

## On-site analytiikan uudet tuulet Geokemian Päivillä

Teksti Pertti Sarala  
OMS, Oulun yliopisto/GTK

Geokemialliset on-site analyysimenetelmät ovat tulleet jäädäkseen kaikenlaiseen geologiseen tutkimukseen. Viime vuosikymmenen aikana tapahtunut voimakas menetelmäkehitys on tehnyt erilaisista kannettavista ja keveistä analysaattoreista päivittäin käytettäviä työkaluja. Ne nopeuttavat erilaisten näyttemateriaalien koostumuksen selvittämistä niin laboratorioissa kuin suoraan kenttäolosuhteissakin.

Näiden analysaattorien ja monien muidenkin kenttämenetelmien käytöstä ja uusista tuulista saatiin katsaus 13. Geokemian Päivillä, jotka pidettiin 28.-30.11.2018 Oulun yliopistossa, Oulussa. Päivien järjestelyistä vastasivat Geokemian Renkaan ja Vuorimiesyhdistyksen (VMY) geologijaoston lisäksi Oulu Mining School (OMS), Geologian tutkimuskeskus (GTK), Lapin ammattikorkeakoulu ja Geologiliitto ry. Tilaisuuden järjestelyihin saatiin tukea myös Euroopan aluekehitysrahastosta.

Päivien teemana oli ”Geokemialliset on-site -analyysimenetelmät geologisessa tutkimuksessa”. Ohjelma koostui 28.11. pidetystä, erityisesti opiskelijoille suunnatusta lyhytkurssista (short course), 29.-30.11. pidetyistä esitelmäsessioista sekä 30.11. iltapäivällä pidetystä geologit työelämässä –sessiosta. Lyhytkurssilla keskityttiin esittelemään erilaisia kentällä käytettäviä kannettavia analysaattoreita sekä niiden laatuun ja datan käsittelyyn liittyviin erityispiirteisiin. Kurssin kouluttajina toimivat Bruno Lemiere Ranskan Geologian tutkimuskeskuksesta ja Pertti Sarala OMS/GTK. Torstain ja perjantain esitelmäsessioissa esiteltiin ja keskusteltiin laajasti erilaisten on-site -analysaattoreiden käytöstä ja soveltamisesta useisiin geologian osa-alueisiin. Esimerkiksi malminetsinnässä, kaivos- ja ympäristögeologiassa ja hydrologian puolella soveltamiskohteita on löytynyt monipuolisesti. Mukana oli myös muutamia perinteisempiä geokemian aiheita ja projektiesittelyjä, joissa uusilla kannettavilla menetelmillä ei ollut niin suurta roolia. Päivien lopuksi palattiin vielä opiskelijoille suunnattuun informaation jakamiseen työelämäsessio muodossa. Osanottajia Päivillä oli yhteensä noin 70; opiskelijoille suunnattu lyhyt kurssi keräsi 25 osanottajaa ja esitelmiä oli kuulemassa reilu 70 henkeä (kuva 1), myös työelämäsessiossa oli paikalla vielä parikymmentä henkeä.

### Kannettavia analysaattoreita moneen lähtöön

Esitelmäpäivän avasi OMS:n johtaja, professori Saija Luukkanen lyhyellä tervetulo puheella. Sitä seurasi Bruno Lemieren keynote-esitys: *‘Status and new developments in field portable geochemical techniques and on-site technologies for mineral exploration’* (kuva 1). Päivien teeman mukaisesti esitelmä sisälsi läpileikkauksen kannettavien analysaattorien tarjonnasta ja sovelluskohteista. Lemiere kiinnitti myös erityistä huomioita laitteilla tuotettavaan dataan ja sen virhelähteisiin. Useimpien kannettavien laitteiden tuloksia voidaan pitää suuntaa-antavina tai suhteellisina, koska niiden käyttöön ja näyttöiden käsittelyyn liittyy enemmän epävarmuutta kuin stabiilimpiin laboratorioanalyysiin. Tämän vuoksi tuloksien luotettavuuden tarkistamiseksi tarvitaan myös laboratorioissa tehtyjä vertailuanalyysijä sekä erilaisten standardien käyttöä.

Kannettavat XRF-analysaattorit (pXRF) ovat geokemiallisessa tutkimuksessa laajimmin käyttöönotettu kenttämenetelmä. Sovelluskohteita on käytännössä kaikissa geologian osa-alueilla. Erityisesti malminetsinnässä laitteiden käyttö on yleistynyt analysaattorien luotettavuuden ja määritysrajojen parantumisen seurauksena. Tämän vuoksi myös useammat esitelmät käsitelivät pXRF:n käyttöä niin litogeokemiallisessa kuin moreenin geokemiallisessa tutkimuksessa osana malminetsintäprosessia. Myös taajamageokemiallisessa ja taustapitoisuuskartoituksissa kentällä tehtävä analysointi on osoittautunut käyttökelpoiseksi erityisesti arseenin ja perusmetallien pitoisuuksien määrittämisessä. Oman haasteensa luonnonmaiden analysoinnille pXRF-analysaattorien käytön näkökulmasta asettaa monien alkuaineiden alhaiset pitoisuustasot, jotka jäävät usein alle määritysrajojen ja eivät anna luotettavaa kuvaa

materiaalien koostumuksesta. Kannettavia analysointilaitteita oli esillä myös näyttöasemien standeilla posteriesitysten yhteydessä (kuva 2).

Mielenkiintoinen innovaatio pXRF:n käytöstä tuli esille Itä-Suomen yliopiston tutkijoiden esityksessä, jossa vesinäytteiden tyypillisiä alhaisia pitoisuuksia pyrittiin korostamaan käyttämällä uutta alkuaineiden konsentroitteknikkaa. Suodatusvaiheessa käytettävällä membraanilla saadaan pienistäkin vesimääristä kerättyä kannettavalla analysointilaitteella määritettäviä alkuainepitoisuuksia. Esitelmän pitänyt Tuomo Nissinen näkee sovellukselle useita käyttökohteita esimerkiksi kaivosympäristö- ja pilaantuneiden maiden tutkimuksessa.

Toinen uusi ja innovatiivinen sovellus mineraalien tunnistamiseen kenttäolosuhteissa on NASA:n ja Olympuksen kehittämä kannettava XRD-analysointilaitteisto. Analysointilaitteistoa on käytetty menestyksekkäästi mm. Mars-perän tutkimuksissa. pXRD:n käyttöä on testattu GTK:n vetämässä EAKR-rahoitteisessa Indika-projektissa, jossa tehtävää kriittisten mineraalien etsintämenetelmien kehittämistä varten ko. laitehankinta tehtiin (Sarala & Koskinen 2018). Se on ensimmäinen laatuaan Suomessa ja Euroopassakin harvinainen. Oulun yliopiston kaivannaisalan yksikölle tekemässä Pro gradu -tutkielmassa Hanna Koskinen selvitti analysointilaitteen soveltuvuutta kentällä tehtävään kriittisten mineraalien indikaattorien tunnistamiseen. Esitelmästä selvisi, että laitteesta on potentiaalia tällaiseenkin tutkimuskäyttöön glasigeenisia maa-aineksia hyödynnettäessä.

Happamien sulfaattimaiden kartoituksessa on edetty viime vuosina ripeästi ja koko rannikkoalueelta alkaa vähitellen olla tutkimustietoa kerättyä. Myös menetelmäkehitys happamien sulfaattimaiden geokemian analytiikkaan ja datan käsittelyyn on kehittynyt, mistä saatiin lisätietoa kolmessa Turun yliopiston ja GTK:n tutkijoiden esityksessä. Geokemiallista kartoitusta ja sen data-analyysiä esitteli myös Svetlana Sapon esitellessään Oulun kaupungin alueella tehtyä taajamageokemiallisen kartoituksen tuloksia. Data-analyysi on myös merkittävässä roolissa hyperspektrikuvauksen soveltamisessa geologisten materiaalien tutkimuksessa ja mineraalien tunnistamisessa. Tämäkin tekniikka on saatavissa kannettavan analysointilaitteen muodossa, mikä edesauttaa menetelmän reaaliaikaista käytettävyyttä kenttäolosuhteissa. Sen sijaan Marko Holman esittelemä kosmisesta säteilystä peräisin olevien myonien aiheuttaman kontrastin tunnistaminen maa- ja kallioperässä vaatii vielä erittäin herkkiä mittalaitteita, joita voidaan käyttää esimerkiksi kairareikien *in situ* -tutkimuksissa.

Iltapäivän viimeisessä sessiossa pureuduttiin monille niin tuttuun kultatematiikkaan, jonka avasi Antti Peronius kertomalla kokemuksiaan hippukullan etsintä- ja huuhtontatekniikoista erityyppisissä ilmasto- ja maasto-olosuhteissa. Käytettävien tekniikoiden tulee soveltua sekä mikro- että makrorakeina esiintyvien kultapartikkelien erottamiseen maa-aineksestä ja tämä on hyvin haasteellista kenttäolosuhteiden ja kullin raekoon sekä muodon vaihdellessa eri kohteissa. Tämä tulee hyvin esille esimerkiksi Agnico-Eaglen Kuotkon tutkimuskohteessa, Kittilässä, jossa kultarakeiden määriä ja kokoa on selvitetty osana Jani Sääsön esittelemää malminetsintäprojektia. Moreenin raskasmineraalifraktion käyttö on osoittautunut sielläkin tehokkaaksi menetelmäksi muiden jäätiköityneiden alueiden tapaan.

Kultateemasta jatkettiin kaivosympäristötutkimuksiin ja erityisesti hydrogeokemiallisiin tutkimuksiin. Vesinäytteenotto voi olla hyvinkin haastavaa vaikeakulkuisilla alueilla ja tähän on haettu ratkaisua dronien avulla. Hannu Panttilan esittelemässä projektissa paneudutaan tähän ongelmaan ja testataan erilaisia ratkaisuja vesinäytteiden ottamiseksi eri syvyyksiltä kaivosalueiden altaissa. Session lopuksi Jouko Karinen esitteli Lapin AMK:n Kemin toimipisteen palvelutarjontaa ja Pertti Sarala GTK:n vetämää EIT RM-rahoituksen saanutta UpDeep-projektia, jossa perehdytään uusien luontoystävällisten malminetsintämenetelmien kehittämiseen eurooppalaisena yhteistyönä.

**Kriittisiä mineraaleja löydetään indikaattorimineraalien avulla**

Perjantain aamupäivän esitelmien aiheena olivat erilaiset EU:n mineraalistrategiassakin keskeiseksi nostettujen ns. kriittisten mineraalien tutkimusmenetelmien kehittäminen. Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman 'Indikaattorimineraalien automatisoitujen tunnistusmenetelmien kehittäminen kriittisten mineraalien etsinnässä' -projektin loppuseminaariksi tarkoitettussa sessiossa tehtiin läpileikkaus projektin menetelmäkehitykseen ja keskeisiin tuloksiin. Projektia vetää GTK ja muita tutkimuspartnereita ovat Lapin AMK ja OMS.

Projektissa keskityttiin tuottamaan laadukkaita konsentraatteja moreeni- ja rapakallioaineksesta ja tunnistamaan niistä ns. indikaattorimineraalit hyödyntäen sekä uusinta kenttäanalysointitekniikkaa (pXRD, pXRF ja hyperspektrikuvaus) että laboratoriossa tehtäviä kehittyneitä mineralogisia tutkimusmenetelmiä (FE-SEM ja MLA). Menetelmäkehitystä varten maastotutkimuksia ja näytteenottoa tehtiin useissa tutkimuskohteissa Keski- ja Itä-Lapissa sekä Kainuussa. Projektin tuloksena on näytteenotto-, -käsittely- ja tutkimuskonsepti kriittisten mineraalien etsintään. Tuloksien kokoaminen kirjalliseen muotoon on menossa ja loppuraportti tullaan julkaisemaan maaliskuun 2019 aikana.

### **Opiskelijoille tietoa työelämästä**

Perjantai-iltapäivän opiskelijoille suunnatun työelämäsessioinn koordinoijana oli Geologiiiitto. Session ideana oli tiedon ja kokemusten jakaminen työelämästä opiskelijoille. Vanhemmat kollegat tutkimuslaitoksista, konsulttimarkkinoilta, malminetsinnästä ja yliopistolta kertoivat opiskelustaan, työtehtävistään ja kokemuksistaan sekä erilaisista työelämän tuomista haasteista. Lienevätkö pitkät päivät vienyt jo enemmän terän osallistumisinnosta, sillä paikalla oli enää pieni joukko opiskelijoita ja muutamia tutkijakollegoita? Keskustelu oli kuitenkin vilkasta ja opiskelijat saivat monipuolisen esittelyn geolan tehtävistä ja nyky-yhteiskunnan vaatimuksista osaamisen ja taitojen yhteensovittamisessa.

### **Geokemian alan merkittävä tunnustus Reijo Salmiselle**

Yksi Geokemian Päivien kohokohdista oli geokemia alan yhden pitkänlinjan menetelmäkehityksen ja kartoituksen kehittäjän ja kansainvälisen osaajan, professori Reijo Salmisen, palkitseminen the Association of Applied Geochemists –järjestön (AAG) myöntämällä kultamitalilla (kuva 3). Kultamitali on korkein tunnustus, jonka järjestö myöntää geokemian alan kansainvälisesti tunnustetulle ja laajaa arvostusta omaavalle henkilölle. Mitali on tunnustus erityisesti malminetsinnällisen geokemian osaamisen kehittämisestä, käytön edistämisestä ja kansainvälisen yhteistyön lisäämisestä. Tämä on samalla myös osoitus Suomen geokemiallisen osaamisen korkeasta tasosta ja pitkästä sekä merkittävästä menetelmäkehityksen edelläkävijyydestä kansainvälisessä geokemian tutkimuskentässä. Geokemian Renkaan ja kaikkien geokemistien puolesta parhaimmat onnittelut Reijolle!

### **Kirjallisuus**

Geokemian Päivien ohjelma ja tiivistelmä on julkaistu VMY:n B-sarjassa: Luolavirta, K. & Sarala, P. (toim.) 2018. 13. Geokemian Päivät 2018 – 13th Finnish Geochemical Meeting 2018, 28.-30.11.2018, Oulun yliopisto, Oulu: Tiivistelmät - Abstracts. Vuorimiesyhdistys, Sarja B 99, 44 s. Saatavana elektronisena versiona: <https://vuorimiesyhdistys.fi/kauppa/muut-julkaisut/13-geokemian-paivat-2018-abstraktikokoelma/>

Sarala, P. & Koskinen, H. 2018. Application of the portable X-Ray Diffraction (pXRD) analyser in surficial geological exploration. *Geologi* 70:3, 58-68. Saatavana elektronisena versiona: <http://www.geologinenseura.fi/geologi-lehti/3-2018/index.html>.

#### Kuvatekstit

kuva 1. Bruno Lemiere pitämässä esitelmää uusista on-site -analyysimenetelmistä Oulun yliopiston L4-salissa aiheesta kiinnostuneelle seminaariväelle. Kuva H.M. Korkala.

kuva 2. Kannettavia analysaattoreita esillä näytteilleasettajien pöydillä. Taustalla myös posterisession esityksiä ja kuvan ulkopuolella Women in Mining Suomi ry:n verkoston esittelyseinäke. Kuva H.M. Korkala.

Kuva 3. Geokemian Renkaan puheenjohtaja, professori Pertti Sarala ojensi AAG:n kultamitalin professori Reijo Salmiselle tunnustuksena pitkästä ja merkittävästä kansainvälisestä urasta geokemiallisen tutkimuksen edelläkävijänä. Kuva H.M. Korkala.