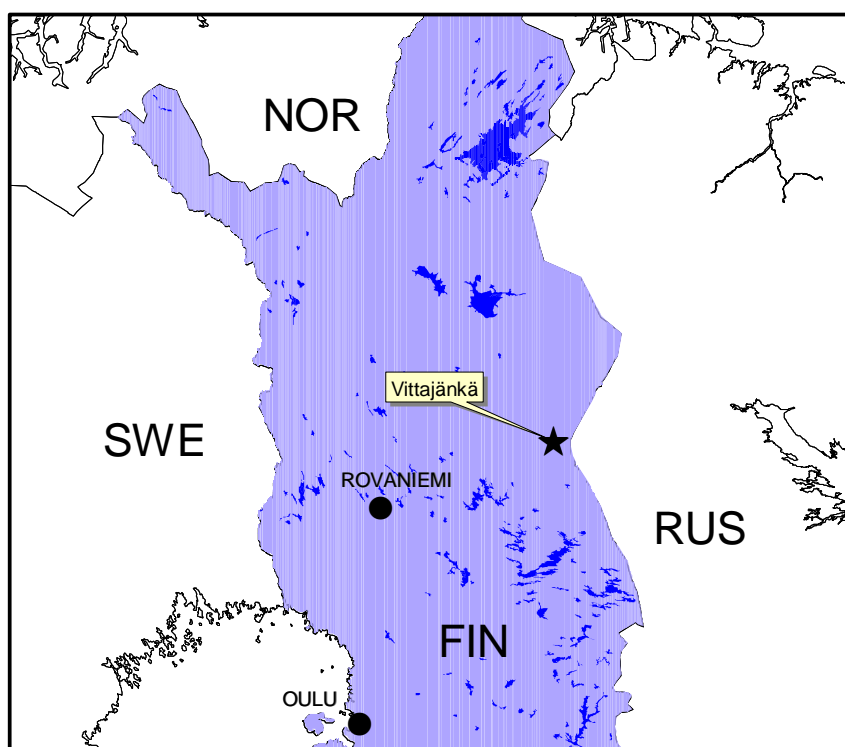




Tutkimustyöselostus Sallan kunnassa valtausalueella Vittajänkä (Kaivosrekisterinumero 7320/1) suoritetuista kaoliinitutkimuksista vuosina 1999 – 2005

Panu Lintinen



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 19.12.2006

Tekijät Panu Lintinen		Raportin laji M06	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Tutkimustyöselostus Sallan kunnassa valtausalueella Vittajänkä (Kaivosrekisterinumero 7320/1) suoritetuista kaoliinitutkimuksista vuosina 1999 – 2005			
Tiivistelmä Sallan Vittajängän kaoliiniesiintymä sijaitsee noin 15 km Sallan kirkonkylästä koilliseen karttalehdellä 4621 09. Esiintymää ja sen ympäristöä tutkittiin vuosina 1999 – 2002 ilman voimassa olevaa valtausta, vuoden 2003 alusta lähtien valtausalueella. Maastossa tutkimuksia on tehty geofysikaalisin hajaprofiili- ja systemaattisin mittauksin sekä kairauksin. Laboratoriossa näytteistä on mitattu raekokojakaumat, vaaleus- ja keltaisuusarvot sekä mineraloginen ja kemiallinen koostumus. Parhaille näytteille on tehty teollista prosessia simuloivat rikastuskokeet. Yhteensä on mitattu geofysiikkaa 3,6 km ² , kairattu noin 2000 metriä ja analysoitu lähes 150 näytettä. Tutkimusten perusteella arvioidaan Vittajängän esiintymän sisältävän yli 10 miljoonaa tonnia valkoista kaoliinia, jonka keskimääräinen kaoliiniittipitoisuus on noin 30 %. Puhdistustoimenpiteistä huolimatta kaoliinirikaste sisälsi edelleen epäpuhtauksina runsaasti kvartsia ja muskoviittia. Rikasteesta mitatut vaaleudet jäivät alle paperin pigmenttikaoliinilta vaadittavien arvojen ja täyttivät vain osittain täytekaliinin vaatimukset. Koska pigmenttikaoliinilta vaadittavat arvot jäivät koerikastuksessa saavuttamatta ja pelkän fillerikaoliinin tuotanto ei sen halvan hinnan vuoksi ole kohteella kannattavaa, päätettiin Vittajängän valtauksista luopua.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Malminetsintä, teollisuusmineraalit, kaoliiniesiintymät, geofysikaaliset menetelmät, näytteenotto, rikastus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Lapin lääni, Salla, Vittajänkä			
Karttalehdet 4621 09			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Valtauseräraportit		Arkistotunnus M06/4621/2006/1/10	
Kokonaissivumäärä 12 sivua + 11 liitesivua	Kieli suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjois-Suomen yksikkö / 501		Hanketunnus 2902000	
Allekirjoitus/nimen selvennys Panu Lintinen		Allekirjoitus/nimen selvennys	

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date 19.12.2006

Authors Panu Lintinen		Type of report M06	
		Language GTK	
Title of report Tutkimustyöselostus Sallan kunnassa valtausalueella Vittajänkä (Kaivosrekisterinumero 7320/1) suoritetuista kaoliinitutkimuksista vuosina 1999 – 2005			
<p>Abstract</p> <p>The Vittajänkä kaolin deposit is located 15 km northeast of Salla municipality center, on map sheet 4621 09. During 1999 – 2002 the deposit and its surroundings were investigated without claim and since 2003 within a claim area. Field investigations included geophysical ground survey on 3,6 km² systematic grid and drilling of ca. 2000 meters. Systematic laboratory analysis for almost 150 kaolin samples consisted of various chemical and mineralogical assays and studies, grain size distribution analysis and measurements of brightness and yellowness values. The best samples of white kaolin were evaluated with a trial industrial enrichment process.</p> <p>At the basis of geophysical and geological data, a speculative estimate of Vittajänkä kaolin resource has been given. It's assumed that deposit would contain over 10 million tons of white kaolin with an average kaolinite content of 30 %. Despite refinement, the Vittajänkä kaolin still contained considerable amounts of quartz and muscovite and the brightness remained below acceptable levels for kaolin pigment and only partly fulfilled the level for filler grade kaolin. The Vittajänkä deposit is considered to be uneconomic mainly because of the general low price level for filler grade kaolins and therefore GTK decided to relinquish the exploration claim.</p>			
Keywords Mineral exploration, industrial minerals, kaolin deposits, geophysical methods, sampling, enrichment			
Geographical area Finland, Lapland province, Salla, Vittajänkä			
Map sheet 4621 09			
Other information			
Report serial Mineral exploration report		Archive code M06/4621/2006/1/10	
Total pages 12 pages + 11 app. pages	Language Finnish	Price	Confidentiality Public
Unit and section Northern Finland Office / 501		Project code 2902000	
Signature/name Panu Lintinen		Signature/name	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

Documentation page

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta, tavoite ja vastuuhenkilöt	1
1.2	Valtausalueen sijainti ja tieyhteydet	1
1.3	Koordinaatistot ja paikannus	1
1.4	Aikaisemmat tutkimukset	3
1.5	Geologinen ympäristö	3
2	SUORITETUT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSMENETELMÄT	4
2.1	Geofysikaaliset mittaukset	4
2.2	Näytteenotto	4
2.3	Näytteen käsittely ja analyysinäytteet	5
2.4	Vaaleus- ja raekokomittaukset	6
2.5	Kemialliset ja mineralogiset analyysit	6
2.6	Mineralogiset tutkimukset	6
2.7	Rikastuskoe	6
2.8	Aineiston dokumentointi	6
3	TUTKIMUSTULOKSET	7
3.1	Geofysiikan mittaustulokset	7
3.2	Näytteenoton tulokset	7
3.2.1	Näytteen saanti ja laatu	7
3.2.2	Näytekuvaus	8
3.3	Kemiallisten ja mineralogisten analyysien ja tutkimusten tulokset	8
4	AIHEEN LAADUN JA KAOLIINIVARANTOJEN ARVIOINTI	10

KIRJALLISUUSLUETTELO

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta, tavoite ja vastuuhenkilöt

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on tutkinut vuosina 1998-2004 yli 20 kaoliinirapautumaa Pohjois-Suomessa. Tavoitteena on ollut riittävän suuren ja hyvälaatuisen kaoliiniesiintymän löytäminen Suomen paperiteollisuuden tarpeisiin. Etsintämenetelminä on käytetty geofysikaalisia maatalento- ja maastomittauksia sekä syväkairausta.

Kaoliininetsinnän edetessä ovat tutkimukset keskittyneet kahdelle painopistealueelle; Sodankylän kunnan itäosiin sekä Sallan kirkonkylän itä- ja koillispuolelle. Sallan alueen tutkimukset alkoivat vuonna 1999, jolloin tässä raportoitavalta Vittajängältä löytyi kairauksissa valkoista kaoliinia. Sittemmin Vittajängän esiintymää on tutkittu monipuolisesti ja useassa eri vaiheessa, vuosina 1999 – 2001 ilman valtausta ja vuoden 2002 alusta lähtien valtausalueella.

Vittajängän valtauksen (kaivosrekisterinumero 7320/1) laajuus oli 50 ha (liite 1). Valtaushakemus saapui ministeriöön 17.10.2001, valtaus myönnettiin 29.1.2002 ja valtaukselta luovuttiin 19.12.2005. Tässä raportissa selostetaan sekä valtauksen voimassaoloaikana että sitä ennen tehdyt tutkimukset.

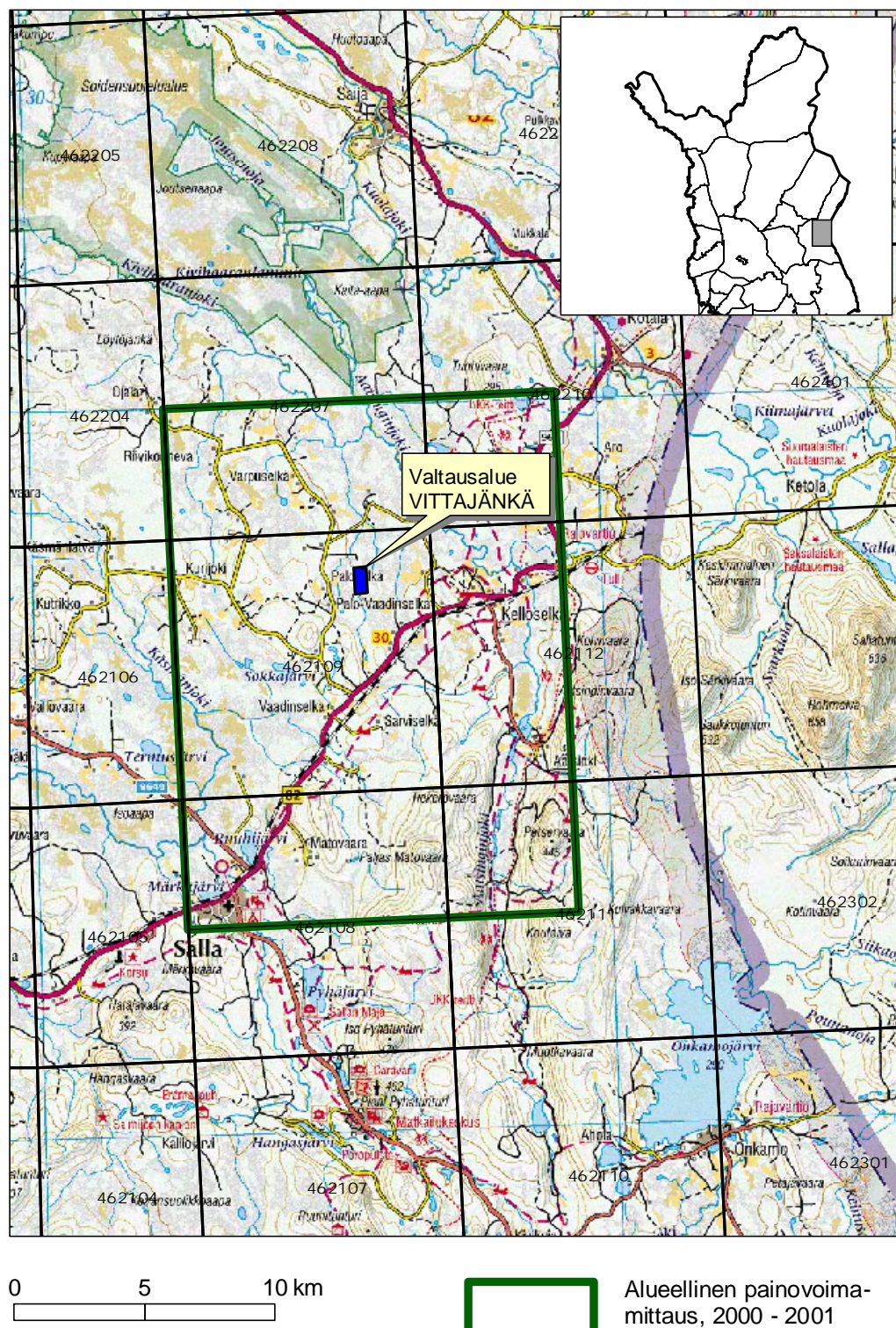
Tutkimuksista on vastannut geologi Panu Lintinen. Maastotöihin, lähinnä kairauksen valvontaan ja näytteiden esikäsittelyyn ovat osallistuneet tutkimusavustajat Pauli Vuojärvi ja Ilkka Keskitalo. Geofysiikan tulkinnoista ja kartoista ovat vastanneet geofyysikot Teuvo Pernu ja Heikki Salminen, joista jälkimmäinen on myös tehnyt tämän raportin geofysiikan liitteen (liite 3) ja koonnut data-CD:n geofysiikan aineiston. Näytteiden analysoinnissa yhdyshenkilönä GTK:n Etelä-Suomen yksikön tutkimuslaboratoriossa toimi vuosina 1999 – 2000 tutkimusassistentti Ahti Nissinen ja vuosina 2001 – 2005 erikoistutkija Jukka Karhunen. Rikastuskokeisiin liittyviä mineralogisia selvityksiä, mm. SEM-tutkimuksia sekä laskeuttamalla erotettujen suunnattujen savinäytteiden XRD-analyysyä on tehnyt geologi, FT, Thair Al-Ani

1.2 Valtausalueen sijainti ja tieyhteydet

Vittajängän valtausalue sijaitsee Lapin läänissä, Sallan kunnassa peruskarttalehdellä 4621 09 (kuva 1). Valtausalueelta on matkaa Sallan kirkonkylään noin 15 km. Alue on maastoltaan tasaista, keskeltä pehmeää avosuota, reunoiltaan pientä mäntyä kasvavaa rämettä ja alueen länsireunalla on vähän myös hiekkapohjaista kangasmetsää. Valtausalueelle on hyvät kulkuyhteydet sekä pohjoisesta että länsilounaasta, mistä valtaukselta johtaa 1,2 km pitkä, kohtalaisessa kunnossa oleva metsäautotie yhdystielle nro 19861, jota pitkin on 2,2 km yhdystielle nro 19847 ja sitä edelleen 2 km KT 82:lle, jota pitkin on Sallan kirkonkylään 9 km.

1.3 Koordinaatit ja paikannus

Tässä raportissa ja liitteenä olevassa digitaalisessa aineistossa on käytetty koordinaatistona Suomen kaistakoordinaattijärjestelmää KKJ-4. Kairareikien paikannus on tehty Garmin 12 GPS – laitteella.



Pohjakartta:
copyright @ Maanmittauslaitos
lupa nro 13/MYY/06

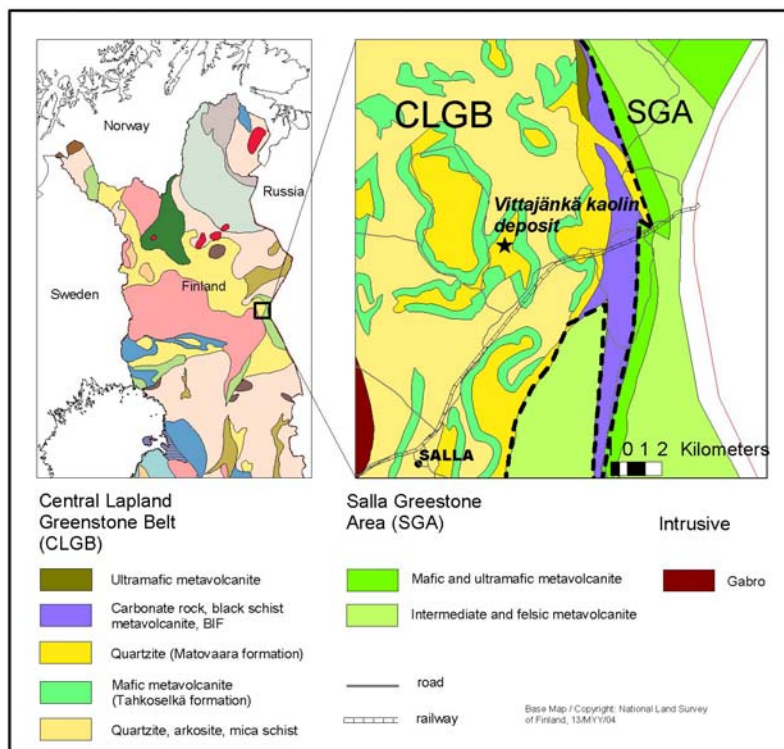
Kuva 1. Vittajängän valtausalueen sijainti sekä Sallan APV:n mittausalue.

1.4 Aikaisemmat tutkimukset

Ennen vuotta 1999 ei Vittajängällä tai sen lähiympäristössä oltu tehty kaoliinitutkimuksia, eikä juuri muitakaan kallioperä- tai malmigeologisia tutkimuksia. Tutkimusalueelta on julkaistu Sallan kartta-alueen (lehdet 4621 + 4623) 1:100 000 – mittakaavainen kallioperäkartta (Lauerma 1967) sekä sen selitys (Lauerma 1995). Tarkan kallioperän laatimista heikosti paljastuneelta alueelta vaikeutti tuolloin vielä kokonaan puuttuva aerogeofysikaalinen matalalentoaineisto. Vuosina 1987 - 88 suoritti Lapin vulkaniittiprojekti (LVP) kallioperäkartoitusta Sallan vihreäkivijaksolla sekä jakson länsipuolen sedimenttikivialueella (Manninen 1991). Tämä LVP:n kartoitus kattoi myös Vittajängän tutkimusalueen.

1.5 Geologinen ympäristö

Geologisesti Vittajängän kaoliiniesiintymä sijaitsee varhaisproterotsooisien Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeen (CLGB) kaakkoisella jatkeella (kuva 2). Pääasiassa kvartsirikkaista sedimentistä koostuvaa aluetta rajoittaa idässä kokonaan vulkaniittien muodostama, pääosin Venäjän puolella sijaitseva Sallan vihreäkivialue (SGA). Etelässä ja lounaassa sijaitsee Keski-Lapin graniittialue, pohjoispuolella on arkeaisista gneissejä ja liuskeita.



Kuva 2. Vittajängän esiintymän sijainti geologisella kartalla (Lintinen & Al-Ani 2005, kuva 1).

Alueen geologiaa on tutkinut Lapin vulkaniittiprojektin (LVP) yhteydessä Manninen (1991), jonka mukaan Vittajängän kaoliinin isäntäkivet kuuluvat metasedimenttiseen Matovaaran muo-

dostumaan. Kalliopaljastumien perusteella muodostuma koostuu karbonaattipitoisista silttikivistä, karsikivistä sekä laminaarisista ortokvartsiteista. Kokonaisuudessaan alue on hyvin soista ja heikosti paljastunutta. Myöskään Vittajängän valtausalueella tai sen lähiympäristössä ei ole kal-liota paljastuneena ja lähimmät paljastumat sijaitsevatkin noin kilometrin valtausalueen lounais-puolella.

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Geofysikaaliset mittaukset

Kaoliinitutkimuksissa etsintätyö on käytännössä ollut kallioperän rapautumien paikantamista, ensin matalalentokartoilta havaittujen sähköisten imaginääri- ja reaalianomalioiden, myöhem-mässä vaiheessa tarkentavien VLF-R- ja gravimetristen maastomittausten avulla. Vittajängän kaoliiniesiintymä erottuu aerogeofysikaalisessa matalalentoaineistossa ei-magneettisena sähköi-senä anomaliana, jossa on voimakas imaginäärikomponentti ja selvästi heikompi reaalikompo-nentti.

Imaginäärianomalian poikki mitattiin vuonna 1999 kaksi itä-läntistä mittausprofiilia, joista poh-joisempi oli 3,7 km:n ja eteläisempi 2 km:n pituinen. Maaliskuussa GTK suoritti linjoilla VLF-R –mittauksen ja huhtikuussa Suomen Malmi Oy gravimetrauksen. Molemmissa menetelmissä käytettiin 20 metrin pisteväliä. Saman vuoden elokuussa testattiin monitaso-IP (DCIP) – menetelmää pohjoisella linjalla 800 metrin ja eteläisellä linjalla 900 metrin matkalla käyttäen 10 metrin pisteväliä.

Linjoilla suoritettujen kairausten ja saatujen näytteiden laboratorioanalyysien lupaavien tulosten rohkaisemana katettiin Vittajängän kohteeseen liittyvän imaginäärianomalian alue 3,6 km²:n sys-temaattisella VLF-R- ja gravimetrisellä mittauksella. Mittaussuunta oli itä-läntinen, linjaväli oli 100 metriä ja pisteväli 20 metriä. Mittaukset suoritti GTK vuoden 2000 syys- ja lokakuussa.

Geofysiikan mittausprofiilien ja –alueiden sijainti on esitetty liitteen 2 toimenpidekartalla. Mitta-usten tulokset ja mittauksissa käytetty tekniikka ja laitteistot on esitetty geofysiikan liitteessä 3.

Kaoliinitutkimuksiin liittyen tehtiin Sallan alueella vuoden 2000 syyskuun ja vuoden 2001 maa-liskuun välisenä aikana alueellinen harvapistegravimetraus, joka kattoi myös Vittajängän alueen. Mittauksen suoritti Suomen Malmi Oy. Mitattava alue oli suuruudeltaan 300 km² ja pistetiheys oli 8 pistettä / km². Mittausalue kattoi kokonaan peruskarttalehden 4621 09 sekä osia lehdistä 4621 08, 4621 11, 4621 12, 4622 07 ja 4622 10. Mittausalue on merkitty kuvaan 1.

2.2 Näytteenotto

Näytteenottopisteet on esitetty liitteen 4 toimenpidekartalla. Liitteessä 5 on tarkemmat kartat kahdelta kairausprofiililta sekä niihin liittyvät yksinkertaistetut profiilipiirrokset. Liitteessä 6 on kairauksista koottu yhteenvetotaulukko. Kairautuloksia on kuvattu tarkemmin kappaleessa 3.2.

Ensimmäiset tunnustelutyypiset kairaukset Vittajängällä tehtiin vuoden 1999 kesä- ja heinä-kuussa. Näytteenotto kohdistettiin kahdelle aiemmin keväällä mitatuille hajaprofiilille, joiden painovoimaminimeihin kairattiin pystyreikiä 100 metrin välein (liite 4). Eteläisemmälle profiilil-le (X = 7427.820) kairattiin aluksi 6 reikää (R301 – R306) ja pohjoiselle profiilille (X = 7428.500) 10 reikää (R307 – R316). Molemmilta profiileilta tavattiin valkoista kaoliinia, eteläi-seltä profiililta rei'istä R304 ja R305, pohjoiselta profiililta reiästä R310. Seuraavaksi näytteenot-

toa täydennettiin kairaamalla näiden reikien ympäriltä 100 metrin reikävälillä (verkolla) siten että eteläisen profiilin ympäristöön kairattiin reiät R318 – R325 ja R331 – R334, pohjoisen profiilin ympäristöön puolestaan reiät R317 ja R326 – R330.

Kairauskalustona käytettiin vuonna 1999 Suomen Malmi Oy:n Paana – kairausyksikköä, joka oli varustettu wireline -näytteenottimella. Yksikkö oli teholtaan jossain määrin puutteellinen, mistä johtuen kaoliiniin tai rapakallioon ei aina päästy tai näytettä saatiin vain muutaman metrin paksuudelta. Vielä tuolloin ei kairausyksikössä ollut mahdollisuutta timanttikairaukseen, minkä vuoksi rapautuma-alueen ulkopuolelta ei saatu kallionäytettä ja selville saatiin korkeintaan maapeitteen paksuus. Tosin rei'issä (R314 – R316, R318 ja R333) ei päästy puuttuvien tehojen tai teknisten ongelmien vuoksi edes maapeitteistä läpi. Näitä reikiä ei ole viety lainkaan tietokantaan, eikä niitä myöskään ole sisällytetty raportin data-CD:lle tai kartta- ja taulukkoliitteisiin 4 – 6.

Kairauslinjoilla tavoitetun kaoliiniorisontin leveys pyrittiin selvittämään vinoreikäprofiilien avulla. Kairaus toteutui vuoden 2001 marras-joulukuussa, jolloin kairattiin pohjoiselle profiilille 11 reikää (R335 – R345) ja eteläiselle profiilille 6 reikää (R345 – R351). Reikäväli profiileilla oli 20 - 25 metriä, kaltevuus 65 astetta, kairaussuunta itään (090) ja reikien pituudet 30 – 50 metriä.

Kairauskalustona käytettiin vuonna 2001 Suomen Malmi Oy:n GM200-kairausyksikköä. Näytteenotto rapakalliosta tapahtui iskuporauksena ja näyte nostettiin wireline -näytteenottimella. Kovasta kalliosta oli tarvittaessa mahdollisuus ottaa näyte T46 –kalliokairauksella. Kairauskaluston teho oli riittävä ja saatu näyte tekniseltä laadultaan hyvää, mutta putkikaluston kestävyudessa ilmeni joitakin ongelmia. Kairauksella saatiin kaoliinirapautumasta yhtenäinen lävistys, joka tosin jäi länteen päin avoimeksi.

Länsipäästä avoimeksi jääneet profiilit täydennettiin vuonna 2004, jolloin kairattiin pystyreikiä 25 metrin välein. Pohjoiselle profiilille kairattiin 10 reikää (R352-R361) ja eteläiselle profiilille 6 reikää (R362-R367). Kairauksen urakoi Kalajoen timanttikairaus Oy (Oy Kati Ab) käyttäen työssä kolmoisteräputkitekniikkaa, jolla oli mahdollista saada häiriintymätön näyte sekä rapautumasta että kovasta kalliosta. Kairauksen tuloksena saatiin kaoliiniorisontin leveys selville molemmilla profiileilla.

2.3 Näytteen käsittely ja analyysinäytteet

Wireline -näytteenottimella nostetuista näytteistä kuorittiin puukolla ohut tumma kontaminoitunut kerros kairasydänten pinnalta. Kolmoisteräputkitekniikalla tehdyssä näytteenotossa käytettiin kromattuja putkia, jolloin kontaminaatiolta välttyttiin. Suurin osa analyysinäytteistä erotettiin voilemmalla tasainen kerros rapakalliosydäimestä näyteastian. Kovemmat, palarapakallion tapaan esiintyvät näytteet poimittiin palasina näytepussiin. Muutamissa kaikkein kovimmissa näytteessä käytettiin apuna kuivasahausta.

Vuoden 1999 kairauksesta valittiin 10 kpl pituudeltaan 3-10 metristä näytettä analysoitavaksi GTK:n Espoon tutkimuslaboratoriossa ja kemian laboratoriossa. Vuoden 2001 kairasydämistä puolestaan valittiin 96 kpl keskipituudeltaan 3,8 metrin näytettä analyysiin. Näistä 10 parhaalle valkoiselle kaoliinille tehtiin teollista prosessia simuloivat rikastuskokeet VTT Prosessit / Mineraalitekniikassa Outokummussa. Vuoden 2003 - 2004 kairauksesta valittiin 17 näytettä analyysiin, joista hienofraktion erottaminen (dekantointi) tehtiin Outokummussa GTK – mineraalitekniikassa (aikaisemmin VTT Prosessit / Mineraalitekniikka), mutta muu varsinainen analysointi, muiden näytteiden tapaan, Espoon GTK:lla.

2.4 Vaaleus- ja raekokomittaukset

Kaoliininäytteet – sekä valkoiset että värilliset – analysoitiin systemaattisesti GTK:n laboratorioissa. Näytteistä määriteltiin raekokojakaumat seulomalla ja sedigraph –laitteistolla. Laskeuttamalla erotetuista <20µm fraktioista mitattiin ISO 2496 –standardin mukaiset vaaleus- ja keltaisuusarvot. Espoon GTK:lla mittaus tehtiin L&W Elrepho –spektrofotometrillä ja GTK –mineraalitekniikassa Outokummussa Elrepho 2000 –vaaleusmittarilla.

2.5 Kemiaalliset ja mineralogiset analyysit

Raakanäytteistä (alkuperäinen fraktioimaton näyte) ja <20µm fraktioista määritettiin mineraali-koostumus XRD-menetelmällä ja kemiallinen koostumus XRF-menetelmällä (175X ja 811L). Samoin menetelmin analysoitiin myös rikastuskokeen tuottamat <2µm väli- ja lopputuotteet.

2.6 Mineralogiset tutkimukset

Rikastuskokeen lopputuotteita tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM) mineraalien esiintymistavan ja -muodon selvittämiseksi. Lisäksi tehtiin erilliset XRD-analyysit laskeutetusta savifraktiosta. XRD:n piikistä laskettiin kaoliiniin kiteisyyttä kuvaavat Hinckleyn indeksit (Hinckley 1963, Aparicio & Galan 1999). Kaoliinin lähtökiven ja sivukivien mineralogian ja petrografian selvittämiseksi tutkittiin polarisaatiomikroskoopilla ohuthieitä. Hienäytteitä kairasydämistä otettiin terveestä tai osittain rapautuneesta kalliosta rapautuman alapuolelta, rapautumassa esiintyvistä välikerroksista ja myös näytteistä rapautuma-alueen ulkopuolelta.

2.7 Rikastuskoe

Parhaista vuonna 2001 kairatuista valkoisen kaoliinin näytteistä tehtiin teollista prosessia simuloivat rikastuskokeet VTT Prosessit / Mineralitekniikassa Outokummussa. Kokeiden osaprosessit olivat seulonta ja syklonointi, vahvamagneettinen erotus ja kemiallinen valkaaisu. Syklonoinnilla pyrittiin erottamaan alle 2µm fraktio. Vahvamagneettinen erotus tehtiin Salan HGMS (High Gradient Magnetic Separation) –erottimella. Natriumditioniitilla valkaistut tuotteet suodatettiin, kuivattiin ja niistä mitattiin ISOR457 –standardin mukainen vaaleus ja keltaisuus Elrepho 2000 –vaaleusmittarilla. Puhdistetut lopputuotteet analysoitiin GTK:n laboratoriossa XRD- ja XRF-menetelmällä.

2.8 Aineiston dokumentointi

Tutkimusaineisto on tallennettu GTK:n tietokantoihin. Kairausreiät, niiden kemialliset analyysit ja kivilajitiedot on tallennettu GTK:n KALPEA –tietokantaan. Mineralogisista tutkimuksista osa on, mahdollisuuksien mukaan, lisätty KALPEA –tiedostoihin. Muuten mineralogiset tutkimukset ja rikastuskokeet on kuvattu aiheeseen liittyvässä tutkimusraportissa ja sen liitteissä (Al-Ani et al. 2003). Tutkimusaineisto on GTK:n valtausraportointiohjeiden mukaisesti sisällytetty raporttiin liitettävälle Data -CD:lle.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Geofysiikan mittaustulokset

Gravimetristen mittausten perusteella Vittajängän esiintymään liittyy pituusakseliltaan pohjois-eteläinen, pinta-alaltaan noin 1,75 km² (2,5 X 0,8 km) laajuinen ja noin kahden mGal suuruinen painovoimaminimi (liitteen 3 kuva 1). Sekä systemaattinen profiilimittaus että harvapistemittaus antavat kooltaan ja muodoltaan hyvin samanlaisen anomalian. Kairauksen perusteella voidaan sanoa anomalian muodon ja koon todennäköisesti heijastavan rapautuman lisäksi myös kalliope-
rän allasmaista rakennetta, jossa emäksinen vulkaniitti ympäröi pääosin kvartsiittisia metasedi-
menttejä.

Systemaattinen VLF-R –mittaus antaa sekä ominaisvastuksen että vaihekulman osalta selvästi epäyhtenäisemmän anomalian (liitteen 3 kuvat 2 ja 3). Havaitut johteet ovat selkeitä, laaja-
alaisia ja varsin voimakkaita, mutta sijoittuvat pääosin kairauksella rajatun kaoliinihorisontin ul-
kopuolelle - sekä itä- että länsipuolelle. Geofysiikan mittaustuloksia tarkasteltaessa on syytä
huomioida ettei Vittajängällä ole tehty varsinaista kallioperän syväkairausta ja että rapakallio-
näytteenoton syvyysulottuvuus on pääosin alle 50 metriä. Siten syvemmällä olevan rapautumat-
oman kallion kivilajistoa ja sen mahdollista vaikutusta mittaustuloksiin ei tiedetä.

Aikaisempien kokemusten perusteella VLF-R –menetelmän mittaustuloksiin vaikuttavat usein
määrät ja soistuneen pintamaat sekä hienojakoiset maapeitteet. Lisäksi johdeanomalian saattaa
aiheuttaa kallioperän osittainen, paikallinen rapautuminen ja sen aiheuttajaksi riittää hyvinkin
ohut rapautumiskuori kallion pinnassa.

DCIP –menetelmää testattiin kahdella profiililla käyttäen dipoli-dipoli mittaussysteemiä. Mit-
tausten varautuvuustulokset olivat kohinaisia eivätkä korreloineet kairauksien kanssa. Omi-
naisvastustulokset (liitteen 3 kuva 4) ovat laadultaan parempia. Niissä on nähtävissä samat al-
lasmaisen rakenteen reunaosiin liittyvät johteet kuin VLF-R –mittauksissakin. Käytetty dipoli-
dipoli mittaussysteemi ei kuitenkaan sovellu kovin hyvin vaaka-asentoisten rapautumien kar-
toitukseen eikä kairauksilla paikannettua kaoliinirapautumaa pysty tuloksista rajaamaan. Mah-
dollisissa jatkotutkimuksissa pitäisikin käyttää vaaka-asentoihin rakenteisiin paremmin soveltu-
vaa Wenner –mittaussysteemiä.

3.2 Näytteenoton tulokset

3.2.1 Näytteen saanti ja laatu

Näytteenotossa käytettiin kahta eri menetelmää, iskuporausta ja kolmoisteräputkikairausta. Mo-
lemmissa näytteen saanti oli kohtalainen, noin 75 %. Iskuporauksessa näytteen saanti oli tasaista
eri tyyppisillä materiaaleilla. Toisaalta näytteen alkuperäinen rakenne ei säilynyt kovin hyvin,
koska iskuvasara rikkoi puolikovaa materiaalia ja sekoitti keskenään näin syntyvää kivimurskaa
ja rapakallioainesta. Kolmoisteräputkitekniikalla saatava näyte oli suhteellisen häiriintymätöntä,
mutta näytteen saanti vaihteli suuresti eri tyyppisillä materiaaleilla. Varsinkin ympäröivää aines-
ta selvästi pehmeämissä välikerroksissa hukka saattoi nousta yli 50 %:in.

Kolmoisteräputkitekniikka soveltuu Vittajängän tyyppisessä materiaalissa paremmin tutkimus-
kairaukseen, koska sillä saadaan häiriintymätön näyte sekä pehmeästä että kovasta materiaalista,
eikä menetelmää tarvitse välillä vaihtaa. Iskuporaustekniikka puolestaan soveltuu paremmin
esiintymän ekonomisiin selvityksiin, koska menetelmällä saadaan näytettä tasaisesti vaihtelevas-
takin materiaalista.

3.2.2 Näytekuvaus

Vittajängän esiintymään on kairattu kaksi itä-läntistä profiilia 700 metrin etäisyydelle toisistaan. Pohjoisemmalla profiililla valkoista tai kellertävää kaoliinia tavattiin noin 300 metrin leveydeltä rapautuman kokonaisleveyden ollessa yli 400 metriä (liite 5). Eteläisemmällä profiililla rapautuman leveys oli noin 150 metriä, josta 75 metriä vaaleaa kaoliinia. Yleensä valkoista tai kellertävää kaoliinia tavattiin rapautuman keskeltä, kun taas reunoilla rapautumasavi oli väriltään tummaa. Kaoliinin päällä olevien irtomaapeitteiden paksuus vaihteli 10 metristä 25 metriin, ollen keskimäärin 15 metriä. Kaoliinilävistys oli paksuimmillaan yli 30 metriä, keskimäärin noin 20 metriä. Kaoliinin joukossa oli kvartsirikkaita osia joko rapautumisen tuloksena syntyneinä kvartsihiekkoina tai kovina välikerroksina.

Rapautuman alapuolisesta kalliosta sekä kaoliinissa esiintyvistä kovista välikerroksista saatiin jonkin verran timanttikairasydäntä. Myös nämä kivet olivat varsin voimakkaasti rapautuneet, mikä näkyi kivien pehmeiden ja haurauden lisäksi epäonnistuneina yrityksinä kiillottaa ohuthieitä. Vähemmän intensiivisenä kallioperän rapautuminen ulottuu siis huomattavasti edellä kuvattua syvemmälle.

Kairautusten tulokset on esitetty profiilipiirroksina liitteessä 5. Kairasydäntekuvaukset on PDF – tiedostoina raporttiin liittyvällä CD-levyllä, kuten ovat myös valokuvat kairasydäntä.

3.3 Kemiallisten ja mineralogisten analyysien ja tutkimusten tulokset

Vittajängän kaoliinin mineralogia ja geokemia on kuvattu varsin perusteellisesti tutkimusraportissa M19.4621.2003.1.82 (Al-Ani et al., 2003), joka on sisällytetty tämän raportin liittyvä aineistoon data -CD:lle.

Taulukossa 1 on esitetty valkoisen ja värillisen kaoliinin eri raekokofraktioiden keskimääräinen mineraloginen ja kemiallinen koostumus tärkeimpien komponenttien osalta. Vittajängän valkoisen kaoliinin kemialliselle koostumukselle ovat tyypillisiä korkeat SiO_2 - ja K_2O -pitoisuudet sekä alhainen Al_2O_3 -pitoisuus. Rikastuskokeen lopputuotteessa ($<2\mu\text{m}$) SiO_2 -pitoisuus on keskimäärin 51,6 %, Al_2O_3 -pitoisuus 27,9 % ja K_2O -pitoisuus 2,9 %. Lopputuotteeseen jäävä kvartsi selittää piirikauden ja toisaalta alumiiniköyhyyden, muskoviitti ja illiitti puolestaan korkean kaliumpitoisuuden sekä myös lopputuotteessa 1,5 %:iin kohonnut Fe_2O_3 -pitoisuuden. Vertailun vuoksi mainittakoon teoreettisen kaoliinitin sisältävän 46,5 % SiO_2 ja 39,5 % Al_2O_3 . Yleensä kaupallisten kaoliinituotteiden kemiallinen koostumus on hyvin lähellä tätä teoreettista koostumusta.

Värillisellä kaoliinilla kairausprofiilien itäosissa on Na_2O -pitoisuus kohonnut (keskimäärin 1,5-2 %, max. peräti 9,7 %), mikä osoittaa kaoliinin sisältävän runsaasti albiittista plagioklaasia. Alle $20\mu\text{m}$ fraktiolla sekä Na_2O -pitoisuus että XRD-analyysin ilmoittama plagioklaasipitoisuus on vielä raakanäytettäkin suurempi, mikä osoittaa albiitin olevan erittäin hienorakeista. Itäreunan rapautumasaven lähtökivi saattaakin olla Tahkoselän tholeiittinen metavulkaniitti. Vulkaniittien länsipuolella värillisten rapautumien kemiallinen koostumus viittaa lähtökiven olleen mahdollisesti metapeliitti (korkeat Mg, Fe ja K) tai karsivälikerros (korkeat Mg ja Fe, alhaiset K ja Na), joita Matovaaran muodostumaan tiedetään liittyvän. Valkoisen kaoliinivyöhykkeen sisällä tumman värin aiheuttaa yleensä hematitiitti, jonka runsaus näkyy luonnollisesti vain kohonneena Fe_2O_3 -pitoisuutena.

	Raakakaoliini <i>raw kaolin</i>		<20 mikronia <i><20 microns</i>		<2 mikronia <i><2 microns</i>
	valkoinen <i>white</i>	värillinen <i>coloured</i>	valkoinen <i>white</i>	värillinen <i>coloured</i>	valkoinen <i>white</i>
	N=59	N=37	N=59	N=37	N=10
Vaaleus / <i>brightness %</i>	-	-	72.2	50.1	79.5
<i>Min</i>	-	-	60	21.7	74.0
<i>Max</i>	-	-	84.6	59.9	84.1
Keltaisuus / <i>yellowness</i>	-	-	13.4	29.9	5.9
Kaoliiniitti / <i>kaolinite</i>	30	30	66	56	92
<i>Min</i>	7	0	15	5	85
<i>Max</i>	70	80	90	95	95
Kvartsi / <i>quartz</i>	49	35	9	11	6
Maasälpä / <i>feldspar</i>	6	16	10	15	0
Muskoviitti / <i>muscovite</i>	8	4	13	6	4
SiO ₂	76.23	69.95	51.66	52.19	52.35
Al ₂ O ₃	13.47	14.72	27.89	25.60	31.40
TiO ₂	0.32	0.52	0.57	0.64	0.40
Fe ₂ O ₃	2.00	4.43	2.95	4.15	1.51
MgO	1.18	3.59	1.86	3.72	0.84
CaO	0.03	0.23	0.01	0.10	0.03
Na ₂ O	0.07	1.84	0.18	1.41	-
K ₂ O	3.26	1.78	6.22	3.14	2.62

Taulukko 1. Vittajängän kaoliinin eri raekokofraktioiden keskimääräiset vaaleus- ja keltaisuusarvot sekä mineraloginen ja kemiallinen koostumus (%). N = analyysien lukumäärä.

Table 1. Mean brightness and yellowness values and respective mineralogical and chemical compositions (%) for different size fractions from the Vittajänkä kaolin deposit. N = number of analyses.

Mineralogisesti valkoinen raakakaoliini sisältää XRD-analyysin mukaan keskimäärin 30 % kaoliiniittia, 49 % kvartsia, 8 % muskoviittia, 6 % maasälpä sekä paikoin vähän hematiittia ja pyrokseenia. Alle 20µm fraktiossa kaoliiniitin määrä kohoaa keskimäärin 66 %:iin, mutta fraktio sisältää edelleen runsaasti kvartsia ja muskoviittia. Valkoinen <2µm puhdistettu kaoliinituote sisältää jo 85-95 % kaoliiniittia, loppuosan koostuessa 5-10 % kvartsista ja 0-5 % muskoviitista.

Värillisellä kaoliinilla on kaoliiniitin määrä keskimäärin sama tai hieman alhaisempi kuin valkoisella kaoliinilla. Kvartsia on keskimäärin vähemmän ja maasälpä enemmän kuin valkoisella kaoliinilla. Profiilien itäosissa albiittisen plagioklaasin määrä nousee raakanäytteissä enimmillään 40 %:iin ja <20µm fraktiossa jopa 55 %:iin, mikä osoittaa albiitin olevan hienorakeista. Itäosan värillinen kaoliini sisältää myös smektiittia, hematiittia ja paikoin talkkia. Profiilien keskellä, valkoisen kaoliinin sisällä olevissa värillisen kaoliinin sulkeumissa tai välikerroksissa hematiitin määrä nousee varsin korkeaksi, aina 20%:iin asti.

Lopputuotteita tutkittiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM) ja havaittiin kaoliniitin ja muskoviitin rinnalla esiintyvän illiittiä. Myös laskeutetusta savifraktiosta tehdyssä XRD-analyysissä illiitin piikki tuli näkyviin, värillisessä kaoliininäytteessä myös illiitin ja smektiitin muodostama seoshilamineraali. XRD:n piikistä laskettiin kaoliniitin kiteisyyttä kuvaavat Hinckleyn indeksit (Hinckley 1963, Aparicio & Galan 1999), joiden arvot (0,59-0,88) osoittivat kaoliniitin olevan yleensä "hyvin kiteytyynyttä", paikoin myös "kohtalaisesti kiteytyynyttä". SEM-kuvista voitiin havaita kaoliniittikiteiden olevan lähes omamuotoisia, raekooltaan homogeenisia ja erittäin pieniä, levy- tai hiutalemaisia partikkeleja, jotka olivat toisissaan heikosti kiinni tai kokonaan irrallaan, eivätkä levymäiset kiteet olleet juurikaan kasvaneet yhteen "kirjamaisiksi" kidepinkoiksi ("booklets").

Kaoliinin $<20\mu\text{m}$ fraktiosta mitatut vaaleudet nousivat valkoisilla näytteillä korkeimmillaan 80-85 %:iin. Näitä arvoja voidaan pitää erittäin hyvänä vaaleutena kaoliinille, jota ei ole puhdistettu magneettisesti ja kemiallisesti. Keltaisuus näillä vaaleimmilla näytteillä oli keskimäärin 7-8 %. Vaaleankeltaisten näytteiden tyypillinen vaaleus vaihteli välillä 70-78 % ja vastaava keltaisuus välillä 15-10 %.

Magneettisesti ja kemiallisesti puhdistetuissa $<2\mu\text{m}$ kaoliinituotteissa vaaleudet nousivat vain muutamalla prosenttiyksiköllä. Esimerkiksi $<20\mu\text{m}$ fraktion vaaleusarvo 80 % nousi puhdistuksessa noin 83 %:iin. Sen sijaan keltaisuusarvot keskimäärin puolittuivat 3,5-5 %:iin. Paperin päällystepigmenttinä käytettävän kaoliinin vaaleuden tulisi olla 87 % tai enemmän ja keltaisuuden alle 3 %. Tulosten perusteella kaoliini kelpaisi vaaleuden puolesta ainoastaan paperin filleriksi.

Ohuthiiden perusteella valkoisen kaoliinin isäntäkivet serisiittikvartsitteja ja serisiittiliuskeita. Ne ovat erittäin hienorakeisia, massiivisia tai heikosti laminaarisia ja lähes suuntautumattomia kiviä, joiden päämineraalina on hienorakeisen vaalean kiilteen lisäksi kvartsia. Aksessorisena esiintyy albiittista plagioklaasia, kalimaasälpää, turmaliinia sekä monin paikoin porfyroblastista skapoliittia.

Värillisen kaoliinin isäntäkiviä ovat emäksiset vulkaniitit ja metapeliitit. Näistä vulkaniitit ovat hienorakeisia, massiivisia ja suuntautumattomia kiviä. Päämineraaleja ovat albiitti ja aktinoliitti, joista jälkimmäinen on paikoin korvautunut talkilla. Fylliitit ovat serisiittiliuskeiden kaltaisia, paitsi että vaalean kiilteen lisäksi esiintyy myös biotiittia.

4 AIHEEN LAADUN JA KAOLIINIVARANTOJEN ARVIOINTI

Kaoliiniesiintymän koosta voidaan olemassa olevan kairausmateriaalin perusteella tehdä vain karkea arvio. Painovoima-anomaliasta ja kairausprofiileista voidaan kuitenkin arvioida spekulatiivisesti esiintymän varantoja: Painovoimaminimin pituus on noin 2 km. Kairausprofiileilla rapautuneen aineksen keskimääräinen leveys on 275 metriä, paksuus puolestaan noin 20 metriä ja rapautuneen aineksen tiheys noin 2000 kg/m^3 . Tällöin saadaan rapautuman kokonaismassaksi 22 miljoonaa tonnia kaoliinia. Analysoiduista näytteistä on toistaiseksi 60 % ollut valkoista kaoliinia, jonka kaoliniittipitoisuus on keskimäärin 30%. Tällöin esiintymä sisältäisi noin 13 Mt valkoista kaoliinia, josta saataisiin noin 4 Mt kaoliinirikastetta. On huomattava että vaikka irtaimen kaoliiniaineksen paksuus on keskimäärin vain 20 metriä, ulottuu kaolinisoituminen vähemmän intensiivisenä paljon tätä syvemmälle.

Kaoliinin rikastuskokeissa saatu kaoliinituote sisälsi kaoliniitin lisäksi epäpuhtauksina huomattavan paljon muskoviittia ja kvartsia, mikä näkyi kemiallisessa koostumuksessa korkeampana SiO_2 -pitoisuutena ja alhaisempana Al_2O_3 -pitoisuutena verrattuna kaupallisiin kaoliinituotteisiin.

Puhdistustoimenpiteistä huolimatta myös vaaleudet jäivät reilusti alle pigmenttikaoliinilta vaadittujen arvojen. Keskeisenä syynä lieenee ainakin isäntäkivien erittäin pieni rakekoko, erityisesti muskoviitin ja kvartsin hienous, minkä vuoksi kaoliinin mekaaninen puhdistus juuri näistä epäpuhtauksista tuottaa vaikeuksia.

Koska pigmenttikaoliinilta vaadittavat arvot jäivät koerikastuksessa saavuttamatta ja pelkän fillerikaoliinin tuotanto ei sen halvan hinnan vuoksi ole kohteella kannattavaa, päätettiin Vittajängän valtauksesta luopua.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Al-Ani, Thair & Lintinen, Panu & Karhunen, Jukka 2004. Mineralogical Description and Preliminary Processing of the Vittajänkä Kaolin Deposit, Salla, Northeastern Finland. Geological Survey of Finland, unpublished report M19/4621/2004/1/82. 33 s., 36 app. DATA-CD

Aparicio, P. & Galan, E. 1999. Mineralogical interference on kaolinite crystallinity index measurements. *Clays and Clay Minerals*, 47(1), 12-27.

Hinckley, D.N. 1963. Variability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and South Carolina. *Clays and Clay Minerals* 11, 229-235.

Lauerma, Raimo 1967. Salla. Suomen geologinen kartta 1:100 000 : kallioperäkartta 4621+4623.

Lauerma, Raimo 1995. Kursun ja Sallan kartta-alueiden kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000 : kallioperäkarttojen selitykset 3643, 4621+4623, 40 s.

Lintinen, Panu & Al-Ani, Thair 2005. The Vittajänkä kaolin deposit, Salla, Finnish Lapland. In: Autio, S. (ed.) Geological Survey of Finland, Current Research 2003-2004. Geological Survey of Finland. Special Paper 38, 41-47. DATA-CD

Manninen, Tuomo 1991. Sallan alueen vulkaniitit : Lapin vulkaniittiprojektin raportti. Tutkimusraportti, 104. Summary: Volcanic rocks in the Salla area, northeastern Finland. A report of Lapland Volcanite Project.

LIITTEET

Liite 1 / *Appendix 1*. Vittajängän valtausalueen kartta / *Map of Vittajänkä claim area*

Liite 2 / *Appendix 2*. Toimenpidekartta geofysiikan mittauksista / *Map of geophysical operations*

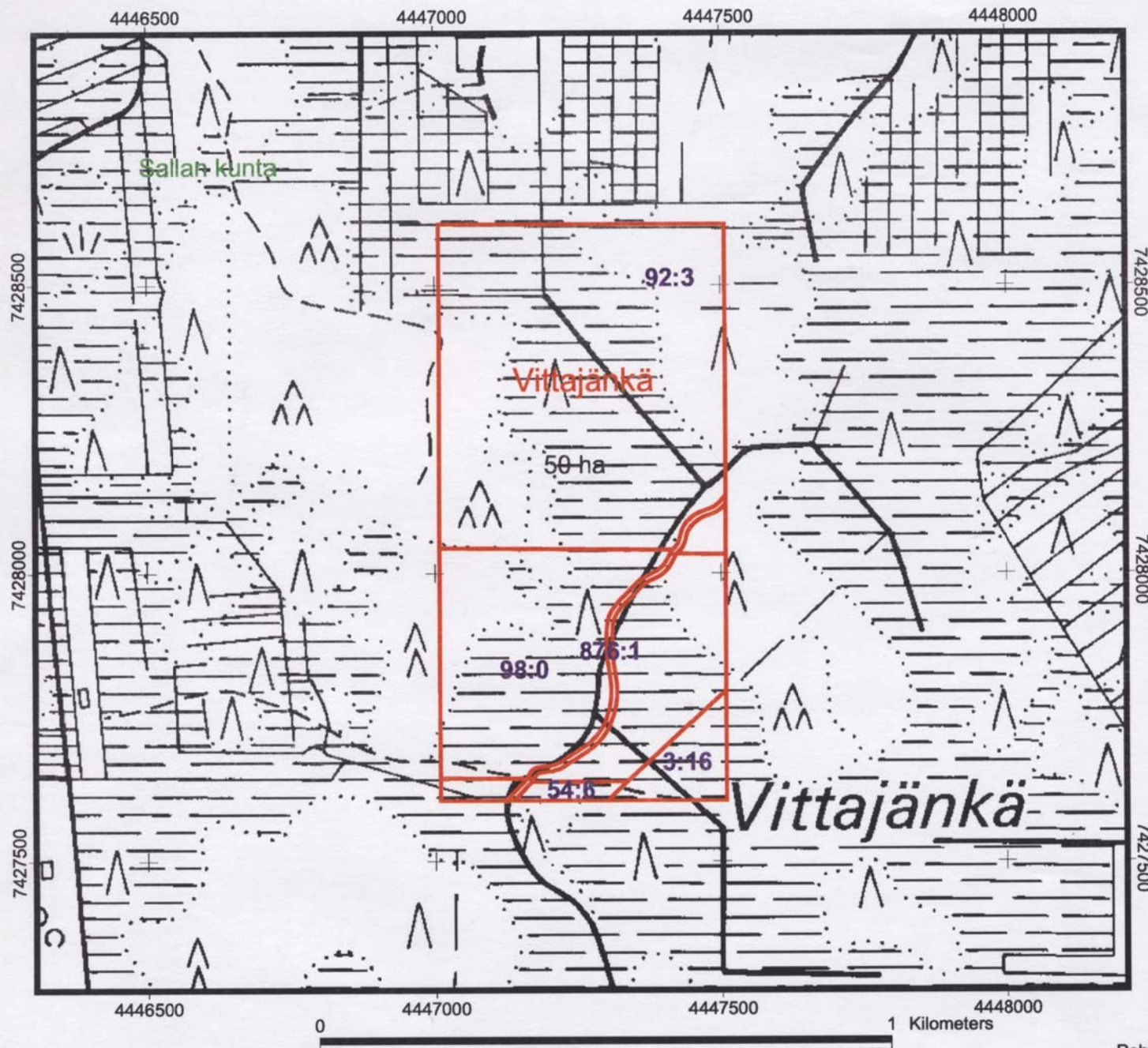
Liite 3 / *Appendix 3*. Geofysiikan tulokset ja menetelmät / *Geophysical results and methods*

- mittausmenetelmät ja käytetyt laitteistot / *methods and equipment*
- painovoimamittausten Bouguer –anomaliakartta / *Bouguer –anomaly map of gravity survey*
- Sähkömagneettisten VLF-R –mittauskartta, vaihekulma / *VLF-R phase map*
- Sähkömagneettisten VLF-R –mittauskartta, ominaisvastus / *VLF-R apparent resistivity map*
- Maavastusluotausten ominaisvastusmallit / *Resistivity models of electrical sounding*

Liite 4 / *Appendix 4*. Toimenpidekartta näytteenotosta / *Map of drilling operations*

Liite 5 / *Appendix 5*. Detaljikartta kairausprofiileilta ja vastaavat yksinkertaistetut profiilipiirrokset / *detailed maps and respective simplified cross sections of drilling profiles*

Liite 6 / *Appendix 6*. Yhteenvetotaulukko Vittajängän kairauksista / *Summary table of Vittajänkä drillings*



Valtausalue
Vittajänkä

Karttalehti 4621 09

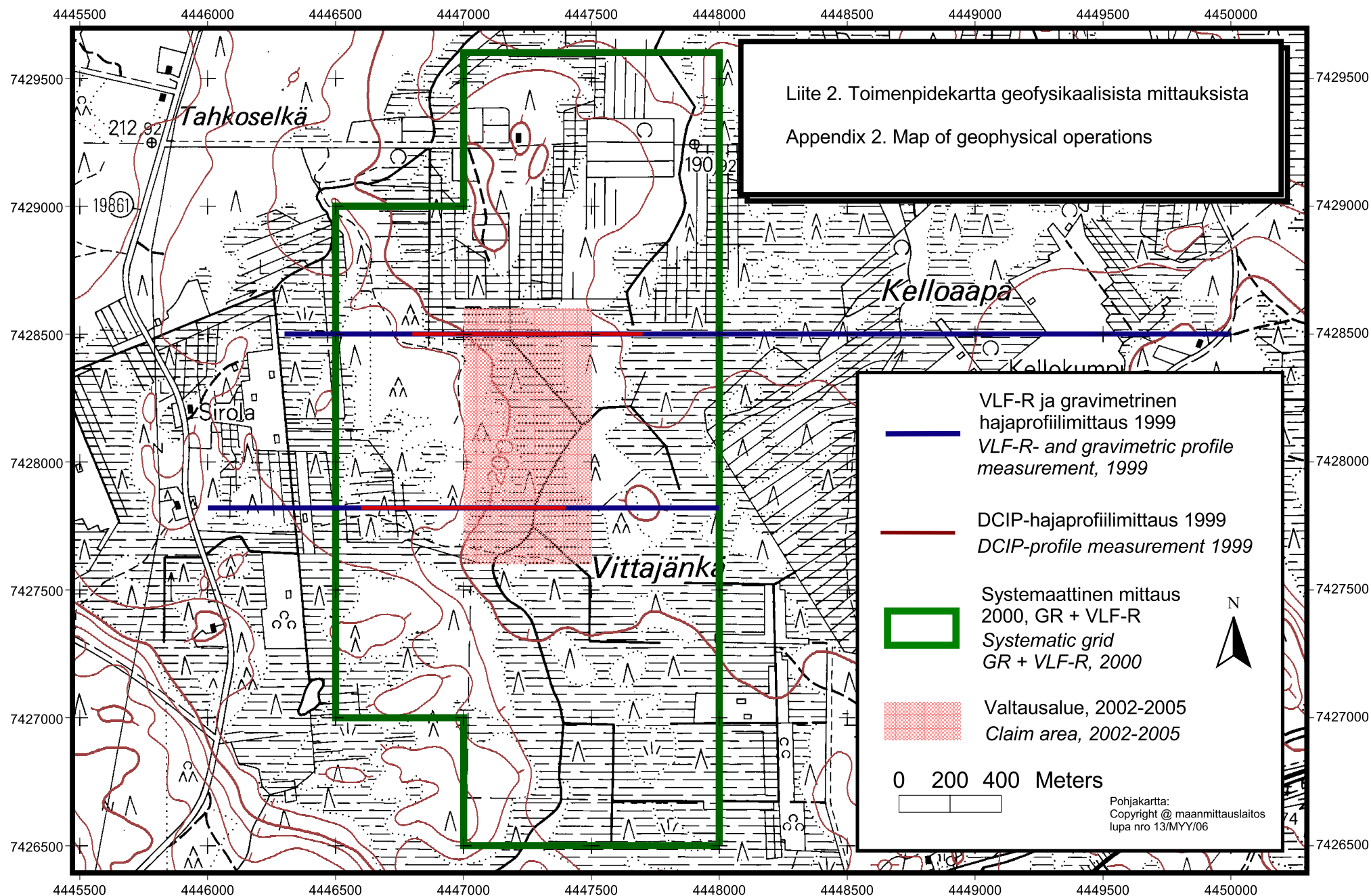
1 : 10 000



LIITE 1
Valtausalueen kartta

Geologian tutkimuskeskus

Kartta Vittajänkä -nimisestä
valtausalueesta yksityisten
maalla Sallan kunnassa



Salla / Vittajänkä
Maastogeofysiikan mittaukset / Geophysical ground surveys
Data included to claim report

VLF-R

Data files: 99VR462109D_1.xyz (Vittajänkä, 1999)
vr462109.xyz (Vittajänkä, 2000)
Equipment: Geonics EM16R
VLF-R stations: DHO38 23.4 kHz and JXZ 16.4 kHz
Area: ~ 4.1 km² + 2 profiles
Line direction: E-W
Line spacing 100 m
Point separation: 20 m

Gravity

Data files: 99GR462109D_1.xyz (Vittajänkä, 1999)
gr462109.xyz (Vittajänkä, 2000)
Equipment: Worden (1999), Scintrex autograv CG3 (2000)
Area: ~ 4.1 km² + 2 profiles
Line direction: E-W
Line spacing 100 m
Point separation: 20 m

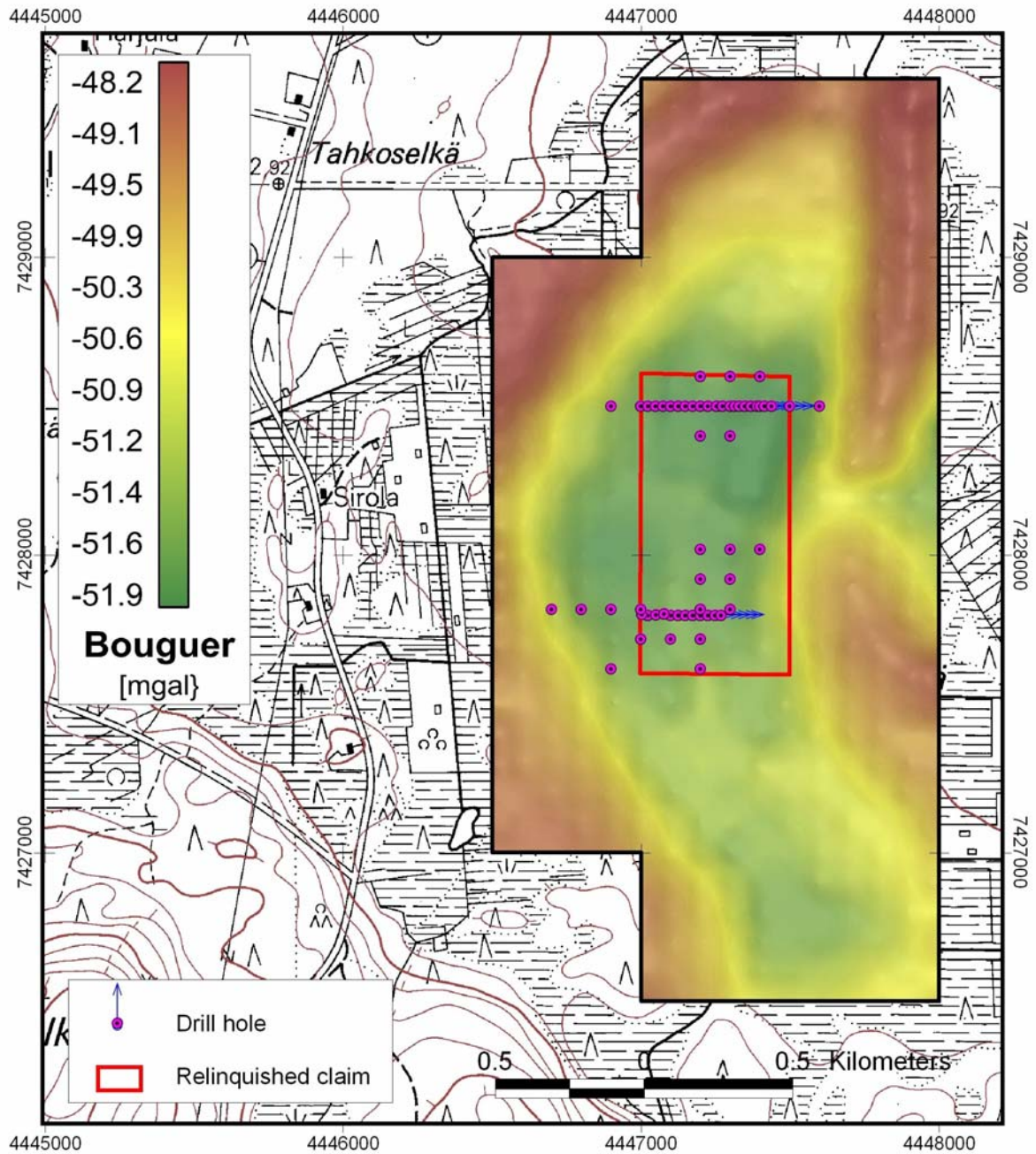
DCIP

Data files: b4621091.xyz, ip462109.xyz (Vittajänkä, 1999)
Equipment: Scintrex IPR12
Array: dipole-dipole (a=10, n=1-8)
Area: 2 profiles
Line direction: E-W
Point separation: 10 m

Taulukko 1. Maastogeofysiikan mittaukset raportoidulla Vittajängän valtausalueella ja sen ympäristössä.

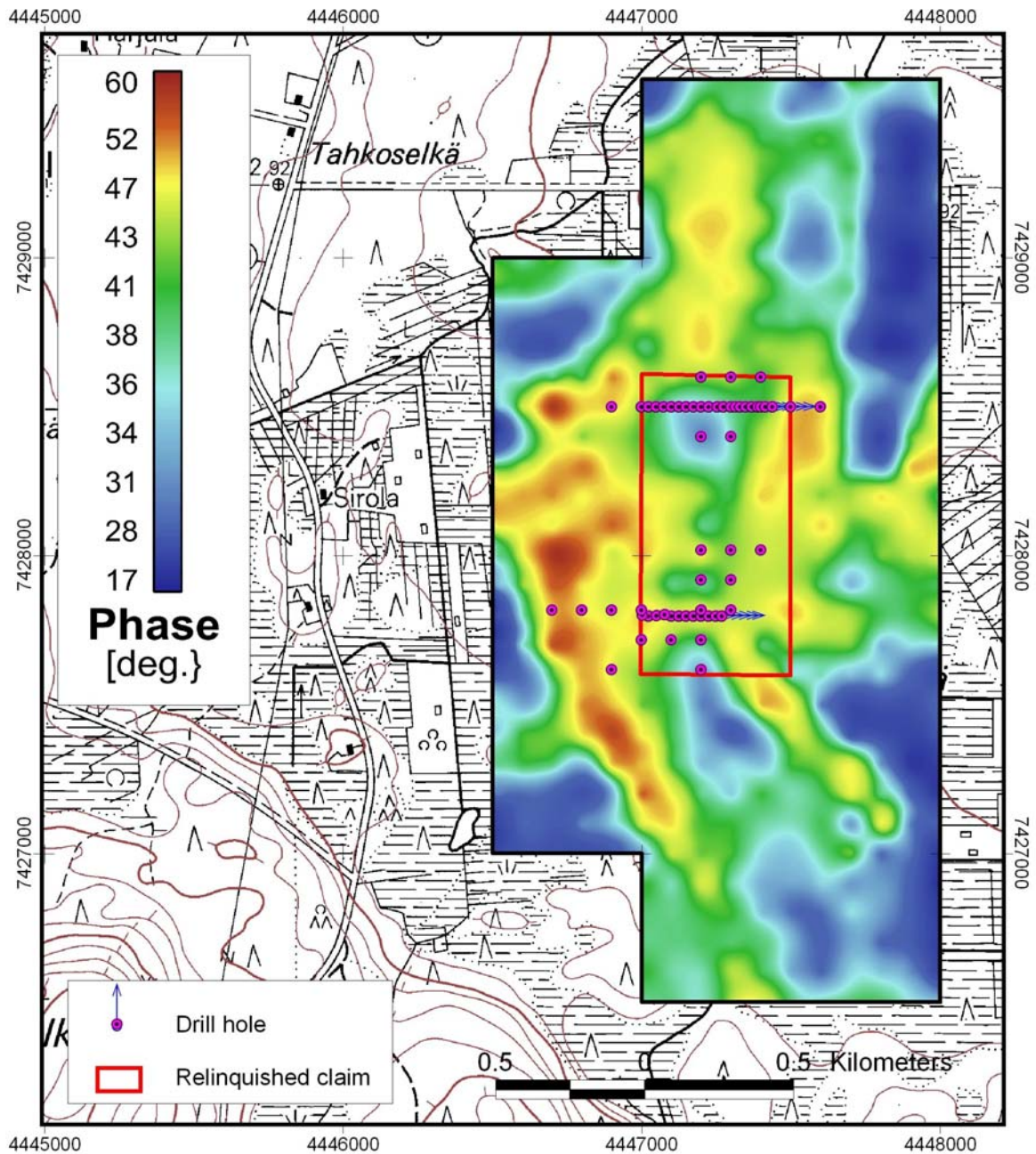
Table 1. Geophysical ground measurements included to report in relinquished claim area.

<i>Survey area</i>	<i>VLF-R</i>	<i>Gravity</i>	<i>DCIP</i>
Vittajänkä	2452 points 48.2 line_km 4.1 km ²	2365 points 47.3 line_km 4.1 km ²	172 points 1.700 line_km 2 profiles

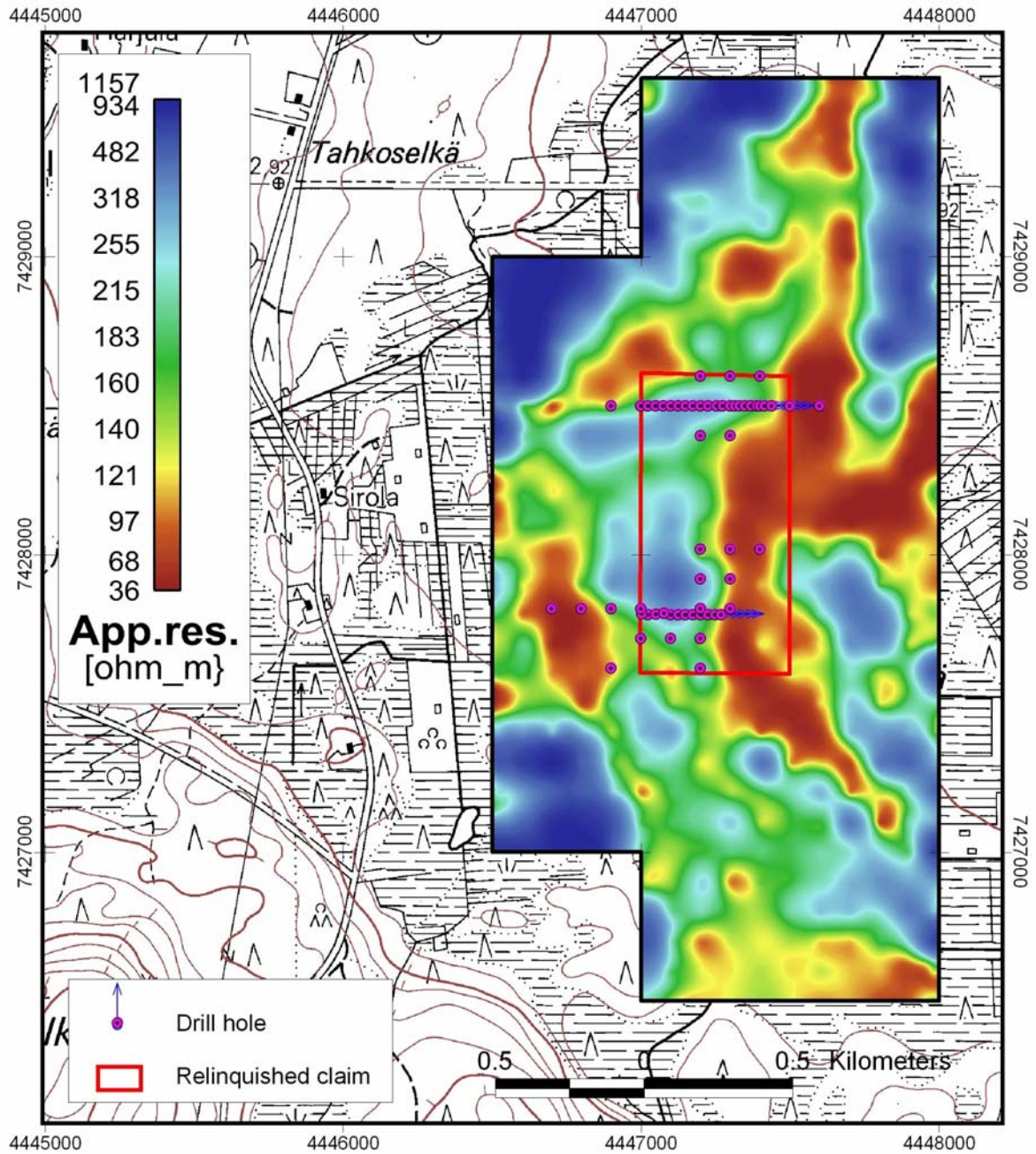


Kuva 1. Painovoimamittausten bouguer anomalia Vittajängän valtausalueelta. Kuvassa esitetty myös kairauspisteet. (Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/06).

Figure 1. Bouguer anomaly map from Vittajängä claim area. Relinquished claim (red polygon) and drilling sites are also presented.

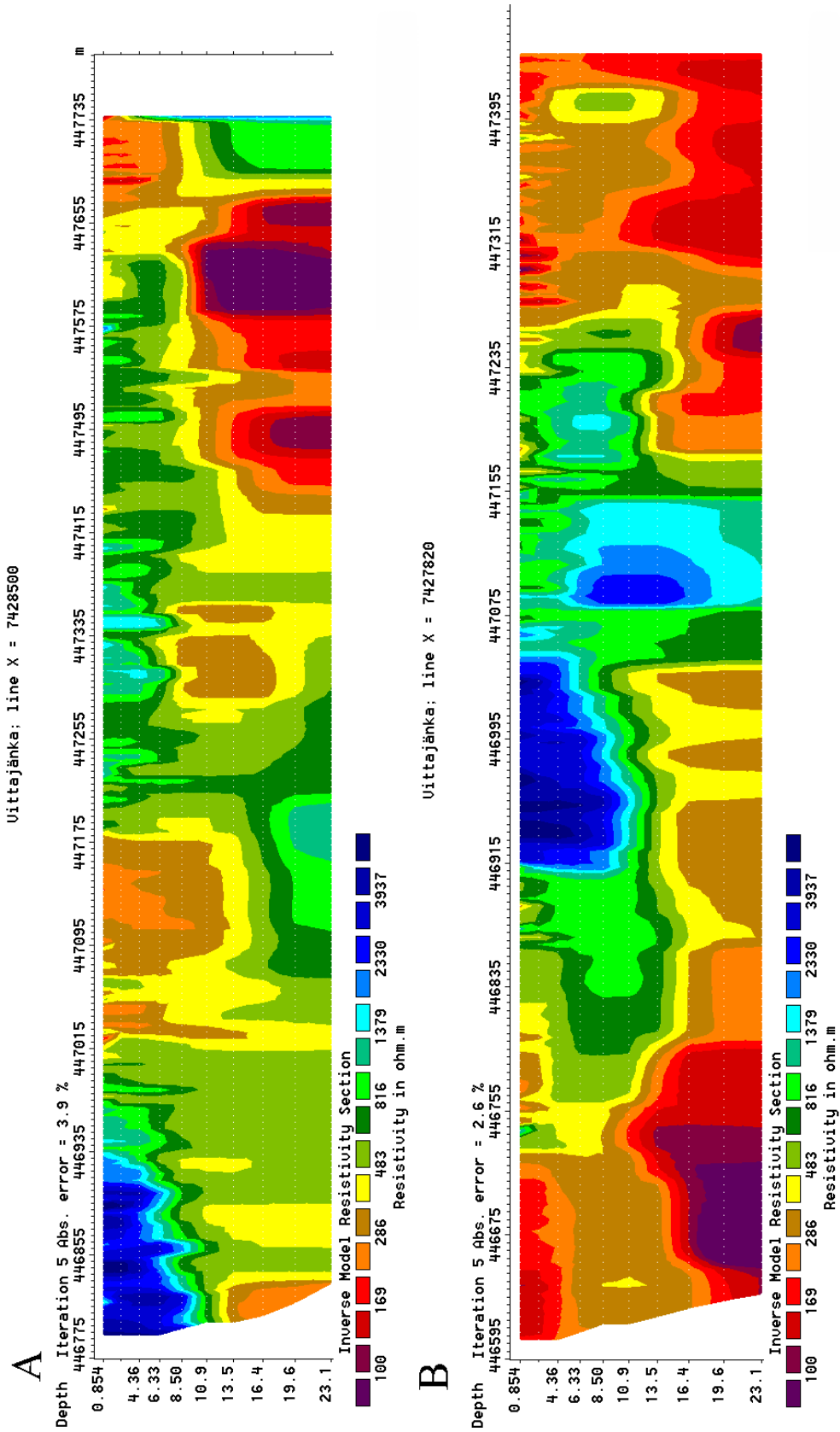


Kuva 2. Sähkömagneettinen kartta Vittajängän valtausalueelta; VLF-R mittausten vaihekulma. Kuvassa esitetty myös kairauspisteet. (Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/06).
Figure 2. VLF-R phase map from Vittajängä claim area. Claim (red polygon) and drilling sites are also presented.



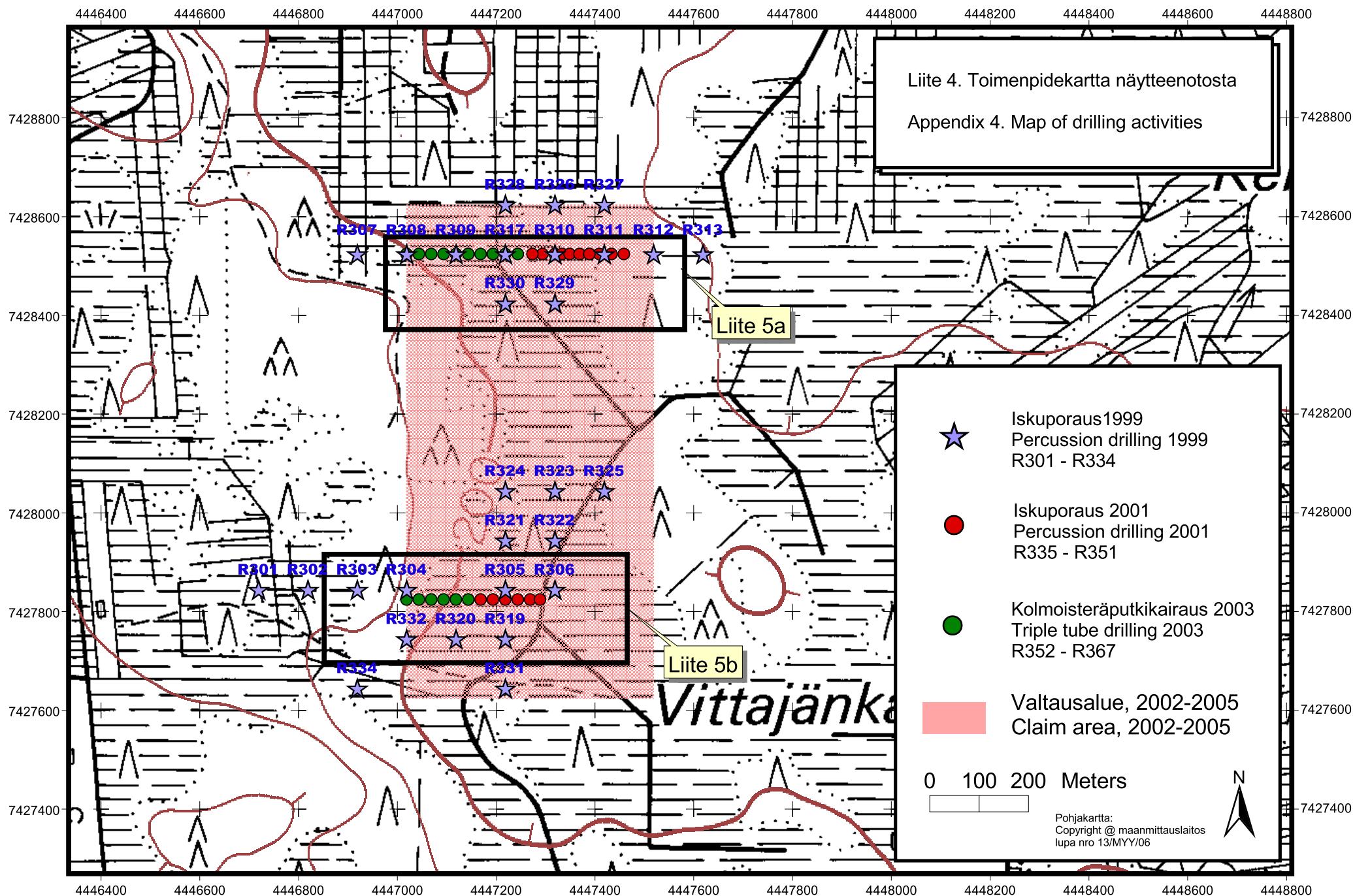
Kuva 3. Sähkömagneettinen kartta Vittajängän valtausalueelta; VLF-R mittausten näennäinen ominaisvastus. Kuvassa myös kairauspisteet. Maavastusluotausten profiilien sijainti merkitty mustalla viivalla (ks. kuva 4). (Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/06).

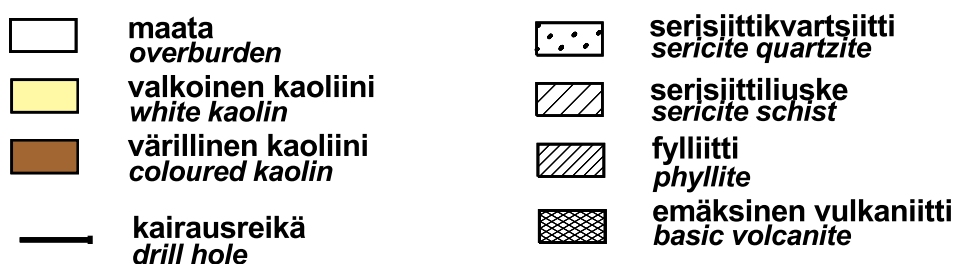
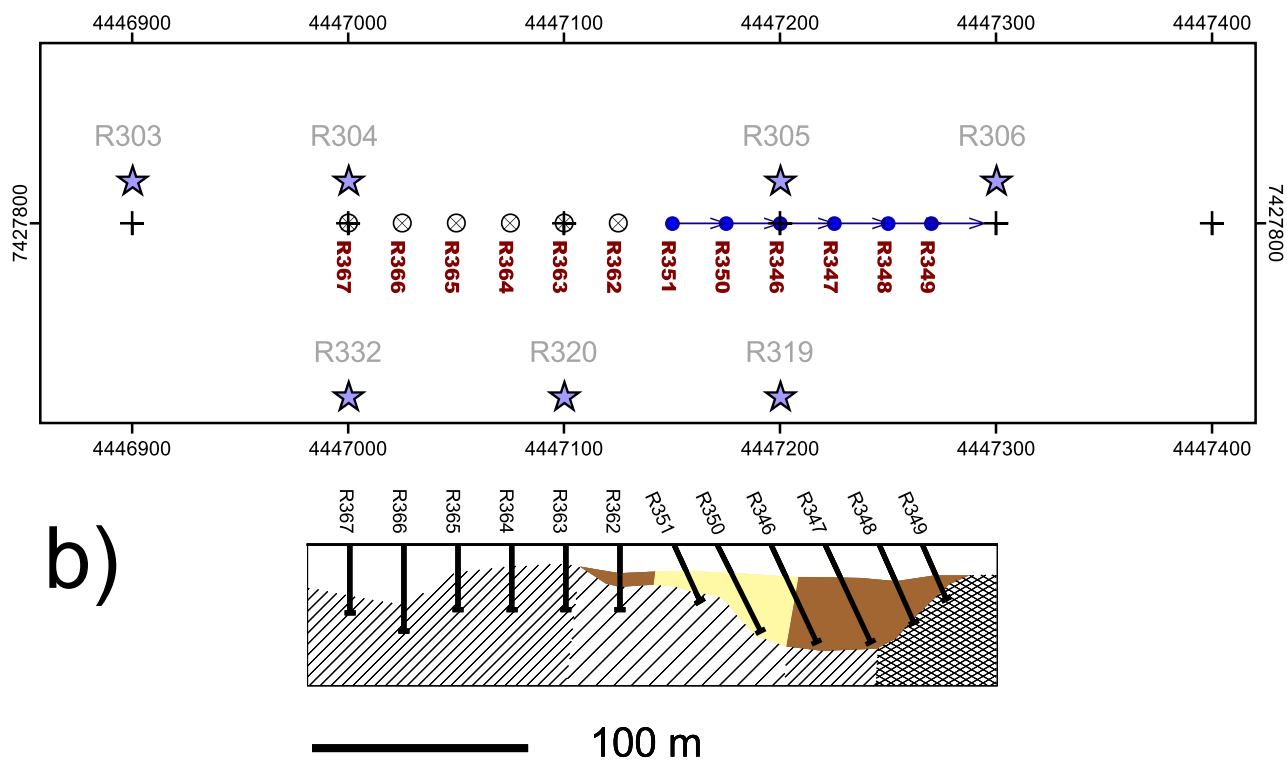
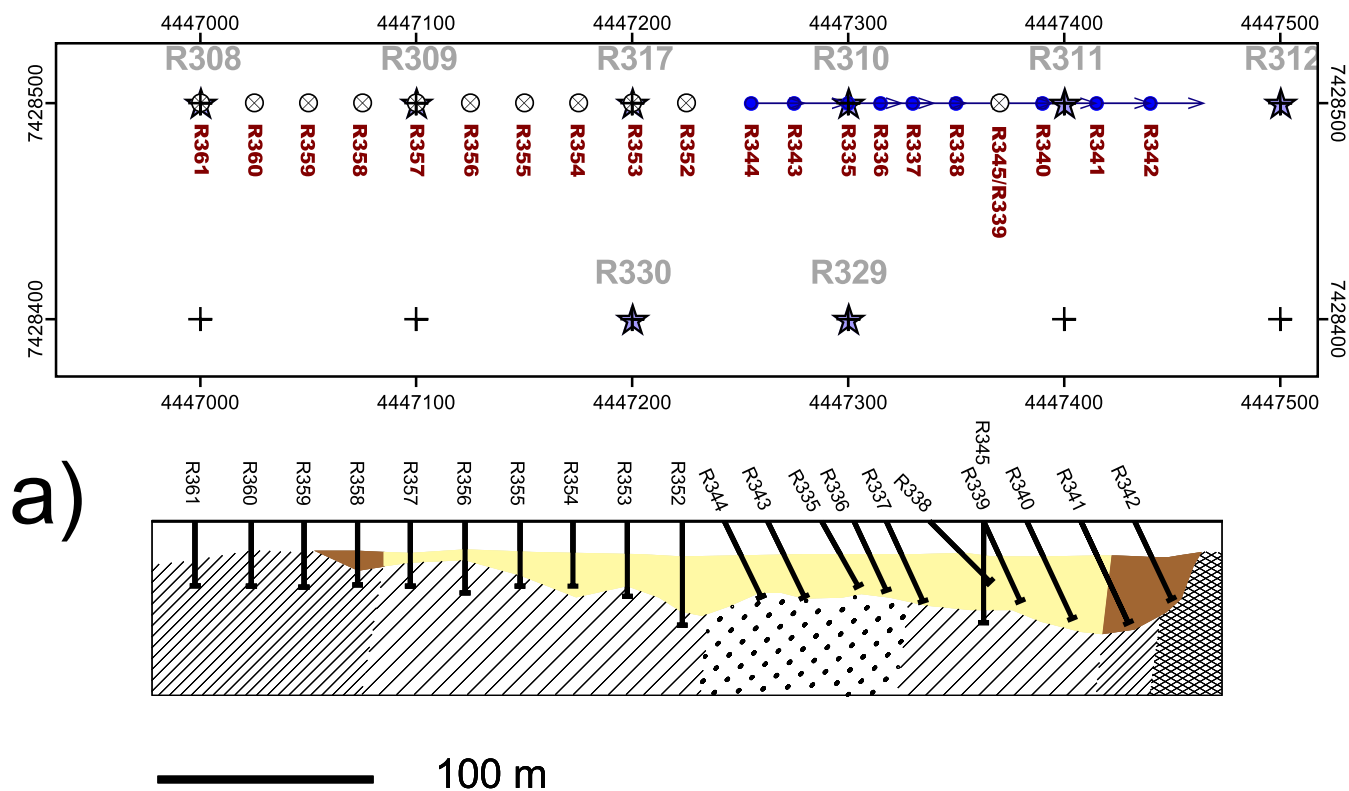
Figure 3. VLF-R apparent resistivity map from Vittajängä claim area. Claim (red polygon) and drilling sites are also presented. Location of electrical sounding profiles presented as black lines (fig. 4).



Kuva 4. Maavastusluotausten ominaisvastusmallit profiileilta X = 7428.500 (A) ja X = 7427.820 (B). (Dipoli-dipoli, $a=10$, $n=1-8$)

Figure 4. Resistivity models of electrical sounding from profiles X = 7428.500 (A) ja X = 7427.820 (B). (Dipoli-dipoli, $a=10$, $n=1-8$).





Liite 5. Detaljikartat (katso liite 4) ja vastaavat profiilipiirrokset
a) pohjoiselta profiililta (X=7428.500) ,b) eteläiseltä profiililta (X=7427.800)

Appendix 5. Detailed maps (see App. 4) and respective vertical profiles of a) northern drill profile (X=7428.500) and b) southern drill profile (X=7427.800)

Appendix 6. Drilling in Vittajänkä.

	Reikätnnus <i>Hole-ID</i>	Koordinaatit (KKJ) Coordinates		Korkeus <i>elevation</i>	Suunta/ Kaltevuus	Pituus <i>Length</i>	Analyysi- näytteet	Hieet	Valokuva <i>Photo</i>
		X Northing	Y Easting		<i>Azimuth/ Dip</i>				
Iskuporaus 1999, Suomen malmi Oy	M462199R301	7427.820	4446.700	208	000/90	19.50	1 3		X
	M462199R302	7427.820	4446.800	207	000/90	31.00			X
	M462199R303	7427.820	4446.900	206	000/90	32.50			X
	M462199R304	7427.820	4447.000	204	000/90	38.70	3		X
	M462199R305	7427.820	4447.200	198	000/90	36.30			X
	M462199R306	7427.820	4447.300	198	000/90	15.30			
	M462199R307	7428.500	4446.900	202	000/90	21.00	2		
	M462199R308	7428.500	4447.000	201	000/90	19.00			X
	M462199R309	7428.500	4447.100	199	000/90	27.40			X
	M462199R310	7428.500	4447.300	198	000/90	22.80	2		X
	M462199R311	7428.500	4447.400	197	000/90	22.60			
	M462199R312	7428.500	4447.500	196	000/90	18.60			
	M462199R313	7428.500	4447.600	195	000/90	14.00	2		
	M462199R317	7428.500	4447.200	198	000/90	15.00			
	M462199R319	7427.720	4447.200	198	000/90	29.60			X
	M462199R320	7427.720	4447.100	199	000/90	10.50	2		
	M462199R321	7427.920	4447.200	199	000/90	19.60			
	M462199R322	7427.920	4447.300	198	000/90	21.50			
	M462199R323	7428.020	4447.300	198	000/90	21.60	2		
	M462199R324	7428.020	4447.200	199	000/90	32.60			X
	M462199R325	7428.020	4447.400	197	000/90	11.50			
	M462199R326	7428.600	4447.300	197	000/90	17.50	2		
	M462199R327	7428.600	4447.400	197	000/90	15.50			
	M462199R328	7428.600	4447.200	198	000/90	23.00			X
	M462199R329	7428.400	4447.300	198	000/90	16.00	2		
	M462199R330	7428.400	4447.200	199	000/90	13.30			
	M462199R331	7427.620	4447.200	198	000/90	10.00			
	M462199R332	7427.720	4447.000	201	000/90	25.60	2		X
	M462199R334	7427.620	4446.900	207	000/90	19.00			

	Reikä­tunnus <i>Hole-ID</i>	Koordinaatit (KKJ) Coordinates		Korkeus <i>elevation</i>	Suunta/ Kaltevuus	Pituus <i>Length</i>	Analyysi- näytteet <i>Number of samples</i>	Hieet <i>Thin sections</i>	Valokuva <i>Photo</i>
		X Northing	Y Easting		Azimuth/ Dip				
Iskuporaus 2001, Suomen malmi Oy	M462101R335	7428.500	4447.300	198	090/60	35.00	6	1	X
	M462101R336	7428.500	4447.315	198	090/65	36.20	5	1	X
	M462101R337	7428.500	4447.330	198	090/65	40.00	8		X
	M462101R338	7428.500	4447.350	197	090/45	40.10	6		X
	M462101R339	7428.500	4447.370	197	090/65	40.50	6		X
	M462101R340	7428.500	4447.390	197	090/65	50.60	8		X
	M462101R341	7428.500	4447.415	197	090/65	52.60	7		X
	M462101R342	7428.500	4447.440	197	090/65	40.10	5		X
	M462101R343	7428.500	4447.275	198	090/65	38.10	7		X
	M462101R344	7428.500	4447.255	198	090/65	38.69	6		X
	M462101R345	7428.500	4447.370	197	000/90	46.87	8	2	X
	M462101R346	7427.800	4447.200	198	090/65	50.60	8		X
	M462101R347	7427.800	4447.225	198	090/65	50.00	8		X
	M462101R348	7427.800	4447.250	198	090/65	40.00	5		X
	M462101R349	7427.800	4447.270	198	090/65	27.10	2	2	X
Kolmoisteräpuitkairaus, 2003, Oy Kati Ab	M462101R350	7427.800	4447.175	198	090/65	44.75	8		X
	M462101R351	7427.800	4447.150	199	090/65	24.65	3	1	X
	M462103R352	7428.500	4447.225	198	000/90	48.10	4		X
	M462103R353	7428.500	4447.200	198	000/90	35.20	3		X
	M462103R354	7428.500	4447.175	199	000/90	33.50	3		X
	M462103R355	7428.500	4447.150	199	000/90	30.30	2	1	X
	M462103R356	7428.500	4447.125	199	000/90	32.95	1	1	X
	M462103R357	7428.500	4447.100	199	000/90	30.30	1		X
	M462103R358	7428.500	4447.075	200	000/90	30.10	1	1	X
	M462103R359	7428.500	4447.050	200	000/90	30.00	1	2	X
	M462103R360	7428.500	4447.025	200	000/90	30.00		1	X
	M462103R361	7428.500	4447.000	201	000/90	30.10		1	X
	M462103R362	7427.800	4447.125	199	000/90	30.40		1	X
	M462103R363	7427.800	4447.100	199	000/90	30.00		3	X
	M462103R364	7427.800	4447.075	200	000/90	30.30		4	X
	M462103R365	7427.800	4447.050	200	000/90	30.00		4	X
	M462103R366	7427.800	4447.025	201	000/90	40.00		2	X
	M462103R367	7427.800	4447.000	202	000/90	31.40	1		X