **Praktisk gjennomføring**
- **Omdømme**
- Merkets levetid
- Hurtig analyse elvebredd
- Økonomi
- Robusthet
- Unngå falske positive/negative
- Kopierbar/manipulerbar
- Behov for merkeadministrasjon/database
- Videoanalyse/maskinsyn



# PRESISERING AV KRITERIER

- **Dyrevelferd**

- Merkemethoder som ikke er vurdert negativt av Mattilsynet. (dyrevelferd vs. nytteverdi, jfr dyrevernloven).
- Unngå negative effekter som: smerte, redusert overlevelse, stress, skade, redusert vekst, infeksjon, adferdshindring mm.

- **Mattrygghet**

- Unngå redusert mattrygghet: kjemiske og fysiske merker.

- **Praktisk gjennomføring**

- Unngå negativ påvirkning av produksjon eller logistikk.
- Industriell implementerbar og teknologisk moden.
- Merkemetsode som er mest mulig kostnadseffektiv.

- **Omdømme**

- Bidra til merverdi for ulike interessenter.
- Unngå negative reaksjoner i markedet eller opinion.

# PRESISERING AV KRITERIER - KOSTNADER

- Kostnader ved selv merket.
- Kostnader ved merkingen (etablering av identitet).
- Tilpasning av logistikk i verdikjeden.
- Avlesing av merke hos rømt fisk.
- Etablering og drift av arkiv og databaser.  
(innsamling av referansemateriale, lab. tjenester).

# MOMENTER VED VURDERINGER AV 8 AKTUELLE METODER

- Fettfinneklipping: Dyrevelferd, adferd, praktisk gjennomføring, marked.
  - CWT: Dyrevelferd, mattrygghet, omdømme, kostnad, praktisk gjennomføring.
  - Biometri: Umoden teknologi.
  - DNA beredsskapsmetoden: Aksjon. Bare egnet for store rømminger, ikke enkeltfisk i elv.
  - Otolittanalyse: Antall grupper (opløsning), praktisk industriell tilpasning, avlesing.
- 
- **Klassisk visuell skjellanalyse: Kjent metodikk, kan skille vill fra oppdrettet laks.**
  - **Grunnstoffanalyser i skjell: I kombinasjon med DNA foreldre-avkom test.**
  - **DNA foreldre-avkom test: I kombinasjon med Grunnstoffanalyser i skjell.**

# METODE: FETTFINNEKLIPPING - PRESENTASJON

- Fettfinnen klippes.
- Fettfinnen er en hudfold, uten fettvev, har nervevev, funksjon for fisken i turbulent vann?
- Metoden forutsetter at all oppdrettsfisk fettfinneklippes (og bare oppdrettsfisken).
- Kan kun skille oppdrettsfisk fra villaks/kultivert laks.
- Er benyttet i mange år på mange millioner individer i USA og Canada til kultiveringsformål, FoU og avlsprogram i Norge.
- Automatisert for små fisk (Northwest Marine Technology, NMT).
  1. Kombineres med stikkvaksine på litt større fisk: Må utvikles .



Foto: NINA



Foto: NMT

# METODE: FETTFINNEKLIPPING

## - VURDERINGER AV VIKTIGE FAKTORER

- Umiddelbar visuell deteksjon, også for dykker i elv eller auto-maskinert sortering (maskinsyn).
- Kan kombineres med stikk-vaksinering og har da antatt lave merkingskostnader.
- For å hindre at finnen vokser ut igjen må den fjernes helt og på stor nok fisk (NMT sier 57mm).
- Krever at det ikke fettfinneklippes i kultiveringsanlegg eller til villaksforskning.
- Markedseffekt: Noe ulik reaksjon i markedet, men oppsummert er den mer negativ enn nøytral (Nofimarapport 1/2013).



Foto: NINA

# METODE: FETTFINNEKLIPPING

## - DYREVELFERD OG ETIKK TALER IMOT

Dyrevelferd:

- «Mattilsynet mener at det ikke er godtgjort at nytteverdien ved fettfinneklipping av all oppdrettslaks er stor nok, sett verken i forhold til det store antall fisk som må klippes, eller i forhold til kostnadene knyttet til tiltaket.» (Notat fra Mattilsynet 2012).
- I forhold til akutt effekt på dyrevelferd, vil fjerning av en funksjonelt kroppsdel på en fisk bli vurdert som en høy risiko for redusert dyrevelferd. I forhold til permanent redusert dyrevelferd vurderes metoden som moderat. (Vitenskapskomiteen for mattrygghet, VKM report 2016:67).

Etikk:

- «Det er fremdeles uklart hvilken funksjonell rolle fettfinnen spiller. Dette gjør det vanskelig å evaluere langtidseffektene av fettfinneklipping. Det er et etisk spørsmål om fjerning av et fungerende organ er akseptabelt» (Vitenskapskomiteen for mattrygghet VKM report 2016:67).



Foto: NMT

# METODE: CODED WIRE TAG (CWT), "SNUTEMERKE"

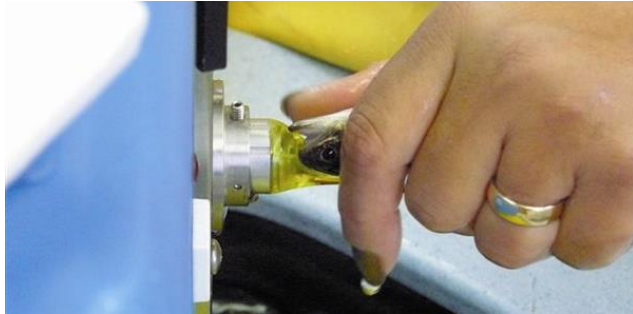
## - PRESENTASJON

- Rustfri magnetisk stålwire med alfanumerisk kode etset inn.
- 1,1 millimeter (evt 1,6 el. 2,2 mm), den kan skille 10 000 grupper. Det er etablert ISO-standard.
- Kan detektere *tilstedeværelse* magnetisk (skille vill/oppdrett) ved detektor (Kategori 2-metode).
- Avlesning av kode krever fysisk fripreparering, så under mikroskop (kategori 3- metode).
- Europharma: «Det er utviklet en egen semi-automatisk merkemaskin spesielt med tanke på bruk i industriell skala ved norske settefiskanlegg. Disse kan settes opp som en egen merkestasjon i forlengelsen av en tradisjonell vaksineringslinje, og med 2-3 operatører merke 70.000 – 105.000 fisk i løpet av en arbeidsdag.»
- Europharma: «Har utarbeidet systemer og rutiner som tar opp i seg hensynet til at ulike juridiske objekter har ansvaret for fisken til ulike tider i produksjonsprosessen (settefiskprodusent, transportør, matfiskanlegg).»



# METODE: CODED WIRE TAG - VURDERINGER AV VIKTIGE FAKTORER

- Merket og merking kan gjøres automatisert.
- Skille vill fra oppdrett ved elv krever enten en annen kategori 1 merke, eller en detektor.
- Arbeidskrevende avlesning av kode med innsending av hode/snute til lab, svartid 2-3 dgr.



Over: Manuell  
T.h.: Autofish system. Er både  
fettfinne-klipp og CWT-tagging



Foto: NMT

Since its implementation the AutoFish System has been used at hatcheries in California, Idaho, Oregon, and Washington. By 2005, over 100 million fish had been Coded Wire Tagged or fin clipped with the AutoFish System.

This highly efficient and mobile system has demonstrated low mortality (<0.1%), very high clip rates (>99%), and excellent CWT retention rates (>98%).



# METODE: CODED WIRE TAG - UTFORDRINGER SOM BØR AVKLARES

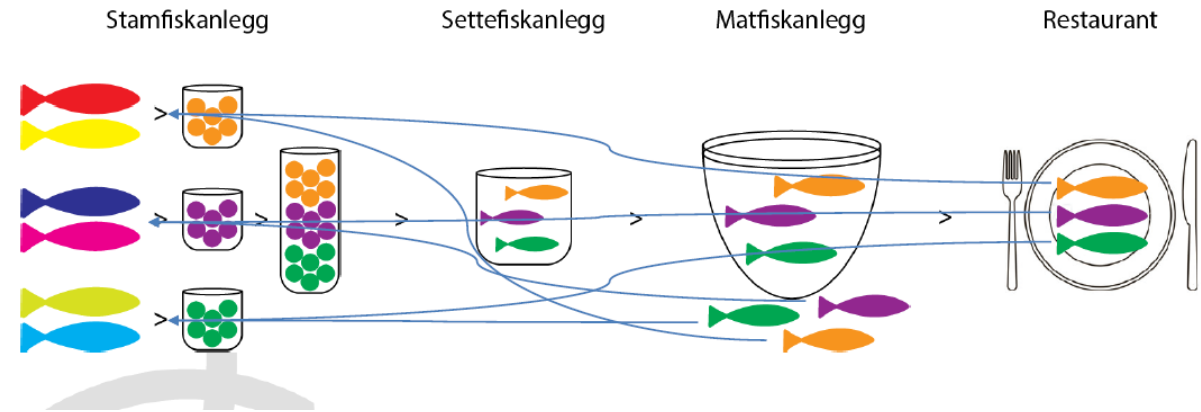
- Mattrygghet: Fjerning av tag før konsum? Hodet går også til humant konsum. Evt. tag i fisk som går til ensilasje/dyrefor el. råstoff for annet bruk.
- Dyrevelferd: Appliseringssted/måte og innvirkning på dyrevelferd.
- Appliseringstidspunkt (fra 5g eller ved stikkvaksineringen). Evt. behov for re-merking eller kombinasjon med annen metode.
- Krever tydelig kontroll med logistikk etter merketidspunkt, og gir noen begrensninger ift. tid for merking, sortering osv.



Øverst: Håndholdt magnet-detektor  
Nederst: Tunell-detektor

# METODE: DNA – FORELDRE-AVKOM TEST - PRESENTASJON

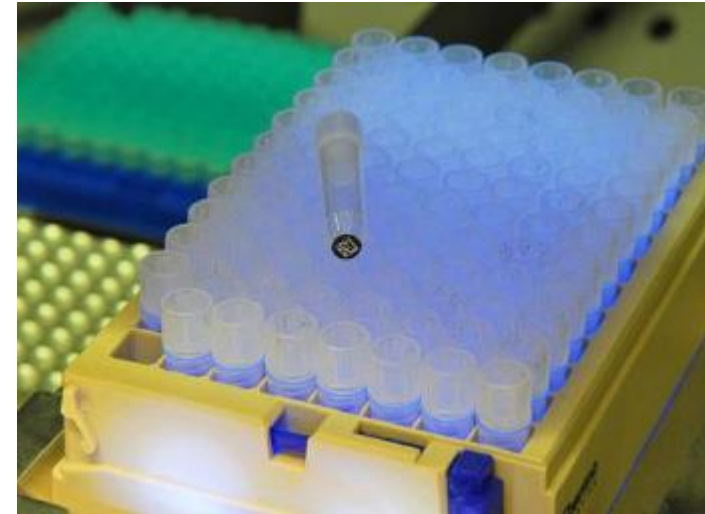
- Rognbatcher identifiseres ved å DNA-teste alle foreldre som inngår denne batchen. Unike foreldrekombinasjoner må etableres i system.
- Kan skille vill og oppdrett.
- Høy sporingssikkerhet > 99% (AquaGen TRACK), ca 42 mill rogn (10 % av tot) levert i 2016.
- En forsikring mot falske anklager ved rømming.
- DNA-analysen vil kunne verifisere ethvert annet sporingssystem tilbake til rogn. Ingen merketap.
- DNA-analyse kan også utføres på skjell som prøvemateriale.



Figur: Aqua Gen

# METODE: DNA – FORELDRE-AVKOM TEST - VURDERINGER AV VIKTIGE FAKTORER

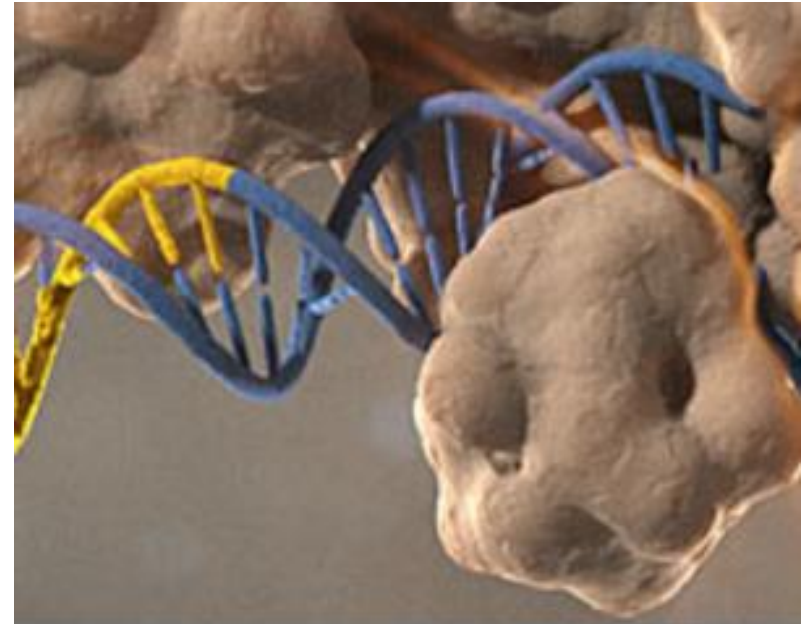
- "Friskmelding": Når foreldreopphavet til rømt fisk ikke stemmer med foreldreopphav til rogn. Sikker eliminasjon av aktører som ikke kan ha forårsaket rømming.
- Viktig med riktig prøvetaking av vev for å sikre god kvalitet på DNA.
- Må ha avlsdatabaser og biobanker for kontroll og sporing (historikk).
- Dette er en opprinnelses-merking som må kombineres med sikker logistikk for å gi sporing.



*Figur: AquaGen/BioBank*

# METODE: DNA – FORELDRE-AVKOM TEST - UTFORDRINGER SOM BØR AVKLARES

- Krever logistikk-tilpasninger som kan ha en kostnad, men disse gjøres på rognstadiet der kostnadene er lavest.
- Krever tydelige felles protokoller for vevsprøvetaking, håndtering og analyser av prøver.
- Standardisering av DNA-profil som etableres i en database hos rognsekskapene, og som vi vil benytte som referanse ved et case.



*Figur: New England BioLabs*

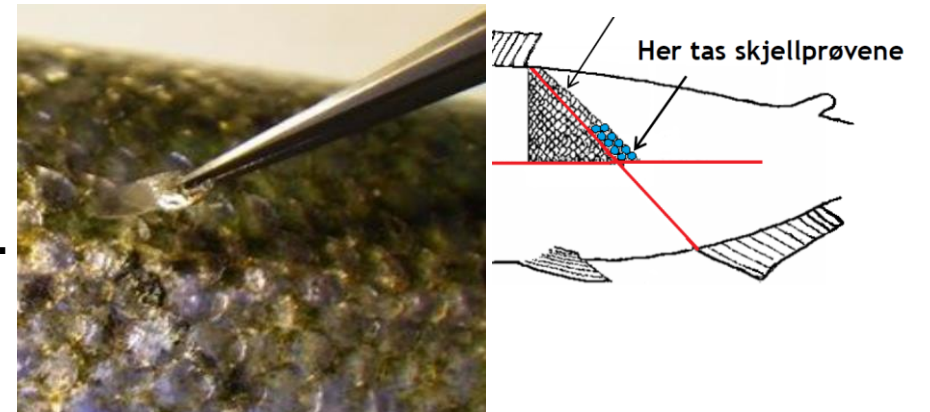
# METODE: GRUNNSTOFFANALYSE SKJELL

## - PRESENTASJON

FarmSalmTrack (VI-rapport 5-2017)

- Kvantitativ sammensetning av grunnstoff i skjellet avspeiler sammensetningen av naturlig tilstedeværende grunnstoffelementer i vannet.
- Uttesting av metode under praktiske forhold siden 2014.
- Rapport VI/NGU/VESO med oppdatert kunnskap mai 2017.
- Metoden dokumentert å kunne skille settefisk-lokaliteter og grupper innen samme settefiskanlegg. (Presisjon på ca. 96%).
- Sjøvannsprøfilen i ytterkant av skjellet kan i et rømmingsscenario skille mellom to sjølokaliteter med ca. 93 % presisjon.
- Sammenlikner skjell fra rømt laks med referanseskjell innhentet fra lokaliteter. Krever etablering av skjellarkiv, og system for innhenting av referanseskjell.

Prosjektet FarmSalmTrack (VI-rapport 5-2017) har gått siden 2014. Næringen selv tok initiativ til prosjektet, og ved prosjektets avslutning representerte ordningen bedriftene som innehar 65% av årlig smoltutsett i Norge. Det er registrert prøver fra 56 680 fisk fordelt på 1 028 innsendelser fra 71 settefiskanlegg og 157 matfiskanlegg.



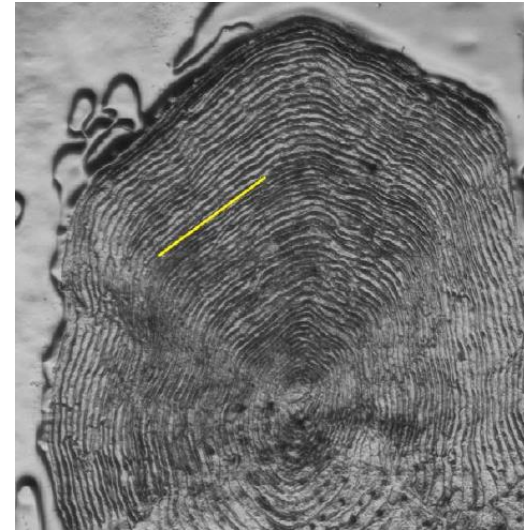
Figurer: VI, Prøvetaking enkeltskjell med pinsett

# METODE: GRUNNSTOFFANALYSE SKJELL

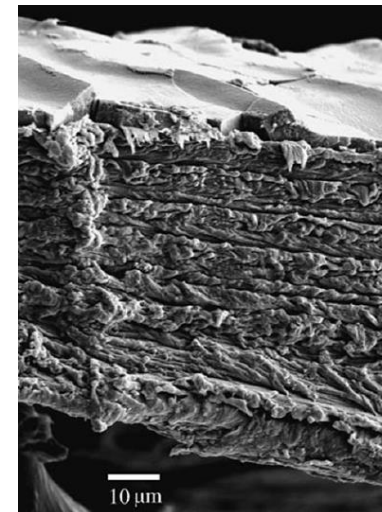
## - VURDERINGER AV VIKTIGE FAKTORER

FarmSalmTrack (VI-rapport 5-2017)

- Ingen kostnader med merket eller merking.
- Regelmessig naturlig merking av fisken gjennom livsløpet. Dagens krav til dokumentasjon og gruppeadskillelse i produksjonen er tilstrekkelig.
- Innsamling av prøvemateriale fra elv satt i system ved bruk av «Skjellkonvolutt».
- Settefiskanlegg: Innsamling av referanseskjell fra så nær opp til utsett som mulig.
- Sjøanlegg: Innsamling av referanseskjell 4-5 ganger etter utsett i sjø fra alle grupper fisk.
- Må etablere skjellarkiv (for senere analyser hvis behov).
- Kostnader er knyttet til uttak av referanseskjell, etablering av skjellarkiv og analyser ved behov for sporing.
- Videreutvikling av metoden ved å undersøke andre måter å analysere skjell på, forventes å gi tilleggsinformasjon.



*Figur: Øverst: Vegard Sollien, VI  
Skjell av laks med markering som viser overgang fra ferskvann til sjøvann.*

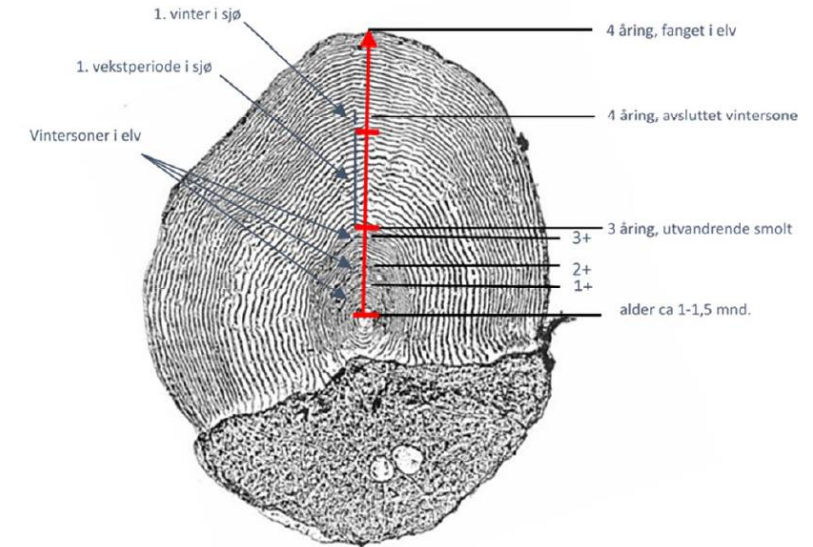


*Nederst: Vertikalt snitt av lakseskjell  
(Hutchinson og Trueman 2006)*

# METODE: GRUNNSTOFFANALYSE SKJELL - UTFORDRINGER SOM BØR AVKLARES

FarmSalmTrack (VI-rapport 5-2017)

- Kostnader ved etablering av arkiv for referanseskjell.
- Organisering av innsending og analyse av store mengder skjell. (evt. automatisering).
- Kombinasjon med DNA-metode for å skille vill/oppdrett i lab.
- Uklar «merking» av skjell i tiden rett etter sjøsetting (før 1-2 mndr. i sjø). Metode for klassifisering av grupper i sjø må forbedres.
- Videre FoU arbeid på anvendelse av metoden er nødvendig. Har vært store framskritt det siste året.
- Robusthet i skjellanalyse (personell, maskinavlesing mm).



Figur: VI, skjell fra 4 år gammel vill laks

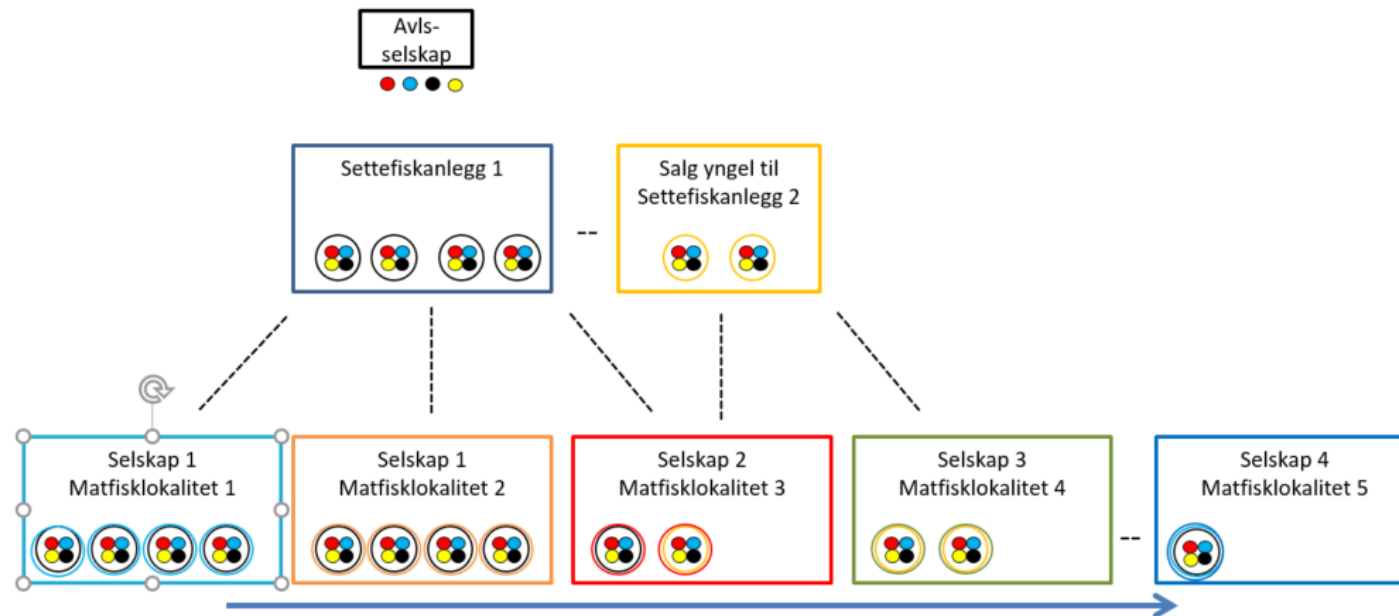
# BRUK AV KUN DNA-SPORING (ROGN) HAR BEGRENSNINGER

## - FARGENE PÅ SIRKLENE I MIDTEN VISER DNA-PROFIL



Etablering av profiler og transport av  
fisk – flytting i sjø

De 5 lokalitetene her har fisk med samme DNA men  
kan skilles med grunnstoffanalyser





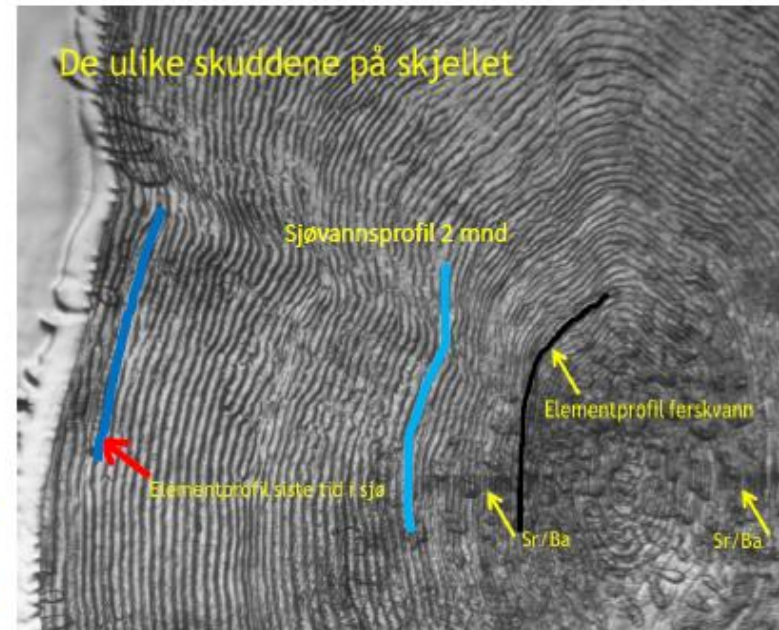
# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

## De ulike skuddene som benyttes



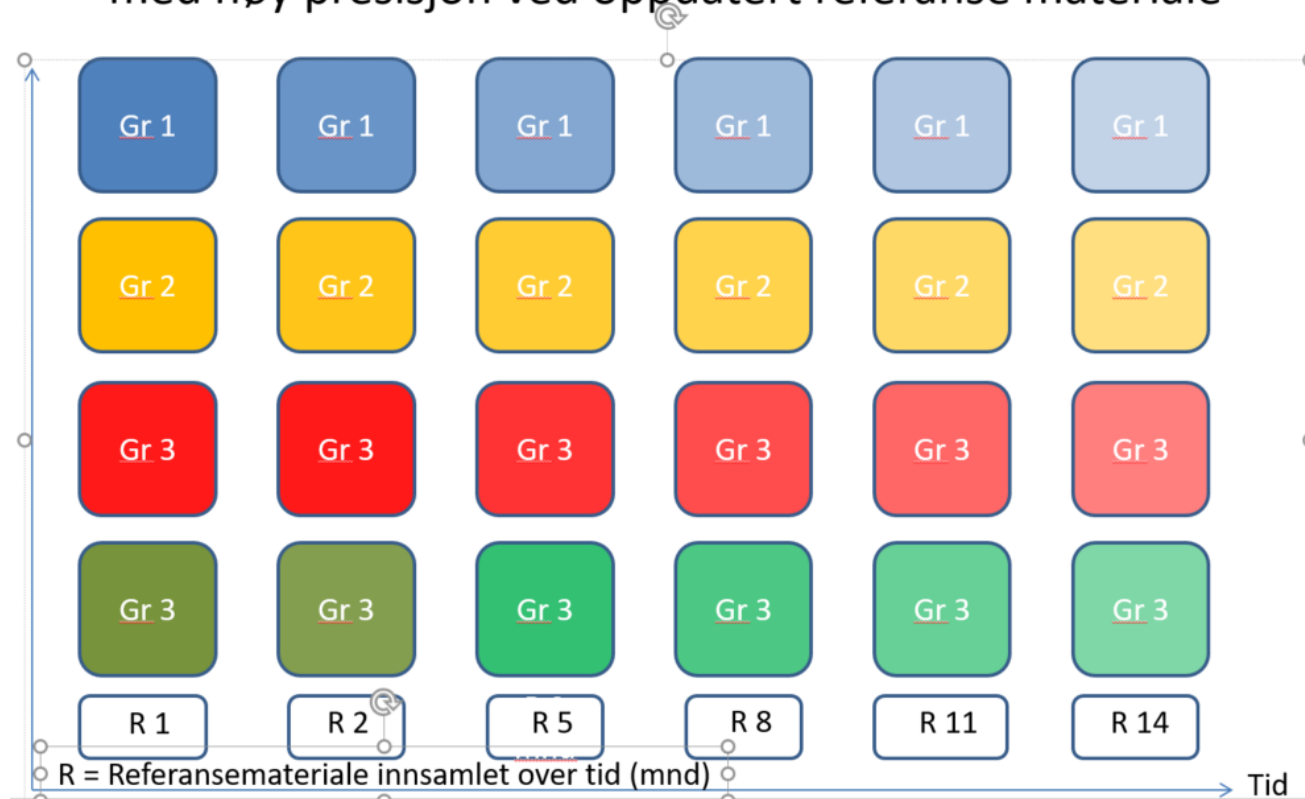
- Ferskvannsprøfil —
- Sjøvannsprøfil 2 mnd —
- Sjøvannsvannsprøfil i ytterkant —

Figur: VI



# METODE: GRUNNSTOFFANALYSER SKJELL - EKSEMPEL (HVER FARGE ER EN GRUNNSTOFF-PROFIL)

Gruppenes ferskvannsprøfil endres over tid i sjø,  
(symbolisert med blekere farge) men kan gjenkjennes  
med høy presisjon ved oppdatert referanse materiale

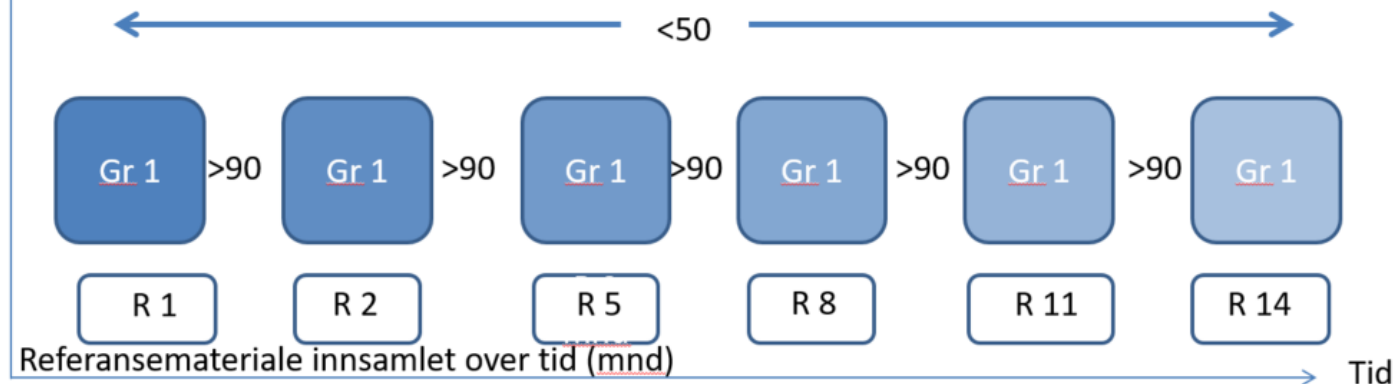


# METODE: GRUNNSTOFFANALYSER SKJELL - EKSEMPEL

## Eksempel på betydning av innsamling av referansemateriale i hele produksjonsforløpet:

-Hvis Gr 1 rømmer etter 6 mnd i sjø, og vi har samlet inn materiale fra 5 mnd i sjø (R5) vil klassifiseringspresisjonen være >90% -Hvis vi har samlet inn etter 11 mnd i sjø (R11) og fisken rømmer etter 13 mnd vil vi fortsatt ha >90% klassifiseringspresisjon.

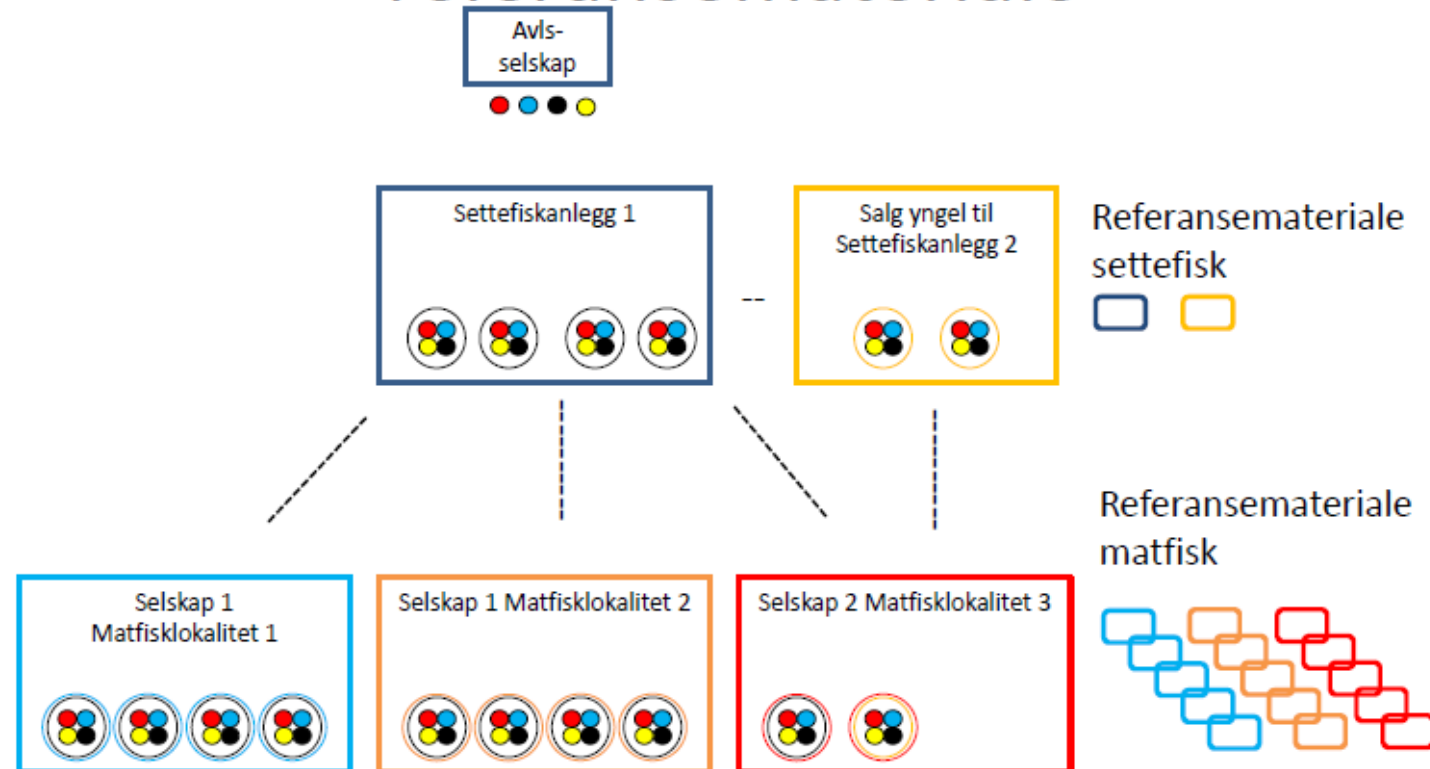
-Hvis fisken rømmer etter 11 mnd uten at vi har tatt nye prøver etter settefiskanlegget vil klassifiseringspresisjonen falle til <50%.



# METODE: GRUNNSTOFFANALYSER SKJELL

## - EKSEMPEL

### Prøvetak av grupper - referansemateriale



Gjentatt prøvetak utover i produksjonsfasen for å sikre god nok sporing

# REFERANSEMATERIALET

- Ett uttak i settefiskfasen.
- Samles inn jevnlig i hele produksjonen fra utsett i sjø, tilsammen 5 uttak.
- Skuddene for ferskvannsprofilen, sjøvannsprofilen og de andre skuddene kan brukes til å identifisere fisken gjennom hele fiskens liv. Det betyr at det siste innsamlede materialet i sjø vil bli benyttet som referansemateriale til alle analysene.

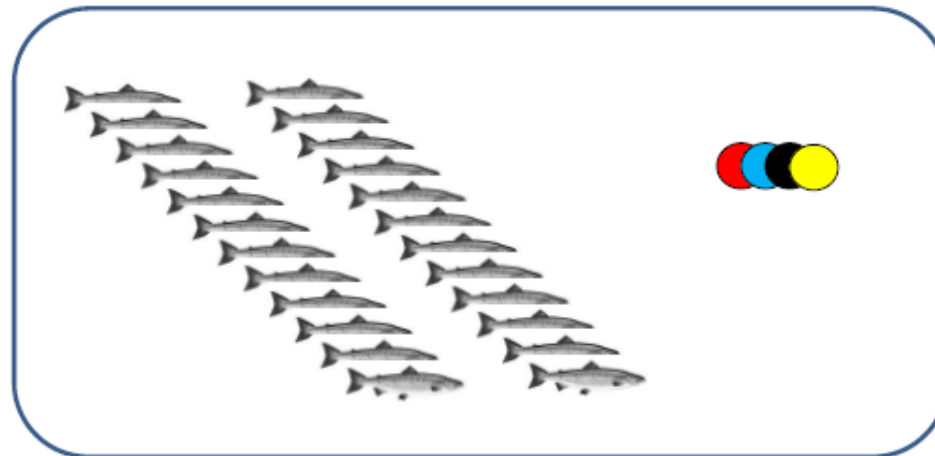
## METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

### Eksempel på beredskapssituasjon:

Fisk fra selskap 4, matfisklokalitet 4 rømmer.

Observasjon: en akutt hendelse med mange fisk i et begrenset geografisk område.

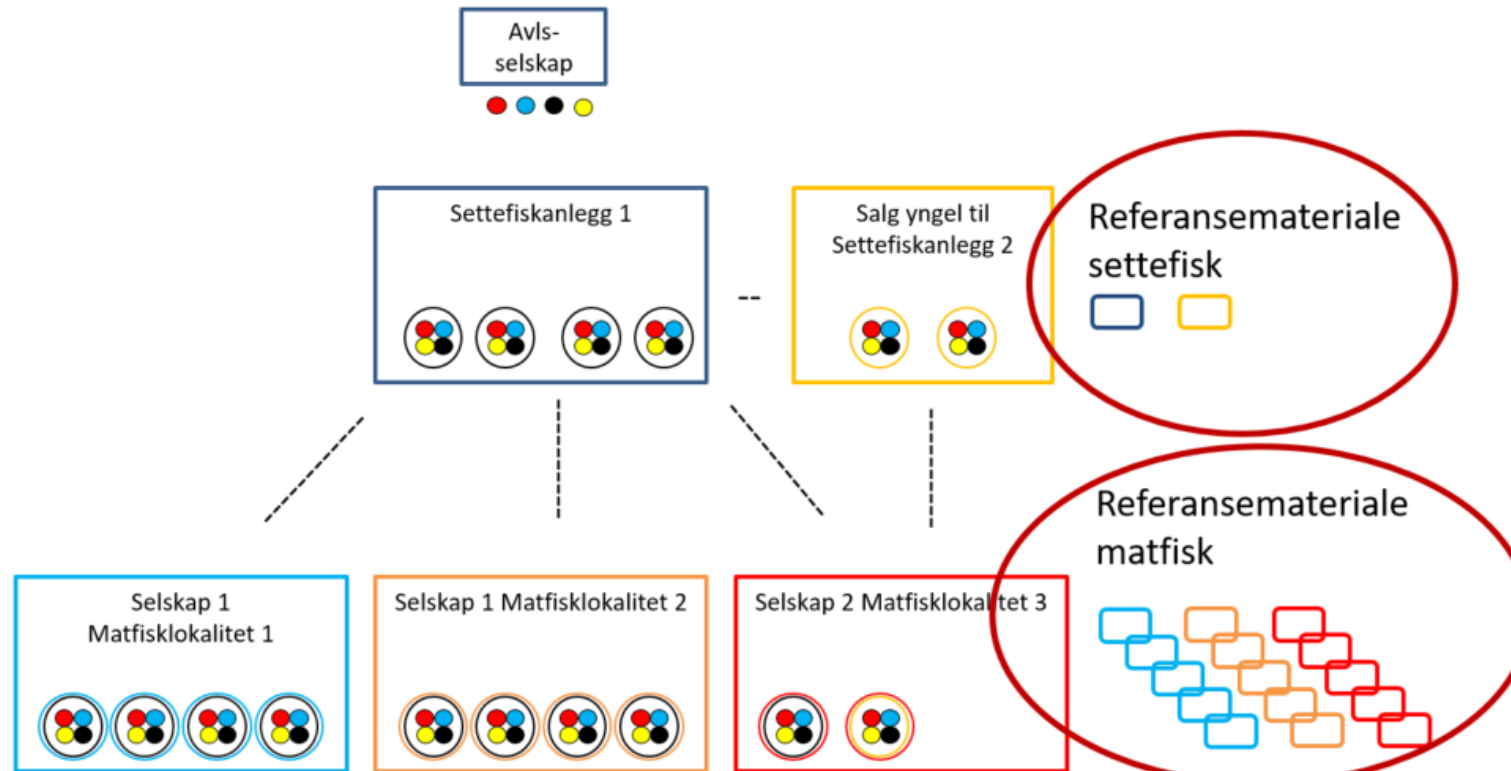
DNA viser genetisk opphav. Ved å se på logistikken kan en si hvilke anlegg som har fisk med denne genetiske kombinasjonen.



# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL

## - EKSEMPEL «LET I REFERANSESKJELLENE FRA FØLGENDE 3 LOKALITETER»

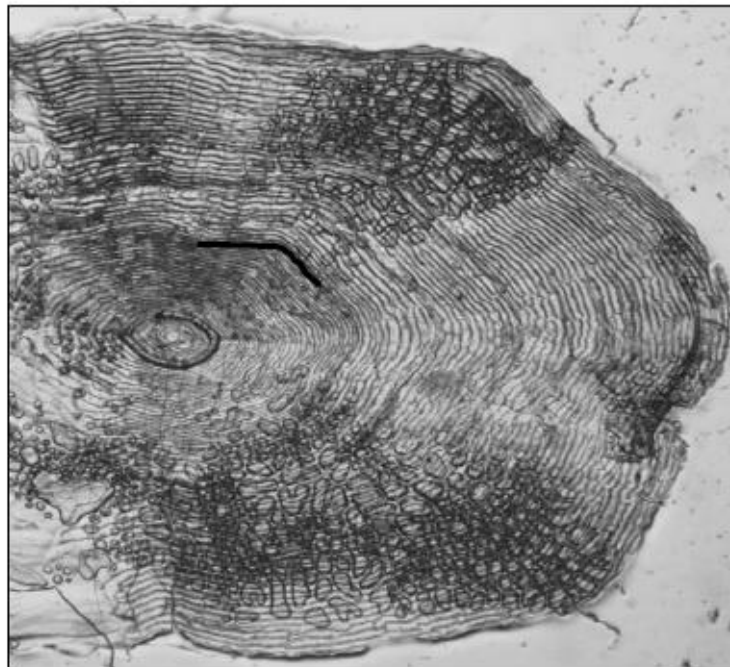
Bruker samme fargekoder for ref matr



Gjentatt prøvetak utover i produksjonsfasen for å sikre god nok sporing

# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

Ferskvannsprøfen viser  
settefiskanlegg

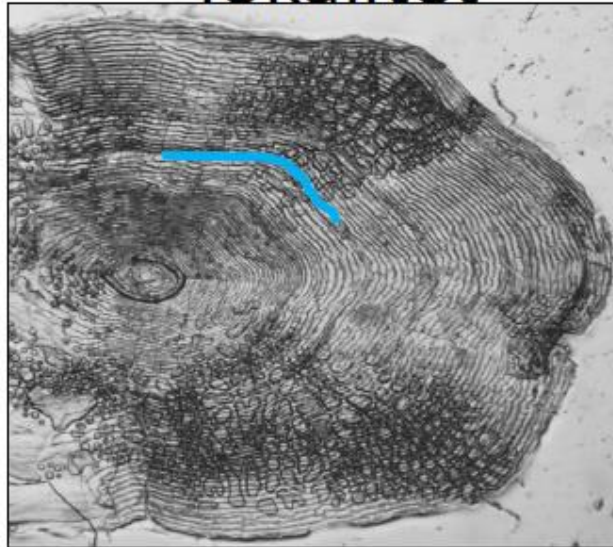


Figur: VI



# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

Sjøprofil etter 2 mnd i sjø viser hvilken  
lokalitet

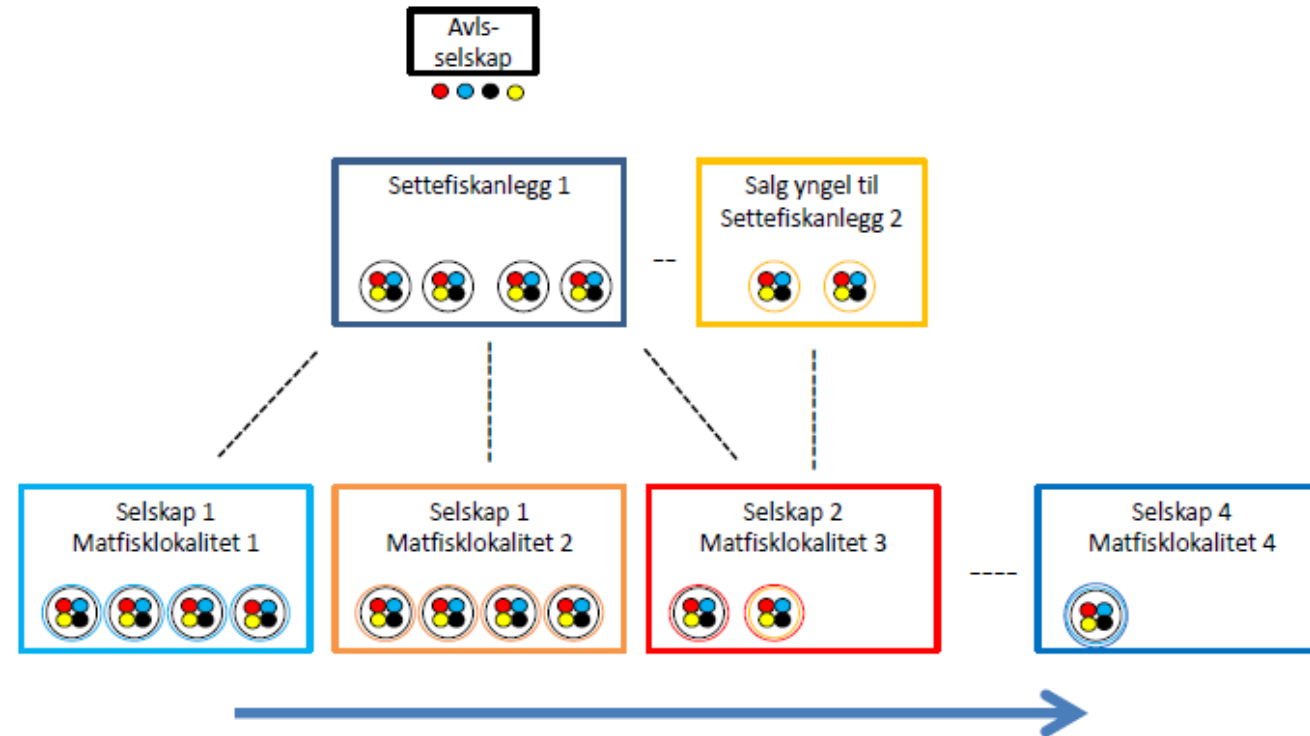


Figur: VI



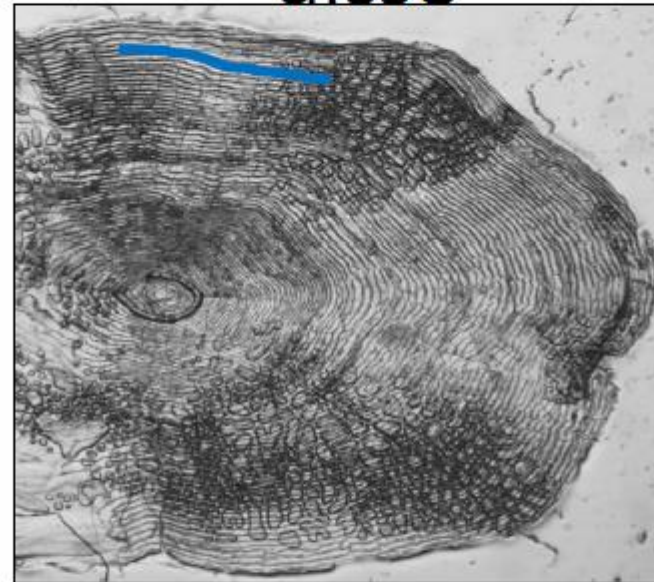
# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

Men – noen av disse fiskene ble flyttet  
etter utsett i sjø



# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

Sjøprofil i ytterkant skiller mellom  
disse



*Figur: VI*



# METODE: SPORING BASERT PÅ GRUNNSTOFF I FISKENS SKJELL - EKSEMPEL

## Oppsummering

- Eksempelet viser hvordan DNA og grunnstoffanalyser kan kombineres ved sporing
- Kombinasjonen av metoder gjør at en slipper å legge strenge logistikk-begrensninger på næringen
- Oppdatering av referansemateriale underveis i produksjonen er viktig for å holde høy presisjon

# LOGISTIKKUTFORDRINGER VED GRUPPEMERKING

## Logistikk på rognstadiet

- Salg av en gruppe til kun én kjøper.
- Et større antall rogn kreves da det må foreligge reserverogn for alle grupper.

## Logistikk på yngel/settefiskstadiet

Eksempler på aktiviteter som må unngås/begrenses:

- Kjøp/salg av deler av yngelgrupper mellom settefiskanlegg.
- Blanding av fisk fra ulike rogngrupper
  - Restpartier som samles fra flere grupper.
  - Komplettere en leveranse på grunn av uforutsette "tap" i siste øyeblikk.
  - Plutselige endringer av planer på grunn av tekniske utfordringer eller at kunden endrer sitt behov (avbestiller/etterbestiller).
- Fremtidig større andel av storsmolt kan øke sannsynligheten for blandingsgrupper.

# STRATEGISK MÅ EN VELGE MELLOM ET YTRE MERKE ELLER IKKE

Alternativer:

1. En kan etablere en ordning med et visuelt merke (ytre merke) .
2. En kan etablere en ordning uten ytre merke.

Vi har vurdert de ulike metoder basert på ytre merke, og begrunnet hvorfor vi ikke anbefaler et ytre merke, heller ikke fettfinneklipping.

Vi anbefaler derfor en merkeordning uten bruk av ytre merke.

# STRATEGISK ANBEFALING

## SKJELL-DNA-GRUNNSTOFF KOMBIMETODEN

**Sporing av rømt oppdrettslaks basert på skjel.** Kombinasjon av Grunnstoffanalyser og DNA-foreldre-avkom genotyping (SDG-metoden)

- Muliggjør sporing av enkeltindivider.
- Kan skille mellom lokaliteter i sjø og mellom settefiskanlegg.
- Logistikk kan følge dagens praksis dvs. en slipper å legge strenge begrensninger på produksjonen.

# STRATEGISK ANBEFALING: SDG-KOMBIMETODEN

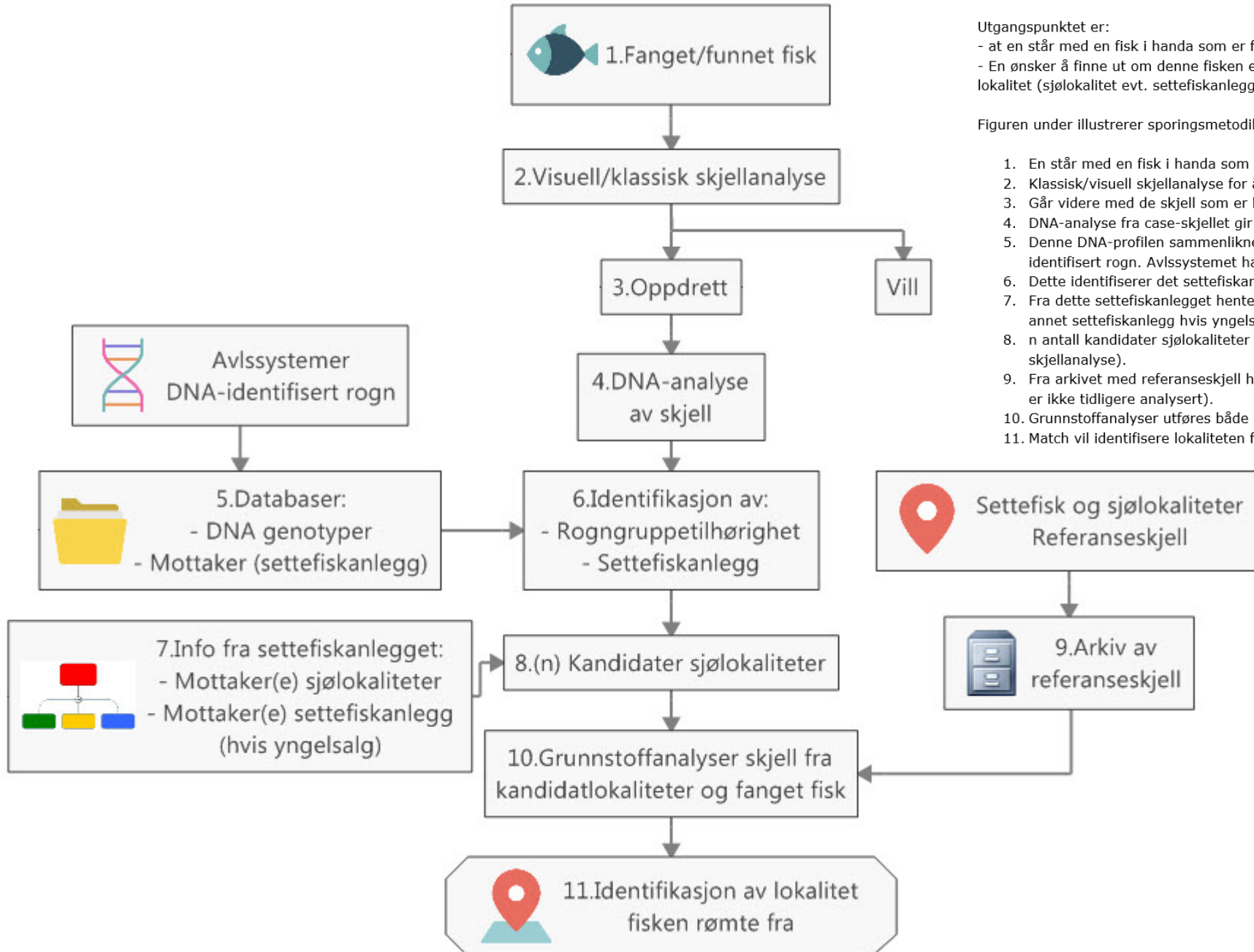
## SKJELL DNA GRUNNSTOFF

1. Skjell er prøvematerialet som er utgangspunkt for sporing av rømt oppdrettslaks.
2. Det er skjellet som benyttes til å skille vill fra oppdrett .
3. Innføre en ordning der skjellprøver av **all** avlivet fisk fra elvene tas ut. I tillegg tas skjellprøver fra større rømmingsepisoder, notfiske, forskningsfangst, utfisking osv.
4. Skjellkonvolutt sendes laboratorium for klassisk visuell analyse som skiller vill og oppdrett. De skjell som avleses som oppdrett, sendes videre til DNA analyse.
5. DNA-analyser av skjell + rognprodusentenes DNA-profiler + kunderegister/logistikk, vil redusere mulige sjølokaliteter fisken har rømt fra.
6. Vha. metoden Grunnstoffanalyser skjell, kan man identifiserte lokaliteten den rømte fisken kom fra. Dette gjelder enten den er et settefiskanlegg eller en sjølokalitet.



# KOMBINASJON AV METODER – PRAKTISKE FORHOLD

- Referanseskjell fra settefiskanlegg tas så nært opp til utsett som mulig.
- Referanseskjell fra sjølokalitet tas etter 1 og 2 mndr. i sjø og deretter hver 3. måned fram til slakt (i forbindelse med annen håndtering på anleggene, lusetelling o.l.). Minimum 6 skjell fra 17 fisk ved hvert uttak.
- Betingelser at det tas foreldre-avkom test av alle rogngrupper hos avlsselskapene, og disse har oversikt over DNA profiler og hvor gruppene er solgt.
- Betingelser at det etableres et nasjonalt skjellarkiv og database for referanseskjell (nøytral/off. aktør der informasjon er allment tilgjengelig for evt. forskning).
- Det forutsettes at metoden utvikles videre (FoU og grunnforskning) og dette vil bedre presisjon (spesielt i grupper med sjøvannsinnblanding).
- Det siste innsamlede skjellmateriale i sjø blir benyttet som referansemateriale til alle analyser.
- Logistikk kan følge dagens praksis.



Utgangspunktet er:

- at en står med en fisk i handa som er fanget/funnet i elv eller sjø.
- En ønsker å finne ut om denne fisken er vill eller oppdrett, og evt hvilken eier eller hvilken lokalitet (sjølokalitet evt. settefiskanlegg) den rømte fra.

Figuren under illustrerer sporingsmetodikk basert på skjell fra fisken:

1. En står med en fisk i handa som er fanget/funnet i elv eller sjø. Tar skjellprøve.
2. Klassisk/visuell skjellanalyse for å skille vill fra oppdrett.
3. Går videre med de skjell som er klassifisert som oppdrett (case-skjell).
4. DNA-analyse fra case-skjellet gir en DNA-profil (genotype).
5. Denne DNA-profilen sammenliknes med avlssystemenes lagrede DNA-profiler på DNA-identifisert rogn. Avlssystemet har også info om settefiskanlegget de solgte til.
6. Dette identifiserer det settefiskanlegget som kjøpte rogn.
7. Fra dette settefiskanlegget hentes info om mottaker av fiskegruppen. (sjølokalitet, eller annet settefiskanlegg hvis yngelsalg).
8. n antall kandidater sjølokaliteter listes. (evt settefiskrømming avsløres ved ny klassisk skjellanalyse).
9. Fra arkivet med referanseskjell hentes skjell fra disse n kandidatene. (Skjellene i arkivet er ikke tidligere analysert).
10. Grunnstoffanalyser utføres både på referanseskjell og på case-skjellet.
11. Match vil identifisere lokaliteten fisken rømte fra.

# STRATEGISK ANBEFALING

## KOSTNADER

Kostnadselement	Kostnad	Kommentar	Totalt pr år NOK
Kostnader ved selve merket.	0		0
Kostnader ved merkingen (etablering av identitet).	10 øre pr. rognkorn	400 millioner rognkorn pr år.  Kostnad hos avlsselskapene: Foreldre – avkom DNA genotyping. Drift av Databaser med DNA-profiler og info om rogn-mottakere.	40 mill
Tilpasning av logistikk i verdikjeden.	0	Noe tilpasninger hos avlsselskapene er tatt høyde for i rognprisen nevnt over.	0
Avlesing av merke hos fanget/funnet fisk fisk.	Kr 100 pr fisk.	Klassisk skjellanalyse av max. 200 000 fanget/funnet fisk.	20 mill
	Kr 250 pr fisk	DNA-analyse av 6000 case-fisk.	2 mill
Etablering og drift av skjellarkiv og databaser.		Årlig drift. Innsamling av referansemateriale, drift av skjellarkivet, drift av database, lab.kostnad for alle grunnstoffanalysene dvs også ved sporingstilfeller.	15 mill.
Administrasjon og ledelse av sporingssystemet		1-2 årsverk	2,5 mill.
Uttak av referanseskjell (arbeid, forsendelse)		9900 prøveuttak á kr. 800 ved gruppestørrelse på 200 000.	6,5 mill.
<b>Totalkostnader</b>		Med basis i 330 mill. settefisk	<b>86 mill.</b>
		Omregnet med årsproduksjon på 1,3 mill t. HOG.	<b>6,6 øre pr. kg. HOG</b>

# ANBEFALING

En bør satse på en strategi uten bruk av ytre merke.

Kombinasjon av tre merkemetoder (SDG-kombimetoden), gir mulighet for å oppfylle sentrale kriterier for en god sporingsmetode.

En har høstet praktiske erfaringer med metodene hver for seg de siste år som er meget lovende, men det gjenstår å etablere en forsøksordning for sporing basert på kombinasjonen av de tre metodene.

Havbruksnæringa bør gå sammen om å etablere en organisatorisk enhet som leder dette arbeidet.