

Tutkimustyöselostus Pudasjärven kaupungissa ja Yli-Iin kunnassa sijaitsevasta Kärppäsuo-ongon gabbrosta sekä valta-alueilla Vengasojä 1 ja Sarvensuo 1 (kaivosrekisterinumerot 7974/2 ja 7974/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 2002 - 2008

Jukka Konnunaho ja Ilkka Lahti



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

11.8.2008

Tekijät Jukka Konnunaho Ilkka Lahti		Raportin laji M06, valtausraportti	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Tutkimustyöselostus Pudasjärven kaupungissa ja Yli-Iin kunnassa sijaitsevasta Kärppäsuon gabrosta sekä valtaus- alueilla Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1 (kaivosrekisterinumerot 7974/2 ja 7974/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuo- sina 2002 – 2008			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän tutkimuksen kohteena on Pudasjärven ja Yli-Iin alueilla sijaitseva 2.44 Ga ikäinen Kärppäsuon gabro ja siihen liittyvät valtausalueet Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1. Kärppäsuon gabro on pohjois-etelä suuntainen juonimai- nen gabromuodostuma, jonka molemmissa reunoissa on kapeat mafiset-ultramafiset reunavyöhykkeet. Lisäksi Vengasoja 1 valtausalueella on pieni ultramafinen linssi, joka liittyy geneettisesti gabromuodostumaan.</p> <p>Gabromuodostuma erottuu aeromagneettisella matalalentokartalla n. 20 km pitkänä anomaliavyöhykkeenä. Tutki- musten yhteydessä on tehty geofysikaalisia VLF-R ja magneettisia maanpintamittauksia. Alueen gravimetriset mittaukset on toteutettu sekä profiilimuotoisina että 300 km²:n alueellisena mittauksena.</p> <p>Geologian tutkimuskeskus on suorittanut alueella syväkairauksia vuosien 2002-2006 aikana useaan otteeseen. Kai- raukset ovat olleet luonteeltaan profiilikairauksia, joilla on pyritty selvittämään alueen geologiaa ja malmipotenti- aalia. Kairauksien yhteydessä paikallistettiin Sarvensuo 1 valtausalueelta gabromuodostuman reunaosaan liittyvä heikko Ni-Cu-PGE mineralisaatio. Paras lävistys saatiin reiällä 491, jossa välillä 145.45 – 146.80 (1.35 metriä) on Au+Pd+Pt-pitoisuus 579 ppb, Ni 3060 ppm ja Cu 956 ppm. Vengasoja 1 valtausalueella sijaitsevasta ultramafises- ta linsistä saatiin lävistys reiästä 485, jossa välillä 163.10 – 163.85 (0.75 metriä) on Au+Pd+Pt-pitoisuus 512 ppb, Ni 3800 ppm ja Cu 1790 ppm. Geologian tutkimuskeskus luopuu valtauksista, koska on saanut hyvän kuvan Kärppäsuon gabrosta sekä siihen liittyvistä mineralisaatioista. Tulosten perusteella alue on edelleenkin kiinnosta- va malminetsinnällisesti.</p>			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pudasjärvi, Yli-Ii, Vengasoja, Sarvensuo, Kärppäsuu, malminetsintä, geofysikaaliset mittaukset, syväkairaus, ku- pari, nikkeli, PGE, kerrosintruusioidet, 2.44 Ga			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Pohjois-Pohjanmaa, Pudasjärvi, Yli-Ii, Vengasoja, Sarvensuo, Kärppäsuu			
Karttalehdet 3513 05, 3513 06, 3514 04, 3514 05			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Valtausraportti		Arkistotunnus M06/3513, 3514/2008/12	
Kokonaissivumäärä 24 s. + 9 liit.	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjois-Suomen yksikkö/501		Hanketunnus 2901007	
Allekirjoitus/nimen selvennys Jukka Konnunaho / Ilkka Lahti		Allekirjoitus/nimen selvennys	



GTK

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.

11.8.2008

Authors Jukka Konnunaho Ilkka Lahti		Type of report M06, claim report	
		Commissioned by GTK	
Title of report Research report of the Kärppäsuo gabbro and relinquished claims Sarvensuo 1 (7974/2) and Vengasoja 1 (7974/1) in Pudasjärvi and Yli-Ii.			
Abstract The aim of this research was to study 2.44 Ga old Kärppäsuo gabbro and relinquished claims Sarvensuo 1 and Vengasoja 1 in Pudasjärvi and Yli-Ii areas. The gabbro is N-S elongated and it contains thin mafic-ultramafic zones in both margins. The Vengasoja 1 claim area involves a small ultramafic body that is genetically linked to the gabbro. The Kärppäsuo gabbro is well visible in low altitude aeromagnetic maps as a 20 km long N-S anomaly zone. Geological Survey of Finland (GSF) has performed ground geophysical VLF-R and magnetic measurements in the target area as a part of geological studies. In addition, local and regional gravity measurements have been carried out at various stages of the study. GSF drilled several profiles in the Kärppäsuo and claim areas during 2002 – 2003. The drillings were done for geological study and ore exploration. The drillings revealed low grade Ni-Cu-PGE mineralizations from the Sarvensuo 1 and Vengasoja 1 claim areas. The Sarvensuo 1 mineralization is associated to the mafic-ultramafic contact zone of the Kärppäsuo gabbro. The best intersection was 1.35 m with (between 145.45 – 146.80) 579 ppb Au+Pd+Pt, 3060 ppm Ni and 956 ppm Cu in the drill hole 491. The Vengasoja 1 mineralization is associated to the small ultramafic body. The best intersection was 0.75 m with (between 163.10 – 163.85) 512 ppb Au+Pd+Pt, 3800 ppm Ni and 1790 ppm Cu in the drill hole 485. GSF decided to relinquish the claims because it has sufficiently information of the gabbro and associated mineralizations. In spite of the relinquishment the area is still an interesting target for ore exploration.			
Keywords Pudasjärvi, Yli-Ii, Vengasoja, Sarvensuo, Kärppäsuo, exploration, geophysical measurements, drilling, copper, nickel, PGE, layered intrusions, 2.44 Ga			
Geographical area Finland, Pohjois-Pohjanmaa, Pudasjärvi, Yli-Ii, Vengasoja, Sarvensuo, Kärppäsuo			
Map sheet 3513 05, 3513 06, 3514 04, 3514 05			
Other information			
Report serial Claim report		Archive code M06/3513, 3514/2008/12	
Total pages 24 p. + 9 app.	Language Finnish	Price	Confidentiality Public
Unit and section Northern Finland		Project code 2901007	
Signature/name Jukka Konnunaho / Ilkka Lahti		Signature/name	

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUSALUEEN SIJAINTI JA VALTAUKSET	1
3	KOORDINAATISTO JA PAIKANNUS	1
4	ALUEELLINEN GEOLOGIA	5
4.1	Alueen maaperä	5
4.2	Alueen kallioperä	5
4.3	Kärppäsuon gabro	8
5	SUORITETUT TUTKIMUKSET	9
5.1	Geofysikaaliset tutkimukset	9
5.1.1	Alueellinen geofysiikka	9
5.1.2	Vengasoja 1	13
5.1.3	Sarvensuo 1	13
5.2	Syväkairaukset	16
5.3	Geokemialliset ja petrografiset tutkimukset	16
5.4	Tutkimusalueen kivien geokemia	16
5.4.1	Mineralisoituneiden näytteiden geokemia	20
6	YHTEENVETO JA SUOSITUKSET	22
7	TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN	22
8	LIITELUETTELO	23
9	LIITTYY	23
10	LÄHDELUETTELO	24

1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksen Pohjois-Suomen aluetoimistossa toimi vuosien 1996 – 2007 välisenä aikana kolme hanketta, joiden tehtäviin kuuluivat Pohjois-Suomen arkeisten alueiden geologiset ja malmipotentialiaali tutkimukset. Aluksi tutkimusten pääpaino oli Pudasjärven kompleksilla sijaitsevilla Oijärven vihreäkivivyöhykkeellä, josta se laajeni kattamaan koko arkeista Pudasjärven kompleksia (Juopperi 2008). Yhtenä tutkimuskohteena oli pohjois – etelä suuntainen noin 20 kilometriä pitkä magneettinen anomalia, joka tulee esiin myös alueella suoritetuissa painovoimamittauksissa. Vuosina 2002-2003 suoritettiin paljastumattoman anomaliavyöhykkeen yli profiilikairaus, jolla selvitettiin anomalian aiheuttajaa sekä alueen geologiaa.

Tutkimusalueella on kaksi valtausta Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1. Nämä valtausalueet ovat kooltaan pieniä ison geologisen kokonaisuuden keskellä. Tutkimusalueen nimi on ajan saatossa vaihtunut Kärppäsuoksi, joka käsittää koko 20 kilometriä pitkän gabromuodostuman. Siitä syystä tässä raportissa pyritään antamaan kokonaiskuva koko muodostumasta eikä vain pelkästään näistä kahdesta pienestä valtauksesta.

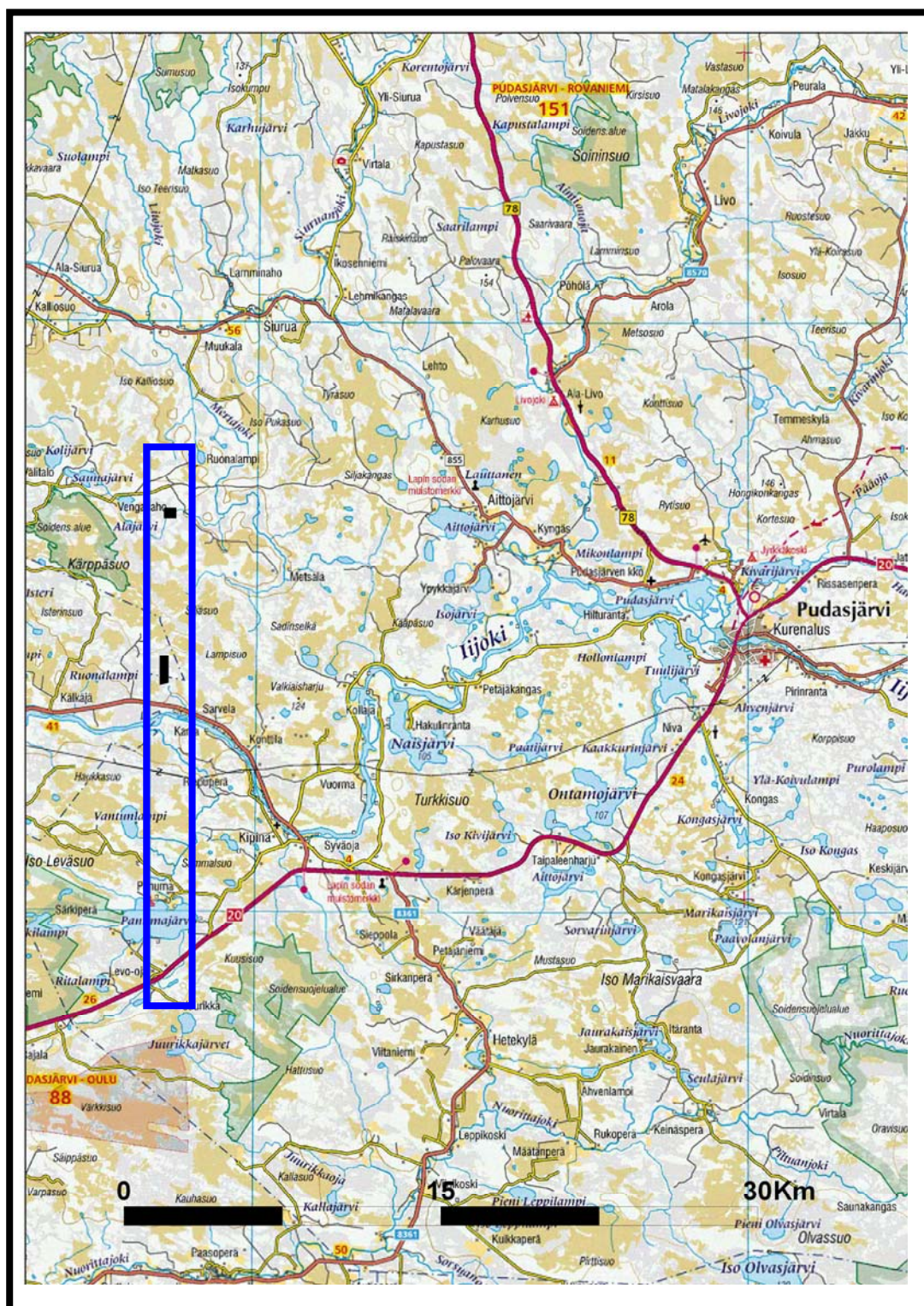
Kärppäsuon gabromuodostuman tutkimuksista, toteutuksesta ja suunnittelusta ovat vastanneet aluksi geologit Heikki Juopperi ja Antero Karvinen. Geofyysikot Teuvo Pernu ja Heikki Salmirinne ovat osallistuneet geofysikaalisten mittausten suunnitteluun ja vastanneet niiden tulkinnaista. Myöhemmin alueen tutkimuksista, toteuttamisesta ja suunnittelusta on vastannut geologi Jukka Konnunaho. Geofyysikko Ilkka Lahti on vastannut geofysikaalisten mittausten suunnittelusta ja tulkinnaista. Näiden henkilöiden lisäksi alueen tutkimuksiin on osallistunut geologian opiskelija Timo Aalto, joka tekee Kärppäsuon gabromuodostumasta pro-gradu –työtä.

2 TUTKIMUSALUEEN SIJAINTI JA VALTAUKSET

Tutkimusalue sijaitsee Pudasjärven arkeisella granitoidikompleksilla Pudasjärven kaupungissa sekä Yli-Iin kunnassa karttalehdillä 3513 06, 3513 05, 3514 04 ja 3514 05 (kuva 1). Tutkimusalueelta on matkaa Ouluun noin 60 kilometriä ja Pudasjärvelle noin 30 kilometriä. Vengasoja 1 valtausalueen koko on 30 ha (kuva 2) ja Sarvensuo 1:n koko on 57.4 ha (kuva 3). Vengasoja 1 valtausalue sijaitsee valtion mailla ja Sarvensuo 1 yksityisten mailla. Valtausalueen ulkopuolella suoritettuihin tutkimuksiin on saatu luvat yksityisiltä maanomistajilta ja metsähallitukselta.

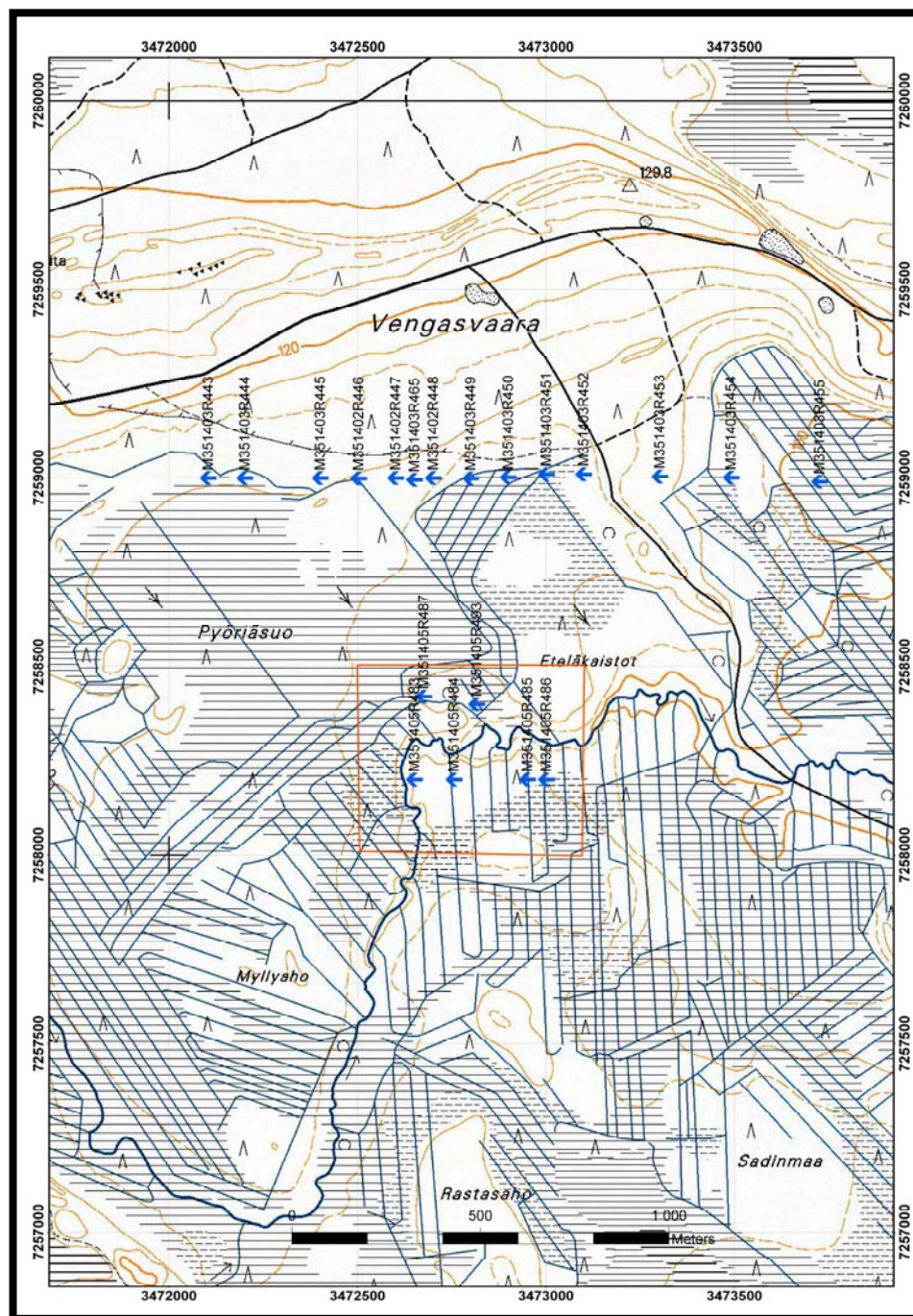
3 KOORDINAATISTO JA PAIKANNUS

Tässä raportissa ja liitteenä olevassa digitaalisessa aineistossa on käytetty koordinaatistona Suomen kaistakoordinaattijärjestelmää KKJ-3. Kairareikien paikannus on tehty osin Garmin 12 GPS -laitteella ja osin differentiaali DGPS -laitteella.



Kuva 1. Kärppäsuo gabromuodostuma (sinisen rajauksen sisällä) sekä Vengasojä 1 (pohjoisosa, musta-alue) ja Sarvensuo 1 (eteläosa, musta-alue) valtausalueet.

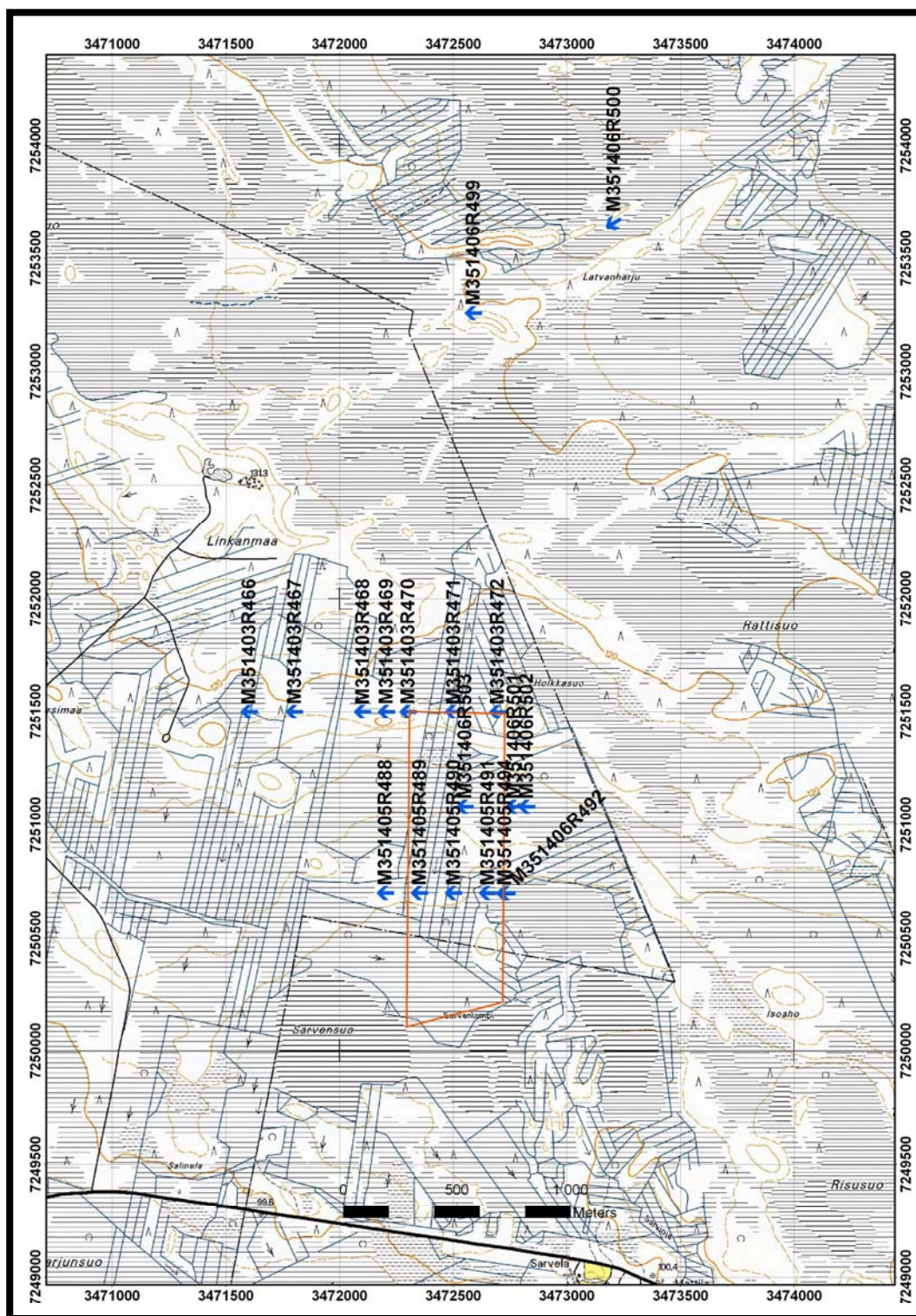
Figure 1. The gabbroformation of Kärppäsuo (inside the blue frame) and the claim areas Vengasojä 1 (northern part, black area) and Sarvensuo 1 (southern part, black area).



Pohjakartta Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/08
 Basemap by National Land Survey. Licence number 13/MYY/08

Kuva 2. Vengasjoja 1 valtausalue (punaiset rajat) ja alueen kairareikiä (siniset nuolet).

Figure 2. The Vengasjoja 1 claim area (red borders) and drill holes (blue arrows).



Pohjakartta Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/08
 Basemap by National Land Survey. Licence number 13/MYY/08

Kuva 3. Sarvensuo 1 valtausalue (punaiset rajat) ja alueen kairareikiä (siniset nuolet).

Figure 3. The Sarvensuo 1 claim area (red borders) and drill holes (blue arrows).

4 ALUEELLINEN GEOLOGIA

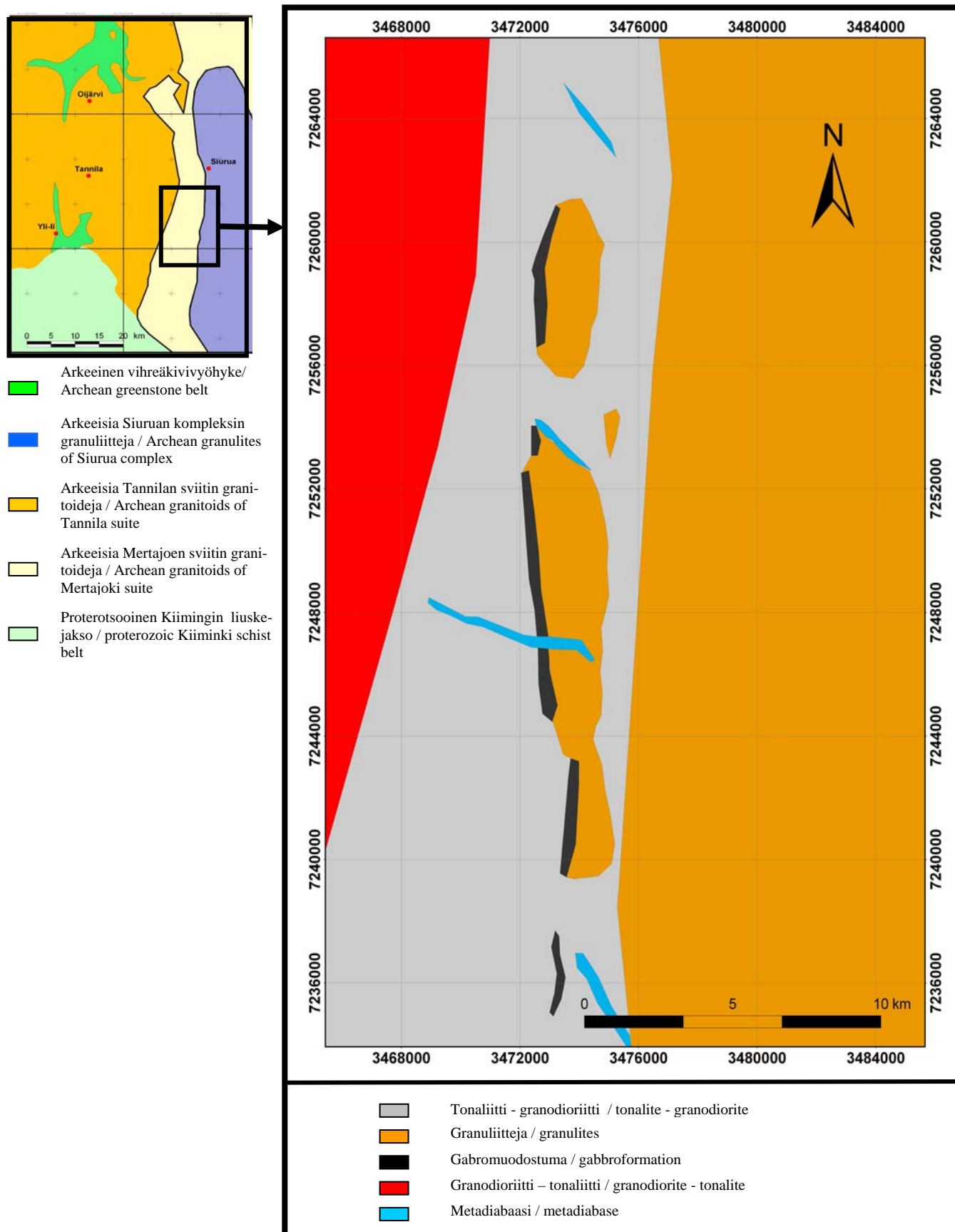
4.1 Alueen maaperä

Kärppäsuon gabromuodostuman pohjoisosassa oleva Vengasoja 1 valtausalue sijaitsee Vengasvaaran harjumuodostuman eteläpuolella. Maasto on loivapiirteistä osin soista kangasmaastoa. Korkeudet merenpinnasta vaihtelevat 100 – 120 metriin. Valtausalueen läpi kulkee Vengasoja ja kallioperää peittää 10 – 20 metriä paksu moreeni. Kalliopaljastumia ei ole alueelta tavattu. Kärppäsuon gabromuodostuman eteläosassa sijaitseva Sarvensuo 1 valtausalue sijaitsee Sarvensuon ja Hoikkasuon välisellä alueella. Maasto on pääosin loivapiirteistä suomaastoa, joka on kesäaikana osin vaikeakulkuista. Korkeudet merenpinnasta ovat 90 – 110 metriin. Kallioperää peittää 5 – 20 metriin paksu moreeni, jonka pintaosa suoalueilla on turvetta. Kalliopaljastumia ei ole tavattu Sarvensuo 1 valtausalueelta eikä sen lähiympäristöstä. Edellä kuvattu suo- ja kangasmaasto luonnehtii koko Kärppäsuon gabromuodostuman aluetta kuin myös alueen paljastumattomuus.

4.2 Alueen kallioperä

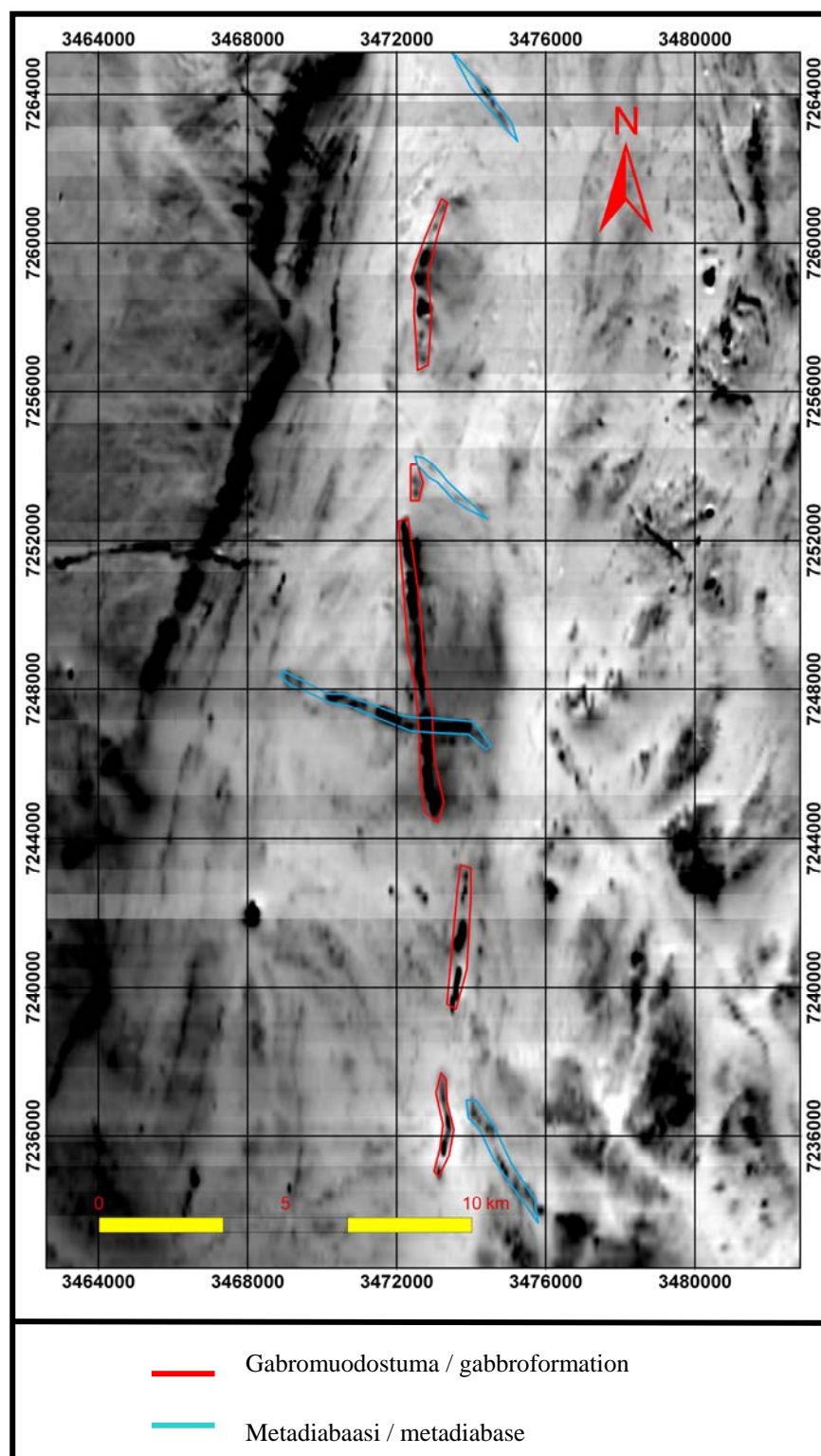
Kärppäsuon gabromuodostuma sijaitsee arkeisella Pudasjärven granitoidikompleksilla, joka on huonosti tunnettu. Tutkimuksia on osin haitannut alueen paljastumattomuus. Aikaisemmin alueelta on julkaistu 1:400 000-mittakaavainen kallioperäkartta ja siihen liittyvä selitys (Enkovaara *et al.* 1952, 1953). Tämän jälkeen alueella ei ole suoritettu kuin kohteellisia malminetsintätutkimuksia. Vuonna 1994 julkaistiin alueen keskiosan geofysikaalinen matalalentoaineisto ja samaan aikaan valmistuivat alueellisen moreeninäytteenoton analyysitulokset, minkä jälkeen GTK aloitti tutkimukset Oijärven vihreäkivivyöhykkeellä. Suomen kallioperäkartalla 1:1000 000 (Korsman *et al.* 1997) Pudasjärven kompleksin kallioperä perustuu Oijärven vihreäkivivyöhykettä lukuun ottamatta vanhoihin kartoituksiin ja matalalentoaineiston pohjalta tehtyihin tulkintoihin. Geologian tutkimuskeskus on saanut päätökseen Pudasjärven granitoidikompleksin tutkimukset vuonna 2007 ja tämän perusteella tullaan tarkentamaan tämän tuntemattoman alueen geologiaa ja sen malmipotentialia. Nämä tarkennukset tullaan esittämään raporteina sekä digitaalisen kallioperäkartan muodossa.

Kärppäsuon gabromuodostuma sijaitsee kahden arkeisen lohkon väliin jäävällä liikuntovyöhykkeellä, jota kutsutaan Mertajoen sviitiksi. Tämän itäpuolella on Siuruan kompleksin granuliittivyöhyke, joka edustaa vanhempaa arkeista kuorta (Mutanen & Huhma 2003). Mertajoen sviitin länsipuolella on Tannilan sviitin Tannilan granodioriitti, joka on granodioriittitonaliittikoostumuksellinen felsinen intrusiivi. Liikuntasäama on ilmeisesti ollut aktiivinen useasti, koska siihen on tunkeutunut runsaasti eri koostumuksellisia ja eri-ikäisiä ultramafisia, mafisia ja felsisiä intrusiivikiviä. Näiden intrusiivikivien lisäksi liikuntasäaman kallioperä koostuu hyvin heterogeenisestä joukosta tonaliittisia – granodioriittisia gneissejä ja näissä sulkeumamaisesti esiintyviä amfiboliitteja sekä kiillegneissejä, joita myöhemmät graniitit ja pegmatiitit leikkaavat (kuva 4), (liite 3 ja 4).



Kuva 4. Yksinkertaistettu geologinen kartta Kärppäsuo tutkimusalueelta.

Figure 4. Simplified geological map of the Kärppäsuo study area.



Kuva 5. Aeromagneettinen matalalentokartta Kärppäsuo alueelta.

Figure 5. Low-altitude aeromagnetic map of the Kärppäsuo area.

4.3 Kärppäsuon gabro

Gabromuodostuma on iältään 2.444 +/- 4 Ga (Huhma 2006). Se on juonimainen ja noudattelee liikuntasauaman keskellä olevien granuliittilohkojen reunaa (kuva 4). Kairauksissa on todettu, että gabromuodostuma kaatuu noin 45° kulmassa itään. Granuliittilohkot tulevat esiin heikkoina haamumaisina anomalioina geofysiikan matalalentokartalla (kuvat 5 ja 6). Gabromuodostuma erotuu samaisilla kartoilla hieman voimakkaampana pohjois-etelä suuntaisena anomaliana.

Kärppäsuon gabrosta voidaan erottaa neljä osaa, jotka ovat: **1) Reunavyöhyke** (*marginal zone*), joka koostuu gabroidisista kivistä (gabronoriitteja, noriitteja ja oliviinigabronoriitteja), pyrokseeniiteista ja peridotiiteista. **2) Gabro** (*gabbro body*), joka on suhteellisen homogeeninen gabronoriitti. Lisäksi esiintyy vähäisessä määrin oliviinigabronoriitteja sekä leukogabroja ja hybridigabroja. **3) Ultramafinen linssi** (*ultramafic body*), joka sijaitsee Vengasoja 1 valtausalueen sisällä gabron itä-puolella. Linssi koostuu lähinnä peridotiiteista ja pyrokseeniiteista (ortopyrokseeniitteja) sekä vähäisessä määrin oliviinigabronoriiteista. Vengasoja 1 valtausalueella on kairauksien yhteydessä todettu, että gabromuodostuman ja ultramafisen linssin välissä on kapea granitoidikiila, joka erottaa ne tässä kohdassa toisistaan (liite 3). Kuitenkin reunavyöhykkeen ultramafiittien kemiallinen koostumus sekä mineralogia verrattuna ultramafiseen linssiin tukevat sitä, että ne liittyvät geneettisesti toisiinsa. **4) Kontaktivyöhyke** (*contact zone*) koostuu hyvin vaihtelevasta joukosta leukogabroidisia kiviä, jotka osin muistuttavat tonaliitteja, anortosiitteja tai amfiboliitteja. Tässä asemassa olevat leukogabrot saattavat edustaa osittain sulanutta ja uudelleenkietyntynyttä granitoidikompleksia tai sitten ne ovat gabroon liittyviä apofyysejä. Näiden kivien granofyyriset rakenteet, kohonneet PGE-pitoisuudet, geologinen asema sekä kivien geokemia osoittavat leukogabrojen liittyvän geneettisesti itse gabromuodostumaan.

Gabronoriitti on melko homogeeninen, pääosin keskirakeinen ja suuntautumaton kivi. Primääriset magmaattiset mineraalit kuten pyrokseenit ja plagioklaasi ovat paikoin hyvin säilyneet, jolloin kivellä on hieman ruskehtava värisävy. Näiden muuttumattomien osien välissä esiintyy muuttuneita osia, joissa pyrokseenit ovat muuttuneet sarvivälkkeeksi ja biotiittia sekä epidootia ilmestyy kiveen. Nämä alueet erottuvat vihreän värisävyensä ansiosta selvästi vähemmän muuttuneista osista. Lisäksi esiintyy satunnaisia leukokraattisempia ja pegmatoidisempia osia, joissa plagioklaasin määrä on selvästi suurempi kuin edellä mainituissa osissa. Leukogabroja tavataan myös muodostuman ulkopuolella lähellä reunaosaa granitoidien puolella. Paikoin nämä kivet muistuttavat tonaliitteja, amfiboliitteja tai anortosiitteja. Leukogabrojen lisäksi tavataan paikoin oliviinipitoisia gabronoriitteja, joissa primäärinen oliviini ei ole enää säilynyt mutta oliviinin talkki-serpentiini-kloriitti pseudomorfeja on nähtävillä. Hybridigabroiksi on kutsuttu gabroidisia kiviä, jotka ovat sekoittuneet esimerkiksi felsisen materiaalin kanssa. Oksidimineraaleista esiintyy runsaimmin magnetiittia, joka esiintyy pirotteena lähes koko gabron alueella. Magnetiittipirote tekee gabronoriitista selvästi magneettisen kivilajin. Magnetiitin lisäksi kivessä esiintyy ilmeniittiä heikkona pirotteena sekä kromiittia, joka esiintyy sulkeumina ortopyrokseenissa. Sulfidimineraaleja on tavattu gabrosta vähän. Satunnaisesti esiintyy kuparikiisua, magneettikiisua ja rikkikiisua. Pentlandiittia esiintyy satunnaisina rakeina ja suotaumina magneettikiisussa. Kairauksissa on todettu, että gabron kumpaankin reunaan liittyy mafinen-ultramafinen osa. Tällä osalla on usein suhteellisen selvä tai osittain vaihettu kontakti gabroon sekä muodostumaa ympäröiviin kiviin. Sarvensuo 1 valtausalueen kairauksissa saadut tiedot osoittavat, että täällä reunavyöhyke on valtaosiltaan pyrokseeniittinen kun taas Vengasoja 1 valtausalueella esiintyy myös peridotiitteja.

Reunavyöhyke on pääosin voimakkaasti muuttunut, heterogeeninen ja keskirakeinen. Primäärisiä magmaattisia mineraaleja kuten pyrokseeneja ja oliviinia esiintyy vähän. Pääosin kivet koostuvat seuraavista metamorfisista silikaattimineraaleista: amfibolista, serpentiinistä, talkista ja kloriitista. Paikoin, varsinkin kontaktien läheisyydessä ultramafiset osat ovat muuttuneet kloriitti- ja kloriitti-talkkikiviksi tai liuskeiksi. Silikaattien lisäksi kivissä esiintyy pirotteena magnetiittia sekä satunnaisina rakeina tai heikkona pirotteena ilmeniittiä sekä kromiittia, joka esiintyy sulkeumina

ortopyrokseenissa ja oliviinissa sekä näiden pseudomorfeissa. Sulfidimineraaleista esiintyy magneettikiisua, kuparikiisua, rikkikiisua ja pentlandiittia. Heikosti mineralisoituneessa osassa (R491) sulfidit esiintyvät karkeina rakeina ja pieni-keskirakeisena pirotteena.

Vengasoja 1 valtausalueen itäpuolella sijaitseva ultramafinen linssi koostuu lähinnä keski-karkearakeisista peridotiiteista – pyrokseeniiteista (ortopyrokseeniitteja). Näiden lisäksi tavataan vähäisissä määrin oliviinigabronoriittisia kiviä. Ultramafiitti on väriltään tumman harmaa - musta ja laikukas. Laikukas asu johtuu tummasta serpentiinistä, jonka joukossa on vaaleita, osin poikiliittisiä ortopyrokseenikiteitä. Ultramafiitti koostuu seuraavista silikaattimineraaleista: serpentiini, amfiboli, talkki, kloriitti ja karbonaatti. Paikoin, varsinkin kontaktien läheisyydessä ultramafiitti on muuttunut kloriitti- ja kloriitti-talkkikiviksi tai liuskeiksi. Oksideista esiintyy magneetiittia, ilmeniittia ja kromiittia. Sulfideja tavataan hyvin niukasti. Kohdissa (R485), joissa sulfideja on tavattu ne ovat esiintyneet karkeina rakeina ja ne ovat olleet lähinnä kuparikiisua ja pentlandiittia.

5 SUORITETUT TUTKIMUKSET

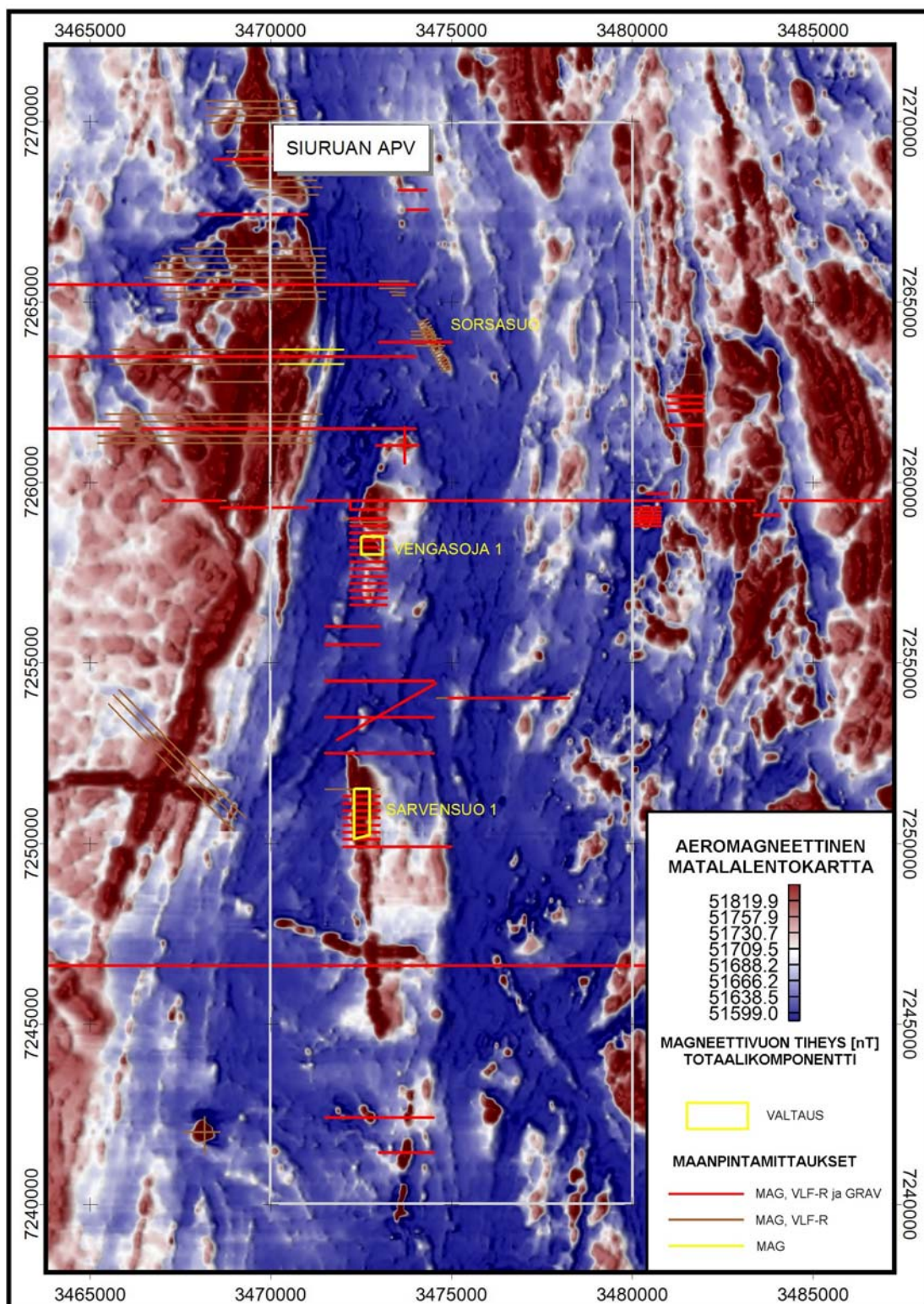
5.1 Geofysikaaliset tutkimukset

5.1.1 Alueellinen geofysiikka

Kärppäsuon alueella on tehty geofysikaalisia mittauksia useassa vaiheessa. Tutkimusalueen aerogeofysikaalinen matalalentoaineisto on vuosilta 1977 (Kiiminki) ja 1994 (Pudasjärvi). Kärppäsuon alueen ensimmäiset tunnusteluluonteiset profiilimittaukset toteutettiin vuonna 2001. Vuoden 2001 jälkeen maastogeofysiikkaa on mitattu useassa eri vaiheessa, aina vuoteen 2007 asti. Valtausalueilla on tehty magneettinen, VLF-R ja gravimetrinen mittaus itä-länsisuuntaisilla profiileilla vuonna 2004 (Kuva 6). Profiilimittausten lisäksi vuonna 2005 alueella toteutettiin 300 km²:n alueellinen painovoimamittaus (APV) pistetiheydellä 4p./km². Maastomittausten lisäksi osalle tutkimusalueen kairasydännäytteistä on tehty petrofysikaalisia laboratoriomittauksia.

Tämän raportin data-cd:lle on koottu valtausalueiden geofysiikka Geosoft Oasis Montaj (.xyz) -muodossa. Data-cd:lle on tallennettu myös valtausalueiden petrofysikaalisten mittausten tulokset. Siuruan APV, valtausalueiden ulkopuolinen maastomittaus- ja aerogeofysikaalinen data on erikseen tilattavissa GTK:lta.

Kuvassa 6 on esitetty alueen aeromagneettinen matalalentokartta ja geofysikaalisten maastomittausprofiilien sijainnit. Gabromuodostuma erottuu aeromagneettisella matalalentokartalla pohjois-eteläsuuntaisena n. 20 km pitkänä katkonaisena magneettisena anomaliana. Sarvensuon valtausalueen pohjoispuolella magneettinen anomalia katkeaa mutta jatkuu edelleen noin 3 km pohjoisempana Vengasojan valtausalueen eteläpuolella. Gabromuodostuman pohjoispuolella on kaakkois-luoteissuuntainen mineralisoituneesta diabaasista aiheutuva Sorsasuon magneettinen anomalia (Juopperi ja Karvinen, 2006).

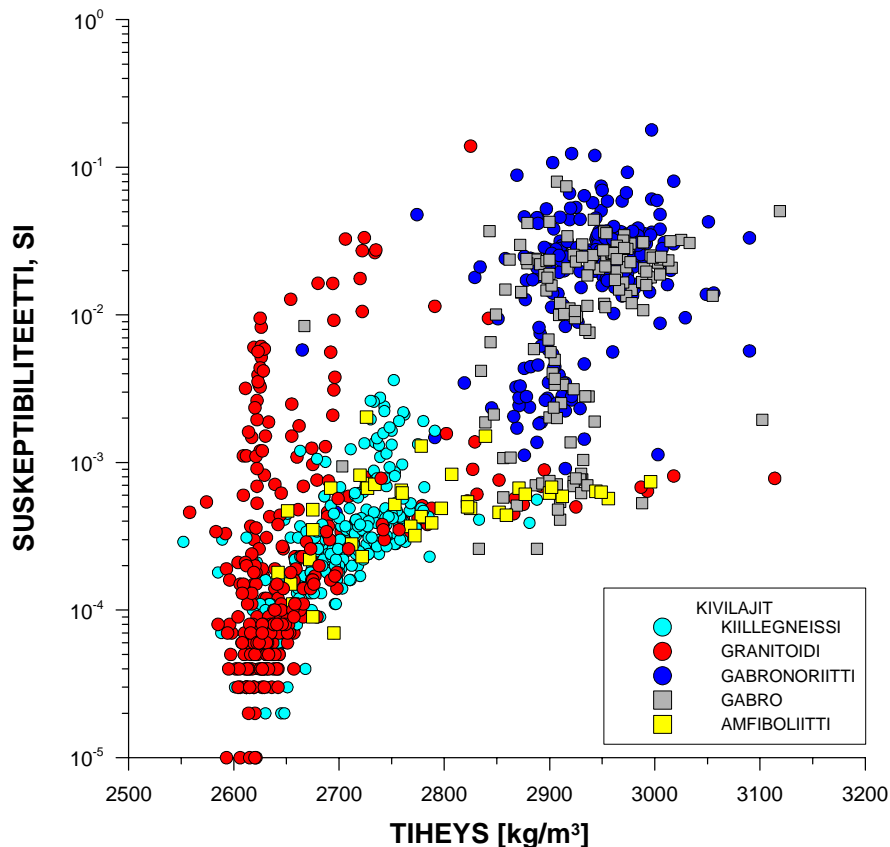


Kuva 6. Kärppäsuon alueen geofysikaaliset maastomittauslinjat aeromagneettisella matalalentokartalla.

Figure 6. Ground geophysical survey lines at a low altitude airborne magnetic map. Two yellow polygons indicate claim areas. The grey rectangle shows the area of the regional gravity measurements.

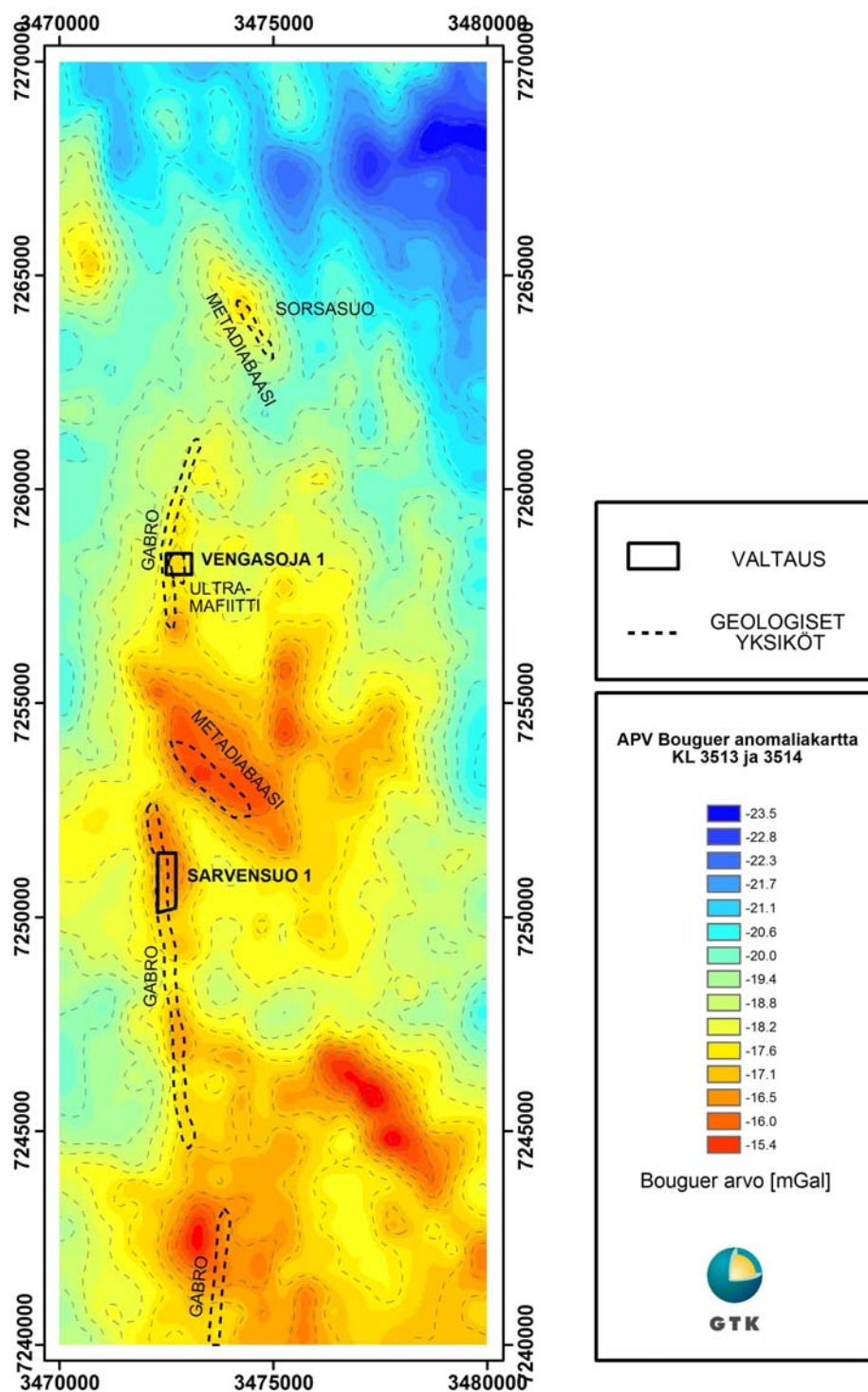
Kuvassa 7 on esitetty alueen kivilajien petrofysikaalinen jakauma tiheys-suskeptibiliteettiasteikolla. Kuvan perusteella alueen kivilajit voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään, jotka selittävät geofysikaalisilla kartoilla havaittuja anomalioita. Suurimmat tiheydet ja susceptibiliteetit aiheutuvat gabromuodostumasta. Toisen ryhmän muodostavat kiillegneissit ja amfiboliittit, joiden tiheys on tyypillisesti 2700 - 2800 kg/m³ ja susceptibiliteetti ~ 0.001 SI. Viimeiseen ryhmään kuuluvat granitoidit, joiden tiheys on ~ 2650 kg/m³. Granitoidien susceptibiliteetin arvot ovat pääasiassa hyvin pieniä mutta hajonta on suurta. Alueella on myös jonkin verran diabaaseja, ultramafiitteja ja emäksisiä juonia, joista ei ole tehty petrofysikaalisia mittauksia.

Aeromagneettisella matalalentokartalla havaitaan gabromuodostuman itäpuolella heikko huntumainen anomalia (kuva 6). Magneettinen anomalia aiheutuu granuliittiblokista, jonka länsireunaa Kärppäsuon gabro noudattelee (kuva 4). Blokki koostuu pääosin granodioriitti-tonaliitti koostumuksellisesta felsisestä kivistä sekä niiden sisällä esiintyvistä mafisemmista amfiboliiteista ja kiillegneisseistä. Kuvan 7 perusteella Kärppäsuon alueen felsiset kivet ovat pääosin heikosti magneettisia verrattuna amfiboliitteihin ja kiillegneisseihin. Magnetiitin jakautuminen on kuitenkin varsin heterogeenista. Kärppäsuon gabron itäpuolen huntumaiseen magneettiseen anomaliaan liittyy paikoin myös heikko painovoima-anomalia, joka erottuu erityisesti alueen profiilimuotoisissa painovoimamittauksissa. Tämän on tulkittu aiheutuvan juuri granuliittiblokin sisältämän amfiboliitti- ja kiillegneissi-aineksen suuremmasta määrästä.



Kuva 7. Kärppäsuon alueen kivilajeja susceptibiliteetti - tiheys asteikolla. Mittaukset on tehty kairasydännäytteistä.

Figure 7. Susceptibility – density distribution of the drillcore samples obtained from the Kärppäsuo area.



Kuva 8. Siuruan APV Bouguer-anomaliakartta. Käyräväli 0,5 mgal. Kuvaan on rajattu paksulla mustalla katkoviivalla joitakin kairauksista ja aerogeofysiikasta tulkittuja geologisia yksiköitä. Mittauspisteiden välimatka ~ 500 m.

Figure 8. Regional Bouguer anomaly map of the Siurua area. The site separation is approximately 500 m and contour interval 0,5 mgal. The thick dashed black line indicates some interpreted geological units. The black solid line shows claim areas.

Kärppäsuolla ja sen ympäristössä toteutettiin vuonna 2005 Siuruan alueellinen painovoima-mittaus 300 km² suuruisella alueella. Mittauksesta saatu Bouguer-anomaliakartta on esitetty kuvassa 8. Kuvassa nähdään useita 1 - 2 mgal:n painovoima-anomaliaita. Tällaisia ovat mm. Sorsasuon mineralisoitunut diabaasiyksikkö mittausalueen pohjoisosassa, kaksi laaja-alaista kaakkois-luoteissuuntaista painovoima-anomaliaa mittausalueen keskellä ja kaakkoisosassa sekä painovoima-anomalia Kärppäsuon gabromuodostumassa Sarvensuo 1:n kohdalla. Suuresta tiheyskontrastista huolimatta Kärppäsuon gabromuodostuma ei aiheuta selkeää Bouguer-anomaliaa kuvassa 8. Tämä selittyy APV:n mittauspistevälillä (~ 500 m) suhteessa kapeaan gabromuodostumaan (~ 100 m). Profiilimuotoisissa painovoimamittauksissa gabromuodostuma erottuu hyvin (Liitteet 7 ja 8, kuva 9). Aeromagneettisen ja painovoima-aineiston perusteella gabromuodostumassa on noin 3 km pitkä katkos valtausalueiden välisellä alueella.

Sarvensuo 1:n koillispuolen laaja-alainen kaakkois-luoteissuuntainen noin 2 mgal:n painovoima-anomalia on selvitetty geofysiikan jatkomittauksilla ja kairauksilla. Kivilajiyksikkö ei aiheuta magneettista tai sähköistä anomaliaa. Kairauksessa anomalian aiheuttajiksi paljastui Sorsasuontyyppinen, mutta mineralisoitumaton metadiabaasi. Anomalioiden samankaltaisuuden perusteella Sarvensuo 1:n kaakkoispuolen laaja-alainen n. 2,5 mgal:n Bouguer-anomalia on mahdollisesti saman kivilajin aiheuttama.

5.1.2 Vengasoja 1

Vengasojan magneettisten ja gravimetristen mittausten tulokset on esitetty kuvassa 9. Profiilimitaukset on tehty itä-länsisuunnassa 200 m:n linjavälillä. VLF-R ja painovoimamittaus toteutettiin 20 metrin ja magneettinen mittaus 10 metrin pistevälillä. Magneettisen mittauksen tuloksessa havaitaan kaksihuippuinen magneettinen anomalia. Kairauksen perusteella länsipuolen anomalia (> 1000 nT) on gabromuodostuman ja itäpuolen (> 1750 nT) ultramafisen linssin aiheuttama. Kaksiosainen anomalia havaitaan myös tutkimusalueen profiilimuotoisissa painovoimamittauksissa. Painovoima-anomalian suuruus on kairausprofiililla noin 1 mgal. VLF-R mittauksessa ei havaita selviä johdeanomaliaita. Raportin liitteissä 5 - 9 on kuvat kaikista valtausalueilla tehdyistä profiilimuotoisista maanpintamittauksista. Suuresta linjavälistä johtuen tulokset on esitetty väripintaesityksen sijaan profiilimuotoisina.

Vengasojan gravimetriselle ja magneettisille datalle on tehty myös 3-D potentiaalienttämällinnusta. Mallinnustulosten perusteella Vengasoja 1:llä kairattu ultramafinen linssi on suhteellisen pieni eikä viitteitä saada syvältä merkittävästä suuresta massasta tai magnetoituneesta kappaleesta.

5.1.3 Sarvensuo 1

Valtausraportin liitteissä 8 ja 9 on esitetty Sarvensuon magneettisten, gravimetristen ja VLF-R mittausten tulokset. Alueella on gabromuodostumasta aiheutuva yksiosainen magneettinen ja gravimetrinen anomalia. Alueella suoritetuissa sähkömagneettisissa VLF-R mittauksissa ei ole havaittu selviä johdeanomaliaita.

Sarvensuo 1:n rei'ille R490 ja R491 on tehty petrofysikaalisia laboratoriomittauksia. Reiät sijaitsevat gabron itäreunassa ja kairaukset on tehty muodostuman kaateesta johtuen länteen 50 asteen kulmalla. Gabromuodostuma erottuu anomaalisena sekä tiheys- että susceptibiliteettimittauksessa. Mittausten perusteella gabromuodostuman ja sivukiven tiheydet ovat ~ 2950 kg/m³ ja 2650 kg/m³. Muodostuman dimensiot ja 300 kg/m³:n tiheyskontrasti tuottavat alueelle yli 1 mgal:n painovoima-anomalian. Petrofysikaalisten mittausten perusteella gabromuodostuman susceptibiliteetti on 1000 - 10 000 * 10⁻⁵ SI. Sivukivilajien susceptibiliteetti on mittausten perusteella 10 - 1000 * 10⁻⁵ SI. Nämä arvot ja muodostuman dimensiot aiheuttavat alueella suurimmillaan yli 1000 nT magneettisia anomaliaita. Magneettinen remanenssi ei ole poikkeuksellisen suurta alueella. Lasketut Q-suhteet ovat gabromuodostumassa tyypillisesti 0.01 - 2. Sivukivissä

Q-suhteet vaihtelevat huomattavankin paljon, mutta tällä ei ole magneettisten anomalioiden syntymisen kannalta suurta merkitystä, koska sivukivilajien susceptibiliteetit ovat pieniä.

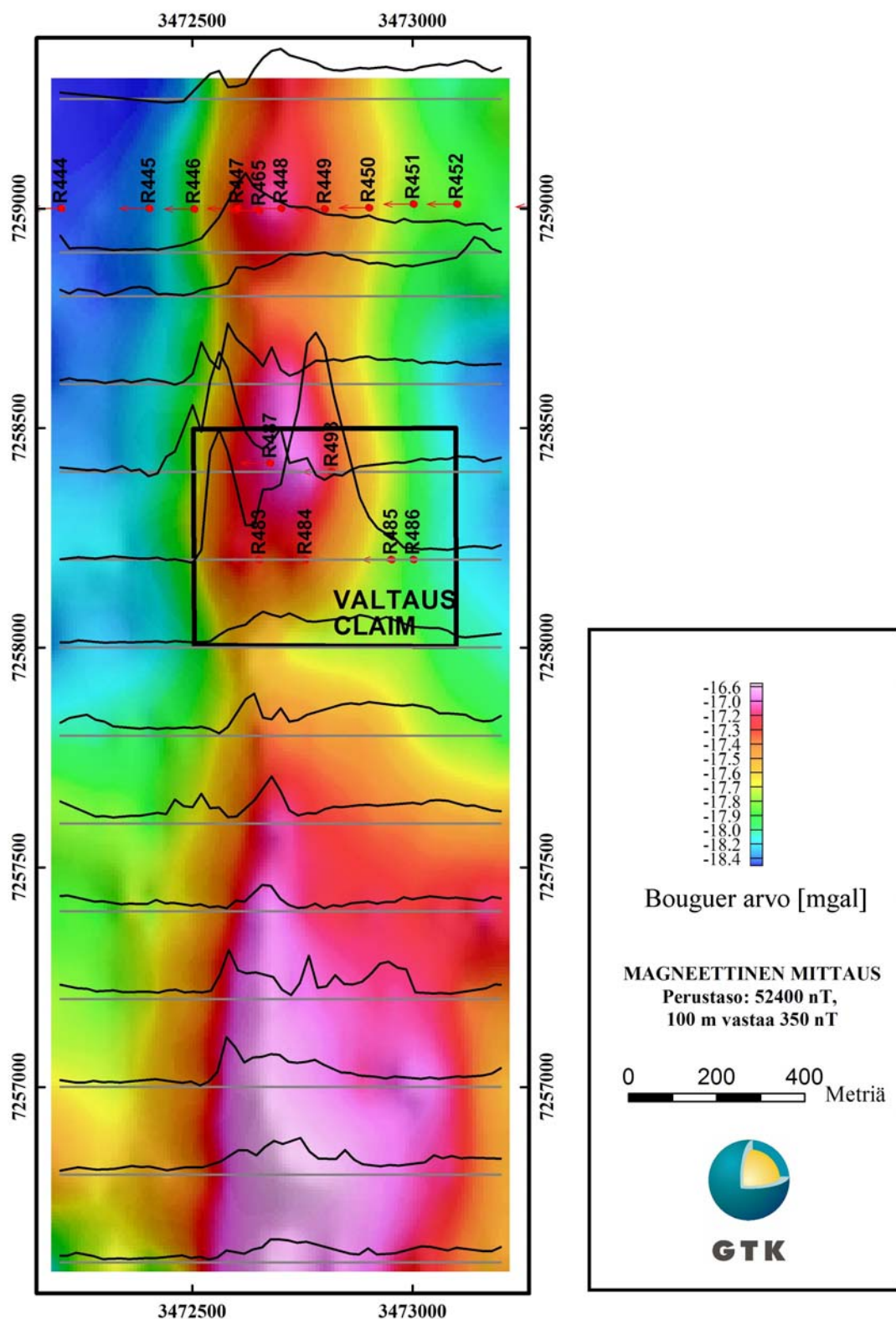
Gabromuodostuman mafisessa-ultramafisessa reunavyöhykkeessä on tutkimusten perusteella heikosti anomaalisia nikkeli- ja PGE-pitoisuuksia mm. rei'issä R490 ja R491. Lievästä sulfidipirrotteesta huolimatta mineralisoituminen ei näy mitatuissa susceptibiliteetin arvoissa. Mitatut tiheyden arvot saattavat olla lievästi anomaalisia, arviolta muutamia kymmeniä kiloja kuutiota kohden. Pienestä tiheyskontrastista ja mineralisoituneen vyöhykkeen kapeudesta johtuen gabron mafinen-ultramafinen reunavyöhyke ei kuitenkaan aiheuta mitattavaa magneettista tai painovoima-anomaliaa kyseessä olevalla kairausprofiililla.

Kärppäsuon gabron ja sen ympäristön alueella ei ole toistaiseksi havaittu kairauksissa, aerosähkömagneettisilla- tai maanpintasähköisillä menetelmillä selkeitä viitteitä sähköä johtavista kivilajeista tai mineralisaatioista. Rovaniemen petrofysiikan laboratoriossa tehtiin MAFRIP-ominaisvastusmittarilla mittauksia gabromuodostuman heikosti Ni-PGE-mineralisoituneen mafisen-ultramafisen reunavyöhykkeen R491:n kairasydännäytteille. Mittausten tarkoituksena oli selvittää mahdollisen mineralisaation aiheuttaman sähkönjohtavuuskontrastin olemassaolo isäntä- ja sivukivilajien kanssa, jolloin voisi olla teoreettisia mahdollisuuksia havaita mineralisoitunut vyöhyke sähköisillä maanpintamittauksilla. Mittaukset toteutettiin kairasydännäytteille kahdella eri taajuudella. R491:n granitoidista, gabrosta ja mineralisoituneesta osasta sahattiin edustavia näytteitä sähkönjohtavuusmittausta varten. Ennen mittauksia kairasydännäytteiden annettiin kyllästyä vedessä useita päiviä. MAFRIP:n toiminta varmistettiin mittaamalla eristäviä ja sähköä johtavia testinäytteitä sekä varsinaiset kalibrointinäytteet ennen näytteiden mittauksia. Taulukossa 1 on esitetty mittaustulokset molemmilla taajuuksilla ja lasketut ominaisvastusten keskiarvot.

Taulukossa esitettyjen tulosten mukaan gabron heikosti mineralisoitunut reunavyöhyke ei poikkea ominaisvastukseltaan isäntä- ja sivukivilajeista siten että se olisi havaittavissa sähköisillä maanpintamittauksilla kairaus/mittausprofiililla. Kärppäsuon gabromuodostuman suuresta koosta johtuen voisi olla kuitenkin perusteltua selvittää DC/IP ja sähkömagneettisilla mittauksilla mahdollisen massiivisemmän mineralisaation olemassaoloa.

Taulukko 1. Näennäisen ominaisvastuksen arvot Sarvensuon R491:n kairasydännäytteistä.

Syvyys [m]	Kivilaji	R1 [Ω m]	R2 [Ω m]	R _{ave} [Ω m]
136.25	GRANITOIDI	7670	7560	7615
138.4	GRANITOIDI	13100	12800	12950
144.85	PYROKSENIITTI (Ni-PGE-mineralisaatio)	5920	5810	5865
147.8	PYROKSENIITTI (Ni-PGE-mineralisaatio)	4630	4520	4575
156.75	GABRO	6170	5940	6055
166.25	GABRO	3480	3390	3435



Kuva 9. Vengasojan gravimetrisen profilimittauksen tulos väripintakuvana. Magneettisen mittauksen tulos on esitetty profilimuodossa.

Figure 9. Gravity and magnetic measurements at Vengasoja.

5.2 Syväkairaukset

Kärppäsuon muodostuman alueella on suoritettu kairauksia neljässä vaiheessa: 1) Vuonna 2002 kairattiin Vengasojä 1 valtausalueen pohjoispuolelle (kuva 2) yhteen profiiliin 3 reikää yhteensä 164.55 m. 2) Vuonna 2003 jatkettiin edellä mainittua Vengasvaaran profiilia 11 reiällä sekä kairattiin Sarvensuo 1 valtausalueen pohjoispuolelle (kuva 3) 7 reiän profiili yhteensä 933.75 m. 3) Vuonna 2005 kairattiin Vengasojä 1 valtausalueella (kuva 2) 6 reikää kahteen profiiliin ja Sarvensuo 1 valtausalueelle (kuva 3) 5 reikää yhteen profiiliin yhteensä 1998.7 m. Vuonna 2006 jatkettiin kairauksia Sarvensuo 1 valtausalueella, jonne kairattiin yksi 3 reiän profiili sekä täydennettiin vuonna 2005 kairattua profiilia 1 reiällä yhteensä 731.75 m. Lisäksi vuonna 2003 kairatun profiilin pohjoispuolelle kairattiin 2 reikää yhteensä 260.70 m. Alueella on kairattu vuoteen 2007 mennessä yhteensä 38 reikää yhteispituudeltaan 4089.45 m (liite 1). Kairaukset on suoritettu T-56 ja T-46 kalustolla ja urakoitsijoina ovat olleet Suomen Malmi Oy (SMOY) ja Geologian tutkimuskeskus. Kairasydämet on raportoitu ja kuvattu digitaalikameralla Geologian tutkimuskeskuksessa Rovaniemellä, jossa reikiä myös tällä hetkellä säilytetään. Kairareikäluettelo tietoineen on liitteenä (liite 1) ja reikien sijainnit tunnuksineen on esitetty kuvissa 2 ja 3.

5.3 Geokemialliset ja petrografiset tutkimukset

Kärppäsuon alueen tutkimuksissa on kairasydämistä kerätty 200 kpl näytteitä malmianalyysiin. Näistä näytteistä on analysoitu kulta, platina ja palladium ICP-AES –tekniikalla (laboratorion menetelmäkoodi 704P) sekä perusmetallit ICP-AES -tekniikalla (laboratorion menetelmäkoodi 510P) 25 g näytteestä. Petrologisia analyysejä on tehty 154 näytteestä. Näistä on tehty kokokivi-analyysit XRF –menetelmällä (laboratorion menetelmäkoodi 175X) jauhepuristeesta ja hiivenaineanalyyssit ICP-MS -tekniikalla (laboratorion menetelmäkoodi 308M) sekä C –analyyssit hiilianalyysaattorilla (laboratorion menetelmäkoodi 811L). Analyyssit on tehty Geologian tutkimuskeskuksen kemian laboratoriossa (nykyään Labtium Oy) Espoossa ja Rovaniemellä.

Malmianalyysieihin valitut näytteet ovat olleet pääosin 1 - 2 metrin pituisia. Kairasydän on sahattu halki timanttisahalla ja toinen puoli on murskattu mangaaniteräsleuoilla varustetulla murskaimella, ositettu ja jauhettu karkaistussa hiiliteräsjauhinastiassa rengasmyllyllä. Petrologisiin analyyseihin valitut näytteet ovat olleet pituudeltaan pääosin 15-20 cm. Näytteet on halkaistu timanttisahalla. Timanttisahalla halkaistut näytteet on murskattu, ositettu ja jauhettu teräsjauhinastiassa.

Kärppäsuon alueen kairasydämistä on tehty yhteensä 154 kpl kiillotettuja ohuthieitä Geologian tutkimuskeskuksen hielaboratoriossa Rovaniemellä ja Kuopiossa.

Reikäkohtaiset tiedot analysoiduista näytteistä ja teetetyistä ohuthieistä löytyvät liitteenä olevasta taulukosta (liite 2).

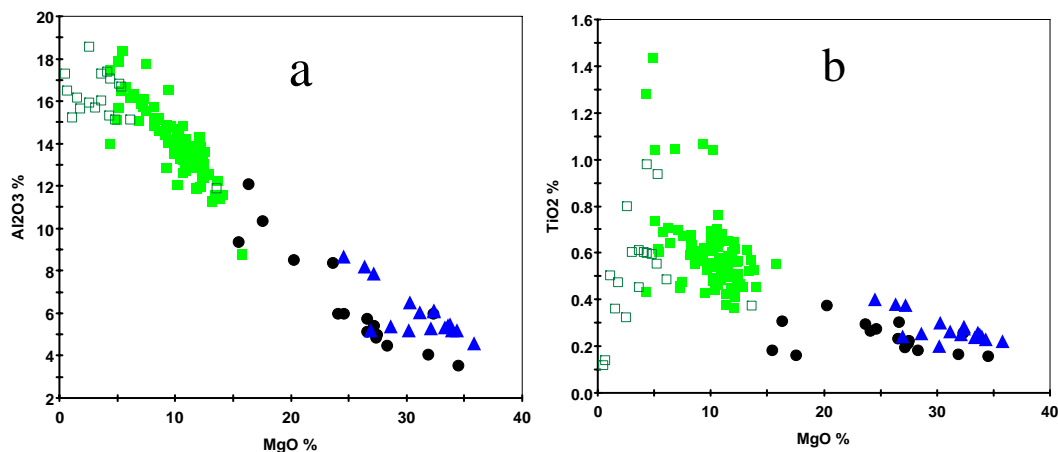
5.4 Tutkimusalueen kivien geokemia

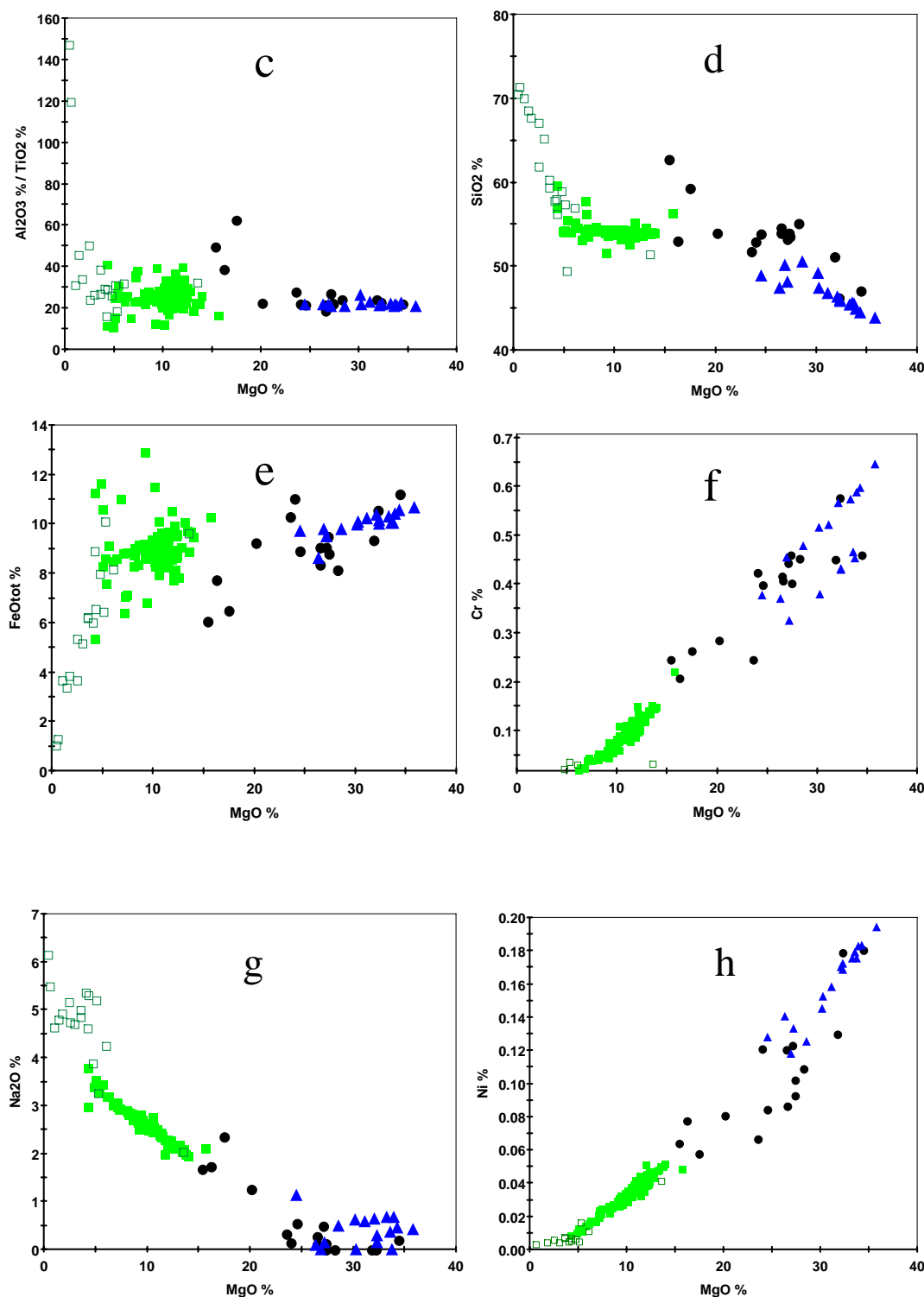
Tutkimusalueen kairauksista teetetyistä kokokivianalyyseistä (kuvat 10a – h) voidaan todeta, että itse gabromuodostuman gabronoriitit muodostavat koostumukseltaan suhteellisen homogeenisen ryhmän. Tätä tukevat myös makroskooppiset ja mikroskooppiset havainnot kivien mineralogisesta koostumuksesta. Gabroon liittyvä ultramafinen reunavyöhyke on koostumukseltaan melko heterogeeninen, joka näkyy varsinkin MgO-pitoisuuksissa. Reunavyöhykkeen kivet edustavatkin sarjaa aina gabroista peridotiitteihin asti. Ultramafinen linssi sisältää enemmän peridotiittisia kiviä kuin reunaosa ja gabroidiset kivet puuttuvat kokonaan. Lisäksi ultramafisen linssin kivet muodostavat koostumukseltaan homogeenisemmän ryhmän. Reunavyöhykkeen ja ultramafisen linssin pyrokseeniittiset ja peridotiittiset kivet ovat koostumukseltaan lähellä toisiaan. Selkeimmät

erot tulevat esiin siinä, että reunavyöhykkeen kivien SiO_2 -pitoisuudet ovat hieman suuremmat ja Ni-, TiO_2 -, Al_2O_3 -pitoisuudet pienemmät kuin ultramafisella linssillä.

Gabromuodostuman kontaktialueen kivet edustavat lähinnä aikaisemmin kuvattuja leukogabroja, tonaliitteja sekä granofyyreiksi tulkittuja kiviä. Kivien leukokraattinen ja plagioklaasivaltainen luonne tulee selvimmän esiin kuvassa 10(g), jossa nämä kivet eroavat Na_2O -pitoisuuden perusteella esimerkiksi gabronoriiteista. Lisäksi näytejoukossa on muutama näyte, jotka edustavat granitoidien keskellä esiintyviä mafisia-ultramafisia sulkeumia. Ne eivät liity gabromuodostumaan lainkaan vaan edustavat joko osittain sulaneita jäänteitä tai mafisia-ultramafisia juonia granitoidien keskellä.

Tutkimusalueen kivien kondriittinormalisoidut REE-kuvaajat on esitetty kuvissa 11a – d. Kuvassa 11(a) esitetyt gabromuodostuman gabronoriittien REE-kuvaajista voidaan todeta, että ne ovat kevyestä päästä rikastuneet ja niiden raskaspää on hivenen köyhtynyt tai suora. Yleisesti ottaen ne muodostavat REE-kuvaajienkin perusteella varsin homogeenisen ryhmän. Kuvassa 11(b) on esitetty gabromuodostuman reunaosan REE-kuvaajat. Kuvaajista näkee, että ne ovat kevyestä päästä rikastuneet ja niiden raskaspää on suora tai heikosti köyhtynyt. Raskaan pää REE alkua-aineista osa on jäänyt alle määritysrajan kuten Tm ja Lu. Lisäksi reunavyöhykkeen kivillä on usein heikosti negatiivinen Eu-anomalia. Kuvassa 11(c) on esitetty ultramafisen linssin REE-kuvaajat. Näille luonteenomaisia piirteitä ovat kevyen pää rikastuminen ja raskaspää on heikosti laskeva tai suora. Reunavyöhykkeen tapaan raskaan pää Tm ja Lu ovat usein alle määritysrajan. Lisäksi tyypillisenä piirteenä on heikko negatiivinen Eu-anomalia. Niin reunavyöhykkeen kuin ultramafisen linssin REE-kuvaajat ovat muodoltaan ja pitoisuustasoiltaan samankaltaisia. Kuvassa 11(d) on esitetty gabromuodostuman kontaktialueen kivien (leukogabrot, granofyyrit, tonaliitit ja mafiset - ultramafiset sulkeumat) REE –kuvaajat. Tämä ryhmä muodostaa kaikkein heterogeenisimman ryhmän johtuen erilaisten kivilajien määrästä. Näiden REE-kuvaajat ovat kevyestä päästä rikastuneet ja niiden raskaspää on pääosin suora. Osassa näytteistä REE alkua-aineiden pitoisuudet ovat alle määritysrajojen.

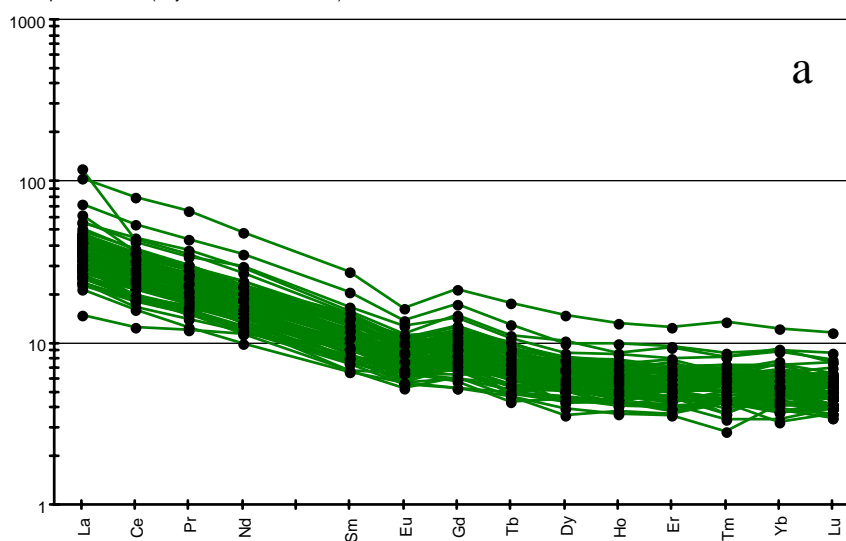




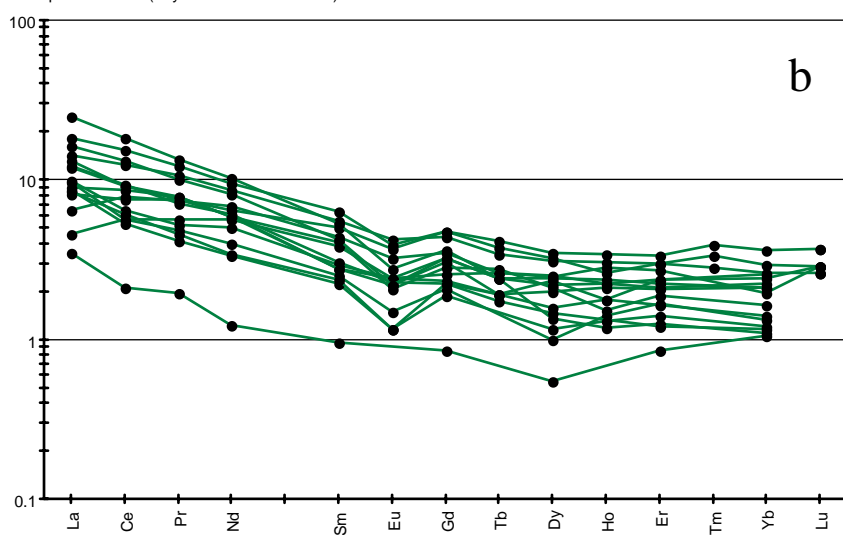
Kuva 10a – h. Tutkimusalueen kivien kokokivianalyysija XY-diagrammeilla: a) MgO vs. Al₂O₃, b) MgO vs. TiO₂, c) MgO vs. Al₂O₃ / TiO₂, d) MgO vs. SiO₂, e) MgO vs. FeO_{tot}, f) MgO vs. Cr, g) MgO vs. Na₂O ja h) MgO vs. Ni. Kuvissa käytetyt symbolit: gabromuodostuman kontaktialueen kivet (avoin neliö), gabromuodostuma (vihreä neliö), reunavyöhyke (musta ympyrä) ja ultramafinen linssi (sininen kolmio).

Figure 10a – h. Whole rock analyses from the study area on XY-diagrams: a) MgO vs. Al₂O₃, b) MgO vs. TiO₂, c) MgO vs. Al₂O₃ / TiO₂, d) MgO vs. SiO₂, e) MgO vs. FeO_{tot}, f) MgO vs. Cr, g) MgO vs. Na₂O and MgO vs. Ni. Used symbols: contact area of gabbroformation (open square), gabbroformation (green square), contact zone (black dot) and ultramafic body (blue triangle).

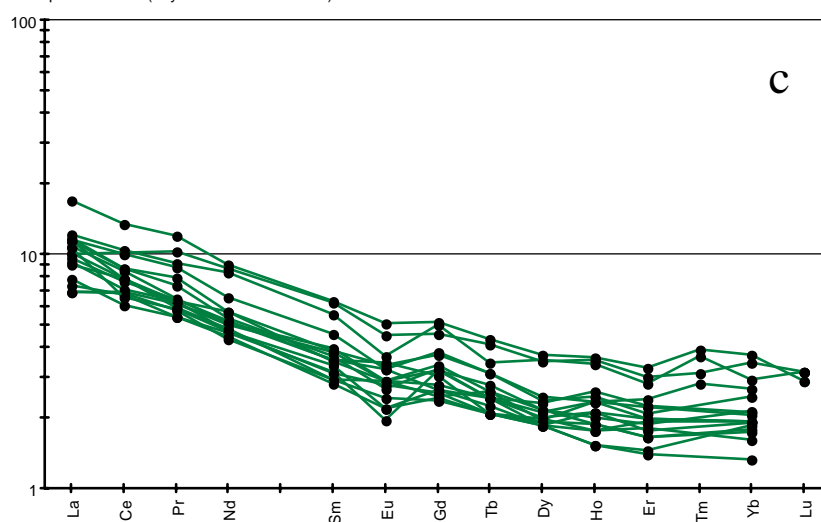
Sample/Chondrite (Taylor & McLennan 1985)

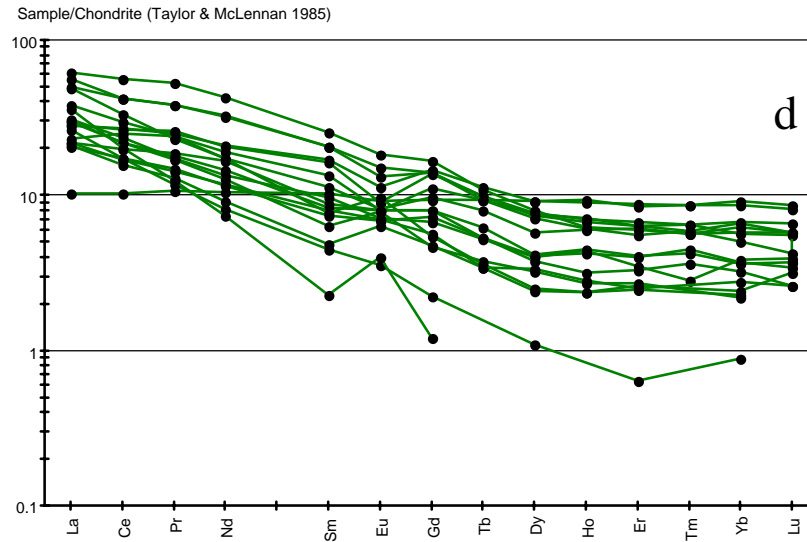


Sample/Chondrite (Taylor & McLennan 1985)



Sample/Chondrite (Taylor & McLennan 1985)



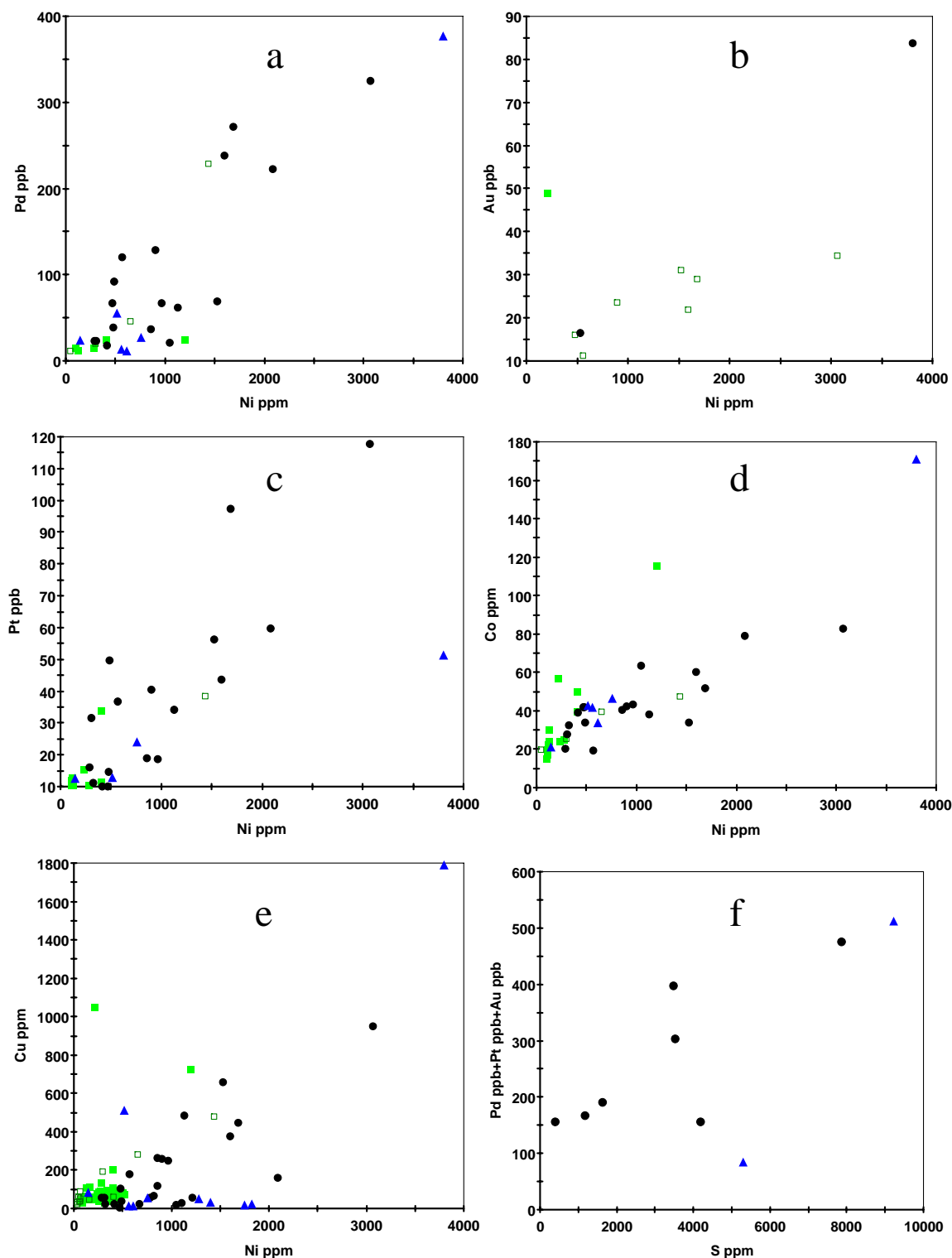


Kuva 11a – d. Tutkimusalueen kondriittinormalisoituja REE-kuvaajia: a) gabromuodostuma, b) reuna-
vyöhyke, c) ultramafinen linssi ja d) gabromuodostuman kontaktialueen kivet.

Figure 11a – d. Chondrite normalized REE-patterns from the study area: a) gabbroformation, b) contact
zone, c) ultramafic body and d) contact area of gabbroformation.

5.4.1 Mineralisoituneiden näytteiden geokemia

Kuvissa 12a – e on esitetty tutkimusalueen kairasydämistä tehtyjen mineralisoituneiden näytteiden malmianalyysyjä. Yleisesti voidaan todeta, että pitoisuudet ovat kaikkien analysoitujen metallien osalta varsin alhaiset mutta kuitenkin selvästi kohonneita. Heikko Ni-Cu-PGE mineralisaatio liittyy pääosin gabromuodostuman reunaosaan (R491) ja ultramafiseen linssiin (R485). Lisäksi kontaktialueen kivissä on kohonneita pitoisuuksia (R486) etenkin mineralisoituneissa rei'issä. Mineralisoituneissa osissa jalometallien totaalipitoisuudet (Au+Pd+Pt) ovat 150 ppb – 500 ppb ja ne ovat selkeästi palladium valtaisia. Palladiumilla, platinalla ja kullalla on varsin hyvä korrelaatio nikkelin ja rikin kanssa. Mineralisoituneiden näytteiden Ni-, Cu- ja Co-pitoisuudet ovat varsin alhaisia. Parhaassa näytteessä Ni-pitoisuus on 3800 ppm, Cu-pitoisuus 1800 ppm ja Co-pitoisuus 171 ppm.



Kuva 12a – e. Tutkimusalueen kivien malmianalyyseja mineralisoituneista näytteistä XY-diagrammeilla: a) Ni vs. Pd, b) Ni vs. Au, c) Ni vs. Pt, d) Ni vs. Co, e) Ni vs. Cu ja f) S vs. Pd+Pt+Au. Kuvissa käytetyt symbolit ovat samat kuin kuvissa 10a – h.

Figure 12a – e. Ore analyses from mineralized rocks of the study area: a) Ni vs. Pd, b) Ni vs. Au, c) Ni vs. Pt, d) Ni vs. Co, e) Ni vs. Cu and f) S vs. Pd+Pt+Au. Symbols are same as in the figures 10a – h.

6 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Kärppäsuon tutkimusalueella (sisältäen valtausalueet Sarvensuo 1 ja Vengasoja 1) suoritettut tutkimukset osoittavat, että alueella on pitkä (~ 20 kilometriä) mutta kapea (< 100 metriä) pohjois-etelä suuntainen juonimainen gabromuodostuma, jonka molemmissa reunoissa on kapea mafinen-ultramafinen reunaosa. Gabromuodostuma edustaa malmikriittistä 2.44 Ga ikäistä magmatismia. Tämän lisäksi Vengasoja 1 valtausalueella sijaitsee pieni ultramafinen linssi, joka liittyy geneettisesti gabromuodostumaan. Tutkimuksien yhteydessä suoritettujen kairauksien aikana on Sarvensuo 1 valtausalueelta paikannettu gabromuodostuman reunaosaan liittyvä heikko Ni-Cu-PGE mineralisaatio. Paras lävistys on reiästä 491, jossa välillä 145.45 – 146.80 (1.35 metriä) on Au+Pd+Pt-pitoisuus 579 ppb, Ni 3060 ppm ja Cu 956 ppm. Lisäksi Vengasoja 1 valtausalueella sijaitsevasta ultramafisesta linssistä saatiin lävistys reiästä 485, jossa välillä 163.10 – 163.85 (0.75 metriä) on Au+Pd+Pt-pitoisuus 512 ppb, Ni 3800 ppm ja Cu 1790 ppm. Lisäksi kohonneita Ni-, Cu- ja PGE-pitoisuuksia tavattiin esimerkiksi mineralisoituneiden osien kontaktivyöhykkeiltä (muodostuman ulkopuolelta).

Ottaen huomioon muodostuman laajuuden ja sen geologiset raamit (ikä ja saadut viitteet) voidaan todeta, että Kärppäsuon gabromuodostuma on varsin mielenkiintoinen malminetsintäkohde. Muodostuman suuresta koosta johtuen olisi perusteltua selvittää DC/IP ja sähkömagneettisilla mittauksilla mahdollisen massiivisemmän mineralisaation olemassaoloa. Näiden toimien lisäksi olisi syytä jatkaa syväkairauksia koko muodostuman alueella, koska tähänastiset kairaukset ovat kohdentuneet varsin pienelle alueelle.

Geologian tutkimuskeskus (GTK) katsoo saaneensa varsin hyvän kuvan Kärppäsuon gabromuodostuman geologiasta ja siihen liittyvistä mineralisaatioista. Näin ollen GTK luopuu Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1 valtauksista.

7 TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN

Kairasydämiä säilytetään toistaiseksi GTK:n Rovaniemen yksikön kairasydänvarastossa ja arkistoidaan myöhemmin Lopen valtakunnalliseen kairasydänarkistoon. Kairasydämistä otettuja digitaalisia kuvatiedostoja säilytetään GTK:n Rovaniemen yksikössä, missä säilytetään myös kairasydämistä tehtyjä kiillotettuja ohuthieitä.

Numeerinen aineisto on tallennettu sekä paperitulosteina että digitaalisessa muodossa. Kairasydänraportit ja kemialliset analyysit on tallennettu GTK:n WinKaira –kallioperätietokantaan. Raporttiin liittyvä maastogeofysiikan data on tallennettu ASCII-muotoisina GEOSOFT xyz-tiedostoina.

Data CD:llä ovat numeerisessa muodossa geofysikaalinen ja petrofysikaalinen data, kairasydänraportit, kemialliset analyysit ja valtausraportti. Geologinen kartta, aeromagneettinen kartta, geologinen poikkileikkaus ja kairausprofiilit ovat CD:llä jpg –tiedostoina.

8 LIITELUETTELO

APPENDICES

Liite 1. *Reikäluettelo / List of drill holes*

Liite 2. *Reikäkohtaiset analyysi- ja hietiedot / List of analyses and thin sections*

Liite 3. *Geologinen leikkaus Vengasoja 1 profiililta. Pitoisuudet ppb / Geological section from Vengasoja 1*

Liite 4. *Geologinen leikkaus Sarvensuo 1 profiililta. Pitoisuudet ppb / Geological section from Sarvensuo 1*

Liite 5. *Vengasojan VLF-R mittaus / Electromagnetic VLF-R measurements at Vengasoja*

Liite 6. *Vengasojan magneettinen mittaus / Magnetic measurements at Vengasoja*

Liite 7. *Vengasojan gravimetrinen mittaus / Gravimetric measurements at Vengasoja*

Liite 8. *Sarvensuon magneettinen ja gravimetrinen mittaus / Magnetic and gravimetric measurements at Sarvensuo.*

Liite 9. *Sarvensuon VLF-R mittaus / Electromagnetic VLF-R measurements at Sarvensuo*

9 LIITTY

LIST OF RELATED MATERIAL

Kiillotetut ohuthieet / Polished thin sections

Kairasydämet / Drill cores

DATA CD:

- CLAIM AREAS
- DOCUMENTS
- DRILLINGS
- GEOCHEMISTRY
- GROUND_GEOPHYSICS
- DESCRIPTION
- OTHER

10 LÄHDELUETTELO

REFERENCES

Enkovaara, A., Härme, M. ja Väyrynen, H., (1952) Kivilajikartta, lehdet C5-B5, Oulu - Tornio. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000. Valtioneuvoston kirjapaino, Helsinki.

Enkovaara, A., Härme, M. ja Väyrynen, H., (1953) Kivilajikartan selitys, lehdet C5-B5, Oulu – Tornio. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000. Valtioneuvoston kirjapaino, Helsinki. 153.

Huhma, H., (2006) Suullinen tiedonanto. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen yksikkö.

Juopperi, H. ja Karvinen, A., (2006) Tutkimustyöselostus Pudasjärven kaupungissa valtausalueella Sorsasuo (kaivosrekisterinumero 7433/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 2001-2002. DATA-CD. 16 s. 7 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/3514/2006/1/10.

Juopperi, H., (2008) Hanke 2701008 Pudasjärven kompleksin kallioperän ja raaka-ainevarojen kartoitus loppuraportti. Geologian tutkimuskeskus, Pohjois-Suomen yksikkö. Raportti M10.4/2008/2. 14.

Korsman, K., Koistinen, T., Kohonen, J., Wennerström, M., Ekdahl, E., Honkamo, M., Idman, H. and Pekkala, Y. (toim.), (1997) Suomen kallioperäkartta 1:1 000 000. Geologian tutkimuskeskus.

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

Liite 1

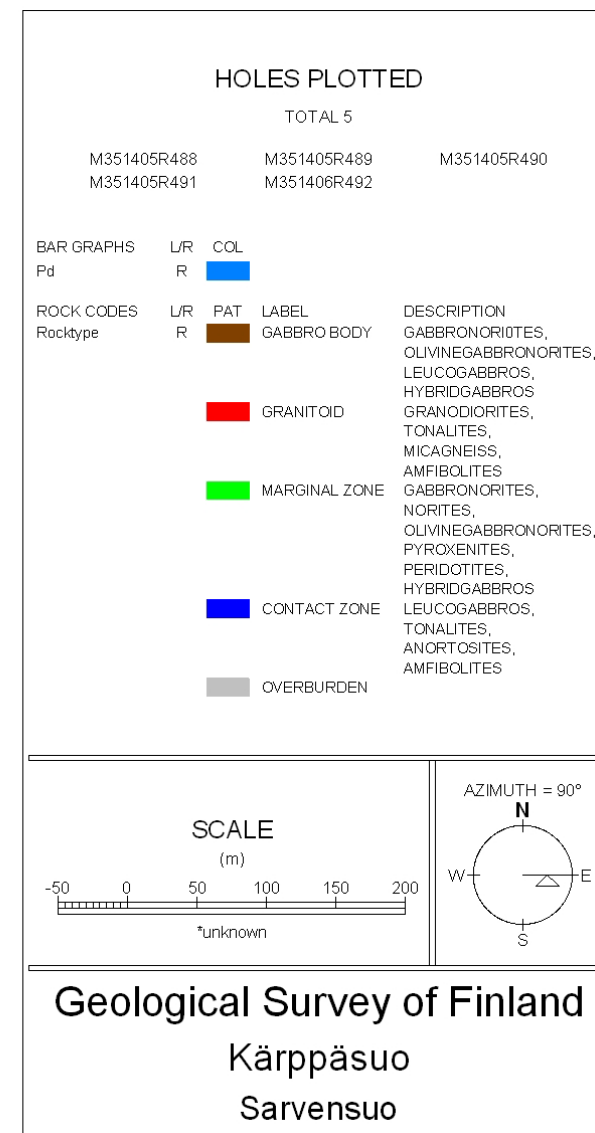
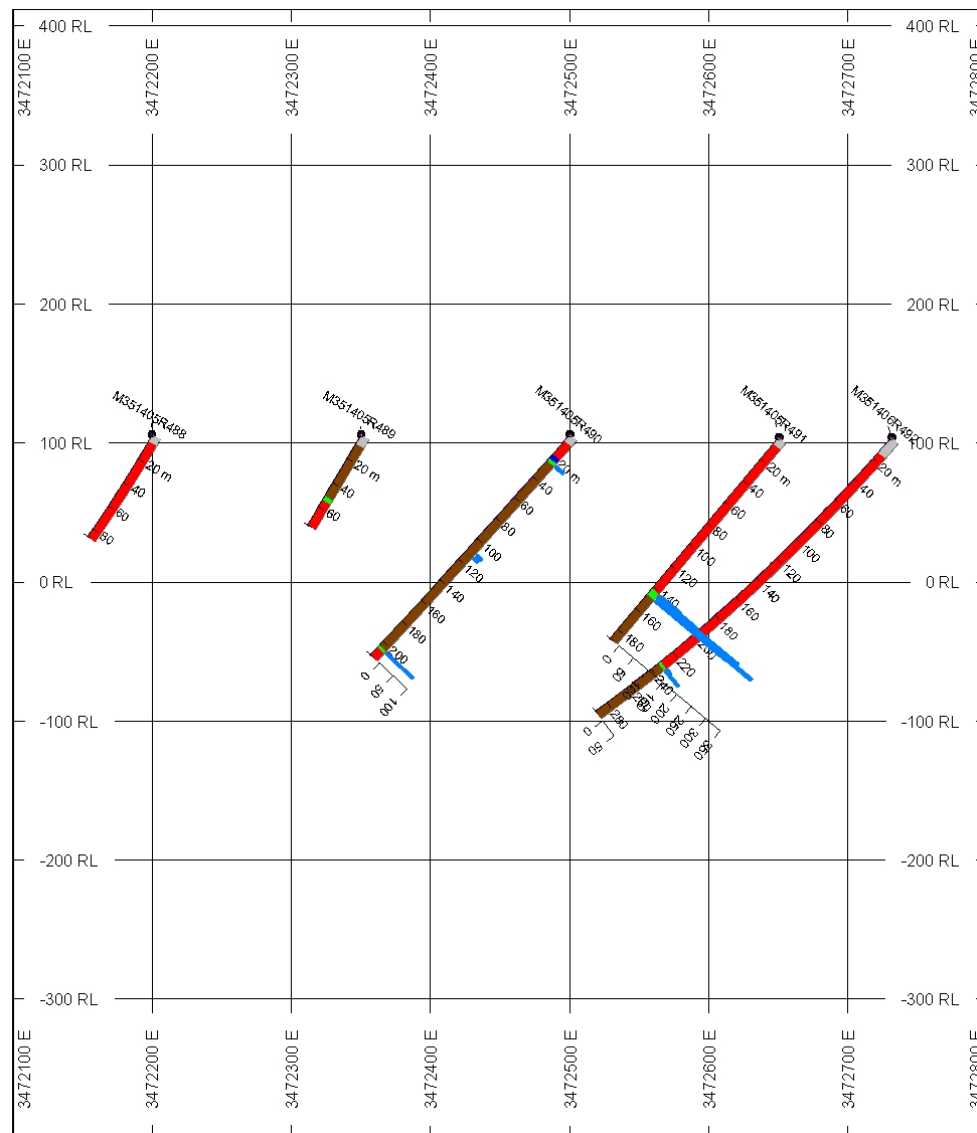
Appendix 1

Reikä­tunnus <i>Hole ID</i>	Koordinaatit (KKJ) <i>Coordinates</i>		Karttalehti <i>Mapsheet</i>	Korkeus <i>Elevation</i>	Suunta/kaltevuus <i>Azimuth/dip</i>	Pituus (m) <i>Length (m)</i>	Maata (m) <i>Overburden (m)</i>
	x	y					
M351402R446	7258999	3472502	3514 04 B	110	270/60	51,4	8,4
M351402R447	7259000	3472600	3514 04 B	109	270/60	62,1	12,8
M351402R448	7259000	3472700	3514 04 B	108	270/60	51,05	10,6
M351403R443	7259000	3472103	3514 04 B	111	270/60	50,75	11,5
M351403R444	7259000	3472200	3514 04 B	111	270/60	50,3	10,7
M351403R445	7259000	3472400	3514 04 B	111	270/60	50,75	9,4
M351403R449	7258999	3472799	3514 04 B	107	270/60	51,3	16,1
M351403R450	7259002	3472899	3514 04 B	107	270/60	48,5	10,85
M351403R451	7259010	3473000	3514 04 B	106	270/60	50,5	17,1
M351403R452	7259010	3473099	3514 04 B	107	270/60	51,4	17,1
M351403R453	7259004	3473301	3514 04 B	106	270/60	50,4	21
M351403R454	7259001	3473490	3514 04 B	104	270/60	50,7	16,7
M351403R455	7258990	3473725	3514 04 B	99	270/60	32,6	12,2
M351403R465	7258995	3472650	3514 04 B	109	270/60	98,85	13,6
M351403R466	7251500	3471600	3514 04 A	118	270/60	49,4	15,2
M351403R467	7251500	3471800	3514 04 A	118	270/60	50	15
M351403R468	7251500	3472100	3514 04 A	118	270/60	50	25,9
M351403R469	7251500	3472205	3514 04 A	118	270/60	35,9	24,5
M351403R470	7251500	3472300	3514 04 A	118	270/60	59,8	21
M351403R471	7251500	3472500	3514 04 A	118	270/60	51	20,7
M351403R472	7251499	3472694	3514 04 A	118	270/60	51,6	25,8
M351405R483	7258200	3472650	3514 04 B	105	270/52	150	11,35
M351405R484	7258200	3472755	3514 04 B	106	270/46	259,55	7
M351405R485	7258200	3472950	3514 04 B	106	270/46	351,4	11,7
M351405R486	7258200	3473000	3514 04 B	105	270/46	188,7	9,8
M351405R487	7258420	3472675	3514 04 B	105	270/46	185,2	10,95
M351405R488	7250700	3472200	3514 04 A	106	270/60	86,75	5,6
M351405R489	7250700	3472350	3514 04 A	106	270/60	75,35	7,6
M351405R490	7250700	3472500	3514 04 A	106	270/50	213,5	6,05
M351405R491	7250700	3472650	3514 04 A	104	270/50	188,35	6,05
M351405R493	7258400	3472815	3514 04 B	104	270/48	149,95	5
M351405R494	7250699	3472725	3514 04 A	104	270/50	149,95	14,4
M351406R492	7250699	3472731	3514 04 A	104	270/50	290,4	14,5
M351406R499	7253260	3472587	3514 04 A	123	270/70	138,2	31
M351406R500	7253659	3473205	3514 04 A	114	240/70	122,5	11,2
M351406R501	7251080	3472766	3514 04 A	110	270/51	173,75	18,7
M351406R502	7251080	3472822	3514 04 A	110	270/51	94	21,4
M351406R503	7251080	3472550	3514 04 A	110	270/50	173,6	14,9
Yhteensä Total						4089,45	543,35

Liite 2

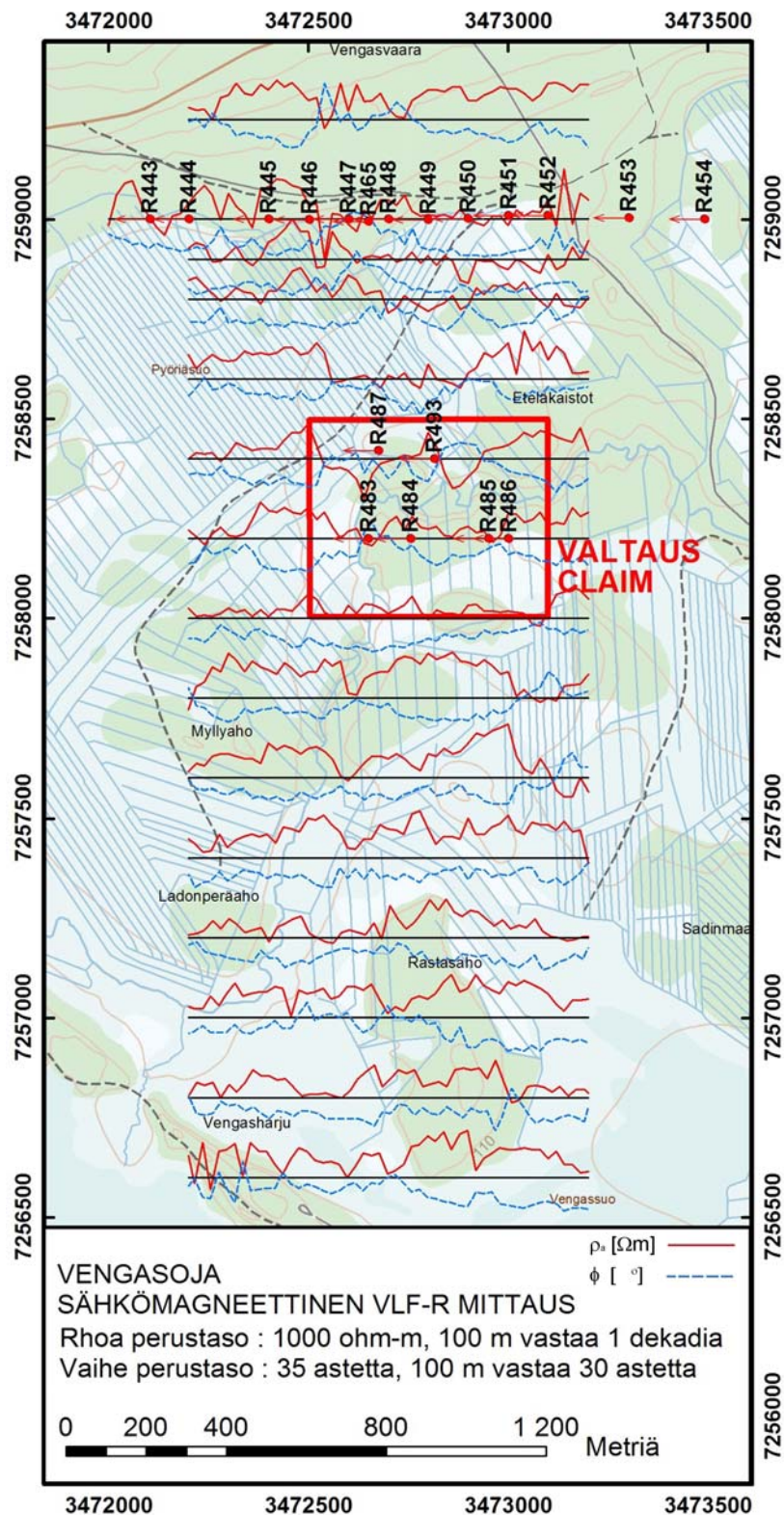
Appendix 2

Reikä­tunnus <i>Hole ID</i>	Malmianalyysit / <i>Ore analyses</i>			Petrologiset analyysit / <i>Petrological analyses</i>				Kiillotetut ohut­heet <i>Polished thin sections</i>
	704P (Au, Pd, Pt)	510P	Tilausnumero	175X	308M	811L	Tilausnumero	kpl (n)
	kpl (n)	kpl (n)	Laboratory number	kpl (n)	kpl (n)	kpl (n)	Laboratory number	
M351403R443								
M351403R444								1
M351403R445								
M351402R446	5	5	85515					
M351402R447	11	11	71879	1	1	1	71878	1
M351402R448	6	6	71880	5	5	5	71878	5
M351403R449								
M351403R450								1
M351403R451								
M351403R452								
M351403R453								
M351403R454								
M351403R455								
M351403R465								
M351403R466								
M351403R467								
M351403R468				1	1	1	90097	1
M351403R469								
M351403R470				3	3	3	90097	3
M351403R471				3	3	3	90095	3
M351403R472								
M351405R488								
M351405R489	11	11	91909	10	10	10	91910	10
M351405R490	52	52	91911	27	27	27	91912	28
M351405R491	12	12	91918	6	6	6	91917	6
M351405R483	21	21	201074	20	20	20	201075	20
M351405R484	13	13	201077	21	21	21	201076	22
M351405R485	10	10	201078	6	6	6	201079	6
M351405R486	4	4	201000	5	5	5	201001	5
M351405R487	16	16	201003	20	20	20	201002	19
M351405R493	2	2	201004	5	5	5	201005	5
M351405R494								
M351406R499	8	8	89579	6	6	6	89577	6
M351406R500				2	2	2	89582	2
M351406R501	5	5	89574	3	3	3	89576	4
M351406R502				2	2	2	89575	2
M351406R503	8	8	89572	4	4	4	89573	
M351406R492	16	16	89581	4	4	4	89580	4
Yhteensä	200	200		154	154	154		154



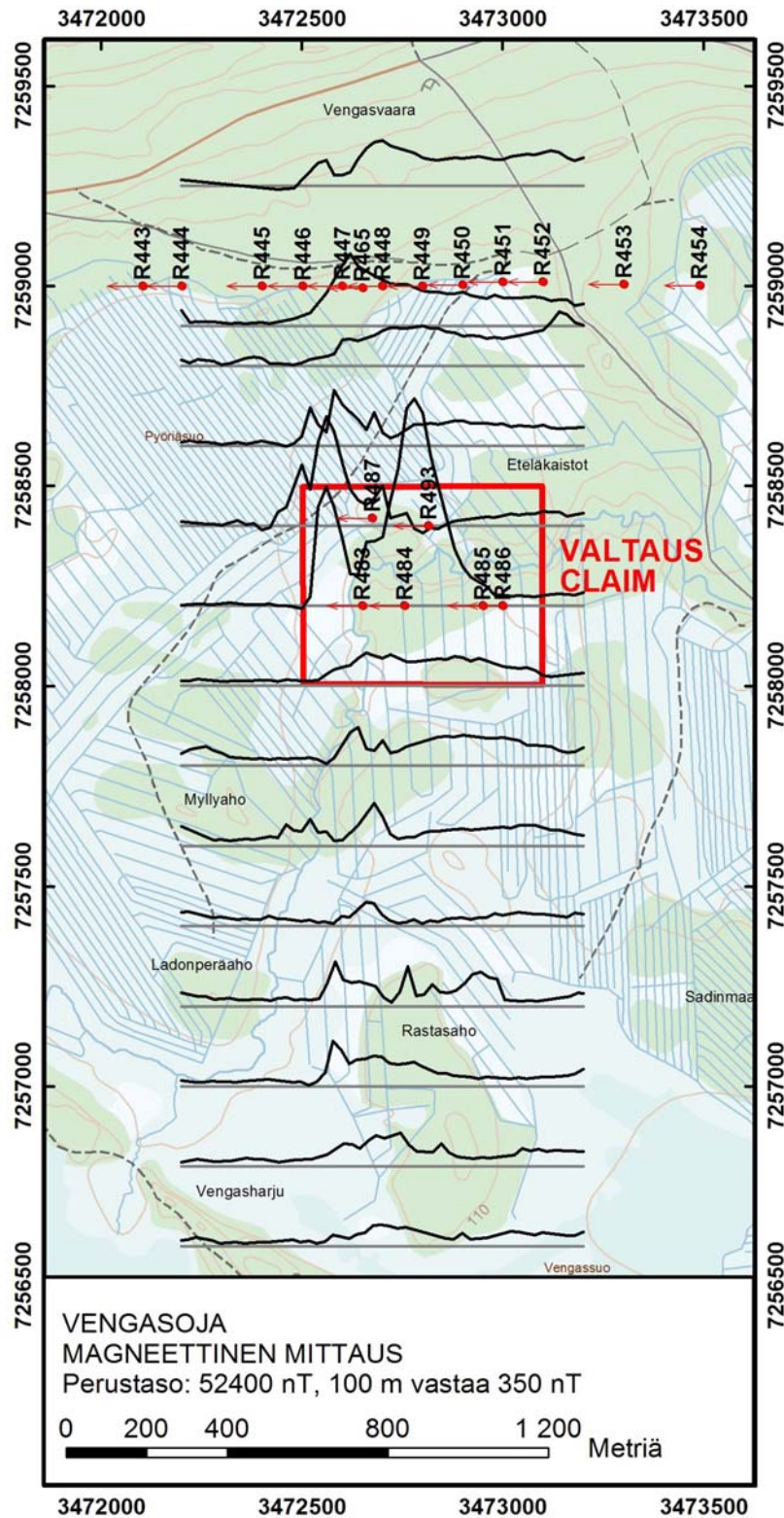
LIITE 5 . Vengasojan VLF-R mittaus. Pohjakartta: © Maanmittauslaitos lupanro 13/MML/08 ja Logica Suomi Oy.

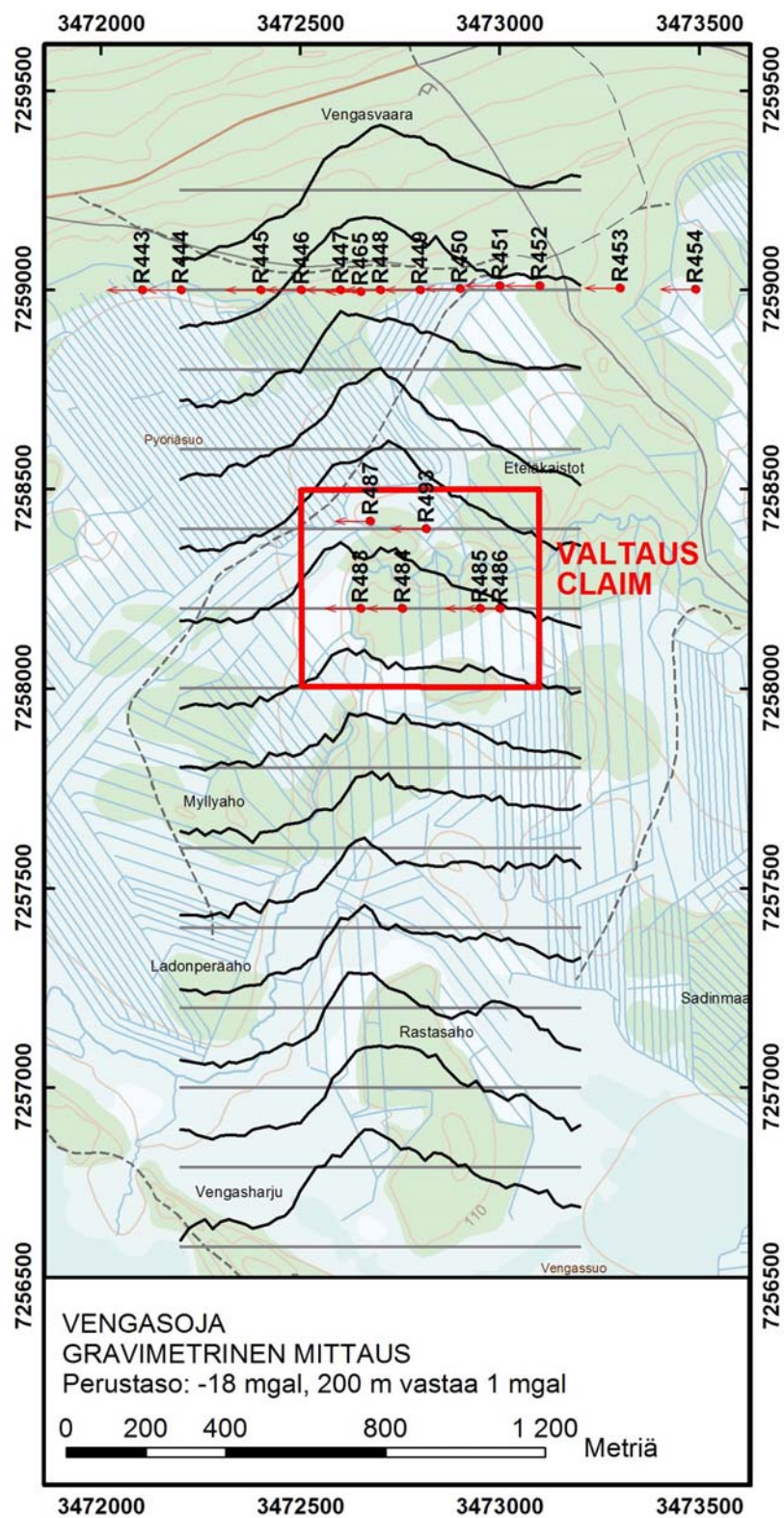
APPENDIX 5. Electromagnetic VLF-R measurements at Vengasoja.



LIITE 6 Vengasojan magneettinen mittaus. Pohjakartta: © Maanmittauslaitos lupanro 13/MML/08 ja Logica Suomi Oy.

APPENDIX 6. Magnetic measurements at Vengasoja.

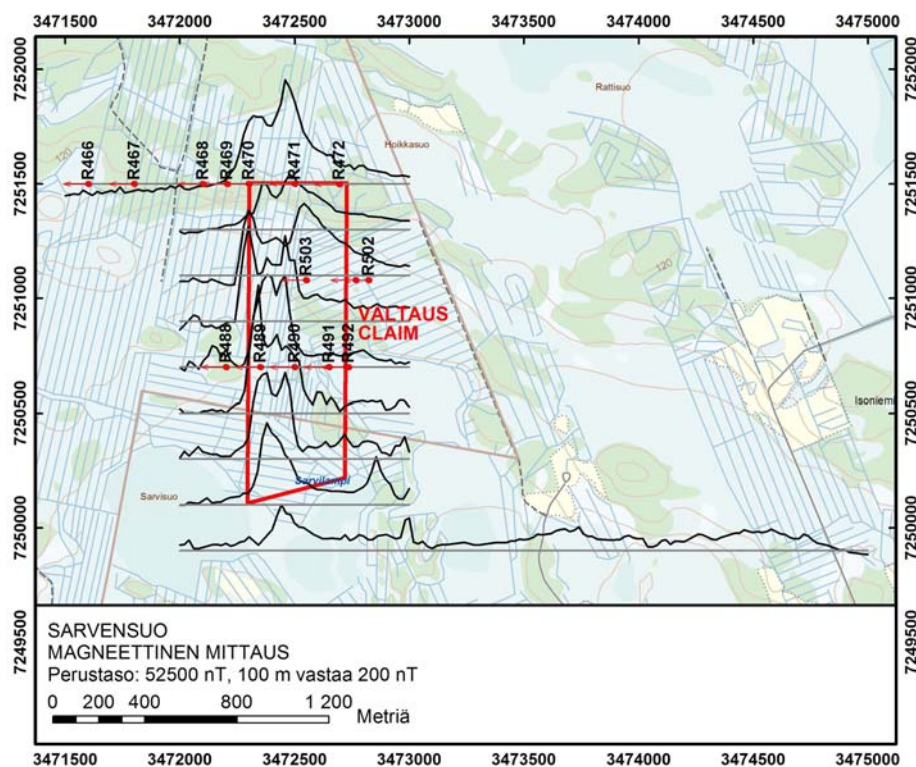




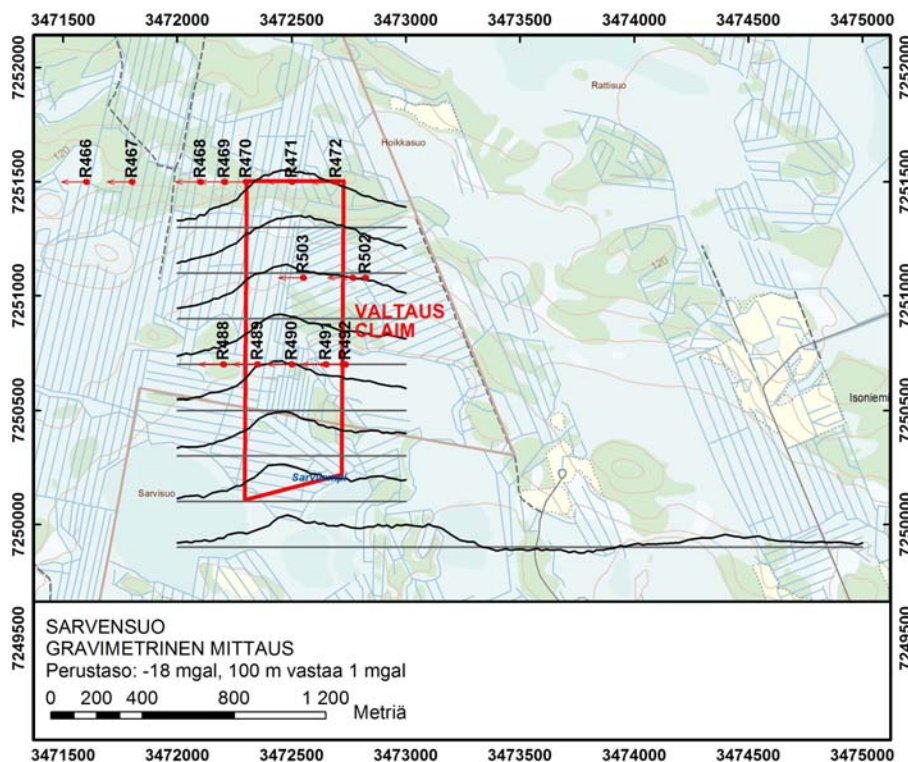
LIITE 8. a) Sarvensuon magneettinen ja b) gravimetrinen mittaus. Pohjakartta: © Maanmittauslaitos lupanro 13/MML/08 ja Logica Suomi Oy.

APPENDIX 8 a) Magnetic and b) gravimetric measurements at Sarvensuo.

a)



b)



APPENDIX 9. Electromagnetic VLF-R measurements at Sarvensuo.

