

Geologian tutkimuskeskus  
Rovaniemen yksikkö  
M06/4614/2002/1/10  
Salla, Lehtomaa  
Tapani Mutanen  
14.3.2002

**TUTKIMUSTYÖSELOSTUS SALLAN KUNNASSA VALTAUSALUEILLA  
AHMALAMPI 1 (KAIVOSREKISTERINUMERO 5573/1), KIESKISJÄRVI 1-2  
(KAIVOSREKISTERINUMEROT 5574/1-2) JA KAPITVAARA 1-2  
(KAIVOSREKISTERINUMEROT 5572/1-2) TEHDYISTÄ  
MALMITUTKIMUKSISTA**

## GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

## KUVAILULEHTI

Päivämäärä 14.3.2002

Tekijät		Raportin laji	
Tapani Mutanen		Valtausraportti	
		Toimeksiantaja	
		Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi Tutkimustyöselostus Sallan kunnassa valtausalueilla Ahmalampi 1 (kaivosrekisterinnumero 5573/1), Kieskijärvi 1-2 (kaivosrekisterinumerot 5574/1-2) ja Kapitvaara 1-2 (kaivosrekisterinumerot 5572/1-2) tehdyistä malmitutkimuksista			
Tiivistelmä			
<p>GTK tutki Lehtomaan, Kieskijärven ja Kapitvaaran ultramafisia intruusioita vuosina 1991 ja 1993-1997. Lehtomaassa ja Kieskijärvellä tehtiin paljastumakartoitusta, koeojia ja maastogeofysikaalisia gravimetrisia, magneettisia ja sähköisiä VLF-R-mittauksia. Lehtomaassa kairattiin lyhyitä (yleensä alle 40 m) POKA-reikiä 48:ssa pisteessä, yhteensä 1266 m. Viidessä pisteessä ei päästy kallioon. Lisäksi kairattiin Lehtomaassa kolme syväkairausreikää, yhteensä 764 m. Serpentiiniiteihin liittyy korkeita Ni-pitoisuuksia (2000-2400 ppm), jotka aiheutuvat silikaattien (serpentiini ja oliviini) ja sekundaarin magnetiitin sisältämästä nikkelistä. Sulfidirikastumia tai merkittäviä arvometallipitoisuuksia ei tavattu. Eräs analyysi sulfidipitoisesta pyrokseeniitista antoi Cu 0.15 % ja Au 38 ppb. Pd-pitoisuudet olivat kontaminoituneissa gabroissa korkeimmat (7-19 ppb, max. 100 ppb). Pt oli aina matala, korkeimmillaan serpentiinitin (metaduniitin) alaosassa, 7-11 ppb. Eräässä koeojan näytteessä (peridotiitti) oli 108 ppb Au.</p> <p>Lehtomaan intruusiossa oliviinirikkaiden kivien (serpentiinitien, duniittien ja peridotiittien) ja mikrogabrojen pinta-ala on n. 5 km<sup>2</sup>, mutta kyseessä on vain osa ainakin 5 km pitkstä ja 0.5 km leveästä, juonimaisesta metapyrokseeniitti-intruusiosta. Lehtomaassa duniitit vaihettuvat vähitellen oliviinipyrokseeniitteihin ja pyrokseeniitteihin, nämä edelleen mikrogabroihiin ja happamiin metagabroihiin ja metagabrodiabaaseihin. Mikrogabroissa on paikoin tunnistettavia kvartsiitti- ja gneissimurskaleita.</p>			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.)			
Suomi, Salla, Lehtomaa, Kieskijärvi, Kapitvaara, nikkeli, kulta, platina, palladium, geofysiikka, timanttikairaus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä)			
Suomi, Lapin lääni, Salla, Lehtomaa, Kieskijärvi, Kapitvaara			
Karttalehdet			
4614 02, 4614 03, 4614 06			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
Malmiraportti		M06/4614/2002/1/10	
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Julaisuus
18 s. + 9 liitettä	Suomi		

Date March 14<sup>th</sup>, 2002

Authors		Type of report	
Tapani Mutanen		Claim report	
		Commissioned by	
		Geological Survey of Finland	
Title of report			
Exploration report of claims Ahmalampi 1 (mine reg.no. 5573/1), Kieskisjärvi 1-2 (mine reg. Numbers 5574/1-2) and Kapitvaara 1-2 (mine reg. Numbers 5572/1-2), in Salla, Finnish Lapland.			
Abstract			
<p>The Geological Survey of Finland explored the ultramafic intrusions of Lehtomaa, Kieskisjärvi and Kapitvaara in 1991 and 1993-1997. At Lehtomaa and Kieskisjärvi, outcrop mapping, trenches and ground geophysical surveys (gravity, magnetic, VLF-R) were done. At Lehtomaa shallow diamond core drill holes (depth generally less than 40 metres) were drilled at 48 points, totaling 1266 metres. At five points bedrock was not reached. Three deeper inclined diamond drill holes (totaling 764 metres) were also drilled at Lehtomaa. High Ni assays (up to 2000-2400 ppm) are associated with serpentinites, but these are due to Ni bound in silicates (olivine, serpentine) and secondary magnetite. No concentrations of sulphides nor any significant ore metal assays were encountered. One assay of sulphide-bearing pyroxenite showed 0.15 % Cu and 38 ppb Au. Concentrations of Pd were highest in contaminated gabbroic rocks (7-19 ppb Pd, max. 100 ppb). Pt was always low; highest Pt (7-11 ppb) was in the lower part of the serpentinite (metadunite). A trench sample (peridotite) assayed 108 ppb Au.</p> <p>In the Lehtomaa intrusion the total area of olivine-rich rocks (serpentinites, dunites and peridotites) and microgabbros is ca. 5 km<sup>2</sup>, but it is only part of the dyke-like metapyroxenite intrusion, with a width of ca. 0.5 km and length at least 5 km. At Lehtomaa the dunites grade over to olivine pyroxenites and pyroxenites, and these further to microgabbros and acid metagabbros and metagabbrodiabases. Xenoliths of quartzite and gneiss occur in places amongst microgabbros.</p>			
Keywords			
Finland, Salla, Lehtomaa, Kieskisjärvi, Kapitvaara, nickel, gold, platinum, palladium, geophysics, diamond core drilling			
Geographical area			
Finland, Province of Lapland, Salla, Lehtomaa, Kieskisjärvi, Kapitvaara			
Map sheet			
4614 02, 4614 03, 4614 06			
Other information			
Report serial		Archive code	
Exploration report		M06/4614/2002/10	
Pages	Language	Price	Confidentiality
18 p. + 9 app.	Finnish		

## YLEISTÄ

Valtaukset sijaitsevat Sallan kunnan eteläosassa karttalehtien 4614 02 (Ahmalampi 1), 4614 03 (Kieskisjärvi 1-2, Kapitvaara 1) ja 4614 06 (Kakitvaara 2) alueilla. Valtaus Ahmalampi 1 (Lehtomaan kohde) sijaitsee n. 10 km Hautajärven kylästä itään, Kieskisjärvi on n. 12 km ja Kapitvaara 18 km Hautajärvestä koilliseen. Lehtomaan ja Kieskisjärven kohteisiin pääsee Hautajärveltä itään päin menevää Niitselyksen tietä ja siitä pohjoiseen haarautuvia metsäautoteitä pitkin. Kapitvaara, n. 2 km Venäjän rajalta, on rajavyöhykkeellä ja n. 2 km metsäautotien päästä.

Lehtomaassa maasto on avosoiden, metsäisten soiden, kovan maan kumpareiden ja lampien kuviota; korkeus on n. 240 m mpy. Kieskisjärven valtausalue rajoittuu koillisessa Kieskisjärveen, valtausalue on kovia moreenimaita ja suota, ja sen korkeus on n. 265 m mpy. Kapitvaaran valtausalueella maasto on soita ja kovan maan kumpareita, korkeus n. 300 m mpy.

Lehtomaan intruusio näkyy selvästi korkea- ja matalalentogeofysikaalisilla kartoilla magneettisena anomaliana. Intruusion oliviini-serpentiinirikkaita ultramafisia kiviä ja alueen paksua metapyrokseeniittista juonta kuvasi tutkimusraportissaan Manninen (1991). Manninen (1991) mainitsee myös Kieskisjärven emäksisen intruusion. Kieskisjärven ja Kapitvaaran ultramafiset intrusioidet näkyvät hyvin magneettisina anomalioina, mutta niitä ei tietääkseni ole aiemmin tarkemmin tutkittu.

Tein syksyllä 1991 ja v. 1993 muutamia tutustumiskäyntejä Lehtomaan intruusion alueella. Eräs Cr-magneetiittiraitainen, hiukan sulfidipitoinen paljastuma (näyte TM-91-32) oli viitteenä, että intruusiosta on saattanut olla malmeja (Ni-Cu, PGE-Au) synnyttäviä prosesseja. Systemaattisen geologisen kartoituksen alueella teki vuosina 1994-1997 Jorma Palmén, joka tutki Lehtomaan ja Kieskisjärven geologiaa pro gradu -työtään varten (Palmén, 1997).

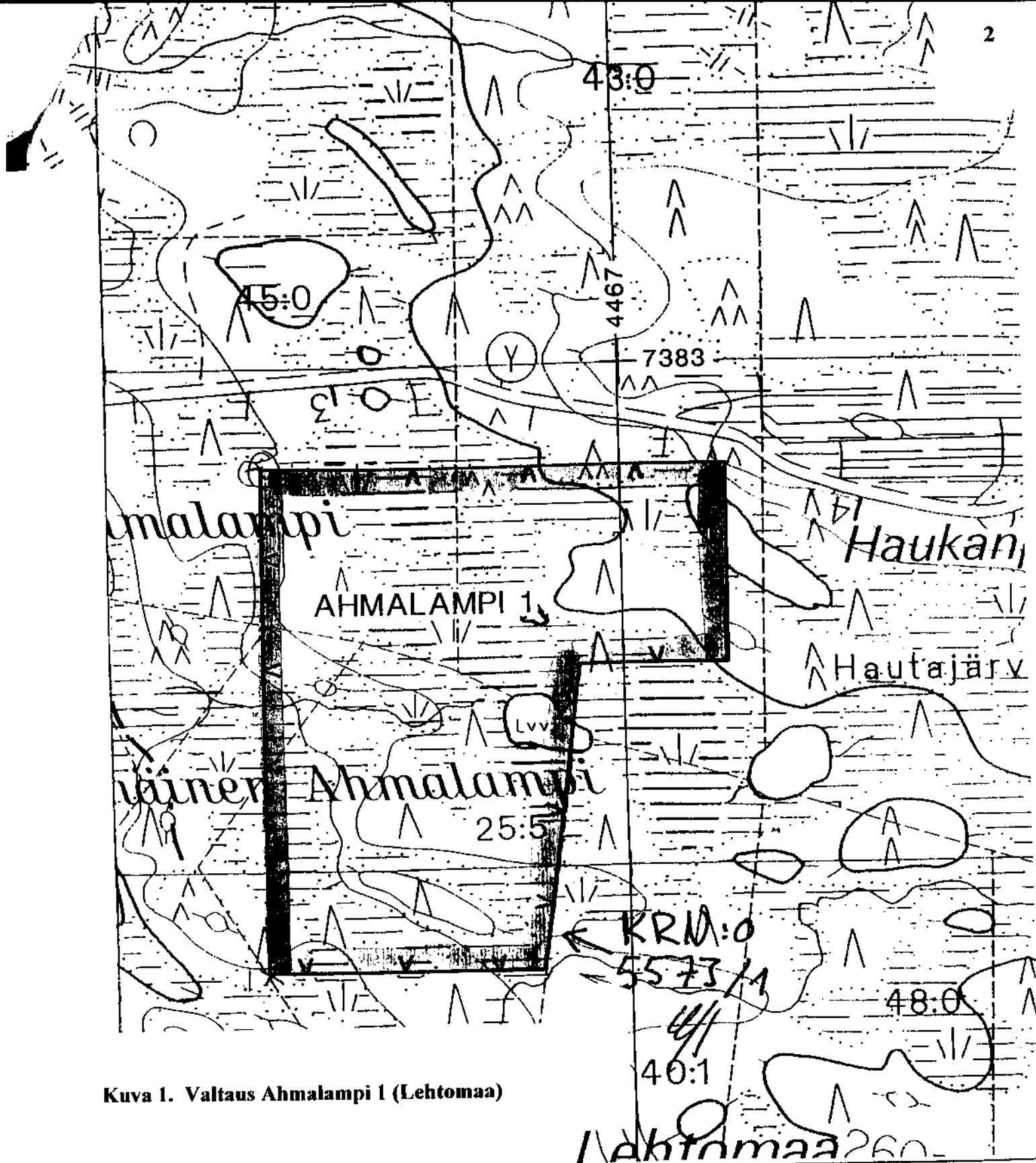
Valtauskartat on esitetty kuvissa 1 – 3.

## GEOLOGINEN KARTOITUS

Kalliopaljastumiin, koejiin ja POKA-kairauksiin perustuva geologinen kuvaus on tarkemmin esitetty Jorma Palménin (näytetunnus: JAP) pro gradutyössä (Palmén, 1997, Lehtomaan intruusion kartta tässä työssä kuva 2), johon seuraava yleiskuvaus osittain perustuu. Tämän jälkeen tehtyjen syväkairausten (R301 – R303) tulokset ovat täydentäneet ja tarkentaneet kuvaa Lehtomaan intruusiosta. Lehtomaan ja Kieskisjärven oliviini-serpentiinirikkaiden kivien esiintymistä kuvaavat parhaiten näiden kohteiden maastomagneettiset kartat (Lehtomaa, liite 1, Kieskisjärvi, liite 5). Koejat on merkitty magneettisten karttojen mustavalkoisille kopioille ja esitetty kuvassa 4 (Lehtomaa) ja kuvassa 5 (Kieskisjärvi).

Jorma Palménin havaintojen lisäksi Lehtomaan alueelta ovat näytteet TM-91-32 ja –33, ja TM-93-4.





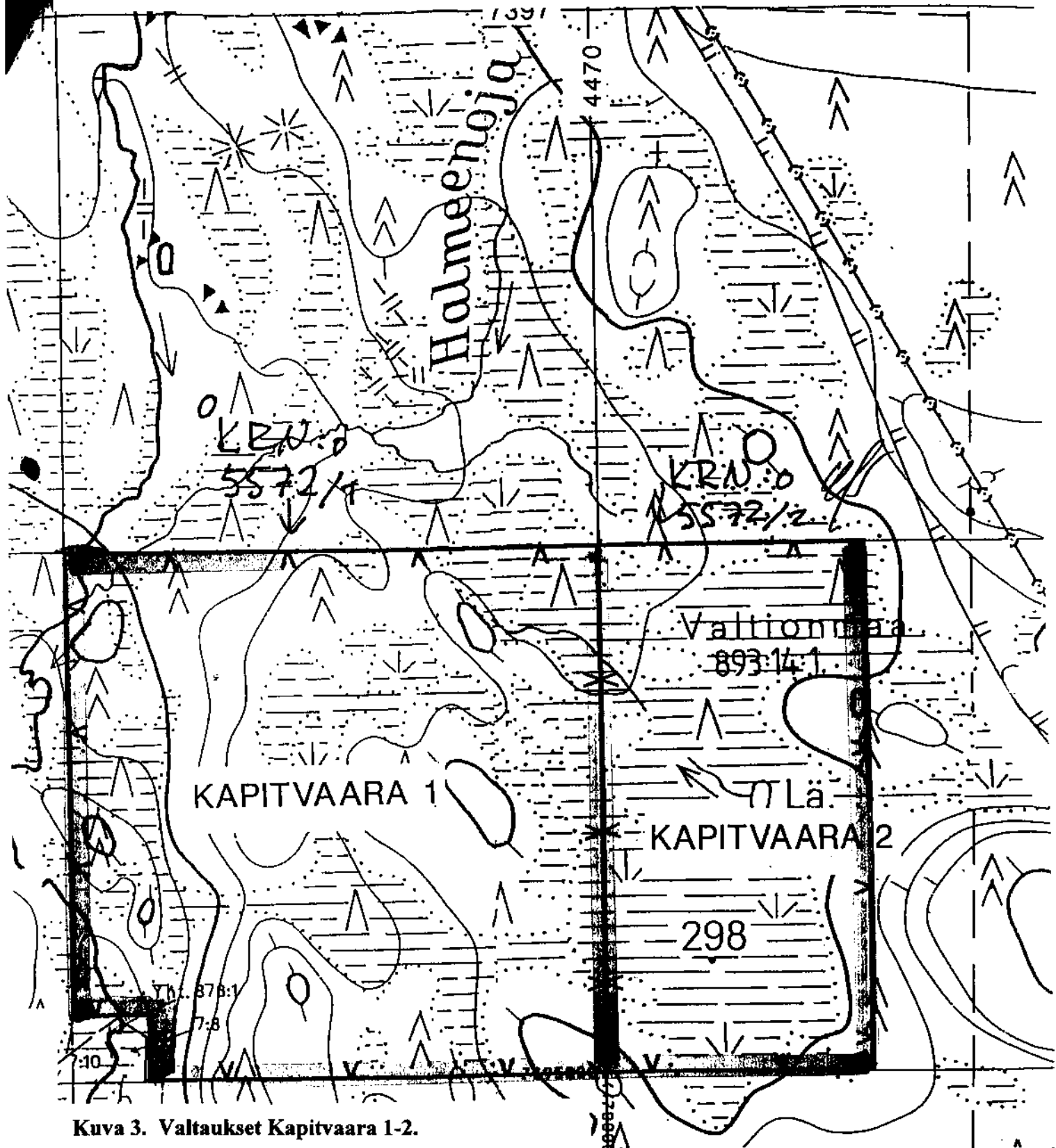
Kuva 1. Valtaus Ahmalampi 1 (Lehtomaa)

<p>⌵ Valtausalueen raja</p>	<p>GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS Pohjois-Suomen aluetuimisto</p>	<p>1:10000</p>
<p>--- Tilanraja - - - Kylänraja - - - Kunnanraja</p>	<p>Kartta AHMALAMPI 1 -nimisestä valtausalueesta Sallan kunnan Hautajärven kylässä Lapin läänissä</p>	<p>Mo6.1/4614 02C /-94</p>



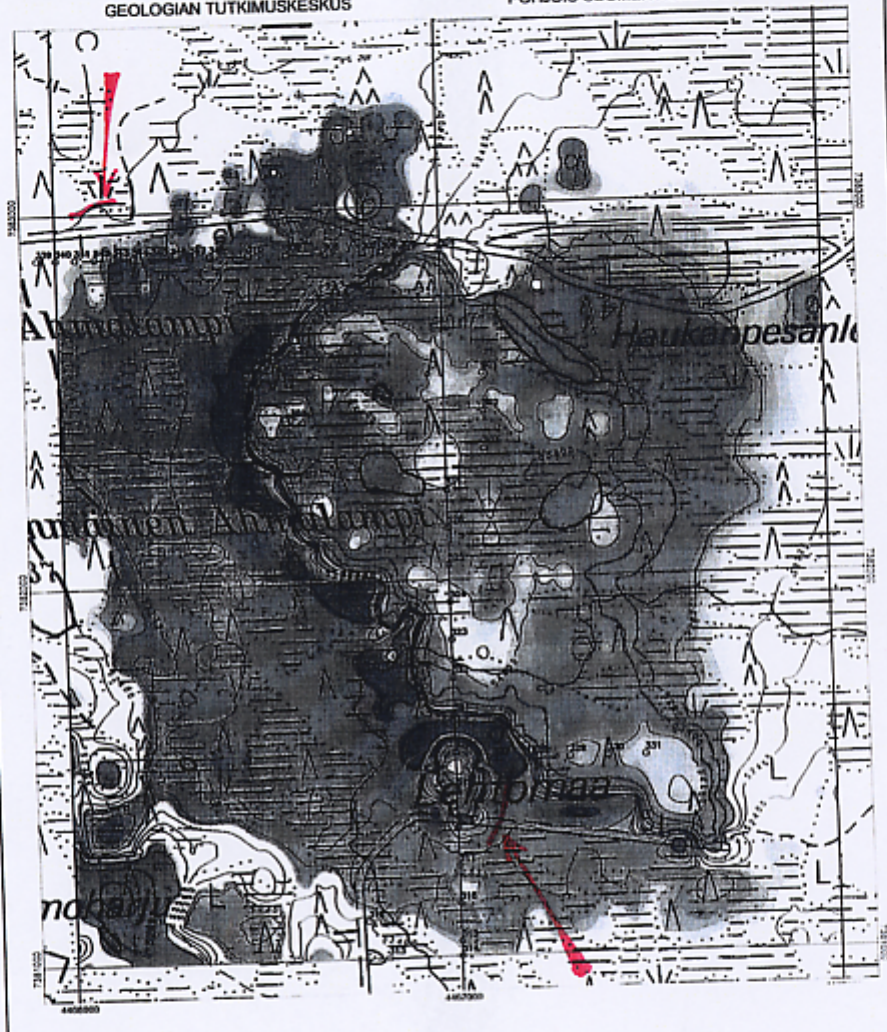
Kuva 2. Valtaukset Kieskisjärvi 1-2.

<p>⌘ Valtausalueen raja</p>	<p>GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS Pohjois-Suomen aluetuimisto</p>	<p>1:10000</p>
<p>--- Tilanraja</p> <p>— Kylänraja</p> <p>- - - Kunnanraja</p>	<p>Kartta KIESKIJÄRVI 1-2 -nimisistä valtausalueista Sallan kunnan metsähallinnon Ylikemin hoitoalueella valtionmaalla Lapin läänissä</p>	<p>Mo6.1/4614 03C /94</p>



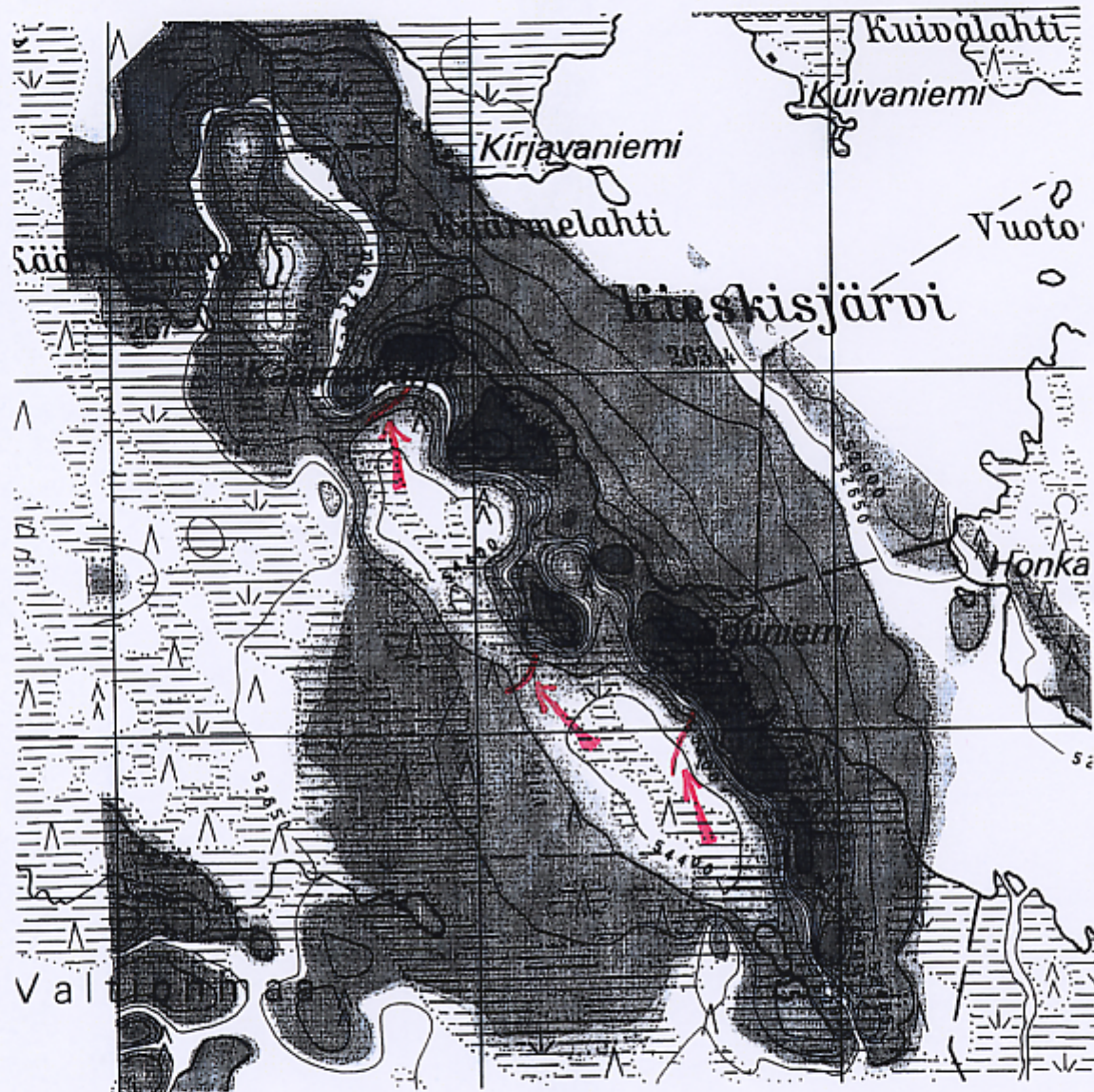
Kuva 3. Valtaukset Kapitvaara 1-2.

<p>Valtausalueen raja</p>	<p>GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS Pohjois-Suomen aluetuimisto</p>	<p>1:10000</p>
<p>— Tilanraja</p> <p>— Kylänraja</p> <p>— Kunnanraja</p>	<p>Kartta KAPITVAARA 1-2 -nimisistä valtausalueista Sallan kunnan metsähallinnon Ylikemin hoitoalueella valtionmaalla Lapin läänissä</p>	<p>Mo6.1/4614 06B 4614 03A</p>



Kuva 4. Salla, Lehtomaa, koejat (punaisella, punainen osoitinnuoli).  
Pohjana magneettinen kartta. Mittakaava 1:20 000.





Kuva 5. Salla, Kieskisjärvi, koejat (punaisella, punainen osoitinnuoli).  
Pohjana magneettinen kartta. Mittakaava 1:20 000.

Kapitvaaran kohteesta tunnetaan vain kolme paljastumaa.

Lehtomaan intruusion pinta-ala nykyisessä maan pinnan leikkauksessa on n. 5 km<sup>2</sup>, jolloin mukaan on laskettu mikrogabro. Intruusion oliviinipitoinen ultramafinen osa näkyy hyvin magneettisena anomaliana, jonka aiheuttaa pelkästään oliviinista syntynyt sekundaari magnetiitti. Tämä osa näkyy myös positiivisena painovoiman Bouguer-anomaliana; tässä on tosin muistettava että oliviinipitoiset ultramafiitit eivät ”koko voimallaan” vaikuta Bouguer-anomaliaa lisäävästi, vaan alkujaan oliviinirikkailla, voimakkaasti serpentiiniytyneillä osilla on Bouguer-anomaliaan ”neutraloiva” vaikutus. Magneettinen kappale (eli intruusion oliviinipitoiset kivet) painuu koilliseen.

Etelä-, länsi- ja luoteisosassa Lehtomaan intruusion ultraemäksinen osa rajoittuu mikrogabroihin, itä- ja pohjoisosassa luode-kaakkosuuntaiseen metapyrokseeniittiin. Pintahavaintojen mukaan (Palmén, 1991, kuva 2) koillisosassa ultramafinen osa vastaa suoraan emäksisiin vulkaniitteihin, mutta R303:n leikkaus osoittaa, että täälläkin oliviinipitoisen peridotiitin ja vulkaniitin välissä on n. 30 m:n paksuinen metapyrokseeniitti. Kartoituksessa paljastumista on otettu n. 100 näytettä. Lehtomaassa on tehty kaksi koeojaa, toinen eteläosassa ultramafiittien ja mikrogabron poikki, toinen luoteisosassa mikrogabron ja mikrogabrobreksian alueella. Tutkimusojista on otettu näytteet n. 2 m:n välein.

Lehtomaan kartoituksessa on paljastumista otettu näytesarjat JAP-94-1.1 – JAP-94-42.1 ja JAP-95-35.1 – JAP-95-35.3. Kieskijärven kohteesta on näytteet JAP-94-59 – JAP-94-70. Kieskijärven alueen lohkenäytteet ovat JAP-95-28.1 – JAP-95-28.5. Kapitvaaran kohteesta on näytteet JAP-95-15.1 – JAP-95-22. Kieskijärven pohjoisemmasta koeojasta on näytesarja JAP-95-29.1 – JAP-95-29.20. Kieskijärven keskimmäisestä tutkimusojasta on näytesarja JAP-95-33.1 – JAP-95-33.16. Kieskijärven eteläisimmästä koeojasta on näytteet JAP-95-34.1 – JAP-95-34.14. Lehtomaan intruusion eteläosassa olevasta koeojasta on näytesarja JAP-95-32.1 – JAP-95-32.115. Lehtomaan intruusion paljastumanäytteiden koordinaatit on liitteessä 9.

Kaikista paljastuma- ja koeojanäytteistä on tehty kokokivianalyysit (XRF) ja osittaisanalyyseja (ICP), molempia 216:sta näytteestä, sekä kiillotetut ohuthieet (n. 300 kpl). Mineraaleista on tehty lukuisia SEM EDS –analyyseja (ks. Palmén, 1997).

Metapyrokseeniitti on epämagneettinen, paljastumakartoituksen mukaan 0.5 – 0.6 km leveä ja luode-kaakkosuunnassa ainakin 5 km pitkä (Manninen, 1991). Lounaassa oliviinikiviä reunustava mikrogabro on yli 250 m leveä. Metsäautotien varressa mikrogabrossa on murskaleina osittain sulaneita vulkaniitteja, kvartsiittia ja vaaleita karkeita kiviä, jotka vaikuttavat ”vanhan pohjan” granitoideilta. Näiden kivien zirkonista on aloitettu SIMS-ikäystutkimus (Palmén & Mänttari).

GTK:n Lapin vulkaniittiprojektin näyteaineistosta on Lehtomaan oliviinirikkaista peridotiiteista tehty mineraalien mikroanalyyseja näytteestä LVP-417-88, näyte 24. Niiden mukaan oliviini sisältää 79.3 – 82.7 % forsteriittikomponenttia. Tämä tarkoittaa, että basalttisten sulien tavallisilla FeO-pitoisuuksilla ja happipaineilla

oliviini on kiteytynyt melko tavanomaisesta basaltista, ei esim. komatiittisulasta. Oliiviinin NiO vaihteli 0.17 – 0.31 %, augiitin  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  0.89 – 0.92 %; plagioklaasi sisälsi 64 – 65 % anortiittikomponenttia.

## MAASTOGEOFYSIIKKA

Lehtomaan ja Kieskijärven alueilla on tehty magneettisia, gravimetrisia ja sähköisiä mittauksia. Nämä kartat on liitteinä: Lehtomaa, magneettinen (liite 1), Lehtomaa, gravimetrinen (liite 2), Lehtomaa, VLF-R, ominaisvastus (liite 3), Lehtomaa, VLF-R, vaihekulma (liite 4), Kieskijärvi, magneettinen (liite 5), Kieskijärvi, gravimetrinen (liite 6), Kieskijärvi, VLF-R, ominaisvastus (liite 7) ja Kieskijärvi, VLF-R, vaihekulma (liite 8). Karttoihin on merkitty POKA- ja syväkairausreiät.

Lehtomaan intruusion oliviinirikas osa (serpentiinitteja, duniitteja, oliviinipitoisia peridotiitteja ja metaperidotiitteja) tulee hyvin näkyviin voimakkaana magneettisena anomaliana (n. 2000 nT). Tämän magneettisen kappaleen lounaispuolella oleva negatiivinen anomalia ja koilliseen hiljalleen vaimeneva magneettinen anomalia osoittavat, että magneettinen kappale painuu verraten loivasti koilliseen (liite 1). Koska ultramafiitit ovat pitkälle serpentiiniytyneitä, ei alkujaan oliviinirikas osa näy ollenkaan painovoiman Bouguer-anomaliana (ks. liite 2). Itse asiassa ultramafiitin paksuin osa (Haukanpesälammesta länsilounaaseen) antaa heikosti negatiivisen painovoiman jäännösanomalian. Lehtomaan intruusio sijoittuu laajemman (alueellisen) painovoima-anomalian lounaislaidalle. Täällä isokäyrät ovat likimain paksun metapyrokseeniittiyksikön suuntaisia. Haukanpesälammen ja intruusion länsikontaktin väliin jää profiileittain tarkasteltaessa painovoiman positiivinen jäännösanomalia, mutta se heijastaa todennäköisesti alla olevaa metapyrokseeniittia tai muuta raskasta (mutta epämagneettista) ultramafista kappaletta.

Kieskijärvellä serpentiiniytyminen on edennyt niin pitkälle, että koko ultramafiittijakso Käärmelammelta kaakkoon (2.5-3 km) näkyy maanpintaleikkauksessa painovoiman negatiivisena jäännösanomaliana.

Lehtomaan ja Kieskijärven serpentiiniteillä on verraten matala ominaisvastus (liitteet 3 ja 7). Lehtomaan tapauksessa on varmuudella voitu todeta mikroskooppisesti, että serpentiiniteissä esiintyy yleisesti grafiittia pirotteenä, pirotejuonina ja ohuina, massiivisina juonina. Kieskijärven ultramafiitin kohdalle osuu selvä, yhtenäinen vaihekulma-anomalia ja matalan ominaisvastuksen anomalia.

Grafiitin esiintyminen, ilman sulfidia (ts., muualla kuin ns. mustaliuskeissa) on paljon yleisempää kuin luullaankaan. Erityisesti emäksisissä ja ultramafisissa magmasyntysisissä kivissä grafiittia tapaa usein joko sulaan liuenneesta hiilestä suoraan kiteytyneenä tai ”refraktoreina” ksenoliitteina (Keivitsa). Serpentiiniteissä grafiitin syntyminen liittyy oliviinin hydratutumiseen  $\text{H}_2\text{O}$ - $\text{CO}_2$ -fluidin vaikutuksesta hapetus-pelkistysreaktiossa; tällöin  $\text{CO}$ - $\text{CO}_2$ -fluidi hapettaa oliviinin fayaliittiosan ferroraudan ferriraudaksi (josta syntyy serpentiiniteille ominainen sekundaari magnetiitti) ja samalla hapteen sitoutunut hiili pelkistyy.  $\text{CO}_2$ -fluidien käsittelemässä

duniiteissa grafiitin esiintymisen pitäisi olla pikemmin sääntö kuin poikkeus. Magmaattisissa oloissa vastaava reaktio tuottaa grafiittipitoisia perkniittisiä kiviä, joita esiintyy mm. Etelä-Suomen Ni-malmipitoisissa intruusioissa. Tällöin hiilestä vapautunut happi ja magmassa oleva (siihen joutunut)  $H_2O$  tuottavat reaktiossa oliviinista magnetiittia, enstatiittia ja magmaattista sarvivälkettä.

Lehtomaan ja Kieskisjärven sähköisissä kartoissa (liitteet 3, 4, 7 ja 8) olevat johtavuusanomaliat (ominaisvastus ja vaihekulma) jäävät osittain vastausta vaille. Lehtomaan ultramafiitin lounaispuolella on luode-kaakkosuuntainen johtava vyöhyke, mutta siihen kairatuissa POKA-rei'issä (R312, R313) ei päästy kallioon, ja siten sähkönjohtavuuden aiheuttajaa ei saatu selville. Lehtomaan ultramafiitin pohjoispuolella olevalle laaja-alaiselle vaihekulma-anomalialle ei myöskään löydy selitystä. POKA-reikien mukaan tällä alueella kivet ovat oliviinipitoisia tai oliviinittomia pyrokseenikumulaatteja

## LEHTOMAA

### Porauskairaukset (POKA)

Vuonna 1996 kairattiin Lehtomaan alueella 48 POKA-reikää (R301 – R348/96), yhteensä 1266.00 m. Näistä rei'istä vain kaksi (R301, R302) olivat valtausalueella, muut reiät sijoittuivat valtaukselta kaakkoon ja pohjoiseen. Viidellä kairauspisteellä (R312-R314, R335, R336) ei päästy kallioon. Kaikki reiät olivat pystyreikiä. Reikien pituudet maakairauksineen olivat yleensä n. 40 m (vaihtelu 20.50 – 42.10 m). Maakairausvyvydet olivat yleensä 1 – 12 m (vaihtelu 0.7 – 21 m). Reikien X-Y – koordinaatit ja syvyydet ovat taulukossa 1. Reiät on myös merkitty geofysikaalisiin karttoihin (liitteet 1-4). Rei'istä on tehty 342 kiillotettua ohuthiettä ja 7 pintahiettä. Käytetty terätkoko oli T46. Kairaukset tehtiin GTK:n Pohjois-Suomen aluetoimiston omana työnä.

POKA-rei'istä tehdyt kemialliset analyysit on lueteltu kappaleessa ”Kemialliset analyysit”.

POKA-reiät tehtiin itä-länsi- tai pohjoinen-etelä –suuntaisilla profiileilla. Kairausten tarkoituksena oli selvittää kohteen huonosti paljastuneiden osien kallionpintageologiaa.

Valtausalueella olevat POKA-reiät R301 ja R302 ja R303 (R302:sta 100 m etelään) sijoittuvat magneettisen anomalian ydinosaan, ja niissä kivet olivat oliviini-serpentiinirikkaita peridotiitteja (MgO n. 34 %, Ni 1300-1500 ppm). POKA-reiät R311, R325 ja R326 tästä etelään kulkevalla profiililla, samoin magneettisen anomalian alueella, ovat erittäin Mg-Cr-Ni-rikkaita duniitti-serpentiiniittejä (MgO jopa 35-36.6 %, Cr 0.5-0.62 % ja Ni 0.2-0.24 %). Valtauksen pohjoispuolella R304:ssä ja R305:ssä kivet ovat alkuperältään plagioklaasipitoisia oliviinipyrokseeniittejä; näistä länteen olevissa R306-307:ssä kivet ovat verraten plagioklaasirikkaita metapyrokseeniittejä. Sen länsipuolella R308:ssa oli alussa (n. 34 m:iin ?) verraten hapan (kontaminoitunut ?) metagabro, lopussa n. 5 m meta-oliviinipyrokseeniittia.



Edelleen länteen mentäessä R309-R310:ssä kivet ovat koostumukseltaan metaoliviinipyrokseeniitteja. R310:stä länteen on reikäsarja R348-R332, joka juoksee länteen ”takaperin”, pienenevän reikänumeron suuntaan. R348:ssa kivi on intermediaarista (andesiiitti-basalti,  $\text{SiO}_2$  56-57 %) mantelikiveä, joka kuitenkin mikroskooppisesti on rakenteeltaan gabromaista (metadiabaasi ?). Tästä länteen R347:ssä kivi on hieman emäksisempää metadiabaasia. Edelleen länteen mentäessä R346:ssa kivi on edelleen  $\text{SiO}_2$ -rikasta (53.5-55.5 %), mutta Mg- ja Cr-pitoisuudet ovat kohtalaisen korkeita. Kivessä on happamia ksenoliitteja, ja jää ihmeteltäväksi, mikä osa mantelikiviksi nimettyjen kivien manteleista onkin happamia ksenoliitteja (kvartsiitteja, granitoideja), joita näillä seuduilla on koejassa hyvin näkyvissä. Tästä 50 m länteen R345:ssä kivet ovatkin jo metagabroja, meta-melanogabroja ja plagioklaasipyrokseeniitteja. Edelleen 50 m länteen (R344) kivet ovat koostumukseltaan melagabroja, meta-plagioklaasipyrokseeniitteja ja oliviinipyrokseeniitteja. Näitä on myös R343:ssa (50 m länteen), mutta alaosassa (n. 31.70 m:stä) on intermediaaria, Mg-Cr-köyhää, koostumukseltaan andesiittidasiittista kiveä. Niin kuin usein muuallakin, nämä ovat kohteen Pd-rikkaimpia kiviä (Pd 7-14 ppb). Samantapaisia happamia ( $\text{SiO}_2$  52-60 %) tai ”hapantuneita” (kontaminoituneita ?) kiviä on R342:ssa; myös tässä Pd-taso on kohonnut (yl. 6-19 ppb). Edelleen länteen mentäessä R341:ssa on samantyyppinen mutta hieman edellistä emäksisesti kivi. R340:ssä kivi on edelleen hapan ( $\text{SiO}_2$  52-56 %) mutta Mg-Cr-Ni-pitoisuuksien mukaan tämä on kontaminoitunut pyrokseenikumulaatti. Samantapainen pyrokseenikumulaatti on R339:ssä; tässä on lisäksi sulfideja, joissa on parhaimmillaan Cu 0.15 % ja Au 38 ppb. Rei’issä R338 ja R337 kivet vastaavat koostumukseltaan kontaminoituneita gabroja. Rei’issä R336 ja R335 ei tavoitettu kalliota. Profiilin länsipäässä (R334 – R332) kivet ovat koostumukseltaan kontaminoituneita gabroja ( $\text{SiO}_2$  54-58 %, MgO 3.7-6.3 %, Cr 32-265 ppm). Lehtomaa-nimisen kumpareen länsiosassa kulkee etelästä pohjoiseen POKA-profiili R315-324. Profiilin eteläpäässä (R315-R318) kivi on raportoitu intermediaariseksi; se on kuitenkin melko MgO-rikasta (4.1-8.2 %) ja myös Cr on kohtalaisen korkea (62-565 ppm). Kyseessä voi olla kontaminoitunut chill-kivi (mikrogabro). Näistä pohjoiseen kairatut reiät R319 ja R320 osuivat Lehtomaan yhtenäisen magneettisen ultramafiittialueen eteläpuolella olevaan yksittäiseen magneettiseen anomaliaan. Kivi olikin metaperidotiitti, ilmeisesti alkujaan oliviinipitoinen, jopa oliviinirikas (MgO 21-30 %). R321:ssä on kontaminoitunutta mikrogabroa (MgO 6.1-11.6 %, Cr 220-800 ppm) ja vähän oliviinipyrokseeniittia. Seuraavat reiät (R322 ja R323) tästä pohjoiseen ovatkin jo magneettisen pääanomalian alueella, ja kivet niissä olivat metaperidotiittia; R324:n alussa on plagioklaasirikkaita pyrokseenikumulaatteja (metapyrokseeniitteja), reiän lopussa n. 7 metriä metaperidotiitteja. Profiili R327-331 on tehty Lehtomaan pohjoispäähän, reikänumerot juoksevat lännestä itään. R327:n alkuosa on plagioklaasipitoisia pyrokseenikumulaatteja, loppuosa (n. 21 m:stä alkaen) heterogeenisiä kontaminoituneita mikrogabroja, metadiabaaseja ja intermediaarisia juonikiviä. Reiän R328 alkuosa ja reiät R329-R331 ovat serpentiniittejä, vain R328:ssa on pääosin metaoliviinipyrokseeniitteja. Merkittävää sähköisen geofysikaalisen tulkinnan kannalta on, että serpentiniiteissä on grafiittia pirotteena ja juonina.

## Taulukko 1

**Salla, Lehtomaa. Porauskaivaukset 1996**

Reikänumero (R/96)	X	Y	Syvyys, m
301	7382.550	4467.100	38.70
302	7382.450	”	40.60
303	7382.350	”	36.00
304	7382.880	4467.000	37.50
305	”	4466.900	38.00
306	”	4466.850	37.50
307	”	4466.800	40.20
308	”	4466.700	39.90
309	”	4466.600	32.70
310	”	4466.500	39.00
311	7382.240	4467.000	40.00
312	7381.100	4466.760	- -
313	7381.000	4466.810	- -
314	”	4467.000	- -
315	7381.040	”	39.90
316	7381.140	”	40.10
317	7381.240	”	40.50
318	7381.340	”	41.60
319	7381.440	”	41.00
320	7381.540	”	40.50
321	7381.640	”	39.60
322	7381.740	”	42.10
323	7381.840	”	41.10
324	7381.940	”	41.70
325	7382.040	”	40.40
326	7382.140	”	40.20
327	7381.520	4467.100	40.40
328	”	4467.200	42.10
329	”	4467.300	40.10
330	”	4467.400	40.80
331	”	4467.500	40.50
332	7382.880	4465.600	38.90
333	”	4465.650	39.60
334	”	4465.700	40.60
335	”	4465.750	21.00
336	”	4465.800	20.50
337	”	4465.850	39.50
338	”	4465.900	28.40
339	”	4465.950	40.90
340	”	4466.000	41.90
341	”	4466.050	41.10
342	”	4466.100	39.90
343	”	4466.150	40.30
344	”	4466.200	40.00
345	”	4466.250	40.20
346	”	4466.300	40.60
347	”	4466.350	40.50
348	”	4466.400	40.00

## Syväkairaukset

Keväällä 1998 kairattiin Lehtomaan kohteeseen kolme syväkairausreikää (taulukko 2). Näistä R301/98 ja R302/98 kairattiin peräkkäin profiiliin ultramafisen kappaleen magneettisen osan länsikontaktin läpi, R303/98 kairattiin magneettisen kappaleen koilliskontaktin läpi koillisesta lounaaseen. Käytetty teräskoko oli T56. Kaikkien reikien lähtökaltevuus oli n. 60°. Reikien yhteispituus on 764.00 m. Maakairauspaksuudet olivat 1.6-2.2 metriä. Reiät urakoi Suomen Malmi Oy.

Syväkairauksista tehtyjä analyysseja on selostettu kappaleessa ”Kemialliset analyysit”.

Reikä tiedot on taulukossa 2. Hieet ovat kiillotettuja ohuthieitä.

---

Taulukko 2.

### Salla, Lehtomaa. Syväkairausreiät 1998.

Reikäno. (R/98)	X	Y	Lähtö- kalt. °	Suunta, °	Syvyys m	Hieitä kpl
R301	7382.440	4466.600	61.5	270	298.00	37
R302	7382.432	4466.300	60.2	270	172.90	13
R303	7382.660	4467.50	60.0	225	293.10	23

---

Reikä R301 pantiin lävistämään Lehtomaan magneettisen ultramafiitin alakontakti. Kivi oli 82.50 m:iin serpentiniittia (SiO<sub>2</sub> 30-41 %, MgO 32-33.5 %, Ni 1700-2000 ppm, Cr 3600-4400 ppm. Kiven päämineraalit ovat serpentiinimineraalit, kloriitti, tremoliitti ja sekundaari magnetiitti. Pieniä määriä on karbonaattia, primaaria kromiittia ja ilmeniittia. Kromiitilla on tyypillisesti metamorfoosissa syntynyt monikehäinen Cr-Fe-spinelli-Cr-magnetiitti-magnetiittireunus. Harvinaisuutena on pentlandiittia ja milleriittia. Serpentiinittin alla on karbonaattitunutta metaperidotiittia n. 122 m:iin asti, vaikka väli 112-131 m onkin raportoitu hornblenditiiksi. Oleellisin ero serpentiniittiin on happoliukoisen Ni-pitoisuuden putoaminen, joka selittyy sillä, että karbonaattituneissa kivissä Ni on suurelta osalta sitoutunut liukenemattomaan tremoliittiin. Näissä kivissä on karbonaatin ohella kloriittia, talkkia, vaihtelevia määriä tremoliittia, paikoin flogopiittia. Tremoliitin määrä kasvaa alaspäin. Alkuperäisistä malmimineraaleista on kromiittia ja ilmeniittia. Sekundaari, metamorfinen magnetiitti on yleinen. Sulfideista ja muista aksessorisista tavataan pieniä määriä pyrroitiittia, pentlandiittia, mackinawiittia, pyriittia, kuparikiisua ja joskus zirkonia. Syvyydellä 122 m flogopiitin määrä kasvaa hyppäyksellisesti. Väli 122-131 m on karbonaattittomia tremoliitti-kloriitti-flogopiittikiviä, jossa alaspäin mennessä ilmaantuu pieniä määriä plagioklaasia, skapoliittia, fluoriapatiittia ja turmaliinia. Kromiitti ja magnetiitti puuttuvat, mutta ilmeniittia esiintyy. Sulfideja on hyvin vähän. Kivet serpentiniitistä alaspäin edustavat vaihtumista oliviinirikkaista (duniittisista) kumulaateista oliviinipyrokseeniitteihin, pyrokseeniitteihin ja plagioklaasipitoisiin pyrokseeniitteihin. Vaihtumisessa kasvavat SiO<sub>2</sub> (huolimatta karbonaattipitoisuudesta, 39 %:sta 50 %:iin), TiO<sub>2</sub> (0.18 - - 0.82 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3.2 - -11

%), CaO (1.9 - - 7 %), Na<sub>2</sub>O (0.0 - - 3 %; mutta kasvaa vasta 122 m:stä), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0.03 - - 0.1 %), V (80 - - 190 ppm) ja Zr (20 - - 80), ja vähenevät MgO (31 - - 12.6 %), Cr (4000 - - 1400 ppm) ja Ni (1800 - - 480 ppm). Kyseessä on selvästi ns. käänteinen differentiaatio, jossa oliviinin ja kromiitin määrä kasvaa ylöspäin plagioklaasin kustannuksella. Ilmiö on kerrosintruusoiden alaosissa (jäähymisreunuksesta ylöspäin) enemmän sääntö kuin poikkeus. Vielä alaosassakin tämä seuranto on alun perin sisältänyt pyrokseenia (korkea Cr) ja hiukan oliviiniäkin (korkea Ni), mutta ei vielä kumulusplagioklaasia.

Syvyydellä 131 m hornblendiitti vaihtuu nopeasti mikrogabroksi. Nämä ovat pienirakeisia uraliittigabroja tai metagabroja, joissa kuitenkin, verraten korkeasta Cr- ja Mg-pitoisuudesta ja verraten matalasta Al-pitoisuudesta päätellen, on ollut ylimääräistä kumuluspyrokseenia. Analyyseistä päätellen väli 154-175 m on ollut oliviinipitoista pyrokseeniittia, jossa on ollut vaihteleva määrä interkumulusplagioklaasia. Kivessä on raekokovaihtelua, ja vaikuttaa kuin karkeat, vaaleammat gabrot olisivat autoliitteina pienirakeisessa mikrogabrossa. Välillä 175-179 m kivi on vulkaniittimaista, pienirakeista uraliittiplagioklaasiporfyriittia, jonka koostumus ei kuitenkaan oleellisesti poikkea seurannon fraktioitumistrendistä. Syvyydeltä 182.50 m kiveen ilmaantuu mantelimaaisia (kvartsi, klinozoiisiitti) sulkeumia, vaikka kiven rakenne on vielä selvästi gabromainen. Joskus näissä kivissä kvartsi esiintyy granofyrimaisena symplektiittinä. Yksittäisiä ”manteleita” esiintyy jo 151 m:ssä, eli edellä mainitun pyrokseenirikkaan osan yläpuolella. Koekaivannoissa on selvinnyt, että monet mantelimaaiset sulkeumat ovat itse asiassa happamia ksenoliitteja (kvartsiitteja, happamia gneissejä; ks. Palmén 1997). Mikrogabron päämineraalit ovat plagioklaasi, sekundaarit amfibolit (yleensä vaaleanvihreä), flogopiitti-biotiitti, joskus kloriitti, karbonaatti, klinozoiisiitti-epidootti ja kvartsi, aksessorisia ja malmimineraaleja ovat fluoriapatiitti, ilmeniitti, titaniitti, kuparikiisu, markasiitti ja pyriitti. Välillä 196.70-198.70 reikä lävistää loivasti basalttimaisen juonen (uraliittiporfyriitti), jonka koostumus poikkeaa ympäröivistä mikrogabroista ”primitiivisempään” suuntaan (korkeampi MgO, matalampi Ti). Tästä juonesta reiän loppuun (298.00 m) on kivi raportoitu ensin mikrogabroksi, joka on myöhemmin korjattu mantelikividiabaasiksi. Paikoin on karbonaattijuonia, välillä 211-216 m karbonaattijuoniverkostoa, jossa juonien sivukivigabrossa on biotiittituumista. -- Tämä kivi on problemaattinen sikäli, että vaikka siinä esiintyy manteleiksi tulkittavia sulkeumia, sillä ei ole koostumuksellista olkausta ylempänä olevaan mikrogabroon, kiven perusrakenne on kiteinen ja gabromainen ja siihen liittyy välillä 272-290 m alkujaan pyrokseenirikkaita (Cr 1340 ppm) ja ilmeisesti oliviinipitoisia (Ni 420 ppm) osia. Tässä on vielä muistettava, että ylempänä mikrogabrot vaihtuvat ylöspäin pyrokseeniiteiksi ja nämä edelleen duniiteiksi. Mikäli ”mantelit” olisivat laavasyntyisiä, tilanne merkitsisi sitä, että basalttis-andesiittinen mantelikivilaava vaihtuisi ylöspäin ultramafiseksi, oliviinirikkaaksi syväkiveksi! Eräs merkillinen piirre kivissä on se, että vaikka kiven pääosan rakenne on kokonaan kiteinen ja syväkivimäinen, kvartsimanteleiden yhteydessä on yleisesti pienirakeista, laavan näköistä kiveä, ikään kuin hapan manteli olisi ollut kylmä ja joutunut kuumen magman sekaan ja jäähdyttänyt nopeasti (chill) ympäröivän sulan. Kiven päämineraalit ovat plagioklaasi, uraliittinen amfiboli (tai vihreä sarvivälke) ja biotiitti. ”Mantelit” koostuvat pääasiassa kvartsista. Toissijaisia, aksessorisia ja malmimineraaleja ovat titaniitti, klinozoiisiitti-epidootti, karbonaatti, kloriitti, fluoriapatiitti, kuparikiisu, markasiitti, pyriitti ja sinkkivälke. Loppuosassa (276 m:n alapuolella) ilmaantuu skapoliittia, ilmeniittia ja rutiilia. Titaniitikasaumat ovat

alkuperäisen ilmenomagneetiitin pseudomorfooseja. Koostumukseltaan nämä kivet ovat melko happamia ( $\text{SiO}_2$  53.5-56 %) ja niillä on basalteille ominainen MgO-pitoisuus (4.6-6 %). Reiän loppuosassa kivet ovat selvästi  $\text{SiO}_2$ -köyhempiä (48-53 %) ja MgO-rikkaampia (8-14.5 %); myös Cr on kohonnut (560-1340 ppm).

Reiässä R301 ei ollut merkittäviä malmimetallipitoisuuksia. Serpentiiniiteissä on Pd 2-3 ppb, Pt 5-8 ppb. Duniitin alaosa on hiukan Pt-rikkaampi (Pt 7-11 ppb). Välillä 74-78 m on Au 10-27 ppb ja tässä on selvä As-anomalia (As 56-91 ppm). Sulfidipitoisuudet ovat pieniä (serpentiiniiteissä tyypillisesti alle määrittäysrajan 100 ppm); kohonneet S-pitoisuudet liittyvät tyypillisesti karbonaattijuoniin, joissa on usein sulfideja. Korkeimmat Cu-pitoisuudet ovat vain 300-800 ppm.

Reikä R302 kairattiin samaan suuntaan R301:n edestä. Kivet on raportoitu mikrogabroiksi, mantelikiviksi ja metabasalteiksi, mutta koostumukseltaan ja mikroskooppisilta piirteiltään ne vastaavat R301:n alaosan kiviä. Kuten edellisessä reiässä, tässäkin oli metapyrokseeniittinen kivi välillä 56.15-65.00 m. Kyse voi olla samasta yksiköstä (kerroksesta?), joka lävistettiin R301:ssä mikrogabrojen keskellä. Analyysissä on yksittäisiä Au-anomaliaita (40-70 ppb), mutta ei mitään merkittäviä arvometallipitoisuuksia.

Reikä R303 kairattiin serpentiiniin koillispuolelta, ja sillä oli tarkoitus lävistää koilliseen painuvan serpentiiniin kattopuolen kontakti. Tässä suhteessa reikä onnistui. Reiän kivet n. 80 m:iin olivat ”metabasaltteja”. Lainausmerkkejä käytettiin reikäraportissakin, koska kivi on diabaasimaista eikä rajoitu jyrkästi alapuolella olevaan metadiabaasiin tai poikkea tästä oleellisesti muutenkaan. Paikoin kivissä on vaaleita manteleita, joissa on joskus sulfideja. Metadiabaasit välillä 80-161.80 m ovat  $\text{SiO}_2$ -rikkaita kiviä, joilla on basalteille tyypillinen MgO-pitoisuus, ja ne ovat samanlaisia kuin R301:n alaosan ja R302:n kivet. Plagioklaasissa ei ole laminaatiota, ja niitä voisi usein nimittää albiittigabroiksi ja albiittidiabaaseiksi. Metadiabaaseissa Cr:n taso nousee n. 138 m:stä. Mikroskooppisesti nämä gabroluokan kivet ovat samanlaisia kuin serpentiiniin lounaispuolella. Päämineraalit ovat albiittirikas plagioklaasi, sekundaarit amfibolit, biotiitti ja kvartsi, toissijaisia, sekundaareja ja malmimineraaleja kloriitti, epidootti, karbonaatti, fluoriapatiitti, turmaliini, ilmeniitti, titaniitti, rutiili, pyriitti, pyrroitiitti, kuparikiisu ja markasiitti. Lähestyttäessä metapyrokseeniittisiä kiviä vihreiden amfibolien rinnalle alkaa ilmaantua tremoliittia. Välillä 161.80-198.00 m kivi on metapyrokseeniittia, alaosassa metaoliviinipyrokseeniittia. Tässä on terävärainen gabro-osue (pegmatoidi ?) 171.85-172.35 m. Metapyrokseeniitissa on  $\text{SiO}_2$  45-50 %, MgO 11.5-20 %, Cr 960-2160 ppm ja Ni 230-710 ppm. Alkuperäisen plagioklaasin määrä vaihtelee ja vähenee alaspäin. Päämineraalit ovat vihertävä sarvivälke ja tremoliitti, plagioklaasi, flogopiittia on vaihtelevia määriä; toissijaisia, aksessorisia ja malmimineraaleja ovat kloriitti, klinozoisiitti, fluoriapatiitti, ruskea turmaliini (joskus yleinen), ilmeniitti, titaniitti ja pyriitti. Reiän loppuosa on metaoliviiniperidotiitteja, joissa Mg-pitoisuus (= alkuperäinen oliviinipitoisuus) kasvaa alaspäin. Kivessä on ollut usein augiittiokokrysteja. Alkuperäistä oliviinia on säilyneenä vasta 221.50 m:n jälkeen, siihen asti kivet ovat serpentiini-tremoliitti-kloriittikiviä (+ vähän talkkia ja mahdollisesti karbonaattia). Kromiittia on säilynyt reliktinä. Muita malmimineraaleja ovat ilmeniitti, sekundaari magnetiitti, pentlandiitti ja milleriitti (?). Oliiviniperidotiittien päämineraalit ovat oliviini, tremoliitti, kloriitti ja serpentiini, joskun on flogopiittia. Oliivinissa on usein hyvin säilyneitä sulasulkeumia. Muita

oliiviniperidotiittien mineraaleja ovat kromiitti, ilmeniitti ja sekundaari magnetiitti. Kromiitissa on magmasulkeumia, joissa on oliviinia. Reikä lopetettiin oliviiniperidotiittiin. Arvometallipitoisuudet ovat pieniä. Reiän alkuosassa on sulfidipitoisia osia (usein suonina), joissa on Cu:n nousua (max. 650 ppm). Au-Pd-pitoisuudet ovat pieniä; merkillistä kyllä täälläkin korkeimmat Pd-pitoisuudet (10-12 ppb) ovat alkuosan happamissa gabroluokan kivissä. Sulfidipitoisuudet ovat hyvin pieniä; ultramafiiteissa S on tyypillisesti alle määritysrajan (50 ppm).

## KEMIALLISET ANALYYSIT

Kokokivikemialliset analyysit on tehty XRF-menetelmällä jauhepuristeesta (GTK:n laboratorion menetelmätunnus 175X). Pääalkuaineet (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Ca, Na, K, P) on ilmoitettu oksidiprosentteina, rauta FeO:na. Hivenalkuaineet (V, Cr, Ni, Cu, S, Se, Sc, Zr, Y, Pb, Zn, As, Cl, Br, Ba, Sr, Rb, La, Ce, Nb, Th, U) on ilmoitettu alkuaineosuuksina. Osittaisanalyysia on tehty useilla menetelmillä. ICP-menetelmällä ("kuuma" kuningasvesiuutto, GTK:n menetelmätunnus 511P) on määritetty Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Si, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn ja Be. Kylmällä kuningasvesiuutolla 1 g:n alkupunnituksesta (menetelmäkoodi 519U) on määritetty Au ja Pd, joskus myös Pt tai Te. Jos alkupunnitus vastaavassa Au-Pd-analyysissa on ollut 5 g, on menetelmäkoodi ollut 521U. Joskus tällä menetelmällä (koodi 521U) on määritetty myös Te. Osasta näytteitä hiili on määritetty polttamalla näyte happivirrassa ja määrittämällä C-pitoisuus IR-detektioinnilla (menetelmäkoodi 811L). Osasta näytteitä on määritetty Sb, Se, Bi ja usein myös Te, käyttäen kuumaa kuningasvesiuuttoa ja GAAS-analysointia (menetelmäkoodi 511U).

Paljastumista ja koeojista otetuista näytteistä on tehty analyysia seuraavasti: Näytetunnuksista TM vuodelta 1991 (näytteet 32.1 ja 33.1, tilausnumero 44384, määritetty Au ja Pd); näytetunnuksista JAP (vuosilta 1994-1995, tilausnumero 52280): 175X, 511P, 521U ja 511U –menetelmillä 163 näytettä; näytteet JAP vuodelta 1996 (tilausnumero 63115): 175X, 511P, 511U ja 519U -menetelmillä 23 näytettä. Kieskisjärven alueelta on näytteistä JAP vuodelta 1995 (analyysitilaus 52281) analysoitu menetelmillä 175X, 511P, 511U ja 519U 53 näytettä.

Paljastumista ja koeojista otetuissa näytteissä ei ollut taloudellisesti merkittäviä arvometallipitoisuuksia. Anomaalisista pitoisuuksista voisi mainita Au 108 ppb (näyte JAP-95-32.114, kivi oliviiniperidotiitti) ja Au 13-33 ppb näytteissä JAP-95-32.60, -32.68 ja -32.76 (kivi peridotiitti). Merkillistä on, että korkeimmat Pd-pitoisuudet ovat verraten happamissa (fraktioituneissa ja/tai kontaminoituneissa) gabroidisissa kivissä ja muissa intermediaarisissa kivissä. Korkeimmat Pd-pitoisuudet ovat 100 ppb (näyte JAP 94-20.1), 37 ppb (JAP-94-4.1) ja 19 ppb (JAP-95-32.83). Näytesarjassa JAP-95-32.58 –32.60 on Pd 42-54 ppb, kivissä on SiO<sub>2</sub> 54-57 %. Joskus on oliviinipyrokseeniiteissa, plagioklaasipyrokseeniiteissa ja gabroissa lievästi anomaalisia. 10-20 ppb:n, Pd-pitoisuuksia. Andesiittis-dasiittisessa sivukivessä on korkein Cu-pitoisuus ollut 0.11 % (näyte JAP-95-32.68). Korkeimmat Ni-pitoisuudet (1500 – 2000 ppb) ovat oliviinirikkaista kivistä (MgO > 30 %), joissa Ni sisältyy kokonaan silikaatteihin (oliiviini, serpentiini) ja sekundaariin magnetiittiin.

POKA-kairauksista on analyysseja seuraavasti: Reiät R301-331/96: 175X, 511P, 519U ja 511U, kullakin menetelmällä 107 näytettä (analyysitilaus 63342), reiät R332-R335/96 ja R337-R348/96: 175X, 511P, 519U, 511U ja 811L, kullakin menetelmällä 123 näytettä.

Syväkairauksen kivistä on tehty analyysseja: R301/88 (tilausnumero 63379): 175X 35 näytettä, 511P ja 521U, molemmilla 188 näytettä, 811L 35 näytettä; R302/98 (tilausnumero 63380): 175X 6 näytettä, 511P ja 521U, molemmilla 14 näytettä; R303/98 (tilausnumero 63381): 175X 18 näytettä, 511P ja 519U, molemmilla 124 näytettä.

## KIESKISJÄRVI JA KAPITVAARA

Näitä kohteita on paljastumahavaintojen ja koeojista saatujen tietojen perusteella tarkastellut Jorma Palmén (1997). Seuraava kuvaus perustuu kokonaan Palménin havaintoihin ja kuvaukseen. Kairauksia ei näissä kohteissa ole tehty. Kieskisjärven intruusion magneettinen, serpentiini-oliviinipitoinen osa on n. 3 km pitkä ja 500 m leveä (ks.liite 5). Sen kaade on n. 30 astetta lounaaseen. Kivet ovat oliviini- ja oliviini-augiittikumulaatteja (modaalisesti duniitteja ja wehrliittejä). Intruusion pohjaosasta on tutkimusojasta löytynyt mikrogabroa (chill ?). Intruusion alakontaktia ei ole saatu paljastetuksi. Intruusion päällä on intermediaarinen, laavaksi tulkittu mantelikivi, mutta alla olevan duniitin ja kattokiven kontaktisuhteita ei ole selvitetty. Lähellä kattopuolen vulkaniittia ultramafiitit ovat tektonisoituneita, vuolukivimäisiä talkki-karbonaattikiviä. Sulfideja ei ole mainittavasti, eikä merkittäviä arvometallipitoisuuksia ole tavattu.

Kapitvaaran intruusiosta tunnetaan kolme paljastumaa, joissa kivi on peridotiittia (oliviini-augiittikumulaatteja). Kivessä on hiukan kromiittia. Intruusion malmipotentialin selvittäminen vaatisi syväkairauksia. Alueelta on käytettävissä vain aerogeofysikaalinen matalalentoaineisto.

## TARKASTELU

Kairauksissa, paljastumissa ja koeojissa Lehtomaan ja Kieskisjärven valtausalueilla ei tavattu taloudellisesti merkittäviä arvometallipitoisuuksia. Kapitvaarassa ei tehty geofysikaalisia maastomittauksia eikä kairauksia. Lehtomaan ja Kieskisjärven kohteisiin jäi geologisesti selittämättömiä piirteitä:

- 1) Miten oliviinirikkaat ja metapyrokseniittiset ultramafiitit suhtautuvat mikrogabroiin ja nämä ”mantelisiin” gabroiin ja diabaaseihin? Ultramafiitit edustavat toleiittista (ei esim.komatiittista) kantamagmaa, ja tätä kantamagmaa, kontaminoituneena, voisi hyvin edustaa mikrogabroreunus. Kenttäsuhteiden, kemiallisten analyysien ja mikroskooppihavaintojen

perusteella duniitit (serpentiinit) vaihtuvat vähitellen oliviini-augiittikumulaateiksi (peridotiitit, metaperidotiitit), nämä oliviini-pyrokseenikumulaateiksi (oliviinipyrokseeniitit) ja edelleen pyrokseenikumulaateiksi (joissa interkumulusplagioklaasia) ja pyrokseenikumulusta sisältäviksi mikrogabroiksi. Mikrogabroissa on hapanta ksenoliittiaainesta, ja pienet ksenoliitit ovat erehdyttävästi manteleiden näköisiä. Mikrogabrojen ja kvartsirikkaita manteleita sisältävien gabrojen ja gabrodiabaasien (albiittidiabaasien) välillä näyttää olevan aukoton koostumuksellinen vaihtuminen.

- 2) Missä ovat toleiittisen kantamagman edellyttämät gabrosarjan kivet (plagioklaasi-pyrokseenikumulaatit)? Näitä ei löydy Lehtomaasta eikä Kieskijärveltä, joissa on suhteettoman paksut (vaikkakin alueellisesti rajoittuneet) oliviinirikkaat kumulaatit.
- 3) Miten Lehtomaan ja Kieskijärven intruusioiden suhtautuvat toisiinsa? Lehtomaan ultramafiitit painuvat koilliseen, Kieskijärven ultramafiitit lounaaseen. Kohtaavatko nämä jossakin syvemmällä tasolla, jossa niillä olisi yhteinen tulokanava?
- 4) Korkeimmat Pd-pitoisuudet ovat happamissa (kontaminoituneissa) mikrogabroissa. Onko sarjaan kuuluvissa hypoteettisissa kerrossarjan gabroissa PGE-potentiaalia, ja ovatko nämä gabrokumulaatit olleet korkeammalla tasolla ja sitten kuluneet pois? Vai ovatko gabrokumulaatit vielä paljastumattomina syvemmällä, vaikkapa jossakin Lehtomaan ja Kieskijärven välillä?
- 5) Lehtomaan (ja Kieskijärven) intruusioikä? Mikrogabrojen ikää on yritetty selvittää Sm-Nd-menetelmällä (Hannu Huhma), mutta vielä ei ole löytynyt tarkoitukseen sopivia, hydrautumiselta säilyneitä kiviä.

Malmitutkimukset lopetettiin tuloksettomina ja valtauksista luovuttiin.

Rovaniemellä 14.3. 2002

Tapani Mutanen  
geologi



## KIRJALLISUUS

Manninen, Tuomo (1991) Sallan alueen vulkaniitit. Lapin vulkaniittiprojektin raportti. Tutkimusraportti 104. GTK.

Palmén, Jorma (1997) Sallan emäksisen intruusioryhmän geologiasta. Pro gradu – tutkielma. Helsingin yliopisto, geologian ja mineralogian osasto. 68 s.

## LIITTEET

Liite 1: Magneettinen kartta, totaalikenttä, Lehtomaa, 1:10 000

Liite 2: Gravimetrinen kartta, Bouguer, Lehtomaa, 1:10 000

Liite 3: Sähköinen kartta, VLF-R ominaisvastus, Lehtomaa, 1:10 000

Liite 4: Sähköinen kartta, VLF-R vaihekulma, Lehtomaa, 1:10 000

(kaikissa Lehtomaan kartoissa myös POKA- ja syväkairausreikien sijainnit)

Liite 5: Magneettinen kartta, totaalikenttä, Kieskisjärvi, 1:20 000

Liite 6: Gravimetrinen kartta, Bouguer, Kieskisjärvi, 1:20 000

Liite 7: Sähköinen kartta, VLF-R ominaisvastus, Kieskisjärvi, 1:20 000

Liite 8: Sähköinen kartta, VLF-R vaihekulma, Kieskisjärvi, 1:20 000

Liite 9. Lehtomaan intruusion paljastumanäytteiden koordinaatit.

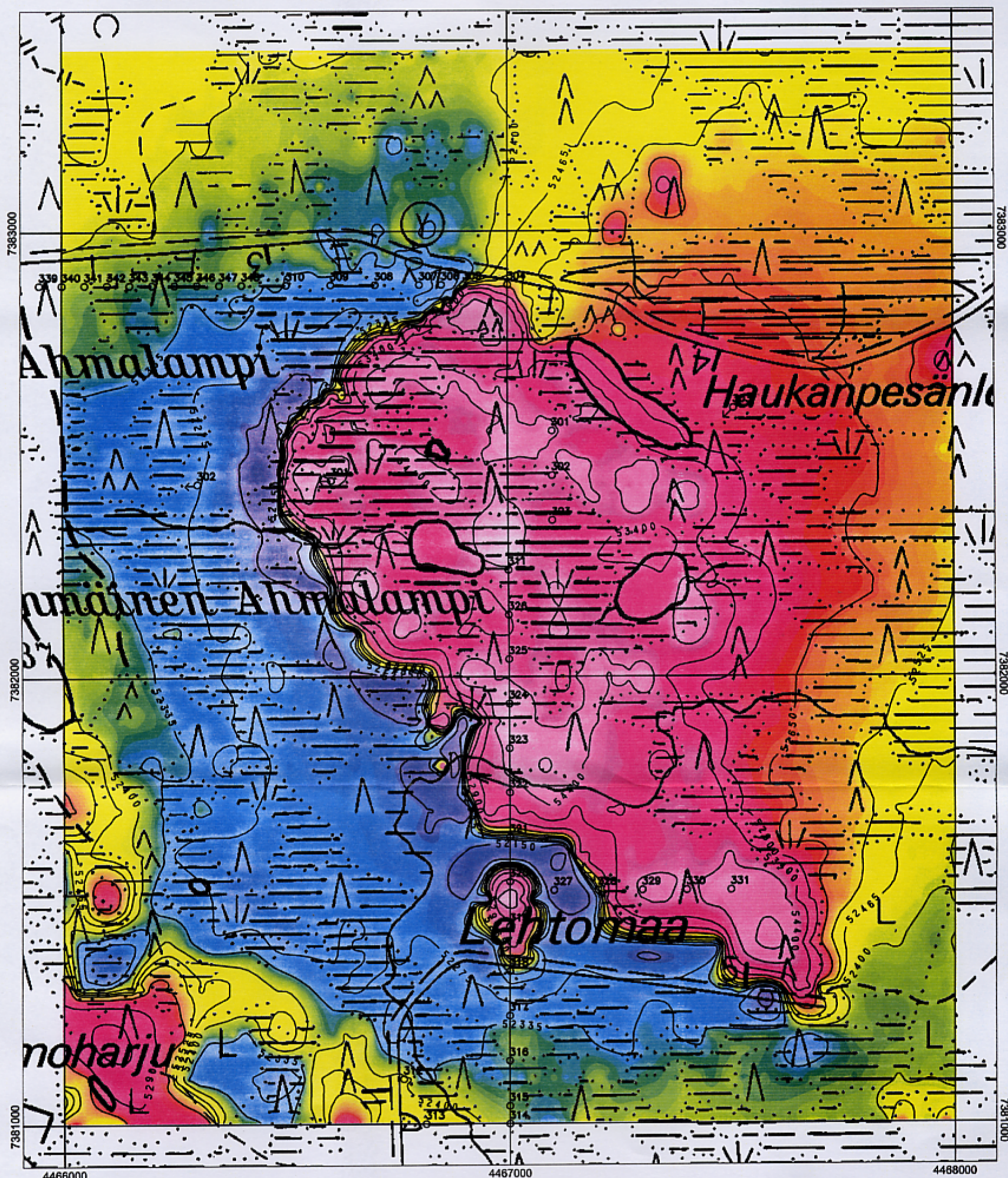
## LIITTYÄ

- 1) Kallioperähavainnot, karttalehti 4614, FINNKALPEA-tietokanta. Havainnot JAP/1994-1997 eivät vielä (13.3.2002) tietokannassa.
- 2) Syväkairauksen geologiset raportit kl. 4614, R301-R348/96 ja R301-R303/98, KAIRATIETOKANTA
- 3) Kemialliset analyysit: kallionäytteet paljastumista ja koeojista, POKA-kairauksista ja syväkairauksista: Analyysien tilausnumerot, ks. tekstistä.
- 4) Kiillotetut ohuthieet, kl. 4614, HIETIETOKANTA
- 5) Maastogeofysikaaliset kartat, kl. 4614 02 (Lehtomaa), mitattu 30.8.-15.12.1995 ja 4614 02, 03 (Kieskisjärvi), mitattu 21.11.1995-2.2.1996



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

POHJOIS-SUOMEN ALUETOIMISTO



52168 52289 52347 52386 52485 52589 52766 53765  
 TOTAALIKENTTÄ  
 nT

100 0 100 200 300  
 metres

461402

SALLA LEHTOMAA

MAGNEETTINEN TOTAALIKENTTÄ

MITATTU 30.8-15.12.1995

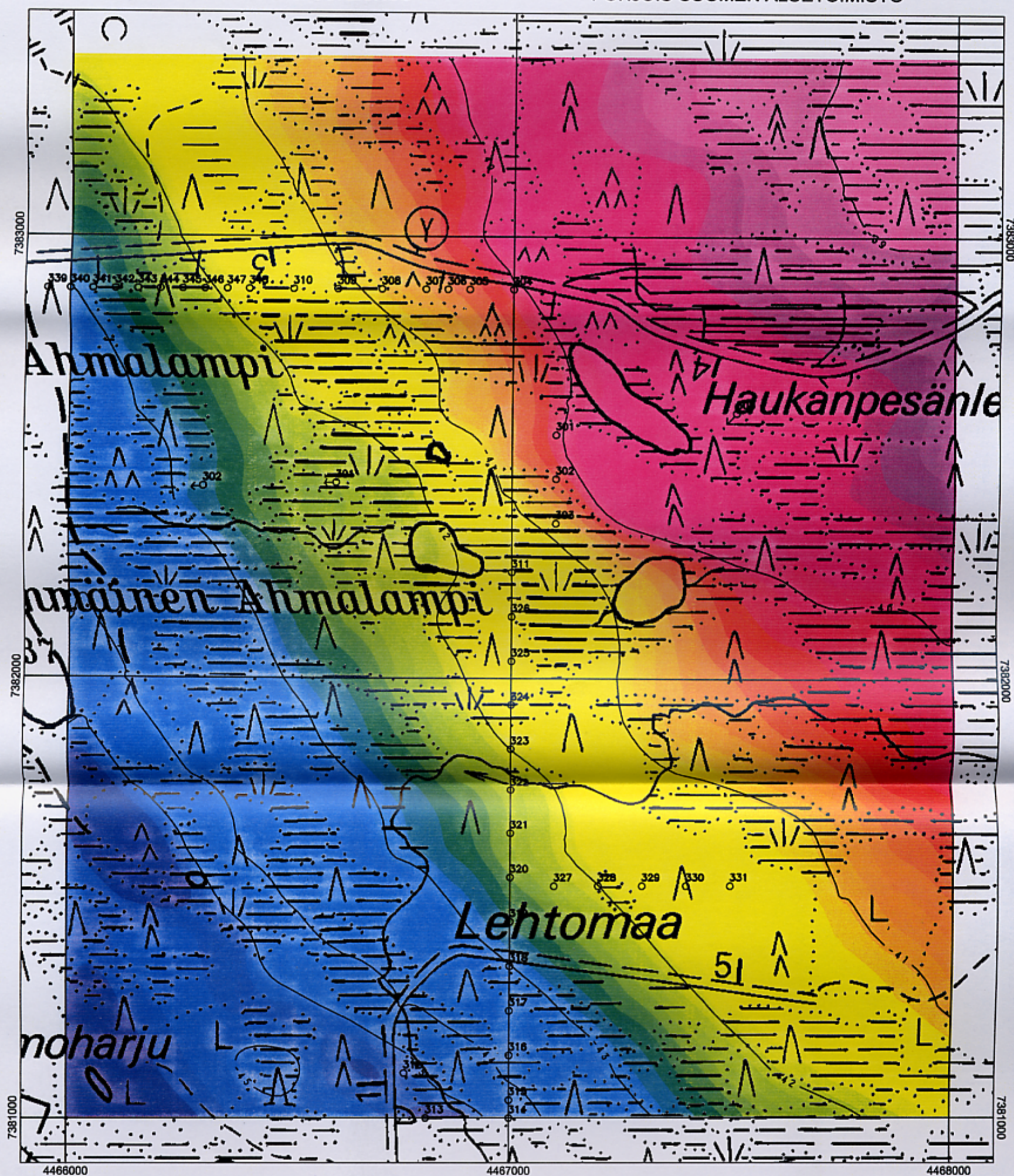
NTASO 52400 nT

KAYRÄT: 65,125,250,500,1000,2000,4000



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

POHJOIS-SUOMEN ALUETOIMISTO



-45.30 -43.44 -42.39 -41.72 -40.87 -40.04 -39.39  
**BOUGUER**  
 mGal

100 0 100 200 300  
 metres

461402

SALLA LEHTOMAA

GRAVIMETRINEN BOUGUER

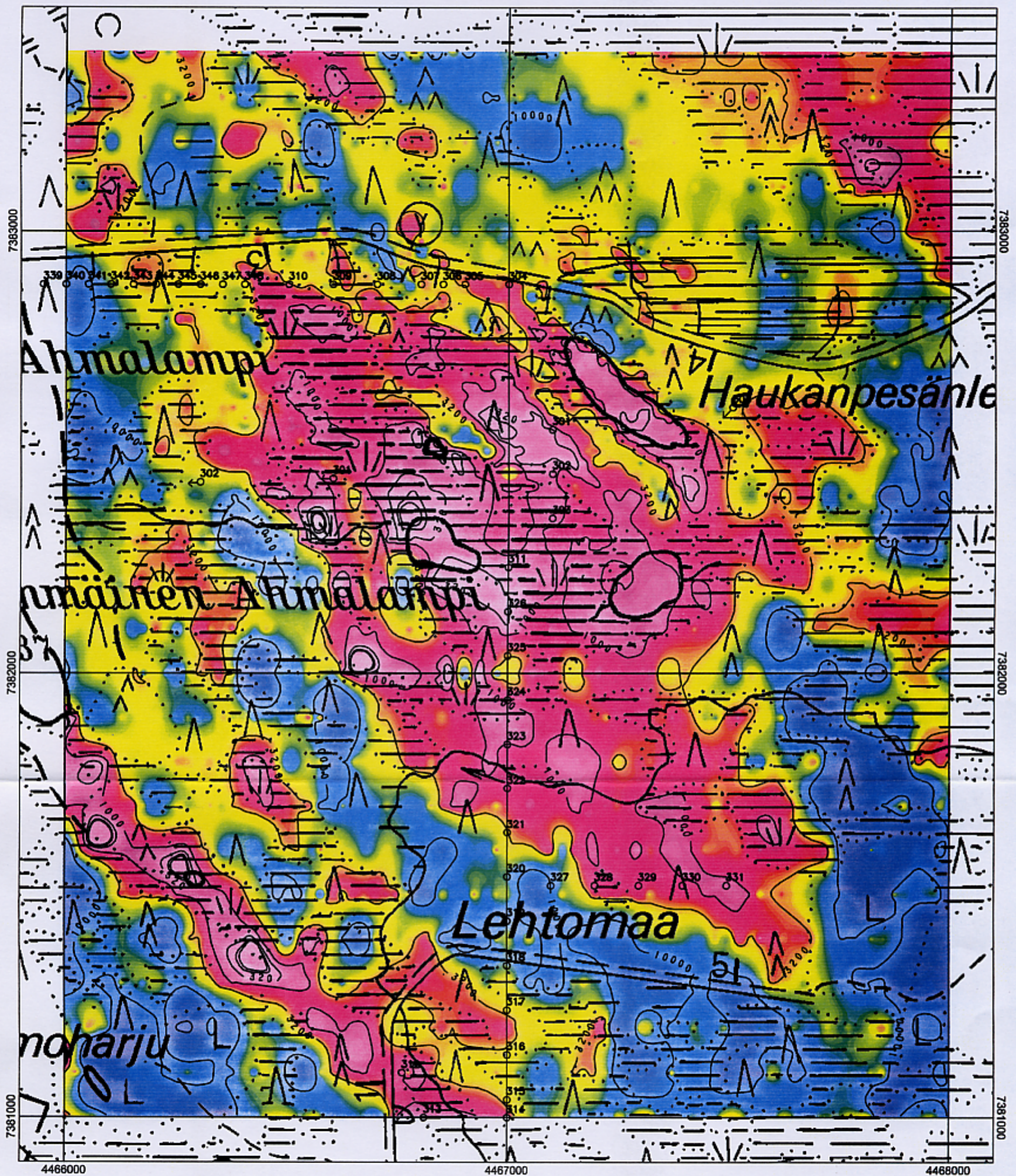
MITATTU 30.8-15.12.1995

KÄYRÄVÄLI 1 mGal



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

POHJOIS-SUOMEN ALUETOIMISTO



432 1377 2384 3461 4528 5800 7377 9824

OMINAISVASTUS  
ohm-m100 0 100 200 300  
metres

461402

SALLA LEHTOMAA

VLF-R OMINAISVASTUS

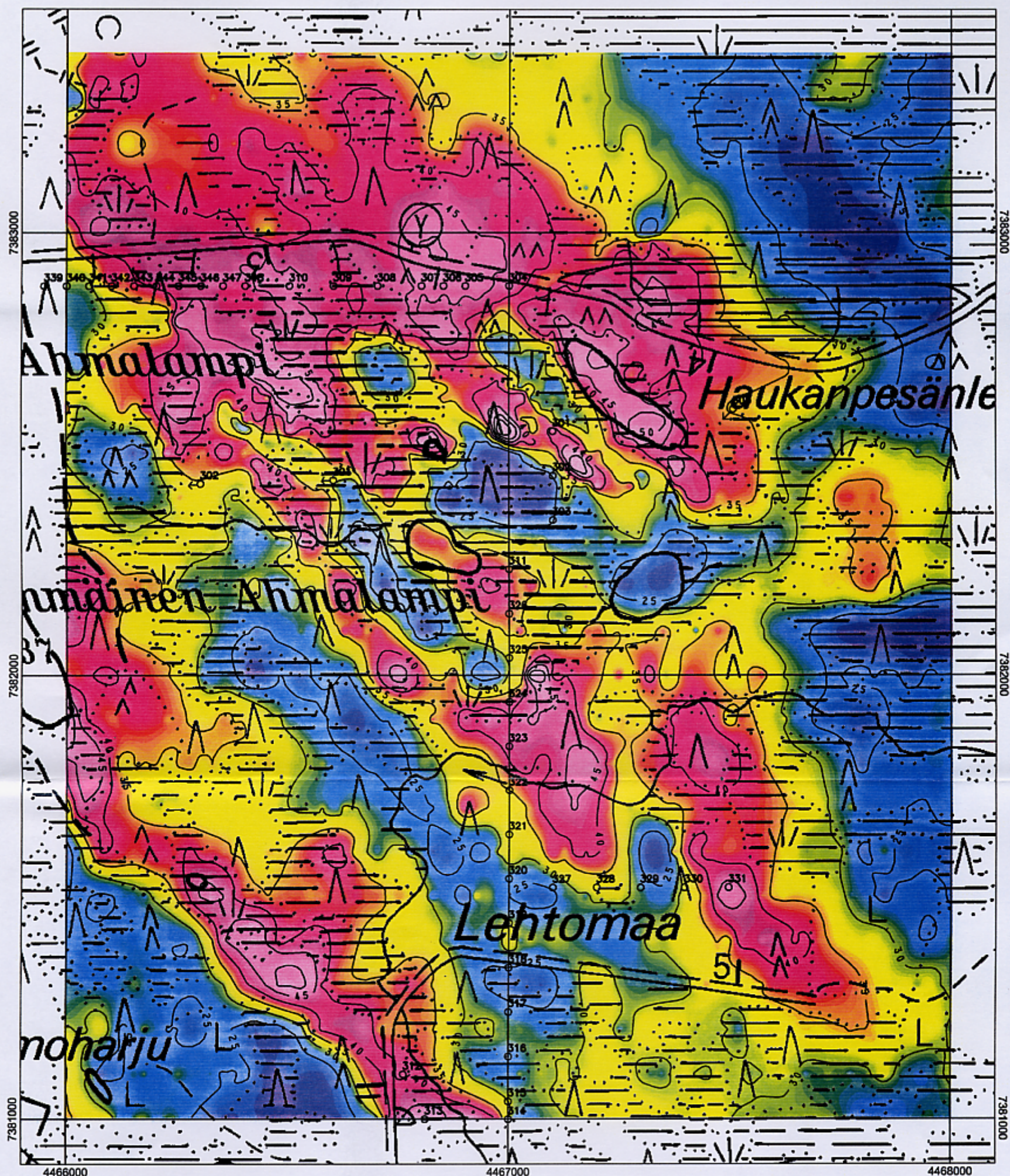
MITATTU 30.8-15.12.1995

KÄYRÄT: 32,100,320,1000,3200,10000,32000



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

POHJOIS-SUOMEN ALUETOIMISTO



461402

SALLA LEHTOMAA

VLF-R VAIHEKULMA

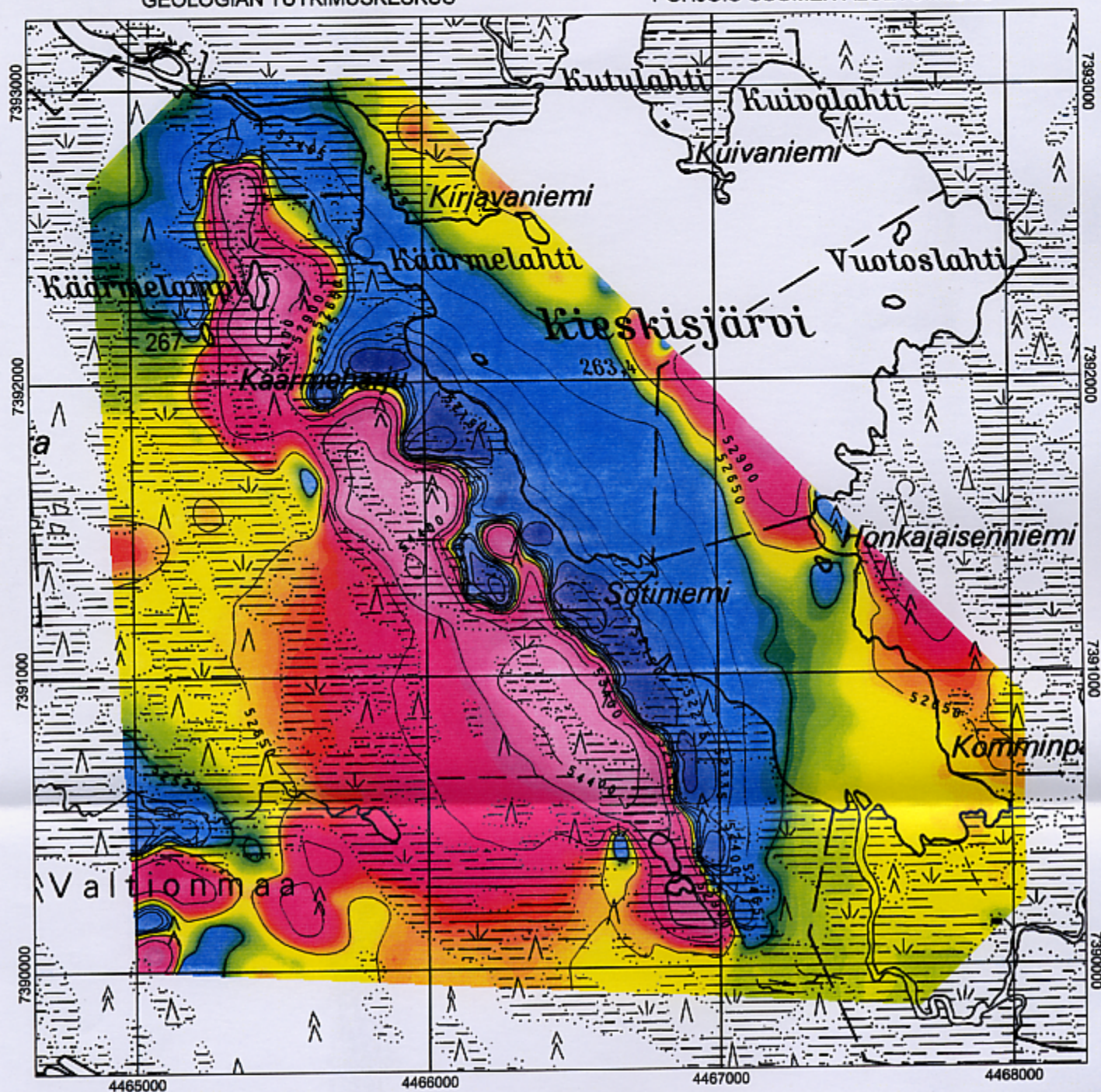
MITATTU 30.8-15.12.1995

KÄYRÄT: 25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75



**GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS**

POHJOIS-SUOMEN ALUETOIMISTO



**461402,461403**

**SALLA KIESKISJÄRVI**

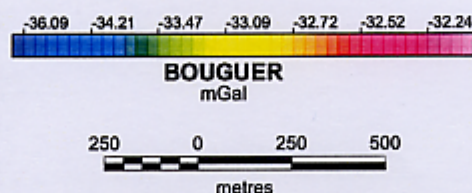
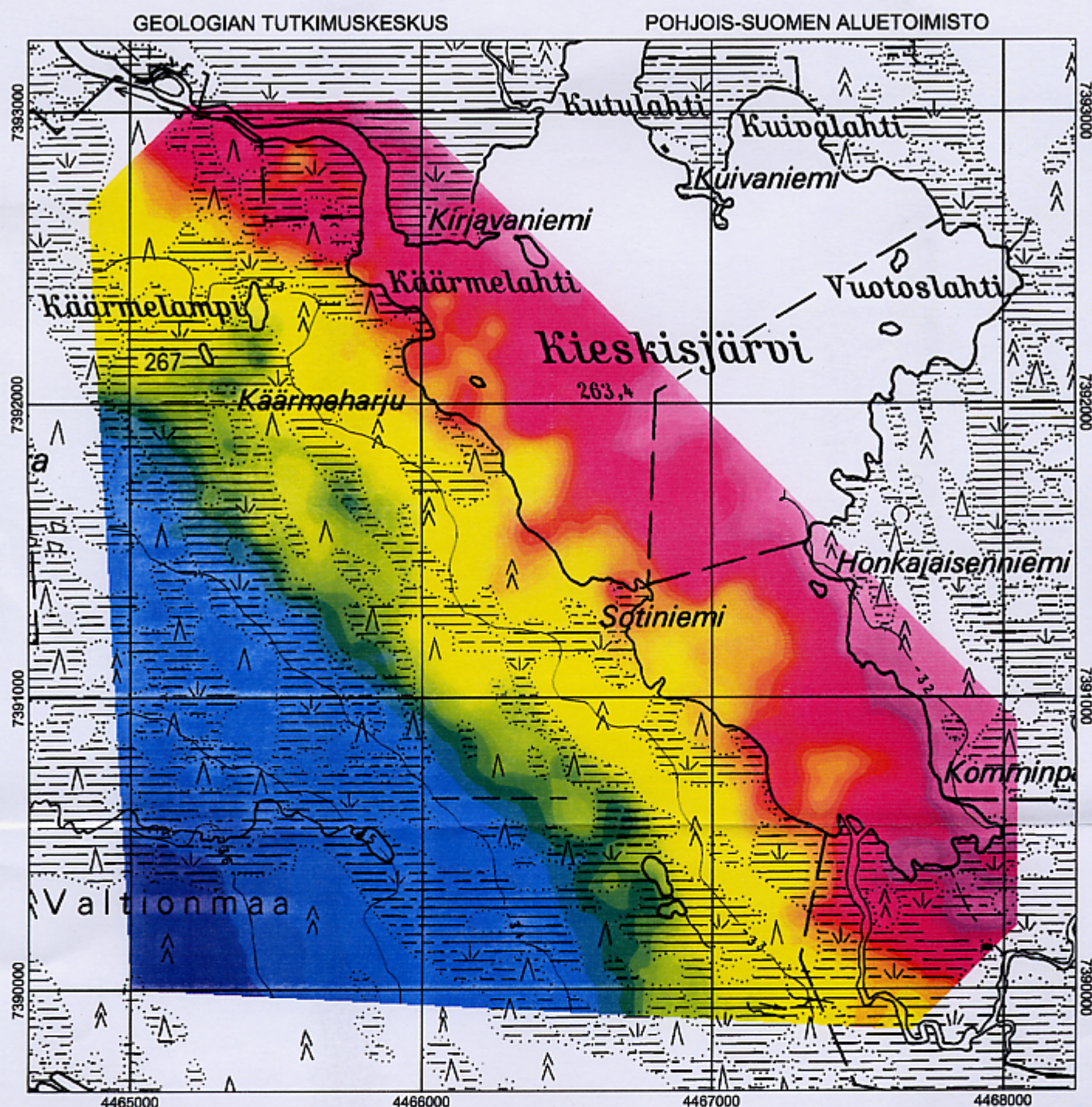
**MAGNEETTINEN TOTAALIKENTTÄ**

MITATTU 21.11.1995-2.2.1996

NTASO 52400 nT

KAYRÄT: 65,125,250,500,1000,2000,4000





461402,461403

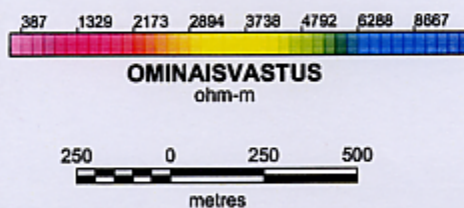
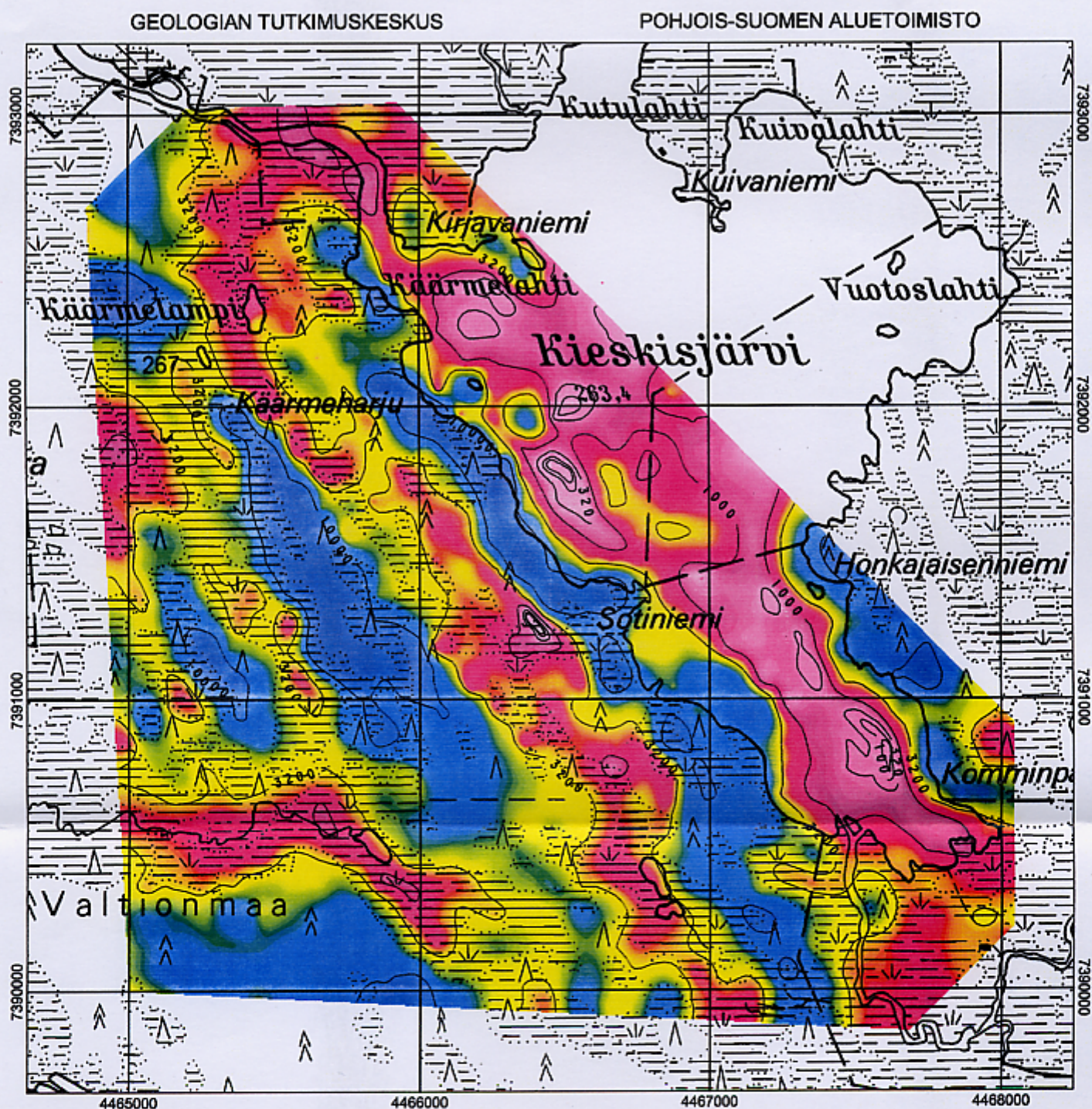
**SALLA KIESKISJÄRVI**

GRAVIMETRINEN BOUGUER

MITATTU 24.11.1995-19.2.1996

KÄYRÄVÄLI 1 mGal





**461402,461403**

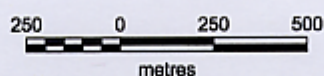
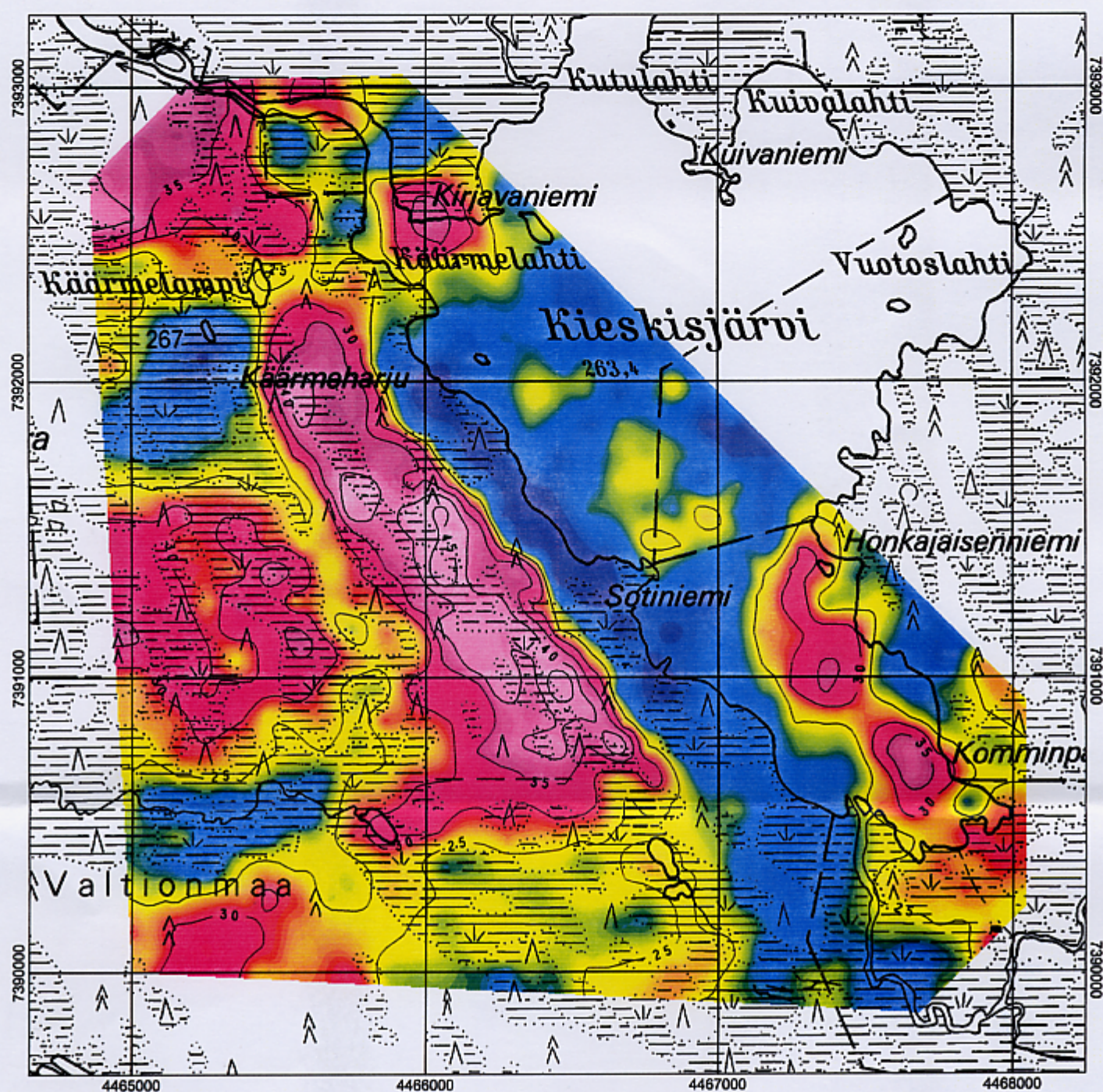
**SALLA KIESKISJÄRVI**

## VLF-R OMINAISVASTUS

**MITATTU 21.11.1995-2.2.1996**

KÄYRÄT: 32,100,3200,1000,32000





461402,461403

# **SALLA KIESKISJÄRVI**

VLF-R VAIHEKULMA

MITATTU 21.11.1995-2.2.1996

KÄYRÄT: 25,30,35,40,45,50,55



## Liite 9

### Lehtomaan intruusion (kl 4614 02) paljastumanäytteiden koordinaatit

Näyte	X	Y
JAP-94-1.1	7380.700	4467.345
JAP-94-2.1	7380.700	4467.390
JAP-94-4.1	7381.670	4465.950
JAP-94-4.2	7481.670	4465.950
JAP-94-5.1	7382.310	4465.420
JAP-94-6.1	7381.420	4466.820
JAP-94-7.1	7381.450	4466.810
JAP-94-8.1	7381.810	4466.660
JAP-94-9.1	7381.710	4464.700
JAP-94-11.1	7383.100	4465.670
JAP-94-11.2	7383.100	4465.670
JAP-94-11.3	7383.100	4465.670
JAP-94-11.4	7383.100	4475.670
JAP-94-11.5	7383.100	4465.670
JAP-94-11.6	7383.100	4475.670
JAP-94-12.1	7382.450	4466.100
JAP-94-13.1	7382.770	4466.700
JAP-94-13.2	7382.770	4466.700
JAP-94-13.3	7382.770	4466.700
JAP-94-14.1	7382.730	4466.750
JAP-94-15.1	7382.950	4465.900
JAP-94-16.1	7383.000	4465.900
JAP-94-16.2	7383.000	4465.900
JAP-94-16.3	7383.000	4465.900
JAP-94-19.1	7381.345	4467.480
JAP-94-21.1	7381.310	4467.550
JAP-94-22.1	7381.300	4467.600
JAP-94-23.1	7381.350	4467.580
JAP-94-24.1	7381.390	4467.515
JAP-94-25.1	7381.700	4467.000
JAP-94-25.2	7381.700	4467.000
JAP-94-26.1	7381.550	4466.950
JAP-94-28.1	7381.650	4467.700
JAP-94-30.1	7381.790	4467.820
JAP-94-32.1	7381.550	4467.100
JAP-94-33.1	7382.780	4466.160
JAP-94-34.1	7381.710	4466.810
JAP-94-35.1	7381.830	4466.800
JAP-94-36.1	7381.980	4466.900
JAP-94-36.2	7381.980	4466.900
JAP-94-37.1	7382.500	4466.900
JAP-94-37.2	7382.500	4466.900
JAP-94-38.1	7382.400	4467.050
JAP-94-39.1	7382.350	4467.210
JAP-94-40.1	7382.650	4467.300
JAP-94-41.1	7382.650	4467.320
JAP-94-42.1	7381.930	4467.600