

Opiskelijat malminetsinnän kenttämenetelmiä oppimassa

PERTTI SARALA JA MARKO HOLMA

Johdanto

Sarjassaan toinen ”Applied Field Techniques in Economic Geology” eli tuttavallisemmin AFTEG-kenttäkurssi järjestettiin Kittilässä 26.–31.5.2019. Kurssi organisoitiin Oulun yliopiston Kaivannaisalan yksikön (Oulu Mining School, OMS) ja suomalaisen geotieteiliden ja malminetsintäpalveluiden konsultointi- ja hiukkasfysiikan mittalaitteiden valmistajayrityksen Muon Solutionsin yhteisellä voimainponnistuksella. Kurssin toteuttamiseen saatiin rahoitus Oulun yliopiston Tekniikan ja luonnontieteiden tohtoriohjelmalta (TNS-DP). Kurssin isäntänä sekä sponsorina toimi Agnico Eagle Finland Oy.

Kurssille osallistui 15 geoalan opiskelijaa, kaksi pääasiallista opettajaa, kolme avustaa opettajaa ja vaihteleva joukko sponsorin edustajia. Opiskelijoista 14 oli OMS:n FT- ja FM-opiskelijoita ja yksi Turun yliopiston FM-opiskelija. Kurssilaiset edustivat lukuisia kansallisuuksia (Suomi, Bangladesh, Brasilia, Espanja, Peru, Saksa, Venäjä, Englanti ja Yhdysvallat) ja oppiaineita, kuten useita eri geologian haaroja, kaivostekniikkaa ja hydrogeofysiikkaa. Kurssin pääasiallisena kielenä oli englanti.

Myös ensimmäinen, vuonna 2013 Kainuun liuskevyöhykkeellä järjestetty AFTEG-kurssi pidettiin OMS:n opiskelijoille. Sillä erää sponsorina toimi Pyhäsalmi Mine Oy.

Kurssille valitut opiskelijat jaettiin kolmihenkisiin ryhmiin noudattaen periaatteita, joiden mukaan kuhunkin ryhmään tulisi saada vähintään yksi pitemmälle ehtinyt FT-opiskelija, yksi vastakkaisen sukupuolen edustaja ja vähintään yksi opiskelija, joka ei puhu suomea äidinkielenään. Kunkin ryhmän kokoinein opiskelija (oli hänen oppialansa tai taustansa mikä tahansa) vastuutettiin ohjaamaan ryhmän toimintaa oman harkintansa ja kokemuksensa mukaisesti. Lisäksi jokainen kurssille osallistuja veloitettiin allekirjoittamaan sponsorin laatima salassapitosopimus (engl. non-disclosure agreement, NDA), jotta varmistuisi, että sponsori voisi vapaasti esitellä omia malminetsintäkohteitaan. NDA-sopimuksen luonteesta johtuen emme tässä kirjoituksessa esittele kurssilla tehtyjen toimintojen tuloksia lainkaan, eikä se toki muutoinkaan olisi tarkoituksemme, koska tehtävänämme on kertoa kurssin rakenteesta, tavoitteista, oppimis-

tuloksista ja opiskelijoiden palautteesta sekä kehitysideoista.

Viisi-kuusipäiväisenä toistaiseksi pidetyn AFTEG-kurssin rakenne on suunniteltu niin, että se (1) tarjoaisi opiskelijoille mahdollisimman laajan kuvan varhaisvaiheen malminetsinnässä käytettävistä kenttätutkimusmenetel-

mistä, (2) tarjoaisi kurssille osallistuville koti- ja kansainvälisille opiskelijoille mahdollisuuden monipuoliseen verkostoitumiseen akateemisten tutkijoiden, yrityselämän edustajien ja toisten opiskelijoiden kanssa ja (3) hyödyttäisi monella tapaa myös isäntänä toimivaa malminetsintä- ja/tai kaivosyhtiötä. Jälkimmäises-



Kuva 1. AFTEG-kurssin vastuupettajat a) Pertti Sarala ja b) Marko Holma opettamassa kurssilaisille maaperänäytteenottoa ja kallioperäkartoitusta. Kuvat: Kimmo Kärenlampi

Figure 1. The responsible teachers of the AFTEG course, a) Pertti Sarala and b) Marko Holma, explaining the basics of soil sampling and bedrock mapping. Photos: Kimmo Kärenlampi



sä tapauksessa kurssin tavoitteena on, että sitä rahallisesti sponsoroiva yhtiö osoittaa kurssille osallistujille jonkin omista malminetsintä-alueistaan (tyypillisesti malminetsintäalue) tutkimuskohteeksi, suunnittelee yhdessä kurssin vastuullisten opettajien kanssa näytteenottosuunnitelmat, avustaa tarvittaessa kurssin logistiikan suhteen jne. Kaikki kurssin aikana kerätyt kivi- ja maaperänäytteet sekä myös kurssilaisten tekemät loppuesitelmät jäävät sponsoroivan yhtiön haltuun mahdollisia jatkotutkimuksia varten.

Kurssin tärkeimmät tavoitteet olivat opiskelijoiden tieto- ja ymmärrystason parantaminen käytännön malminetsinnästä, erilaisten geotieteellisten mallien ja prosessien ymmärtämisen hyödyllisyyden todistaminen sekä yhteistyön lisääminen erilaisten toimijoiden ja erilaisten kaivosalaan liittyvien oppiaineiden edustajien välillä. Näiden tavoitteiden saavuttamiseen pyrittiin paitsi opiskelijavalinnoin myös keskittymällä kunakin päivänä eri teemaan. Kaiken kattavana yleisteenä korostettiin erilaisten menetelmien portaittaista käyttöä malminetsinnän eri vaiheissa – ja sitä kuinka tärkeää on osata valita oikea menetelmä kuhunkin ongelmaan.

Erityistä huomiota kiinnitettiin myös etsittäväksi olevan malmimineralisaatiotyyppien ominaisuuksien tunnistamiseen, mineralisaatioprosesseihin, suuren mittakaavan tektonisiin ja rakennegeologisiin malleihin, geokemiallisen dispersion syntymekanismeihin sekä siihen, kuinka tärkeää on osata myös luopua malminetsintäkohteen jatkotutkimuksista siinä vaiheessa, kun ns. seinä tulee vastaan eli mitään viitteitä ekonomisesta esiintymästä ei löydetä tai kustannukset nousevat liian suuriksi hyötyyn nähden. Opiskelijat haastettiin useissa kohdin kurssia miettimään erilaisia ratkaisuja erilaisiin ongelmiin. Oppimisen etenemistä seurattiin kurssin jälkimmäisellä puoliskolla muun muassa kysymyspatterein ja an-

tamalla kullekin kolmihenkiselle ryhmälle sama esitelmäaihe työstettäväksi.

Kurssin vastuullisina organisoinneina ja pääasiallisina opettajina toimivat professori Pertti Sarala (OMS/Geologian tutkimuskeskus, GTK) ja päägeologi Marko Holma Muon Solutions Oy:stä. Avustajina opettajina toimivat Teuvo Keränen Muon Solutions Oy:stä ja Jorma Valkama GTK:sta (molemmat ovat erikoistuneet moreeninäytteiden raskas- ja indikaattorimineraalitutkimusmenetelmien käyttämiseen) sekä geofyysikko Kari Moisio OMS:sta.

Kuva 2. Kurssilaiset tutustumassa Kittilän kaivoksen eteläosan avolouhoksen kalliopintaan Agnico Eaglen päägeologi Jukka Välimään ja muiden geologien johdolla. Kuva: Pertti Sarala

Figure 2. The course group visits in the Agnico Eagle's gold mine at Kittilä under the guidance of chief geologist Jukka Välimaa and other geologists. Photo: Pertti Sarala



Kurssilla opittua

Kurssi aloitettiin yleisinfolla sunnuntai-iltana Levillä, Kittilässä. Sen jälkeen kurssin sisältö jaettiin aihepiireittäin viidelle päivälle. Maanantaina tutustuttiin Agnico Eaglen malminetsintätoimintaan ja kaivokseen Kittilän koillisosassa sekä alueen kallioperägeologiaan eri mittakaavoissa. Yksi vierailukohteista oli Iso-Kuotkon alue, jota on tutkittu viime vuosina potentiaalisena satelliittimalmina Kittilän kaivokselle ja jossa myös tutustuttiin hieman alueen maaperägeologiaan ja post-glasiaalisiiirrokseen. Samalla opiskelijoille esiteltiin tulevat

tutkimusalueet ja jaettiin kurssilla käytettävät geologiset paikkatietoaineistot. Opiskelijat tutustuivat aineistoihin ja tutkimusalueisiin ryhmittäin hyödyntäen paikkatieto-ohjelmistoja.

Tiistaina, kurssin toisena täytenä päivänä perehdyttiin kallioperäkartoitukseen ja lohka-re-etsintään. Kukin ryhmä sai havainnoitavakseen oman alueen Iso-Kuotkon pohjoispuoliselta alueelta. Alueen kallioperä ja kivilajit antoivat oivan tilaisuuden tutustua Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeen kultapotentiaalisien alueen geologiaan. Viimeaikaiset metsän uudistamiseen liittyvät maanmuokkaukset antoivat





Kuva 3. Raskasmineraalinäytteiden konsentroidintia Agnico Eaglen Pakatin näytteenkäsittelytiloissa a) Jorma Valkaman operoimalla spiraalirikastimella eli ns. kultakoiralla ja b) Teuvo Keränen käyttämällä Knelson konsentraattorilla. Kuva: Pertti Sarala

Figure 3. Demonstration of heavy minerals concentration in Agnico Eagle's logging facility at Pakatti, a) Jorma Valkama showing the use of spiral concentrator (gold hound), and b) Teuvo Keränen demonstrating the use of a Knelson concentrator. Photo: Pertti Sarala

kin tilaisuuden uusien paljastumien ja lohka-rehavaintojen tekemiseen. Samalla alueella päästiin myös näkemään moreenigeokemiallisessa tutkimuksessa yleisesti käytettyä iskuporanäytteenottoa sekä siirtokuntoon laitettu timanttikairausyksikkö.

Keskiviikkona oli vuorossa maaperägeologinen osuus. Teemoina olivat raskasmineraalitutkimus, heikkouuttomenetelmät ja biogeokemiallinen näytteenotto. Teorialuentojen jälkeen siirryttiin Hanhimaan pohjoispuolel-

le, missä perehdyttiin erityisesti raskasmineraalinäytteenottoon, mutta samalla myös esiteltiin pintamaasta otettava heikkouuttonäytteenotto sekä tutustuttiin kyseiselle alueelle tyypilliseen biogeokemiassa hyödynnettävään kasvillisuuteen. Iltapäivällä siirryttiin Agnico Eaglen Pakatin näytteenkäsittely- ja loggaustiloihin, jossa opiskelijoiden keräämille raskasmineraalinäytteille tehtiin konsentroidintia sekä Knelson- että spiraalirikastusmenetelmillä. Näytteenotto oli menestyksellinen, koska useam-

masta käsitellystä näytteestä havaittiin mikroskoopinnilla runsaasti kultarakeita ja muitakin mielenkiintoisia indikaattorimineraaleja.

Torstaina, kurssin viimeisenä maastopäivänä tutustuttiin geofysikaalisiin kenttämittausmenetelmiin. Tästä koulutusosiosta vastasi Kari Moisio Oulun yliopiston kaivannaisalan yksiköstä. Demottavia menetelmiä olivat magneettinen ja sähkönjohtavuusmittaukset sekä omapotentiaalimenetelmä ja maatutkaus. Myös gammaspektrometrin käyttöä testattiin radioaktiivisten alkuaineiden havaitsemiseksi. Kentältä paluun jälkeen ryhmät aloittivat viikolla kerättyjen aineistojen analysoinnin ja kokoamisen. Lisäksi ryhmät saivat vastattavakseen kurssin sisällöstä ja teemoista kootun kysymyspatterin, joka piti sisällään 15 laajahkoa kysymystä.

Perjantai oli kurssin viimeinen päivä. Silloin keskityttiin loppujen aineistojen analysointiin ja raportointiin. Kukin ryhmä laati havainnoistaan ja mittauksistaan sekä omista kohteistaan lyhyen yhteenvedon peilaten kokemuksiaan ja oppimistaan kurssin tavoitteisiin ja osaamisen kehittymiseen. Ryhmät esittelivät tuloksensa PowerPoint-esityksien avulla, ja heille annettiin välitön palaute sekä kurssin opettajien että Agnico Eaglen edustajan toimesta. Opiskelijat saivat kurssista 5 opintopistettä sekä todistuksen käytettäväksi myöhemmin vaikka työnhaussa.

Yhteenveto ja jatko suunnitelmat

Oulu Mining Schoolin ja Muon Solutions Oy:n järjestämä erilaisia malminetsinnän kenttämenetelmiä esittelevä kuusipäiväinen ”Applied Field Techniques in Economic Geology”-intensiivikurssi tarjosi joukolle kotimaisia ja kansainvälisiä FT- ja FM-opiskelijoita hienon tilaisuuden tutustua ja oppia uutta aihepiiristä. Kurssi toteutettiin yhteistyössä isäntänä ja sponsorina toimineen Agnico Eagle Finland

Oy:n ja Oulun yliopiston Tekniikan ja luonnontieteiden tohtoriohjelman TNS-DP:n rahjoittamana Kittilässä toukokuun lopussa 2019.

Kurssi onnistui hyvin sekä toteutuksen että oppimistavoitteiden osalta. Opiskelijoille kurssi tarjosi monipuolisen ja kansainvälisen kenttäkokemuksen sekä pienen kurkistuksen malminetsintätoimintaan. Kurssin konsepti ja päivittäin vaihtuvat teemat tekevät kurssista paitsi intensiivisen oppimiskokonaisuuden, myös erinomaisen verkostoitumisalustan. Opiskelijat kokivat kurssin erittäin hyödylliseksi ja antoivat kurssista positiivista palautetta.

Nyt järjestetty kurssi oli järjestyksessään toinen. Toteutuskonsepti on todettu hyväksi ja helposti muokattavaksi isäntänä toimivan malminetsintäfirman ja erilaisten malmityyppien sekä tutkimuskohteiden mukaisesti. Kurssi tukee myös hienosti yliopistojen opetusta ja yritysmaailman kanssa verkostoitumistavoitteita ja on räätälöitävissä eri vaiheissa oleville opiskelijoille sekä myös kansainvälisille opiskelijoille. Tällaisille kenttäkurseille on myös geo- ja kaivannaistieteiden opiskelijoiden parissa suurta kysyntää.

Järjestäjät suunnittelevat kurssin järjestämisen jatkamista myös tulevaisuudessa. Hyvä toteutusväli voisi olla kaksi vuotta ja opiskelijoita toivotaan mukaan kaikista yliopistoista. Isännän ja sponsorin tehtävistä kiinnostuneet kaivos- ja malminetsintäyritykset voivat ottaa yhteyttä tämän artikkelin kirjoittajiin.

Summary

The 2nd Applied Field Techniques in Economic Geology (AFTEG) course was held in Kittilä 26–31 May 2019. The course was organised by Oulu Mining School (OMS) and Muon Solutions Oy (Finnish geoscience and exploration consult). Furthermore, the

course was supported by the Agnico Eagle Finland Oy and the Doctoral Programme of Technology and Natural Sciences of the University of Oulu TNS-DP. Responsible leaders and teachers were Prof. Pertti Sarala and MSc Marko Holma. Other teachers were Dr. Kari Moisio, Teuvo Keränen and Jorma Valkama.

The main aims of the course were:

- to give students practice in team work
- to demonstrate how exploration programs are planned, organised and executed

- to make students familiar with various exploration methods and techniques from geophysics to geological and geochemical sampling
- to promote ore geology and exploration and mining industries as a career choice
- to encourage collaboration between geologists and applied geophysicists having different backgrounds and representing different organisations
- to increase understanding of the region studied during the course



Kuva 4. Pohjois-Suomen olosuhteissa biogeokemiallisessa malminetsinnässä tyypillisesti käytettäviä kasvilajeja koottuna opiskelijoiden tunnistettavaksi. Kuva: Pertti Sarala

Figure 4. Examples of the plants used in biogeochemical exploration in northern Finland. Photo: Pertti Sarala

The course was a success, both in terms of implementation and learning objectives. For the students, the course offered a rich and international field experience as well as a small glimpse into mineral exploration. The course concept and the daily changing themes make the course not only an intensive learning unit, but also an excellent platform for networking. The students found the course very useful and gave positive feedback on the course.

The organizers will redesign the course in the future. A good implementation period could be two years with students from all universities welcome. Mining and mineral explo-

ration companies interested in hosting or sponsoring are encouraged to contact the authors.

PERTTI SARALA

FT, tutkimusprofessori, dosentti, EurGeol
Geologian tutkimuskeskus/Oulun yliopiston
kaivannaisalan yksikkö
PL 77, 96101 Rovaniemi
pertti.sarala@gtk.fi

MARKO HOLMA

FM, operatiivinen johtaja / päägeologi
Muon Solutions Oy
marko.holma@muon-solutions.com

