

Kaarestunturin kultakonglomeraateista Suurikuusikon kultaesiintymään – Ilkka Härkösen panos kultageologina

HEIKKI PANKKA, VEIKKO KEINÄNEN JA JORMA VALKAMA

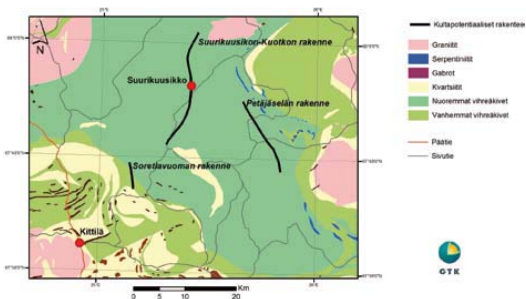
Geologian tutkimuskeskus (silloinen Geologinen tutkimuslaitos) aloitti Keski-Lapin kalliokultatutkimukset Kumputunturi muodostuman konglomeraateista vuonna 1978 geologi Härkösen toimiesä hankkeen vetäjänä. Mielenkiinto nimenomaan konglomeraatteihin heräsi vanhoista näytteistä 1977 tehtyjen kulta-analyyysien kohonneiden pitoisuuksien perusteella. Konglomeraattinäytteet oli kerännyt geologi Veijo Yletyinen eri puolilta Keski-Lappia vuonna 1972. Tutkimukset aloitettiin Kaarestunturista, joka osoittautui kullan suhteen tutkituista kohteista kaikkein potentiaalisimmaksi. Härkönen julkaisi konglomeraattien kulta-tutkimusten tulokset Gold 82-kongressissa Zimbabwen Hararessa 1982 (Härkönen 1984a) sekä konglomeraattitutkimusten loppuraportissa (Härkönen 1984b).

Jo konglomeraattitutkimusten aikana Ilkka pohti kultahippujen lähdeettä ja hänelle syntyi ajatus Kittilän vihreäkiven kvartsikarbonaattisufidijonista upakullan lähteenä. Niinpä hän GTK:n Malmiosaston kokouksessa Seinäjoella 1985 esitti ajatuksen Keski-Lapin vihreäkiviyöhykkeen kulta-potentiaalin selvittämisestä. Hänen tekemänsä tutkimusesitys hyväksyttiin saman vuoden joulukuussa ja päätettiin perustaa Keski-Lapin vihreäkivialueen kultaprojekti vuoden 1986 alusta. Projektin vetäjäksi

asetettiin Ilkka Härkönen ja muina tutkijoina Antero Karvinen vastasi juonimuodostumista, Veikko Keinänen karbonaattisedimenteistä ja muuttumisvyöhykkeistä sekä Pertti Turunen geofysikaalisista mittauksista ja niiden tulkinna.

Keski-Lapista oli pääosin 1970-luvulla koottu linjamoreeninaineisto, jota käytettiin potentiaalisten tutkimusalueiden määrittämisessä. Analyysimäärän vähentämiseksi 1 km² alueelta 10 näytettä yhdistämällä saatiin laajempaa aluetta edustava näyte, josta analysoitiin kullan lisäksi muita tärkeitä indikaatioalkuaineita. Yhdistämällä tämä ns. harvapiste-geokemiallinen aineisto geofysikaaliseen ja geologiseen aineistoon valikoitui neljä ensisijaista tutkimusalueita Kittilän kunnan alueelta. Soretiavuoma, Suurikuusikko ja Kuotko sijoittuvat karkeasti etelä-pohjoisuuntaiseen ruhjerakenteeseen sekä Petäjäselkä, joka on idempänä, samansuuntaiseen rakenteeseen (kuva 1). Soretiavuomassa etsintätyöt oli aloitettu jo aikaisemmin ennen kultaprojektin asettamista, mutta muut olivat neitseellisiä alueita.

Alustavat kenttätyöt aloitettiin geokemiallisilla, geofysikaalisilla ja geologisilla tutkimuksilla kaikilla neljällä alueella alkuvuodesta 1986. Samaan aikaan Kittilä-Pokkatie perusrparannus oli käynnissä Kiistalan kohdalla, jolloin monin paikoin tien oikaisuja ja leikkauksia oli työn alla.



Kuva 1. Yksinkertaistettu Keski-Lapin geologinen kartta ja Keski-Lapin vihreäkivialueen kultaprojektin jatkotutkimuksiin valitsemat kulta-potentiaaliset rakenteet. Kartta: GTK. *Figure 1. A simplified geological map and gold potential structures chosen for the follow-up exploration by the Gold Project of the Central Lapland Greenstone Belt. Map by GTK.*



Kuva 2. Tutkimusavustaja Jorma Valkama (vasemmallalla) sekä geologit Olavi Auranen, Ilkka Härkönen ja Veikko Keinänen Kiistalan maantieleikkauksen kultajuonella. Kuva: Antero Karvinen.

Figure 2. Research assistant Jorma Valkama (front left) and geologists Olavi Auranen, Ilkka Härkönen and Veikko Keinänen at the Kiistala gold vein in the road cut. Photo: Antero Karvinen.

Tutkimusavustajat Pekka Puhakka ja Jorma Valkama kävivät säännöllisesti tarkistamassa mahdolliset esiin tulevat kalliopaljastumat tietyömaalla. Eräällä tällaisella käynnillä Vuomajärven kallioleikkauksesta (kuva 2) paljastui kapea kvartsikarbonaattijuoni, joka sisälsi silmännäkyvää kultaa arseenikiisun, lyijyhohteen ja gersdorffitiin yhteydessä. Kultatasku osoittautui kooltaan pieneksi, mutta vahvasti käsitystä alueen kultaepotentialista, koska se sijaitsee samassa ruhjevyöhykkeessä vajaa neljä km Suurikuusikon kultaesiintymästä lounaaseen. Juonen ympäristössä tehtiin geofysikaalisia mittauksia sekä kalliopintakairautta, mutta löydös jäi ainoaksi eikä kullasta löytynyt merkkiäkään.

Kaikilla valituilla tutkimusalueilla jatkettiin tutkimuksia suunnitelmien mukaan aina luonteeltaan tunnustelemaan syväkairaukseen saakka. Analyysitulosten valmistuttua päätettiin resurssipulan vuoksi luopua tässä vaiheessa Petäjälän jatko-tutkimuksista ja keskittyä Soretiavuomaan, josta oli paikannettu kulta-aihe kalliosta ja Suurikuusikko-Kuotkovyöhykkeeseen, joka geokemiallis-

ten hajaprofilien perusteella osoittautui yhtenäiseksi kulta-anomaliavyöhykkeeksi.

Geokemiallisen näytteenoton ja geofysikaalisten mittausten jälkeen Suurikuusikossa toteutettiin ensimmäinen syväkairausohjelma 1987. Ensimmäisellä reiällä tavattiin grafiittiliuskeesta runsaasti rikki- ja arseenikiisupiroetta sisältävä tektoninen hiebtobreskia. Breksia, jonka kultaipitoisuus kahdeksan metrin matkalla on 6,8 g/t, on voimakkaasti kvartsiutunut ja sisältää tuffi- ja albiittikivimurskaileita. Tässä vaiheessa kairattiin kolme muuta reikää, joissa oli vain anomaalisesti kultaa. Syväkairauksia ja muita etsintätoimenpiteitä Suurikuusikossa ja läheisellä Rouravaaralla jatkettiin vuoden 1989 loppuun. Erillisiä kultamineralisoitumia löytyi useita, mutta huolimatta lävistysten korkeista kultaipitoisuuksista mikroskooppitutkimuksissa ei kultaa näkynyt. Loppuvuodesta tehtiin Suurikuusikosta sen hetkisen kairauksen perusteella alustava mineraalivarantoarvio. Alustavan arvion perusteella kultaesiintymä osoittautui kooltaan pieneksi, hajanaiseksi ja arseenirikkaaksi sekä kultaipitoisuudeltaan heikoksi. Tällöin oli jo aavistus

kullan esiintymisestä refraktorisen eli sulfidien hilaan sitoutuneena. Tästä oli selvänä merkinä huomattavasti korkeammat kultapitoisuudet totaaliuotusanalyseissä. Kairaukset Suurikuusikossa keskeytettiin noin viideksi vuodeksi, koska aihetta pidettiin GTK:ssa rikastusteknisesti hyödyntämiskelvottomana. Tutkimusten pääpaino siirtyi Kuotkoon, jossa kullasta vain pieni osa on refraktorisessa muodossa ja pääosa hippukultana. Geofysiikkaalisia mittauksia ja geokemiallista näytteenottoa laajennettiin myös muualle anomaliavyöhykkeelle. Anomalioiden tarkistuksessa käytettiin POKA-kalustoa kalliopintakairauksessa.

Suurikuusikon seesteisen vaiheen aikana Ilkka Härkönen ei luovuttanut, koska kokonaisliuotusanalyysit osoittivat selvästi ekonomisia kultapitoisuuksia. Karkeiden laskelmien mukaan kullasta noin 70–95 % oli refraktorisessa muodossa. Uusinta-analyysien määrää kokonaisliuotusmenetelmällä lisättiin ja Otaniemen mineraloginen laboratorio alkoi selvittää kullan esiintymistä sulfideissa. Suurikuusikon näytteitä muiden uusien kultaesiintymien ohella lähetettiin Kanadaan, jossa SIMS-laitteistolla tehdyt sulfidianalyysit vah-

vistivat kullan refraktorisen luonteen (Nurmi *et al.* 1992). Omalla tahollaan Ilkka selvitteli kirjallisuushaulla refraktoriselle kullalle soveltuvia rikastusmenetelmiä maailmalta. Etelä-Afrikan kairosekskursiolla hän oli jo tutustunut erikoisiin rikastusmenetelmiin. Rikastus selvityksessä tuli vastaan bakteeriliuotusmenetelmä, josta tosin oli kokemusta pääasiassa trooppisessa ja subtrooppisessa ilmastossa. Kanadasta tosin löytyi kokeiluja Lapin ilmastosta vastaavista olosuhteista.

Mahdollisen käyttökelpoisen rikastusmenetelmän löytyminen ja mineralogiset selvitykset kullan esiintymisestä sekä rikki- että arsenikiisun hilassa ja uusinta-analyysien korkeat kultapitoisuudet vaikuuttivat tutkimusjohdon ja Suurikuusikon kairauksia päästiin jatkamaan vuonna 1995 toiselta kairaus-työmaalta keliolosuhteiden vuoksi vapautuneilla resursseilla. Massiivinen, osin inventointityyppinen syväkairaus toteutettiin useampana ohjelmana vuosina 1995–1997. Edustaviin malmilävistyksiin tehtiin lisäksi viisi RC-reikää rikastusteknisiä näytteitä varten. Loppuvaiheen kairauksissa ja analyyseissä ei ongelmia esiintynyt ja vuoden 1997 jälkipuoliskolla päästiin loppuraportointiin (Härkönen 1997).



Kuva 3. Geologi Ilkka Härkönen geologisena asiantuntijana Suurikuusikon kairaus-työmaalla syksyllä 1998. Tutkimus-oikeudet olivat siirtyneet Riddarhyttanille saman vuoden kesällä. Kuva: Heikki Rissanen, Lapin Kansan arkisto.

Figure 3. Geologist Ilkka Härkönen as a geological expert at the Suurikuusikko drilling site in the autumn 1998. The Riddarhyttan Resources Ab acquired the exploration licence from KTM at the same spring. Photo by Heikki Rissanen, the archives of the Lapin Kansan.

Suurikuusikon tutkittu esiintymäalue oli noin kolme kilometriä pitkä ja jakaantui kahteen mineralisoitumaan: eteläiseen Suurikuusikkoon ja pohjoiseen Rouravaaraan. Ainoastaan Suurikuusikossa oli kairattu riittävästi alustavaa mineraalivarantoarviota varten. Härkönen (1997) jakaa esiintymän kolmeen malmiutumatyypiin. A-tyyppi on vallitsevin, runsaasti kiisupirotetta sisältävä ja läpikotaisin albiittiuunut tuffibreksia, jossa yli 90 % kullasta on sitoutuneena arseeni- ja rikkikiisun hilaan refraktorisena. B-tyyppin malmiutuma on hyvin grafiittirikas, jossa A-tyyppi esiintyy usein murskaleina. Kiisut esiintyvät sekä piroteena että kideagregaatteina. C-tyyppi on mikrokiteinen, arseeni- ja rikkikiisupirotteinen, grafiittipitoinen kvartsikivi. Ympäristön kivet ovat rautarikkaita, tuffi- ja laavasyntyyisiä tholeiitteja, joissa välikerroksina esiintyy grafiittiliuskeita, sertejä ja sulfidisia rautamuodostumia.

Valtausraportissa (Härkönen 1997) esitetyt todennäköiset mineraalivarannot olivat 1 500 000 tonnia keskipitoisuudeltaan 5,9 g/t Au cut-off-arvolla 1,0 g/t. Lisäksi alueella on heikompaa ja hajanaisesti esiintyvää malmiutunutta noin 500 000 tonnia pitoisuudeltaan 4,0 g/t Au. Arvio on laskettu 100 m:n syvyyteen. Laboratoriomittakaavaisissa rikastuskokeissa VTT:llä malmista saatiin vaahdotusrikaste, jonka kultaosaanti on 90 %. BRGM:ssä Ranskassa rikasteella tehdyissä bioliuotuskokeissa kiisutyyppille löytyi soveliaat bakteerikannat ja menetelmät. Parhaimmillaan bioliuotuksella päästiin jopa 95 % kultaosaantiin käyttäen kullan talteenotossa syanidointia. Menetelmäyhdistelmällä päästiin noin 85 % kokonaissaantiin, jota todennäköisesti voidaan parantaa menetelmää kehittämällä. Mineralogisten selvitysten perusteella esiintymän kullasta noin 7 % on niin sanottua vapaata kulta sulkeumina kiisurakissa tai niiden raossa. Noin 22 % kullasta on sitoutunut rikkikiisun ja 71 % arsenikiisun hilaan.

Suurikuusikon kultaesiintymän valtausraportti luovutettiin KTM:lle loppuvuodesta 1997. KTM:n järjestämän tarjouskilpailun perusteella tutkimisoikeudet siirtyivät ruotsalaiselle Riddarhyttan Resources Ab:lle, joka jatkoi heti kairauksia Ilkka Härkösen toimiessa asiantuntijageologina kuolemaansa saakka pääasiassa kairauksia valvoen ja kairareikiä raportoiden (kuva 3). Riddarhyttan vei tutkimuksia tarmokkaasti eteenpäin. Marraskuussa 2005 kanadalainen Agnico-Eagle Mines Ltd hankki omistukseensa aikaisemmin osaksi omistamansa Riddarhyttanin koko osakekannan. Vuoden 2006 kesäkuussa yhtiö teki päätöksen Suuri-

kuusikon kultaikaivoksen avaamisesta ja tuotannon aloittamisesta kesällä 2008. Kaivoksen syntyminen Suurikuusikkoon voidaan suurelta osin lukea Ilkka Härkösen peräänantamattomuuden ja innovatiivisuuden tiliin malminetsintäprojektin loppuun viemisessä.

Summary: From the Kaarestunturi gold bearing conglomerates to the Suurikuusikko gold deposit – Ilkka Härkönen as a gold geologist

Geological Survey of Finland initiated gold exploration in Central Lapland 1978, when a paleoplacer gold project, which investigated conglomerates of the Kumpunturi Formation, started Ilkka Härkönen as a project leader. Gold assays of the Kaarestunturi conglomerate samples had the highest values, up to 5 grams within the 0.5 to 1 m wide sections (Härkönen 1984a,b).

Encouraging results of gold contents in conglomerates turn thoughts to the source rocks of placer gold and the gold project of the Central Lapland Greenstone Belt was initiated at the end of 1985. An interpretation of geological, regional till geochemical and airborne geophysical data was used in the target selection and four structural targets were chosen (Fig. 1). The Soretiauvoma structure was already proven to be gold bearing by a preliminary drilling while The Kuotko-Suurikuusikko and Petäjälkä structures were completely new gold exploration targets. Used exploration methods in all chosen target areas were ground geophysics, till geochemistry, geological mapping and preliminary drilling. In the winter 1986 the construction of the Kittilä-Pokka road was started near the Kiistala village. During a routine road cut checking research assistants discovered visible gold nuggets in an arsenopyrite, gersdorffite and galena bearing quartz-carbonate vein (Fig. 2), which is located in the Kuotko-Suurikuusikko structure some four kilometres south of the Suurikuusikko deposit.

After the preliminary exploration campaign the Petäjälkä area was dropped off and the work was continued in the other targets. The first diamond drilling program in 1987 at Suurikuusikko intersected a pyrite- and arsenopyrite bearing shear breccia, in which the gold content within a eight meters section was 6,8 grams per ton. The drilling continued to the end of 1989. Preliminary reserve estimation indicated that the deposit is small, scattered, and arsenic-rich. Used as-

say methods also indicated too low gold values because of a refractory nature of gold. For these reasons the deposit was considered uneconomic and drilling was suspended for five years.

Exploration continued normally in other targets and Ilkka started using online search to look for a suitable method for processing refractory gold ore. Mineralogical research on the gold in sulphide lattices continued (Nurmi et al. 1992). In addition, more total gold assays were done and these assays clearly indicated that between 70 to 90 % of the gold is refractory. Bacterial leaching methods appeared to be suitable for the release of the refractory gold from the lattices of sulphides. The most of the practical examples were from the tropical or subtropical climates, but some tests had been done in Canada, where the climate is similar to that of Lapland. After this background work a new drilling program at Suurikuusikko started in 1995, and the final exploration report was ready at the end of 1997.

The reported claim area of Suurikuusikko (Härkönen 1997) is about three kilometres long and was divided into the southern Suurikuusikko deposit and the northern Rouravaara occurrence. Only Suurikuusikko was drilled enough for a preliminary ore reserve estimate (1 500 000 tons @ 5,9 g/t). The ore consist of three different types: A-type ore consists of pervasively albited tuff breccia with abundant arsenopyrite and pyrite disseminations; B-type ore is a graphite rich breccia containing various country rock fragments. The sulphides occur as disseminations and as crystal aggregates, and are commonly situated close to A-type. C-type is microcrystalline, graphite rich quartz rock with arsenopyrite and pyrite disseminations. A-type fragments are also typically found within B-type ore. The country rocks are iron-rich tholeiitic volcanics interbedded with graphite schists, cherts and sulphidic iron formations.

Laboratory scale tests show that flotation of the sulphides is easily accomplished. The flotation concentrate yielded around 90 % of the gold observed in the feed. Mineralogically 7 % of gold is free milling gold and 22 % occurs in the lattice of pyrite and 71 % in arsenopyrite. Using bacterial procedures and cyanide dissolution the total recovery was 80–90 % gold.

In 1998, the Finnish Ministry of Trade and Industry sold exploration rights of the Suurikuusikko gold deposit to the Swedish Riddarhyttan Resources Ab after an international tender process. Riddarhyttan continued immediately a diamond drilling

and Ilkka Härkönen worked for the company as an expert geologist (Fig. 3) until his death. In November 2005, the Canadian Agnico-Eagle Mines Ltd acquired the entire capital stock of its partly own Riddarhyttan. In June 2006, the company made a decision to open the Suurikuusikko Mine and start production in the summer 2008. The Suurikuusikko Mine can be attributed in a great part to Ilkka's persistence and ability to solve problems to the successful ending of an exploration project.

Kirjallisuus – References

- Härkönen, I. 1984a. The gold-bearing conglomerates of Kaarestunturi, central Finnish Lapland. Teoksessa: Foster, R. P. (toim.) Gold 82: the geology, geochemistry and genesis of gold deposits, proceedings of the symposium Gold 82, University of Zimbabwe, 24–28 May 1982. Geological Society of Zimbabwe. Special Publication 1:239–247.
- Härkönen, I. 1984b. Tutkimus kullin esiintymisestä Keski-Lapin alaproterotsoisissa, karkeissa, klastisissa sedimenteissä 1978–1983. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3714/-84/1/10, 85 s.
- Härkönen, I. 1997. Tutkimustyöselostus Kittilän kunnassa valtausalueilla Suurikuusikko 2 ja Rouravaara 1–10 (kaivosrekisterinumero 5965/1, 6160/1, 6288/1–6288/9) suoritetuista kultatutkimuksista vuosina 1987–1997. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 06/2743/97/1, 47 s.
- Nurmi, P.A., Johansson, B. ja Kojonen, K. 1992. Kullin esiintymien eräissä Suomen uusissa kultama-
lmiäheissa. Summary: Mineralogical distribution of gold in selected new gold prospects in Finland. Vuoriteollisuus 50(2):70–75.

Heikki Pankka

Geologian tutkimuskeskus
PL 77
96101 Rovaniemi
Heikki.pankka@gtk.fi

Veikko Keinänen

Geologian tutkimuskeskus
PL 77
96101 Rovaniemi
Veikko.keinanen@gtk.fi

Jorma Valkama

Geologian tutkimuskeskus
PL 77
96101 Rovaniemi
Jorma.valkama@gtk.fi