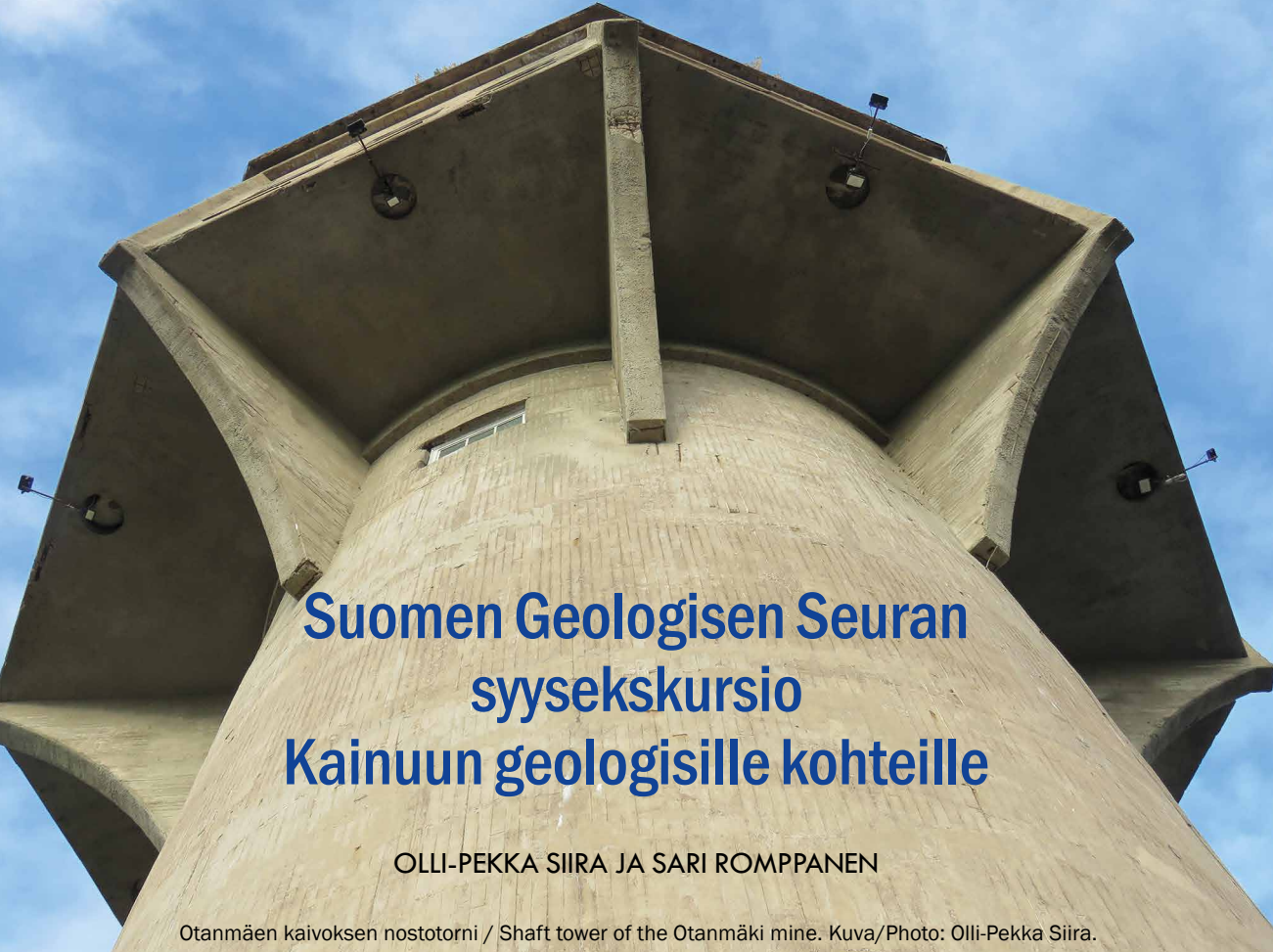




Suomen Geologisen Seuran syyskursio Kainuun geologisille kohteille

OLLI-PEKKA SIIRA JA SARI ROMPPANEN

Otanmäen kaivoksen nostotorni / Shaft tower of the Otanmäki mine. Kuva/Photo: Olli-Pekka Siira.

Suomen Geologinen Seura (SGS) järjesti syyskursion 23.9.–24.9.2022, joka suuntautui Kajaanin Otanmäen kaivosalueelle ja Kuhmon Pahakankaan-Siivikkovaaran-Kellojärven alueelle. Lisätietoja kohteista ja niiden geologiasta löytyy tämän artikkelin verkkoversion liitteistä SGS:n kotisivuilta (Halkoaho 2022; Kärenlampi 2022).

Kaksitoista geologiasta kiinnostunutta löysi tiensä Kajaaniin, josta lähdimme liikkeelle perjantai-aamuna. Ilma oli vielä viileä hallayön jälkeen, ja Kainuun luonto loisti ruskun väreissä.

Päivä 1: Otanmäen kaivos ja sen lähiympäristön geologiset kohteet

Ensimmäisenä päivänä tutustuimme Otanmäen kaivokseen ja sen ympäristön geologiaan. Aamulla Otanmäki Mine Oy:n toimitusjohtaja, geologi Jouko Jylänki kertoi kaivoksen his-

toriasta ja tulevaisuuden suunnitelmista. Päivän aikana kiersimme alueella eri kohteissa, ja lounastauko pidettiin Otanmäen Transtechin, nykyisin Skodan omistaman teollisuushallin ruokalassa.

Otanmäen kaivoksen perustamiseen johtanut historia alkoi vuonna 1938, jolloin Sukevalta löytyi magnetiitti-ilmeniittipitoisia lohkareita. Geologian tutkimuskeskus lähti jäljittämään näiden alkuperää, ja lopulta Otanmäeltä löytyi rauta-titaani-vanadiini-esiintymä. Toinen maailmansota kuitenkin pysäytti esiintymän hyödyntämiseen johtavat toimenpiteet. Sodan päätyttyä sotakorvausten maksutarve vauhditti Suomen kaivosteollisuuden kehittymistä: Otanmäessä alkoivat kaivoksen valmistelevat työt ja tuotanto vuonna 1953. Otanmäki oli aikoinaan Suomen tärkein rauta-vanadiinilähde, ja kaivoksen toiminta kattoi tuolloin noin 10 % koko maailman vanadiinituotannosta. Energian saatavuus ja

hinta ovat keskeisiä tekijöitä maailmanmarkkinoilla – vuoden 1973 öljykriisi ja yleinen hinnannousu vaikuttivat myös Otanmäen kaivoksen toimintaan, sillä vanadiinin talteenotossa tarvittiin energiaa, joka tuotettiin tuolloin öljyllä. Kaivostoiminta Otanmäessä päättyi 1985. Jäljellä olevat varannot ovat kuitenkin merkittävät: hyödynnettävissä olevaa malmia arvioidaan olevan noin 24 miljoonaa tonnia (Otanmäen kyläyhdistys 2022).

Otanmäen kaivoksen uudelleenavaaminen on suunnitteilla (Otanmäki Mine Oy 2022). Jouko Jylängin mukaan ajankohtaisin tutkimuskohde on kiertotaloushanke, jossa vanhan kaivoksen rikastushiekasta pyritäisiin erottelamaan ilmeniittiä (FeTiO_3). Otanmäen kaivoksen toiminta-aikana ilmeniitti ei ollut tarpeeksi arvokasta, jotta sitä olisi voitu taloudellisesti erottaa rikastusprosessissa malmista vaan se jäi rikastushiekkaan. Ilmeniittipitoista rikastushiekkaa on Otanmäen kaivosalueella arviolta kymmenen miljoonaa tonnia. Nyky-maailmassa Otanmäen varannoilla on entistä enemmän merkitystä, sillä esimerkiksi akkuminaalien tuotannossa pyritään entistä suurempaan omavaraisuuteen Euroopan unionin alueella.

Otanmäen alueesta kertoivat Jouko Jylängin lisäksi FT Kimmo Kärenlampi ja FM Anssi Mäkisalo, ja saimmekin kattavan kuvan alueen harvinaislaatuista geologiasta. Otanmäen rauta-titaani-vanadiini-esiintymä liittyy mafiseen intruusioon, joka tunkeutui arkeisiin tonaliitti-trondhemiitti-granoriittiin gneisseihin 2,06 miljardia vuotta sitten. Otanmäen alueella esiintyy myös A-tyyppin graniitteja ja vastaavan ikäisiä intermediaarisia syväkiviä. Nämä A-tyyppin kivet (iältään 2,05 miljardia vuotta) edustavat magmatismia, joka liittyy arkeiseen mantereen hajoamiseen, joka lopulta johti passiivisen mannerreunan ja alkavan merellisen kuoren muodostumiseen. Tästä osoituksena on esimerkiksi 1,95 miljardia vuotta vanha Jormuan ofoliitti. Otanmäki-sviitin A-tyyppin graniitit ovat malminetsinnäl-



Kuva 1. Vuorokkaan ylävöyhykkeen vaihteleva-tekstuurista gabroa. Kuva: Olli-Pekka Siira.

Figure 1. Varitextured gabbro in Vuorokas block. Photo: Olli-Pekka Siira.

lisesti erityisen mielenkiinnon kohteena, sillä ne sisältävät merkittäviä pitoisuuksia harvinaisia maametalleja (*rare earth elements, REE*) ja ns. korkean kenttävoimakkuuden alkuaineita (*high-field-strength elements, HFSE*). Euroopan unioni luokittelee harvinaiset maametallit kriittisiksi raaka-aineiksi tarpeellisuutensa ja saatavuusriskinsä vuoksi. Kimmo Kärenlampi on tutkinut väitöskirjatyössään Otanmäen seurueen graniitteja sekä kahta mineralisointunutta vyöhykettä, jotka sisältävät korkeita pitoisuuksia harvinaisia maametalleja: lantania (La), ceriumia (Ce), neodyymiä (Nd) ja yttriumia (Y), sekä korkean kenttävoimakkuuden alkuaineita: zirkoniumia (Zr), niobia (Nb), toriumia (Th) ja uraania (U). Osa näistä metalleista on ns. high-tech-metalleja, joita käytetään monissa huipputekniikan käyttökohteissa. (Kärenlampi 2021).

Vuorokas, anortosiittinen gabrointrusio

Ekskursion ensimmäinen maastokohde oli Vuorokkaan gabrointrusio, jossa Anssi Mäkisalo esitteli pro gradu -työnsä tutkimusaluetta (Mäkisalo 2019). Kohteen gabron tekstuuri oli hyvin vaihteleva eli Mäkisalon mukaan vaihtelevatekstuurinen gabropegmatiitti (kuva 1).



Kuva 2. Ekskursioryhmä Metsämalmi-kalliopaljastumalla. Osallistujat vasemmalta lukien: Matti Ohtamaa, Soili Solismaa, Teemu Voipio, Kimmo Kärenlampi, Hannu Makkonen, Antti Tynjälä, Jouko Jylänki, Tapio Halkoaho, Päivi Haaranen, Jussi Palmu, Sari Romppanen, Tuomas Gråsten, Olli-Pekka Siira ja Marjatta Palmu. Kuva: Jouko Jylänki.

Figure 2. Participants at the Metsämalmi outcrop. From left to right: Matti Ohtamaa, Soili Solismaa, Teemu Voipio, Kimmo Kärenlampi, Hannu Makkonen, Antti Tynjälä, Jouko Jylänki, Tapio Halkoaho, Päivi Haaranen, Jussi Palmu, Sari Romppanen, Tuomas Gråsten, Olli-Pekka Siira, and Marjatta Palmu. Photo: Jouko Jylänki.

Metsämalmi, gabrointruusion kalliopaljastuma

Päivän toisella kohteella tutustuimme Otanmäen gabrointruusioon kalliopaljastumalla, jota kutsutaan Metsämalmiksi (kuva 2, kansikuva). Alueella on tehty runsaasti maanpoistoa, jonka vuoksi suuri alue kallioperää on paljastuneena. Kallioperän mineralisoituneet osat voidaan havaita ruosteen värisinä alueina, kuten tämän lehden kansikuvan etualalla voidaan nähdä.

Otanmäen tutkimusojat

Otanmäen kaivoksen nostokuilun välittömään läheisyyteen on kaivettu noin 500 metriä pitkä ja 5 metriä leveä tutkimuskaivanto (kuva 3). Tämä kaivettiin geologista tutkimusta varten, ja siitä saadaankin runsaasti tietoa, sillä intruusion arvellaan asettuneen 90 asteen kulmaan alkuperäisestä. Tällöin pystysuora stratigrafia on nähtävissä kalliopaljastuman poikki.

Otanmäen kaivostorni

Ekskursion ensimmäisen päivän viimeisellä kohteella pääsimme tutustumaan Otanmäen kaivoksen vanhaan malminnostotorniin (kuvituskuvat). Uskaliaimmat ekskursiolaiset kiipesivät kaivostornin katolle, josta avautui maisema koko Otanmäen kaivosalueen yli.

Päivä 2: Kuhmon vihreäkivivyöhykkeen kohteet

Lauantaina 24.9. suuntasimme Kuhmon vihreäkivivyöhykkeen kohteille dosentti Tapio Halkoahon johdolla. Hän on tutkinut kyseisen alueen geologiaa jo kolmekymmentä vuotta toimiessaan Turun yliopistolla ja Geologian tutkimuskeskuksessa. Päivän kohteiden ohessa söimme eväitä Kellojärven ultramafisen kompleksin eteläreunalla sijaitsevan Juurikkaniemen vuolukivilouhoksen maisemissa.

Kuhmon vihreäkivivyöhyke muodostaa keskiosan noin 220 km pitkstä ja 10 km



Kuva 3. Ekskursiolaiset tutkimuskaivannolla Otanmäellä. Kuva: Olli-Pekka Siira.

Figure 3. Participants of the excursion at a research trench in Otanmäki. Photo: Olli-Pekka Siira.



Kuva 4. Ekskursiolaiset tutustumassa tyynylaavarakenteisiin Tapio Halkoahon (kartta kädessä) johdolla. Kuva: Sari Romppanen.

Figure 4. Participants of the excursion exploring pillow lava structures led by Tapio Halkoaho (map in hand). Photo: Sari Romppanen.

leveästä Tipasjärvi-Kuhmo-Suomussalmen vihreäkivikompleksista. Vihreäkivikompleksi on muodostunut arkeoisella eonilla yli 2,5 miljardia vuotta sitten. Alueen kallioperässä esiintyy mafisia eli runsaasti rautaa ja magnesiumia sisältäviä sekä felsisiä eli maasälpää ja kvartsia sisältäviä kivilajeja. Vihreäkivivyöhykkeen alimman osan, Nuolikankaan muodostuman, tiedetään koostuvan kalkkialkalisista felsisistä-mafisista vulkaanisista ja sedimenttisistä kivistä ja sen iäksi on määritetty 2846 ± 3 miljoonaa vuotta (Lehtonen ym. 2016). Nuolikankaan muodostuman päälle on kerrostunut Mäkisensuon muodostuma, jonka päälle on kerrostunut Pahakankaan tholeiittisia basalttilaavapatjoja. Nuorin vulkaanisia kiviä sisältävä muodostuma on komatiiteista eli korkean lämpötilan ja MgO-pitoisuuden laavakivistä, komatiittista basalteista ja Cr-basalteista koostuva Siivikon muodostuma, johon ekskursio-kohteena ollut Kellojärven ultramafinen kompleksi myös kuuluu. Lisätietoa alueen stratigrafiasta eli kivilajiseurannosta löytyy tämän artikkelin verkkoversion liitteestä (Halkoaho 2022).

Ontojärven länsipuoli, agglomeraatti

Toisen päivän ensimmäisessä kohteessa nähtiin felsinen-intermediäärinen agglomeraatti, jonka voi ikänsä (2799 ± 5 miljoonaa vuotta) puolesta lukea edellä mainittuun Mäkisensuon muodostumaan.

Pahakangas-Siivikkovaara-Kellojärven alueet kohteet

Suurin osa toisen päivän kohteista sijaitsi Kuhmon Kellojärven itäpuolella. Kohteissa tarkastelimme rautamuodostumia ja erilaisia laavakiviä. Tutustuimme myös näissä nähtäviin rakenteisiin ja tekstuureihin. Näimme esimerkiksi laavakivissä tyynylaavarakenteita (kuva 4) sekä laavakiven ja raitaisen rautamuodostuman välisen kontaktin (nk. Pahakankaan muodostuma) (kuva 5).

Tutkimme myös mielenkiintoista oliviini-spinifex-tekstuuria komatiittisessa, eli korkean

lämpötilan ja korkean MgO-pitoisuuden laavapatjassa. Tällainen tekstuuri muodostuu kohtalaisen ylijäähtyneisyysasteen alaisuudessa, laavavirran pintaosassa. Eräällä alueen paljastumalla havaittiin myös linssimäinen serpentiniitti, jonka ajatellaan edustavan arkeoisen komatiittilaavajoen pohjalle kasautunutta materiaalia.

Lisäksi tutustuimme useampaan kohteeseen, jotka edustavat Siivikon muodostuman stratigrafiassa siirtymävaihetta, jossa komatiittinen vulkanismi vähenee ja komatiittisen basalttivulkanismin aste kasvaa. Eräällä kohteella nähtiin paljastuma, jossa samassa vulkaanisessa vaiheessa purkautuneet komatiittiset laavakerrokset ja komatiittiset basalttilaavakerrokset vuorottelevat. Näimme myös magnesiumipitoisten komatiittisten basalttien tyynylaavarakenteita sekä vulkaanisia breksioita.

Tutkimme myös korkean kromipitoisuuden basalttia Mäkisensuon alueella. Tällaisen kemiallisen koostumuksen omaava basaltti on hyvin harvinaislaatuista ja sitä tavataan esimerkiksi Kuussa (Halkoaho 2022 ja sen lähteet). Tämän perin ”eksoottisen” kohteen jälkeen vierailimme muutamalla Kellojärven ultramafisen kompleksin paljastumakohteella.

Ekskursion jälkeen pannukakkukahvit nautittiin Sorkamon Vuokatissa. Osallistujat olivat tyytyväisiä ekskursion antiin. Parasta näissä tapahtumissa on leppoinen yhdessäolo sekä mielenkiintoiset ja asiantuntevat keskustelut geologisista teorioista. Halkoahon (2022) ja Kärenlammen (2022) kirjoittamien ekskursio-oppaiden myötä osallistujat saivat ajankohtaista ja parasta saatavilla olevaa tiedollista tietoa alueen geologiasta. Kainuun kallioperästä kiinnostuneiden kannattaakin syventyä näiden teosten antiin: molemmat julkaistaan tämän artikkelin verkkoversion ohessa SGS:n nettisivuilla. Nämä teokset sisältävät myös runsaasti tekstiä tukevia valokuvia eri kohteista – näissä on nähtävissä Kainuun kallioperän tekstuurien sekä rakenteiden ainutlaatuisuuksia.

Uusia tuttavuuksia syntyi ja vanhoja vah-



Kuva 5. Ekskursiolaiset tarkastelemassa Pahakankaan muodostuman laavakiven ja raitaisen rautamuodostuman välistä kontaktia. Kuva: Sari Romppanen.

Figure 5. Participants of the excursion exploring the contact of the Pahakangas formation lava rock and banded iron formation. Photo: Sari Romppanen.

vistettiin. Tällaiselle yhteisölliselle tilaisuudelle oli tarvetta muutaman hiljaisen koronapandemiavuoden jälkeen, jolloin erilaisten tapahtumien järjestäminen on ollut haasteellista. Vaapaamuotoisissa illallispuheissa keskustelimme mahdollisista uusista ekskursiokohteista.

FT OLLI-PEKKA SIIRA
(olli-pekka.siira@helsinki.fi)

FT SARI ROMPPANEN
(sari.marianne.romppanen@gmail.com)

Olli-Pekka Siira on SGS:n sihteeri ja osallistui ekskursiolle sekä sen organisointiin. Sari Romppanen on Geologin päätoimittaja ja osallistui ekskursiolle.

Summary

Excursion of the Geological Society of Finland to geological sites in Kainuu region

Twelve geology enthusiasts found their way to the Autumn 2022 excursion organized by the Geological Society of Finland. The excursion destinations were the geological sites of the

Kainuu region: the Otanmäki mining area, and the Kuhmo greenstone belt area.

On the first excursion day we got acquainted with the geological setting and mining history of the Otanmäki mine. The mining activities were carried out from 1953 to 1985. The Otanmäki mine was the most important vanadium source in Finland at that time.

On the second excursion day, the group headed to the geological sites of the Kuhmo greenstone belt. The Kuhmo greenstone belt is a middle part of the Suomussalmi-Kuhmo-Tipasa järvi greenstone belt complex and formed during the Archean Eon 2.5 Ga ago. We familiarized ourselves with the geology of Ontojärvi and Pahakangas-Siivikkovaara-Kellojärvi area with the guidance of Associate Professor Tapio Halkoaho.

For further readings, please check the excursion guides (Kärenlampi 2022; Halkoaho 2022).

Lähdeluettelo

- Halkoaho, T., Suomen Geologisen Seuran syyskursio Kainuun geologisille kohteille 23.–24.9.2022. Toinen päivä: Kuhmon vihreäkivivyöhyke. 33 s. <https://www.geologinenseura.fi/fi/geologi-lehti/1-2023>
- Kärenlampi, K., 2021. Petrogenesis of Paleoproterozoic A1-type felsic to intermediate igneous rocks and co-genetic REE-HFSE mineralization in central Finland, Fennoscandian Shield: Evidence from whole-rock geochemistry, Sm-Nd and U-Pb isotope data and thermodynamic modelling. *Res Terrae, Series A*, No. 41. Oulun yliopisto, 80 s.
- Kärenlampi, K., 2022. Otanmäki Excursion Guidebook. 32 s. <https://www.geologinenseura.fi/fi/geologi-lehti/1-2023>
- Lehtonen, E., Heilimo, E., Halkoaho, T., Käpyaho, A. & Hölttä, P., 2016. U-Pb geochronology of Archean volcanic-sedimentary sequences in the Kuhmo greenstone belt, Karelia Province – Multiphase volcanism from Meso- to Neoarchean and a Neoarchean depositional basin? *Precambrian Research* 275, 48–69.
- Mäkisalo, A., 2019. Geological characterization of anorthositic rocks in the Otanmäki intrusion, central Finland: constraints on magma evolution and Fe-Ti-V oxide ore genesis. *Pro gradu -tutkielma*. Oulun yliopisto, Oulu, 128 s.
- Otanmäen kyläyhdistys, 2022. Otanmäki syntyi kaivoksen ympärille. <https://www.otanmakikylayhdistys.fi/444829592> [25.9.2022]
- Otanmäki Mine Oy, 2022. Kaivostoiminta. <https://www.otanmaki.fi/> [6.1.2023]