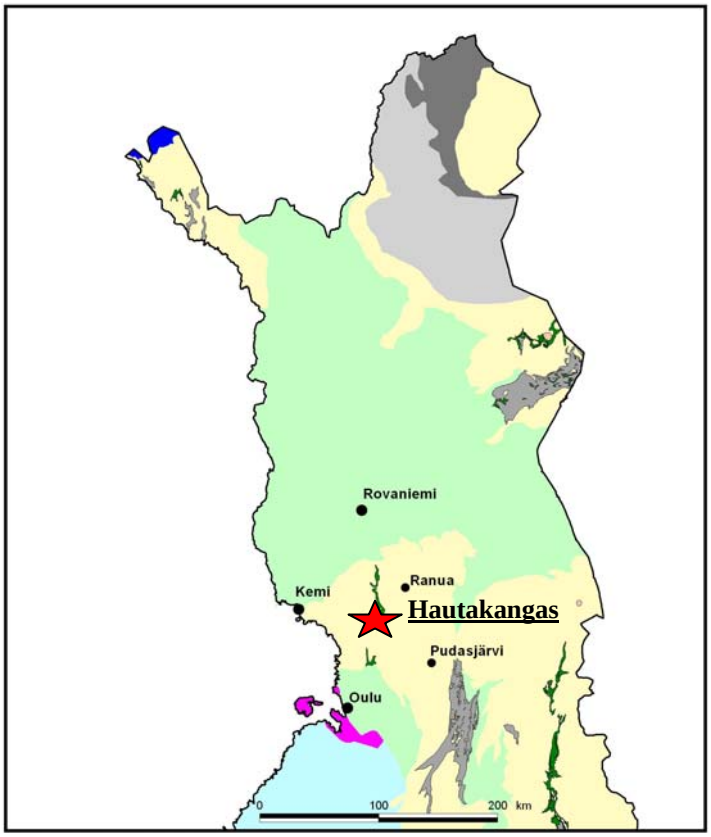
Pohjois-Suomen yksikkö
M06/3521/2010/16 15.10.2010
Rovaniemi



Tutkimustyöselostus Iin kunnassa sijaitsevasta Hautakankaan intruusiosta valtausalueilla Hautakangas 1-5 (kaivosrekisterinumerot 8555/1-5) tehdyistä Ti-Fe-V malmitutkimuksista vuosina 2006-2008

Jukka Konnunaho, Ilkka Lahti ja Jukka Karhunen

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

M06/3521/2010/16

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro
15.10.2010

Tekijät	Raportin laji
Jukka Konnunaho Ilkka Lahti Jukka Karhunen	M06, valtausraportti
	Toimeksiantaja GTK

Raportin nimi

Tutkimustyöselostus Iin kunnassa sijaitsevasta Hautakankaan intruusiosta valtausalueilla Hautakangas 1-5 (kaivosrekisterinumerot 8555/1-5) tehdyistä Ti-Fe-V malmitutkimuksista vuosina 2006-2008

Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen kohteena on Iin kunnassa sijaitseva Hautakankaan mafinen-ultramafinen intruusio sekä siihen liittyvä Ti-Fe-V esiintymä, jotka sijoittuvat valtausalueille Hautakangas 1-5. Hautakankaan intruusio on pohjois-etelä suuntainen ja tektonisesti pilkkoutunut. Intruusio näkyy magneettisella matalalentokartalla pohjois-eteläsuuntaisena anomaliavyöhykkeenä Oijärven liuskejakson eteläpuolella. Geologian tutkimuskeskus on suorittanut alueella syväkairauksia vuosien 2006 - 2008 aikana. Tämän lisäksi alueella on tehty geofysiikan maanpintamittauksia magneettisella, painovoima ja VLF-R menetelmillä. Kairauksilla ja geofysiikan mittauksilla on pyritty selvittämään alueen geologiaa ja malmipotentiaalia.

Kairausten yhteydessä paikallistettiin melagabroidiseen yksikköön liittyvä oksidipirotteinen sekä massiivinen Ti-Fe-V esiintymä, jotka näkyvät hyvin alueen magneettisissa ja painovoimatuloksissa. Pirotteisen osan TiO_2-pitoisuuksien keskiarvo on 5 p-%, V-pitoisuus 0.09 p-% ja Fe_2O_3-pitoisuus 25 p-%. Massiivisen osan vastaavat pitoisuudet ovat 12.4 p-%, 0.25 p-% ja 61.4 p-%. Oksidipirotteinen melagabro sisältää noin 10 % ilmeniittiä ja 6.3 % magnetiittia. Massiivinen osa puolestaan sisältää noin 24.8 % ilmeniittiä ja 41.1 % magnetiittia. Pitoisuuksien puolesta Hautakankaan esiintymä saattaisi olla ekonominen. Kuitenkin esiintymän koko ja rikastettavuuteen liittyvät kysymykset ovat vielä auki ja ne vaativatkin jatkotutkimuksia. Geologian tutkimuskeskus katsoo saaneensa varsin hyvän kuvan Hautakankaan intruusiosta ja siihen liittyvästä Ti-Fe-V esiintymästä. Tästä johtuen GTK luopuu alueen valtauksista. Alue on edelleenkin kiinnostava jatkotutkimusten kohde.

Asiasanat (kohde, menetelmät jne.)

Ii, Hautakangas, Oijärvi, malminetsintä, geofysikaaliset mittaukset, syväkairaus, ilmeniitti, magnetiitti, vanadiini, rauta, titaani, oksidit, intruusiot, gabrot, Ti-Fe-V malmi

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

Suomi, Pohjois-Pohjanmaa, Ii, Oijärvi, Hautakangas, Jokelankangas

Karttalehdet

3521 10

Muut tiedot

Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Valtausraportti		M06/3521/2010/16	
Kokonaissivumäärä 28 s., + 32 liites.	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Pohjois-Suomen yksikkö/501		Hanketunnus 2551006	
Allekirjoitus/nimen selvennys Jukka Konnunaho		Allekirjoitus/nimen selvennys Ilkka Lahti	

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.
15.10.2010

Authors	Type of report
Jukka Konnunaho Ilkka Lahti Jukka Karhunen	M06, claim report
	Commissioned by GTK

Title of report
Research report of the Hautakangas intrusion and associated Ti-Fe-V deposit within relinquished claims Hautakangas 1-5 (8555/1-5) in Ii commune.

Abstract
The aim of this research was to study the mafic-ultramafic intrusion of the Hautakangas and associated Ti-Fe-V deposit. The intrusion is N-S trending mafic-ultramafic dyke-shaped body that is tectonically fractured. The Hautakangas intrusion is well visible in low altitude aeromagnetic maps as N-S anomaly zone. Geological Survey of Finland (GTK) drilled several holes in the Hautakangas area during 2006 – 2008. In addition, ground geophysical VLF-R, magnetic and gravity measurements have been carried out at the study area. The drillings and geophysical measurements were done for geological study and ore exploration.
Drillings revealed disseminated and massive Ti-Fe-V deposits associated with melagabbroic unit of the Hautakangas intrusion. The disseminated and massive deposits are visible in the gravity and magnetic maps. Disseminated and oxide bearing melagabbro included (average values) 5 wt % TiO_2, 0.09 wt % V and 25 wt % Fe_2O_3. Massive oxide ore included (average values) 12.4 wt % TiO_2, 0.25 wt % V and 61.4 wt % Fe_2O_3. Disseminated melagabbro included ca. 10 % of ilmenite and ca. 6 % of magnetite. Massive oxide ore included ca. 24.8 % of ilmenite and ca. 41.1 % of magnetite. It seems that the Hautakangas Ti-Fe-V deposit could be economical, but it's exact dimensions are still unknown and ore concentration needs more research. GSF decided to relinquish the claims because it has sufficiently information of the intrusion and associated Ti-Fe-V deposit. However, the area is still a very interesting target for further studies.

Keywords
Ii, Hautakangas, Oijärvi, ore exploration, geophysics, drilling, ilmenitie, magnetite, vanadine, iron, titanium, oxide, intrusion, gabbro, Ti-Fe-V ore

Geographical area
Finland, Northern Ostrobothnia, Ii, Oijärvi, Hautakangas, Jokelankangas

Map sheet
3521 10

Other information

Report serial		Archive code	
Claim report		M06/3521/2010/16	
Total pages 28 p. + 11 appended pages	Language Finnish	Price	Confidentiality Public
Unit and section Northern Finland /501		Project code 2551006	
Signature/name Jukka Konnunaho		Signature/name Ilkka Lahti	

1 JOHDANTO 1

2 TUTKIMUSALUEEN SIJAINTI JA VALTAUKSET 1

3 KOORDINAATISTO JA PAIKANNUS 1

4 SUORITETUT TUTKIMUKSET 4
4.1 Geofysikaaliset mittaukset 4
4.2 Syväkairaukset 6
4.3 Geokemialliset ja petrografiset tutkimukset 7
4.4 Rikastuskokeet ja mineralogiset tutkimukset 7

5 ALUEELLINEN GEOLOGIA 8
5.1 Alueen maaperä 8
5.2 Alueen kallioperä 8

6 HAUTAKANKAAN INTRUUSION GEOLOGIA 9
6.1 Tutkimusalueen kivien geokemia (pää- ja hivenalkuaineet) 10
6.2 Hautakankaan Ti-Fe-V-esiintymän kemiallinen koostumus 15
6.3 Ti-Fe-V-esiintymän mineraloginen koostumus 18
6.4 Hautakankaan intruusion petrogeneettinen tarkastelu 19

7 GEOFYSIKAALISET TUTKIMUKSET 20

8 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET 24

9 TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN 25

10 LIITELUETTELO 26

11 LIITTYY 27

12 LÄHDELUETTELO 28

1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Pohjois-Suomen aluetoimistossa toimi vuosien 1996 – 2007 välisenä aikana kolme hanketta, joiden tehtäviin kuuluivat Pohjois-Suomen arkeeisten alueiden geologiset sekä mineraalisten raaka-ainevarojen tutkimukset. Aluksi tutkimusten pääpaino oli Pudasjärven kompleksilla sijaitsevalla arkeeisella Oijärven vihreäkivivyöhykkeellä, josta se laajeni kattamaan koko arkeeista Pudasjärven kompleksia (Juopperi, 2008). Yhtenä hankkeen tutkimuskohteena oli lähes pohjois – etelä suuntainen, noin 6 kilometriä pitkä aeromagneettinen anomalia (kuva 1). Vuonna 2006 suoritettiin tämän heikosti paljastuneen anomaliavyöhykkeen yli profiilikairaus (3 reikää), jolla haluttiin selvittää anomalian aiheuttajaa sekä alueen geologiaa. Tätä kairausta edelsi tunnusteluluonteinen geofysiikan maastomittaus. Profiilikairauksen seurauksena saatiin ensimmäiset merkit mafisesta-ultramafisesta intruusiosta ja siihen liittyvästä Ti-Fe-V esiintymästä.

Tutkimusalueella on viisi valtausta Hautakangas 1 - 5. Nämä valtausalueet kattavat keskeisimmän tutkimusalueen hyvin, sulkien sisäänsä lähes koko 6 km pitkän ja noin 150 metriä leveän intruusion (kuva 2).

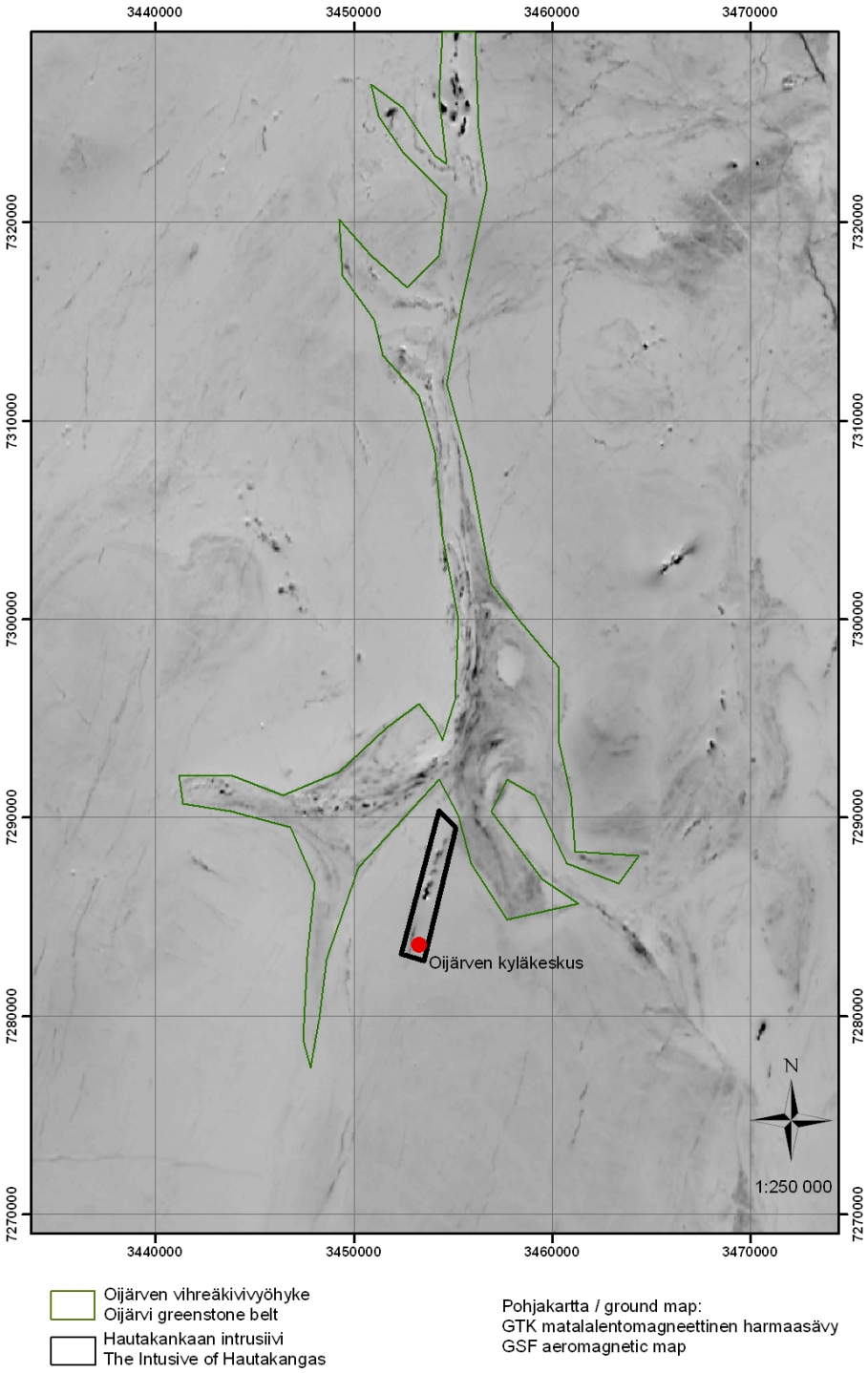
Hautakankaan tutkimuksista, toteutuksesta ja suunnittelusta ovat vastanneet geologi Jukka Konnunaho ja geofyysikko Ilkka Lahti. Näiden henkilöiden lisäksi alueen tutkimuksiin ovat osallistuneet geologit Heikki Juopperi ja Antero Karvinen sekä tutkimusavustaja Martti Melamies. Outokummun mineraalitekniikan laboratoriossa on tehty Hautakankaan esiintymästä rikastuskokeita, joista on vastannut tutkija Jukka Karhunen. FM Kirsi Ronkainen on tehnyt pro -gradu työnsä Hautakankaan geofysikaalisten tutkimusten pohjalta Oulun Yliopiston fysikaalisten tieteiden laitokselle (Ronkainen, 2008). Geologian opiskelija Aleksi Salo on aloittanut vuonna 2010 pro-gradu -työn tekemisen Hautakankaan intruusiosta ja siihen liittyvästä Ti-Fe-V esiintymästä Oulun yliopiston geotieteiden laitoksella.

2 TUTKIMUSALUEEN SIJAINTI JA VALTAUKSET

Tutkimusalue sijaitsee Pudasjärven arkeeisella kompleksilla Iin kunnassa, Oijärven kylässä karttalehdellä 3521 10. Tutkimusalueelta on matkaa Ouluun noin 70 kilometriä. Alueella on viisi valtausta nimellä Hautakangas 1 – 5, kaivosrekisterinumerot 8555/1 – 5. Valtausalueiden pinta-alat ovat seuraavat: 1) Hautakangas 1, 61 ha, 2) Hautakangas 2, 9.5 ha, 3) Hautakangas 3, 51.6 ha, 4) Hautakangas 4, 15.7 ha ja 5) Hautakangas 5, 21.4 ha. Valtausalueiden yhteispinta-ala on 159. 2 ha. Geologian tutkimuskeskus on luopunut valtauksista 15.12.2009 alkaen (kuva 2).

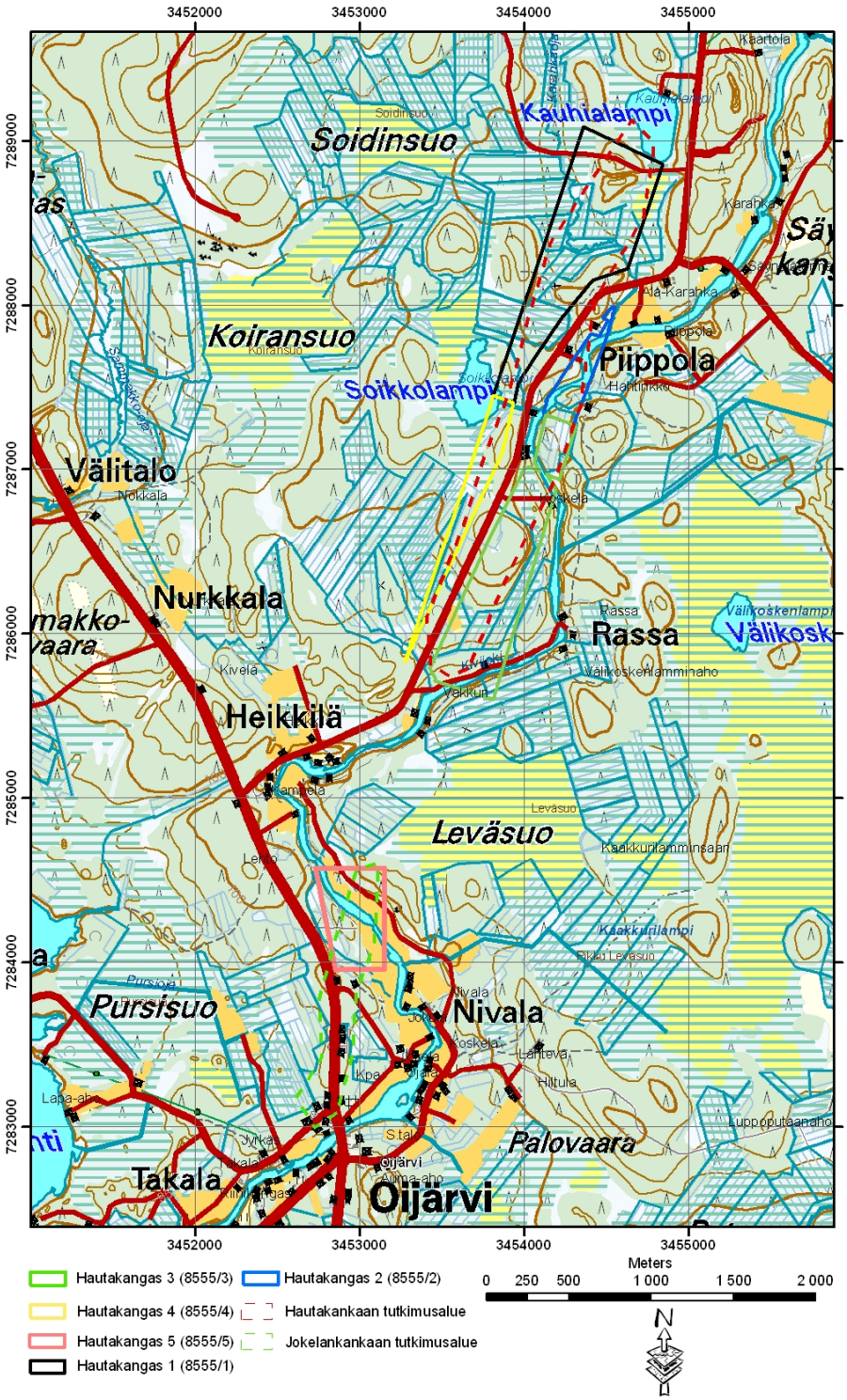
3 KOORDINAATISTO JA PAIKANNUS

Tässä raportissa ja liitteenä olevassa digitaalisessa aineistossa on käytetty koordinaatistona Suomen kaistakoordinaattijärjestelmää KKJ-3. Kairareikien paikannuksissa sekä geofysiikan mittauksissa on käytetty differentiaali DGPS –laitetta.



Kuva 1. *Hautakankaan mafinen-ultramafinen intruusio (musta rajaus) sekä pohjoispuolelle levittäytyvä Oijärven vihreäkivivyöhyke (vihreä rajaus) matalalentomagneettisella kartalla.*

Figure 1. *The mafic-ultramafic intrusion of Hautakangas (black boder) and the Oijärvi greenstone belt (green border) in low altitude aeromagnetic map.*



Kuva 2. *Hautakangas 1 – 5 valtausalueet topografisella kartalla sekä Hautakankaan tutkimusalue (punainen katkoviiva) ja Jokelankankaan tutkimusalue (vihreä katkoviiva). Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10*

Kuva 2. *The Hautakangas 1-5 claim areas and the Hautakangas area (red dashed line) and the Jokelankangas area (green dashed line) in topographic map. Basemap©National Land Survey of Finland, license MML/VIR/TIPA/217/10.*

4 SUORITETUT TUTKIMUKSET

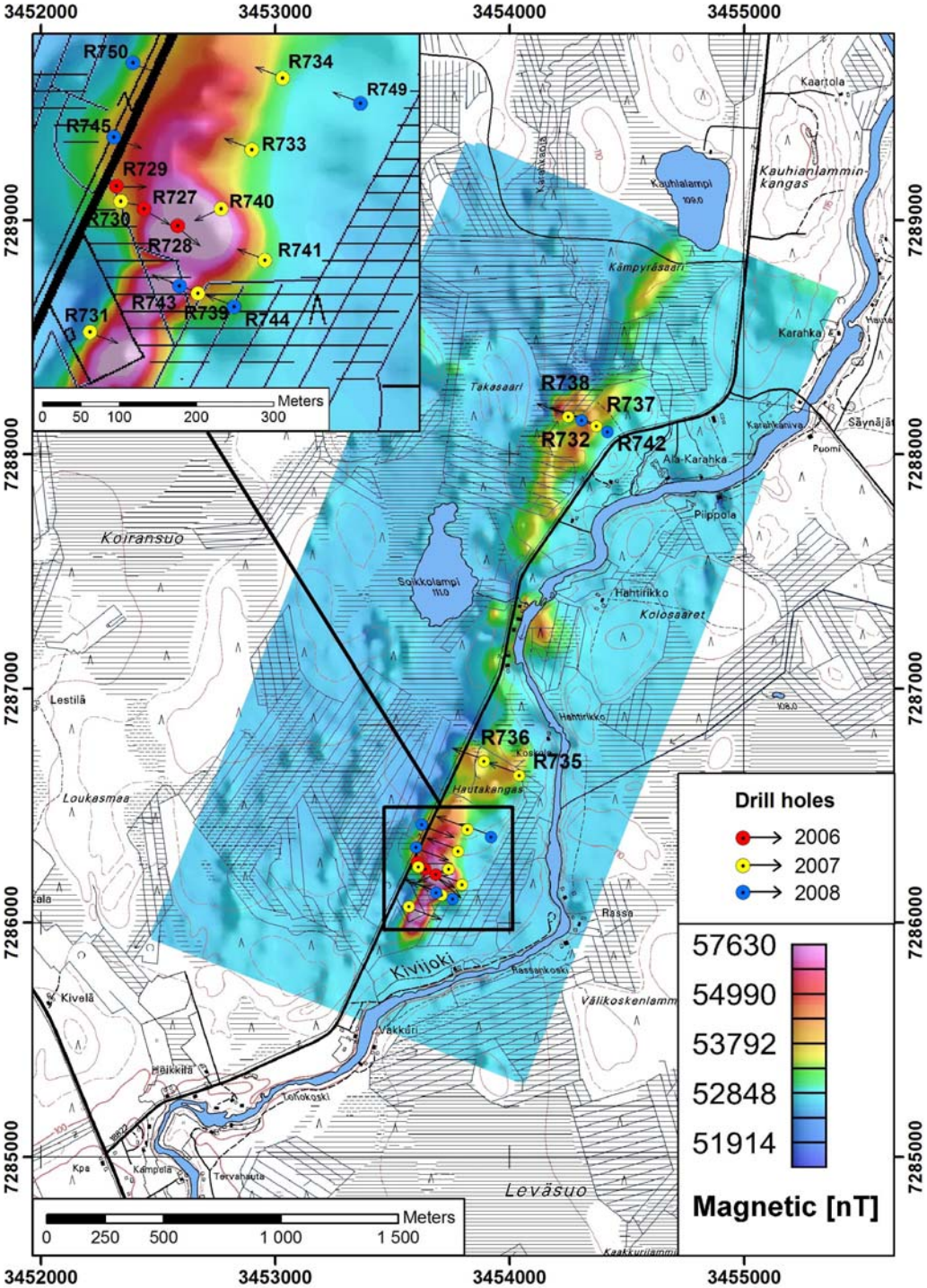
4.1 Geofysikaaliset mittaukset

Hautakankaalla on tehty geofysikaalisia maanpintamittauksia kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen, Poka-kairausta tukeva linja mitattiin vuonna 2006. Hyvistä kairaustuloksista johtuen alueella toteutettiin systemaattisia maanpintamittauksia vuonna 2007. Vuonna 2007 keskeinen tutkimusalue (A = 6.12 km^2) mitattiin magneettisella, VLF-R- ja painovoimamenetelmillä. Kuvassa 3 on esitetty magneettisen mittauksen tulos ja kairaukset. Samana vuonna tehtiin kairauksissa tavatun massiivisen oksidimalmin alueella magneettinen tihennysmittaus 25 m:n linjavälein. Vuoden 2007 mittaus sisälsi myös yhden hajaprofiilin Jokelankankaalla, Hautakankaan magneettisen anomalian lounaisella jatkeella (Kuva 4). Tämän lisäksi on tehty DC/IP testiprofiili esiintymän yli. Kairasydännäytteistä on mitattu tiheys, suskeptibiliteetti, remanenssin intensiteetti 1 metrin välein. Yksittäisten malminäytteiden sähkönjohtavuutta ja varautuvuutta on tutkittu MAFRIP laitteistolla. Taulukkoon 1 on koottu tiedot tehdyistä geofysikaalisista maanpintamittauksista. Tämän raportin data-cd:lle on koottu valtausalueiden geofysiikka Geosoft (.xyz) - muodossa. Data-cd:lle on tallennettu myös valtausalueiden petrofysikaalisten mittausten tulokset.

Taulukko 1. *Geofysikaaliset maanpintamittaukset.*

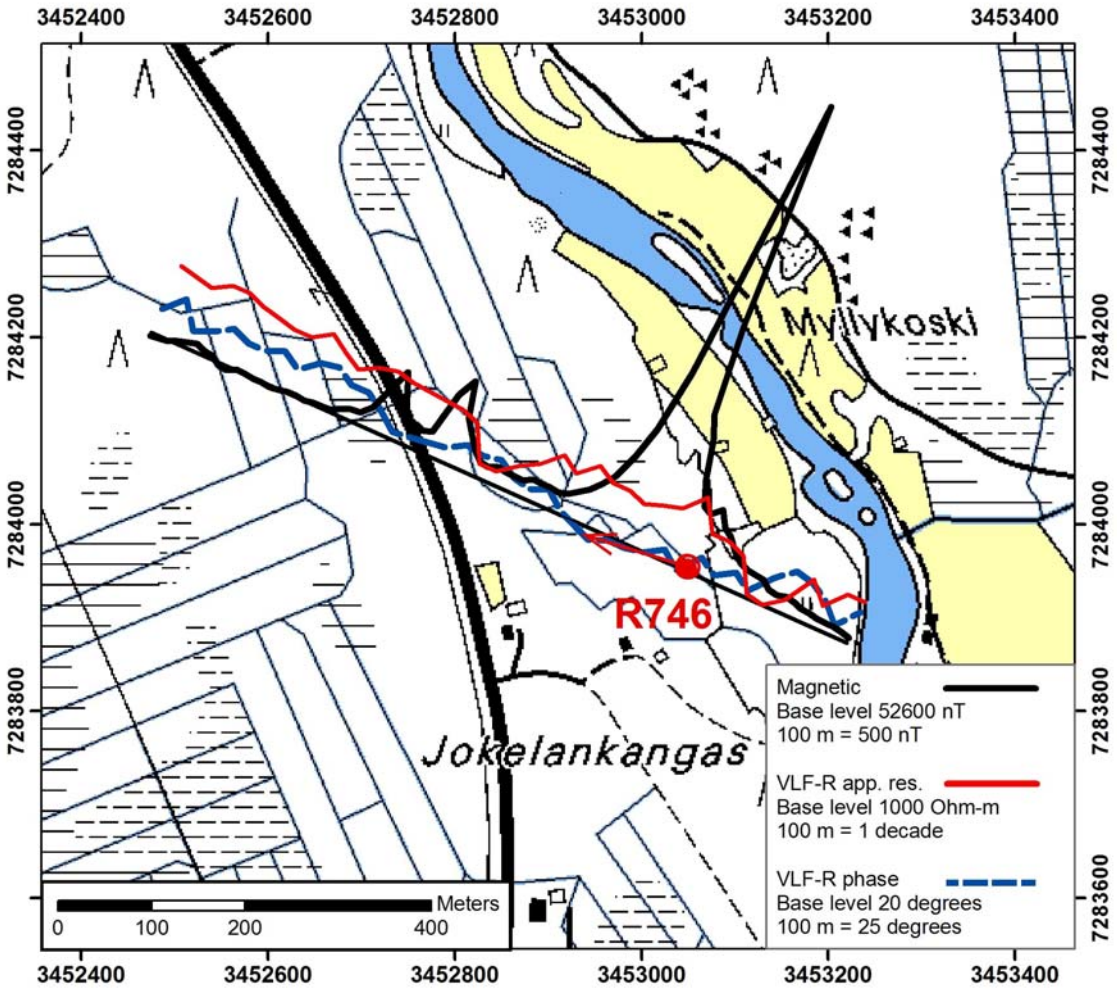
Table 1. *Ground geophysical measurements.*

Menetelmä ja alue	Vuosi	Raportin Geosoft tiedosto	Hajaprofiili (H) / Systemaattinen (S)	Pisteväli / linjaväli (m)	Pistemäärä/ Linjakilometrit
Magneettinen 1 Hautakangas	2006	06mg352110_2.xyx	H	10	112 / ~ 1.1 km
Magneettinen 2 Hautakangas	2007	07mg352110_1.xyz	S (A = 6.12 km^2)	10 / 100	6201 / ~ 62 km
Magneettinen 3 Hautakangas	2007	07mg352110_2.xyz	S (A = 0.36 km^2)	10 / 25	1160 / ~ 11 km
Magneettinen 4 Jokelankangas	2007	07mg352110_3.xyz	H	10	83 / ~ 0.8 km
Gravimetrinen 1 Hautakangas	2006	06gr352110_2.xyz	H	20	57 / ~ 1.1 km
Gravimetrinen 2 Hautakangas	2007	07gr352110_1.xyz	S (A = 6.12 km^2)	20 / 200	1655 / ~ 33 km
VLF-R 1 Hautakangas	2006	06vr352110_2.xyz	H	20	55 / ~ 1.1 km
VLF-R 2 Hautakangas	2007	07vr352110_1.xyz	S (A = 6.12 km^2)	20 / 100	3074 / ~ 62 km
VLF-R 3 Jokelankangas	2007	07vr352110_3.xyz	H	20	40 / ~ 0.8 km
DC ja IP Hautakangas	2007	07ip352110_1.xyz	H	10	61 / ~ 0.6 km



Kuva 3. *Hautakankaan tutkimusalueella suoritetut syväkairaukset vuosina 2006-2008. Pohjakarttana topografikartta sekä magneettinen maastomittauskartta. Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10.*

Figure 3. *The Hautakangas area and drill holes (during 2006 – 2008) in topographic and ground magnetic maps. Basemap©National Land Survey of Finland, license MML/VIR/TIPA/217/10.*



Kuva 4. *Jokelankankaan geofysikaalinen profiilimittaus ja anomaliaan kairattu reikä. Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10.*

Figure 4. *The ground geophysical profile of Jokelankangas and exploration drill hole. Basemap© National Land Survey of Finland, license MML/VIR/TIPA/217/10.*

4.2 Syväkairaukset

Hautakankaan intruusion alueella on suoritettu kairauksia kolmessa vaiheessa: 1) Vuonna 2006 kairattiin ensimmäinen tunnusteleva 3 reiän profiili. Yhteensä 184.05 m. 2) Vuonna 2007 jatkettiin kairauksia laajemmalla alueella, jolloin kairattiin 11 reikää yhteensä 1417.15 m ja 3) Vuonna 2008 kairattiin vielä 8 reikää. Yhteensä 875.9 m. Alueella on kairattu vuoteen 2010 mennessä yhteensä 22 reikää yhteispituudeltaan 2477.1 m. Kairaukset on suoritettu T-56 kalustolla ja urakoitsijoina ovat olleet Pöyry Oy ja GTK. 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 3 ja 4.

4.3 Geokemialliset ja petrografiset tutkimukset

Hautakankaan alueen tutkimuksissa on kairasydämistä kerätty 825 kpl näytteitä malmianalyysiin. Näistä näytteistä on analysoitu kulta, platina ja palladium ICP-AES –tekniikalla (laboratorion menetelmäkoodi 703P ja 704P) sekä monialkuainemääritykset ICP-AES -tekniikalla (laboratorion menetelmäkoodi 720P) 25 g näytteestä. Petrologisia analyysejä on tehty yhteensä 84 näytteestä. Näistä on tehty kokokivianalyysit XRF –menetelmällä (84 kpl), (laboratorion menetelmäkoodi 175X) jauhepuristeesta ja hivenaineanalyysit ICP-MS –tekniikalla (50 kpl), (laboratorion menetelmäkoodi 308M) sekä C –analyysit hiilianalysaattorilla (8 kpl), (laboratorion menetelmäkoodi 811L). Analyysit on tehty Geologian tutkimuskeskuksen kemian laboratoriossa (nykyisin Labtium Oy) Espoossa ja Rovaniemellä.

Malmianalyyseihin 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.

Hautakankaan alueen kairasydämistä on tehty yhteensä 53 kpl kiillotettuja ohuthieitä Geologian tutkimuskeskuksen hielaboratoriossa Kuopiossa.

Reikäkohtaiset tiedot analysoiduista näytteistä ja teetetyistä ohuthieistä löytyvät liitteenä olevasta taulukosta (liite 2). Hieet säilytetään Geologian tutkimuskeskuksessa Rovaniemellä.

4.4 Rikastuskokeet ja mineralogiset tutkimukset

Hautakankaan oksidiesiintymästä tehtiin rikastuskokeita GTK:n mineraalitekniikan laboratoriossa Outokummussa. Näiden rikastuskokeiden tulokset sekä rikastuskokeisiin liittyvä raportti on esitetty liitteessä 3.

Magnetiitin määrän määrityksiä tehtiin Satmagan -menetelmällä kahdesta reiästä (734 ja 740) yhteensä 143 kpl (laboratorion menetelmäkoodi 891G). Yhdestä reiästä (R728) tehtiin 34 kpl magnetiitin määrän määrityksiä massa suskebtipiliteettimittauksen avulla (Geologian tutkimuskeskus Espoo). Näiden lisäksi tehtiin 7 kpl koeluontoisia DDT -määrityksiä (märkämagneettinen separointi) Hautakankaan massiivisesta oksidimalmista kaksilla eri säädöillä (Geologian tutkimuskeskus Espoo). Ilmeniitin määrä esiintymässä on määritetty kertomalla TiO_2-pitoisuus kahdella (TiO_2*2).

Ilmeniitin ja magnetiitin kemiallinen koostumus on määritetty mikroanalysaattorilla kiillotetuista ohuthieistä (2 kpl) Geologian tutkimuskeskuksessa Espoossa. Yhteensä tehtiin 22 kpl ilmeniitti-, 25 kpl magnetiitti- ja 28 kpl ilmeniittilamellianalyysejä. Lisäksi samoista hieistä tehtiin 10 kpl amfibolianalyysejä (liite 4).

Edellä mainittujen kokeiden ja analyysien tulokset on tallennettu tämän raportin liitteenä olevalle CD-levylle omiin kansioihinsa.

5 ALUEELLINEN GEOLOGIA

5.1 Alueen maaperä

Hautakankaan mafinen-ultramafinen intruusio ja valtausalueet sijaitsevat Kivijoen tuntumassa, Oijärven kylässä. Maasto on loivapiirteistä, osin soista kangasmaastoa. Korkeudet merenpinnasta vaihtelevat 100 – 115 metriin. Kallioperää peittää 10 – 30 metriä paksu moreeni ja soisilla alueilla moreenin päällä on ohut turvekerros. Kalliopaljastumia ei ole juurikaan alueelta tavattu. Ainoat paljastumat sijoittuvat Kivijoen rantaan.

5.2 Alueen kallioperä

Hautakankaan intruusio sijaitsee arkeeisella Pudasjärven granitoidikompleksilla. Tämän kompleksin tutkimuksia on osin haitannut alueen paljastumattomuus. Aikaisemmin alueelta on julkaistu 1:400 000 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 sai päätökseen Pudasjärven granitoidikompleksin tutkimukset vuonna 2007. Nämä tutkimukset tarkensivat alueen geologiaa ja sen malmipotentiaalia. Nämä tarkennukset tullaan esittämään raportteina sekä digitaalisen kallioperäkartan muodossa. Ensimmäinen versio digitaalisesta Suomen kallioperäkartasta on julkaistu vuonna 2008 ja tässä kartassa on myös mukana uusiin kallioperätutkimuksiin perustuva Pudasjärven kompleksin kartta, johon on myös Hautakankaan intruusio piirretty.

Hautakankaan intruusio sijaitsee arkeeisen Oijärven vihreäkivivyöhykkeen eteläpuolella Siuruanjoen granitoidikompleksin puolella. Ympäröivät granitoidit kuuluvat arkeeiseen Tannilan granodioriittiin. Nämä ovat koostumukseltaan pääosin granodioriittisia joskin graniittisia ja tonaliittisia variantteja tavataan. Pääosin kivet ovat syväkivimäisiä mutta myös gneissimäisiä granitoideja tavataan. Näitä leikkaavat graniittiset ja pegmatiittiset juonet sekä proterotsooiset diabaasit, joista osa voidaan nähdä magneettisilla matalalentokartoilla. Leikkaavia metadiabaasijuonia on tavattu myös Hautakankaan kairauksien yhteydessä. Hautakankaan löytöhistorian juuret liittyvät olettamukseen diabaasijuonesta. Granitoideja nuoremmiksi kiviksi on myös luettava itse Hautakankaan intruusio ja siihen liittyvä breksia alueen pohjoisosassa (esim. reikä M52.5/3521/08/R732). Intruusion itäpuolella, aivan sen kontaktivyöhykkeellä tavataan myös karkearakeista, osin porfyyristä, leukokraattista, syväkivimäistä ja magnetoitumatonta gabroa (esim. reikä M52.5/3521/08/R749). Tämä edustanee ennestään tuntematonta gabroidista intruusiota alueella. Tämän hetkisen käsityksen mukaan Hautakankaan intruusio liittyy Tannilan granitoidin ja Oijärven vihreäkivivyöhykkeen kontaktivyöhykkeeseen, jossa on intruusion/intruusioiden purkautumiselle sopiva rakenteellinen paikka. Tätä rakennetta pystytään seuraamaan magneettisilla matalalento kartoilla kauas Hautakankaalta etelään.

Hautakankaan alue on erittäin mielenkiintoinen geologinen ympäristö ja sen geologiaan liittyy useita vastausta vailla olevia kysymyksiä sekä vahvistaa käsitystä Pudasjärven kompleksin monipuolisesta malmipotentiaalista.

6 HAUTAKANKAAN INTRUUSION GEOLOGIA

Hautakankaan intruusion pituus on noin 6 km ja leveys leveimmillään 100 – 150 metriä. Arviot perustuvat syväkairauksiin sekä geofysiikan matalalentokartoista tehtyihin tulkintoihin. Hautakankaan intruusion ikä on vielä tuntematon, koska ikämääritykseen valituista näytteistä ei saatu separoitua zirkonia vaikka Zr-pitoisuudet olivat 200 - 300 ppm. Intruusio leikkaa kuitenkin arkeeista Tannilan granodioriittia ollen näin nuorempi. On ilmeistä, että Tannilan granitoidi on osittain sulanut ja uudelleen kiteytynyt Hautakankaan intruusion vaikutuksesta. Tähän viittaavat granitoidin omaleimainen porfyyrinen ulkoasu, geokemiallinen koostumus sekä oksidigabrossa esiintyvät epämääräiset granitoidin jäänteet. Tutkimuskairauksissa tavattiin myös koostumukseltaan monzogabroidinen - monzodioriittinen syväkivi (raportoitu monzoniittina) ja siihen liittyviä, lähinnä gabro-dioriitti koostumuksellisia juonia (raportoitu felsisinä juonina). Edellä mainitut juonet leikkaavat Hautakankaan intruusiota ja oksidigabroa useassa paikassa. On myös ilmeistä, että nämä edellä mainitut juonet ovat breksioivana materiaalina felsiseksi breksiaksi nimetyssä kivilajissa.

Hautakankaan intruusio on geofysikaalisella kartalla juonimainen ja haarautuu pohjoisessa paikoin kahdeksi rinnakkaiseksi vyöhykkeeksi. On kuitenkin todennäköistä että Hautakankaan intruusio on ollut alun perin yksi isompi intruusio, joka on ainakin osin poimuttunut ja pilkkoutunut tektonisesti. Kuten edellä todettiin, intruusio noudattelee rakenteellista rajapintaa, jonka itäisellä puolella on Tannilan granodioriitti ja lännessä Oijärven vihreäkivivyöhyke. Kuitenkaan kumpiakaan kontakteja ei tunneta riittävän hyvin ja tämä täytyisikin selvittää kairaamalla.

Hautakankaan mafinen-ultramafinen intruusio erottuu selkeästi magneettisilla matalalentokartoilla sekä maastossa suoritetuissa magneettisissa että gravimetrisissä mittauksissa. Selkeitä sähköisiä anomalioita ei liity alueen kivilajeihin. Alueen muut merkittävät kivilajiyksiköt (esimerkiksi granitoidit ja metadiabaasit) ovat taas epämagneettisia tai ainoastaan heikosti magneettisia. Kairauksissa on todettu, että intruusio on hyvin pystyasentoinen (80 - 90 asteeseen) ja kaateen suunta saattaa vaihdella intruusion eri osissa.

Tämän hetkisen geologisen tiedon mukaan Hautakankaan intruusioon voidaan katsoa kuuluvaksi seuraavat osat: **1)** ***Ultramafinen alaosa***, joka koostuu oksidipirotteisista peridotiittisista-pyrokseniittisista kivistä, jotka ovat lähinnä nykyään serpentiniittejä ja serpentiini-amfibolikiviä (reikä *M52.5/3521/07/R731*). **2)** ***Melagabroidinen osa,*** joka koostuu melko homogeenisistä tumman harmaista-tumman vihreistä gabronoriiteista ja pienestä määrästä pyrokseniitteja. Melagabrot koostuvat lähinnä tumman vihreästä amfibolista, plagioklaasista, biotiitista ja oksideista Heterogeenisia variantteja ovat felsisellä materiaalilla hybridisoituneet ja laikulliset gabroidiset kivet, joita onkin kutsuttu hybridigabroiksi. Tämä yksikkö sisältää Hautakankaan pirotteisen sekä massiivisen Fe-Ti-V esiintymän (esim. reiät *M52.5/3521/07/R730* (pirotteinen melagabro) ja *M52.5/3521/07/R740* (massiivinen oksidigabro)). **3)** ***Leukogabroidinen osa***, joka koostuu homogeenisesta joukosta vaaleanharmaita ja oksidipirotteisia gabroja. Päämineraaleina ovat plagioklaasi, amfiboli sekä oksidit (reikä *M52.5/3521/07/R734*). ***4) Monzogabro - dioriitti osa,*** joka voidaan jakaa kahteen osaan: *1) Monzogabro – monzodioriitti* koostuu homogeenisesta punertavan harmaasta ja osin kauniisti porfyyrisestä sekä syväkivimäisestä kivestä. Aluksi tästä kivestä käytettiin monzoniitti nimitystä. Hietutkimuksen ja analytiikan perusteella kivi on koostumukseltaan lähinnä monzogabroja - monzodioriitteja. Päämineraaleina ovat plagioklaasi, sarvivälke, biotiitti ja hyvin vähäisissä määrin kalimaasälpä sekä oksidit. *2) Gabro-dioriitti juonet.* Edellä mainitun kiven (monzogabro-monzodioriitti) kanssa samaan osaan kuuluu makroskooppisesti, mikroskooppisesti sekä geokemiallisesti samankaltaiset felsisiksi juoniksi raportoidut kivet, jotka koostumukseltaan lähinnä gabroidisia-dioriittisia. Nämä kivet koostuvat plagioklaasista, sarvivälkkeestä, biotiitista ja pienestä määrästä kalimaasälpää sekä oksideista. Nämä juonet ovat rakenteeltaan selkeästi porfyyrisiä. Porfyyrit ovat punertavia, tikkumaisia ja osin ofiittisen tekstuu-

rin kaltaisia plagioklaasirakeita hienomassa perusmassassa (esim. reiät *M52.5/3521/07/R735* (syväkivimäinen monzogabro-monzodioriitti) ja *M52.5/3521/08/R743* (useita gabroidisia-dioriittisia juonia). ***5) Breksia***, joka on heterogeeninen ja kauniin breksiarakenteinen kivi. Breksian kappaleina esiintyvät pääasiassa erilaiset liuske-, granitoidi- ja graniittikappaleet. Hautakankaan intruusioon kuuluvia kiviä ei ole löydetty/tunnistettu breksiasta. Breksioivana materiaalina on gabro-dioriitti koostumuksellinen juonimateriaali, josta edellä jo mainittiin (reikä *M52.5/3521/08/R732*).

Melagabroidiseen osaan liittyy pitoisuuksien valossa Hautakankaan merkittävin Fe-Ti-V mineralisoituma, vaikka oksidien runsaus on silmiinpistävä läpi koko intruusion. Kuten aikaisemmin on todettu, esiintymä muodostuu pirotteisesta ja massiivisesta osasta. Massiivinen osa sijaitsee linssimäisenä kappaleena pirotteisen oksidigabron sisässä mutta itse stratigrafinen asema ei ole kairauksissa selvinnyt (melagabron keskellä vai pohjassa). Pirotteinen melagabro esiintyy kairauksien perusteella koko intruusiokompleksin matkalla (noin 6 km) (kuva 3 ja 4), kuitenkin paksuuden vaihdellessa kairauslävistyksissä noin 10 – 100 metriin. Massiivista oksidimalmia on kairauksissa lävistetty useassa kohdassa (reiät *M52.5/3521/06/R728*, *M52.5/3521/07/R740*, *M52.5/3521/08/R745* ja *M52.5/3521/08/R743*). Tämän massiivisen malmilinssin pituus on nykyisen kairaustiedon mukaan noin 150 metriä ja lävistysten pituudet ovat vaihdelleet noin 8 – 30 metriin. Paikoin runsaspirotteiset melagabroidiset osat esiintyvät massiivisten osien välissä ”katkoen” sitä. Sekä massiivisen osan että pirotteisen osan syvyysjatkeet ovat auki, koska kairaukset jouduttiin toteuttamaan koneilla, joiden kapasiteetti oli vajavainen näihin tutkimuksiin.

6.1 Tutkimusalueen kivien geokemia (pää- ja hivenalkuaineet)

Hautakankaan kairauksista teetetyistä kokokivianalyyseistä voidaan todeta että kaikkien intruusioon kuuluvien kivilajien (lukuun ottamatta breksia) petrologiseen tarkasteluun vaikuttaa merkittävästi oksidimineraalien runsaus ja sitä kautta kivilajien korkeat V-, Ti-, Fe-, Mn-pitoisuudet, vaikka petrologisia näytteitä valitessa pyrittiin välttämään oksidirikkaita näytteitä.

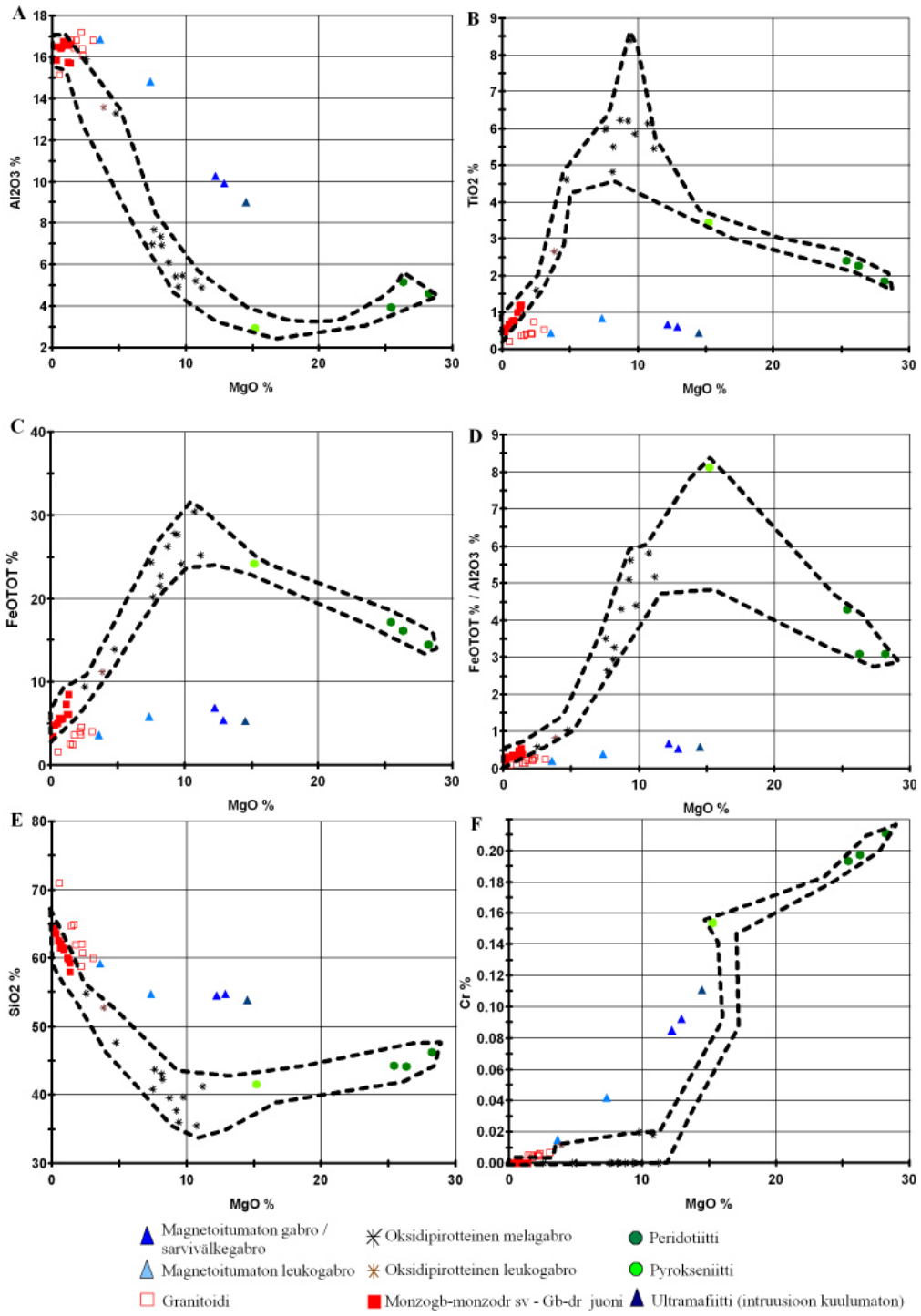
Gabromuodostuman oksidipirotteiset melagabrot muodostavat koostumukseltaan melko homogeenisen ryhmän. Näiden gabrojen MgO-pitoisuudet vaihtelevat pääosin 7.5 – 11.5 p-% välillä, hybridisoituneissa osissa MgO-pitoisuudet laskevat alle 7 p-%. Oksidipirotteisissa leukogabroissa MgO-pitoisuudet vastaavat hybridigabrojen pitoisuuksia eli ollen pääosin alle 7 p-%. Tämä näkyy plagioklaasin määrän kasvuna, niin petrografisesti kuin myös makroskooppisestikkin. Hautakankaan intruusioon itäpuolella esiintyvän magnetoitumattoman gabron MgO-pitoisuudet ovat samaa luokkaa tai hieman korkeammat kuin oksidigabrojen pitoisuudet. Intruusion ultramafiittien eli pyrokseniittien ja peridotiittien MgO-pitoisuudet vaihtelevat 15 – 28 p-% (kuvat 5 A - F).

Intruusion kivet erottuvat selkeästi intruusion ulkopuolisista kivistä kuvissa 5 A – F esitettyjen xy-diagrammien avulla. Intruusion kiville luonteenomaisia piirteitä ovat korkeammat TiO_2-, FeOtot- ja FeOtot / Al_2O_3-pitoisuudet ja alemmat Al_2O_3-, SiO_2- ja Cr-pitoisuudet verrattuna esimerkiksi intruusion ulkopuolisiin granitoideihin ja magnetoitumattomaan gabroon intruusion itäpuolella. Tutkimusalueen kokokivianalyysien pohjalta lasketut CIPW -normit osoittavat, että kairasydänten raportointivaiheessa monzoniiteiksi kutsutut kivet ovat lähinnä monzogabroja ja näihin liittyvät, makroskooppisesti samankaltaiset felsisiksi juoniksi kutsutut kivet ovat koostumukseltaan gabroidisia-dioriittisia (kuva 6). Puolestaan granitoidit ovat koostumukseltaan pääosin monzogabroja - monzodioriitteja ja kvartsi monzogabroja – kvartsi monzodioriitteja. Kuitenkin koostumusvaihtelu on selkeästi suurempaa kuin monzogabro-dioriitti sarjan kivillä ja niihin liittyvillä gabroidisilla-dioriittisilla juonilla.

On kuitenkin todettava molemmista ryhmistä yleisesti, että kivet ovat pääosin plagioklaasivaltaisia (korkeat Al_2O_3- ja Na2O-pitoisuudet) kiviä, joissa on vähäisessä määrin kalimaasälpää ja kvartsia. Tätä piirrettä tukee kivistä tehdyt hietutkimukset.

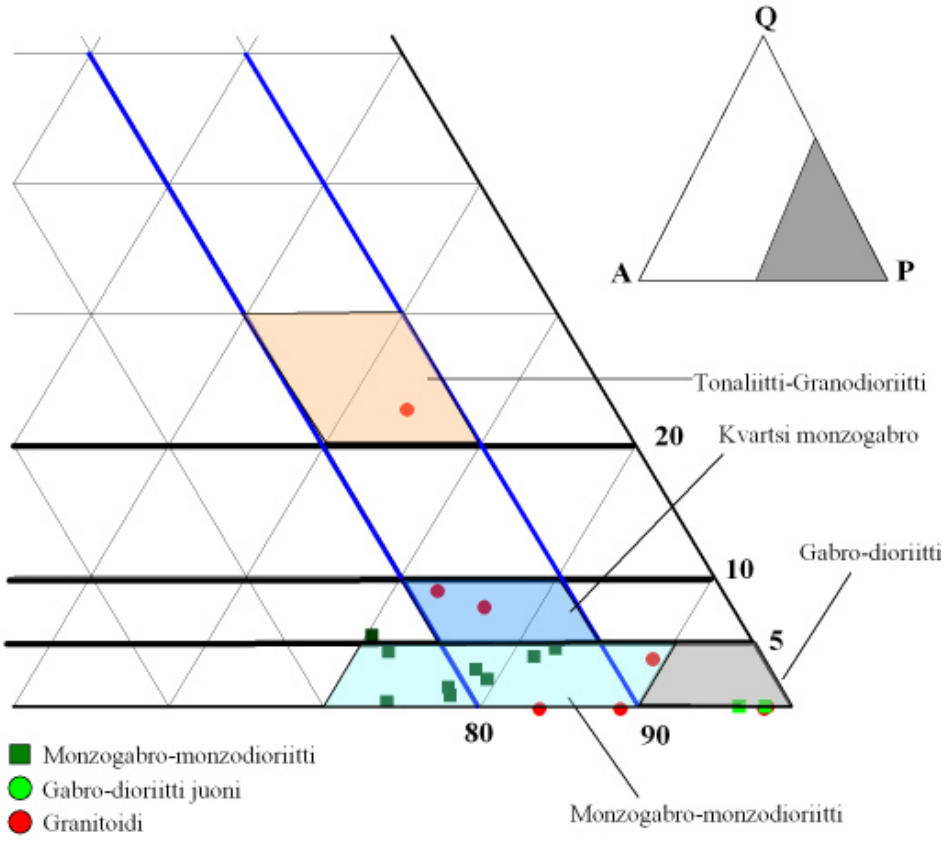
Tutkimusalueen kivien REE-diagrammit osoittavat selkeästi granitoidien ja monzoniittisten syväkivien sekä gabroidisten-dioriittisten juonien geokemiallisen eron. REE-kuvaaja osoittaa myös syväkivimäisen monzoniittisten kivien sekä niihin rinnastettujen juonten samankaltaisuuden. Alueen granitoidit eroavat selkeästi REE:n puolesta edellä mainituista (kuva 7 C). Magnetoitumattoman gabron keveät REE alkuaineet ovat selkeästi rikastuneet verrattuna oksidipirotteisiin gabroihin (mela- ja leukogabrot). Hautakankaan intruusion ultramafiittien REE-kuvaajat noudattelevat oksidigabrojen kuvaajia, pitoisuuksien ollessa alhaisemmat (kuva 7 A ja B).

Esiintymän ilmeniittipotentiaalin kannalta tärkeinä piirteinä voidaan mainita oksidipirotteisen melagabron ja massiivisen oksidimalmin alhaiset P_2O_5-pitoisuudet (alle 0.25 p-%), Cr-pitoisuudet (alle 0.02 p-%) ja Nb-pitoisuudet (alle 0.02 p-%).



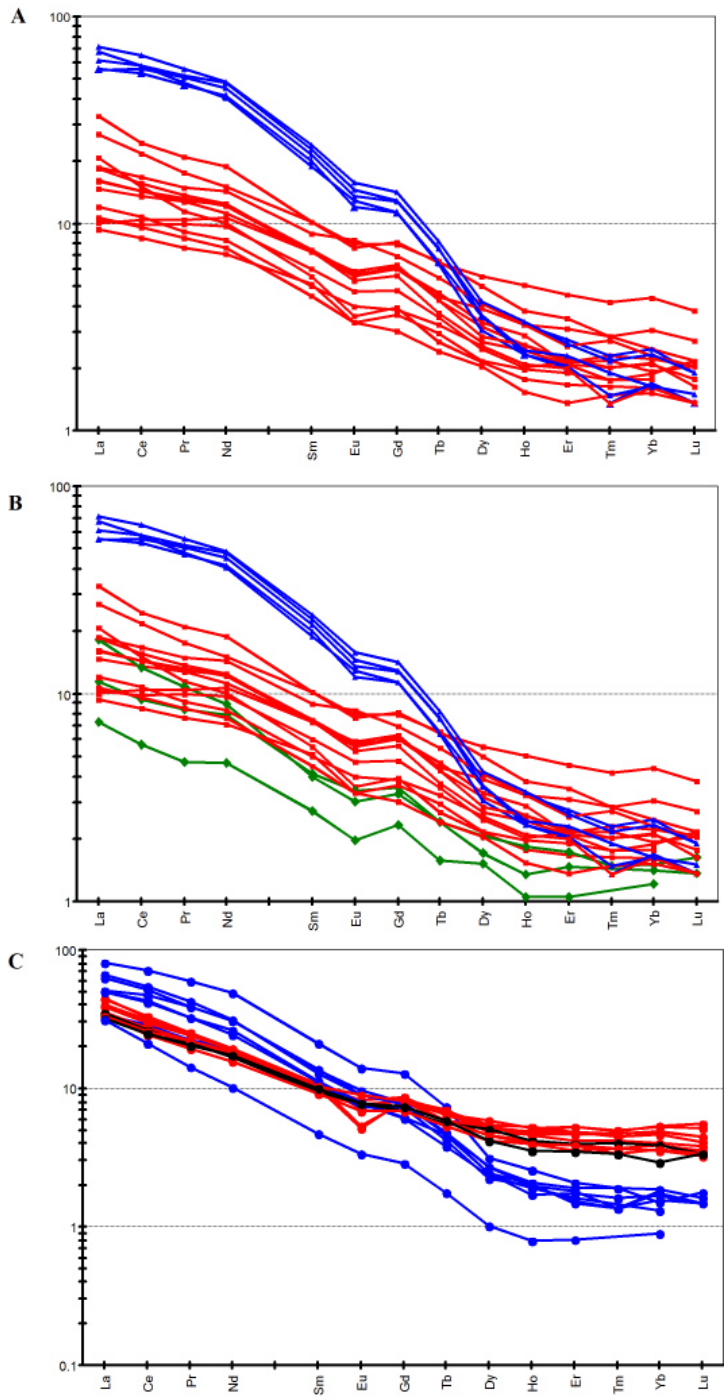
Kuva 5(A)-(F). *Tutkimusalueen kivien geokemiallisia koostumuksia XY-diagrammeilla. X-akselina MgO-pitoisuus ja Y-akselina kuvassa A) Al_2O_3, B) TiO_2, C) FeOtot, D) FeOtot/Al_2O_3, E) SiO_2 ja F) Cr. Mustalla katkoviivalla on rajattu Hautakankaan intruusioon kuuluvat kivet.*

Figure 5(A)-(F). *Geochemical compositions of the Hautakangas rocks. X-axis is MgO and Y-axes are A) Al_2O_3, B) TiO_2, C) FeOtot, D) FeOtot/Al_2O_3, E) SiO_2 ja Cr. The rocks of the Hautakangas are outlined by dashed field.*



Kuva 6. *Tutkimusalueen kivien normatiivisia koostumuksia QAPF-kolmiossa. Normit laskettu kemiallisista analyyseistä.*

Figure 6. *Normative compositions of the Hautakangas rocks in the QAPF-diagram. Norms were calculated from geochemical analyses.*



Kuva 7 (A)-(C). *Kondriittinormalisoituja REE-diagrammeja tutkimusalueen kivistä. Kuvassa (A) magnetoitumattomia leukogabroja (sininen symboli) ja pirotteisia oksidigabroja (punainen symboli). Kuvassa (B) magnetoitumattomia leukogabroja (sininen symboli), oksidigabroja (punainen symboli) ja peridotiitteja (vihreä symboli). Kuvassa (C) granitoideja (sininen symboli), monzogabro-monzodioriitti (punainen symboli) ja gabro-dioriitti juoni (musta symboli). Normalisointi arvot Taylor & McLennan (1985).*

Figure 7 (A)-(C). *REE-diagrams of the Hautakangas area. Figure (A) nonmagnetic leucogabbros (blue symbol) and disseminated oxide gabbros (red symbol). Figure (B) nonmagnetic leucogabbros (blue symbol), disseminated oxide gabbros (red symbol) and peridotites (green symbol). Figure (C) granitoids (blue symbol), monzogabbro-monzodiorite (red symbol) and gabbro-diorite dykes (black symbol). Normalization values Taylor & McLennan (1985).*

6.2 Hautakankaan Ti-Fe-V-esiintymän kemiallinen koostumus

Kuten aikaisemmin todettiin merkittävimmät Ti-Fe-V pitoisuudet liittyvät oksidipirotteiseen melagabroon sekä siihen liittyvään massiiviseen oksidimalmilinssiin. Kuvissa 8 A – F on esitetty Hautakankaan Ti-Fe-V esiintymän TiO_2- ja Fe_2O_3-pitoisuudet (oksidit laskettu ICP-analyyseistä määritetyistä Ti- ja Fe-pitoisuuksista) ja Ti- ja Fe-pitoisuudet. Kuvissa 8 C – D on puolestaan V- ja V_2O_5-pitoisuudet (oksidit laskettu ICP-analyyseissä määritetyistä V-pitoisuuksista). Lisäksi kuvissa 8 E - F on esitetty menetelmä vertailun vuoksi yhdestä reiästä (kompakti- ja pirotemalmi) tehdyt ICP (oksidit laskettu analyyseistä) ja XRF määritykset.

Hautakankaan massiivisessa oksidimalmissa näkyy selkeästi kaksi ryhmää magnetiitin määrän suhteen (hyvin heikosti myös pirotteisessa oksidigabrossa), vaikka ilmeniitin määrä on sama (kuva 9). Toinen ryhmä on magnetiittirikkaampi ja toinen magnetiittiköyhempi. Samat ryhmät on nähtävillä myös Fe_2O_3 vs. V_2O_5-diagrammilla (kuva 8 C), jossa magnetiittirikkaammat kivet ovat myös hieman V_2O_5-rikkaampia. Taulukossa 2 on koottu pirotteisen sekä massiivisen malmityypin pitoisuusvaihtelut ja keskiarvot eri alkuaineille sekä laskennallinen ilmeniittipitoisuus (TiO_2*2) ja magnetiittipitoisuus (satmagan ja massasuskis).

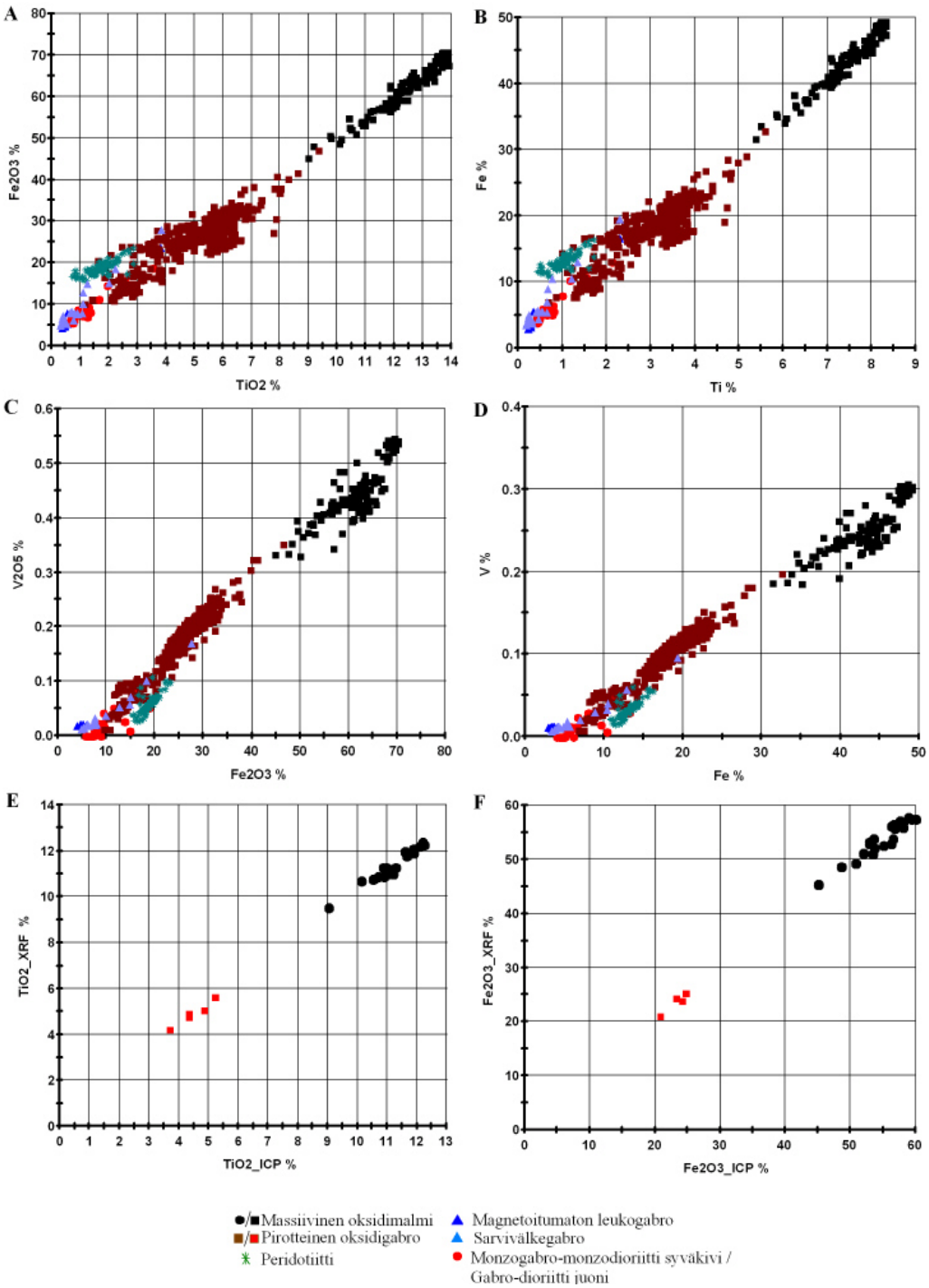
Tarkasteltaessa analysoituja pitoisuuksia ekonomisessa mielessä voidaan todeta, että oksidipirotteisen osan TiO_2-keskiarvopitoisuus (5 p-%) ja siitä laskettu ilmeniittipitoisuus (10 %) voidaan katsoa riittäviksi malmipitoisuuksiksi avolouhittavassa malmissa (cut-off esimerkiksi 4 p-% TiO_2). Tästä osasta voidaan kuitenkin myös todeta että kyseessä on melko alhaisen pitoisuuden malmi. Kompaktin oksidimalmin TiO_2-pitoisuudet (12.4 p-%) ja ilmeniittipitoisuudet (24.8 %) ylittävät reilusti ekonomisen esiintymän rajat (taulukko 2). Esiintymän pirotteisen osan rautapitoisuuksien keskiarvo on 25 p-%, joka sinällään on alhainen rautamalmiksi. Massiivisen osan rautapitoisuuksien keskiarvo on 61.4 p-%, joka edustaa varsin hyvää rautamalmia (taulukko 2). Endomines Oy on ilmoittanut tutkimuskohteena oleva Koivun esiintymän (Kälviä, Länsi-Suomi) TiO_2-pitoisuudeksi 6.7 – 7.8 p-% ja magnetiitin määräksi 4.5 – 5 % (cut-off 4 p-% TiO_2) (Endomines Oy:n WWW-sivut). Näitä lukujen perusteella voidaan todeta, että Hautakankaan esiintymä olisi pitoisuuksiensa puolesta ekonomisessa mielessä kiinnostava esiintymä. Esiintymän pirotteisen ja massiivisen osan vanadiinipitoisuuksien keskiarvopitoisuudet ovat varsin alhaiset (0.09 p-% ja 0.25 p-% V). Hautakankaan massiivisen osa V-pitoisuus vastaa Mustavaaran malmin ylemmän ja keskimmäisen kerroksen V-pitoisuuksia (0.22 p-% – 0.26 p-%) (Papunen, 1986) (taulukko 2).

Kaikista malminäytteistä analysoitiin myös Au-, Pd- ja Pt-pitoisuudet, mutta näytteiden jalometallipitoisuudet olivat ekonomisesti merkityksettömiä tai alle määritysrajan. Kivien Ni- ja Cu-pitoisuudet olivat myös alhaiset (alle 0.2 p-%). Satunnaisia kohonneita Cu-pitoisuuksia tavattiin yksittäisissä näytteissä. Oksidipirotteisessa melagabrossa sekä massiivisessa oksidimalmissa rikkipitoisuudet ovat pääosin alle 0.5 p-%.

Taulukko 2. *Hautakankaan oksidiesiintymä keskikoostumuksia.*

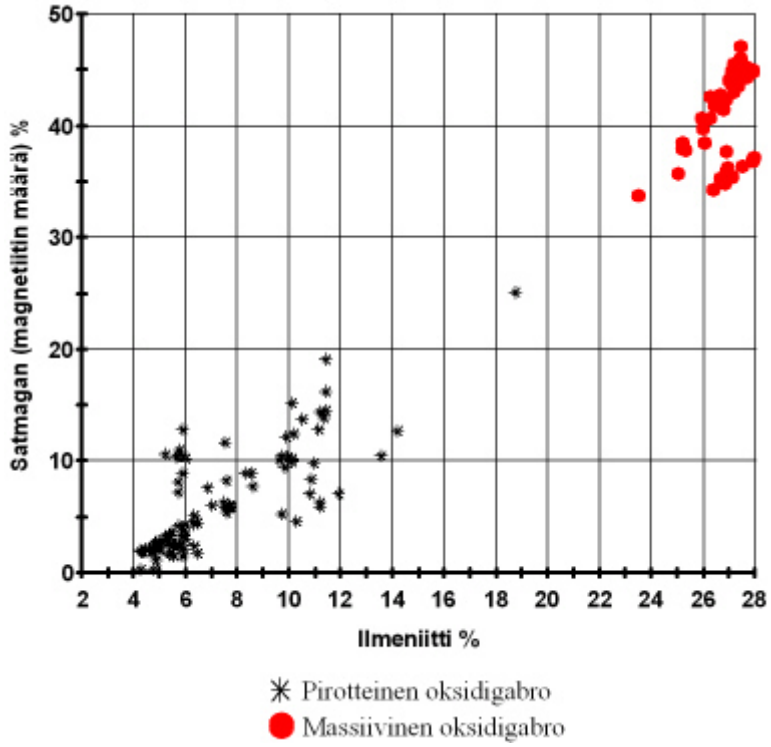
Table 2. *The average compositions of the Hautakangas oxide occurrence.*

Elementti	Malmityyppi	Näytemäärä (kpl)	Min. (%)	Max. (%)	Ka. (%)
Ti	Pirotem.	444	0,7	5,6	3
Ti	Kompaktim.	117	5,4	7,4	8,4
TiO2	Pirotem.	444	1,2	9,4	5
TiO2	Kompaktim.	117	9	13,9	12,4
Fe	Pirotem.	444	6,8	32,7	17,4
Fe	Kompaktim.	117	31,5	49,2	42,9
Fe2O3	Pirotem.	444	9,8	46,8	25
Fe2O3	Kompaktim.	117	40	70,3	61,4
V	Pirotem.	444	0,006	0,2	0,09
V	Kompaktim.	117	0,18	0,3	0,25
V2O5	Pirotem.	444	0,01	0,35	0,16
V2O5	Kompaktim.	117	0,33	0,54	0,44
Magnetiitti	Pirotem.	101	0,2	25,1	6,3
Magnetiitti	Kompaktim.	42	34	47,3	41,1
Ilmeniitti	Pirotem.	444	2,34	18,8	10
Ilmeniitti	Kompaktim.	117	18	27,9	24,8



Kuva 8(A)-(F). *Tutkimusalueen kivien geokemiallisia koostumuksia.*

Figure 8(A)-(F). *Geochemical compositions of the Hautakangas area.*



Kuva 9. *Oksidien määrien tarkastelu Hautakankaan oksidiesiintymästä. Ilmeniitin määrä (2*TiO_2).*

Figure 9. *Amount of the oxide minerals in the Hautakangas oxide occurrence. Based on SATMAGAN concentration test and calculation (amount of ilmenite is TiO_2*2).*

6.3 Ti-Fe-V-esiintymän mineraloginen koostumus

Hautakankaan intruusion päämalmimineraaleja ovat oksidimineraalit magnetiitti ja ilmeniitti. Nämä esiintyvät laaja-alaisina pirotteina (noin 10 - 30 % oksideja), ollen runsaimmillaan melagabrossa ja vähentyen mentäessä kohti leukogabroa ja monzogabroa sekä siihen liittyviä juonia kohti. Pirotteisen oksidigabron keskellä esiintyy massiivinen oksidimalmilinssi, jossa oksidimineraalit ovat selkeästi pääminerraaleina (noin 60 -70 % oksideja). Oksidien lisäksi esiintyy heikkoa sulfidipirotetta, varsinkin oksidipirotteisessa melagabrossa sekä massiivisessa oksidimalmissa. Pää sulfidimineraaleina esiintyvät kuparikiisu, rikkikiisu ja magneettikiisu. Lisäksi on tavattu hieman sinkkivälkettä ja borniittia.

Ohuthietutkimuksiin perustuen voidaan huomata, että tärkeimmät oksidit esiintyvät puhtaina omina rakeinaan eli ilmeniittinä ja magnetiittina. Tämän lisäksi osa magnetiittista sisältää ilmeniittiä lamelleina sekä rakeina (ilmenomagnetiitti). Paikoin ilmeniitti on muuttunut titaniitiksi (leukokseeni). Useissa hieissä on nähtävillä kuinka titaniitti on korvannut esimerkiksi magnetiitin sisällä olevia ilmeniittilamelleja. Sama piirre näkyy myös makroskooppisesti kairasydämen pinnoilla näkyvänä vaaleanharmaana ”pitsimäisenä ryhelmänä”. Tämän muuttumisen määrässä ja esiintymisessä on selkeää vaihtelua. On mahdollista että muuttuminen on voimakkaampaa tietyissä osissa esiintymää.

Pirotemalmin laskennallinen keskiarvomäärä on 10 % ilmeniittiä ja massiivisessa osassa se on 24.8 % ilmeniittiä. Puolestaan Satmagan -menetelmällä tehdyt magnetiitin määrän määritykset antavat pirotteiselle osalle 6.3 %:n ja massiiviselle 41.1 %:n määrät (keskiarvot) magnetiittia (taulukko 2) (kuva 9). Näin yhteenlasketut oksidien määrät pirotteisessa osassa ovat 16.3 % ja massiiviselle osalle 65.9 %. Massasuskeptibiliteettimittauksella saadaan hieman alhaisempi

magnetiitin määrä massiiviselle osalle (ka. 30.6 %) kuin Satmagan -menetelmällä. Lisäksi reiän 728 massiivisesta osasta tehtiin koeluonteinen DDT-määritys kaksilla asetuksilla (1.4 A ja 110 V sekä 1.8 A ja 115 V). Saadut DDT-tulokset olivat pienempiä (saanti noin 20 %) kuin massasuskeptibiliteetti mittauksessa saadut magnetiittipitoisuudet. Tämä johtunee siitä, että magnetiittissa on runsaasti ilmeniittiä ja näin magnetiittirakeiden magneettisuus on alhaisempi kuin puhtaampien rakeiden. Tätä tukee myös se, että virran nosto vaikutti positiivisesti saantiin (noin 26 %). DDT-testin tulokset on esitetty liitteessä 5.

Tehtyjen mikroanalyysien perusteella Hautakankaan ilmeniitti sisältää lähes 50 p-% TiO_2 ja vain hieman vanadiinia (noin 0.1 p-%). Magnetiitti sisältää puolestaan noin 0.5 p-% V (liite 4).

6.4 Hautakankaan intruusion petrogeneettinen tarkastelu

Hautakankaan intruusion alaosan muodostaa oksidipirotteinen peridotiittinen-pyrokseniittinen osa, joka on kairauksissa lävistetty. Tämä ultramafinen osa on tektoniosesti ”leikkautunut” irti itse gabroidisesta osasta, koska kairauksessa molemmissa kontakteissa tavattiin granitoidit. Näin ollen selkeää kontaktia gabrojen ja ultramafisen osan välillä ei ole tavoitettu. Tällä hetkellä mielenkiintoisimman osan intruusiosta muodostaa sen melanokraattinen gabroidinen-pyrokseniittinen osa. Tämä osa sisältää oksidipirotteisen sekä massiivisen Ti-Fe-V esiintymän. Edellä mainitun melagabroyksikön päällä on leukokraattinen ja oksidipirotteinen gabroidinen yksikö. Kairauksissa tavatut kontaktit ovat yleensä suhteellisen terävät leukogabron ja melagabron välillä ja paikoin leukogabrossa esiintyy melagabrokerroksia. Oksidipirotteen määrä on kuitenkin selvästi vähäisempi kuin melagabroidisessa yksikössä. On kuitenkin varsin selvää, että nämä kolme edustavat selkeästi samaa differentiaatiosarjaa.

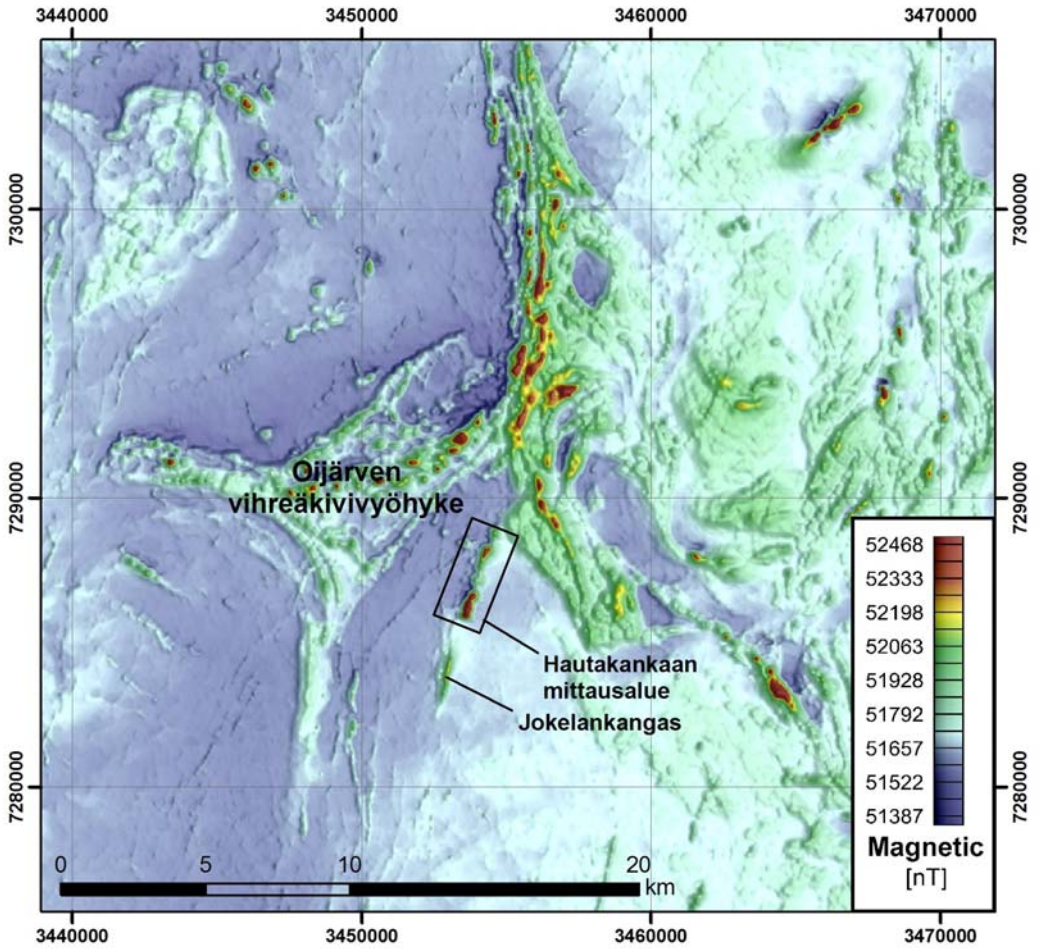
Hieman vaikeampi kysymys on monzogabro-monzodioriitti sekä niihin liittyvien gabroidisten-dioriittisten juonien stratigrafinen asema ja petrogenesis. On mahdollista, että tämä yksikkö edustaa samaa differentiaatiosarjaa edellä mainittujen ultramafisten-gabroidisten kivien kanssa tai sitten kyseessä on samasta magmasäiliöstä purkautunut uusi pulssi, joka on purkautunut samaan rakenteelliseen paikkaan kuin itse Hautakankaan intruusio. Syväkivimäisiä monzoniittisia variantteja on tavattu kairauksissa pääosin tutkimusalueen pohjoisimmilla kairausprofiileilla. Kontaktit näiden kivien ja leukokraattisten gabrojen välillä ovat paikoin vaihettuvia joka antaa vaikutelman siitä, että kyseessä voisi olla sama differentiaatiosarja gabrojen kanssa. Toisaalta edellä mainittuun monzoniittiseen syväkiveen liittyvien juonien on havaittu leikkaavan Hautakankaan gabroidisia kiviä sekä toimineen breksioivana aineksena felsiseksi breksiaksi nimetyssä osassa. Tämä viittaa siihen, että juonien isäntäkivenä pidetty syväkivimäinen osa voisi olla myös nuorempi kuin itse Hautakankaan intruusion oksidigabrot. Kolmantena mahdollisena teoriana on se, että Hautakankaan intruusio tunkeutui lähelle pintaa ja differentioitui. Differentioituneen intruusion yläosiin syntyi monzogabro-monzodioriitti koostumuksellinen osa. Tämän osan ollessa vielä sula/osittain sula intruusio häiriintyi esimerkiksi tektonisesti ja näin vapautui sulaa. Sula tunkeutui syntyneitä rakoja pitkin niin alapuolella olevaan gabroidiseen osaan kuin myös sivukivien puolelle muodostaen breksian. Kuitenkin näiden teorioiden selvittäminen vaatii alueella runsaasti lisätutkimuksia.

Itse melagabroidiseen osaan liittyvä Ti-Fe-V esiintymä liittyy Fe-rikkaan sulan kiteytymiseen. Mahdollisena kantasulana intruusiolle voitaisiin pitää esimerkiksi Pudasjärven kompleksilla tavattuja ferropikriittejä, jotka ovat koostumukseltaan titaani- ja rautarikkaita. Itse Ti-Fe-V esiintymä on ns. Fennerin trendiä noudatteleva rautarikas jäännössula. Tämä sula on erkaantunut, kun systeemin hapen osapaine on kasvanut ja aiheuttanut oksidien kiteytymisprosessin (ulvöspinellistä ilmenomagnetiitiksi). Itse Hautakankaan esiintymässä magnetiitti ja ilmeniitti esiintyvät omina rakeinaan sekä ilmeniitti esiintyy lamelleina magnetiitissa (ilmenomagnetiitti). On siis ilmeistä, että metamorfiset prosessit eivät ole pystyneet poistamaan ilmeniittilamelleja magnetiitista, jotta

niistä olisi muodostunut omia faasejaan. Kuitenkin myöhemmät muuttumisprosessit ovat aiheuttaneet sen, että osa ilmeniitistä on muuttunut pienisuomuiseksi titaniitiksi (leukokseeni) ja näin ollen ”tuhonnut” ilmeniittiä.

7 GEOFYSIKAALISET TUTKIMUKSET

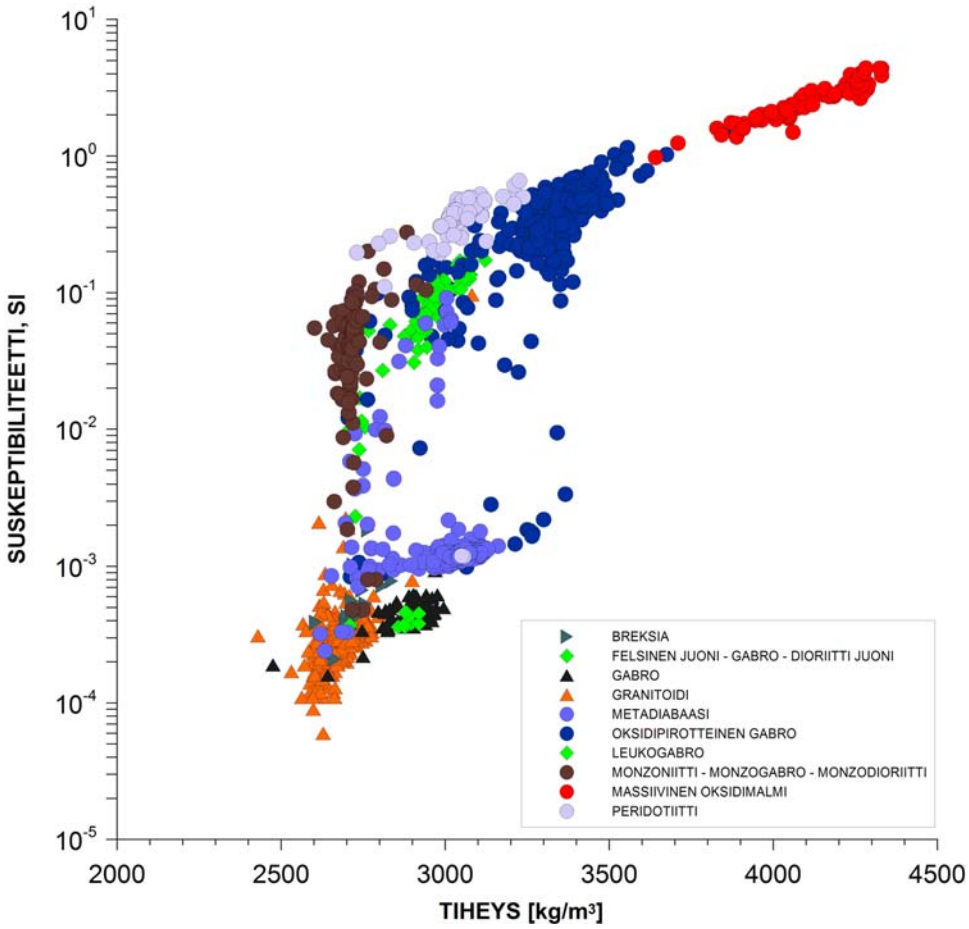
Hautakankaan intruusio näkyy selvästi aeromagneettisella matalalentokartalla koillis-lounaissuuntaisena anomaliavyöhykkeenä (kuva 10). Tutkimuskohteella tehtiin vuonna 2006 tunnusteluluonteinen geofysiikan profiilimittaus. Profiililla mitattiin noin 15 000 nT:n magneettinen anomalia. Mittausta seuranneessa poka-kairauksessa lävistettiin anomalian aiheuttanut massiivinen oksidimalmi, jossa oksidimineraalien määrä on noin 60 % ja suskeptibiliteetti noin ~ 1 - 5 (SI-yksikköä).



Kuva 10. *Oijärven vihreäkivivyöhykkeen alueen aeromagneettinen matalalentokartta ja Hautakankaan mittausalue.*

Figure 10. *Low altitude airborne magnetic map of the Oijärvi area. Black solid line shows the area of ground geophysical measurements.*

Vuonna 2007 tutkimusalueella tehtiin systemaattiset geofysikaaliset maanpintamittaukset 6.12 km^2:n suuruisella alueella (kuva 10). Magneettiset ja sähkömagneettiset VLF-R mittaukset tehtiin 100 metrin linjavälein. Raportin alussa on esitetty mittaustuloksesta prosessoitu magneettinen kartta (kuva 3). Koillis-lounaissuuntaisen anomaliavyöhykkeen intensiteetti on suurimmillaan Hautakankaan eteläosassa. Hautakankaan eteläosan kairasydännäytteille tehtyjen petrofysikaalisten laboratoriomittausten perusteella anomaliat aiheutuvat pääasiassa oksidipirotteisesta magnetiittigabrosta sekä massiivisesta oksidimalmista (kuva 11). Mittausalueen koillisosassa (R735, R736, R732, R738, R737, R742) anomaliat ovat heikompia, noin 1000 - 3000 nT:n luokkaa. Koillisosan anomalioiden aiheuttajiksi osoittautui oksidipirotteisen magnetiittigabron lisäksi myös oksidipirotteinen monzogabro-monzodioriitti koostumuksellinen kivi (kuva 11). Näiden kivien (monzogabro-monzodioriitti) suskeptibiliteetti on ~ 0.1, joka on anomaalinen arvo sivukivilajeina oleviin granitoideihin nähden. Mittausalueen eteläosan kairauksissa (R731) tavattiin sen sijaan ultramafiittia, joka selittää ainakin osan mitatusta magneettisesta anomaliasta. Petrofysikaalisten mittausten perusteella ultramafiitin (peridotiitin) suskeptibiliteetti on 0.2 - 0.8. Myös remanenssi saattaa selittää osan Hautakankaan eteläosan anomalioista, sillä Q-arvot olivat kohollaa joillekin ultramafiittinäytteille.

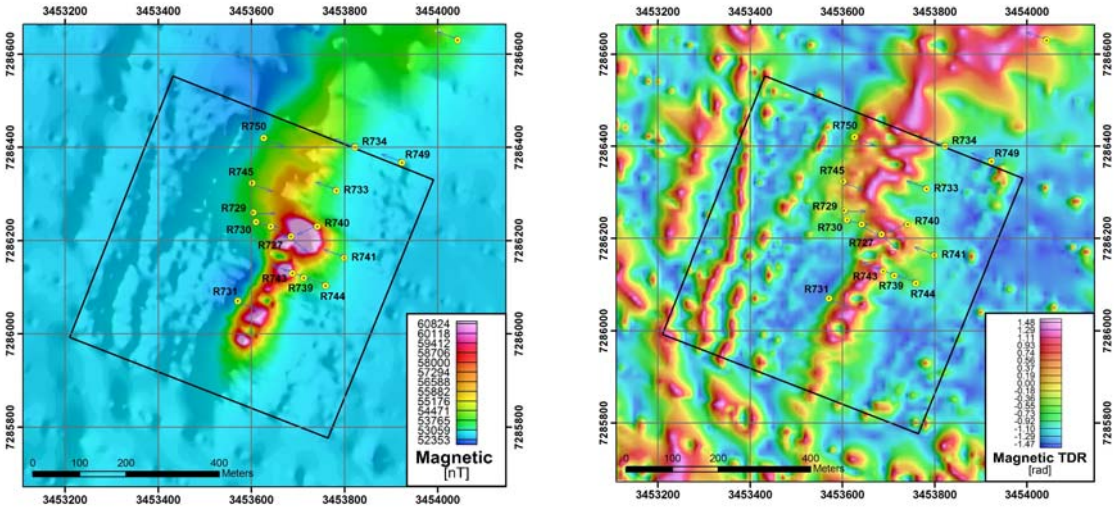


Kuva 11. *Kairauksista saatujen kivien petrofysiikkaa tiheys-suskeptibiliteetti asteikolla.*

Figure 11. *Petrophysics of the drillcore samples from the Hautakangas area.*

Hautakankaan massiivisen oksidimalmin alueella toteutettu magneettinen tihennysmittaus osoittautui erittäin hyödylliseksi tämän osan koon ja dimensioiden selvittämisessä. Tihennysmittaus osoitti että alue on geologisesti kompleksinen ja massiivinen oksidimalmilinssi on todennäköisesti jakautunut pienempiin osiin, joiden välissä on oksidipirotteisia melagabroidisia osia sekä leikkaavia metadiabaasijuonia ja granitoidikielekkeitä. Kuvassa 12(a) on esitetty tihennetyn magneettisen mittauksen tulos. Kuvan prosessoinnissa käytettiin lineaarista väritasoitusta, jolla saadaan oksidimalmiosat paremmin esiin taustan heikommista magneettisista anomalioista. Kuvassa 12(b) on TDR-suodatettu tulos. TDR:n avulla saadaan esiin mm. heikosti magnetoituneet juonimaiset rakenteet muodostuman länsipuolella.

a) b)



Kuva 12a) *Magneettisen tihennysmittauksen tulos Ti-Fe-V esiintymän kohdalta. Tihennetyn mittauksen alue on rajattu mustalla viivalla.* ***b)*** *TDR-suodatettu tulos.*

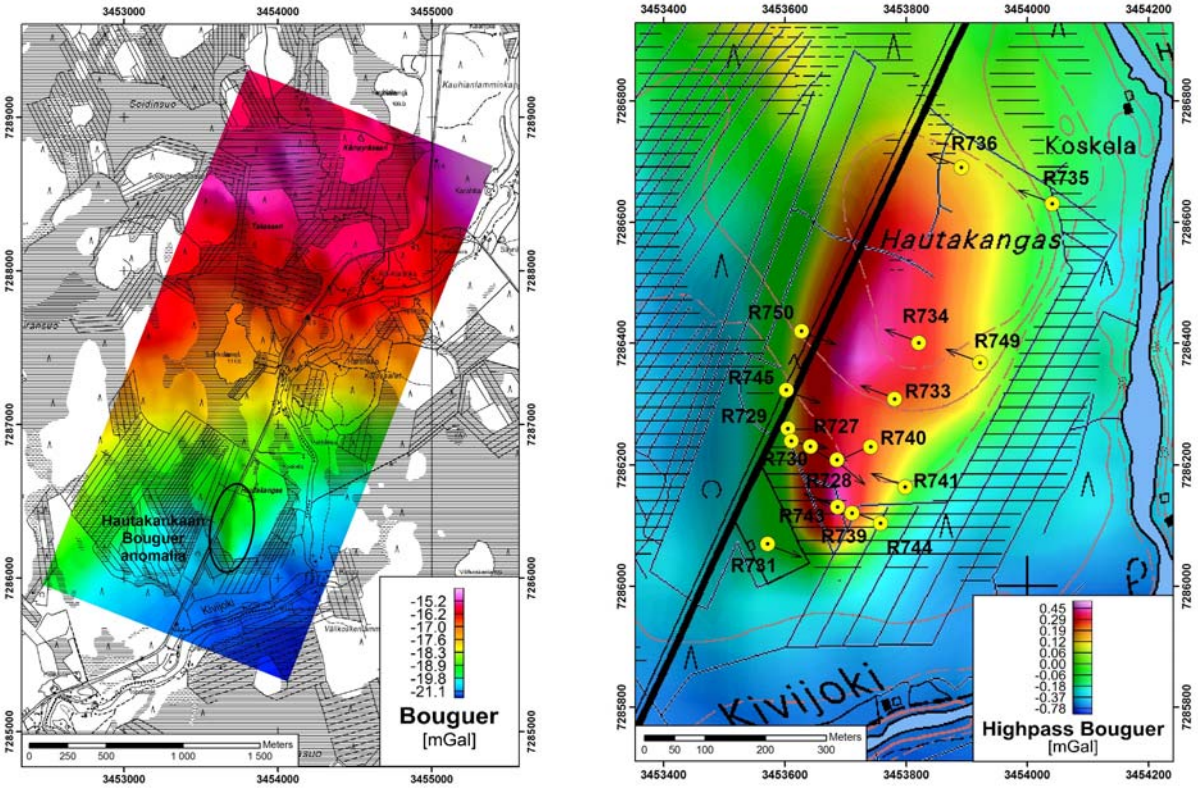
Figure 12a) *Magnetic map of the deposit area. Map was processed using data from more dense (25m line spacing) magnetic measurements.* ***b)*** *Tillt derivative (TDR) magnetic map.*

Hautakankaan alueen painovoimamittaukset toteutettiin samalla alueella magneettisten mittausten kanssa, mutta linjaväli oli suurempi (200 m). Petrofysikaalisten laboratoriomittausten perusteella oksidigabron ja sivukiven tiheyskontrastit ovat suuria (500 - 1500 kg/m^3), joten painovoimamenetelmä on otollinen muodostuman tutkimuksissa. Suuresta tiheyskontrastista huolimatta muodostuma aiheuttaa noin 1.5 mGal:in Bouguer anomalian. Anomalia on melko pieni, koska muodostuma on juonimainen. Lisäksi mittaustulosta hallitsee Oijärven vihreäkivivyöhykkeen voimakas pohjois-eteläsuuntainen painovoimagradientti (Kuva 13a). Poistamalla pohjois-eteläsuuntainen painovoimagradientti saadaan muodostuman anomalia selvemmin esille. Kuvassa 13(b) regionaalikenttä on poistettu käyttämällä ylipäästösuodatusta, jolla poistetaan pitkän aallonpituuden anomaliat alkuperäisestä tuloksesta. Tällä suodatusmenetelmällä saadaan noin 700 metriä pitkä koillis-lounaissuuntainen jäännösanomalia. Ronkainen (2008) käytti ylipäästösuodatuksen lisäksi menetelmää, jossa esiintymän jäännösanomalia saadaan ylöspäin jatketun ja alkuperäisen tuloksen erotuksen avulla.

Malminäytteiden sähkönjohtavuutta tutkittiin MAFRIP laitteistolla. Massiivisimpien malminäytteiden ominaisvastukset olivat pienimmillään 20 - 60 Ωm. Näiden malminäytteiden sähkönjohtavuutta voidaan pitää selvästi anomaalisena, mutta ei merkittävänä esimerkiksi sulfideihin ja gra-

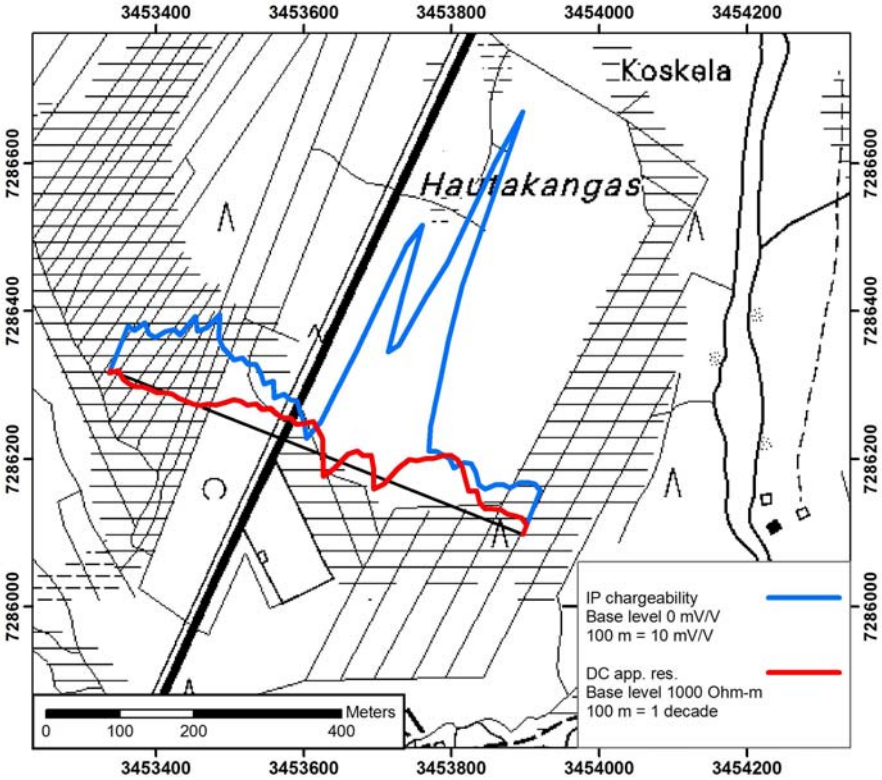
fiittipitoisiin kiviin verrattuna. Oksidipirotteisten näytteiden ominaisvastukset olivat huomattavasti suurempia (> 2000 Ωm). Tutkimusalueen VLF-R mittauksissa ei kuitenkaan tavattu merkittäviä johteita, eikä malmia pystytty tällä menetelmällä rajaamaan. Oksidipirotteinen osa intruusiota ei ole sähköä hyvin johtava, joten sähkömagneettiset menetelmät eivät ole tehokkaita pirotteisen malmityypin tutkimuksissa. Tämän lisäksi on huomioitava että oksidiesiintymän suuri suskeptibiliteetti aiheuttaa oman rajoituksensa sähkömagneettisten tulosten tulkintaan (ns. suskeptibiliteetti efekti). MAFRIP mittausten perusteella varautuvuusarvot olivat anomaalisia massiiviselle ja pirotteiselle malmityypille. Tästä johtuen Hautakankaalla toteutettiin IP / DC - testiprofiilimittaus Fe-Ti-V mineralisaation yli. Mittaus tehtiin dipoli-dipoli mittauskonfiguraatiolla, tavoitteena selvittää menetelmän soveltuvuutta esiintymän tutkimuksissa. Tulosten perusteella oksidimalmi aiheuttaa IP-anomalian sekä heikon näennäisen ominaisvastuksen anomalian (kuva 14). Systemaattista IP-mittausta alueella ei kuitenkaan toteutettu, koska alueen tutkimukset olivat jo lopuillaan testimittauksen aikaan. MAFRIP mittausten ja testiprofiilin perusteella IP menetelmän pitäisi olla tehokas esiintymän tutkimuksissa, joten systemaattinen IP mittaus olisi erittäin perusteltua alueella. Tällä menetelmällä on mahdollista saada magneettisesta ja painovoimatuloksesta riippumatonta tietoa malmiesiintymästä. Todennäköisesti sähkömagneettiset menetelmät eivät ole optimaalisia ainakaan oksidipirotteisen osan tutkimiseen. Sen sijaan painovoima- ja magneettinen menetelmä soveltuvat muodostuman tutkimuksiin erittäin hyvin.

a) b)



Kuva 13a) *Mittausalueen Bouguer anomaliakartta ja* ***b)*** *Hautakankaan esiintymän alueen Bouguer anomalian ylipäästösuodatus (cut-off aallonpituus 2 km) sekä kairaukset. Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10.*

Figure 13a) *Bouguer anomaly map of the Hautakangas area* ***b)*** *Highpass filtered Bouguer anomaly map of the Hautakangas deposit area (cut-off wavelength 2km) and drillings. Basemap© National Land Survey of Finland, license MML/VIR/TIPA/217/10.*



Kuva 14. *Hautakankaan IP / DC testiprofiili. Mittaus tehtiin dipoli-dipoli mittausgeometrialla (n=4, a=20m). Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupanro MML/VIR/TIPA/217/10.*

Figure 14. *The IP / DC test profile at the Hautakangas area. The dipole-dipole configuration (n=4, a=20m) was used in the measurements. Basemap© National Land Survey of Finland, license MML/VIR/TIPA/217/10.*

8 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Hautakankaan intruusion tutkimukset osoittivat, että alue on geologisesti kompleksinen. Se sisältää vielä useita, vastausta vailla olevia kysymyksiä esimerkiksi alueen ja intruusion kivilajien keskenäiset suhteet, intruusion stratigrafia ja sen ikä.

Pitoisuuksien valossa Hautakangas näyttää ekonomiselta Ti-Fe-V esiintymältä. Tätä auttaa sen sijainti lähellä valmista infrastruktuuria (esim. hyvät kulkuyhteydet).

Kuitenkin Hautakankaan Ti-Fe-V esiintymä näyttää olevan prosessitekninen haaste. Tämä tarkoittaa lähinnä ilmeniitin erottamista magnetiitista, jossa ilmeniitti esiintyy lamelleina ja sulkeumina. Ongelmallista on saada riittävän hyvälaatuisia rauta- ja ilmeniittirikasteita kilpailukykyisin hinnoin. Tähän läheisesti liittyvät esiintymän mineralogiset tutkimukset, joihin tämän työn puitteissa on perehdytty liian vähän. Suoritettujen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että Hautakangas on Mustavaara-tyyppinen ilmenomagnetiittimalmi.

Esiintymän syvyysjatkeet ja todelliset dimensiot ovat vielä auki. Tutkimusten perusteella Hautakankaan massiivinen oksidimalmi esiintyy varsin rajatulla alueella ja sen koko on varsin pieni, ainakin leveys ja pituussuunnassa. Lisäksi geofysiikan tutkimukset indikoivat, että alueella ei ole suuria massiivisia oksidimalmilinssejä ainakaan lähellä maanpintaa. Kuitenkin pirotteisella oksidigabrolla on merkittävät dimensiot. Potentiaalia kasvattaa vielä Hautakankaalta etelään jatkuva magneettinen anomaliavyöhyke. Näiden tutkimusten aikana Geologian tutkimuskeskus kairasi yhden reiän (reikä 746) Jokelankankaaksi kutsutulla alueella, joka sijaitsee Hautakankaalta etelään aivan Oijärven kylän läheisyydessä. Reiässä tavoitettiin oksidipirotteista gabroa. Tämä osoittaa, että Hautakankaan muodostuman kivet jatkuvat etelään.

Hautakankaalla tehtyjen geofysiikan mittausten perusteella painovoima- ja magneettinen menetelmä soveltuvat muodostuman tutkimuksiin erittäin hyvin. Hautakankaan painovoimamittaukset tehtiin 200 metrin linjavälien. Alueella olisi perusteltua tehdä tihennetty painovoimamittaus esimerkiksi 100 m:n linjavälein, jotta mineralisaation ja oksidipirotteisen osan kokoa ja jatkeita voitaisiin selvittää tarkemmin. Hautakankaan geofysikaalisen testiprofiilin perusteella myös systemaattinen IP / DC - mittaus olisi erittäin perusteltua toteuttaa tutkimusalueella. Jokelankankaalla ei painovoimamittauksia ole tehty lainkaan. Tuolla alueella olisi suositeltavaa toteuttaa systemaattinen painovoima- ja magneettinen mittaus oksidigabron koon ja alueen malmipotentiaalin selvittämiseksi.

Pudasjärven kompleksi ja Tannilan granodioriitin alueella on useita Hautakankaan suuntaisia magneettisia anomalioita, jotka ovat vielä tutkimatta. Mielenkiintoisena voidaan myös pitää aluetta, jossa Hautakankaan intruusio on kontaktissa Oijärven vihreäkivivyöhykkeeseen. Selitystä vaille jäi vielä myös Hautakankaan itäpuolella kairauksissa tavattu magnetoitumattoman gabro ja sen geologia sekä laajuus. Tämä gabro näkyy myös alueella tehdyssä painovoimamittauksessa.

9 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 data, kairasydänraportit, kemialliset analyysit, rikastuskoetulokset, mineralogista tutkimusta koskevat aineistot ja valtausraportti. Raportista löytyvät kuvat ovat niin ikään tallennettu CD:lle tiedostoina.

10 LIITELUETTELO

APPENDICES

Liite 1. ***Reikäluettelo / List of drill holes***

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

Liite 3. ***Rikastuskokeet ja niiden tulokset / Preliminary bench scale benefication testing on Hautakangas Fe-Ti-V deposit***

Liite 4. ***Ohuthieistä tehdyt mikroanalyysit / List of microanalyses***

Liite 5. ***DDT-testin tulokset massiivisesta oksidimalmista / Results of DDT-test from massive oxide ore***

Liite 6 a. ***Kairausleikkaus profiililta 7288130 ja rei'istä analysoidut Fe_2O_3 -pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7288130 and analyzed Fe_2O_3 grades (wt-%)***

Liite 6 b. ***Kairausleikkaus profiililta 7288130 ja rei'istä analysoidut TiO_2-pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7288130 and analyzed TiO_2 grades (wt-%)***

Liite 7 a. ***Kairausleikkaus profiililta 7286130 Hautakangas ja rei'istä analysoidut Fe_2O_3 -pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7286130 and analyzed Fe_2O_3 grades (wt-%)***

Liite 7 b. ***Kairausleikkaus profiililta 7286130 ja rei'istä analysoidut TiO_2-pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7286130 and analyzed TiO_2 grades (wt-%)***

Liite 8 a. ***Kairausleikkaus profiililta 7286330 ja rei'istä analysoidut Fe_2O_3 -pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7286330 and analyzed Fe_2O_3 grades (wt-%)***

Liite 8 b. ***Kairausleikkaus profiililta 7286330 ja rei'istä analysoidut TiO_2-pitoisuudet (p-%) / Drilling section from profile 7286330 and analyzed TiO_2 grades (wt-%)***

11 LIITTYY

LIST OF RELATED MATERIAL

Kiillotetut ohuthieet / *Polished thin sections*

Kairasydämet / *Drill cores*

Digitaaliset valokuvat kairasydämmistä / *Digital photos from drillcores*

DATA CD:

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

12 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 s.

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

Korsman, K., Koistinen, T., Kohonen, J., Wennerström, M., Ekdahl, E., Honkamo, M., Idman, H. ja Pekkala, Y. (1997). Suomen kallioperäkartta 1:1000 000. Geologian tutkimuskeskus.

Papunen, H. (1986). Suomen metalliset malmiesiintymät. *In*: H. Papunen, I. Haapala ja P. Rouhunkoski (eds.) Suomen malmigeologia. Suomen geologinen seura r.y. Mänttä, ss. 133-211.

Ronkainen, K. (2008). Iin Hautakankaan oksidigabron geofysikaaliset tutkimukset ja mallintaminen. Pro gradu –tutkielma, Oulun Yliopisto, Fysikaalisten tieteiden laitos, geofysiikka. 80 s.

Taylor, S.R. & McLennan, S.M. (1985). The continental crust: its composition and evolution. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 312 s.

Liite 1

Reikätunnus *Hole ID*	**Koordinaatit (KKJ)** *Coordinates*		**Karttalehti** *Mapsheet*	**Korkeus** *Elevation*	**Suunta/kaltevuus** *Azimuth/dip*	**Pituus (m)** *Length (m)*	**Maata (m)** *Overburden (m)*
	x	y					
35212006R0727	7286232	3453642	352110 B	106	100/50	49.7	9.80
35212006R0728	7286208	3453686	352110 B	107	100/50	82.60	10.50
35212006R0729	7286257	3453606	352110 B	105	090/50	51.75	10.50
35212007R0730	7286240	3453610	352110 B	110	100/50	210.20	8.50
35212007R0731	7286070	3453570	352110 B	110	110/40	113.73	15.95
35212007R0733	7286307	3453780	352110 B	110	290/50	106.00	10.60
35212007R0734	7286400	3453820	352110 B	110	290/50	170.05	11.60
35212007R0735	7286630	3454040	352110 B	110	290/70	64.63	6.20
35212007R0736	7286690	3453890	352110 B	110	290/50	100.98	12.95
35212007R0737	7288120	3454370	352110 B	110	290/60	105.25	17.55
35212007R0738	7288160	3454250	352110 E	110	290/50	76.45	9.60
35212007R0741	7286163	3453797	352110 B	110	290/50	176.80	9.50
35212007R0740	7286230	3453740	352110 B	110	245/50	133.06	10.30
35212007R0739	7286120	3453710	352110 B	110	290/50	160.00	7.60
35212008R0732	7288145	3454307	352110 B	110	290/50	62.80	13.00
35212008R0742	7288096	3454417	352110 B	110	290/50	134.70	28.20
35212008R0743	7286130	3453686	352110 B	110	290/50	67.70	11.50
35212008R0744	7286103	3453757	352110 B	110	290/50	109.40	9.50
35212008R0745	7286323	3453601	352110 B	110	110/50	152.80	11.10
35212008R0746	7283953	3453047	352110 B	110	287/50	100.30	7.40
35212008R0749	7286366	3453914	352110 B	110	290/50	128.00	14.50
35212008R0750	7286420	3453626	352110 B	110	110/50	120.20	12.00
Yhteensä *Total*						**2477.10**	**258.35**

Liite 2

Reikätunnus	**Malmianalyysit** / *Ore analyses*			**Petrologiset analyysit** / *Petrological analyses*				**Kiillotetut ohuthieet**
	704P/703P	**720P**	**Tilausnumero**	**175X**	**308M**	**811L**	**Tilausnumero** *Laboratory*	*Polished thin sections*
Hole ID	**kpl (n)**	**kpl (n)**	*Laboratory number*	**kpl (n)**	**kpl (n)**	**kpl (n)**	*number*	**kpl (n)**
35212006R0727								
35212006R0728	38	38	200376/200374	38	4	4	200375/200374	6
35212006R0729	5	5	200378	1	1	1	200377	1
35212007R0730	97	97	200386	2	2		200387	2
35212007R0731	80	80	203279	3	3	3	203280	3
35212007R0733	27	27	203290	2	2		203289	2
35212007R0734	56	56	203287	2	2		203288	2
35212007R0735	20	20	203291	3	3		203292	3
35212007R0736	21	21	203282	3	3		203281	3
35212007R0737	33	33	203283	5	5		203284	5
35212007R0738	49	49	200390	6	6		203278	6
35212007R0741	76	76	200389	3	3		200388	3
35212007R0740	105	105	203286	4	4		203285	4
35212007R0739	13	13	203293					
35212008R0732	30	30	215596	4	4		215597	5
35212008R0742	38	38	215598	2	2		215599	2
35212008R0743	48	48	216281	2	2		216283	2
35212008R0744	6	6	216282					
35212008R0745	76	76	215802	1	1		215803	1
35212008R0746	7	7	215801	1	1		215800	1
35212008R0749				1	1		216280	1
35212008R0750				1	1		216277	1
Yhteensä	**825**	**825**		**84**	**50**	**8**		**53**

Eastern Finland Office
C/MT/2010/42
Outokumpu

19 August 2010

Liite 3

Preliminary Bench Scale Beneficiation Testing on Hautakangas Fe-Ti-V Deposit. January – April 2008

Jukka Karhunen

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

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND **DOCUMENTATION PAGE**

Date / Rec. no.
19 August 2010

Authors	Type of report
Jukka Karhunen Tel. +358 20 550 5882 GSM +358 40 7488 035 E-mail jukka.karhunen@gtk.fi	Research report
	Commissioned by Jukka Konnunaho, GTK, Rovaniemi

Title of report
Preliminary Bench Scale Beneficiation Testing on Hautakangas Fe-Ti-V Deposit. January - April 2008

Abstract
The client (Jukka Konnunaho, GTK, Rovaniemi) delivered in November 2007 drill core samples from Hautakangas Fe-Ti-V deposit in northern Finland. The target was to produce:

- Magnetite-vanadium concentrate by low intensity magnetic separation
- Ilmenite concentrate by flotation

CONCLUSIONS

1. Magnetite concentrate (Test 2 and Test 4):
   -66.5 % Fe
   -3.8 % TiO_2
   -0.34 % V
   –particle size distribution 96.4 % -20 µm
   -38.6 weight-% of feed
   -14.4 % of ilmenite remained as locked particles
2. Ilmenite concentrates (test 8):
   -45.6 % TiO_2, recovery 17.9 %
   -44.0 % TiO_2, recovery 22.4 %
3. Due to a considerable percentage of locked magnetite/ilmenite particles, the grade of magnetite concentrate remained at 66.5 % Fe.
4. In these preliminary flotation tests it was possible to produce an acceptable grade of ilmenite concentrate, but the recovery remained low, about 20 %.

Keywords
Hautakangas, ilmenite, magnetite

Geographical area
Finland

Map sheet

Other information

Report serial		Archive code	
Research report		C/MT/2010/42	
Total pages 3 + 6 text pages and 2 appendices	Language English	Price	Confidentiality Confidential
Unit and section Eastern Finland Office, Mineral processing, 407		Project code 2901007	
Signature/name Laboratory Manager Kauko Ingerttilä		Signature/name Senior Scientist Jukka Karhunen	

Contents

Documentation page

1 INTRODUCTION 1

2 TEST PROCEDURE 1

3 RESULTS OF BENEFICIATION TESTS 2

4 CONCLUSIONS 6

This research report contains 3 + 6 text pages and 2 appendices.

1 INTRODUCTION

The client (Jukka Konnunaho, GTK, Rovaniemi) delivered in November 2007 drill core samples from Hautakangas Fe-Ti-V deposit in northern Finland. A list of the 22 drill core samples, including the chemical analyses of Fe, TiO_2 and V, is presented in appendix 1.

The target was to produce:

- Magnetite-vanadium concentrate by low intensity magnetic separation
- Ilmenite concentrate by flotation

2 TEST PROCEDURE

The drill core samples were combined into one sample, crushed finer than 1 mm, homogenized and divided into 1 kg feed samples.

Prior to the beneficiation tests the -1 mm feed samples were ground in a wet laboratory rod mill with diameter 19 cm and length 21.5 cm. The charge of rods was 8 kg consisting 16 rods with diameters of 2.2 cm and 1.4 cm. The solids content in rod mill grinding was 60 % per weight.

Local tap water was used.

The beneficiation strategy was as follows:

- Low intensity magnetic separation (magnetic flux 0.07 Tesla) of magnetite-vanadium concentrates
- High gradient magnetic separation (magnetic flux 0.1 Tesla) of ilmenite rougher concentrates from the non-magnetic fractions of the low intensity magnetic separation
- Flotation separation of ilmenite concentrates from the magnetic fractions of the high gradient magnetic separation

The flotation tests were performed with an Outokumpu bench scale flotation machine. The amount of feed material was 1 kg / test. The solids content of the slurry in the beginning of rougher flotation was about 25 %. Tap water was used for pulping the feed material.

The main collector chemical used was tall fatty acid containing max 2 % rosin acid. It is marked in the flotation test reports as A8. It is produced by Arizona Chemical with the trade name Sylfat 2. Tall fatty acid performes best together with the emulgator nonyl phenol etoxylate, containing 2 etoxylate groups. The emulgator is marked in the flotation reports as A1. It is produced by Akzo Nobel. The frother (undisclosed composition) is marked as A4. It is produced by Akzo Nobel.

The consumption of H_2SO_4 and NaOH has been reported as mass of active substance / ton of flotation feed. The consumption of collectors, depressants, emulgator and frother has been reported as mass of marketed products / ton of flotation feed.

The contents of Fe, TiO_2, V, MgO, Al_2O_3, SiO_2 and P_2O_5 were analysed by XRF (Labtium / Outokumpu).

3 RESULTS OF BENEFICIATION TESTS

The detailed test parameters and metallurgical results are presented in appendix 2.

Legend of products of test reports in appendix 2:

- RC = Rougher Concentrate
- CC = Cleaner concentrate (CC1 = First cleaner concentrate, etc.)
- CT = Cleaner tailings (CT1 = First cleaner concentrate, etc.)
- T = Tailings
- M = Magnetic fraction
- NM = Non-magnetic fraction

Description of planning of the flotation tests and observations of the test results:

Test 1

Test planning:

Feed: 45 min grinding in wet rod mill

95.2 % -90 µm; 90.8 % -75 µm; 83.8 % -63 µm; 70.8 % -45 µm; 58.2 % -32 µm

- pH 9 in rougher and cleaner flotation stages
- 200 g/t waterglass; 300 g/t starch
- 1000 g/t collector A8; 1000 g/t emulgator A1
- Cleaner flotation in 3 stages
- Low intensity magnetic separation of rougher flotation tailings and third cleaner flotation concentrate

Observations:

- Ilmenite concentrate (CC3 / NM1+2): 30.3 % TiO_2, recovery 36.1 %

Test2

Test planning:

Feed: 45 min grinding in wet rod mill

95.2 % -90 µm; 90.8 % -75 µm; 83.8 % -63 µm; 70.8 % -45 µm; 58.2 % -32 µm

- Production of Fe-V concentrate with low intensity magnetic separation (0.07 Tesla) in four stages
- 30 min regrinding of magnetic fraction after each separation stages
- Particle size distribution of M4 (final Fe-V concentrate): 99.7 % -45 µm; 93.6 % -32 µm; 74.6 % -20 µm

Observations:

- Final Fe-V concentrate (M4): 65.8 % Fe; 4.4 % TiO_2; 0.34 % V
- 15.9 % of ilmenite remained as locked particles in the magnetite product

Test 3

Test planning:

Feed: 75 min grinding in wet rod mill

99.2 % -90 µm; 96.9 % -75 µm; 92.2 % -63 µm; 83.5 % -45 µm; 74.1 % -32 µm; 60.1 % -20 µm

- Finer grind than in test 1
- Higher dosage of collector A8 and emulgator A1 than in test 1
- Five cleaner flotation stages (three cleaner flotation stages in test 1)
- Low intensity magnetic separation of fifth cleaner concentrate (CC5)

Observations:

- Ilmenite concentrate (CC5 / NM1): 22.3 % TiO_2, recovery 45.2 %
- Higher recovery, but lower grade of ilmenite compared to test 1

Test 4

Test planning:

Feed: M4 from test 2. 30 min regrinding in wet rod mill

- Recleaning of M4 from test 2 with low intensity magnetic separation (0.07 Tesla) and re-grinding of magnetic fractions (30 min)

Observations:

- Particle size distribution of final Fe-V concentrate (M6): 96.4 % -20 µm
- Grade of final Fe-V concentrate (M6) 66.5 % Fe; 3.8 % TiO_2; 0.34 % V
- Due to locked particles of magnetite and ilmenite the concentration of magnetite grade stops at 66.5 % Fe. 14.4 % of ilmenite remained as locked particles in magnetite product

Test 5

Test planning:

Feed: CC3/NM1+2 from test 1

- Cleaning of CC3/Nm1+2 with high gradient magnetic separation at 0.05 Tesla and cleaning of CC3/NM3 with high gradient magnetic separation at 0.1 Tesla.

Observations:

- Ilmenite grade increased from 30.5 % TiO_2 to 36.7 % TiO_2, but considerable loss of ilmenite recovery due to locked particles

Test 6

Test planning:

Feed: CC5/NM1 from test 3

- Cleaning of CC5/Nm1 with high gradient magnetic separation at 0.05 Tesla and cleaning of CC5/NM2 with high gradient magnetic separation at 0.1 Tesla.

Observations:

- Ilmenite grade increased from 22.4 % TiO_2 to 30.0 % TiO_2, but considerable loss of ilmenite recovery due to locked particles

Test 7

Test planning:

Feed: 45 min grinding in wet rod mill

95.2 % -90 µm; 90.8 % -75 µm; 83.8 % -63 µm; 70.8 % -45 µm; 58.2 % -32 µm

- High solids content in conditioning
- pH 6.5 in conditioning and rougher flotation
- pH 5.5 in first cleaner flotation
- pH 4.0 in second cleaner flotation
- pH 3.5 in third cleaner flotation
- Low intensity magnetic separation (0.07 Tesla) of third cleaner concentrate (CC3)

Observations:

- 30.3 % TiO_2, recovery 39.8 %, slightly higher recovery compared to test 1

Test 8

Test planning:

Feed: 45 min grinding in wet rod mill

95.2 % -90 µm; 90.8 % -75 µm; 83.8 % -63 µm; 70.8 % -45 µm; 58.2 % -32 µm

- Low intensity magnetic separation (0.07 Tesla) of magnetite
- Low intensity cleaning magnetic separation (0.07 Tesla) of NM1
- High gradient magnetic separation (0.1 Tesla) of NM2
- Flotation of M3, which is the magnetic fraction of high gradient magnetic separation

- pH parameters are the same as in test 7
- Lower dosages of collector A8 and emulgator A1 compared to test 7

Observations:

- 45.6 % TiO_2, recovery 17.9 %; 44.0 % TiO_2, recovery 22.4 %
- 16.8 % of ilmenite remained in the non-magnetic fraction (NM3) of high gradient magnetic separation

Test 9

Test planning:

Feed: 45 min grinding in wet rod mill

95.2 % -90 µm; 90.8 % -75 µm; 83.8 % -63 µm; 70.8 % -45 µm; 58.2 % -32 µm

- Same parameters as in test 8, but pH 9 in flotation

Observations:

- Lower grade (38.3 % TiO_2) than in test 8 (45.6 % TiO_2)

Test 10

Test planning:

Feed: 75 min grinding in wet rod mill

99.0 % -90 µm; 96.2 % -75 µm; 91.1 % -63 µm; 79.3 % -45 µm; 64.5 % -32 µm

- Same parameters as in test 8, but finer grind (75 min) than in test 8 (45 min)

Observations:

- Grade 44.7 % TiO_2, recovery 20.7 %

Test 11

Test planning:

Feed: 110 min grinding in wet rod mill

99.3 % -75 µm; 95.0 % -63 µm; 87.2 % -45 µm; 73.8 % -32 µm; 61.1 % -20 µm

- pH 4.0 in first cleaner flotation, pH 2.5 in second cleaner flotation and pH 2.0 in third cleaner flotation.
- Higher dosages of A8 (800 g/t) and A1 (800 g/t) than in test 10

Observations:

- Grade 45.8 % TiO_2, recovery low, 8.8 %

Test 12

Test planning:

Feed: 75 min grinding in wet rod mill

99.0 % -90 µm; 96.2 % -75 µm; 91.1 % -63 µm; 79.3 % -45 µm; 64.5 % -32 µm

- pH parameters as in test 11
- Pine oil collector 500 g/t; Fuel oil emulgator 500 g/t

Observations:

- Grade 40.9 % TiO_2, recovery 12.5 %

4 CONCLUSIONS

- Magnetite concentrate (Test 2 and Test 4):
  -66.5 % Fe
  -3.8 % TiO_2
  -0.34 % V
  –particle size distribution 96.4 % -20 µm
  -38.6 weight-% of feed
  -14.4 % of ilmenite remained as locked particles
- Ilmenite concentrates (test 8):
  -45.6 % TiO_2, recovery 17.9 %
  -44.0 % TiO_2, recovery 22.4 %
- Due to a considerable percentage of locked magnetite/ilmenite particles, the grade of magnetite concentrate remained at 66.5 % Fe.
- In these preliminary flotation tests it was possible to produce an acceptable grade of ilmenite concentrate, but the recovery remained low, about 20 %.

Appendix 1

Laboratory sample code	Client sample code	Fe %	V %	TiO2 %
L06119451	3521/06/R728 48.00- 49.00	42,0	0,241	12,177
L06119452	3521/06/R728 49.00- 50.00	39,7	0,227	11,877
L06119453	3521/06/R728 50.00- 51.00	40,2	0,235	12,077
L06119454	3521/06/R728 51.00- 52.00	40,3	0,234	11,91
L06119455	3521/06/R728 52.00- 53.00	40,6	0,237	11,91
L06119456	3521/06/R728 53.00- 54.00	39,3	0,229	11,86
L06119457	3521/06/R728 54.00- 55.00	41,1	0,242	12,244
L06119458	3521/06/R728 55.00- 56.00	41,5	0,242	12,143
L06119459	3521/06/R728 56.00- 57.00	40,6	0,235	11,877
L06119460	3521/06/R728 57.00- 58.00	39,6	0,237	11,576
L06119461	3521/06/R728 58.00- 59.00	39,6	0,236	11,643
L06119462	3521/06/R728 60.00- 61.00	39,3	0,228	11,193
L06119463	3521/06/R728 61.00- 62.00	39,5	0,229	11,293
L06119466	3521/06/R728 62.00- 63.00	37,4	0,225	10,859
L06119467	3521/06/R728 63.00- 64.00	37,5	0,225	10,892
L06119468	3521/06/R728 64.00- 65.00	38,5	0,227	11,093
L06119469	3521/06/R728 65.00- 66.00	31,5	0,185	9,0075
L06119470	3521/06/R728 66.00- 67.00	36,3	0,216	10,525
L06119471	3521/06/R728 67.00- 68.00	37,0	0,229	10,926
L06119472	3521/06/R728 68.00- 69.00	37,0	0,226	10,976
L06119473	3521/06/R728 69.00- 70.00	37,3	0,221	10,993
L06119474	3521/06/R728 70.00- 71.00	35,5	0,212	10,676
L06119475	3521/06/R728 72.00- 73.00	33,9	0,207	10,108
	Average	**38,73**	**0,23**	**11,34**

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	11.1.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	1	**Screen anal:**	

Remarks:

Appendix 2/1

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) NaOH	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	P_2O_5 (XRF) %	P_2O_5 (XRF) Rec%
-1 mm	45																															
											4		1800	8,6																		
			94										"	9,0																		
		2		200									"	"																		
		2			300								"	"																		
		3				1000							"	"																		
		3					1000						"	"																		
		1						20					"	"																		
												3	"	8,6	11	RC	466,5	51,6	41,6	53,9	14,6	65,3	0,23	54,2	3,5	42,4	4,9	41,1	13,1	41,4	0,240	93,5
																Tails	437,4	48,4	37,9	46,1	8,3	34,7	0,20	45,8	5,1	57,6	7,5	58,9	19,8	58,6	0,018	6,5
Tails			Low intensity magnetic separator													T / NM1	267,0	29,5	22,5	16,7	10,2	26,2	0,12	15,9	7,9	54,2	11,5	55,4	30,5	55,2	0,023	5,1
																T / M1	170,4	18,9	62,2	29,4	5,2	8,5	0,34	29,9	0,8	3,4	1,1	3,5	2,9	3,4	0,010	1,4
T / M1			Low intensity magnetic separator													T / NM2	11,5	1,3	24,2	0,8	13,3	1,5	0,12	0,7	7,4	2,2	10,3	2,1	27,4	2,1	0,049	0,5
																T / M2	158,9	17,6	64,9	28,6	4,6	7,0	0,36	29,2	0,3	1,3	0,5	1,3	1,1	1,2	0,007	0,9
																T / NM1+2	*278,5*	*30,8*	*22,6*	*17,5*	*10,3*	*27,6*	*0,12*	*16,6*	*7,9*	*56,3*	*11,5*	*57,5*	*30,4*	*57,3*	*0,024*	*5,6*
RC											4		1800	8,4																		
			33										"	9,0																		
												3	"	8,5	10	CC1	350,4	38,8	45,0	43,8	16,6	55,8	0,24	43,8	2,5	22,5	3,4	21,3	9,4	22,2	0,310	90,8
																CT1	116,1	12,8	31,5	10,2	8,6	9,6	0,17	10,4	6,7	19,9	9,5	19,8	24,4	19,2	0,028	2,7
CC1											2,5		1500	8,4																		
			17										"	9,0																		
												2	"	8,4	9	CC2	308,6	34,1	46,5	39,9	17,5	51,9	0,25	39,8	2,0	15,9	2,7	14,9	7,6	15,9	0,348	89,7
																CT2	41,8	4,6	33,7	3,9	9,6	3,9	0,19	4,0	6,1	6,5	8,5	6,4	22,4	6,3	0,029	1,0
CC2											2,5		1500	8,5																		
			11										"	9,0																		
												2	"	8,5	8	CC3	285,0	31,5	47,5	37,6	18,1	49,5	0,25	37,5	1,7	12,4	2,2	11,5	6,5	12,5	0,374	89,0
																CT3	23,6	2,6	34,3	2,2	10,7	2,4	0,19	2,3	5,8	3,5	8,1	3,4	21,2	3,4	0,038	0,7
CC3			Low intensity magnetic separator													CC3 / NM1	109,7	12,1	29,1	8,9	29,7	31,3	0,14	7,8	3,7	10,3	4,8	9,5	14,1	10,5	0,530	48,6
																CC3 / M1	175,3	19,4	59,1	28,7	10,8	18,2	0,33	29,7	0,5	2,1	0,6	2,0	1,7	2,0	0,276	40,4
CC3 / M1			Low intensity magnetic separator													CC3 / NM2	14,4	1,6	30,8	1,2	34,5	4,8	0,15	1,1	2,5	0,9	3,1	0,8	9,3	0,9	1,000	12,0
																CC3 / M2	160,9	17,8	61,6	27,5	8,7	13,4	0,34	28,6	0,3	1,2	0,4	1,2	1,0	1,1	0,211	28,4
																CC3 / NM1+2	*124,1*	*13,7*	*29,3*	*10,1*	*30,3*	*36,1*	*0,14*	*8,9*	*3,5*	*11,3*	*4,6*	*10,3*	*13,5*	*11,4*	*0,585*	*60,6*
Tot.	45	11	155	200	300	1000	1000	20							38	Calc Feed	903,9	100,0	39,9	100,0	11,5	100,0	0,21	100,0	4,3	100,0	6,1	100,0	16,3	100,0	0,132	100,0

MAGNETIC SEPARATION REPORT

GTK

Sample:	Hautakangas 451-475
Project:	Hautakangas
Date:	17-18.1.2008
Author:	AEN
Test no.:	2

Remarks:

Low intensity magnetic separation (0.07 Tesla)

Appendix 2/2

Product	Weight		Grades and Recoveries																					
			Fe (XRF)		**TiO_2** (XRF)		**V** (XRF)		**MgO** (XRF)		**Al_2O_3** (XRF)		**SiO_2** (XRF)		**P_2O_5** (XRF)									
	g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
-1 mm feed ground 45 min in wet rod mill																								
M1	447,8	44,7	60,8	69,4	6,7	27,5	0,32	68,4	0,8	8,8	1,1	7,8	3,2	8,1	0,021	6,4								
EM1	554,9	55,3	21,6	30,6	14,3	72,5	0,12	31,6	6,8	91,2	10,2	92,2	29,1	91,9	0,245	93,6								
M1 reground 30 min in wet rod mill																								
M2	408,0	40,7	64,3	66,9	5,4	20,1	0,33	66,0	0,3	3,1	0,4	2,6	1,2	2,8	0,007	1,9								
EM2	39,8	4,0	24,4	2,5	20,4	7,4	0,12	2,4	5,9	5,7	8,1	5,2	23,6	5,3	0,167	4,6								
EM1+2	*594,7*	*59,3*	*21,8*	*33,1*	*14,7*	*79,9*	*0,12*	*34,0*	*6,7*	*96,9*	*10,1*	*97,4*	*28,7*	*97,2*	*0,240*	*98,1*								
M2 reground 30 min in wet rod mill																								
M3	397,2	39,6	65,3	66,2	4,8	17,4	0,34	65,3	0,2	1,7	0,3	1,7	0,7	1,7	0,004	1,1								
EM3	10,8	1,1	27,8	0,8	26,6	2,6	0,14	0,7	5,2	1,4	5,2	0,9	17,3	1,1	0,100	0,7								
EM1-3	*605,5*	*60,4*	*21,9*	*33,8*	*14,9*	*82,6*	*0,12*	*34,7*	*6,7*	*98,3*	*10,0*	*98,3*	*28,5*	*98,3*	*0,237*	*98,9*								
M3 reground 30 min in wet rod mill																								
M4	391,6	39,1	65,8	65,7	4,4	15,9	0,34	64,9	0,1	1,2	0,2	1,3	0,6	1,3	0,003	0,8								
EM4	5,6	0,6	31,8	0,5	31,2	1,6	0,15	0,4	3,6	0,5	3,5	0,3	11,8	0,4	0,081	0,3								
EM1-4	*611,1*	*60,9*	*22,0*	*34,3*	*15,1*	*84,1*	*0,12*	*35,1*	*6,7*	*98,8*	*9,9*	*98,7*	*28,4*	*98,7*	*0,236*	*99,2*								
Calc Feed	1002,7	100,0	39,1	100,0	10,9	100,0	0,21	100,0	4,1	100,0	6,1	100,0	17,5	100,0	0,145	100,0								

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	24.1.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	3	**Screen anal:**	

Remarks:

Appendix 2/3

Feed	Grind	Cond	Reagents (g/t)								Cell	Air	Rotor	pH	Flot	Product	Weight		Grades and Recoveries													
																			Fe (XRF)		TiO_2 (XRF)		V (XRF)		MgO (XRF)		Al_2O_3 (XRF)		SiO_2 (XRF)		P_2O_5 (XRF)	
	min	min	NaOH	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			l	l/min	rpm		min		g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
-1 mm	75																															
											4		1800	9,1																		
		2		200									"	9,3																		
		2			300								"	"																		
		3	x			1500							"	9,0																		
		3	x				1500						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			65									3	"	8,5	11	RC	797,0	79,7	41,6	85,4	12,1	87,5	0,23	85,0	3,5	65,7	5,0	64,0	15,0	67,7	0,177	97,6
																Tails	202,9	20,3	28,0	14,6	6,8	12,5	0,16	15,0	7,1	34,3	11,0	36,0	28,1	32,3	0,017	2,4
RC											4		1800	8,3																		
			38										"	9,0																		
												3	"	8,4	10	CC1	718,2	71,8	43,4	80,4	12,7	82,9	0,24	80,0	3,0	51,2	4,2	48,5	13,3	53,9	0,195	96,5
																CT1	78,8	7,9	24,5	5,0	6,4	4,6	0,14	5,0	7,7	14,4	12,2	15,5	31,0	13,8	0,021	1,1
CC1											4		1800	8,5																		
			25										"	9,0																		
												3	"	8,5	9	CC2	670,8	67,1	44,6	77,1	13,1	80,2	0,24	76,7	2,7	43,0	3,7	39,7	12,1	46,0	0,207	95,9
																CT2	47,4	4,7	26,6	3,2	6,2	2,7	0,15	3,3	7,3	8,3	11,6	8,9	29,6	7,9	0,019	0,6
CC2											4		1800	8,6																		
			20										"	9,0																		
												3	"	8,5	8	CC3	641,0	64,1	45,5	75,1	13,5	78,6	0,25	74,6	2,5	37,8	3,3	34,2	11,3	41,0	0,216	95,4
																CT3	29,8	3,0	26,9	2,1	6,1	1,7	0,15	2,1	7,2	5,1	11,4	5,5	29,4	5,0	0,021	0,4
CC3											4		1800	8,7																		
			15										"	9,0																		
												3	"	8,5	8	CC4	616,9	61,7	46,1	73,2	13,7	77,2	0,25	72,7	2,3	34,2	3,0	30,3	10,7	37,3	0,223	95,0
																CT4	24,1	2,4	29,9	1,9	6,5	1,4	0,17	1,9	6,3	3,6	10,1	3,9	27,5	3,8	0,024	0,4
CC4											4		1800	8,7																		
			13										"	9,0																		
												3	"	8,5	8	CC5	599,1	59,9	46,5	71,8	13,9	76,0	0,25	71,3	2,2	31,7	2,9	27,6	10,2	34,6	0,229	94,7
																CT5	17,8	1,8	31,3	1,4	7,0	1,1	0,17	1,4	5,9	2,5	9,3	2,7	26,2	2,6	0,029	0,4
CC5			Low intensity magnetic separator													CC5 / NM1	222,4	22,2	25,0	14,3	22,3	45,2	0,13	14,0	4,9	26,0	6,3	22,6	22,9	28,8	0,198	30,4
																CC5 / M1	376,7	37,7	59,2	57,5	9,0	30,9	0,32	57,3	0,6	5,7	0,8	5,0	2,7	5,8	0,247	64,3
Tot.	75	11	176	200	300	1500	1500	20							54	Calc Feed	999,9	100,0	38,8	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,2	100,0	6,2	100,0	17,7	100,0	0,145	100,0

MAGNETIC SEPARATION REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475
Project:	Hautakangas
Date:	28.1.2008
Author:	AEN
Test no.:	4

Remarks:

Feed: M4 from test 2

Low intensity magnetic separation (0.07 Tesla)

NM5 and NM6 have been mixed for analysis

Product	Weight		Grades and Recoveries																					
			Fe (XRF)		**TiO_2** (XRF)		**V** (XRF)		**MgO** (XRF)		**Al_2O_3** (XRF)		**SiO_2** (XRF)		**P_2O_5** (XRF)									
	g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
M4 from test 2 reground 30 min																								
M5	313,3	99,1																						
NM5	2,8	0,9																						
M5 reground 30 min																								
M6	311,9	98,7	66,5	99,3	3,8	90,8	0,34	99,4	0,03	44,7	0,14	79,4	0,38	75,3	0,003	63,7								
NM6	1,4	0,4																						
NM5+6	*4,2*	*1,3*	*35,5*	*0,7*	*28,9*	*9,2*	*0,14*	*0,6*	*2,76*	*55,3*	*2,69*	*20,6*	*9,28*	*24,7*	*0,127*	*36,3*								
Calc Feed	316,1	100,0	66,1	100,0	4,2	100,0	0,34	100,0	0,07	100,0	0,17	100,0	0,50	100,0	0,005	100,0								

MAGNETIC SEPARATION REPORT

GTK

Sample:	Hautakangas 451-475
Project:	Hautakangas
Date:	30-31.1.2008
Author:	AEN
Test no.:	5

Remarks: **High gradient magnetic separation**
Feed: CC3/NM1+2 from test1

Product	Weight		Grades and Recoveries																					
			Fe (XRF)		**TiO_2** (XRF)		**V** (XRF)		**MgO** (XRF)		**Al_2O_3** (XRF)		**SiO_2** (XRF)		**P_2O_5** (XRF)									
	g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
Feed: CC3/Nm1+2 from test 1																								
High gradient magnetic separation (0.05 Tesla)																								
CC3/NM3	86,4	88,3	29,1	87,2	29,6	85,8	0,13	87,0	3,6	92,7	4,7	93,2	14,2	93,0	0,535	91,4								
CC3/M3	11,5	11,7	32,1	12,8	36,7	14,2	0,15	13,0	2,1	7,3	2,6	6,8	8,0	7,0	0,376	8,6								
Cleaning of CC3NM3 with high gradient magnetic separation (0.1 Tesla)																								
CC3/NM4	13,5	13,8	24,0	11,2	8,8	4,0	0,10	9,9	6,5	26,2	9,0	27,7	26,9	27,6	1,950	52,1								
CC3/M4	72,9	74,5	30,1	76,0	33,5	81,9	0,14	77,1	3,0	66,6	3,9	65,4	11,8	65,4	0,273	39,4								
CC3/M3+4	*84,4*	*86,2*	*30,4*	*88,8*	*33,9*	*96,0*	*0,14*	*90,1*	*2,9*	*73,8*	*3,7*	*72,3*	*11,3*	*72,4*	*0,287*	*47,9*								
Calc Feed	97,9	100,0	29,5	100,0	30,5	100,0	0,14	100,0	3,4	100,0	4,5	100,0	13,4	100,0	0,516	100,0								

MAGNETIC SEPARATION REPORT

GTK

Sample:	Hautakangas 451-475
Project:	Hautakangas
Date:	30-31.1.2008
Author:	AEN
Test no.:	6

Remarks: **High gradient magnetic separation**
Feed: CC5/NM1 from test3

Product	Weight		Grades and Recoveries																					
			Fe (XRF)		**TiO_2** (XRF)		**V** (XRF)		**MgO** (XRF)		**Al_2O_3** (XRF)		**SiO_2** (XRF)		**P_2O_5** (XRF)									
	g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
Feed: CC5/NM1 from test 3																								
High gradient magnetic separation (0.05 Tesla																								
CC5/NM2	183,8	89,4	24,8	87,9	21,5	85,9	0,13	88,0	4,9	92,5	6,5	93,1	23,6	93,0	0,185	86,2								
CC5/M2	21,7	10,6	29,0	12,1	30,0	14,1	0,15	12,0	3,4	7,5	4,0	6,9	15,0	7,0	0,251	13,8								
Cleaning of CC5 with high gradient magnetic separation (0.1 Tesla)																								
CC5/NM3	48,3	23,5	18,6	17,3	7,1	7,4	0,10	18,7	7,0	34,6	10,3	39,0	37,5	38,8	0,157	19,2								
CC5/M3	135,5	65,9	27,0	70,5	26,7	78,5	0,14	69,3	4,2	57,9	5,1	54,2	18,7	54,3	0,195	67,0								
CC5/M2+3	*157,2*	*76,5*	*27,3*	*82,7*	*27,2*	*92,6*	*0,14*	*81,3*	*4,1*	*65,4*	*5,0*	*61,0*	*18,2*	*61,2*	*0,203*	*80,8*								
Calc Feed	205,5	100,0	25,2	100,0	22,4	100,0	0,13	100,0	4,8	100,0	6,2	100,0	22,7	100,0	0,192	100,0								

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	1.2.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	7	**Screen anal:**	

Remarks:

Conditionings of the rougher flotation have been done in high pulp density.

Feed	Grind	Cond	Reagents (g/t)								Cell	Air	Rotor	pH	Flot	Product	Weight		Grades and Recoveries													
			H_2SO_4	Water-	Starch	A8	A1	A4											**Fe** (XRF)		**TiO_2** (XRF)		**V** (XRF)		**MgO** (XRF)		**Al_2O_3** (XRF)		**SiO_2** (XRF)			
	min	min		glass							l	l/min	rpm		min		g	%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%	%	Rec%
	45																															
											4		1800	9,1																		
			x										"	6,5																		
		2	x	200									"	"																		
		2	x		300								"	"																		
		6	x			1000							"	"																		
		6	x				1000						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			x									3	"	"	11	RC	937,6	94,0	39,7	96,9	11,5	98,6	0,22	97,0	3,8	85,8	5,7	85,0	16,9	88,3		
			600													Tails	60,3	6,0	19,6	3,1	2,6	1,4	0,11	3,0	9,8	14,2	15,6	15,0	35,0	11,7		
RC											4		1800	6,8																		
			x										"	5,5																		
			x									3	"	"	10	CC1	874,1	87,6	41,2	93,6	12,2	97,1	0,23	93,7	3,4	70,8	5,0	69,2	15,6	76,0		
			400													CT1	63,5	6,4	20,0	3,3	2,6	1,5	0,11	3,3	9,9	15,0	15,6	15,8	34,6	12,2		
CC1											4		1800	6,2																		
			x										"	4,0																		
			x									3	"	"	9	CC2	557,9	55,9	45,7	66,4	14,9	75,8	0,25	65,3	2,2	29,8	3,1	27,3	10,4	32,2		
			945													CT2	316,2	31,7	33,1	27,2	7,4	21,3	0,19	28,4	5,4	41,0	8,3	42,0	24,9	43,8		
CC2											4		1800	6,0																		
			x										"	3,5																		
			x									3	"	"	8	CC3	353,5	35,4	47,4	43,6	17,4	56,2	0,25	42,0	1,6	13,3	2,1	11,9	7,3	14,4		
			770													CT3	204,4	20,5	42,8	22,8	10,5	19,6	0,24	23,3	3,4	16,4	4,7	15,4	15,6	17,8		
CC3			Low intensity magnetic separator													CC3 / NM1	144,0	14,4	28,4	10,6	30,3	39,8	0,14	9,6	3,1	10,8	4,2	9,5	14,8	11,9		
																CC3 / M1	209,5	21,0	60,5	33,0	8,6	16,4	0,33	32,4	0,5	2,5	0,7	2,4	2,2	2,6		
Tot.	45	17	2715	200	300	1000	1000	20							38	Calc Feed	997,9	100,0	38,5	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,2	100,0	6,3	100,0	18,0	100,0		

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	6-7.2.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	8	**Screen anal:**	

Remarks:

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) H_2SO_4	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	%	Rec%
	45																															
			Low intensity magnetic separator													NM1																
																M1	447,7															
NM1			Low intensity magnetic separator													NM2	536,1	54,4	22,0	30,4	14,4	71,7	0,12	29,7	6,5	89,8	10,1	90,3	28,8	90,7		
																M2	1,3															
																M1+M2	449,0	45,6	60,2	69,6	6,8	28,3	0,33	70,3	0,9	10,2	1,3	9,7	3,5	9,3		
NM2			High gradient magnetic separator													NM3	265,3	26,9	18,7	12,8	6,8	16,8	0,10	12,9	7,7	52,4	12,7	56,4	35,2	55,0		
																M3	270,8	27,5	25,2	17,6	21,8	54,9	0,13	16,9	5,4	37,3	7,5	33,9	22,5	35,8		
M3											4		1800	8,9																		
			x										"	6,5																		
		2	x	70									"	"																		
		2	x		100								"	"																		
		6	x			700							"	"																		
		6	x				700						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			x									3	"	"	11	RC	173,1	17,6	28,0	12,5	30,1	48,4	0,14	11,7	3,5	15,5	4,4	12,8	16,2	16,5		
			150													Tails	97,7	9,9	20,2	5,1	7,1	6,5	0,11	5,1	8,7	21,8	12,9	21,1	33,5	19,3		
RC											2,5		1500	7,3																		
			x										"	5,5																		
			x									2	"	"	10	CC1	111,3	11,3	31,0	8,9	37,5	38,8	0,15	8,2	2,1	6,0	2,6	4,8	9,4	6,2		
			75													CT1	61,8	6,3	22,7	3,6	16,7	9,6	0,12	3,6	6,0	9,5	7,7	8,0	28,5	10,4		
CC1											2,5		1400	7,5																		
			x										"	4,0																		
			x									2	"	"	9	CC2	54,7	5,6	33,7	4,8	44,0	22,4	0,16	4,3	0,8	1,1	1,0	0,9	3,4	1,1		
			140													CT2	56,6	5,7	28,4	4,1	31,3	16,5	0,14	3,9	3,4	4,9	4,1	3,9	15,2	5,1		
CC2											2,5		1400	7,6																		
			x										"	3,5																		
			x									2	"	"	8	CC3	42,2	4,3	34,4	3,7	45,6	17,9	0,17	3,4	0,4	0,5	0,6	0,4	1,9	0,5		
			150													CT3	12,5	1,3	31,4	1,0	38,6	4,5	0,16	0,9	1,9	0,6	2,3	0,5	8,4	0,6		
Tot.	45	17	515	70	100	700	700	20							38	Calc Feed	985,1	100,0	39,4	100,0	10,9	100,0	0,21	100,0	4,0	100,0	6,1	100,0	17,3	100,0		

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	8-11.2.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	9	**Screen anal:**	

Remarks:

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) NaOH	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	%	Rec%
	45																															
			Low intensity magnetic separator													NM1																
																M1	458,8															
NM1			Low intensity magnetic separator													NM2	533,4	53,7	22,0	30,1	14,5	70,9	0,12	29,3	6,6	88,3	10,0	88,5	28,6	89,1		
																M2	0,6															
																M1+M2	459,4	46,3	59,3	69,9	6,9	29,1	0,33	70,7	1,0	11,7	1,5	11,5	4,1	10,9		
NM2			High gradient magnetic separator													NM3	256,1	25,8	18,8	12,3	6,8	15,9	0,10	12,3	7,7	49,3	12,6	53,5	35,2	52,6		
																M3	277,3	27,9	25,0	17,8	21,6	55,0	0,13	17,0	5,6	38,9	7,6	35,0	22,6	36,5		
M3											4		1800	8,5																		
			x										"	9,0																		
		2	x	70									"	"																		
		2	x		100								"	"																		
		6	x			700							"	"																		
		6	x				700						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			75									3	"	8,2	11	RC	121,0	12,2	28,8	8,9	31,8	35,2	0,14	8,3	3,5	10,7	4,6	9,2	14,1	9,9		
																Tails	156,3	15,7	22,1	8,9	13,8	19,8	0,12	8,7	7,2	28,2	10,0	25,9	29,2	26,6		
RC											2,5		1500	8,2																		
			15										"	9,0																		
												2	"	8,2	10	CC1	80,7	8,1	30,4	6,3	35,8	26,5	0,15	5,7	2,7	5,4	3,4	4,6	10,4	4,9		
																CT1	40,3	4,1	25,5	2,6	23,6	8,7	0,13	2,5	5,3	5,3	6,9	4,6	21,3	5,0		
CC1											2,5		1400	8,2																		
			10										"	9,0																		
												2	"	8,3	9	CC2	59,6	6,0	31,1	4,8	37,5	20,5	0,15	4,3	2,3	3,4	2,9	2,9	8,9	3,1		
																CT2	21,1	2,1	28,4	1,5	31,0	6,0	0,14	1,4	3,7	2,0	4,8	1,7	14,7	1,8		
CC2											2,5		1400	8,2																		
			10										"	9,0																		
												2	"	8,4	8	CC3	47,9	4,8	31,4	3,9	38,3	16,8	0,15	3,5	2,1	2,6	2,7	2,2	8,2	2,3		
																CT3	11,7	1,2	29,8	0,9	34,4	3,7	0,15	0,8	3,0	0,9	3,8	0,7	11,8	0,8		
Tot.	45	17	110	70	100	700	700	20							38	Calc Feed	992,8	100,0	39,3	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,0	100,0	6,1	100,0	17,3	100,0		

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	19-20.2.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	10	**Screen anal:**	

Remarks: **Grinding 75 min**

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) H_2SO_4	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	%	Rec%
	75																															
			Low intensity magnetic separator													NM1	536,2	54,0	22,3	30,5	15,0	73,5	0,12	29,7	6,4	87,4	9,7	88,3	28,3	88,8		
																M1	457,1	46,0	59,6	69,5	6,3	26,5	0,32	70,3	1,1	12,6	1,5	11,7	4,2	11,2		
NM1			High gradient magnetic separator													NM2	294,8	29,7	19,4	14,6	8,5	22,9	0,10	14,5	7,5	56,0	11,9	59,3	33,8	58,4		
																M2	241,4	24,3	25,7	15,9	22,9	50,6	0,13	15,2	5,1	31,4	7,1	29,0	21,5	30,4		
M2											4		1800	8,6																		
			x										"	6,5																		
		2	x	70									"	"																		
		2	x		100								"	"																		
		6	x			700							"	"																		
		6	x				700						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			x									3	"	"	11	RC	171,0	17,2	27,9	12,2	29,7	46,5	0,14	11,5	3,6	15,4	4,4	12,8	16,6	16,6		
			105													Tails	70,4	7,1	20,4	3,7	6,3	4,1	0,11	3,8	8,9	16,0	13,6	16,2	33,3	13,7		
RC											2,5		1500	7,1																		
			x										"	5,5																		
			x									2	"	"	10	CC1	128,2	12,9	30,3	9,9	35,8	42,0	0,15	9,2	2,4	7,9	2,9	6,3	11,1	8,3		
			105													CT1	42,8	4,3	20,8	2,3	11,4	4,5	0,11	2,3	6,9	7,5	9,1	6,6	33,2	8,3		
CC1											2,5		1400	7,0																		
			x										"	4,0																		
			x									2	"	"	9	CC2	76,7	7,7	32,9	6,4	42,2	29,7	0,16	5,8	1,2	2,3	1,4	1,8	5,2	2,3		
			130													CT2	51,5	5,2	26,5	3,5	26,2	12,4	0,14	3,3	4,3	5,6	5,1	4,5	19,8	6,0		
CC2											2,5		1400	7,0																		
			x										"	3,5																		
			x									2	"	"	8	CC3	50,5	5,1	33,9	4,4	44,7	20,7	0,16	3,9	0,7	0,9	0,8	0,7	3,0	0,9		
			125													CT3	26,2	2,6	31,0	2,1	37,5	9,0	0,15	1,9	2,2	1,4	2,5	1,1	9,5	1,5		
Tot.	75	17	465	70	100	700	700	20							38	Calc Feed	993,3	100,0	39,4	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,0	100,0	6,0	100,0	17,2	100,0		

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	7-9.4.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	11	**Screen anal:**	

Remarks: **Grinding 110 min**

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) H_2SO_4	Water-glass	Starch	A8	A1	A4			Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	%	Rec%
	110																															
			Low intensity magnetic separator													NM1	547,4	55,1	22,4	31,1	15,3	76,6	0,12	30,7	6,4	89,4	9,8	89,9	28,1	90,4		
																M1	446,1	44,9	60,8	68,9	5,8	23,4	0,32	69,3	0,9	10,6	1,3	10,1	3,6	9,6		
NM1			High gradient magnetic separator: 0.1T													NM2																
																M2																
NM2			High gradient magnetic separator: 0.1T													NM3	258,5	26,0	19,5	12,8	8,8	20,8	0,10	12,9	7,4	48,6	11,9	51,8	33,8	51,4		
																M3																
M2+M3											4		1800	8,7		M2+M3	288,9	29,1	25,0	18,3	21,2	55,8	0,13	17,8	5,5	40,7	7,8	38,1	22,9	39,0		
			x										"	6,5																		
		2	x	70									"	"																		
		2	x		100								"	"																		
		6	x			800							"	"																		
		6	x				800						"	"																		
		1	x					20					"	"																		
			x									3	"	"	11	RC	195,1	19,6	27,2	13,5	28,2	50,3	0,14	12,8	3,9	19,3	4,9	16,1	18,0	20,7		
			140													Tails	93,8	9,4	20,3	4,8	6,5	5,5	0,11	5,0	9,0	21,4	13,9	22,0	33,2	18,3		
RC											2,5		1500	7,2																		
		1	x					20					"	4,0																		
			x									2	"	"	10	CC1	70,9	7,1	32,1	5,8	40,5	26,2	0,15	5,2	1,5	2,7	1,9	2,2	6,8	2,9		
			135													CT1	124,2	12,5	24,4	7,7	21,2	24,0	0,13	7,6	5,2	16,5	6,7	13,9	24,4	17,8		
CC1											2,5		1400	7,2																		
			x										"	2,5																		
			x									2	"	"	9	CC2	44,4	4,5	33,8	3,8	44,5	18,1	0,16	3,4	0,7	0,8	0,9	0,7	3,2	0,8		
			860													CT2	26,5	2,7	29,4	2,0	33,8	8,2	0,14	1,8	2,8	1,9	3,4	1,5	12,9	2,0		
CC2											2,5		1400	6,4																		
			x										"	2,0																		
			x									2	"	"	8	CC3	21,0	2,1	34,4	1,8	45,8	8,8	0,16	1,6	0,5	0,2	0,6	0,2	1,9	0,2		
			3225													CT3	23,4	2,4	33,2	2,0	43,4	9,3	0,16	1,8	1,0	0,6	1,2	0,5	4,4	0,6		
Tot.	110	18	4360	70	100	800	800	40							38	Calc Feed	993,5	100,0	39,6	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,0	100,0	6,0	100,0	17,1	100,0		

FLOTATION TEST REPORT

Sample:	Hautakangas 451-475	**Grind:**	Mill: Mild Iron
Project:	Hautakangas		Charge: 8,0 kg Rods
Date:	22-23.4.2008		Water: 0,6 l
Author:	AEN	**Feed**	
Test no.:	12	**Screen anal:**	

Remarks:

Feed	Grind min	Cond min	Reagents (g/t) H_2SO_4	Water-glass		Pine oil	Fuel oil				Cell l	Air l/min	Rotor rpm	pH	Flot min	Product	Weight g	Weight %	Fe (XRF) %	Fe (XRF) Rec%	TiO_2 (XRF) %	TiO_2 (XRF) Rec%	V (XRF) %	V (XRF) Rec%	MgO (XRF) %	MgO (XRF) Rec%	Al_2O_3 (XRF) %	Al_2O_3 (XRF) Rec%	SiO_2 (XRF) %	SiO_2 (XRF) Rec%	%	Rec%
	75																															
			Low intensity magnetic separator													NM1	535,8	54,1	22,2	30,4	15,0	73,7	0,12	29,8	6,5	88,4	9,9	88,6	28,3	89,3		
																M1	454,7	45,9	59,9	69,6	6,3	26,3	0,32	70,2	1,0	11,6	1,5	11,4	4,0	10,7		
NM1			High gradient magnetic separator: 0.1T													NM2																
																M2																
NM2			High gradient magnetic separator: 0.1T													NM3	221,9	22,4	18,7	10,6	7,4	15,1	0,10	10,8	7,6	42,4	12,4	46,0	35,0	45,7		
																M3																
M2+M3											4		1800	8,8		M2+M3	313,9	31,7	24,6	19,7	20,4	58,7	0,13	19,0	5,8	46,0	8,1	42,6	23,6	43,6		
			x										"	6,5																		
		2	x	70									"	"																		
		6	x			500	500						"	"																		
			x									3	"	"	11	RC	166,8	16,8	28,1	12,0	29,7	45,5	0,14	11,1	3,7	15,6	4,5	12,7	16,3	16,0		
			180													Tails	147,1	14,9	20,7	7,8	9,7	13,1	0,11	7,9	8,2	30,4	12,2	30,0	32,0	27,7		
RC											2,5		1500	7,2																		
			x										"	4,0																		
			x									2	"	"	9	CC1	146,0	14,7	29,1	10,9	32,5	43,6	0,14	9,9	3,1	11,5	3,6	8,8	14,0	12,0		
			140													CT1	20,8	2,1	20,9	1,1	10,1	1,9	0,11	1,1	7,8	4,1	11,0	3,8	32,4	4,0		
CC1											2,5		1400	6,8																		
			x										"	2,5																		
			x									2	"	"	8	CC2	88,6	8,9	31,0	7,0	37,2	30,3	0,15	6,3	2,2	4,9	2,5	3,7	9,7	5,0		
			1100													CT2	57,4	5,8	26,1	3,8	25,3	13,3	0,13	3,6	4,5	6,5	5,3	5,1	20,6	7,0		
CC2											2,5		1400	6,0																		
			x										"	2,0																		
			x									2	"	"	7	CC3	33,4	3,4	32,8	2,8	40,9	12,5	0,15	2,4	1,4	1,2	1,6	0,9	5,8	1,1		
			4515													CT3	55,2	5,6	29,9	4,2	35,0	17,7	0,15	3,9	2,7	3,8	3,1	2,9	12,0	3,9		
Tot.	75	8	5935	70		500	500								35	Calc Feed	990,5	100,0	39,5	100,0	11,0	100,0	0,21	100,0	4,0	100,0	6,0	100,0	17,2	100,0		

Liite 4

Mineraali	Hie_nro	SiO2	TiO2	Al2O3	Cr2O3	V2O3	FeOtot	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	ZnO	Nb2O3	Total
ilmeniitti	605558	0.00	47.26	0.00	0.00	0.20	49.39	1.34	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	98.30
ilmeniitti	605558	0.00	47.64	0.00	0.00	0.24	49.23	1.31	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	98.58
ilmeniitti	605558	0.00	47.75	0.00	0.00	0.22	49.33	1.33	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	98.74
ilmeniitti	605558	0.00	47.60	0.00	0.00	0.26	49.03	1.37	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	98.33
ilmeniitti	605558	0.00	47.85	0.00	0.01	0.26	49.18	1.34	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	98.74
ilmeniitti	605558	0.00	47.78	0.00	0.00	0.23	48.96	1.38	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	98.44
ilmeniitti	605558	0.00	48.02	0.00	0.00	0.25	48.97	1.34	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	98.69
ilmeniitti	605558	0.00	47.70	0.00	0.00	0.22	48.99	1.37	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	98.40
ilmeniitti	605558	0.00	48.16	0.00	0.01	0.21	49.11	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	98.86
ilmeniitti	605558	0.00	48.14	0.00	0.00	0.23	49.09	1.42	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.95
ilmeniitti	605558	0.00	48.23	0.00	0.00	0.22	49.06	1.40	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	98.99
ilmeniitti	605558	0.00	48.02	0.00	0.00	0.26	48.94	1.41	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	98.76
ilmeniitti	605558	0.00	47.85	0.00	0.00	0.26	48.94	1.33	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	98.52
ilmeniitti	605558	0.00	47.94	0.00	0.00	0.22	48.78	1.36	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	98.37
ilmeniitti	605557	0.00	48.88	0.00	0.01	0.18	48.84	1.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.07
ilmeniitti	605557	0.00	48.90	0.00	0.00	0.20	48.59	1.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.85
ilmeniitti	605557	0.00	49.04	0.00	0.00	0.20	48.77	1.14	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.20
ilmeniitti	605557	0.00	48.50	0.00	0.01	0.21	48.83	1.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.61
ilmeniitti	605557	0.00	48.75	0.00	0.00	0.23	48.67	1.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	98.83
ilmeniitti	605557	0.00	49.16	0.00	0.00	0.16	48.39	1.11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	98.89
ilmeniitti	605557	0.00	48.53	0.00	0.00	0.22	48.68	1.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	98.62
ilmeniitti	605557	0.00	49.04	0.00	0.01	0.22	48.60	1.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	99.06
magnetiitti	605558	0.02	0.21	0.02	0.03	0.74	92.36	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	93.44
magnetiitti	605558	0.01	0.16	0.06	0.02	0.75	92.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	93.50
magnetiitti	605558	0.00	0.44	0.07	0.01	0.74	92.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	93.78
magnetiitti	605558	0.00	0.70	0.04	0.00	0.72	91.78	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	93.28
magnetiitti	605558	0.00	0.15	0.02	0.02	0.77	92.69	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	93.69
magnetiitti	605558	0.00	0.18	0.04	0.02	0.67	92.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	93.56
magnetiitti	605558	0.00	0.10	0.05	0.02	0.76	92.39	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	93.37
magnetiitti	605558	0.00	0.48	0.06	0.03	0.80	92.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	93.45
magnetiitti	605558	0.00	0.52	0.03	0.03	0.71	92.27	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	93.64
magnetiitti	605558	0.01	0.17	0.02	0.04	0.74	92.32	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	93.33
magnetiitti	605558	0.00	0.24	0.04	0.03	0.76	92.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.55
Mineraali	**Hie_nro**	**SiO2**	**TiO2**	**Al2O3**	**Cr2O3**	**V2O3**	**FeOtot**	**MnO**	**MgO**	**CaO**	**Na2O**	**K2O**	**ZnO**	**Nb2O3**	**Total**
magnetiitti	605558	0.00	0.47	0.04	0.01	0.70	92.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	93.65
magnetiitti	605557	0.00	0.21	0.08	0.08	0.80	92.73	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.91
magnetiitti	605557	0.00	0.36	0.08	0.07	0.77	92.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	93.72
magnetiitti	605557	0.00	0.27	0.08	0.08	0.78	91.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.01
magnetiitti	605557	0.01	0.30	0.12	0.08	0.76	92.21	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	93.49
magnetiitti	605557	0.00	0.20	0.08	0.03	0.82	92.09	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	93.24
magnetiitti	605557	0.00	0.16	0.10	0.04	0.82	92.50	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	93.65
magnetiitti	605557	0.00	0.38	0.09	0.05	0.83	92.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.64
magnetiitti	605557	0.02	0.26	0.11	0.04	0.83	93.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.32
magnetiitti	605557	0.00	0.25	0.08	0.03	0.81	92.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.56
magnetiitti	605557	0.00	0.40	0.06	0.05	0.78	92.76	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.07
magnetiitti	605557	0.00	0.16	0.06	0.04	0.75	92.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	93.40
magnetiitti	605557	0.01	0.20	0.06	0.04	0.76	92.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.33
magnetiitti	605557	0.03	0.17	0.08	0.06	0.78	92.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.27
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.27	0.00	0.01	0.26	47.97	1.45	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	99.02
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.20	0.00	0.00	0.23	48.02	1.40	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	98.96
ilmeniittilamelli	605558	0.01	49.79	0.00	0.01	0.23	47.58	1.47	0.09	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	99.25
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.25	0.00	0.00	0.19	47.92	1.46	0.06	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	98.92
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.13	0.00	0.00	0.19	47.95	1.44	0.10	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	98.82
ilmeniittilamelli	605558	0.01	49.11	0.00	0.01	0.28	48.12	1.46	0.13	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	99.14
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.26	0.00	0.00	0.26	47.73	1.44	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	98.80
ilmeniittilamelli	605558	0.00	48.88	0.00	0.00	0.23	48.36	1.47	0.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	99.07
ilmeniittilamelli	605558	0.00	48.92	0.00	0.00	0.22	48.28	1.46	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	98.95
ilmeniittilamelli	605558	0.00	48.93	0.00	0.00	0.21	48.30	1.44	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	98.98
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.40	0.00	0.00	0.21	47.55	1.44	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	98.82
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.78	0.00	0.00	0.22	47.78	1.49	0.17	0.02	0.00	0.00	0.03	0.04	99.52
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.39	0.00	0.00	0.27	47.75	1.44	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	99.04
ilmeniittilamelli	605558	0.00	49.67	0.00	0.00	0.23	47.82	1.44	0.18	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	99.39
ilmeniittilamelli	605558	0.01	49.45	0.00	0.00	0.21	47.96	1.46	0.16	0.05	0.00	0.01	0.03	0.00	99.33
ilmeniittilamelli	605558	0.03	49.31	0.00	0.00	0.21	47.79	1.42	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	99.00
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.93	0.00	0.00	0.16	48.31	1.12	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	99.61
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.40	0.00	0.02	0.18	48.35	1.13	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	99.18
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.12	0.00	0.00	0.21	48.53	1.15	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	99.08
ilmeniittilamelli	605557	0.02	49.07	0.00	0.00	0.22	48.20	1.13	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	98.71
Mineraali	**Hie_nro**	**SiO2**	**TiO2**	**Al2O3**	**Cr2O3**	**V2O3**	**FeOtot**	**MnO**	**MgO**	**CaO**	**Na2O**	**K2O**	**ZnO**	**Nb2O3**	**Total**
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.18	0.00	0.01	0.22	48.11	1.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.71
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.16	0.00	0.00	0.20	48.38	1.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.89
ilmeniittilamelli	605557	0.02	49.21	0.00	0.00	0.20	48.27	1.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.86
ilmeniittilamelli	605557	0.01	49.02	0.00	0.01	0.20	48.37	1.11	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	98.79
ilmeniittilamelli	605557	0.02	49.15	0.00	0.00	0.19	48.58	1.10	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	99.16
ilmeniittilamelli	605557	0.00	49.07	0.00	0.01	0.23	48.28	1.14	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.77
ilmeniittilamelli	605557	0.01	48.95	0.00	0.00	0.22	48.30	1.10	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	98.67
ilmeniittilamelli	605557	0.00	48.91	0.00	0.00	0.20	48.15	1.13	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	98.45

Liite 5

DDT - rikastus Geologian tutkimuskeskus, Espoo
Jukka Konnunaho
Hanke 2901007
24.10.2007

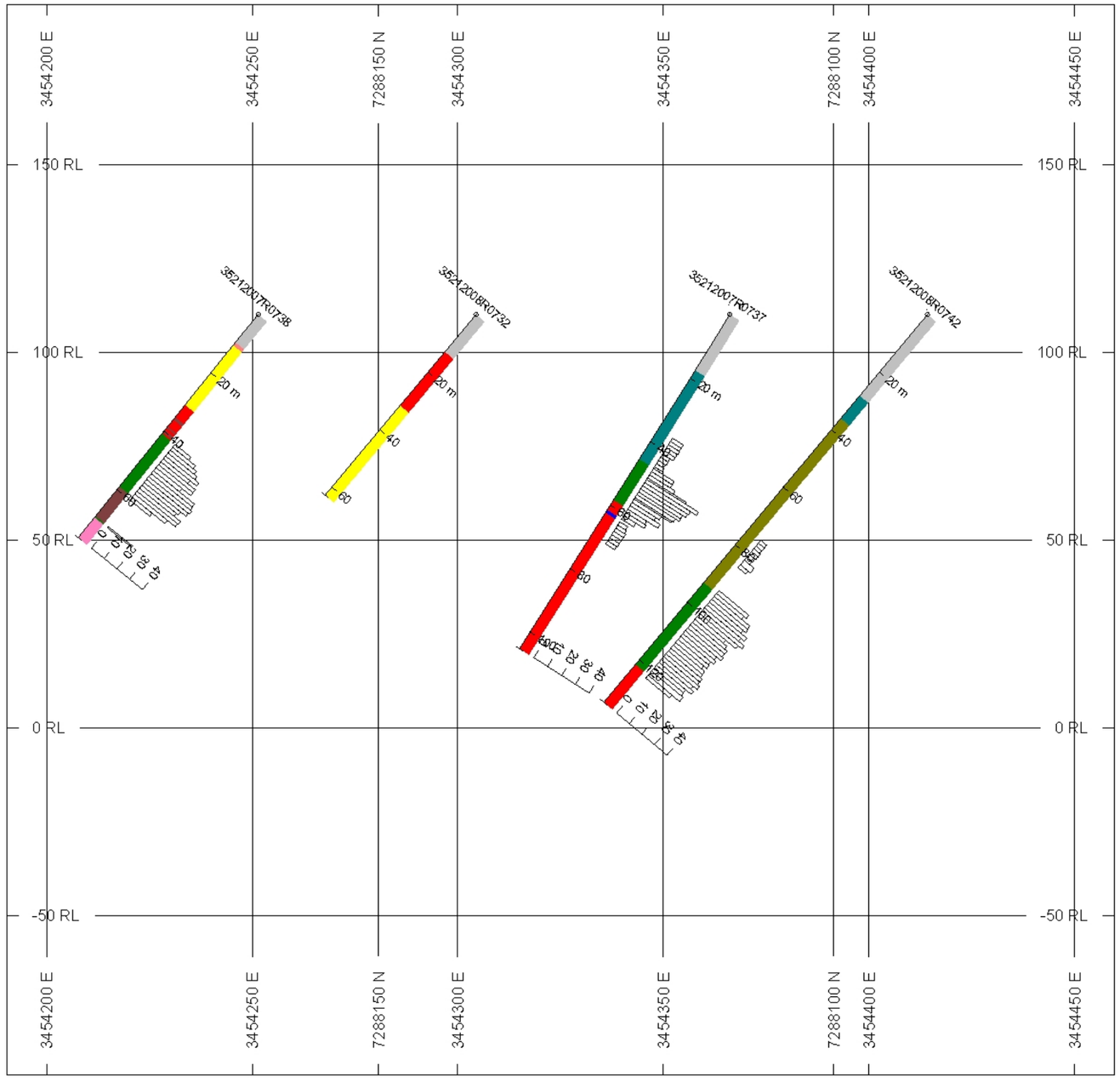
Ajo 1 (1.4 A ja 100 V)

Näytetunnus_DDT määritys		Näytenumero_analyysi	Näytteen paino	saanti g	%	Fe3O4 % (massa suskis)
L07127996	R 728/48.00-49.00	L06119451	20 g	4.55	22.8	34.1
L07127997	R 728/49.00-50.00	L06119452	20 g	4.29	21.5	30
L07127998	R 728/50.00-51.00	L06119453	20 g	3.39	19.7	32.2
L07127999	R 728/51.00-52.00	L06119454	20 g	3.93	19.7	30.9
L07128000	R 728/52.00-53.00	L06119455	20 g	3.63	18.2	31.5
L07128001	R 728/53.00-54.00	L06119456	20 g	3.83	19.2	31.8
L07128002	R 728/54.00-55.00	L06119457	20 g	4.09	20.5	34.3

Ajo 2 (1.8 A ja 115 V)

Näytetunnus_DDT määritys		Näytenumero_analyysi	Näytteen paino	saanti g	%	Fe3O4 % (massa suskis)
L07127996	R 728/48.00-49.00	L06119451	20 g	5.26	26.3	34.1
L07127997	R 728/49.00-50.00	L06119452	20 g	5.33	26.7	30

Liite 6a



HOLES PLOTTED

TOTAL 4

35212007R0737 35212007R0738 35212008R0732
35212008R0742

BAR GRAPHS	L/R	COL	RANGE
Fe2O3	R		Min 0

ROCK CODES Rocktype	PAT	LABEL
		Breksia
		Granitoidi
		Kalsiittijuoni
		Leukogabro
		Sarvivälkegabro
		Maata
		Gabro-dioriitti juoni
		Metadiabaasi
		Monzogabro-monzodioriitti
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

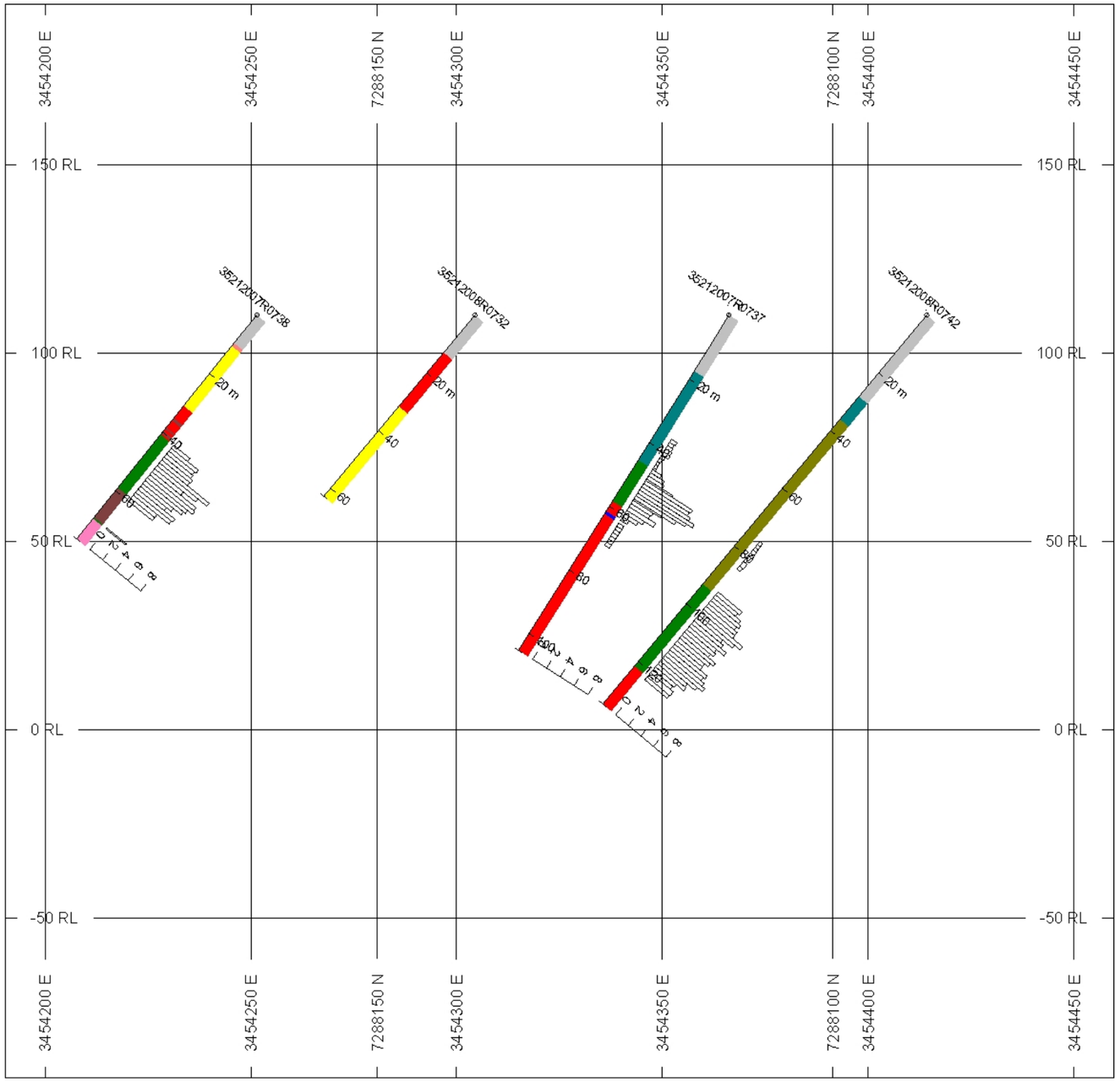
REF. PT. E, N	3454325 m	7288130 m
EXTENTS	295.4 m	285 m
SECTION TOP, BOT	192.5 m	-92.48 m
TOLERANCE +/-	24.15 m	

SCALE
(m)
-10 0 10 20 30 40 50

AZIMUTH = 114.3°
N
W E

Geologian tutkimuskeskus
Hautakangas North
7288130N SECTION

Liite 6b



HOLES PLOTTED

TOTAL 4

35212007R0737 35212007R0738 35212008R0732
35212008R0742

BAR GRAPHS	L/R	COL
TiO2	R	

ROCK CODES Rocktype	PAT	LABEL
		Breksia
		Granitoidi
		Kalsiittijuoni
		Leukogabro
		Sarvivälkegat
		Maata
		Gabro-dioriitti
		Metadiabaasi
		Monzogabro-r
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

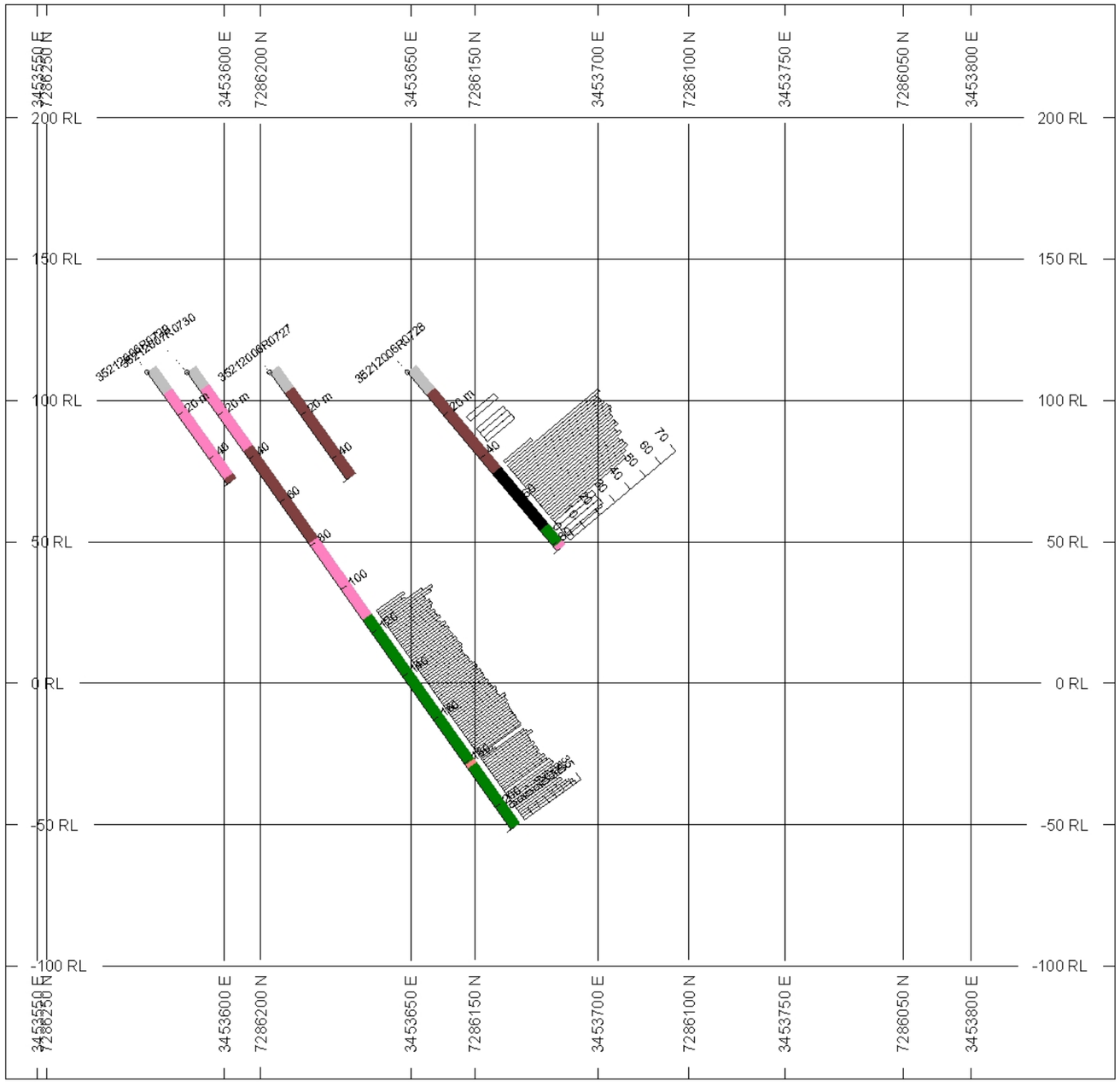
REF. PT. E, N	3454325 m	7288130 m
EXTENTS	295.4 m	285 m
SECTION TOP, BOT	192.5 m	-92.48 m
TOLERANCE +/-	24.15 m	

SCALE
(m)
-10 0 10 20 30 40 50
*unknown

AZIMUTH = 114.3°
N
W E

Geologian tutkimuskeskus
Hautakangas North
7288130N SECTION

Liite 7a



HOLES PLOTTED

TOTAL 4

35212006R0727 35212006R0728 35212006R0729
35212007R0730

BAR GRAPHS	L/R	COL	RANGE
Fe2O3	R		Min 0

ROCK CODES	PAT	LABEL
Rocktype		Granitoidi
		Maata
		Gabro-dioriitti juoni
		Metadiabaasi
		Oksidimalmi
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	3453690 m	7286130 m
EXTENTS	393.9 m	379.9 m
SECTION TOP, BOT	240 m	-140 m
TOLERANCE +/-	111 m	

SCALE

(m)

-10 0 10 20 30 40 50 60

AZIMUTH = 131.1°

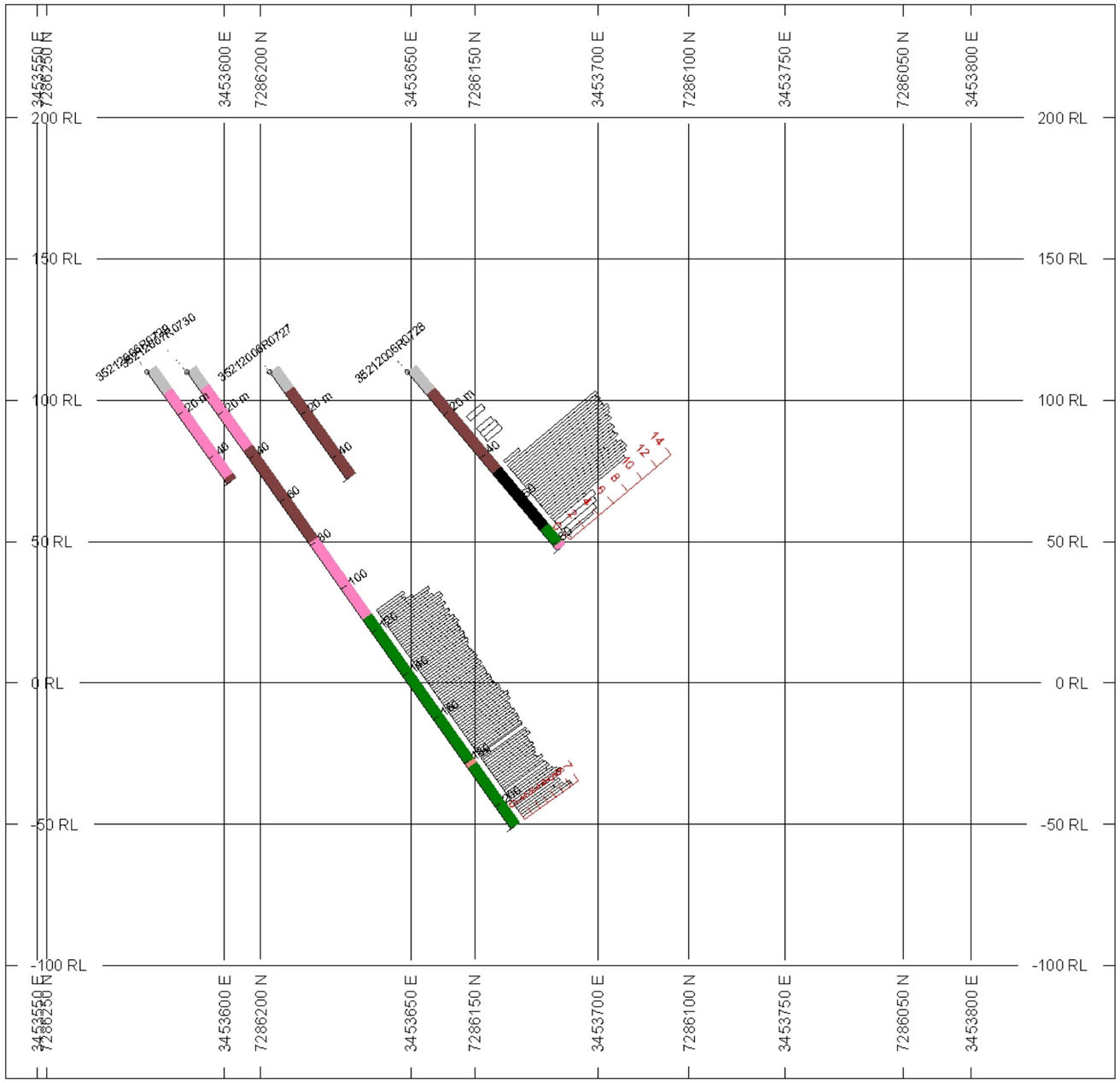
N W E

Geologian tutkimuskeskus

Hautakangas

7286130N SECTION

Liite 7b



HOLES PLOTTED

TOTAL 4

35212006R0727 35212006R0728 35212006R0729
35212007R0730

BAR GRAPHS TiO2	L/R	COL	RANGE
	R		Min 0

ROCK CODES Rocktype	PAT	LABEL
		Granitoidi
		Maata
		Gabro-dioriitti juoni
		Metadiabaasi
		Oksidimalmi
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	3453690 m	7286130 m
EXTENTS	393.9 m	379.9 m
SECTION TOP, BOT	240 m	-140 m
TOLERANCE +/-	111 m	

SCALE

(m)

-10 0 10 20 30 40 50 60

AZIMUTH = 131.1°

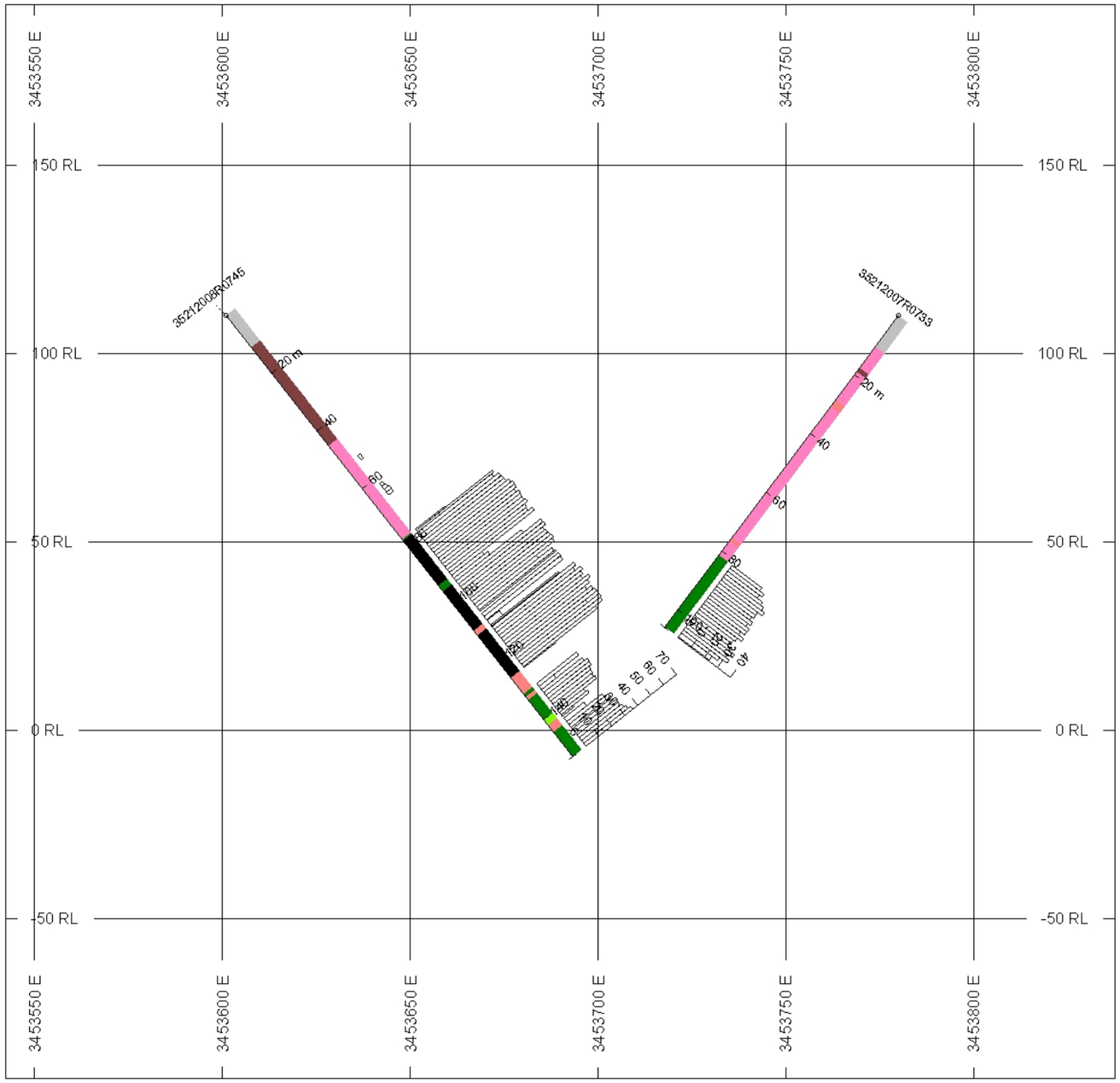
N W E

Geologian tutkimuskeskus

Hautakangas

7286130N SECTION

Liite 8a



HOLES PLOTTED

TOTAL 2

35212007R0733 35212008R0745

BAR GRAPHS	L/R	COL	RANGE
Fe2O3	R		Min 0

ROCK CODES	PAT	LABEL
Rocktype		Granitoidi
		Kvartsijuoni
		Pyrokseniitti
		Maata
		Gabro-dioriitti juoni
		Metadiabaasi
		Graniitti
		Oksidimalmi
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	3453690 m	7286330 m
EXTENTS	295.4 m	285 m
SECTION TOP, BOT	192.5 m	-92.48 m
TOLERANCE +/-	41.3 m	

SCALE

(m)

-10 0 10 20 30 40 50

AZIMUTH = 90°

N

W E

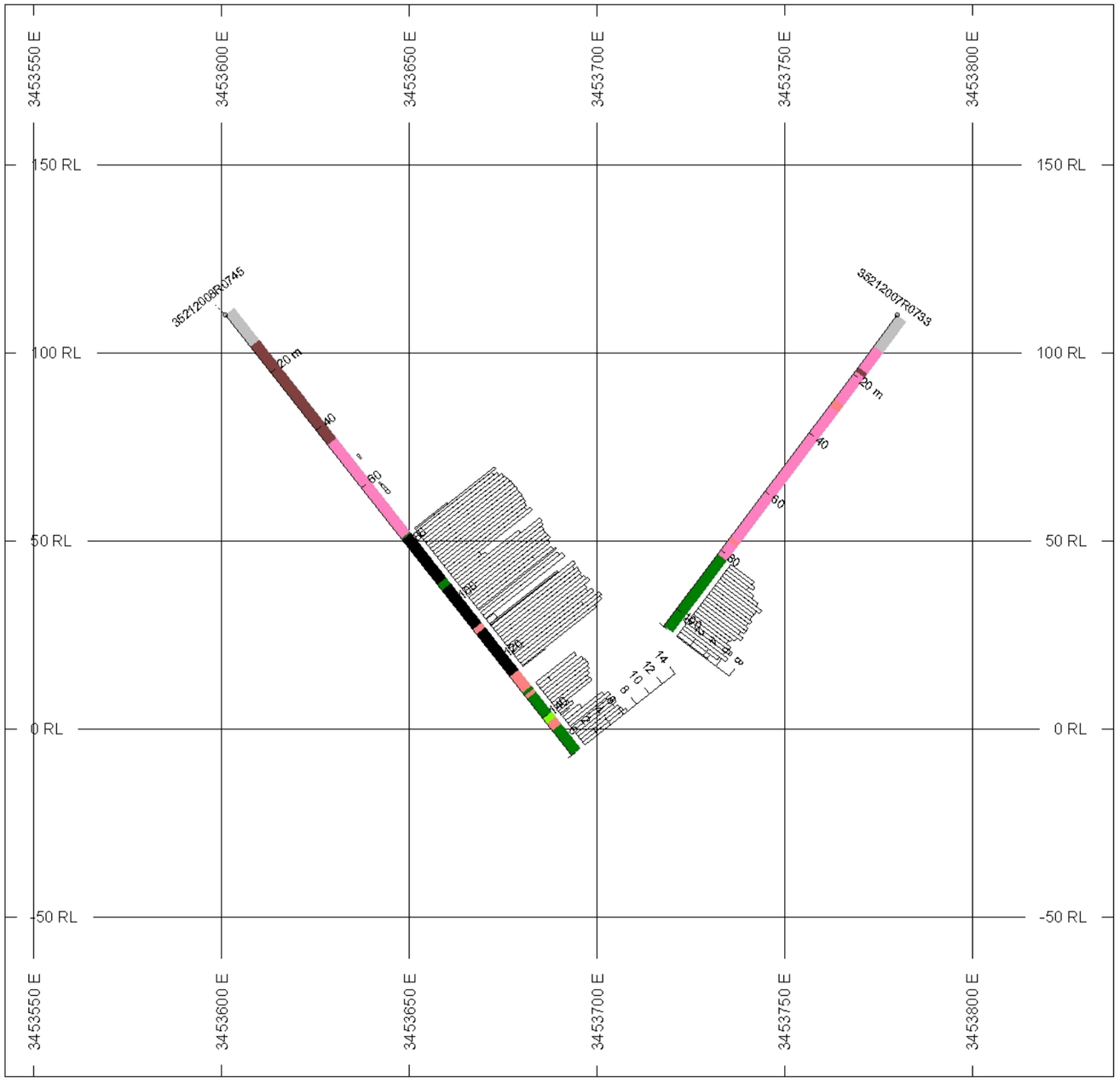
S

Geologian tutkimuskeskus

Hautakangas

7286330N SECTION

Liite 8b



HOLES PLOTTED

TOTAL 2

35212007R0733 35212008R0745

BAR GRAPHS	L/R	COL	RANGE
TiO2	R		Min 0

ROCK CODES Rocktype	PAT	LABEL
		Granitoidi
		Kvartsijuoni
		Pyrokseniitti
		Maata
		Gabro-dioriitti juoni
		Metadiabaasi
		Graniitti
		Oksidimalmi
		Oksidigabro

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	3453690 m	7286320 m
EXTENTS	295.4 m	285 m
SECTION TOP, BOT	192.5 m	-92.48 m
TOLERANCE +/-	36.15 m	

SCALE

(m)

-10 0 10 20 30 40 50

AZIMUTH = 90°

N

W E

S

Geologian tutkimuskeskus

Hautakangas

7286320N SECTION