

Lounais-Suomen kultaesiintymät

PASI EILU, SARI GRÖNHOLM, NIILLO KÄRKKÄINEN

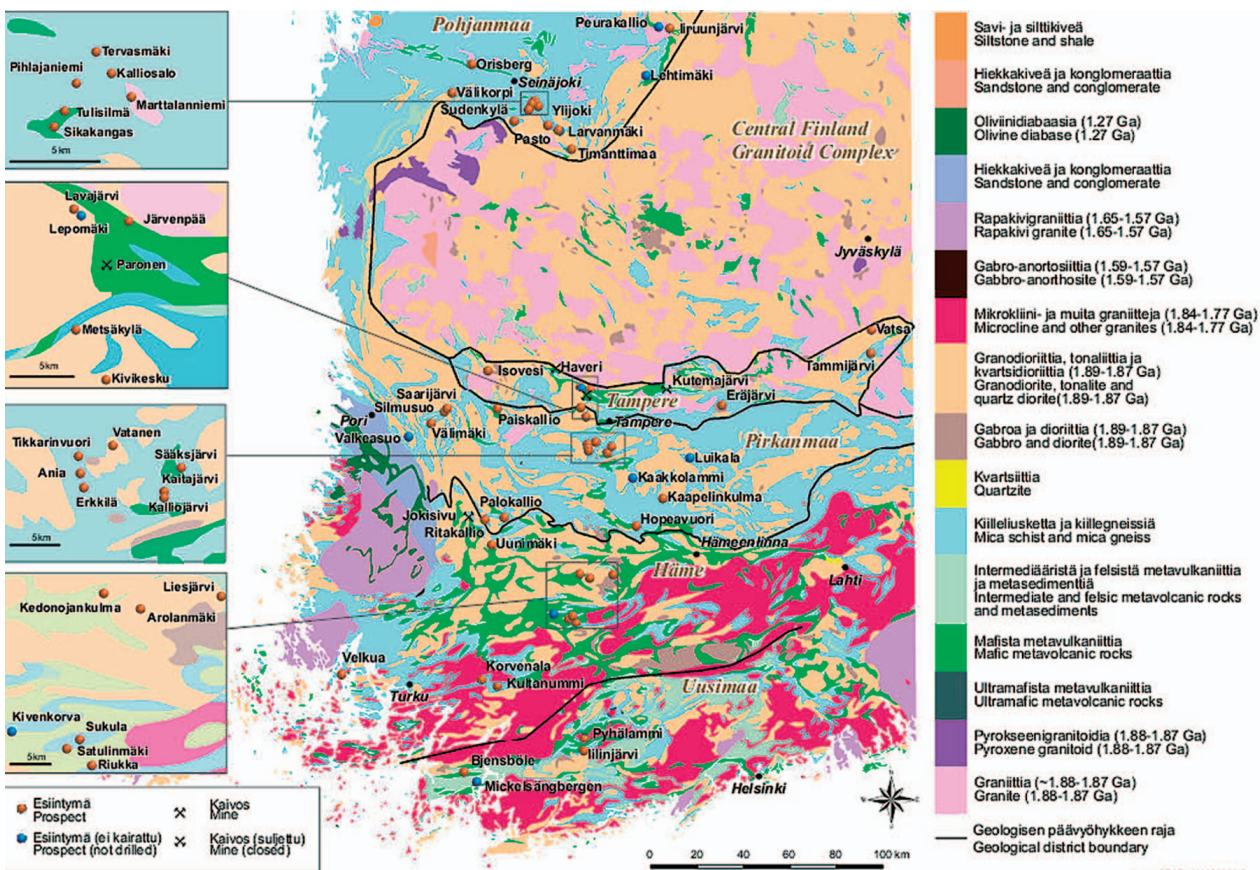
Kaksi toimivaa (Orivesi ja Jokisivu) ja yksi suljettu kaivos (Haveri) sekä kymmenet kairatut esiintymät ja muut malmiviitteet osoittavat Lounais-Suomen merkittävän kultapotentialin (Kuva 1). Geneettinen tyyppi vaihtelee melko lailla: FINGOLDissa (Eilu ja Pankka 2009) ja tarkemmin GTK:n Special Paper 52:ssa (Grönholm ja Kärkkäinen 2012) esitetään alueella olevan ainakin orogeenisiä, epitermisiä, porfyry- ja muita granitoideihin liittyviä sekä VMS-tyyppisiä kultaesiintymiä. Näin laaja geneettinen kirjo jo itsessään viittaa kalliope-
rän varsin monimuotoiseen evoluutioon. Äskettäinen englanninkielinen GTK:n Special Paper 52 -julkaisu sai meidät kirjoittamaan myös tämän suomenkielisen koosteen näkemysistämme kullan metallogeniasta Lounais-Suomessa.

Lounais-Suomen geologinen kehitys

Lounais-Suomen kalliope-
rä koostuu seuraavista pääalueista: Uusimaa, Häme, Pirkanmaa, Tampere, eteläosa Pohjanmaan suprakrustisesta vyöhykkeestä ja Keski-Suomen graniittikompleksin lounaisnurkka (Kuva 1). Alueen kivet ovat pääosin syntyneet, metamorfoituneet ja deformatuneet aikavälillä 1,9–1,8 Ga, eli svekofennisen orogeenian päävaiheiden ai-

kana (Lahtinen et al. 2005, 2008, Kähkönen 2005, Nironen 2005).

Vanhimmat varmat, alueen laattatektoniseen kehitykseen liittyvät iät liittyvät mikromannerten törmäykseen toistensa ja kauempana koillisessa olleen arkeaisen kratonin kanssa. Tällöin (1,91–1,89 Ga) tapahtui Tampereen magmaattisen kaaren ja Pirkanmaan ka-
saumakompleksin yhdessä muodostaman kokonaisuuden subduktoituminen pohjoiseen, mikromantereeseen alle. Tätä pohjoista mikromannerta edustaa nykyinen Keski-Suomen graniittikompleksi. Lähes saman aikaisesti, 1,90–1,87 Ga, Tampere–Pirkanmaa-kokonaisuus subduktoitui myös etelään, Bergslagenin mikromantereeseen, eli Hämeen ja Uudenmaan jaksojen alle. Pohjoinen subduktio päättyi noin 1,89 Ga. Sitä seurasi alueellisen deformaation ja metamorfoosin ensimmäinen päävaihe aikavälillä 1,89–1,87 Ga. Tämän jälkeen seurasi orogeenian osittainen romahdus ja sitten, aikavälillä 1,84–1,79 Ga, korkean lämpötilan metamorfoosi, transpressionaalinen deformaatio ja laajamittainen magmatismi. Tämä svekofennisen orogeenian toinen päävaihe liittyi manner-manner törmäykseen kaakossa 1,84–1,82 Ga ja lännessä 1,82–1,80 Ga. Nämä mannertörmäykset tapahtuivat kauempana, mutta vaikuttivat silti voimakkaasti lounaisen Suomen kalliope-
rään. Ajanjakson 1,84–1,79



Kuva 1. Lounais-Suomen kallioperä ja tunnetut kultaesiintymät. Kallioperä perustuu GTK:n kallioperätetokantaan, kultaesiintymät Eilu ja Pankka (2009) sekä GTK:n viime aikojen malmitutkimuksen tuottaman informaation mukaan. Hämeen ja Pirkanmaan vyöhykkeiden välinen raja perustuu Sipilä et al. (2011) määrittelyyn. Huomaa, että erityisesti Hämeen ja Uudenmaan vyöhykkeiden välisen rajan sijainti on epävarma.

Figure 1. Geology of southwestern Finland and gold deposits and occurrences detected in the area. Geology from GTK digital bedrock database, gold occurrences after Eilu and Pankka (2009) and recent exploration by GTK (Kärkkäinen et al. 2003, Kärkkäinen 2007, and unpublished GTK data). The boundary between Häme and Pirkanmaa belts is based on Sipilä et al. (2011). Note that the boundary between the Häme and Uusimaa domains is poorly known.

Ga kehitys eteläisessä Suomessa (ja Keski-Ruotsissa) voidaan osin selittää myös etelään vetäytyvän, Andien-tyyppisen, aktiivin mannerreunan prosessein. Alueen aktiivi orogeeninen kehitys joka tapauksessa päättyi 1,79 Ga mennessä. (Kilpeläinen 1998, Kähkönen 2005, Lahtinen et al. 2005, 2008)

Lounais-Suomen kultaesiintymätyypit ja niiden suhde kuoren kehitykseen

Seuraavat esiintymätyypit on tunnistettu tai ainakin niiden on epäilty esiintyvän Lounais-Suomessa: 1) Au-VMS, 2) epiterminen kulta,

3) porfyry- ja muut granitoideihin liittyvät syngeneettiset tyypit, 4) orogeeninen kulta. Nämä kuvataan alla vain lyhyesti. Tarkempia esiintymäkuvauksia on mm. julkaisuissa Eilu ja Pankka (2009) sekä Grönholm ja Kärkkäinen (2012).

Kaikki Lounais-Suomen kultaesiintymien isäntäkivet ovat iältään 1,9–1,8 Ga. Osa malmitumisesta näyttää olevan syngeneettistä, osa taas isäntäkiviä ja varhaisinta deformaatiota myöhempää, mutta kaikkialla se edeltää 1.79 Ga: nuorempia hauraita deformaatiovaiheita (mm. Väisänen et al. 2002, Lahtinen et al. 2005, 2008, Kärkkäinen 2007, Eilu ja Pankka 2009, Saalman et al. 2009, 2010). Tämä osoittaa malmitumisen liittyvän alueen orogeenisen kehityksen eri vaiheisiin ja globaalisti erääseen kaikkein merkittävimmistä mantereisen kuoren kasvun vaiheista (vrt. Goldfarb et al. 2001).

Lounais-Suomen kultaesiintymistä on tehty vain muutama radiometrinen ikämääritys, joten niiden iät joutuu päättelemään epäsuorasti, pääosin paikallisten rakennetulkintojen perusteella. VMS- ja epitermisen tyypin esiintymät syntyivät todennäköisesti 1,905–1,889 Ga Tampereen jaksolla ja noin 1.89 Ga Uudenmaan jaksolla, aktiivin subduktiovyöhykkeen yläpuolella (Väisänen et al. 2002, Skyttä et al. 2005, Kähkönen 2005, Väisänen ja Kirkland 2008). Kaikki tällaiset esiintymät ovat siten metamorfoituneet muodostumisensa jälkeen. Tampereen jaksolla VMS:a todennäköisesti syntyi merenalaisen mafisen vulkanismin yhteydessä reuna-allasympäristöön (*marginal basin*; Kähkönen ja Nironen 1994). Uudenmaan jakson VMS:t ja molempien jaksojen epitermiset esiintymät liittynevät bimodaaliseen merenalaaniseen (VMS:t) ja ilmanalaiseen (epitermiset) vulkanismiin. Jos myös Hämeen vyöhykkeellä on epitermisiä esiintymiä, ne liittyvät kiinteästi alueen synvulkaniseen evoluutioon ehkä ajanjaksolla 1,89–1,88 Ga. Grani-

toideihin liittyvä syngeneettinen malmituminen, sikäli kuin sitä alueella on, tapahtui samassa tektonisessa ympäristössä ja suunnilleen samaan aikaan kuin epiterminen malmituminen. Orogeniset kultaesiintymät ovat määritelmän mukaisesti syntyneet orogeenisten fluidien tuotteena ajallisesti lähellä alueellisen deformaation huippuvaihetta, kompressiivisen tai transpressiivisen deformaation vallitessa, litosfäärilaattojen törmätessä toisiinsa (Goldfarb et al. 2001, Groves et al. 2003). Tämä tektonisen ympäristön määritelmä antaa kaksi mahdollista vaihetta orogeenisten kultaesiintymien synnylle Lounais-Suomessa: 1,89–1,87 Ga ja 1,84–1,80 Ga.

Au-VMS ja epiterminen kulta

VMS-tyypin perusmetalliesiintymiä on Uudenmaan vyöhykkeen länsiosissa sekä Hämeen ja Tampereen vyöhykkeillä. Kuten yleensä VMS-esiintymissä, on lähes kaikissa tunnetuissa Lounais-Suomenkin kohteissa 0,1–1 ppm kultaa (mm. Latvalahti 1979). Niissä kulta on siten vain mahdollinen sivutuote. Tästä yleissäännöstä tunnetaan eteläisessä Suomessa kaksi poikkeusta: Haveri Tampereen vyöhykkeellä ja Iilijärvi Uudenmaan vyöhykkeellä. Haveri on todennäköisesti metamorfoosin aikana osin remobilisoitunut malmitutuma, joka on alun perin syntynyt VMS-systeemin syvemmissä osissa (mm. Mäkelä 1980, Eilu 2012).

Iilijärvi on joko tavallista runsaammin kultaa sisältävä VMS-esiintymä tai epiterminen esiintymä, joka liittyy läheisesti Orijärven-Aijalan alueen VMS-esiintymiin (Mäkelä 1989, Eilu 2007). Iilijärven arvometalliseurue on Ag-Au-Cu-Pb-Zn, ja se on vyöhykkeellinen siten, että kultavaltaiset osat ovat hieman erillään hopea-perusmetalliosista (Mäkelä 1989). Kultavaltaisen osan vallitseva harmeiseurue on kvartsi-andalusiitti-muskoviitti (Isomäki 1988), mikä viittaa happamiin malmi-

liuoksiin, jotka ovat tyypillisiä epitermisessä ympäristössä (Hedenquist et al. 1996). On toki huomattava, että happamia malmiliuoksia esiintyy myös VMS-systeemeissä (mm. Huston 2000).

Myös muutamat muut läntisen Uudenmaan sekä läntisimmän Hämeen vyöhykkeen kultaesiintymät ovat runsaasti serisiittiä ja/tai Al-silikaatteja sisältävissä kivissä (Eilu 2007). Näitä ei kuitenkaan ole tutkittu riittävästi esiintymän geneettisen tyyppin selvittämiseksi varmuudella. Tällaisia kohteita ovat mm. Stenmo, Kultanummi, Velkua, Satulinmäki ja Riukka. Kahdella viimeksi mainitulla on runsaasti K-kiiltettä harmeessa, mutta niiden rakenteet ja kivistä tehdyt radiometriset ajoitukset viittaavat vahvasti siihen, että esiintymät ovat tyypiltään orogeenisia (Saalman et al. 2009, 2010). Kultanummen sijoittaminen epitermiseen tyyppiin perustuu ennen kaikkea esiintymän sijoittumiseen sillimaniittivaltaiseen gneissiin (Grönholm et al. 2005, 2012). Runsaat sillimaniitti taas viittaa voimakkaaseen argilliseen muuttumiseen ennen metamorfoosia – tilanne olisi siis samanlainen kuin Enäsenin malmissa Keski-Ruotsissa (Hallberg 1994).

Kaikkein ilmeisin ja eniten tutkittu epiterminen kultaesiintymä Suomessa on Kute-majärvi (Oriveden kaivos) Tampereen liuskejaksolla. Likimain kaikki sieltä raportoidut mineralogiset, geokemialliset ja rakennepiirteet (Luukkonen 1994, Poutiainen ja Grönholm 1996, Kojonen et al. 1999, Talikka ja Mänttari 2005) osoittavat premetamorfista muuttumista ja malmitumista ilman mitään merkittävää myöhempää kultalisää. Esiintymää luonnehtii erittäin voimakas pääalkuaineiden uuttuminen, jolloin jäljelle jäänyt materiaali on alueellismetamorfoosissa muodostunut kvartsi- ja kvartsi-andalusiitti-pyrofyl-liittikiveksi. Fosfaatteja ja fluorimineraaleja (mm. topaasia ja lazuliittia) esiintyy paikoin

harmeena ja muuttumiskehällä. Karbonaattiumista, kalimetasomatoosia tai kultapitoisia kvartsijuonia ei ole havaittu. Nämä kaikki piirteet sopivat parhaiten Hedenquistin ja muiden (1996) määrittämään *high-sulfidation* -tyypin epitermiseen malminmuodostukseen. Järvenpään Au-Ag-Cu-Zn -esiintymä 30 km länteen Kutemasta on likimain samassa stratigrafisessa asemassa ja pääosin omaa samanlaisia muuttumis- ja malmitumispiirteitä kuin jälkimmäinen (Luukkonen 1994, Dragon Mining 2005).

Granitoideihin liittyvä kulta

Lavajärvi, Lepomäki, Valkeasuo ja Tammijärvi Tampereen liuskejaksolla sekä Arolanmäki, Liesjärvi ja Kedonojankulma Hämeen jaksolla omaavat useita piirteitä, jotka asettavat ne geneettisesti granitoideihin liittyvien kultaesiintymien laajaan luokkaan. Tämä luokka sisältää esiintymät, jotka ovat syntyneet koko lailla suoraan granitoidiperäisistä fluideista ja esiintymät ovat aina joko granitoideissa tai niiden välittömässä läheisyydessä (Sillitoe 2010). Tämän kaltaisten Tampereen ja Hämeen jaksoilla havaittujen esiintymien tyypillisiä piirteitä ovat (Kokkola 1986, Luukkonen 1994, Kärkkäinen et al. 2003, Kärkkäinen 2007, Tiainen et al. 2012): korkea Cu-pitoisuus, piroitteinen malmituma, varhaiset kvartsijuoniverkostot, turmaliinia harmeessa, ja pääisäntäkivenä on granodioriitti tai synorogeeninen granitoidi on esiintymän välittömässä läheisyydessä. On kuitenkin huomattava, että yhtäkään näistä esiintymistä ei ole tutkittu niin tarkkaan, että voisi olla varma esiintymän geneettisestä tyyppistä. Edellä mainituista nykytiedolla ehkä Kedonojankulma varmimmin omaa porfyryityypin malmin piirteet (Tiainen et al. 2012). On siis täysin mahdollista että jotkut edellä mainituista tarkempien töiden perusteella sijoitetaankin orogeeniseen luok-

kaan, ja että niiden läheinen suhde intruusi-oihin johtuukin kallioperän paikallisesta rakenteesta jonkin päädeformaatiovaiheen aikana.

Orogeeninen kulta

Orogeenisia kultaesiintymiä näyttää olevan kaikilla Lounais-Suomen geologisilla suuralu-eilla (Eilu ja Pankka 2009, Grönholm ja Kärkkäinen 2012). Ilmeisesti kaikki Pirkanmaan ja Etelä-Pohjanmaan esiintymät ja ehkä suurin osa Hämeen esiintymistä sijoittuvat tähän geneettiseen pääluokkaan. Uudenmaan ja Tampereen jaksoilla orogeeniset esiintymät näyttäisivät olevan vähemmistönä.

Kaikki Lounais-Suomen orogeeniset kultaesiintymät ovat amfiboliittifasieksen kivissä, ja niillä on selkeä rakenteellinen kontrolli: ne ovat toisen ja kolmannen asteen hirttovyöhykkeissä sijoittuen paikallisesti kaikkein kompetentimpaan kivilajiyksikköön (mm. Rosenberg 1997, Ojala 2003, Vuori et al. 2005). Niiden ainoa arvometalli on kulta, ja päämalmimineraaleina ovat, alenevassa paljousjärjestyksessä, magneettikiisu, arseenikiisu, rikkikiisu ja löllingiitti. Kulta esiintyy metallisena, yleensä vapaana harmeessa ja sulfidien seurassa, sekä kvartsijuonissa että muuttuneessa isäntäkivessä. Osa Seinäjoen seudun esiintymistä muodostaa poikkeuksen näistä piirteistä, sillä niissä myös Sb on potentiaalinen arvometalli ja niissä on merkittäviä määriä metallista antimonia ja stibniittiä (mm. Tyni 1983, Appelqvist 1993).

Rakennetutkimukset osoittavat Lounais-Suomen orogeenisten kultaesiintymien syntyneen deformaation huippuvaiheen aikana, siis paljon myöhemmin kuin itse isäntäkivet syntyivät (Rosenberg 1997, Ojala 2003). Myös radiometriset iänmääritykset tukevat tätä malmiutumisen ikää (Saalman et al. 2009, 2010), ja viittaavat malmiutumiseen svekofennisen orogeenian jälkimmäisessä päävaiheessa 1,84–

1,80 Ga, eli manner-manner -törmäysvaiheessa ainakin niillä harvoilla kohteilla, joilla malmiutumista on radiometrisesti iätetty.

Yhteenveto

Lounaisen Suomen kallioperä koostuu pääosin 1,9–1,8 Ga ikäisistä kivistä. Nämä ovat syntyneet monivaiheisen svekofennisen orogeenian tuotteina mikromannerten, magmaattisten kaarien ja mannerten törmätessä toisiinsa ja osin subduktoituessa toistensa alle. Jo tehdystä tutkimuksesta huolimatta on vielä paljon työtä edessä ennen kuin alueen kultaesiintymien geneettiset tyypit on vakuuttavasti selvitetty. Nykytiedon perusteella voi kuitenkin jo todeta, että Lounais-Suomen litosfäärin monivaiheinen evoluutio on tuottanut alueelle useita geneettisiä kultaesiintymätyyppejä (Grönholm ja Kärkkäinen 2012):

1 Yleisin tyyppi on orogeeninen kulta, johon luokkaan sijoittuvia esiintymiä on ilmeisesti kaikilla Lounais-Suomen geologisilla pääalueilla.

2 Todisteet epitermisistä malmitumisprosesseista ovat kaikkein vahvimmat Tampereen ja Uudenmaan jaksoilla. Muilla pääalueilla viitteet epitermiseen malmiutumiseen ovat huomattavasti heikompia, tai niitä ei ole havaittu ollenkaan.

3 Haverin Cu-Au -esiintymä on todennäköisimmin VMS-tyyppiä. Haveri on metamorfoitunut ja deformatunut ja kulta paikallisesti remobiloitunut. Orogeenisen kultamalmitutuman päällepainamaa ei siellä voi aivan täysin hylätä, mutta epätodennäköiseltä sellainen nyt vaikuttaa. Useimmat runsaammin kultaa sisältävät esiintymät Uudenmaan jaksolla (mm. Ilijärvi ja Stenmo) sijoittunevat epitermiseen ja/tai VMS-luokkiin.

4 Hämeen vyöhykkeeltä on uusia, melko vahvojakin viitteitä porfyrytyypin Au-Cu malmitumuksesta. Siksi vähän Hämeen esiintymiä on vielä tutkittu, että synorogeenisissa granitoideissa olevien esiintymien geneettiset tyypit eivät ole varmoja. *High-sulphidation* -tyypin epitermiset esiintymät viittaavat siihen, että myös Tampereen jaksolla saattaa olla porfyrytyypin kulta-kuparimalmeja.

Kiitokset ja lisätietoja

Tämä yleiskatsaus perustuu kymmenien malmitutkijoiden työhön Lounais-Suomessa viime vuosikymmenten aikana. Erikseen kiitämme Kirsti Keskiäarta, joka piirsi kuvan 1. Kuvan 1 mukaisten esiintymien tarkemmat tiedot ovat saatavilla taulukkomuodossa Geologi 6/2012 verkkojulkaisun yhteydessä (www.geologinenseura.fi/geologi-lehti).

Kirjallisuus

- Appelqvist, H. 1993. Ore mineralogy in the Proterozoic Kalliosalo gold occurrence, western Finland, with preliminary data on an unspecified mineral, $\text{Ag}_3\text{Au}_3\text{Sb}_{10}\text{S}_{10}$. Geological Survey of Finland, Special Paper 18:37–44.
- Dragon Mining 2005. Annual Report 2004. Perth. 80 s. Available at: www.dragon-mining.com.au
- Eilu, P. 2007. FINGOLD: Brief descriptions of all drilling-indicated gold occurrences in Finland – the 2007 data. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 166, 35 s.
- Eilu, P. 2012. Haveri copper-gold deposit: genetic considerations. Geological Survey of Finland, Special Paper 52:255–266.
- Eilu, P. ja Pankka, H. 2009. FINGOLD – A public database on gold deposits in Finland. Version 1.0. Geological Survey of Finland. Digitaaliset tietotuotteet 4. Optical disc (CD-ROM). <http://en.gtk.fi/GeoInfo/Data-Products/latest/metadata/fingold.html>
- Goldfarb, R.J., Groves, D.I. ja Gardoll, S. 2001. Orogenic gold and geologic time: a global synthesis. *Ore Geology Reviews* 18:1–75.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Robert, F. ja Hart, C.J.R. 2003. Gold deposits in metamorphic belts: overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance. *Economic Geology* 98:1–30.
- Grönholm, S. ja Kärkkäinen, N. (toim.) 2012. Gold in Southern Finland: Results of GTK studies 1998–2011. Geological Survey of Finland, Special Paper 52, 276 s.
- Grönholm S., Kärkkäinen, N. ja Wiik, J. 2005. The Halikko Kultanummi prospect – a new type of gold mineralization in the high-grade gneiss terrain of southwestern Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 38:15–23.
- Grönholm, S., Kärkkäinen, N., Rosenberg, P. ja Airo, M.-L. 2012. Gold at Korvenala, Paimio and Kultanummi, Halikko (Salo), in the high-grade metamorphic terrain of SW-Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 52:101–114.
- Hallberg, A. 1994. The Enäsen gold deposit, central Sweden. 1. A Palaeoproterozoic high-sulphidation epithermal gold mineralization. *Mineralium Deposita* 29:150–162.
- Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A. ja White, N.C. 1996. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics, and exploration. *Resource Geology Special Publication* 1, 16 s.
- Huston, D.L. 2000. Gold in volcanic-hosted massive sulfide deposits: distribution, genesis, and exploration. *SEG Reviews* 13:401–426.
- Isomäki, O.-P. 1988. Ilijärvi – monta yritystä kaivostointaan. In: Lappalainen, V. ja Papunen, H. (toim.) *Tutkimuksia geologian alalta. Annales Universitatis Turkuensis, Sarja C* 68:57–67.
- Kilpeläinen, T. 1998. Evolution and 3D modelling of structural and metamorphic patterns of the Palaeoproterozoic crust in the Tampere–Vammala area, southern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 397, 124 s.
- Kojonen, K., Sorjonen-Ward, P., Saarnio, H. ja Himmi, M. 1999. The early Proterozoic Kutema gold deposit, southern Finland. In: C.J. Stanley et al. (eds) *Mineral Deposits: Processes to Processing. Proceedings of the Fifth Biennial SGA Meeting and 10. IAGOD Quadrennial Symposium, London, 22–25.9.1999*, 177–180.
- Kokkola, M. 1986. Kaivoslain 19 pyk. mukainen tutkimustyöselostus: Tammela, Liesjärvi, Liesjärvi 2, Lunkinjärvi 1-2, Lammasslammi, Puolikkaansuo, Letonpää, kaiv. rek. n:o 4235/1, 4358/2, 4358/3-4, 4366/1, 4639/1, 4358/1. Outokumpu Oy, Raportti 080/2113/MK/94, 3 s.
- Kähkönen, Y. 2005. Svecofennian supracrustal rocks. In: Lehtinen, M., Nurmi, P.A. ja Rämö, O.T. (eds.)

Hipputeoksen uutuuskirjat

ASSER SIITONEN – MALMIMIES

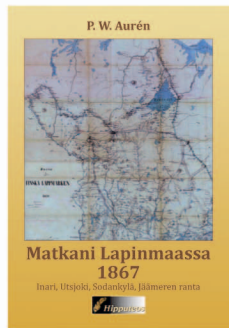


Asser Siitonen oli ansiokas malmikivien löytäjä ja tunti- ja, kullannetsijä ja -kaivaja sekä taiteiden harrastaja. Hänellä oli kyky löytää ja nähdä luonnossa erikoisia kiviä ja luonnonoikkuja. Asserin merkittävin löytö oli vuonna 1963 valtion-palkinnollakin huomioitu mangaanimilohkare Kittilän Porkosen-Pahtavaaran alueelta, josta maan-

mittari P. W. Aurén oli löytänyt sata vuotta aikaisemmin laaja-alaisen rautaesintymän. Malmilöytö muutti Asserin elämän, ja hän palveli vuosikymmeniä eri malmiyltiöitä kymmenissä kohteissa tutkien malmiesintymiä. Kirjasta saa hyvän kuvan 1900-luvun jälkipuoliskon malmitutkimuksista, jotka ovat perustana erälle nykyisille kaivoshankkeille.

Kirjoittaja Jarmo Lahtinen, 112 sivua, hinta 18 €

MATKANI LAPINMAASSA 1867



P. W. Aurén oli maanmittarina Lapissa vuodesta 1853 alkaen. Kirjassa hän kertoo matkastaan vuonna 1867 Rovaniemeltä Altaan sekä Ivalojoen kantalöydösten alkuhistoriaa. Lisäksi kirjassa on tarkkoja kuvauksia Utsjoen, Inarin ja Sodankylän väestöstä ja elinkeinoista 1800-luvulla. Mielenkiintoinen yksityis-

kohta on selostus hänen vierailustaan Lars Levi Læstadiusen luona vuonna 1857.

Suomenkos Leif Rantala, 176 sivua, hinta 22 €

Hipputeos on erikoitunut Lappi- ja kulta-aiheisten kirjojen kustantamiseen. Olemme julkaisseet yli 20 kirjaa. Kirjat on myynnissä kaikissa kirja-kaupoissa sekä nettikaupassamme **www.hipputeos.fi**



Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Elsevier B.V., Amsterdam, 343–406.

Kähkönen, Y. ja Nironen, M. 1994. Supracrustal rocks around the Paleoproterozoic Haveri Au-Cu deposit, southern Finland: evolution from a spreading center to a volcanic arc environment. Geological Survey of Finland, Special Paper 19:141–159.

Kärkkäinen, N. 2007. Hanke 2901003. Etelä- ja Länsi-Suomen kultavarojen kartoitus. Loppuraportti toiminnasta 2002–2007. Geologian tutkimuskeskus, raportti M10.4/2007/10/71, 27 s., 7 liitettä.

Kärkkäinen, N., Lehto, T., Tiainen, M., Jokinen, T., Nironen, M., Peltonen, P. ja Valli, T. 2003. Etelä- ja Länsi-Suomen kaarikompleksi, kullaa ja nikkeliä etsintä vuosina 1999–2002. Geologian tutkimuskeskus, raportti M19/21,12/2003/1/10, 118 s.

Lahtinen, R., Korja, A. ja Nironen, M. 2005. Paleoproterozoic tectonic evolution. In: Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of The Fennoscandian Shield. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 481–531.

Lahtinen, R., Garde, A.A. ja Melezhik, V.A. 2008. Paleoproterozoic evolution of Fennoscandia and Greenland. Episodes 31:20–28.

Latvalahti, U. 1979. Cu-Zn-Pb ores in the Aijala-Orijärvi area, southwestern Finland. Economic Geology 74:1035–1059.

Luukkonen, A. 1994. Main geochemical features, metallogeny and hydrothermal alteration phenomena of certain gold and gold-tin-tungsten prospects in southern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 377, 153 s.

Mäkelä, K. 1980. Geochemistry and origin of Haveri and Kiipu, Proterozoic strata bound volcanogenic gold copper and zinc mineralizations from southwestern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 310, 79 s.

Mäkelä, U. 1989. Geological and geochemical environments of Precambrian sulphide deposits in southwestern Finland. Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. III. Geologica-Geographica 151, 102 s.

Nironen, M. 2005. Proterozoic orogenic granitoid rocks. In: Lehtinen, M., Nurmi, P.A. ja Rämö, O.T. (eds.) Precambrian Geology of Finland – Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Elsevier B.V., Amsterdam, 443–480.

Ojala, V.J. 2003. Satulinmäki Au prospect structural mapping. Geologian tutkimuskeskus, raportti CM19/2024/2003/1/10, 13 s.

Poutiainen, M. ja Grönholm, P. 1996. Hydrothermal fluid evolution of the Palaeoproterozoic Kutemajärvi gold telluride deposit, Southwest Finland. *Economic Geology* 91:1335–1353.

Rosenberg, P. 1997. The Kaapelinkulma gold deposit, Valkeakoski. Geological Survey of Finland, Guide 44:23–25.

Saalmann, K., Mänttari, I., Ruffet, G. ja Whitehouse, M.J. 2009. Age and tectonic framework of structurally controlled Palaeoproterozoic gold mineralization in the Häme belt of southern Finland. *Precambrian Research* 174:53–77.

Saalmann, K., Mänttari, I., Peltonen, P., Whitehouse, M.J., Grönholm, P. ja Talikka, M. 2010. Geochronology and structural relationships of mesothermal gold mineralization in the Palaeoproterozoic Jokisivu prospect, southern Finland. *Geological Magazine* 147:551–569.

Sillitoe, R.S. 2010. Porphyry copper systems. *Economic Geology* 105:3–41.

Sipilä, P., Mattila, J. ja Tiainen, M. 2011. Pirkanmaan vyöhykkeen ja Hämeen vyöhykkeen välinen tertaanirajatulkinta. Geologian tutkimuskeskus, raportti 2/2011, 27 s.

Skyyttä, P., Käpyaho, A. ja Mänttari, I. 2005. Supracrustal rocks in the Kuovila area, southwestern Finland: structural evolution, geochemical characteristics and the age of volcanism. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 77:129–150.

Talikka, M. ja Mänttari, I. 2005. Pukala intrusion, its age and connection to hydrothermal alteration in Orivesi, southwestern Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 77:165–180.

Tiainen, M., Kärkkäinen, N., Lohva, J. Sipilä, P. ja Huhta, P. 2012. Discovery of the Kedonojankulma Cu-Au occurrence, hosted by a Svecofennian porphyritic granitoid in Southern Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 52:73–90.

Tyni, M. 1983. Lausunto Kalliosalon antimoniesiintymän hyväksikäyttömahdollisuuksista. Malmikaivos Oy:n kirje Kauppa- ja teollisuusministeriölle, 3 s.

Väisänen, M. ja Kirkland, C.L. 2008. U-Th-Pb zircon geochronology on igneous rocks in the Toija and Salittu Formations, Orijärvi area, southwestern Finland: constraints on the age of volcanism and metamorphism. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 80:73–87.

Väisänen, M., Mänttari, I. ja Hölttä, P. 2002. Svecofennian magmatic and metamorphic evolution in

southwestern Finland as revealed by U-Pb zircon SIMS geochronology. *Precambrian Research* 116:111–127.

Vuori, S. Kärkkäinen, N., Huhta, P. ja Valjus, T. 2005. Ritakallio gold prospect, Huittinen, SW Finland. Geological Survey of Finland, Report CM06/2112/2005/1/10, 53 s.

Summary:

Metallogeny of gold in SW Finland

The bedrock of southwestern Finland was chiefly formed during the composite Svecofennian orogeny at 1.9–1.8 Ga. The orogeny evolved through accretion and attempted collapse to collisional stages. This complex evolution produced several genetic types of gold mineralisation: 1) The most common type is orogenic gold, which probably occurs in all major supracrustal belts of the region. 2) Metamorphosed epithermal gold is present in the Tampere and, apparently, Uusimaa belts, whereas indications of epithermal mineralisation are less clear or not present in all the other belts. 3) One deposit, Haveri, probably belongs to the Au-rich VMS type; the gold-rich base-metal deposits of the Uusimaa belt may also be of the VMS type, if they are not epithermal. 4) Indications of porphyry and/or other types of granitoid-related Au-Cu mineralisation have been detected in the Häme belt. The presence of high-sulphidation epithermal gold mineralisation in the Tampere belt points towards the possibility of porphyry Cu(-Au) mineralisation also occurring in that area.

Geologian tutkimuskeskus,
PL 96, 02151 Espoo
S-posti: pasi.eilu@gtk.fi