



Tutkimustyöselostus Ranuan kunnassa valtausalueella Nuupas 1 (kaivosrekisterino. 7369/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 2002 - 2006

Tapani Mutanen



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

Tekijät Tapani Mutanen		Raportin laji M06	
		Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi Tutkimustyöselostus Ranuan kunnassa valtausalueella Nuupas 1 (kaivosrekisterino. 7369/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 2002-2006			
Tiivistelmä Kohde liittyy GTK:n hankkeen ”Magmatismi ja malminmuodostus” (hankeno. 290 1000) tutkimuksiin Ranualla. Tutkimuksissa selviteltiin aeromagneettisilla matalalentokartoilla olevia magneettisia anomaliaita geofysikaalisiin maanpintamittauksin ja sydännäytekairauksilla. Nuupas 1-valtauksella on magneettinen anomalia (maksimi n. 10 000 nT), jonka ala on 100 x 160 m. Anomaliamaximin kohdalle tulee selvä positiivinen painovoiman jäännösanomalia (0.2 mGal). Tästä anomaliasta 400 m kaakkoon, valtauksen ulkopuolella, on pienempi magneettinen anomalia (maksimi 4000 nT), jonka ala on n. 60 x 80 m. Anomaliakohteista käytettiin nimeä Pikku-Nuupas. Kohteisiin kairattiin viisi syväkairausreikää (yht. 258.50 m). Valtausalueella olevan anomalian aiheuttaja on ultramafinen piippumainen intruusio (”NW-piippu”), jonka keskiosa koostuu magnetiittipitoisista talkki-karbonaatti-kloriittikivistä ja reunaosat amfiboli-metaperidotiiteista ja plagioklaasipitoisista hornblendiiteista. Valtauksen ulkopuolella kaakossa oleva magneettinen kohde (”SE-piippu”) koostuu magnetiittihornblendiiteista, jotka muistuttavat NW-piipun reunaosia. Molempien piippujen sivukivet ovat dioriitteja. NW-piipun ydinosisen talkki-karbonaatti-kloriittikivi on hyvin Mg-rikas (MgO n. 27 – 30 %) mutta sen Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat ultramafiselle kivelle matalat (50 – 130 ppm Cr, 130 – 220 ppm Ni). Muista geokemiallisista piirteistä päätellen (apatiitin esiintyminen, ultramafiselle kivelle korkea Zr-pitoisuus, LREE-rikastuminen) kyseessä on silikokarbonaatti, hyvin samanlainen kuin Ranuan Rytisuon intruusio. NW-piipun reunaosan hornblendiiteissa esiintyy 7 m:n matkalla Mo-pitoista scheeliittiä (scheeliitti-powelliiitti). Talkki-karbonaatti-kloriittikiven talkin käyttöä tutkitaan.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) malminetsintä, volframi, talkki silikokarbonaatti			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Lapin lääni, Ranua, Nuupas			
Karttalehdet 3524 05			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Valtausraportti		Arkistotunnus M06/3524/2006/6/10	
Kokonaissivumäärä 10 s.	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjois-Suomen yksikkö/Kallioperä ja raaka-aine		Hanketunnus 2901000	
Allekirjoitus/nimen selvennys Tapani Mutanen		Allekirjoitus/nimen selvennys	



GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.

10.10.2006

Authors Tapani Mutanen		Type of report M06	
		Commissioned by GTK	
Title of report Report of exploration on the claim Nuupas 1 in 2002 – 2006 (Mine register no. 7369/1)			
<p>Abstract</p> <p>The target was explored by GTK (project "Magmatism and ore genesis") at Ranua. Exploration consisted of ground geophysical line surveys and diamond core drilling of selected magnetic anomalies on the low altitude aeromagnetic maps. The magnetic anomaly (max. 10 000 nT) has a surface area of 100 by 160 meters. A positive residual gravity anomaly (0.20 mGal) coincides with the magnetic high. Outside the claim, 400 m southeast of the magnetic anomaly is a smaller magnetic anomaly (max. 4000 nT), with an area of about 60 by 80 meters. A common name "Pikku Nuupas" was used for the target anomalies. The five diamond core drill holes (total 258.50 meters) intersected two ultramafic pipe-like intrusion. The core parts of the pipe inside the claim ("NW-pipe") consist of talc-carbonate-chlorite rocks containing disseminated magnetite, the border parts are amphibole metaperidotites and plagioclase-bearing hornblendites. The magnetic pipe in the southeast ("SE-pipe") consists of magnetite hornblendites, similar to the border parts of the bigger pipe. The wall rocks of both pipes are diorites.</p> <p>The talc-carbonate-chlorite rock of the core parts of the NW-pipe is very rich in MgO (ca. 27 – 30 wt.%), but the concentrations of Cr and Ni are low for an ultramafic rock (50 – 130 ppm Cr, 130 – 220 ppm Ni). These, together with other geochemical features (occurrence of apatite, relatively high Zr, LREE enrichment) suggest that the rock is silicocarbonatite, very similar to the Rytisuo intrusion at Ranua.</p> <p>In the hornblenditic border part of the bigger pipe there is a 7 meters intersection containing Mo-bearing scheeliite (scheeliite – powellite).</p> <p>The usability of talc of the talc-carbonate-chlorite rock is being investigated.</p>			
Keywords Exploration, tungsten, talc, silicocarbonatite			
Geographical area Lappi Province, Ranua, Nuupas			
Map sheet 3524 05			
Other information			
Report serial Claim report		Archive code M06/3524/2006/6/10	
Total pages 10 p.	Language Finnish	Price	Confidentiality public
Unit and section Northern Finland Office/Bedrock Geology and Research		Project code 2901000	
Signature/name Tapani Mutanen		Signature/name	



GTK

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

Documentation page

1	JOHDANTO	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tutkimuskohteen sijainti	1
1.3	Alueen yleisgeologia	2
2	MALMITUTKIMUKSET VALTAUKSELLA	3
2.1	Geofysikaaliset mittaukset	3
2.2	Kairaukset	4
2.3	Analyysit	4
3	KIVILAJIT: MINERAALIT JA KEMIALLINEN KOOSTUMUS	7
4	ESIINTYMÄN ARVIOINTI	9
5	VALTAUKSESTA LUOPUMISEN SYYT	9
	KIRJALLISUUSVIITTEET	10
	TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN	10
	LIITTYY-AINEISTO	10

KIRJALLISUUSLUETTELO

KUVATEKSTIT:

Kuva 1.	Valtausalueen Nuupas 1 sijainti.	2
Kuva 2.	Magneettinen väripintakartta; totaalikentän vuon tiheys, mustalla painovoimatulos.	5
Kuva 3.	Väripintakartta; VLF-R näennäinen ominaisvastus, sinisellä vaihekulma.	6

TAULUKKOTEKSTIT:

Taulukko 1.	Valtaus Nuupas 1 (pikku Nuupas), syväkairauksen reikä tiedot	4
Taulukko 2.	Valtaus Nuupas 1 (Pikku Nuupas) syväkairauksen analyysitiedot.	7

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

GTK:n hankkeessa ”Magmatismi ja malminmuodostus” (hankeno. 2901000) selviteltiin Ranual-
la vuosina 1999-2006 pienialaisia magneettisia anomalioita. Kohteissa tehtiin geologista karttoi-
tusta ja lohkare-etsintää, geofysikaalisia maastomittauksia (magneettisia, sähköisiä VLF-R ja
gravimetrisia mittauksia, seismistä kallionpintaluotausta) ja niiden perusteella syväkairauksia.
Anomalioiden aiheuttajat olivat piippumaisia ja juonimaisia magnetiittipitoisia intrusiivisista
magmaakiviä: alkalikiviä, syeniittejä, ferropikriittejä, komatiittisarjan serpentiniittejä ja plagio-
klaasihornblendiiittejä; Tervonkankaan anomalian aiheuttaja on ultraemäksis-emäksinen juoni-
kompleksi. Ultramafiset intruusioiden antavat selvän positiivisen painovoima-anomalian; syeniitit
(Kokalmus) ja egiiriini-albiittikivet (Simontaival) eivät tiheydeltään poikkea sivukivistä.

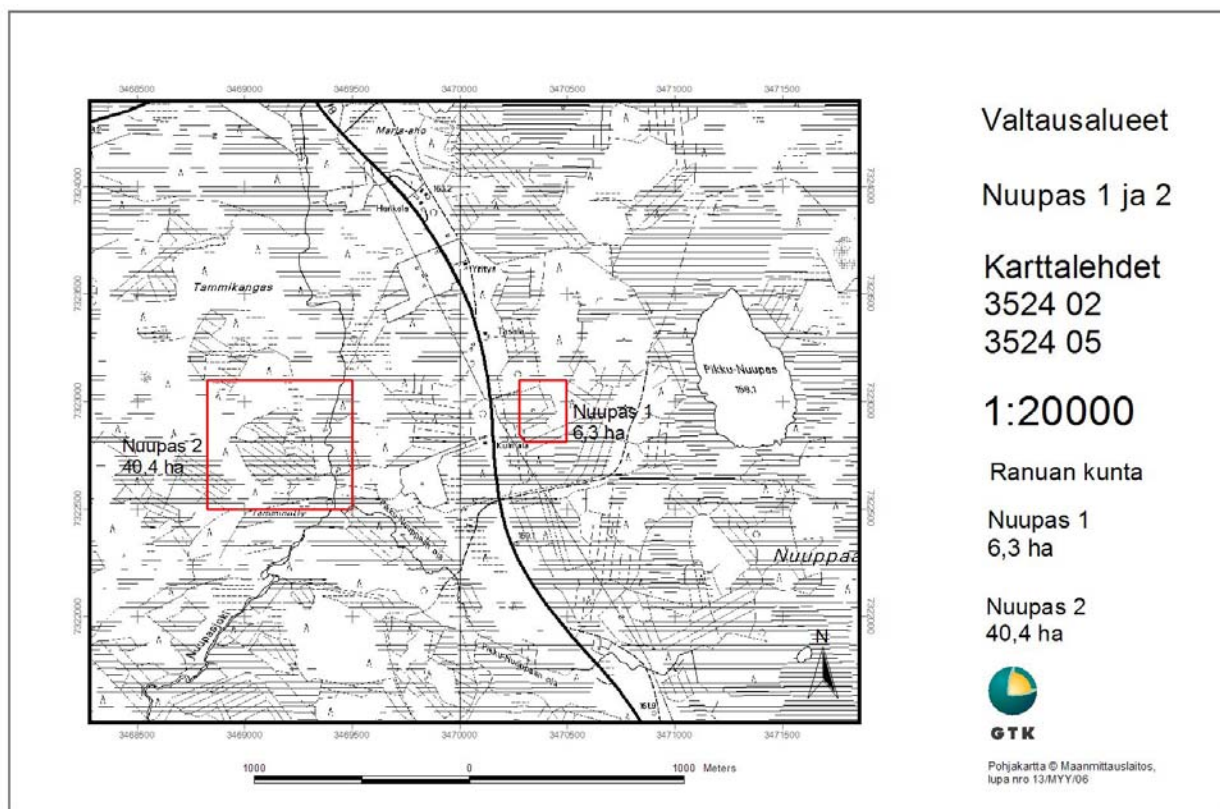
Alkalikivissä ja syeniiteissa oli kohonneina pitoisuuksina Cu, Ag, Nb, Zr ja apatiitti, komatiitti-
sissa serpentiniiteissa Ni, ferropikriiteissa Ni ja Cu, satunnaisesti platinaryhmän metallit (PGE).
Tervonkankaan juonen pyrokseeniittisissä osissa oli anomaalisia PGE-pitoisuuksia.

Tutkimuksista vastasi Tapani Mutanen. Geofyysikoista hankkeessa oli mukana Heikki Salmirine,
Pertti Turunen, Erkki Lanne, Eija Hyvönen ja Eero Sandgren. Tämän raportin kokoamisessa
avustivat Viena Arvola ja Helena Murtovaara. Bo Johanson ja Lassi Pakkanen tekivät mineraali-
en EP-mikroanalyysit. Pentti Kouri teki suuren määrän mineraalien XRD-määrittelyksiä. Hannu
Huhma on tehnyt Sm-Nd-isotooppimäärittelyksiä ja dioriittisten sivukivien zirkonin U-Pb-ikäyksiä.
Kaikki kemialliset analyysit on tehty GTK:n Rovaniemen ja Otaniemen laboratorioissa. Kiillote-
tut ohuthieet on tehty GTK:n Rovaniemen yksikössä (Tauno Mukku, Mauri Kauttio) ja Kuopion
yksikössä (Timo Saarimäki). GTK:n omat geofysiikan ryhmät ovat tehneet maastomittaukset;
Simontaival-kohteessa Astrock Oy teki osan magneettisista ja gravimetrisista mittauksista. Ra-
nuan eri kohteiden kairauksia ovat tehneet Oy Kati Ab (Simontaival), GTK:n GPK-GP:n POKA-
kairaajat (Kuha, Kuukasjärvi, Tervonkangas, Pikku Nuupas, Kokalmus, Sääskilammit, Paha-
kumpu, Luhtajärvi), Suomen Malmi Oy (Rytisuo, Simontaival), Geokeskus Oy (Tammikangas)
ja Arctic Drilling Company Oy (Kuha).

Pikku Nuupas -kohteessa selvitettiin kahta magneettista ”piippua”, joista suurempi ja voimak-
kaampi (”NW-piippu”) sijaitsee valtausalueella. Tämän kohdalla on myös positiivinen paino-
voima-anomalia. Piipun kivet ovat ultramafisia kiviä, hyvin samanlaisia kuin Rytisuon piipussa.
Koostumuksesta päätellen talkki-karbonaattirikkaat kivet ovat muuttuneita silikokarbonaattiitteja.
Valtauksesta 400 m kaakkoon sijaitseva pienempi piippu (”SE-piippu”) koostuu magnetiittipitoi-
sista hornblendiiiteista.

1.2 Tutkimuskohteen sijainti

Nuupas 1 -valtaus sijaitsee Nuupaksen kylässä karttalehdellä 3524 05, 10 km Ranuan liikekes-
kuksesta luoteeseen, 200 m Rovaniemen tien itäpuolella (kuva 1). NW-piipun maasto on hei-
näniittyä. SE-piippu on viljelystien varressa; maasto täällä on metsittyä suota.



Kuva 1. Valtausalueen Nuupas 1 sijainti.

Fig. 1. Location of the claim Nuupas 1.

1.3 Alueen yleisgeologia

Ennen näitä tutkimuksia alueen geologia on ollut huonosti tunnettu. Puutteita on vieläkin; systemaattista geologista kartoitusta ei ole tehty. Geologisilla kartoilla alueen kivilajiksi on merkitty yhdellä värillä arkeiseen gneissikompleksiin kuuluvia happamia ortogneissejä (tonaliitteja, trondhemiitteja, granodioriitteja) ja migmatiitteja.

Magneettisilla matalalentokartoilla erottuu kuitenkin 15 x 20 km:n laajuinen korkeamman intensiteetin alue, joka sijoittuu Ranuan kirkonkylän pohjois-, luoteis- ja länsipuolelle. Alueen kohdalla on n. 12 mGal:in (maksimi) positiivinen painovoima-anomalia, jonka keskus sijoittuu Eläinpuiston – Kivijärven alueelle. Moreenipeite alueella on hyvin paksu; Ranuanjärven luoteispuolella Kotilehdossa ei kalliota ole tavoitettu yli 30 m:n syvyydessä porakaivossa. Korkeimman magneettisen tason alueet ovat paljastumattomia; lohkahavaintojen mukaan kallioperä on tummaa biotiitti- ja sarvivälkepitoista dioriittia. Vaaleampia, heikosti magneettisia tai epämagneettisia dioriitteja on paljastumina kirkonkylän lounaispuolella Heinisuon tien länsipuolella, Eläinpuiston – Kivijärven alueella ja dioriittialueen pohjoisosissa vyöhykkeellä Iso Pajuvaara – Pyhälamminaho – Latva-Tervo. Kyseessä on myöhäisarkeinen intruusio, josta seuraavassa käytän nimeä dioriitti. Dioriitin eteläkontakti on magneettisella kartalla terävä. Lähelle eteläkontaktia kairattiin Luhtajärvellä dioriittiin lyhyt POKA-reikä (3524/2004/R182). Dioriitin pohjois- ja länsiosia tunnetaan vielä huonosti.

Kuopasjärven eteläpuolelta Korkia-ahon paljastumasta Hannu Huhma määrittä dioriitin zirkonin kiteytymisiäksi 2.703 Ga (Mutanen & Huhma, 2003). Ikänsä puolesta dioriitti-intruusio voisi kuulua myöhäisorogeenisiin arkeisiin sanukitoideihin, mutta Ranuan analysoiduista dioriiteista ei löydy sanukitoideille tyypillisiä piirteitä. Toisaalta dioriitin ja erilaisten (ja eri-ikäisten) ultramafiittien ja alkalikivien välille ei löydy luontevaa petrologista yhteyttä. On huomattava, että vaikka monet tutkitut intruusioidet esiintyvätkin dioriitin alueella tai sen lähellä, Pudasjärven pohjoisosista tunnetaan alkalikiviä (Laivajoen ja Kortejärven karbonatiitit), lamprofyrijuonia ja ferropikriittejä (Heikki Juopperin tietoja) laajalla alueella.

Magneettisesta matalalentokartasta näkyy, että siirrokset ovat pilkkoneet dioriitin lohkoihin. Suurin siirros on Kivijärven kohdalla kulkeva, hiukan kaareva ja likimain N-S –suuntainen oikeakätinen siirros, jossa (näennäinen) horisontaalisiirtymä on 8.5 km. Tätä siirrosta voi seurata magneettisella kartalla ainakin 60 km. Se katkaisee myös n. 180 km pitkän, NNW-suuntaisen diabaasijuonen. Diabaasijuonen kohdalla on vasenkätinen siirros, jossa (näennäinen) horisontaalisiirtymä on n. 5 km. Vaikuttaa siltä, että Kokalmuksen alue on näiden suurten siirrostensa väliin jäävä lohko. Dioriitin läntisimmässä tunnetussa osassa Iso-Pajuvaarassa on paljastuneena myloniittituneita dioriitteja. Idässä dioriitilla on siirroskontakti (Maunujärven siirros), ja koko itäpuoliskossa näkyy siirrostensa aiheuttamaa NNW-suuntaista rakennetta. Dioriitin itäpuolisko ei ilmeisesti ole muutenkaan yhtenäinen: siinä näkyy NE-suuntaisia magneettisia juovia, jotka lohkahavaintojen perusteella ovat arkeeseen kompleksiin kuuluvia amfiboliitteja. Simontaivalkohteessa alkalikompleksin itäpuolella sivukivi on arkeinen gneissigraniitti. Heti dioriitin itäpuolella Kaitavaarassa on laajoja gneissigraniittipaljastumia. Yleensäkin gneissigraniittialue on dioriitin ulkopuolella verraten hyvin paljastunutta, usein suurinakin kallioalueina.

Ranuan kohteista Simontaipaleessa, Kuukasjärvellä, Kuhassa ja Tervonkankaalla sivukivet ovat arkeisen gneissikompleksin kiviä.

Mafisia, ultramafisia ja alkalikiviä leikkaavat monenlaiset juonet: erilaiset diabaasit (meta-diabaasit), gabrodiabaasit, albiitti-kvartsipegmatiitit, albitiitit, albiitti-biotiittigraniitit ja lamprofyrit. Tammikankaan ultramafisessa piipussa on paksumpia leikkaavia trondhjemiittitonalitiittisia kiviä. Heinisuon Kalliokummuilla on laaja-alaisia (> 1 ha) graniittipegmatiittipaljastumia. Happamien (graniittisten tai tonaliittisten) juonien ei ole vielä todettu leikkaavan ”oikeita” alkalikiviä (Simontaival, Säaskilammit, Kokalmus).

2 MALMITUTKIMUKSET VALTAUKSELLA

2.1 Geofysikaaliset mittaukset

Tutkimuskohteessa oli kaksi magneettisella matalalentokartalla erottuvaa pienialaista magneettista anomaliaa.

Valtausalueella ei ole kalliopaljastumia. Maakerrokset ovat ohuita, NW-piipun kohdalla 4.4 m, SE-piipun kohdalla 1.5 m.

Alueella tehtiin 0.6 x 0.85 km:n systemaattinen magneettinen ja sähköinen VLF-R –mittaus. Mittaussuunta oli etelä-pohjoinen. Mittaus kattoi valtaukset Nuupas 1 ja 2 ympäristöineen. Nuupas 1 –valtauksen alueen maastomagneettinen kartta on kuvassa 2. Lisäksi NW-piipun magneettisen anomalian yli mitattiin ristiin kaksi painovoimaprofiilia (400 m ja 550 m). Magneettisissa linja-

mittauksissa linjaväli oli magneettisen anomalian kohdalla 25 m, muualla 50 m. VLF-R – mittauksessa linjaväli oli 200 m.

NW-piipun magneettinen anomalia (max. 10 000 nT) on maanpintaleikkauksessa n. 100 m x 160 m. SE-piipun anomalia (max. 4000 nT) on kooltaan n. 60 m x 80 m. Anomaliat aiheutuvat magnetiittipitoisista ultramafiiteista (talkki-karbonaattikivi-kloriittikivi, hornblendiitti).

NW-piipun kohdalla on selvä (max. 0.20 mGal) painovoiman jäännösanomalia.

VLF-R -mittauksissa ei ilmennyt mitään sulfideihin tai muihin hyviin johteisiin viittaavia ”veto-ja”.

2.2 Kairaukset

Keväällä 2004 kohteisiin kairattiin viisi syväkairausreikää, yhteensä 258.50 m. SE-piippuun kairattiin reiät R184 – R186, NW-piippuun reiät R187 ja R188. Reikäsyvyydet olivat 29.6 m– 98.80 m. Reikien sijainti on merkitty magneettiseen karttaan (kuva 2). Reikä tiedot on taulukossa 1.

Taulukko 1. Valtaus Nuupas 1 (pikku Nuupas), syväkairauksen reikä tiedot

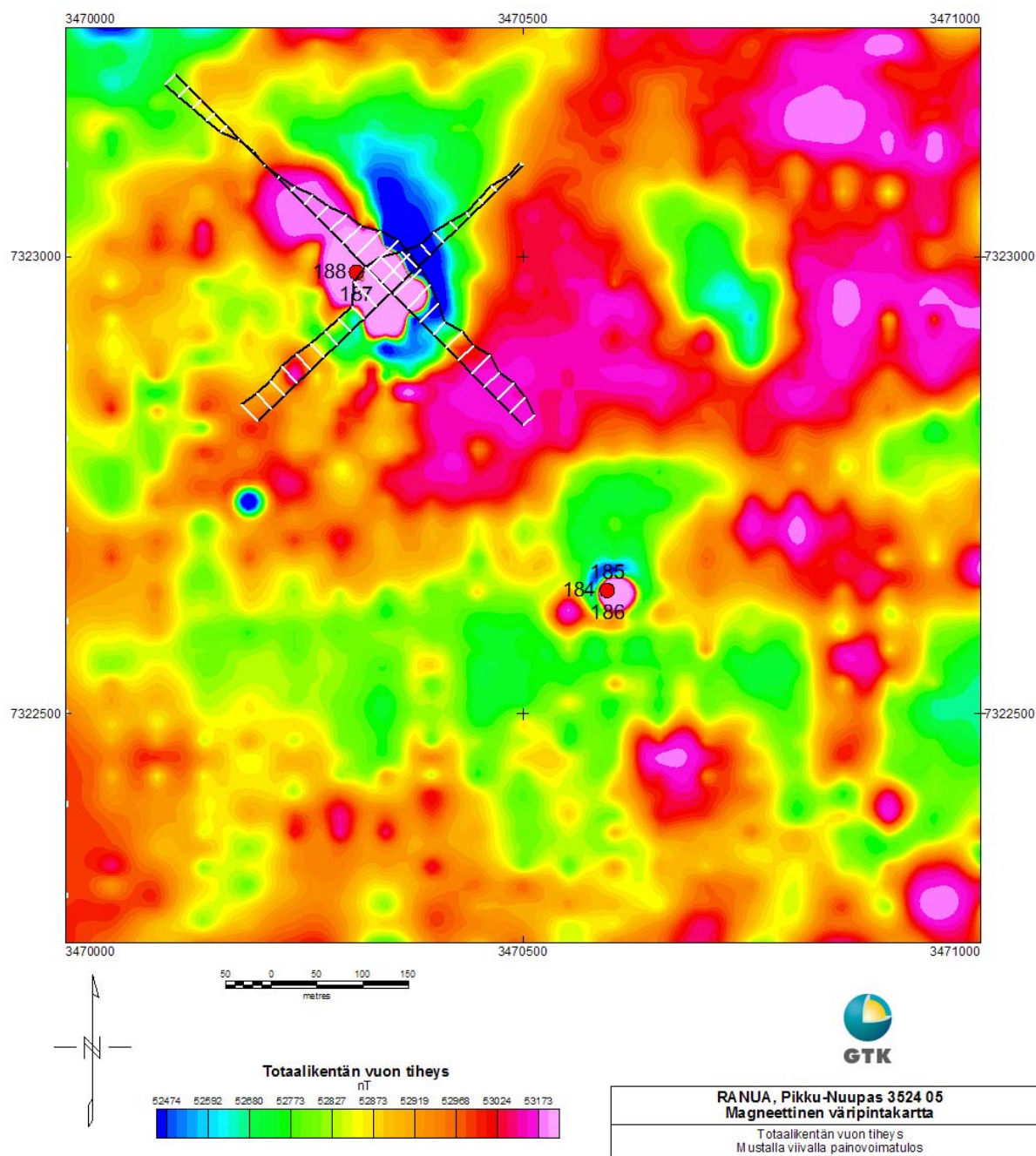
Table 1. Claim Nuupas 1 (Pikku Nuupas), drill hole locations, directions, angles and depths

Reikä, no.	X	Y	Suunta	Kulma	Syvyys, m.	Maata, m
R184	7322.635	3470.592	0	90	44.80	1.80
R185	7322.635	3470.592	90	45	29.60	2.40
R186	7322.635	3470.592	270	45	36.80	2.90
R187	7322.983	3470.318	0	90	98.80	4.30
R188	7322.983	3470.318	0	45	48.50	5.80

2.3 Analyysit

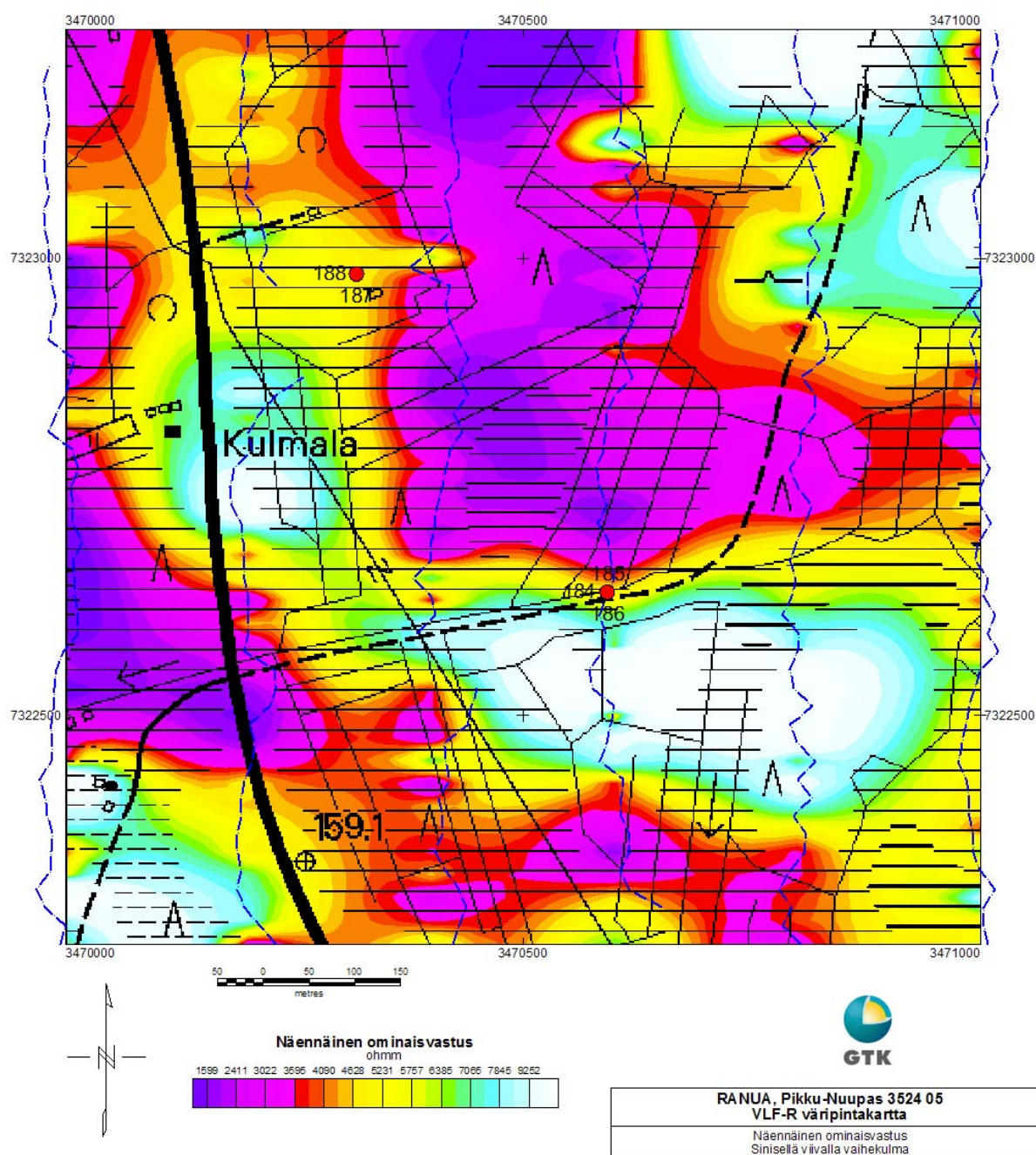
Kaikista kairansydämistä on tehty jalometallimääritys (Au-Pd-Te) GFAAS-tekniikalla (menetelmätunnus 522U, 20 g punnitus) ja monialkuainemääritys (32 alkuainetta) ICP-AES-tekniikalla (kuningasvesiliuotus 90^o:ssa; tunnus 511P); valikoiduista näytteistä on tehty kokokivianalyysi XRF-tekniikalla (tunnus 175Xa) ja hivenalkuainemääritys (REE, Sc, Y, U, Th) HF-perkloorihappoliuotus+sulate ICP/MS –tekniikalla (tunnus 308M). Analyysipituus on korkeintaan 2 m. Kokokivialkuainemääritykset on tehty tyypillisistä ja mahdollisimman häiriytymättömistä ja homogeenisista näytteistä.

Taulukossa 2 on esitetty eri reikien analyysien tilausnumerot ja eri menetelmillä tehtyjen analyysien lukumäärät.



Kuva 2. Magneettinen väripintakartta; totaalikentän vuon tiheys, mustalla painovoimatulos.

Fig. 2. Colour coded total intensity magnetic map with gravimetric Bouguer profiles.



Kuva 3. Väripintakartta; VLF-R näennäinen ominaisvastus, sinisellä vaihekulma.

Fig 3. Colour coded VLF-R apparent resistivity map with blue curve phase angle profiles

Taulukko 2. *Valtaus Nuupas 1 (Pikku Nuupas) syväkairauksen analyysitiedot.*

Table 2. Claim Nuupas 1 (Pikku Nuupas), chemical analyses of drill cores

Reikä, no. Analyysitilausno.		Analyysimäärät eri menetelmillä			
		522U	511P	175Xa	308M
R184	72760	18	18	18	6
R185	72758	18	18	14	6
R186	91301	17	17	15	5
R187	91310	59	59	55	8
R188	91309	27	27	27	11

3 KIVILAJIT: MINERAALIT JA KEMIALLINEN KOOSTUMUS

Molemmat piiput koostuvat ultramafisista kivistä.

NW-piipun keskellä olevat voimakkaimmin magneettiset kivet ovat magnetiittipitoisia talkki-kloriitti-karbonaattikiviä. Karbonaatti on dolomiittia. Usein on karkeaa vaaleanvihreää Mg-sarvivälkettä ja sarvivälkekiteiden päistä epitaksiaalisesti kasvanutta tremoliitti-aktinoliittia. Päämineraalien määrasuhteet vaihtelevat; piipun reunoille talkin määrä vähenee ja sarvivälkkeen määrä lisääntyy. Metasomaattisiin muuttumisiin liittyy poikkeavia kivityyppejä. Tällaisia ovat ”glimmeriitit”, joita ovat flogopiitti-kloriittikivet ja biotiitti-sarvivälke(-plagioklaasi)kivet. Muita tyyppisiä ovat sarvivälke-biotiitti(-kloriitti)kivet, sarvivälke-kloriitti-tremoliitti(-biotiitti)kivet. Päämineraalien lisäksi on isoina rakeina fluoriapatiittia. Metasomaattisesti muuttuneissa kivissä on joskus titaniittia ja zirkonia(?). Magnetiitti on anhedrista mutta metasomaattisesti muuttuneissa tyypeissä on uudelleen kiteytyntä karkeaa, usein omamuotoista magnetiittia. Ilmeniitti esiintyy magnetiitissa sulkeumina mutta myös itsenäisenä. Sulfideista on yleisin pyrrotiitti; pentlandiittia on suotaumina pyrrotiitissa. Vähemmän on kupariikiisua, sinkkivälkettä ja hypergeenistä markasiittia. Pyriittia on vain metasomaattisesti muuttuneissa tyypeissä.

NW-piipun reunaosassa on 6.5 m:n kairauslävistyspaksuudella plagioklaasipitoisia hornblendiitteja ja melano-sarvivälkegabroja. Näissä sarvivälke on usein rakeen keskellä ruskeaa, reunoilla vihreää, vaaleanvihreää tai väritöntä tremoliitti-aktinoliittia. Plagioklaasia on vaihtelevasti, sen lisäksi on ruskeaa ja vihreää biotiittia, klinozoisiitti-epidootti-pistasiittisarjan mineraaleja ja kloriittia. Paikoin on karbonaattia ja titaniittia. Omamuotoisia fluoriapatiittikiteitä ja zirkonia, usein kookkaina euhedrisina kiteinä, esiintyy säännöllisesti. Malmimineraaleista magnetiittia on hyvin vähän; pieniä määriä on ilmeniittia ja hemo-ilmeniittia, rutiilia, pyriittia (jossa sulkeumina pyrrotiittia), kupariikiisua, sinkkivälkettä, pentlandiittia, mackinawiittia ja markasiittia.

Reiässä R187 välillä 68 – 75 m on valkoisena ja kellertävänä fluoresoivaa scheeliittia. Fluoresenssiväriin perusteella kyseessä on Mo-pitoinen scheeliitti (scheeliitti – powelliitti). Suurimmat rakeet ovat 6 mm pitkiä. Scheeliitti esiintyy sarvivälkkeen ja kvartsin sisällä tai kvartsin reunalla. Scheeliitti on tunnistettu myös kiillotetussa ohuthieessä.

Reiässä R188 on välillä 13.90 – 14.50 m (todellinen paksuus n. 30 cm) juonimainen emäksinen pegmatoidi, joka koostuu plagioklaasista, vihreästä sarvivälkkeestä ja biotiitista. Muuttumis-

tuloksina on epidoottia, kloriittia ja titaniittia, aksessoreina ja malmimineraaleina esiintyy zirkonia ja suurina euhedrisina kiteinä fluoriapatiittia, ilmeniittiä, pyriittiä, markasiittia, pyrrotiittia ja kuparikiisua.

SE-piipun kivet ovat horblendiiiteja, joissa on vaihtelevasti magnetiittia. Joskus on gabromaisia muunnoksia (metagabroja). Vihreän sarvivälkkeen ohella on pienempiä määriä plagioklaasia, mutta se saattaa puuttuakin. Lisäksi on primaareina tai sekundaarisina aineksina kvartsia, biotiittia, kloriitti, epidootti-klinozoisiiittia ja satunnaisesti karbonaattia. Interstitiaalinen karbonaatti vaikuttaa primaarilta. Aksessorisista ovat verraten yleisiä allaniitti, fluoriapatiitti ja zirkoni, jotka kaikki esiintyvät suurinakin, omamuotoisina kiteinä. Malmimineraaleja ovat ilmeniitti (ja sen muuttumistulokset rutiili, hematiitti ja titaniitti), pyriitti, pyrrotiitti, kuparikiisu, sinkkivälke ja hypergeeninen markasiitti. Tyypillisissä magnetiittihornblendiiiteissa sulfideja on hyvin vähän. Joskus on pyriittirikkaita kvartsi-kloriittijuonia. Magnetiitti on karkeaa ja siinä on usein euhedrisia raerajoja, samoin ilmeniitti esiintyy euhedrisina rakeina. Ilmeniitti esiintyy tyypillisesti terveinä levymäisinä (euhedrisina) kiteinä, eikä sekundaaria titaniittia juuri esiinny.

Sivukivien dioriiteissa voidaan väri-indeksin, koostumuksen ja rakenteen perusteella erottaa erilaisia tyyppisiä: dioriitteja, dioriittiporfyyriitteja, leukodioriitteja, kvartsidioriitteja, meta-anortosiitteja ja biotiittirikkaita dioriitteja. Reiässä R194 on magnetiittihornblendiiitissa dioriittia sulkeumina (ksenoliitteina); näissä on lamprofyymaista, sarvivälkeporfyyrista dioriittia. Reiässä R187 on ultramafiitin kontaktissa lävistetty 5 m dioriittibreksiaa, jossa vaaleassa dioriittimatriksissa on murskaleina pienirakeista hornblendiiittia. Kyseessä lienee saalisen sivukiviaineksen osittain magmaattinen remobiloituminen intrusiivipiipun kontaktissa. Koska kaikki kivet ovat muuttuneita ja voimakkaasti uudelleenkiteytyneitä, pitäisi niitä nimittää metadioriiteiksi, metakvartsidioriiteiksi jne. Kaikissa on päämineraalina plagioklaasia, joka on albiittista (albiittiutunut) tai oligoklaasia, vähemmän on ruskeanvihreää tai vihreää sarvivälkettä, biotiittia ja kvartsia. Ruskean biotiitin ohella on plagioklaasin muuttumistuloksena vihreää biotiitti-flogopiittia. Sekundaarimineraaleja ovat epidootti, kloriitti, muskoviitti, usein karbonaatti, titaniitti ja rutiili. Aksessorisista esiintyy fluoriapatiittia suurina rakeina, zirkonia, joskus monatsiittia ja epidootin ytiminä allaniittia. Malmimineraaleista yleisin on usein suurikokoinen, euhedrinen tai subhedrinen magnetiitti, jossa on joskus martiittiutumista. Lisäksi on aina laattamaista ilmeniittiä tai hemoniilmeniittiä ja usein hiukan pyriittiä, jossa on sulkeumina kuparikiisua ja pyrrotiittia; kuparikiisua on myös ”vapaana”.

Talkki-kloriitti-karbonaattikivien talkki on erittäin puhdasta (EMP-analyysien mukaan MgO 28.54 – 29.59 %, FeO 2.77 – 3.13 %); myös haitallisten aineiden pitoisuudet ovat erittäin matalat (Cr₂O₃ 0.00 – 0.03 %, NiO 0.02 – 0.05 %). Magnetiitti on erittäin puhdasta, hilaan mahtuvien hivenmetallien pitoisuudet ovat hyvin matalat (Cr₂O₃ 0.00 – 0.23 %, NiO 0.00 – 0.05 %; TiO₂ 0.00 – 0.05 %; V₂O₃ 0.04 – 0.09 %). Ilmeniitti on Mn-rikasta (MnO 5.42 – 7.08 %), mutta muuten melko ”puhdasta”.

Kivilajikoostumukset: Talkki-karbonaattirikkaissa kivissä on korkea MgO (25.5 – 30.3 %), matala Na₂O (usein alle määritysrajan, 670 ppm), K₂O (yleensä < 0.1 %), Al₂O₃ (4 – 5 %) ja CaO (yleensä 3 – 4 %). Cr-pitoisuus, 50 – 130 ppm, on korkeampi kuin muuten samanlaisessa Rytisuon piipussa, mutta ultramafiselle kivelle kuitenkin hyvin matala. Myös kiven Ni-pitoisuus on matala, 130 – 220 ppm. Kun näin Mg-rikkaissa ultramafiiteissa Cr-pitoisuus on tyypillisesti 3000-4000 ppm, on selvää, ettei tämä ultramafiitti kuulu ”normaaleihin” magmasarjoihin. Kaikesta päätellen tässä, kuten Rytisuon piipussa, on kyseessä silikokarbonatiitti. Kivi on rikastunut keveistä REE-alkuaineista (LREE); kondriittinormalisoitu La-pitoisuus (suhde) on 23 - 33. Korkeasta SiO₂-pitoisuudesta (45 – 48 %) päätellen kivi on alkuaan koostunut pyrokseenista ja karbonaattista.

Sarvivälkerikkaat ultramafiitit ovat edellisiä MgO-köyhempiä (10 – 20 %) mutta selvästi emäkisempiä (SiO_2 43.5 – 48 %), Na-, K- ja Al-rikkaampia mutta myös Cr-rikkaampia (90 – 400 ppm Cr). Ilmeisesti sarvivälkerikkaat ultramafiitit ovat vyöhykkeisen piipun ”primitiivisempiä” reunaosia.

SE-piipun magnetiittipitoiset hornblendiitit ovat verraten MgO-köyhiä (7.6 – 9.5 %), SiO_2 -köyhiä (35 – 44 %), mutta Fe-rikkaita ($\text{FeO}(\text{tot})$ 19 – 28 %). Verraten korkeat Al-Na-K-pitoisuudet johtuvat plagioklaasi- ja biotiittipitoisuudesta. Fosforipitoisuus on ultramafiitille korkea (yleensä P_2O_5 0.62 – 0.89 %, vastaavat apatiittipitoisuudet 1.5 – 2.1 %). Erityisen korkeita ovat Zr-pitoisuudet (390 – 660 ppm) ja Ce-pitoisuudet (119 – 128 ppm). Anomaalisen korkeita ovat myös Zn (330 – 420 ppm) ja Ba (730 – 1610 ppm). Magnetiittihornblendiitit ovat erityisen voimakkaasti rikastuneet LREE:ista; kondriittinormalisoidut La-Ce-Pr-Nd-arvot ovat jopa 200. Tyypillistä on notkahdus alaspäin Ce:sta La:iin. Tärkein LREE-kantaja on allaniitti, toinen merkittävä REE-kantaja (MREE) on apatiitti. Primaarilta vaikuttava karbonaatti ja korkeat K-, Ti-, V-, Fe-, P-, Zr-, Ba- ja REE-pitoisuudet viittaavat siihen, että magnetiittihornblendiitit ovat sukua alueella esiintyville ultramafisille alkalikiville (jacupirangiitit, silikokarbonatiitit).

Dioriittien koostumus vaihtelee saalien aineiden määrän mukaan melko laajoissa rajoissa. Tyypillistä on korkea plagioklaasipitoisuus. Komponentit vaihtelevat seuraavasti (suluissa normaali vaihtelu): SiO_2 51.6 – 63.1 % (53 – 54 %), MgO 1.56 – 4.13 % (3 – 3.5 %), Al_2O_3 16.7 – 22 % (19.5 – 20 %), TiO_2 0.535 – 1.53 (0.8 – 0.9 %), $\text{FeO}(\text{tot})$ 4.04 – 9.75 % (6.5 – 7 %), Na_2O 4.09 – 7.26 % (5.5 %), K_2O 0.45 – 2.22 % (0.7 – 1 %), P_2O_5 0.184 – 0.374 % (0.3 %), V 90 – 218 ppm, Cr < 30 ppm, Ni < 60 ppm, Cu < 20 – 37 ppm, S < 60 – 1220 ppm, Zr 109 – 231 ppm, Zn 81 – 192 ppm, Ba 227 – 1512 ppm ja Sr 569 – 1339 ppm. Dioriitti voisi edustaa myöhäisarkeisia sanukitoideja, mutta Cr ja Ni-pitoisuudet ovat sanukitoideille liian pieniä.

4 ESIINTYMÄN ARVIOINTI

Talkki. Piipun ydinosat sisältävät runsaasti talkkia. Pehmeitä talkki-karbonaattirikkaita kiviä voi hyvin nimittää vuolukiviksi. Sikäli kuin kairansydämistä voi nähdä, eivät kivet kuitenkaan ole mitenkään koristeellisia. Sen sijaan talkille voisi löytyä käyttöä tuotteissa (esim. puutereissa), joilta vaaditaan matalia Cr- ja Ni-pitoisuuksia. Kiven happoliukoisena Cr:n pitoisuus on yleensä 30 – 50 ppm, josta osa on peräisin magnetiitista ja kloriitista. Kiven liukenematon Ni sisältyyne pääasiassa talkin hilaan, jossa EMP-analyysien mukaan on 0.00 – 0.05 % NiO.

Volframi. NW-piipun reunaosien hornblendiittisissa kivissä on reiässä R187 välillä 68 – 75 m scheeliittiä. Fluoresenssin värin perusteella se on Mo-pitoista (powelliitti-scheeliitti). Scheeliitti esiintyy sarvivälkkeen tai kvartsin sisällä tai kvartsirakeiden reunalla, suurimmillaan 6 mm:n pituisina rakeina. Scheeliitti on varmistettu mikroskooppitutkimuksissa, mutta analyysi ei ole valmistunut. ICP-analyysissa Mo oli alle määritysrajan 2 ppm.

5 VALTAUKSESTA LUOPUMISEN SYYT

Tutkimuksilla ei voitu osoittaa selvästi hyödyntämiskelpoisia mineraaliesiintymiä, ja sen takia GTK luopui valtauksista.

KIRJALLISUUSVIITTEET

Mutanen, T. & Huhma, H. (2003). The 3.5 Ga Siurua trondhjemite gneiss in the Archaean Pudasjärvi Granulite Belt, northern Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 75, 51-68.

TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN

Kairasydämiä säilytetään GTK:n Pohjois-Suomen yksikön kairasydänvarastossa; lopullinen säilytyspaikka on Lopen valtakunnallinen kairasydänarkisto. Kairasydämien digitaalivalokuvien tiedostoja säilytetään GTK:n Pohjois-Suomen yksikössä. Kiillotetut ohuthieet säilytetään GTK:n Pohjois-Suomen yksikössä.

Numeerinen aineisto on tallennettu sekä paperitulosteina ja digitaalisessa muodossa. Kairasydänraportit, reikäluotaustulokset ja kemialliset analyysit on tallennettu GTK:n WinKaira-kallioperätietokantaan. Maastogeofysiikan tiedot on tallennettu ASCII-muotoisina GEOSOFT xyz-tiedostoina.

LIITTYY-AINEISTO

1. Kairasydänraportit 3524/R184 – 188/Tapani Mutanen
2. Kemialliset analyysit, ks. Taulukko 2.
3. Magneettinen mittaus (totaalikenttä) Q22.23/352402/02/1
4. Painovoimamittaus Q21.1/352402/03/1
5. Sähköinen mittaus, VLF-R Q24.32/352402/02/1
6. Kiillotetut ohuthieet rei'istä 3524/R184 – 188

Data-CD:llä on numeerisessa muodossa maastogeofysiikan tiedot, kairasydänraportit, kemialliset analyysit ja valtausraportti.