



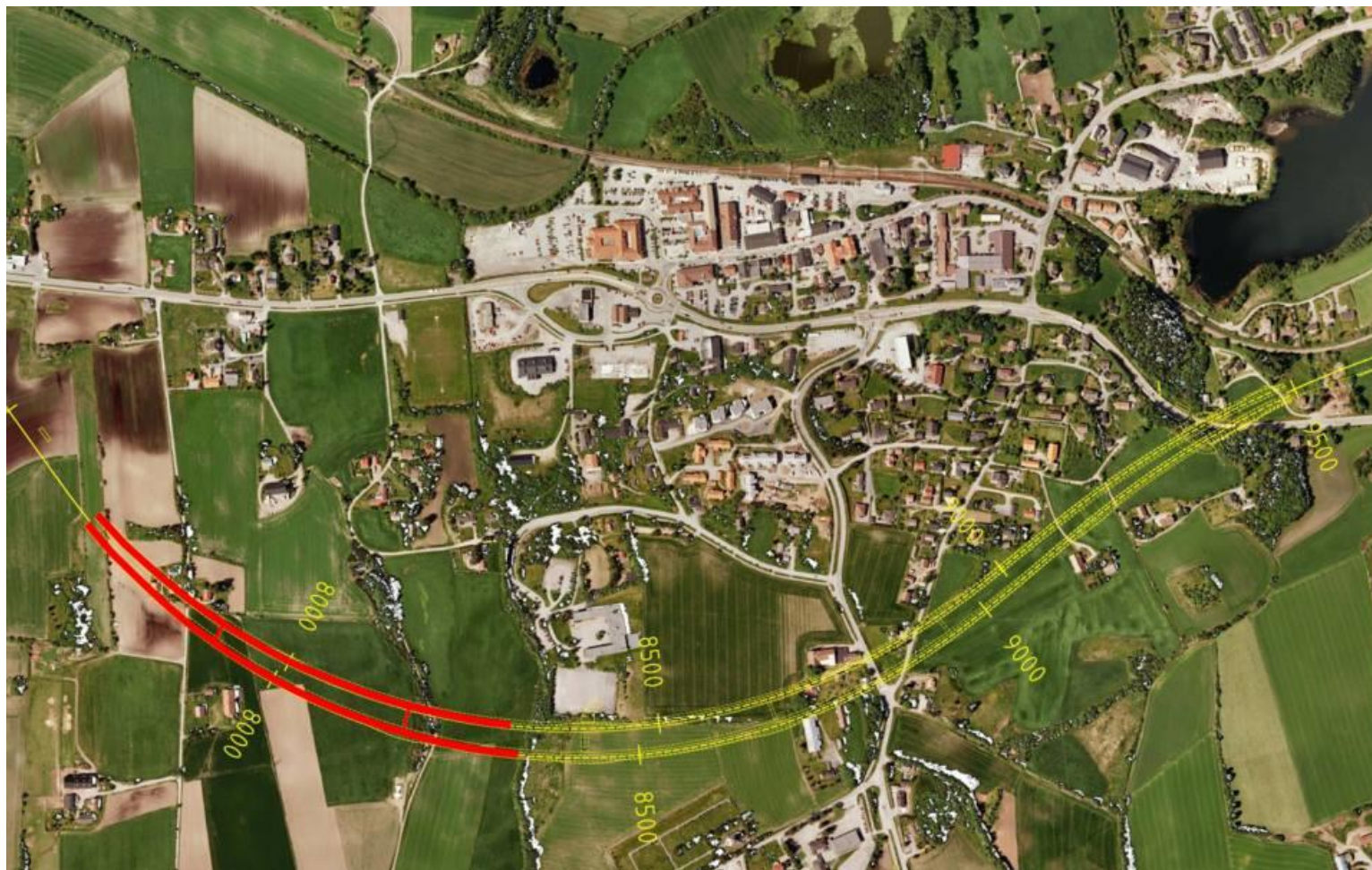
# Klassifisering av svartskifer og alunskifer på RV 4 ved bruk av handhaldt XRF

Halldis Fjermestad



1,7 km tunnel x 2

Framdrift veke 21



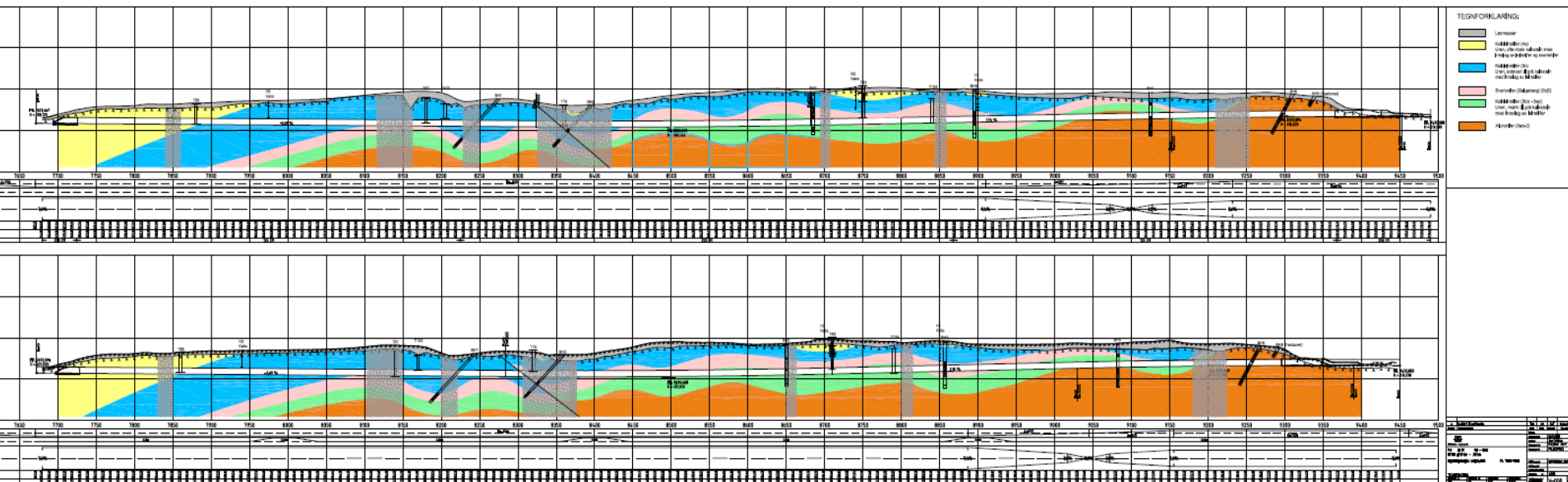


## Geologi

# Svarte leirskifrar

Svarte leirskifrar i tunnellopet:

- Galgeberg
- Alunskifer





## Geologi

# Potensielt syredannende skifer

- **Alunskifer**

Inneheld høge konsentrasjonar av tungmetall og sulfid. Forvitrar lett – Produserer syre. Ved utgraving er alunskifer klassifisert som forureina grunn.

- **Galgeberg svartskifer**

Har mange likheitlar med alunskifer i kjemisk samansetning, men har lågare innhald av tungmetall, og sulfida er ofte bunde i større klumpar. Forvitrar ikkje like lett som alunskifer.

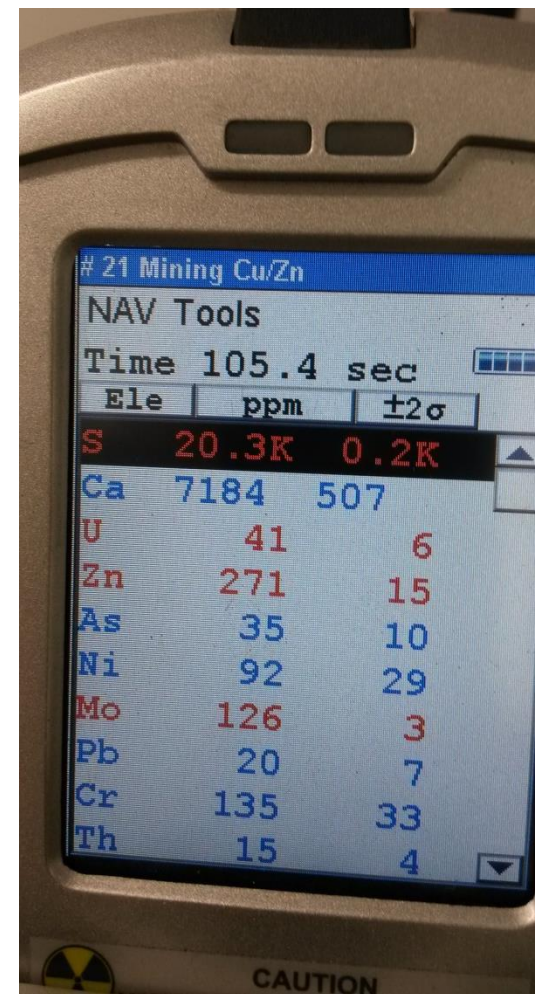
Galgeberg og Alunskifer kan lekke ut tungmetall



## XRF (X-ray Fluorescence)

- Måler konsentrasjon (ppm el. %) av grunnstoff frå Mg – opp til uran ved hjelp av røntgenstråler.
- Punktmålingar (8mm diameter)
- Måleusikkerhet:
  - Tyngre grunnstoff gir sikrere målingar
  - Fuktighet (prøven må tørkast)
  - Overflata (flate, på tvers av skiferlagdelinga) utfordring på stikkprøver frå tunnel, greit på kjerne
  - Prøvepreparering gir sikrere resultat

*Thermo Scientific Niton XL3t GOLDD+*





## Kvifor XRF?

- Klassifiserer potensielt forureinande bergartar
- Enkel i bruk – kan ta med ut i felt
- Treng raske svar → Kan måle direkte på steinen, utan preparering av prøven
- Måletid frå 60 – 120 sekund (tida kan justerast etter kor stor usikkerheit ein kan godta)
- Objektiv dokumentasjon → Miljødirektoratet, Statens Strålevern
- XRF oppdagar trendar i bergartar og skifte i bergartstype.
- Alle som lærer å handtere XRF-en kan klassifisere bergartar til masselager eller ikkje.



## XRF kalibrering

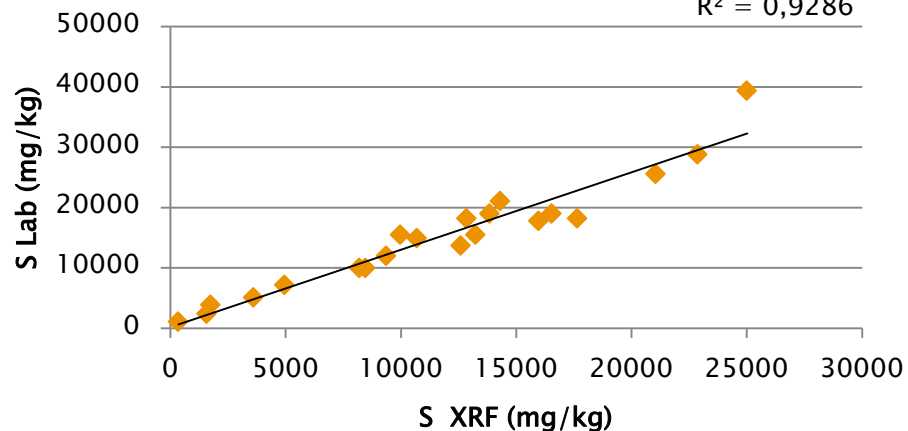
- XRF er kalibrert på førehand av leverandør.
- Kalibreringa har me justert etter måling av bergartsprøver frå tunnelen med kjent kjemi (NGI)



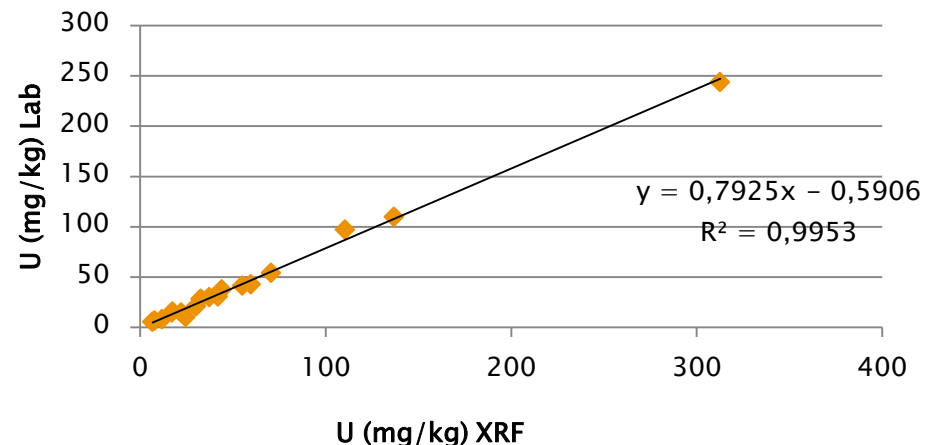
Preparering av bergartsprøver for XRF-analyse

### Svovel

$$y = 1,2819x + 199,74$$
$$R^2 = 0,9286$$



### Uran





## Vurdering av XRF–resultat

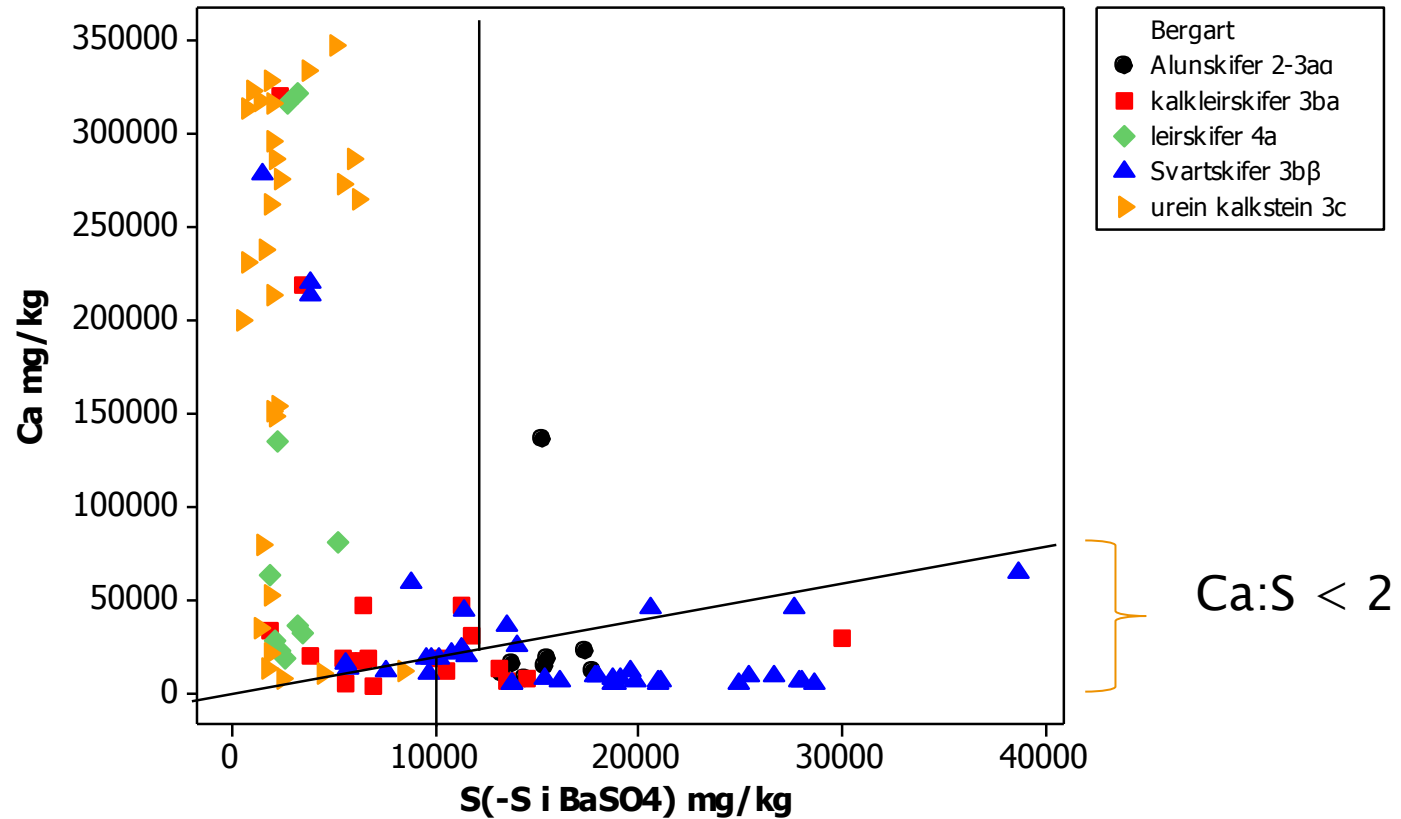
- Syrepotensial: S og Ca og forholdet mellom dei
- Tungmetall–innhald: Sum av U, As, Mo, Zn, Cu og Pb

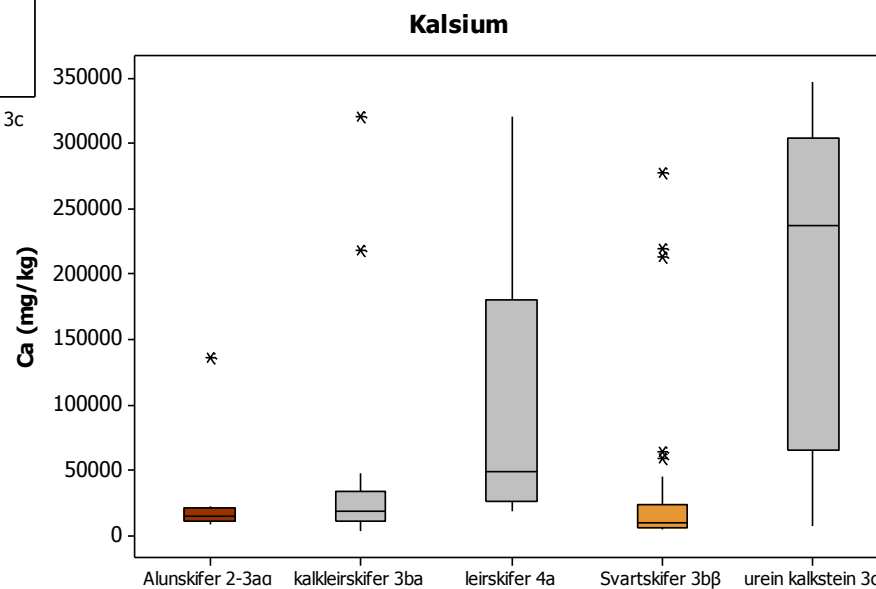
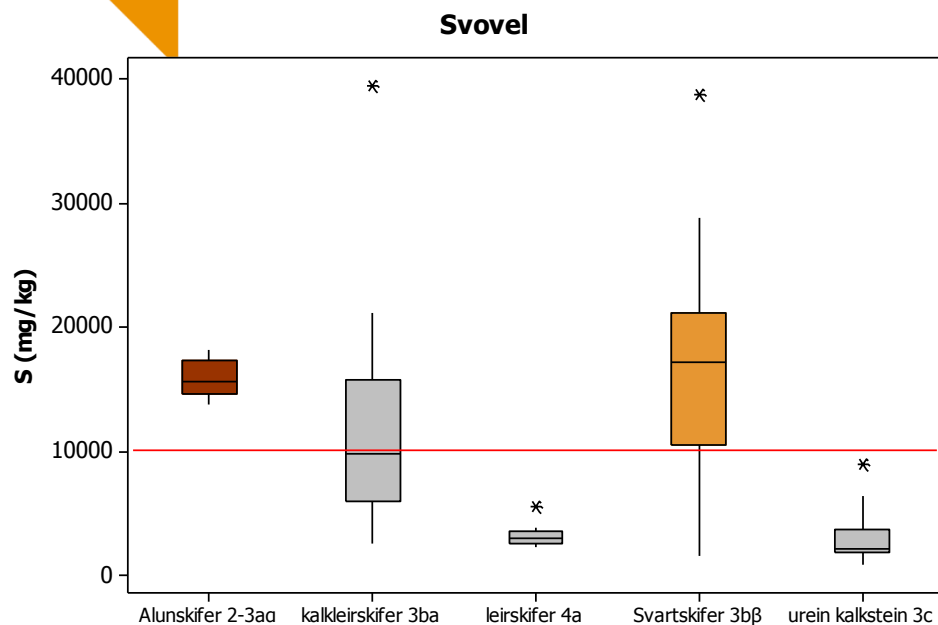
NB! Ni og Cd – høg deteksjonsgrense





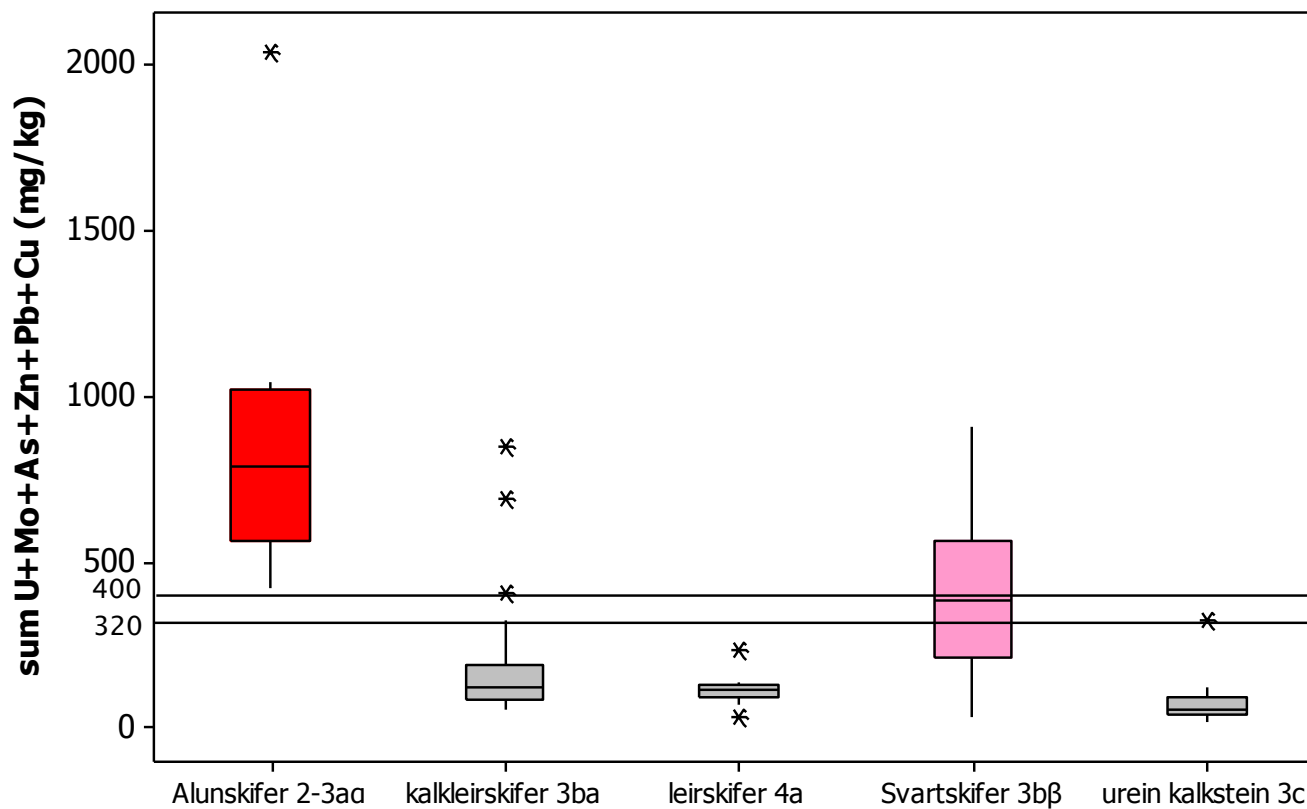
Scatterplot of Ca vs S(-S i BaSO4)

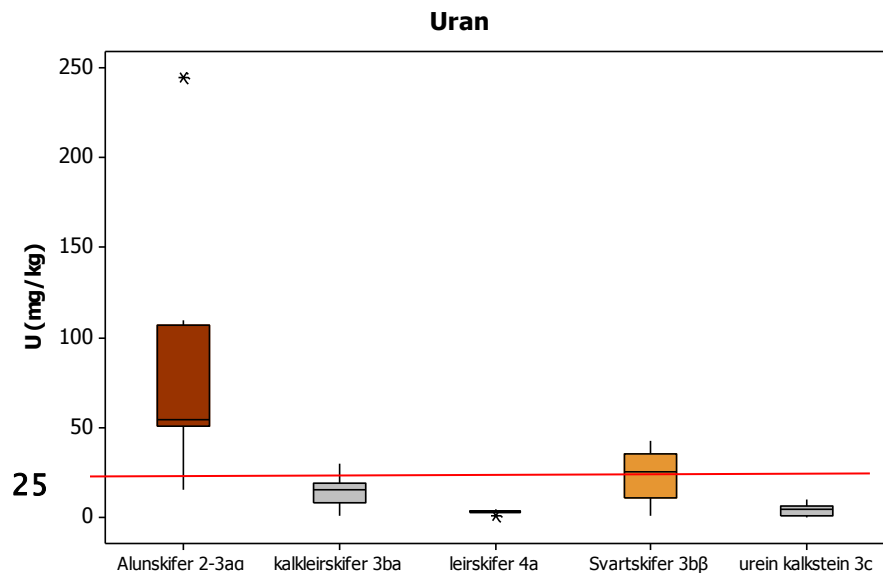






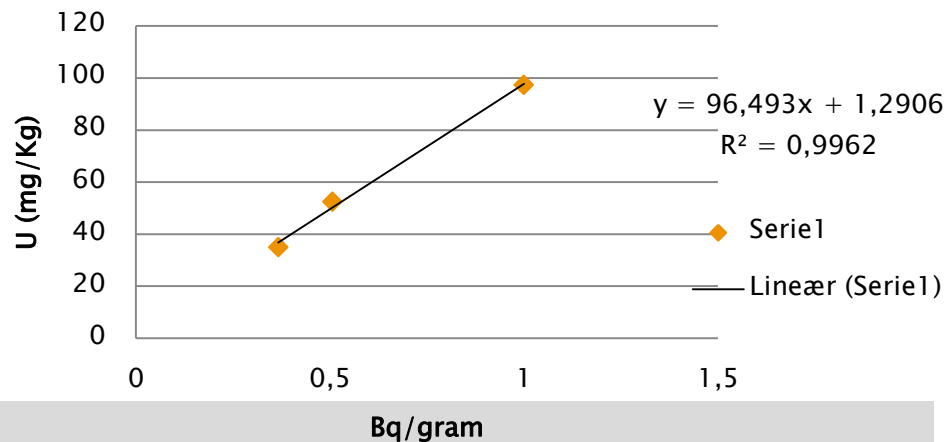
sum U, Mo, As, Zn, Pb, Cu





Når Bq/g > 1 er det radioaktivt avfall

### Radioaktivitetsmålinger i alunskifer frå Gran



## Framgangsmåte klassifisering av berg

### 1. Tolking av kjerner fra kjerneboring – XRF



Foto: Stian Ellingsen

Låda 6

8155.5

8156

8155

2870

Låda 7

8153

8158

8160.2

Låda 8







## Framgangsmåte klassifisering av berg

### 2. Prøveuttak av steinar frå stoff



Foto: Jon Erik Kristiansen



## Framgangsmåte klassifisering av berg

# Volumestimering

Estimering av volum forureinande skifer.

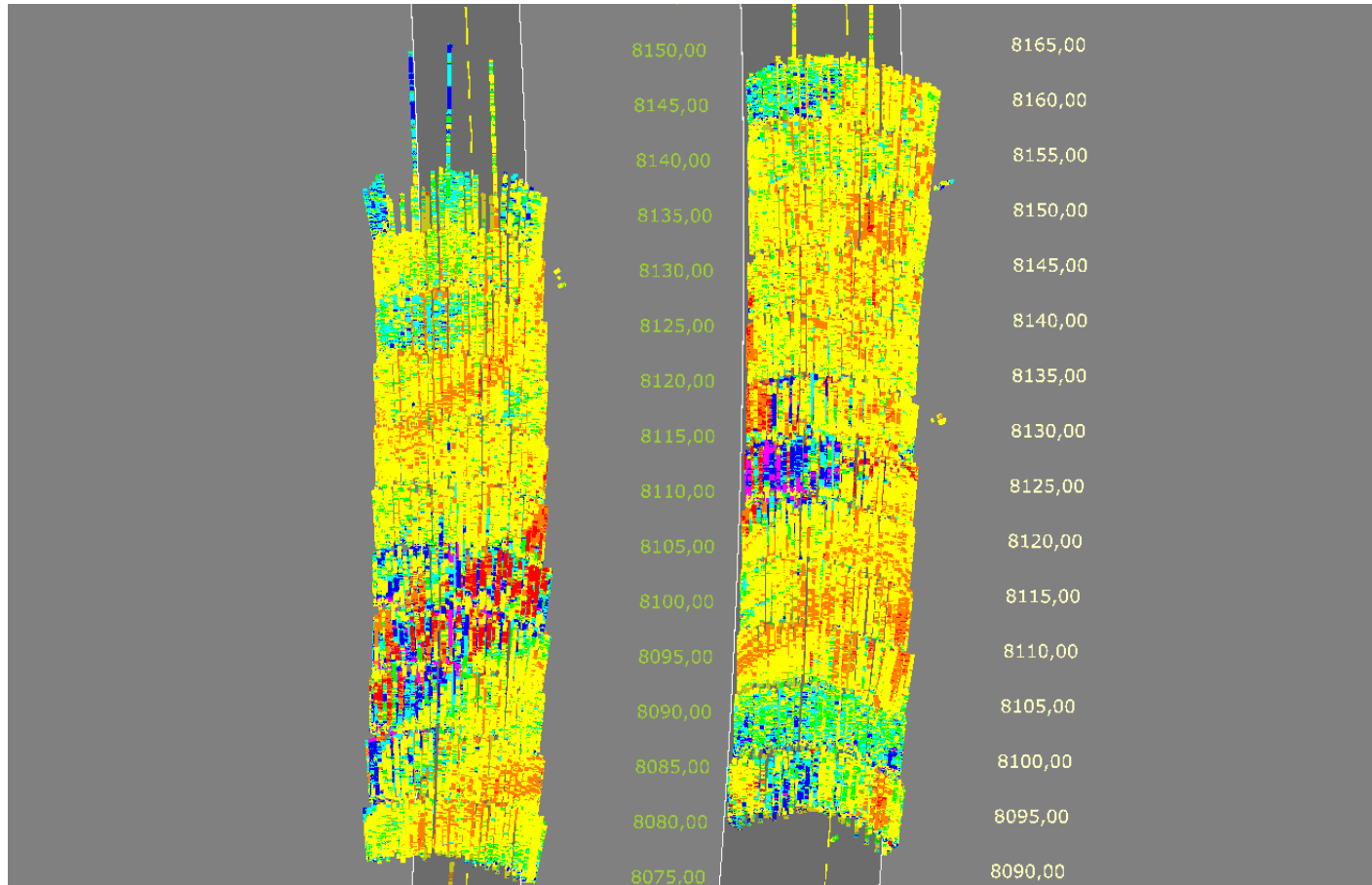
Brukar strøk og fall-målingar frå kjerneboringa, i tillegg ser korleis lagdelinga heller i tunnelen.

Blandingsalver: **DEPONI ELLER IKKJE?** Vurderer ut i frå XRF-verdiar, kva bergartar som er i salven og volumestimering av bergartane.



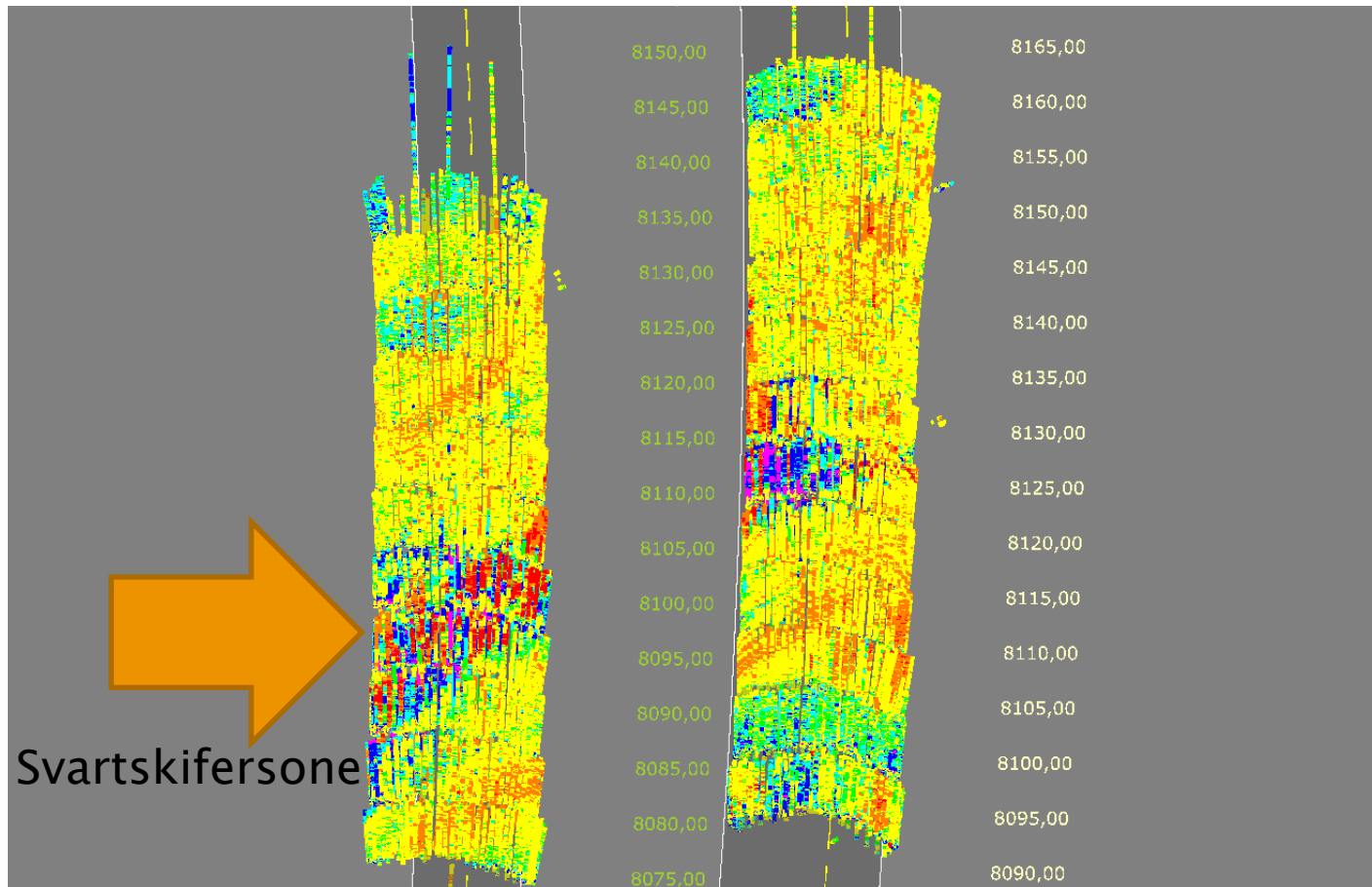
# Framgangsmåte klassifisering av berg

## MWD - Data frå boreriggen





# MWD – Data frå boreriggen



## Utfordringar i praksis

- Heterogene bergartar. XRF måler på punkt – må ta fleire målingar om du vil ha representative resultat.
- Ved måling på steinprøvar frå tunnelen
  - Bør helst måle på tvers av lagdelinga – vanskeleg å få til i praksis
- Måling på kjerner: Mål på eit mest mogleg homogent område.
- Fleire brukarar på XRF-en. Sikre at alle har ein viss kunnskap om rett bruk + noko geologisk forkunnskap

*Pyritt ( $FeS_2$ )-klump i kjerne av Galgebergskifer*





Spørsmål?

12.06.2014