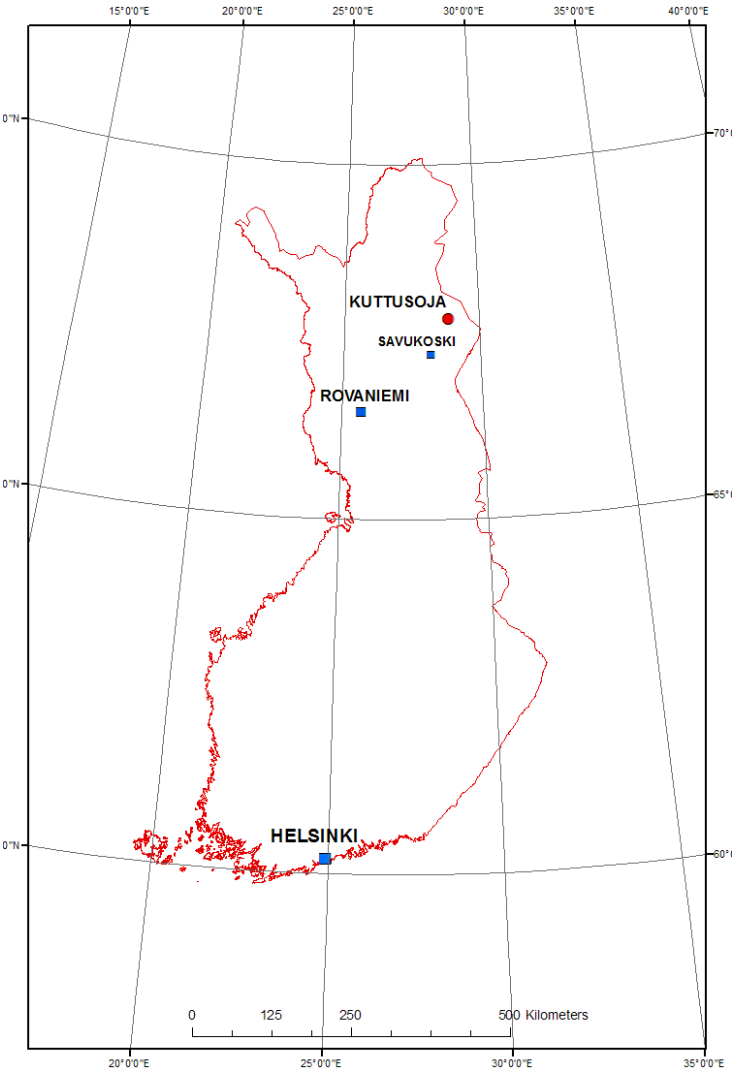
Pohjois-Suomen yksikkö
M06/4721/2009/67
Rovaniemi

28.02.2011

Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa Ketunkangas 1 (kaivosrekisterinumero 8247/1)- ja Kuttusoja 1-4 (kaivosrekisterinumero 8410/1-4)-nimisillä valtausalueilla vuosina 2006-2009 suoritetuista nikkeli-, PGE- ja kultatutkimuksista

Pertti Heikura, Olli Sarapää, Tuomo Törmänen, Markku Iljina, Heikki Salmirinne, Pertti Sarala



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

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

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

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

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

Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7 • www.gtk.fi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS **KUVAILULEHTI**

Päivämäärä / Dnro

Tekijät	Raportin laji
Pertti Heikura, Olli Sarapää, Tuomo Törmänen, Markku Iljina, Heikki Salmirinne ja Pertti Sarala	M06
	Toimeksiantaja: GTK

Raportin nimi

Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa Ketunkangas 1 (kaivosrekisterinumero 8247/1)- ja Kuttusoja 1-4 (kaivosrekisterinumero 8410/1-4) nimisillä valtausalueilla vuosina 2006–2009 suoritetuista nikkeli-, PGE- ja kultatutkimuksista

Tiivistelmä

Raportti liittyy Geologian tutkimuskeskuksen ”Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmivarannot”- (hankenumero 2901007) sekä ”Pohjois-Suomen kultavarojen kartoitus”- (hankenumero 2901005) hankkeiden Savukoskella tekemiin tutkimuksiin. Tutkimuksilla pyrittiin selvittämään Kuttusvaarojen alueella olevien ultramafisten kivien Ni- ja PGE-malmipotentiaalia sekä kullan liittymistä arkeeisten- ja proterotsooisten yksiköiden välisten kontaktivyöhykkeiden suurrakenteisiin. Tutkimuksia tehtiin monin eri geologisin menetelmin, kuten geofysikaalisin mittauksin, kallioperäkartoituksella, moreeninäytteenotolla, MMI-näytteenotolla, kallioperäkairauksilla, kaivinkoneella tutkimuskaivantoja kaivaen jne. Valtausalueiden kokonaispinta-ala oli n. 400 ha, mutta tutkimukset ulottuivat laajemmallekin alueelle valtausten ulkopuolelle.

Aikaisempien tutkimusten perusteella alueelta tunnetaan muutamia Ni-pitoisia ultramafisia lohkareita sekä kapea massiivinen magneettikiisupitoinen malmijuonilävistys, joissa pitoisuudet ovat yli 5000 ppm Ni. Myös kullasta on saatu joitakin anomaalisia viitteitä moreenigeokemian näytteistä.

Näytteenotossa painopiste kohdistui kallioperäkairauksiin ja kairasydänten analysointiin. Kairaukset tehtiin ns. profiilikairauksina. Kaikkiaan vuosien 2006-2009 aikana kairattiin 4250,70 m ja niillä pystyttiin selvittämään alueen kallioperää ja sen malmipotentiaalia myös peitteisillä alueilla. Saatujen analyysitulosten mukaan korkein Au-pitoisuus oli reiässä R117; 0,123 ppm Au ja korkeimmat Pd- ja Pt pitoisuudet reiässä R129; 0,107 ppm Pd ja 0,085 ppm Pt. Korkeimmaksi Ni-pitoisuudeksi saatiin 3220 ppm Ni, niin ikään reiästä R117.

Koska tutkimuksissa saadut analyysitulokset antoivat odotettua alhaisempia pitoisuuksia, ei alueen tutkimuksia katsottu aiheelliseksi jatkaa ja tutkimukset lopetettiin. Valtauksista luovuttiin vuosien 2008 joulukuussa ja 2009 maaliskuussa.

Asiasanat (kohde, menetelmät jne.)

Malmitutkimukset, geofysikaaliset mittaukset, syväkairaus, nikkeli, PGE, kulta, moreenigeokemia, MMI-näytteenotto

Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä)

Suomi, Lapin lääni, Savukoski, Kuttusoja

Karttalehdet

4721 07 ja 10

Muut tiedot

Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Valtausraportti		M06/4721/2009/67	
Kokonaissivumäärä	**Kieli**	**Hinta**	**Julkisuus**
73	Suomi		Julkinen
Yksikkö ja vastuualue		**Hanketunnus**	
Pohjois-Suomen yksikkö/501		2901007 ja 2901005	
Allekirjoitus/nimen selvennys		**Allekirjoitus/nimen selvennys**	
Pertti Heikura	Olli Sarapää	Tuomo Törmänen	Heikki Salmirinne

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.

Authors	Type of report
Pertti Heikura, Olli Sarapää, Tuomo Törmänen, Markku Iljina, Heikki Salmirinne and Pertti Sarala	M06
	Commissioned by: GTK

Title of report

Mineral exploration report of relinquished claims Ketunkangas 1 (mining reg. id. 8247/1) and Kuttusoja 1-4 (mining reg. id. 8410/1-4) in Savukoski, northern Finland.

Abstract

This report relates to the work done by the project ”Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmivarannot” (project number 2901007) and ”Pohjois-Suomen kultavarojen kartoitus”- (project number 2901005) of Geological Survey of Finland, in Savukoski area. The aim of the investigation was to detect possible Ni-PGE mineralisation within the Kuttusvaara ultramafic body and gold deposits in Archean and Proterozoic contact zones. Explorations include ground geophysical surveys, mapping, till geochemistry, MMI-sampling, diamond drilling, excavating, etc.

Earlier exploration work conducted by Outokumpu company had located ultramafic boulders. A massive pyrrhotite vein containing over 5000 ppm Ni was intersected by GTK drillings. Anomalous Au concentrations occur in some till samples.

Drilling was conducted between 2006-2009 for a total of 4250.70 m. The drill hole profiles across the formation gave information on the various rock types. The highest analyzed Ni and Au content were in the hole R117; 3220 ppm Ni and 0.123 ppm Au. The highest Pd and Pt concentrations were in the hole R129; 0.107 ppm Pd and 0.085 ppm Pt, respectively.

Because the results of the explorations were below par, the claims were relinquished during the years 2008 and 2009.

Keywords

Exploration, diamond drilling, nickel, platinum-group element, gold, geophysics, till geochemistry, MMI-sampling

Geographical area

Finland, Province of Lapland, Savukoski, Kuttusoja

Map sheet

4721 07 and 10

Other information

Report serial	Archive code		
Claim report	M06/4721/2009/67		
Total pages: 73	Language: Finnish	Price:	Confidentiality: Public
Unit and section: Northern Finland Office / 501		Project code: 2901007 and 2901005	
Signature/name: Pertti Heikura, Olli Sarapää		Signature/name: Tuomo Törmänen, Heikki Salmirinne	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti
Documentation page

1	**JOHDANTO**		**1**
1.1		Tausta	1
1.2		Aikaisemmat tutkimukset	1
1.3		Tutkimuskohteen sijainti	2
1.4		Koordinaatisto ja paikannus	3
1.5		Alueen yleisgeologia	3
2	**SUORITETUT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSMENETELMÄT**		**5**
2.1		Geofysikaaliset tutkimukset	5
	2.1.1	Alueellinen geofysiikka	5
	2.1.2	Kohteellinen maastogeofysiikka	7
	2.1.3	Petrofysikaaliset mittaukset	8
2.2		Maaperätutkimukset	8
2.3		Kallioperäkartoitus ja siihen liittyvä näytteenotto	9
2.4		Syväkairaukset	10
2.5		Kemialliset analyysit	11
2.6		Ohuthietutkimukset	12
3	**TUTKIMUSTULOKSET**		**12**
3.1		Geofysiikka	12
	3.1.1	Geofysiikan mittaukset	12
	3.1.2	Petrofysiikka	19
3.2		Geokemialliset tutkimukset	22
3.3		MMI-näytteiden geokemia	27
	3.3.1	Iskelmävaaran, Heinisuon ja Kuttusvaarojen Au, Cu, Ag ja Zn	27
	3.3.2	Heiniselkä (Ni)	29
	3.3.3	Kuttusvaarat (Ni)	30
3.4		Kairaustuloksia ja litogeokemiaa	31
	3.4.1	Kontioselkä	42
3.5		Tutkimusalueen kivien kemia	45
	3.5.1	Kuttusvaarat	45
	3.5.2	Kontioselkä	50
4	**JOHTOPÄÄTÖKSET JA AIHEEN ARVIOINTI**		**55**
5	**TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN**		**55**

Kirjallisuusluettelo

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Geologian tutkimuskeskus on tutkinut Itä-Lapissa, Savukoskella arkeeisen vihreäkivivyöhykkeen kallioperää useassa eri vaiheessa. Viimeisin tutkimusvaihe alkoi vuonna 2006, jolloin ryhdyttiin selvittämään liittyykö alueen komatiitteihin, mutta myös laaja-alaisemmin Tulppion arkeeisen vihreäkivijakson ja proterotsooisten liuskeiden kontaktivyöhykkeeseen PGE-, nikkeli- ja kultapotentiaalia. Perusteena olivat alueelta Outokumpu Oy:n aikaisempien tutkimusten yhteydessä löytämät nikkeliä sisältäneet lohkareet ja GTK:n kairauksissa lävistetty nikkelipitoinen massiivinen magneettikiisujuoni sekä alueellisessa moreenigeokemiassa tavatut kohonneet kulta-, nikkeli- ja palladiumpitoisuudet. Tutkimuksia tehtiin kallioperä- ja raaka-aineet toimialan puitteissa yhteistyönä ”Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmivarannot”- (hankenumero 2901007) sekä ”Pohjois-Suomen kultavarojen kartoitus”- (hankenumero 2901005) hankkeiden kanssa, joiden hankepäällikköinä toimivat Markku Iljina ja Olli Sarapää (Iljina 2009, Sarapää ym. 2009). Tutkimukset päättyivät valtauksista luopumisen yhteydessä vuosien 2008-2009 vaihteessa, jolloin Ketunkangas 1 ja Kuttusoja 1-4 -nimisistä valtauksista luovuttiin.

Ni- ja PGE-tutkimuksiin osallistuivat geologit *Pertti Heikura, Markku Iljina, Tuomo Törmänen* sekä geofyysikko *Heikki Salmirinne.* Au-tutkimuksia tekivät geologit *Olli Sarapää* ja *Antero Karvinen* sekä geofyysikko *Ilkka Lahti*. Maaperän geokemiallisia tutkimuksia johti geologi *Pertti Sarala*. Lisäksi kallioperäkartoituksissa ja kairausten valvonnassa avustivat tutkimusavustajat *Seppo Kurttila ja Pauli Vuojärvi* sekä kesäapulaiset *Irmeli Huovinen* ja *Aku Heinonen*.

1.2 Aikaisemmat tutkimukset

Aikaisempia tutkimuksia alueella ovat tehneet mm. E. Mikkola, joka laati Tuntsajoen geologisen kartan (1936) ja sen selityksen (1941). Rautaruukki Oy teki tunnusteluluontoista malminetsintää 1960-luvulla Sallan ja Savukosken alueilla (Makkonen et al. 1968). Niin ikään sama yhtiö on jatkanut malmitutkimuksia valtaamillaan Heinivuotso 1 sekä Kuttusvaara 1-nimisillä alueilla, joista on valtausraportit vuodelta 1980 ja 1983. Tutkimusten tarkoituksena on ollut löytää alueelta nikkelimalmia.

Turun yliopiston Lapin nikkeliprojekti on tutkinut aluetta koko Pohjois-Suomen emäksisiä kiviä koskevissa tutkimuksissaan 1970-luvun loppupuolella (Papunen 1976). Tutkimuksia tekivät myös GTK ja Outokumpu Mining Oy. Tutkimuksissa on kartoitettu alueen kallioperää, otettu näytteitä kalliosta, humuksesta ja moreenista analyysimäärityksiä varten. Lisäksi alueella on tehty geofysikaalisia matalalento- ja maanpintamittauksia sekä kallioperäkairauksia useassa eri vaiheessa.

Oulun yliopiston arkeeisten alueiden malmiprojekti tutki Itä-Lapin mafisia kiviä 1980-luvulla, josta Savukosken osaprojekti on julkaissut Kuttusojan aluetta yleisesti esittelevän katsauksen Piiraisen (1985) toimittamassa projektin loppuraportissa. Virransalon (1985) raportti käsittelee Savukosken koillisosan kallioperän stratigrafiaa, rakennegeologiaa ja metamorfoosivaiheita. Kauniskankaan (1987) raportissa on paneuduttu Savukosken koillisosan arkeeisten liuskeiden petrografiaan ja geokemiaan.

GTK:n Lapin vulkaniittiprojekti kartoitti Kuttusvaarojen aluetta 1987, jonka yhteydessä on kaivettu tutkimuskaivantoja ja kairattu 4 syväreikää Kontioselkään. Kairauksissa lävistettiin useita, maksimissaan n. 50 m:n paksuisia ultramafiittiyksiköitä, joiden seassa esiintyy

amfiboliitteja, diabaasijuonia, granitoideja, kiilleliuskeita ja -gneissejä, sekä erilaisia sarvivälke-biotiitti-plagioklaasigneissejä. Näiden kairausten yhteydessä lävistettiin myös 20-30 cm:n paksuinen massiivinen rautakiisuhorisontti, jossa oli n. 0,55 % nikkeliä.

Juopperin (1994) Itä-Lapin arkeeisten alueiden kallioperätutkimusraportti sisältää myös Kuttusvaarojen ja sen ympäristön tutkimukset. Tutkimusten yhteydessä on kairattu Kuttusvaaraan, Johdejängälle ja Ketunkankaalle 7 matalaa pokareikää.

Myös Outokumpu Mining Oy on tehnyt yhteistyössä Turun yliopiston komatiittiprojektin kanssa geologista kartoitusta ja lohkare-etsintää Kettukangas 1 ja 2 -nimisillä valtauksilla vuonna1997. Lisäksi Outokumpu on tutkinut aihetta Kuttusoja 1-3 -nimisillä valtauksilla vuosina 1998 -1999, jonka yhteydessä se on kairannut 19 syväreikää Kuttusvaarojen pohjoispuolelle. Molemmista tutkimuksista on tehty valtausraportit KTM:lle.

Kuttusvaaran alueen aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole havaittu merkittäviä kultapitoisuuksia, Rovaukonselästä Outokumpu Oy on raportoinut happamien vulkaniittien ja granaattikordieriittigneissien yhteydestä 2,25 ppm Au-pitoisuuden 2 metrin lävistyksessä (Inkinen 1990). Alue sijaitsee seitsemän kilometriä Kuttusvaaroista lounaaseen.

Turun yliopiston geologian laitoksen julkaisema tekninen raportti sisältää myös Savukosken - Kuttusvaarojen alueen kartoituksen kesällä 1997, joka on julkaistu professori Heikki Papusen (2003) toimittamassa raportissa. Tutkimusten yhteydessä on muutamista Kuttusojan varrelta löytyneistä komatiittilohkareista määritetty kohtalaisia Ni-pitoisuuksia, max. 7590 ppm.

GTK:n alueellisissa moreenigeokemiallisissa tutkimuksissa on tullut esille selvä kulta-anomaliavyöhyke, joka kulkee Iskelmävaarasta Lattunavaaraan itä-länsisuuntaisena, Kuttusvaaroista noin 10 km etelään.

1.3 Tutkimuskohteen sijainti

Ketunkangas 1 (valtausnumero 8247/1) ja Kuttusoja 1-4 (valtausnumero 8410/1-4) nimiset valtaukset, joiden kokonaispinta-ala on n. 413 ha. sijaitsevat karttalehtien 4721 07 ja 10 alueilla, n. 60 km Savukosken kirkonkylältä koilliseen (taulukko 1). Kuttusvaarojen tutkimuskohteelle erkaantuu metsäautotie Lattunasta, Savukoskelta Tulppioon, Sokliin ja Ainijärven rajavartioasemalle johtavalta maantieltä (9671), josta on matkaa n. 15 km. pohjoiseen pitkin Kemijoki vartta (kuva 1).

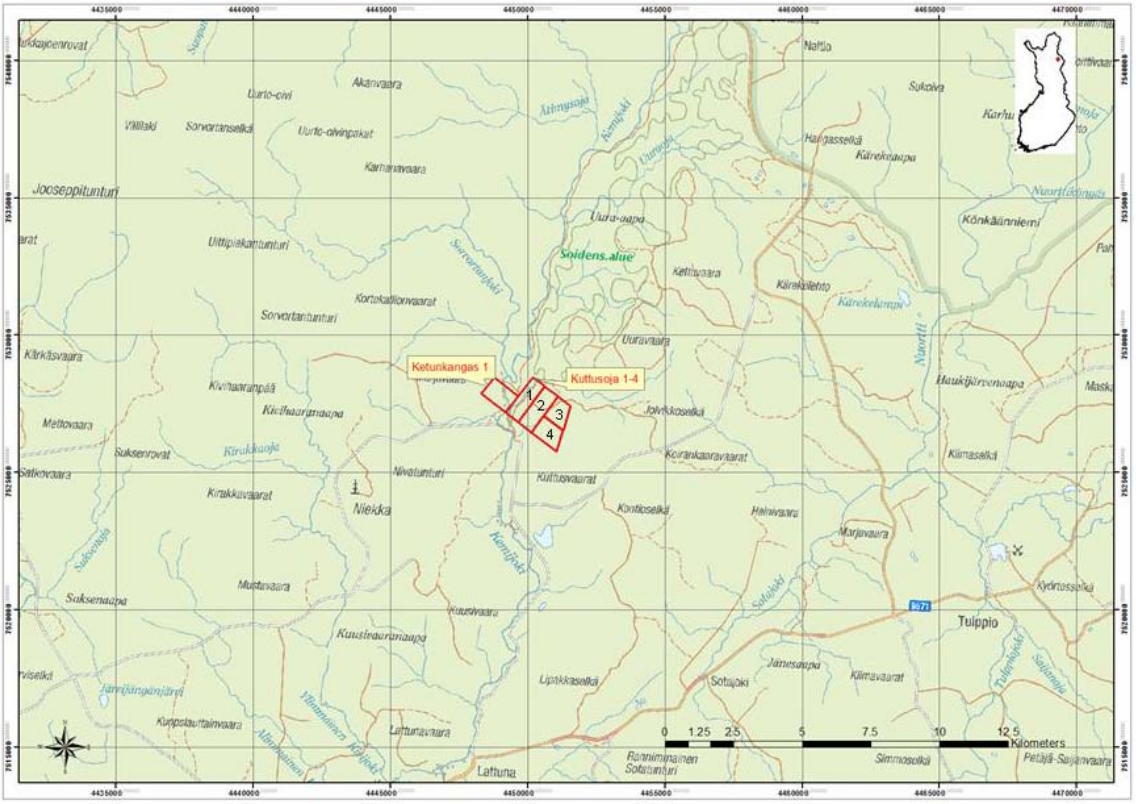
Taulukko 1. GTK:n valtaukset Kuttusvaarojen alueella

Table 1. *Claims of GTK in the Kuttusvaara area*

Valtauksen nimi	*Valtaus-ID*	*Karttalehti*	*Koko ha.*	*Valt. rekist.*	*Valt. luop.*
Ketunkangas 1	8247/1	472107	82,80	9.7.2007	11.12.2008
Kuttusoja 1	8410/1	472107,10	90,57	6.2.2009	5.3.2009
Kuttusoja 2	8410/2	472107,10	99,86	6.2.2009	5.3.2009
Kuttusoja 3	8410/3	472110	63,79	6.2.2009	5.3.2009
Kuttusoja 4	8410/4	472110	76,38	6.2.2009	5.3.2009

Vaihtelevan maaston keskeltä korkeimmalle kohoavat Niekka ja Nivatunturi yli 400 m:n korkeuteen. Myös Kuttusvaarojen laki on yli 300 m:n korkeudessa merenpinnasta. Suurin yhtenäinen suoalue on Kuttusvaarojen pohjoispuolella sijaitseva Uura-aavan soidensuojelualue, joka kuuluu laajempaan UK:n kansallispuistoon.

Vaikka tutkimusten painopistealueena olikin Kuttusvaarojen alue, linjamoreeninäytteenottoa, tutkimuskaivantoja, malminetsinnällistä kartoitusta ja MMI-näytteenottoa tehtiin huomattavasti laajemmalla alueella, käsittäen Iskelmävaaran, Lattunan ja Kuusivaaran alueet.



Kuva 1. Ketunkangas 1 ja Kuttusoja 1-4 valtausalueiden sijainti. (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

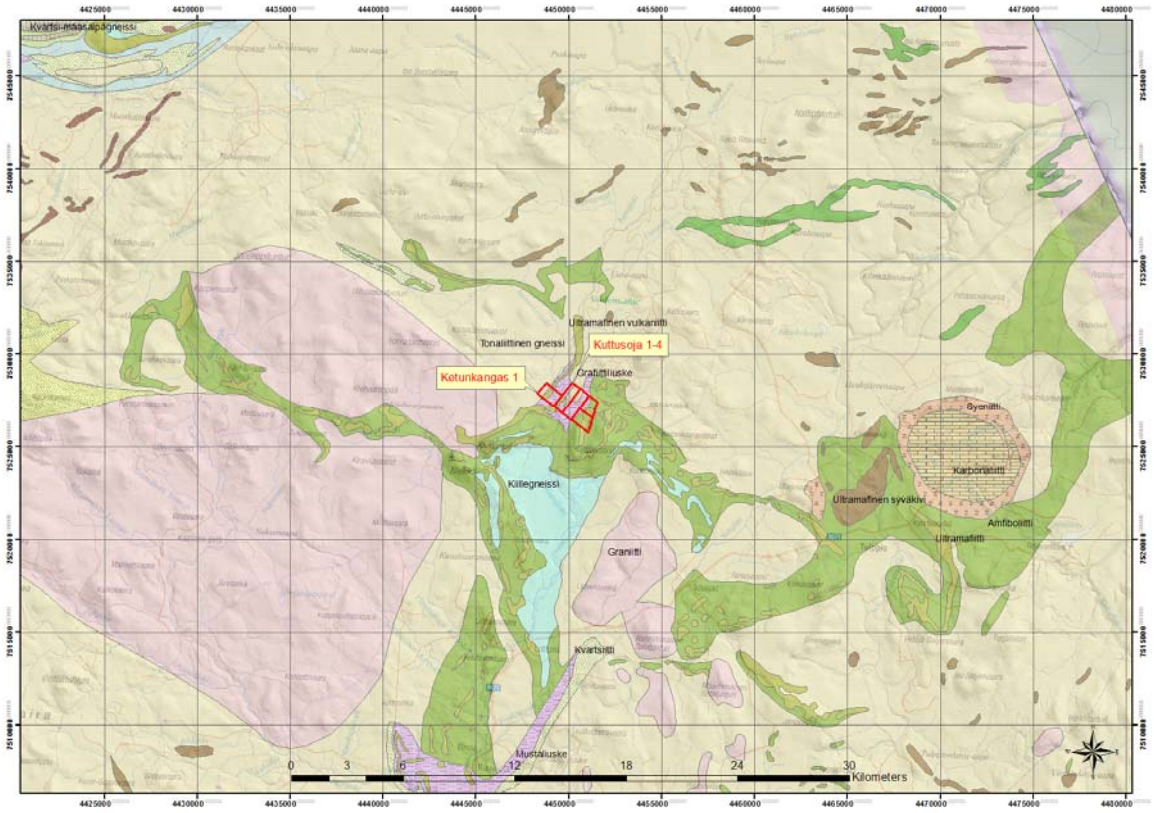
Figure 1. *Location of the relinquished claims. (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

1.4 Koordinaatisto ja paikannus

Tässä raportissa ja liitteenä olevassa aineistossa on käytetty Suomen kaistakoordinaattijärjestelmää KKJ-4. Kairareikien paikannus on tehty osittain differentiaali DGPS -laitteella ja muut paikannukset Garmin 12 GPS-laitteella.

1.5 Alueen yleisgeologia

Alueen kivilajit kuuluvat pääosin Tulppion metavulkaniittijaksoon (kuva 2), jota reunustaa Ahmatunturin ja Vintilänkaira-Kemihaaran granitoidikompleksit (Juopperi ja Vaasjoki 2001). Itä-Lapin kallioperä on pääosiltaan arkeeisten granitoidien pilkkomaa metasedimenteistä ja –vulkaniiteista koostuvaa kallioperää. Lähes itä-länsisuuntainen Tulppion vihreäkivivyöhyke jakaantuu karkeasti kahteen pääosaan, joiden väliin jää granitoidivaltaisia yksiköitä. Pohjoisempi, Kuttusvaaroilta aina Venäjän puolelle saakka yltävä vihreäkivijakso koostuu pääosiltaan mafisista metavulkaniiteista.



Kuva 2. Tulppion vihreäkivivyöhyke **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 2. *Tulppio greenstonebelt (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

Muita kivilajeja ovat sedimentogeeniset yksiköt, kuten kiilleliuskeet, grafiittiliuskeet, sertit, karret, mafiset-, felsiset- ja intermediääriset vulkaniitit. Nikkelin etsinnän kannalta keskeisimpiä ovat alueen komatiitit ja niistä erityisesti kumulaattimuodostumat. Kivilajikartalla ympyränmuotoisena yksikkönä erottuu Soklin karbonatiittimassiivi.

Valtausalueet Ketunkangas 1 ja Kuttusoja 1-4 sijaitsevat suurimmalta osaltaan Marjavuotson, Johdejängän ja Kuttusvaarojen kohdalla (kuva 2). Kuttusvaarat ovat topografialtaan lähiympäristöään selvästi korkeammalla, jossa kallioperä on paikoin paljaana. Tulppion metavulkaniitteihin kuuluva arkeeinen kallioperä koostuu mm. amfiboliiteista ja ultramafisista- ja felsisistä liuskeista ja graniiteista. Kuttusvaaran muodostuma koostuu pääpiirteissään komatiiteista (ultramafiitit), mutta vaaran pohjoisrinteellä tavataan myös hetrogeeninen kivilajiseuranto amfiboliitteja (mafiset vulkaniitit), granaattipitoisia happamia liuskeita (felsiset/intermediääriset vulkaniitit), kvartsiitteja ja grafiittipitoisia liuskeita. Voimakkaasti muuttuneet komatiitit ovat nykymuodossaan pääasiassa serpentiini-, talkki-, kloriitti-ja antofylliittikiviä. Lisänä ovat kordieriitti- ja diopsidi-kvartsi-amfibolikivet. Deformoituneiden ja poimuttuneiden kivien poimuakselit ovat loivat ja kaatuvat yleisesti pohjoiseen- pohjoisluoteiseen.

Kuttusvaaroilta länteen päin mentäessä, Johdejängän itälaidalla on tholeiittisia vulkaniitteja, osittain kloriittiutuneita amfiboliitteja ja gabroja. Jängän keskiosan rapautuneet liuskeet ovat hyvin paksujen turvekerrosten peittämiä ja paikoin maapeitteen paksuus saattaa olla yli 30 m:ä. Geofysikaalisessa matalalentokartassa voimakkaana sähköisenä anomaliana näkyvän

alueen kallioperää on selvitetty Johdejängän poikki kairatulla 8 reiän kairausprofiililla. Se koostuu pääasiassa kiilleliuskeista, serteistä ja amfiboliiteista. Lisäksi siellä on tummia, hienorakeisia fylliittejä ja mustaliuskeita, joissa sulfidimineraalien määrä voi paikoin olla kohtalainen. Se selittää osaltaan kallioperän hyvän sähkön varautuvuuden. Runsaalla sulfidien määrällä on yleensä oma myönteinen merkityksensä Ni-malmien syntyprosesseissa. Johdejängän länsireunalla on kiilleliuskeita, karsia, emäksisiä vulkaniitteja ja gabroja. Osa karsiksi luokitelluista kivilajeista on todennäköisesti muuttuneita ultramafiitteja.

Edelleen Kemijoen länsipuolelle yltävät kiilleliuskeet, karret, mafiset vulkaniitit, tuffiitit ja mustaliuskeet. Lisäksi siellä on ultramafisia kiviä, lähinnä komatiittisia basaltteja, gabroja, kiillegneissejä ja graniitteja. Näiden kivien on oletettu kuuluvan Savukosken proterotsooiseen liuskevyöhykkeeseen, joka päinvastoin saattaa heikentää alueen Ni-malmipotentiaalia (Papunen 2003).

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää, liittyykö Kuttusvaarojen alueen komatiitteihin ja myös laaja-alaisemmin Tulppion vihreäkivijaksoon nikkeli- ja PGE-malmipotentiaalia sekä selvittää mahdollisten kultamalmien esiintyminen oletetun proterotsooisen ja arkeeisen kontaktivyöhykkeen suurrakenteessa.

Tehdyt tutkimukset sisälsivät kallioperän geologista kartoitusta, jota täydennettiin syväkairauksin vuosien 2006 - 2009 välisenä aikana. Maaperätutkimuksia tehtiin eri menetelmin mm. iskuporanäytteenotolla (Terri) sekä kaivinkoneella tutkimuskaivantoja tehden. Niistä otettiin raskasmineraali-, geokemian- ja kallionäytteitä. Lisäksi Kuttusvaarojen alueelle tehtiin vuonna 2007 kolme MMI (Mobile Metal Ion technique) -profiilia (kuva 5). Profiilit kulkevat oletetun arkeeisen ja proterotsooisen kontaktivyöhykkeen poikki, siten, että profiilien länsipään kallioperä koostuu proterotsooisista vulkaniiteista ja sedimenteistä ja itäpää vastaavasti arkeeisista kivilajeista (Sarala et al. 2007). Läntisin profiili sijoittuu kokonaan proterotsooisen kallioperän alueelle. MMI-profiilien tuloksia voidaan verrata kairaustietoihin ja tutkimuskaivannoista saatuihin tuloksiin. Lisäksi profiilit sijoittuvat samoille kohdin, joista vuonna 2006 toteutettiin moreenigeokemiallinen näytteenotto.

Geofysikaalisia mittauksia tutkimusalueella on tehty sekä alueellisesti että kohteellisesti. Alueellisina menetelminä ovat olleet tiheä lentomittaus ja painovoimamittaukset. Kohteellisissa, systemaattisissa mittauksissa menetelminä olivat magneettinen, sähkömagneettinen, VLF-R- ja painovoima.

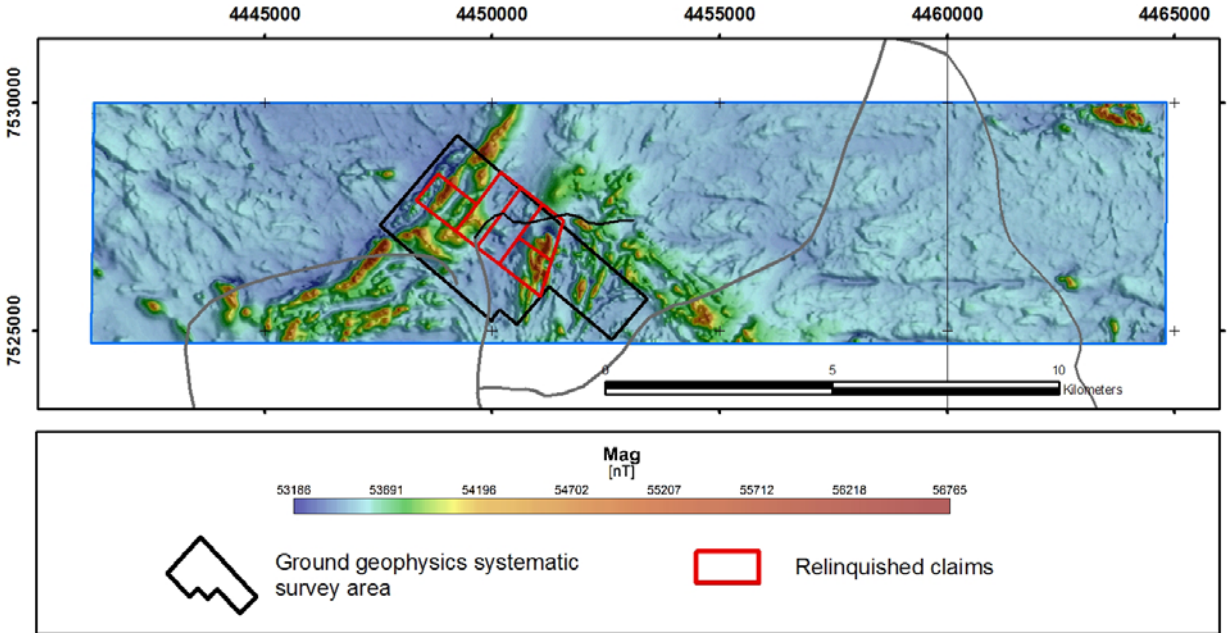
2.1 Geofysikaaliset tutkimukset

2.1.1 Alueellinen geofysiikka

Kuttusvaarojen alueen GTK:n aerogeofysiikan Suomen kartoitusohjelman lennot on tehty vuonna 1977. Lentomittaukset on tehty pohjois-etelä suunnassa 200 metrin linjavälillä.

Soklin karbonatiittimuodostuman länsipuolella mitattiin v. 2008 itä-länsisuuntainen tihennyslento linjavälillä 75 m, johon myös raportoitava Kuttusvaarojen alue kuului. Lentokorkeutena oli n. 30-35 m. Tihennyslentoalue on kooltaan n. 125 km^2 (23,5 km x 5,3 km). Mittaukset lennettiin DHC6 Twin Otter (OH-KOG) koneella. Mittausmenetelminä olivat magneettinen, sähkömagneettinen (4 taajuutta) ja radiometrinen mittaus. Mittausten

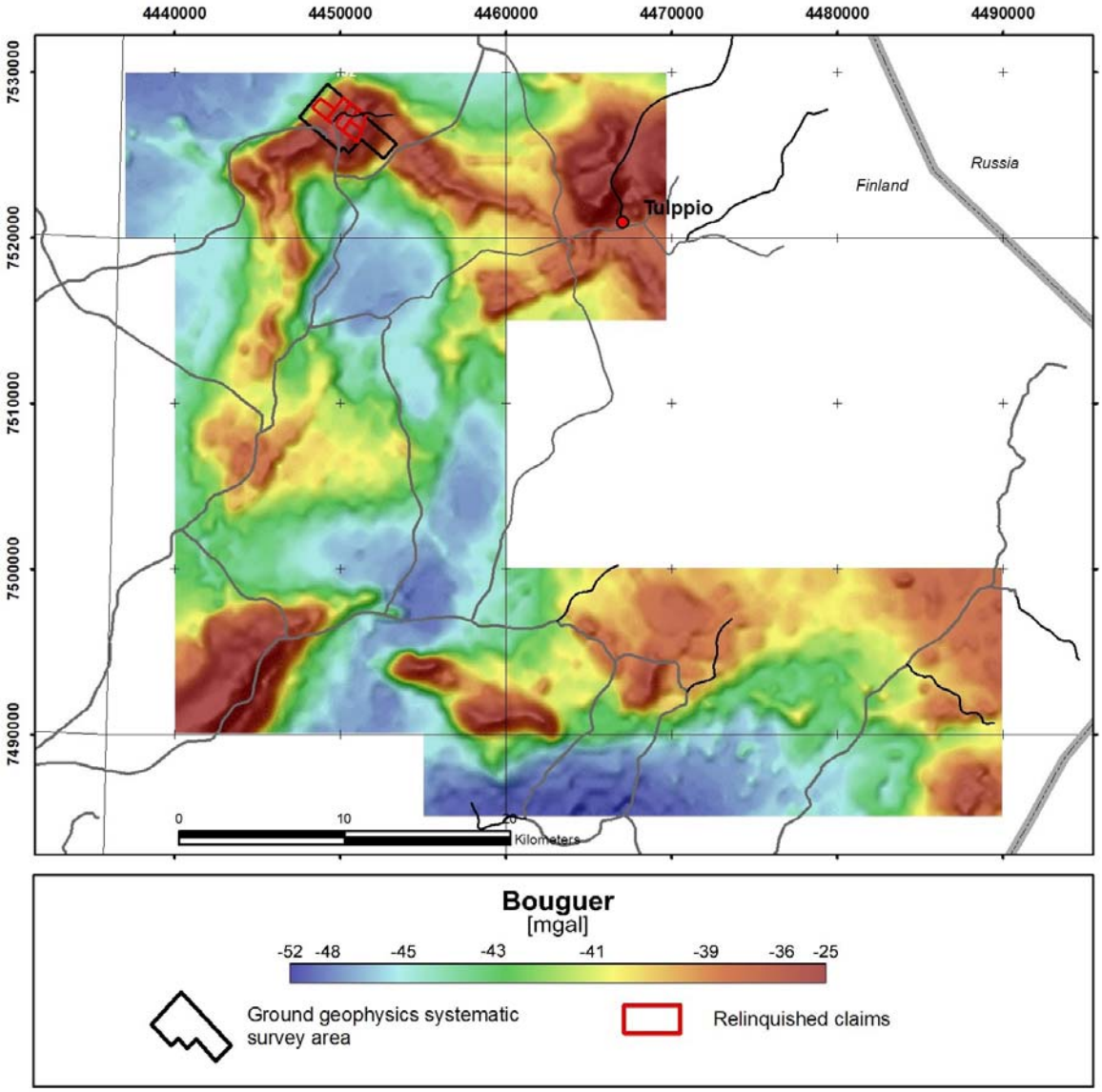
laatu oli erinomainen lukuun ottamatta sähkömagneettisia tuloksia, jotka olivat jostain syystä (lentosää?) kohinaisia. Tihennyslennon aeromagneettiset tulokset vastaavat hyvin aikaisemmin vuonna 2005 maastossa mitattua magneettista aineistoa kattaen kuitenkin huomattavasti suuremman alueen. Lentoalue ja raportoitavana olevien valtausten sijainti on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Tihennyslentoalueen magneettinen kartta ja raportoitavat valtaukset. Kuvassa myös alueen tiestö (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure. 3. *Detail aerogeophysical survey; aeromagnetic map and locations of relinquished claims with roads; (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

Itä-Lapin alueelliset painovoimamittaukset (APV) aloitettiin Savukosken Värriöjoen ultramafisen muodostuman mittauksilla vuonna 2002. Mittausaluetta laajennettiin itään ja pohjoiseen vuosina 2005 - 2007. Vuoden 2007 mittaukset ulottuivat myös raportoitavana olevalle Kuttusvaarojen alueelle. Kokonaisuudessaan Itä-Lapin APV-mittaukset kattavat n. 1450 km^2 suuruisen alueen pistetiheydellä 4 p./km^2. Mittausalue ja Bouguer anomalia on esitetty kuvassa 4. Tuloksissa Tulppion duniitti sekä Tulppion ja Kuttusvaarojen välinen metavulkaniittijakso tulee esille positiivisena Bouguer-anomaliana.



Kuva 4. Itä-Lapin alueellinen painovoimamittaus vuosina 2002, 2005 - 2007; mittausalue ja Bouguer anomalia. Kuvassa myös alueen tiestö (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure. 4. *Regional gravity surveys in the eastern Lapland during the years 2002, 2005 – 2007; Bouguer -anomaly and roads (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

2.1.2 Kohteellinen maastogeofysiikka

Alueen aikaisempien tutkimusten aikana alueella mitattiin vuonna 1995 pieni systemaattinen magneettinen ja sähkömagneettinen VLF-R mittaus Marjavuotson alueella. Myöhemmin vuonna 2006 aluetta laajennettiin. Mitattu alue kokonaisuudessaan kattaa noin 11,7 km^2 suuruisen alueen. Linjavälinä mittauksissa on käytetty 100 m. Pistevälinä magneettisessa- oli 10 m ja VLF-R -mittauksessa 20 m. Vuonna 2006 alueella mitattiin myös seitsemän painovoimaprofiilia 400 metrin linjavälillä ja 20 metrin pistevälillä.

Valtausraportin data-cd:lle Geosoft Oasis Montaj (xyz ja gdb)- muodossa liitetyt kohteellisen geofysiikan aineistot on tarkemmin kuvattu liitteessä 1.

2.1.3 Petrofysikaaliset mittaukset

Petrofysiikan laboratoriomittauksia on tehty 17 reiän kairasydämistä. Sydämistä on mitattu metrin välein tiheys (D [kg/m^3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])) sekä remanentti magnetoituma (J [µA/m]). Mittaukset on tehty GTK:n petrofysiikan laboratoriossa Rovaniemellä.

Laboratoriomittausten lisäksi viidestä reiästä on tehty petrofysiikan in-situ luotaukset. Rei'istä luodattiin 2 cm:n välein tiheys (D [kg/m^3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])), varautuvuus (M [%]), ominaisvastus (R [Ωm]) sekä gamma säteily (TOT, [µR/h]). Luotaukset tehtiin kesällä 2007 ja urakoitsijana oli Astrock Oy.

Valtausraporttiin liitetyt petrofysiikan mittaukset on tarkemmin kuvattu liitteessä 2.

2.2 Maaperätutkimukset

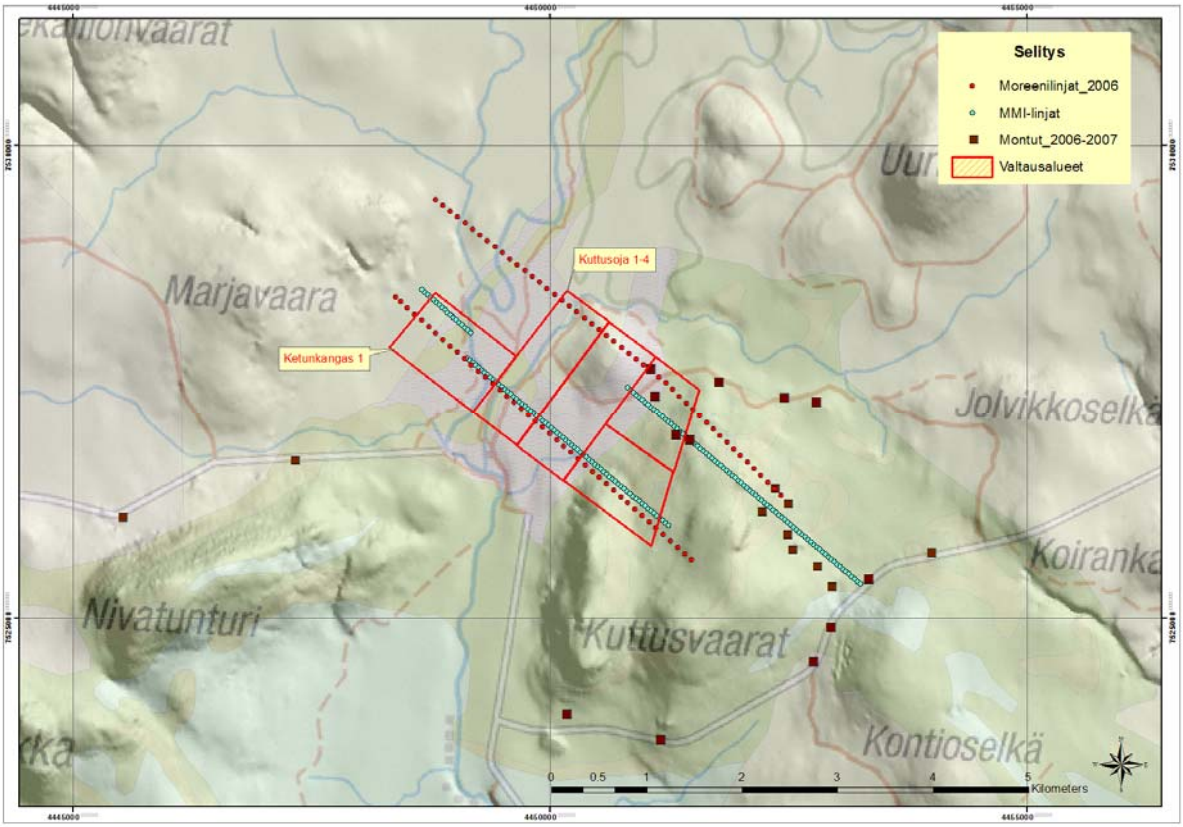
Moreenigeokemiallisen aineiston lisäämiseksi 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa alueella tehdyistä ns. linjamoreeninäytteistä valittiin n. 1300 kpl Cobra-kalustolla otettua näytettä uudelleen analysoitavaksi ICP-AES- ja AAS-menetelmillä. Lisäksi keväällä 2006 suoritettiin moreeni- ja rapakallionäytteenottoa Terri- kalustoa käyttäen seitsemällä linjalla, joista kaksi sijaitsi Kuttusvaarojen alueella. Linjanäytteenotossa käytettiin 50 m:n pisteväliä.

Linjat sijoitettiin tutkimusten kannalta keskeisiin kohteisiin, ottaen huomioon kallioperän koostumus, suurrakenteet ja geofysikaaliset indikaatiot ja samalla ne ristesivät vanhojen moreeninäytteenottolinjojen kanssa. Näytteenottopisteitä on kaiken kaikkiaan 250 kpl.

Moreeni ja rapakallionäytteistä analysoitiin 0,06 mm:n fraktio. Analyysit tehtiin GTK:n Kemian laboratoriossa ja syksystä 2007 lähtien Labtium Oy:ssä käyttäen menetelminä kuningasvesiliuoksesta monialkuainemääritys ICP-AES-tekniikalla (511P) ja GFAAS-tekniikalla (521U tilaukset 89491, 89493).

Kesien 2006 ja 2007 aikana alueella tehtiin myös kaivinkoneella tutkimuskaivantoja moreenistratigrafian selvittämiseksi sekä moreenigeokemia- ja raskasmineraalinäytteiden ottamiseksi lähinnä kultamalmikriittisistä kohteista (kuva 5). Kaivantoja tehtiin vuonna 2006 18 kpl (2006-POS-60-76, tilaus 89920) ja vuonna 2007 48 kpl (2007-POS-67-111, tilaus 89929). Montuista otettiin raskasmineraali-, moreenigeokemian- ja kallionäytteet sekä tehtiin kivilaskuja. Kaivannoista tehtiin myös kallioperä ja lohkarehavaintoja (APHE-2006-98-119 tilaus 89599; 175X- 511P-704P-811L, VIHU-2007-7-14, JOHI-2007-25-39, tilaukset 89721;511P- 704P ICP-AES).

MMI-linjat sijoitettiin aikaisemmin analyysituloksissa anomaalisiksi todettujen kulta- ja nikkelipitoisten vyöhykkeiden kohdalle Iskelmävaaraan (3 profiilia), Heiniselkään (1 profiili) ja Kuttusvaaroihin (3 profiilia). Näytteitä otettiin kaikkiaan 329 pisteestä (kuva 5).

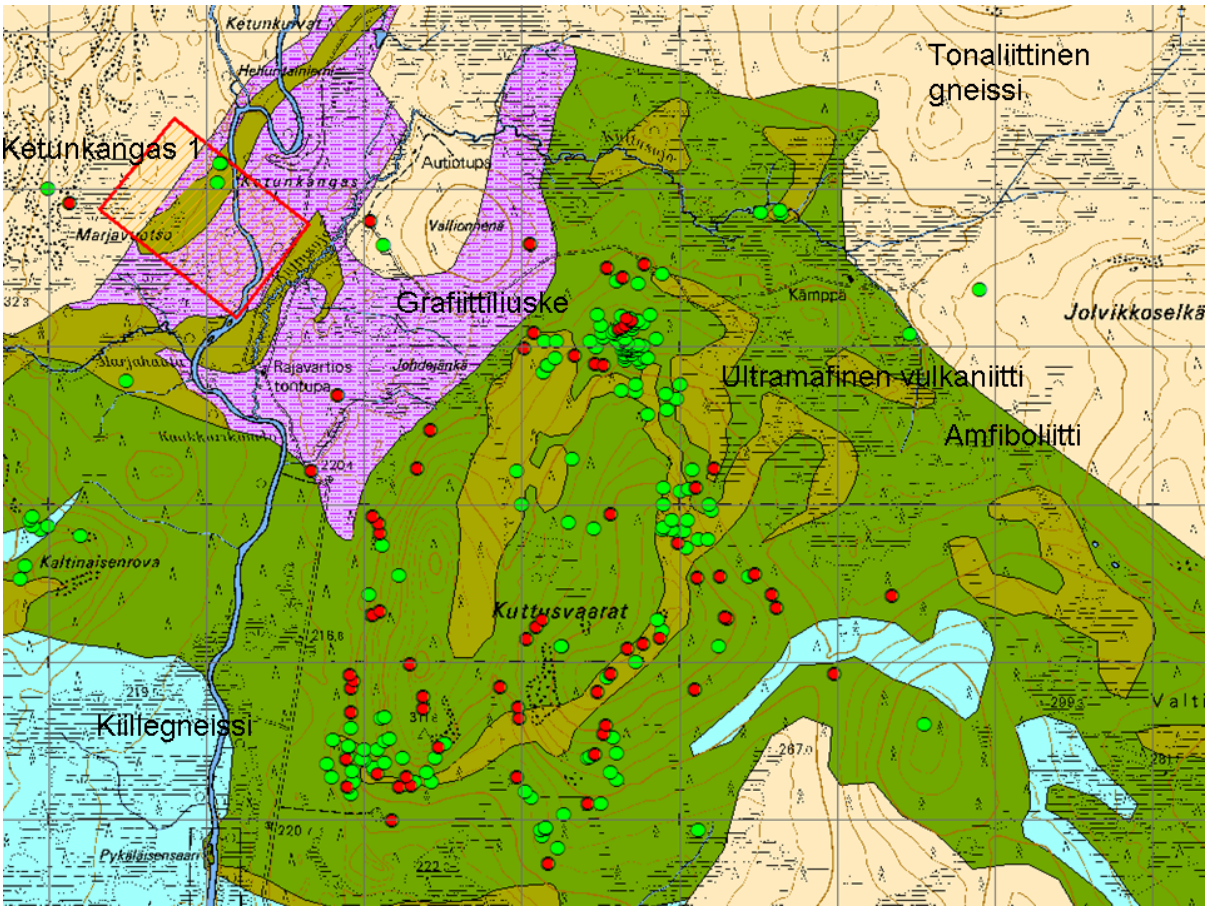


Kuva 5. Moreeni- ja MMI-näytteenottolinjat sekä tutkimuskaivannot Kuttusvaarojen alueella **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 5. *Moraine- and MMI-lines and trenches on Kuttusvaara area (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

2.3 Kallioperäkartoitus ja siihen liittyvä näytteenotto

Jo vuoden 2002 kesällä aloitettu laaja-alainen Itä-Lapin kallioperän revidointikartoitus ja näytteidenkeruu keskittyi kesällä 2006 pääasiassa Savukosken alueelle, Tulppion vihreäkivivyöhykkeelle (kuva 2). Kartoitus- ja näytteidenotto kohdistettiin pääasiassa mafisiin kivilajiyksiköihin sekä tektonisiin vyöhykkeisiin ja muuttuneisiin kivilajeihin, jotka voisivat olla potentiaalisia Ni- ja Au-malmikohteita. Kartoitusta tekivät pääasiassa kesäapulaiset Irmeli Huovinen (VIHU-2006 ja 2007), Aku Heinonen (APHE-2006-1-147) ja Janne Hietava (JOHI-2007), jotka keräsivät suurimman osan alueen kallioperähavainnoista (75 kpl) ja vasaranäytteistä (89 kpl) (kuva 6, liite 3). Kartoitukseen osallistuivat myös geologit Pertti Heikura ja Markku Iljina sekä tutkimusavustajat Seppo Kurttila ja Pauli Vuojärvi. Kaivetuista tutkimusmontuista on tehty kallioperähavainnot ja näytteenotto. Näytteistä tehtiin 90 kpl kokokivi- ja malmianalyysejä (liite 8). Havainnot ja analyysitiedot on talletettu GTK:n tietokantaan.



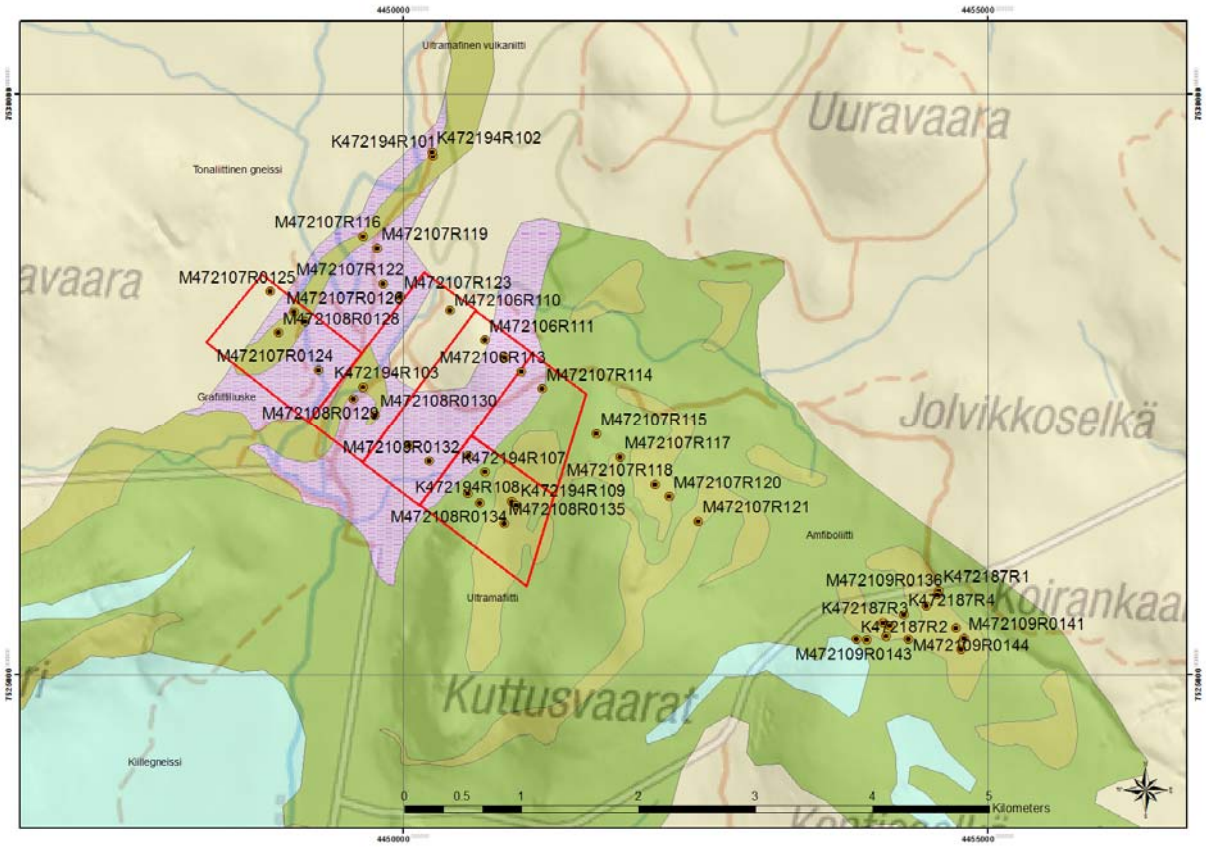
Kuva 6. Punaiset pisteet 2006 tehtyjä kallioperähavaintoja **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 6. *Bedrock mapping. Red dots are 2006 observations (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

2.4 Syväkairaukset

Tässä raportoitavan tutkimushankkeen aikana valtausalueille kairattiin 21 reikää ja alueiden välittömään läheisyyteen 5 reikää. Valtauksista luopumisen jälkeen vuonna 2009 kairattiin vielä Kontioselkään 9 syväreikää (R0136-0144) (kuva 7). Kyseiset reiät kairattiin alueella olevien magneettisten anomalioiden selvittämiseksi. Samalla pyrittiin saamaan lisätietoa vuonna 1987 kairatun reiän R3 lävistämän nikkeliä sisältäneen kompaktin magneettikiisujuonen kulusta ja muodosta. Kaikkiaan vuosien 2006-2009 välisenä aikana tutkimusalueelle kairattiin 4250,70 m, josta 3351,40 m kairattiin hankkeiden 2901007 ja 2901005 kesken (liite 4).

Kaikki tämän tutkimuksen puitteissa kairatut reiät on tehty ns. raskaalla timanttikairauskalustolla, jolloin terän halkaisija on ollut n. 56 mm. Kuttusvaarojen alueen kairaukset urakoi Suomen malmi Oy (SMOY) ja Kontioselän kairaukset Pöyry Environment Oy. Kairauspisteet näkyvät ohessa olevalla indeksikartalla (kuva 7) ja reikäluettelo jäljempänä olevassa liitetaulukossa (liite 4).



Kuva 7. Ketunkangas 1 ja Kuttusoja 1-4 valtauksille (punainen rajaus) ja lähi- ympäristöön kairatut kairareiät **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 7. *Drillholes in the Ketunkangas 1 and Kuttusoja 1-4 claims and surrounding area (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

Kairasydämet, joita säilytetään tällä hetkellä GTK:n kairasydänvarastossa Rovaniemellä ja Lopella on raportoitu ja kuvattu Rovaniemellä. Kairasydänraportit on talletettu GTK:n tietokantoihin.

2.5 Kemialliset analyysit

Eri menetelmillä otetuista näytteistä on tehty kemiallisia analyysejä Rovaniemellä ja Espoossa. Moreeni- ja rapakallionäytteistä seulottiin < 0,06 mm:n fraktio, josta tehtiin osittaisuutos kuningasvesiliuotuksella. Liutotuksen jälkeen näytteet analysoitiin vuonna 2006 sekä ICP-AES- (28 alkuainetta (511P)) että AAS-menetelmillä (Bi, Sb, Se, Te (511U); Au, Pd (521U)) ja vuonna 2007 ICP-AES (29 alkuainetta (511P)) ja AAS-menetelmillä (Bi, Sb, Se, Te, Au, Pd (520U)).

MMI-analyysit teetettiin ALS Chemex'n laboratoriossa patentoidulla MMI-analyysimenetelmällä. Näytteenottoa, näytteiden käsittelyä ja analysointia on tarkemmin kuvattu Sarala ym. (2007) raportissa.

Kuttusvaarojen ja Kontioselän tutkimusalueen kairasydännäytteistä on tehty 2106 kappaletta malmianalyysejä (liite 5), lisäksi on analysoitu n. 89 kappaletta vasaranäytteitä nikkeli- ja 225 kpl kultatutkimuksissa. Kairasydämistä ja vasaranäytteistä on 25 g:n näytemäärästä analysoitu kulta, platina ja palladium ICP-AES-tekniikalla (Fire Assay esikäsittely, menetelmäkoodi 704P), sekä perusmetallit samalla tekniikalla, mutta kuningasvesiuutteesta (koodit 510P ja 511P). Petrologisia XRF-analyysejä (koodi 175X) tehtiin 131 kpl, joista 122 näytteestä määritettiin lisäksi hivenalkuaineet ICP-MS tekniikalla (koodi 308M) ja edelleen hiili hiilianalysaattorilla (koodi 811L) 127 näytteestä. Analyysit tehtiin ensin GTK:n omissa laboratorioissa ja laboratoriotoiminnan yhtiöittämisen jälkeen Labtium Oy:ssä.

Malmianalyysejä varten valitut kairasydännäytteet ovat olleet pääasiassa n. 1,5 metrin pituisia. Timanttisahalla halkaistuista näytteistä toinen puolikas on murskattu mangaaniteräsmurskaimella, ositettu ja jauhettu karkaistussa hiiliteräsjauhinastiassa rengasmyllyllä. Petrologiset analyysinäytteet ovat pituudeltaan n. 0,5 m. Analyysitulokset on talletettu GTK:n tietokantoihin.

2.6 Ohuthietutkimukset

Kuttusvaarojen ympäristöön kairatuista kairasydännäytteistä on kivilajitutkimuksia varten tehty 60 kappaletta kiillotettuja ohuthieitä GTK:n hielaboratoriossa Kuopiossa. Osasta hieitä on tehty petrografiset tutkimukset sekä niiden kuvaukset. Hieitä on käytetty kairasydännäytteiden kivilajien tarkistukseen yhdessä kemiallisten analyysien kanssa. Liitetaulukossa 6 on luettelo kiillotetuista ohuthieistä.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Geofysiikka

3.1.1 Geofysiikan mittaukset

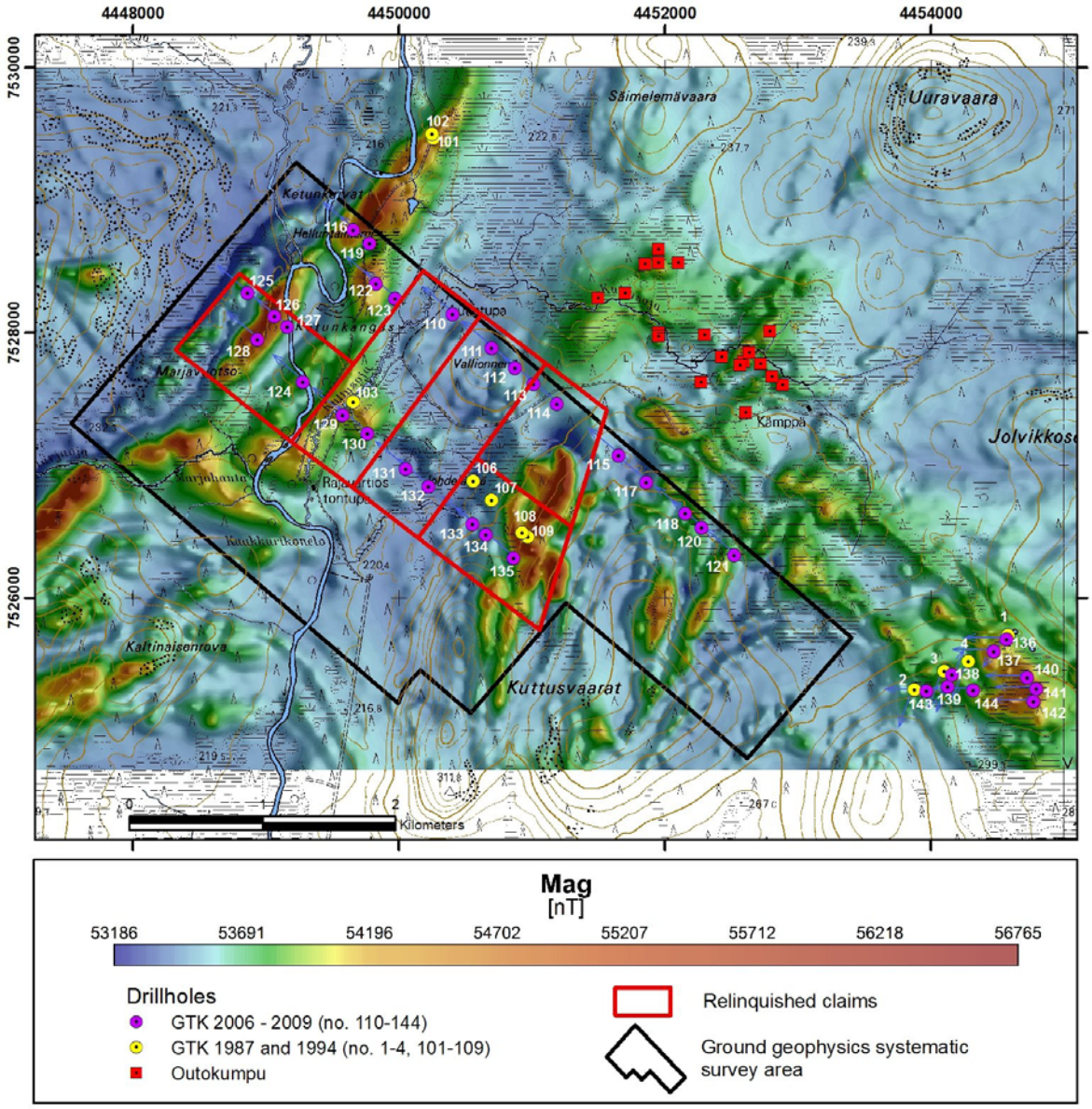
Luvussa 2 kuvattuja maastogeofysiikan kohteellisia aineistoja sekä lentogeofysiikkaa käytettiin tutkimuksessa hyväksi suunniteltaessa Kuttusvaarojen ja Kontioselän alueiden kairauksia alueen tarkemman geologian ja malmipotentiaalin selvittämiseksi.

Magneettisia anomalioita tutkimusalueella (kuva 8) aiheuttavat petrofysiikan reikäluotausten perusteella lähinnä ultramafiitit ja gabrot, vaikka eri kivilajien suskeptibiliteettien mediaanit (taulukko 1) ovatkin suhteellisen pieniä (600-800 μSI). Kairauksissa tavatut paikoin kohtalaisesti sulfideja sisältävät grafiittipitoiset fylliitit ja mustaliuskeet selittävät VLF-R mittausten johdeanomalioita (kuva 9). Painovoimamittausten Bouguer anomalian perusteella (kuva 10) Kuttusvaarojen lounas-koillis- suuntainen metakomatiittijakso aiheuttaa 4 km leveän huomattavan suuren maksimissaan n. 8-9 mgal:n painovoima-anomalian ympäristöönsä nähden. Bouguer anomalian paikallinen maksimi sijoittuu alueen keskelle, missä kairauksissa on lävistetty ympäristöään tiheämpiä amfiboliitteja ja ultramafiitteja (reiät 133-135, ks. kuva 31).

Geofysiikan maastomittausaineistojen pohjalta tehtiin alueelta myös yksinkertaiset sumean logiikan (Fuzzy Logic) Ni- ja Au- malmiennusteet. Ni-ennusteen laadinnassa käytettiin magneettista ja VLF-R aineistoa. Ni-mallilla alueelta etsittiin kohteita, jotka olisivat sekä magneettisia ja johtavia. Magneettisesta aineistosta mallissa käytettiin hyväksi paitsi mitattua totaalikenttää myös siitä laskettua kallistuskulmaa (TDR), jonka avulla ennustetta painotettiin magneettisten anomalioiden sisälle riippumatta anomalioiden amplitudista. VLF-R

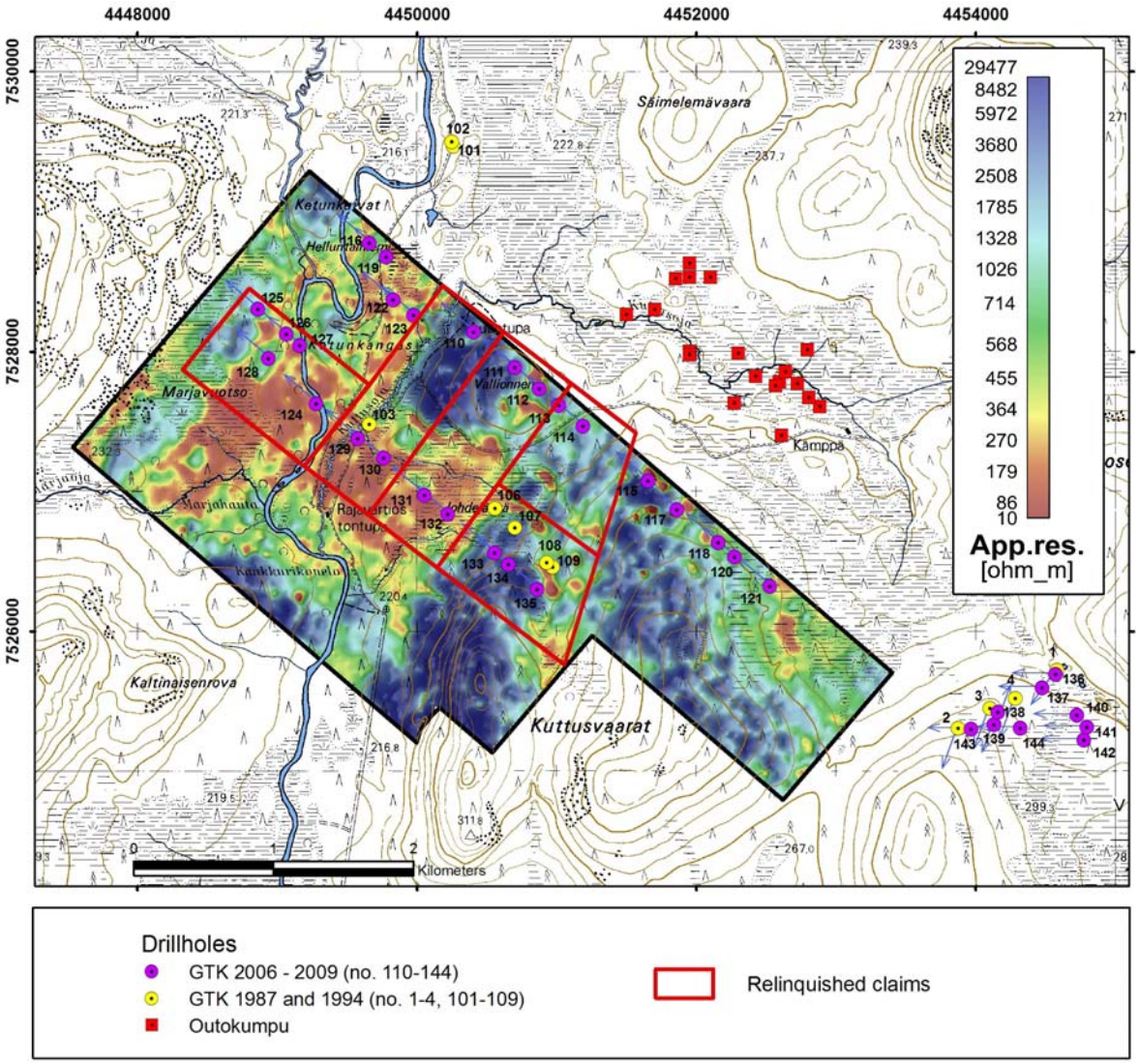
mittauksista käytettiin sekä mitattua vaihekulmaa että näennäistä ominaisvastusta ennustamaan kallioperän johteita. Ni-mallin vuokaavio ja saatu ennuste on esitetty kuvissa 11 ja 12. Alueilla, jotka mallissa on ennustettu Ni potentiaalisiksi on kairauksissa tavattu magneettisia ultramafiitteja ja gabroja. Johteiden aiheuttajiksi on todettu grafiittipitoiset sulfideja paikoin sisältävät mustaliuskeet. Ultramafiittien Ni –pitoisuudet ovat olleet alhaisia.

Au-ennusteessa aineistoina käytettiin VLF-R mittauksia kuvaamaan johteita (sulfidit?) sekä Bouguer anomalian horisontaaligradienttia kuvaamaan Au- esiintymiin yleensä liittyvää ns. rakenteellista kontrollia. Au-mallin vuokaavio ja ennuste on esitetty kuvissa 13 ja 14. Mallissa tulee korostetusti esille alueen luoteisosan lounas-koillis- suuntaiset arkeeisten- ja proterotsooisten yksiköiden väliseksi tulkitun kontaktivyöhykkeen rakenteet. Kairauksissa analysoidut Au-pitoisuudet ovat jääneet kuitenkin alhaisiksi.



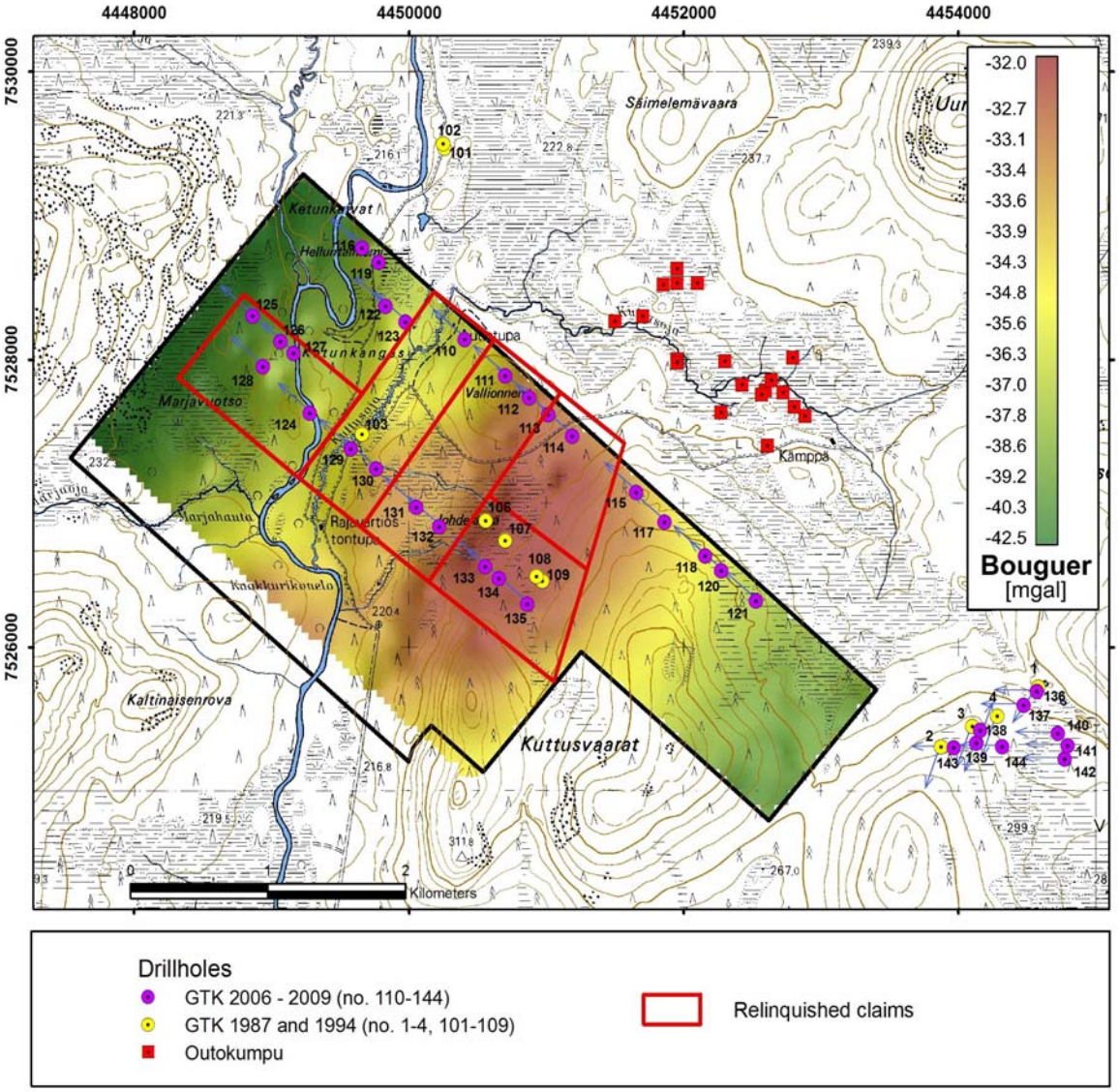
Kuva 8. Kuttusvaarojen alueen aeromagneettinen kartta, valtausalueet sekä kairauspisteet (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 8. *Aeromagnetic map of the Kuttusvaarat area overlaid by claims and drill holes (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*



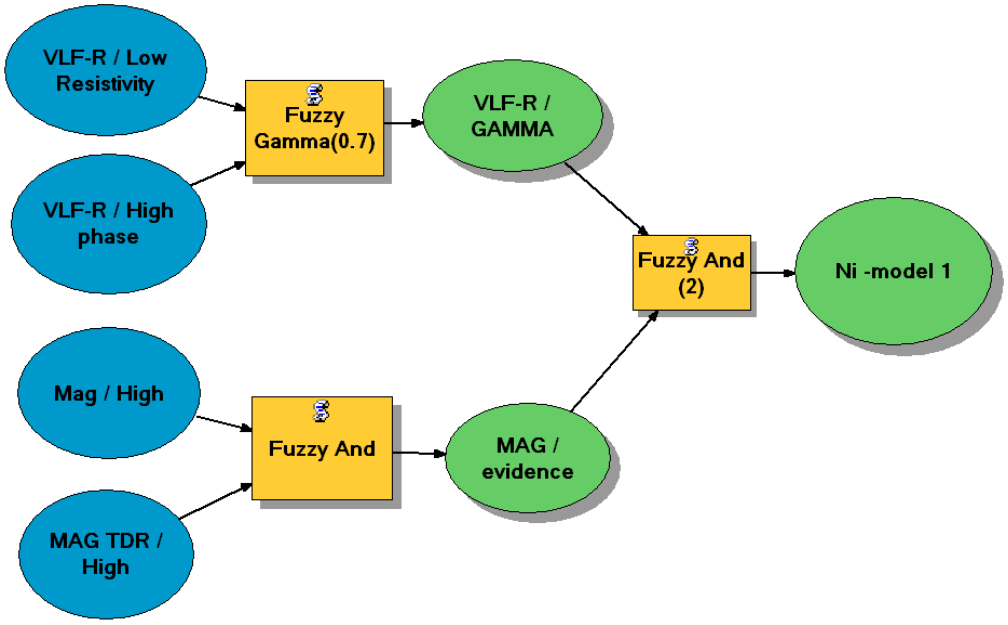
Kuva 9. VLF-R mittauksen näennäinen ominaisvastus (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 9. *Apparent resistivity of electromagnetic VLF-R surveys (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*



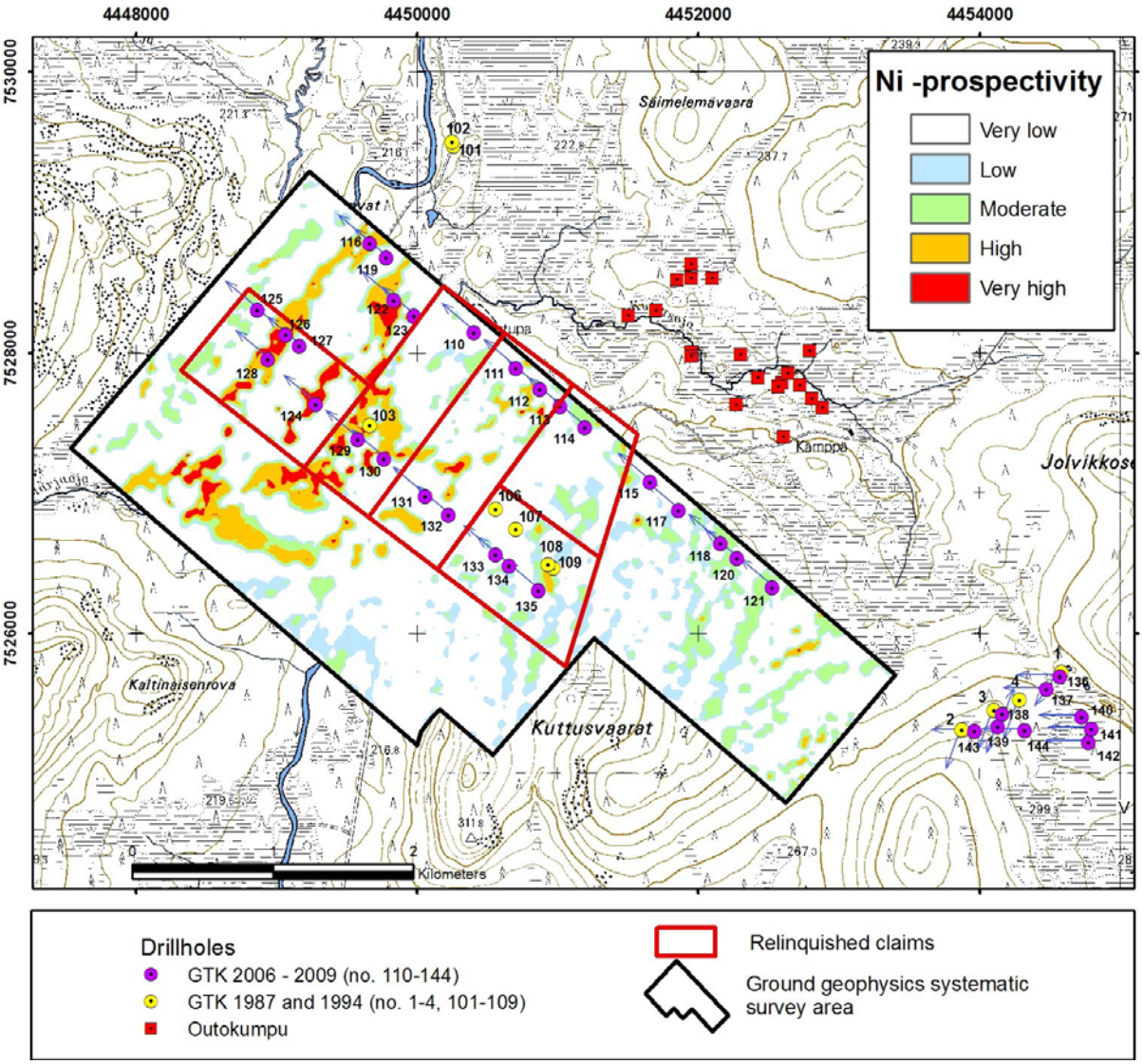
Kuva 10. Painovoimamittausten Bouguer anomalia (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 10. *Bouguer anomaly map of gravity surveys (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*



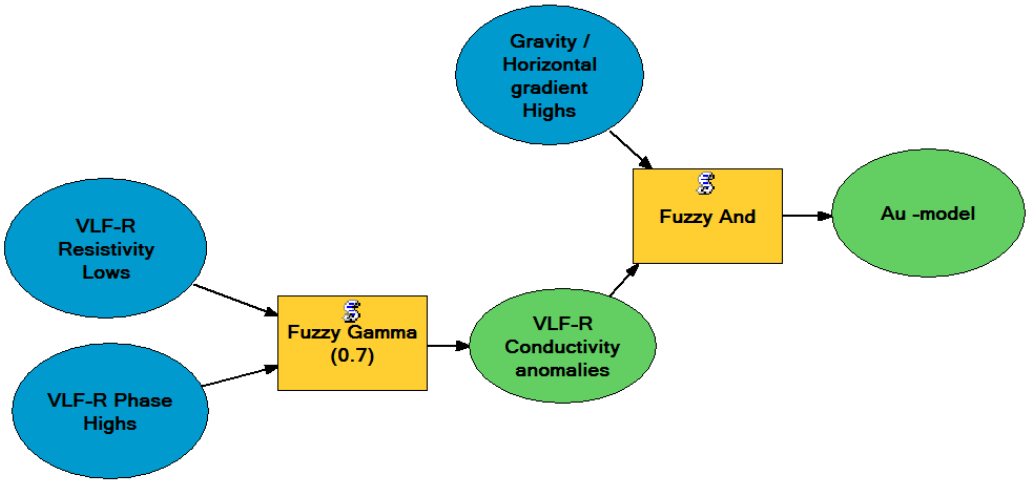
Kuva 11. Geofysiikan aineistoista laaditun sumean logiikan Ni -ennusteen vuokaavio.

Figure 11. *Flow chart of the fuzzy logic Ni –prospectivity based on ground geophysical surveys.*



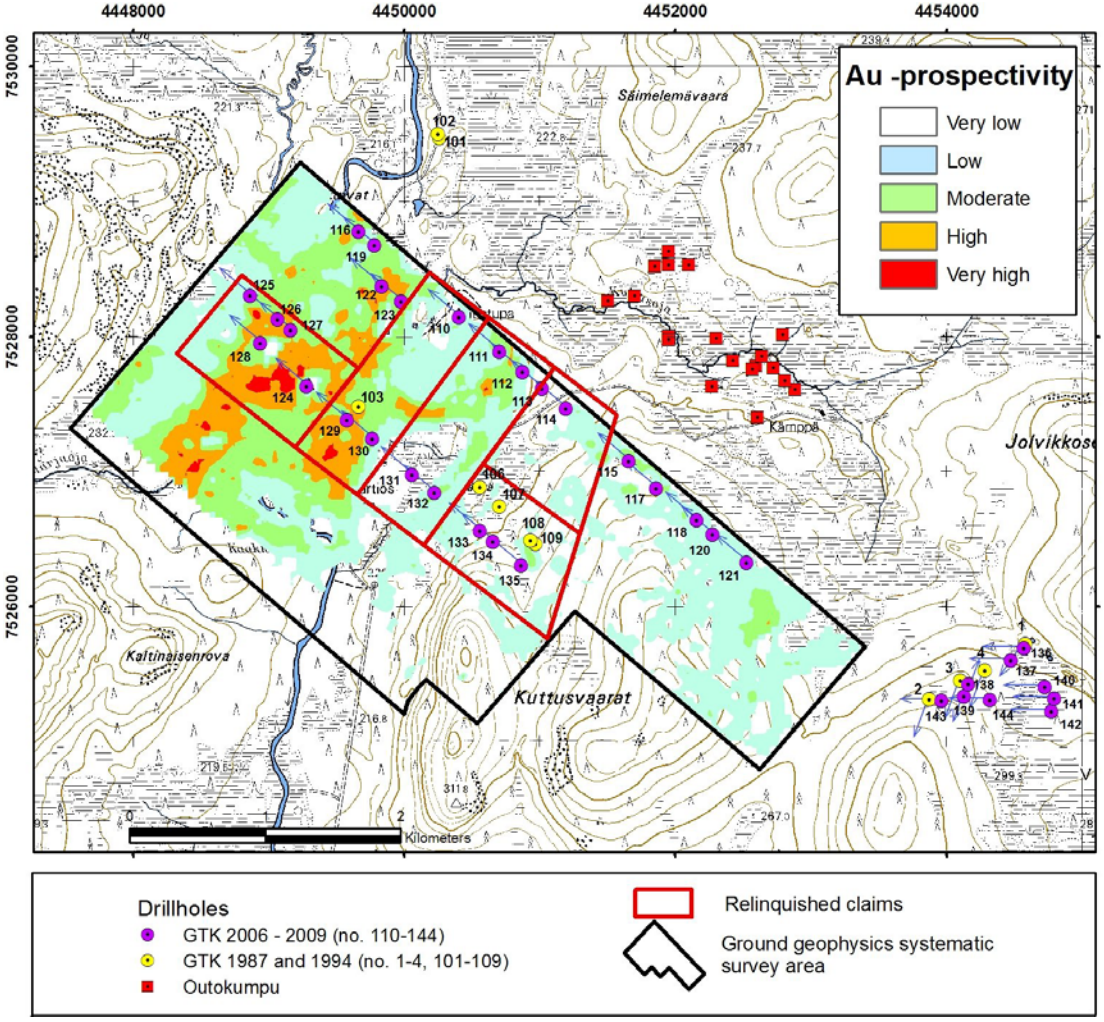
Kuva 12. Maastogeofysiikan aineistoista laadittu sumean logiikan Ni –ennuste (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 12. *Fuzzy logic Ni-prospectivity based on ground geophysical surveys (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*



Kuva 13. Geofysiikan aineistoista laaditun sumean logiikan Au -ennusteen vuokaavio.

Figure 13. *Flow chart of the fuzzy logic Au –prospectivity based on ground geophysical surveys.*



Kuva 14. Maastogeofysiikan aineistoista laadittu sumean logiikan Au–ennuste (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 14. *Fuzzy logic Au-prospectivity based on ground geophysical surveys (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

3.1.2 Petrofysiikka

Petrofysiikan laboratoriomittauksia on tehty 17 reiän kairasydämistä. Sydämistä on mitattu metrin välein tiheys (D [kg/m3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])) sekä remanentti magnetoituma (J [µA/m]). Laboratoriomittausten lisäksi viidestä reiästä tehtiin petrofysiikan in-situ luotaukset. Rei'istä luodattiin 2 cm välein tiheys (D [kg/m3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])), varautuvuus (M [%]), ominaisvastus (R [Ωm]) sekä gamma säteily (TOT, [µR/h]).

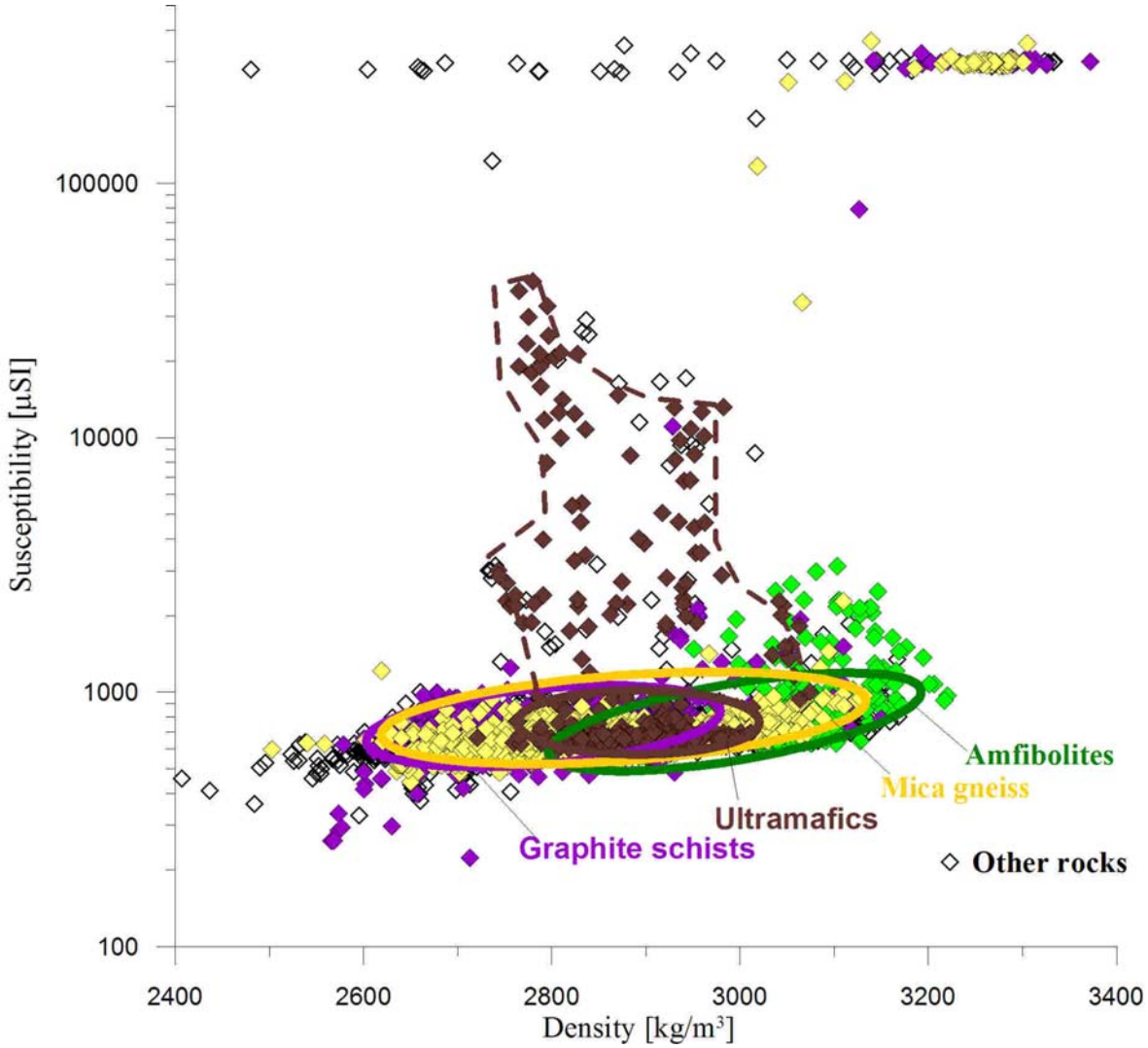
Petrofysiikan luotaukset on tehty rei'istä, joihin suuria maastogeofysiikan magneettisia anomalioita ei osu. Luotaukset osoittavat, että lasketut magneettisen suskeptibiliteetin mediaaniarvot ovat eri kivilajeille lähes samansuuruisia (600 – 800 µSI, taulukko 2). Kuvassa 15 on esitetty luotauksista laadittu tiheys-suskeptibiliteetti diagrammi, jonka mukaan osalla ultramafiiteista on kuitenkin hieman korkeampi suskeptibiliteetti.

Tiheimpiä kivistä ovat amfiboliitit (3032 kg/m^3) ja metagrauvakat (3053 kg/m^3). Kiilleliuskeet ja kvartsi-maasälpäliuskeet ovat tiheydeltään 2710 – 2740 kg/m^3. Luotausten mukaan ultramafiitit ovat tiheydeltään näiden välissä, 2886 kg/m^3. Laboratoriossa mitatut ultramafiittien tiheydet ovat kuitenkin luodattuja suurempia (mediaani 3009 kg/m^3, kuva 16). Ero lienee todellinen, sillä laboratoriossa mitatut ultramafiitteja sisältävät reiät sijoittuvat pääasiassa alueen luoteiskulmaan eri alueelle kuin luodatut reiät. Lisäksi reiässä R112, joka on sekä luodattu että mitattu laboratoriossa, ei tiheysarvoissa ole huomattavia eroja.

Taulukko 2. Kuttusvaarojen petrofysiikan in-situ reikäluotauksista laskettuja mediaaniarvoja eräille kivilajeille.

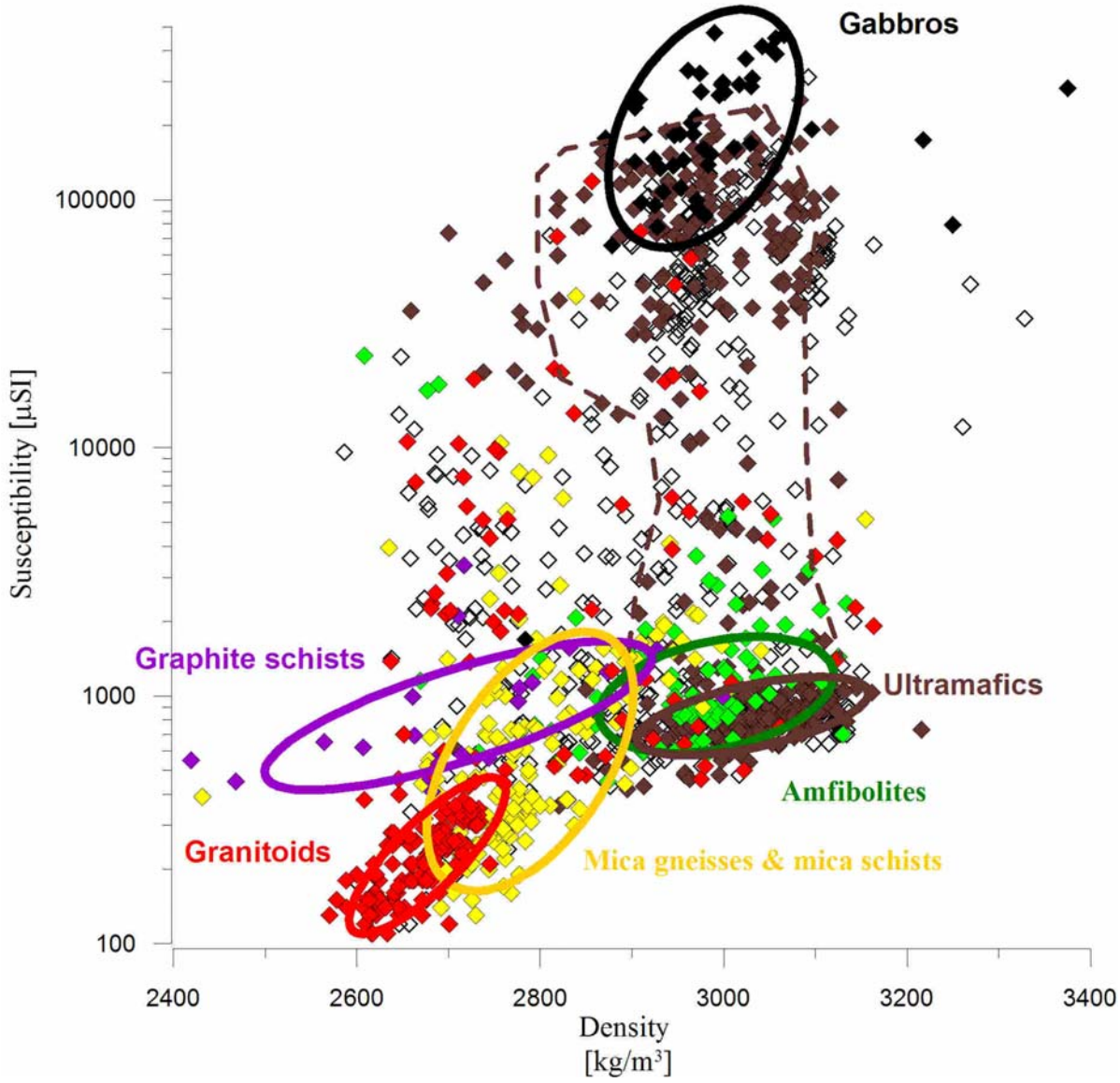
Table 2. *Median values of petrophysical in-situ loggings for rock types reported from drill holes in Kuttusvaarat area.*

Kivilaji	***lkm***	***D*** [kg/m^3]	***K*** [SI]	***R*** [Ωm]	***M*** [%]	***Gamma*** [µR/h]
Ultramafiitti	306	2886	0.000682	14437	1.30	0.38
Grafiittiliuske	1015	2817	0.000691	454	8.38	6.92
Kiillegneissi	1327	2879	0.000629	5453	2.30	9.11
Kvartsi-maasälpä-liuske	54	2736	0.000794	53706	2.12	8.62
Kiilleliuske	129	2712	0.000601	1235	3.43	9.80
Kloriittiliuske	202	2942	0.000665	1348	1.32	3.46
Metagrauvakka	88	3053	0.000780	4824	1.62	6.17
Amfiboliitti	356	3034	0.000686	1309	3.33	8.64



Kuva 15. Kuttusvaarojen alueen petrofysiikan reikäluotausten tiheys-suskeptibiliteetti diagrammi (5 reikää, 4814 mittausta).

Figure 15. *Density-susceptibility diagram of petrophysical loggings from drill holes in Kuttusvaarat (5 drill hole, 4814 measurements).*



Kuva 16. Kuttusvaarojen alueen petrofysiikan laboratoriomittausten tiheys-suskeptibiliteetti diagrammi (17 reikää, 1351 näytettä).

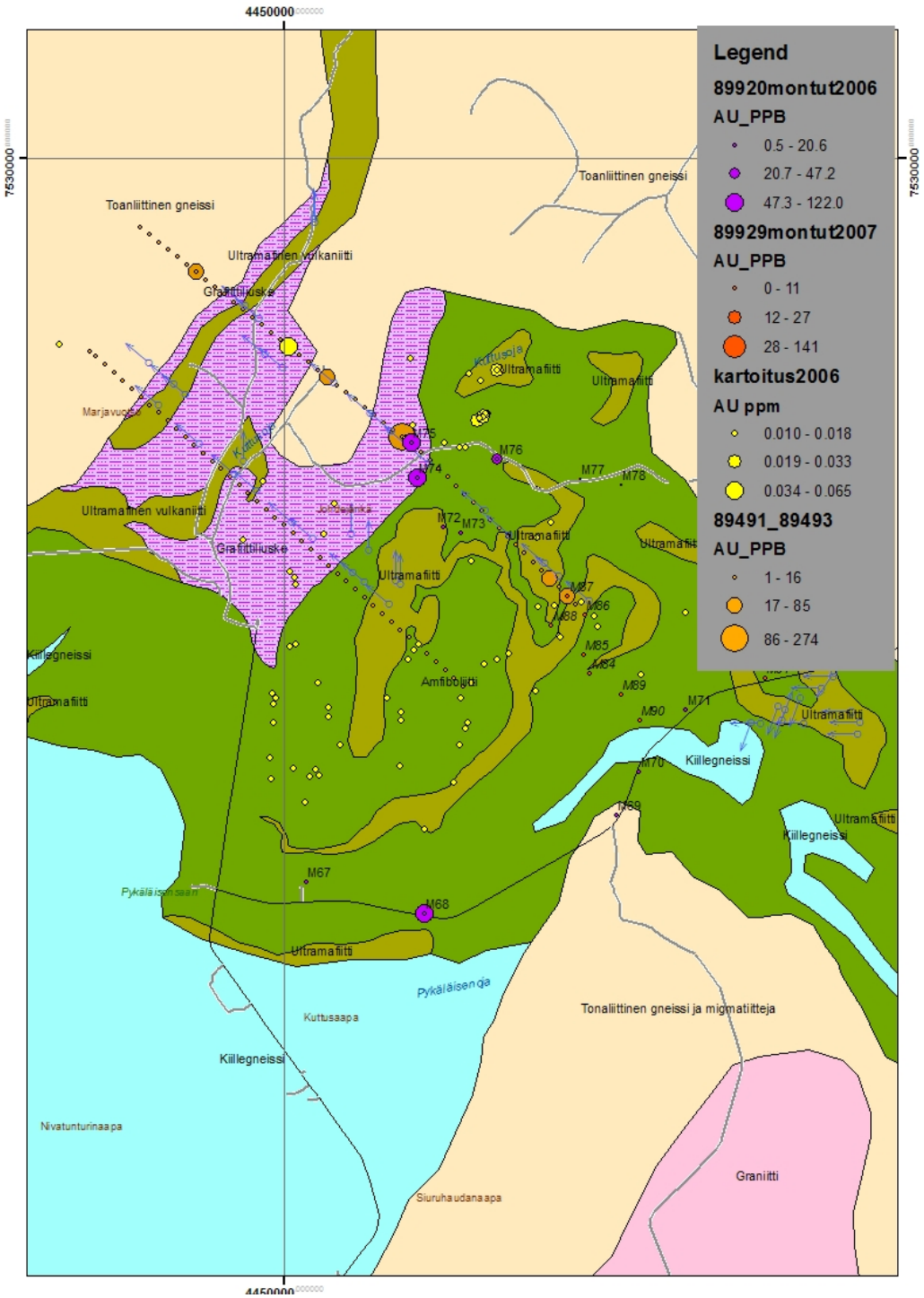
Figure 16. *Density-susceptibility diagram of petrophysical laboratory measurements in Kuttusvaarat (17 drill holes, 1351 samples).*

3.2 Geokemialliset tutkimukset

Vuoden 2006 moreenigeokemian profiileilla Kuttusvaarojen alueella voidaan havaita kolme selvää kulta-anomaliaa (kuva 17, taulukko 3). Nämä kulta-anomaliat sijoittuvat pohjoisemmalle profiilille mafisten vulkaniittien (amfiboliittien) ja metasedimenttien kontaktiin, ultramafisten ja mafisten vulkaniittien, granodioriitin ja mafisten vulkaniittien kontakteihin. Myös tutkimuskaivannoissa on saatu vahvistus anomalioiden olemassaololle. Anomaliat tarkistettiin syväkairauksin ja niissä lävistettiin vaatimattomia kultapitoisuuksia, mutta selvästi korkeampia kuin muualla Kuttusvaarojen alueella (liite 10). Eteläisemmällä profiililla pitoisuudet ovat alhaisempia. Tämä saattaa johtua osittain paksuista lajittuneista maakerroksista, jolloin edustavien moreeninäytteiden saanti on ollut vaikeaa.

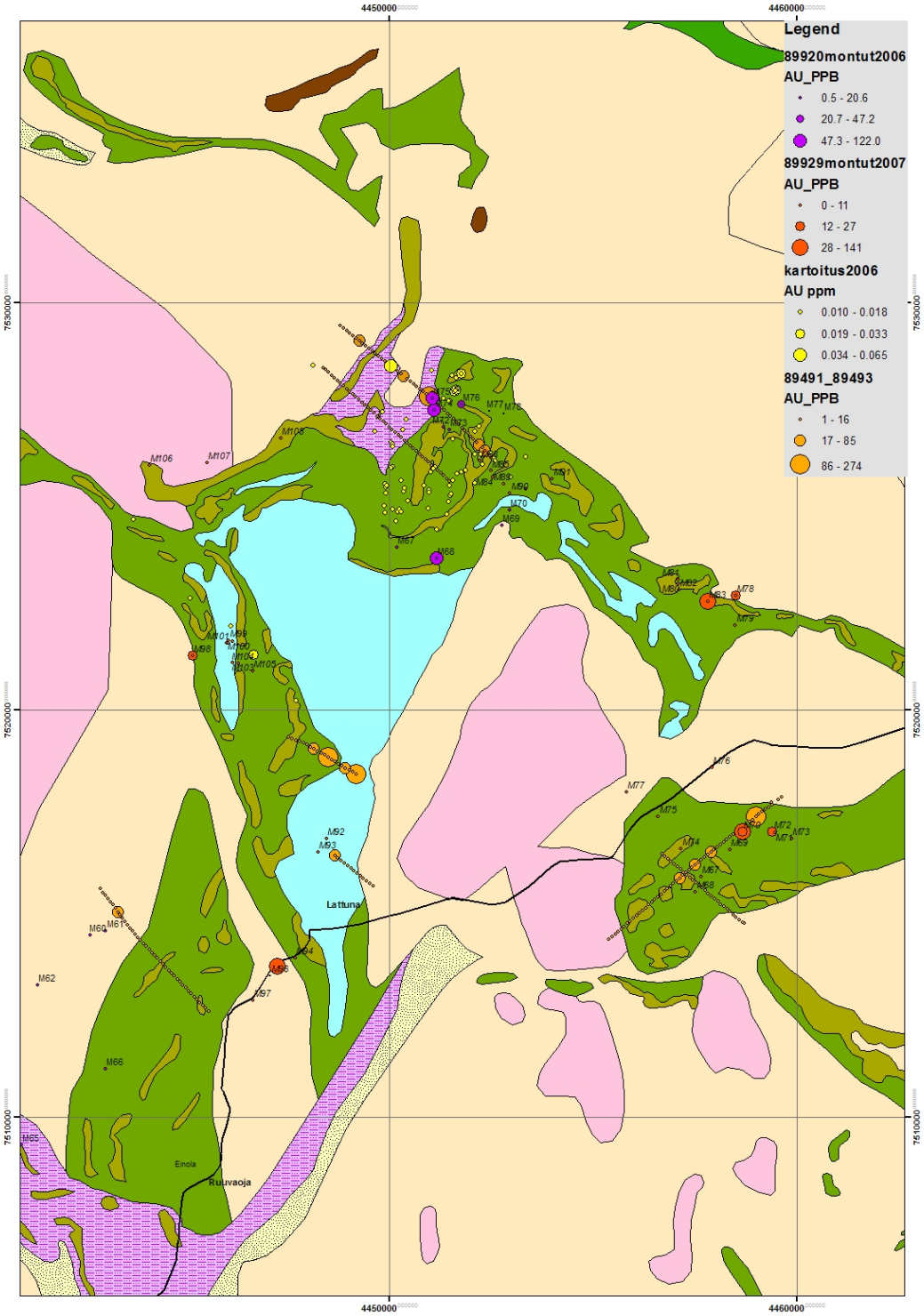
Lattunan ja Iskelmävaaran alueiden näytteenottoprofiileilla on Lattunassa amfiboliittien ja kiillegneissin kontaktissa (profiili 7) ja Iskelmävaarassa ultramafiittien ja amfiboliittien kontaktissa anomaalisia kultapitoisuuksia (profiili 3, kuva 18). Alueille tehtiin myös tutkimuskaivantoja, joissa havaittiin maapeitteen koostuvan useimmiten kahdesta moreenipatjasta ja sen alla olleesta rapakalliosta. Paikoin moreenien välissä esiintyi lajittuneita hiekkoja (kuva 19) ja ylemmässä moreenissa oli häiriörakenteita merkkinä periglasiaalisesta toiminnasta jäätikön sulamisvaiheessa (kuva 20). Monttujen seinämistä kerätyissä moreeninäytteissä oli jonkin verran kohonneita kultapitoisuuksia (> 5 ppb) ja paikoin voimakkaasti anomaalisiakin (> 100 ppb) pitoisuuksia. Sen sijaan rapakallio- ja kallionäytteissä kultapitoisuudet eivät olleet juurikaan kohonneet. Yleisesti moreenin kultapitoisuudet olivat korkeampia kuin kallionäytteissä.

Raskasmineraalitutkimuksissa sangollisesta moreeninäytettä löytyi tutkimusalueelta 0-5 kultahippua. Runsaiten hippuja oli Kuttusvaarojen POS-2006-M64; 3 kpl, Iskelmävaaran POS-2007-M67; 5 kpl, ja POS-2007-104; 3 kpl montuista otetuissa näytteissä. Hippujen koko vaihteli muutamasta millin kymmenyksestä yli millimetriin (kuva 21). Hiput olivat yleensä kulmistaan pyöristyneitä, mutta myös teräväsärmäisiä hippuja esiintyi merkkinä lyhyestä jäätikön kuljetuksesta. Jäätikön kuljetussuunta alueella on länsi-länsiluode. Muita raskasmineraaleja olivat lähinnä magnetiitti ja granaatit sekä jonkin verran esiintyi rikkikiisua.



Kuva 17. Kuttusvaarojen moreenigeokemian, tutkimuskaivantojen ja vasaranäytteiden kultapitoisuudet GTK:n digi 200000-kivilajikartalla. **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009)

Figure 17*. Distribution of Au in till fines (<0.06 mm) in the test pits and hammer samples in Kuttusvaarat on the bedrock map (scale 1:200,000). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*



Kuva 18. Kuttusvaarojen, Lattunan ja Iskelmävaaran moreenigeokemian, tutkimuskaivantojen ja vasaranäytteiden kultapitoisuudet GTK:n digi 200000-kivilajikartalla. **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10; Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 18. *Distribution of Au in till fines (<0.06 mm) in the test pits and hammer samples in Kuttusvaarat, Lattuna and Iskelmävaara on the bedrock map (scale 1:200,000). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10; Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

Taulukko 3. Profiilinäytteenoton moreenigeokemian tunnuslukuja Kuttusvaarojen (profiilit 1 ja 2), Lattunan (5-7) ja Iskelmävaaran (3-4) alueilla.

Table 3. *Statistical parameters of the elements in till fines (<0.06 mm) in percussion drilling profile samples in Kuttusvaara (prof. 1, 2), Lattuna (prof. 5-7) and Iskelmävaara (prof. 3-4).*

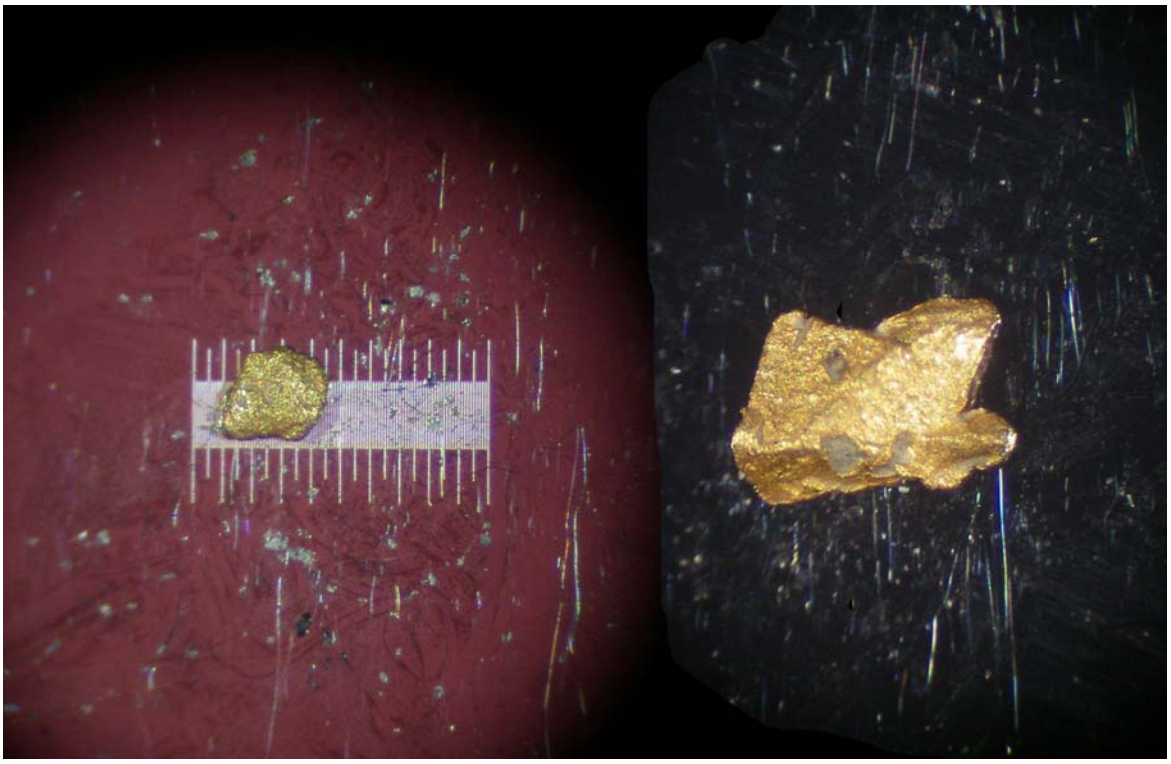
Kuttusvaaran linjat		As_ppm	Cu_ppm	Ni_ppm	Zn_ppm	Au_ppb	Pd_ppb
Linja 1	Mean	10,100	49,22	69,70	48,76	1,360	1,831
	N	67	67	67	67	67	67
	Std. Deviation	,6762	21,491	41,951	17,659	1,2813	2,2183
	Minimum	10,0	18	28	21	,5	,5
	Maximum	15,4	116	257	100	8,0	16,3
Linja 2	Mean	47,125	57,60	241,89	50,88	7,114	2,071
	N	65	65	65	65	65	65
	Std. Deviation	273,9553	68,098	437,496	21,397	23,4633	2,6698
	Minimum	10,0	6	18	23	,5	,5
	Maximum	**2220,0**	417	**1720**	158	**168,0**	19,3
Linja3	Mean	10,00	29,00	58,51	44,70	4,427	1,019
	N	102	102	102	102	102	102
	Std. Deviation	,000	22,337	58,221	20,345	17,2482	,9371
	Minimum	10	6	7	14	,5	,5
	Maximum	10	102	434	130	**158,0**	6,0
Linja4	Mean	10,00	29,42	98,80	51,78	1,544	1,174
	N	50	50	50	50	50	50
	Std. Deviation	,000	20,974	243,471	33,510	1,2593	,9474
	Minimum	10	8	6	19	,5	,5
	Maximum	10	141	**1710**	216	6,8	4,2
Linja5	Mean	10,00	22,95	30,75	32,85	1,844	,760
	N	80	80	80	80	80	80
	Std. Deviation	,000	29,063	35,112	10,935	3,3751	,5192
	Minimum	10	5	10	11	,5	,5
	Maximum	10	235	268	72	25,8	3,7
Linja6	Mean	10,00	25,29	36,00	46,25	3,846	,767
	N	24	24	24	24	24	24
	Std. Deviation	,000	9,567	10,653	10,049	10,8067	,6183
	Minimum	10	14	21	33	,5	,5
	Maximum	10	51	64	70	53,0	3,1
Linja7	Mean	10,00	37,25	32,82	39,00	11,642	,810
	N	40	40	40	40	40	40
	Std. Deviation	,000	29,931	10,537	12,262	45,4481	,5128
	Minimum	10	9	12	15	,5	,5
	Maximum	10	153	55	69	**274,0**	3,4

Kuva 19. Kahden moreenipatjan välissä lajittunut hiekkakerrostuma Heiniselässä.

Figure 19. *Stratified sand deposit between two till beds in Heiniselkä.*

Kuva 20. Periglasiaalisessa ympäristössä deformoitunutta moreenia Kuttusvaaroissa.

Figure 20. *Upper till that has been deformed under periglacial conditions in Kuttusvaarat.*



Kuva 21. Kultahippuja Kuttusvaarojen alueelta; vasen montusta M68 ja oikea montusta M78.

Figure 21. *Gold nuggets in the Kuttusvaara area; left in test pit 68 and right in test pit 78.*

3.3 MMI-näytteiden geokemia

Taulukko 4. Vuonna 2007 kerätyt MMI-näytteet ja näytteenottolinjat kohdealueittain.

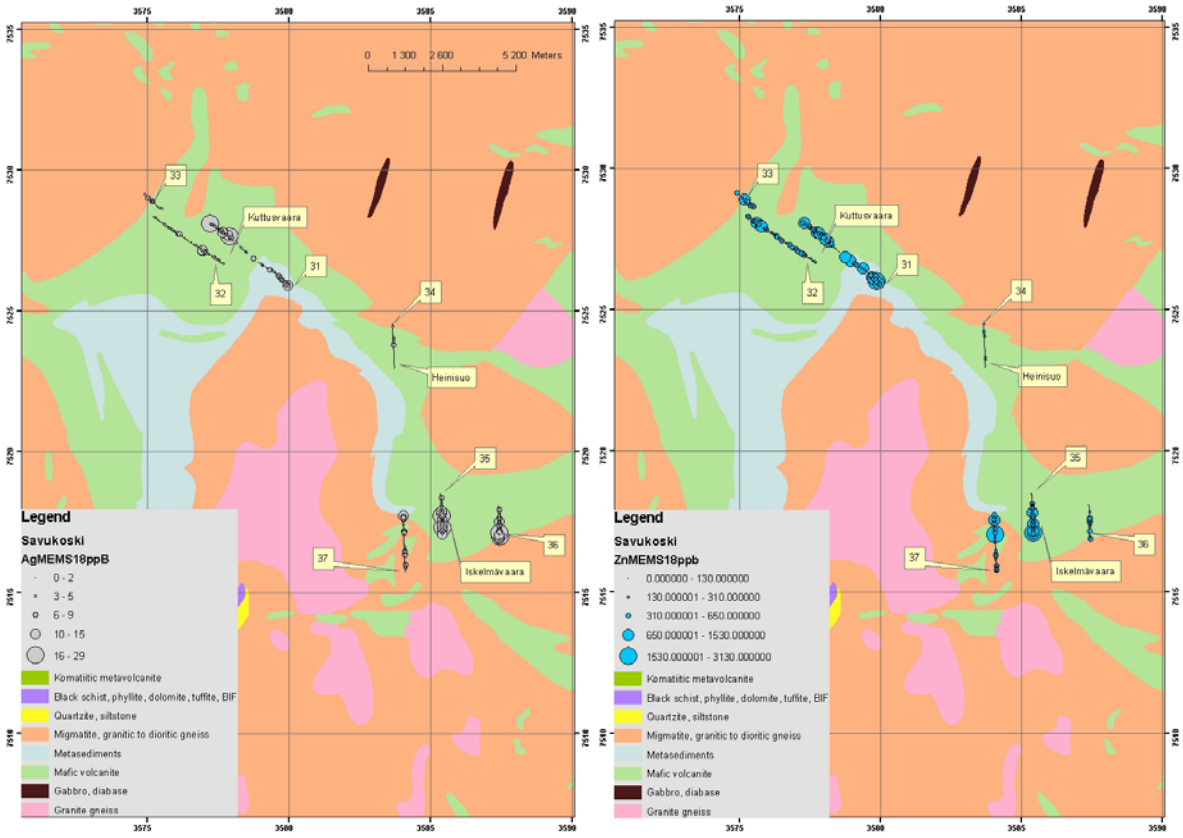
Table 4*. Number of MMI samples and sampling lines in the different targets in 2007.*

Kohdealue	Linjamäärä	Näytemäärä	Duplikaatit	Yhteensä
Iskelmävaara	3	119	12	131
Heiniselkä	2	38	4	42
Kuttusvaara	3	146	14	160

3.3.1 Iskelmävaaran, Heinisuon ja Kuttusvaarojen Au, Cu, Ag ja Zn

Iskelmävaara on Savukosken kohteista eteläisin ja sijaitsee Lattunasta Sokliin menevän päätien eteläpuolella (Sarala ym. 2007). Alueella esiintyy alueellisessa moreenigeokemiassa usean näytepisteen kattava kulta-anomalia (kuvat 18, 22 ja 23). Kallioperä koostuu graniittigneissistä, mafisista vulkaniiteista, jossa on ultramafiitteja pahkuina.

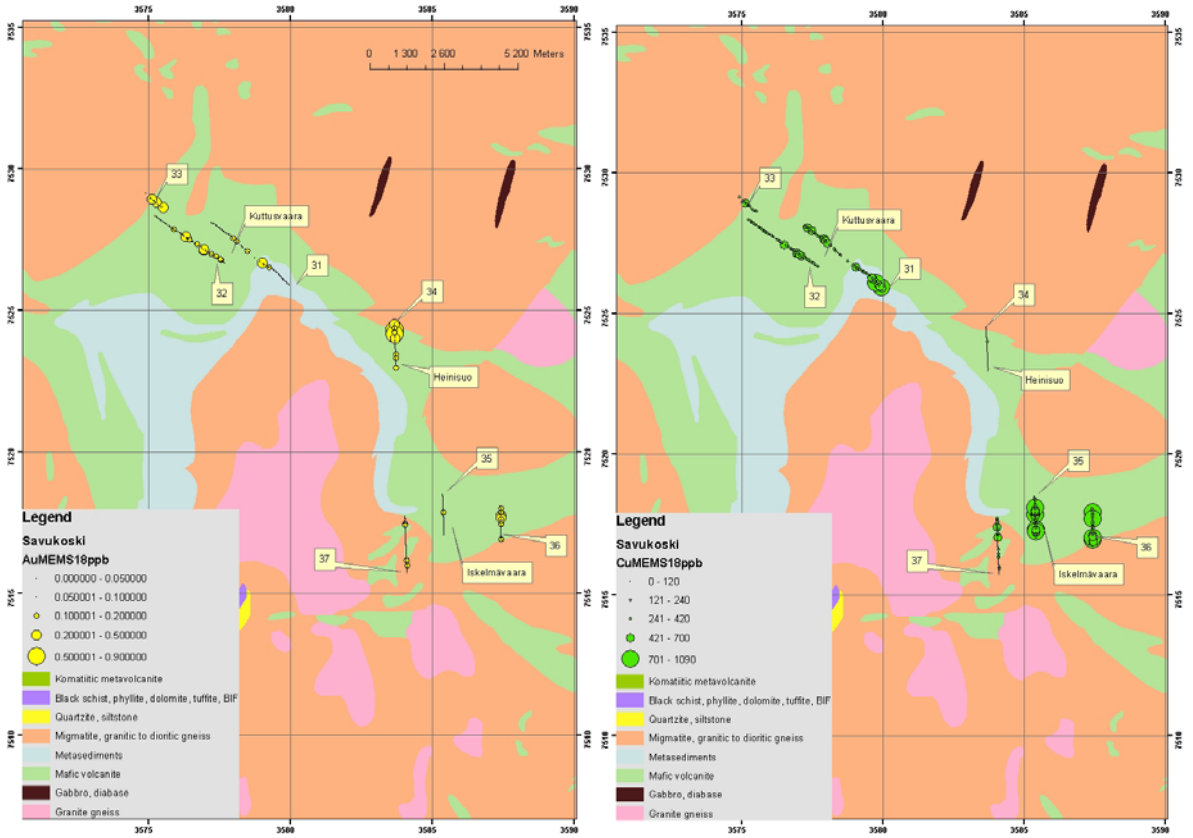
MMI-näytteitä otettiin kolmelta profiililta 35, 36 ja 37 (kuva 22). Profiililla 35 on anomalisia Cu, Ag ja Zn-pitoisuuksia ja profiililla 36 vastaavasti Au, Cu ja Ag on kohonneina. Profiililla 37 on voimakas Mo-Pb-U-Zn anomalia. Näitä ei ole tarkistettu.



Kuva 22. MMI-profiilien hopea- ja sinkkipitoisuus (Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

***Figure 22**. Ag and Zn contents of the MMI samples in Kuttusvaara and Iskelmävaara (Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

Kuttusvaarojen alueelle tehtiin elokuussa 2007 kolme MMI-profiilia (kuva 23). Profiilit 31 ja 33 kulkevat arkeeisen ja proterotsooisen kontaktivyöhykkeen poikki siten, että profiilien länsipään kallioperän on oletettu koostuvan proteerotsooisista vulkaniiteista ja sedimenteistä ja itäpään vastaavasti arkeeisista kivilajeista. Profiili 32 sijoittuu kokonaan proterotsooisen kallioperän alueelle. Samalla linjan osalla esiintyy myös selvästi anomaalisia Co-, Cr- ja Mg-pitoisuuksia. MMI-profiilien tuloksia voidaan verrata kairaustietoihin ja tutkimuskaivannoista saatuihin tuloksiin. Lisäksi profiilit sijoittuvat samoille kohdin, joista vuonna 2006 toteutettiin moreenigeokemiallinen näytteenotto. Au-, Ag-, Pd-, As-, Cu-, Pb-, Zn-anomaliat profiileilla 33 ja 32 sijoittuvat komatiittien kontaktivyöhykkeisiin, osin samoille alueille, kuin vastaavilla moreenigeokemian profiileilla. Profiilikairauksissa ei kuitenkaan todettu malmia näissä anomalioissa. Profiilin 31 kaakkoispään kuparianomaliaa ei ole tarkistettu. Myös Heinisuon profiilin 34 pohjoispäähän vulkaniitin ja graniittigneissin kontaktivyöhykkeessä on kulta-anomalia.



Kuva 23. MMI-profiilien kulta- ja kuparipitoisuus. (Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 17.11.2009).

Figure 23. *Au and Cu contents of the MMI samples in Kuttusvaara and Iskelmävaara (Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK. Version 1.0, 17 November 2009).*

3.3.2 Heiniselkä (Ni)

Heiniselkä sijaitsee Tulppion ja Kuttusvaarojen puolessa välissä. Heiniselän alueen ultramafiitit erottuvat aeromagneettisella kartalla ympäristöään voimakkaampana NW-SE -suuntaisena anomaliana. Alueen paljastumahavaintojen perusteella anomaliat aiheutuvat pääasiassa vaihtelevasti serpentiniittiytyneista peridotiiteista. Magneettisen jakson eteläpuolella esiintyy ilmeisesti myös ultramafisia kiviä, jotka koostuvat pääosin amfiboleista (tremoliitti, antofylliitti) ja kloriitista, eivätkä näin ollen ole voimakkaasti magnetoituneita.

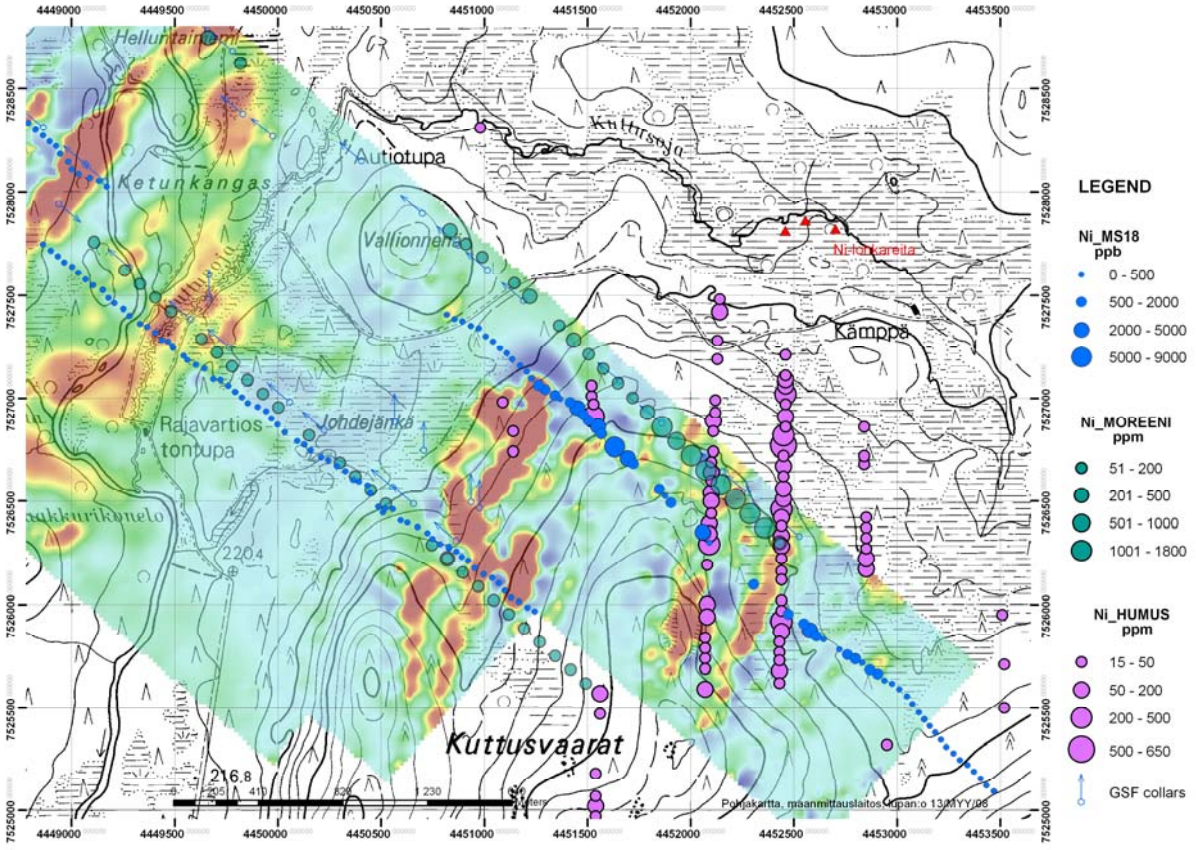
Heiniselän MMI-näytteenotto tehtiin yhdellä, n. 1500 m pitkällä, N-S -suuntaisella linjalla, jolta kerättiin 37 kpl näytteitä, n. 40 m:n näytevälillä. Linjan sijaintipaikka valittiin siten, että se sattuu lähes päällekkäin GTK:n 1970-luvulla tekemän humusnäytteenottolinjan kanssa. Näin voidaan vertailla humusanalyysien ja MMI-analyysien antamia tuloksia keskenään. Kyseisellä humuslinjalla esiintyy Heiniselän magneettisen anomalian kohdalla selvä Ni-Co-anomalia (Kontas ja Lehmuspelto 1980).

MMI-analyyseissä esiintyy magneettisen anomalian kohdalla voimakkaasti nikkelin suhteen kohonneita pitoisuuksia useissa perättäisissä näytepisteissä. Ni-pitoisuus vaihtelee välillä 331-8430 ppb, kun se anomalian ulkopuolella on 17-371 ppb (pääosin välillä 30-100 ppb).

3.3.3 Kuttusvaarat (Ni)

Kuvassa 24 nähdään Kuttusvaarojen alueelle elokuussa 2007 tehdyt kolme MMI-profiilia (siniset ympyrät) sekä kaksi moreenilinjaa (vihreät ympyrät). Lisäksi punavioletit ympyrät edustavat humusnäytteenottopisteitä ja niistä saatuja Ni-pitoisuuksia. Siniset nuolisymbolit ovat kalliokairauspisteitä. MMI- ja moreeninäytteenottoprofiilit kulkevat arkeeisen ja proterotsooisen kontaktivyöhykkeen poikki, samoin kairausprofiilit. On oletettu, että profiilien länsipään kallioperä koostuu proterotsooisista vulkaniiteista ja sedimenteistä ja itäpää vastaavasti arkeeisista kivilajeista. Humusnäytteenottoprofiili sijoittuu näin ollen kokonaan arkeeisen kallioperän alueelle. Punaiset kolmiot Ni-pitoisia komatiittilohkareita, joiden on oletettu olevan hyvin paikallisia. Pohjana oleva värikartta on magneettisesta maanpintamittauksesta prosessoitu totaalikenttä.

Kuvassa 24 nähdään moreenin, humuksen ja MMI-näytteiden Ni-pitoisuuksien olevan korkeimmat Kuttusvaarojen pohjoislaidalla. Samoin kairasydämistä määritetty korkein nikkelipitoisuus Kuttusvaarojen alueella sijoittuu samalle suunnalle, kuin moreenin korkeimmat Ni-pitoisuudet, 1000-1800 ppm.



Kuva 24. Kuvassa MMI-, moreeni- ja humusnäytteistä määritettyjä Ni-pitoisuuksia **(**Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 24. *Ni-contents in MMI-(blue dots), moraine-(green dots) and humus (red dots) (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

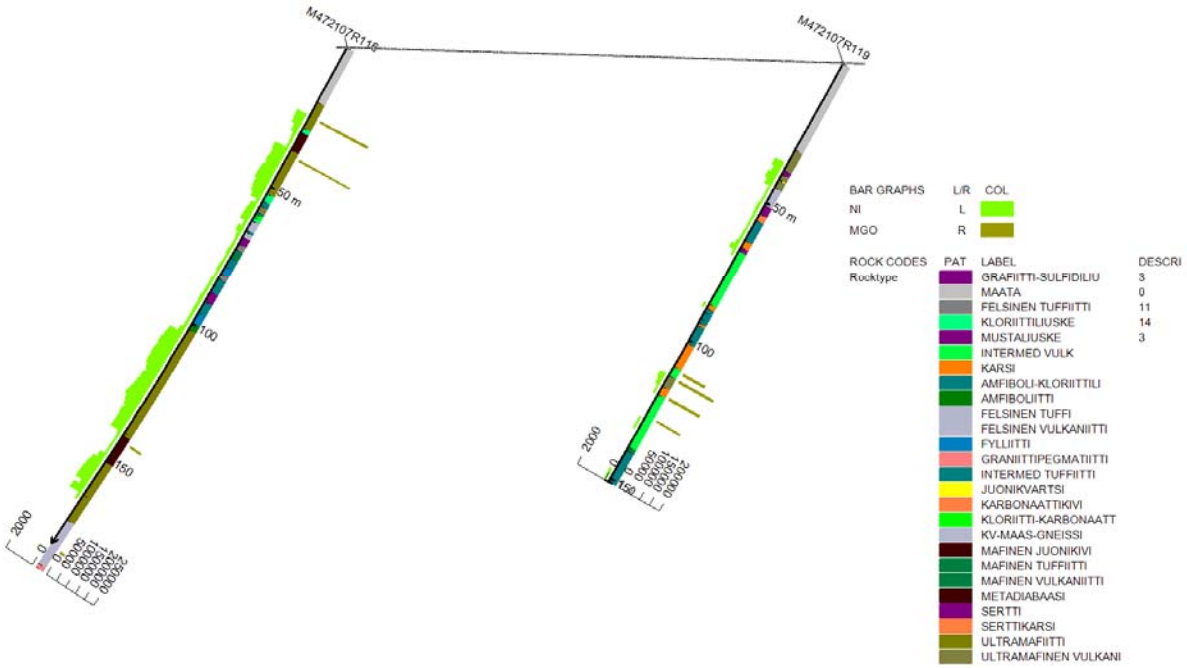
3.4 Kairaustuloksia ja litogeokemiaa

Kallioperäkartoituksella ja syväkairauksilla selvitettiin Kuttusvaarojen alueen kallioperää sekä siihen liittyviä mahdollisia malmimineralisaatioita. Kuttusvaaroilla, jossa maapeitteiden paksuudet ovat ohuet, pystyttiin tekemään kallioperähavaintoja ja ottamaan näytteitä perinteisin keinoin ilman kairauksia, josta olikin kohtalaisen runsaasti aikaisempaa tietoa ja tutkimusmateriaalia. Sen sijaan Kuttusvaarojen länsipuoliset alueet vaativat kallioperätietojen saamiseksi kairauksia paksujen maapeitteiden vuoksi.

Ensimmäisessä vaiheessa kairattiin vajaa 4 km:ä pitkä pohjoisempi kairausprofiili, joka lähtee läheltä Kemijokea ja kulkee Vallionnenän kautta Kuttusvaarojen koillisreunalle, yhteensä 14 reikää (kuvat 7 ja 8). Reiät, joiden tunnukset ovat R110-123 on kairattu vuosina 2006-2007, kokonaismetrimäärältään 1769,85 m.

Kemijoen itälaidalle kairatut reiät R116 ja R119 ovat magneettisen anomalian kohdalla. Kallioperän magneettisuus selittyy hyvin pitkälle mafisten-ultramafisten kivilajien magnetiittipitoisuudella. R116 (kuva 25) koostuu pääasiassa ultramafiitista, jonka maksimi MgO-pitoisuus on 25 % ja Al_2O_3/TiO_2-suhde n. 10,79. Alhaisen Al_2O_3/TiO_2 –suhteen vuoksi näitä ultramafiitteja voitaneen rinnastaa Savukosken proterotsooisiin liuskeisiin tai ultramafisiin laavoihin. Osa ultramafisista kivistä on muuttunut kloriitti-amfibolikiviksi. Reiän, jonka loppusyvyys on n. 190 m, puolivälissä on erilaisista sedimenteistä ja vulkaniiteista koostuva, n. 50 m:n paksuinen kerrostuma, jossa kivet ovat koostumukseltaan vaihtelevia liuskeita, fylliittejä, mustaliuskeita, tuffiitteja ja felsisiä vulkaniitteja. Lisäksi kerroksia leikkaavat mafiset juonet ja metadiabaasit. Näyttää siltä, että kairauksella on lävistetty ultramafinen intrusiivinen horisontti ja reikä on lopetettu kvartsi-maasälpägneissiin ja graniittipegmatiittiin. Kairauksella ei tavoitettu malmimineraalipitoista yksikköä, sillä korkeimmiksi sulfidisten mineraalien pitoisuuksiksi saatiin n. 1,5 % S ja 1010 ppm Ni. Maksimi Cr-pitoisuus on n. 2600 ppm ja jalometallipitoisuudet hyvin alhaiset.

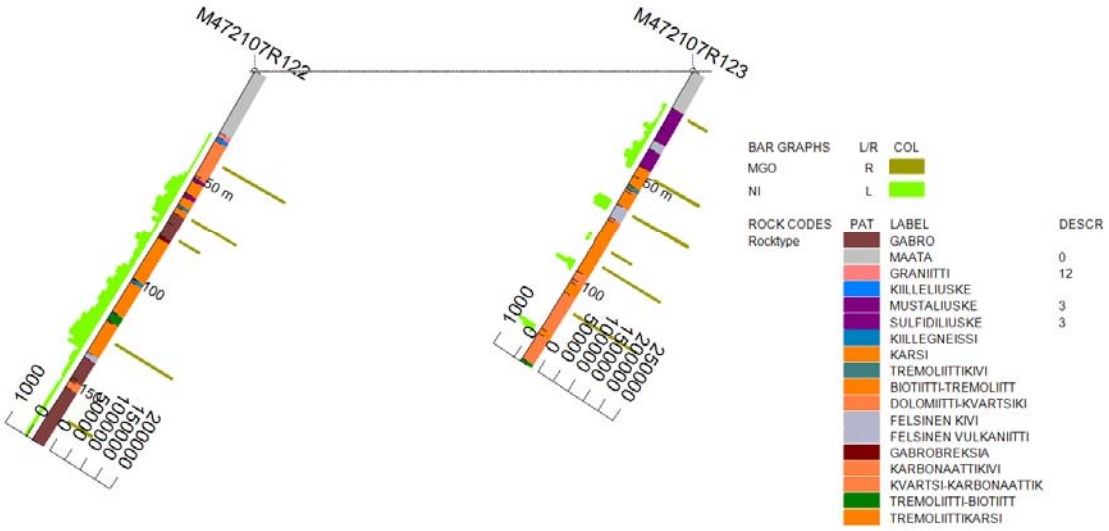
R119 (kuva 25) kairattiin edellisen reiän takaa, magneettisen anomalian reunasta, jossa ensimmäisenä on lävistetty muutaman metrin paksuinen ultramafinen yksikkö. Kokonaisuudessaan kairauksella tavoitettiin edellisestä jonkin verran poikkeava kivilajiseuranto, jossa valtakivilajeina ovat muut kuin ultramafiitit. Pääkivilajeina ovat intermediääriset- ja felsiset vulkaniitit, tuffiitit ja grafiittipitoiset liuskeet ja sertit. Lisäksi on kapeita karsikerroksia, jotka genesikseltään voivat olla ultramafisia kivilajeja. Maksimi S-pitoisuus ultramafiitissa on 1,5 %:n luokkaa ja Ni 550 ppm. Al_2O_3/TiO_2 -suhde on alhainen kuten R116:ssa, 8,81 ja korkein MgO-pitoisuus on 16,8 %. Kokokivianalyysin perusteella kivi voitaisiin luokitella komatiittiseksi basaltiksi, mutta kiven Al_2O_3/TiO_2 –suhde poikkeaa alueen komatiittien vastaavasta suhteesta, joka yleensä on 30 molemmin puolin. Reikien R116 ja R119 kairareikäprofiilit kivilajeineen, Ni- ja MgO-pitoisuuksineen on kuvassa 25.



Kuva 25. Kairausprofiilit R116 ja R119. Vasemmalla olevat vihreät pylväät Ni-pitoisuuksia ja oikealla MgO-pitoisuuksia ppm:a.

Figure 25*. Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO contents right ppm.*

Varsinaiselta ”pääprofiililta” n. 200 m etelään reiät R122 ja R123 (kuvat 7, 8 ja 26) kairattiin toiseen erilliseen magneettiseen anomaliaan, joka on eri magneettinen horisontti kuin edellä. Voimakkaasta magneettisuudesta huolimatta, tästä vyöhykkeestä puuttuvat ultramafiitit. Sen sijaan R122:ssa lävistettiin pari gabrovälikerrosta, joista syvemmällä, n. 150 m:ssä oleva kerros on vähintään 30 m:n paksuinen. Kokonaispaksuus ei ole tiedossa, koska reikä lopetettiin gabroon syvyydelle 170 m. Gabron maksimi MgO-pitoisuus on n. 18,5 % ja Cr-pitoisuus n. 1600 ppm. Ni-pitoisuus on alle 700 ppm ja rikkipitoisuus 3,5 %. Gabron ohella on kerroksellisia tremoliittikarsia, joiden protoliitti ei ole tiedossa, kiillegneissejä, mustaliuskeita sekä kvartsidolomiittikiviä. Karret voivat olla mafisia tuffiitteja, joiden MgO-pitoisuus on n. 18,5 %. Kullan määritysraja ylittyy rikkikiisua sisältävässä tremoliittikarressa.

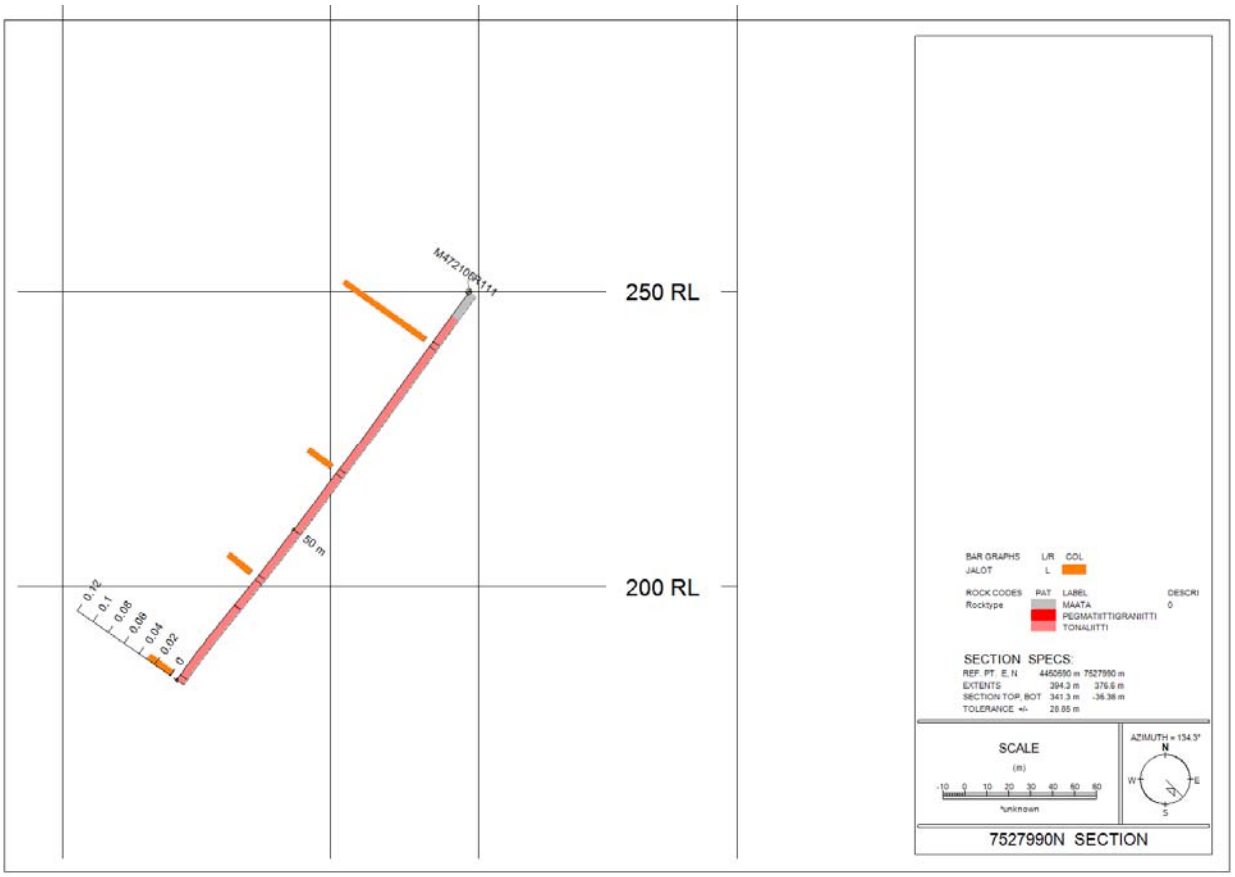


Kuva 26. Kairasydänprofiilit R122 ja R123. Vihreät pylväät vasemmalla Ni-pitoisuuksia ja oikealla MgO-pitoisuuksia ppm :a .

Figure 26*. Drill hole profiles R122 and R123. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right ppm.*

R123, joka kairattiin edellisen reiän taakse ja lähtee magneettisen anomalian reunasta, poikkeaa R122:sta siten, ettei siinä tavoitettu gabroa reiän lyhyyden vuoksi. Välittömästi n.18 metriä maapeitteiden alapuolella on sulfidipitoiset grafiittiliuskeet n. 45 m:iin saakka, joissa satunnaisesti kultapitoisuus ylittää määritysrajan 0,01 ppm. Sen jälkeen tulevatkin karbonaattikivet, joissa on epäpuhtautena amfiboleja, biotiittia sekä kvartsia. Näiden kivien maksimi MgO-pitoisuus on n. 20,5 %, Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat alle määritysrajan <30 ppm. Korkeimmat S-pitoisuudet ovat grafiittisulfidiliuskeissa, n. 5 %.

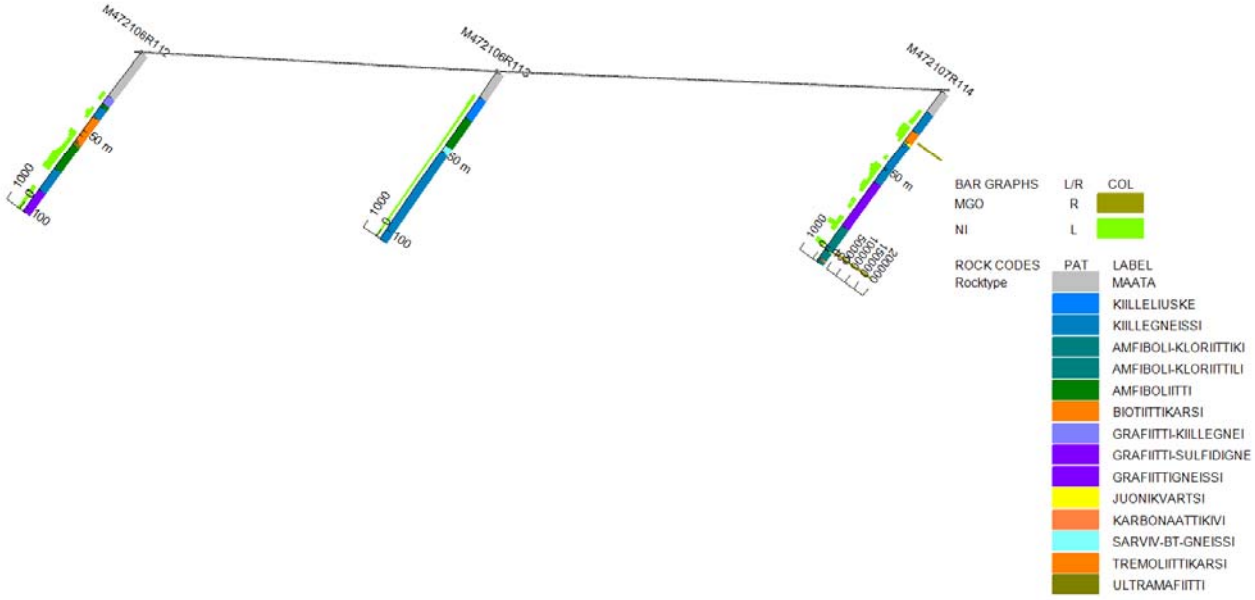
Vallionnenän ”doomin” kohdalle kairattiin neljä reikää, reiät R110-113 (kuva 7). Rei’illä R110 ja R111 on kairattu pääasiassa granitoideja, tonaliitteja, granodioriitteja ja kvartsi-maasälpägneissejä sekä kapeita graniittipegmatiittijuonia. Reikä R110:stä tehdyssä kokokivianalyysissä SiO_2 -pitoisuus on n.70 % ja Al_2O_3 n. 15 %. Silmiinpistävää on yksi Au+Pd+Pt-analyysitulos R111:ssä, syvyydeltä 10,35-11,35 m, 0,105 ppm. Pd-pitoisuus on 0,071 ppm ja Pt- pitoisuus 0,024 ppm, kivilajin ollessa tonaliittia (kuva 27).



Kuva 27. Kairareikäprofiili R111. Oranssit pylväät kuvastavat Au+Pd+Pt (ppm)-pitoisuutta.

Figure 27. *Drill hole section R111. Orange bars Au+Pd+Pt-contents (ppm).*

Vallionenän itäreunaan kairatuissa R112 ja R113 (kuvat 7 ja 28) kivilajeina ovat amfiboliitit, kiillegneissit ja -liuskeet, grafiittipitoiset liuskeet ja karret sekä sarvivälke-biotiittigneissit. Ultramafiset yksiköt puuttuvat. Kairasydännäytteistä on tehty malmianalyysimääritykset, mutta kokokivianalyysejä ei ole määritetty. Huomionarvoisia ovat reiän R113 määritysrajan ylittävät anomaaliset kultapitoisuudet. Ni-pitoisuudet ovat hyvin alhaiset, ainoastaan rikki kohoaa muutamissa sulfidipitoisissa grafiittiliuskeissa yli 2,5 %:n. Reikien syvyydet ovat runsaat 100 m.

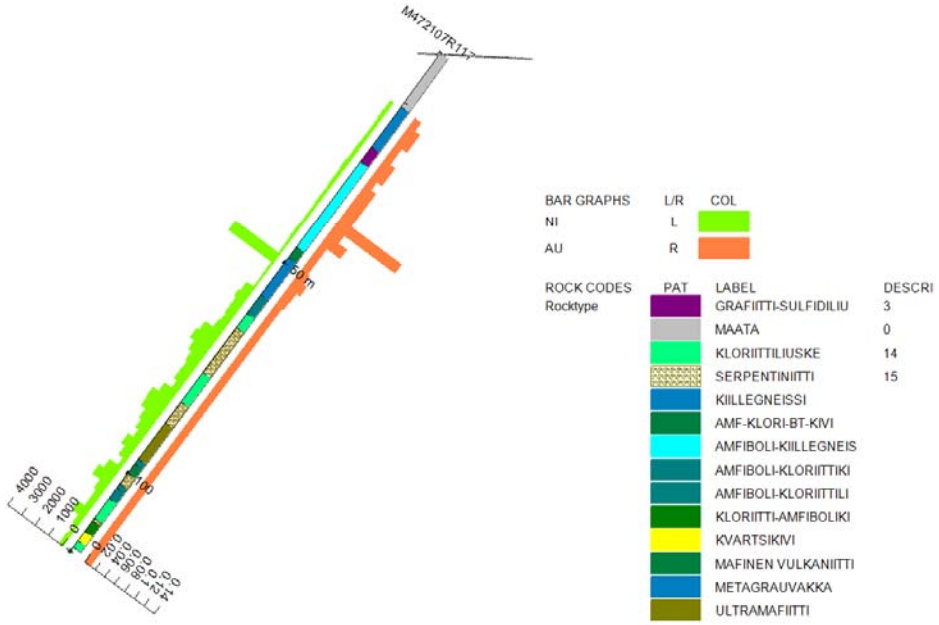


Kuva 28. Kairausprofiili Vallionenän kohdalta. Vihreät pylväät vasemmalla Ni-pitoisuuksia ja MgO-pitoisuuksia oikealla ppm:a.

Figure 28. *Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right (ppm).*

Kaakkoon päin, Kuttusvaaroja kohti mentäessä, lähestytään vähitellen mafisia-ultramafisia kivilajiyksiköitä. R114 (kuvat 7 ja 28) edustaa vielä liuskemiljöötä, ja siinä pääkivilajeina ovat poimuttuneet kiillegneissit, grafiitti-sulfidiliuskeet, amfiboli-kloriittikivet sekä biotiittikarret. Poimutuksesta johtuen kulkee kerroksellisuus paikoin melkein kairasydäntä myöten. Amfiboli-kloriittikivien MgO-pitoisuudet lähentelevät 20 %:a ja Al_2O_3/TiO_2 -suhde on 15,3, mikä viittaa kivilajin edustavan muuttunutta komatiittista laavaa. Cr-pitoisuudet ovat 1500 ppm:n luokkaa. Mitään malmiin viittaavaa ei ole havaittavissa, ainoastaan S-pitoisuudet grafiitti-sulfidiliuskeissa kohoavat yli 1 %:n. Jalometalleista ainoastaan kulta ylittää 0,01 ppm:n määritysrajan kiisurikkaassa kiillegneississä. Reiän syvyys on 109,95 m.

Niin ikään R115 ja R117 (kuvat 7 ja 29) edustavat kivilajimiljöötä, jossa valtakivilajina ovat sedimenttiset- ja vulkaaniset liuskeet ja gneissit, karret ja amfiboliitit. Poikkeuksena ovat grafiittipitoiset karret ja granaattigneissit sekä kapeat ultramafiset kerrokset, serpentiniitit. Niiden MgO-pitoisuus liikkuu 20-30 %:n välillä ja Al_2O_3/TiO_2 -suhde on 20 luokkaa. Kivet edustanevat komatiittisia ortokumulaatteja. Myös Cr-pitoisuuksissa on selvää nousua ollen 1800-3180 ppm:n välillä. Reikä R117:stä on analysoitu tämän tutkimuksen korkein Ni-pitoisuus, 3220 ppm (kuva 29). Rikkipitoisuus samassa näytteessä jää kuitenkin alhaiseksi n. 350 ppm:aan, joka viittaisi nikkelin olevan pääosiltaan silikaattista alkuperää. Satunnaisesti kultapitoisuus kohoaa yli määritysrajan R115-R118:n kairasydännäytteissä.

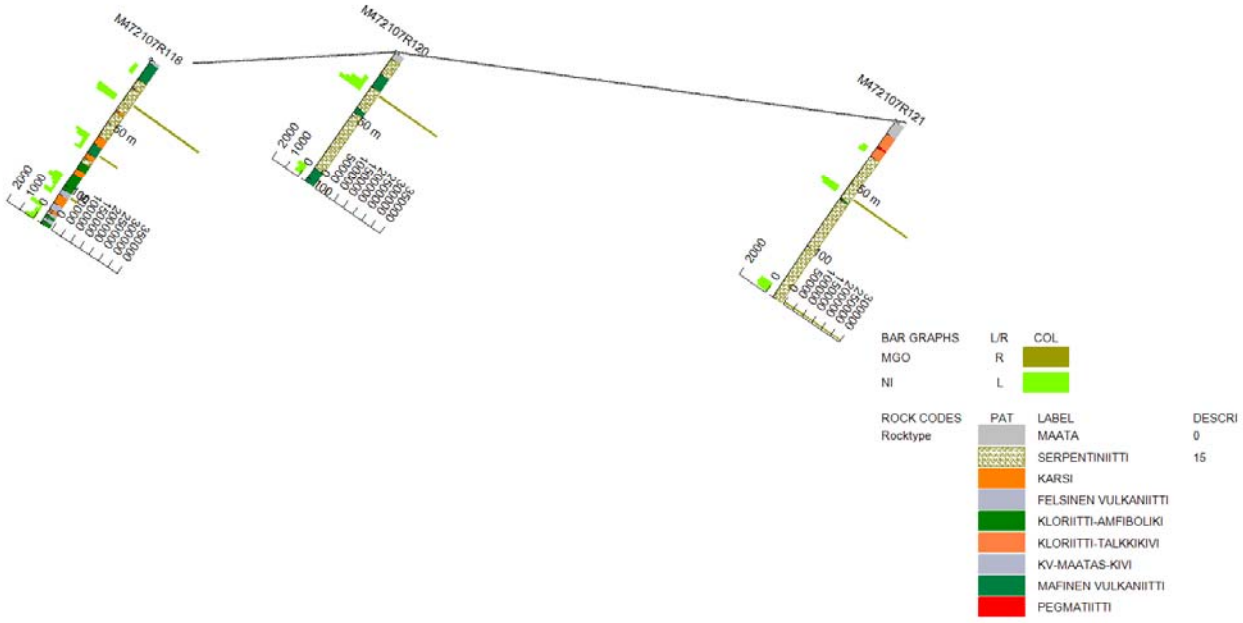


Kuva 29. Kairareikäprofiili R117. Vihreät pylväät kuvastavat Ni- ja oranssit Au- (ppm) pitoisuuksia.

Figure 29. *Drill hole section R117. Green bars Ni- and orange Au-contents (ppm).*

Jalometallipitoisuudet ovat alhaiset. Yhdessä ultramafiittinäytteessä Au-pitoisuus on 0,123 ppm, mikä on korkein pitoisuus.

Edellisen reiän taakse, itä-kaakkoon kairattu reikä R118 (kuvat 7 ja 30) edustaa edelleenkin sekalaista kivilajiseurantoa, mutta kuitenkin niin, että siinä valtakivilajeina ovat eri koostumukselliset- ja muuttuneet mafiset vulkaniitit, karret sekä mahdolliset ultramafiset kumulaatit. Reikä lähtee mafisesta vulkaniitista, mutta välittömästi sen alapuolella on kohtalaisen paksu serpentiinipitoinen muuttunut ultramafinen ortokumulaatti, jonka MgO-pitoisuus lähentelee 35 % :a. Serpentiniitiksi luokitellun kiven Al_2O_3/TiO_2 -suhde on 18,9. Muiden mafisten vulkaniittien MgO-pitoisuudet ovat selvästi edellistä alhaisemmat, alle 10 %. Serpentiniittien alapuolelta kairauksella lävistettiin kapeita karsikerroksia, jotka voivat olla joko sedimenttiperäisiä tai muuttuneita mafisia yksiköitä. Lisäksi kairattiin felsisiä vulkaniitteja sekä kloriitti-amfibolikiviä. Kumulaattien Ni-pitoisuudet ovat korkeimmillaan n. 1300 ppm ja Cr pitoisuus n. 1200 ppm. Rikkipitoisuus on maksimissaan n. 1,3 %. Reiän loppusyvyys on 129,10 m.

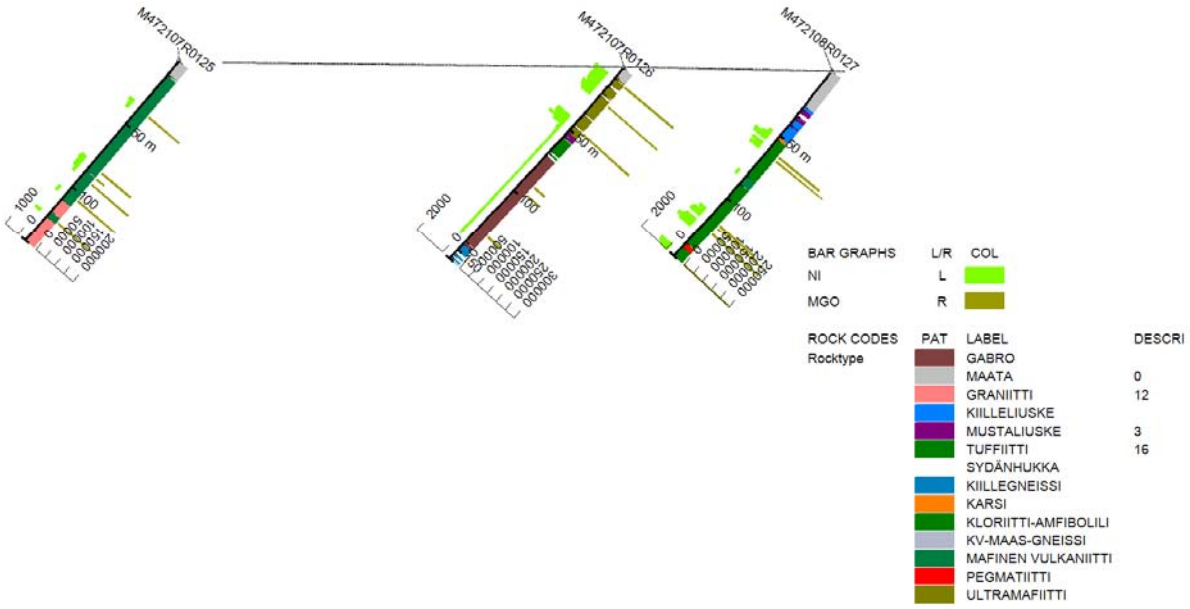


Kuva 30. Kairausprofiili Kuttusvaarassa. Vihreät pylväät vasemmalla Ni- ja oikealla MgO-pitoisuuksia ppm:nä.

Figure 30*. Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right (ppm).*

Reiät R120 ja 121 (kuvat 8 ja 30) on kairattu magneettiseen anomaliaan, mikä näkyy myös kivilajiseurannossa. Suurin osa on ultramafista kumulaattia, serpentiniittiä, jonka MgO-pitoisuus on 25-30 % välillä ja Cr-pitoisuus 1200-1600 ppm. Al_2O_3/TiO_2 -suhde on n. 22. Ni-pitoisuus on maksimissaan 1500 ppm ja rikkipitoisuus alle 3000 ppm. Jalometallipitoisuudet jäävät alle määritysrajan. Ultramafiittien lisäksi ainostaan kapeita mafisia vulkaniittipatjoja ja pegmatiittijuonia on lävistetty. R120 :n loppusyvyys on 103,10 m. ja R121 :n loppusyvyys 140,20 m.

Kemijoen länsipuolelle, Ketunkangas 1-valtausalueelle kairattiin 5 syväreikää, R124-R128 (kuvat 7 ja 8) vuoden 2007 loppu- ja vuoden 2008 alkupuolella, lähinnä magneettisiin anomalioihin. Kokonaismetrimääräksi tuli 790,95 m. Läntisin reikä R125 (kuvat 8 ja 31) kairattiin magneettisen anomaliavyöhykkeen poikki, olettamuksena tavoittaa anomalian länsireunalta mafisen kiven ja granitoidin kontakti, joka myös toteutui. Reiän yläosa, runsaat 100 m:ä on mafista vulkaniittia, jonka MgO-pitoisuus maksimissaan lähentelee 20 %:a. Al_2O_3/TiO_2 –suhde MgO-rikkaimmissa kivissä on 10 luokkaa. Analyysin perusteella kivet voisivat edustaa komatiittista basalttia, tosin alhainen Al_2O_3/TiO_2 –suhde poikkeaa muista alueen vastaavista kivistä. Reiän loppuosan punaisten graniittien lisäksi kairauksella tavoitettiin kapea kvartsi- maasälpägneissivyöhyke vajaan sadan metrin syvyydessä. Reiän kokonaispituus on 143,65 m.



Kuva 31. Kairausprofiili Kemijoen länsipuolelta. Vihreät pylväät vasemmalla Ni- ja oikealla MgO -pitoisuuksia ppm:nä.

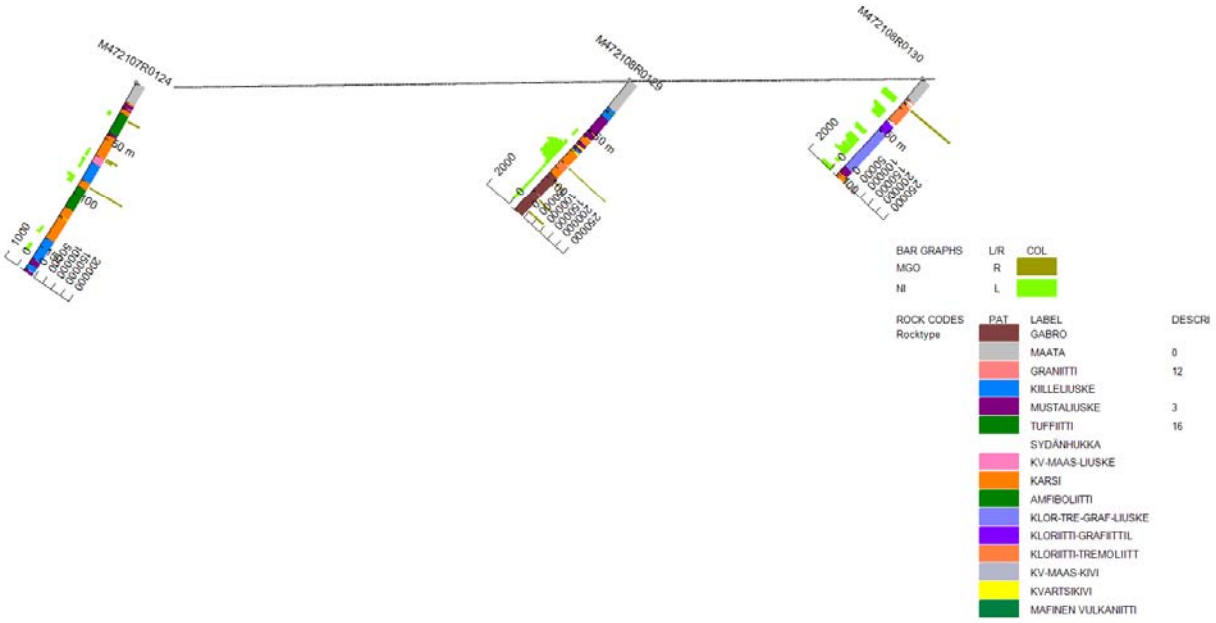
Figure 31*. Drill hole profile. Green bars left Ni- and MgO-contents right (ppm).*

Edellisen reiän kaakkoispuolelle, samalle profiilille kairatut reiät R126-127 (kuvat 7 ja 31) tehtiin myös magneettiseen anomaliavyöhykkeeseen. Ensin mainittu reikä lävisti ultramafisen kivilajihorisontin n. 50 m:n matkalta, jonka alapuolelta tavoitettiin kapea mustaliuske- ja tuffiittivyöhyke. Näiden alapuolella lävistettiin n. 70 m paksu gabrokoostumuksellinen kivilajiyksikkö. Reikä lopetettiin kiillegneissiin syvyydelle 157,35 m. Reiän loppuosa on hyvin rikkonaista ja siinä on runsaasti sydänhukkaa, paikoin kivi on muuttunut täysin savimaiseksi. Ultramafisen kiven MgO-pitoisuus on maksimissaan n. 26 %, kun taas gabron MgO-pitoisuus jää alle 10 %:n. Al_2O_3/TiO_2 –suhde ultramafisella kivellä on 14 luokkaa. Ni-pitoisuus on alhainen, maksimissaan 1100 ppm, kromin maksimipitoisuus on 1540 ppm. Pd- sekä Pt-pitoisuudet liikkuvat määritysrajan 0,01 ppm:n tuntumassa ja korkein Au-pitoisuus R127:ssä on 0,057 ppm (liite 10).

Reikä R128 (kuvat 8 ja 31) kairattiin samaan magneettiseen anomaliavyöhykkeeseen kuin edelliset reiät, mutta n. 120 m R126:sta lounaaseen. Kairauksella lävistettiin n. 30 m:n amfiboliitti ja sen alapuolelta n. 115 m paksu ultramafiitti. Reikä lopetettiin syvyydelle 168,85 m grafiittiliuske/karsikerrokseen. Ultramafiitin maksimi MgO-pitoisuus on 24,5 % ja Al_2O_3/TiO_2 –suhde 14, joka on samaa suuruusluokkaa kuin R126:ssa. Ni-pitoisuus on alle 1000 ppm ja Cr-pitoisuus n. 2200 ppm. Rikkipitoisuus on maksimissaan 3,25 %.

R124 (kuvat 8 ja 32) kairattiin myös magneettiseen anomaliaan R128:n kanssa samaan profiiliin. Reikä sijaitsee Kemijoen länsipuolella, sen välittömässä läheisyydessä.

Voimakkaasta magneettisuudesta huolimatta, kivilajit osoittautuivat varsin vaihteleviksi, -mustaliuskeiksi, tuffiiteiksi, kiilleliuskeiksi, amfiboliiteiksi sekä karsiksi. Karret ovat MgO-pitoisia, n. 17 %, joka viitanneen niiden mafiseen alkuperään. Niin Ni- kuin Cr-pitoisuudetkin jäävät alle 500 ppm:n. Rikki kohoaa korkeimmillaan lähelle 2 %:a.



Kuva 32. Kairasydänprofiilit Kemijoen länsi- ja itäpuolilta. Vihreät pylväät vasemmalla Ni- ja MgO –pitoisuuksia oikealla ppm:nä.

Figure 32*. Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right (ppm).*

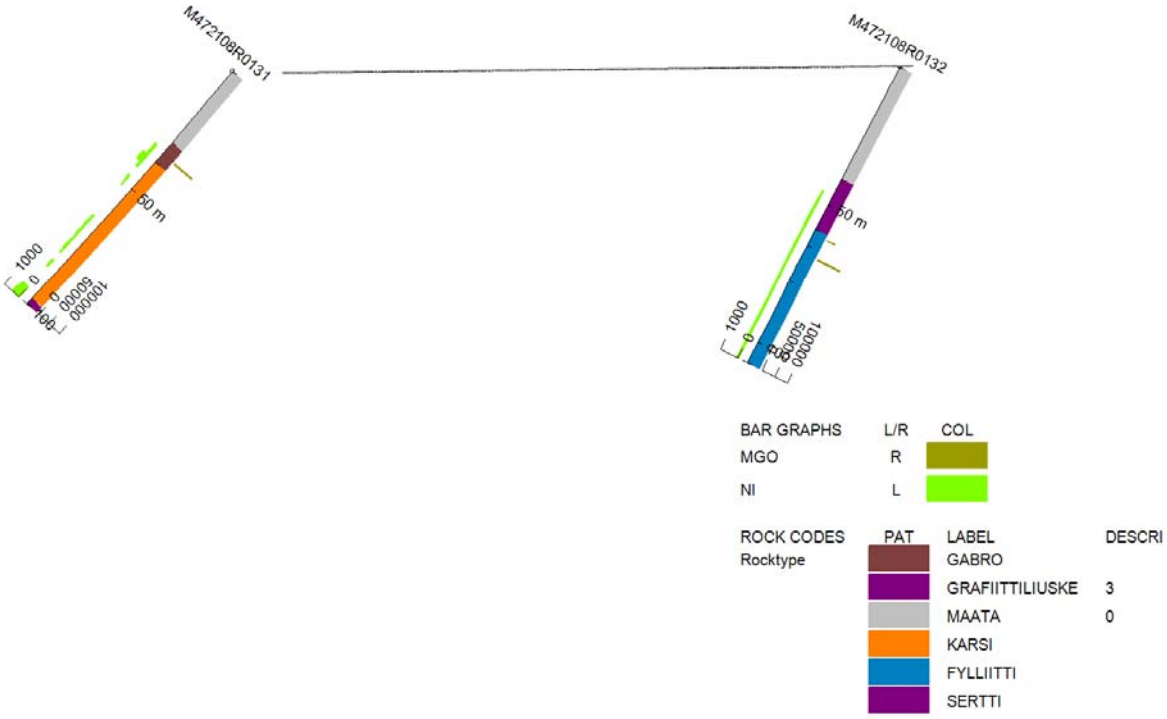
Vuoden 2008 alkupuolella kairattiin vielä 7 reikää, R129-R135, kokonaispituudeltaan 761,90 m. Reiästä R124 n. 400 m kaakkoon, Kuttusojan itälaidalle, kairattiin reikä R129 (kuvat 7 ja 29) niin ikään magneettiseen vyöhykkeeseen. Siinä kivilajit muistuttavat vahvasti edellisen reiän kivilajeja, ainoastaan reiän loppuosa n. 100 m:stä 136,70 m:iin kairattiin gabro-koostumuksellista kiveä. Gabro on tummaa, melanokraattista, jonka SiO_2-pitoisuus on alle 50 %. Syvyydellä 108,15-124,65 m on kerros, jonka Pd+Pt-pitoisuus on 16,5 m.@ 0,062 ppm. Pd:n maksimipitoisuus on n. 0,11 ppm. ja Pt:n 0,085 ppm (liite 9). Perusmetallipitoisuudet gabrossa ovat alhaiset, ainoastaan yläkontaktissa S-pitoisuus ylittää 4 %. Gabron yläpuolella olevan n. 50 m:n karsilävistyksen maksimi MgO-pitoisuus on 22,3 %, mikä viittaa kiven mafiseen protoliittiin. Karren Cr-pitoisuus on 2360 ppm. Al_2O_3/TiO_2 –suhde kyseiselle kivelle on n. 12. Korkein S-pitoisuus on n. 3,5 % ja Ni-pitoisuus runsaat 1000 ppm. Cr-pitoisuus on alle 1500 ppm.

Johdejängän länsilaidalle kairatun reiän R130 paikka (kuvat 8 ja 32) oli valittu siten, että sen lähtökohta sijoittui magneettisen anomaliavyöhykkeen itäreunaan. Noin 20 metriä paksujen maapeitteiden alta tavoitettiin päällimmäisenä kloriitti-tremoliittiliuske, jonka lähtöainesta on tälle kerrokselliselle kivilajille vaikea määrittää. Onko kyseessä muuttunut mafinen tuffi vai

jokin merkelisedimentti? Joka tapauksessa kiven MgO-pitoisuus on n. 23 % ja S-pitoisuus korkeimmillaan 1 %. Al_2O_3/TiO_2 –suhde on 14,5. Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat maksimissaan runsaat 1000 ppm.

Edellisen kivilajin alapuolelle tulee useiden kymmenien metrien paksu kerros kloriitti-tremoliittikiveä, jossa on lisäksi grafiittia. Kivestä on käytetty kloriitti-tremoliitti-grafiittiliuske nimitystä. Siinä grafiittipitoista kiveä saattaa olla kapeina raitoina tai kerroksina. Rikki-, magneetti- ja kuparikiisua voi olla hienona pirotteena pieniä määriä, maksimi S-pitoisuuden noustessa n. 2,4 %:iin. Kiven jalometallipitoisuudet eivät juuri ylitä määritysrajaa, kultaa lukuun ottamatta (liite 10). Reikä lopetettiin syvyydelle 102,10 m mustaliuskeeseen/karteen.

Johdejängän keskivaiheille, sähköiseen anomaliaan kairatut reiät R131 ja R132 (kuvat 9 ja 33) sijaitsevat edellä mainittujen reikien kanssa samalla profiililla. Keskellä suoaluetta sijaitsevien reikien maapeitteiden paksuus vaihtelee 20-40 m:iin. Etummainen reikä R131 kairattiin 100 m:n syvyyteen ja siinä lähtökivilajina oli vajaan 10 m:n paksuinen gabro. Gabron alapuolelle tulee karsi ja sen alle sertti. Karren paksuus on n. 60 m. Gabron MgO-pitoisuus on n. 7,8 %. Malmimineraaleja ei ole sanottavasti, ainoastaan Pd+Pt-pitoisuus yhdessä analyysipätkässä on anomaalinen 0,083 ppm (liite 9).



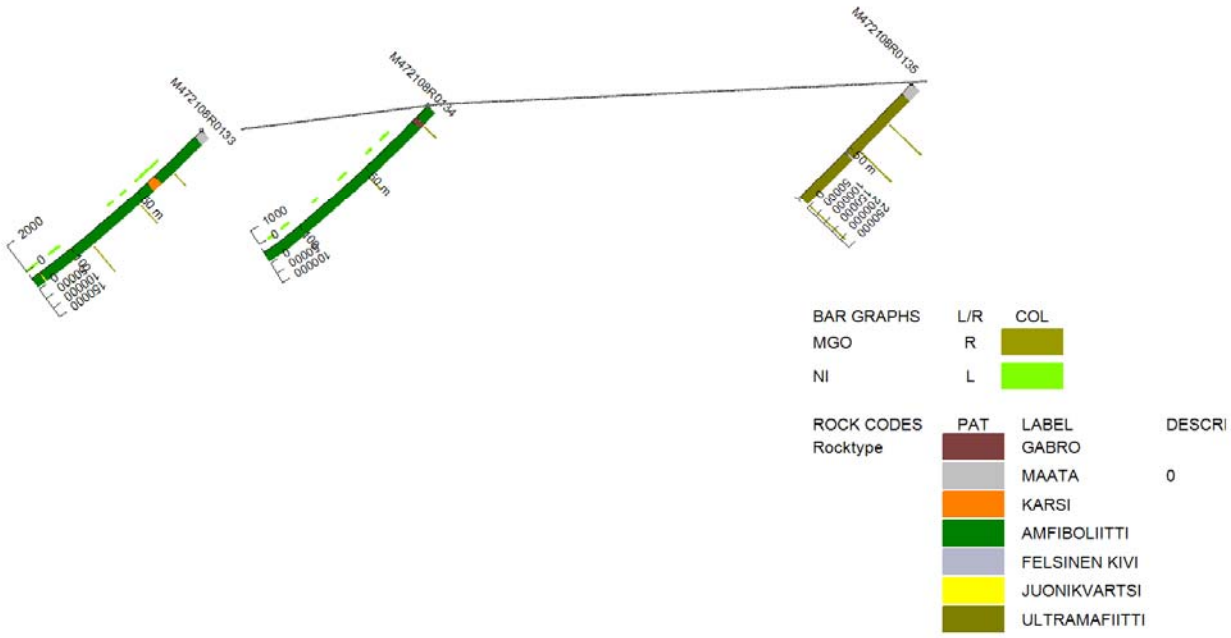
Kuva 33. Kairausprofiili Johdejängän keskivaiheilta. Vihreät pylväät vasemmalla Ni- ja oikealla puolella MgO-pitoisuudet ppm:a.

Figure 33. *Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right (ppm).*

Edellisen reiän itäpuolelle, n. 200 m:n päähän kairattu reikä R132 (kuvat 9 ja 33) kairattiin runsaan 100 m:n syvyyteen. Kairauksella tavoitettiin grafiittipitoista liusketta sekä tummaa, hienorakeista fylliittiä. Kivessä on hienorakeinen, vähäinen magneetti- ja rikkikiisupirote. Kuitenkin rikin maksimipitoisuus on vain n. 1,2 %. Jalometallipitoisuudet eivät ylitä määritysrajaa.

Reiät R133 ja R134 (kuvat 7 ja 34) on kairattu Kuttusvaarojen luoteisreunaan. Kairauksen anti oli pääasiassa amfiboliitiksi määritettyä mafista kiveä. Kairauksen suunta ei näissä rei'issä ollut optimaalinen vaan kairanterä leikkasi loivasti tai paikoin myötäili kerroksellisuutta. MgO-pitoisuudet ovat n. 6,5 %, mutta R133:n (kuva 34) syvemmissä osissa MgO-pitoisuus ylittää 10 %:a, joka viittaa kiven kemiallisen koostumuksen erilaisuuteen edelliseen verrattuna. Myös Al_2O_3/TiO_2 –suhde osoittaa näiden kivien poikkeavan toisistaan, kun edellisellä ko. suhde on 10-11, niin jälkimmäisellä se on 20-21. Magman koostumus on emäksisempää. Molemmissa tapauksissa Cr- ja Ni-pitoisuudet ovat erittäin alhaiset ja jalometallipitoisuudet jäävät alle määritysrajan.

Edellisestä reiästä n. 270 m. kaakkoon, Kuttusvaaraan kairattu 90 m:n reikä, R135 (kuvat 8 ja 34) kohdistettiin magneettiseen, mafiseen kallioon. Maksimi MgO-pitoisuus on 21 % ja Al_2O_3/TiO_2 –suhde 23. Cr-pitoisuus on 2000 ppm:n luokkaa.



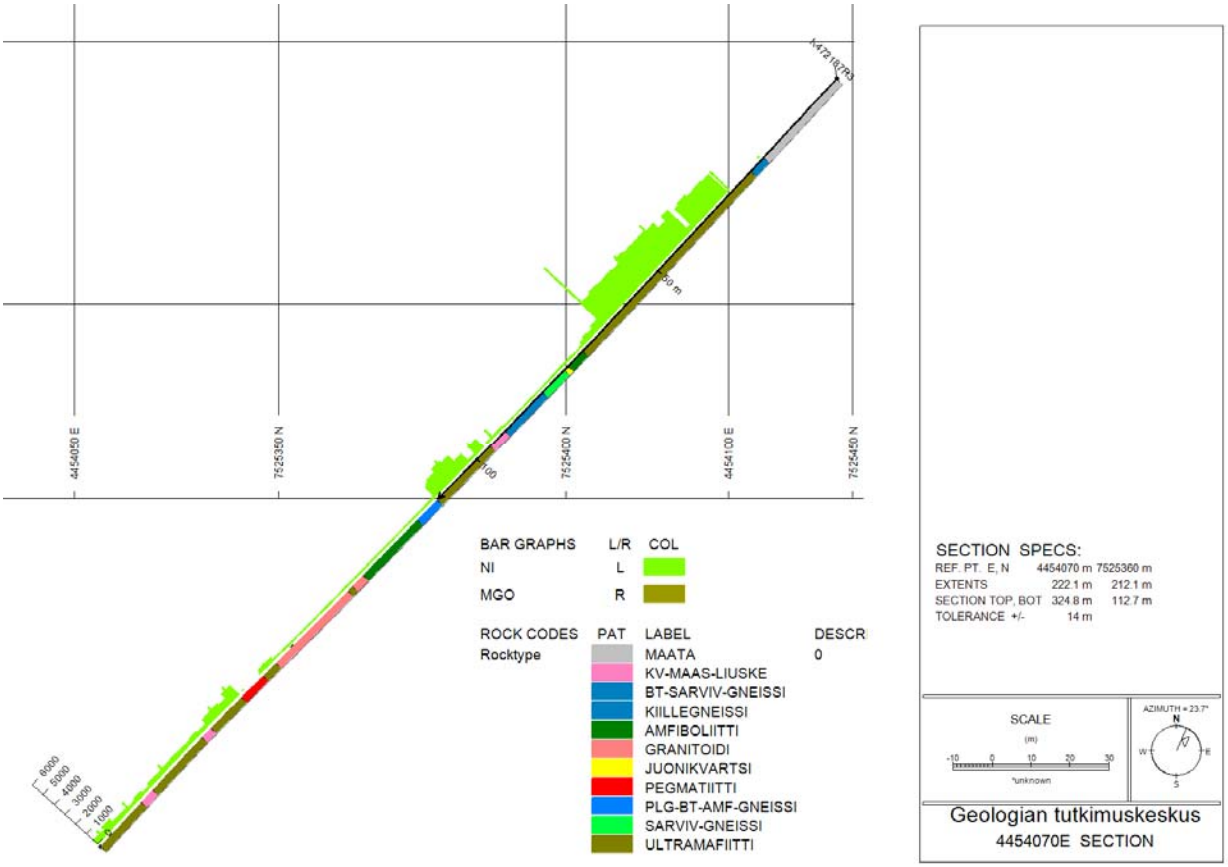
Kuva 34. Kuttusvaaran koillisreunaan kairattu profiili. Vihreät pylväät vasemmalla Ni- ja oikealla MgO-pitoisuuksia ppm:nä.

Figure 34. *Drill hole profile. Green bars left Ni-contents and MgO-contents right (ppm).*

3.4.1 Kontioselkä

Koska vuoden 1987 Lapin vulkaniittiprojektin Kontioselän kairausten yhteydessä oli lävistetty muutaman kymmenen senttimetrin paksuinen massiivinen magneettikiisupitoinen juoni, jonka Ni-pitoisuus oli 0,55 % , päätettiin vielä tutkimusten viime vaiheessa, vuoden 2009 alkupuolella kairata kohteeseen 9 reikää. Kairauksilla pyrittiin selvittämään paitsi juonimaisen malmin kulkua, myös alueen magneettisia anomalioita, joiden uskottiin aiheutuvan mafisista kivilajimuodostumista. Kohde sijaitsee n. 3 km Kuttusvaaroilta kaakkoon (kuva 7).

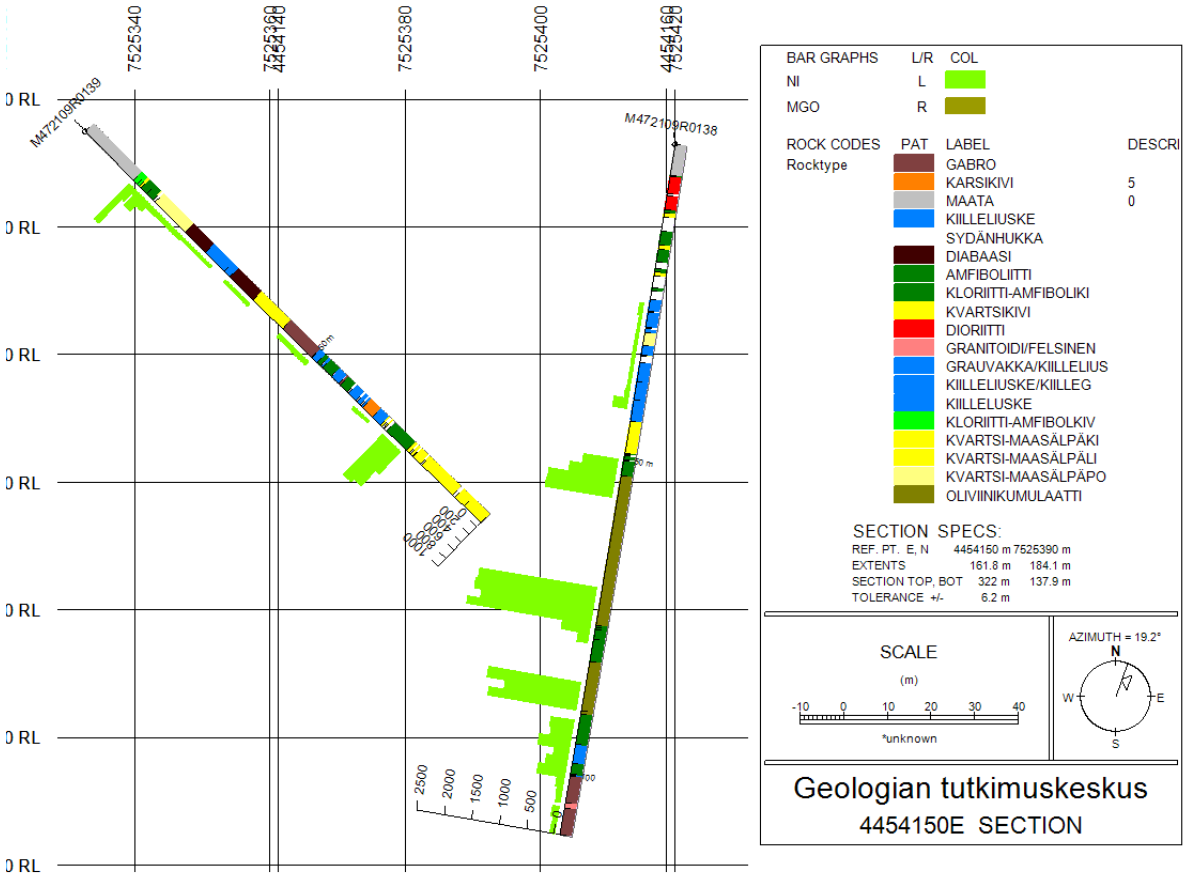
Kuten kairausprofiilikuvasta 35 nähdään, Kontioselän kivilajiseuranto on hyvin moni-ilmeinen. Vallitsevina kivilajeina ovat erityyppiset liuskeet, gneissit, granitoidit, amfiboliitit ja ultramafiset yksiköt. Samassa kuvassa on esitetty myös diagrammi Ni-pitoisuuksista mafisissa kivilajiyksiköissä. Siinä on erotettavissa yksi yksittäinen piikki, joka edustaa em. 0,55 %:n Ni-pitoisuutta massiivisessa sulfidijuonessa. Muuten nikkelipitoisuudet ovat 2000 ppm:n luokkaa tai alle.



Kuva 35. Kontioselkään kairatun reiän R3 kivilajit ja Ni-pitoisuudet ppm.

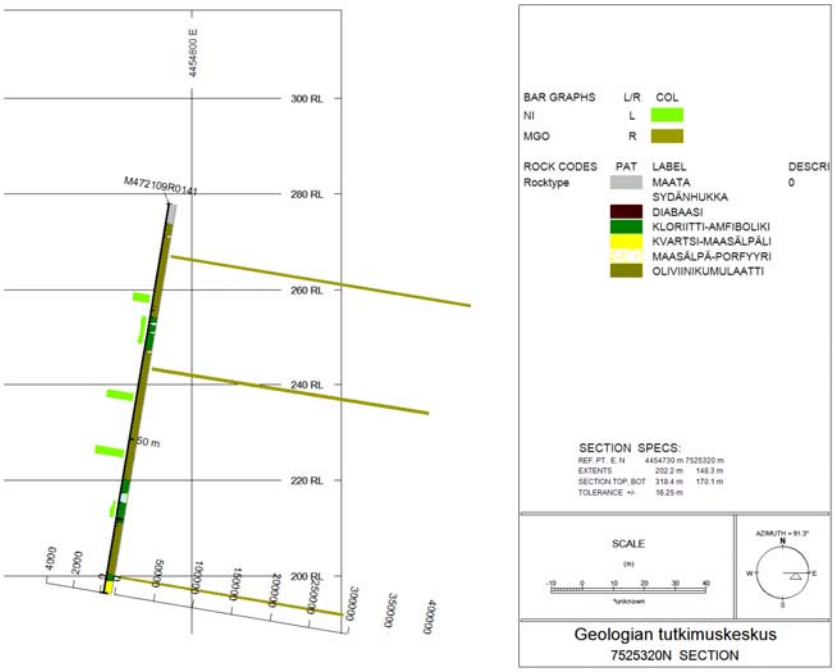
Figure. 35. *Lithology and Ni-contents (ppm) in the hole R3.*

Kontioselkään kairatuissa rei'issä R1:ssä, R3:ssa, R138:ssa ja R141:ssä ylittyy nikkelin 2000 ppm:n raja, mutta vain R3:ssa rikkipitoisuus on 19,1 %, muissa pitoisuuksien jäädessä alle 1 %:n (liite 8). Kuvassa 36 on kairasydänprofiili rei'istä R138 ja R139, joista ensimmäisessä Ni-pitoisuus on 2230 ppm ja S 2280 ppm. R138:ssa ja R141:ssä (kuva 37) maksimi MgO-pitoisuudet ultramafiiteissa ovat 30 % ja 38,5 %. Al_2O_3/TiO_2 –suhde edellisessä on 23,5 ja jälkimmäisessä 33,3.



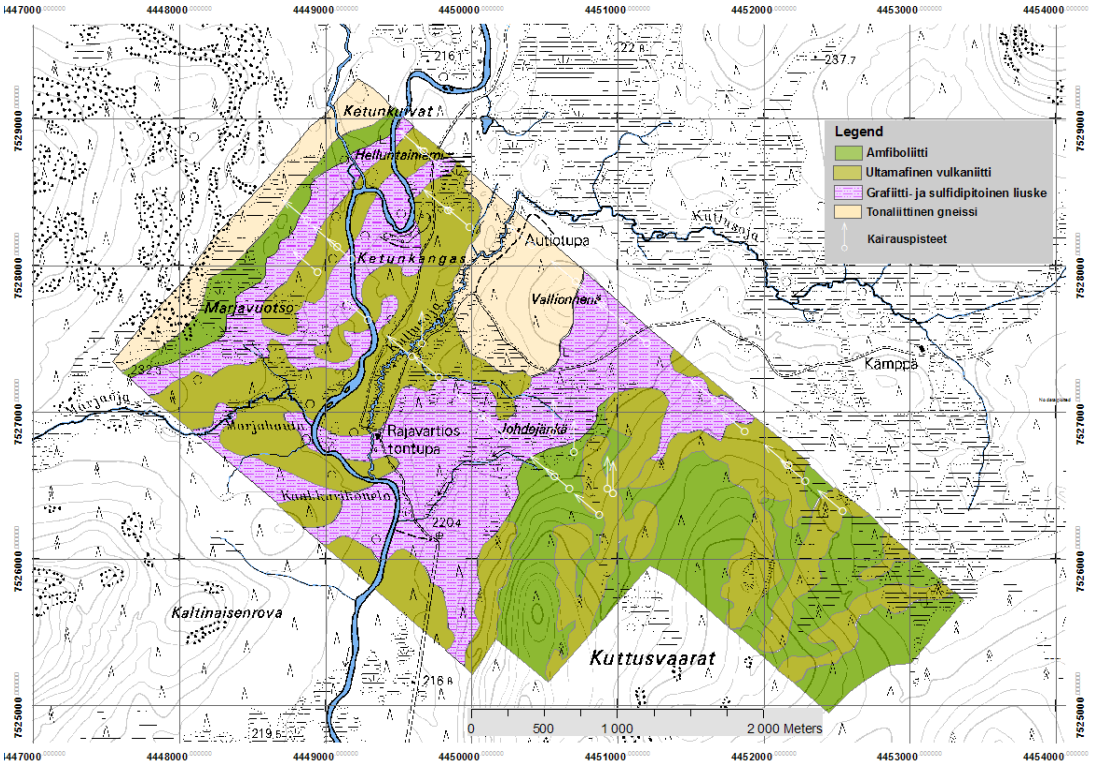
Kuva 36. Kairasydänprofiilit R138 ja R139 kivilajitietoineen ja Ni-pitoisuuksineen (ppm).

Figure. 36. *Lithology and Ni-contents (ppm) in the holes R138 and 139.*



Kuva 37. Ni- (vasemmalla) ja MgO-pitoisuuksia (ppm) R141:ssä.

Figure. 37. *Lithology and Ni-contents (ppm) in the hole R141.*



Kuva 38. Kairaustietojen ja kallioperähavaintojen pohjalta DigiKP-kartasta muunneltu valtausalueen geologinen kartta (P. Heikura). (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10).

Figure 38. *Geological map of the Kuttusvaara claim area, after P. Heikura. (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).*

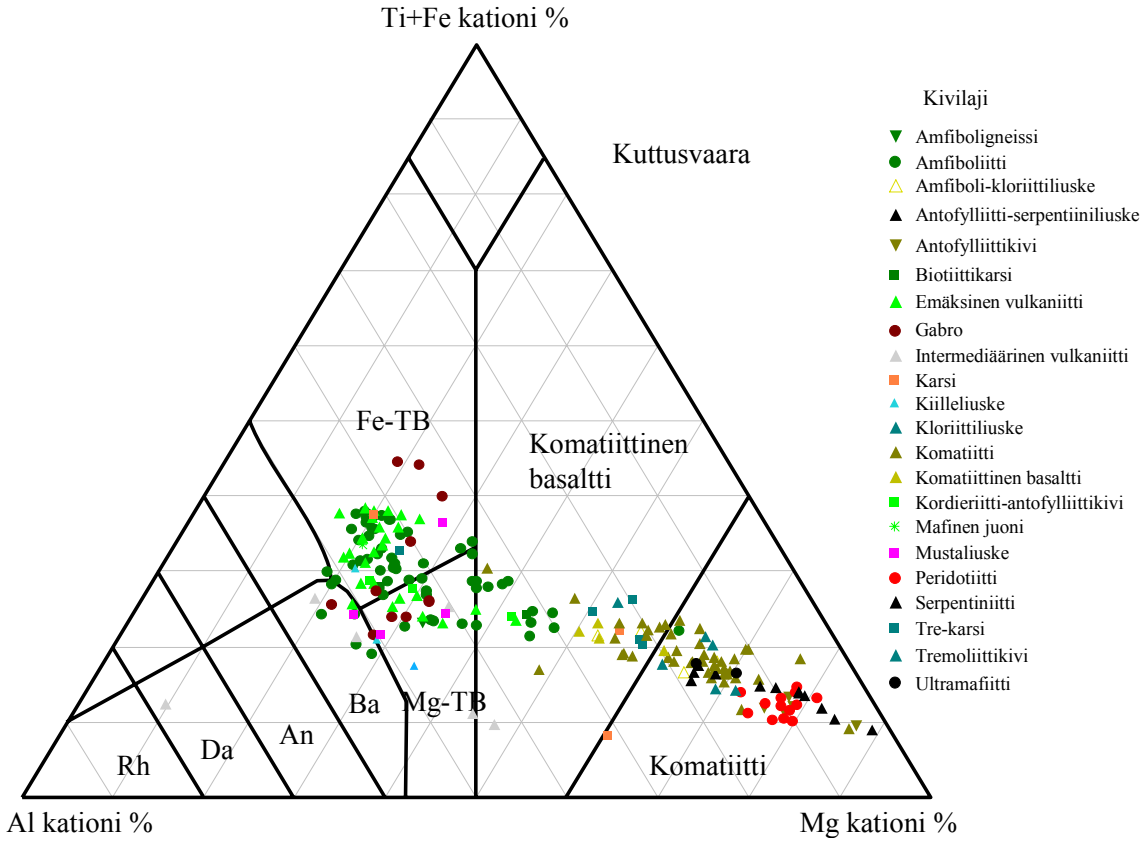
3.5 Tutkimusalueen kivien kemia

Tässä kappaleessa käydään läpi Kuttusvaarojen ja Kontioselän alueiden kairaus- ja paljastumanäytteiden geokemiaa, lähinnä mafisten ja ultramafisten kivien osalta.

3.5.1 Kuttusvaarat

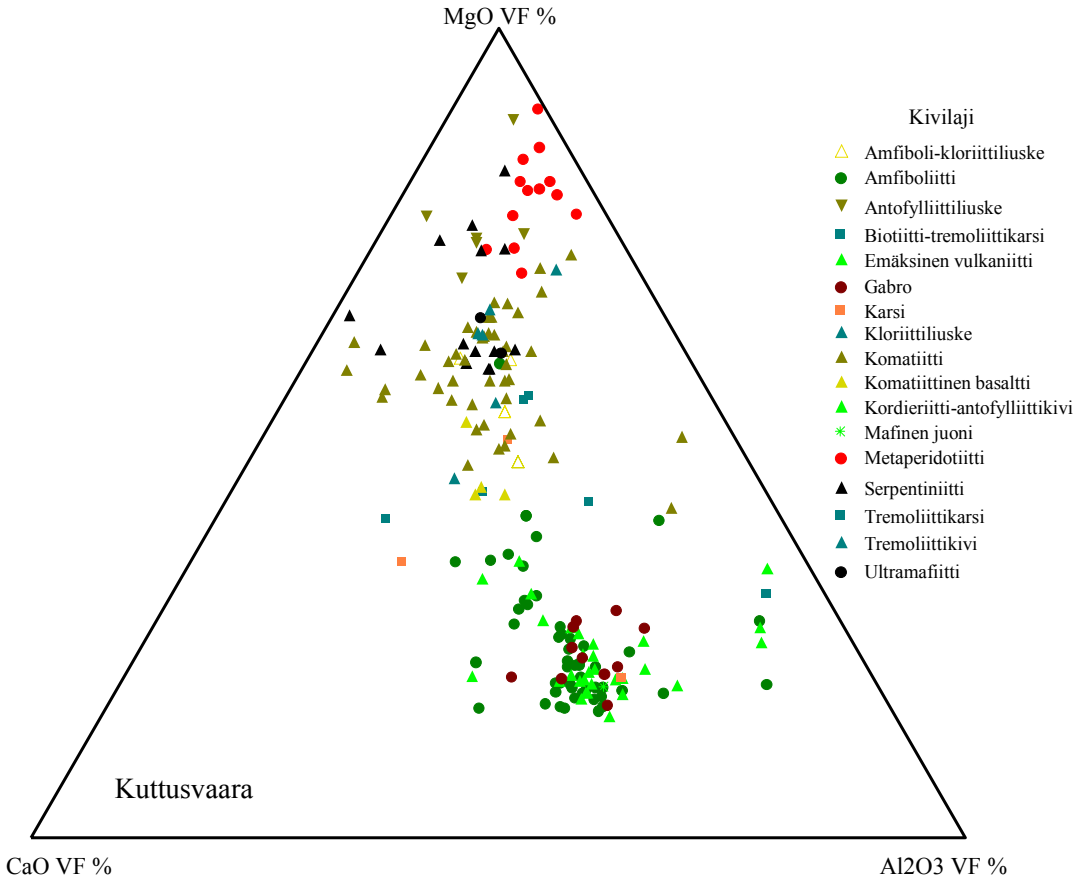
Kuvassa 39 on esitetty Kuttusvaarojen alueelta analysoitujen kivilajien sijoittuminen Jensenin kationidiagrammille. Ultramafiset näytteet sijoittuvat komatiittien ja komatiittisten basalttien kenttään, kun taas emäksiset kivet ovat pääasiassa Fe- ja Mg-tholeiitteja, joskin osa amfiboliiteista on koostumukseltaan komatiittisia basaltteja. Suurin osa ultramafiiteista on erilaisia amfiboli-kloriittikiviä, tremoliittikiviä, sekä antofylliittikiviä ja edustanevat lähinnä laavoja ja tuffeja. Oliviinikumulaatteja esiintyy verraten vähän, mikä näkyy myös analysoitujen näytteiden MgO-pitoisuuksissa; yli 30% MgO sisältävien näytteiden populaatio on varsin pieni (kuva 41). Kuttusvaarojen pohjoisemmalta kairausprofiililta reiästä R120 on yksi hienäyte joka edustaa oliviini-pyrokseenikumulaattia, jossa on myös tervettä oliviinia.

Amfiboliitit ja emäksiset vulkaniitit ovat erilaisia amfiboli-plagioklaasi-kvartsikiviä. Niin kutsutut karsikivet edustanevat vaihtelevia protoliitteja, mikä näkyy myös niiden hyvin vaihtelevana kemiallisena koostumuksena.



Kuva 39. Kuttusvaarojen kairaus- ja paljastumanäytteiden kemialliset koostumukset Jensenin kationidiagrammilla.

Figure 39. *Dill core and outcrop samples from Kuttusvaarat on Jensen diagram.*



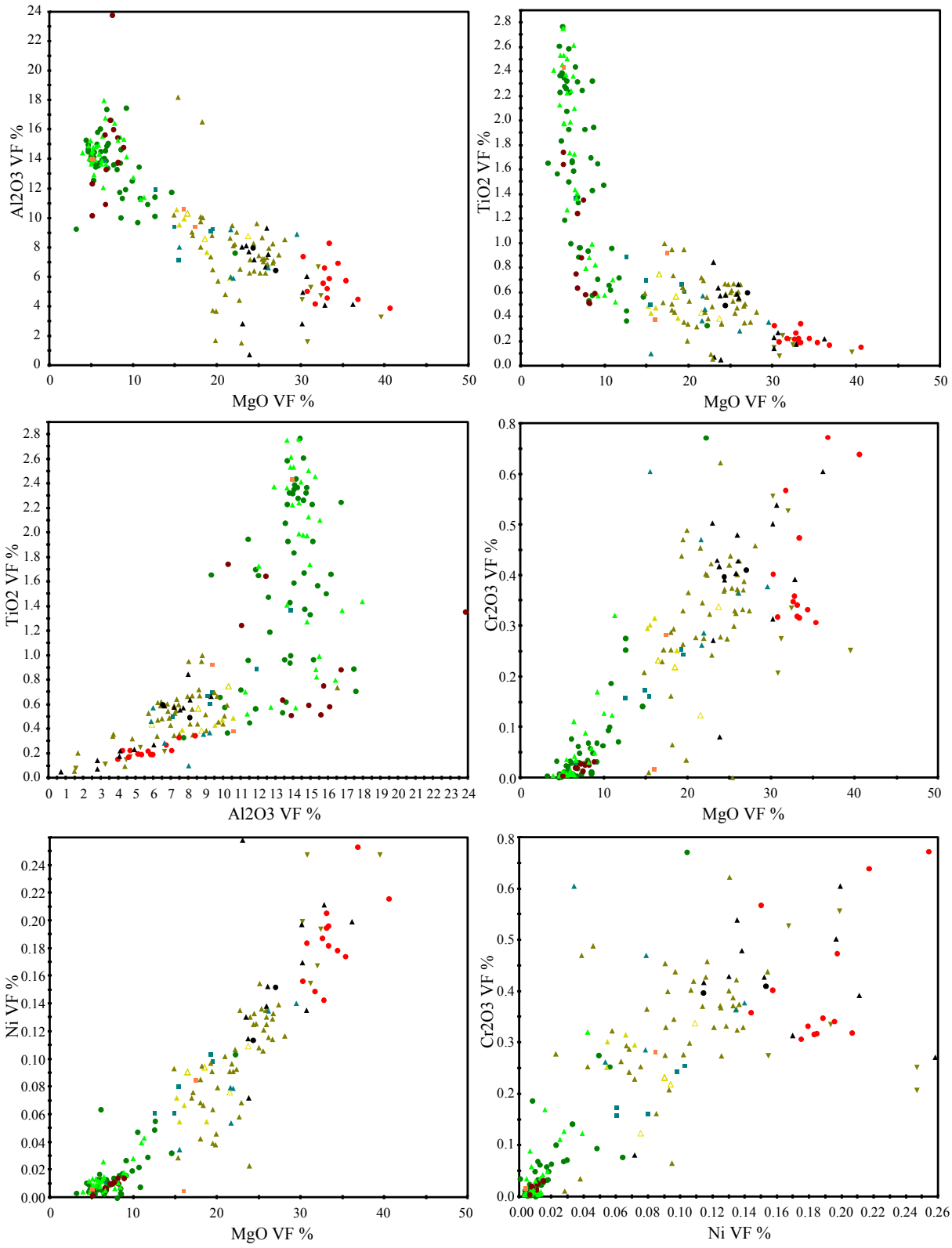
Kuva 40. Kuttusvaarojen mafisten-ultramafisten kairaus- ja paljastumanäytteiden kemialliset koostumukset CMA-diagrammilla.

Figure 40. *Mafic-ultramafic dill core and outcrop samples from Kuttusvaarat on CMA-diagram.*

Kuvassa 40 on esitetty Kuttusvaarojen alueen mafisten-ultramafisten näytteiden sijoittuminen CMA-diagrammilla. Magnesium-rikkailla näytteillä on havaittavissa kohtalaista hajontaa, joka todennäköisesti liittyy kivien muuttuneisuuteen. Pääosin MgO-rikkaimpien näytteiden trendi noudattaa komatiittisten kivien trendiä.

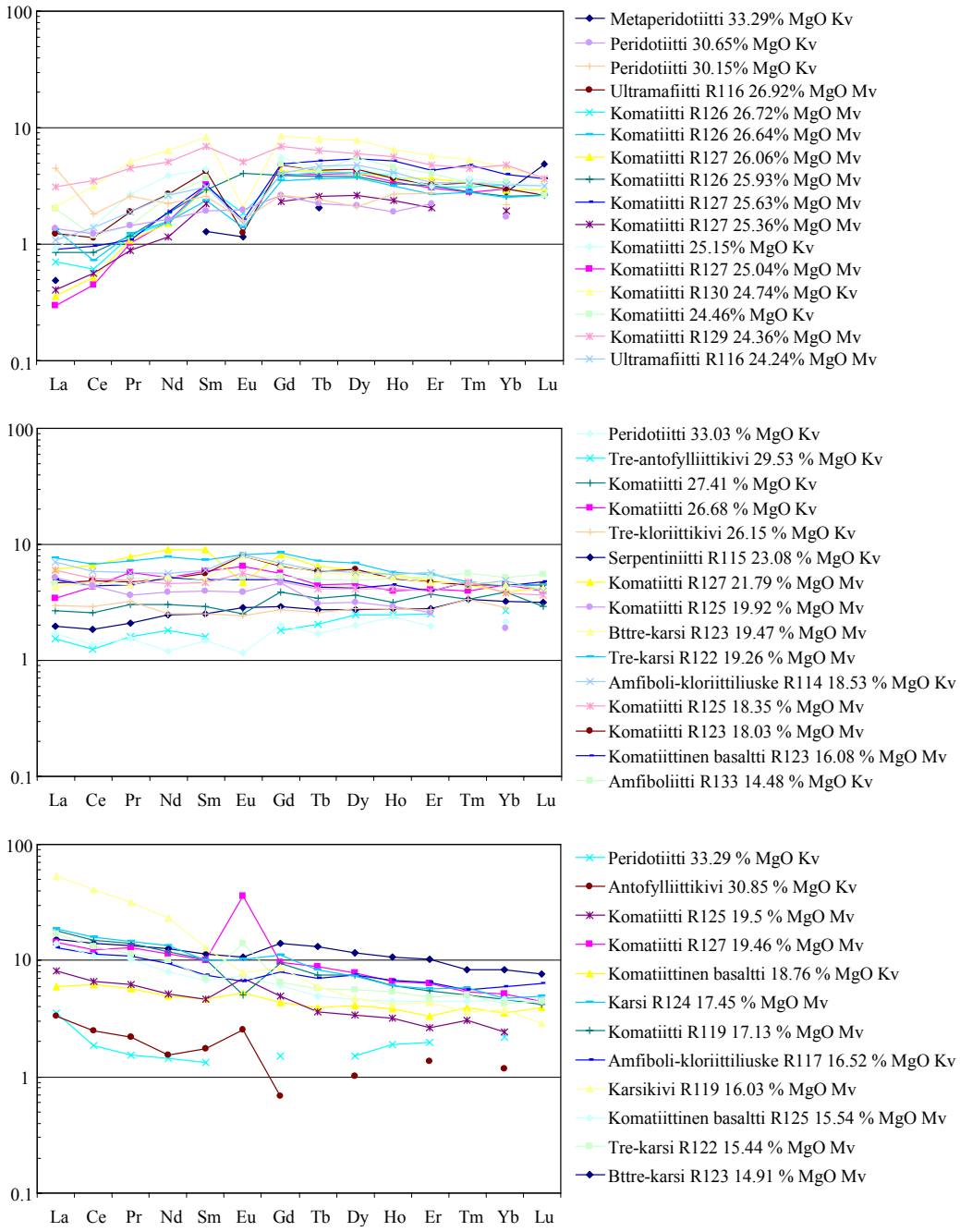
Kuvan 41 XY-diagrammeilla on myös havaittavissa hajontaa sekä Al_2O_3-, että TiO_2-pitoisuuksissa. Al_2O_3-TiO_2 diagammissa on havaittavissa titaanin suhteen kaksi populaatiota näytteissä joiden MgO-pitoisuus on karkeasti välillä 15-30 prosenttia. Korkeamman TiO_2-pitoisuuden näytteet poikkeavat normaaleista alumiinin suhteen köyhtyneistä (ADK) tai alumiinin suhteen köyhtymättömistä (AUDK) komatiiteista ja muistuttavat Karasjoen (Barnes & Often 1990) ja Jeesiörovan TiO_2-rikkaita komatiitteja (Gangopadhyay et al. 2006). Korkeasta TiO_2-pitoisuudesta johtuen näiden näytteiden Al_2O_3/TiO_2 suhde on alle 20, suurimmalla osalla alle 15 ja perinteisen luokituksen mukaan ne olisivat ADK-tyyppiä. Nikkeli korreloi verraten lineaarisesti MgO-pitoisuuden kanssa, eikä Ni-Cr_2O_3 -diagramissa ole havaittavissa merkittävää alhaisen kromin ja korkean nikkelin populaatiota. Molemmat piirteet heikentävät alueen Ni-kriittisyyttä (joskin eivät sitä kokonaan sulje pois).

Emäksisten vulkaniittien, amfiboliittien ja gabrojen osalta TiO_2-pitoisuuksissa on katko n. 1% kohdalla, korkeamman TiO_2-pitoisuuden omaavilla näytteillä on myös korkeampi Fe-pitoisuus ja ne edustanevat Fe-tholeiitteja (ks. kuvan 39 Jensen-diagrammi).



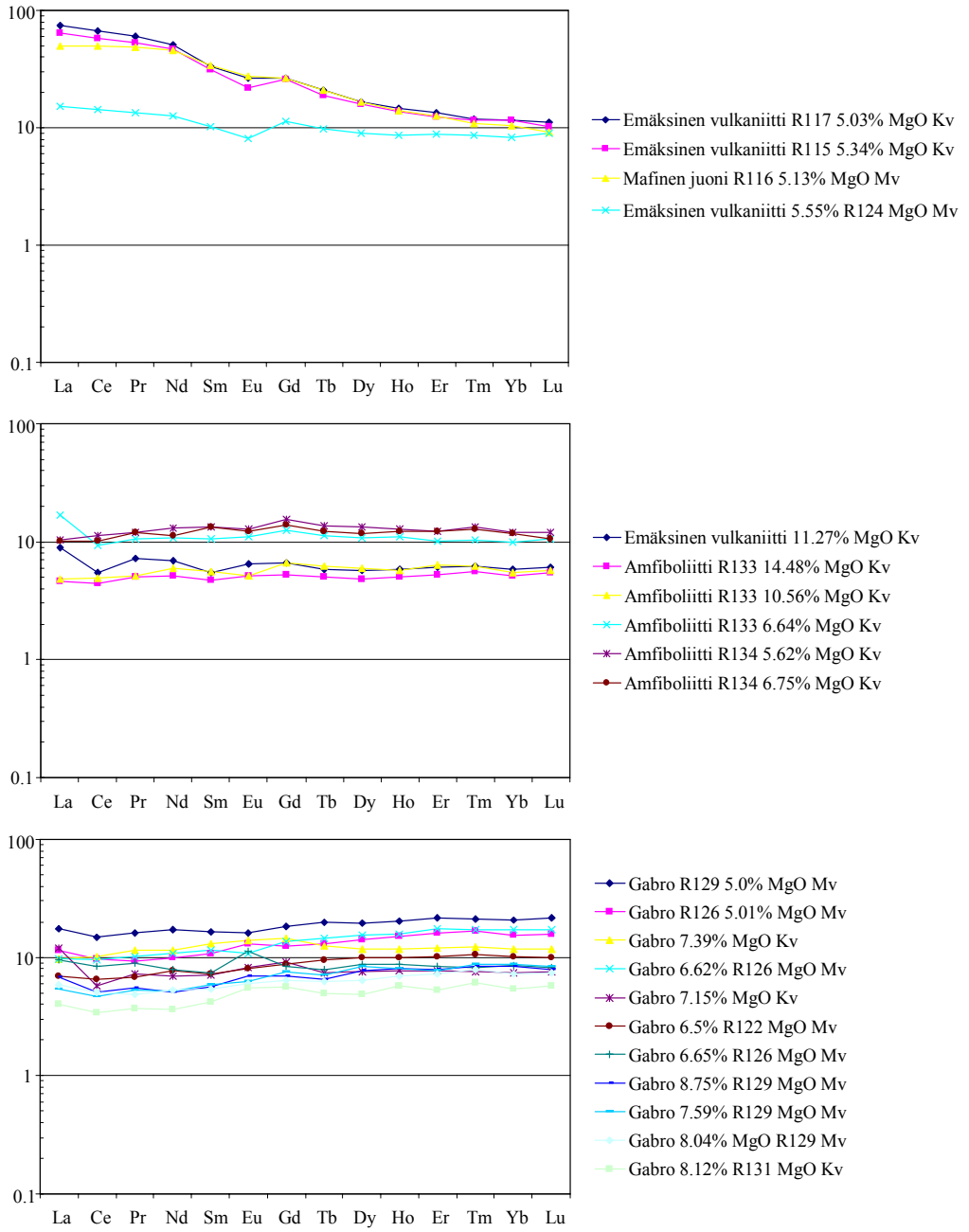
Kuva 41. Kuttusvaarojen mafisten-ultramafisten näytteiden koostumuksia X-Y digrammeilla. Symbolit kuten kuvassa 40.

Figure 41. *Mafic-ultramafic samples from Kuttusvaarat on X-Y digrams. Symbols as in figure 40.*



Kuva 42. Kuttusvaarojen ultramafisten näytteiden kondriittinormalisoidut REE-jakaumat luokiteltuna kolmeen ryhmään Ce/Sm suhteen perusteella. Kv=Kuttusvaarat (tutkimusalueen itäosa), Mv=Marjavuotso (tutkimusalueen länsiosa).

Figure 42. *Chondrite-normalised REE-diagrams of ultramafic samples from Kuttusvaarat, devided into three groups based on Ce/Sm ratio. Kv=Kuttusvaarat (eastern part), Mv=Marjavuotso (western part).*



Kuva 43. Kuttusvaarojen mafisten näytteiden kondriittinormalisoidut REE-jakaumat.

Figure 43. *Chondrite-normalised REE-diagrams of mafic samples from Kuttusvaarat.*

Ultramafiitit voidaan luokitella kolmeen ryhmään niiden Ce/Sm suhteen mukaan: keveiden REE:n (LREE) suhteen köyhtyneisiin, keveiden REE:n suhteen rikastuneisiin ja sellaisiin joiden REE-kuvaaja on varsin tasainen (kuva 42). LREE-köyhtyneiden näytteiden MgO-pitoisuudet ovat pääosin 24-30% välillä, kun taas kahdessa muussa ryhmässä esiintyy sekä korkean, että suhteellisen matalan MgO-pitoisuuden omaavia näytteitä. LREE:n suhteen köyhtyneiden näytteiden REE-kuvaajat ovat samanlaisia kuin Keski-Lapin proterotsooisten komatiittien REE-kuvaajat, ja poikkeavat siten varsin selvästi Itä-Lapin arkeeisten ultramafiittien (komatiittien?) REE-kuvaajista, jotka ovat tyypillisesti korkeintaan heikosti LREE-köyhtyneitä (Heikura et al. 2009). On myös huomattava että kaikkiin kolmeen ryhmään kuuluvia näytteitä tavataan sekä alueen länsiosissa (Johdejängän länsipuolella) että itäosissa (Kuttusvaarat). Suurin osa LREE-köyhtyneistä näytteistä edustaa myös aiemmin

mainittua korkean TiO_2:n populaatiota, jota ei juurikaan tunneta Itä-Lapin arkeeisista ultramafiiteista. Merkittävällä osalla tasaisen REE-kuvaajan näytteistä on alhaisempi MgO-pitoisuus kuin LREE-köytyneillä näytteillä, ja ne edustanevat ainakin osaksi komatiittisia basaltteja, mikä voi osaltaan selittää korkeammat normalisoidut LREE-pitoisuudet. LREE-rikastuneista näytteistä suurin osa on karsia ja komatiittisia basaltteja, mutta mukana on myös muutama varsin korkean MgO-pitoisuuden omaava näyte, jotka ovat ainakin lievästi LREE-rikastuneita ja voisivat edustaa arkeeisia komatiitteja.

Kuttusvaarojen alueen emäksisten vulkaniittien ja amfiboliittien REE-kuvaajat ovat valtaosin tasaisia, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, ja vastaavat tyypillisiä arkeeisten vulkaniittien REE-kuvaajia. Gabroille on tyypillistä heikko LREE-köyhtyminen, riippumatta siitä ovatko ne FeO-TiO_2 -rikasta tyyppiä vai ei. MgO-rikkaimmilla näytteillä on alhaisemmat normalisoidut REE-pitoisuudet ja vastaavasti taas korkeamman FeO- ja TiO_2-pitoisuuden omaavilla näytteillä on korkeampi REE-pitoisuus, joten MgO, FeO ja TiO_2-pitoisuuksien vaihtelu johtunee differentiaatioasteesta. Näiden gabrojen REE-kuvaajat poikkeavat esim. Tulppion alueen gabroista, joille on tyypillistä kohtalaisen voimakas LREE-rikastuminen (ks. Heikura et al. 2009).

Kuttusvaarojen aluetta, erityisesti Johdejängän länsipuolista aluetta on tyypillisesti pidetty kuuluvan osana arkeeista Tulppion jaksoa, ja toisaalta taas Johdejängän ja Kemijoen länsipuolisia alueita on epäilty iältään pääasiassa proterotsooisiksi. Edellä esitettyjen petrologisten piirteiden perusteella ei tutkimusalueelle voida vetää selvää maantieteellistä rajaa proterotsooisen ja arkeeisen kallioperän välille, vaan näyttäisi, että alueella on molempien ikäisiä kivilajeja, mahdollisesti kuitenkin siten, että alueen länsiosissa valtaosa kivilajeista on iältään proterotsooisia.

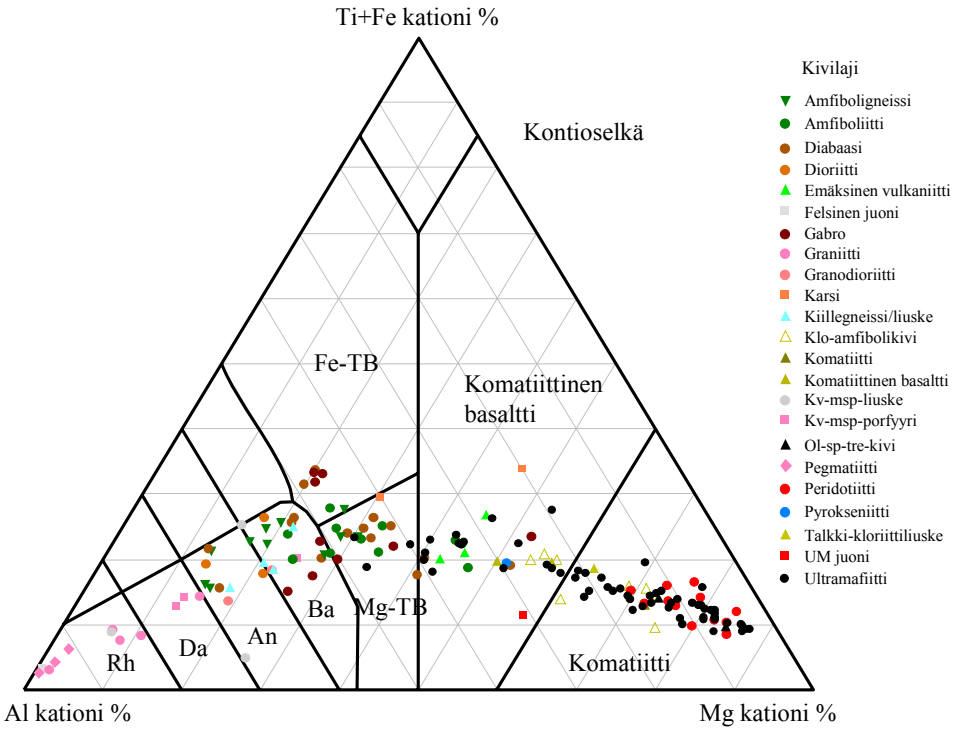
3.5.2 Kontioselkä

Kontioselän ultramafiitit ovat joko hieno-pienirakeisia amfiboli-kloriitti(±talkki)-kiviä jotka edustavat komatiittisia ja komatiittis-basalttisia vulkaniitteja ja -liuskeita, tai laikukkaita serpentiniittejä, jotka edustavat komatiittisia kumulaatteja. Lisäksi esiintyy amfiboliitteja sekä varsin runsaasti gabroja-dioriitteja. Kontioselän uusista kairauksista ei ole teetetty ohuthieitä.

Kontioselän kokokivianalyysit on esitetty Jensen-digrammilla kuvassa 44. Näytteiden jakauma poikkeaa hieman Kuttusvaaroista; suurempi osa ultramafiiteista sijoittuu komatiittien kenttään ja toisaalta mafisista kivistä suurin osa on Mg-tholeiitteja ja vain muutama näyte on Fe-tholeiitteja. Osa sijoituu myös kalkki-alkalisten basalttien ja andesiittien kenttään. Kontioselästä analysoidut felsiset kivet ovat myös kalkki-alkalista sarjaa.

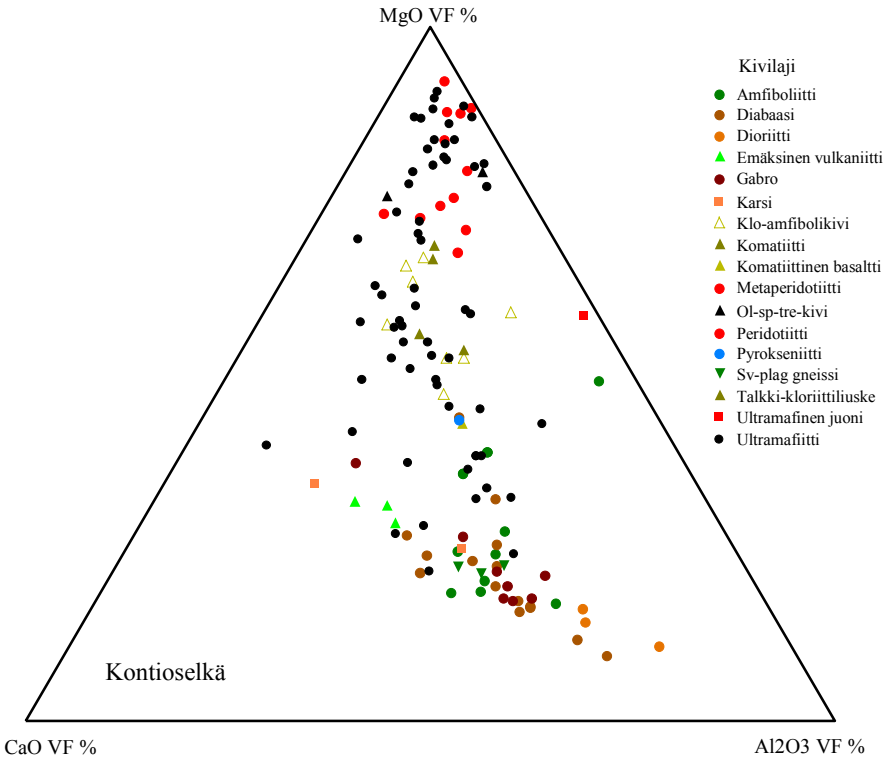
Verrattuna Kuuttusvaaroihin, Kontioselän ultramafiitit ovat keskimäärin MgO-rikkaaampia ja niillä on huomattavasti vähemmän hajontaa Al_2O_3:n ja TiO_2:n suhteen. Lisäksi Kuttusvaaroissa yleiset TiO_2-rikkaat ultramafiitit puuttuvat lähes kokonaan. Al_2O_3/TiO_2-suhteeltaan lähes kaikki Kontioselän ultramafiitit ovat AUDK-tyyppiä.

Kontioselän ultramafiiteissa on havaittavissa vain heikkoa Ni-depletoitumista ja Ni-Cr_2O_3 diagrammilla on vain muutamia näytteitä jotka indikoisivat Ni-kriittisyyttä (alhainen Cr_2O_3 verrattuna Ni-pitoisuuteen).



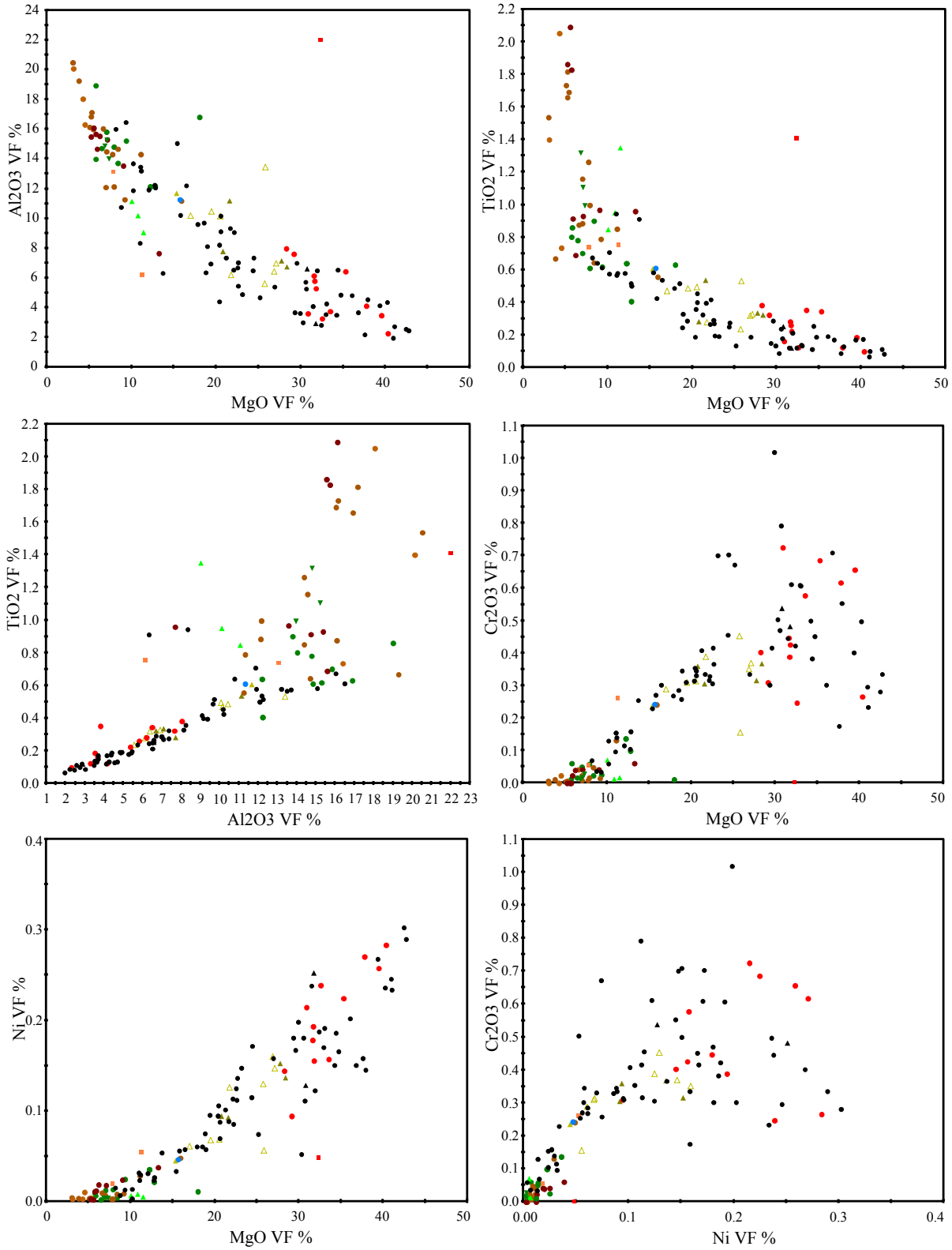
Kuva 44. Kontioselän kairaus- ja paljastumanäytteiden kemialliset koostumukset Jensenin kationidiagrammilla.

Figure 44. *Dill core and outcrop samples from Kontioselkä on Jensen diagram.*



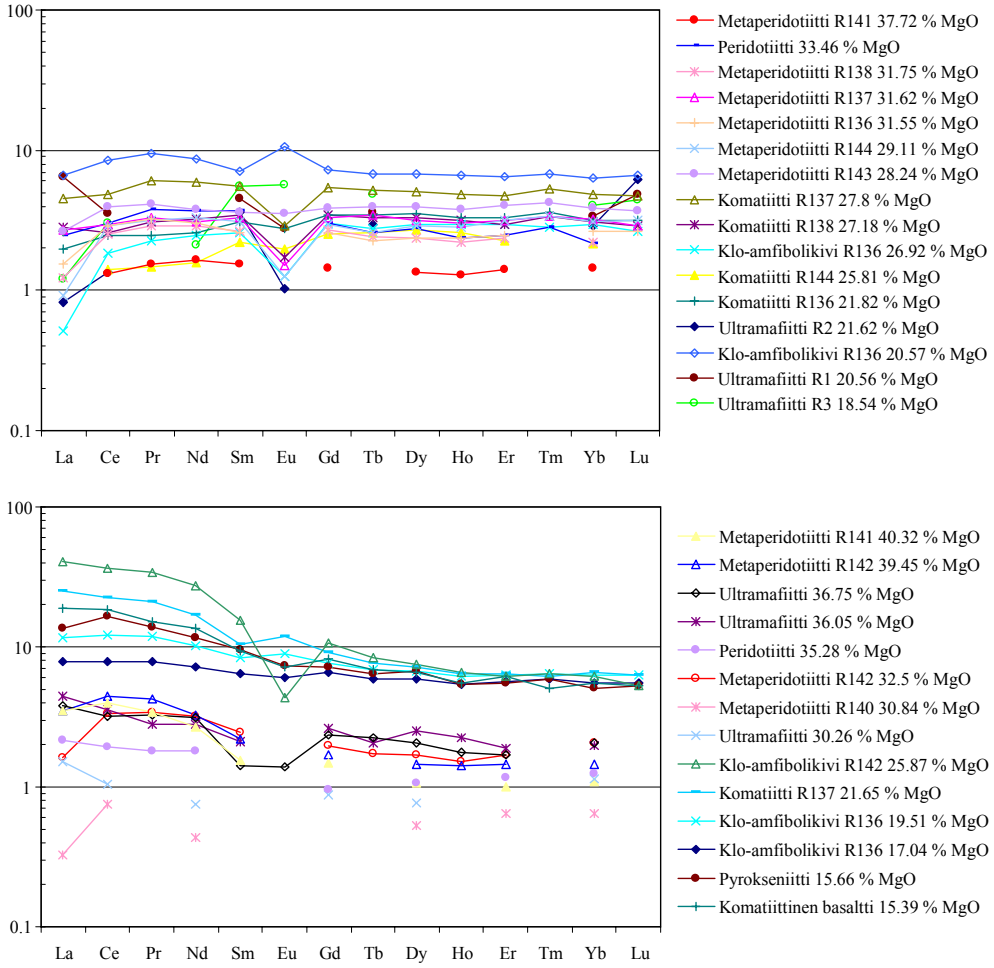
Kuva 45. Kontioselän mafisten-ultramafisten kairaus- ja paljastumanäytteiden kemialliset koostumukset CMA-diagrammilla.

Figure 45. *Mafic-ultramafic dill core and outcrop samples from Kontioselkä on CMA-diagram.*



Kuva 46. Kontioselän mafisten-ultramafisten näytteiden koostumuksia X-Y digrammeilla. Symbolit kuten kuvassa 44.

Figure 46. *Mafic-ultramafic samples from Kontioselkä on X-Y digrams. Symbols as in figure 44.*

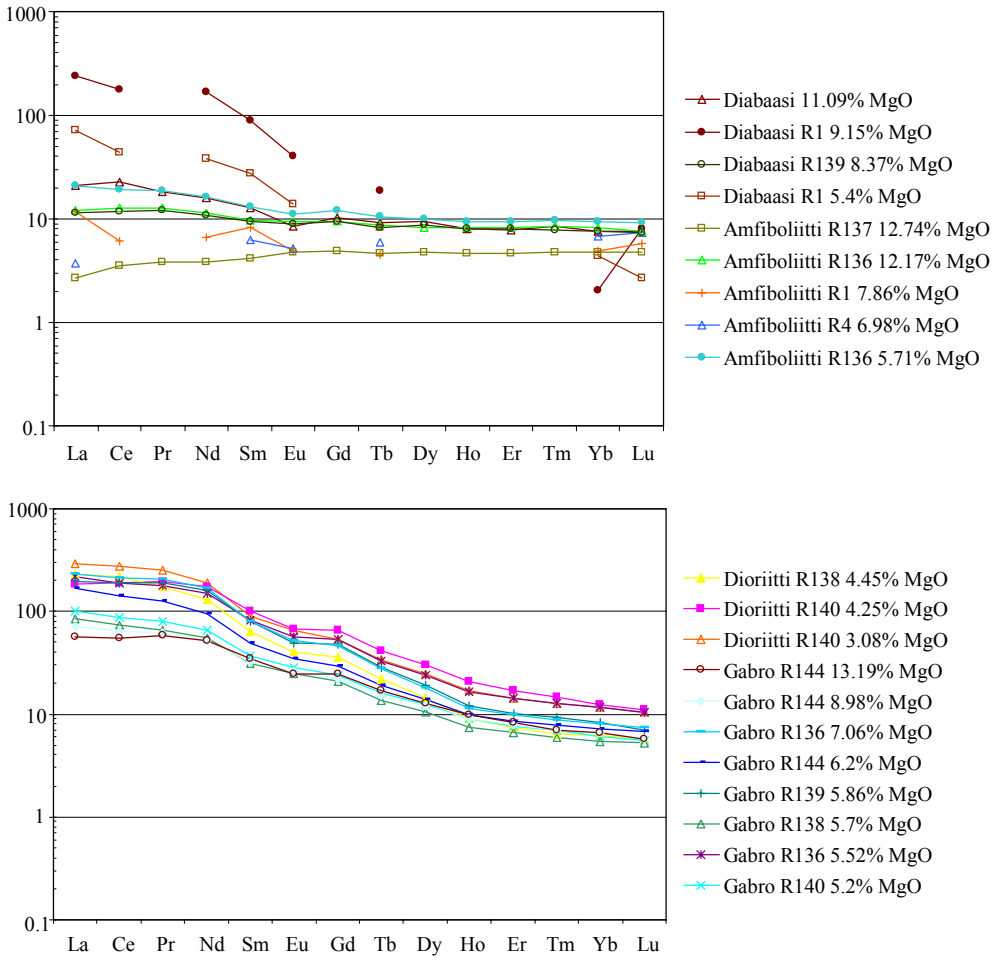


Kuva 47. Kontioselän ultramafisten näytteiden kondriittinormalisoidut REE-jakaumat.

Figure 47. *Chondrite-normalised REE-diagrams of ultramafic samples from Kontioselkä.*

Kontioselän ultramafiittien REE-kuvaajat ovat varsin tyypillisiä Itä-Lapin ultramafiiteille, ollen pääsääntöisesti tasaisia tai hieman LREE-rikastuneita (kuva 47).

Amfiboliittien REE-kuvaajat ovat tasaisia ja vastaavat arkeeisten vulkaniittien REE-kuvaajia. Diabaasit ovat vaihtelevasti LREE-rikastuneita ja gabrot-dioriitit taas varsin voimakkaasti LREE-rikastuneita. Gabrojen ja dioriittien REE-taso on korkeampi kuin esim. Tulppion alueen gabroilla (Heikura et al. 2009), mutta käyrien muoto on hyvin samanlainen ja poikkeaa siten Kuttusvaarojen alueen gabroista.



Kuva 48. Kontioselän mafisten näytteiden kondriittinormalisoidut REE-jakaumat.

Figure 48. *Chondrite-normalised REE-diagrams of mafic samples from Kontioselkä.*

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA AIHEEN ARVIOINTI

Tutkimuskohteena Tulppion vihreäkivijaksoa on pidetty mielenkiintoisena ja malmikriittisenä alueena, josta osoituksena ovat useat eri tutkimusvaiheet vuosikymmenien ajalta. Vaihtelevat kivilajiympäristöt, arkeeisen ja proterotsooisen kallioperän väliset tektoniset kontaktivyöhykkeet ja monivaiheinen deformaatio ovat luoneet edellytykset niin perus- kuin jalometallimineralisaatioiden synnylle. Runsas sulfidien esiintyminen liuskeiden yhteydessä olisi voinut luoda hyvät edellytykset malmin muodostukselle emäksisiin kivilajeihin, josta onkin muutamia viitteitä nikkelipitoisten lohkareiden muodossa. Laaja-alaisina esiintyvät mafiset muodostumat voisivat olla hyviä ”isäntiä” niin nikkeli-kuparimalmeille kuin myös PGE-mineralisaatioille. Eri ikäiset kivilajiassosiaatiot ja niiden väliset rakenteet ja muut tektoniset heikkousvyöhykkeet ovat otollisia paikkoja kultamalmin muodostumiselle.

Tutkimusten painoalueena ollut Savukosken Kuttusvaarojen ympäristö koostuu pääasiassa arkeeisista kivilajeista, mutta vahva olettamus on, että osa Kemijoen välittömässä läheisyydessä olevista, sen länsi- ja itäpuolen kivilajeista olisivat iältään proterotsoosia. Lisäksi proterotsooisia mafisia-ultramafisia kivilajeja saattaa esiintyä myös Kuttusvaaroilla.

Runsaasta ja perustellusti kohdennetusta näytteiden otosta- ja niiden analysoinnista huolimatta, ei tämäkään projekti pystynyt selvittämään arvoituksellisten Ni-pitoisten lohkareiden alkuperää. Yksikään tämän tutkimuksen yhteydessä analysoiduista ultramafisista näytteistä ei yltänyt edes puoleen 7590 ppm:n Ni-pitoisuudesta, joka yhdestä alueelta aikaisemmin löytyneestä lohkareesta on analysoitu. Korkeimmaksi pitoisuudeksi jäi reiän R117 kairasydämistä analysoitu tulos, 2 m @ 3220 ppm Ni. Samasta reiästä analysoitiin myös korkein Au-pitoisuus, 2 m @ 0,123 ppm. Parhaimmat PGE-pitoisuudet saatiin reiän R129 näytteistä, 1,5 m @ 0,107 ppm Pd ja 0,085 ppm Pt. Sulfidisten perusmetallien pitoisuudet jäivät todella alhaisiksi.

Geokemialliset kulta-anomaliat Kuttusvaarojen alueella tarkistettiin kairaamalla ja kaivamalla tutkimuskaivantoja ja analysoimalla niistä otettuja näytteitä. Tulokset osoittivat niiden aiheutuvan vain hieman määritysrajan ylittävistä anomaalisista kultapitoisuuksista. Kairaus- ja kartoitusnäytteissä ei myöskään havaittu mineralisaatioihin viittaavaa muuttumista, vaikka rautakiisut ovatkin yleisiä. Kuparikiisu on harvinainen. Pääosa otetuista, anomaalisista nikkeli- ja jalometallipitoisista näytteistä sijoittuu oletetulle arkeeiselle Kuttusvaarojen vihreäkivijaksolle, joka vaikuttaa länsipuolen liuskeita potentiaalisemmalta.

Koska GTK:n Kuttusvaarojen ympäristössä tekemissä tutkimuksissa ei löydetty todisteita taloudellisesti merkittävistä malmeista, luovuttiin valtauksista ja työt alueella lopetettiin vuoden 2009 lopulla viimeisten analyysitulosten valmistuttua.

5 TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN

Osa kairasydämistä säilytetään toistaiseksi GTK:n Rovaniemen yksikön kairasydänvarastossa ja arkistoidaan myöhemmin Lopen valtakunnalliseen kairasydänarkistoon. Kairasydämistä otettuja digitaalisia kuvatiedostoja säilytetään GTK:n Rovaniemen yksikössä sekä taltioituna raportin mukana seuraavassa CD:ssä jpg-tiedostona. Kairasydämistä tehtyjä kiillotettuja ohuthieitä säilytetään GTK:n Rovaniemen yksikössä.

Kaikki valtausalueen ja sen lähiympäristön numeerinen aineisto, kuten kairasydänraportit, kallioperä- ja lohkarehavainnot, kemialliset analyysit, geofysikaaliset mittaustulokset ja geologinen kartta on tallennettu tähän raporttiin liittyvään aineistotallenteeseen. Tallenne sisältää myös tämän raportin.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Barnes, S-J. & Often, M. (1990). Ti-rich komatiites from northern Norway. Contributions to Mineralogy and Petrology 105: 42-54.

Gangopadhyay, A., Walker, R., Hanski, E., and Solheid, P. (2006). Origin of Paleoproterozoic Komatiites at Jessiörova, Kittilä Greenstone Complex, Finnish Lapland. Journal of Petrology 47: 773-789.

Heikura, P., Törmänen, T., Iljina, M., ja Salmirinne, H. (2009). Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa valtausalueella Tulppionkariste 1-5 (kaivosrekisterinumerot 8246/1-5) suoritetuista nikkeli, ja PGE-malmitutkimuksista vuosina 2005-2008. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M06/4723/2009/68. 50 s.*

Iljina, Markku 2009. Hanke 2901007. Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmivarojen kartoitus 2003-2008. Loppuraportti. 32 s., 21 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M10.4/2009/49.

Inkinen, O. / Lapin Malmi (1990). Kaivoslain 19 §:n mukainen tutkimustyöselostus. Savukoski, Rovaukonselkä, kaiv. rek. nro 3828/1 Outokummun aineistot, 080/4721/OI/90

Juopperi, H. (1994). Arkeeinen kallioperä Itä-Lapissa. Hankkeen 13102 loppuraportti. 17 s., 1 karttaliite. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, K/21.42/94/9.*

Juopperi, H. & Vaasjoki, M. (2001). U-Pb mineral age determinations from Archean rocks in eastern Lapland. Teoksessa: Vaasjoki, M. (toim.) Radiometric age determinations from Finnish Lapland and their bearing on the timing of Precambrian volcano-sedimentary sequences. Geological Survey of Finland, Special Paper 33, 209-228.

Kallioperätietokanta DigiKP Suomi, GTK. Versio 1.0, 04.08.2009.

Kauniskangas, E. (1987). Arkeeisten alueiden malmiprojekti. Savukosken koillisosan Arkeeisten liuskeiden petrografia ja geokemia. Rap. 25.. Oulun yliopisto. Oulu. 90 s

Kontas, Esko; Lehmuspelto, Pasi 1980. Alueellinen humuksen hivenmetallitutkimus Itä-Lapissa. 22 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S/41/4712 09/1/1980.*

Lahtinen, J. (2003). Tutkimustyöselostus Tuntsan arkeeisella vihreäkivivyöhykkeellä valtauksilla ”Kuttusoja 1-3” suoritetuista malmitutkimuksista. Outokummun aineistot, 080/4721/JJL/03

Makkonen, V.; Vartiainen, H.; Nuutilainen, J / Rautaruukki Oy (1968). Selostus eräistä tunnusteluluontoisista malminetsintätöistä Savukosken-Sallan alueella kesällä 1967 Rautaruukin aineistot, 090/4714, 4721, 3743/JN, HV, VM/68.

Manninen, T.; Hanski, E.; Kesola, R. (1988). Lapin vulkaniittiprojekti vuosikertomus1987. GTK:n arkisto, Raportti K/1988/1. 46 s.

Mikkola, E. (1936). Suomen geologinen yleiskartta, kivilajikartta, lehti D7, Tuntsajoki. General geological map of Finland, Pre-Quaternary rocks, sheet D7, Tuntsajoki.

Mikkola, E. (1941). Kivilajikartan selitys D 7, Tuntsajoki. English summary. General geological map of Finland 1:400 000.

Nuutilainen, J. (1980). Tutkimustyöselostus. Heinivuotso 1:n tutkimukset. Kaivosrekisterinumero 2946/1. Rautaruukki Oy.

Papunen, H. (1976). Lapin nikkeliprojekti. Kohteet 1-171. Pohjois-Suomen malmigeologinen toimikunta, Projekti 11. 6 kansiota. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, X134/PSMT-P11-76-2 osat 1-6.*

Papunen, H. (ed.) (2003). Savukosken Tulppion alueen kartoitukset kesällä 1997. Technical Report. Turun yliopisto

Piirainen, T. (toim.) (1985). Arkeeisten alueiden malmiprojektin loppuraportti. Arkeeisten alueiden malmiprojekti rap. 28. Oulun yliopisto. Oulu. 183 s.

Sarala, Pertti (toim.); Kirjoittajat: Hartikainen, Aimo; Sarapää, Olli; Iljina, Markku; Korkiakoski, Esko; Kousa, Jukka; Heikura, Pertti; Hulkki, Helena; Pulkkinen, Eelis; Törmänen, Tuomo; Sarala, Pertti (2008). Mobile Metal Ion (MMI) -menetelmän testaus malminetsintätutkimuksissa Itä- ja Pohjois-Suomessa vuonna 2007. 62 s., 3 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S44/2008/37

Sarapää, Olli; Pankka, Heikki; Hulkki, Helena; Karvinen, Antero; Keinänen, Veikko; Pulkkinen, Eelis; Lahti, Ilkka; Salmirinne, Heikki; Sarala, Pertti 2008. Pohjois-Suomen kultavarojen kartoitus vuosina 2003-2008. Loppuraportti. Hanke 2108002, 2901005. 91 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M10.4/2008/77.

Tukiainen, T.; Mattila, H. (1979). Geologinen kartoitus Ruuvaojan-Sotataipaleen-Kuttusvaarojen-Sorvortanjoen alueella 1978, Rautaruukin aineistot, 020/4712,4721,4714/TT,HM/79.

Virransalo, P. (1985). Arkeeisten alueiden malmiprojekti. Savukosken koillisosan kallioperän stratigrafia, rakenne ja metamorfoosi. Rap. 24.. Oulun yliopisto, Oulu. 81 s.

Vuotovesi, T. (1983). Tutkimustyöselostus 080/4721/TV/83/6. Lapin Malmi.

LIITELUETTELO
APPENDICES

Liite 1. Maastogeofysiikan mittaukset */ Geophysical ground surveys*
Liite 2. Petrofysiikan laboratoriomittaukset kairasydämistä sekä reikäluotaukset / *Petrophysical laboratory measurements and loggings from drill holes*
Liite 3. Valtausalueilla ja niiden lähiympäristössä tehdyt kartoitushavainnot./*Bedrock observations in the claims and surrounding area*
Liite 4. Valtausalueille ja niiden lähiympäristöön kairatut kairareiät./ *Diamond drill holes in the claims and surrounding area*
Liite 5. Malmi- ja petrologiset analyysit kairarei'istä./ *Ore and petrological analyses in drill cores*
Liite 6. Kairasydännäytteistä valmistetut kiillotetut ohuthieet./ *Polished thin sections*
Liite 7. MgO-, Ni-, Pd- ja Pt- pitoisuuksia kairasydämistä/ *MgO-, Ni-, Pd- and Pt-contents in drill cores*
Liite 8. Malmianalyysejä kairasydännäytteistä */ Drill core samples exceeding 2,000 ppm Ni*
Liite 9. Jalometallianalyysejä kairasydännäytteistä / *Drill core samples exceeding 0.037 ppm pd*
Liite 10. Au- pitoisuuksia kairasydämistä/ *Au contents in drill cores, exceeding 0,015 ppm Au*

Maastogeofysiikan mittaukset
Savukoski; Kuttusvaara area
Geophysical ground surveys
Data included to the claim report

Magnetic

Data files: 95MG472107D_1.xyz (1995)
06mg472107_1.xyz (2006)
Equipment: Proton magnetometer
Area: ~11,7 km^2
Line direction: NW-SE,
Line spacing 100 m
Point separation: 10 m

VLF-R

Data files: 95VR472107D_1.xyz (1995)
06vr472107_1.xyz (2006)
Equipment: Geonics EM16R
VLF-R stations: GBR 16.0 kHz / DHO38 23.4 kHz
Area: ~11,7 km^2
Line spacing 100 m
Line direction: NW-SE
Point separation: 20 m

Gravity

Data file: 06gr472107_1.xyz (2006)
Equipment: Worden
Area: ~11,0 km^2, 7 profiles
Line spacing 400 m
Line direction: NW-SE
Point separation: 20

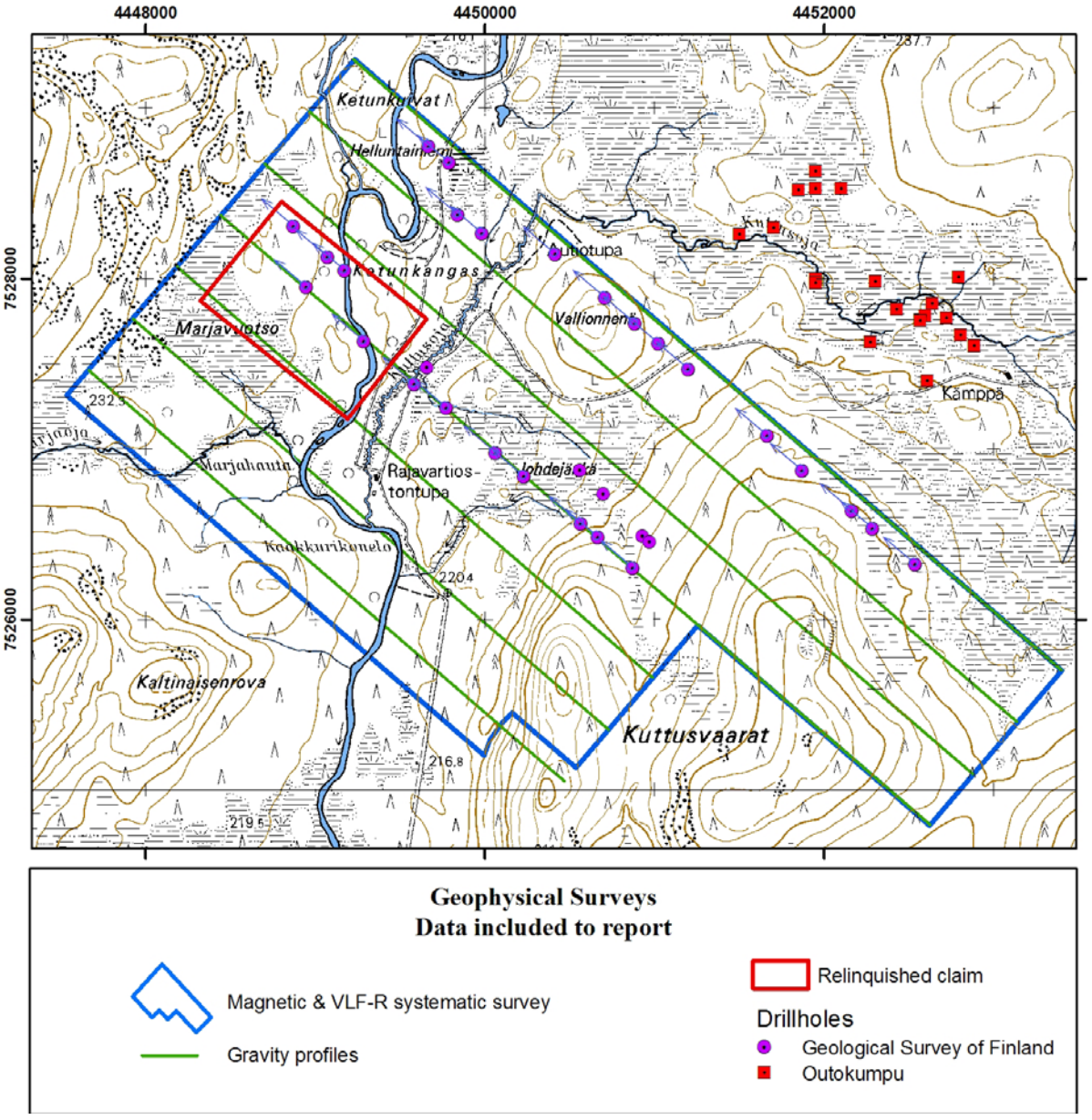
Raporttiin liitetyt Kuttusvaaran alueen geofysiikan maastomittaukset

Geophysical ground measurements included to report in Kuttusvaara area.

	points	***line_km***	***Area [km^2]***
Magnetic	11 665	122,000	~11,7 km^2
EM; VLF-R	6 240	122,100	~11,7 km^2
Gravity	1 648	33,100	~11,0 km^2

Indeksikartta raporttiin liitetyistä Kuttusvaaran alueen maastogeofysiikan mittauksista (Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10)

Index map of ground geophysical data included to report in Kuttusvaara study area. (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10)



Petrofysiikan laboratoriomittaukset kairasydämistä sekä reikäluotaukset.
Petrophysical laboratory measurements and loggings from drill holes.
Data included to claim report.

Petrofysiikan laboratoriomittauksia on tehty 17 reiän kairasydämistä (DSR ja PRT). Sydämistä on mitattu metrin välein tiheys (D [kg/m^3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])) sekä remanentti magnetoituma (J [µA/m]).

Laboratoriomittausten lisäksi viidestä reiästä on tehty petrofysiikan in-situ luotaukset (LOG). Rei'istä luodattiin 2 cm välein tiheys (D [kg/m^3]), magneettinen suskeptibiliteetti (K [µSI])), varautuvuus (M [%]), ominaisvastus (R [Ωm]) sekä gamma säteily (TOT, [µR/h]).

Petrofysiikan laboratoriomittaukset kairasydämistä sekä reikäluotaukset Kuttusvaarassa.
Number of petrophysical laboratory measurements and loggings from drill holes in Kuttusvaara.

Drill hole	***From depth [m]***	***To depth [m]***	***PTR Count***	***DSR Count***	***LOG Count***
K472187R1	18.50	345.80	326		
K472187R2	18.20	202.50	187		
K472187R3	21.40	203.00	123		
K472187R4	20.30	67.00	46		
K472194R101	14	28		15	
K472194R102	11	25		15	
K472194R103	18	33		16	
K472194R106	21	37		5	
K472194R107	7	19		13	
K472194R108	5	18		13	
K472194R109	6	19		8	
M472106R111	6	82		77	
M472106R112	1.80	102.50		66	1008
M472106R113	1.80	106.00			1043
M472107R114	1.80	109.00			1103
M472107R115	1.80	139.40			1377
M472107R117	1.80	117.50			1168
M472107R0125	10.60	143.65		132	
M472107R0126	8.60	150.75		133	
M472108R0127	0.00	148.00		118	
M472108R0135	8.00	90.00		75	
		TOTAL	***682***	***686***	***5699***

DSR and ***PRT*** = Laboratory measurements, sampling interval ~1m ; density D [kg/m^3], susceptibility K [10^{-6} SI] and remanence J [mA/m].
LOG = Loggings, logging interval ~0.02m;
D = Density [kg/m^3]
K = Susceptibility [10^{-6} SI]
M = Chargeability [%]
R = Apparent resistivity [Ωm]
TOT = Total gamma radiation [µR/h]
Depth [m]

Appendix 3 / Liite 3

Ketunkangas 1- ja Kuttusoja 1-4 valtauksilla ja lähiympäristössä tehdyt kartoitushavainnot.

Bedrock observations in the Ketunkangas 1- and Kuttusoja 1-4 claims and surrounding area.

HAV_ID	TYYPPI	KKJ_X	KKJ_Y	HAV_ID	TYYPPI	KKJ_X	KKJ_Y
OBSERV.-ID	*TYPE*	*NORTHING*	*EASTING*	*OBSERV.-ID*	*TYPE*	*NORTHING*	*EASTING*
168-PTMO-02	PALJASTUMA	7523898	4451129	4-APHE-06	LOHKARE	7524678	4449914
164-SLK-02	PALJASTUMA	7523932	4451118	24-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524645	4450980
169-PTMO-02	PALJASTUMA	7523947	4451151	54-APHE-06	LOHKARE	7524705	4450370
165-SLK-02	PALJASTUMA	7524032	4451264	23-APHE-06	RAKKA + PALJASTUMA	7524712	4450973
167-PTMO-02	PALJASTUMA	7525842	4451452	55-APHE-06	LOHKARE	7524781	4450375
161-SLK-02	PALJASTUMA	7525826	4451998	5-APHE-06	LOHKARE	7524830	4449920
165-PTMO-02	RAKKA + PALJASTUMA	7525828	4452026	22-APHE-06	RAKKA + PALJASTUMA	7524836	4450858
166-PTMO-02	PALJASTUMA	7525835	4451951	6-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524881	4449935
162-SLK-02	PALJASTUMA	7525838	4451888	30-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524807	4451475
160-SLK-02	LOHKARE	7525881	4451295	7-APHE-06	LOHKARE	7524919	4449906
163-SLK-02	LOHKARE	7526212	4450971	35-APHE-06	LOHKARE	7524828	4452099
159-SLK-02	LOHKARE	7526290	4451316	59-APHE-06	RAKKA	7524983	4450288
158-SLK-02	PALJASTUMA	7526571	4451795	31-APHE-06	PALJASTUMA	7524922	4451564
184-PTMO-02	LOHKARE	7526781	4448494	113-APHE-06	PALJASTUMA	7524923	4452976
164-PTMO-02	LOHKAREIKKO	7526719	4451634	32-APHE-06	LOHKARE	7525081	4451670
157-SLK-02	PALJASTUMA	7526714	4451724	56-APHE-06	LOHKAREIKKO	7525143	4451032
160-PTMO-02	LOHKARE	7526833	4451139	33-APHE-06	LOHKAREIKKO	7525113	4451771
155-SLK-02	LOHKARE	7526880	4451162	34-APHE-06	PALJASTUMA	7525154	4451877
154-SLK-02	LOHKARE	7526884	4451169	57-APHE-06	LOHKARE	7525222	4451086
159-PTMO-02	LOHKAREIKKO	7526926	4451210	12-APHE-06	PALJASTUMA	7525300	4450052
158-PTMO-02	LOHKAREIKKO	7527033	4451144	11-APHE-06	LOHKARE	7525320	4450096
161-PTMO-02	LOHKARE	7527036	4451217	58-APHE-06	LOHKAREIKKO	7525270	4451125
162-PTMO-02	LOHKARE	7527032	4451436	37-APHE-06	LOHKARE	7525275	4452298
156-SLK-02	PALJASTUMA	7527130	4451503	36-APHE-06	LOHKARE	7525284	4452286
163-PTMO-02	PALJASTUMA	7527196	4451632	44-APHE-06	LOHKARE	7525344	4452610
144-SLK-02	LOHKARE	7527849	4452511	43-APHE-06	LOHKARE	7525428	4452580
149-PTMO-02	LOHKARE	7527863	4452636	114-APHE-06	LOHKARE	7525421	4453345
173-SLK-02	LOHKARE	7528038	4449070	39-APHE-06	PALJASTUMA	7525535	4452114
183-PTMO-02	LOHKARE	7528160	4449094	38-APHE-06	LOHKARE	7525538	4452255

172-SLK-02	LOHKARE	7528163	4449090	42-APHE-06	LOHKARE	7525559	4452475
21-JER-03	LOHKARE	7524317	4450059	10-APHE-06	LOHKARE	7525812	4450099
22-JER-03	LOHKAREIKKO	7524329	4450059	40-APHE-06	PALJASTUMA	7525754	4451989
23-JER-03	PALJASTUMA	7524361	4450132	9-APHE-06	LOHKARE	7525877	4450090
24-JER-03	PALJASTUMARYHMÄ	7524401	4449893	8-APHE-06	LOHKARE	7525925	4450053
19-JER-03	LOHKAREIKKO	7524441	4450001	50-APHE-06	LOHKARE	7525938	4451564
20-JER-03	LOHKAREIKKO	7524443	4450082	46-APHE-06	LOHKARE	7526207	4449663
25-JER-03	RAKKA + PALJASTUMA	7524463	4449903	41-APHE-06	LOHKAREIKKO	7526105	4452103
18-JER-03	PALJASTUMARYHMÄ	7524641	4450110	17-APHE-06	PALJASTUMA	7526225	4450336
25-JER-05	PALJASTUMA	7524207	4449898	51-APHE-06	LOHKAREIKKO	7526226	4452218
24-JER-05	PALJASTUMARYHMÄ	7524241	4449933	16-APHE-06	LOHKARE	7526468	4450419
26-JER-05	PALJASTUMARYHMÄ	7524269	4449792	45-APHE-06	LOHKARE	7526690	4449830
23-JER-05	PALJASTUMA	7524376	4450002	117-APHE-06	PALJASTUMA	7526885	4451465
22-JER-05	PALJASTUMARYHMÄ	7524382	4449984	49-APHE-06	LOHKARE	7526883	4451513
30-JER-05	RAKKA	7524391	4450245	116-APHE-06	PALJASTUMA	7526939	4451333
27-JER-05	RAKKA	7524394	4450449	15-APHE-06	LOHKARE	7526989	4451011
28-JER-05	RAKKA + PALJASTUMA	7524483	4450514	14-APHE-06	LOHKAREIKKO	7527090	4451076
29-JER-05	RAKKA	7524512	4450158	141-APHE-06	PALJASTUMA	7527109	4451613
31-JER-05	RAKKA	7525297	4450049	140-APHE-06	PALJASTUMA	7527121	4451633
112-APHE-06	PALJASTUMA	7523722	4451168	139-APHE-06	PALJASTUMA	7527130	4451654
111-APHE-06	LOHKARE	7523995	4450175	138-APHE-06	PALJASTUMA	7527134	4451656
26-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524100	4451416	136-APHE-06	PALJASTUMA	7527156	4451687
2-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524207	4449893	135-APHE-06	PALJASTUMA	7527160	4451684
18-APHE-06	LOHKARE	7524208	4450221	137-APHE-06	PALJASTUMA	7527160	4451681
20-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524215	4450295	133-APHE-06	PALJASTUMA	7527162	4451694
19-APHE-06	LOHKARE	7524268	4450265	134-APHE-06	PALJASTUMA	7527165	4451694
53-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524290	4450085	115-APHE-06	PALJASTUMA	7527177	4451659
25-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524266	4450969	48-APHE-06	LOHKAREIKKO	7527435	4451641
3-APHE-06	PALJASTUMA	7524380	4449889	47-APHE-06	LOHKARE	7527501	4451538
27-APHE-06	LOHKAREIKKO	7524410	4451463	119-APHE-06	PALJASTUMA	7527520	4451776
21-APHE-06	RAKKA	7524462	4450474	118-APHE-06	PALJASTUMA	7527653	4451053
28-APHE-06	LOHKARE	7524545	4451513	13-APHE-06	LOHKARE	7527795	4450039
29-APHE-06	LOHKARE	7524595	4451530	52-APHE-06	RAKKA	7527913	4448138

Ketunkangas 1- ja Kuttusoja 1-4 valtauksille ja niiden lähiympäristöön kairatut kairareiät.

Diamond drill holes in Ketunkangas 1 and Kuttusoja 1-4 claims and surrounding area.

Kairareikä tunnus *Hole-ID*	**X-koord.** *Northing*	**Y-koord.** *Easting*	**Korkeus** *Elev. (Z)*	**Suunta** *Azimuth*	**Kaade** *Dip*	**Pituus (m)** *Length (m)*	**Maata (m)** *Overburden(m)*
47212006R0110	7528140	4450405	222	310	45	79.85	10.20
47212006R0111	7528885	4450700	250	310	55	82.05	5.00
47212006R0112	7527735	4450875	240	310	55	102.80	28.10
47212006R0113	7527615	4451015	235	310	55	106.00	16.00
47212007R0114	7527465	4451190	235	310	55	109.95	13.20
47212007R0115	7527075	4451655	260	310	55	139.65	3.80
47212007R0116	7528775	4449660	220	310	60	191.05	19.50
47212007R0117	7526870	4451860	265	310	55	115.50	11.70
47212007R0118	7526635	4452185	270	310	55	129.10	2.10
47212007R0119	7528675	4449780	215	310	60	151.25	31.10
47212007R0120	7526530	4452275	270	310	55	103.10	5.00
47212007R0121	7526320	4452525	268	310	55	140.20	9.90
47212007R0122	7528370	4449830	220	310	60	179.00	29.60
47212007R0123	7528240	4449980	221	310	60	140.35	17.55
47212007R0124	7527627	4449280	216	310	60	173.10	19.00
47212007R0125	7528302	4448864	221	310	50	143.65	10.20
47212007R0126	7528124	4449066	217	310	50	157.35	7.10
47212008R0127	7528042	4449163	215	310	50	148.00	29.65
47212008R0128	7527948	4448937	221	310	50	168.85	7.95
47212008R0129	7527375	4449577	218	310	50	136.70	27.05
47212008R0130	7527238	4449764	219	310	50	102.10	19.20
47212008R0131	7526973	4450056	223	310	60	100.20	30.00
47212008R0132	7526837	4450223	224	310	60	107.45	40.60
47212008R0133	7526655	4450556	234	310	45	128.05	5.70
47212008R0134	7526478	4450657	247	310	45	124.10	0.50
47212008R0135	7526299	4450863	259	310	45	92.00	8.00
47212009R0136	7525690	4454570	270	270	70	193.10	13.40
47212009R0137	7525595	4454475	273	270	80	133.40	10.00
47212009R0138	7525420	4454160	293	200	80	109.60	4.90
47212009R0139	7525333	4454129	295	20	45	87.10	10.70
47212009R0140	7525400	4454725	275	270	80	82.40	4.20
47212009R0141	7525315	4454795	278	270	80	82.50	4.10
47212009R0142	7525220	4454775	275	270	80	61.60	3.20
47212009R0143	7525300	4453965	300	270	70	88.20	2.10
47212009R0144	7525305	4454320	290	270	70	61.40	3.40

Malmi- ja petrologiset analyysit Ketunkangas 1- ja Kuttusoja 1-4 valtauksille ja niiden lähiympäristöön kairatuista kairasydämistä.

Ore and petrological analyses in drill cores in Ketunkangas 1 and Kuttusoja 1-4 claims and surrounding area.

REIKÄTUNNUS	MALMIANALYYSIT/ *ORE ANALYSES*			PETROLOGISET ANALYYSIT/ *PETROLOGICAL ANALYSES*			
	704P(Au,Pd,Pt)	510P,511P	Tilausnumero	175X	308M	811L	Tilausnumero
Hole ID	kpl (n)	kpl (n)	*Laboratory number*	kpl (n)	kpl (n)	kpl (n)	*Laboratory number*
47212006R0110				2	2	2	89714
47212006R0111	4	4	89718				
47212006R0112	25	25	89718				
47212006R0113	57	57	89718,203295				
47212007R0114	25	25	89712	2	2	2	89713
47212007R0115	68	68	89712	5	5	5	89713
47212007R0116	78	78	89716	4	4	4	89713
47212007R0117	53	53	203706	6	2	2	203707
47212007R0118	23	23	203698	3			203699
47212007R0119	25	25	89712	4	4	4	
47212007R0120	8	8	203698	1			203699
47212007R0121	7	7	203698	2			203699
47212007R0122	75	75	89715	1	5	5	215817
47212007R0123	33	33	89716	5	6	6	
47212007R0124	18	18	215811	4	4	4	215810
47212007R0124	4	4	203294				
47212007R0125	15	15	215812	6	6	6	215813
47212007R0126	65	65	215814	6	6	7	215817
47212007R0126	8	8	203294				
47212008R0127	21	21	215819	6	6	6	215820
47212008R0128	14	14	215804	4		4	215805
47212008R0129	43	43	215825	4	4	4	215826
47212008R0130	25	25	215911	1	1	1	215912
47212008R0131	17	17	215818	1	1	1	215816
47212008R0132	31	31	215822	2	2	2	215816
47212008R0133	22	22	215821	3	3	3	215816
47212008R0134	15	15	215815	2	2	2	215816
47212008R0135	0	0		3	3	3	215805
47212009R0136	78	78	217829	11	11	11	217945
47212009R0137	35	35	217825	7	7	7	217945
47212009R0138	35	35	217826	4	4	4	217945
47212009R0139	28	28	217928	4	4	4	217945
47212009R0140	24	24	217930	5	5	5	217945
47212009R0141	10	10	217827	3	3	3	217945
47212009R0142	7	7	217935	7	7	7	217945
47212009R0143	30	30	217933	7	7	7	217945
47212009R0144	27	27	217931	6	6	6	217945
Yhteensä	**1053**	**1053**		**131**	**122**	**127**	

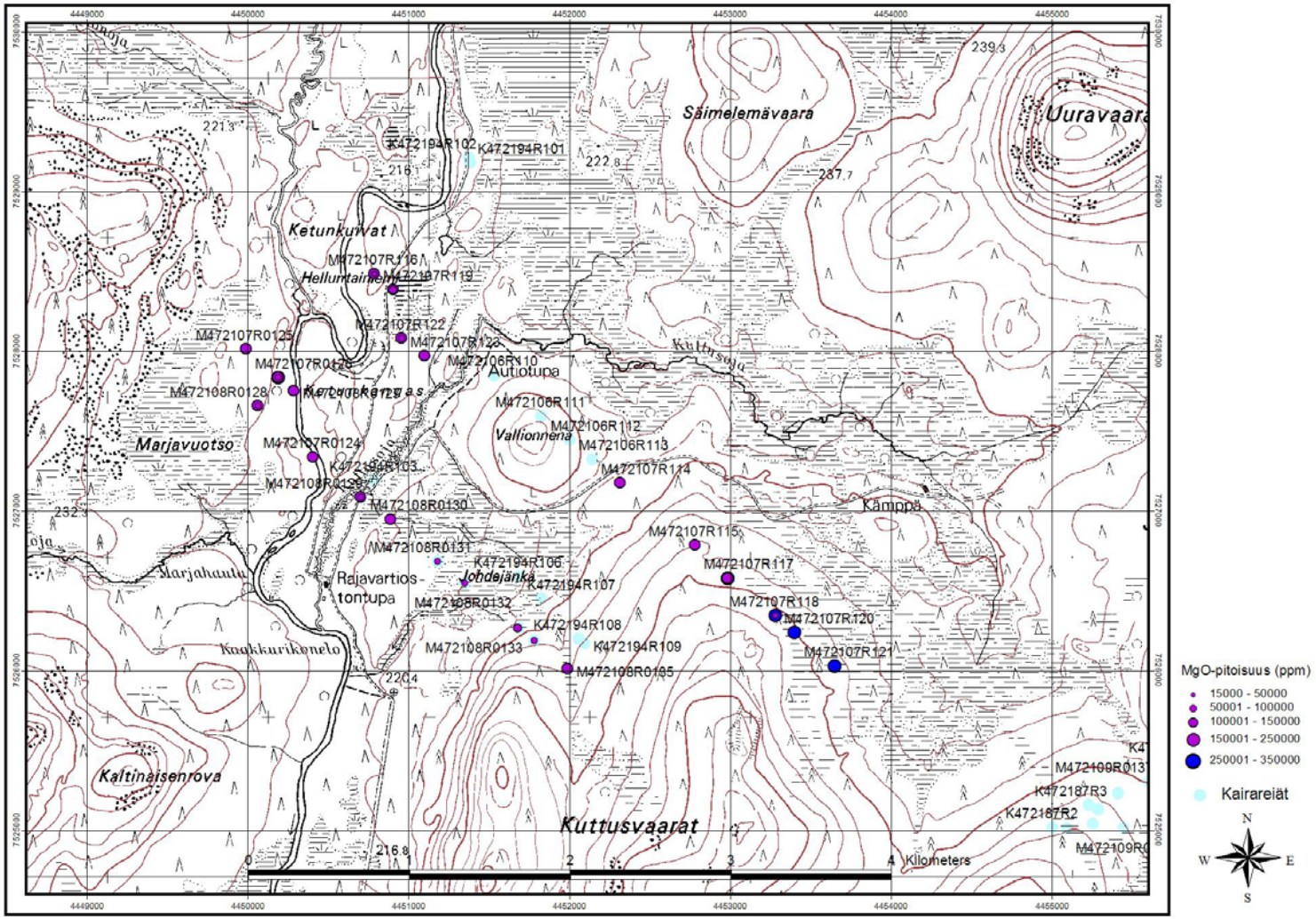
Kairasydännäytteistä valmistetut ohuthieet.

Polished thin sections from the drill cores.

TUNNUS	SYVYYS	HIENRO	TUNNUS	SYVYYS	HIENRO
M472106R110	*25.60*	*706245*	*M472107R123*	*18.75*	*707508*
M472106R110	*72.25*	*706246*	*M472107R123*	*47.25*	*707509*
M472107R114	*29.55*	*706247*	*M472107R123*	*64.70*	
M472107R115	*15.00*	*706249*	*M472107R123*	*82.30*	*707510*
M472107R115	*24.00*	*706250*	*M472107R123*	*89.30*	*707511*
M472107R115	*80.60*	*706251*	*M472107R123*	*112.00*	*707512*
M472107R114	*100.65*	*706248*	*M472107R0124*	*66.15*	*808487*
M472107R115	*102.80*	*706252*	*M472107R0124*	*89.95*	*808488*
M472107R115	*131.15*	*706253*	*M472107R0125*	*38.25*	*809520*
M472107R116	*25.00*	*706254*	*M472107R0125*	*91.75*	*809521*
M472107R116	*38.70*	*706255*	*M472107R0126*	*9.15*	*808489*
M472107R116	*143.35*	*706256*	*M472107R0126*	*90.70*	*808490*
M472107R116	*183.15*	*707507*	*M472107R0126*	*96.65*	*808491*
M472107R117	*26.85*	*706257*	*M472107R0126*	*131.55*	*808492*
M472107R117	*47.95*	*706258*	*M472108R0128*	*28.15*	*808493*
M472107R117	*51.00*	*706259*	*M472108R0128*	*51.35*	*808495*
M472107R117	*57.80*	*706260*	*M472108R0128*	*46.10*	*808494*
M472107R117	*86.45*	*706261*	*M472108R0128*	*60.15*	*808496*
M472107R117	*104.45*	*706262*	*M472108R0129*	*118.15*	*808497*
M472107R118	*105.15*	*706761*	*M472108R0131*	*34.70*	*808498*
M472107R119	*110.60*	*706263*	*M472108R0132*	*60.50*	*808499*
M472107R119	*113.25*	*706264*	*M472108R0132*	*67.55*	*808500*
M472107R119	*119.60*	*706265*	*M472108R0133*	*83.90*	*808503*
M472107R119	*127.50*	*706266*	*M472108R0133*	*54.45*	*808502*
M472107R120	*29.90*	*706762*	*M472108R0133*	*28.00*	*808501*
M472107R122	*41.50*	*706267*	*M472108R0134*	*9.85*	*808504*
M472107R122	*66.90*	*706268*	*M472108R0134*	*52.00*	*808505*
M472107R122	*76.75*	*706269*	*M472108R0135*	*25.35*	*808506*
M472107R122	*127.50*	*706270*	*M472108R0135*	*47.75*	*808507*
M472107R122	*165.00*	*706271*	*M472108R0135*	*90.20*	*808508*

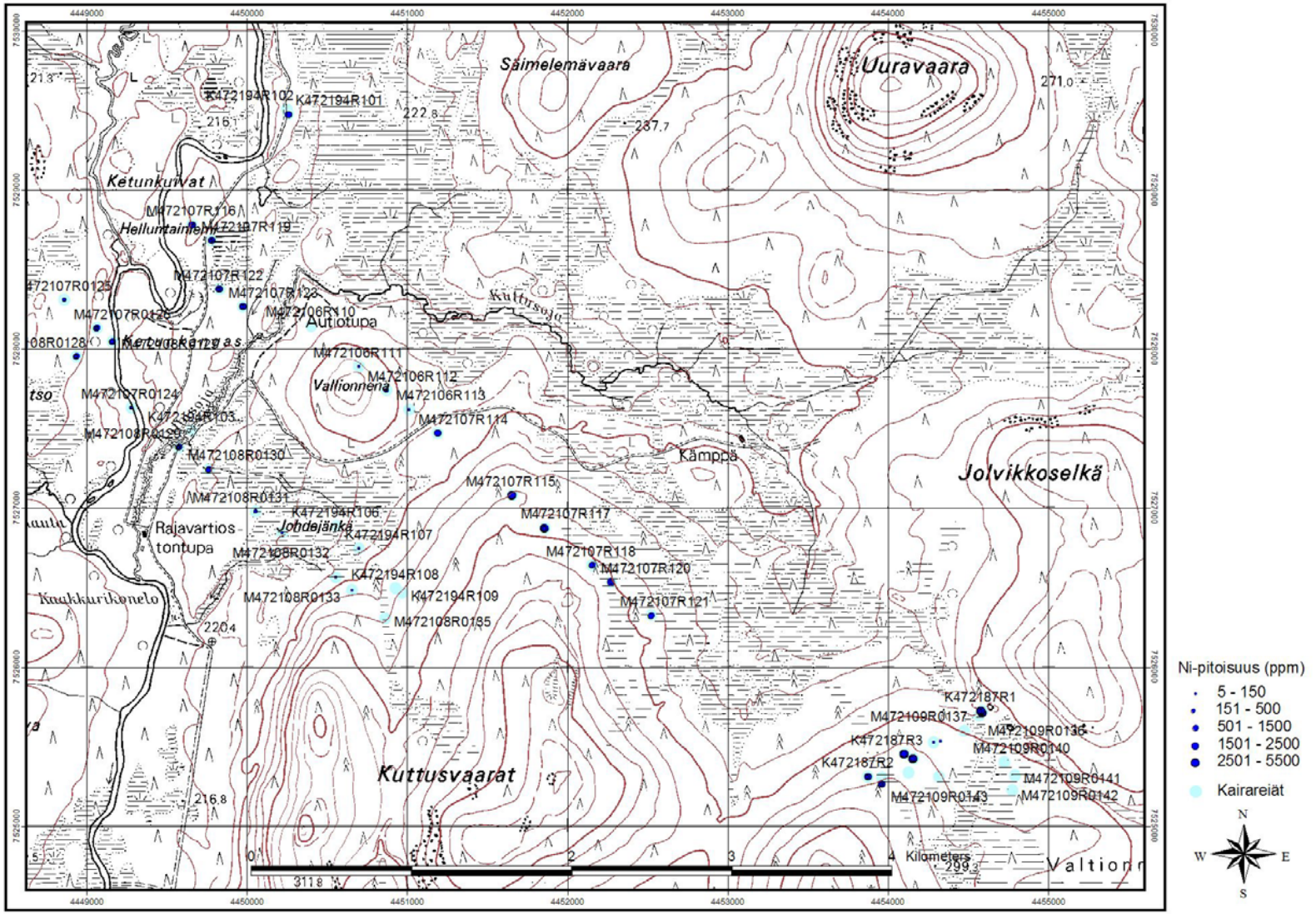
Violetit ja siniset pisteet mafisten kivien MgO-pitoisuuksia (ppm) kairasydämistä.

Violet and blue dots MgO-contents in mafic rocks from drill cores (ppm). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).



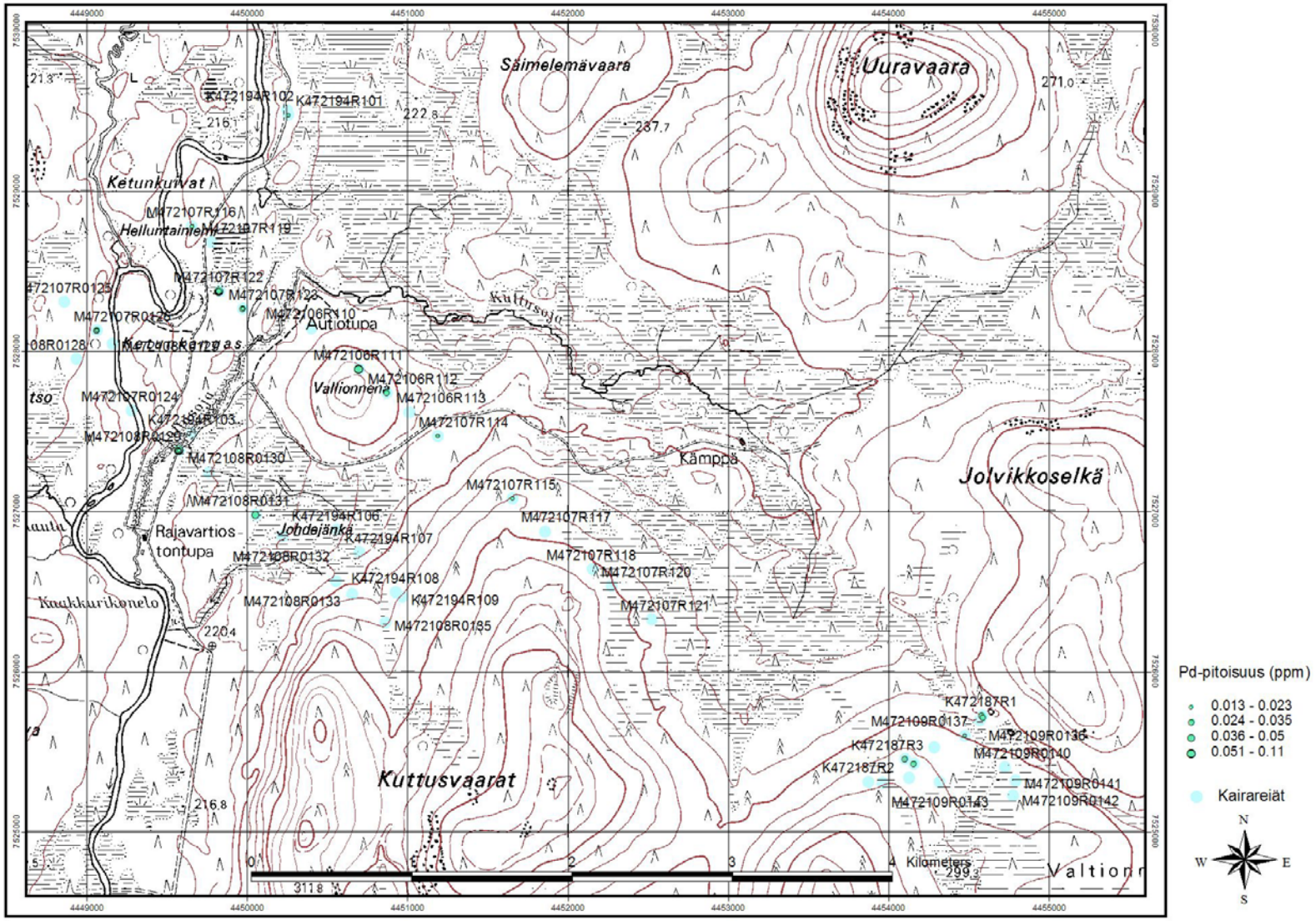
Tumman siniset pisteet kairasydänten Ni-pitoisuuksia (ppm).

Blue dots Ni-contents in drill cores (ppm). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).



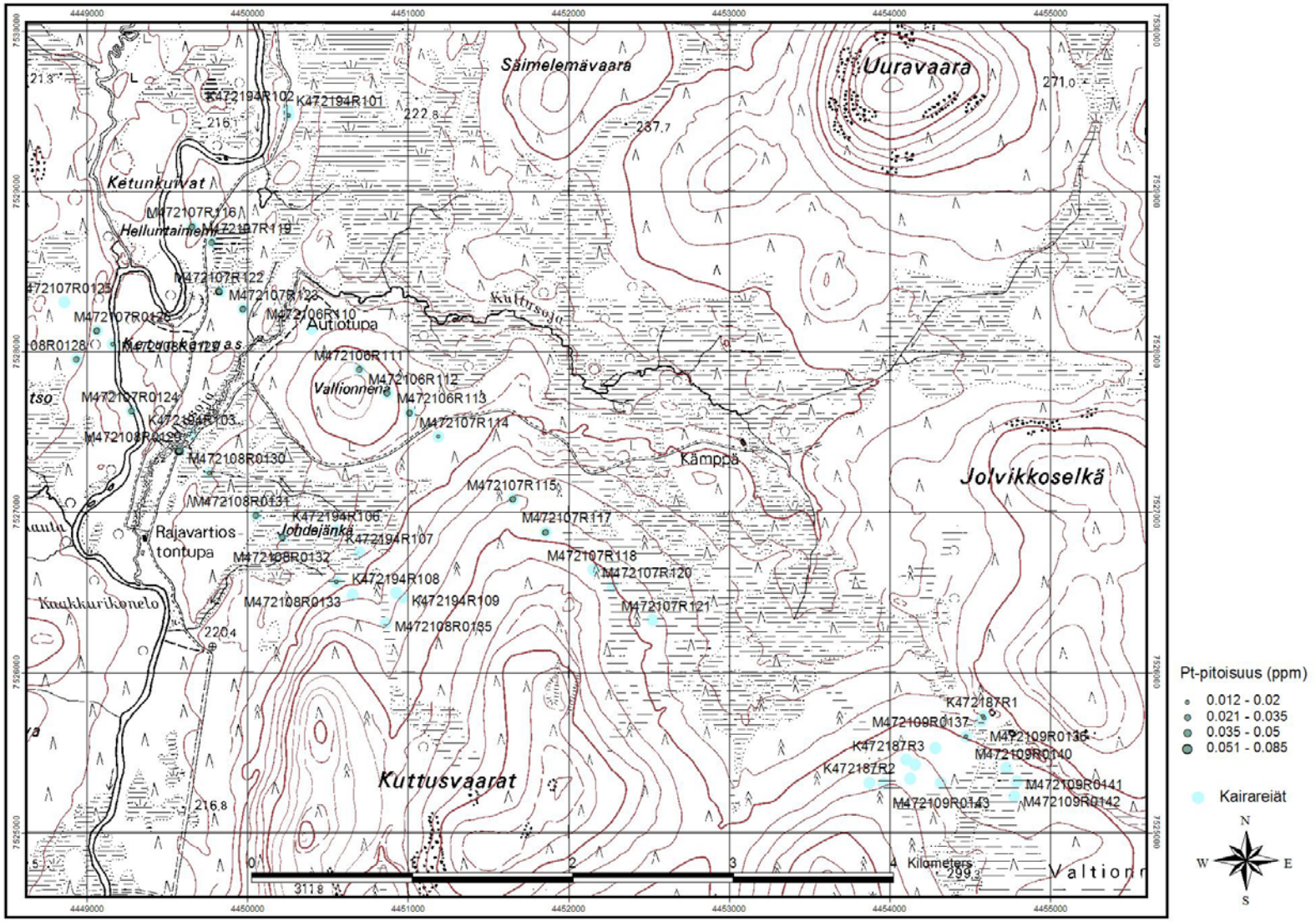
Vaalean siniset pisteet kairasydänten Pd-pitoisuuksia (ppm).

Pale blue dots Pd-contents in drill cores (ppm). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).



Vihreät pisteet kairasydänten Pt-pitoisuuksia (ppm).

Green dots Pt-contents in drill cores (ppm). (Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10).



Malmianalyysejä kairasydännäytteistä. Pitoisuudet rajattu Ni:n minimipitoisuuden 2000 ppm mukaan.
Drill core samples exceeding 2000 ppm Ni.

Hole_ID	From_Depth	To_Depth	Co	Cr	Cu	Fe	Ni	S
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
K472187R3	64.35	64.60	405.00	194.00	501.00	397000.00	***5500.00***	191000.00
M472107R117	49.20	51.20	132.00	533.00	8.00	57700.00	***3220.00***	347.00
K472187R3	46.00	46.20	116.00	1730.00		68600.00	2720.00	
K472187R3	53.60	53.80	111.00	2040.00		63000.00	2580.00	
K472187R1	196.15	196.35	125.00	2510.00		75300.00	2440.00	
K472187R3	52.00	54.00	97.70	391.00	12.70	51900.00	2400.00	1280.00
K472187R3	46.00	48.00	91.30	401.00	10.10	52900.00	2280.00	1460.00
K472187R3	50.00	52.00	92.80	385.00	9.00	49900.00	2280.00	1310.00
K472187R1	189.05	189.25	97.40	2890.00		59300.00	2260.00	
K472187R3	48.00	50.00	89.70	437.00	10.50	53100.00	2250.00	1390.00
M472109R0138	75.10	76.25	79.00	673.00	18.00	31900.00	2230.00	2280.00
K472187R1	199.80	200.00	117.00	3150.00		73300.00	2190.00	
K472187R3	61.30	61.50	104.00	1790.00		59200.00	2170.00	
K472187R3	44.00	46.00	87.10	420.00	6.80	50000.00	2160.00	1300.00
K472187R3	60.00	62.00	95.00	402.00	10.30	48500.00	2160.00	1230.00
M472109R0138	72.10	73.60	89.00	474.00	5.00	46600.00	2140.00	1780.00
K472187R3	56.00	58.00	95.10	398.00	5.70	47700.00	2100.00	907.00
M472109R0138	70.60	72.10	86.00	499.00	6.00	45700.00	2100.00	1680.00
K472187R3	58.00	60.00	92.00	417.00	5.70	43100.00	2080.00	1050.00
K472187R3	41.30	41.50	98.30	1410.00		56800.00	2070.00	
K472187R1	198.60	200.60	99.20	885.00	19.00	56300.00	2050.00	1080.00
M472109R0141	52.50	54.00	97.00	537.00	2.00	53700.00	2050.00	383.00
K472187R3	40.40	42.00	84.50	426.00	15.40	43500.00	2040.00	1580.00
K472187R3	54.00	56.00	92.10	343.00	6.90	44900.00	2030.00	1010.00
K472187R3	62.00	64.35	88.30	435.00	15.40	44700.00	2030.00	2930.00
M472109R0138	73.60	75.10	82.00	464.00	6.00	40600.00	2000.00	1460.00

Jalometallianalyysejä kairasydännäytteistä. Pitoisuudet rajattu Pd:n minimipitoisuuden 0,037 ppm:n mukaan.
Drill core samples exceeding 0.037 ppm Pd.

Hole_ID	From_Depth	To_Depth	Au ppm	Pd ppm	Pt ppm	Au+Pd+Pt ppm
M472108R0129	115.65	117.15	0.0100	***0.1070***	***0.0850***	0.2020
M472108R0129	117.15	118.65	0.0100	***0.0960***	***0.0790***	0.1850
M472108R0129	112.65	114.15	0.0100	***0.0910***	***0.0650***	0.1660
M472108R0129	118.65	120.15	0.0100	***0.0900***	***0.0630***	0.1630
M472108R0129	114.15	115.65	0.0160	***0.0840***	***0.0660***	0.1660
M472106R111	10.35	11.35	0.0100	0.0710	0.0240	0.1050
K472187R3	64.35	64.60	0.0593	0.0692		
M472107R122	153.00	155.00	0.0100	0.0680	0.0500	0.1280
M472107R122	155.00	157.00	0.0100	0.0670	0.0500	0.1270
M472108R0129	120.15	121.65	0.0100	0.0600	0.0540	0.1240
M472107R122	157.00	159.00	0.0100	0.0560	0.0450	0.1110
M472108R0129	111.15	112.65	0.0100	0.0550	0.0530	0.1180
M472107R122	159.00	161.00	0.0100	0.0480	0.0380	0.0960
M472108R0131	33.75	38.30	0.0100	0.0480	0.0350	0.0930
M472108R0129	109.65	111.15	0.0100	0.0480	0.0520	0.1100
M472107R122	142.35	144.35	0.0100	0.0430	0.0370	0.0900
M472107R122	161.00	163.00	0.0100	0.0430	0.0340	0.0870
M472107R122	79.25	81.00	0.0100	0.0420	0.0250	0.0770
M472107R122	144.35	146.35	0.0100	0.0410	0.0310	0.0820
M472107R122	163.00	165.00	0.0100	0.0410	0.0280	0.0790
M472108R0129	108.15	109.65	0.0110	0.0410	0.0340	0.0860
M472107R122	75.25	77.25	0.0100	0.0390	0.0290	0.0780
M472107R122	169.00	171.00	0.0100	0.0390	0.0300	0.0790
M472108R0129	121.65	123.15	0.0100	0.0390	0.0410	0.0900
M472107R122	165.00	167.00	0.0100	0.0370	0.0290	0.0760

Kairasydännäytteiden kulta-analyysejä Kuttusvaarasta.
Drill core samples from Kuttusvaara Au>0.015 ppm

Hole_ID	From_Depth	To_Depth	Au ppm
M472106R112	53.00	55.00	0.02
M472106R113	32.90	34.50	0.049
M472106R113	39.00	40.50	0.026
M472106R113	42.00	43.50	0.018
M472106R113	24.70	26.70	0.051
M472106R113	26.70	28.90	0.069
M472106R113	28.90	30.90	0.016
M472106R113	30.90	32.90	0.055
M472107R114	52.95	54.95	0.04
M472107R114	54.95	56.95	0.041
M472107R115	102.80	104.80	0.019
M472107R116	26.60	28.60	0.022
M472107R116	60.80	63.05	0.036
M472107R117	36.90	38.90	***0.123***
M472107R117	40.90	42.90	0.037
M472107R117	51.20	53.20	0.021
M472107R118	68.70	70.70	0.064
M472107R122	66.90	68.90	0.02
M472107R123	17.75	19.25	0.016
M472107R0126	117.05	118.55	0.025
M472108R0127	81.75	83.25	0.057
M472108R0127	113.00	114.50	0.021
M472108R0129	105.15	106.65	0.021
M472108R0129	114.15	115.65	0.016
M472108R0130	23.95	25.45	0.022
M472108R0130	25.45	26.95	0.02