

# Hvordan spore fisk tilbake til settefisk- og sjøanlegg basert på naturlig forekommende geokjemiske sporelement i fiskens skjell

Vidar Moen



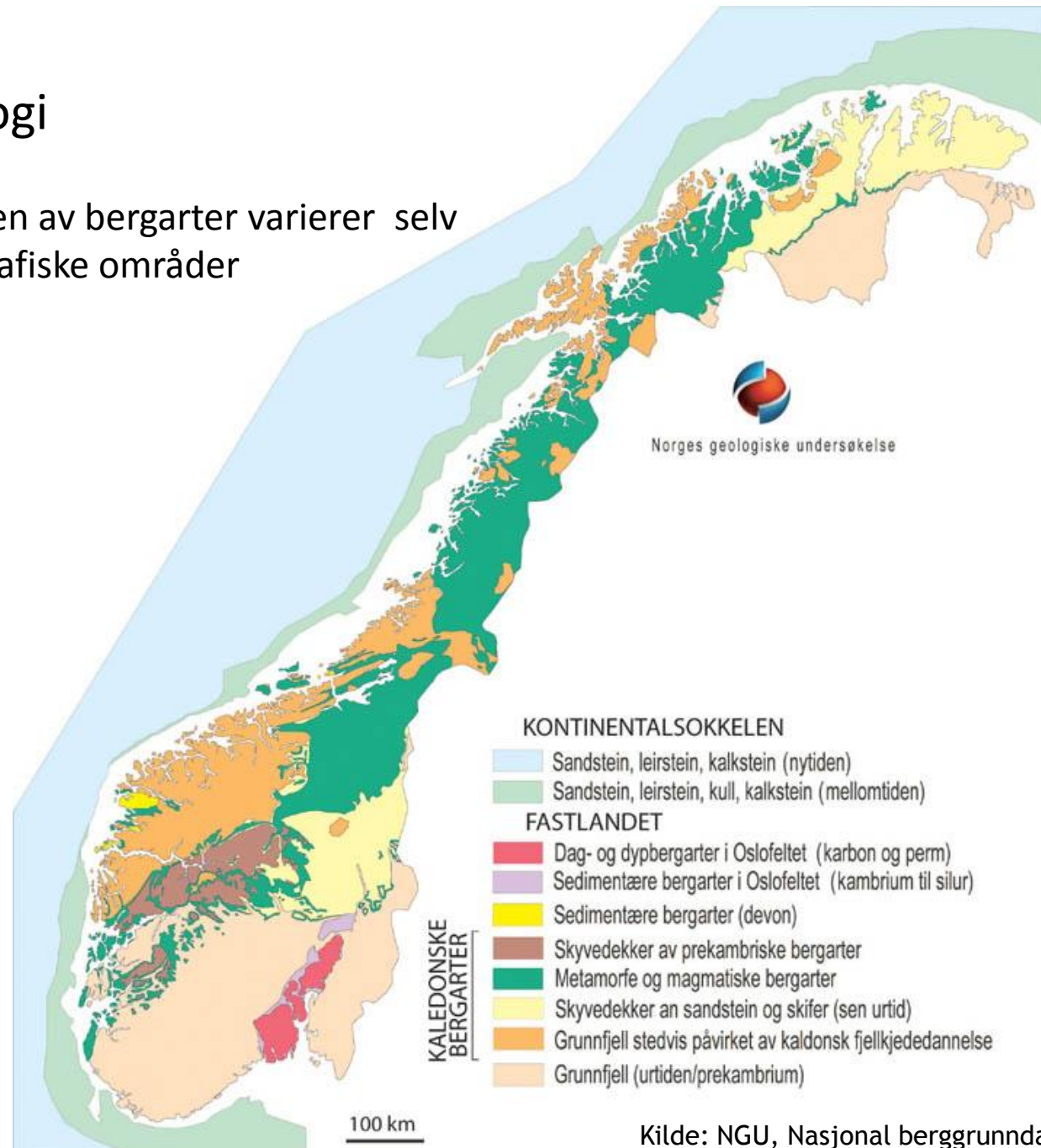
## Disposisjon

- Grunnlaget for en geokjemisk metode
- Sporelement i vann og i fiskens skjell
- Forsøk med testing av sporingsmetoden



# Norges geologi

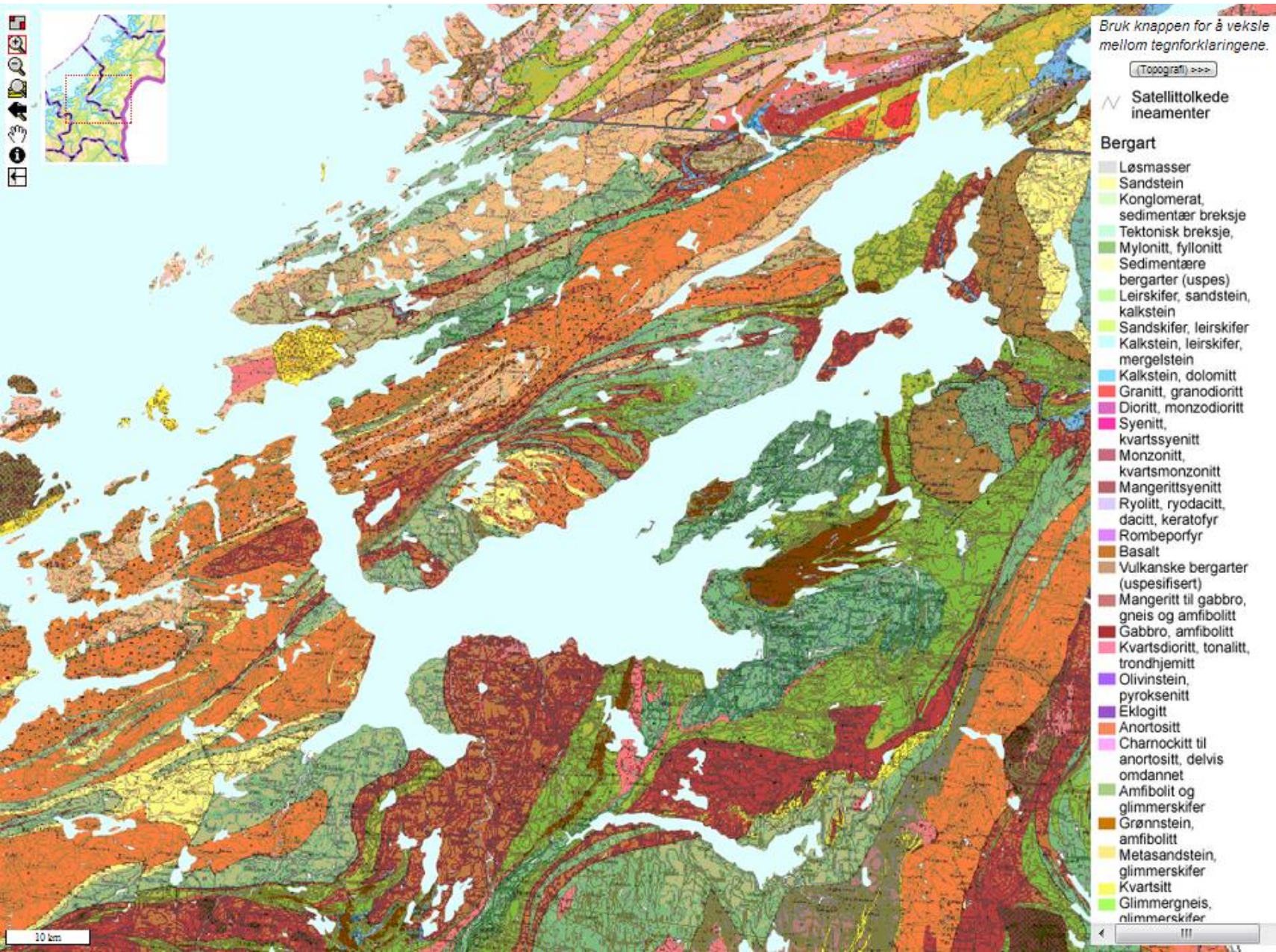
Sammensetningen av bergarter varierer selv innen små geografiske områder



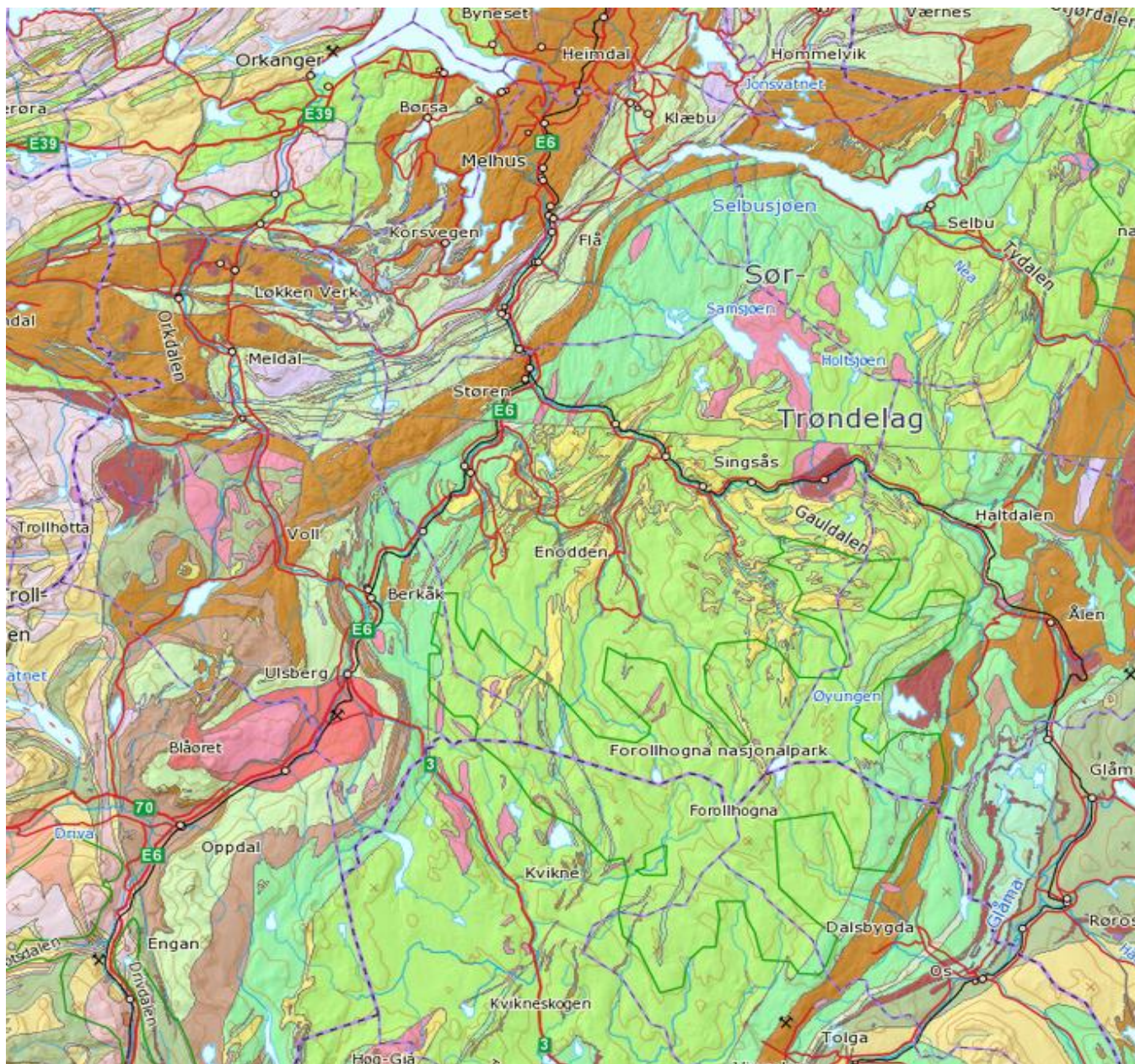
Kilde: NGU, Nasjonal berggrunndatabase,  
<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>







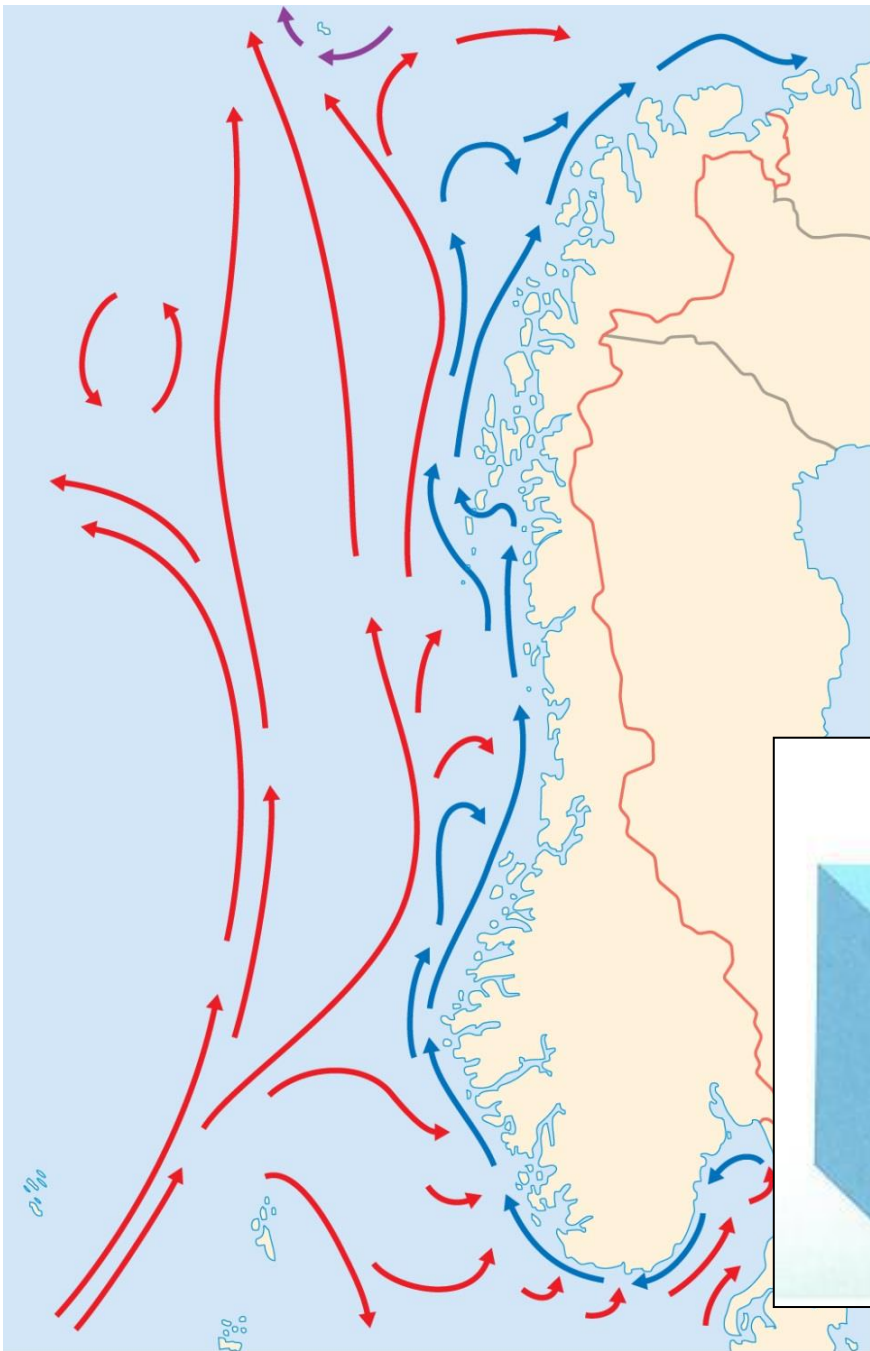




# Gaula

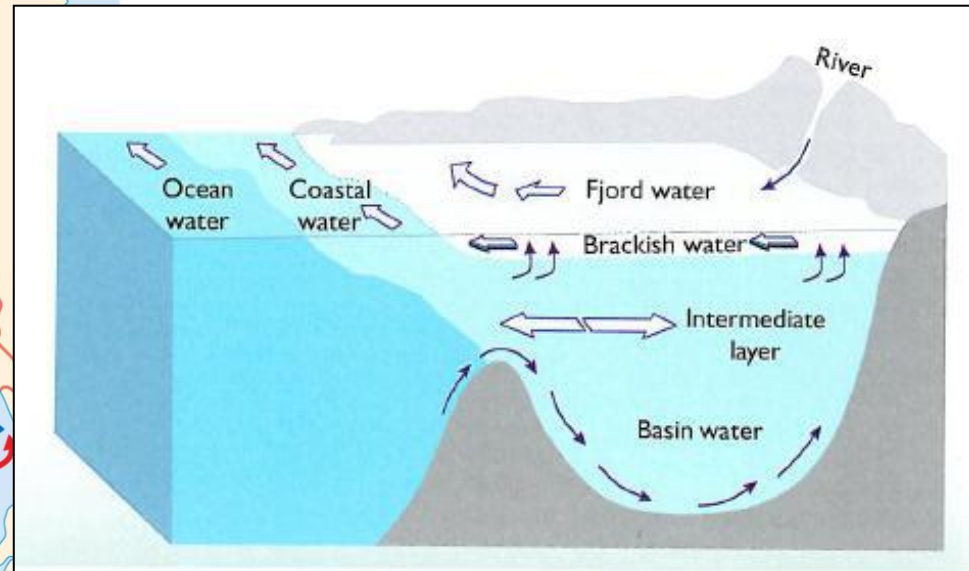
Berggrunnskart  
for deler av  
nedbørsfeltet

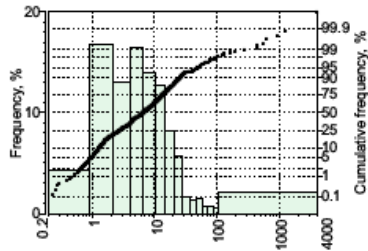




## Fremtredende og stabile kyst- og havstrømmer langs Norskekysten

Utgående transport av vann fra fjordene og ut i kyststrømmene



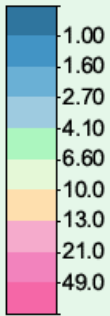


Sodium  
Stream water

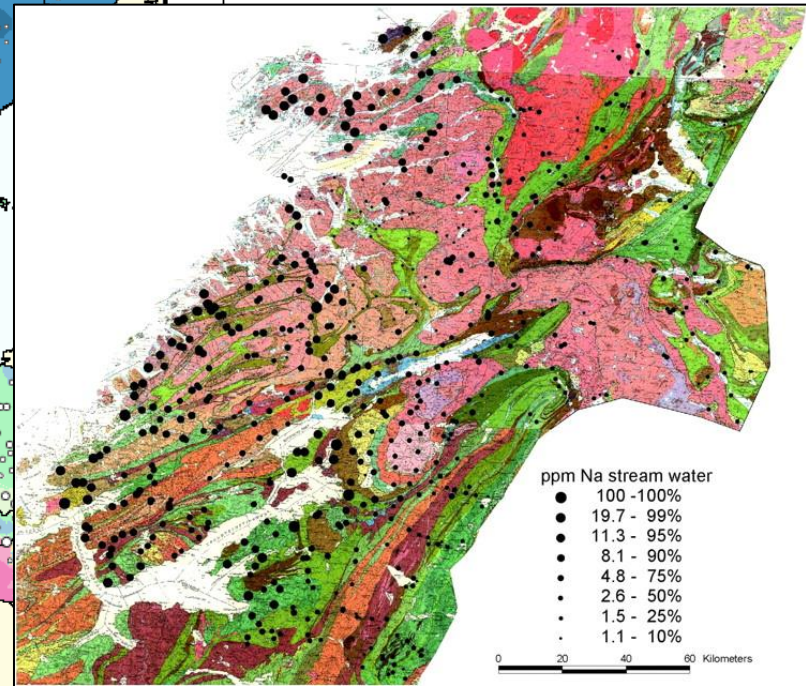
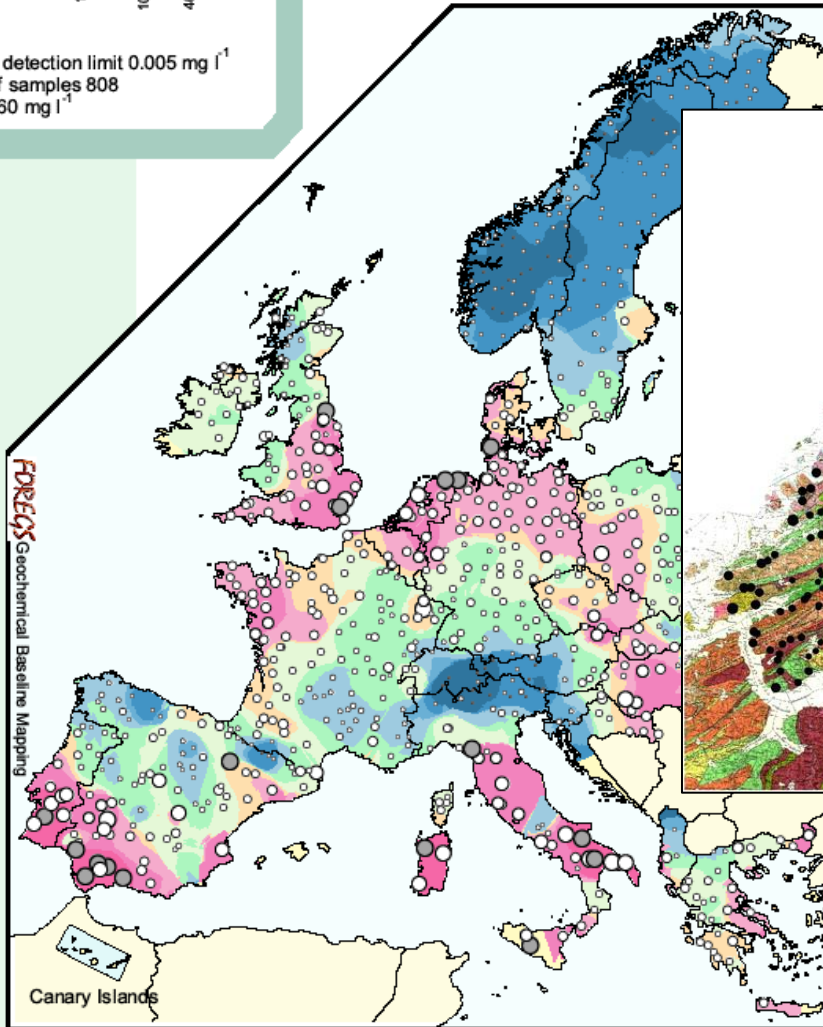
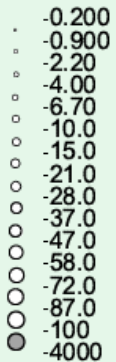


0 500 1000 Kilometers

Na  
ICP-OES, detection limit 0.005 mg l<sup>-1</sup>  
Number of samples 808  
Median 6.60 mg l<sup>-1</sup>

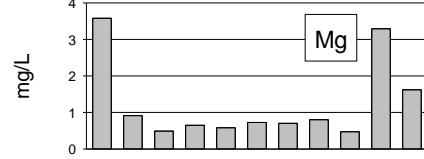
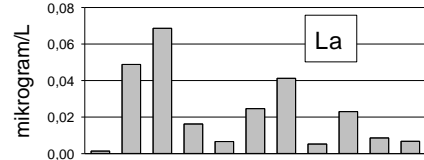
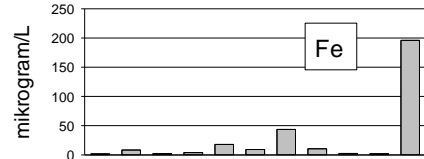
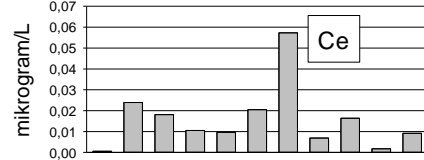
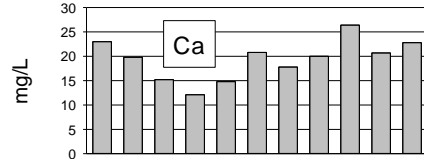
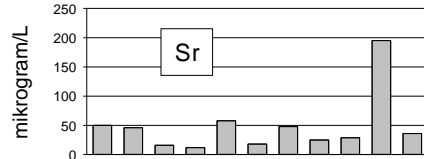
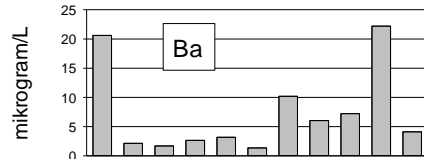


Na mg l<sup>-1</sup>

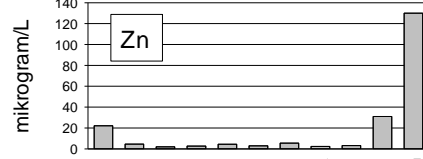
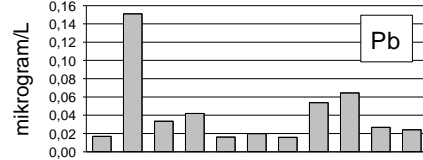
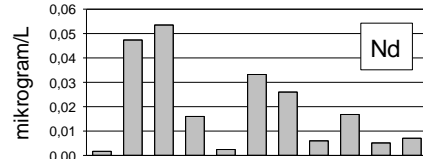
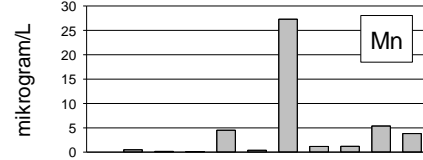


- ppm Na stream water
- 100 - 100%
  - 19.7 - 99%
  - 11.3 - 95%
  - 8.1 - 90%
  - 4.8 - 75%
  - 2.6 - 50%
  - 1.5 - 25%
  - 1.1 - 10%



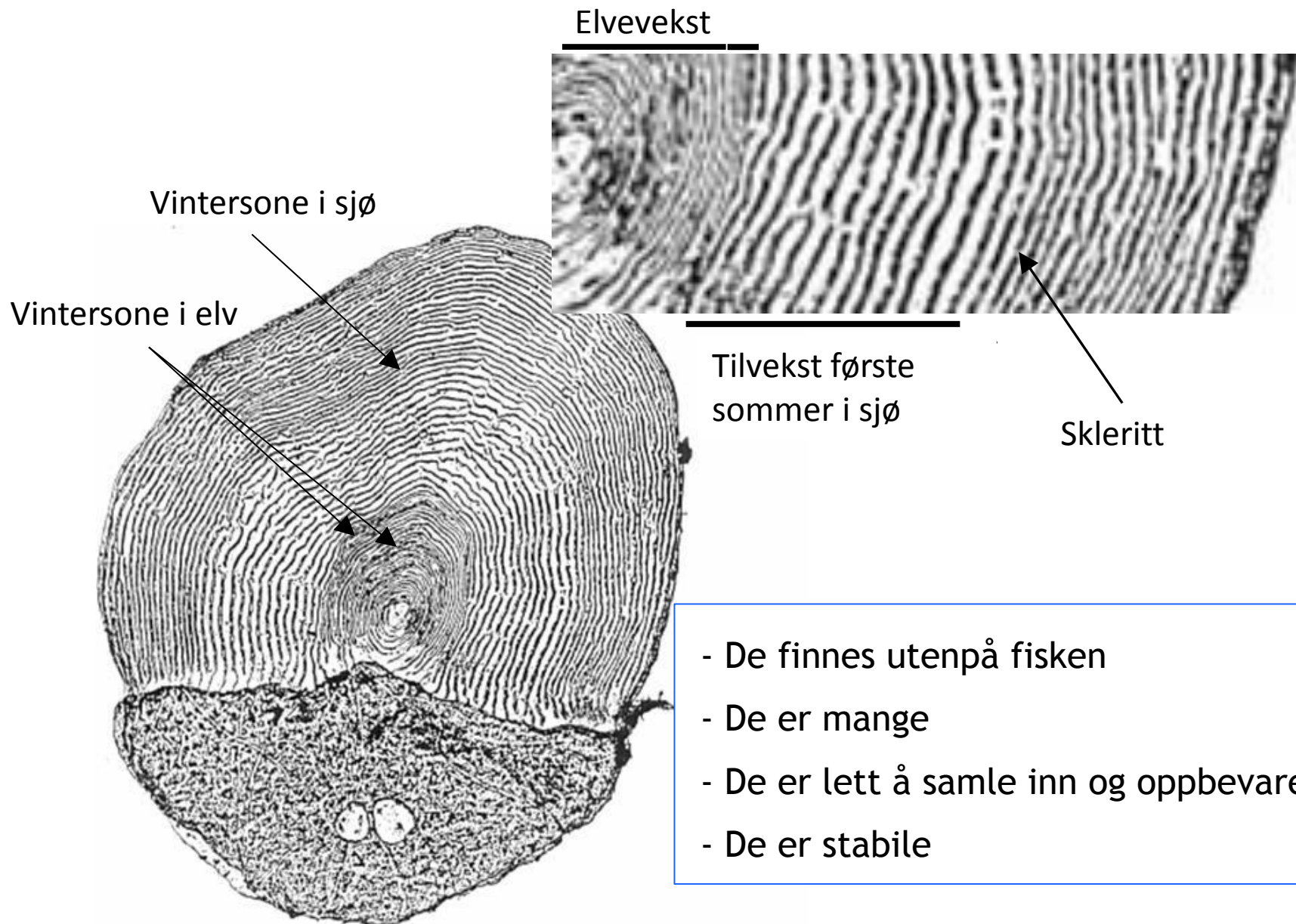


## Variasjon av sporelement i springvann fra noen norsk byer

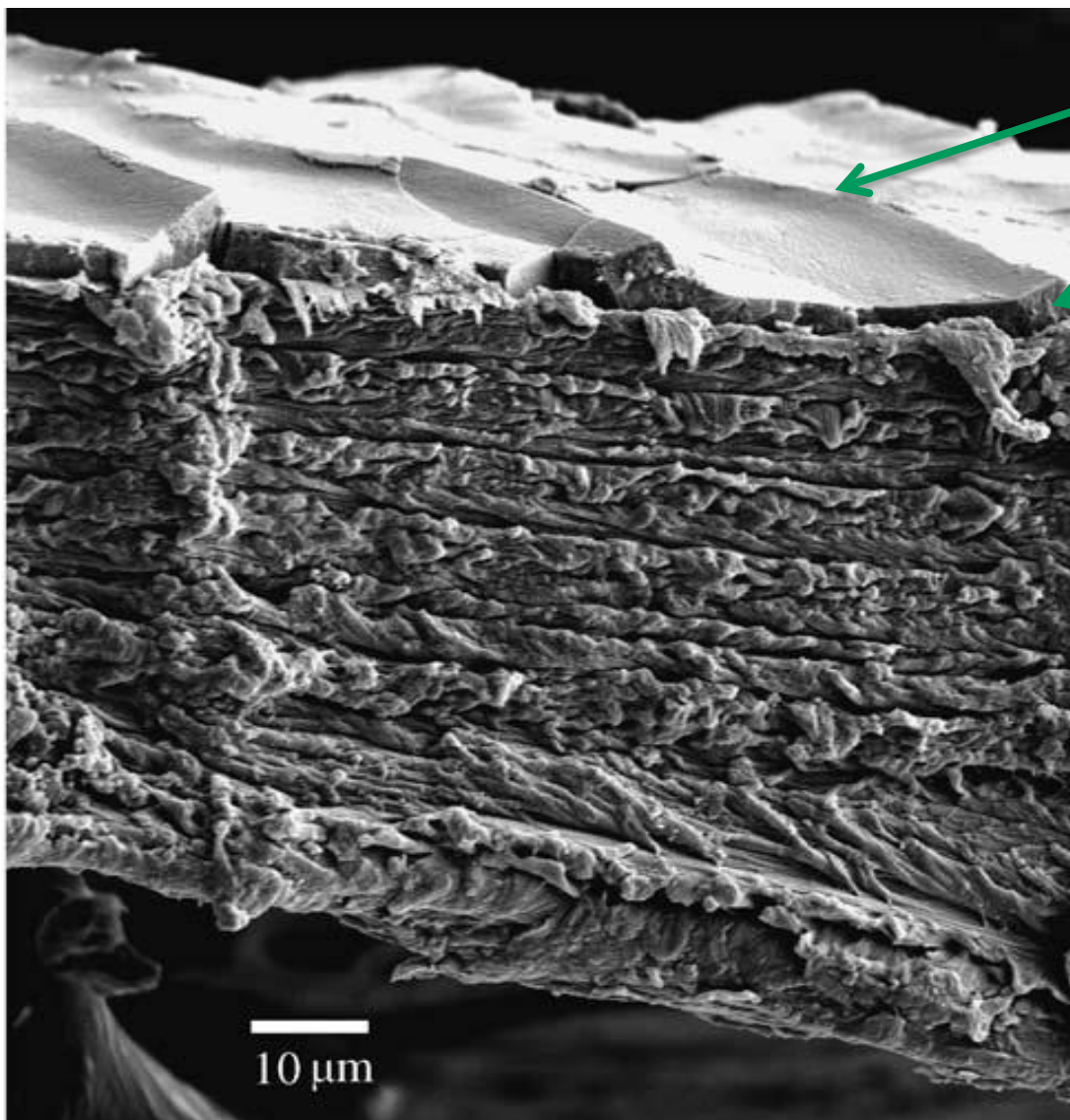




# Skjell av laks (*Salmo salar* L.)



- De finnes utenpå fisken
- De er mange
- De er lett å samle inn og oppbevare
- De er stabile



Skleritt - vekstsone

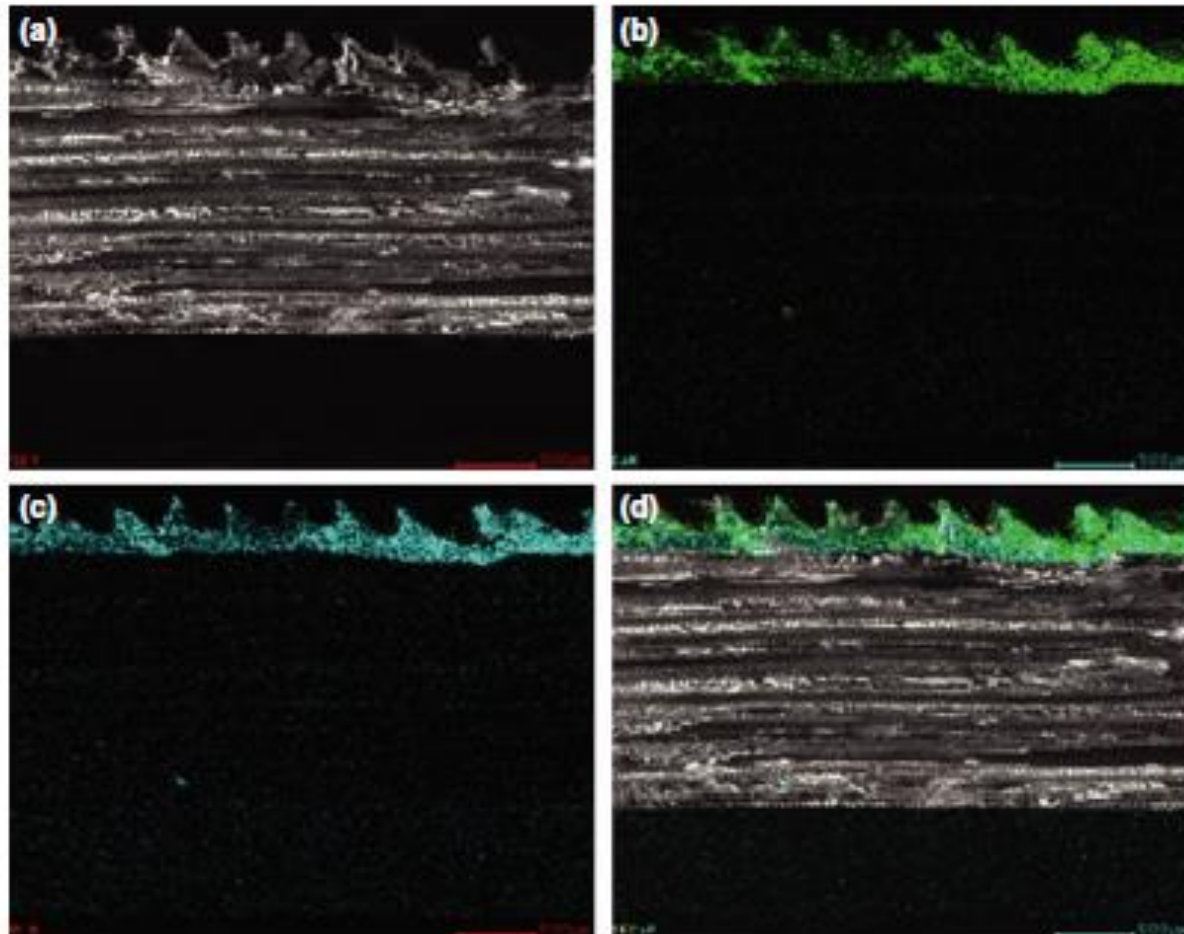
Et øvre mineralisert sjikt av hydroxyapatitt

Basalplate bestående av sjikt av vevde collagene fibre

Nye heldekkende collagene sjikt dannes på undersiden etter hvert som skjellet vokser

10 μm





(a) SEM tversnitt av skjell fra Karpe (*Cyprinus carpio*)

(b) Ca - kalsium (vist i grønt)

(c) P-fosfor (vist i blått)

(d) Signalene a-c samlet

## Egne studier av geokjemiske sporelement i skjell:

- Sammenligning av fisk fra ulike lokaliteter
- Temporal variasjon hos utvandrende anadrom laks
- Stabilitet i skjell
- Test av metode for sporing av laks tilbake til settefisk og sjømerd

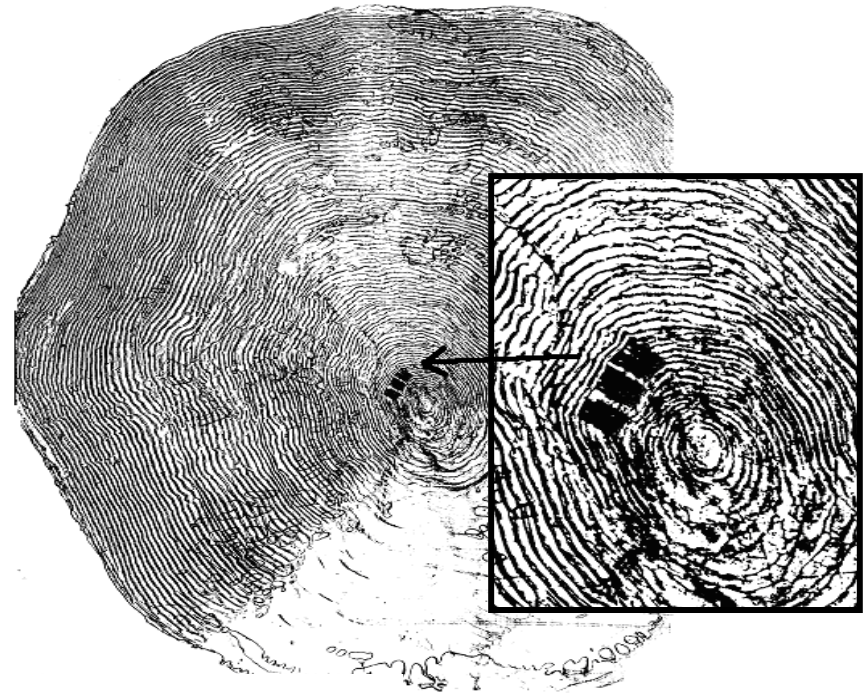
Arbeidene er gjennomført i samarbeid med forsker Belinda Flem, NGU

Undersøkelsene ble finansiert med støtte fra NFR, SalMar ASA, VESO, NGU og Veterinærinstituttet





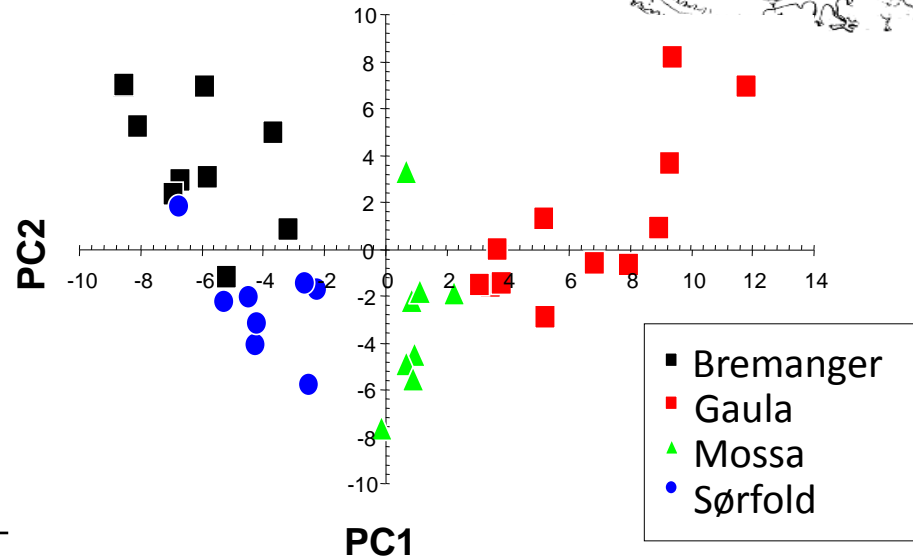
# Sammenligning av laks fra fire ulike lokaliteter



## Isotoper

$^7\text{Li}$	-	Litium
$^{55}\text{Mn}$	-	Mangan
$^{88}\text{Sr}$	-	Strontium
$^{138}\text{Ba}$	-	Barium
$^{208}\text{Pb}$	-	Bly
$^{238}\text{U}$	-	Uran
$^{24}\text{Mg}$	-	Magnesium
$^{52}\text{Cr}$	-	Krom
$^{56}\text{Fe}$	-	Jern
$^{66}\text{Zn}$	-	Sink

## PCA-analyse



Kilde: Flem, B; Moen, V. and Grimstvedt, A. 2005. Applied Spectroscopy, vol 59, no 2, 245-251.



# Resultat

Fant forskjeller i sporelement i skjell av voksen laks fra fire lokaliteter

# Konklusjon

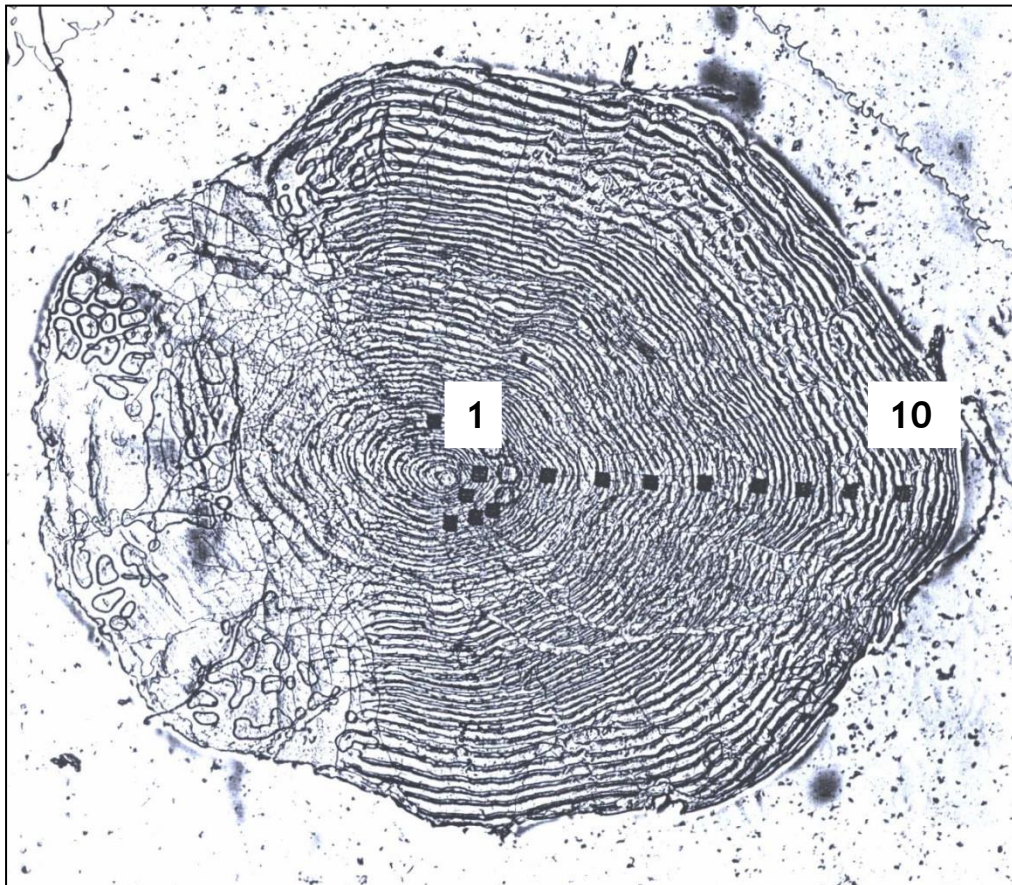
- Laser ablasjon ICP-MS godt egnet ved kvantifisering av sporelement i skjell
- Forskjeller i sporelementer i skjell avspeiler geologiske forskjeller
- Metoden egnet til å skille individer fra ulike lokaliteter





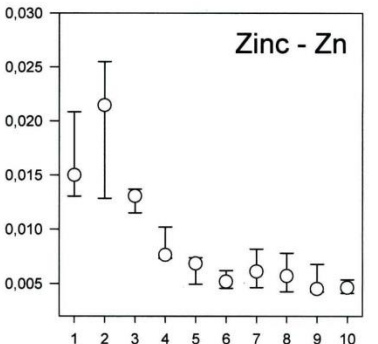
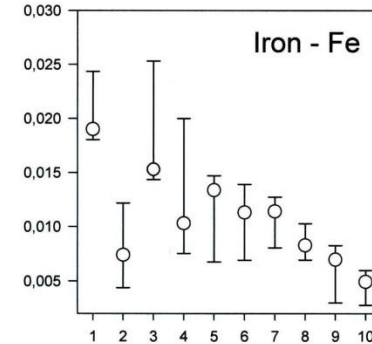
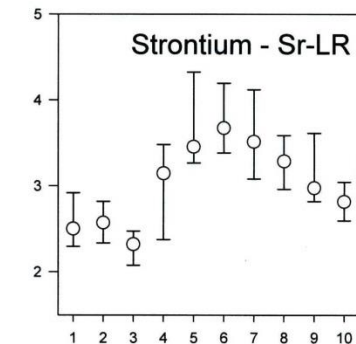
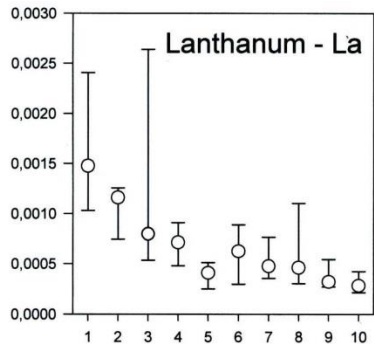
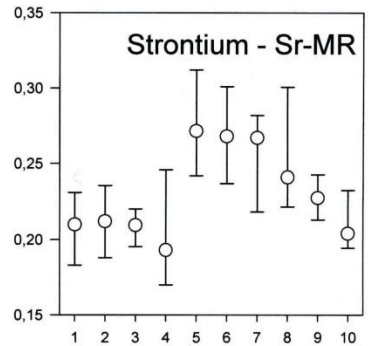
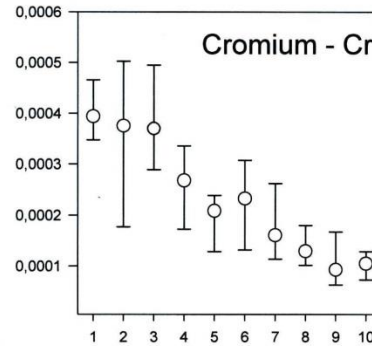
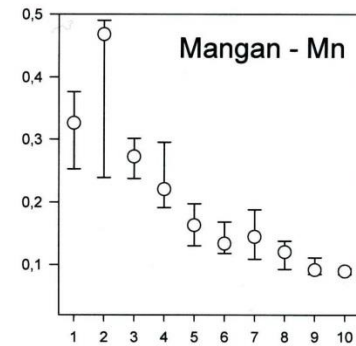
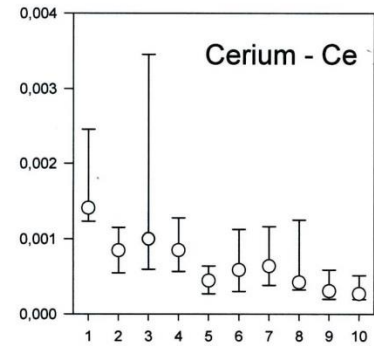
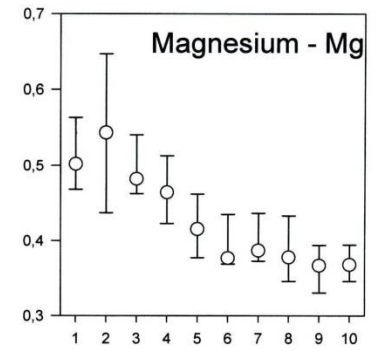
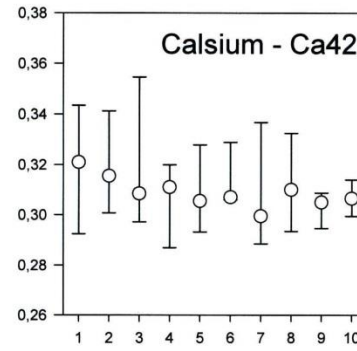
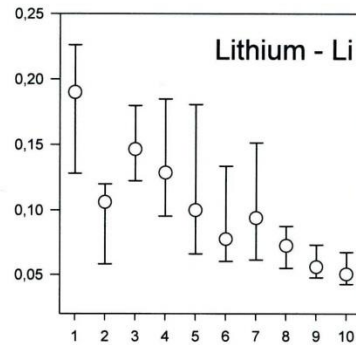
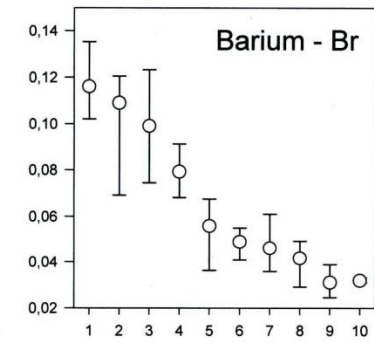
# Temporal variasjon av sporelement i skjell

- Utsatt laksesmolt gjenfanget i vassdrag som 1-sjø-vinter fisk





Element/Ca ratio (median, 25 and 75 percentil)



Position

Position

Position

Position



## Resultat

Lavere konsentrasjon i strukturer dannet i sjø enn i de som ble dannet mens i ferskvann

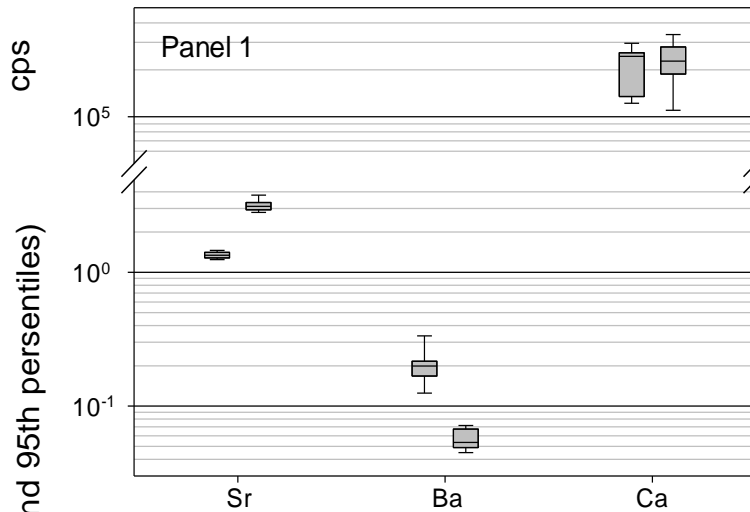
Unntak er kalsium som ligger ganske flatt og strontium som viser en topp i sjø

## Hypotese

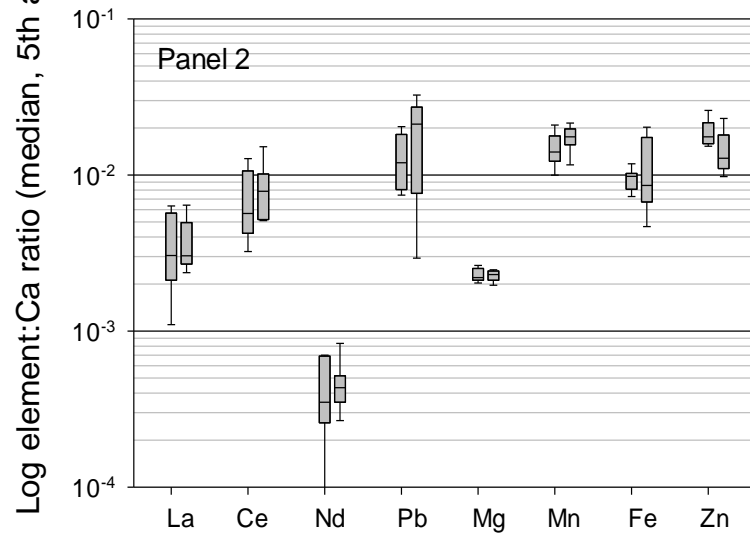
- De temporale endringene vi ser i skjell hos anadrom laks avspeiler mest sannsynlig de geokjemiske endringene som fisken erfarer på sin vandring ut i fjord-, kyst- og de åpne havstrømmene



# Stabilitet av sporelement i lakseskjell



Lokalitet	Dato	Alder ved innsamling (dager)	Snittlengde (mm)	Snittvekt (gram)	# ind.
Tosbotn klekkeri	08.06.2005	231	250	80-100	8
Jektvika sjøanlegg	20.09.2006	700	620	3000-4000	9



- Test ved gjentatt prøvetak av en kohort
- Prøver hentet fra et område av skjellet som ble dannet da fisken var mellom 106-122 dager gammel

Kilde: Moen, V. and Flem, B. submitted. Post depositional changes in trace element composition in the pre-smolt sections of scales of Atlantic salmon (*Salmo salar* L) after translocation to seawater

# Resultat

- Åtte av ti undersøkte sporelement i lakseskjell var stabile etter mere enn ett år etter utsett i sjømerd
- Bare Strontium (Sr) og Barium (Ba) viste signifikante endringer

# Konklusjon

- Påvist stabilitet i skjell muliggjør sporing av fisk tilbake til settefiskanlegg og sjømerd





## Test -

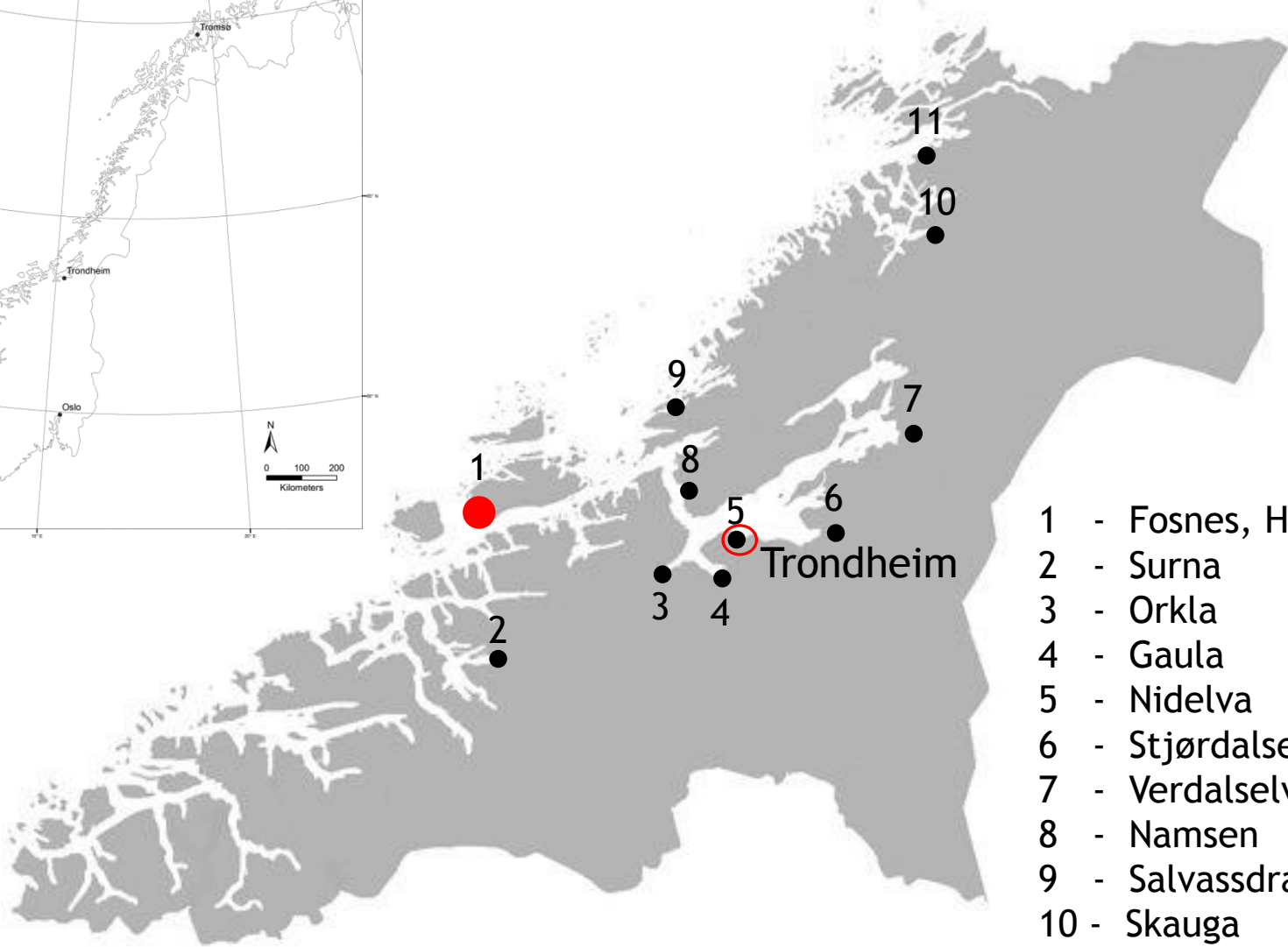
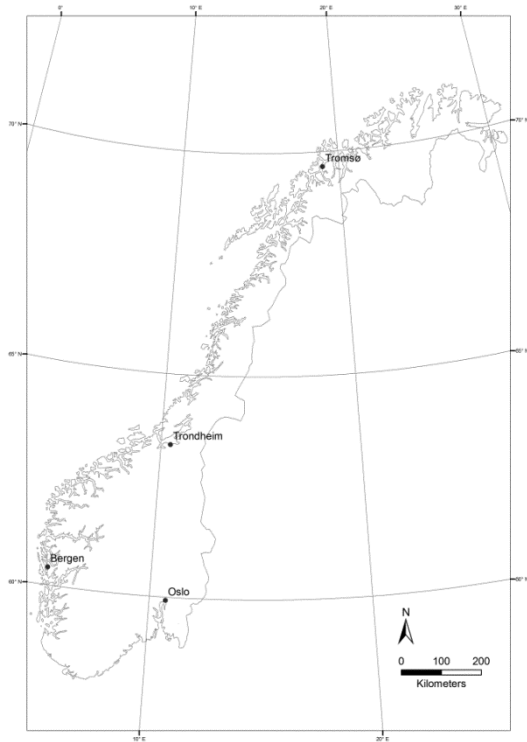
### Sporing av rømt oppdrettslaks tilbake til settefisk- og sjøanlegg

## Bakrunn

Vinteren 2011 rømte det rundt 175 000 laks fra SalMar sitt anlegg ved Fosnes på Hitra

Fiskesesongen 2011 og 2012 ble det samlet inn skjellprøver av laks under det ordinære sportsfiske i elver i regionen. Totalt kom det inn 5408 skjellprøver

Overvåkningsprogrammet ble etablert og gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom foreningen «Elvene rundt Trondheimsfjorden» og SalMar ASA.



- 1 - Fosnes, Hitra
- 2 - Surna
- 3 - Orkla
- 4 - Gaula
- 5 - Nidelva
- 6 - Stjørdalselva
- 7 - Verdalselva
- 8 - Namsen
- 9 - Salvassdraget
- 10 - Skauga
- 11 - Teksdalselva

## Design

- Ukjent gruppe - oppdrettslaks fanget i elvene
- Kjent gruppe - oppdrettslaks fra merda
- Blindprøver - oppdrettslaks fra merda

Blindprøvene nyttet ved testing av presisjon

Totalt ble 196 skjellprøver analysert og hvert skjell ble prøvetatt i ferskvannssonen og sjøvannssonen



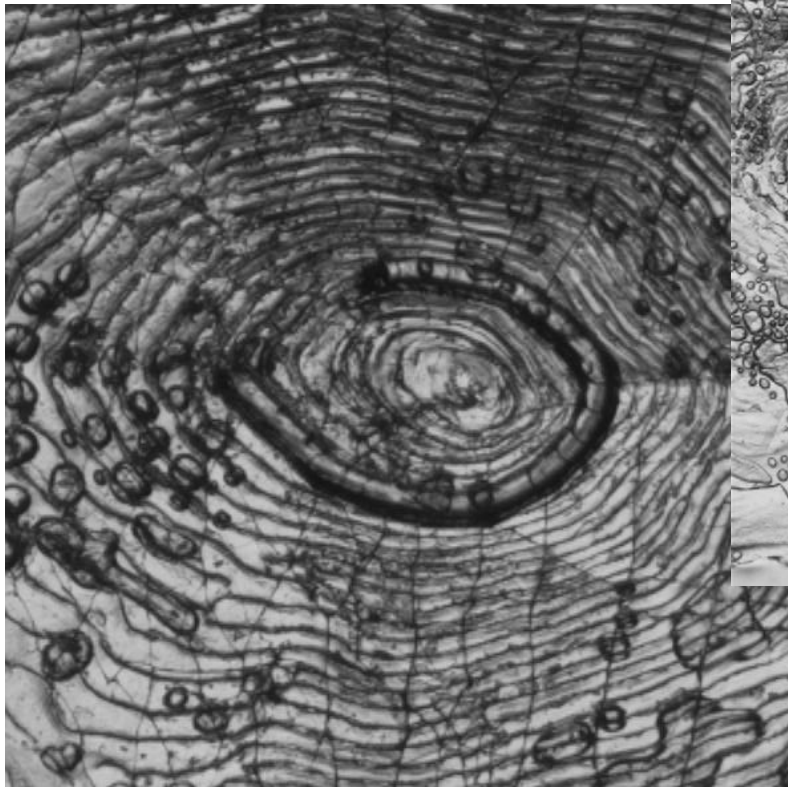


## Metodikk

- Uttak av prøver ved laser ablasjon i kombinasjon med ICP-MS
- Prøver fra ferskvannsdelen av skjellet:  
3-5 skleritter fra sentrum
- Prøver fra sjøvannsdelen av skjellet:  
3,59 mm fra sentrum – fra et område rett innenfor kanten av skjell fra fisk som sto igjen i sjømerda etter uhellet
- Dimensjonsreduksjon ved hjelp av PCA-analyser og diskriminantanalyser
- Vi nyttet åtte ulike sporelement (U<sub>238</sub>, Na<sub>23</sub>, Mg<sub>24</sub>, Si<sub>28</sub>, Cr<sub>52</sub>, Mn<sub>55</sub>, Fe<sub>56</sub> og Zn<sub>66</sub> )



Uttak av prøver med bruk  
av laser



# Resultat:

## Analyse i ferskvannsdelen av skjellet - (settefisklokalitet)

		kjent_ukjent	Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	kjent	43	0	43
		ukjent	5	61	66
	%	kjent	100,0	,0	100,0
		ukjent	7,0	93,0	100,0

100% riktig klassifisert

Gaula 2  
Orkla 1  
Surna 1  
Nidelva 1

## Analyse i sjødelen av skjellet - (sjølokalitet)

		kjent_ukjent	Predicted Group Membership		Total
			1	2	
Original	Count	kjent	42	3	45
		ukjent	4	83	87
	%	kjent	93,3	6,7	100,0
		ukjent	4,6	95,4	100,0

93,3% riktig klassifisert

Gaula 1  
Namsen 1  
Orkla 1  
Nidelva 1





## Konklusjon:

- Vi har i dag en metode for sporing av fisk til settefisk- og sjøanlegg - uten behov for noen form for merking
- For å komme i gang trenger vi maskiner, personale, lokaler og skjellprøver fra anleggene
- Til sommeren forventer vi å kunne være oppe å gå

