

# Pyyhkäisyelektronimikroskoopin hankinta ja tutkimus Savoniassa

Jussi Asikainen

*ViSiMa-hanke 16.4.2026*

SAVONIA



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND



Pohjois-Savon liitto

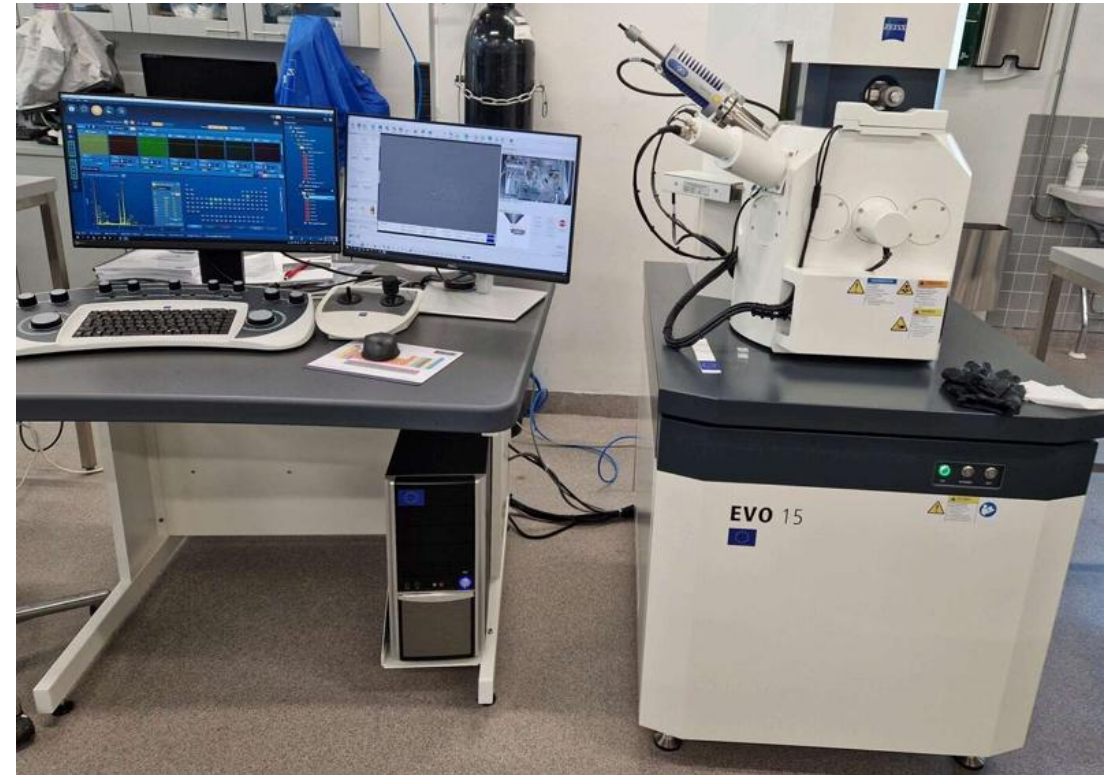


Euroopan unionin  
osarahoittama

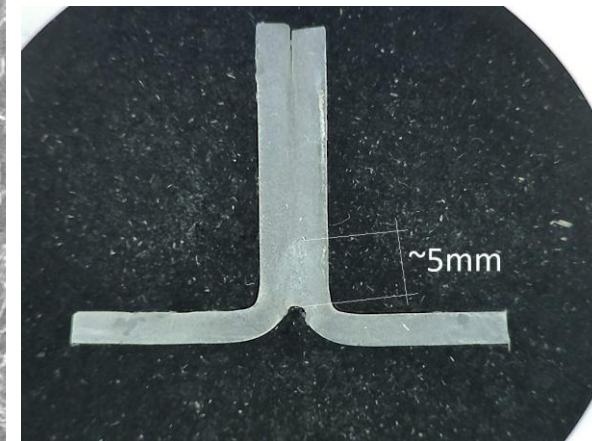
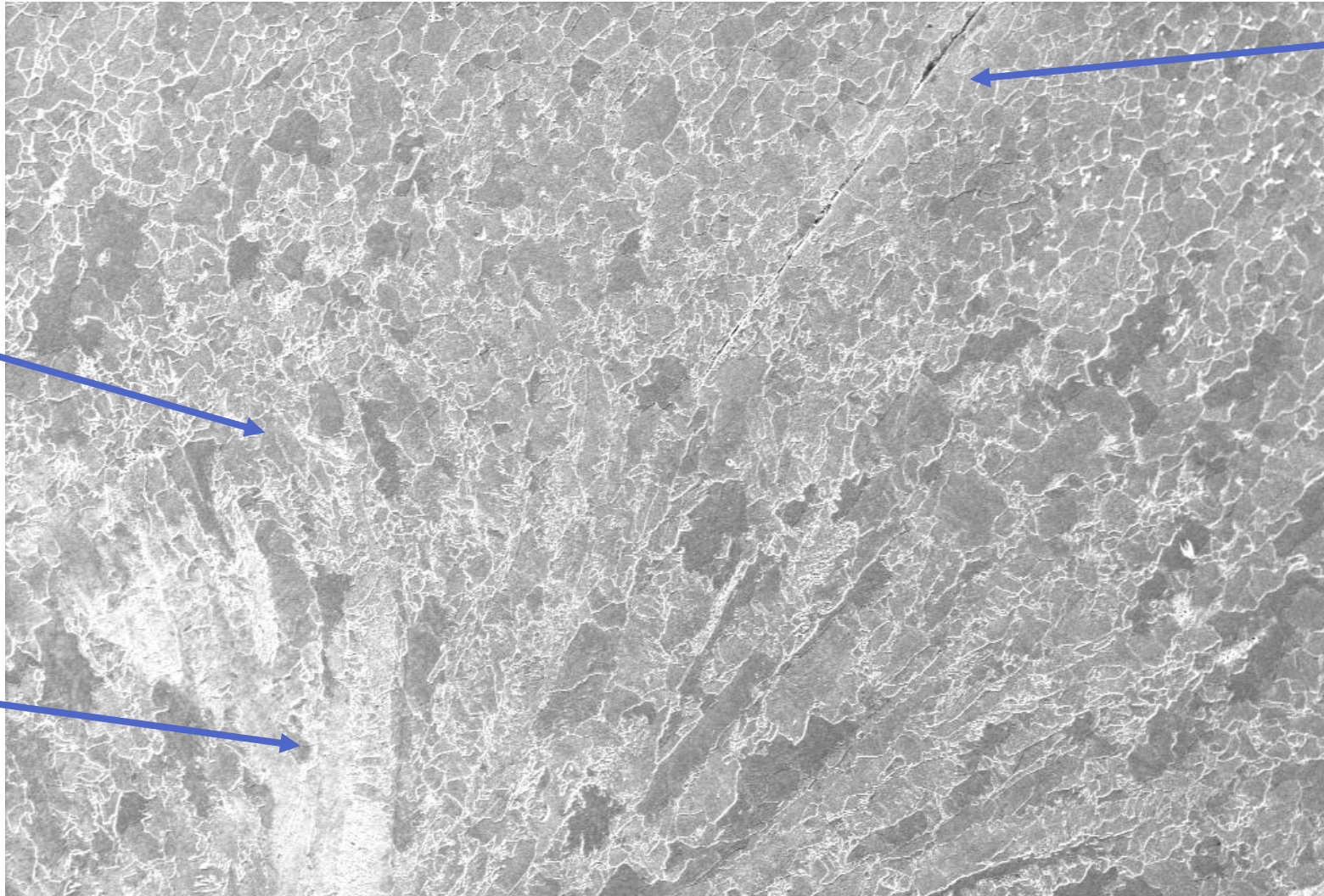
- Savonian ViSiMa-osahankkeen parina toteutettiin pyyhkäiselektronimikroskoopin (SEM-EDS) hankinta
- Budjetti 241 567 €
- Erittäin huolellisen kilpailutuksen jälkeen toimittajaksi valittiin Zeiss, jonka tarjoama EVO 15 SEM täytti kriteerit parhaiten
- Laitteen hankintaan liitettiin alkuaineanalyysiä varten Oxford – valmisteen EDS-analysaattori
- Laite toimitettiin loppuvuodesta 2024 ja talven aikana saatiin hankehenkilöstölle käyttökoulutusta



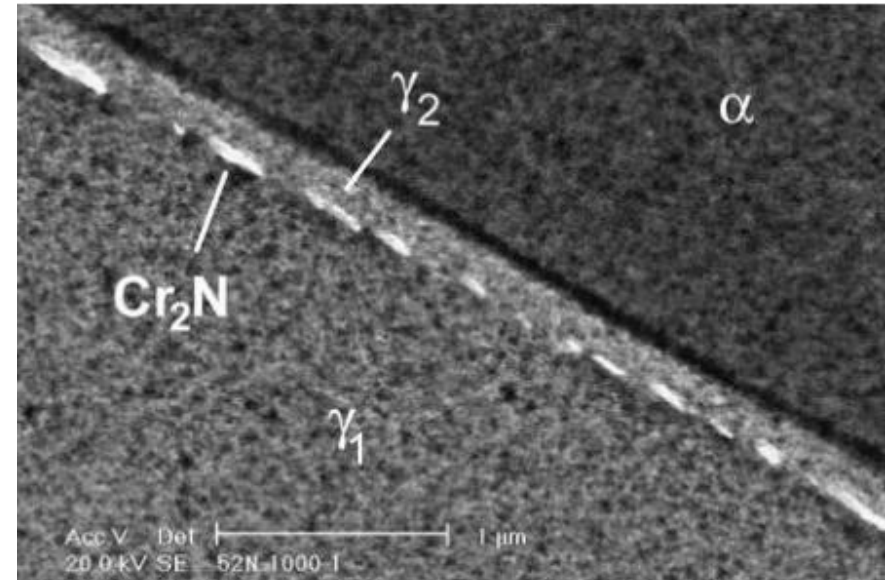
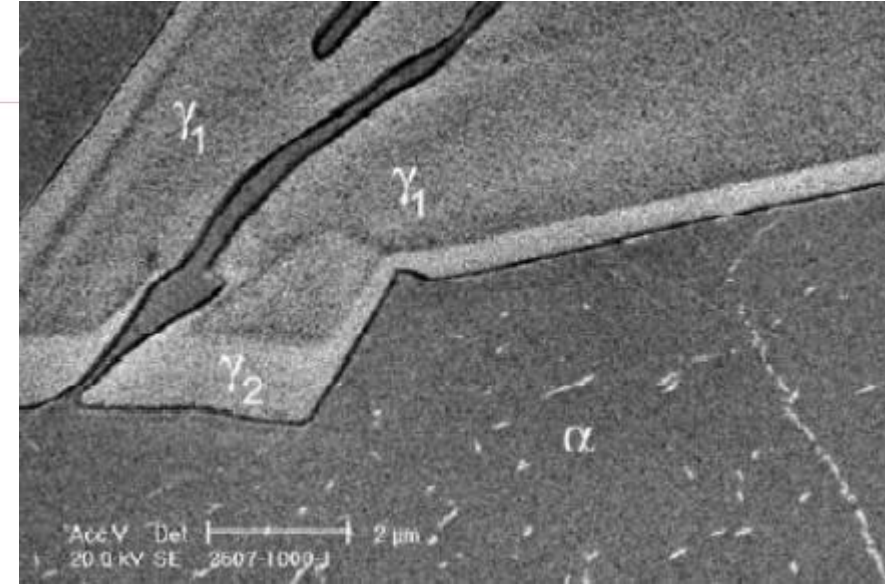
- Valomikroskoopin resoluutio  $\sim 200\text{nm}$ , SEM-EDS:  $\sim 1\text{-}10\text{nm}$
- Suurennos  $\sim 10\text{-}1000\times$ , SEM  $\sim 100\ 000\times$
- SEM-EDS:llä voidaan tarkastella monipuolisemmin ja tarkemmin laajempaa materiaalikirjoa
  - Kuvilla syväterävyyttä
  - Back-scatter (BSD)
- EDS mahdollistaa pistemäisen alkuaineanalyysin
- Valomikroskooppi toimii edelleen hyvin tavanomaiseen laadunvarmistukseen
- SEM-EDS mahdollistaa tarkemman materiaalitutkimuksen
- Kääntöpuolena näytteen valmistus on työläämpää ja laitteen valmistelu tutkimukseen hitaampaa
- Rajoitteena myös kevyiden alkuaineiden tunnistus
  - Ei verrattavissa metallien ainestodistukseen



Sularaja

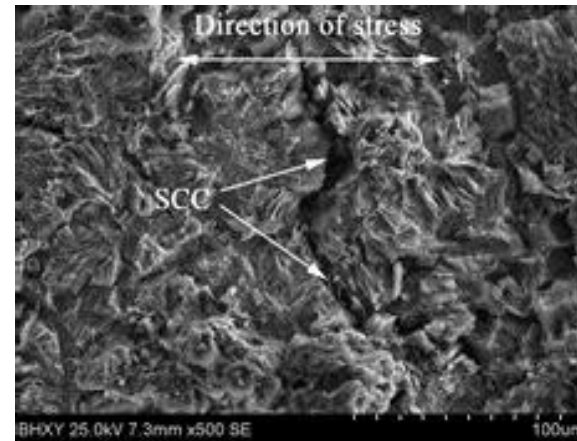
Liitoksen  
reunaSuuntautunut  
jäähdytis-  
rakenne  
hitsiaineessa

- Tarkempi kuva mahdollistaa paremmin pienempien ilmiöiden tutkimista
  - Alkuaineanalyysi ja BSD mahdollistavat rakenteen erojen havaitsemisen paremmin
1. Mikrorakenne ja raerajailmiöt
    - Raerajojen ja faasien tarkka kuvantaminen
    - Esim. Haurastumiseen ja halkeiluun liittyvien ilmiöiden paikantaminen
  2. Seosaineiden suotautuminen
    - Alkuainepitoisuuksien muutokset faasin ja rakeiden sisällä
  3. Hitsiaineen, muutosvyöhykkeen ja perusaineen vertailu
    - Hitsauksen lämmöntuonnin aiheuttamat mikrorakennemuutokset
  4. Vaurioanalyysi ja halkeamien tutkiminen
    - Alkusäröjen ydintymispisteet
    - Erottaa tarkemmin yksityiskohdat ja tarkempi analyysi halkeaman syntymekanismeista
  5. Epäpuhtauksien analysointi

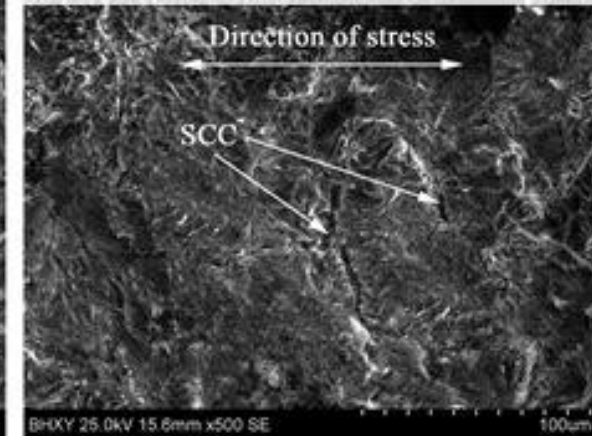


Ramirez et al. 2003

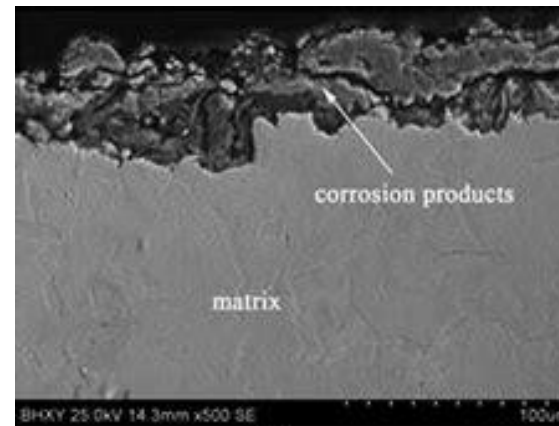
- Korroosio on paikallinen ilmiö ja SEM-EDS on paikallinen työkalu
- Korroosio alkaa mikro- tai nanometrien mittakaavassa
- Tarkka visuaalinen analyysi, sekä kemiallinen analyysi
- Korroosiomorfologia
  - Pistekorroosion havaitsemiseen pienet kuopat
  - Raerajoilla ilmenevä korroosio
  - Rakokorroosion synty
  - Hitsien jännityskorroosion alkukohdat
- EDS-analyysi
  - Korroosiotuotteiden havaitseminen
  - Oksidit, kloridit, epäpuhtaudet, kontaminaatiot



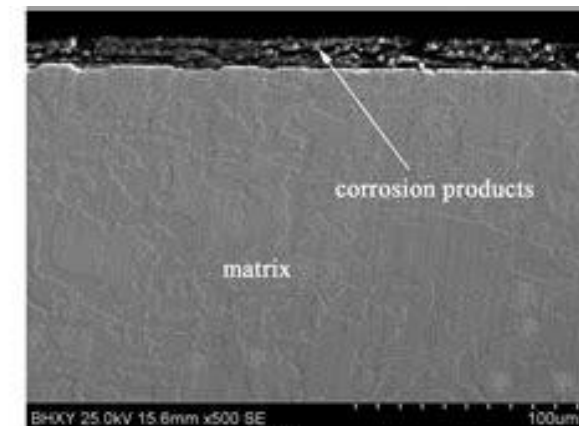
(a)



(b)

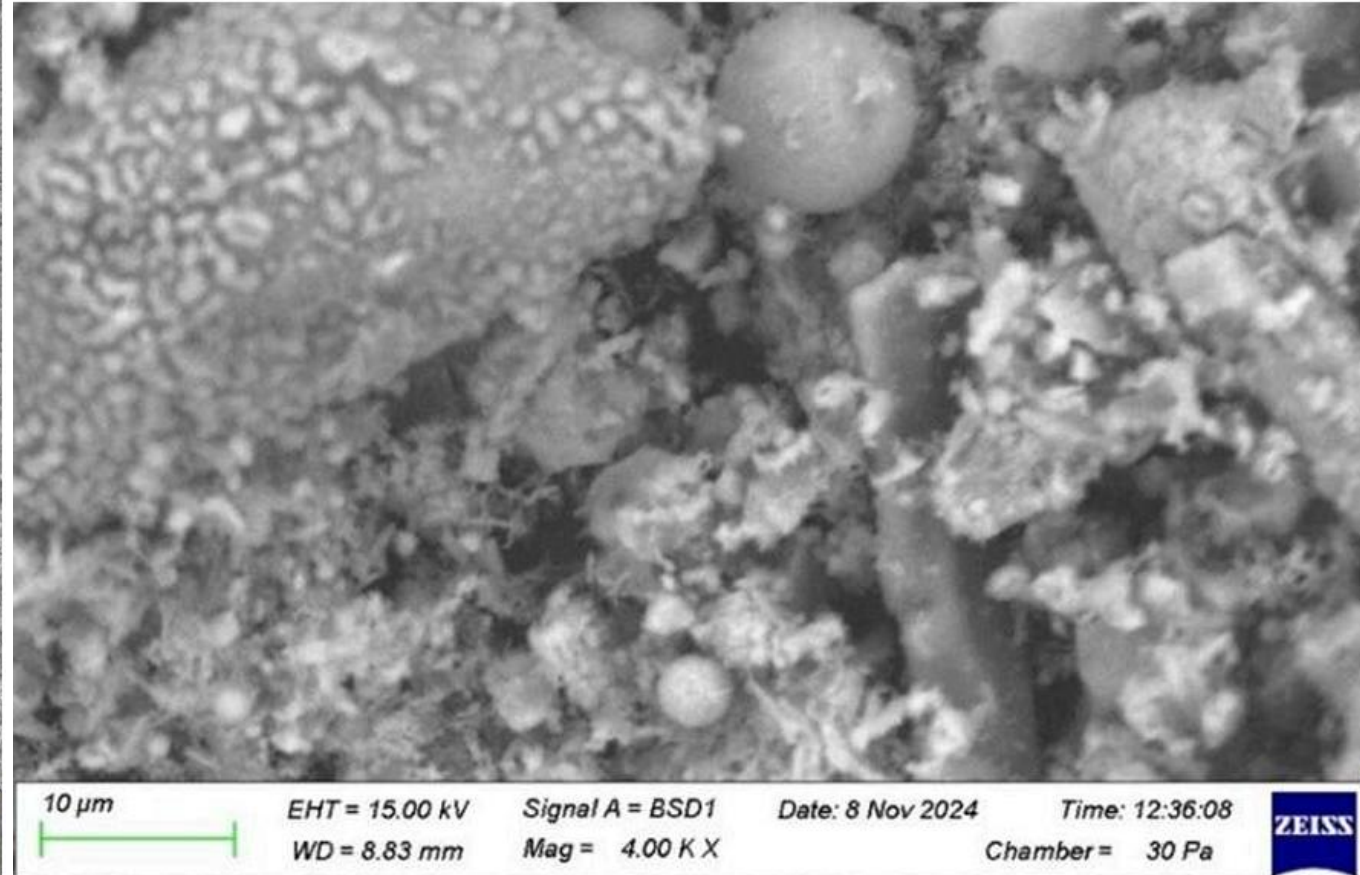
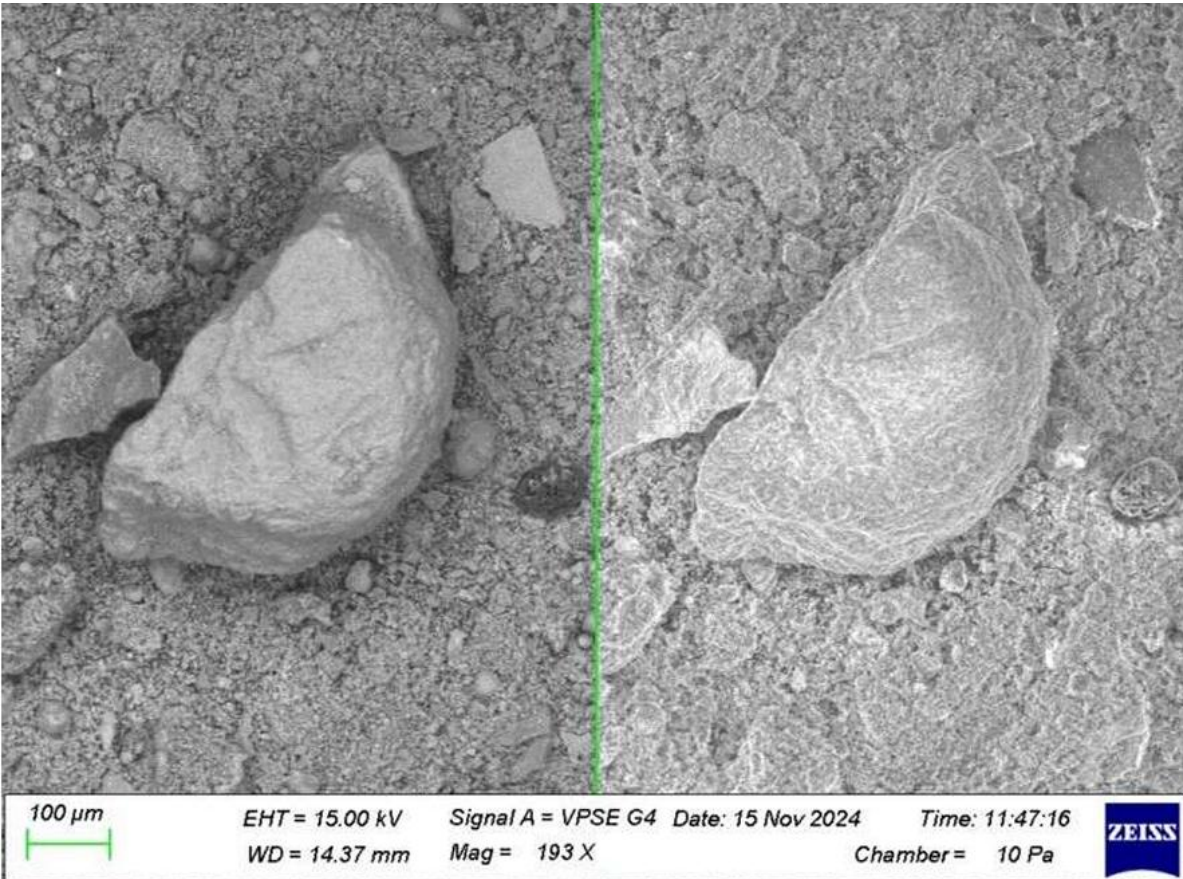


(a)



(b)

Kuvat: Mika Mäkinen



Kuva 1. vasemmalla on lentotuhkan pintaa SE:llä kuvattuna ja oikealla sama näyte BSD:llä kuvattuna pienellä suurennoksella.

Kuva 2. Lentotuhkan pintaa BSD:llä kuvattuna 4000 kertainen suurennos.

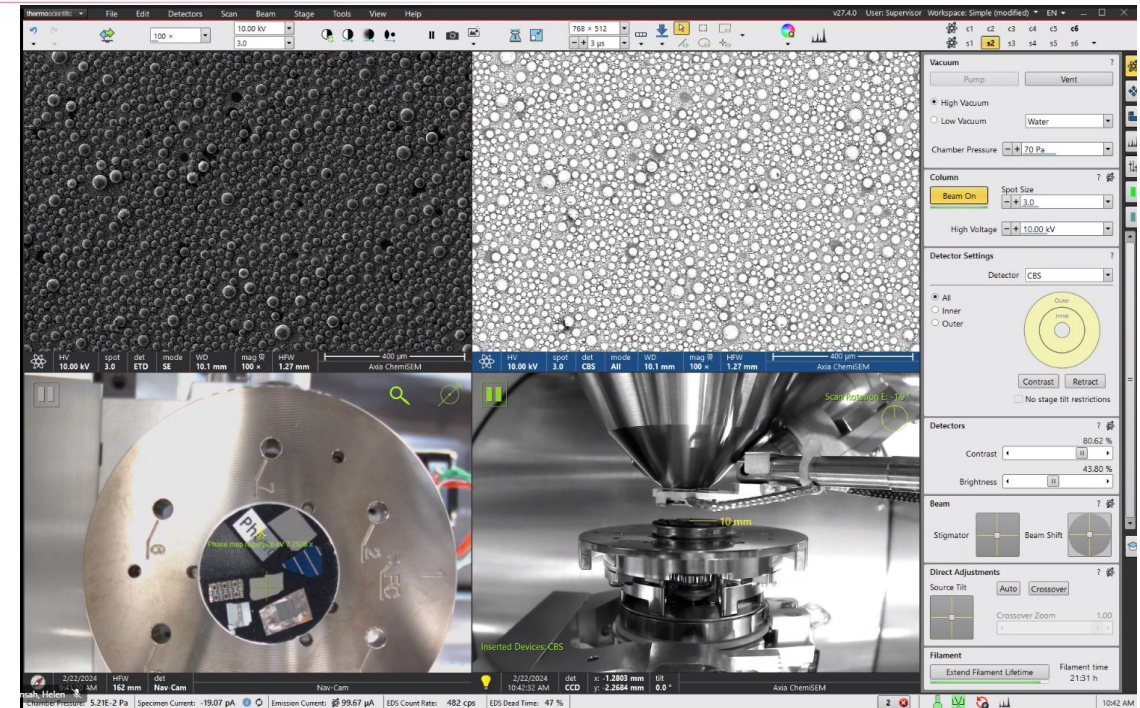
# Paljon potentiaalia muuhunkin

- Geologia ja mineraalien tunnistus
- Tuhkanäytteet voimalaitoksilta
- Polymeerien tutkimus
- Asbestin tunnistus
- Lääketieteelliset kohteet
- Ympäristötutkimus ja partikkelien tunnistus
- Haitallisten aineiden tunnistaminen esim. uusista maahantuotavista materiaaleista
  - Esim. lyijy, kadmium
  - EU ja REACH



# SEM-EDS opetukseen

- Pyyhkäisyelektronimikroskooppi on otettu mukaan konetekniikan koulutusohjelmassa materiaalitekniikan kursseille
- Teoriasta käytäntöön
- Konkreettisempi ymmärrys metallurgiasta ja mikrorakenteista
- Metallurgisten ilmiöiden demonstrointi, kuten suotautuminen
- Enemmän ymmärrystä materiaalitekniikan tutkimuksesta ja laadunvarmistuksesta
- Moderni tekniikka kiinnostaa nuoria



*Kiitos!*