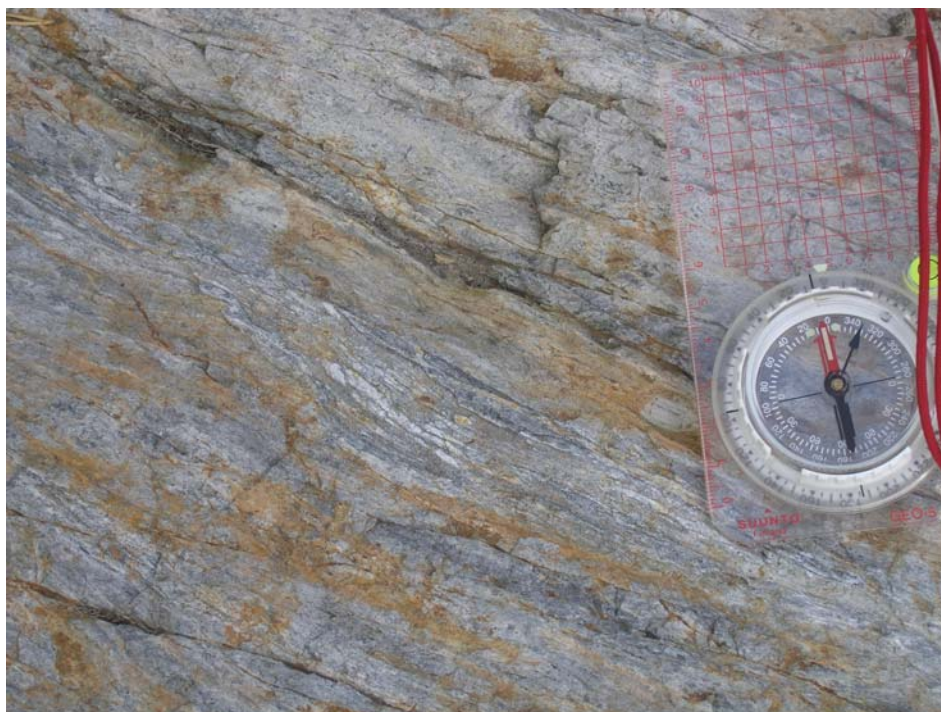




Väli-Suomen kultavarojen kartoitus - hankkeen toiminta vuosina 2004 - 2007

Olavi Kontoniemi, Pekka Lestinen, Juha Mursu, Rauli Lempiäinen



Kultapitoinen felsinen liuske Himangan Hirsikankaalla.

Tekijät Olavi Kontoniemi, olavi.kontoniemi@gtk.fi Pekka Lestinen, Juha Mursu Rauli Lempiäinen		Raportin laji M10	
		Toimeksiantaja	
Raportin nimi Väli-Suomen kultavarojen kartoitushankkeen toiminta vuosina 2004 – 2007.			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Hankkeen tavoitteiksi asetettiin vuoden 2004 alussa ekonomisten kultaesintymien ja uusien kultakriittisten alueiden löytäminen Raahe-Laatokka-vyöhykkeellä sekä luoda tarkempi kuva vyöhykkeen kultamalmipotentialista. Hankkeen toiminta keskittyi Pohjanmaan alueelle (Nivala-Haapavesi, Reisjärvi, Kalajoki-Kannus-Himanka) ja tutkimuksia tehtiin geologisista, geokemiallisista ja geofysikaalisista menetelmin. Tutkimusten aikana tehtiin n. 500 lohkare- ja paljastumahavaintoa, n. 1000 iskuporauspistettä, 16 km² geofysiikan mittauksia ja 120 syväkairausreikää (13.4 km). Kemiallisia analyysejä tehtiin yhteensä n. 8000 näytteestä.</p> <p>Tärkein hankkeen tuloksista oli Himangan Hirsikankaan kultaesintymän löytyminen, jonka omistaa nykyään Belvedere Resources. Uusia pienempiä esiintymiä löytyi ja tutkittiin yhteensä 7 kpl. Hanke on tuottanut 11 tutkimusraporttia ja on ollut osallisena 3 artikkelissa, joista yksi on kansainvälisessä julkaisussa (Ore Geological Reviews).</p> <p>Himangan vulkaniittijakson kultatutkimukset lisäsivät huomattavasti Raahe-Laatokka-vyöhykkeen ja koko Sveko-fennisen alueen kultamalmipotentialiaa. Hanke teki myös alustavan selvityksen Kainuun liuskejakson kultamalmipotentialista ja keräsi Raahe-Laatokka-vyöhykkeeltä 1408 kultaviitteen tiedoston, joka on oheisella CD-levykkeellä.</p> <p>Suoritettujen tutkimusten pohjalta hanke suosittelee uuden kultavarojen kartoitushankkeen perustamista Svekofenniselle alueelle.</p>			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Kulta, Raahe-Laatokka-vyöhyke, geologinen kartoitus, lohkare-etsintä, moreenigeokemia, geofysikaaliset mittaukset, syväkairaus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Länsi-Suomen lääni, Itä-Suomen lääni, Oulun lääni			
Karttalehdet 2324, 2341, 2342, 2344, 2413, 2431, 2433			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi M		Arkistotunnus M10.4/2007/94	
Kokonaissivumäärä 55	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus julkinen
Yksikkö ja vastuualue Itä-Suomen yksikkö, VA 401		Hanketunnus 2901004	
Allekirjoitus/nimen selvennys		Allekirjoitus/nimen selvennys	



GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date 31.12.2007

Authors Olavi Kontoniemi, olavi.kontoniemi@gtk.fi Pekka Lestinen, Juha Mursu Rauli Lempiäinen		Type of report M10	
		Commissioned by	
Title of report Väli-Suomen kultavarojen kartoitushankkeen toiminta vuosina 2004 – 2007.			
Abstract <p>The aim of this project in the beginning of 2004 was to find new economic gold deposits and gold potential provinces within the Raahe-Ladoga Zone and to create a more detailed view of the gold ore potential in the whole Zone. Activities of the project were focused in the area of Pohjanmaa (Nivala-Haapavesi, Reisjärvi, Kalajoki-Kannus-Himanka) and the principal exploration methods include geological, geochemical and geophysical studies. During the project were made about 500 boulder and outcrop observations, 1000 points of percussion drilling, 16 km² geophysical measurements and 120 diamond drill holes (13.4 km). About 8000 chemical analyses were made.</p> <p>The most important result of this project was the discovery of the Hirsikangas deposit (now own by Belvedere Resources) in Himanka. Smaller new occurrences were found together in 7 sites. The project has produced 11 exploration reports and taken part in 3 publications (one in Ore Geological Reviews).</p> <p>The gold exploration works in the vulcanite zone of Himanka increased considerably the gold ore potential of the Raahe-Ladoga Zone and the whole Svecofennian domain. The project has made also a preliminary study about the gold ore potential of the Kainuu schist zone and has collected a gold indication file (1408 cases in CD-ROM) concerning the Raahe-Ladoga Zone.</p> <p>Based on explorations of the project there has been recommended to start a new gold exploration project in the Svecofennian domain.</p>			
Keywords Gold, Raahe-Ladoga-Zone, bedrock mapping, boulder tracing, till geochemistry, geophysical measurements, diamond drilling			
Geographical area Finland, West Finland Province, East Finland Province, Oulu Province			
Map sheet 2324, 2341, 2342, 2344, 2413, 2431, 2433			
Other information			
Report serial M		Archive code M10.4/2007/94	
Total pages 55	Language Finnish	Price	Confidentiality public
Unit and section Eastern Finland Office, VA 401		Project code 2901004	
Signature/name		Signature/name	



Sisällysluettelo

Kuvailulehti

Documentation page

1	JOHDANTO	1
1.1	Hankkeen tausta ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimusalue	1
2	HANKKEEN HENKILÖSTÖ JA RESURSSIT	3
3	SUORITETUT TUTKIMUKSET	4
3.1	Kultaviitetiedosto	4
3.2	Kainuun liuskealueen erillinen kultapotentiaaliselvitys	4
3.3	Lohkare-etsintä ja esikartoitus	7
3.4	Kallioperäkartoitus	8
3.5	Geokemiallinen tutkimus	8
3.6	Geofysikaalinen tutkimus	9
3.7	Kairaus	11
3.8	Kemialliset analyysit	11
3.9	Petrologiset ja mineralogiset tutkimukset	13
4	TUTKIMUSTULOKSET	14
4.1	Kultaviitetiedosto	14
4.2	Kainuun liuskealueen kultapotentiaaliselvitys	14
4.3	Kohteellisten tutkimusten tulokset	22
5	YHTEENVETO HANKKEEN TULOKSISTA JA ARVIO JATKOTOIMENPITEISTÄ	28
5.1	Tulokset	28
5.2	Jatkotoimenpiteet	29
6	HANKETYÖSKENTELYN ARVOINTI	30
7	TUTKIMUSAINEISTO JA SEN ARKISTOINTI	31

KIRJALLISUUSLUETTELO

LIITELUETTELO

LIITYY

LIITTEET (15 KPL)



1 JOHDANTO

1.1 Hankkeen tausta ja tavoitteet

”Väli-Suomen kultavarojen kartoitus” - hanke (2108005, 2901004) perustettiin jatkamaan vuonna 2003 päättyneen ”Raahe-Laatokka-vyöhyke, nikkelin ja kullan etsintä” – hankkeen (Makkonen et al. 2003) tekemää pohjatyötä kultatutkimuksissa.

Nelivuotisen hankkeen tarkoituksena oli kartoittaa Suomen tärkeimpiin malmipotentialisiin alueisiin kuuluvan Raahe-Laatokka-vyöhykkeen kultavaroja, luoda nykyistä tarkempi kuva alueen kultapotentialista sekä tuottaa jatkotutkimuksiin johtavia malmiaiheita. Tutkimuksia tehtiin geologisissa, geokemiallisissa ja geofysikaalisissa menetelmin ja tulokset tuli dokumentoida GTK:n raporteissa ja kotimaisissa julkaisusarjoissa. Hanke päätti käyttää avuksi erityisesti kansannäyte-toimintaa tutkimusalueiden valinnassa ja uusien tutkimusalueiden etsimisessä.

Raahe-Laatokka-vyöhykettä voidaan pitää varhaisproterotsooisena törmäysvyöhykkeenä, jonka kultaesiintymät ovat pääasiassa mesozonal orogenic- tai lode-tyypin esiintymiä. Vyöhyke on mahdollistanut monipuolisen ja –vaiheisen fluiditoiminnan sekä luonut sopivia rakenteita kultapitoisten fluidien kanavoitumiselle ja saostumiselle. Etelä-Savossa ja Pohjanmaalla törmäysvyöhyke avautuu ja haaroittuu muodostaen laajenevia rakenteita suosivat alueet. Ajallisesti ja paikallisesti esiintymillä on usein yhteys intermediääriseen ja happamaan magmatismiin, erityisesti synkinemaattisiin granitoideihin ja niihin liittyviin juonikomplekseihin. Vyöhykkeen merkittävimmät kultaesiintymät olivat hankkeen alkaessa Rantasalmen Osikonmäki ja Pirilä, Haapajärven Kopsa sekä Raahen Laivakangas.

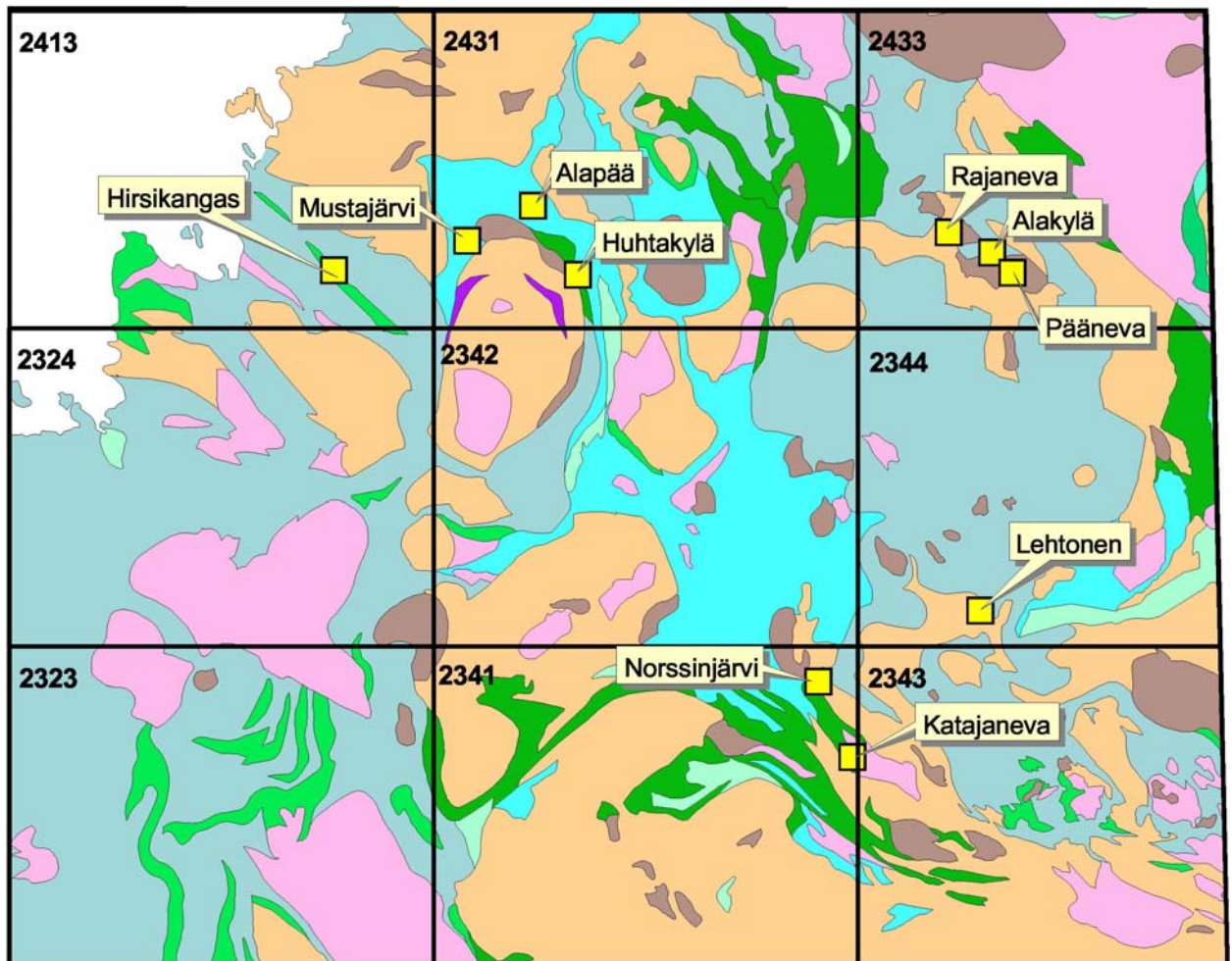
Useimmissa tapauksissa kultamineralisaatioita kontrolloivat vahvasti rakenteelliset seikat: maan kuoren mittakaavaiset heikkousvyöhykkeet, törmäysvyöhykkeet ja niihin liittyvät hiertovyöhykkeet ja hierrot, erityisesti laajenevat rakenteet. Rakenteet luovat otollisen ympäristön kultaa kantavien fluidien (metamorfiset, magmaattiset) kulkeutumiselle ja saostumiselle. Mineralisaatioita tavataan hiertovyöhykkeissä erilaisissa PT-olosuhteissa, mutta suurin osa esiintyy kuitenkin vihreäliuskefasieksen ja amfiboliittifasieksen alaosien metamorfisissa oloissa. Deformaatiotyyli ja mineralisaation geometria vaihtelee vastaavasti PT-olojen ja jännityskentän vaikutuksesta.

Hankkeen kuluessa sille asetettiin edellä kerrottujen tavoitteiden lisäksi Kainuun liuskejakson kultapotentialiselvityksen tekeminen. Selvityksen tulokset kerrotaan tässä raportissa.

1.2 Tutkimusalue

Kuten yllä kerrottiin, tutkimusalueiden valinta pohjautuu pääosin edeltävän hankkeen tuloksiin ja kansannäytetoiminnasta saatujen viitteiden hyödyntämiseen. Hankkeen kuluessa paikannetut uudet kohteet lähtivät poikkeuksetta liikkeelle harrastelijoiden lähettämistä näytteistä. Edeltävän hankkeen aikana aloitetut Pirunkoukun ja Sarjankylän työmaat perustuivat enempi geologisiin viitteisiin. Kuvassa 1 on nähtävissä hankkeen päätutkimuskohteet vuosina 2004 – 2007.





Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainti kallioperäkartalla (Korsman et al. 1997) esitettynä.
Figure 1. Location of study areas on the lithological map of Finland (Korsman et al. 1997).



2 HANKKEEN HENKILÖSTÖ JA RESURSSIT

Hankkeen henkilöstöön ovat vuosina 2004 – 2007 kuuluneet:

Olavi Kontoniemi, geologi

Hankepääällikkö, ISY, vuoden 2007 alusta LSY

Pekka Lestinen, geokemisti

Hankepääällikön sijainen, ISY

Juha Mursu, geofyysikko

ISY

Rauli Lempiäinen, tutkimusavustaja

ISY

Hannu Koskivuori, tutkimusavustaja

ISY

Lisäksi LSY:stä olivat lyhytaikaisesti vuonna 2006 Jorma Isomaa ja Kalevi Karttunen Himangan Hirsikankaan tutkimuksissa. Kesäharjoittelijoina olivat lyhytaikaisesti Markus Sirviö ja Mikko Suikkanen.

Hirsikankaan tutkimukseen liittyen LSY:stä Niko ja Satu Putkinen sekä Onerva Valo tekivät ympäristön perustilaselvityksen. Selvityksestä tehtiin erillinen raportti myyntiraportin liitteeksi vuonna 2006.

Taulukossa 1 on esitetty hankkeen resurssisuunnitelmat ja niiden toteuma eri vuosina. Hankkeen kokonaiskustannukset olivat neljän vuoden aikana n. 2.7 M€ Yli puolet kustannuksista syntyi teknisistä suoritteista (kairaus n. 27 %), mikä edustanee tyypillistä jakaumaa malminetsintähankkeelle. Kairauksen osuus olisi voinut olla hieman suurempi.

Hankkeelle suunnitellut henkilöresurssit (11 htv) toteutuivat varsin hyvin, mutta näytteenotto- ja mittauspalvelut sekä analyysien määrä ylittyi reilusti lähinnä Hirsikankaan tutkimusten nopeuttamisen takia. Yksin Hirsikankaan tutkimusten resurssit olivat reilut 400 000 € Vuoden 2007 analyysimäärien suurenemiseen vaikutti ratkaisevasti Kainuun liuskejakson kultapotentialiselvityksen vaatima analytiikka.



Taulukko 1. Hankkeen 2901004 (vuonna 2004 2108005) resurssit vuosina 2004 – 2007.

Table 1. Resources of the gold project 2901004 in 2004 – 2007.

	2004		2005		2006		2007		Yhteensä		
	Suunn.	Tot.	Suunn.	Tot.	Suunn.	Tot.	Suunn.	Tot. *)	Suunn.	Tot.	Tot.-%
Tutkijat (htv)	1.6	1.7	1.8	1.8	1.6	2.3	1.5	1.2	6.5	7.0	108
Tutk.avustajat (htv)	1.2	1.2	1.2	1.4	1.1	1.3	0.7	0.6	4.2	4.5	107
Yhteensä (htv)	2.8	2.9	3.0	3.2	2.7	3.6	2.2	1.8	10.7	11.5	107
Varsinaiset palkat + sivuk. (k€)	111	104	119	116	118	154	90	84	438	458	105
Kairaukset (m)	3200	3100	3300	4900	3500	4400	1000	900	11000	13300	121
Kairaukset (k€)	160	147	165	246	210	272	75	68	610	733	120
Muu näytteenotto (k€)	58	126	17	24					75	150	200
Mittaukset (k€)	65	113	30	99	18	48			113	260	230
Analyysit (k€)	66	139	70	122	75	116	22	77 **)	233	454	195
Tekniset palvelut yht. (k€)	349	525	342	491	312	436	98	145	1101	1597	145
Muut menot (k€)	21	23	25	37	27	36	17	16	90	112	124
Kokonaiskustannukset (k€)	648	801	669	770	614	788	341	341	2272	2700	119

*) tilanne 31.10.

**) 53 k€Kainuun liuskejakson tutkimuksiin



3 SUORITETUT TUTKIMUKSET

Väli-Suomen kultavarojen kartoitus-hankkeen tutkimukset painoutuivat alueen länsiosiin Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalle. Niistä osa oli aloitettu jo Raahe-Laatokka-vyöhyke, nikkelin ja kullan etsintä-hankkeen (2108001) toimintakauden aikana (1999-2003, ks. Makkonen & al. 2003). Tutkimukset, joiden tuloksia käsitellään tässä raportissa, tehtiin Himangalla (Hirsikangas), Kalojoella (Mustajärvi, Alapää, Huhtakylä), Ylivieskassa (Rajaneva-Teerineva), Haapavedellä (Pääneva-Alakylä), Haapajärvellä (Lehtonen), Reisjärvellä (Norssinjärvi, Katajaneva) ja Pihtiputaalla (Pirunkoukku). Suoriteluvuissa on Pirunkoukun, Mustajärven, Norssinjärven, Alapään ja Huhtakylän osalta vain raportoitavan hankkeen aikana tehdyt suoritukset. Kairausvaiheeseen edenneitä kohteita olivat myös Merijärven Laitasaari sekä Kannuksen Märsylä ja Kaakkurinkangas. Niistä saatuja tuloksia ei tässä yhteydessä käsitellä, koska työt saattavat vielä myöhemmin jatkua. Edellä mainittujen kohteiden sijainti käy ilmi kuvasta 1. Lohkare-etsintää ja esikartoitusta tehtiin edellisten tutkimusalueiden lisäksi myös muualla, laajimmin Toholammen Jämsässä ja Vimpeli-Alajärvi-alueella. Kainuun liuskealueen kultapotentialisuuden arviointiin liittyen hankkeen toimesta analysoitiin myös uudelleen Kainuun alueelta geokemiallisessa moreenikartoituksessa kerätyt näytteitä. Tulokset on käsitelty tässä raportissa.

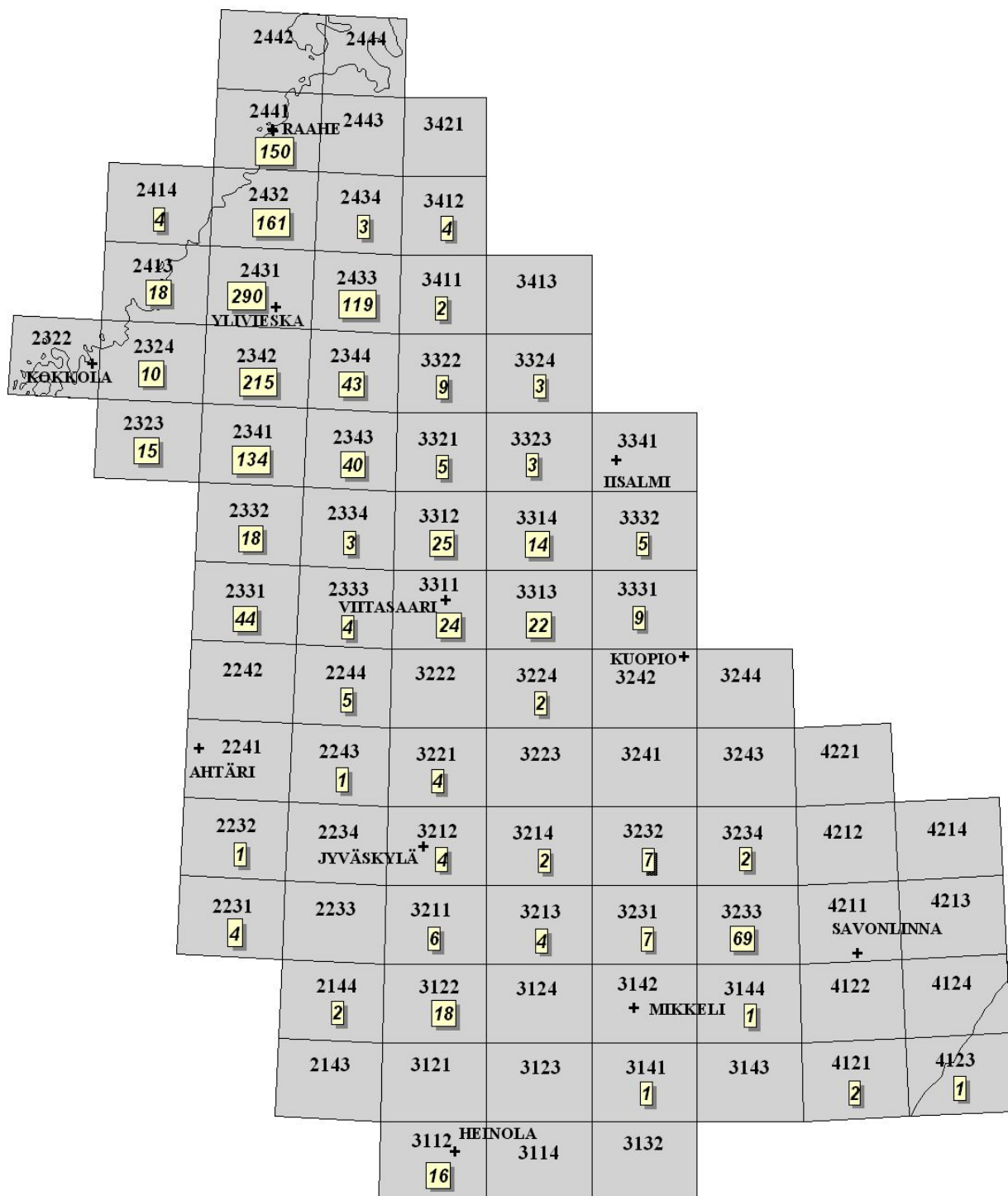
3.1 Kultaviitetiedosto

Tiedosto, joka liittyy svekofenniseen kallioperäympäristöön, on luotu jo hankkeen 2108001 aikana. Mukana ovat viitteet, joiden kultapitoisuus on 0.5 ppm tai suurempi. Aineisto on päivitetty vuoden 2006 lopun tilanteeseen ja rajattu koskemaan seuraavat tiedot: viitetunnus, sijaintikunta (ei kaikista viitteistä), 1:100 000-karttalehti, 1:20 000-karttalehti, yhtenäiskoordinaatit, kaistakoordinaatit, viitetyyppi, kivilaji (GTK:n käyttämä lyhenne), malmimineraalit (GTK:n käyttämä lyhenne) ja alkuainepitoisuudet (Au, As, Mo, Cu, Zn, Pb). Viitteet on koottu GTK:n kansannäytetoimiston tietokannasta sekä Outokumpu Oy:n (OKU) luovuttamasta ja oman hankkeen keräämistä materiaalista. Tiedostossa on 1408 viitettä, joista 17 % liittyy kalliopaljastumiin ja 82 % irtolohkareisiin. Viitteiden jakaantuminen 1:100 000-karttalehdittäin käy ilmi kuvasta 2.

3.2 Kainuun liuskealueen erillinen kultapotentialiselvitys

Geologian tutkimuskeskus (GTK) suoritti vuosina 1982 – 1994 koko maan kattavan alueellisen geokemiallisen moreenikartoituksen (Salminen 1995). Näytteiden kultapitoisuudet määritettiin tällöin muista alkuaineista poiketen neljän tai useamman näytteen yhdistelmistä. Kainuun liuskealueen ja sen lähiympäristön kultapotentialiselvityksiä varten informaatiota päätettiin tarkentaa tekemällä uudet kultamääritykset jokaisesta kartoitusnäytteestä (ks. kuva 3). Ennen analysoimattomina alkuaineina otettiin lisäksi mukaan seleeni, telluuri ja vismutti sekä analysoitiin uudestaan antimoni- ja arseenipitoisuudet, koska käytössä oli nyt aikaisempaa selvästi herkempi määrittäminen menetelmä. Uudelleenanalysointi tehtiin GTK:n Geopalvelut-yksikön Kuopion laboratoriossa. Arseenipitoisuudet määritettiin menetelmällä 516U, muut alkuaineet menetelmällä 520U (menetelmäkuvaus kemiallisten analyysien osiossa). Lähes kaikista näytteistä moreenin hienoainesta (alle 0.06 mm:n lajite) oli vielä jäljellä määrittäykseen normaalisti käytettävät 5 grammaa.

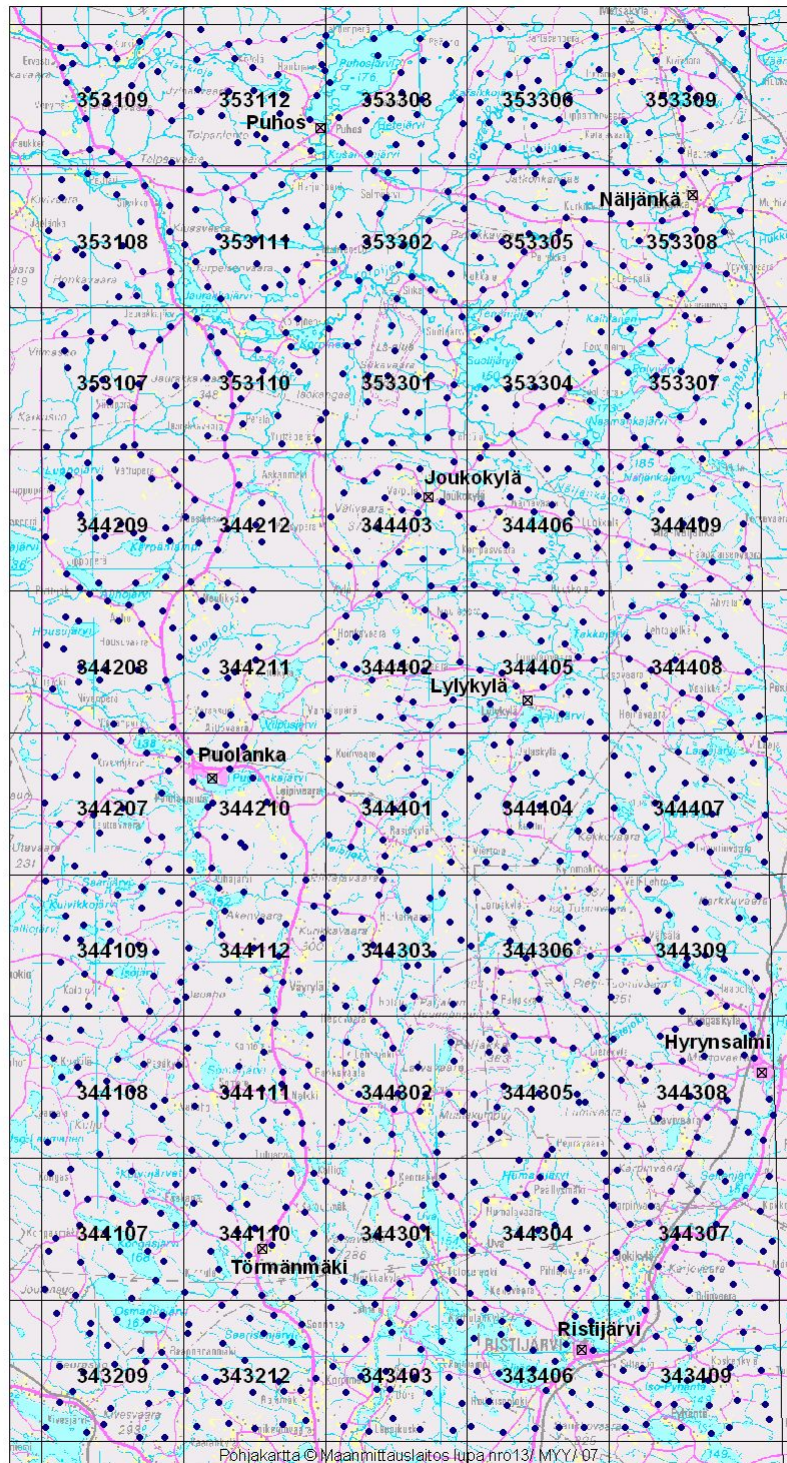




Kuva 2. Kultaviitteiden jakaantuminen tutkimusalueelle 1: 100 000 –karttalehdittäin.

Figure 2. Distribution of the gold indications in the study area according to the 1:100 000 scale map sheets.





Kuva 3. Näytepistekartta Kainuun liuskejaksolla.
Fig.3. Map of the sample-sites within the schist belt of Kainuu.



Mikäli ainesta oli vähemmän, määrittäminen kuitenkin tehtiin jos ainesmäärä oli 2 grammaa tai enemmän. Uudelleen analysoidut näytteet on kerätty karttalehdiltä 3432 09, 3432 12, 3434 03, 3434 06, 3434 09, 3441 07...12, 3442 07...12, 3443 01...09, 3444 01...09, 3531 07...12 ja 3533 01...09. Karttalehtien 3432 ja 3434 näytteet on koostettu aikaisemmasta linjamuotoisen näytteenoton aineistosta, muut näytteet ovat kartoituksen yhteydessä kerättyjä (katso edellinen viittaus). Karttalehdiltä 3432 ja 3434 tehtyjä alkuperäisiä koosteita ei kuitenkaan löytynyt, joten jouduttiin koostamaan uudet näytteet. Tällöin myös alkuperäiset kahdeksan näytteen yhdistelmät jaettiin kahteen osaan. Oheisten pitoisuuskarttojen alkuainepitoisuudet ovat näytepareista korkeamman kultapitoisuuden omaavan näytteen pitoisuuksia. Koordinaatteina on käytetty alkuperäisen koostenäytteen koordinaatteja. Mistä linjamuotoisen näytteenoton näytteistä kukin kooste muodostuu, käy tarkemmin ilmi analyysitiedostosta (tilaus 88065 vuodelta 2007), joka on tallennettu raportin liitteenä olevalle CD-levykkeelle. Kaikkiaan analysoitiin 1362 näytettä. Löytymättä jäi 41 näytettä. Niistä suurin osa on karttalehtialueen 3442 10...12 itäosasta.

3.3 Lohkare-etsintä ja esikartoitus

Lohkare-etsintää ja paljastumien esikartoitusta käytettiin erityisesti tutkimusten alkuvaiheen menetelmänä, mutta myös myöhemmissä vaiheissa. Havaintoja tekivät pääasiassa Rauli Lempiäinen (RKL) ja Hannu Koskivuori (HSK). Yksittäisiä havaintoja tekivät myös kesäharjoittelijat Markus Sirviö (VMSI) ja Mikko Suikkanen (MTSU) sekä Olavi Kontoniemi (OMK). Taulukossa 2 on lueteltu havainnot työmaittain.

Taulukko 2. Kultahankkeen lohkarehavainnot.

Table 2. Boulder observations during the gold project.

Vuosi	Tutkimusalue	Tekijät	Kpl
Year	Study area	Workers	amount
2004	KALAJOKI, Huhtakylä	RKL,HSK,OMK	10
2004	HIMANKA, Hirsikangas	RKL	11
2004	REISJÄRVI, Katajaneva	RKL	8
2004	HAAPAJÄRVI, Lehtonen	RKL	18
2004	REISJÄRVI, Norssinjärvi	VMS,MTS,RKL,OMK	25
2004	Ktl 2341	RKL	2
2004	Ktl 2344	RKL	1
2004	Ktl 2432	RKL	7
2005	HIMANKA, Hirsikangas	RKL,HSK	6
2005	KANNUS, Märsylä	RKL,HSK,OMK	69
2005	Ktl 2323	RKL	13
2005	Ktl 2324	RKL,HSK	6
2005	Ktl 2432	RKL	2
2006	KANNUS, Kaakkurinkangas	RKL,OMK	5
2006	KANNUS, Märsylä	RKL,HSK	16
2006	TOHOLAMPI, Jämsä	RKL,HSK	26
2006	Ktl 2331	HSK	2
2006	Ktl 2341	RKL	19
2006	Ktl 2433	RKL	3
2007	HIMANKA, Hirsikangas	RKL,HSK	17
2007	Ktl 2343	RKL	1
2007	Ktl 2431	RKL	6
Yhteensä (Total)			273



3.4 Kallioperäkartoitus

Geologista kartoitusta tehtiin tutkimuskohteen litologian ja rakenteiden selvittämiseksi. Havain-
toja on eniten Hirsikankaan (67 havaintoa), Päänevan-Alakylän (52 havaintoa) ja Märsylän (31
havaintoa) tutkimusalueilta (taulukko 3). Kartoitukseen osallistuivat samat henkilöt kuin lohka-
re-etsintöihin ja heidän lisäksi tutkijat Jorma Isomaa (JSI) ja Pekka Lestinen (PJL2).

Taulukko 3. Paljastumahavainnot.

Table 3. Outcrop observations.

Vuosi Year	Tutkimusalue Study area	Kunta Municipality	Karttalehti Map Sheet	Tekijät Workers	Kpl Amount
2004	Norssinjärvi	Reisjärvi	2341	VMSI, MTSU	46
	Hirsikangas	Himanka	2413	HSK	1
	Huhtakylä	Kalajoki	2431	PJL2, HSK	6
	Pyhäkoski	Merijärvi	2432	HSK	1
	Rajaneva-Teerineva	Haapavesi	2433	HSK	5
2005	Märsylä	Kannus	2324, 2413	HSK, OMK	9
	Ktl 2324		2324	RKL	2
	Jämsä	Toholampi	2342	HSK	1
	Hirsikangas	Himanka	2413	OMK, HSK, RKL	22
	Rajaneva-Teerineva	Haapavesi	2433	RKL	1
2006	Pääneva-Alakylä	Haapavesi	2433	PJL2	16
	Ktl 2331		2331	HSK	12
	Jämsä	Toholampi	2342	HSK	6
	Hirsikangas	Himanka	2413	JNI, HSK	44
	Märsylä	Kannus	2431	PJL2, HSK	22
2007	Pääneva-Alakylä	Haapavesi	2433	PJL2	26
	Ktl 2431		2431	RKL	2
	Pääneva-Alakylä	Haapavesi	2433	PJL2	10
Yhteensä (Total)					232

3.5 Geokemiallinen tutkimus

Geokemiallinen moreeni- ja kallionpintatutkimus oli Päänevan-Alakylän tutkimusalueella koh-
dentavaa kartoitusta (50 x 125 m:n verkko), muualla kohteellista tutkimusta, jossa näytteet otet-
tiin joko erillisiltä linjoilta (Norssinjärvi, Alapää, pisteväli 2 - 20 m) tai verkosta (Rajaneva-
Teerineva, kuusi kohdetta, 25 x 25 m:n verkko). Suoritteet on esitetty taulukossa 4. Näytteenot-
toon käytettiin Terri-kalustoa, jossa näytteenottimena on läpivirtausterä (halkaisija 35 cm).

Taulukko 4. Geokemiallinen moreeni- ja kallionpintanäytteenotto.

Table 4. Geochemical sampling from till and bedrock surface.

Tutkimusalue Study area	Karttalehti Map Sheet	Aika Period	Pisteitä Points	Näytteitä Samples
Norssinjärvi	2341	2004	100	100
Alapää	2431	2004	108	108
Pääneva	2433	2004	526	648
Teerineva	2433	2004 - 2005	293	293
Yhteensä (Total)			1027	1149



3.6 Geofysikaalinen tutkimus

Alueelliset tutkimukset

GTK on tehnyt alueellista geofysikaalista kartoitusta matalalentomittauksena sähkömagneettisin, magneettisin ja radiometrisin menetelmin. GTK:n matalalentoaineistot kattavat hankkeen koko toiminta-alueen. GTK on tehnyt myös alueellista painovoimakartoitusta maanpintamittauksena pistetiheydellä 4-6 pistettä/km². Alueellinen painovoima-aineisto kattaa kaikki muut hankkeen geofysikaaliset tutkimuskohteet ja ympäristön, paitsi Himangan Hirsikankaan.

Alueelliset geofysikaaliset aineistot ovat erityisen käyttökelpoisia kohdentavassa tutkimusvaiheessa, jossa pyritään paikantamaan eri geologisia rakenteita potentiaalisina malmikohteina yhdistämällä geofysikaalisia aineistoja muuhun geotietoon.

Kohteelliset tutkimukset

Geofysikaalisia mittauksia varten tehdyt linjoitukset on sidottu valtakunnan koordinaatistoon käyttäen Digitan Fokus-palveluun pohjautuvaa DGPS-paikannusta, jolla saavutetaan 2 metrin paikannustarkkuus vaakakoordinaateissa.

Liitteissä 1-3 hankkeen tutkimuskohteiden sijainti on esitetty aeromagneettisella totaali-intensiteetikartalla. Taulukossa 5 tutkimuskohteilla tehdyt geofysikaaliset mittaukset on esitetty mittausten menetelmittäin.

Magneettiset mittaukset

Jokaisella tutkimuskohteella, pois lukien Alakylä, tehtiin systemaattinen magneettinen totaali-kenttämittaus protonimagnetometrillä 10 m pistevälillä ja 50 m linjavälillä. Laitteistona mittauksissa käytettiin Scintrex EnviMag –protonimagnetometriä. Magneettisissa mittauksissa maan magneettikentän ajallinen vaihtelu korjattiin maa-asemarekisteröinnin avulla. Alakylän tutkimuskohteella tehtiin magneettinen vertikaalikomponenttimittaus 10 m pistevälillä ja 25 - 50 m linjavälillä käyttäen Jalander-magnetometriä.

IP-mittaukset

Kaikilla muilla tutkimuskohteilla, pois lukien Alakylä, tehtiin myös systemaattinen IP-mittaus (IP=indusoitu polarisaatio) dipoli-dipoli-mittausjärjestelmällä (a=10-20 m, n= 3) Scintrex IPR-10-laitteistolla. Linjaväli IP-mittauksissa oli 50 m ja pisteväli 10 - 20 m riippuen käytetystä mittauskonfiguraatiosta.

Petrofysiikka

Petrofysikaalisia ominaisuuksia mitattiin GTK:n petrofysiikan laboratoriossa Kuopiossa kaikkiin 19 kairansydännäytteestä Himangan Hirsikankaan tutkimuskohteelta. Näytteistä määritettiin tiheys, magneettinen susceptibiliteetti, remanenssi, Q-arvo sekä lisäksi 5 näytteestä saatiin määritettyjä ominaisvastukset kolmella eri taajuudella (0.1 Hz, 10 Hz ja 500 Hz) MAFRIPO-märkämittauksella. Ominaisvastuksien taajuusriippuvuuden avulla määritettiin näytteiden varau-
tuvuudet.



Taulukko 5. Geofysikaaliset mittaukset.
Table 5. Geophysical measurements.

Karttalehti <i>Map sheet</i>	Kohde <i>Target</i>	Mittausaika <i>Period</i>	Magneettinen <i>Magnetic</i>	Indusoitu polarisaatio (IP) <i>Induced polarization (IP)</i>	Raportti <i>Report</i>
2341 11	Katajaneva (Reisjärvi)	2005	0,97 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 2101 pistettä	0,94 km ² D-D, a = 20 m, n = 3 Pisteväli: 20 m, Linjaväli: 50 m 1053 pistettä	M06/2341/2007/40
2341 12	Norssinjärvi (Reisjärvi)	2004	3,77 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 8514 pistettä	3,71 km ² D-D, a = 20 m, n = 3 Pisteväli: 20 m, Linjaväli: 50 m 4008 pistettä	M06/2341/2006/1/10
2344 04	Lehtonen (Haapajärvi)	2005	4,56 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 9801 pistettä	4,42 km ² D-D, a = 20 m, n = 3 Pisteväli: 20 m, Linjaväli: 50 m 4689 pistettä	M06/2344/2007/38
2413 07, 10	Hirsikangas (Himanka)	2004-2006	4,03 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 4291 pistettä	4,03 km ² D-D, a = 20 m, n = 3 Pisteväli: 20 m, Linjaväli: 50 m 2171 pistettä	M19/2413/2006/1/10
2433 01	Rajaneva (Ylivieska)	2004	1,55 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 3361 pistettä	1,55 km ² D-D, a = 10 m, n = 3 Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 3301 pistettä	M06/2433/2006/1/10
2433 04	Alakylä (Haapavesi)	2004	0,052 km ² (5,2 ha) Vertikaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 25-50 m 196 pistettä	-	M06/2433/2007/3
2433 04	Pääneva (Haapavesi- Nivala)	2005	1,42 km ² Totaalikomponentti Pisteväli: 10 m, Linjaväli: 50 m 3144 pistettä	1,42 km ² D-D, a = 20 m, n = 3 Pisteväli: 20 m, Linjaväli: 50 m 1557 pistettä	M06/2433/2007/3
Yhteensä			16,35 km² 31408 pistettä	16,07 km² 16779 pistettä	



3.7 Kairaus

Kairauksissa on käytetty GTK:n POKA-yksiköitä pääsääntöisesti kohteiden etsintään ja ulkopuolisen urakoitsijan suorittamaa raskasta kairausta aiheen tarkempaan tutkimiseen. Kalustona oli T-56-kalusto tai vastaava wire-line-kalusto. Kairauksien määrä tutkimusalueittain on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Kairaukset.
Table 6. Diamond drilling.

Aika Period	Tutkimusalue Study area	Kairaaja Driller	Karttalehti Map Sheet	Reikiä (kpl) Holes	Yhteispituus (m) Total (m)
2004	Huhtakylä	GTK	2431	10	1001.70
	Huhtakylä	Oy KATI AB	2431	6	999.90
	Mustajärvi	GTK	2431	3	303.10
2005	Hirsikangas	Geotek Oy	2413	9	1052.20
	Norssinjärvi	GTK	2341	5	511.70
	Hirsikangas	ADC	2413	8	995.05
	Hirsikangas	Oy KATI AB	2413	6	1195.20
	Huhtakylä	GTK	2431	10	892.20
	Alapää	GTK	2431	3	159.00
	Rajaneva-Teerineva	GTK	2431	4	394.20
	Pääneva-Alakylä	GTK	2433	6	535.70
	Katajaneva	SMOY	2341	5	616.75
2006	Lehtonen	SMOY	2344	6	885.85
	Huhtakylä	GTK	2431	3	306.20
	Pääneva-Alakylä	GTK	2433	3	299.40
	Hirsikangas	GTK	2413	9	851.80
	Hevoshaka	GTK	2413	3	317.50
	Märsylä	GTK	2324	6	587.10
	Kaakkurinkangas	GTK	2342	5	494.70
	Laitasaari	GTK	2432	1	101.30
	Lehtonen	GTK	2344	5	502.90
	Katajaneva	GTK	2341	4	373.40
Yhteensä (Total)				120	13376.85

3.8 Kemiaalliset analyysit

Kemiaallisia analyyskejä tehtiin, paitsi geokemiaallisen moreeni- ja kallionpintatutkimuksen näytteistä, myös lohkare- paljastuma- sekä kairansydännäytteistä. Analysoinnin suoritti GTK:n Geopalvelut-yksikön Kuopion laboratorio lukuun ottamatta menetelmillä 704P ja 900A tehtyjä Fire-Assay-kultamäärityksiä (704P-määritykset Espoon ja Rovaniemen laboratorioissa, 900A-määritkset ulkopuolisena palveluna). Analyysimäärät on esitetty taulukossa 7.

Moreenista ja moreenin alaisesta kallionpinnasta otetut näytteet kuivattiin lämpökaapeissa (70°C). Moreenista seulottiin analyysiä varten alle 2 mm:n lajite, joka edelleen jauhettiin hiiliteräspannalla analyysiraekokoon. Kallionpinnasta otetut näytteet jauhettiin sellaisenaan. Kaikista näytteistä analysoitiin usean alkuaineen ns. ICP-paketti (mm. As, Co, Cu, Ni, Mo, Pb, S ja Zn) menetelmällä 511P (analyysinäyte 0.2 g, uutto kuumaan kuningasveteen, määrittäminen ICP-AES-tekniikalla); Au, Bi, Sb, Se ja Te menetelmällä 520U (analyysinäyte 5 g, uutto huoneenlämpöiseen kuningasveteen, määrittäminen GFAAS-tekniikalla) sekä osasta näytteitä myös Ag, As ja Pb menetelmällä 511U (kuten 511P, mutta määrittäminen GFAAS-tekniikalla).



Lohkare- ja paljastumanäytteet murskattiin mangaaniteräksisellä leukamurskaimella ja jauhettiin analyysiraekokoon hiiliteräspannussa. Osasta näytteitä määritettiin pelkästään Au, osasta myös Bi, Sb, Se ja Te sekä ICP-paketin alkuaineet. Analyysimenetelminä olivat edellä kuvattujen menetelmien 520U ja 511P lisäksi menetelmät 522U (analyysinäyte 20 g, muuten kuin 520U) ja 523U (kuten 522U, mutta uutossa mukana hieman voimakkaampi pelkistin). Kullan analysointiin käytettiin joissakin tapauksissa myös dokimastiseen erotukseen ja rikastukseen perustuvaa menetelmää 704P (analyysinäyte 25 g, määrittäminen ICP-AES-tekniikalla). Samalla analysoitiin myös Pd ja Pt.

Kairansydännäytteet ositettiin kivilajirajat huomioiden yleensä noin metrin mittaisiksi näytteiksi. Ne puolitettiin timanttisahalla ja puolikkaat murskattiin ja jauhettiin analyysiraekokoon kuten lohkare- ja paljastumanäytteet. Kulta ja sen seuralaisalkuaineet Bi, Sb, Se, ja Te määritettiin menetelmällä 523U (muutamasta näytteestä myös menetelmällä 522U).

Osa Huhtakylän näytteiden Au-analyyseistä (440 kpl) tehtiin alihankintatyönä (Alex Stewart Assay and Environmental Laboratories Ltd, analyysinäyte 30 g, Fire Assay-rikastus, määrittäminen FAAS-tekniikalla). Samoista näytteistä Bi, Sb, Se ja Te analysoitiin GTK:ssa poikkeuksellisesti menetelmällä 511U.

Osa Pirunkoukun kairansydännäytteistä (103 näytettä) ja suurin osa Hirsikankaan näytteistä (247 kpl) analysoitiin kullan osalta myös uudelleen käyttämällä menetelmää 703P, 704P tai 705P, jotka dokimastiseen rikastukseen perustuvana antaa menetelmää 523U varmemmin kullan totaali- pitoisuuden. As-pitoisuus saatiin kaikissa tapauksissa ICP-paketin mukana.

Erillistutkimuksena tehtiin lisäksi Alapään kairansydännäyteaineiston neljästä lamprofyyrinäytteestä XRF-analyysi GTK:n mineraalitekniikan laboratoriossa Outokummussa (Jukka Laukkanen, analyysit 2464092...095). Samoista näytteistä analysoitiin myös GTK:n Espoon laboratoriossa lantanoidit sekä Co, Ni, Sc, Ta, Th, U ja Y menetelmällä 308 (ICP-MS-määrittäminen) ja menetelmällä 815L vesipitoisuus. Lisäksi Hirsikankaan kairansydännäytteistä tehtiin 17 kpl kokokivi-analyysijä XRF:llä Espoon laboratoriossa.

Taulukko 7. Kemialliset analyysit.
Table 7. Chemical analyses.

Kohde <i>Target</i>	Iskuporaus <i>Percussion drilling</i>	Lohkareet <i>Boulders</i>	Paljastumat <i>Outcrops</i>	Kairaus <i>Drilling</i>
Pirunkoukku				430
Norssinjärvi	100	12		232
Mustajärvi				37
Alapää	108			24
Huhtakylä		9		1496
Teerineva	293			
Pääneva	648			379
Hirsikangas		54	11	1851
Lehtonen		19		215
Katajaneva		8		209
Kainuun liuskejakso	1362			
Muut		173	72	214
Yhteensä (Total)	2511	275	83	5087



3.9 Petrologiset ja mineralogiset tutkimukset

Pääasiassa kairansydännäytteistä, mutta myös muutamista lohkare- ja paljastumanäytteistä, tehtiin GTK:n Kuopion laboratoriossa mikroskooppitutkimuksia ja mikroanalyysjä varten kiillotettuja ohuthieitä (KOH) yhteensä 152 kpl (taulukko 8). Stereomikroskooppia apuna käyttäen määritettiin lisäksi geokemiallisessa kallionpintanäytteenotossa kerätyistä kallio- ja rapakallionäytteistä kivilaji- ja malmimineraalitiedot. Määritys tehtiin näytteenoton yhteydessä erilleen otetuista osanäytteistä. Hirsikankaan kairansydännäytteistä (7 KOH) tehtiin malmimineralogisia tutkimuksia Espoon laboratoriossa käyttäen Cameca SX50 mikroanalysaattoria.

Taulukko 8. Ohuthieet
Table 8. Thin sections.

Tutkimusalue <i>Study area</i>	Karttalehti <i>Map Sheet</i>	Kpl <i>Amount</i>
Katajaneva	2341	6
Norssinjärvi	2341	23
Lehtonen	2344	11
Alapää	2431	3
Huhtakylä	2431	32
Pääneva-Alakylä	2433	13
Rajaneva-Teerineva	2433	6
Pirunkoukku	3312	2
Hirsikangas	2413	47
Muut		9
Yhteensä (Total)		152



4 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustuloksista kerrotaan tässä yhteydessä vain raportoitujen ja lopetettujen tutkimusten osalta. Em. tutkimukset on selostettu tarkemmin jo aikaisemmin työmaakohteisissa raporteissa. Poikkeuksena edelliseen on Kainuun liuskejakson kultapotentialiselvitys, jonka tulokset kerrotaan vain tässä raportissa.

4.1 Kultaviitetiedosto

Kultaviitetiedoston (1408 viitettä) tuloksista on kuvassa 4 esitetty viitteiden sijoittuminen tarkastelun kohteena olevalle alueelle. Pohjakarttana nähdään alueelle sijoittuvat hiertovyöhykkeet. Viiteaineisto kokonaisuudessaan on raporttiin liitetyllä CD-levykkeellä (AUVII07.xls).

Kultamineralisaatioita kontrolloivat rakenteelliset seikat ovat malmien esiintymisen ja paikantamisen kannalta ensiarvoisen tärkeitä. Näitä ovat maan kuoren mittakaavaiset heikkousvyöhykkeet, törmäysvyöhykkeet ja niihin liittyvät hiertovyöhykkeet ja hierrot, erityisesti laajenevat rakenteet. Nämä luovat otollisen ympäristön kultaa kantavien fluidien (metamorfiset, magmaattiset) kulkeutumiselle ja saostumiselle. Mineralisaatioita tavataan hiertovyöhykkeissä erilaisissa PT-olosuhteissa, mutta suurin osa esiintyy kuitenkin vihreäliuskefasieksen ja amfiboliittifasieksen alaosien metamorfisissa oloissa. Deformaatiotyyli ja mineralisaation geometria vaihtelee vastaavasti PT-olojen ja jännityskentän vaikutuksesta. Paleoproterotsooisien Svekofennisen alueen kultaesiintymät ovat pääasiassa mesozonal orogenic- tai lode-tyypin esiintymiä. Ajallisesti ja paikallisesti niillä on usein yhteys intermediääriseen ja happamaan magmatismiin, erityisesti synkinemaattisiin granitoideihin ja niihin liittyviin juonikomplekseihin.

Erityisen runsaasti viitteitä on alueen luoteisosassa ja toisaalta Rantasalmen alueella. Edellinen johtuu osaksi erinomaisen aktiivista kansannäytetoiminnasta Pohjanmaalla, mutta myös kuoren mittakaavaisen hiertovyöhykkeen taipuminen ja haarautuminen em. alueilla useiksi konjugaatteiksi luo otolliset olosuhteet laajeneville rakenteille.

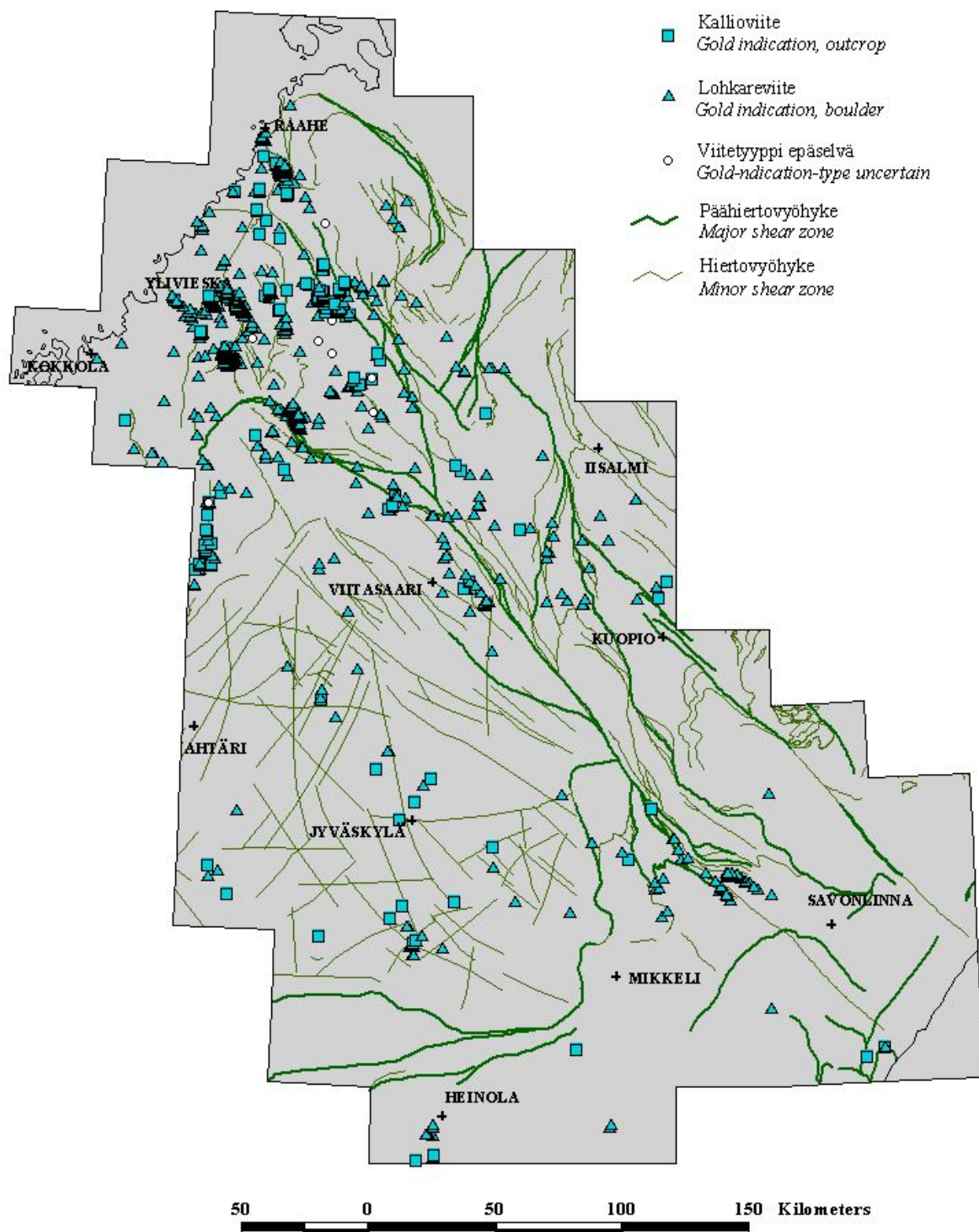
4.2 Kainuun liuskealueen kultapotentialiselvitys

Johdanto

Kallioperällisesti tutkimusalue käsittää hieman Paltamon pohjoispuolen tasalta pohjoiseen ulottuvan osan paleoproterotsooista Kainuun liuskevyöhykkeestä. Siihen kuuluu myös osia liuskevyöhykettä ympäröivästä arkeisesta kallioperästä (liite 4, ks. myös Laajoki 2005). Liuskevyöhykettä ja sen arkeista ympäristöä leikkaavat lukuisat deformaatiovyöhykkeet, joista mittavin on tutkimusalueen pohjoisosan läpi kulkeva Auhon lounais-koillis-suuntainen siirrosvyöhyke (liite 4). Viimeisimpien tutkimusten mukaan se ei liuskevyöhykkeen kivet leikattuaan jatkukaan kohti kollista, vaan kääntyy seuraamaan liuskeiden kontaktin suuntaa itä-koilliseen (Perttu Mikola, henkilökohtainen tiedonanto 2007). Yleinen piirre on deformaatiovyöhykkeiden keskittyminen kivilajimuodostumien kontakteihin.

Tutkimusalueelta on viitteitä useamman kuin yhden jäätikön virtaussuunnan kerrostamasta moreenista. On kuitenkin ilmeistä, että tässä tarkasteltavan moreenin hienoaineksen ja lohcareiden kuljetus on vallitsevasti tapahtunut viimeisimmän jäätikkövirtauksen mukana. Aivan tutkitun alueen eteläosissa (karttalehtien 3432 ja 3434 alueet) se on tapahtunut suunnasta 290-300°, paikoin ehkä hieman pohjoisempaakin. (Okko 1950 ja 1951, Lestinen 1977, Lestinen ja Hartikainen 1977).





Kuva 4. Kultaviitteet.
Figure 4. Gold indications.



GTK

Siirryttäessä kohti pohjoista virtauksen tulosuunta kääntyy keskimäärin läntisemmäksi mitattujen arvojen vaihdellessa välillä 270–290° (Hartikainen 1977, Nenonen ja Hakala 1984, Huhta ja Nenonen 1986a ja 1986b). Moreenin alainen kallioperä on monin paikoin preglasiaalisesti rapautunut, mitä ilmentävät mm. lukuisat kaoliiniesiintymät, joiden paksuudeksi on enimmillään mitattu noin 30 m (Venäläinen 1984).

Tutkimusalueelta on saatu lukuisia malmiviitteitä sekä kansannäytteinä että Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) omien malmitutkimusten yhteydessä (liite 4 ja CD-levyke, Kainuu_malmiviitteet). Suurin osa viitteistä liittyy kupariaiheisiin, joissa muutamissa tapauksissa on mukana myös merkittävästi kultaa. Läheskään kaikista kupariviitteiden näytteistä ei kultaa ole analysoitu. Ne on kuitenkin otettu viiteluetteluun mahdollisina kulta-aiheiden indikaattoreina. Mukana on joitakin sinkki-lyijy-hopea-viitteitä, joissa kupari ei ole päämetalli, mutta on mukana metalliseurueessa ja kaikki viitteet, joihin liittyy kultamääritys. Alueelta tunnetaan myös muiden metallien, mm. raudan, esiintymiä ja viitteitä. Koska niihin ei tämänhetkisen käsityksen mukaan liity kultaa, ne on jätetty viiteaineistosta pois.

Tarkastelun taustatiedoksi on otettu myös GTK:n kalliogeokemiallisen tietokannan tutkimusalueelta koskevaa analyysiaineistoa (CD-levyke, Kainuu_kalliogeokemia, ks. Rasilainen et al. 2007). Aineiston näytteitä on tarkastelussa kutsuttu KG-näytteiksi. Tutkimusalueella ja välittömästi sen eteläpuolella tehdyistä kupari- ja/tai kulta-aiheiden tutkimuksista ovat raportoineet Ervamaa (1973a, 1973b, 1973c), Heino (1982, 1983, 1988a, 1988b, 1988c, 1988d, 1988e, 1990), Laajoki 1973a, 1973b, Heino ja Vanne (1982) sekä Talvitie ja muut (1980).

Anomalioiden ja niiden taustojen tarkastelu

Liitteinä 5 – 14 olevilla moreenin hienoaineksen alkuainepitoisuuskartoilla kultapitoisuudet on jaettu neljään, muiden alkuaineiden pitoisuudet viiteen luokkaan. Viimeksi mainituille luokkarajoja ovat pitoisuusjakauksen 80., 90., 95. ja 98. prosenttipisteen arvot, kullalle matalan pitoisuustason vuoksi vain kolmen ylimmän prosenttipisteen arvot. Anomaalisina on pidetty 90. prosenttipisteen ylittäviä pitoisuuksia. Kullan seuralaisalkuaineiksi kutsutut alkuaineet ovat antimoni, arseeni, seleeni, telluuri ja vismutti.

Valtaosa moreenin hienoaineksen suurimmista kultapitoisuuksista sijoittuu karttalehtien 3432 ja 3434 alueelle (liite 5). Myös taustapitoisuudet ovat alueella selvästi korkeammat (mediaani 6 ppb Au) kuin muualla (mediaani 2 ppb Au). Edellinen ei kuitenkaan välttämättä vastaa tilannetta alla olevassa kallioperässä. Moreenin hienoaineksen korkeampi taustapitoisuus ja sen myötä myös anomaalisuuden korostuminen voivat johtua siitä, että karttalehtien 3432 ja 3434 alueelta oleva aineisto on taustaltaan erilainen kuin muu tutkimusalueen aineisto (ks. suoritettut tutkimukset osio). Tarkempaa syytä tasoerolle ei tässä lähdetä pohdiskelemaan.

Eteläisimmän karttalehtivyöhykkeen sisälle syntyvää kullan anomaliakuviota voitaneen edellisenkin huomioiden pitää todellisenä. Sen mukaan tutkimusalueen lounaisosaan muodostuu varsin laajaa ja yhtenäisen lounais-koillis-suuntainen anomaalisten kultapitoisuuksien vyöhyke. Anomalia alkaa arkeeisten kivien alueelta ja jatkuu vinosti paleoproterotsooisten liuskeiden puolelle. Myös kaakkoisnurkan alueella on laajalti kullan anomaalisuutta. Suurimmat kultapitoisuudet asettuvat täällä arkeeisen pohjan päälle. Matalampaa kullan anomaalisuutta on liuskevyöhykkeen itäreunalla. Kaksi lähekkäistä korkean kultapitoisuuden pistettä on lisäksi tutkimusalueen eteläreunalla, etelästä ulottuvan arkeeisen ikkunan alueella.



Karttalehtialueiden 3432 ja 3434 pohjoispuolella on itse Kainuun liuskevyöhykkeen päällä olevassa moreenissa anomaalisesti kultaa vain muutamissa näytepisteissä. Ne painottuvat vyöhykkeen pohjoisosaan. Pitoisuustaso jää kahta pistettä lukuun ottamatta matalaksi. Toinen voimakkaasti anomaalisista pisteistä on peruskarttalehden 3444 03 (piste 87_70128, 187 ppb Au), toinen lehden 3533 05 alueella (piste 87_70505, 39 ppb Au). Liuskevyöhykkeen länsipuoleisella arkeisten paragneissien ja niitä lävistävien karjalaisten granitoidien alueella kullan anomaalisuus on hajanaista ja muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta täälläkin matalatasoista (maksimi 47 ppb Au pisteessä 83_71355). Vähäistä keskittymistä on havaittavissa toisaalta peruskarttalehden 3442 09, toisaalta lehden 3442 07 alueelle (osittain myös viereisten lehtien alueelle). Useita anomaalisia pisteitä, joista kaksi on voimakkaan anomaalisia, on myös arkeisten metasedimenttien päällä (Keski-Puolangan ryhmä, ks. Laajoki 2005) peruskarttalehtien 3441 12 ja 3442 10 alueella (maksimi 56 ppb Au pisteessä 83_71439). Liuskevyöhykkeen itäpuoleisella, pääasiassa arkeisista ortogneisseistä koostuvalla kallioperäalueella moreenissa on vain muutama pistemäinen kulta-anomalia, joista merkittävin on peruskarttalehden 3444 04 alueella (piste 87_70192, 193 ppb Au). Tutkimusalueen pohjoisreunan arkeisten ortogneissien päällä on hajanaista kullan matalatasoista anomaalisuutta sen keskiosissa.

Kullan seuralaisalkuaineiden anomaliakuviot moreenin hienoaineksessa muistuttavat monin paikoin toisiaan (liitteet 6 – 10) eli lähteet ovat paljolti samat. Anomaalisuus painottuu liuskevyöhykkeen alueelle, Puolangan tasalta etelään. Tämä koskee erityisesti seleeniä. Huomion arvoinen piirre on myös arseenipitoisuuksien varsin matala taso. Arseeni ja antimoni seuraavat muita kiinteimmin toisiaan, samoin telluuri ja vismutti. Kuparin anomaalisuus (liite 11) hajaantuu edellisiä selvemmin sekä liuskevyöhykkeen että arkeisen pohjan alueelle. Sitä on useassa pisteessä myös tutkimusalueen pohjoisosissa. Sinkkin ja lyijyn anomaalisuus seuraavat muutamia poikkeuksin toisiaan (liitteet 12 ja 13). Se painottuu liuskevyöhykkeen eteläiselle alueelle, mutta sitä on myös laajalti tutkimusalueen koillisnurkassa arkeisten kivien päällä. Koillisnurkan anomaliaan liittyy myös kuparin anomaalisuutta sekä useiden muiden alkuaineiden taustasta selvästi kohonneita pitoisuuksia (mm. nikkeli ja kromi), joiden anomaliakarttoja ei ole esitetty raportin liitteinä.

Muiden tarkasteltavien alkuaineiden anomaalisuus ei harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta seuraa kullan anomaalisuutta. Tämä hieman yllättävä piirre viittaa kullan esiintyvän moreenissa yleisesti erillisinä elementaarihippuina. Erityisesti voisi olettaa kuparipitoisuuksien nousevan anomaalisiksi samoissa moreeninäytteissä kuin kullan, koska alueelta on lukuisia viitteitä kultaa sisältävistä kuparimineralisaatiosta (ks. CD-levyke, Kainuu_malmiviitteet). Ne saattavat olla niin pienialaisia, etteivät pysty nostamaan moreenin hienoaineksen kuparipitoisuuksia anomaalisiksi, mutta kylläkin kultapitoisuuden, johon riittää varsin vähäinen hippumäärä. Kuinka paikallisia nämä kultahiput missäkin tapauksessa ovat, jää paljolti auki. Peruskarttalehden 3444 04 alueelle sijoittuva pistemäinen huippuanomalia (näyte 87_70192, 193 ppb Au) saattaa hyvinkin liittyä paikalliseen mineralisaatioon. Sen kaakkoispuolelta on viitteitä kullan esiintymisestä kallioperän sinkki-lyijy-kuparimineralisaatiossa (Heino 1988e, Huhta ja Nenonen 1986a). Toisaalta taas tutkimusalueen kaakkoisosan arkeiselle alueelle sijoittuvien huippuanomaalisten kultapitoisuuksien yhteyteen ei liity muita indikaatioita, tosin alueen lukuisat mafiset juonet ovat kyllä muualta olevan viiteaineiston perusteella potentiaalisia kulta-kuparimineralisaatioiden isäntäkiviä.

Seuraavassa on tarkemmin käsitelty muutamia kulta-anomalioita, joissa sen seuralaisalkuaineita ja/tai kuparia on myös anomaalisesti ja joiden voi olettaa tällä perusteella olevan tarkastellussa mittakaavassa hyvinkin paikallisia.



Merkittävin näistä lienee peruskarttalehden 3444 03 keskiosiin sijoittuva näytepiste 87_70128, jossa kullan ohella (187 ppb Au) voimakkaan anomaalisina ovat myös antimoni, arseeni, kupari, lyijy, seleeni ja telluuri sekä heikosti anomaalisena myös vismutti. Näytepiste sijoittuu Auhon siirrokseen liittyvän N-S-suuntaisen deformaatiovyöhykkeen välittömään läheisyyteen. Pisteiden pohjoispuolella moreenin arseeni- ja telluuripitoisuudet ovat laajemminkin anomaaliset.

Täältä on löytynyt myös lukuisia kuparimineralisaatiosta indikoivia lohkareita, joiden kivilajeina ovat mafisten metavulkaniittien ja juonikivien erilaiset variantit, karbonaatti- ja/tai kvartsi-karbonaattikivet sekä karsikivet. Niissä kupari on sitoutunut kuparikiisuun ja joissakin tapauksissa myös kuparihohteeseen. Suurin mitattu kultapitoisuus on 2020 ppb (viite K_23429). Vyöhykkeen alueelta on myös KG-näyte (94003420) mafisesta vulkaniitista. Kivi on heikosti mineralisoitunut ja sen kulta- ja kuparipitoisuus on selvästi anomaalinen (CD-levyke, Kai-nuu_kalliogeokemia, 7 ppb Au, 264 ppm Cu).

Pisteiden 87_70128 eteläpuolella on moreenin hienoainekseen anomaalisuutta kuparilla, sinkillä ja lyijyllä. Myös täältä on löytynyt kivilajeiltaan edellisten kaltaisia mineralisoituneita lohkareita, tosin kaikki harjajaksosta. Korkein mitattu kultapitoisuus on 1250 ppb (viite 974414). Lähialueelta on myös kalliopaljastuman kvartsijuonesta mitattu anomaalinen kultapitoisuus (viite K_5118, 200 ppb Au). Juonen isäntäkivistä ei ole tietoa, tosin litologisen kartan mukaan se voisi olla metadiabaasi.

Toinen pistemäinen voimakas kulta-anomalia, jossa useiden seuralaisalkuaineiden pitoisuus selvästi nousee taustasta, sijoittuu myös tutkimusalueen pohjoisosaan, liuskevyöhykkeen kaakkoisreunaan, peruskarttalehden 3533 05 alueelle (piste 87_70505, 39 ppb Au). Ylimpään anomalialuokkaan näytepisteessä nousevat myös kuparin ja vismutin pitoisuudet. Heikommin anomaalisia ovat arseeni ja seleeni.

Pisteestä länsilounaaseen on suppealta alueelta löytynyt lukuisia kuparikiisua ja/tai kuparihohdetta sisältäviä lohkareita, joiden kivilajisto on sama kuin pisteen 87_70128 ympäristössä. Kvartsi- ja/tai karbonaattikivilohkareet tosin ovat täällä selvänä enemmistönä. Niissä on joissakin tapauksissa mukana myös maasälpää, joka todennäköisesti on albiittia. Kultapitoisuus on määritetty 60 lohkareesta. Pitoisuus ylittää 35 lohkareessa 50 ppb:n ja 11 lohkareessa 500 ppb:n rajan. Maksimikultapitoisuus (27000 ppb Au) on mitattu kahdesta lohkareesta, jotka ovat koordinaattien mukaan muutaman kymmenen metrin etäisyydellä toisistaan. Toinen on kuparikiisua ja kuparihohdetta sisältävä amfiboliitti (viite K_23426, löytynyt vuonna 1981), toinen kuparikiisua sisältävä kvartsi-karbonaattikivi (viite TK_06_L13, löytynyt vuonna 2006). Paitsi lohkaretsintää, GTK on tehnyt alueella myös pienimuotoisen moreenigeokemiallisen tutkimuksen (22 näytepistettä, 60 näytettä). Sen tulokset jäävät vaatimattomiksi. Korkein kultapitoisuus on 30 ppb, eikä selkeitä anomalioita moreenin hienoainekseen muodostu (Heino 1988b).

Edellä kuvatun lohkaretihentymän länsireunalta on kahdesta kohtaa löytynyt kalliopaljastumasta kuparikiisua. Toisessa näistä kivilaji on merkitty mantelikiveksi, (viite TK_82_P17), toisessa kivilaji on kvartsijuonia sisältävä karbonaattikivi (TK_84_P62). Kemiallisia analyysejä mineralisoitumista ei ole. Moreenipisteestä 87_70505 hieman länsilounaaseen on myös otettu KG-näyte (94003424), jossa kullan ja kuparin pitoisuudet nousevat tutkimusalueelta olevan aineiston suurimmiksi (8 ppb Au, 752 ppm Cu). Näyte on rikki- ja kuparikiisua sisältävästä diabaasista.

Paitsi kahdessa edellä mainitussa näytteessä, kultapitoisuus nousee anomaaliseksi myös neljässä muussa tutkimusalueen pohjoisosan alueelta otetussa KG-näytteessä. Yksi näistä on diabaasista



(näyte 94003410), yksi konglomeraatista (näyte 94003413), yksi gabrosta (näyte 94003418) ja yksi amfiboliitista (näyte 94003433). Konglomeraatissa anomaalisena on pelkästään kulta, muissa sen ohella myös kupari.

Kolmas pistemäinen kulta-anomalia, johon liittyy jonkun muun tarkastellun alkuaineen korkea pitoisuus (tässä tapauksessa kuparipitoisuus), sijoittuu peruskarttalehden 3432 09 eteläosan alueelle (piste 86_71143, 24 ppb Au). Kyseinen näytepiste on osa laajaa tutkimusalueen lounaisosan kulta-anomaliaa. Täältä tunnetaan kalliosta kolme kupariaihetta, joissa metalli esiintyy kuparikiihun ohella kuparihohteenä ja borniittina. Aiheista ainakin kahteen liittyy hieman kulta.

Himmaisenkankaalla (läntisin aihe, viitteet 1...8_HIM_05) mineralisaatio on voimakkaasti hierittyneessä, arkeisia paragneissejä leikkaavassa metadiabaasissa. Siitä on Asko Kontinen analysoittanut useita näytteitä (maksimipitoisuus 163 ppb Au). Samanlainen mineralisaatio nähdään myös Kivesvaaran sepelilouhimon alueella, missä se on vulkaniitin ja kvartsiitin kontaktissa (viite 901684, 210 ppb Au) sekä louhimon länsipuolella, Oulu-Kajaani valtatie kalliroleikkauksessa, missä mineralisaatio asettuu metadiabaasin ja fylliitin kontaktiin (Heino 1988b). Viimeksi mainitusta ei kulta ole analysoitu. Sen sijaan kalliroleikkauksen konglomeraateista on soijanäytesarja, josta on määritetty kultapitoisuus (maksimi 300 ppb Au, ks. edellinen viittaus).

Edellä kuvatun alueen läpi kulkee liuskevyöhykkeen kontaktia seuraileva, NNE-SSE-suuntainen Raappanan siirrosvyöhyke, joka luonteeltaan on oikeakätinen. Kivet ovat siirrosvyöhykkeessä paikoin voimakkaastikin hiertyneitä (Asko Kontinen, suullinen tiedonanto 2007). Mineralisaatiot voivat hyvin liittyä näihin liikuntoihin, mahdollisesti myös konglomeraattien kulta. Alueella tavataan NE-SE-suuntaisia deformaatorakenteita (ks. edellinen viittaus), jotka ovat hyvin voineet ohjata malmiliuosten saostumista otollisiin kohtiin kuten metadiabaasien kontakteihin. Tämä käy yksiin moreenianomalian samansuuntaisen trendin kanssa.

Useita edellä kuvatun mineralisaatiotyyppin lohkaraita on löytynyt samalta Kivesvaaran sepelilouhimon alueelta, missä se on paljastuneena. Eräässä täältä kansannäytteenä lähetetyssä amfiboliliuskeisäntäisessä lohkaraita (viite 20063060) on vähän myös kulta (507 ppb Au). Sepelilouhimon eteläpuolelta on lisäksi löytynyt kuparikiihupitoinen kvartsiujuonilohkare (viite 20044224), jonka kultapitoisuus on 1410 ppb.

On syytä tuoda esiin myös joitakin kullan seuralaisalkuaineiden sekä kuparin, lyijyn ja sinkin anomaliaita, joihin ei kulta näytä liittyvän. Varsinkin kullan seuralaisalkuaineanomalioiden voi olettaa indikoivan kallioperän mineralisaatiota, joihin voi liittyä myös kulta, vaikka siitä ei moreeninäytteissä, ehkä sen heterogeenisen esiintymistavan vuoksi, olekaan merkkejä. Tällaista useiden alkuaineiden useissa näytepisteissä esiintyvää anomaalisuutta on Törmänmäen ympäristössä, pääosin peruskarttalehden 3441 10 alueella (eteläinen anomalia-alue) ja Törmänmäeltä pohjoiseen, pääosin peruskarttalehtien 3441 11, 3441 12 ja 3443 02 alueella (pohjoinen anomalia-alue).

Eteläinen anomalia-alue on kokonaan liuskevyöhykkeen päällä. Täällä seleenin, sinkin, telluurin, ja vismutin anomaalisuus seuraa varsin selvästi kivilajien kulkua, sen sijaan antimonin ja arseenin anomaalisuudella on alueen eteläreunalla myös itä-läntinen trendi. Kuparin ja lyijyn anomaalisuus rajoittuu vain muutamiin näytepisteisiin. Vertaamalla tutkimusalueen mustaliuskeita edustavan KG-näytteen (94003619) analyysitulosta anomalia-alueelta olevan pisteen 83_71443 moreeninäytteen analyysitulokseen on pääteltävissä Törmänmäen ympäristön monialkuaineanomalian aiheutuvan suurelta osin kallioperän mustaliuskeista.



Viiteaineiston perusteella näihin ei liity merkittäviä määriä kultaa. Antimonin ja arseenin anomaliakuvion itä-läntinen trendi viittaa toisaalta siihen, ettei anomalisuus ainakaan näiden alkuaineiden osalta pelkästään liity mustaliuskeisiin, vaan lähteenä voisi olla myös mineralisaatio, joka seuraa mainitun suuntaista deformaatorakennetta. Tällaisia poikittaisia deformaatorakenteita kallioperäkartalle on merkitty (liite 4). On hyvin mahdollista että myös mustaliuskeiden metallisisällöstä osa on epigeneettistä ja tullut niihin myöhemmissä liikunnoissa, joita nyt indikoivat kivilajimuodostumien kontakteja seuraavat deformaatiovyöhykkeet. Käsitystä tukevat mm. alueelta olevat ei-mustaliuskeisäntäiset malmiviitteet.

Pohjoinen anomalia-alue on eteläisen kaltainen. Täällä telluurin ja vismutin anomalisuus seuraa niin ikään kivilajien kulkua, kun taas antimonin ja arseenin anomalisuudella on, selvempänä kuin Törmänmäen ympäristössä, kivilajien kulkua leikkaava likimain itä-läntinen trendi. Sekä arseenin että antimonin anomalisuus yltää selvästi liuskeiden puolelta arkeeisten kivien päälle. Kuparin anomalisuus, joka täällä on laaja-alaisempaa kuin Törmänmäen ympäristössä, keskittyy liuskeiden alueelle ja seuraa kivilajien kulun mukaista trendiä. Seleenin anomaliakuviossa yhdistyvät molemmat edellä mainitut suunnat. Lyijyä ja sinkkiä on anomaalisesti vain muutamassa pisteessä. Arkeeisen pohjan alueella on arseenin ja antimonin sekä vähemmässä määrin muiden tarkasteltavien alkuaineiden anomalisuutta myös mainitun itä-läntisen arseeni-antimonianomalian pohjoispuolella (peruskarttalehden 3443 03 alue).

Eteläisen anomalia-alueen kaakkoispuolelta on harjujakson soranottoalueelta löytynyt useita lyijy-sinkki-hopea- ja kuparimineralisaation lohkareita, joiden isäntäkivinä ovat mustaliuskeet ja karbonaattikivet sekä vähemmässä määrin mafiset metavulkaniitit. Useissa tapauksissa ne ovat karsiutuneita. Kupari on lohkareissa pääasiassa kuparihohtena, mutta myös kuparikiisuna, borniittina ja kovelliinina. Joistakin lohkareista on analysoitu kultapitoisuus. Yhtä karbonaattikivi-lohkareen tulosta (viite TK_84_L78, 180 ppb Au) ja yhtä kloriittiliuskelohkareen tulosta (viite TK_84_L79, 80 ppb Au) lukuun ottamatta pitoisuus jää alle määritysrajan. GTK on tehnyt alueella malmitutkimuksia jo 1940 ja 1950 lukujen vaihteessa (Siltajoen karsilohkareen emäkallion etsinnät) sekä 1980-luvun alkupuolella (Heino 1990, mm. Tulijoen alueen moreenigeokemialliset tutkimukset). Lohkareiden lähtöpaikka ei näissä tutkimuksissa ole selvinnyt.

Pohjoiselta anomalia-alueelta on myös lohkareviitteitä sekä lyijyä, sinkkiä ja hopeaa sisältävistä, että kuparia sisältävistä mineralisaatioista. Edelliset ovat yhtä sarvivälkegneissilohkareta lukuun ottamatta kvartsia, jälkimmäiset peräisin mafisista juonista. Kummankin mineralisaatiotyypin lohkareissa on vähän myös kultaa. Lyijy-sinkki-hopea-typin lohkareissa maksimi on 100 ppb Au (viite K_4602), kuparityypin lohkareissa 110 ppb Au (viite TK_85_L17). Alueelta on myös kullan ja kuparin suhteen anomaalinen KG-näyte (94003292) amfiboliitista (8 ppb Au, 237 ppm Cu). Näytteessä muiden tarkasteltujen alkuaineiden pitoisuudet, seleenipitoisuuksia lukuun ottamatta, jäävät pieniksi.

Peruskarttalehtien 3441 11 3441 12 alueella on kairauksin tutkittu geofysikaalisissa mittauksissa esiin tulleita magneettisia ja sähköisiä anomalioita. Niiden todettiin aiheutuvan kallioperän mustaliuskehorisonteista. Näihin, pääasiassa rautakiisuja sisältäviin mustaliuskeisiin, muutamissa tapauksissa myös fylliiteihin, liittyy paikoin pieniä kuparikiisuuntumia (Laajoki 1973a, 1973b). Kultamäärittäisiä ei ole tehty.

Peruskarttalehden 3441 12 alueella on tutkittu myös konglomeraattien kultapitoisuuksia (Mäntykankaan muodostuma, Heino 1988b, ks. myös Laajoki 2005).



Vain yhdessä näytteessä kultapitoisuus nousee selvästi yli määrittäysrajan (110 ppb Au), muutamassa se jää määrittäysrajan (10 ppb Au) tuntumaan ja loppuissa sen alle.

Edellä käsiteltyjen monialkuaineanomalioiden lisäksi on syytä tuoda esiin tutkimusalueen koillisenurkkaan, Näljängän ympäristöön sijoittuva laaja usean alkuaineen anomalia, joka tyypillisesti liittyy biotiittirikkaisiin kiviin ja jossa mm. kuningasvesiliukoinen kalium on mukana (liite 14).

Näistä poiketen täällä kuitenkin lyijypitoisuudet ovat aineiston pitoisuustasoon nähden useassa näytepisteessä korkeat (maksimi 100 ppm Pb pisteessä 87_70606), mikä selvästi viittaa mineralisaatioon. Alueen kallioperä koostuu paljastumatietojen perusteella graniitoideista, jotka ovat voimakkaasti deformatuneet (Perttu Mikkola, henkilökohtainen tiedonanto 2007).

Eräs syy anomalialle voisivat olla alueen läpi kulkevan Auhon siirrosvyöhykkeen liikunnot ja niihin liittyneiden liusten aiheuttama kivien biotiittituminen ja kiisuuntuminen. Todettakoon, että anomalia-alueelta, tosin sen länsireunalta, on löytynyt lyijyhohdetta ja kuparikiisua sisältävä kvartsijuonilohkare, josta on analysoitu kolme erillistä näytettä (viitteet 901443 – ...445). Näytteissä on parhaimmillaan 11.2 % lyijyä, 249 ppm hopeaa, 1.22 % kuparia ja 50 ppb kultaa.

Hiertovyöhykkeeseen voi niin ikään liittyä kuparimineralisaatio, jossa mahdollisesti on myös kultaa ja jota indikoi peruskarttalehden 3441 09 alueelle muodostuva moreenin hienoaineksen kapea, likimain itä-läntinen anomalia. Sen itäpäässä, osin kuparianomalian itäpuolella, myös telluurilla on lievää anomaalisuutta. Edellisiin liittyy kuningasvesiliukoisen kaliumin korkeat pitoisuudet, mikä viittaa tässäkin tapauksessa biotiittimuutumiseen. Anomalian alueelta on KG-näyte (94003297) amfiboliitista, jossa kulta- ja kuparipitoisuus nousee selvästi taustan yläpuolelle (6 ppb Au, 242 ppm Cu).

Mainitsemisen arvoinen on vielä vismutin ja telluurin osin voimakas anomaalisuus, jota esiintyy liuskevyöhykkeen länsipuolen arkeaisen metasedimenttimuodostuman (Laajoen Keski-Puolangan ryhmä) länsireunan päällä. Anomaalisuutta on useissa näytepisteissä Puolangan tasalta etelään. Antimoni- ja arseenipitoisuudet jäävät alueen kaikissa näytepisteissä taustaan. Välitölmästi Puolangan eteläpuolelle sijoittuvan anomaalisen moreenipisteen kohdalta on KG-näyte (94003702), jonka analyysituloksen mukaan myös alla oleva kallioperä on vismutti- ja telluuripitoisuudeltaan selvästi anomaalinen arseeni- antimoni- ja rikki-pitoisuuden jäädessä taustaan (170 ppb Bi, 73 ppb Te, 1.1 ppm As, <30 ppb Sb, 45 ppm S).

Kyseinen KG-näyte on otettu serisiittiä, stauroliittia ja granaattia sisältävästä, voimakkaasti suuntautuneesta kiilleliuskeesta. Tässä tapauksessa anomaalinen vismutti- ja telluuripitoisuus ei siis liity mustaliuskeeseen. Sen sijaan lähteenä lienee deformatuneeseen kiveen liittyvä mineralisaatio, johon mahdollisesti liittyy myös kalimuuttumista (serisiitti).

Edellisestä on vedettävissä johtopäätös, että vismuttia ja telluuria on antimonin ja arseenin tavoin ollut liikkeellä kivilajien syntyä seuranneissa liikunnoissa ja saostunut sopiviin deformaatio- kenteisiin. Missä määrin niiden mukana on liikkunut kultaa, jää paljolti avoimeksi. Moreenin hienoaineksesta saadun anomaliakuvan mukaan sitä on ollut liikkeellä varsin vähän.



4.3 Kohteellisten tutkimusten tulokset

Kalajoki, Alapää

Alapään tutkimusalue (Ala 1) sijaitsee, noin 3 km Raution kirkolta pohjoiseen. Alueella tehtiin lohkare-etsintää, moreeni- ja kallionpintänäytteenottoa, geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä kairausta. Mineralisaation isäntäkivenä ovat kvartsiutuneet ja kalimuuttuneet maasälpäporfyryjuonet, joissa malmimineraaleina ovat arseenikiisu sekä vähemmässä määrin kuparikiisu, magneetikiisu ja rikkikiisukiisu pirotteena ja stringereinä.

Kultaa on arseenikiisun sulkeumina. Paras yksittäinen lävistys (2.5 m) sisälsi 2.7 ppm kultaa. Kairauksissa tuli esiin myös joitakin lamprofyryjuonia, joiden kemismiä tarkennettiin lisäanalyysin. Tulokset on esitetty liitteessä 15. Kalajoen Alapään tutkimuksista on tehty raportti M06/2431/2005/2/10 (Lestinen & Mursu 2005).

Kalajoki, Huhtakylä

Huhtakylän tutkimusalue (Huhta 1 ja Huhta 2) sijaitsee noin 5 km Raution kirkolta kaakkoon (karttalehti 2431 04). Kohteessa tehtiin lohkare-etsintää, moreeni- ja kalliopintänäytteenottoa, geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä kairausta. Mineralisaation isäntäkivinä ovat plagioklaasiporfyry (Huhta 1) ja plagioklaasiporfyriitti (Huhta 2) sekä niiden kontaktien lähellä intermediäärinen metatuffiitti. Hiertoihin liittyvien fluidien vaikutuksesta kivissä on tapahtunut amfiboli-kloriitti-muuttumista (valtausalueella Huhta 2 mukana myös epidootti), kvartsiutumista ja osin karbonaattiutumista.

Malmimineraaleina on magneetti- ja arseenikiisu (myös löllingiitti), vähemmässä määrin kupari- ja rikkikiisu sekä valtausalueella Huhta 1 satunnaisesti scheeliitti. Kullan kantajana on pääasiassa arseenikiisu tai löllingiitti, mutta sitä on myös silikaattien ympäröiminä rakeina. Arseenimineraalit esiintyvät paitsi pirotteena muuttuneessa kivessä, myös amfiboli-kloriitti-(epidootti)-saumoissa sekä kvartsi- ja/tai karbonaattijuonissa. Kullan seurana on valtausalueella Huhta 1 metallista vismuttia ja Bi-telluridia.

Kulta on rikastunut kahteen likimain pystyyn vyöhykkeeseen valtausalueella Huhta 1. Ainakin toinen vyöhykkeistä seuraa WNW-ESE-suuntaa. Laajimmillaan kultaa on 33 metrin matkalla 0.71 ppm ja parhaimmillaan 1-2 ppm lävistyksissä, joiden leveys on 2-6 metriä. Korkein yksittäisen metrin mittaisen näytteen Au-pitoisuus on 8.08 ppm (R484).

Valtausalueella Huhta 2 tavoitettiin mineralisoitunut vyöhyke, josta ainakin osa tutkimusalueen itäreunan kultapitoisista lohkareista lienee peräisin. Parhaimpien lohkareiden pitoisuustasolle kultapitoisuudet eivät kairatuissa lävistyksissä kuitenkaan nouse. Enimmillään kultaa oli 2.3 m:n matkalla 1.04 ppm ja yksittäisessä puolen metrin näytteessä 2.93 ppm. Tutkimuksista on tehty raportti M06/2431/2006/1/10 (Lestinen & Mursu 2006).



Kalajoki, Mustajärvi

Mustajärven tutkimusalue sijaitsee Kalajoen ja Kannuksen rajamailla n. 6-7 km länteen Raution kylästä karttalehdellä 2431 01. Mustajärven ympäristössä tehtiin lohkare-etsintää, geologista kartoitusta, moreeni/kallionpinta-näytteenottoa, geofysikaalisia maastomittauksia ja kevyttä kairausta.

Alueelta löydettyjen lohkareiden perusteella tonaliittiporfyyri on selvästi kultakriittinen ja porfyyrin sisältämissä kiilleliuskesulkeumissa on runsaasti kultaa sisältäviä kvartsijuonia. Korkein kultapitoisuus aihelohkareen kvartsijuonessa oli 1950 ppm, mutta ko. lohkareen lähtöpaikkaa ei pystytty paikallistamaan. Tutkimuksista on tehty raportti M06/2431/2005/1/10 (Kontoniemi & Mursu 2005).

Ylivieska, Rajaneva-Teerineva

Rajaneva-Teerinevan tutkimusalue (Raja 1) sijaitsee 22 km Ylivieskan kaupungin keskustasta länteen. Alueella tehtiin moreeni- ja kallionpintanäytteenottoa, geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä kairausta. Kultamineralisaatiot keskittyvät granodioriittis-tonaliittisissa granitoideissa tai plagioklaasiporfyyriiteissä esiintyviin kvartsijuonia sisältäviin hiertovyöhykkeisiin.

Granitoidiympäristössä pääasiallisena malmimineraalina on arseenikiisu, plagioklaasiporfyyriit- tiympäristössä magneetikiisu ja vähemmässä määrin kuparikiisu. Molemmissa ympäristöissä mineralisaatioihin liittyy myös vähän scheeliittiä. Au-pitoisuuksilla on hyvä korrelaatio Te- ja Bi-pitoisuuksien, mutta ei merkittävää korrelaatiota As- ja Cu-pitoisuuksien kanssa.

Korkeimmat mitatut Au-pitoisuudet olivat moreeninäyteaineistossa 2.65 ppm ja kallionäyteai- neistossa 11.0 ppm. Kairansydänten korkein Au-pitoisuus oli metrin matkalla Rajanevalla 0.76 ppm (granitoidiympäristö) ja Teerinevalla 2.04 ppm (plagioklaasiporfyyriit- tiympäristö). Tutki- muksista on tehty raportti M06/2433/2006/1/10 (Lestinen & Mursu 2006).

Haapavesi, Pääneva-Alakylä

Pääneva-Alakylän tutkimusalue (Pääneva1) sijaitsee noin 17 km Haapaveden kaupungin keskus- tasta lounaaseen (karttalehti 2433 04). Kohteessa tehtiin moreeni- ja kallionpintanäytteenottoa, geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä kairausta. Tutkimukset muuttivat kuvaa alueen kallioperästä varsin paljon ja toivat uutta tietoa kivilajien ikäsuhteisiin. Erityisesti me- tasedimenttien osuus on suurempi kuin aikaisemmin on tiedetty. Arseeni on Päänevan alueella hyvä kultamineralisaatioiden geokemiallinen indikaattori. IP-anomaliakartta tuo tunnetut minera- lisoitumat myös hyvin esiin.

Alakylän alue ei sen sijaan erityisemmin korostu geokemiallisen kartoituksen tuloksissa. Siellä tosin näytetiheys on harvempi kuin Päänevalla. Mineralisaatiot keskittyvät muuttuneisiin hiesto- vyöhykkeisiin, joiden isäntäkivinä ovat plagioklaasiporfyyriitti tai porfyyridioriitti ja -tonaliitti. Heikoimmillaan muuttuminen on vain kiven amfibolin biotiittituumista ja plagioklaasin saussu- riittituumista. Voimakkaammin muuttuneessa kivessä aines on yleensä kvartsiutunut, mutta vä-



hemmässä määrin myös epidoottiutunut, kloriittiutunut ja karbonaattiutunut. Paikoin vyöhykkeisiin on syntynyt amfibolia ja granaattia.

Päänevan porfyryridioriitin voimakkaimmin muuttuneissa vyöhykkeissä on myös tapahtunut plagioklaasin varsin runsasta kalimaasälpäytymistä. Alakylässä kalimaasälvän osuus on vähäinen, sen sijaan siellä on karbonaattia enemmän kuin Päänevalla. Magneettikiisu on yleisin malmimineräali. Sen ohella on arseenikiisua varsinkin Päänevan alueella. Vähäisemmin on kupari- ja rikkikiisua sekä satunnaisesti scheeliittiä.

Kultaa on arseenikiisun yhteydessä, mutta myös silikaattien ympäröimänä. Arseenikiisu on yleensä pirotteena, joissakin tapauksissa kompakteina ohuina juonina. Päänevan voimakkaimmin mineralisoituneessa muutosvyöhykkeessä keskimääräinen kultapitoisuus on 13.8 metrin matkalla 0.32 ppm ja yksittäisessä metrin näytteessä 1.45 ppm. Alakylän kahdessa parhaimmassa lävistyksessä kullan keskipitoisuus on toisessa 4.0 metrin matkalla 3.98 ppm (2.0 metrin matkalla 7.72 ppm) sekä toisessa 2.4 metrin matkalla 3.87 ppm (yksittäisessä puolen metrin näytteessä 10.8 ppm Au). Tutkimuksista on tehty raportti M06/2433/2007/3 (Lestinen & Mursu 2007).

Haapajärvi, Lehtonen

Lehtosen tutkimusalue sijaitsee Haapajärven kaupungissa Iso-Lehtosen läheisyydessä n. 14 km länteen kaupungin keskustasta karttalehdellä 2344 04. Alueella tehtiin lohkare-etsintää, geofysikaalisia maastomittauksia ja syväkairausta. Alueen kallioperä koostuu pääosin kiillegneisseistä ja tonaliittigneisseistä.

Mineralisaatio sijaitsee tonaliittigneississä lähes N-S-suunnassa halkovassa hirtovvyöhykkeessä, jossa kivi on voimakkaasti suuntautunutta ja kohtalaisesti muuttunutta. Kivi on tyypillisesti saursuriittiutunut, serisiittiytynyt, kvarsitunut ja biotiittiutunut ja siinä on vaihtelevasti malmimineraleja. Heikkona tai raitaisena pirotteena esiintyy magneettikiisua, kuparikiisua ja arseenikiisua sekä satunnaisesti rikkikiisua ja sinkkivälkettä.

Kairansydämissä korkein yksittäinen (1 m) kultapitoisuus oli 1.1 ppm ja korkein kuparipitoisuus 0.24 %. Tutkimuksista on tehty raportti M06/2344/2007/38 (Kontoniemi & Mursu 2007).

Reisjärvi, Norssinjärvi

Norssinjärven tutkimusalue sijaitsee Reisjärven Kangaskylässä n. 15 km luoteeseen kuntakeskuksesta karttalehdellä 2341 12. Alueella tehtiin lohkare-etsintää, geologista kartoitusta, moreeni/kallionpinta-näytteenottoa, geofysikaalisia maastomittauksia ja kevyttä kairausta.

Tutkimusalueen kallioperä koostuu länsiosan vulkaniiteista ja itäosan porfyyreistä. Plagioklaasi- ja kvartsimaasälpäporfyyrissa on yleisesti heikkoa kuparikiisupirotetta. Paras 4 m:n lävistys sisälsi 0.98 % Cu, mutta kultapitoisuudet jäivät kivissä alhaisiksi. Tutkimuksista on tehty raportti M06/2341/2006/1/10 (Kontoniemi & Mursu 2006).



Reisjärvi, Katajaneva

Katajanevan (Kataja 1) tutkimusalue sijaitsee Reisjärven Kangaskylässä n. 8 km luoteeseen kuntakeskuksesta karttalehdellä 2341 11. Alueella tehtiin lohkare-etsintää, geofysikaalisia maastomittauksia ja syväkairaus. Alueen kallioperä koostuu pääosin mafisista vulkaniiteista ja tonaliitista.

Mineralisoituneet hiertosaumat ovat lähes N-S-suunnassa ja kaatuvat 40 - 45 asteen kulmalla länteen. Hiertynyt tonaliitti tai vulkaniitti on tyypillisesti kvarsitunut ja serisiittiytynyt, paikoin myös biotiittitunut, kloriittitunut, saussuriittitunut ja karbonaattitunut. Hiertojen yhteydessä esiintyy magneettikiisua, arseenikiisua ja rikkikiisua sekä satunnaisesti kuparikiisua, sinkkivälkettä, scheeliittiä ja jotakin Bi-Sb-Te-mineraalia sekä kultaa.

Kairasydämissä korkein yksittäinen kultapitoisuus tonaliitissa oli 1.15 ppm (0.8 m) ja vulkaniitissa 0.69 ppm (1.0 m). Tutkimuksista on tehty raportti M06/2341/2007/40 (Kontoniemi & Mursu 2007).

Pihtipudas, Pirunkoukku

Pirunkoukun tutkimusalue sijaitsee Kanalanmäen alueella n. 16 km itäkaakkoon Pihtiputaan kirkolta karttalehdellä 3312 08. Alueella tehtiin lohkare-etsintää, moreeninäytteenottoa, geologista kartoitusta, geofysikaalisia mittauksia sekä kairaus. Mineralisaation isäntäkivenä on hiertynyt ja muuttunut kvartsimaasälpäporfyryri, ja malmimineraleina siinä on yleisimmin kuparikiisua ja arseenikiisua pirotteenä tai stringereinä. Kultaa esiintyy sekä silikaatti- että sulfidifaasisissa. Paras yksittäinen lävistys (5 m) sisälsi 1.4 g/t kultaa. Tutkimuksista on tämän hankkeen aikana tehty raportti M06/3312/2004/1/10 (Kontoniemi & Mursu 2004).

Himanka, Hirsikangas

Hirsikankaan kultaesiintymä sijaitsee Himangan kunnassa n. 7 km itäkaakkoon kuntakeskuksesta karttalehdellä 2413 10. GTK teki alueella kultatutkimuksia vuosina 2004 - 2006. Ne käsittivät lohkare-etsintää, kallioperäkartoitusta, petrologisia ja mineralogisia tutkimuksia, geofysikaalisia mittauksia ja syväkairaus.

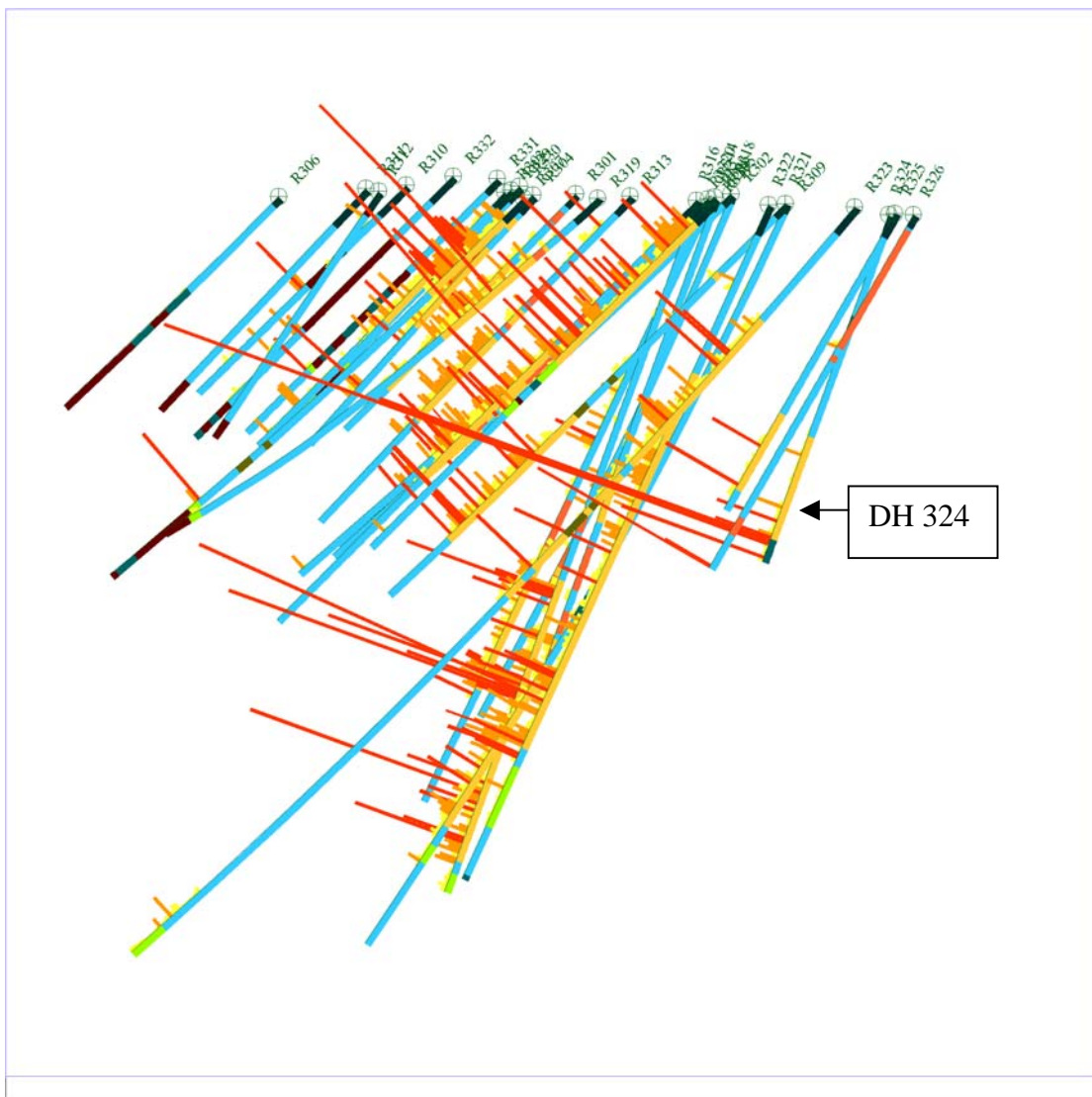
Esiintymä sijaitsee Himangan vulkaniittijaksolla ja samalla ns. Raahe-Laatokka-vyöhykkeen luoteisosassa. Alueen kallioperä koostuu pääasiassa kiilleliuskeesta, mafisesta ja ultramafisesta vulkaniitista ja felsisestä liuskeesta (esiintymän isäntäkivi). Kivilajit ovat metamorfoituneet amfiboliittifasiuksen oloissa. Rakenteellisesti ympäristöä luonnehtivat kulun suuntainen hiertosysteemi ja siihen liittyen oikeakätinen poimuttuminen esiintymän NW-puolella. Hierto on sekä plastista että haurasta ja se on luonut yhdessä poimuttumisen kanssa suotuisia avautuvia rakenteita malmifluideille.

Muuttuminen on kohtalaisen voimakasta verrattuna svekofennisiin esiintymiin yleensä ja sitä on periaatteessa kahta tyyppiä: plastisiin rakenteisiin liittyen serisiitti-kvartsi-kalimaasälpä-karbonaatti-muuttumista ja hauraaseen rakoiluun liittyen kvartsi-kloriitti+biotiitti-epidootti-amfiboli-muuttumista.



Tyypillisiä malmimineraaleja esiintymässä ovat magneettikiisu, arseenikiisu, löllingiitti ja grafiitti sekä harvemmin esiintyvät ilmeniitti, sinkkivälke, kuparikiisu, scheeliitti sekä kulta seuralaismineraaleineen. Kulta seuralaisineen esiintyy yleensä silikaattimineraalien väleissä ja raoissa, mutta harvemmin myös sulfidimineraalien yhteydessä. Esiintymän mineralogia (karkea kulta, metallinen antimoni) ja kemismi viittaavat siihen, että ollaan suhteellisen ylhäällä fluidisysteemissä.

Plastisesti ja hauraasti hiertyneet malmilinssit ovat pystyasentoisia ja painuvat loivasti kohti kaakkoa (ks. kuva 5). Kaksi parasta malmilävistystä ovat rei'issä 316 ja 324. Ensimmäisessä kulan keskipitoisuus 80.2 m:n lävistyksessä on 1.7 ppm sisältäen paremman 7 metrin osuuden pitoisuudella 6 ppm ja jälkimmäisessä 7.4 m:n matkalla 9.2 ppm (taulukko 9).



Kuva 5. Surpac-esitys Hirsikankaan kairauksista kaakosta päin katsottuna. Reiän 324 syvyys on 110 m. Kivilajit: felsinen liuske keltaisella, kiilleliuske sinisellä, vulkaniitit vihreällä ja ruskealla. Kultapitoisuus: < 500 ppb keltainen, 500-2000 ppb oranssi ja > 2000 ppb punainen.

Figure 5. Surpac presentation of drill holes focused to the northwest direction. Dept of DH 324 is 110 m. Felsic schist yellow, mica schist blue, volcanite green and brown and gold content with yellow (< 500 ppb), orange (500-2000 ppb) and red (>2000 ppb) bars.



Tiheimmin kairatussa osassa perinteisellä profiiliarviolla tehdyn laskennan tuloksena esiintymässä on karkeasti arvioiden malmivaroja n. 2 Mt keskipitoisuudella 1.85 ppm Au (ei tehty NI 43 -101 standardien mukaisesti).

Tutkimuksista on tehty ns. ”myyntiraportti” M19/2413/2006/1/10 (Kontoniemi & Mursu 2006, www.gtk.fi/explor/hirsikangas/).

Taulukko 9. Hirsikankaan esiintymän parhaat lävistyksset.
Table 9. Best intersections at the Hirsikangas prospect.

Reikä­tunnus DH-ID	X-koord Northing	Y-koord Easting	Alku From	Loppu To	Pituus (m) Length (m)	Au (ppm)
301	7105553	2490335	41.00	46.00	5.00	2.1
302	7105579	2490368	114.60	120.60	6.00	1.2
304	7105507	2490359	18.70	36.70	18.00	1.6
307	7105430	2490421	21.10	31.60	10.50	2.4
309	7105321	2490606	121.00	127.30	6.30	2.4
316	7105383	2490522	110.60 including: 110.60 136.60 169.80	190.80 116.60 143.60 175.80	80.20 6.00 7.00 6.00	1.7 3.5 6.0 3.6
317	7105232	2490655	7.25 including: 29.80 48.80	58.80 34.80 54.80	51.55 5.00 6.00	1.4 2.7 2.8
322	7105242	2490667	138.50 including: 138.50	164.30 147.50	25.80 9.00	1.9 3.4
323	7105179	2490751	74.00	80.00	6.00	1.6
324	7105034	2490886	92.40 including: 92.40	99.80 95.20	7.40 2.80	9.2 21.3
326	7104812	2491083	109.00	110.30	1.30	7.7



5 YHTEENVETO HANKKEEN TULOKSISTA JA ARVIO JATKOTOIMENPITEISTÄ

Hankkeelle asetettiin sen alussa tai hankkeen kuluessa seuraavat tavoitteet:

- ekonomisten kultaesiintymien löytäminen
- uusien kultapotentialisten alueiden löytäminen
- Kainuun liuskealueen alustava kultapotentialiselvitys
- uuden geodatan tuottaminen
- tutkimusraportit ja julkaisut

5.1 Tulokset

Hankkeen toimesta löydettiin vuosien 2004 – 2007 aikana yksi ekonominen kultaesiintymä (Hirsikangas) ja 7 uutta esiintymää, joissa parhaassa lävistyksessä ylittyy 1 gm:n raja kultapitoisuudessa (taulukko 10), mikä on edellytyksenä mm. FINGOLD-kantaan pääsyssä. Lisäksi tutkittiin muita heikompia (mm. Norssinjärvi, Katajaneva) kohteita ja Pihtiputaan Pirunkoukun tutkimukset raportoitiin. Hirsikankaan esiintymän oikeudet on lunastanut Belvedere Resources, joka on luonnehtinut löydöstä merkittävimäksi Suomessa viimeisen 10 vuoden aikana.

Taulukko 10. Hankkeen löytämät ja tutkimat uudet kultaesiintymät.

Table 10. New gold occurrences studied by the project.

Paikkakunta <i>District</i>	Esiintymä <i>Occurrence</i>	Mtonnia <i>Mtons</i>	Lävistys (m) <i>Intersection (m)</i>	Au (ppm)
Himanka	Hirsikangas	2		1.9
Kalajoki	Alapää		2.5	2.7
	Huhta 1		1.0	8.1
	Huhta 2		2.3	1.0
Ylivieska	Teerineva		1.0	2.0
Haapavesi	Alakylä		4.0	4.0
	Pääneva		1.0	1.5
Haapajärvi	Lehtonen		1.0	1.1

Merkittävin uusista hankkeen löytämistä kultapotentialista alueista on Himangan vulkaniittijakson (Raution batoliitin W-puolinen alue) ympäristö, jossa on nykytiedon mukaan Hirsikankaan esiintymän lisäksi mahdollisuus löytää 2-3 muuta esiintymää. Hanke teki lisäksi kohdentavia töitä Toholammin Jämsänkylän ympäristössä, Haapaveden Vesiperän itäpuolisilla alueilla sekä Perho-Vimpeli-Alajärvi-alueella. Kaikissa kohteissa on mahdollisuus uusiin kultaesiintymiin.

Hankkeen toiminta on selvästi lisännyt etsintä- ja kaivosyhtiöiden aktiivisuutta niillä alueilla, missä etsintätöitä on käynnistetty. Tällaisia alueita ovat esim. Vesiperän ympäristö, Kangaskylän alue Reisjärvellä sekä Huhtakylä-Alapää Kalajoella ja Raution batoliitin länsipuolinen alue.

Hanke teki oheistyönä Kainuun liuskevyöhykkeen kultapotentialin esiselvityksen, johon kiinteänä osana kuului alueen HP-moreeniaineiston uudelleenanalysointi. Tulokset julkaistaan tässä



raportissa. Geologisin perustein arvioiden ainut selvästi kultapotentialiaallinen vyöhykkeen osa on Puolangan Joukokylän W- ja N-puolinen alue, missä on runsaasti kulta-kupari-viitteitä (ks. liite 4). Alueen Auhon hirtosysteemiin liittyvät N-S-suuntaiset konjugaattirakenteet ja muuttuneet gabroidit lisäävät mahdollisuutta kulta-kupari-mineralisaatioihin.

Uutta geodataa hanke on tuottanut pääasiassa havaintoja tekemällä, kairanreikiä raportoimalla ja näytteitä analysoimalla. Havaintoaineistolla (esim. Hirsikangas, Sarjankylä) on päivitetty (Luu- kas) valtakunnallista 1: 200000 –kallioperätietokantaa. Alapään kairauksissa tavattiin lambrofy- rijuonia, joiden kokokivianalyysit ovat liitteessä 15. Suoritemäärät näkyvät ”Tutkimukset”-osan taulukoissa.

Hankkeen toimesta on kerätty koko Raahe-Laatokka-vyöhykkeen alueelta kultaviitetiedosto, jos- sa on yhteensä 1408 viitettä (Au > 0.5 ppm). Aineisto on excel-muodossa oheisella CD- levykkeellä.

Hankkeen henkilöstö on tuottanut 11 tutkimusraporttia ja on ollut osallisena 3 artikkelissa, joista yksi on kansainvälisessä julkaisussa (Ore Geological Reviews).

5.2 Jatkotoimenpiteet

Edellä kerrotut tutkimustulokset puoltavat **Länsi-Suomen alue-toimistoon perustettavaa 4-5 vuotista kultavarojen kartoitushanketta**, jonka toiminta keskittyisi seuraaville alueille:

- ”Himangan jaksen” seuraaminen etelään Kannuksen, Teerijärven ja Evijärven alueille
- Seinäjoen ympäristön lisätutkimukset
- Lestijärven-Alajärven alueen tutkimukset
- Mahdolliset tilaustutkimukset (esim. Hirsikankaan ympäristössä)

Jos Hirsikankaan ympäristön tutkimukset eivät hoidu yksityisen sektorin panostuksella, vaatisivat alueen lisätutkimukset yksistään jo n. 2 vuoden ajan ja vähintään 6000 m:n kairausresurssit.

Lisäksi näkisin erittäin suositeltavana, että joku sopiva kallioperätutkija tekisi selvityksen (mahd. opinnäytetyö) mm. Himangan jaksolla esiintyvien ns. pikriittisten vulkaniittien esiintymisestä ja geotektonisesta olemuksesta (Geol. mallinnuksen hanke). Ko. vulkaniittejahan esiintyy läpi koko Svekofennisen alueen (mm. E-Pohjanmaalla, Forssan ympäristössä ja Savossa).



6 HANKETYÖSKENTELYN ARVOINTI

Hanketyöskentely on koettu hankkeen keskuudessa hyväksi työskentelymalliksi. Tehtäviä on voitu jakaa henkilöiden kesken osaamisen ja halukkuuden mukaan. Hankkeen henkilöresurssien määrä on ollut aika ajoin liian pieni, mutta toisaalta muutaman henkilön (5) tiimi on muodostanut hyvin työhönsä sitoutuneen ryhmän. Malminetsintähanke toimisi mielestämme tehokkaimmillaan, kun se koostuu:

- hankepäälliköstä (työhön osallistuva tutkija)
- 2 geologista
- 1 geofyysikosta ja/tai geokemististä
- 2 tutkimusavustajasta
- 1 erikoistutkijasta teeman mukaan
- 1 – 2 kesäharjoittelijasta

Hankkeen työskentelyä ja suunnitelmien toteutumista ovat vaikeuttaneet seuraavat seikat:

- tilaustyöt
- viivästykset esim. kairauksissa ja analyyseissä
- yksityisten malminetsijöiden aktiivisuus
- nykyinen valtaushakemusten käsittely KTM:ssä
- henkilöiden sairastuminen (tutk.avustaja)



7 TUTKIMUSAINEISTO JA SEN ARKISTOINTI

Hankkeen tuottamasta tutkimusmateriaalista (havainnot, analyysit yms.) saa parhaan käsityksen ”Tutkimukset”-osan suoritemäärien perusteella.

Kairansydämet on varastoitu GTK:n Lopen arkistoon ja raportit arkistoitu Espoon päätearkistoon. Liitty-aineistoa on myös Kuopiossa ja Kokkolassa (mm. hieet ja havaintolomakkeet). Hankkeen tuottamat raportit ja niihin liittyvät aineistot (CD-ROM) on arkistoitu Espoon päätearkistoon. Havainnot sekä analyysidata on talletettu Oracle-tietokantaan muuten, paitsi lohkarehavaintojen ja iskuporausten osalta. Ne tallennetaan kantaan vasta, kun soveltuva ohjelmisto on käytettävissä (esim. Geotietoydin).

Aineistoa voidaan kuitenkin muokata käyttäjän tarvitsemaan muotoon. Vain tähän raporttiin liittyvä aineisto on mukana oheisessa CD-tallenteessa.

Kokkolassa 31.12.2007



Olavi Kontoniemi

Hankepäällikkö, geologi

Kuopiossa 31.12.2007



Pekka Lestinen

Geokemisti



Juha Mursu

Geofyysikko



Rauli Lempiäinen

Tutkimusavustaja



Hannu Koskivuori

Tutkimusavustaja



KIRJALLISUUSLUETTELO REFERENCES

- Ervamaa, Pentti 1973a.** Selostus Paltamon Melalahdessa 1971-72 suoritetuista malmitutkimuksista. 6 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3432/73/4/10.*
- Ervamaa, Pentti 1973b.** Selostus Jaurakkajärven ympäristössä suoritetuista tutkimuksista 1973. 1 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3531/73/1/10.*
- Ervamaa, Pentti 1973c.** Selostus Paltamon Koikerovaaralta 1972 tehdyistä tutkimuksista. 2 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3432/73/5/10.*
- Hartikainen, Aimo 1977.** Esitutkimusraportti karttalehdet 3443 01 - 3443 06. 6 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S/42/3443/1/1977.*
- Heino, Timo 1982.** Tutkimustyöselostus Paltamon kunnassa valtausalueilla Haapaselkä 1 ja 2 sekä Horkanlampi 1, kaiv. rek. n:o 3130 suoritetuista malmitutkimuksista. 5 s. 6 l. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 06/3432/-82/1/10.*
- Heino, Timo 1988a.** Kultatutkimukset Hyrynsalmen kunnan Väisälän kylässä 1985-87. 9 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3443/-88/1/10.*
- Heino, Timo 1988b.** Konglomeraattien kultatutkimukset Kainuussa 1984-85. 10 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3441/-88/1/10.*
- Heino, Timo 1988c.** Malmitutkimukset Puolangan Kuirivaarassa. 2 s. (Tutkimuskortti) *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3444/-88/2/10.*
- Heino, Timo 1988d.** Raportti tutkimuksista Kivesvaaralla vuosina 1982 - 1983. 9 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3432/-88/2/10.*
- Heino, Timo 1988e.** Raportti malmitutkimuksista Puolangan Kurtossa vuosina 1986 - 1987. 10 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3444/-88/3/10.*
- Heino, Timo 1990.** Raportti Pb-Zn-Ag-tutkimuksista Puolangan Törmänmäessä vuosina 1981 - 1985. 11 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3441/-90/1/10.*
- Heino, Timo; Vane, Jouko 1982.** Väli­raportti Kainuun ja Ylä-Savon mustaliuske-serpentiniittijakson malmitutkimuksista vuonna 1981. 30 s., 7 l. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3432/81/1/10.*
- Huhta, P.; Nenonen, K. 1986a.** Maaperä­geologinen lausunto Puolangan Kurton ZNVÄ, CUKI loh­kareaiheesta. 1 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, P 13.2.075.*
- Korsman, K. (ed.); Koistinen, T. (ed.); Kohonen, J. (ed.); Wennerström, M. (ed.); Ekdahl, E. (ed.); Honkamo, M. (ed.); Idman, H. (ed.); Pekkala, Y. (ed.) 1997.** Suomen kallio­perä­kartta = Berggrundskarta över Finland = Bedrock map of Finland 1:1 000 000. Espoo: Geologian tutkimuskeskus.
- Makkonen, H., Kontoniemi, O., Lempiäinen, R., Lestinen, P., Mursu, J. & Mäkinen, J. 2003.** Raahe-Laatokka-vyöhyke, nikkelin ja kullan etsintä-hankkeen (2108001) toiminta vuosina 1999 – 2003. Julkaisematon arkistoraportti. Geologian tutkimuskeskus. M10.4/2003/5/10.



LIITELUETTELO APPENDICES

1. Geofysikaaliset mittaukset Reisjärvi-Haapajärvi -alueella.
1. Geophysical measurements in Reisjärvi-Haapajärvi area.
2. Geofysikaaliset mittaukset Himangan alueella.
2. Geophysical measurements in Himanka area.
3. Geofysikaaliset mittaukset Ylivieska-Haapavesi-Nivala -alueella.
3. Geophysical measurements in Ylivieska-Haapavesi-Nivala area.
4. Kainuun tutkimusalueen kallioperä, deformaatiovyöhykkeet, malmiviitteet ja Suomen kalliogeokemiallisen tietokannan näytepaikat (KG-näytteet).
4. The bedrock, deformation zones, ore indications and sample sites of the Rock Geochemical of Finland database within the Kainuu study area.
5. Moreenin hienoaineksen kultapitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
5. Gold contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
6. Moreenin hienoaineksen telluuripitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
6. Tellurium contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
7. Moreenin hienoaineksen vismuttipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
7. Bismuth contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
8. Moreenin hienoaineksen arseenipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
8. Arsenic contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
9. Moreenin hienoaineksen antimonipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
9. Antimony contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
10. Moreenin hienoaineksen seleenipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
10. Selenium contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
11. Moreenin hienoaineksen kuparipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
11. Copper contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
12. Moreenin hienoaineksen sinkkipitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
12. Zinc contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
13. Moreenin hienoaineksen lyijypitoisuudet Kainuun tutkimusalueella.
13. Lead contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
14. Kunigasvesiliukoisen kaliumin pitoisuudet moreenin hienoaineksessa Kainuun tutkimusalueella.
14. The aqua-regia-soluble potassium contents in the fine fraction of till within the Kainuu study area.
15. Kalajoen Alapään lamprofyysirjuonten kemiaa.
15. Chemistry of the lamprophyre dikes at Kalajoki, Alapää.



LIITTYÄ

LIST OF RELATED MATERIAL

Tähän on listattu vain se havaintoaineisto, joka ei ole luetteloitu toisaalla, esim. tutkimusraporttien yhteydessä.

HIEKORTIT (KOH)

- KL 2323: 0706088
- KL 2324: 0705895...896
- KL 2331: 0706086
- KL 2342: 0604612...615, 0706087

KEMIALLISET ANALYYSIT

- Analyysitulokset 88062rpt_till, 88063rpt_till, 88064rpt_till, 88065rpt_till

HP-KAINUU

- Kultapotentialiselvitykseen liittyvä materiaali CD-levykkeellä

KULTAVIIKETIEDOSTO

- 1408 kultaviiketietuetta oheisella CD-levykkeellä

TUTKIMUSRAPORTIT

Kontoniemi O. & Mursu J. 2004. Tutkimustyöselostus Pihtiputaan kunnassa valtausalueella Koukku 1, kaiv.rek.nro 7064/1, tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 1998-2003. CD-levyke, 14 s., 6 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/3312/2004/1/10.*

Kontoniemi O. & Mursu J. 2005. Tutkimustyöselostus Kalajoen kaupungissa valtausalueen Musta 1, kaiv.rek.nro 7750/1, ympäristössä tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 2000-2004. CD-levyke, 15 s., 6 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2431/2005/1/10.*

Kontoniemi O. & Mursu J. 2006. Tutkimustyöselostus Reisjärven kunnassa valtausalueella Norssi 1, kaiv.rek.nro 7818/1, ja sen ympäristössä tehdyistä kulta-kuparimalmitutkimuksista vuosina 2003-2005. CD-levyke, 13 s., 8 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2341/2006/1/10.*

Kontoniemi O. & Mursu J. 2006. The Hirsikangas gold prospect in Himanka, western Finland, claim areas Hirsi 1 and 2 (7847/1 and 8036/1) (suomenkielinen tiivistelmä). CD-ROM, 30 p. 6 app. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2413/2006/1/10* (www.gtk.fi/explor/hirsikangas/).

Kontoniemi O. & Mursu J. 2007. Tutkimustyöselostus Haapajärven kaupungissa valtausalueella Lehto 1, kaiv.rek.nro 8063/1, tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 2004-2007. CD-levyke, 12 s., 3 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2344/2007/38.*



Kontoniemi O. & Mursu J. 2007. Tutkimustyöselostus Reisjärven kunnassa valtausalueella Kattaja 1, kaiv.rek.nro 7994/1, tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 2004-2007. CD-levyke, 13 s., 3 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2341/2007/40.*

Lestinen, P. & Mursu, J. 2005. Tutkimustyöselostus Kalajoen kaupungissa valtausalueen Ala 1, kaiv. rek. nro 7298/1, ympäristössä tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 2000 - 2005. CD-levyke. 17 s., 14 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2431/2005/2/10.*

Lestinen, P. & Mursu, J. 2006. Tutkimustyöselostus Ylivieskan kaupungissa valtausalueella Raja 1, kaiv. rek. nro 7765/1, ja sen ympäristössä tehdyistä kultamalmitutkimuksista vuosina 2000 - 2005. CD-levyke. 16 s., 10 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2433/2006/1/10.*

Lestinen, P. & Mursu, J. 2006. Tutkimustyöselostus Kalajoen kaupungissa valtausalueella Huhta 1 (kaiv. rek. nro 7750/2) ja Huhta 2 (kaiv. rek. nro 8005/1) sekä niiden ympäristössä tehdyistä kultatutkimuksista vuosina 2001 - 2006. CD-levyke. 19 s. + 15 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2431/2006/1/10.*

Lestinen, P. & Mursu, J. 2007. Tutkimustyöselostus Haapaveden kaupungissa valtausalueella Pääneva 1 (kaiv. rak. nro 7907/1) ja sen ympäristössä tehdyistä kultatutkimuksista vuosina 2004 - 2006. CD-levyke. 34 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2433/2007/3.*

Putkinen S., Putkinen N., Kontoniemi O. & Valo O. 2006. Himangan Hirsikankaan valtausalueen ympäristön perustilaselvitys (English abstract). 50 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti S41/2413/2006/1.*

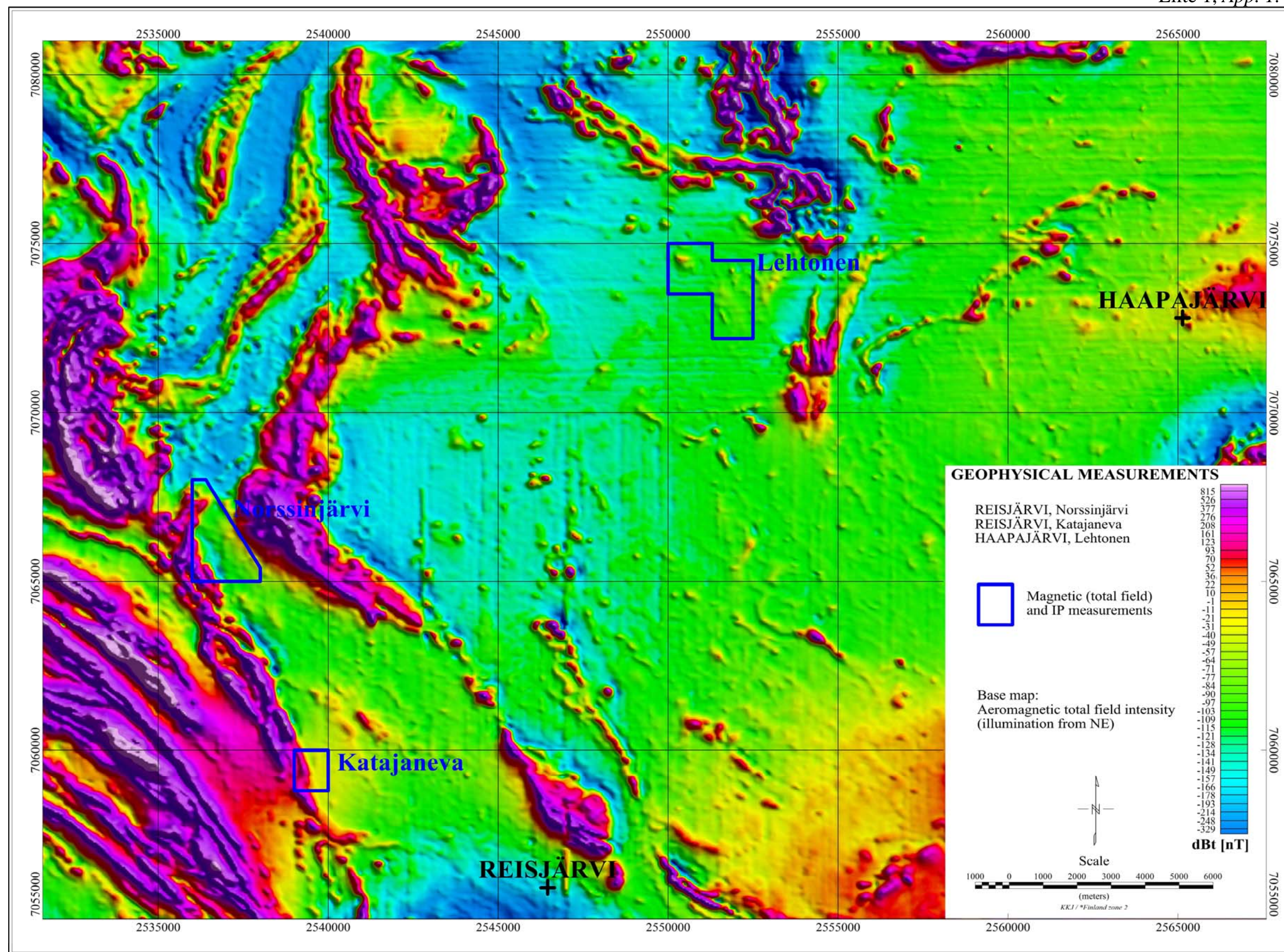
JULKAISUT JA ARTIKKELIT

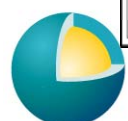
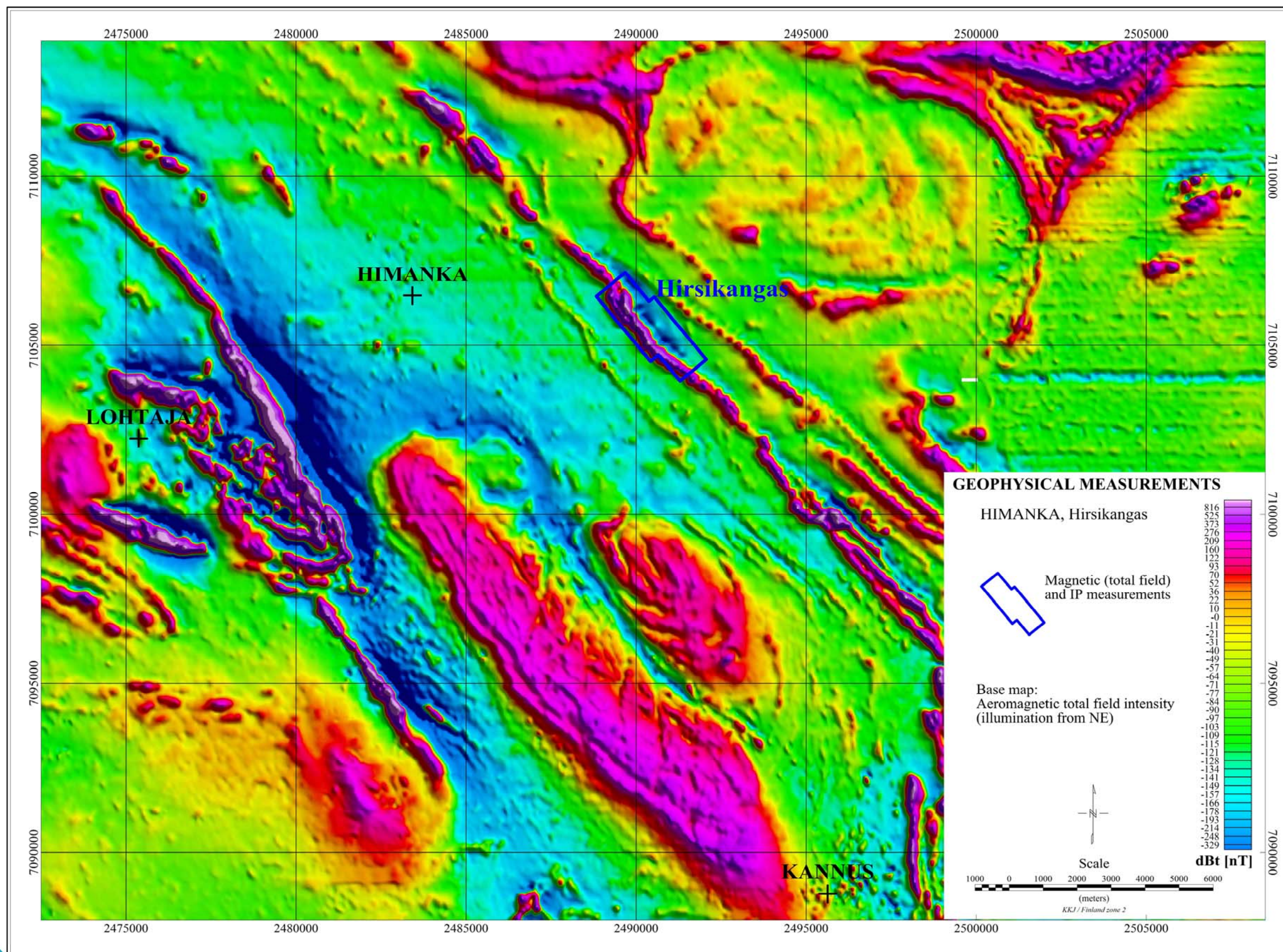
Blomqvist, R., Breilin, O. & **Kontoniemi, O.** 2006. Geologista asiantuntemusta Kokkolasta käsin. *Materia* 4/2006, s. 38 - 41.

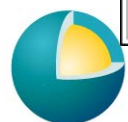
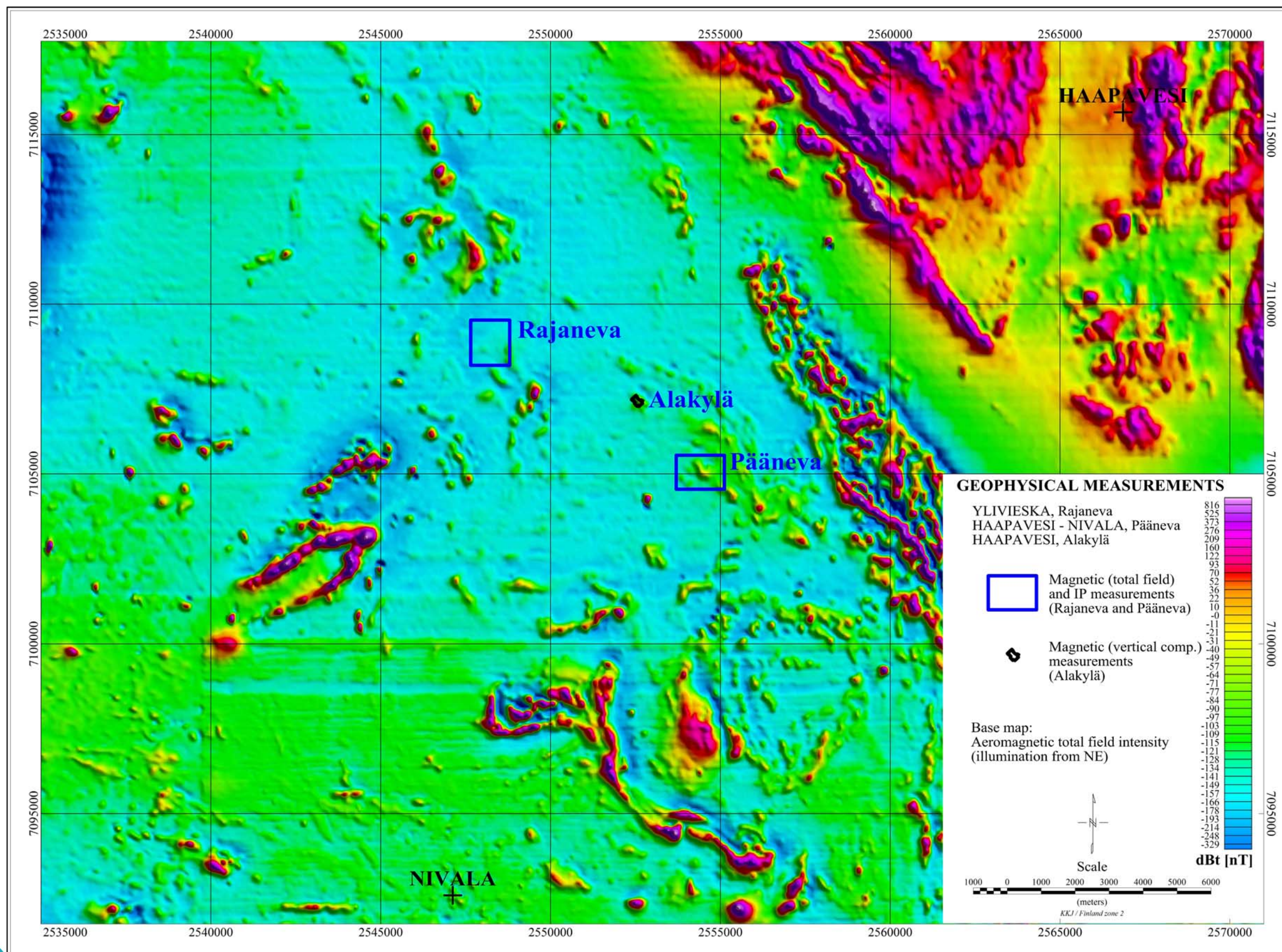
Makkonen, H., Mäkinen, J. & **Kontoniemi, O.**, 2007. Geochemical discrimination between barren and mineralized intrusions in the Svecofennian (1.9 Ga) Kotalahti Nickel Belt, Finland. *Ore Geological Reviews*, doi:10.1016/j.oregeorev.2006.05.011. *In press.*

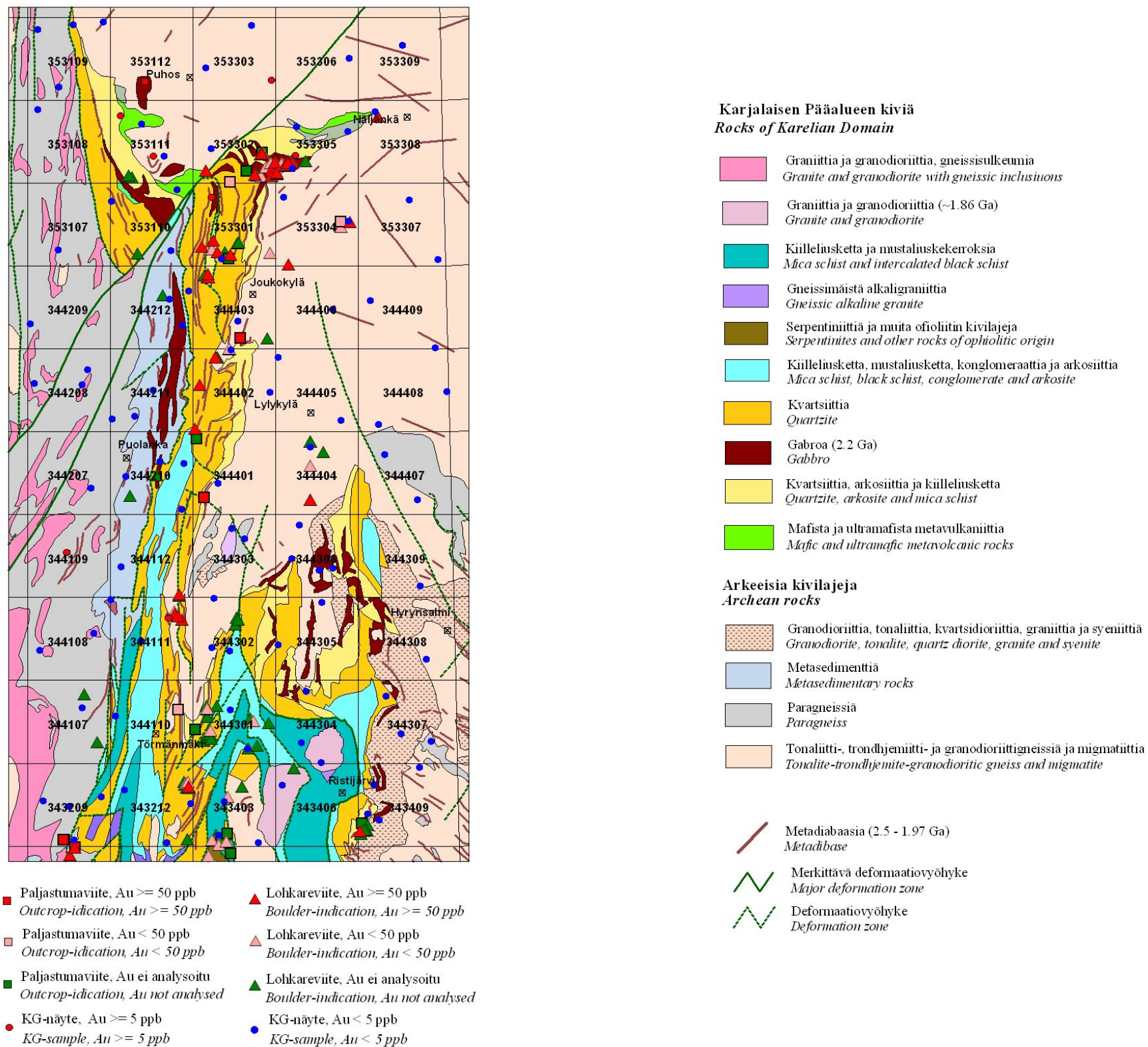
Kontoniemi, O. 2007. Kansannäytetoiminta kultahankkeen näkövinkkelistä. Etsivä löytää (2007/1), 2-3.

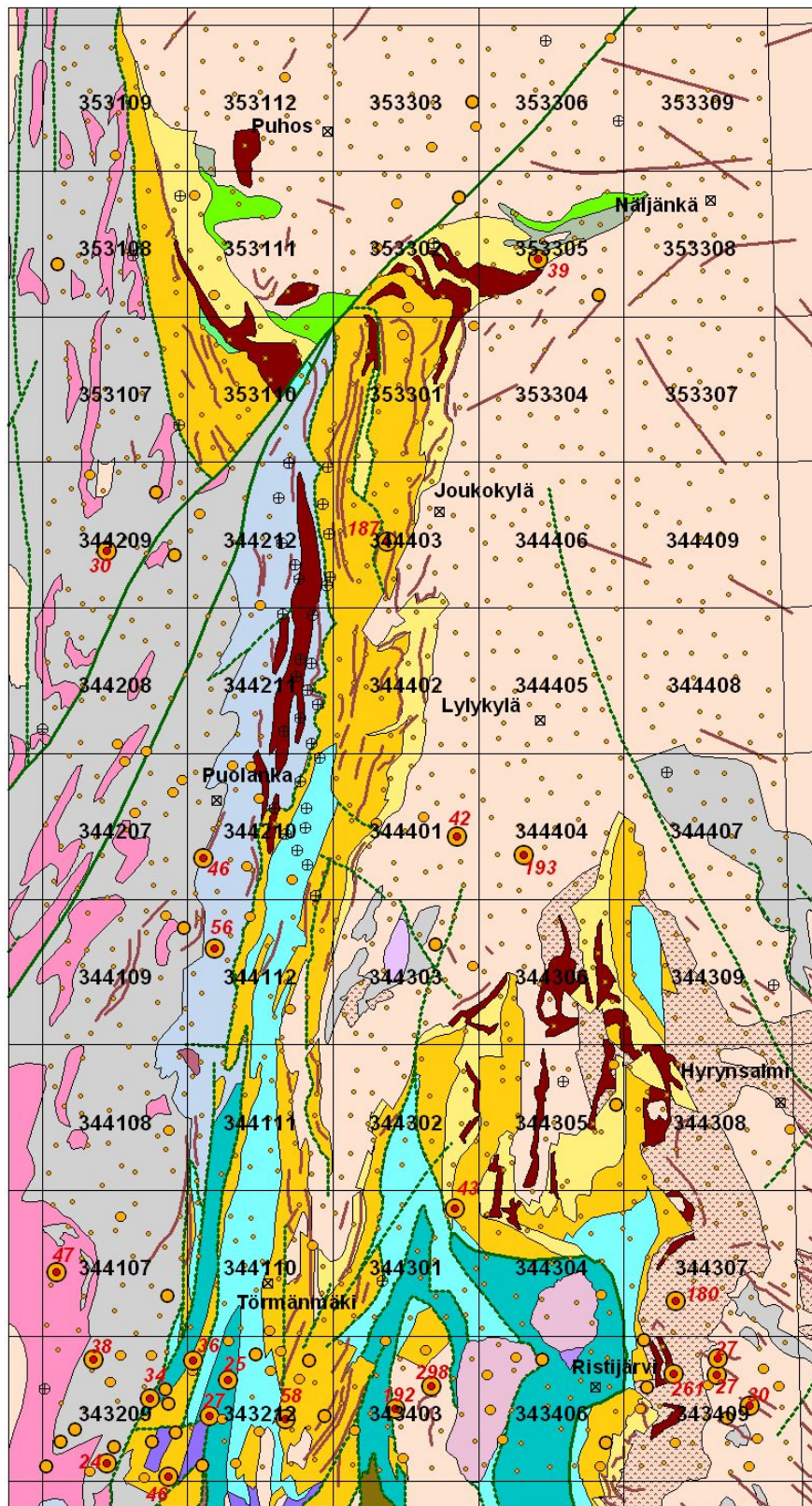




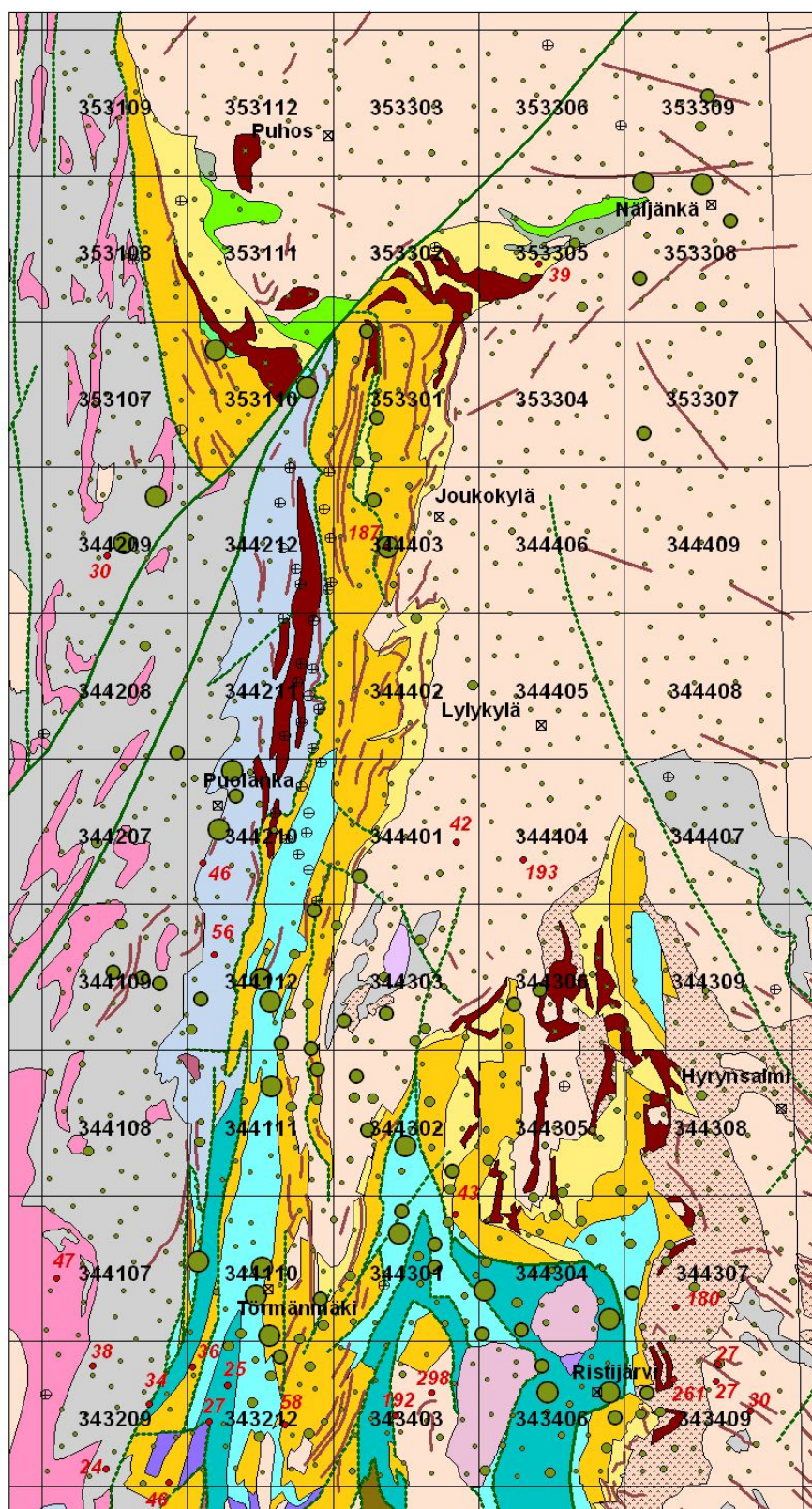








GTK



Te, ppb : • <13 • 13 - 17 • 17 - 26 • 26 - 39 • 39 - 319

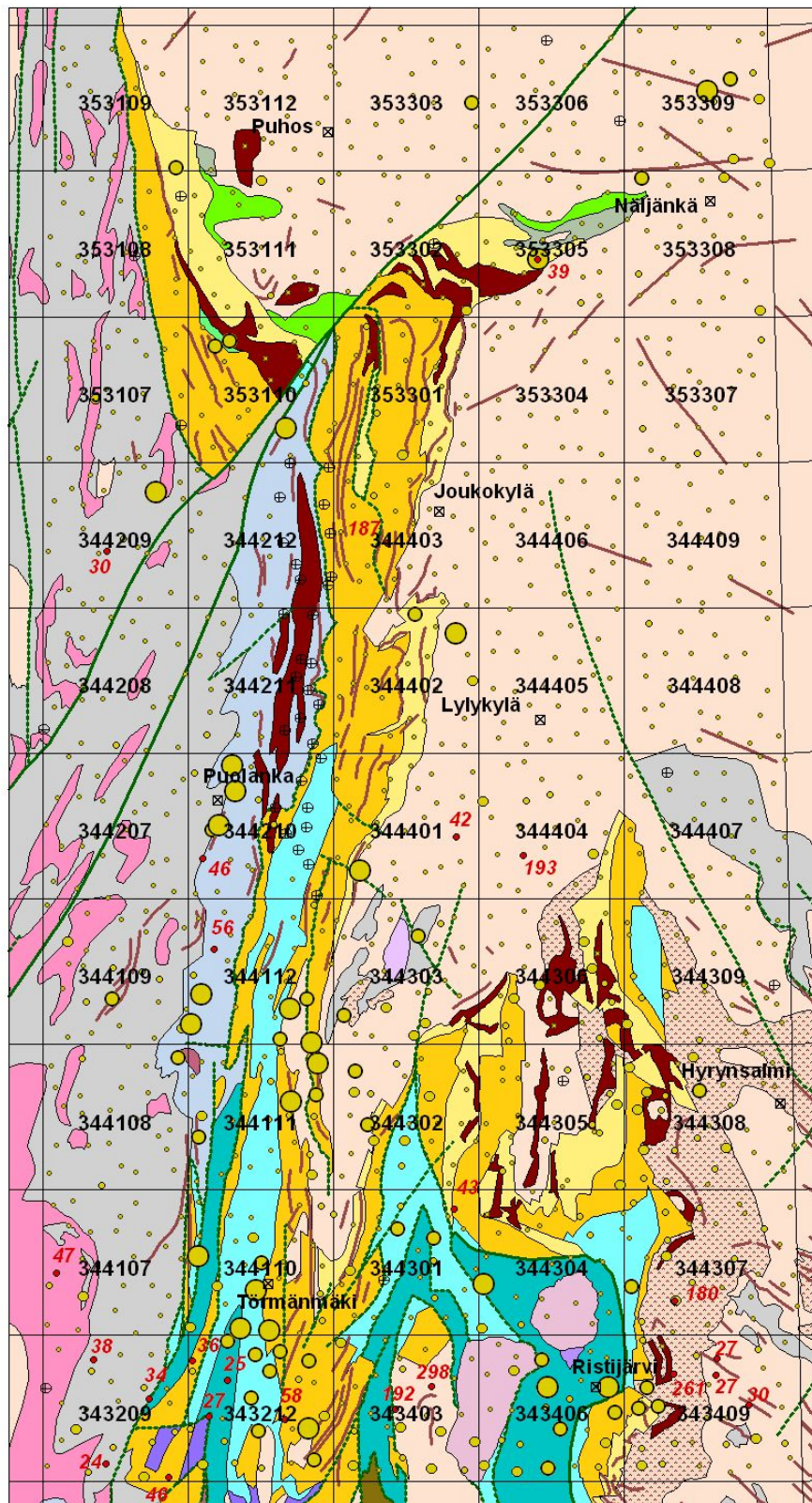
298 Au-pitoisuus
Au content

⊕ Ei Au-määrittystä
Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



Bi, ppb : • <39 • 39 - 50 • 50 - 69 • 69 - 105 • 105 - 1070

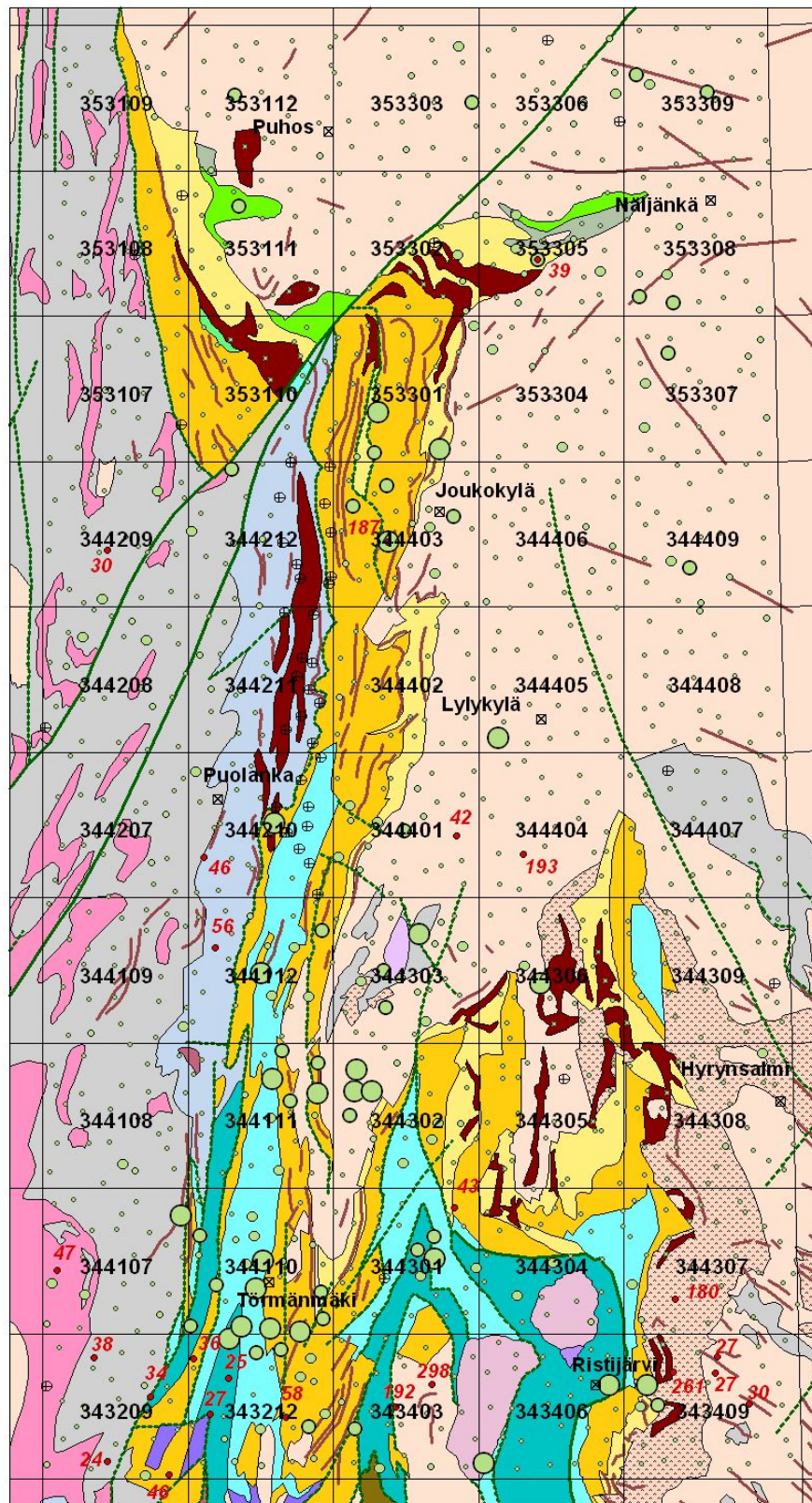
298 Au-pitoisuus
Au content

⊕ Ei Au-määritystä
Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



As, ppm : • 0.2 - 1.1 • 1.1 - 1.4 • 1.4 - 1.8 • 1.8 - 3.2 • 3.2 - 42.5

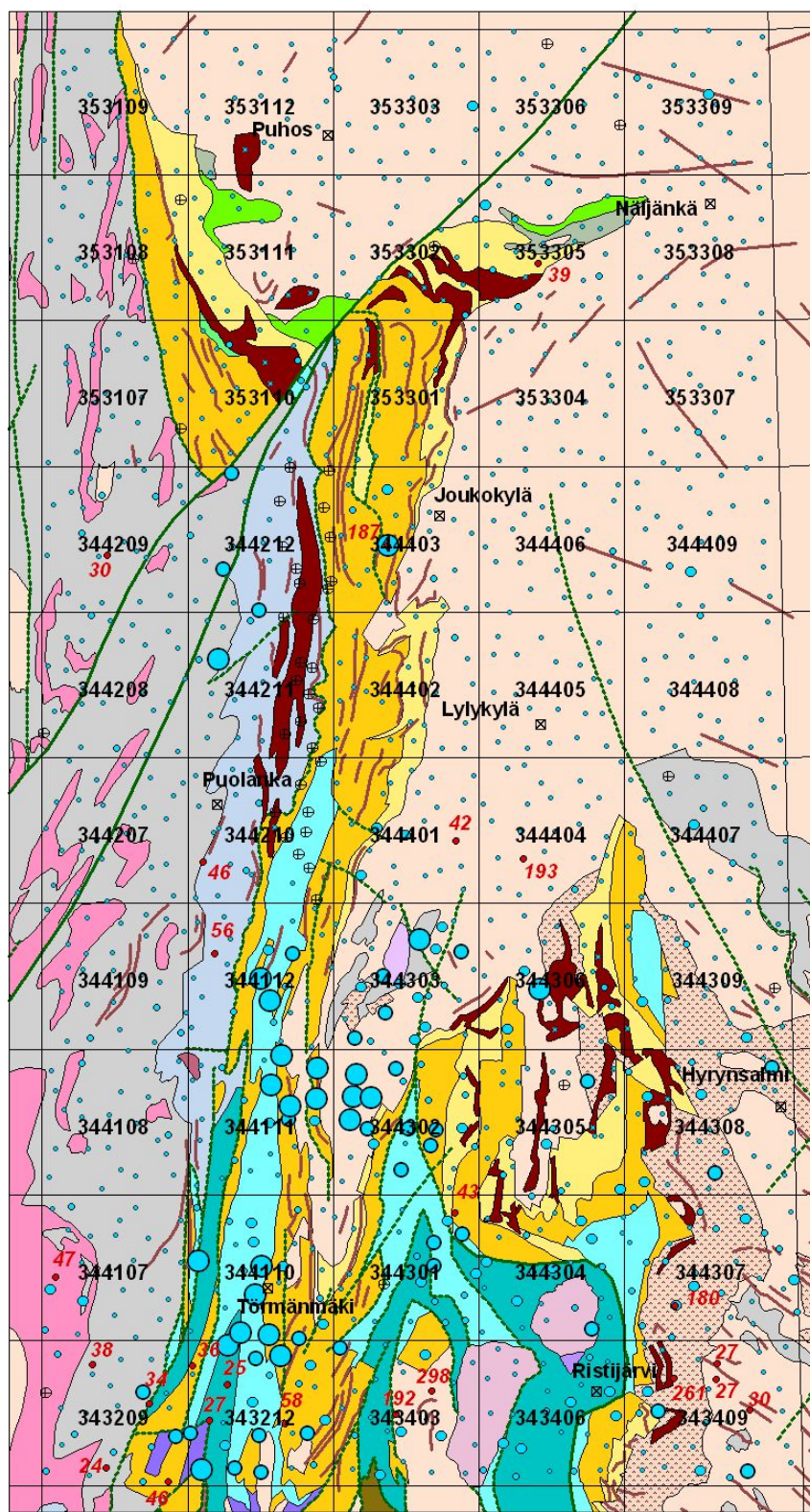
298 Au-pitoisuus
Au content

⊕ Ei Au-määrittystä
Au not determined



GTK

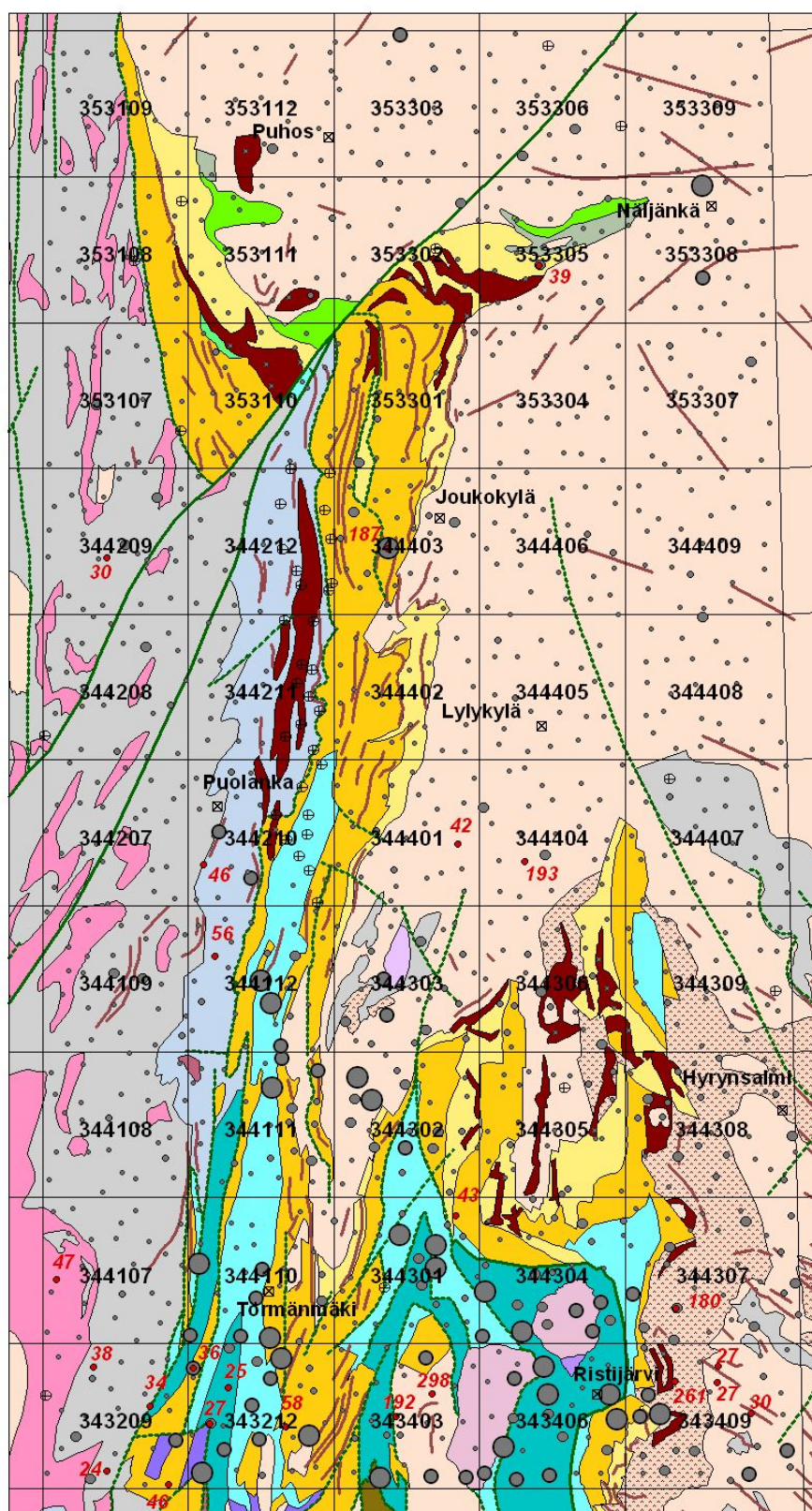
GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



Sb, ppb : • <30 • 30 - 40 • 40 - 53 • 53 - 84 • 84 - 1870

298 Au-pitoisuus Ei Au-määritystä
• *Au content* \oplus *Au not determined*





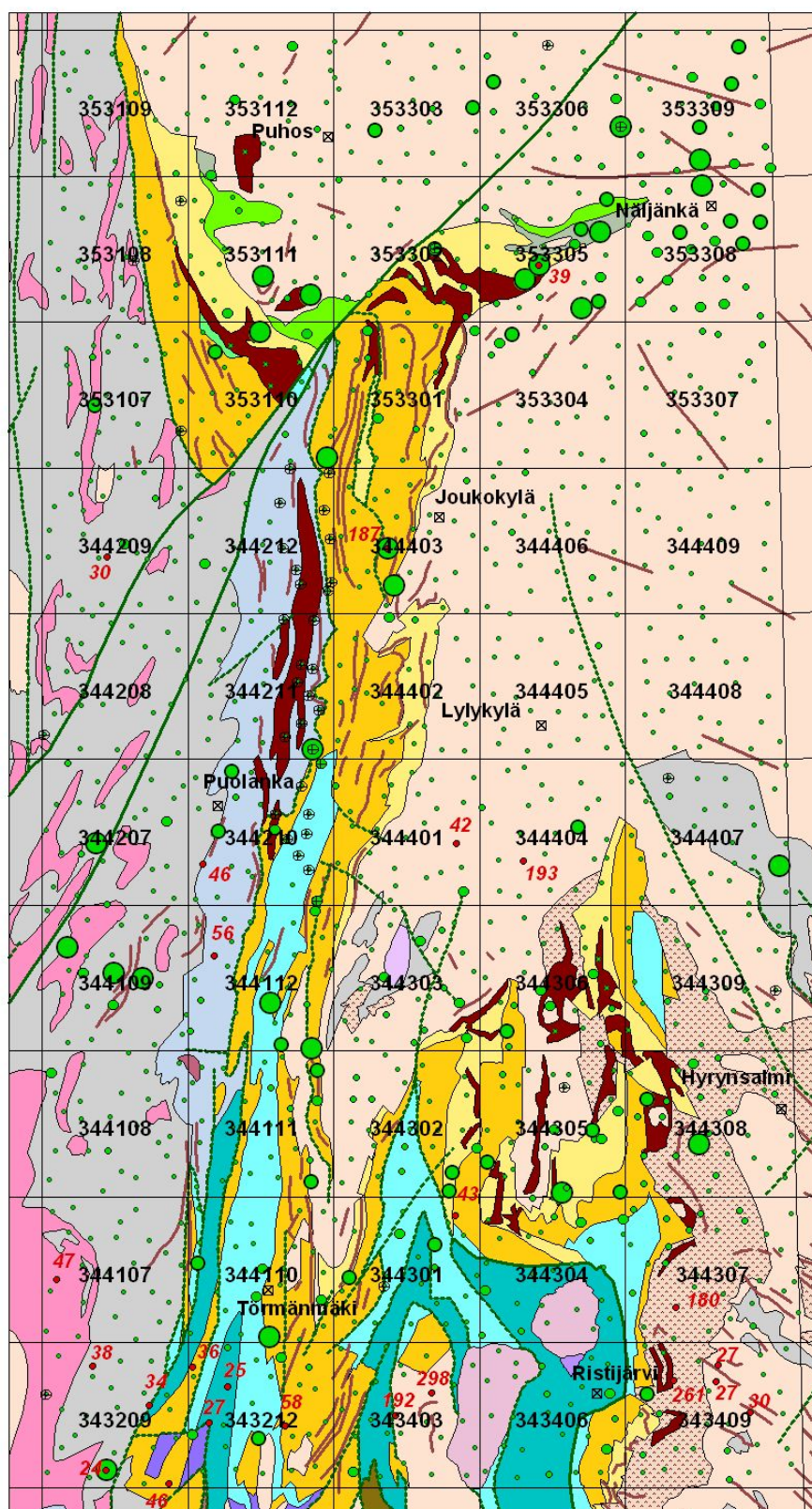
Se, ppb : • <44 • 44 - 65 • 65 - 110 • 110 - 250 • 250 - 6150

298 Au-pitoisuus Ei Au-määritystä
Au content ⊕ Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



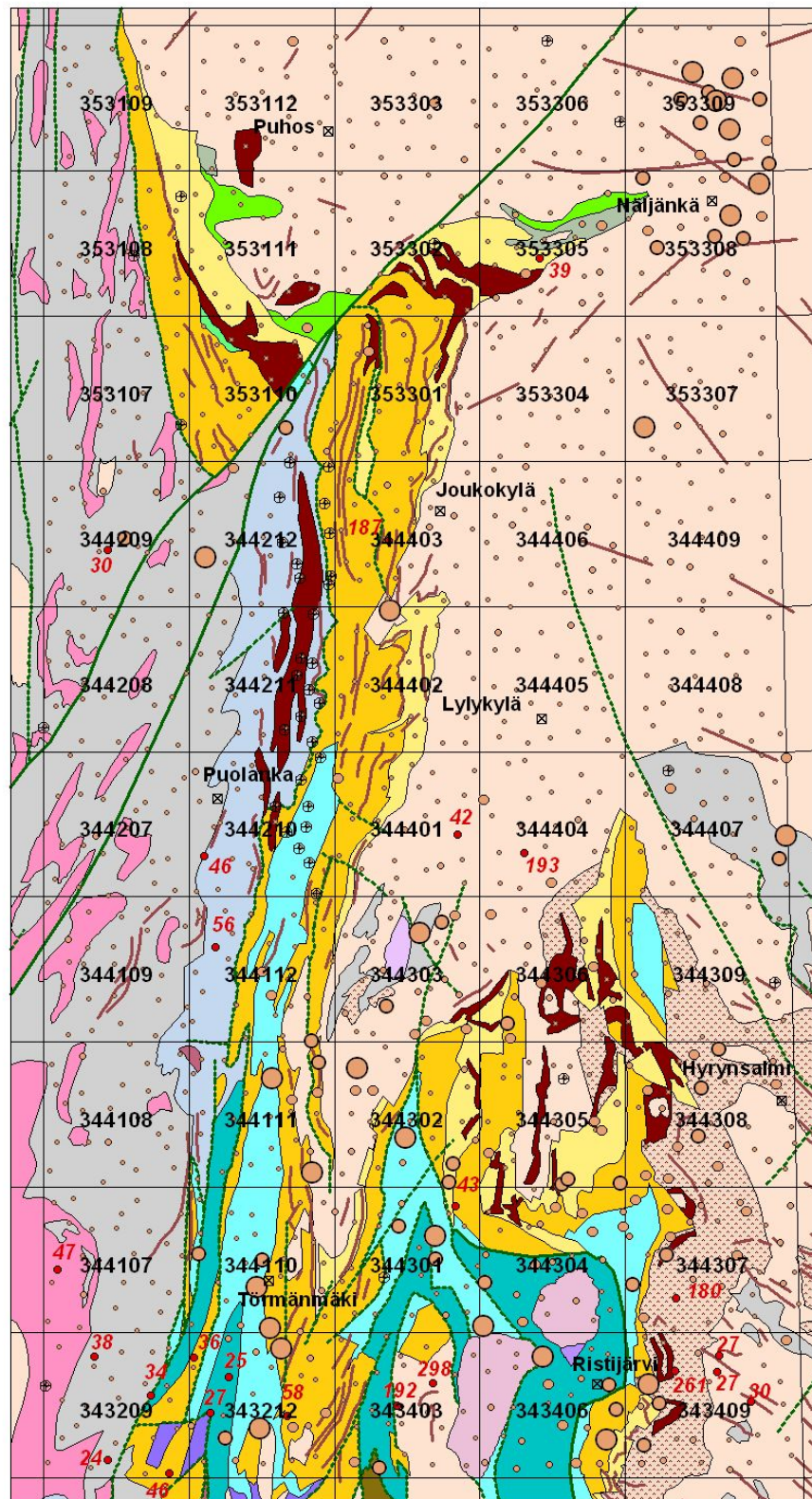
Cu, ppm : • 2 - 32 • 32 - 51 • 51 - 67 • 67 - 93 • 93 - 443

298 Au-pitoisuus Ei Au-määrittystä
Au content Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



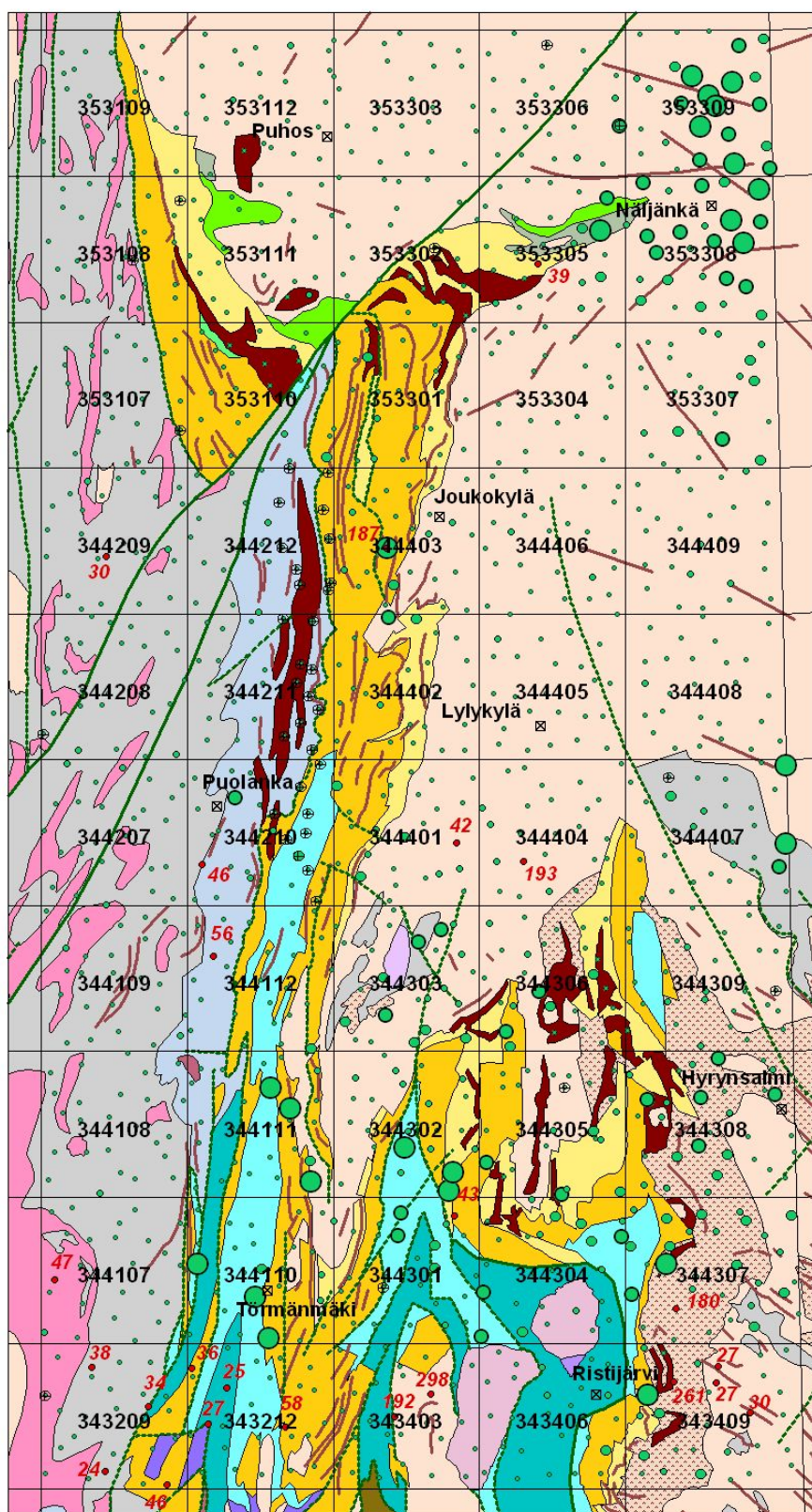
Zn, ppm : 6 - 36 • 36 - 45 • 45 - 58 • 58 - 80 • 80 - 1150

298 Au-pitoisuus Ei Au-määritystä
Au content Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



Pb, ppm : • <30 • 30 - 36 • 36 - 42 • 42 - 54 • 54 - 280

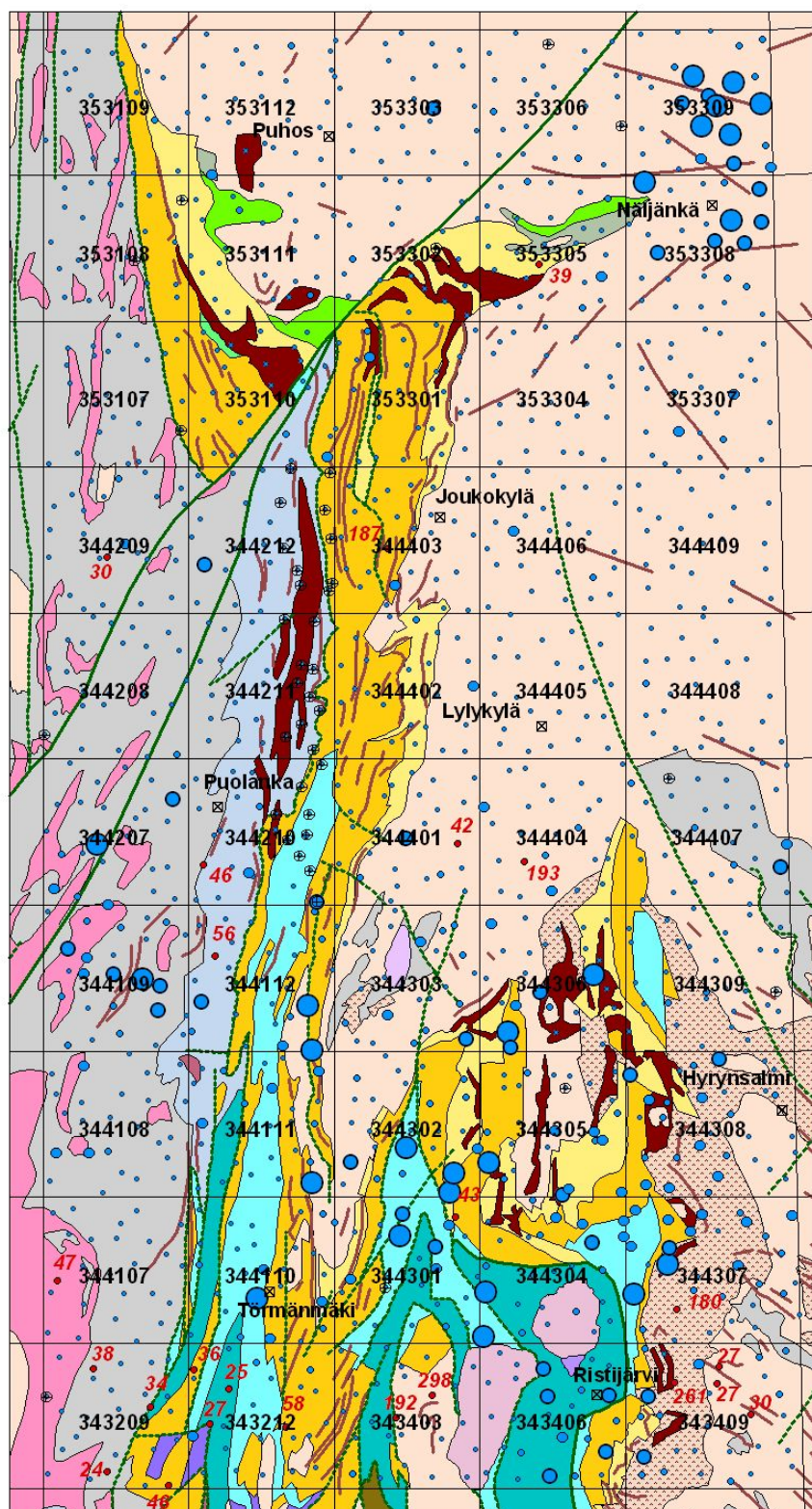
298 Au-pitoisuus
• Au content

⊕ Ei Au-määritystä
⊕ Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND



K, ppm : • 232 - 3230 • 3230 - 4430 • 4430 - 5550 • 5550 - 7850 • 7850 - 17700

298 Au-pitoisuus Ei Au-määrittystä
Au content Au not determined



GTK

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

	Yksikkö	Menetelmä	Näyte	Näyte	Näyte	Näyte
	Unit	Method	Sample	Sample	Sample	Sample
			R489_17.00	R489_17.65	R489_19.30	R493_66.25
SiO ₂	%	XRF	50.8	50.7	49.1	60.2
TiO ₂	%	XRF	1.37	1.40	1.34	1.06
Al ₂ O ₃	%	XRF	16.5	16.9	15.7	16.7
Cr ₂ O ₃	%	XRF	0.0272	0.0222	0.0423	0.0124
V ₂ O ₃	%	XRF	0.0199	0.0181	0.0274	0.0094
FeO	%	XRF	8.66	8.48	9.12	6.39
MnO	%	XRF	0.160	0.125	0.159	0.100
MgO	%	XRF	6.51	6.29	8.43	2.36
CaO	%	XRF	7.80	7.64	8.35	4.31
Rb ₂ O	%	XRF	0.0077	0.0082	0.0063	0.0111
SrO	%	XRF	0.272	0.333	0.317	0.289
BaO	%	XRF	0.403	0.497	0.434	0.300
Na ₂ O	%	XRF	1.43	1.46	1.38	3.09
K ₂ O	%	XRF	2.36	2.42	2.25	2.62
ZrO ₂	%	XRF	0.038	0.041	0.028	0.044
P ₂ O ₅	%	XRF	2.27	2.36	1.93	1.53
OxSum	%	XRF	99.1	99.2	99.1	99.4
Sc	mg/kg	ICP-MS	24.1	23.7	29.4	11.8
Cu	%	XRF	0.025	0.009	0.007	0.012
Ni	mg/kg	ICP-MS	75.0	70.7	128	16.5
Co	mg/kg	ICP-MS	31.7	26.8	33.6	13.4
Zn	%	XRF	0.016	0.015	0.014	0.013
Pb	%	XRF	0.003	0.003	0.003	0.006
Ag	%	XRF	0.000	0.000	0.000	0.000
S	%	XRF	0.434	0.200	0.132	0.097
As	%	XRF	0.001	0.001	0.007	0.000
Sb	%	XRF	0.000	0.000	0.000	0.000
Bi	%	XRF	0.000	0.000	0.000	0.001
Te	%	XRF	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	mg/kg	ICP-MS	36.4	36.9	33.8	36.4
Nb	mg/kg	ICP-MS	18.6	17.5	11.2	23.4
Mo	%	XRF	0.001	0.000	0.000	0.002
Sn	%	XRF	0.001	0.001	0.003	0.001
W	%	XRF	0.000	0.001	0.001	0.000
Cl	%	XRF	0.151	0.142	0.151	0.154
Br	%	XRF	0.000	0.000	0.000	0.000
Th	mg/kg	ICP-MS	11.2	12.7	7.86	16.6
U	mg/kg	ICP-MS	6.14	6.24	4.06	11.2
Cs	%	XRF	0.000	0.001	0.000	0.003
La	mg/kg	ICP-MS	275	294	207	269
Ce	mg/kg	ICP-MS	538	573	417	535
Pr	mg/kg	ICP-MS	63.3	69.6	51.0	62.6
Nd	mg/kg	ICP-MS	248	265	203	232
Sm	mg/kg	ICP-MS	31.8	34.3	26.9	30.2
Eu	mg/kg	ICP-MS	7.99	8.42	7.30	5.99
Gd	mg/kg	ICP-MS	22.1	23.1	20.4	20.9
Tb	mg/kg	ICP-MS	2.39	2.61	2.30	2.20
Dy	mg/kg	ICP-MS	8.80	8.14	7.84	8.03
Ho	mg/kg	ICP-MS	1.19	1.27	1.12	1.26
Er	mg/kg	ICP-MS	3.04	3.26	2.74	2.75
Tm	mg/kg	ICP-MS	0.34	0.43	0.34	0.38
Yb	mg/kg	ICP-MS	2.45	2.68	2.32	2.54
Lu	mg/kg	ICP-MS	0.32	0.33	0.29	0.35
Hf	mg/kg	ICP-MS	6.52	7.19	4.87	7.58
Ta	mg/kg	ICP-MS	0.77	0.68	0.53	2.52
H ₂ O ⁺	%	815L	1.39	1.31	1.83	0.66
H ₂ O ⁻	%	815L	0.03	0.16	0.12	0.09

