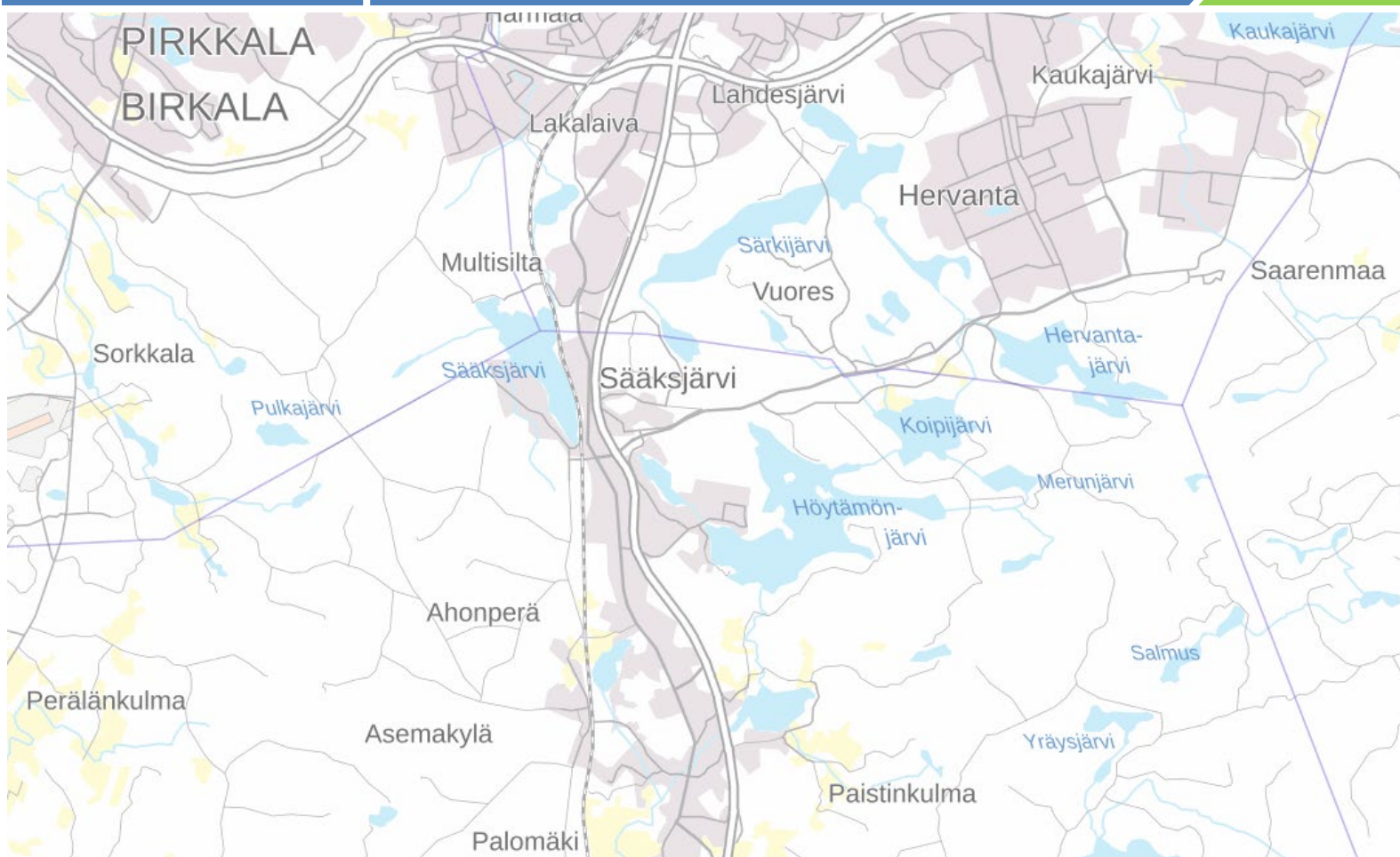


Työ: 21629
14.8.2024

MUSTALIUSKE- JA ARSEENIKARTOITUS YLEISKAAVAA
VARTEN
LEMPÄÄLÄN KUNTA



TARATEST OY
Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322
www.taratest.fi

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo.....	2
Johdanto.....	4
1.1 Mustaliuskeet ja niiden tutkimuksen merkitys	4
Kohdetiedot.....	5
1.2 Maaperä-, pinta- ja pohjavesitiedot	5
1.3 Kallioperätiedot	6
2 Aineistot	6
2.1 Oppaat ja digitaaliset aineistot.....	6
2.2 Kullanetsintää varten tehdyt tutkimukset.....	7
3 Mustaliuskeiden kartoitus.....	7
3.1 Kaitajärven arseeni- ja mustaliuskehavainnot.....	8
3.2 Sääksjärven arseeni- ja mustaliuskehavainnot.....	9
3.3 Kalliojärven arseeni- ja mustaliuskehavainnot	10
3.4 Sääksjärvi taajama 1 ja 2 arseeni- ja mustaliuskehavainnot	11
4 Maastokartoitus 23.7.2024	11
4.1 Sääksjärvi taajama 1 anomalian mustaliuskehavainnot.....	12
4.2 Sääksjärvi taajama 2 anomalian mustaliuskehavainnot.....	13
4.3 Sääksjärvi anomalian mustaliuskehavainnot.....	14
5 Järvivesien pH.....	15
6 Mustaliuskeiden huomioon ottaminen rakentamisessa.....	15
7 Arseenin ja sinkin huomioon ottaminen rakentamisessa	16
8 Suositeltavat jatkotoimenpiteet	16
8.1 Mustaliuskeet	16
8.2 Arseeni.....	17

Tutkimuksen ja raportoinnin rajoitukset

Raportin johtopäätökset perustuvat kohteesta saatuihin tutkimustuloksiin, kenttätyöhön ja työn aikana käytettävissä olleisiin lähtötietoihin. Työ on suoritettu ammattimaisia toimintatapoja noudattaen, ja pätevä ja kokenut henkilöstö on tehnyt toimeksiannon mukaisen parhaan mahdollisen arvioinnin kohteesta.

Taratest Oy:n vastuu raportin sisällöstä on Konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen KSE 2013 mukainen ja toimeksiannosta tehdyn sopimuksen mukaisesti rajoittuu konsulttikorvaukseen. Taratest Oy ei vastaa tämän raportin sisällöstä johtuvista suorista tai epäsuorista taloudellisista seurauksista, jotka kohdistuvat kolmanteen osapuoleen.

Johdanto

Lempäälän kunta on käynnistänyt Sääksjärven osayleiskaavan laatimisen keväällä 2017. Suunnitteluala sijaitsee Lempäälän kunnan pohjoisosassa lähellä Tampereen kaupungin ja Pirkkalan kunnan rajaa. Kaavoitettavan alueen pinta-ala on noin 17,5 km² ja se kattaa oheisen kuvan mukaisen alueen (Kuva 1). Taratest Oy on tehnyt tilaajan toimeksiannosta arseeni- ja mustaliuskekartoituksen kaavoitettavalla alueella. Tutkimukseen käytettiin vapaasti saatavilla olevaa tutkimusaineistoa. Lisäksi tehtiin pienimuotoinen kenttäkartoitus suunnittelualueella.



Kuva 1. Tutkimusalue merkittynä karttaan.

1.1 Mustaliuskeet ja niiden tutkimuksen merkitys

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on julkaissut alkuvuodesta 2024 oppaan mustaliuskeiden ympäristövaikutusten arviointiin ja hallintaan. Pirkanmaan ELY-keskus on pyytänyt kuntia huomioimaan mustaliuskeiden ympäristövaikutuksia kaavoituksen yhteydessä.

Mustaliuske on yli 1 % rikkiä ja grafiittia sisältävä kivilaji, joka voi hapettuessaan aiheuttaa ympäristövahinkoja. Kun mustaliuskepitoista maata kaivetaan esiin tai pohjaveden pinta laskee, alkaa mustaliuske hapettua ja pintavedet voivat kuljettaa happamia vesiä eteenpäin vesistöihin aiheuttaen esimerkiksi kalakuolemia.

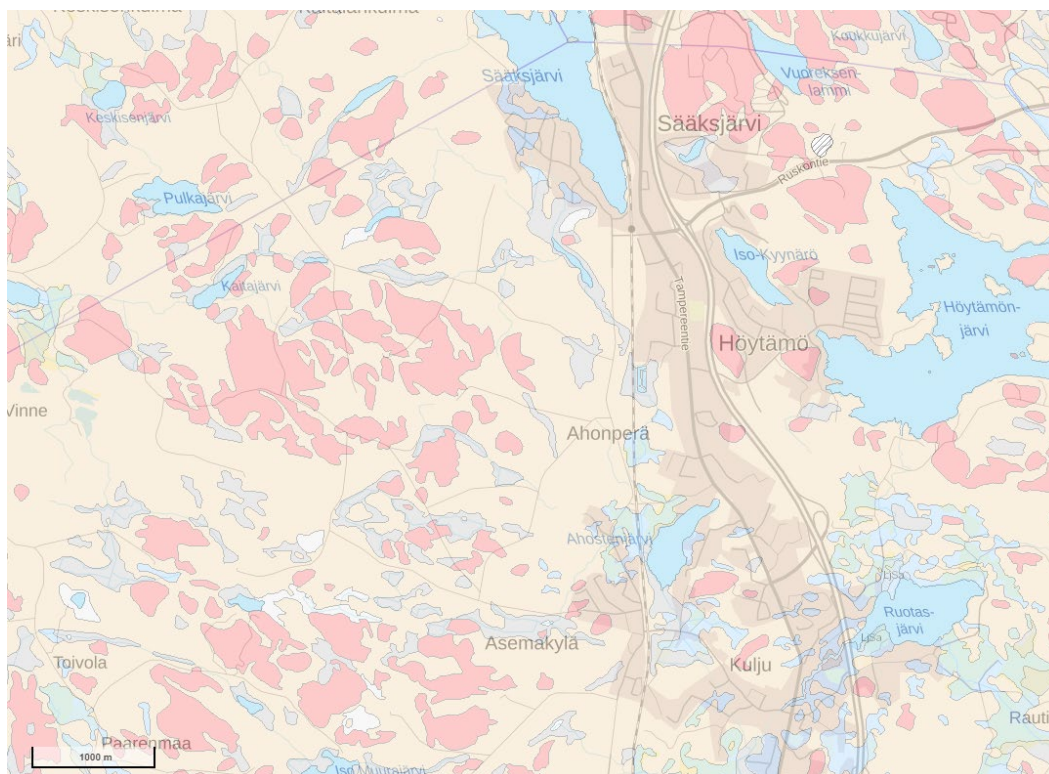
Mustaliuske-esiintymän laajuus ja rikki- sekä raskasmetallipitoisuudet vaikuttavat ympäristöriskien suuruuteen.

Kohdetiedot

Kohdealue sijaitsee Lempäälän Sääksjärven taajaman alueella, sekä taajaman länsi- ja itäpuolella. Pohjoisessa tutkimusalue rajoittuu Tampereen ja Pirkkalan kuntien rajoihin. Idässä tutkimusalue rajoittuu Höytämönjärven lähistölle ja osa tutkimusalueesta ylittää Höytämönjärven. Lännessä tutkimusalue kapenee ja päättyy Kaitajärven länsipuolelle. Etelässä tutkimusalueen raja kulkee Väinölän ja Kiimakallion kaupunginosien välillä. Alueen läpi kulkee pohjois-eteläsuuntaisesti Tampere-Helsinki rautatie sekä Valtatie 3 moottoritie.

1.2 Maaperä-, pinta- ja pohjavesitiedot

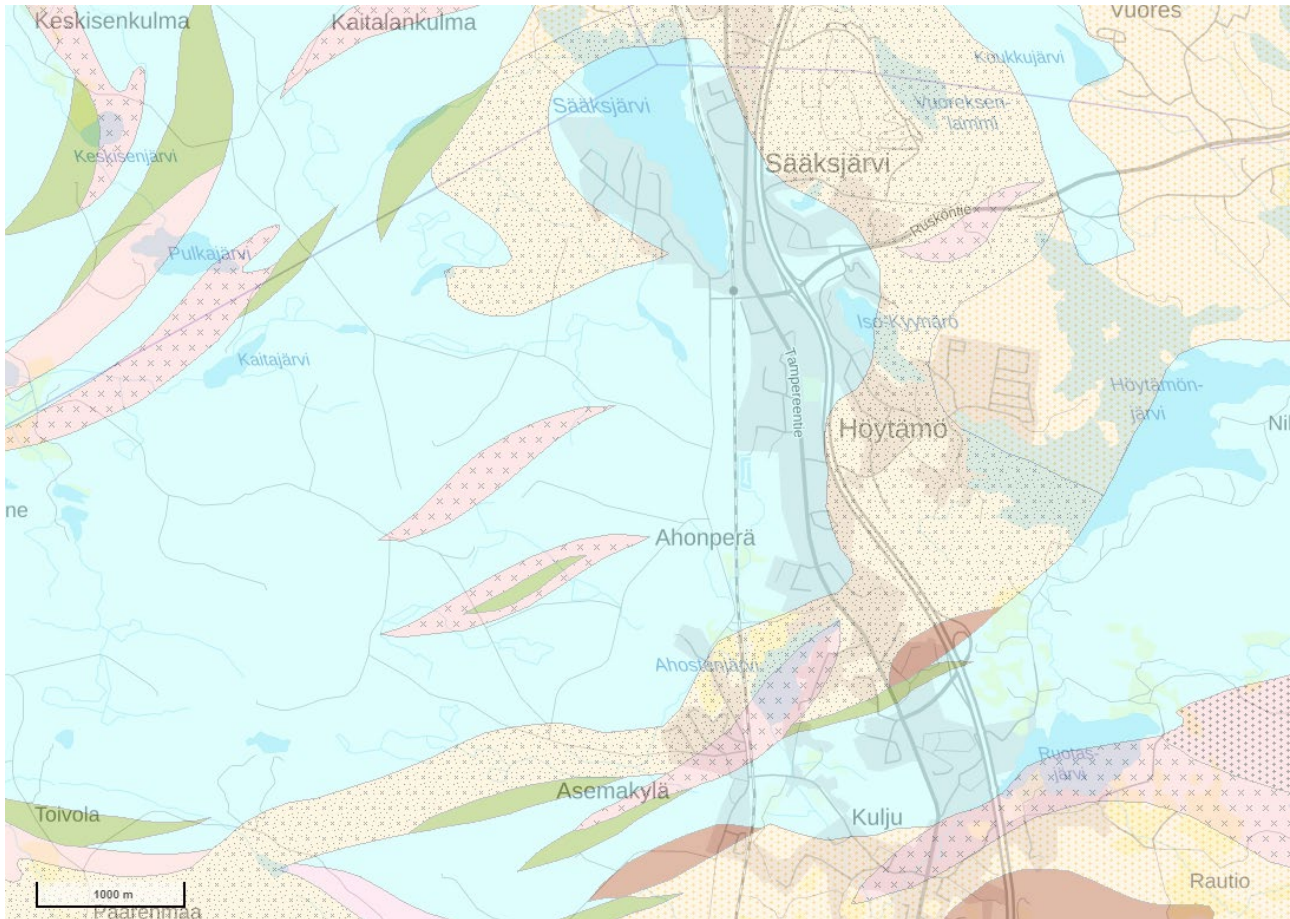
GTK:n maaperäkartasta voidaan havaita, että tutkimusalueen maaperä on pääasiassa hiekkamoreenia tai kalliomaata. Myös saraturvetta (suoalueita) esiintyy jonkin verran. Alueella on useita järviä ja lampia, joista suurimmat ovat Sääksjärvi, Höytämönjärvi, Ahostenjärvi, Iso-Kyynärö ja Kaitajärvi. Höytämönjärvi, Ruotasjärvi, Iso-Kyynärö ja Ahostenjärvi kuuluvat etelään päin virtaavan Moisionjoen valuma-alueeseen, kun taas Sääksjärven lähellä olevat pienemmät järvet ja lammet laskevat ensin Sääksjärveen, siitä pohjoiseen Peltolammiin ja siitä edelleen Pyhäjärveen. Höytämönjärvi on Moisionjoen valuma-alueen pääjärvi, koska monet muut järvet laskevat siihen. Moisionjoki laskee Vanajaveteen. Alue on kooltaan sen verran suuri, että pohjaveden pinnan taso vaihtelee maa-lajien, vesistöjen ja korkeuserojen mukaan paikallisesti. Alueella ei kuitenkaan sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita.



Kuva 2. Ote GTK:n maaperäkartasta. (haettu 17.7.2024). Punaiset alueet ovat kalliomaata, vaaleanruskeat hiekkamoreenia ja vaaleanharmaat saraturvetta.

1.3 Kallioperätiedot

GTK:n kallioperäkartoista selviää, että alueen pääkivilajit ovat tyypillisesti kiillegneissejä tai graniidiriittejä. Vähäisemmissä määrin esiintyy apliittigraniittia, emäksisiä ja intermediäärisiä tuffiitteja ja amfiboliitteja sekä gabroja. Mustaliuskeet liittyvät lähtökohtaisesti kiillegneissin kerroksiin, koska kiillegneissit koostuvat merenpohjaan kerrostuneista sedimenteistä, joissa mustaliuske on vanha mutaliejokerros. Kerrostumisen jälkeen sedimentit ovat läpikäyneet metamorfoosin kovassa paineessa ja lämpötilassa, jolloin syntyy kiillegneissia ja mustaliusketta.



Kuva 2. Ote GTK:n kallioperäkartasta. (haettu 17.7.2024). Vaalean siniset alueet edustavat kiillegneissia, vaaleanpunaiset rastitetut apliittigraniittia, vaaleanruskeat kuviosta riippumatta graniidiriittejä, vihreät emäksisiä ja intermediäärisiä tuffiitteja ja amfiboliitteja sekä ruskeat gabroja ja dioriteja.

2 Aineistot

2.1 Oppaat ja digitaaliset aineistot

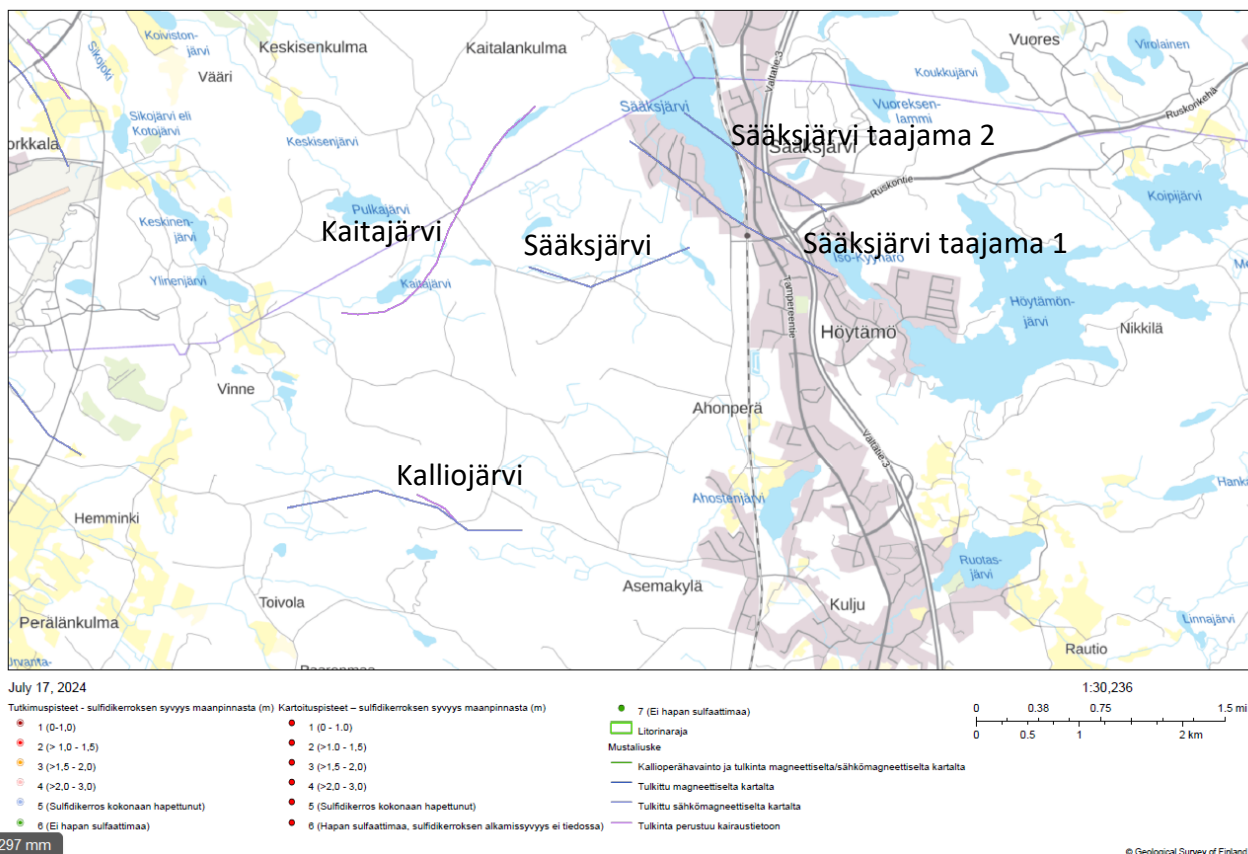
Tämän kartoituksen laatimiseen käytettiin GTK:n ”Opas mustaliuskeiden ympäristövaikutusten arviointiin ja hallintaan, 2024” -opasta. Aineistona käytettiin GTK:n mineraaliesiintymäkarttapalvelua (Hakku), taustapitoisuusrekisteriä (Tapir), Maankamara-karttapalvelua ja Happamat sulfaattimaat -palvelua. Hakusta löytyy monipuolisesti erilaisia julkaisuja kallio- ja maaperätutkimuksiin liittyen.

2.2 Kullanetsintää varten tehdyt tutkimukset

Tutkimusalueella on tunnistettu kolme kultamineralisaatiota, joita on tutkittu 1990- ja 2000-luvuilla GTK:n toimesta. Näiden esiintymien nimet ovat Sääksjärvi, Kaitajärvi ja Kalliojärvi. Kultraesiintymät tarjoavat suuren määrän kairausnäytteistä ja moreeninäytteistä tehtyjä arseenianalyyskejä, raskasmetallipitoisuuksia ja geologisia kuvauksia rikkipitoisista kerroksista (mustaliuskeet). (Arseeni on kullan indikaattorimineraali ja siksi arseenipitoisuuksia halutaan kullanetsinnässä selvittää. Kullantutkimusraportit on esitetty raportin liitteessä 2, 3 ja 4 ja kappaleessa 3 käydään läpi kullanetsintään liittyviä tutkimustuloksia arseenin ja mustaliuskehavaintojen suhteen.

3 Mustaliuskeiden kartoitus

GTK:n happamat sulfaattimaat- karttapalvelusta nähdään, että tutkimusalueella on neljä sähkömagneettisiin anomalioihin perustuvaa havaintoa ja kaksi kairaukseen perustuvaa havaintoa potentiaalisista mustaliuskeista. Geofysikaaliset havainnot perustuvat vain sähkömagneettisen kartan tulkintaan. Kairautietoon perustuvat havainnot pystytään nimeämään niistä tehtyjen tutkimusten mukaan (Kuva 4). Kairautietoihin perustuvien mustaliuskehavaintojen nimet ovat Kaitajärvi ja Kalliojärvi. Samaan kategoriaan voidaan lisätä myös Sääksjärvi-anomalia, koska alueen pohjoispuolella on tehty runsaasti kullanetsintätutkimuksia. Luode-kaakko suuntaisesti leikkaavat nimeämättömät anomaliat nimettiin Sääksjärvi taajama 1 ja Sääksjärvi taajama 2.



Kuva 4. Tutkimusalueen mustaliuskehavainnot GTK:n happamat sulfaattimaat -palvelusta. Haettu 17.7.2024.

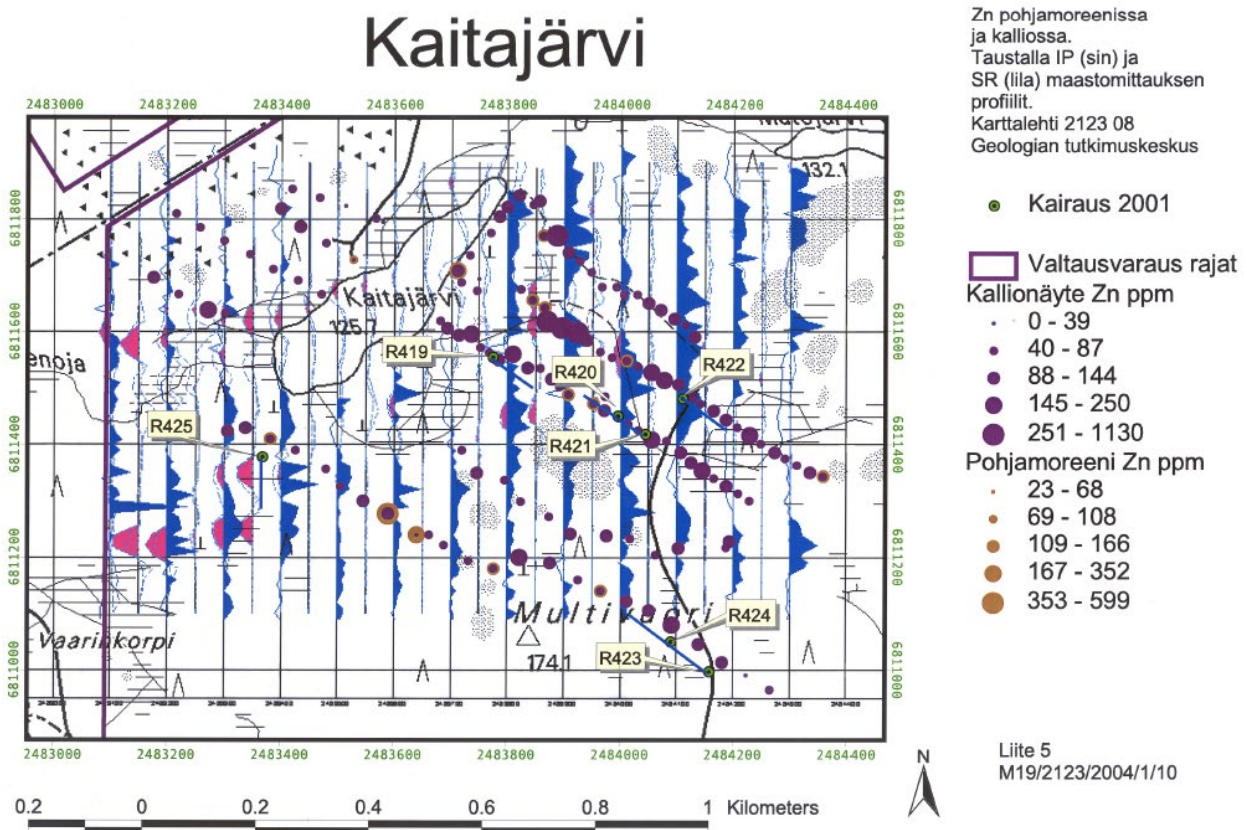
Valtioneuvoston pima-asetuksessa käytetään arvoja muodossa mg/kg, jonka takia kullanetsintutkimuksissa esitetyt ppm-arvot on muutettu tämän raportin teksteissä muotoon mg/kg.

3.1 Kaitajärven arseeni- ja mustaliuskehavainnot

GTK suoritti vuosina 2000–2001 kultatutkimuksia Kaitajärvellä. Alueella tehtiin iskuporalinjoin kalioon 1–2 m syviä reikiä, joista saatiin näytteet kivilajihavainnoja ja näyteanalyysijä varten. Samalla saatiin näyte myös pohjamooreenista, yleensä 5–12 m syvyydestä. Rakennetulkintaa varten tehtiin slingram ja IP maastomittaukset, joilla voidaan tutkia sähkönjohtavuuksia ja sähkömagnetismia. Alueelle kairattiin myös 7 kalliokairausnäyttereikää, joiden yhteispituus oli 700,2 m.

Alueen kallioperä koostuu pääosin kiilleliuskeesta ja kiillegneissistä, joita leikkaa pegmatiittiset graniittijuonet. Geofysikaalisissa mittauksissa todettiin 100–400 m leveä magneettinen vyöhyke suunnassa ENE-SWS, johon liittyy sähköisiä johteita. Sähköisissä johteissa on ympäristöä korkeampi rikki ja sinkkipitoisuus. Toisin sanoen tämä on geofysikaalinen havainto mustaliuskeesta/kiisupitoisesta kalliosta.

Iskuporauksissa arseenipitoisuudet nousivat maksimissaan 286 mg/kg kalliassa ja 401 mg/kg pohjamooreenissa. Sinkkipitoisuudet nousevat maksimissaan moreenissa tasolle 599 mg/kg ja kalliönäytteissä 1130 mg/kg. Kaikista tärkeimmät pitoisuudet ovat kuitenkin mustaliuskeiden todentamiseksi rikkipitoisuudet, jotka nousevat maksimissaan 3,5 % tasolle kalliassa ja 2,5 % tasolle moreenissa.



Kalliokairauksissa lävistettiin kiilleliusketta, jossa on vaihtelevia määriä rikkikiisua ja magneettikiisua. Yhdessä reiässä lävistettiin grafiittiliusketta. Sinkkipitoisuudet nousevat paikoin 0,1 % (1000 mg/kg) tasolle. Lisäksi tavattiin jonkin verran amfibolikerroksia sekä kvartsi ja pegmatiittijuonia. Arseenipitoisuudet nousivat maksimissaan 1070 mg/kg tasolle.

Tutkimustuloksista voidaan todeta, että rikkipitoisuudet täyttävät mustaliuskehavainnon määritelmän rikkipitoisuuden osalta. Rikastuneena raskasmetallina on sinkki. Korkea grafiittipitoisuus yhdistetään mustaliuskeisiin, määritelmän mukaan grafiittia on mustaliuskeissa yli 1 %, ja kivilajihavainto grafiittiliuskeesta on saatu. Arseenipitoisuudet ovat myös reilusti koholla. Kokonaisuutena mustaliuskehavainto vaikuttaa kuitenkin olevan sekava, eikä selvää yksittäistä mustaliuskekerrosta pystytä määrittämään. Kyseessä saattaakin olla ”vain” mineralisoitunut kiillelegneissi, joka ei lähemmässä tarkastelussa täyttäisi mustaliuskeen määritelmää (alkuperä mutalieju), vaikka kemiallisesti katsottuna näin onkin. Tosin vain kemiallisilla ominaisuuksilla on merkitystä haitallisuuden kannalta.

3.2 Sääksjärven arseeni- ja mustaliuskehavainnot

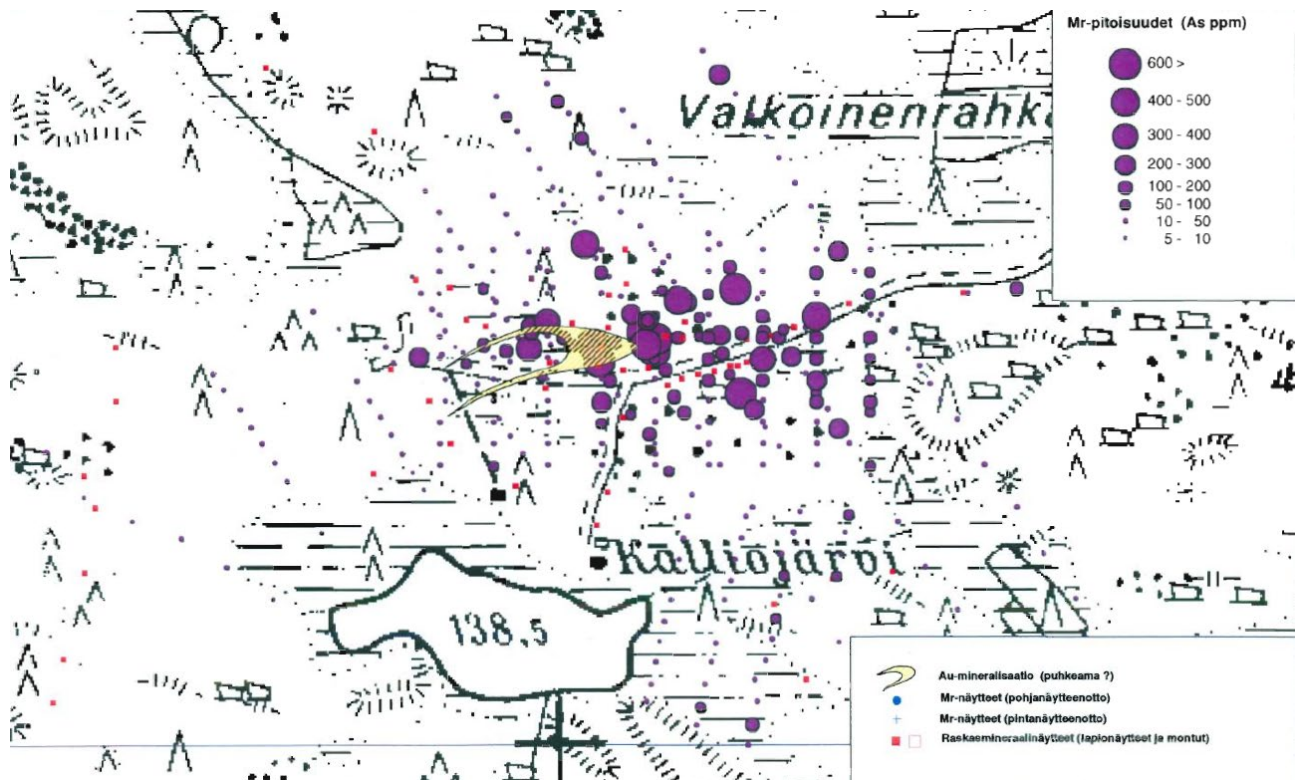
GTK on tehnyt Sääksjärvellä kultaan liittyviä tutkimuksia vuosina 2007–2009. Vuonna 2007 tehtiin alustava pintamoreenikartoitus ja etsittiin mineralisoituneita lohkarkeitä. Vuonna 2009 otettiin 50 m välein 117 moreeninäytettä. Maapeitteen paksuus oli vain 2,2–6,8 m. Näytteet otettiin iskuporakoneella, jolloin saatiin myös näyte kalliosta.

Kivilajina alueella on yleisimmin tonaliitti tai granodioriitti, toisin kuin Kalliojärven ja Kaitajärven mineralisaatioissa. Kallioperäkartalta nähdään, että Sääksjärven anomalia sijaitsee länteen työntyvän granodioriitti-kvartsidioriittiulokkeen keskellä. Tonaliitin/granodioriitin reunoilla on sulkeumina kiilleliusketta ja mafista vulkaniittia. Alueelle tehtiin yhteensä viisi noin 60–80 m pitkää kalliokairausnäytetereikää. Kiisuja (magneettikiisu ja arseenikiisu) tavattiin vain vähän verrattuna Kalliojärven ja Kaitajärven esiintymiin. Tällä alueella arseenia oli enimmillään vain 0,04 %. Tosin tämäkin on muunnettuna mg/kg muotoon 400 mg/kg, mikä on pilaantuneisuustutkimuksissa korkea arvo.

Tutkimusten perusteella mikään ei viittaa mustaliuskeen olemassaoloon tutkimusalueella. Kuitenkaan tutkimusalue tarkemman tarkastelun perusteella ei ulotu niin pitkälle etelään, että sähkömagneettisesti tulkittu mustaliuskehavainto (Kuva 4) olisi katettu näillä tutkimuksilla.

Kalliojärven alueella on tehty kultatutkimuksia vuosina 1994–1999. Vuonna 1994 tehtiin tunnusteluluonteisia raskasmineraalitutkimuksia. Näytteenottoja täydennettäessä havaittiin Au-As-anomalia, johon liittyi kvartsiutuneita arseenikiisupitoisia lohkareita. Moreenianomalian kooksi selvisi 100–150 m leveä ja 400 m pitkä alue. Geofysikaaliset mittaukset tehtiin jo syksyllä 1994. Tämän jälkeen alkoivat kairaukset kahdessa erässä, jolloin tehtiin 38 kairausreikää. Kairanreikien yhteispituus oli noin 1800 m ja pituudet vaihtelivat välillä 19,40–80,3 m.

10 (18)



Kuva 7. Leike GTK:n arseenitutkimuskartasta Kalliojärven alueelta.

Raportin mukaan paikallinen jäätikön virtaussuunta on ollut lännestä, joka on hyvä ottaa huomioon arseenin, rikin ja raskasmetallien kulkeutumisessa yleisesti. Suunnitelma-alueen lähimpänä oleva eteläosa on kuitenkin yli 2 km päässä, joten Kalliojärven arseenipitoisuuksien kulkeutumista suunnitelma-alueelle tuskin on merkittävässä määrin tapahtunut.

3.4 Sääksjärvi taajama 1 ja 2 arseeni- ja mustaliuskehavainnot

Sääksjärvi 1 ja 2 mustaliuskehavainnot perustuvat pelkästään sähkömagneettisiin anomaliaoihin. Alueella ei ole tehty kultatutkimuksia, mikä saattaa johtua siitä, että alueen rakennuksista suuri osa on rakennettu jo 1960-luvulla, eivätkä urbaanit ympäristöt ole käyttökelpoisia malminetsinnälle tai kaivostoiminnalle. Molemmat anomaliat kulkevat osin Sääksjärven läpi. Kuitenkin KVVY:n vedenlaatupalvelusta löytyvän asiantuntijalausunnon mukaan Sääksjärven, kuten myös Höytämönjärven veden pH on järvivesien normaalilla tasolla. [1] Pikku-Kyynärö on kuitenkin todettu happamaksi ja se sijaitseekin aivan Sääksjärvi taajama 2 anomalian vieressä.

4 Maastokartoitus 23.7.2024

Taratest Oy:n geologi, Otso Sattilainen, teki maastotutkimuskäynnin havaittujen magneettisten anomalioiden kohteisiin, joista ei ollut muuta kirjallisuustietoa saatavilla. Kohteet listattu seuraavassa (kuvan 4 mukaisesti):

- Sääksjärvi taajama 1
- Sääksjärvi taajama 2
- Sääksjärvi

4.1 Sääksjärvi taajama 1 anomalian mustaliuskehavainnot

Sääksjärvi taajama 1 anomalian kartoituksessa käveltiin Sääksjärventietä pitkin, jonka myötäisesti anomalia kulkee noin puolet anomalian matkasta. Hakatien ja Sääksjärventien risteyksestä löytyi moreenileikkaus, jossa oli mustaliuskeeksi silmämääräisesti tunnistettavia lohkareita ja kiviä. Maaperä on alueella hiekkamoreenia, eikä kalliopaljastumia ole. Mahdolliset mustaliuskehavainnot olivat ainakin muutaman metrin levyisellä (yli 3 m) kaistalla ja havainnot jatkuivat aina Röstinmäelle saakka. Hakatien ja Sääksjärventien risteyksen moreenileikkauksesta otettiin näyte lohkareesta (Kuva 5). Hakatien risteyksen läheisyydessä oli myös moreenipaljastuma, jossa ei ollut kasvillisuutta lainkaan, mikä viittaisi maan happamuuteen (Kuva 6).



Kuva 8. Kuva Hakatien ja Sääksjärventien potentiaalisesta mustaliuskelohkareesta, josta otettiin näyte. (Kuva, Taratest Oy, 23.7.2024)



Kuva 9. Kuva Hakatien ja Sääksjärventien risteyksen suuntaan, jossa näkyy kasvillisuutta vailla oleva moreenileikkaus, sekä mahdollisesti mustaliuskepitoisia kiviä ja lohkareita. (Kuva, Taratest Oy, 23.7.2024)

4.2 Sääksjärvi taajama 2 anomalian mustaliuskehavainnot

Sääksjärvi taajama 2 anomalia oli Lampitien tarkastelualueella, jonka myötäisesti anomalia kulkee, pääosin kasvillisuuden peittämää. Kuitenkin Lampitie 3:n kohdalla maasto nousee ja talon kohdalla on kallioleikkaus. Kallioleikkauksessa oli silmämääräisesti tarkasteltuna potentiaalista mustaliusketta havaittavissa koko paljastuman alueella (Kuva 7). Kallioleikkauksesta otettiin myös näyte. Havaintojen niukkuuden vuoksi mustaliuskehavainnon paksuutta on vaikeaa määrittää, mutta paksuus on vähintään joitakin metrejä (yli 3 m).



Kuva 10. Kalliopaljastuman potentiaalinen mustaliuskehavainto osoitteessa Lampitie 3. (Kuva, Taratest Oy, 23.7.2024)

4.3 Sääksjärvi anomalian mustaliuskehavainnot

Sääksjärvi anomaliaa kartoitettiin Rajajärventien ympäristössä ja Rajajärventieltä pohjoiseen ja etelään lähtevien metsäautoteiden varrella. Maasto oli kartoitusalueella kokonaisuudessaan loh-kareisen hiekkamoreenin peitossa. Potentiaalisia mustaliuskehavaintoja pystyi tekemään laajalla alueella ja vyöhyke olikin vähintään kymmeniä metrejä paksu. Myös Sääksjärvi anomalian eräästä loh-kareesta otettiin näyte.



Kuva 11. Esimerkki Sääksjärvi anomalian havainnoista. (Kuva, Taratest Oy, 23.7.2024)

5 Järvivesien pH

Koska mustaliuskeet vaikuttavat vesistöjen happamoitumiseen, voivat järviveden pH-luvut kertoa mustaliuskeen esiintymisestä. KVVY:n vedenlaatupalvelun mukaan Sääksjärven, Höytämönjärven ja Iso-Kyynärön pH-luvut ovat tämän tyyppisille järville normaalit, mutta Pikku-Kyynärö on hapantvetinen. Sääksjärven länsipuolella sijaitsevat pienemmät humuspitoiset järvet ovat varsinkin talvisin hieman happamia (pH noin 6). [1] pH-luvut eivät kuitenkaan ole niin alhaiset, että ne indikoisivat suoraan mustaliuskeen olemassaoloa. Kaikista tutkimusalueen järvistä ei ole kuitenkaan tutkimusdataa saatavilla.

6 Mustaliuskeiden huomioon ottaminen rakentamisessa

Mustaliuskeet vertautuvat ympäristövaikutuksiltaan happamiin sulfaattimaihin. Tämän vuoksi ympäristöministeriön julkaisussa 2022:3 ”Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin, opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan” esitetyt raja-arvot ovat käyttökelpoisia hapontuottopotentiaalin arvioinnissa. Käytettävissä on myös Väyläviraston ohje ”Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7, Väyläviraston ohjeita 14/2023”.

Ympäristöministeriön julkaisun mukaan kokonaisrikkipitoisuuden osalta yli 0,06 % rikkipitoisuus karkearakeisessa materiaalissa viittaa hyvin todennäköisesti happamaan sulfaattimateriaaliin. Maa-aineksen rikkipitoisuutta voidaan käyttää potentiaalisen HaSu-materiaalin tunnistamiseen, sillä maanäytteen rikkipitoisuuden on todettu vastaavan yleisesti melko hyvin hapontuottopotentiaalia.

Väyläviraston ohjeessa määritellään raja-arvot, joiden perusteella maapohja tulkitaan tavanomaisesti poikkeavaksi. Sähkönjohtavuuden osalta tämä raja-arvo on 50 mS/m, pH:n osalta joko < 4,5 tai > 9, sulfaatti > 500 mg/kg ja kloridit > 500 mg/kg.

Lisäksi on olemassa maalajikohtaiset toimenpiderajat, joiden alapuolella hapontuoton voidaan olettaa olevan niin vähäistä, ettei sillä ole merkitystä.

Taulukko 1. Maalajikohtaiset toimenpiderajat (Ympäristöministeriö 3/2022)

Materiaali	Stot (%)	mol H+/kg
Hienorakeiset maalajit ($\leq 0,06$ mm)	0,08	20
Karkearakeiset maalajit ($> 0,06$ mm)	0,03	6
Lieju (LOI > 20 %)	0,05	100
Turve	0,4	250

Rakentamisessa huomioon otettavia asioita ovat mahdollinen happamien sulfaattimaiden kaivu- ja läjitystarve. Pohjavedenpinnan yläpuolelle nostettu sulfidipitoinen maa-aines alkaa hapettua, jolloin muodostuu rikkihappoa, joka on ympäristölle haitallista. Varsinaisen rakentamisen osalta maaperän syövyttävyyttä vastaan teräs- ja betonirakenteet tulee suunnitella korroosionkestäviksi.

Maaperän korroosiotutkimuksissa on asetettu maanäytteen sulfaattipitoisuudelle viitearvoksi 500 mg/kg, minkä jälkeen maapohja tulkitaan tavanomaisesta poikkeavaksi.

Betonirakenteiden rapautuminen rikkipitoisessa maaperässä johtuu pääasiassa liukoisista sulfaa-teista, jotka reagoivat betonin kalsiumyhdisteiden kanssa, tai alhaisen pH-tason vaikutuksesta tapahtuvana sideainematriisin liukenemisena. Maaperä tulkitaan betonirakenteille aggressiiviseksi ympäristöksi, mikäli sulfaattia esiintyy $\geq 2000\text{--}3000$ mg/kg.

7 Arseenin ja sinkin huomioon ottaminen rakentamisessa

Alueella, jossa arseeni ja sinkkipitoisuuksien tiedetään tai epäillään olevan luontaisesti koholla, voidaan maaperänäytteistä tutkittuja haitta-ainepitoisuuksia vertailla Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 asetettuihin kynnys- ja ohjearvotasoihin. Asetuksen mukaan maaperän pilaantuneisuutta ja puhdistamistarvetta on arvioitava, mikäli yhden tai useamman aineen kynnysarvo ylittyy. Asetuksen kynnys- ja ohjearvolista on esitetty liitteessä 3.

Valtioneuvoston asetuksessa 214/2007 maaperän pilaantuneisuudesta ja puhdistustarpeen arvioinnista on määriteltä, että maaperää pidetään yleensä pilaantuneena, jos:

- alueella, jota käytetään teollisuus-, varasto- tai liikennealueena tai muuna vastaavana alueena, jos yhden tai useamman aineen pitoisuus ylittää säädetyn ylemmän ohjearvon
- muilla alueilla, jos yhden tai useamman aineen pitoisuus ylittää säädetyn alemman ohjearvon.

Kohteen luontaisesti korkeita arseeni ja sinkkipitoisuuksia voidaan ehdottaa käytettäväksi kohteen herkkyyden mukaan kuten ohjearvotasoja käytetään, muttei ole tarkoituksenmukaista todeta suuria alueita puhdistustarpeen omaaviksi pilaantuneiksi alueiksi, koska pitoisuudet ovat luontaista alkuperää ja maamassat ovat valtavia. Suurin suositeltu taustapitoisuus olisi arseenille Pirkanmaalla 26 mg/kg ja sinkille 100 mg/kg.

8 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

8.1 Mustaliuskeet

Kaitajärven itäpuolella on todettu kemiallisesti mustaliuskeeksi luokiteltavaa kiveä. Tämä voi esiin kaivettaessa tai louhittaessa aiheuttaa happamoitumisongelmia. Rikkipitoisuus oli paikoin 3,5 % kalliassa ja 2,5 % moreenissa mikä ylittää mustaliuskeen määritelmän ($>1\%$ S) selvästi. Mustaliuske sisältää tutkimustulosten perusteella myös merkittäviä määriä sinkkiä, joka pitää myös ottaa huomioon. Sinkin osalta suositellaan tehtäväksi riskinarvio Kaitajärven alueelle, koska suurilla (yli

ylemmän ohjearvon 400 mg/kg) sinkkipitoisuuksilla voi olla merkitystä asumisterveydelle. Rikkipitoisten kerrosten paksuudesta tai pituudesta ei ole varmuutta, mutta ne noudattelevat todennäköisesti magneettista anomaliaa. Mustaliuskekerros ei kuitenkaan välttämättä ole erityisen paksu. Pohjaveden pinnan alentaminen tai soiden ojittaminen voi aiheuttaa ympäristöongelmia. Alueelta kuljettavien maa-ainesten laatua olisi myös hyvä selvittää, etteivät ne aiheuta ongelmia vastaanotopaikassa. Mikäli alueelle halutaan tehdä maarakennustöitä, olisi riskit otettava huomioon ja suositellaan lähivesistöjen tarkkailua.

Tutkimusalueella sijaitsevat muut mustaliuskehavainnot perustuvat vain magneettiseen anomaliaan, eikä niistä ole tehty tutkimuksia, jossa määritettäisiin rikki- tai raskasmetallipitoisuuksia.

Sääksjärvi, Sääksjärvi taajama 1 ja Sääksjärvi taajama 2 nimisiksi nimetyt magneettiset anomaliat vaatisivat lisätutkimuksia mustaliuskeriskin tunnistamiseksi. Tosin Sääksjärvi taajama 1 ja Sääksjärvi taajama 2 eivät ole aiheuttaneet happamoitumisongelmaa Sääksjärveen, vaikka alueelle on rakennettu jo vuosikymmeniä, tai ainakaan ympäristöongelmat eivät ole tiedossa.

Liitteenä olevaan tutkimuskarttaan on tehty alustava rajausta mustaliuskepitoisten alueiden sijainnille. Kartan tekoon on käytetty lähtötietona GTK:n Hakku-palvelun lentogeofysikaalinen magneettista anomaliakarttaa sekä kairaustietoon perustuvia mustaliuskehavaintoja ja kartoituksen yhteydessä tehtyjä kenttähavaintoja (23.7.2024). Tutkimuskarttaan asetettu em. perusteella ns. suoja-vyöhykkeet, jossa rikki- ja raskasmetallipitoisuuksia pitää tutkia kaikkien rakennustöiden yhteydessä moreenia kaivettaessa ja kalliossa, mikäli kalliota louhitaan. Soiden ojitusta tulisi välttää alueilla. Rikkipitoisuudet rikastuvat soihin ja niiden rikkipitoisuus voi nousta jopa 10 prosenttiin. Vapautuessaan soiden rikki voi johtaa esimerkiksi kalakuolemiin.

Mustaliuskealueiden sijainti ja laajuus tarkentuvat, kun niistä saadaan lisää tutkimustietoa. Kenttä-tutkimuksissa otetut kiviläytteenä suositellaan tutkittavaksi laboratorioissa, jotta alustavat mustaliuskehavainnot voidaan todeta mustaliuskeeksi. Kemiallinen koostumus määrää lopulta onko kivi mustaliusketta.

Maaperän korkeat metallipitoisuudet eivät sinällään aiheuta riskiä, mutta niiden kaivaminen ja edelleen mahdollinen vesiliukoisuus ovat ympäristön ja asumisterveyden kannalta tunnistettuja riskejä.

8.2 Arseeni

Tutkimusalueella tai tutkimusalueen välittömässä läheisyydessä on kolme kultamineralisaatiota, joiden yhteydessä on tutkittu arseenin esiintymistä. Kaikissa mineralisaatioissa todettiin korkeita pitoisuuksia arseenia. Tutkimusalueella on tutkimusaineiston perusteella kohonnut riski korkeisiin arseenipitoisuuksiin. Arseenipitoisuuksia olisi tarpeellista selvittää aina rakennustöiden yhteydessä sellaisissa kohteissa, joissa korkea arseenipitoisuus voi johtaa altistumisiin haitta-aineelle (esim. asuinalueet ja päiväkodit). Alueelle suositellaan riskinarvion tekemistä erittäin korkeiden arseenipitoisuuksien (yli ylemmän ohjearvon 100 mg/kg) takia, koska sillä voi olla merkitystä asumisterveydelle.

TARATEST OY

14.8.2023



Laatinut

Otso Sattilainen, FM, geologi



Hyväksynyt

Maria Penttilä, DI, tutkimuspäällikkö,
ympäristöpalvelut

LIITTEET

Liite 1. Tutkimuskartta

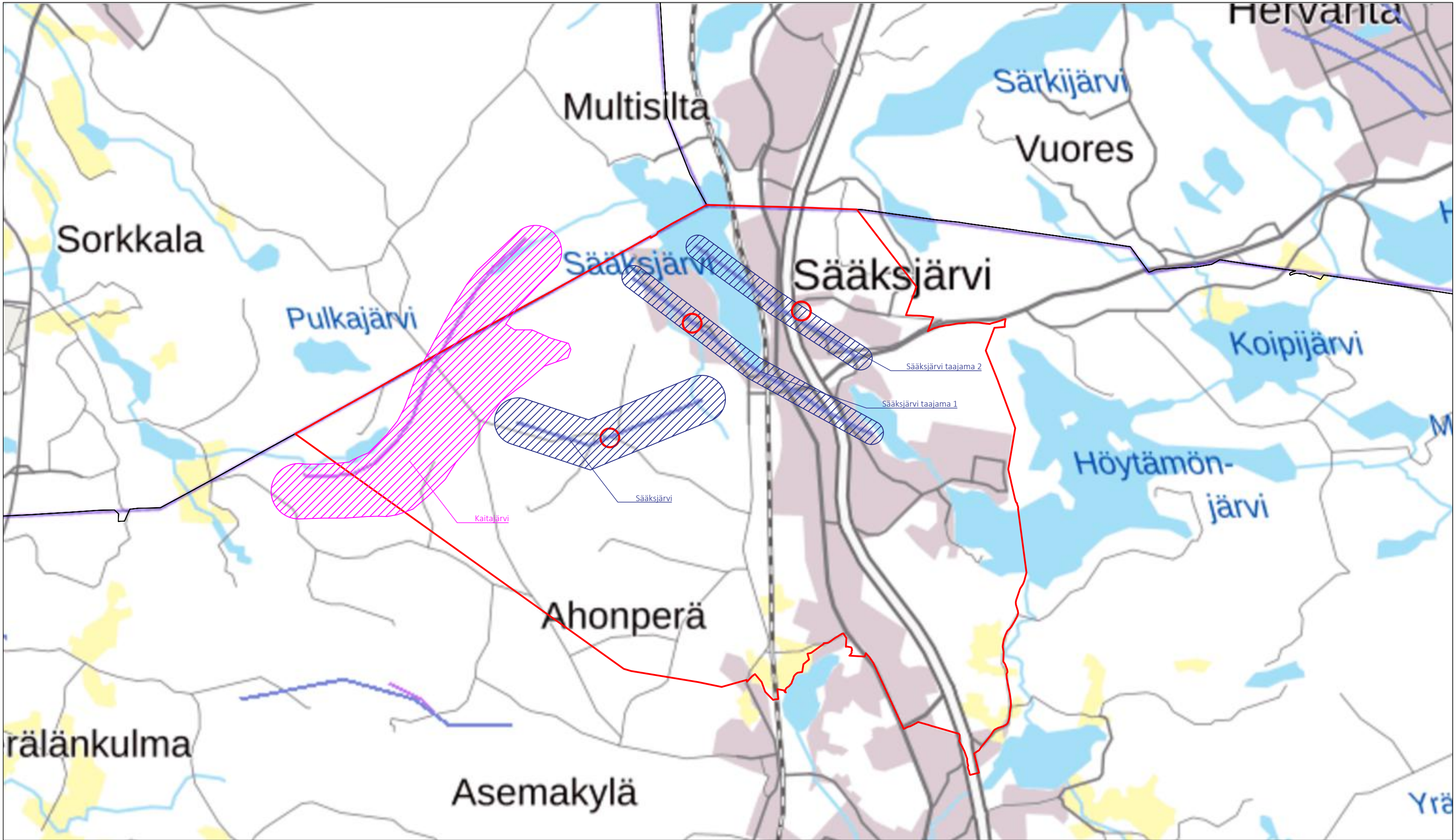
Liite 2. Lempäälän Sääksjärven ja Kaakkolammin sekä Tampereen Aitolahden kultatutkimukset v. 2009-2011, Geologian tutkimuskeskus, 4.2.2014

Liite 3. Tutkimustyöselostus Lempäälän kunnassa, Kalliojärvi I-nimisellä valtausalueella vuosina 1994-1999 suoritetuista kultatutkimuksista, Geologian tutkimuskeskus 22.3.2000

Liite 4. Kulta-aiheiden rakenteelliseen kontrolliin liittyvät tutkimukset Pirkkalassa ja Lempäälässä 2000-2001, Geologian tutkimuskeskus, 18.12.2002

VIITTEET

[1] KVVY, Vesistönkunnostajien verkoston sivusto, <https://vesienhoito.kvvy.fi/vesien-tila/#kunta/Lemp%C3%A4%C3%A4l%C3%A4>, luettu 20.7.2023



Tutkimukartta - Mustaliuskealueiden
alustava sijainti
Työnro: 21629
Kohde: Sääksjärvi, Lempäälä
Pvm: 19.8.2024
Tekijä: MH
ETRS-TM35
1:30000

Maastokartoitus 7/2024,
Taratest Oy / Geologi O.Sattilainen

Taustakartta-aineistot:
- MML kuntarajat, luettu 1.8.2024
- Lempäälän kunta, 120120 Sääksjärven
osayleiskaava, saatu 7.8.2024
- GTK, Happamat sulfaattimaat-palvelu, luettu
1.8.2024
- GTK, Mineraaliesiintymä,
Hakku-palvelu-Lentogeofysikaalinen magneettinen
anomaliakartta, luettu 1.8.2024

Näytteenotot 3 pisteestä

Näytteenottopaikkojen viitteelliset sijainnit

○ Näytteenottopiste 22.7.2024



Suoja-alueet:

Kaitajärvi-mustaliuskealue
- varmistunut mustaliuske tutkimustulosten
perusteella



Potentiaaliset suojat:

Sääksjärvi taajama 1, Sääksjärvi taajama 2 ja
Sääksjärvi
-potentiaaliset mustaliuskealueet

*Voidaan todeta suojat-alueiksi, mikäli otetut
näytteet laboratorioanalyysissä todetaan
mustaliuskeiksi*

— Sääksjärven osayleiskaavan aluerajaus

Mustaliuske

— Kallioperähavainto ja tulkinta magneettiselta/sähkömagneettiselta kartalta
— Tulkittu magneettiselta kartalta
— Tulkittu sähkömagneettiselta kartalta
— Tulkinta perustuu kairaustietoon



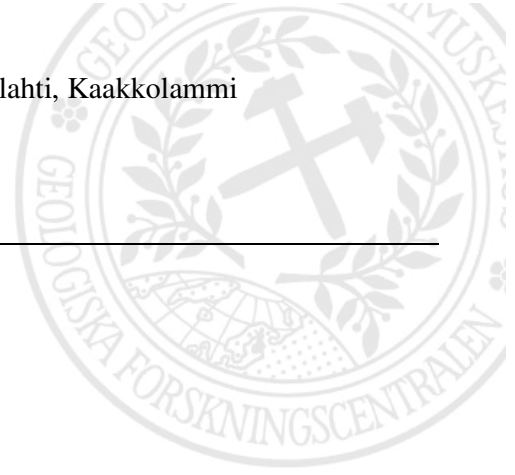
Lempäälän Sääksjärven ja Kaakkolammin sekä Tampereen Aitolahden kultatutkimukset v. 2009-2011

Niilo Kärkkäinen, Pekka Huhta, Janne Tranberg, Kalevi Karttunen



Sääksjärven runsaskivistä moreenimaastoa

Tekijät Niilo Kärkkäinen, Pekka Huhta, Janne Tranberg, Kalevi Karttunen		Raportin laji Päätearkistoraportti	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Lempäälän Sääksjärven ja Kaakkolammin sekä Tampereen Aitolahden kultatutkimukset v. 2009-2011			
Tiivistelmä Raportissa kuvataan Tampereen kaupungin etelä ja koillispuolella sijaitsevien eri vaiheissa havaittujen kulta-aiheiden tutkimuksia vuosina 2009-2011. Vuonna 2007 GTK:n alueellisessa geokemian kartoituksessa todettu kohonneita Au-pitoisuuksia Tampereen kaupungin lounaispuolella, Sääksjärven alueella. Niiden tarkistuksessa löydettiin kultapitoisia lohkeita ja tehtiin pienialainen geokemiallinen kartoitus. Täysin moreenin peittämällä alueella olevaan Au-anomaliaan kairattiin 5 reikää, yhteensä 361 m. Anomalian todettiin liittyvän kullan mineralisoitumiseen granodiittiista-tonaliittista intruusiota leikkaavassa hiertovyöhykkeessä, jossa on kvartsijuonia. Enimmäispitoisuudet kairanäytteissä olivat 1.5 – 2.4 ppm Au / 1 m (M421-2011/R1, R4-R5). Samassa yhteydessä kairattiin kolme reikää (M421-2011/R6-R8, yhteensä 244 m) Aitolahdessa, Tampereen koillispuolella. Kohteessa on osin louhittu paljastuma-alue, josta oli v. 2004 löydetty kultapitoisia kvartsijuonia plagioklaasiporfyriitissä. Kohteesta v. 2009 otetuista lisänäytteistä todettiin tasoa 2-4 ppm olevia kultapitoisuuksia sekä kuparikiisupiroetta hiertyneissä kivissä. Kairauksessa ne osoittautuivat liittyvän intermediaarisia vulkaniitteja leikkaavaan murrosvyöhykkeeseen, jossa on eri-ikäisiä kvartsijuonia ja epätasaista kullan ja kuparin mineralisoitumista. Kairauksessa kullan enimmäispitoisuudet olivat luokkaa 1 ppm Au per 1 metri. Kairauspaikasta noin 2.5 km itään paikannettiin gabrossa oleva hiertovyöhyke, jonka lähialueen moreenissa oli anomalisia määriä kultarakeita. Raportin kolmantena kohteena on Lempäälän ja Valkeakosken rajalla sijaitseva Kaakkolammin geokemiallinen Au-anomalia. Se sijaitsee gabroalueella, johon alueellisen painovoimamittauksen mukaan näytti liittyvän merkittävä NE-SW-suuntainen siirros-hiertovyöhyke. Paikalla tehtiin raskasmineraalitutkimuksia ja tiheennetty geokemiallinen kartoitus. Tulosten perusteella kohteen tutkimuksia ei katsottu tarpeelliseksi jatkaa. Raportissa kuvatut tutkimukset tarkentavat aiemmin GTK:ssa kertynyttä aineistoa Tampereen ja Pirkanmaan vyöhykkeiden kultapotentialista. Sääksjärveltä ja Aitolahdelta paikannettiin GTK:n kultatietokannan luokitteluperusteiden mukaan uusi kultaesiintymä. Kullan esiintymistavan, mineralisoitumiseen liittyvän vähäisen muuttumisen ja mineralisaatioiden alhaisten kultapitoisuuksien perusteella löydökset eivät taloudellisesti ole kovinkaan potentiaalisia.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pirkanmaan vyöhyke, Sääksjärvi, Aitolahti, Kaakkolampi, kulta, malmiesiintymä, geokemia, kairaus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Tampere, Pirkkala, Lempäälä, Pirkanmaa, Tampereen vyöhyke			
Arkistosarjan nimi Malmitutkimukset	Arkistotunnus GTK 45/2014		
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Etelä-Suomen aluetoimista, Kallioperä ja	Hanketunnus 2551005		
Allekirjoitus/nimen selvennys	Allekirjoitus/nimen selvennys	Allekirjoitus/nimen selvennys	
Niilo Kärkkäinen	Pekka Huhta	Janne Tranberg	



Sisällysluettelo

Kuvailulehti

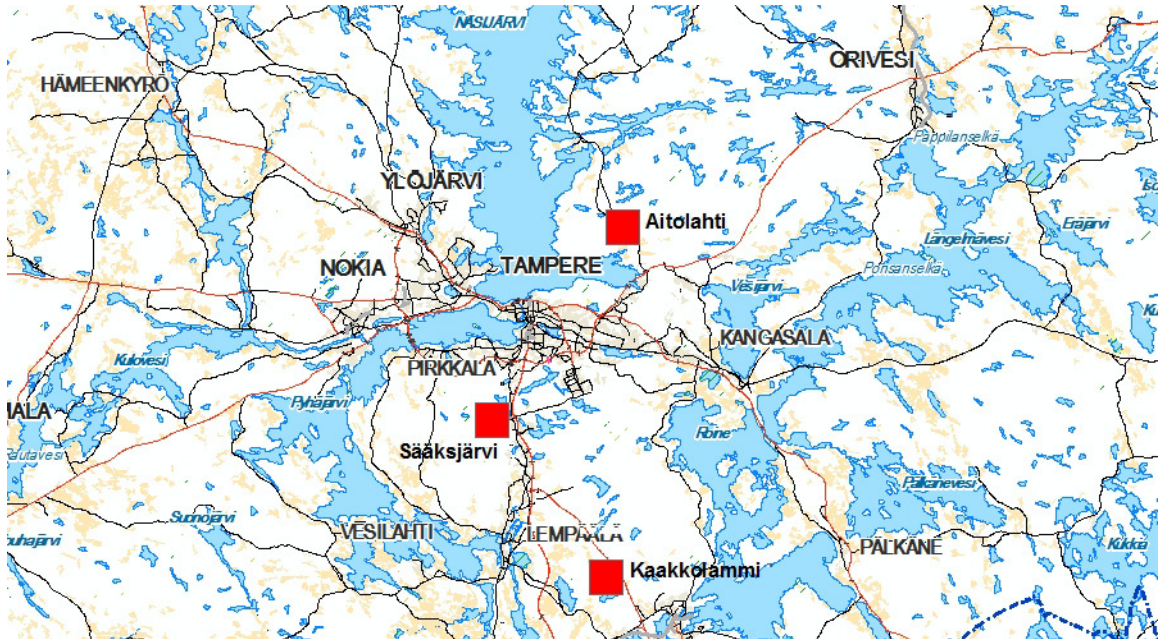
1	JOHDANTO	1
2	SÄÄKSJÄRVI	2
2.1	Sijainti	2
2.2	Malmiviitteet	2
2.3	Geokemiallinen kartoitus	2
2.4	Kallioperä	3
2.5	POKA-kairaus 2011	3
2.6	Johtopäätökset	7
3	AITOLAHTI	7
3.1	Sijainti	7
3.2	Malmiviitteet	7
3.3	POKA-kairaus 2011	9
4	KAARKOLAMPI	10
4.1	Sijainti	10
4.2	Malmiviitteet	11
4.3	Geokemiallinen kartoitus	11
5	KIRJALLISUUS	13
6	LIITTEET	14
6.1	Löytöpaikan käyntiraportti (kansannäyteraportti)	14
6.2	Sääksjärven ja Aitolahden kairauspaikat	15
6.3	Moreeninäytteiden raskasmineraalirikasteiden kultarakeet.	16
6.4	Kairauksen kemialliset analyysit	17
6.5	Aitolahden kairausprofiilien geokemiaa	22
6.5.1	Pintaprojektio, Au-As	22
6.5.2	Kairauksen pintaprojektio Cu-S	23
6.5.3	R6 ; Au-As	24
6.5.4	R6; Cu-S	25
6.5.5	R7; Au-As	26
6.5.6	R7; Cu-S	27
6.5.7	R8; Au-As	28
6.5.8	R8; Cu-S	29
6.6	LIITE Malmiviitteet, pala- (p) ja lohkenäytteitä (l) Sääksjärveltä ja Aitolahdesta	30

1 JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskus on 1980-luvulta lähtien selvittänyt Tampereen alueen kultapotentiaalia geokemiallisten tutkimusmenetelmien avulla. Aluetta on pidetty kullan suhteen potentiaalisena perustuen mm. valtakunnallisiin geokemiallisiin tutkimuksiin sekä esiintymiin, kuten Suomen ensimmäiseen kulta-kaivokseen Haverissa, Oriveden kaivokseen ja sittemmin löytyneisiin useisiin, tällä hetkellä epäekonomiseksi arvioituja kultaesiintymiin (<http://en.gtk.fi/information/services/commodities/Gold/index.html>). Tyypillistä alueelle on kullan tavanomaisen seuralaismetallin, arseenin yleisyys (Tarvainen ym. 2009).

Tampereen alueen taajamakartoitushankkeen moreenitutkimuksissa todettiin kohonneita Au- ja Cu-pitoisuuksia Sääksjärven lounaispuolella, lähellä Tampereen kaupunkia (Kuivamäki 2010). Seuraavassa vaiheessa toteutetussa pintamoreenin geokemiallisessa tutkimuksessa havaittiin mahdollista kullan malmiutumista myös Valkeakosken rajamailla Kaakkolammilla (Kärkkäinen ym. 2008), minkä välittömässä läheisyydessä on Lastusenkulman vanha Au-aihe (Rosenberg 1996). Näiden kohteiden jatkotutkimusten yhteydessä selvitettiin myös Tampereen koillispuolelta Aitolahdesta kansanäytteenä (K20001657) kallio-alueelta löytyneen kulta-aiheen malmipotentialia

Työt käsittivät yhteensä n. 3 vk kartoituksia ja lohkare-etsintää sekä geokemiallisen kartoituksen Sääksjärvellä (n. 1 km²/ 117 pistettä) ja Kaakkolammilla (n. 1.5 km²/172 pistettä), raskasmineraalitutkimuksia sekä kairauksia Sääksjärvellä (361 m/ 5 reikää) ja Aitolahdessa (244 m / 3 reikää) vuodenvaihteessa 2010 - 2011.



Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainti

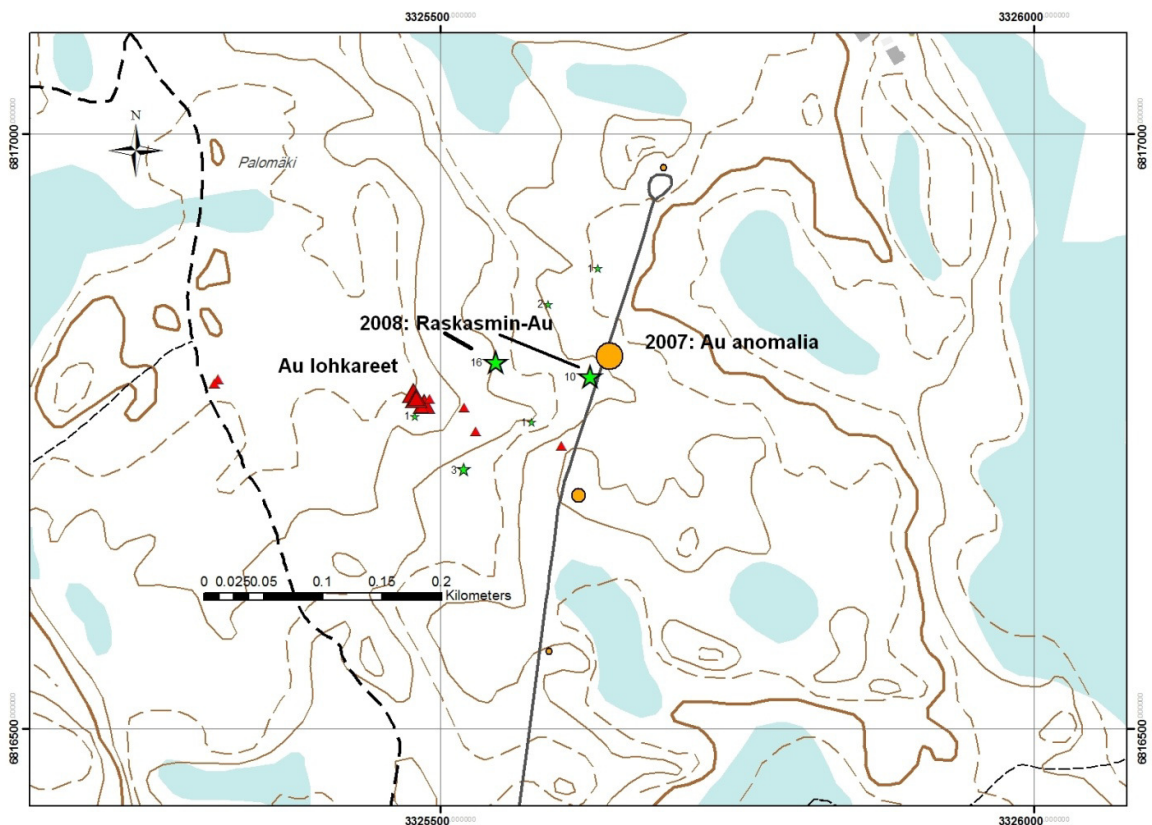
2 SÄÄKSJÄRVI

2.1 Sijainti

Sääksjärvi sijaitsee Tampereen kaupungin lounaispuolella, Sääksjärven taajama-alueen länsipuoleisella metsäalueella (x-*kkj3* = 6816800, y-*kkj3*=3325500). Alue sisältää nuorta taimikkoa ja harvaa metsämaastoa, eikä siellä ole asutusta.

2.2 Malmiviitteet

Vuonna 2007 tehdyssä Pirkkalan-Lempäälän alueen pintamoreenin geokemian kartoituksessa todettiin Sääksmäen alueella tavanomaista korkeampia kultapitoisuuksia (max 26.2 ppb Au, näyte NALA-07-051). Taajamakartoitusprojektin paikalle tekemässä tutkimuskaivannossa (2008MPM_12) ja sen länsipuolelta otetuissa viidessä 10 litran pintamoreeninäytteessä oli anomaalisesti paljon kultarakeita (max 12 – 18). Paikan länsipuolella olevalta hakkuualueelta paikannettiin kiisupitoisia hiertyneitä ja kvartsijuonia sisältäviä gneissilohkareita, joissa oli kemiallisten analyysien mukaan 0.2- 2.7 ppm Au (Kuvat 2-3, Liitetaulukko). Näiden selvittämiseksi valmisteltiin pienimuotoinen geokemiallinen kartoitus.



Kuva 2. Sääksjärven kohteen sijainti ja tutkimusten lähtötilanne. Keltaiset pallot = ensimmäiset viitteet v. 2007, kohonneita Au-pitoisuuksia pintamoreenissa; vihreät tähdet = kultarakeita raskasmineraalinäytteissä; punaiset kolmiot = Au-pitoiset lohcareet.

2.3 Geokemiallinen kartoitus

Sääksjärveltä otettiin v. 2009 rinnakkaisilta linjoilta 50 m välein 117 moreeninäytettä. Näytteenotin oli tela-alustaisen iskuporakoneen läpivirtausterä, jossa näyttemäärä oli noin 400 g. Maasto oli runsaskivistä moreenia (kuva 2). Maapeitteen paksuus oli keskimäärin 2.2 m, enimmillään 6.8 m. Useimmista rei'istä

saatiin myös kallionappi, joka yleisimmin oli tonaliittia tai granodioriittia, muutamassa pisteessä graniittia, pegmatiittia tai kiille- ja sarvivälkegneisiä.

Moreeninäytteistä analysoitiin kulta kuningasvesiliuoksesta GFAAS-menetelmällä (koodi 521U, tilaus 220532). Pitoisuus vaihteli välillä 1.7 – 299 ppb Au. Yhtenäisesti kohonneita kultapitoisuuksia oli tien länsipuolella olevan mäen rinteellä (Kuva 4). Lisäksi hajanaisemmin kohonneita Au-pitoisuuksia on anomalian länsi ja luoteispuolella, mutta alueella näytteenottoverkko on liian harva niiden merkityksen arvioimiseksi.



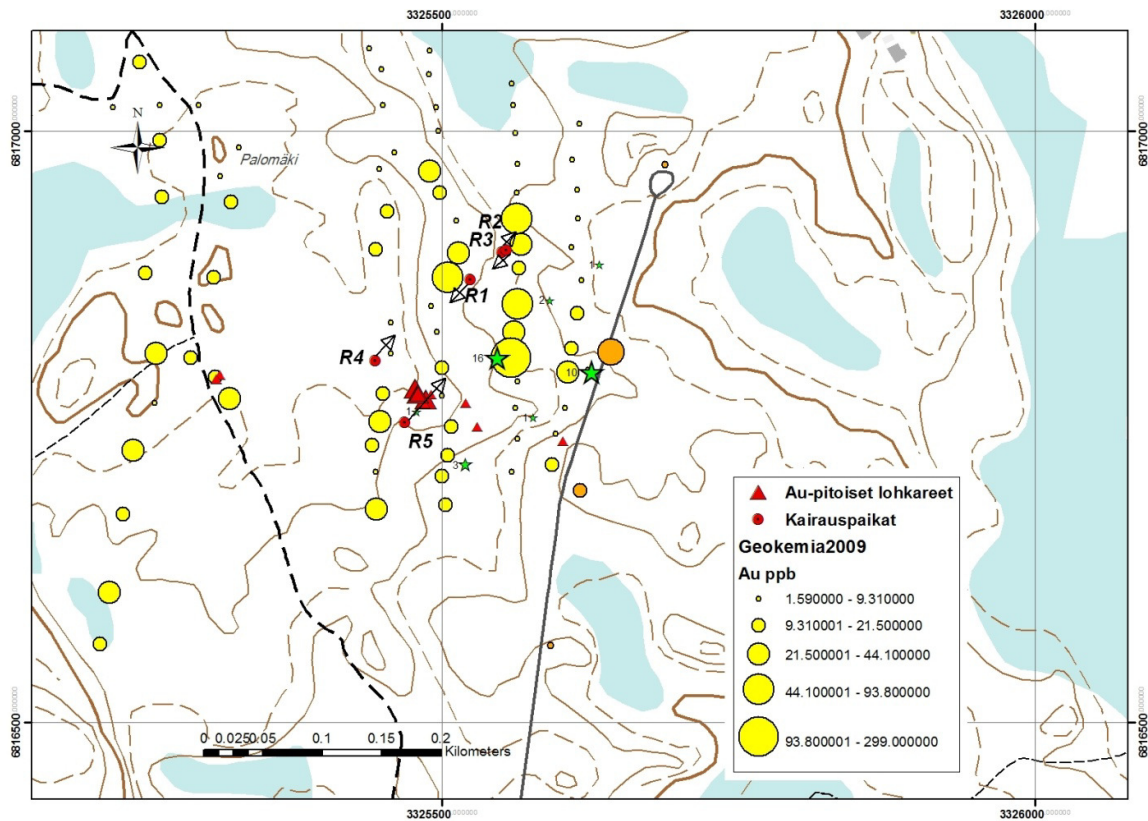
Kuva 3. Vasemmalla Sääksmäen Au-mineralioitunut lohkare, jossa on kvartsisjuonia sisältävää kalimaasälpäytynyttä tonaliittia. Oikealla Au-mineralisoituneita kvartsisjuonia Sääksjärven kairauksissa R4-R5; kairasydän halkaisija 4 cm.

2.4 Kallioperä

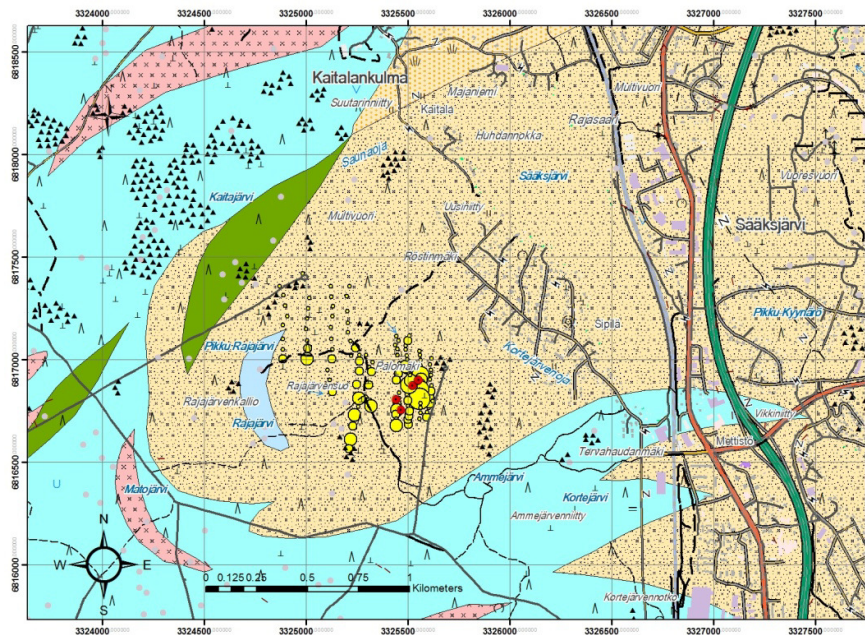
Kallioperäkartalla Sääksjärven anomalia sijaitsee kiillegneissien rajaaman länteen työntyvän granodioriitti-kvartsidioriittikielekkeen keskellä (Kuva 5). Syväkiven ulkoreunalla on sulkeumina on kiilleliusketta ja mafista vulkaniittia.

2.5 POKA-kairaus 2011

Kohteeseen kairattiin yksi neljän reiän profiili ja sen rinnalle toinen yhden reiän profiili (kuvat 4-5), yhteensä 361 m. Kaksi ensimmäistä reikää (R1-R2) kairattiin suuntaan SW (225°), mutta ne leikkasivat vain loivasti vallitsevaa liuskeisuutta ja sitä myötäileväksi oletettua hiertosuuntaa. Kairaussuunta vaihdettiin muilla rei'illä (R3-R5) vastakkaiseksi (NE, 045°).



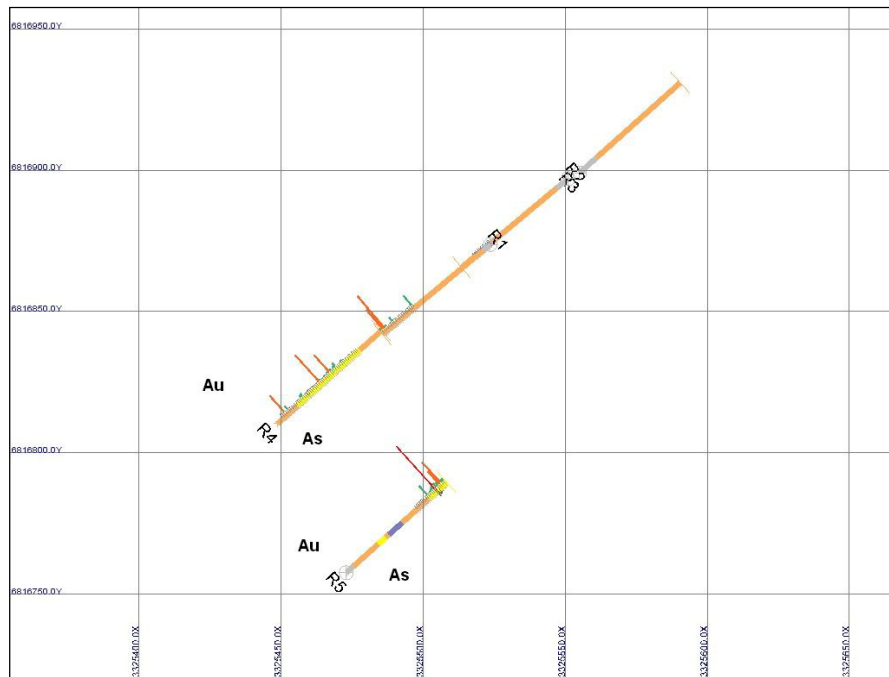
Kuva 4. Sääksjärven geokemian kartta



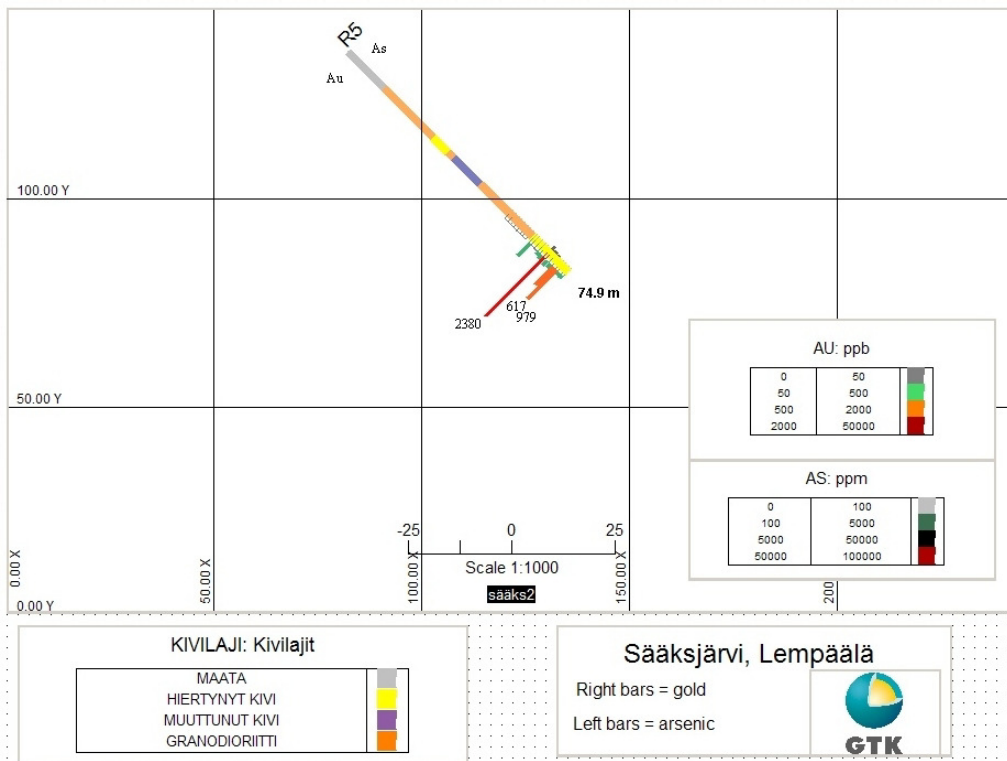
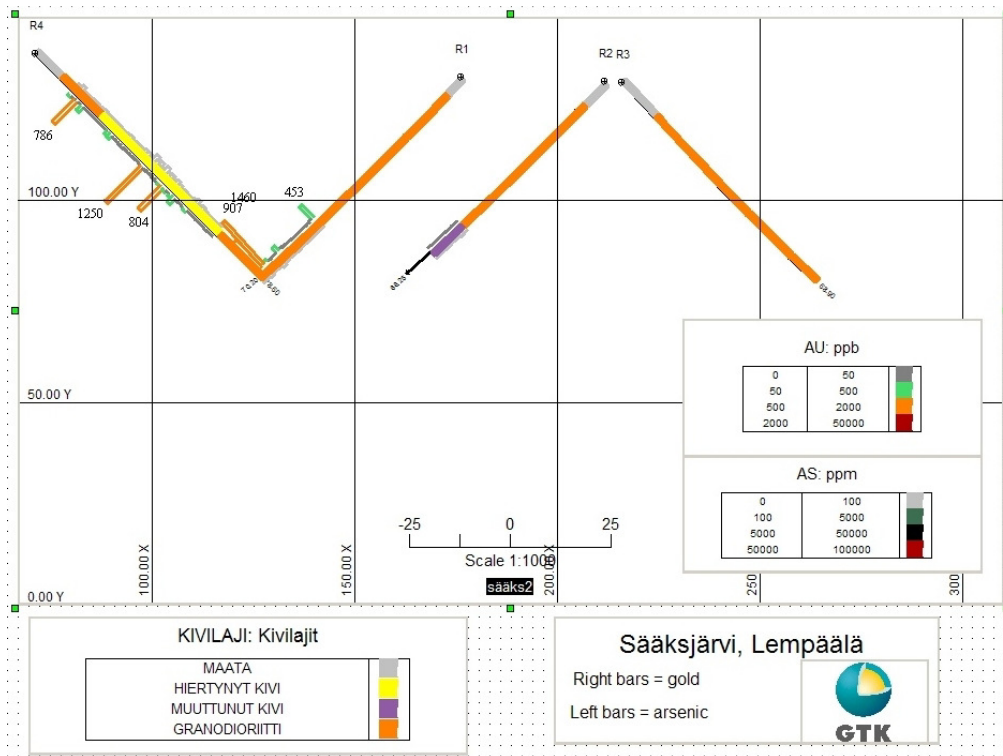
Kuva 4. Sääksjärven kohteen sijoittuminen kallioperäkartalla; kairauspaikat (punaisella) ja kullan pitoisuusvaihtelu moreenissa (keltaisella, ks. kuva 4).

Vallitseva kivilaji on harmaata, keskirakeista ja heikosti suuntautunutta syväkiveä, tonaliittia tai granodioriittia. Siinä on paikoin liuskesulkeumia, kapeita hiertosaumoja ja leikkaavia pegmatiitti-juonia, joissa kiille on biotiittia. Reiän R1 lopussa ja reijissä R4-R5 oli ruhjeisia tai hiertyneitä biotiitista rikastuneita kohtia sekä eri vaiheen kvartsijuonia, jotka joskus ovat budinoituneita, poimuttuneita ja väriltään sinertäviä (Kuva 3), joskus valkoisia ja selvemmin leikkaavina ilmeisesti myös nuorempia. Juonten frekvenssi on 1 – 4 per 1 m. Kiisuja oli niukasti. Yleisimmin oli magneettikiisua, ja vain parissa kohdin arseenikiisua sekä yhdessä juonessa molybdeenihohdetta. Muutamin kohdin oli yksittäisinä rakeina scheeliittiä sekä kvartsijuonten yhteydessä vihertävää kalkkisirilikaattia, diopsidia.

Vaikka malmiutumisen ja siihen liittyvän muuttumisen piirteet olivat silminnähden vaatimattomia, on sitä jonkinasteisesti havaittavissa pitemmällä matkalla, esimerkiksi rei'issä R4 välillä 22.40 – 60.00 m ja R5 välillä 62.80 - 74.90 m. Kemiallisten analyysien mukaan ensimmäinen reikä (R1) ja R4 sekä R5 olivat lävistäneet Au-mineralisaation (Kuvat 5 ja 6). Analyysit sisältyvät tilauksiin 506350 (R1, R2, yhteensä 26 analyysiä) ja 111906 (R4-R5, yhteensä 70 analyysiä) ja ne tehtiin yleensä 1 m:n välinä. Kohonneita Au-pitoisuuksia on kuitenkin vähän, ja ne ovat enimmillään luokkaa 1.5 – 2.4 ppm (Liite 2). Arsenia on analyysienkin mukaan niukasti, enimmillään luokkaa 0.04 %.



Kuva 5. Sääksjärven kairauksen pintaprojektio, jossa reikien kivilajivaihtelu sekä Au- ja As-pitoisuudet; kivilajit: oranssi = granodioriitti/tonaliitti, keltainen = hiertynyt/kvarstijuonia sisältävä syväkivi, violetti = muuttunut, biotiittitunut syväkivi, harmaa=maata



Kuva 6. Kullan ja arseenin pitoisuusvaihtelu Sääksmäen toisen kairausprofiilien poikkileikkauksessa.

2.6 Johtopäätökset

Sääksjärvellä tutkimukset lopetettiin, kun oli selvitetty geokemian anomalian aiheuttaja. Kohteesta paikannettiin Tampereen alueella uusi, kairauksen mukaan dimensioiltaan ja laadultaan heikohko kultaesiintymä.

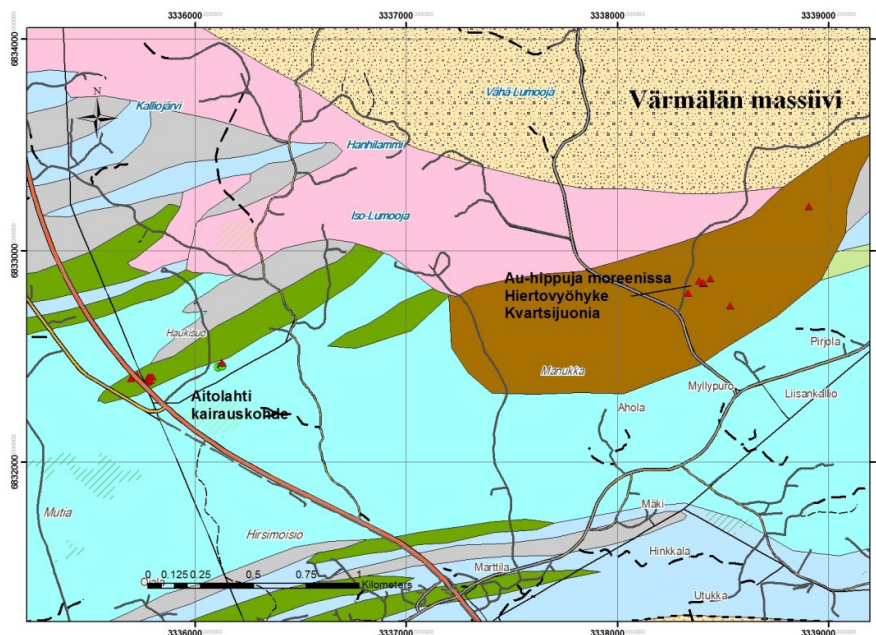
Alueelle jää tutkimusten perusteella kuitenkin paremman kultaesiintymän mahdollisuuksia perustuen

- a) Sääksjärven esiintymän todennäköisiin jatkeisiin pituus ja syvyysuunnassa,
- b) kairauspaikan luoteispuolella oleviin moreenin kohonneisiin kultapitoisuuksiin sekä
- c) Au-lohkareisiin, joiden lähde ei jäätikön kuljetussuunnan mukaan voi olla kairausalueella.

3 AITOLAHTI

3.1 Sijainti

Aitolahti sijaitsee Tampereen kaupungin alueella, Teiskon kylästä 5 km pohjoiseen, Vääräjärven risteyskohdalla, tien itäpuolella (x-kkj3=6832470, y-kkj3=3336130). Kairauskohde on osittain louhitulla alueella sijaitsevan puutavaran kuormausalueen reunakallioilla. Kallioperäkartalla kohde on vulkaniittijaksossa lähellä Värmälän massiivin eteläreunaa (Kuva 7).



Kuva 7. Aitolahden POKA-kairauskohteen ja itäpuolen gabrointruusiassa oleva Au-kriittisen hieto- ja kvartsijuonivyöhykkeen sijainti kallioperäkartalla (DigiKP-2014).

3.2 Malmiviitteet

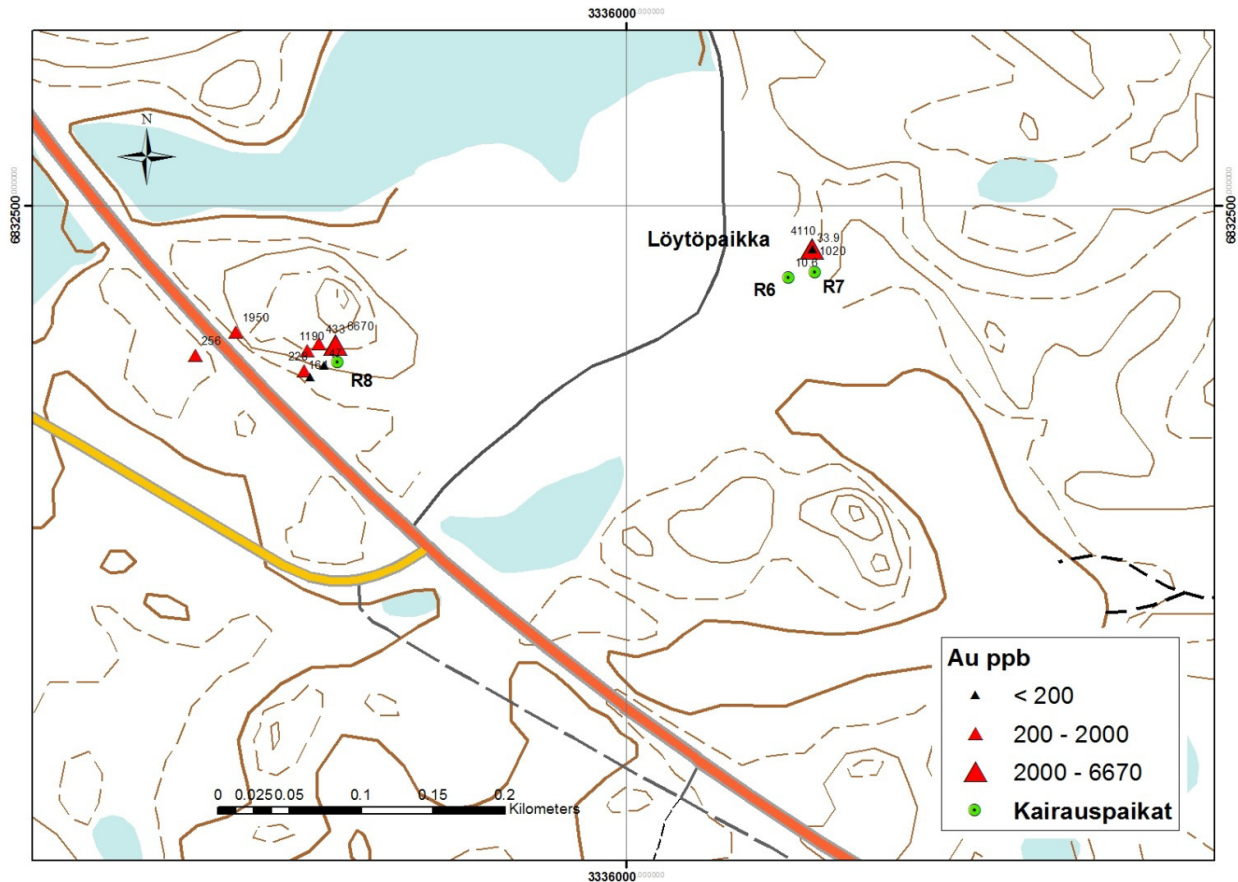
Ensimmäinen viite alueelta oli v. 2006 saatu harrastajamalmietsijä Juhani Kankaansivun löytämän kallio-kultänäytteen perusteella (kuvat 9 - 11). Kivilaji plagioklaasiporfyriittia, jossa on valkoisia ja niukemmin sinertävän harmaita tummia kvartsijuonia ja runsaasti arseenikiisua. Kivessä on ruosteisuutta aiheuttava magneettikiisupiroetta ja jonkin verran arseenikiisua. Kansannäytteessä oli 9.01 ppm Au (K20001657) ja v. 2008 otetuissa lisänäytteissä enimmillään 4.1 ppm Au (5-KRK-08, tilaus 21941). Läheltä maantietä,

hienorakeisessa vulkaniitissa on hiertoja, kuparikiisupirotetta ja enimmillään 6.1 ppm Au (KRK2-2011-151-165.2).

Yksi arsenikiisua ja kvartsijuonia sisältävä palanäyte murskattiin, siitä rikastettiin kiisufraktio, mikroskopoitiin kultarakeiden esiintymistä ja tehtiin epoksiin upotettuna pintahie kiisujen sulkeumina esiintyvän kullan selvittämiseksi. Mikroskooppitutkimuksessa ei havaittu kultaa.

Alueen malmipotentialin mielenkiintoa lisäsi se, että täältä noin 2.5 km itään on gabroa leikkaava hier-tovyohyke, jossa hiertoja ja mittava juonikvartsiverkosto (Kuva 7). Täältä otettiin 4 moreeninäytettä, jois-ta rikastettiin raskasfraktio ja todettiin kahdessa näytteessä kalliokultalähteeseen viitaten 8 ja 11 raitta per 10 l.

....



Kuva 8. Kuva Aitolahden kairauspaikat ja Au-malmiviitteet.



Kuva 9. Kairauspaikka ja malmiviitteiden löytöpaikka, kallioulouheen ruosteisuus aiheutuu magneettikiisusta



Kuva 10. Eri ikäisten juonten muodostamaa kvartsibreksiaa (**vasen**) ja reiän R8 edessä oleva kiisuuntuneestunut hieto ja siinä olevia kvartsijuonia (**oikealla**) Aitolahden kairausalueen paljastumissa

3.3 POKA-kairaus 2011

Aitolahdelle kairattiin vuodenvaihteessa 2010-2011 kolme reikää (yhteensä 244 m), joista kaksi alkuperäisen kultapitoisen paikan alle ja yksi reikä tästä noin 0.5 km länteeseen löytyneeseen kiisuuntuneita hietovyöhykkeitä sisältävälle kallioalueelle Teiskon tien lähelle (Kuva 10).

Löytöpaikan alle kairatuissa rei'issä kivilaji oli pienirakeista intermediaarista vulkaniittia, jossa hajarakeina plagioklaasia ja osassa myös uraliittia. Kivi on massamaista tai kerrosrakenteista, eteläpuolella hienokaisempaa kidetuffia ja pohjoispuolella karkeampirakeista plagioklaasiporfyriittia. Vulkaniitissa on 30-40 m leveä breksiavyöhyke, joissa on verkostona vaaleita karbonaatti- ja kvartsijuonia (kuva 11). Tavallisesti 1 – 5 mm ja enimmillään 15 mm, paksut karbonaattirikkaat juonet leikkaavat terävästi ja erisuuntaisesti vulkaniittia. Breksiavyöhykkeessä on karbonaattivaltaisten juonten rinnalla 5 - 7 m leveästi vallitsevasti lähes vaaleita kvartsijuonia. Kvartsijuonista osa on hiertyneitä tai poimuttuneita ja karbonaattipitoiset juonet leikkaavat niitä. Lisäksi vähemmän on tummempia, joskus sinertäviä kvartsijuonia, joita vaaleat juonet leikkaavat.

Rei'issä R6 ja R7 on niukasti malmimineraaleja. Kvartsijuonten yhteydessä on satunnaisesti arseenikiisua, ja rikki- ja magneettikiisua tavataan hieman yleisemmin.

Länsipuolelle kairatussa, kiisuja sisältävään hiertoon suunnatussa reiän (R8) alussa on samaa vulkaniittia kuin idempänä, lopussa karbonaattijuonia sisältää liusketta. Vulkaniitissa ei tavoitettu breksiavyöhykettä, mutta kapeita (10-50 cm) kvartsijuonia on muutamissa kohdin. Arseenikiisua on piroteraitoina ja yhdessä kuparikiisun ja magneettikiisun kanssa noin 18 m reiän alussa, ja satunnaisesti myöhemmin.

Analyysien (tilaus 111906) mukaan kohonneita Au-pitoisuuksia on kaikissa rei'ssä, mutta mineralisoitumien ei ole kovin voimakasta, eikä suhteessa karbonaatti- ja kvartsijuonten määrään. Rei'ssä R6 ja R8 oli kultaa enimmillään pitoisuustasolla 1 ppm / 1 m ja vastaavasti arseenia ja kuparia luokkaa 0.16 % As ja 0.1-0.16 % Cu (ks. kairausprofiilit liitteenä). Ensimmäisen reiän (R6) alussa oli analyysien mukaan heikkoa kuparin mineralisoitumista, ja vastaavasti reiässä R8 on kuparikiisua yleisemmin, joskin analyysin mukaan kuparin pitoisuus jää tasolle 0.15 % Cu per metri.



Kuva 11. Aitolahden kairausnäytteitä; 1) Nuoria breksioivia karbonaatti-kvartsijuonia; 2) sinertäviä, vanhempia kvartsijuonia, 3-4) nuorempia kvartsijuonia, joita karbonaattijuonet leikkaavat

4 KAAKKOLAMPI

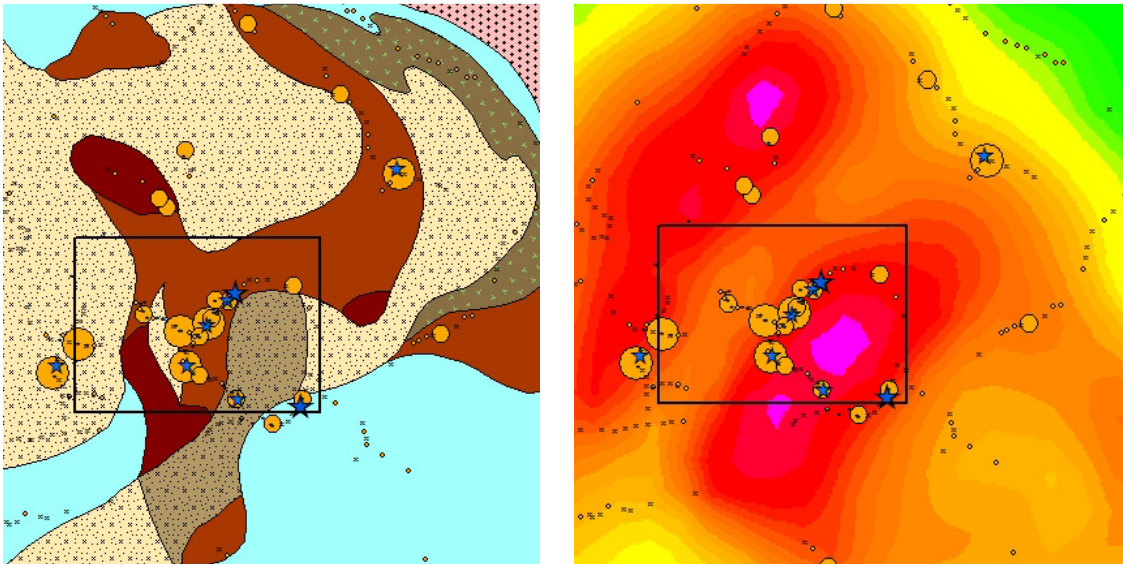
4.1 Sijainti

Kaakkolampi sijaitsee Lempäälän ja Valkeakosken rajamailla, Lastusenkulman Au-aiheen lounaispuolella (xkkj3=6803400, ykkj3 = 3334800). Maasto on mäkistä ja rikkonaista kallioaluetta, metsämaastoa, jossa asutusta on itäosalla päätien varrella.

4.2 Malmiviitteet

Alueen selvitys perustuu GTK:n Pirkkalan-Lempäälän alueen pintamoreenin geokemialliseen kartoitukseen, jossa havaittiin Kaakkolammen kultakriittinen alue (Kuva 10). Kaakkolammen koillispuolella, vanhan 3-tien toisella puolella, Lastusenkulmalla on vanhoja kultaviitteitä ja alueen kultapotentiaalia on mm. geokemian avulla selvitetty 1990-luvulla (Rosenberg 1996). Kallioperä koostuu mafisista syväkivistä. Lastusenkulman kartoituksissa tavattiin kvartsiutuneita hiertovyöhykkeitä, joissa oli enimmillään 7.8-10.7 ppm Au.

Kaakkolammen anomalian paljastumat ovat valtaosin gabroa, pohjoisempan myös graniittia. Gabro on paljastunut kohtalaisen hyvin mäkialueilla. Mäkien välissä on syviä lajittuneiden maalajien peittämiä pinnanteita. Näiden oletettiin edustavan edustavan sellaisia kallioperän heikkousvyöhykkeitä, siirroksia tai hiettoja, jotka ovat voineet toimia kultaa kantaneiden orogeenisten / metamorfisten hydrotermisten liuosten kanavina. Mallia siirrosvyöhykkeestä tukee gravimetrinen bouger-anomaliakartta, jonka mukaan kohdealueella halkaisijaltaan noin 4 km laajuista gabrokompleksia leikkaa koillis-lounais-suntainen alhasen tiheyden vyöhyke (Kuva 12). Tämä lisäsi alueen kiinnostavuutta ratkaisevasti, koska se vastaa tyyppillistä kullan rikastumisympäristötä svekofennidialueella (esim. Kaapelinkulma, Jokisivu).

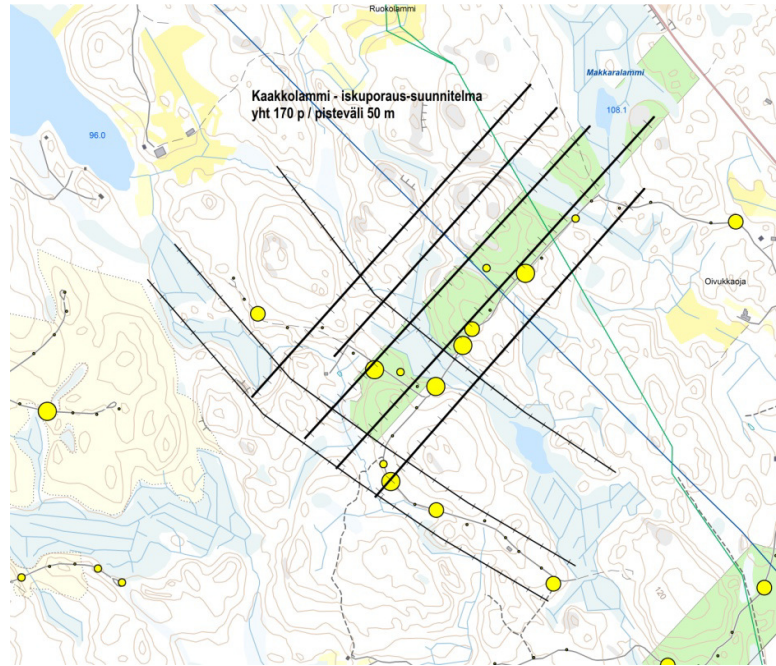


Kuva 12. Kaakkolammen Au-kriittinen alue kallioperäkartalla (DigiKP2014) ja gravimetrisellä bouger-anomaliakartalla; Pallosymbolit kuvastavat kohonneita Au-pitoisuuksi (ks. Kärkkäinen et al 2008) ja tähdet paikkoja, joissa moreenin raskasmineraalifraktiossa on kultarakeita.

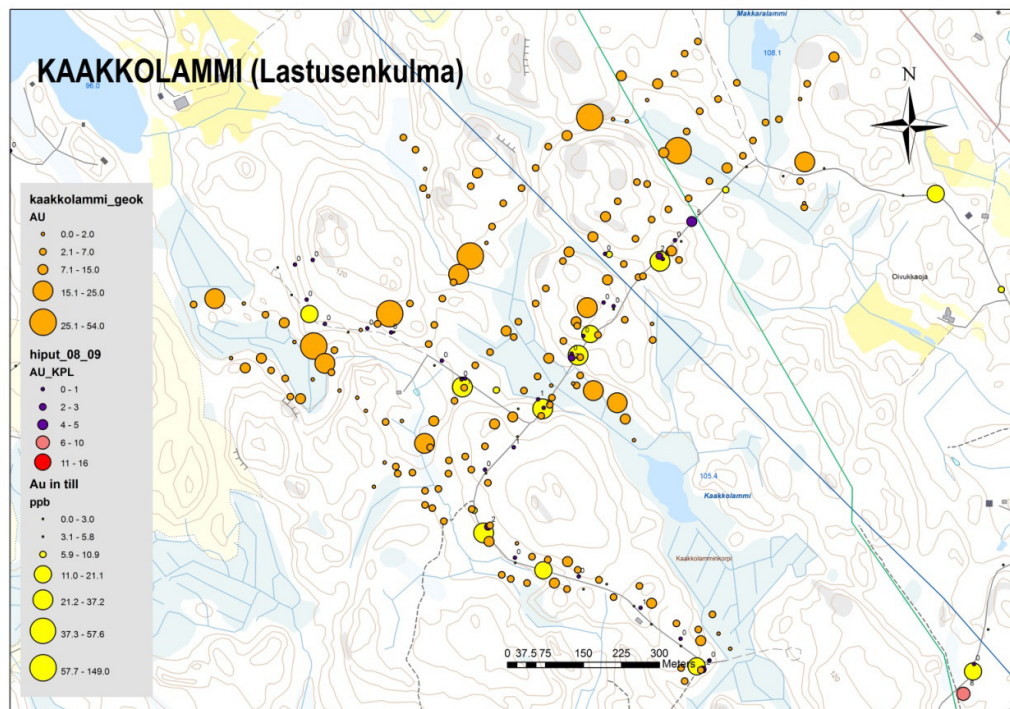
4.3 Geokemiallinen kartoitus

Kohdetutkimusvaiheessa Kaakkolammen alueelta otettiin v. 2009 yhteensä 172 moreeninäytettä telalustaisella iskuporakoneella, läpivirtausterällä. Maapeitteen keskisyvyys oli 2.55 m, enimmillään 12.8 m. Kallionappi saatiin 96 näytteessä, joista puolessa kivilaji oli gabroa, yleisesti myös graniittia tai kvartsiutunutta kiveä. Näytteistä analysoitiin kulta kuningasvesiliuoksesta menetelmällä GFAAS (koodi 521U, tilaus 220578). Pitoisuus oli keskimäärin 6.4 ppb ja vaihteli välillä 1.8 – 54.0 ppb Au.

Kohonneet kulta- ja arseenipitoisuudet viittaavat hydrotermiseen toimintaan, ja jonkinasteiseen kullan rikastumiseen gabroa leikkaavissa siirros/hiertovyöhykkeissä. Kulta ei kuitenkaan muodosta niin selväpiirteitä paikalliseen malmiutumiseen viittaavaa anomaliaa, että sen selvittämistä olisi tässä vaiheessa jatkettu kairaamalla. Tutkimukset lopetettiin v. 2010.



Kuva 13. Kaakkolammin v. 2009 moreeninäytteenoton iskuporaussuunnitelma. Keltaiset palloset ja pisteet teiden varsilla osoittavat v. 2007 pintamoreeninäytteiden paikat ja kohonneet Au-pitoisuudet niissä (ks. Kärkkäinen ym. 2008).



Kuva 14. Kaakkolammin geokemian ja raskasmineraalikullan kartoitustulokset; Sisältää aiemmat pintamoreenin analysit (keltainen), kultarakeiden lukumäärä 10 litrassa moreenia sekä iskuporanäytteenoton pohjamoreenin Au-pitoisuudet (oranssi)

5 KIRJALLISUUS

Kärkkäinen, N., Huhta, P., Tranberg, J., 2008. Geokemiallinen kartoitus kultapotentialin arvioimiseksi Pirkanmaalla v. 2007. 36 s. + 1 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2123/2008/82.*

Kuvamäki, A. (toim.), 2010. Tampereen seudun taajamageologinen kartoitus- ja kehittämishanke (TAATA) Vaihe I: Tampereen seudun taajamageologinen kartoittaminen ja GeoTIETO-käyttöliittymän kehittäminen 31. 3.2007–31.3.2009. *Geologian tutkimuskeskus, Raportti K 21.42/2009/15.* 84 s.

Rosenberg, P. 1996. Kultatutkimukset Lempäälän Lastusenkulman alueella vuosina 1989-1995. 2 s. (Tutkimuskortti) *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2123/-96/1/10.* [Kokoteksti] [826.00 KB]

Tarvainen, T., Jarva, J., Backman, B., Luoma, S., Ruskeenieniemi, T., 2009. Tampereen seudun taajamien taustapitoisuudet ja kohonneiden arseenipitoisuuksien vaikutus maankäyttöön. 39 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S41/2009/31*

6 LIITTEET

6.1 Löytöpaikan käyntiraportti (kansannäyteraportti)

KÄYNTIRAPORTTI

5.11.2010

Arkistointitunnus: 20001657

Analyysitulokset:

NÄYTETIEDOT

Löytökunta ja -paikka Tampere, Teisko

Lähtetäjä näytenumero: 14

Näyte/analyysi: 20001657(P), saapunut: 06.09.2000

Lähtetäjä: Kankaansivu Juhani, Rotikontie 5 D 1
33470 YLÖJÄRVI

Kivilaji: juonikvartsi

Malmimineraalit:

LISÄTIETOJA: *Anal. An 9010 ppm, S 4.8% Te 7270 ppm*

KENTTÄTUTKIMUKSET

Tarkastuspäivä: 27.11.2000

Löytöpaikka: kartta= 2123 12 x= 3 336 125.00 y= 6 832 472.00

Kuvaus: Murskekilouhoksen reuna

Malmipitoisuus:

Aihe: Kallio, Uusi

0 = ei malmia

Koko:

1 = köyhää

2 = kohtalaista

3 = rikasta

4 = ainutlaatuista

Tutkimustulokset:

Näyte on peräisin laajan, osin maisemoidun murskekilouhoksen itä-laidasta, jossa louhosalueen reuna ja louhetta on näkyvissä. Osa, n.1 aarin ala, on etäämpää nähtynä hiukan ruosteista ja tarkemmin kat-soen kivi on muuttunut. Siinä on yleisesti Kv- juonia ja kvartsiutumista, KV-BREKSIAA sekä ASKI-pirotetta. Malmiutuneen alueen kokoa ja jat-kuvuutta ei silmämääräisesti voi todeta. Kalliossa, josta ko. louheon peräisin on näkyvillä vain heikkoa malmiutumista.Siinä olevien hieattojen ja heikkojen KV-juonten kulkusuunta on 280 astetta. Kivi on yleisesti IVULK sekä vaaleina pisaroina erottuva MS-PORFYRI, jonka raken-ne malmiutuneessa osassa häviää.

Aihetta jatkotutkimuksiin (k/e): K

Löytäjän palkitseminen (k/e): K

Näytteen säilytys:

(p=poistettu, a=arkistoitu)

Käyntiraportin laatija:

Kalevi Karttunen

6.2 Sääksjärven ja Aitolahden kairauspaikat

Reikanro	X	Y	Z	pituus	Kohde	suunta	kaade	maata	Kunta
	kkj3	kkj3	m	m	-	-	-	<u>m</u>	-
M421/2011/R1	6816874.232	3325524.485	130.529	70.20	Sääksjärvi	230	45	5.50	Lempäälä
M421/2011/R2	6816897.215	3325550.990	129.374	68.25	Sääksjärvi	230	45	7.50	Lempäälä
M421/2011/R3	6816899.450	3325554.590	129.195	68.90	Sääksjärvi	48	45	12.00	Lempäälä
M421/2011/R4	6816806.093	3325444.273	136.348	78.60	Sääksjärvi	48	45	8.80	Lempäälä
M421/2011/R5	6816753.871	3325469.072	135.262	74.90	Sääksjärvi	48	45	12.40	Lempäälä
M421/2011/R6	6832449.783	3336113.396	122.873	71.10	Aitolahti	360	45	2.00	Tampere
M421/2011/R7	6832454.035	3336131.910	125.934	83.90	Aitolahti	360	45	3.00	Tampere
M421/2011/R8	6832390.855	3335799.366	125.868	89.30	Aitolahti	360	45	2.50	Tampere

6.3 Moreeninäytteiden raskasmineraalirikasteiden kultarakeet.

id	y	x	hiput kpl	Au ppb calc	paikka	muut mineraalit	
JKT-2011-100	3338331	6832778	0	0	Aitolahti 1	granaatti, ilmeniitti, biotiitti	
JKT-2011-101	3338475	6832874	12	14.4	Aitolahti 2	granaatti, ilmeniitti, magnetiitti	
JKT-2011-102	3338534	6832736	0	0	Aitolahti 3	granaatti, ilmeniitti, magnetiitti, hematiitti	
JKT-2011-103	3338420	6832842	8	11.7	Aitolahti 4	granaatti, ilmeniitti, magnetiitti, pyrokseeni	
Hippukoko ja kulkeutuneisuusluokka (1-3)							
JKT-2011-100	-						
JKT-2011-101	2x0.08(2) 0.08(3) 2x0.10(2) 2x0.12(2) 0.14(1) 0.14(2) 0.16(2) 0.18 (1) 0.18 (1)						
JKT-2011-102	-						
JKT-2011-103	0.06(3) 0.08(3) 0.10(2) 0.12(1) 0.12(2) 0.16(1) 0.16(2) 0.20(3)						

- Määrä (hiput kpl), ja laskennallinen pitoisuus (ppb calc)
- Näytteet ovat Aitolahden kairauskohteen itäpuolella olevan gabron hierto-kvartsijuonivyöhykkeen lähialueelta
- Näytteet on tutkinut Pekka Huhta, esikäsittelnyt Janne Tranberg ja ottanut maastossa Kalevi Karttunen

6.4 Liite 4. Kairauksen kemialliset analyysit

Paikka	Tilaus	Analyysi	Reikä	from	to	Au ppb 705P	As ppm 510P	Cu ppm 510P	S ppm 510P
Sääksjärvi	1119056	L12026243	M4212011R1	50.00	51.00	453	10	31	1280
Sääksjärvi	1119056	L12026244	M4212011R1	51.00	52.00	36	10	17	519
Sääksjärvi	1119056	L12026245	M4212011R1	52.00	53.00	15	10	10	346
Sääksjärvi	1119056	L12026246	M4212011R1	53.00	54.00	12	10	7	273
Sääksjärvi	1119056	L12026247	M4212011R1	54.00	55.00	6	10	7	358
Sääksjärvi	1119056	L12026248	M4212011R1	55.00	56.00	5	10	12	765
Sääksjärvi	1119056	L12026249	M4212011R1	56.00	57.00	7	12	5	249
Sääksjärvi	1119056	L12026250	M4212011R1	57.00	58.00	5	10	5	245
Sääksjärvi	1119056	L12026251	M4212011R1	58.00	59.00	24	17	7	297
Sääksjärvi	1119056	L12026252	M4212011R1	59.00	60.00	7	10	12	603
Sääksjärvi	1119056	L12026253	M4212011R1	60.00	61.00	18	10	9	771
Sääksjärvi	1119056	L12026254	M4212011R1	61.00	62.00	36	13	9	477
Sääksjärvi	1119056	L12026255	M4212011R1	62.00	63.00	177	18	11	634
Sääksjärvi	1119056	L12026256	M4212011R1	63.00	64.00	22	45	6	368
Sääksjärvi	1119056	L12026257	M4212011R1	64.00	65.00	8	11	7	501
Sääksjärvi	1119056	L12026258	M4212011R1	65.00	66.00	5	10	3	232
Sääksjärvi	1119056	L12026259	M4212011R1	66.00	67.00	69	10	14	1050
Sääksjärvi	1119056	L12026260	M4212011R1	67.00	68.00	1460	28	21	1420
Sääksjärvi	1119056	L12026261	M4212011R1	68.00	69.00	903	11	34	2030
Sääksjärvi	1119056	L12026262	M4212011R1	69.00	70.20	86	10	15	957
Sääksjärvi	1119056	L12026263	M4212011R2	50.00	51.00	5	17	2	121
Sääksjärvi	1119056	L12026264	M4212011R2	51.00	52.00	5	28	1	103
Sääksjärvi	1119056	L12026265	M4212011R2	52.00	53.00	5	10	1	169
Sääksjärvi	1119056	L12026266	M4212011R2	53.00	54.00	5	10	4	286
Sääksjärvi	1119056	L12026267	M4212011R2	54.00	55.00	5	10	4	225
Sääksjärvi	1119056	L12026268	M4212011R2	55.00	56.00	5	10	3	164
Sääksjärvi	1119056	L12026269	M4212011R2	56.00	57.00	5	10	5	299
Sääksjärvi	1119056	L12026270	M4212011R2	57.00	58.00	5	10	6	357
Sääksjärvi	1119056	L12026271	M4212011R2	58.00	59.00	5	10	2	148
Sääksjärvi	1119056	L12026272	M4212011R2	59.00	60.00	5	10	2	134
Aitolahti	1119056	L12026273	M4212011R6	15.00	16.00	36	319	1320	5590
Aitolahti	1119056	L12026274	M4212011R6	16.00	17.00	73	477	1010	4560
Aitolahti	1119056	L12026275	M4212011R6	17.00	18.00	104	419	876	3650
Aitolahti	1119056	L12026276	M4212011R6	18.00	19.00	23	202	739	2560
Aitolahti	1119056	L12026277	M4212011R6	19.00	20.00	21	201	358	1700
Aitolahti	1119056	L12026278	M4212011R6	20.00	21.00	24	54	37	244
Aitolahti	1119056	L12026279	M4212011R6	21.00	22.00	413	30	185	241
Aitolahti	1119056	L12026280	M4212011R6	22.00	23.00	65	13	20	186
Aitolahti	1119056	L12026281	M4212011R6	23.00	24.00	18	25	13	58
Aitolahti	1119056	L12026282	M4212011R6	24.00	25.00	5	60	13	363
Aitolahti	1119056	L12026283	M4212011R6	25.00	26.00	8	58	13	368
Aitolahti	1119056	L12026284	M4212011R6	26.00	27.00	17	66	83	576
Aitolahti	1119056	L12026285	M4212011R6	27.00	28.00	18	61	8	174
Aitolahti	1119056	L12026286	M4212011R6	28.00	29.00	72	85	15	674
Aitolahti	1119056	L12026287	M4212011R6	29.00	30.00	11	87	33	558
Aitolahti	1119056	L12026288	M4212011R6	30.00	31.00	19	156	23	332
Aitolahti	1119056	L12026289	M4212011R6	31.00	32.00	27	145	45	751
Aitolahti	1119056	L12026290	M4212011R6	32.00	33.00	257	145	210	4640
Aitolahti	1119056	L12026291	M4212011R6	33.00	34.00	35	142	3	106
Aitolahti	1119056	L12026292	M4212011R6	34.00	35.00	15	87	21	476
Aitolahti	1119056	L12026293	M4212011R6	35.00	36.00	18	133	22	559
Aitolahti	1119056	L12026294	M4212011R6	36.00	37.00	39	95	17	368
Aitolahti	1119056	L12026295	M4212011R6	37.00	38.00	35	60	19	1920
Aitolahti	1119056	L12026296	M4212011R6	38.00	39.00	5	97	49	463
Aitolahti	1119056	L12026297	M4212011R6	39.00	40.00	30	70	41	436

Aitolahti	1119056	L12026298	M4212011R6	40.00	41.00	17	77	29	466
Aitolahti	1119056	L12026299	M4212011R6	41.00	42.00	18	146	43	840
Aitolahti	1119056	L12026300	M4212011R6	42.00	43.00	24	166	32	519
Aitolahti	1119056	L12026301	M4212011R6	43.00	44.00	5	41	1	471
Aitolahti	1119056	L12026302	M4212011R6	44.00	45.00	13	40	41	932
Aitolahti	1119056	L12026303	M4212011R6	45.00	46.00	7	78	26	401
Aitolahti	1119056	L12026304	M4212011R6	46.00	47.00	5	52	17	347
Aitolahti	1119056	L12026305	M4212011R6	47.00	48.00	8	74	7	524
Aitolahti	1119056	L12026306	M4212011R6	48.00	49.00	5	71	10	349
Aitolahti	1119056	L12026307	M4212011R6	49.00	50.00	5	85	18	271
Aitolahti	1119056	L12026308	M4212011R6	50.00	51.00	21	347	1	1100
Aitolahti	1119056	L12026309	M4212011R6	51.00	52.00	14	141	34	2650
Aitolahti	1119056	L12026310	M4212011R6	52.00	53.00	5	77	29	422
Aitolahti	1119056	L12026311	M4212011R6	53.00	54.00	13	299	93	670
Aitolahti	1119056	L12026312	M4212011R6	54.00	55.00	25	89	67	1520
Aitolahti	1119056	L12026313	M4212011R6	55.00	56.00	31	141	66	1660
Aitolahti	1119056	L12026314	M4212011R6	56.00	57.00	335	2110	73	3070
Aitolahti	1119056	L12026315	M4212011R6	57.00	58.00	114	3420	105	3850
Aitolahti	1119056	L12026316	M4212011R6	58.00	59.00	91	74	21	915
Aitolahti	1119056	L12026317	M4212011R6	59.00	60.00	77	402	24	562
Aitolahti	1119056	L12026318	M4212011R6	60.00	61.00	102	123	26	1190
Aitolahti	1119056	L12026319	M4212011R6	61.00	62.00	12	41	29	362
Aitolahti	1119056	L12026320	M4212011R6	62.00	63.00	8	53	60	2270
Aitolahti	1119056	L12026321	M4212011R6	63.00	64.00	12	106	61	3380
Aitolahti	1119056	L12026322	M4212011R6	64.00	65.00	83	49	52	3480
Aitolahti	1119056	L12026323	M4212011R6	65.00	66.00	7	36	27	1450
Aitolahti	1119056	L12026324	M4212011R7	17.00	18.00	5	16	55	1180
Aitolahti	1119056	L12026325	M4212011R7	18.00	19.00	8	46	25	887
Aitolahti	1119056	L12026326	M4212011R7	19.00	20.00	6	25	25	863
Aitolahti	1119056	L12026327	M4212011R7	20.00	21.00	6	25	42	1200
Aitolahti	1119056	L12026328	M4212011R7	21.00	22.00	63	124	50	1170
Aitolahti	1119056	L12026329	M4212011R7	22.00	23.00	20	246	114	1780
Aitolahti	1119056	L12026330	M4212011R7	23.00	24.00	15	78	54	998
Aitolahti	1119056	L12026331	M4212011R7	24.00	25.00	5	18	33	1180
Aitolahti	1119056	L12026332	M4212011R7	25.00	26.00	5	18	87	1480
Aitolahti	1119056	L12026333	M4212011R7	26.00	27.00	5	24	28	627
Aitolahti	1119056	L12026334	M4212011R7	27.00	28.00	5	28	24	365
Aitolahti	1119056	L12026335	M4212011R7	28.00	29.00	5	27	50	650
Aitolahti	1119056	L12026336	M4212011R7	29.00	30.00	9	164	11	270
Aitolahti	1119056	L12026337	M4212011R7	30.00	31.00	26	570	44	719
Aitolahti	1119056	L12026338	M4212011R7	31.00	32.00	7	29	8	393
Aitolahti	1119056	L12026339	M4212011R7	32.00	33.00	6	36	40	664
Aitolahti	1119056	L12026340	M4212011R7	33.00	34.00	6	65	34	313
Aitolahti	1119056	L12026341	M4212011R7	34.00	35.00	9	50	26	481
Aitolahti	1119056	L12026342	M4212011R7	35.00	36.00	7	34	32	513
Aitolahti	1119056	L12026343	M4212011R7	36.00	37.00	5	33	11	340
Aitolahti	1119056	L12026344	M4212011R7	37.00	38.80	5	48	35	1390
Aitolahti	1119056	L12026345	M4212011R7	38.80	40.00	11	39	26	208
Aitolahti	1119056	L12026346	M4212011R7	40.00	41.00	8	122	64	263
Aitolahti	1119056	L12026347	M4212011R7	41.00	42.00	6	68	70	592
Aitolahti	1119056	L12026348	M4212011R7	42.00	43.00	10	107	79	2010
Aitolahti	1119056	L12026349	M4212011R7	43.00	44.00	210	539	66	2050
Aitolahti	1119056	L12026350	M4212011R7	44.00	45.00	204	1390	33	1490
Aitolahti	1119056	L12026351	M4212011R7	45.00	46.00	178	91	50	1210
Aitolahti	1119056	L12026352	M4212011R7	46.00	47.00	36	33	48	762
Aitolahti	1119056	L12026353	M4212011R7	47.00	48.00	9	59	48	1100
Aitolahti	1119056	L12026354	M4212011R7	48.00	49.00	5	85	29	310
Aitolahti	1119056	L12026355	M4212011R7	49.00	50.00	12	40	29	398
Aitolahti	1119056	L12026356	M4212011R7	50.00	51.00	49	839	24	850
Aitolahti	1119056	L12026357	M4212011R7	52.00	52.00	7	123	32	134

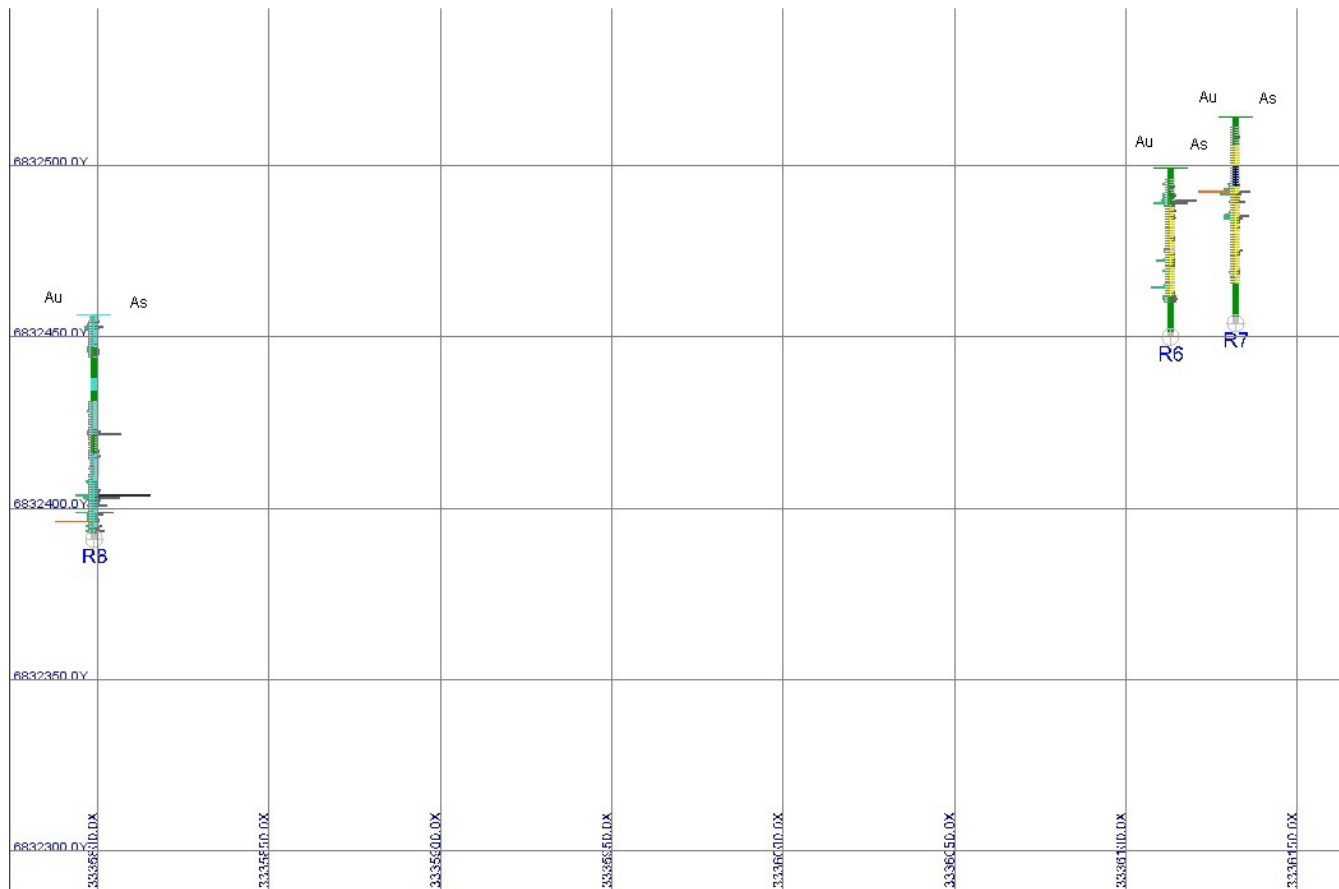
Aitolahti	1119056	L12026358	M4212011R7	52.00	53.00	59	125	33	141
Aitolahti	1119056	L12026359	M4212011R7	53.00	54.00	297	317	76	895
Aitolahti	1119056	L12026360	M4212011R7	54.00	55.00	944	1710	69	2010
Aitolahti	1119056	L12026361	M4212011R7	55.00	56.00	198	52	45	734
Aitolahti	1119056	L12026362	M4212011R7	56.00	57.00	49	58	48	957
Aitolahti	1119056	L12026363	M4212011R7	57.00	58.00	97	163	38	582
Aitolahti	1119056	L12026364	M4212011R7	58.00	59.00	7	29	24	366
Aitolahti	1119056	L12026365	M4212011R7	59.00	60.00	5	47	15	381
Aitolahti	1119056	L12026366	M4212011R7	60.00	61.00	5	94	16	313
Aitolahti	1119056	L12026367	M4212011R7	61.00	62.00	5	14	1	36
Aitolahti	1119056	L12026368	M4212011R7	62.00	63.00	10	10	1	23
Aitolahti	1119056	L12026369	M4212011R7	63.00	64.00	20	29	3	33
Aitolahti	1119056	L12026370	M4212011R7	64.00	65.00	5	10	9	191
Aitolahti	1119056	L12026371	M4212011R7	65.00	66.00	19	43	36	571
Aitolahti	1119056	L12026372	M4212011R7	66.00	67.00	5	29	22	288
Aitolahti	1119056	L12026373	M4212011R7	67.00	68.00	9	19	23	217
Aitolahti	1119056	L12026374	M4212011R7	68.00	69.00	16	26	43	769
Aitolahti	1119056	L12026375	M4212011R7	70.00	71.00	5	15	45	721
Aitolahti	1119056	L12026376	M4212011R7	71.00	72.00	9	31	44	854
Aitolahti	1119056	L12026377	M4212011R7	72.00	73.00	11	30	41	676
Aitolahti	1119056	L12026378	M4212011R7	73.00	74.00	16	91	39	614
Aitolahti	1119056	L12026379	M4212011R7	74.00	75.00	12	65	41	510
Aitolahti	1119056	L12026380	M4212011R7	69.00	70.00	9	27	31	504
Aitolahti	1119056	L12026381	M4212011R7	75.00	76.00	18	92	39	428
Aitolahti	1119056	L12026382	M4212011R7	76.00	77.00	25	176	30	510
Aitolahti	1119056	L12026383	M4212011R7	77.00	78.00	7	44	34	470
Aitolahti	1119056	L12026384	M4212011R7	78.00	79.00	6	52	38	509
Aitolahti	1119056	L12026385	M4212011R7	79.00	80.00	5	13	33	343
Aitolahti	1119056	L12026386	M4212011R8	2.50	4.00	108	1050	296	2940
Aitolahti	1119056	L12026387	M4212011R8	4.00	5.00	24	204	117	1920
Aitolahti	1119056	L12026388	M4212011R8	5.00	6.00	83	703	163	2830
Aitolahti	1119056	L12026389	M4212011R8	6.00	7.10	24	27	171	2610
Aitolahti	1119056	L12026390	M4212011R8	7.10	7.60	993	23	1550	21200
Aitolahti	1119056	L12026391	M4212011R8	7.60	8.60	79	278	103	1420
Aitolahti	1119056	L12026392	M4212011R8	8.60	9.60	58	178	214	1270
Aitolahti	1119056	L12026393	M4212011R8	9.60	10.60	62	824	84	1280
Aitolahti	1119056	L12026394	M4212011R8	10.60	11.60	408	2330	89	1450
Aitolahti	1119056	L12026395	M4212011R8	11.60	12.60	42	23	47	989
Aitolahti	1119056	L12026396	M4212011R8	12.60	13.60	10	35	42	810
Aitolahti	1119056	L12026397	M4212011R8	13.60	14.60	82	1390	177	2360
Aitolahti	1119056	L12026398	M4212011R8	14.60	15.60	41	377	30	500
Aitolahti	1119056	L12026399	M4212011R8	15.60	16.60	43	390	74	1430
Aitolahti	1119056	L12026400	M4212011R8	16.60	17.60	185	3240	109	3570
Aitolahti	1119056	L12026401	M4212011R8	17.60	18.60	385	7660	667	6700
Aitolahti	1119056	L12026402	M4212011R8	18.60	19.60	12	215	57	1990
Aitolahti	1119056	L12026403	M4212011R8	19.60	20.60	23	466	67	2480
Aitolahti	1119056	L12026404	M4212011R8	20.60	21.60	13	107	27	1160
Aitolahti	1119056	L12026405	M4212011R8	21.60	22.60	13	151	32	816
Aitolahti	1119056	L12026406	M4212011R8	22.60	23.60	78	114	63	1370
Aitolahti	1119056	L12026407	M4212011R8	23.60	24.60	94	161	42	1240
Aitolahti	1119056	L12026408	M4212011R8	24.60	25.60	6	10	20	350
Aitolahti	1119056	L12026409	M4212011R8	25.60	26.60	12	32	17	476
Aitolahti	1119056	L12026410	M4212011R8	26.60	27.60	7	45	33	917
Aitolahti	1119056	L12026411	M4212011R8	27.60	28.60	6	15	32	936
Aitolahti	1119056	L12026412	M4212011R8	28.60	29.60	10	68	23	925
Aitolahti	1119056	L12026413	M4212011R8	29.60	30.60	7	38	15	414
Aitolahti	1119056	L12026414	M4212011R8	30.60	31.60	5	64	20	529
Aitolahti	1119056	L12026415	M4212011R8	31.60	32.60	6	48	30	855
Aitolahti	1119056	L12026416	M4212011R8	32.60	33.60	10	60	21	1050
Aitolahti	1119056	L12026417	M4212011R8	33.60	34.60	36	407	26	925

Aitolahti	1119056	L12026418	M4212011R8	34.60	35.60	18	17	20	644
Aitolahti	1119056	L12026419	M4212011R8	35.60	36.60	36	281	25	608
Aitolahti	1119056	L12026420	M4212011R8	36.60	37.60	5	10	19	291
Aitolahti	1119056	L12026421	M4212011R8	37.60	38.60	5	18	25	402
Aitolahti	1119056	L12026422	M4212011R8	38.60	39.60	10	35	22	721
Aitolahti	1119056	L12026423	M4212011R8	39.60	40.60	5	24	18	353
Aitolahti	1119056	L12026424	M4212011R8	40.60	41.60	8	15	20	357
Aitolahti	1119056	L12026425	M4212011R8	41.60	42.60	25	56	29	515
Aitolahti	1119056	L12026426	M4212011R8	42.60	43.60	49	3430	70	2390
Aitolahti	1119056	L12026427	M4212011R8	43.60	44.60	46	447	151	3860
Aitolahti	1119056	L12026428	M4212011R8	44.60	45.60	20	100	37	833
Aitolahti	1119056	L12026429	M4212011R8	45.60	46.60	7	15	20	405
Aitolahti	1119056	L12026430	M4212011R8	46.60	47.60	9	10	18	372
Aitolahti	1119056	L12026431	M4212011R8	47.60	48.60	9	19	15	312
Aitolahti	1119056	L12026432	M4212011R8	48.60	49.60	6	25	19	731
Aitolahti	1119056	L12026433	M4212011R8	49.60	50.60	9	95	14	142
Aitolahti	1119056	L12026434	M4212011R8	50.60	51.60	7	81	18	94
Aitolahti	1119056	L12026435	M4212011R8	51.60	52.60	66	26	11	55
Aitolahti	1119056	L12026436	M4212011R8	52.60	53.60	19	44	17	32
Aitolahti	1119056	L12026437	M4212011R8	53.60	54.60	12	33	19	271
Aitolahti	1119056	L12026438	M4212011R8	54.60	55.60	23	47	15	561
Aitolahti	1119056	L12026439	M4212011R8	73.00	74.00	15	78	21	760
Aitolahti	1119056	L12026440	M4212011R8	74.00	75.00	10	210	16	645
Aitolahti	1119056	L12026441	M4212011R8	75.00	76.00	54	230	34	1410
Aitolahti	1119056	L12026442	M4212011R8	76.00	77.00	80	107	309	803
Aitolahti	1119056	L12026443	M4212011R8	77.00	78.00	12	90	49	946
Aitolahti	1119056	L12026444	M4212011R8	78.00	79.00	24	140	84	568
Aitolahti	1119056	L12026445	M4212011R8	79.00	80.00	11	23	27	38
Aitolahti	1119056	L12026446	M4212011R8	80.00	81.00	16	21	23	53
Aitolahti	1119056	L12026447	M4212011R8	81.00	82.00	14	10	23	72
Aitolahti	1119056	L12026448	M4212011R8	82.00	83.00	20	28	57	91
Aitolahti	1119056	L12026449	M4212011R8	83.00	84.00	125	60	238	41
Aitolahti	1119056	L12026450	M4212011R8	84.00	85.00	122	847	69	553
Aitolahti	1119056	L12026451	M4212011R8	85.00	86.00	49	122	76	1200
Aitolahti	1119056	L12026452	M4212011R8	86.00	87.00	23	283	76	1820
Aitolahti	1119056	L12026453	M4212011R8	87.00	88.00	5	55	44	513
Sääksjärvi	506350	L11170873	M4212011R4	13.00	14.00	54	11	9	700
Sääksjärvi	506350	L11170874	M4212011R4	14.00	15.00	26	45	9	667
Sääksjärvi	506350	L11170875	M4212011R4	15.00	16.00	786	6	24	1990
Sääksjärvi	506350	L11170876	M4212011R4	16.00	17.00	11	7	5	434
Sääksjärvi	506350	L11170877	M4212011R4	17.00	18.00	156	12	11	769
Sääksjärvi	506350	L11170878	M4212011R4	18.00	19.00	6	15	9	615
Sääksjärvi	506350	L11170879	M4212011R4	19.00	20.00	5	18	2	143
Sääksjärvi	506350	L11170880	M4212011R4	20.00	21.00	5	5	4	267
Sääksjärvi	506350	L11170881	M4212011R4	21.00	22.00	5	10	3	203
Sääksjärvi	506350	L11170882	M4212011R4	22.00	23.00	5	25	2	109
Sääksjärvi	506350	L11170883	M4212011R4	23.00	24.00	5	18	3	299
Sääksjärvi	506350	L11170884	M4212011R4	24.00	25.00	13	15	2	206
Sääksjärvi	506350	L11170885	M4212011R4	25.00	26.00	5	12	1	123
Sääksjärvi	506350	L11170886	M4212011R4	26.00	27.00	83	18	9	935
Sääksjärvi	506350	L11170887	M4212011R4	27.00	28.00	120	12	12	830
Sääksjärvi	506350	L11170888	M4212011R4	28.00	29.00	18	7	13	1240
Sääksjärvi	506350	L11170889	M4212011R4	29.00	29.90	16	10	10	942
Sääksjärvi	506350	L11170890	M4212011R4	30.20	31.00	23	11	10	793
Sääksjärvi	506350	L11170891	M4212011R4	31.00	32.00	49	26	18	1500
Sääksjärvi	506350	L11170892	M4212011R4	32.00	33.00	18	14	14	1090
Sääksjärvi	506350	L11170893	M4212011R4	33.00	34.00	23	12	19	1370
Sääksjärvi	506350	L11170894	M4212011R4	34.00	35.00	22	19	10	689
Sääksjärvi	506350	L11170895	M4212011R4	35.00	36.00	21	16	10	607
Sääksjärvi	506350	L11170896	M4212011R4	36.00	37.00	8	31	9	329

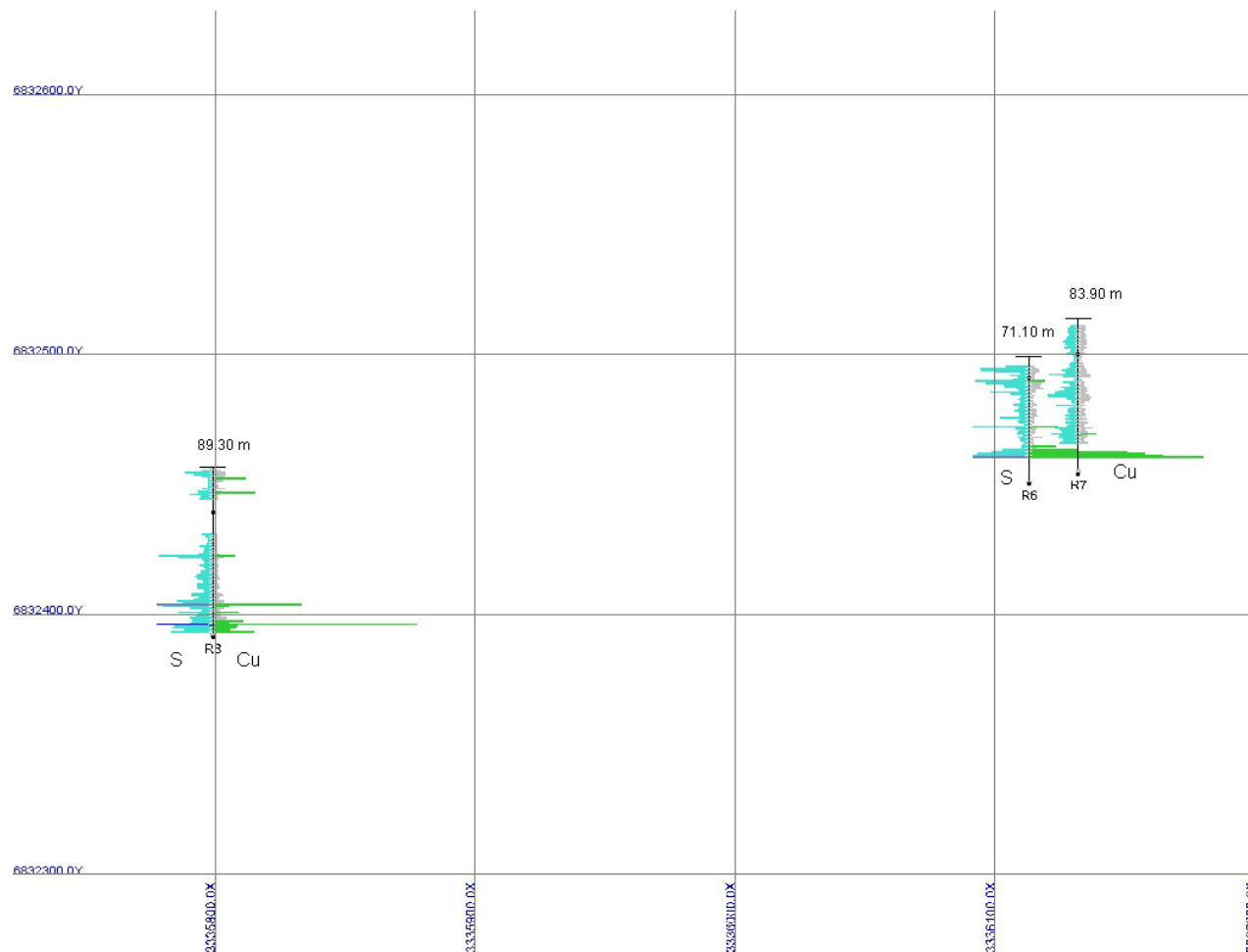
Sääksjärvi	506350	L11170897	M4212011R4	37.00	38.00	19	30	4	146
Sääksjärvi	506350	L11170898	M4212011R4	38.00	39.00	1250	34	19	1270
Sääksjärvi	506350	L11170899	M4212011R4	39.00	40.00	40	83	7	461
Sääksjärvi	506350	L11170900	M4212011R4	40.00	41.00	18	37	8	537
Sääksjärvi	506350	L11170901	M4212011R4	41.00	42.00	18	69	10	458
Sääksjärvi	506350	L11170902	M4212011R4	42.00	43.00	46	20	12	50
Sääksjärvi	506350	L11170903	M4212011R4	43.00	44.00	30	68	13	991
Sääksjärvi	506350	L11170904	M4212011R4	44.00	45.00	63	26	10	563
Sääksjärvi	506350	L11170905	M4212011R4	45.00	46.00	804	45	42	812
Sääksjärvi	506350	L11170906	M4212011R4	46.00	47.00	76	20	17	954
Sääksjärvi	506350	L11170907	M4212011R4	47.00	48.00	19	39	9	846
Sääksjärvi	506350	L11170908	M4212011R4	48.00	49.00	82	29	11	983
Sääksjärvi	506350	L11170909	M4212011R4	49.00	50.00	184	12	17	1290
Sääksjärvi	506350	L11170910	M4212011R4	50.00	51.00	14	14	3	211
Sääksjärvi	506350	L11170911	M4212011R4	51.00	52.00	6	7	2	122
Sääksjärvi	506350	L11170912	M4212011R4	52.00	53.00	23	7	10	493
Sääksjärvi	506350	L11170913	M4212011R4	53.00	54.00	58	20	11	668
Sääksjärvi	506350	L11170914	M4212011R4	54.00	55.00	10	56	8	411
Sääksjärvi	506350	L11170915	M4212011R4	55.00	56.00	11	16	5	286
Sääksjärvi	506350	L11170916	M4212011R4	56.00	57.00	5	37	8	446
Sääksjärvi	506350	L11170917	M4212011R4	57.00	58.00	5	14	6	220
Sääksjärvi	506350	L11170918	M4212011R4	58.00	59.00	5	7	6	189
Sääksjärvi	506350	L11170919	M4212011R4	59.00	60.00	5	10	6	368
Sääksjärvi	506350	L11170920	M4212011R4	60.00	61.00	24	7	4	224
Sääksjärvi	506350	L11170921	M4212011R4	61.00	62.00	5	8	7	233
Sääksjärvi	506350	L11170922	M4212011R4	62.00	63.00	5	13	7	99
Sääksjärvi	506350	L11170923	M4212011R5	55.00	56.00	17	46	8	805
Sääksjärvi	506350	L11170924	M4212011R5	56.00	57.00	14	27	5	310
Sääksjärvi	506350	L11170925	M4212011R5	57.00	58.00	11	18	4	278
Sääksjärvi	506350	L11170926	M4212011R5	58.00	59.00	24	10	14	161
Sääksjärvi	506350	L11170927	M4212011R5	59.00	60.00	27	8	5	422
Sääksjärvi	506350	L11170928	M4212011R5	60.00	61.00	12	6	3	258
Sääksjärvi	506350	L11170929	M4212011R5	61.00	62.00	19	7	11	860
Sääksjärvi	506350	L11170930	M4212011R5	62.00	63.00	11	17	6	567
Sääksjärvi	506350	L11170931	M4212011R5	63.00	64.00	419	23	25	2170
Sääksjärvi	506350	L11170932	M4212011R5	64.00	65.00	19	15	7	577
Sääksjärvi	506350	L11170933	M4212011R5	65.00	66.00	38	6	17	1570
Sääksjärvi	506350	L11170934	M4212011R5	66.00	67.00	92	24	21	2060
Sääksjärvi	506350	L11170935	M4212011R5	67.00	68.00	135	87	15	1860
Sääksjärvi	506350	L11170936	M4212011R5	68.00	68.70	2380	613	22	2890
Sääksjärvi	506350	L11170937	M4212011R5	68.90	70.00	178	372	14	1860
Sääksjärvi	506350	L11170938	M4212011R5	70.00	71.00	135	199	15	1980
Sääksjärvi	506350	L11170939	M4212011R5	71.00	72.00	617	12	22	2260
Sääksjärvi	506350	L11170940	M4212011R5	72.00	73.00	979	65	35	3270
Sääksjärvi	506350	L11170941	M4212011R5	73.00	74.00	100	15	15	1080
Sääksjärvi	506350	L11170942	M4212011R5	74.00	74.90	91	11	12	1030

6.5 Aitolahden kairausprofiilien geokemiaa

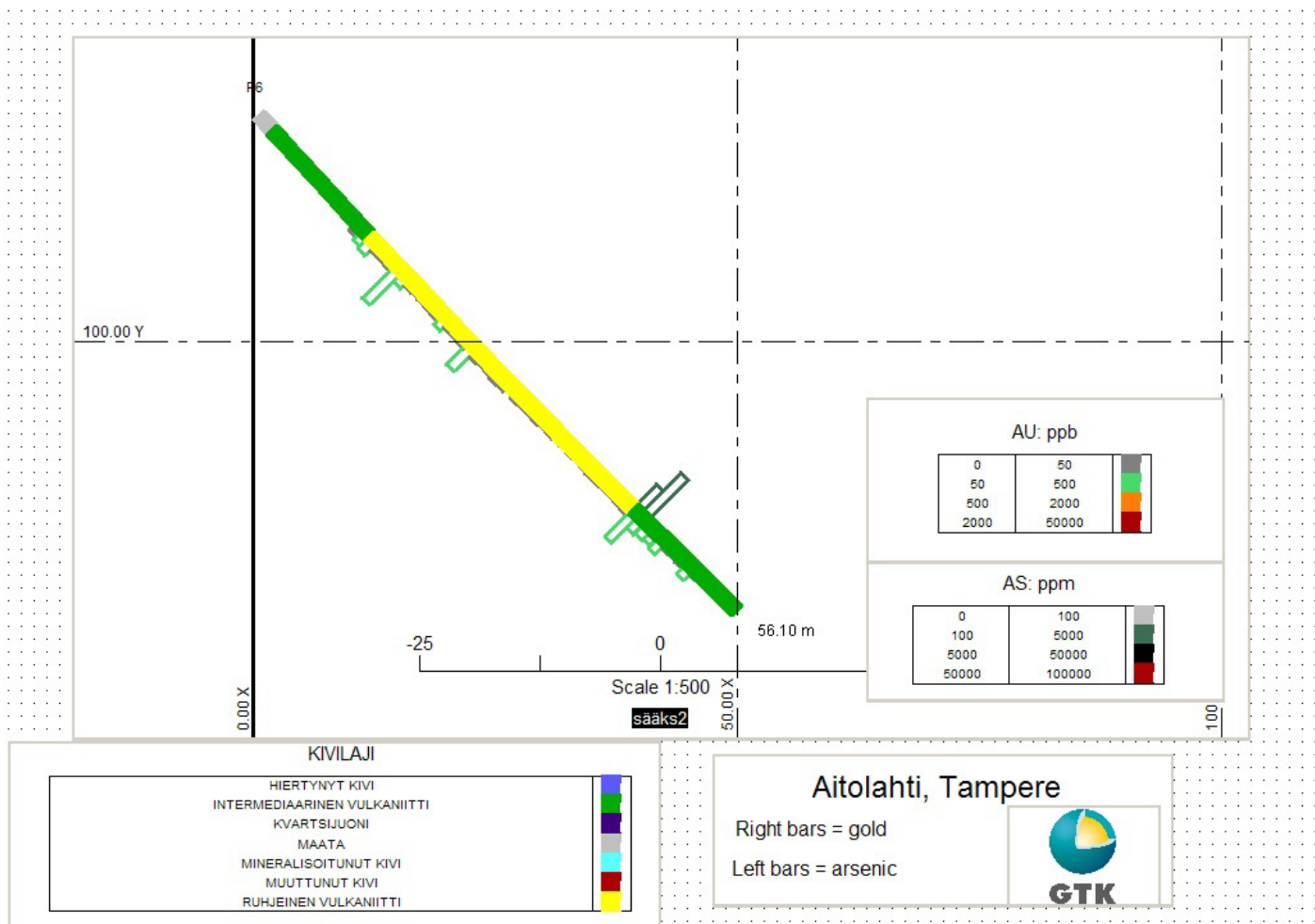
6.5.1 Pintaprojektio, Au-As



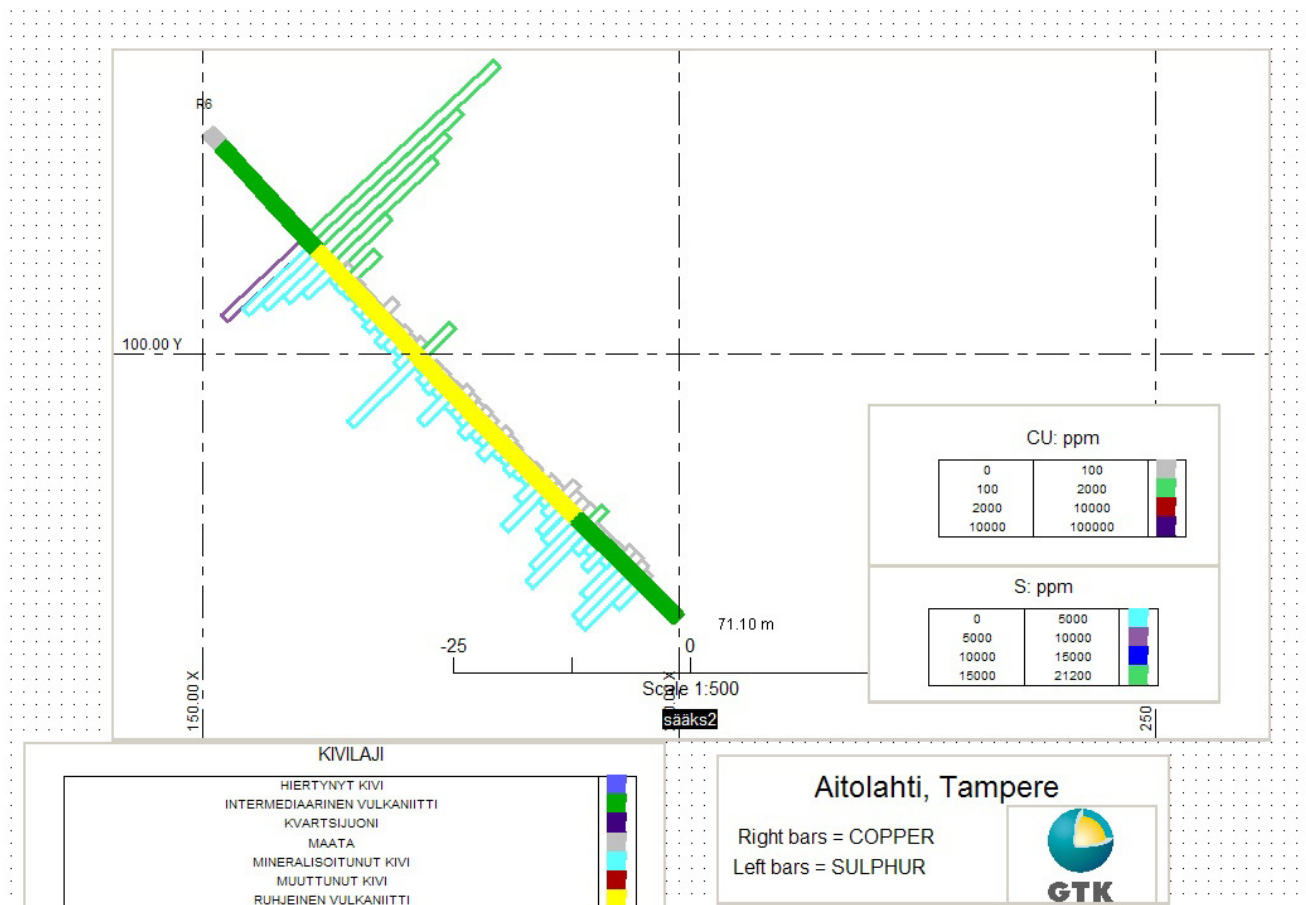
6.5.2 Kairauksen pintaprojektio Cu-S



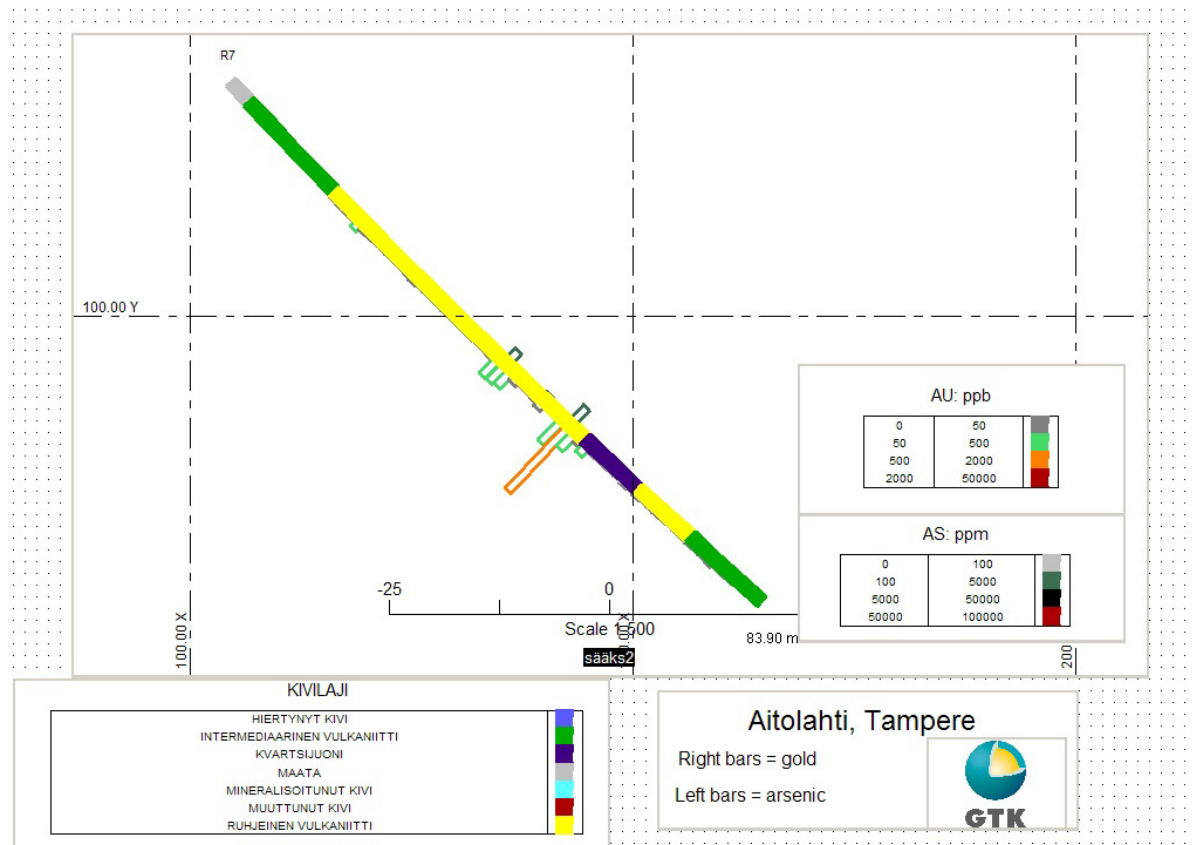
6.5.3 R6 ; Au-As



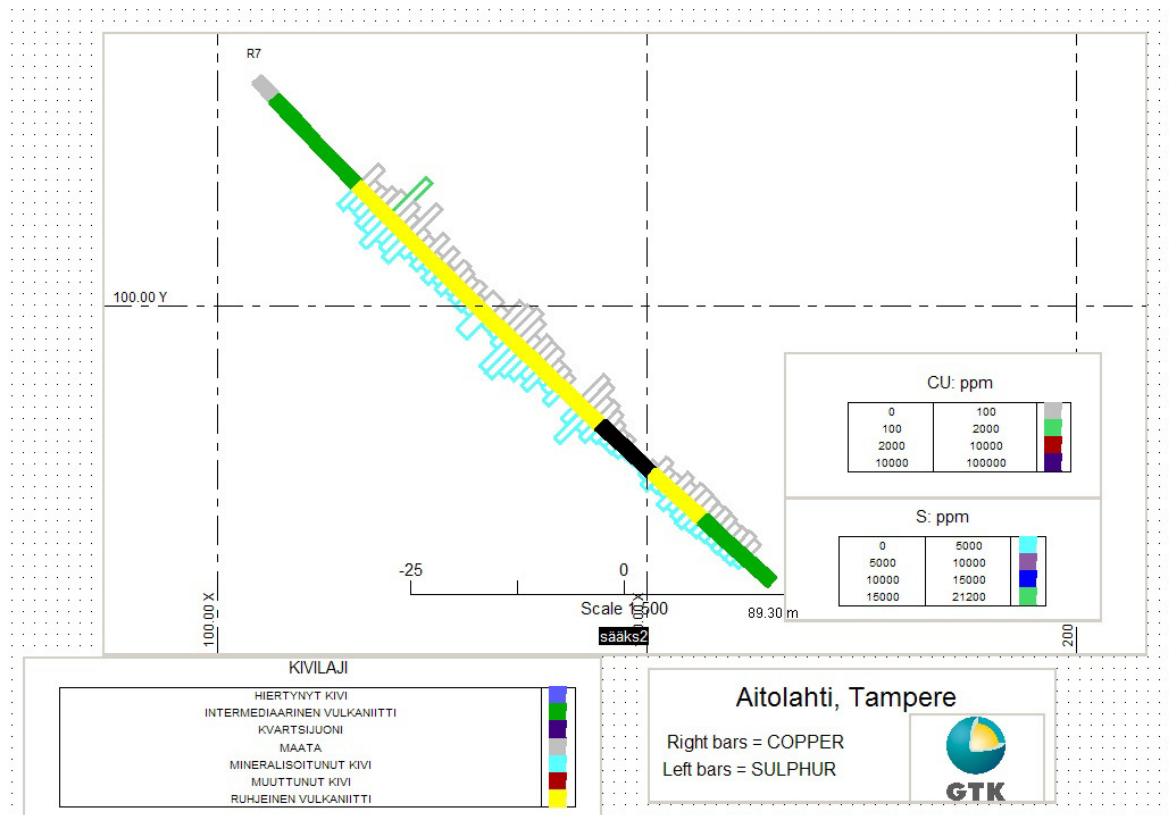
6.5.4 R6; Cu-S



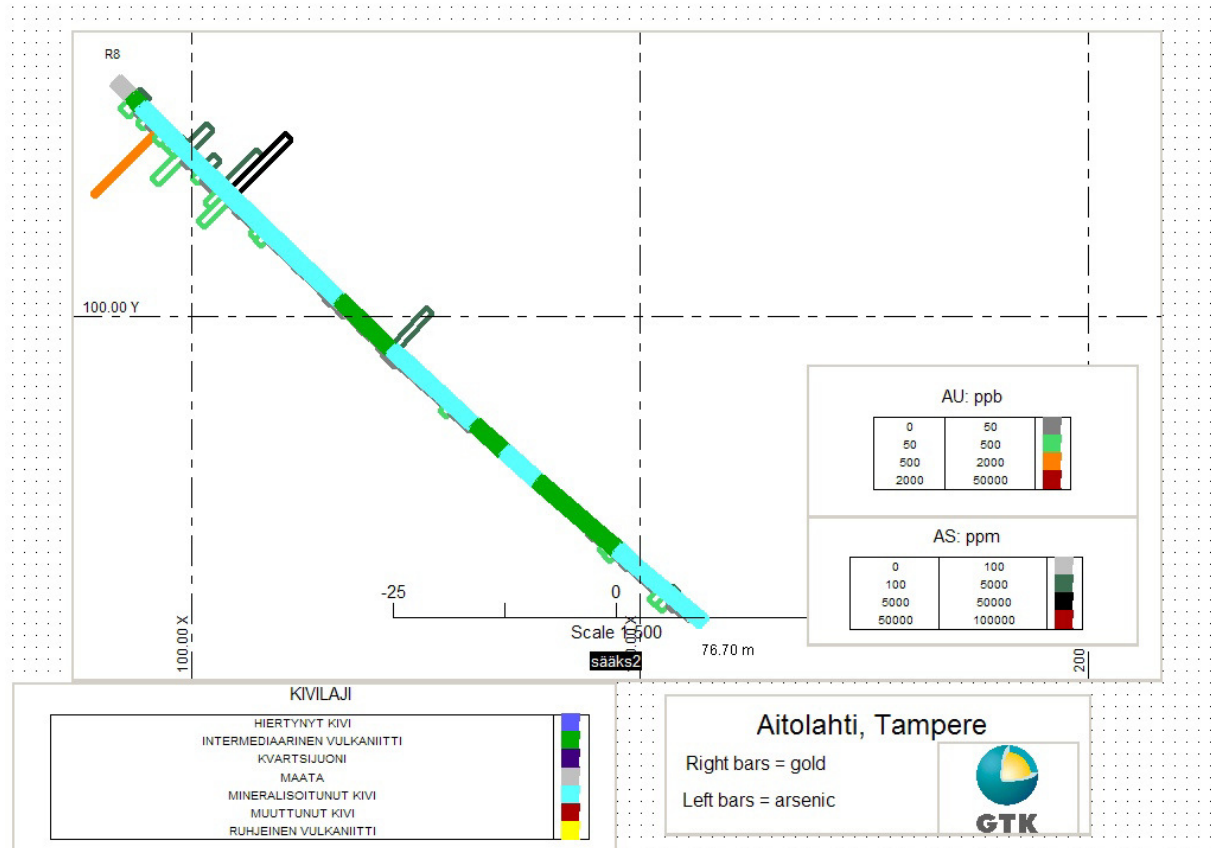
6.5.5 R7; Au-As



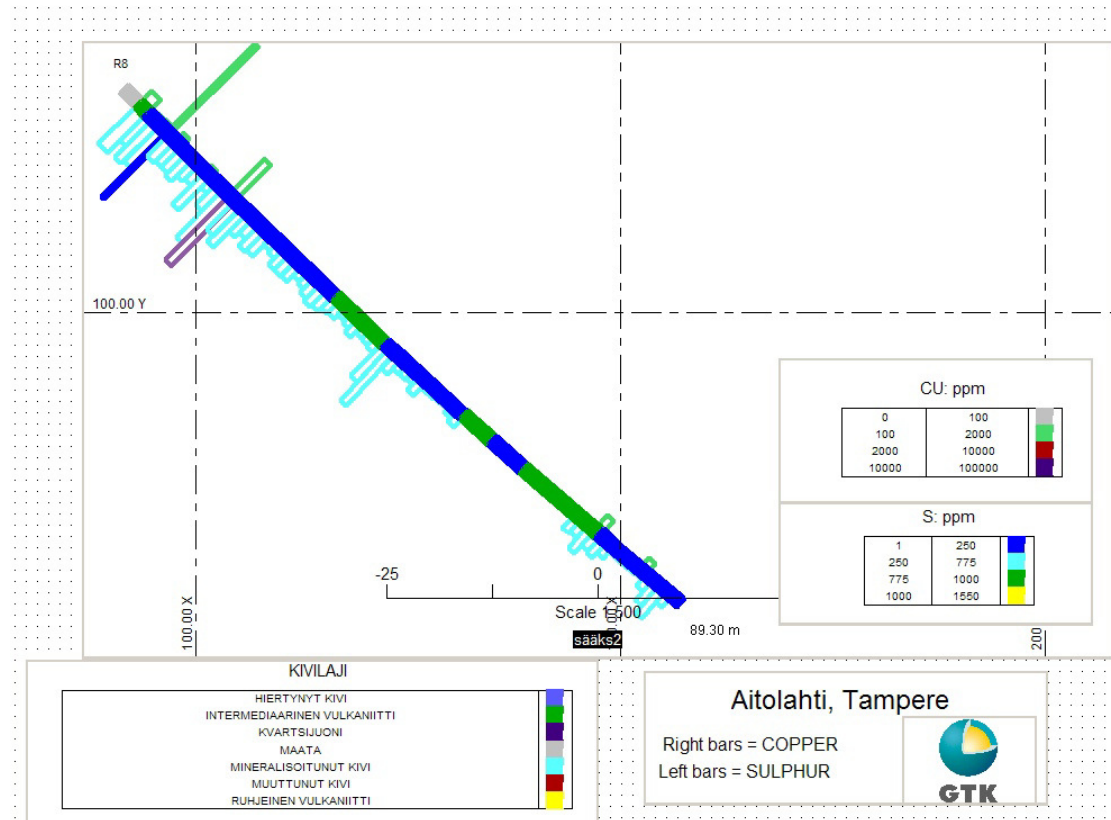
6.5.6 R7; Cu-S



6.5.7 R8; Au-As



6.5.8 R8: Cu-S



6.6 LIITE Malmiviitteet, pala- (p) ja loh karenäytteitä (l) Sääksjärveltä ja Aitolahdesta

Tilaus	analyysi	tunnus	x3	y3	P/L	PAIKKA	KIVILAJI	Au ppb	As ppm	Cu ppm	S ppm
21941	L09003815	8-KRK-08	6816773	3325487	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	2700	nd	nd	nd
21941	L09003816	9-KRK-08	6816777	3325491	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	317	nd	nd	nd
21941	L09003817	10-KRK-08	6816782	3325478	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	1080	nd	nd	nd
21941	L09003825	18-KRK-08	6816770	3325485	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	690	nd	nd	nd
21941	L09003828	21-KRK-08	6816738	3325602	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	342	nd	nd	nd
21941	L09003827	20-KRK-08	6816750	3325530	L	Sääksjärvi	GRDR-GNEISSI	217	nd	nd	nd
221060	L11180515	KRK2-2011-166	6816778	3325480	P	Sääksjärvi	ASKI-prte grdr	275	1590	47	3190
221060	L11180516	KRK2-2011-167	6816778	3325480	P	Sääksjärvi	ASKI-prte grdr	1090	12500	50	8440
221060	L11180517	KRK2-2011-168	6816778	3325480	P	Sääksjärvi	ASKI-prte grdr	268	2200	22	1180
107764	L10127532	JA-2010-L5	6816794	3325313	L	Sääksjärvi	Hiertynyt porfyriitti	608	7850	28	2640
107764	L10127533	JA-2010-L6	6816790	3325310	L	Sääksjärvi	Hiertynyt porfyriitti	605	4830	54	8440
21941	L09003811	4-KRK-08	6832469	3336129	L	Aitolahti	ASKI-KVARJ-PLAGPORF	11	nd	nd	nd
21941	L09003812	5-KRK-08	6832470	3336130	L	Aitolahti	ASKI-KVARJ-PLAGPORF	1020	nd	nd	nd
21941	L09003813	6-KRK-08	6832470	3336130	L	Aitolahti	ASKI-KVARJ-PLAGPORF	4110	nd	nd	nd
21941	L09003814	7-KRK-08	6832470	3336130	L	Aitolahti	ASKI-KVARJ-PLAGPORF	34	nd	nd	nd
221060	L11180497	KRK2-2011-151	6832857	3338389	P	Aitolahti	gabro-hierto	10	10	17	46
221060	L11180498	KRK2-2011-152	6832800	3338335	P	Aitolahti	gabro-hierto	10	5	17	24
221060	L11180499	KRK2-2011-153	6832399	3335778	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-juoni	1190	21000	98	8390
221060	L11180500	KRK2-2011-154	6832404	3335786	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-juoni	433	8600	213	3730
221060	L11180501	KRK2-2011-155	6832403	3335798	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-juoni	6670	110000	17	42200
221060	L11180502	KRK2-2011-156	6832385	3335776	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-juoni	228	1570	863	1760
221060	L11180503	KRK2-2011-157	6832381	3335780	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-juoni	164	244	46	146
221060	L11180504	KRK2-2011-158	6832389	3335790	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-kv	47	176	95	170
221060	L11180505	KRK2-2011-159	6832396	3335700	P	Aitolahti	ASKI-prte pft-kv	256	3980	74	1850
221060	L11180506	KRK2-2011-160	6832412	3335728	P	Aitolahti	ASKI-prte juoni	1950	2860	494	1180
221060	L11180507	KRK2-2011-162	6832741	3338536	L	Aitolahti	gabro-hierto	28	18	19	20
221060	L11180508	KRK2-2011-163	6832868	3338442	P	Aitolahti	gabro-hierto	11	11	64	35
221060	L11180509	KRK2-2011-164	6833208	3338907	P	Aitolahti	gabro-hierto	10	12	39	35
221060	L11180510	KRK2-2011-165.1	6832846	3338410	P	Aitolahti	kvar-juoni- gabro	10	8	10	20
221060	L11180511	KRK2-2011-165.2	6832846	3338410	P	Aitolahti	kvar-juoni- gabro	10	7	1	20
221060	L11180512	KRK2-2011-165.3	6832846	3338410	P	Aitolahti	kvar-juoni- gabro	10	8	24	20
221060	L11180513	KRK2-2011-165.4	6832846	3338410	P	Aitolahti	kvar-juoni- gabro	10	6	60	142
221060	L11180514	KRK2-2011-165.5	6832849	3338407	P	Aitolahti	kvar-juoni- gabro	10	6	18	20



ARKISTOKAPPALE

RAPOORTTIEDOSTO
N:o 4983

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

Etelä-Suomen aluetoimisto

Kallioperä ja raaka-aineet

M06/2123/2000/ 3 /10

LEMPÄÄLÄ

Kalliojärvi

Petri Rosenberg

22.3.2000



GTK

**TUTKIMUSTYÖSELOSTUS LEMPÄÄLÄN KUNNASSA, KALLIOJÄRVI I-
NIMISELLÄ VALTAUSALUEELLA (KAIVOSREKISTERI N:O 5978/1),
VUOSINA 1994-1999 SUORITETUISTA KULTATUTKIMUKSISTA**

Päivämäärä 22.3.2000

Tekijät		Raportin laji	
Rosenberg Petri		M06/2123/2000/3 /10 tutkimustyöselostus	
		Toimeksiantaja	
		Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi			
Tutkimustyöselostus Lempäälän kunnassa, Kalliojärvi 1-nimisellä valtausalueella (kaivosrekisteri n:o 5978/1), vuosina 1994-1999 suoritetuista kultatutkimuksista.			
Tiivistelmä			
Tutkimuskohde sijaitsee Lempäälän kunnassa, Kalliojärvi-nimisellä alueella, karttalehdellä 2123 07, Tampereelta n. 15 km SW. Malmitutkimusten lähtökohtana olivat alueelliset Au-viitteet sekä kultaa sisältävät raskasmineraalinäytteet. Aihe on Geologian tutkimuskeskuksen löytämä. Kalliojärven ympäristössä suoritettiin vuonna 1994 tunnusteluluonteista raskasmineraalinäytteenottoa (näyteväli n. 250 m). Moreeninäytteissä todettiin yllättäen runsaasti Au-hippuja (> 100 kpl /10 l). Näytteenottoa täydennettiin heti. Myös lohkare-tutkimuksia suoritettiin. Tutkimuksissa paikallistettiin kiinnostava raskasmineraalianomalia, johon liittyi runsaasti myös kvartsiutuneita arseenikiisupitoisia lohkareita. Murskatuissa lohkarenäytteissä todettiin myös Au-hippuja. Parhaimmat mr-näytteet sisälsivät > 500 Au-hippua/10 l. Alueelle tehtiin valtausvaraus 22.8.1994 (Kalliojärvi 9 km²). Maastomittauksia (MAGN, IP) suoritettiin n. 1 km² kokoisella alueella. Au-pitoisen alueen koko laajeni tutkimusten tuloksena. Kultapitoisen anomalian pituus osoittautui n. 400 m pituiseksi. Paras yksittäinen mr-näyte sisälsi n. 7.2 ppm kultaa. Samana syksynä alueella aloitettiin tunnustelut kairaukset anomalian selvittämiseksi. Kairauksissa paikallistettiin kvartsiutuneita arseenikiisua sisältäviä kivilajivyöhykkeitä (kiillegneissia), joissa paras Au-pitoisuus oli 15.1 ppm. Paras lävistys oli 5.6 ppm/3 m. Vuonna 1995 ja 1996 kairauksia jatkettiin mineralisaation koon ja rakenteiden selvittämiseksi. Tunnusteluluonteisia mr-tutkimuksia suoritettiin jonkin verran myös karttalehden 2123 08 alueelle. Valtaus alueelle hyväksyttiin 3.11.1995 (Kalliojärvi I, kaivosrekisteri n:o 5978/1, 54.94 ha). Valtauksesta luovuttiin vuonna 1999. Kalliojärven esiintymä on pieni, kvartsiuoniin ja kvartsiutuneisiin hiertovyöhykkeisiin liittyvä poimuttunut mineralisaatio, jonka pääasiallinen isäntäkivi on kiillegneissi. Tärkeimmät mineraalisaation tunnusmerkit ovat kvartsiutumisen ja arseenikiisu. Lukuisat pegmatiittijuo-net leikkaavat mineralisaatiota. Mineralisaatio muodostaa länteen tai lounaaseen viettävän synkliinirakenteen. Mineralisaation paksuus on keskimäärin vain muutamia metrejä. Au-pitoisuudet vaihtelevat < 0.1-26.7 ppm välillä (As 0.008-4.12 %). Paras yksittäinen lävistys on 6.5 ppm/4.8 m (7.24 ppm/4.3 m). Mineralisaatio on pieni, eikä ole taloudellisesti hyödynnettävissä.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.)			
Lempäälä, Kalliojärvi, Au, As, geofysikaalinen mittaus, kairaus.			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä)			
Suomi, Länsi-Suomen lääni, Lempäälä, Kalliojärvi			
Karttalehdet	2123 07		
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus	
		M06/2123/2000/ 3 /10	
Kokonaissivumäärä	Kieli	Hinta	Julkisuus
8 + 17 liitesivua	Suomi		

KANSILEHTI**KUVAILULEHTI****SISÄLLYSLUETTELO**

s.

JOHDANTO

1

Tutkimusten lähtökohta

1

Tutkimusalueen sijainti ja koko

1

Luonnonolosuhteet, asutus ja tiestö

1

Tutkimuskohteen nimeäminen

1

Aikaisemmat tutkimukset

2

SUORITETUT TUTKIMUKSET

Suoritetut tutkimukset

2

Kairaukset

3

Geofysikaaliset maastotutkimukset

4

Geokemialliset mr-tutkimukset sekä raskasmineraalitutkimukset

5

Kallioperätutkimukset

5

TUTKIMUSTULOKSET

Yhteenveto ja johtopäätökset

5

TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN

7

LIITTYY-AINEISTO

Geofysikaaliset tutkimukset

7

Syväkairaus

7

Muu aineisto

7

LIITELUETTELO

8

LIITTEET 1-17

JOHDANTO

Tutkimusten lähtökohta

Malmitutkimusten lähtökohtana olivat alueelliset Au-viitteet sekä kultaa sisältävät raskasmineraalinäytteet. Aihe on Geologian tutkimuskeskuksen löytämä. Kalliojärven ympäristössä suoritettiin vuonna 1994 tunnusteluluonteisia raskasmineraalitutkimuksia (näytepisteiden väli n. 250 m). Moreeninäytteissä todettiin yllättäen runsaasti Au-hippuja (> 100 kpl /10 l). Näytteenottoa täydennettiin löytöpaikan lähiympäristössä. Myös lohkare-etsintää suoritettiin. Tutkimuksissa paikallistettiin mielenkiintoinen raskasmineraalianomalia, johon liittyi runsaasti myös kvartsiutuneita arseenikiisupitoisia lohkareita. Murskatuissa lohkarenäytteissä todettiin myös Au-hippuja. Parhaimmat mr-näytteet sisälsivät > 500 hippua/10 l. Kultapitoisen moreenianomalian pituus on yli 400 m ja leveys n. 100-150 m.

Tutkimusalueen sijainti ja koko

Tutkimuskohde sijaitsee Lempäälän kunnassa, Kalliojärvi-nimisellä alueella, karttalehdellä 2123 07, Tampereelta n. 15 km SW. Valtausvarauksen koko oli 9 km^2 . Valtaus alueelle hyväksyttiin 3.11.1995 (Kalliojärvi I, kaivosrekisteri n:o 5978/1, 54.94 ha). Geofysikaalisia maastomittauksia suoritettiin n. 1 km^2 kokoisella alueella. Kohteelliset geokemialliset tutkimukset rajoittuivat pääosin Kalliojärven lähiympäristöön. Tunnustelemaa mr-näytteenottoa suoritettiin kuitenkin myös karttalehdellä 2123 08. Kokonaisuudessaan kohdentavaa tai alueellista mr-näytteenottoa suoritettiin n. 15 km^2 kokoisella alueella. Tutkimusalueen sijainti on esitetty liitesivuilla 1-3. Valtausalueen ja geofysikaalisten mittausten sijainti on esitetty liitesivulla 3. Näytteenottopisteiden sijainti on esitetty liitesivuilla 4.

Luonnonolosuhteet, asutus ja tiestö

Lempäälä on tiheästi asuttua maaseutua, jossa kyliä, teitä ja peltoja on runsaasti. Karttalehden keski- ja pohjoisosassa on kuitenkin myös laajoja harvaan asuttuja metsäalueita. Kalliojärven ympäristössä asutusta ei muutamia kesämökkejä lukuunottamatta ole. Alueelle johtaa hyväkuntoinen metsäautotie. Kalliopaljastumia on yleensä runsaasti. Sen sijaan kiviset ja lohkareikkoiset, tiiviit moreenipeitteet haittaavat näytteenottoa ja kaluston liikkumista. Tutkimusten käynnistyessä kohteen päällä oli vielä tiheä puusto. Seuraavana vuotena puusto hakattiin kuitenkin maanomistajan toimesta. Avoin maasto helpotti oleellisesti tutkimuksia. Näin puustovauriot vältettiin lähes täysin.

Tutkimuskohteen nimeäminen

Tutkimuskohteesta on käytetty nimeä Kalliojärvi paikallisen nimistön mukaan. Valtausalue oli nimeltään Kalliojärvi 1. Valtauksen sijainti on esitetty liitesivulla 3.

Aikaisemmat tutkimukset

Kalliojärven alueella ei ole suoritettu kultatutkimuksia aikaisemmin. Myöskään merkittäviä malmiviitteitä ei alueelta tunnettu aikaisemmin. Sen sijaan karttalehden eteläosissa tunnustelevia kultatutkimuksia suoritettiin jo vuonna 1986-1988 (M19/2123/-89/1/10. Rosenberg Petri 1989. Kultatutkimukset Lempäälän Piiskonvuoren alueella vuosina 1986-1988). Myös viereisillä karttalehdillä 2123 04,05,08 kulanetsintää on tehty monin paikoin. Seuraavassa on lueteltu joitakin kultatutkimuksiin liittyviä lähdeviitteitä: M19/2123/-98/1/10. Rosenberg P. 1998. *Pirkkalassa vuosina 1992-1995 suoritettut kultatutkimukset*. M06/2123/-97/1/10 Rosenberg. P. 1997. *Tutkimustyöselostus Pirkkalan kunnassa, Pirkkalan kylässä, valtausalueilla Luitamo I-II (kaivosrekisteri n:o 5059/1-2) ja Tikkarinvuori I (kaivosrekisteri n:o 5299/1), vuosina 1992-1995 suoritetuista malmitutkimuksista*. M06/2123/-90/1/10 Rosenberg. P. 1990. *Tutkimustyöselostus Pirkkalan kunnassa Vatanen 1, Lintumäki 1, Poikkiaro 1 sekä Sorkkala 1-2 nimisillä valtausalueilla, kaivosrekisteri n:o 4179/1-2 ja 4331/1-3 suoritetuista malmitutkimuksista*. M19/2123/-90/1/10 Rosenberg. P. 1990. *Kultatutkimukset Pirkkalan alueella vuosina 1987-1989*. M19/2123/-90/1/10. Lindmark B. 1990. *Geokemian osaston Au-anomaalisen harvapisteen tarkistus pedogeokemiallisella näytteenotolla Lempäälän Kaitajärvellä*. S/41/2123/1/1986. Lestinen P. 1986. *Pirkkalan kohteen geokemialliset kultatutkimukset vuosina 1986-1987*.

SUORITETUT TUTKIMUKSET

Suoritettut tutkimukset

Tutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella käynnistyivät syksyllä 1994. Malmitutkimusten lähtökohtana olivat alueelliset Au-viitteet sekä kultaa sisältävät raskasmineraalinäytteet. Aihe on Geologian tutkimuskeskuksen löytämä. Kalliojärven ympäristössä suoritettiin vuonna 1994 tunnusteluluonteisia raskasmineraalitutkimuksia. Joissakin mr-näytteissä todettiin runsaasti Au-hippuja (> 100 kpl /10 l). Näytteenottoa täydennettäessä paikallistettiin kiinnostava Au-As-anomalia, johon liittyi runsaasti myös kvartsiutuneita arseenikiisupitoisia lohkaraita. Murskatut lohkaraitat sisälsivät myös Au-hippuja. Parhaimmat mr-näytteet sisälsivät > 500 Au-hippua/10 l. Moreenianomalia osoittautui yli 400 m pituiseksi ja n. 100-150 m levyiseksi.

Alueelle tehtiin valtausvaraus 22.8.1994 (Kalliojärvi 9 km²). Samana syksynä alueella tehtiin myös geofysikaalisia maastomittauksia (MAGN, IP) n. 1 km² kokoisella alueella. Raskasmineraalitutkimuksia sekä geokemiallista mr-näytteenottoa täydennettiin. Moreeninäytteenotossa korkein yksittäinen mr-näyte sisälsi n. 7.2 ppm kultaa. Geofysikaalisten maastomittausten valmistuttua alueella aloitettiin tunnustelevat kairaukset anomalian selvittämiseksi (GTK/GM100, T56, M52/2123/-94/R350-R358, 9 kpl/302.5 m). Jo ensimmäisillä kairanreijillä paikallistettiin kvartsiutuneita arseenikiisua sisältäviä kivilajivyöhykkeitä (kiillegneissia), joissa paras Au-pitoisuus oli 15.1 ppm. Paras lävistys oli 5.6 ppm/3 m. Vuonna 1995 ja 1996 kairauksia jatkettiin mineralisaation koon ja rakenteiden selvittämiseksi (M52/2123/-95/R359-R379, T56, 21 kpl/1067.05 m, M52/2123/-96/R380-R387, T56, 8 kpl/ 444.85 m). Myös tutkimusmontutusta, raskasmineraalinäytteenottoa, geokemiallista mr-näytteenottoa sekä lohkaraitutkimuksia täydennettiin. Pintanäytteenoton soveltuvuutta kulanetsinnässä testattiin hyvin tuloksin. Lähialueen kalliopaljastumat kartoitettiin. Tunnusteluluonteisia alueellisia tai kohdentavia mr-tutkimuksia suoritettiin jonkin verran myös karttalehden 2123 08 alueella. Valtaus alueelle hyväksyttiin 3.11.1995 (Kalliojärvi I, kaivosrekisteri N:o 5978/1, 54.94 ha). Vuosina 1997-1999 alueella ei enää tehty merkittäviä maastotutkimuksia kiireellisempien tutkimuskohteiden johdosta. Valtauksesta luovuttiin vuonna 1999.

Kairaukset

Kohteeseen kairattiin vuosina 1994-1996 38 reikää yhteispituudeltaan 1814.40 m (GTK/GM100, SMOY/GM200; T56; M52/2123/-94/R350-R358, M52/2123 /-95/R359-R379, M52/2123/-96/R380-R387). Kairaukset rajoittuivat pääosin Au-pitoisen anomalian läheisyyteen sekä kairauksissa paikallistetun mineralisaation oletetuille jatkeille. Muutamia reikiä kairattiin myös alueen ulkopuolelle. Kairanreikien sijainti on esitetty liitesivulla 10-12. Kairauksen tärkeimmät tulokset on esitetty kairausprofileina ja erilaisina projektioina tutkimuskohteeseen liittyvässä raportissa: M19/2123/2000/2/10 Rosenberg P. 2000. Kultatutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella vuosina 1994-1999. Kairattujen reikien pituudet vaihtelivat 19.40-80.30 m välillä. Tiivis, loh-kareikkoinen moreeni vaikeutti tai hidasti usein maakairausta. Lisäksi runsas pegmatiittijuonien esiintyminen ja mineralisaation rakenne vaikeuttivat kairauksen suunnittelua. Kairausaineisto on käsitelty ja tulostettu Geomcom-ohjelmiston avulla.

Kullan osalta kairautulokset ovat varsin vaihtelevia. Korkein yksittäinen analyysitulokse on 26.7 ppm Au ja 2,33 % As. Paras yksittäinen kairauslävistys on 6.5 ppm/4.8 m (tai 7.24 ppm/4.3 m; R375). Kalliojärven alueella Au-pitoiset mineralisaatiot ovat yleensä vain <1-10 m paksuja ja epäsäännöllisiä. Myös Au-pitoisuus vaihtelee niissä suuresti. Mineralisaatio on poimuttunut ja sisältää runsaasti leikkaavia pegmatiittisia graniittijuonia. Esiintymä sisältää rinnakkaisia mineralisoitumia. Mineralisoitumat ovat tunnistettavissa vaihtelevasta kvartsiutumuksesta, kvartsijuonista ja arseenikiisun esiintymisestä.

Taulukko 1. Syväkairausreiät M52/2123/-94/R350-R358, M52/2123 /-95/R359-R379, M52/2123/-96/R380-R387. Lempäälä, Kalliojärvi 2123 07.

Karttasuunta										
R350	M52/2123/94/R350	6809396,00	2483974,00	137,00	48,60	180,00	-45,00	GTK	ESA	11.10.94
R351	M52/2123/94/R351	6809406,00	2483994,00	138,00	42,60	180,00	-45,00	GTK	ESA	18.10.94
R352	M52/2123/94/R352	6809370,00	2483972,00	136,50	29,80	180,00	-90,00	GTK	ESA	15.11.94
R353	M52/2123/94/R353	6809404,00	2483957,00	136,50	38,60	180,00	-45,00	GTK	ESA	02.11.94
R354	M52/2123/94/R354	6809380,00	2483974,00	137,00	25,70	180,00	-90,00	GTK	ESA	10.11.94
R355	M52/2123/94/R355	6809378,00	2483995,00	137,00	36,95	180,00	-90,00	GTK	ESA	21.11.94
R356	M52/2123/94/R356	6809381,00	2484016,00	138,50	19,40	180,00	-90,00	GTK	ESA	30.11.94
R357	M52/2123/94/R357	6809375,00	2484034,00	140,50	25,60	180,00	-90,00	GTK	ESA	02.12.94
R358	M52/2123/94/R358	6809360,00	2484038,00	139,00	35,25	180,00	-90,00	GTK	ESA	15.12.94
R359	M52/2123/95/R359	6809400,00	2484035,00	140,00	37,20	180,00	-90,00	GTK	ESA	12.01.95
R360	M52/2123/95/R360	6809357,00	2483975,00	138,50	49,00	180,00	-90,00	GTK	ESA	13.06.95
R361	M52/2123/95/R361	6809373,00	2483955,00	137,00	45,00	180,00	-90,00	GTK	ESA	14.06.95
R362	M52/2123/95/R362	6809360,00	2483958,00	139,00	45,00	180,00	-90,00	GTK	ESA	14.06.95
R363	M52/2123/95/R363	6809373,00	2483932,00	138,00	40,80	180,00	-90,00	GTK	ESA	15.06.95
R364	M52/2123/95/R364	6809374,00	2483932,00	138,00	76,40	360,00	-46,50	GTK	ESA	20.06.95
R365	M52/2123/95/R365	6809372,00	2483932,00	138,00	58,00	180,00	-45,80	GTK	ESA	21.06.95
R366	M52/2123/95/R366	6809366,00	2484074,00	141,50	32,00	180,00	-45,30	GTK	ESA	21.06.95
R367	M52/2123/95/R367	6809386,00	2484075,00	142,00	43,00	180,00	-44,80	GTK	ESA	26.06.95
R368	M52/2123/95/R368	6809407,00	2484082,00	142,00	59,20	180,00	-46,50	GTK	ESA	27.06.95
R369	M52/2123/95/R369	6809417,00	2484109,00	142,00	80,50	180,00	-46,50	GTK	ESA	28.06.95
R370	M52/2123/95/R370	6809407,00	2484143,00	142,50	56,80	180,00	-44,00	GTK	ESA	11.07.95
R371	M52/2123/95/R371	6809355,00	2484034,00	138,00	49,60	360,00	-45,50	GTK	ESA	26.10.95
R372	M52/2123/95/R372	6809355,00	2484013,00	137,50	50,00	360,00	-45,80	GTK	ESA	07.11.95
R373	M52/2123/95/R373	6809345,00	2484013,00	137,00	38,50	360,00	-61,10	GTK	ESA	08.11.95
R374	M52/2123/95/R374	6809355,00	2483995,00	140,00	50,00	360,00	-43,30	GTK	ESA	13.11.95
R375	M52/2123/95/R375	6809325,00	2483949,00	140,00	60,55	360,00	-45,60	GTK	ESA	14.11.95
R376	M52/2123/95/R376	6809315,00	2483888,00	140,00	50,40	360,00	-44,30	GTK	ESA	15.11.95
R377	M52/2123/95/R377	6809526,00	2484000,00	142,50	53,00	360,00	-46,00	GTK	ESA	21.11.95
R378	M52/2123/95/R378	6809180,00	2484160,00	139,00	44,20	180,00	-46,10	GTK	ESA	22.11.95
R379	M52/2123/95/R379	6809190,00	2484210,00	139,00	47,90	180,00	-45,20	GTK	ESA	27.11.95

R380	M52/2123/96/R380	6809345,00	2483975,00	139,50	60,20	180,00	-45,60	GTK	ESA	23.09.96
R381	M52/2123/96/R381	6809350,00	2483932,00	140,00	60,60	180,00	-45,60	GTK	ESA	24.09.96
R382	M52/2123/96/R382	6809366,00	2484136,00	143,00	40,15	360,00	-40,50	GTK	ESA	25.09.96
R383	M52/2123/96/R383	6809382,00	2484218,00	143,00	40,30	360,00	-40,10	GTK	ESA	26.09.96
R384	M52/2123/96/R384	6809377,00	2484078,00	142,00	41,05	85,00	-40,00	GTK	ESA	30.09.96
R385	M52/2123/96/R385	6809230,00	2483813,00	139,00	60,75	90,00	-45,00	GTK	ESA	01.10.96
R386	M52/2123/96/R386	6809230,00	2483813,00	139,00	61,50	270,00	-45,00	GTK	ESA	02.10.96
R387	M52/2123/96/R387	6809173,00	2483800,00	139,00	80,30	220,00	-45,00	GTK	ESA	04.10.96

Geofysikaaliset maastotutkimukset

Geofysikaaliset maastomittaukset toteutuivat hyvin pian ensimmäisten viitteiden löytymisen jälkeen syksyllä 1994. Mittauksia (IP, MAGN) suoritettiin n. 1.0 km² kokoisella alueella. Mittaustulokset on esitetty väripintakarttoina liitesivuilla 9-10 sekä tutkimuskohteeseen liittyvässä tutkimusraportissa: M19/2123/2000/2 /10 Rosenberg P. 2000. Sekä magneettinen että IP-mittaus kuvastavat hyvin mineralisaatioon liittyviä kivilajeja ja niiden rakenteita.

Geokemialliset mr-tutkimukset sekä raskasmineraalitutkimukset

Alueella suoritettiin runsaasti geokemiallista moreeninäytteenottoa ja raskasmineraalitutkimuksia. Näytteenoton tarkoituksena oli rajata esiintymä sekä etsiä mahdollisia uusia esiintymiä Kalliojärven ympäristöstä. Kivikkoiset, tiiviit moreenipeitteet vaikeuttivat jonkin verran näytteenottoa. Näytteitä kertyi kaikkiaan 1043 kpl. Raskasmineraalinäytteitä tutkittiin yhteensä 208 kpl. Osa raskasmineraalinäytteiden hienoaineksesta analysoitiin samoilla analyysimenetelmillä kuin normaalien moreeninäytteidenkin hienoaines. Myös pintanäytteenoton soveltuvuutta kulanetsinnässä testattiin. Kaikki menetelmät soveltuvat hyvin kulanetsintään. Raskasmineraalinäytteenotto on erittäin käyttökelpoinen nopeutensa ja edullisten kustannustensa vuoksi. Näytteet käsitellään (pesu, seulonta, rikastus) maastossa tai sopivassa kenttätutkikohdassa ja ajetaan kulanetsintää varten suunnitellun "spiraalirikastimen" läpi (Kultakoira). Rikastusnäytteet (n. 1-5 g) tutkitaan mikroskoopilla ja laskeaan mahdolliset Au-hiput. Tulokset ovat usein käytettävissä muutaman päivän kuluessa. Myös pintanäytteenotto on nopea ja edullinen menetelmä. Tulokset ovat kuitenkin käytettävissä vasta kun näytteet on analysoitu. Pintanäytteenotossa näytteet kerätään moreenin pintaosista lapiolla tai kourulapiolla heti orgaanisen kerroksen alta (< 0.5 m). Myös raskasmineraalinäytteet kerätään moreenin pintaosista. Näytteenotossa voidaan hyödyntää oja ja tieleikkauksia. Myös kaivinkonetta voidaan käyttää apuna kohteellisessa etsinnässä. Näytteenottopisteet ja näytteenoton tulokset on esitetty kulan ja arseenin osalta liitesivuilla 4-7.

Taulukko 2. Moreenin- ja raskasmineraalinäytteet, näytesarjat ja niihin liittyvät tilausnumerot, analyysimenetelmät, näytteenottomenetelmät ja karttalehdet. Kalliojärvi. 2123 07-08

Näytesarjat	Tilaus	Strategia	Kalusto	R-fraktio	Toteutus	Au	As	Punnitus	Kartta	Kartta	Kpl
M 9430709-9430795	50112	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	87
M 9530001-9530114	50230	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	114
M 9530194-9530356	50231	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	162
M 9530357-9530489	50232	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	8	133
M 9530490-9530628	50131	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	8	139
M 9530629-9530691	50132	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	8	63
M 9530692-9530729	50133	KLMR	GM50	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	38

M 9760001-9760055	60446	PINTA	Kourulapio	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	55
M 9760056-9760099	60444	PINTA	Kourulapio	< 0.063 mm	Linja	521U	516U	5 g	2123	7	44
99											
M 9400017-9400029	50123	MONTTU	Kaivinkone		Pistemäinen	521U	516U	5 g	2123	7	30
M 9500331-9500335	50134	KLMR	Kaivinkone		Pistemäinen	521U	516U	5 g	2123	7	19
M 9494011-9494068		RASKAS	Lapio	KULTAKOIRA	Pistemäinen			10 l	2123	7	58
M 9500001-9500066		RASKAS	Lapio	KULTAKOIRA	Pistemäinen			10 l	2123	7	66
M 9500150		RASKAS	Lapio	KULTAKOIRA	Pistemäinen			10 l	2123	7	1
M 9620012-9620035	60443	RASKAS	Lapio	KULTAKOIRA	Pistemäinen			5 l	2123	7	24
M 9640001-9640010		RASKAS	Lapio	KULTAKOIRA	Pistemäinen			5 l	2123	7	10
208											
Yht.										1043	

Kallioperätutkimukset

Kallioperään liittyvät tutkimukset rajoittuivat pääasiassa Kalliojärven kulta-aiheen välittömään lähiympäristöön. Laajoja systemaattisia kallioperätutkimuksia ei alueella resurssien vähäisyyden vuoksi suoritettu. Kalliojärven mineralisaatio ei ole paljastuneena. Sen sijaan moreenilohkareisto sisältää runsaasti malmipuhkeamasta peräisin olevia kiviä. Lähialueen kalliopaljastumat tutkittiin, mutta uusia esiintymiä tai mineralisaatioviitteitä ei löytynyt. Lohkaretutkimukset eivät myöskään tuottaneet merkittäviä uusia viitteitä. Kalliojärven kulta-aiheeseen liittyviä kairautuloksia ja kairaukseen liittyviä kivilajeja on esitetty liitesivuilla 11-17 sekä tutkimuskohteeseen liittyvässä tutkimusraportissa: M19/2123/2000/2 /10 Rosenberg P. 2000.

TUTKIMUSTULOKSET

Yhteenvedo ja johtopäätökset

Tutkimuskohde sijaitsee Lempäälän kunnassa, Kalliojärvi-nimisellä alueella, karttalehdellä 2123 07, Tampereelta n. 15 km SW. Malmitutkimusten lähtökohtana olivat alueelliset Au-viitteet sekä kultaa sisältävät raskasmineraalinäytteet. Aihe on Geologian tutkimuskeskuksen löytämä. Kalliojärven ympäristössä suoritettiin vuonna 1994 tunnusteluluonteista raskasmineraalinäytteenottoa (näyteväli n. 250 m). Eräissä mr-näytteissä todettiin yllättäen runsaasti Au-hippuja (> 100 kpl /10 l). Jatkotutkimuksilla paikallistettiin raskasmineraalianomalia, johon liittyi runsaasti myös kvartsiutuneita arseenikiisupitoisia lohkaraita. Myös murskatuissa lohkaraita-näytteissä todettiin Au-hippuja. Parhaimmat mr-näytteet sisälsivät > 500 Au-hippua/10 l. Anomalian pituus osoittautui yli 400 m pituiseksi ja n. 100-150 m levyiseksi.

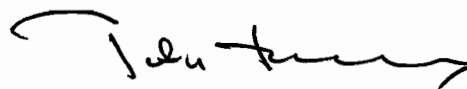
Maastomittauksia (MAGN, IP) suoritettiin n. 1 km² kokoisella alueella. Myös raskasmineraalitutkimuksia sekä geokemiallista mr-näytteenottoa täydennettiin. Geofysikaalisten maastomittausten valmistuttua alueella aloitettiin tunnustelevat kairaukset anomalian selvittämiseksi. Jo ensimmäisillä kairanreijillä paikallistettiin kvartsiutuneita arseenikiisua sisältäviä kivilajivyöhykkeitä (kiillegneissia), joissa paras Au-pitoisuus oli 15.1 ppm. Paras lävistys oli 5.6 ppm/3 m. Vuonna 1995 ja 1996 kairauksia jatkettiin mineralisaation koon ja rakenteiden selvittämiseksi. Kohteeseen kairattiin vuosina 1994-1996 kaikkiaan 38 reikää yhteispituudeltaan 1814.40 m (GTK/GM100, SMOY/GM200; T56; M52/2123/-94/R350-R358, M52/2123 /-95/R359-R379, M52/2123/-96/R380-R387).

Kullan osalta kairaustulokset ovat varsin vaihtelevia. Korkein yksittäinen analyysituloks on 26.7 ppm Au ja 2,33 % As. Paras yksittäinen kairausläivistys on 6.5 ppm/4.8 m (tai 7.24 ppm/4.3 m; R375). Mineralisaatioiden Au-pitoisuus vaihtelee suuresti. Tähän vaikuttavat mineralisaatiotyypin (hiertovyöhykkeeseen liittyvä kvartsi-juonimineralisaatio) lisäksi myös kullan raekoko ja sen esiintyminen metallisessa muodossa hippuina. Kullalla kaikkien näytteiden keskiarvo on 0.91 ppm (0.0-26.7 ppm, 246 kpl). Arseenilla vastaava keskiarvo on 0.24 % (0.0-4.12 %, 246 kpl). Aineistossa yli 1 ppm ylittäviä Au-pitoisuuksia on vain 39 kpl (Au: 1.03-24.7 ppm, ka. 4.5 ppm, As: 0.03-4.12 %, ka. 0.98 %). Paikallistetut mineralisaatiot ovat yleensä vain <1-10 m paksuja ja epäsäännöllisiä ja sisältävät runsaasti leikkaavia pegmatiittisia graniittijuonia. Myös rinnakkaisia mineralisoitumia esiintyy. Mineralisaatiot liittyvät pääsääntöisesti kiillegneissisiin. Au-pitoiset kivilajit ovat tunnistettavissa vaihtelevasta kvartsiutumuksesta, kvartsijuonista ja arseenikiisun esiintymisestä. Rakenteeltaan mineralisaatio on poimuttunut ja muodostaa länteen tai lounaaseen avautuvan synkliinirakenteen. Itäosassa mineralisaation nousee pintaan. Puhkeaman päällä on n. 3-10 m paksuinen moreenipeite. Esiintymä on kooltaan pieni ja hajanainen. Syväkairaukseen ja analyysihin perustuvan arvion mukaan mineralisoitunutta kiveä on korkeintaan n. 70 000 tonnia (ei malmia). Jos esiintymän kokoa arvioitaessa käytetään kynnsarvona esim. yli 1 ppm Au-pitoisuuksia (15.8 % näytteistä), jää mineralisaation koko merkityksettömän pieneksi ja esiintymä hajanaiseksi. Mineralisaatioon liittyviä kivilajeja, kairausprofileja ja kairaukseen perustuvia projektioleikkauksia on esitetty lähemmin tutkimuskohteeseen liittyvässä tutkimusraportissa: M19/2123/2000/2 /10 Rosenberg P. 2000. Kultatutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella vuosina 1994-1999.

Malminetsinnallisesti Kalliojärven tutkimuskohde oli antoisa. Tutkimusten yhteydessä voitiin testata erilaisia malminetsintämenetelmiä. Perinteisen geokemiallisen moreeninäytteenoton lisäksi myös raskasmineraalitutkimukset ja pinnanäytteenotto osoittautuivat käyttökelpoisiksi, nopeiksi ja edullisiksi etsintävaihteen tutkimusmenetelmiksi. Raskasmineraalinäytteenotossa voidaan sopivissa olosuhteissa käyttää n. 50-250 m pisteväliä. Näytteitä voidaan käsitellä päivässä n. 10-20 kpl. Menetelmän etuna on nopeus. Tulokset on käytettävissä tarvittaessa samana päivänä. Näin malminetsintää voidaan ohjata päivittäin. Kohteellisessa malminetsinnässä raskasmineraalitutkimuksia voidaan täydentää tutkimusmontutuksilla, lohketutkimuksilla, kivilaskuilla sekä geokemiallisilla ja geofysikaalisilla tutkimuksilla. Käytettävät menetelmät riippuvat esiintymätyypeistä ja esiintymän rakenteista, maaperägeologisista olosuhteista, maaperästä, jäätikön kuljetusuunnista jne. Kalliojärven tutkimuskohteessa mineralisaation rakenne, suunta sekä jäätikön virtausuunnat tehostivat Au-As-anomaliaa. Mineralisaation itä-länsi-suuntainen kulku noudattelee viimeisen jäätiköitymisen paikallista läntistä virtausuuntaa (n. 255-280 °)(uurteet, kivilaskut). Jäätikkö rouhi runsaasti kiviainesta samansuuntaisesta mineralisaatiosta (synkliini). Moreenin sisältämät As-Au-pitoiset kivet rapautuivat. Sen seurauksena moreenin pintaosissa kvartsijuonet ja kiisut rapautuivat "rikastaen" kullan raskasmineraalifraktiossa näkyviksi hipuiksi. Näytteenottoaineiston avulla voidaan tutkia myös kullan kulkeumismatkoja. Kalliojärven alueella Au-As-anomalia erottuu selkeänä vielä n. 300 m päässä puhkeamasta. Malminetsinnallisesti tehokas näytteenottoväli on Kalliojärven ympäristössä kullan osalta n. 100-300 m.

Kiinnostavista viitteistä huolimatta Kalliojärven alueelta ei löytynyt taloudellisesti hyödynnettävää esiintymää. Paikallistettu mineralisaatio on pieni ja hajanainen. Lisäksi Au-pitoisuudet jäivät muutamaa parempaa lävistystä lukuunottamatta valitettavasti liian alhaisiksi.

Espoossa 22.3.2000



Geologi Petri Rosenberg

TUTKIMUSAINEISTON TALLENTAMINEN

Tutkimuksiin liittyvää aineistoa säilytetään GTK:n tiloissa tai arkistoissa.

LIITTYY-AINEISTO

Aiheeseen liittyviä muita raportteja:

Tutkimusraportti: M19/2123/2000/2 /10 Rosenberg P. 2000. Kultatutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella vuosina 1994-1999.

Geofysikaaliset tutkimukset

Maastomittauksien mittaustulokset ja niihin liittyvät kartat säilytetään Gtk:n arkistossa (MAGN, IP).

Magneettinen: Q22.23/2123 07 B/94/1
IP: Q28.4 /2123 07 B/94/1

Syväkairaus

Kairaukseen liittyvää aineistoa säilytetään Lopen Kairansydänvarastolla.

Kairanreiät: M52/2123/-94/R350-R358, M52/2123 /-95/R359-R379,
M52/2123/-96/R380-R387.

Kairanreikäraportit: M52.5/2123/-94/R350-R358, M52.5/2123 /-95/R359-R379,
M52.5/2123/-96/R380-R387.

Kairanreikäprofililit: M52.7/2123/-94/R350-R358, M52.7/2123 /-95/R359-R379,
M52.7/2123/-96/R380-R387, liitesivuilla 28-43.

Muu aineisto

Päiväkirjoja ja muuta asiaan liittyvää aineistoa säilytetään Gtk:n tiloissa.

LIITELUETTELO

Liite 1. Tutkimuskohteen sijainti geologisella kallioperäkartalla (mukaeltu 1:1000 000 mittakaavaisesta Suomen kallioperäkartasta, GTK 1997). Kuvassa myös mukana tärkeimmät rakenteelliset lineamentit (1: 2 500 000). Kuvassa punainen tähti kuvaa Lempäälän Kalliojärven aluetta.

Liite 2. Tutkimuskohteen sijainti yleispiirteisellä geologisella kartalla (mukaeltu 1:100 000 mittakaavaisesta kallioperäkartasta, 2123) (1: 400 000). Vastaava alue on esitetty myös aerogeofysikaalisiin matalalentomittauksiin perustuvalla magneettisella väripintakartalla. Kuvissa tähtisymboli kuvaa Lempäälän Kalliojärven aluetta.

Liite 3. Tutkimuskohteen, valtausvarausalueen sekä geofysikaalisten maastomittausten (MAGN, IP) sijainti 1:10 000 mittakaavaisella pohjakartalla. 2123 07.

Liite 4. Näytteenottopisteiden ja tutkimusmonttujen sijainti. 1:5 000 mittakaavaisella pohjakartalla. 2123 07. Kohteellinen näytteenotto.

Liite 5. Näytteenoton tulokset symbolikarttana (Au ppb) 1:5 000 mittakaavaisella pohjakartalla. 2123 07. Kohteellinen näytteenotto.

Liite 6. Raskasmineraalinäytteenoton tulokset symbolikarttana (Au-hiput kpl/10 l) 1:5 000 mittakaavaisella pohjakartalla. 2123 07. Kohteellinen näytteenotto.

Liite 7. Näytteenoton tulokset symbolikarttana (As ppm) 1:5 000 mittakaavaisella pohjakartalla. 2123 07. Kohteellinen näytteenotto.

Liite 8. Lempäälän Kalliojärven Au-esiintymän sijainti aerogeofysikaaliseen matalalentoaineistoon perustuvalla väripintakartalla. 2123. Mittakaava 1:40 0000.

Liite 9. Magneettisen maastomittauksen ja Au-pitoisuuksien (Au ppb) yhdistelmäkartta. Mittakaava 1:5000. 2123 07.

Liite 10. Kairanreikien sijainti IP-mittauksiin perustuvalla väripintakartalla. Mittakaava 1:5000. 2123 07.

Liite 11. Kairanreijsä sekä Au- ja As-pitoisuudet pintaprojektiona. Mittakaava 1:2500. 2123 07.

Liite 12. Mineralisaatioon liittyvät kairanreijsä sekä Au- ja As-pitoisuudet pintaprojektiona. Mittakaava 1:1250. 2123 07

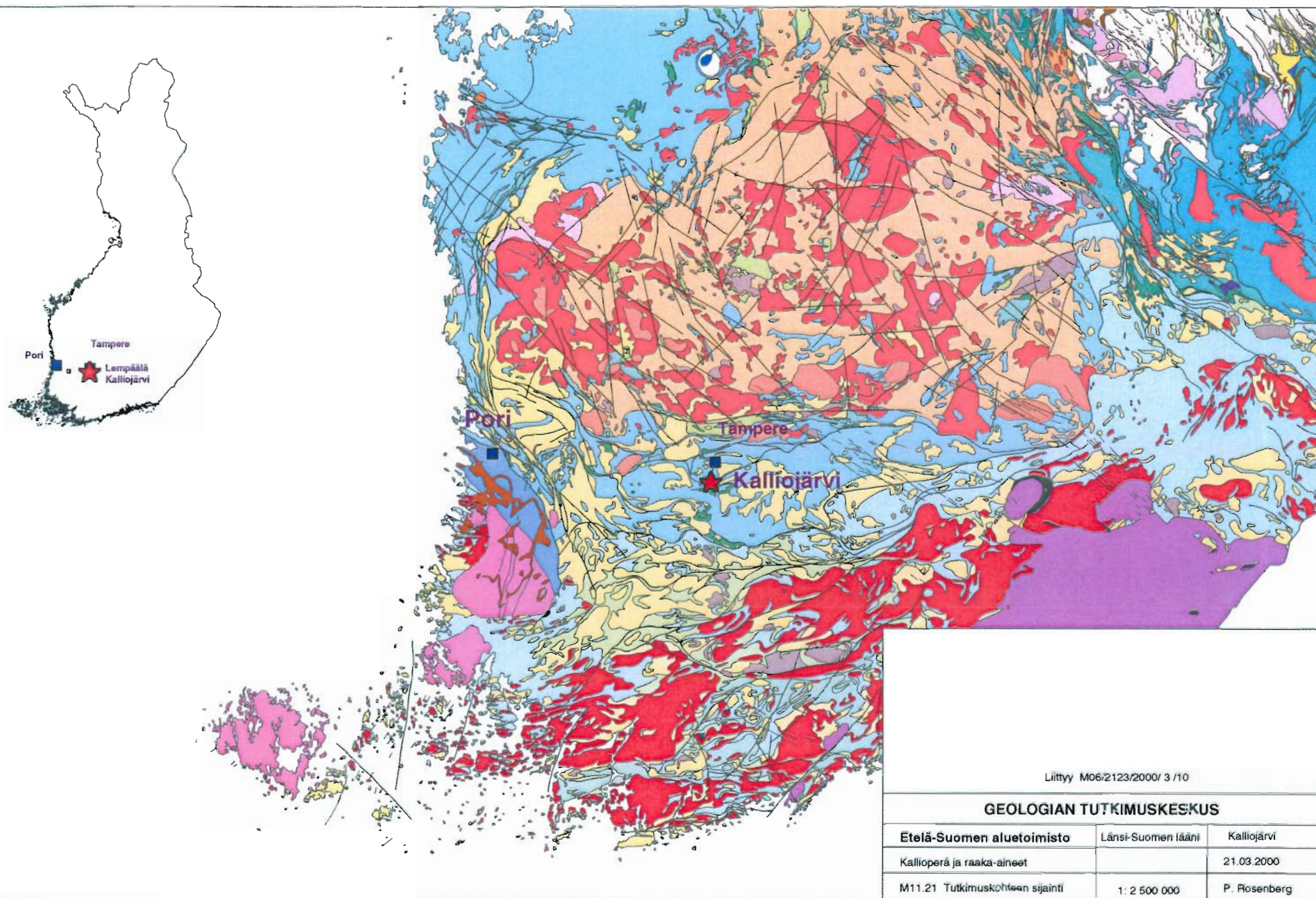
Liite 13. Mineralisaatioon liittyvät kairanreijsä sekä Au- ja As-pitoisuudet W-E-suuntaisena pystyprojektiona. Mittakaava 1:1000. 2123 07

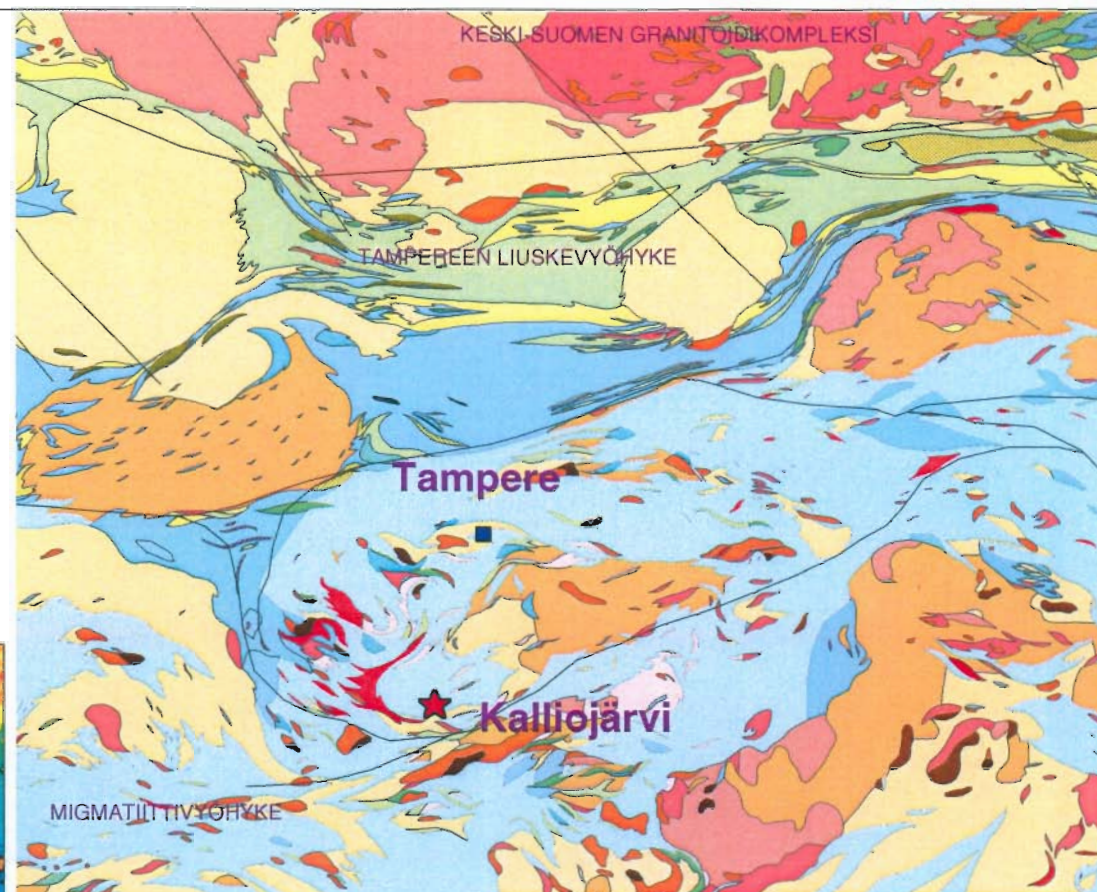
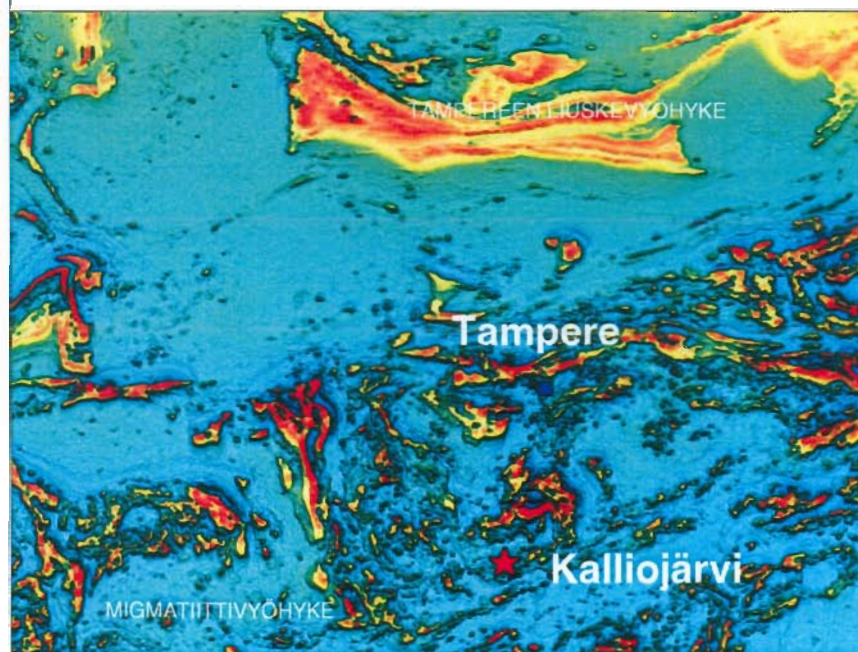
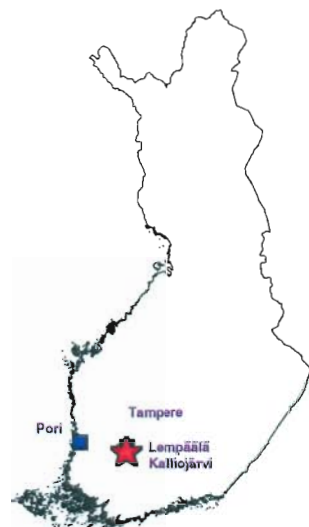
Liite 14. Kairausprofilit R363-R365, R381 (E10, ks liite 10). Mittakaava 1:625.

Liite 15. Yksinkertaistettu kuva mineralisaatioon liittyvistä kivilajeista. N-S-suuntainen pystyprojektiio (E10, ks. liite 10) (R363-R365, R381). Mittakaava 1:625. Kalliojärvi. 2123 07.

Liite 16. Kairausprofilit R350, R352, R354, R360, R380 (E8, ks liite 10).

Liite 17. Yksinkertaistettu kuva mineralisaatioon liittyvistä kivilajeista. N-S-suuntainen pystyprojektiio (E8, ks liite 10) (R350, R352, R354, R360, R380). Mittakaava 1:625. Kalliojärvi. 2123 07.

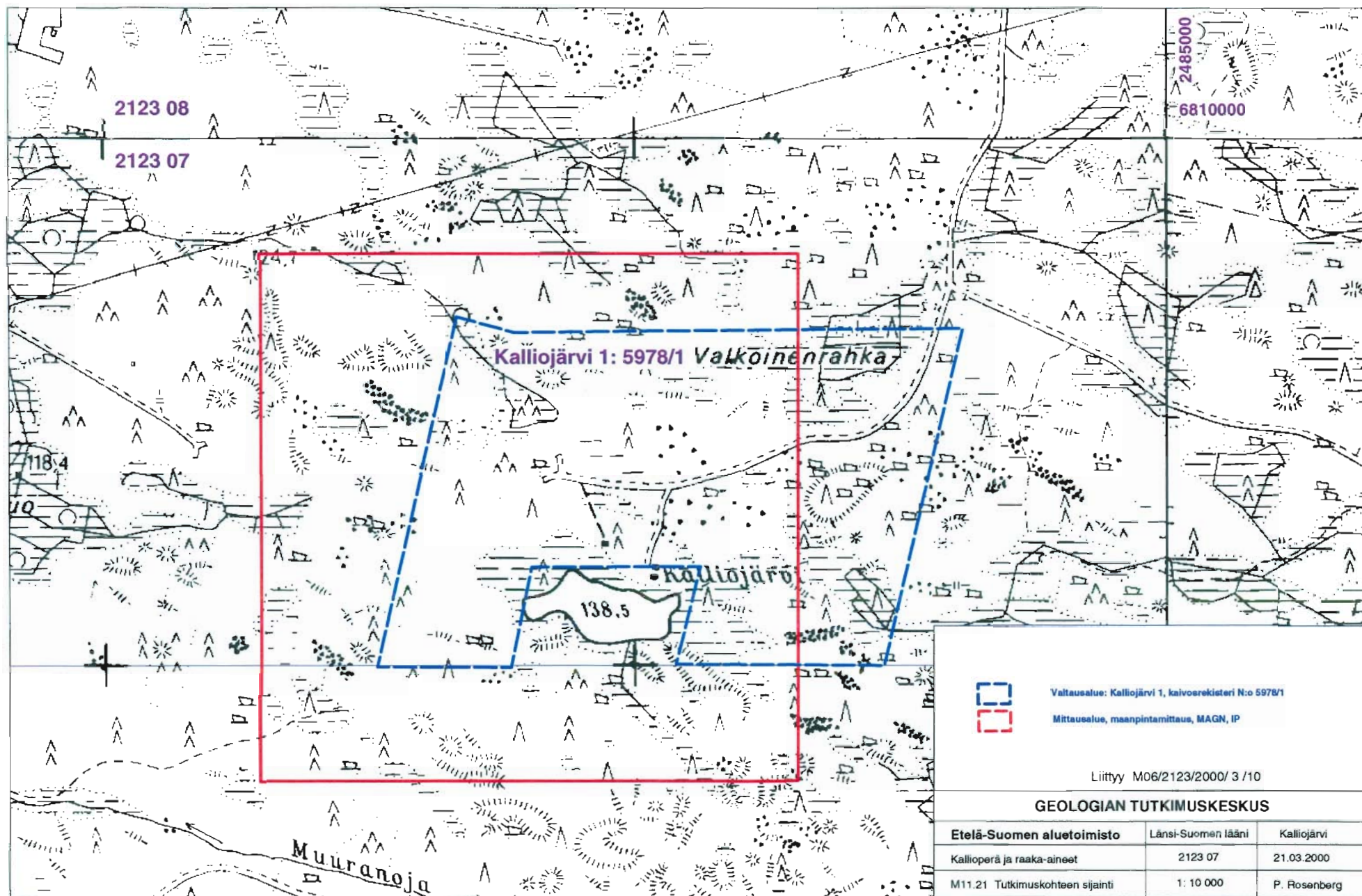


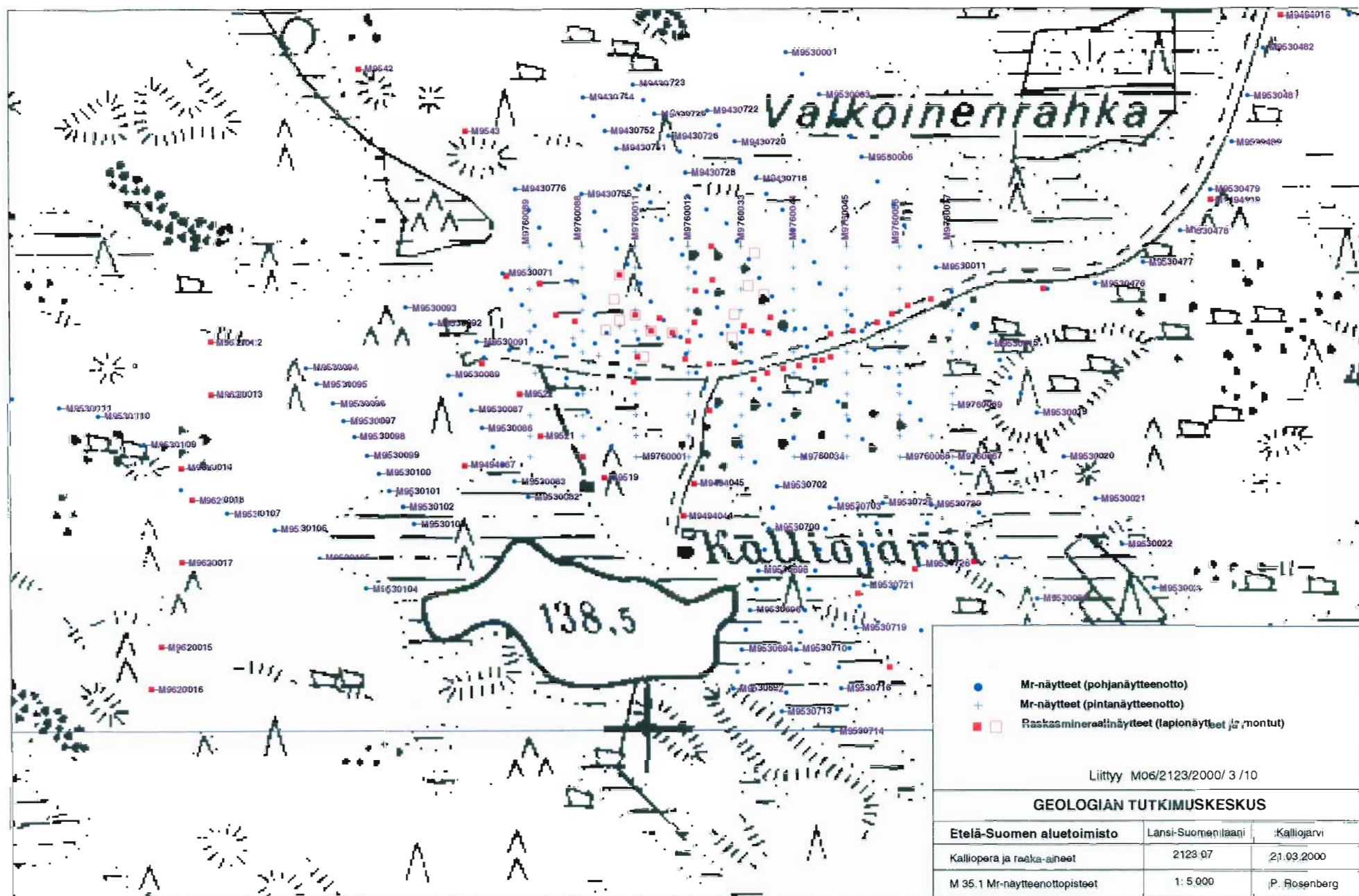


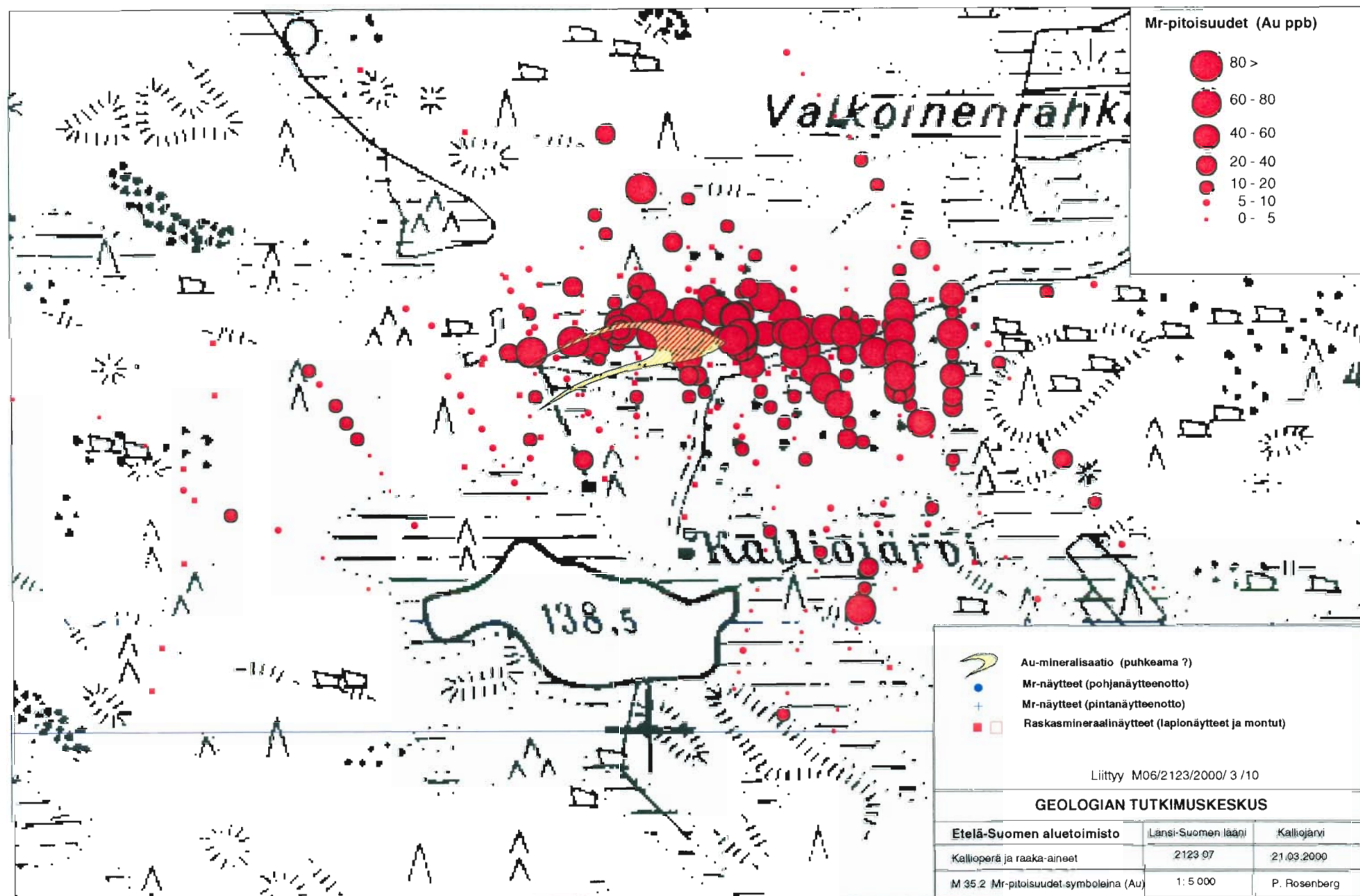
Liittyy M06/2123/2000/ 3 /10

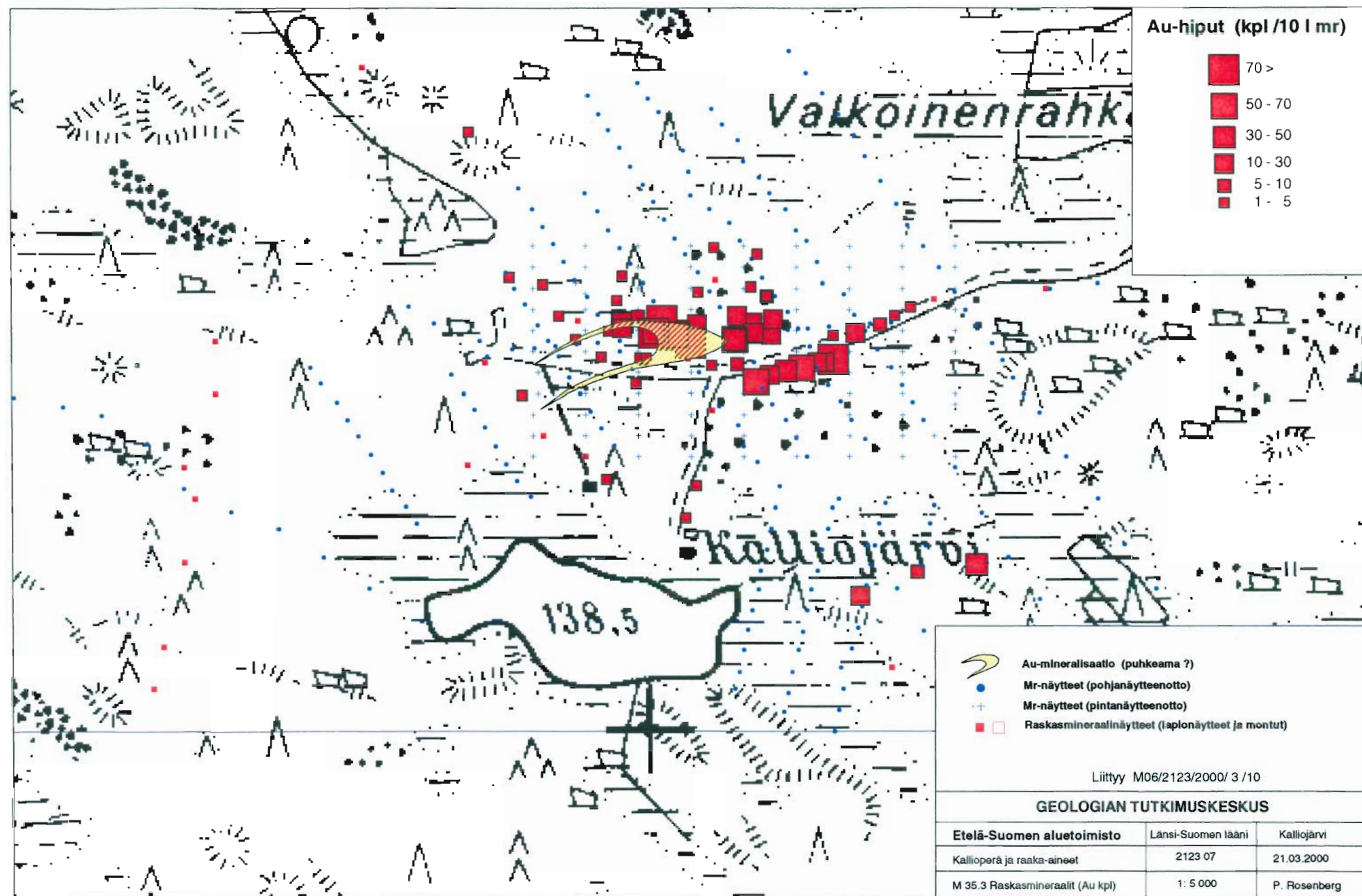
GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

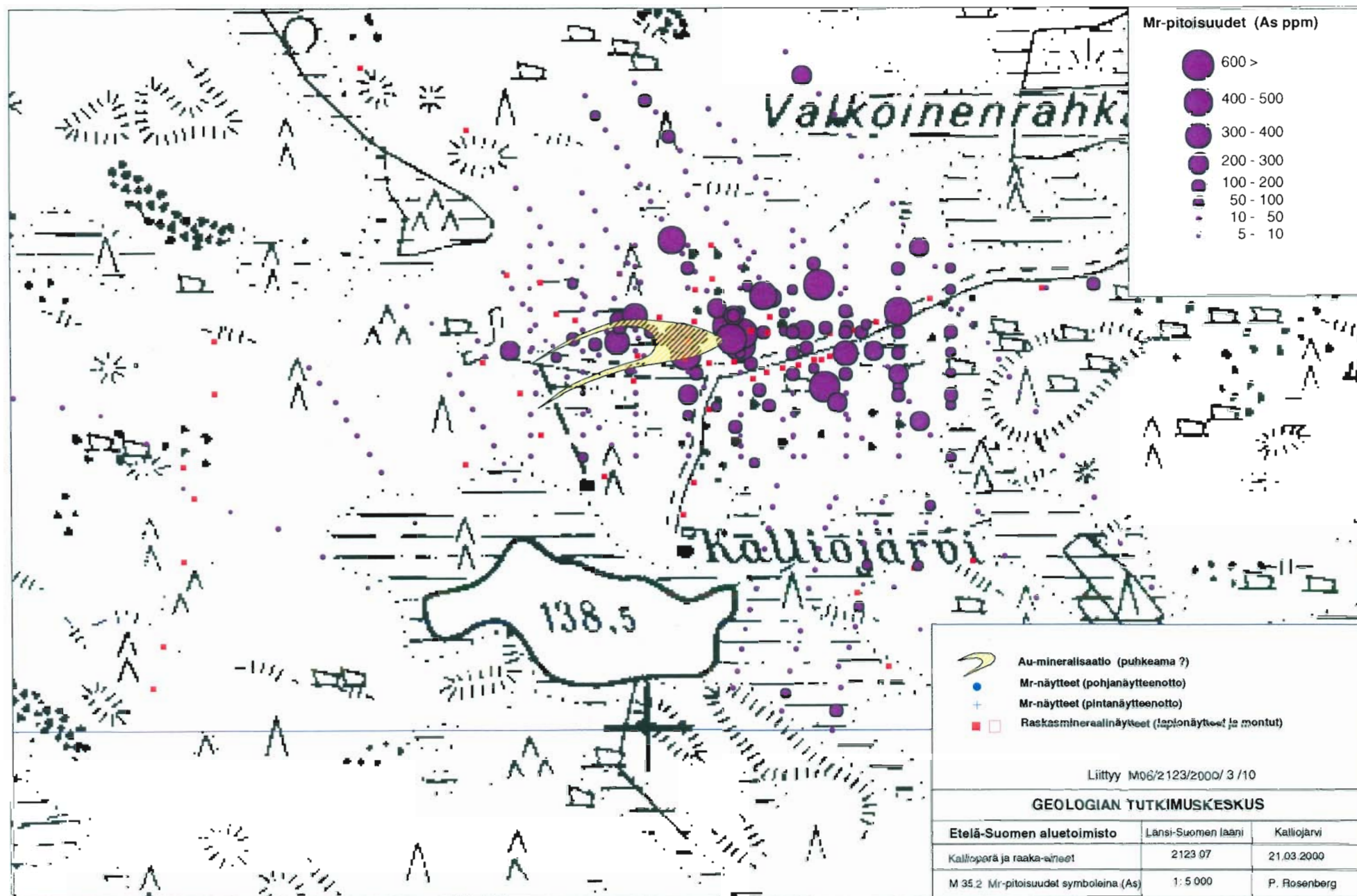
Etelä-Suomen aluetuomisto	Länsi-Suomen lääni	Kalliojärvi
Kallioperä ja raaka-aineet	2123 07	21.03.2000
M11.21 Tutkimuskohteen sijainti	1: 400 000	P. Rosenberg

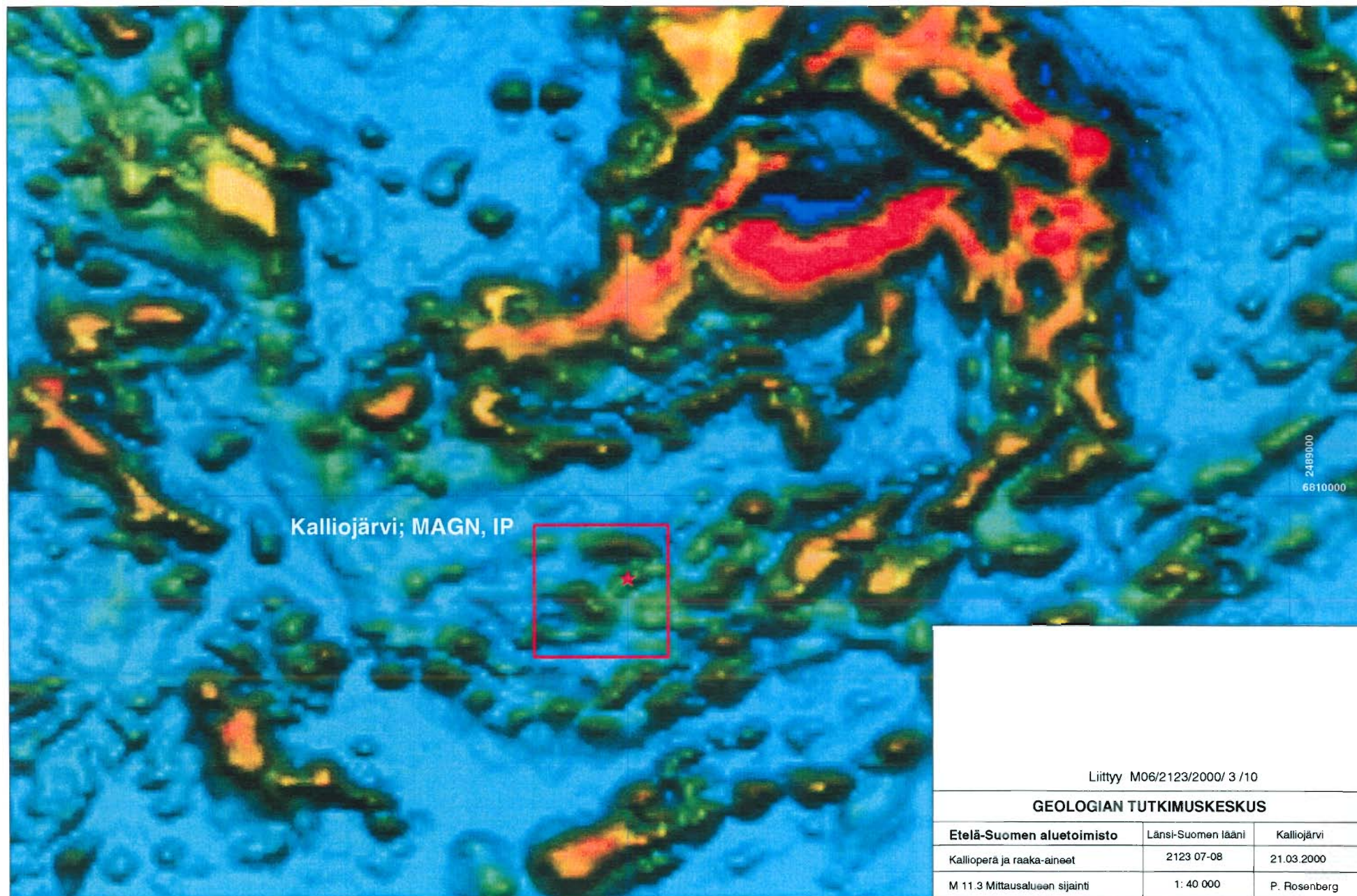






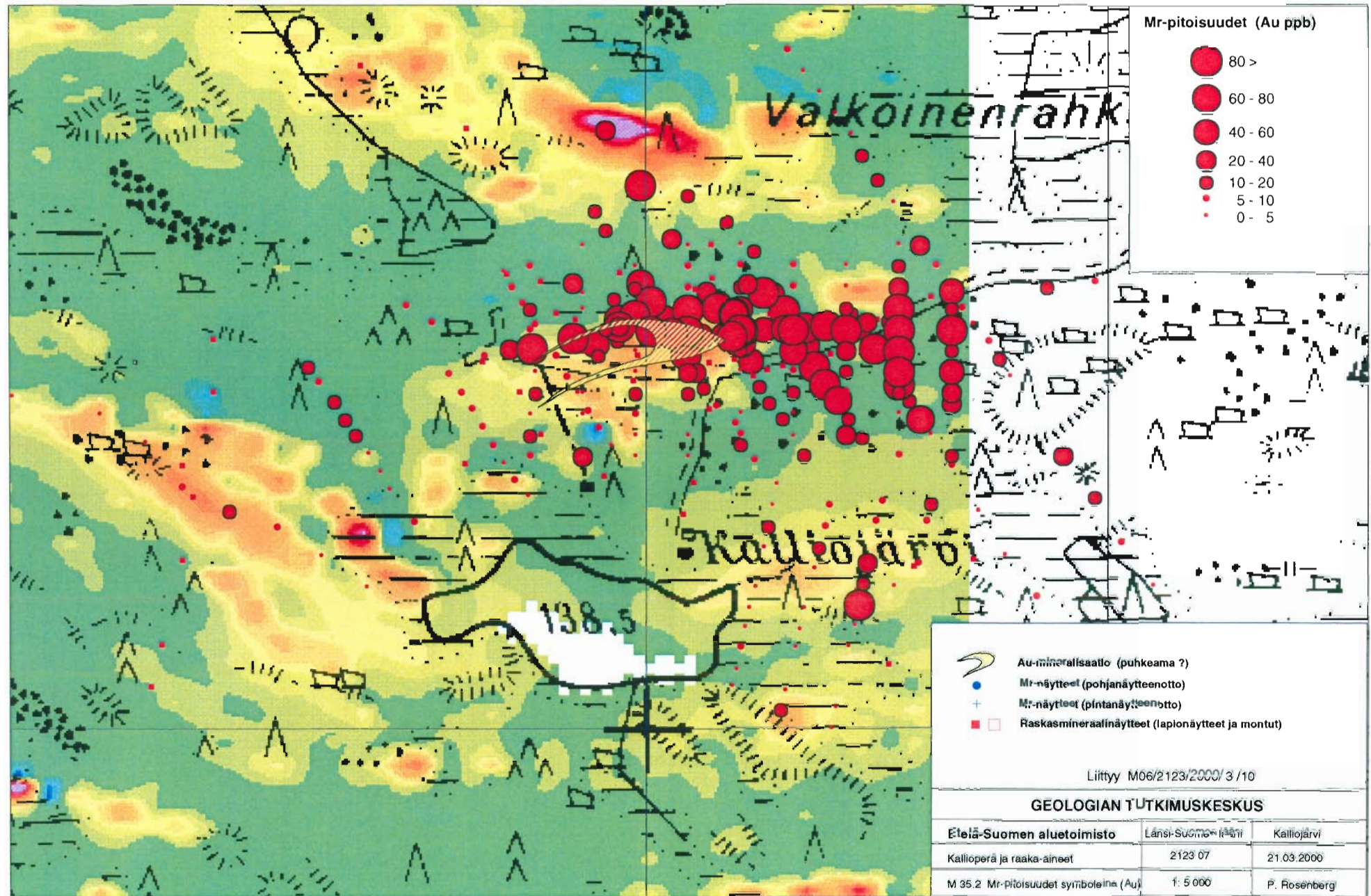






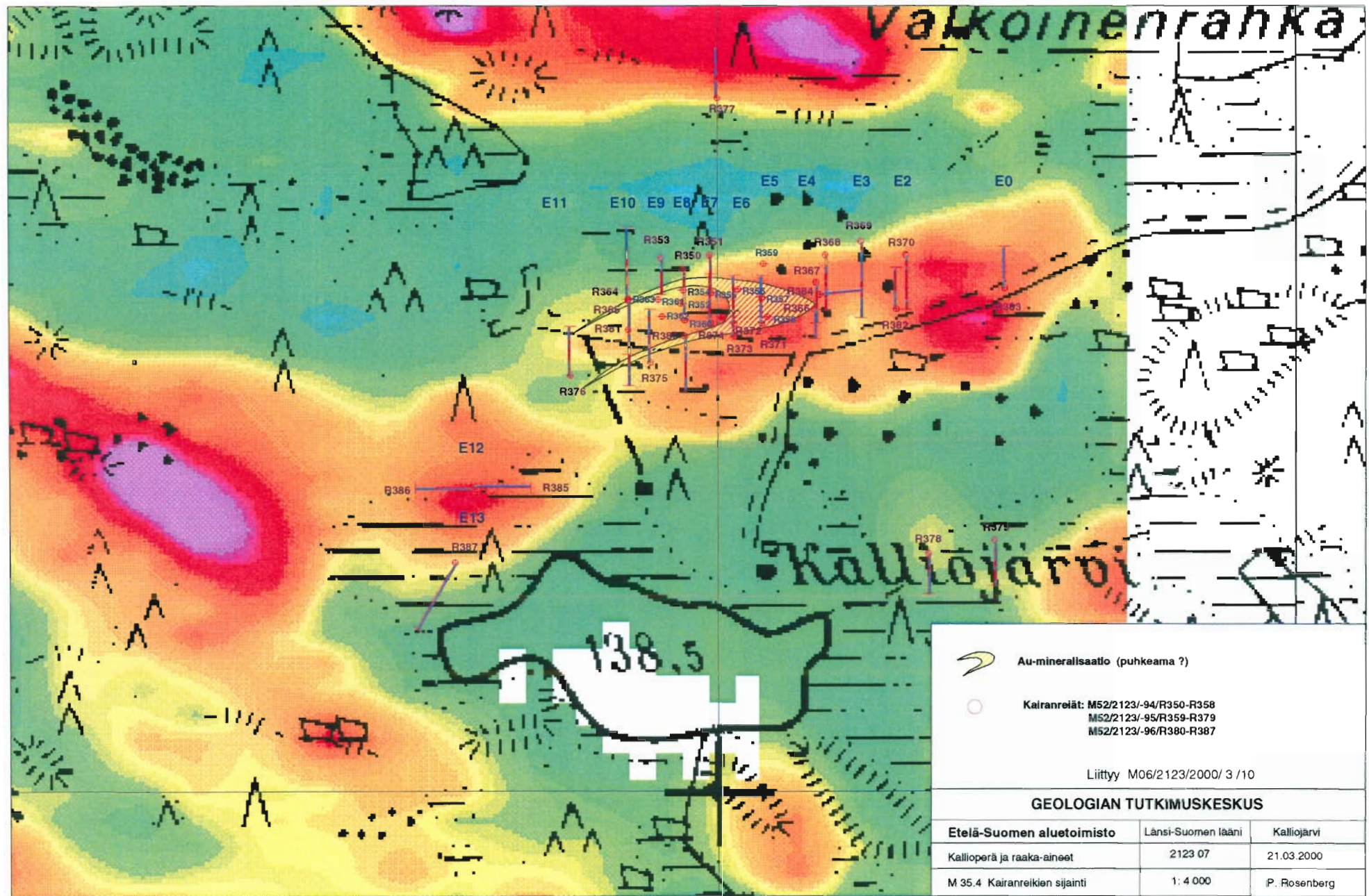
Pohjakarttana matalalentomittauksiin perustuva väripintakartta

Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/00



Maastomittauksiin perustuvan magneettisen väripintakartan ja moreenin Au-pitoisuuksien yhdistelmäkartta.

Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/00



Kairanreiät; taustakarttana maastomittauksiin perustuva IP-väripintakartta.

Pohjakartta © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/00

LITHOLOGY : ROCKTYPE (LEFT)

- KUNNEMERALISDITUNUT
- KUNNEMERALISDITUNUT
- KUNNEMERALISDITUNUT
- GRANIITTI
- MAATA
- KUNNEMERALISDITUNUT
- MIFINEN JONNI
- AHTIOLITTI
- KUSTALUSKE
- KILLENNEISSI

ASSAYS : AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

ASSAYS : AS (RIGHT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

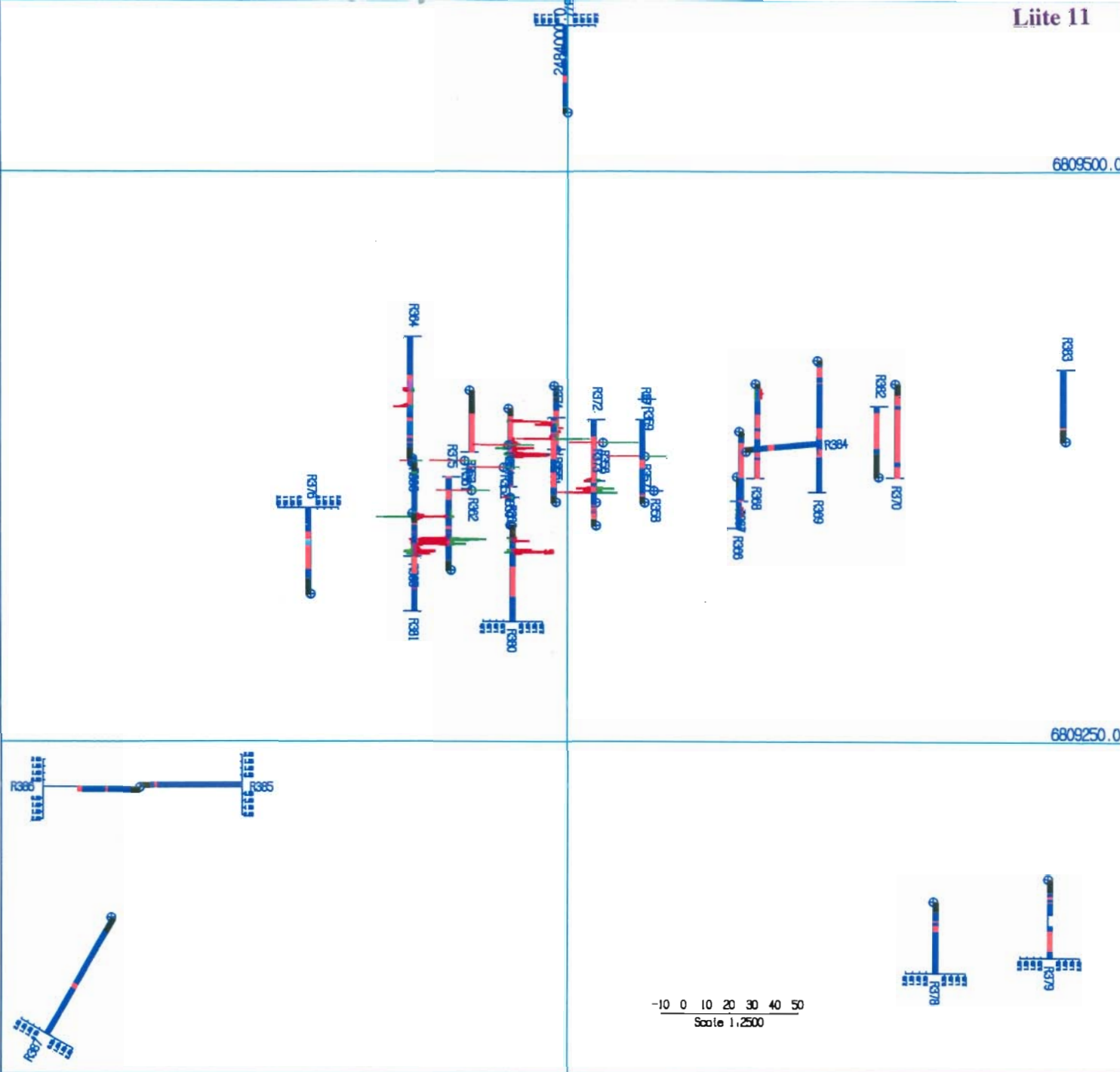
ASSAYS : AU (LEFT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



ASSAYS : AS (RIGHT)

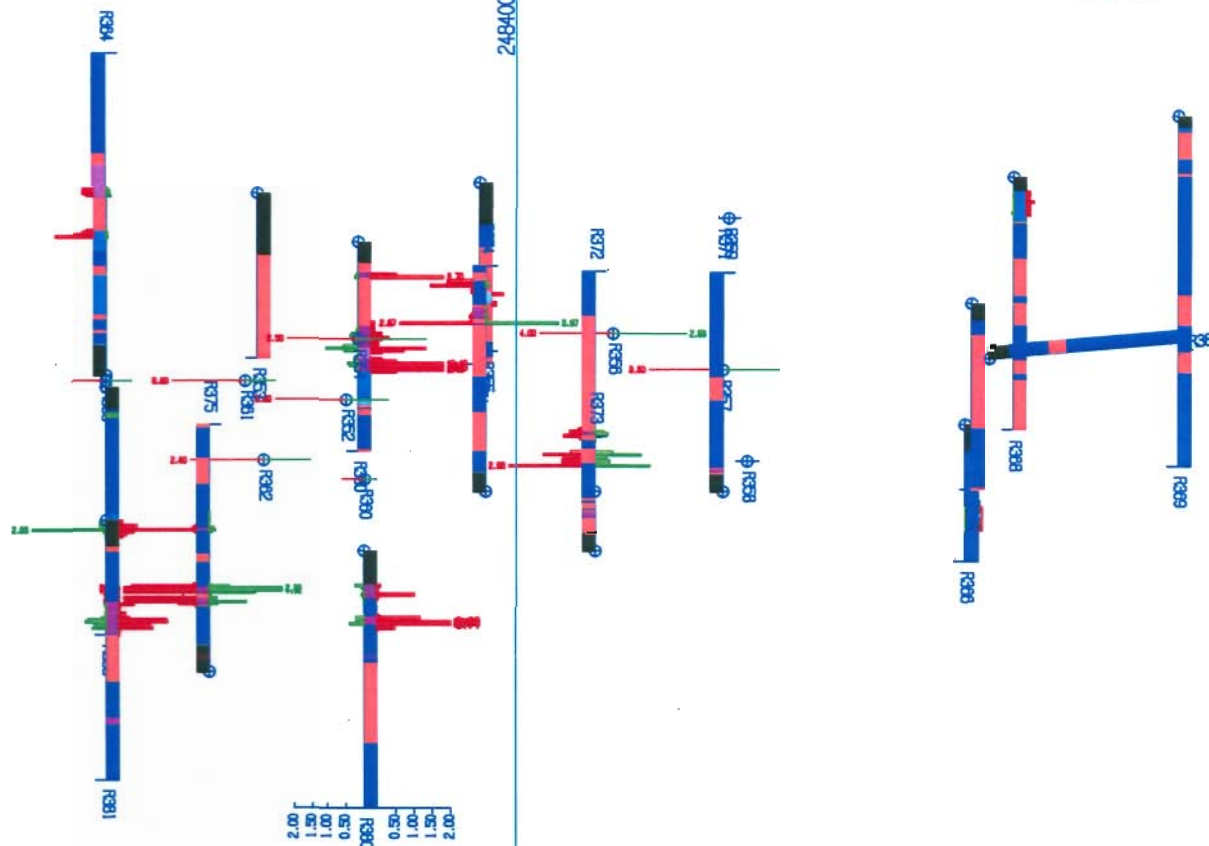
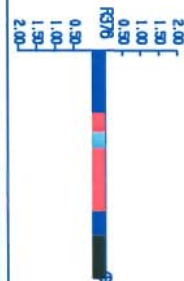
Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



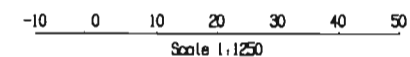
- ASSAYS , AU (LEFT)



ASSAYS : AS (RIGHT)



6809250.0



- KUNNIAERVALESDYNNIT
- KUNNIAERVALESDYNNIT, PETRO
- KUNNIAERVALESDYNNIT
- GRANIITTI
- MAATA
- KUNNIAERVALESDYNNIT
- MAFIINEN JONNI
- MAFIINEN JONNI
- MUSTALUOKA
- KIIKKELEISSI

ASSAYS : AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

ASSAYS : AS (RIGHT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

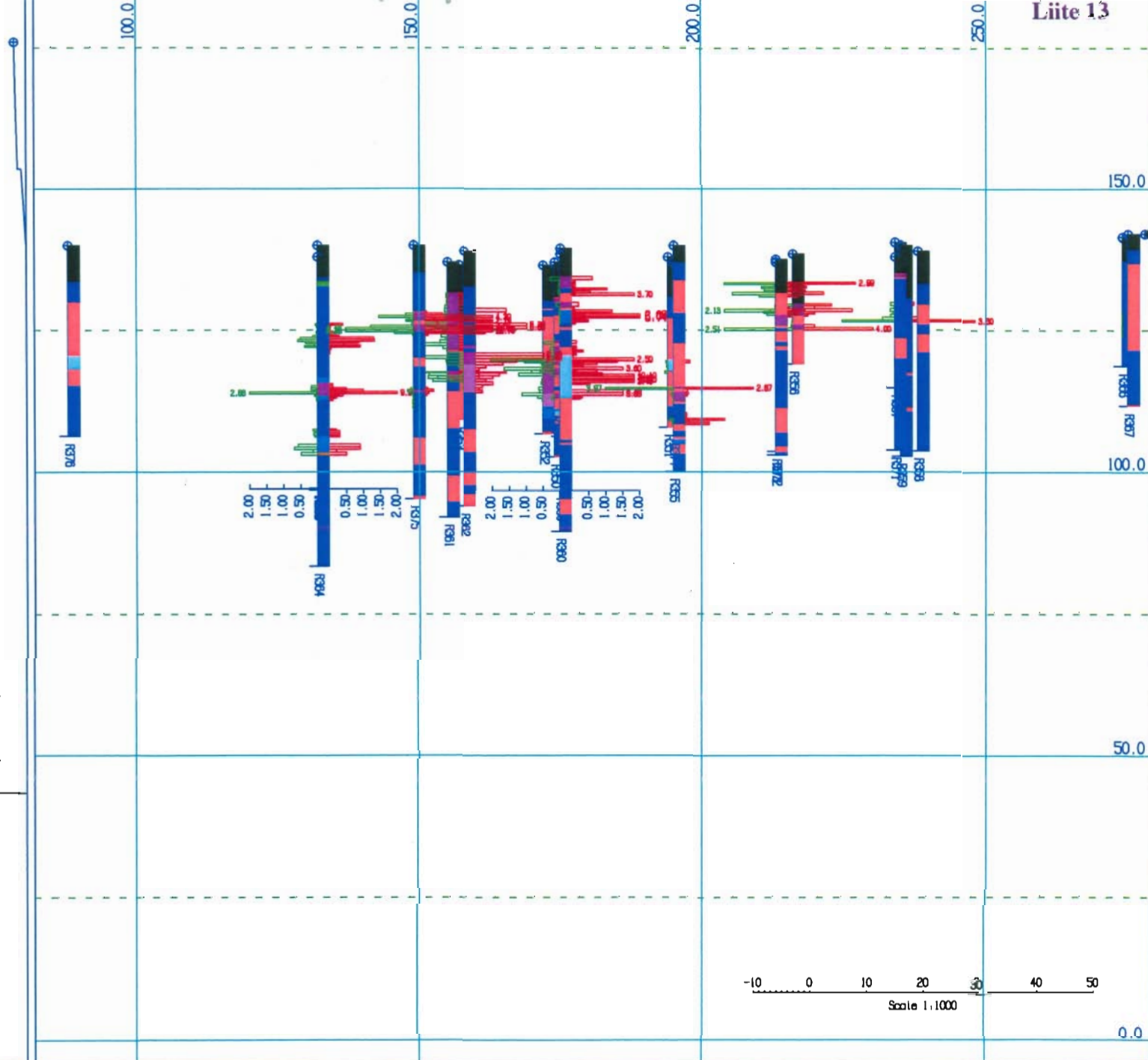
ASSAYS : AU (LEFT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



ASSAYS : AS (RIGHT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



-10 0 10 20 30 40 50
Scale 1:1000

LITHOLOGY , ROCKTYPE (LEFT)

- KUNNIMINERALISOTUNNIT
- KUNNIMINERALISOTUNNIT
- KUNNIMINERALISOTUNNIT
- GRANIITTI
- MAATA
- KUNNIMINERALISOTUNNIT
- MAFIINIEN JONNI
- AMPHIBOLIITTI
- MUSTALUUSKE
- KUIJELIENKEISSI

ASSAYS , AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

ASSAYS , AS (RIGHT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

ASSAYS , AU (LEFT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000

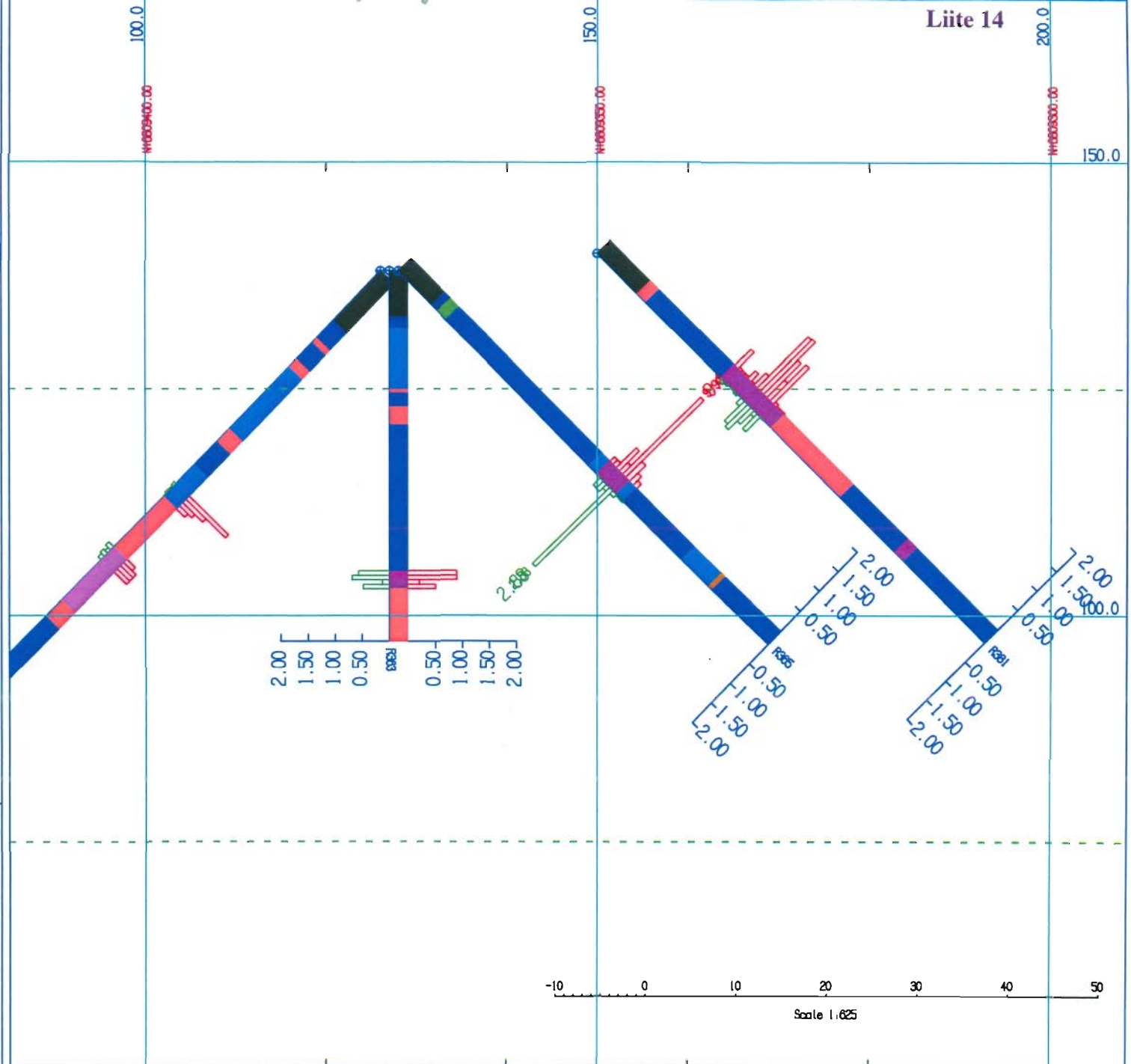


ASSAYS , AS (RIGHT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



Liite 14

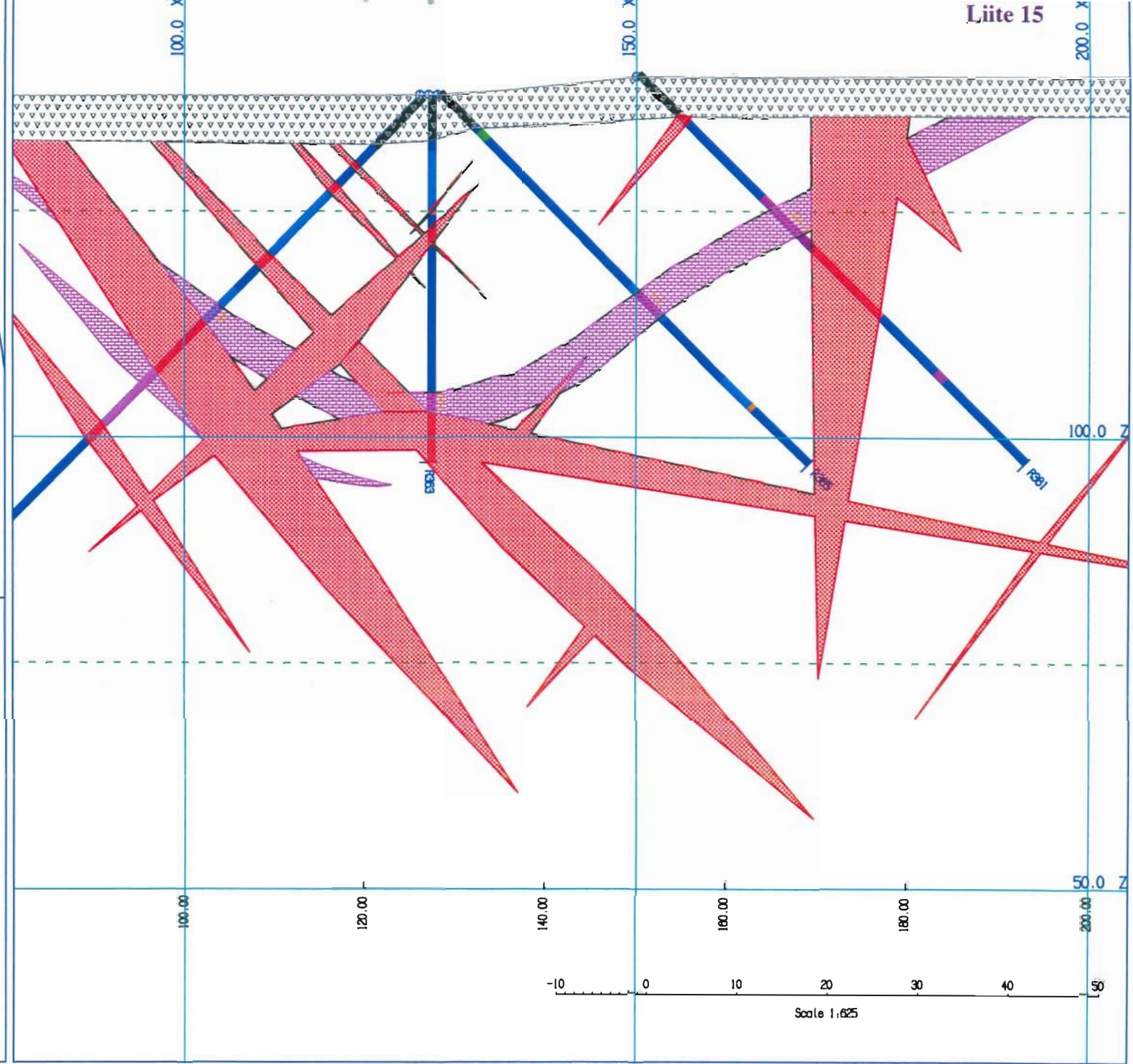


LITHOLOGY - ROCKTYPE (LEFT)

- KONTINENTALISUUTUUT
- KONTINENTALISUUTUUN KEMO
- KONTINENTINNYT
- GRANITIIT
- MATA
- KONTINENTISUUTUUT
- MAFIINEN JON
- AMFIBOLIIT
- MUSTALUKE
- KIVILINENISS

COMPOSITE - COM-AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 50.0000



LITHOLOGY, ROCKTYPE (LEFT)

- KIVIMARJASITUNAJ
- KIVIMARJASITUNAJA KEMO
- KIVIMARJASITUNAJ
- GRANITIT
- MAATA
- KIVIMARJASITUNAJ
- KIVIMARJASITUNAJ
- AMPHIBOLIITTI
- MUSTAJUOKSE
- KIVIMARJASITUNAJ

ASSAYS : AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

ASSAYS : AS (RIGHT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 10.0000
- 10.0000 - 300.0000

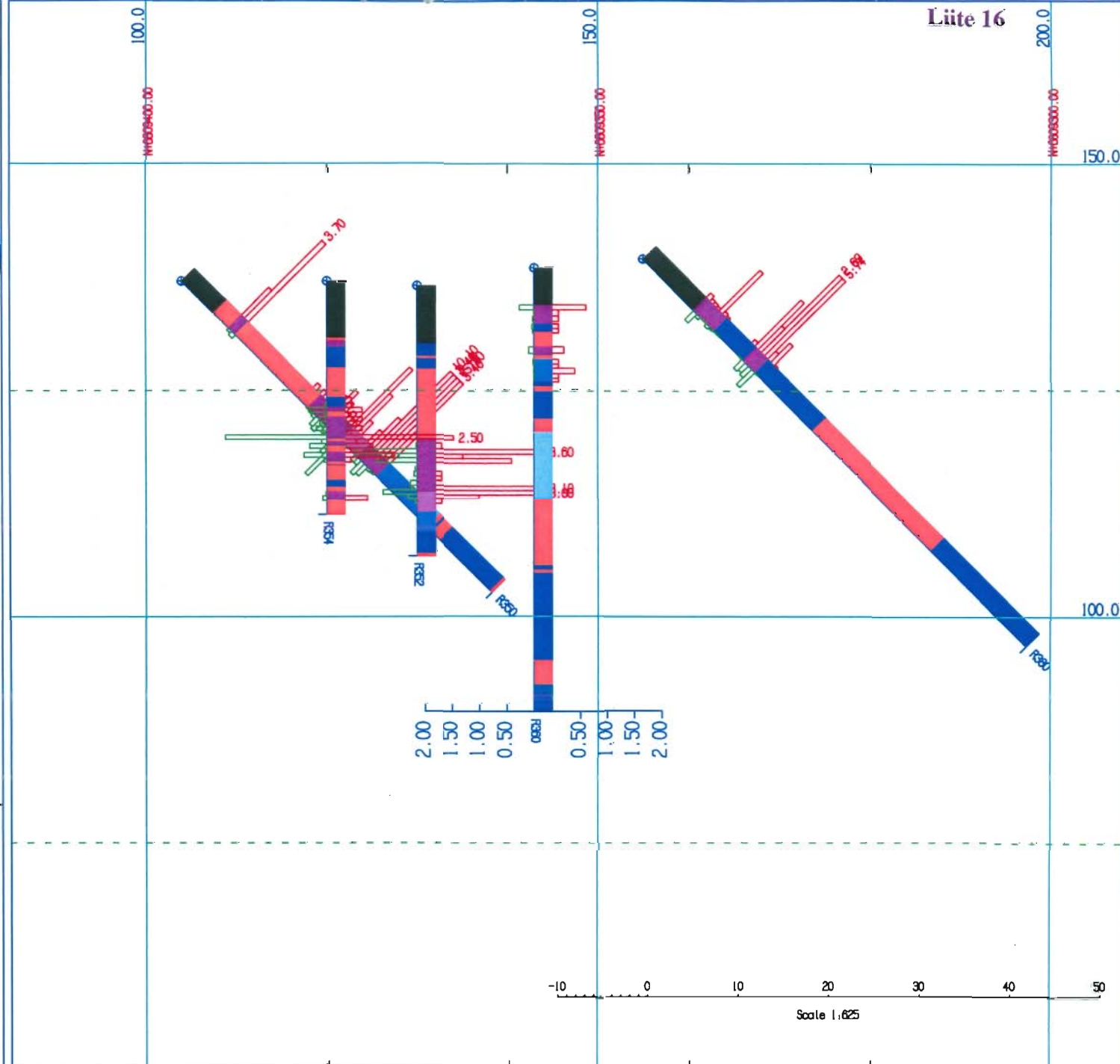
ASSAYS : AU (LEFT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000



ASSAYS : AS (RIGHT)

Upper Bound 2.0000
Lower Bound 0.0000

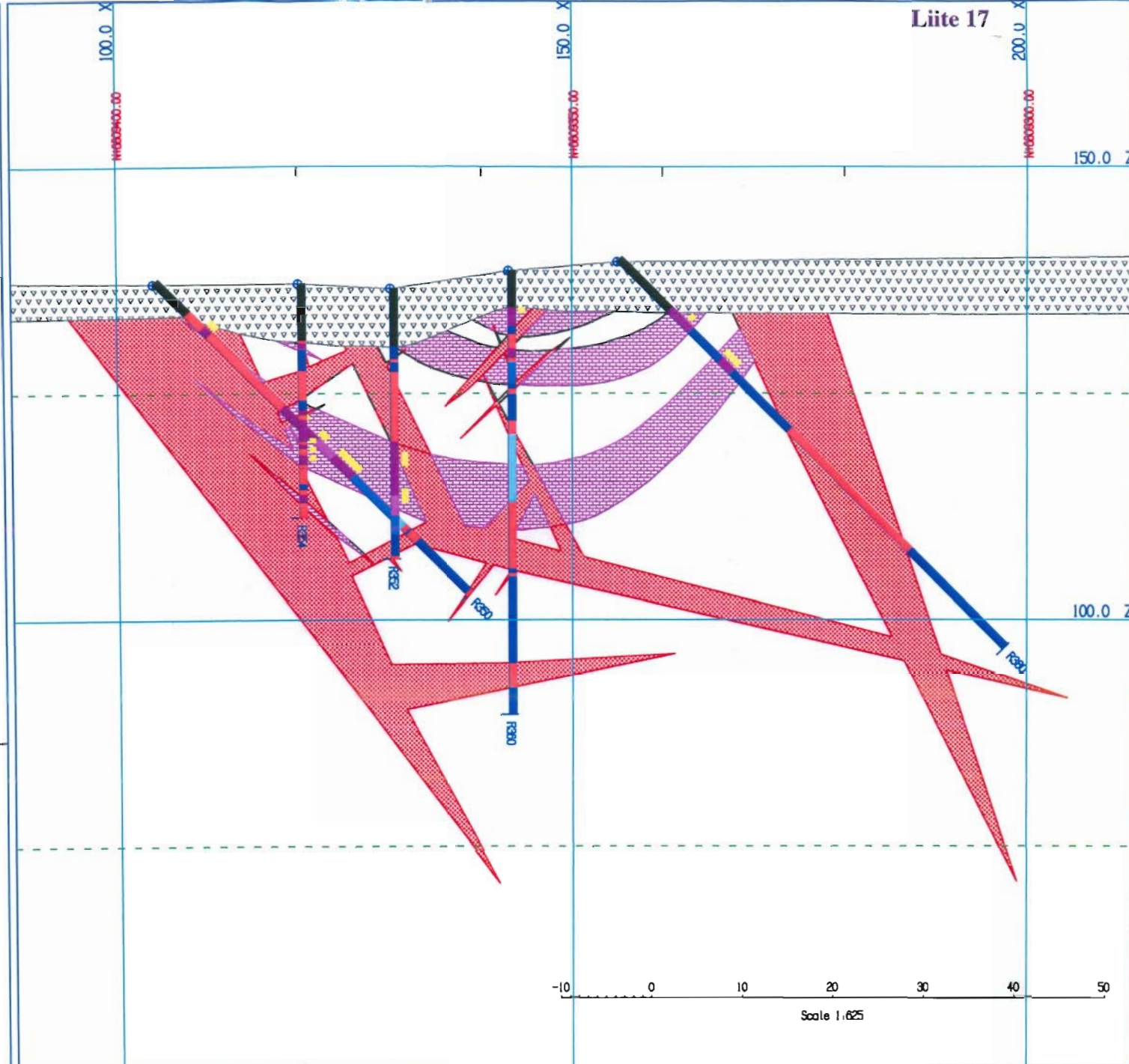


LITHOLOGY, ROCKTYPE (LEFT)

- KGN/MINERALISOITUNUT
- KGN/KVARTSIUTUMA HEIKKO
- KGN/HIERTYNYT
- GRANIITTI
- MAATA
- KGN/KVARTSIUTUNUT
- MAFINEN JUONI
- AMFIBOLIITTI
- MUSTALUSKE
- KIILLONEISSI

COMPOSITE, COMP-AU (LEFT)

- 0.0000 - 0.1000
- 0.1000 - 0.3000
- 0.3000 - 0.5000
- 0.5000 - 1.0000
- 1.0000 - 2.0000
- 2.0000 - 5.0000
- 5.0000 - 50.0000



ARKISTOKAPPALE

RAPORTTITIEDOSTO

N:o

4704

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

M19/2123/02/1

Pirkkala–Lempäälä

Mikko Nironen

18.12.2002



GTK

**Kulta-aiheiden rakenteelliseen kontrolliin liittyvät tutkimukset
Pirkkalassa ja Lempäälässä 2000-2001**

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

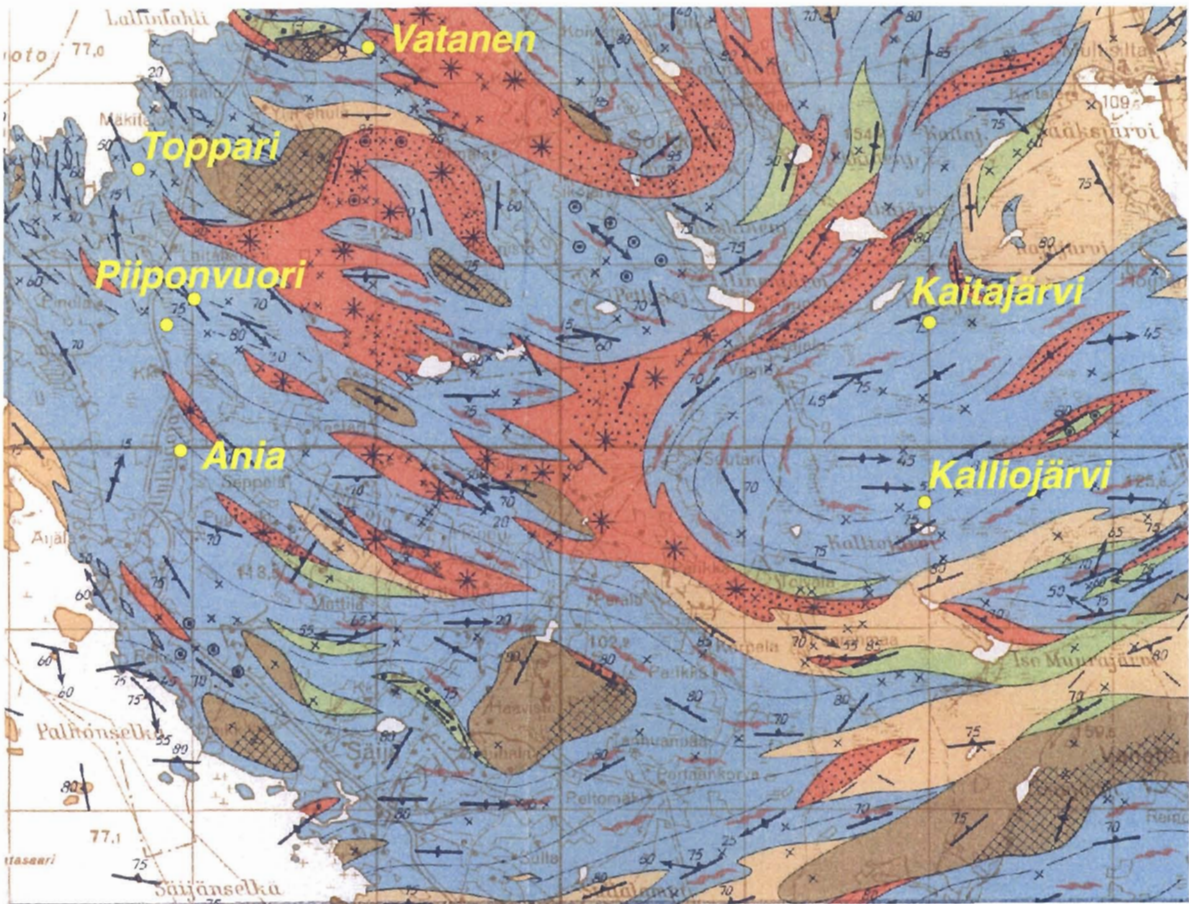
KUVAILULEHTI

Päivämäärä 18.12.2002

Tekijät Nironen Mikko		Raportin laji M19/2123/02/1 tutkimusraportti	
		Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi Kulta-aiheiden rakenteelliseen kontrolliin liittyvät tutkimukset Pirkkalassa ja Lempäälässä 2000-2001			
Tiivistelmä Työ liittyy GTK:n Länsi- ja Etelä-Suomen kaarikompleksin nikkelin- ja kullanetsintähankkeen kultatutkimuksiin. Tein kesällä 2000 kolmen päivää ja kesällä 2001 kahdeksan päivää kallioperäkartoitusta Pirkkalassa ja Lempäälässä alueella, joka kattaa Topparin, Piiponvuoren, Anian, Kalliojärven ja Kaitajärven kulta-aiheet. Topparin ja Piiponvuoren aiheet ovat homogeenisessa grauvakassa, Anian grauvakkapitoisessa kiillegneississä, ja Kalliojärven sekä Kaitajärven aiheet migmatiittisessa granaatti-kordieriittigneississä. Metamorfoosiaste voimistuu tutkimusalueella kohti etelää ja itää. Alueellisessa rakenneseurannossa vanhin S_1-liuskeisuus erottuu kalimaasälpäporfyroblastien sisäisenä suuntauksena ja krenuloituneen suuntauksen jäänteinä. Vallitseva S_2-liuskeisuus on F_3-poimuttunut, ja tämä poimutus hallitsee alueen geologiaa muodostaen laaja-alaisia synformeja ja antiformeja. F_3-poimuakselitaso ja loiva-asentoinen poimuakseli ovat kiertyneet oikeakätisesti kohti koillis-lounaisia hiertovyöhykkeitä. Alueella näkyy myös F_4-poimutusta, jonka akselitaso on pohjois-eteläinen; sen suhde oikeakätiseen hiertoon on epäselvä. Mineralisaatiot ovat kaikissa aiheissa samantyyppisiä: kultapitoisia kvartsijuonia ja hiertosauvoja. Kullan konsentroituminen näyttää liittyvän D_4-vaihetta nuorempaan hauraaseen deformaatioon, joskin Kalliojärven mineralisaatiolle esitetty tulkinta sisältää mineralisaation poimuttumisen (D_3-vaiheessa). Alueen rakenteellisen kokonaiskuvan ja kulta-aiheiden kontrollin selvittäminen vaatii jatkotutkimuksia.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Pirkkala, Lempäälä, Toppari, Piiponvuori, Ania, Kalliojärvi, Kaitajärvi, Vatanen, Au, kultatutkimukset, rakennetutkimus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Länsi-Suomen lääni, Pirkkala, Lempäälä, Toppari, Piiponvuori, Ania, Kalliojärvi, Kaitajärvi, Vatanen			
Karttalehdet 1:23 04, 05, 07, 08			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi		Arkistotunnus M19/2123/02/1	
Kokonaissivumäärä 8	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus

Johdanto

Pirkkalan ja Lempäälän kuntien alueella on useita kulta-aiheita, joita GTK on tutkinut 1990-luvulla. Aiheiden sijainti näkyy kuvassa 1. Pirkkalan Topparissa on Erkki Kreivin valtauksessa ja koelouhinnassa oleva Tikkarinvuoren kulta-aihe, jota on kuvattu Rosenbergin (1997, 1998) raporteissa. Etelämpänä ovat Piiponvuoren ja Anian aiheet, joista Aniassa GTK teki kairauksia vuosina 2000 ja 2001. Nämä aiheet koostuvat grauvakkaliuskeissa olevista kultapitoisista kvartsijuonista, kun taas Vatasen alueen kultapitoiset kvartsijuonet sijaitsevat puolipinnallisessa intermediäärisessä kivessä (Rosenberg 1990). Lempäälän Kalliojärven alueelta on paikannettu kultapitosia kvartsijuonia ja hirtosaumoja kiillegneississä (Rosenberg 2000), ja myös Kaitajärven alueelta on löydetty kultamineralisaatio kiillegneississä.



Kuva 1. Pirkkalan alue (osa 1:100 000 kallioperäkartasta 2123 Tampere; Matisto 1961). Ruutujen koko on 2 km x 2 km. Kulta-aiheiden sijainti on merkitty kartalle keltaisella.

Tein kesällä 2000 kolmen päivän aikana kallioperäkartoitusta Topparin–Anian alueella osana Länsi- ja Etelä-Suomen kaarikompleksin nikkelin- ja kullanetsintähanketta (hanke 2108000) tarkoituksena selvittää kvartsijuoniparviin yhteyttä alueelliseen geologiaan. Kesällä 2001 tein kahdeksan päivän ajan revidointikartoitusta Anian alueella ja jatkoin kartoitusta Kalliojärven ja Kaitajärven kulta-aiheille.

Pirkkalan alueelta on aikaisemmin julkaistu karttalehti (2123, Matisto 1961) ja siihen liittyvä selostus (Matisto 1977). Kilpeläinen (1998) käsitteli väitöskirjatyössään mm. Pirkkalan alueen rakenteellista kehitystä.

Kivilajit

Alueen kivet ovat Matiston (1961) mukaan (meta)grauvakkaa ja kiilleliusketta, joita pegmatiittiset osueet sekä muutama gabro-peridotiittikoostumuksellinen intruusio leikkaavat. Tutkimusalueen yleisin kivilaji on turbidiittinen, kerroksellinen kiillegneissi, jossa psammiittiset ja peliittiset kerrokset vuorottelevat. Psammiittikerrokset ovat hienorakeista kiveä, jossa ei erotu klastista rakennetta paljain silmin.

Grauvakka ulottuu Nokialta pohjois-eteläsuuntaisena, 1-2 km leveänä kiilana etelään. Grauvakka on homogeenista, karkeahkoa kiveä, jossa näkyy paljain silmin klastinen rakenne. Liuskeisuus on tässä kivilajissa yleensä heikosti kehittynyt. Grauvakassa on paikoin (mm. Piiponvuorella) välikerroksina pieniklastista konglomeraattia (klastien läpimitta 5-10 mm), harvoja kookkaampia (5-10 cm) klasteja sekä kapeita (5-15 cm), budinoituneita karbonaattipitoisia välikerroksia ja karbonaattipitoisia konkreetioita. Pohjoisessa, Topparin alueella (2123 05C) grauvakka vaihtuu itään päin kerrosrakenteiseksi kiillegneissiksi alle 300 metrin matkalla. Etelässä vaihtuminen kerrokselliseksi kiveksi on vähittäistä: kiillerikkaampien välikerrosten määrä grauvakassa lisääntyy, ja Anian alueella (2123 04D) kiillegneissi- ja grauvakkakerrosten määrä on yhtä suuri. Anian kulta-aiheen (kuva 1) kairauksessa on lävistetty useita kymmeniä metrejä paksu mustaliuskekerros grauvakan ja kiilleliuskeen välissä (esim. M52/2123/01/R433, R428).

Grauvakan koillispuolella (6811.99, 2476.92) on homogeenista, hienorakeista psammiittista kiveä, jossa erottuu heikosti liuskeisuus. Tässä kivessä on paikoin (6811.83, 2476.93) kiisupiroetta. Grauvakan ja psammiitin välissä on tummahkoa, suuntautumaton syväkiveä, jonka koostumus on dioriittinen/gabroidinen. Se on pohjoisosassa keskirakeista ja sisältää karkeampia osueita, mutta muuttuu etelään päin hienorakeiseksi. Hieessä kiven tummat mineraalit ovat uudelleen kiteytyneet vihreäksi amfiboliksi, mutta kookkaat perusmassan plagioklaasirakeet tuovat mieleen ofiittisen tekstuurin. Kyseessä lienee kerrosmyötäinen, lähelle pintaa tullut intruusio, joka on metamorfoitunut.

Topparin eteläpuolella (6812.12, 2476.68) on pienirakeista, suuntautunutta graniittia, jossa näyttää olevan restiittisiä sedimenttikiviosueita. Metagabro leikkaa tätä kiveä.

Alueen nuorin kivi on turmaliinipitoinen pegmatiitti, joka esiintyy kerroksellisuutta leikkaavina juonina tai laajempina osueina. Pegmatiitin määrä lienee kuitenkin pienempi kuin kallioperäkartassa esitetty.

Metamorfoosi

Tutkimusalueella on havaittavissa metamorfoosiasteen kohoaminen Topparin alueelta kohti Aniaa ja edelleen Kalliojärven aluetta. Grauvakka ei koostumuksestaan johtuen ole migmatiittitunutta, mutta kiillegneissivälikerrosten lisääntyessä kivi muuttuu (näissä osissa) migmatiittiseksi. Tutkimusalueen pohjoisosassa on grauvakassa Matiston mukaan andalusiittiporfyroblasteja, mutta Kaivannonniemessä (6812.96, 2474.54) grauvakan

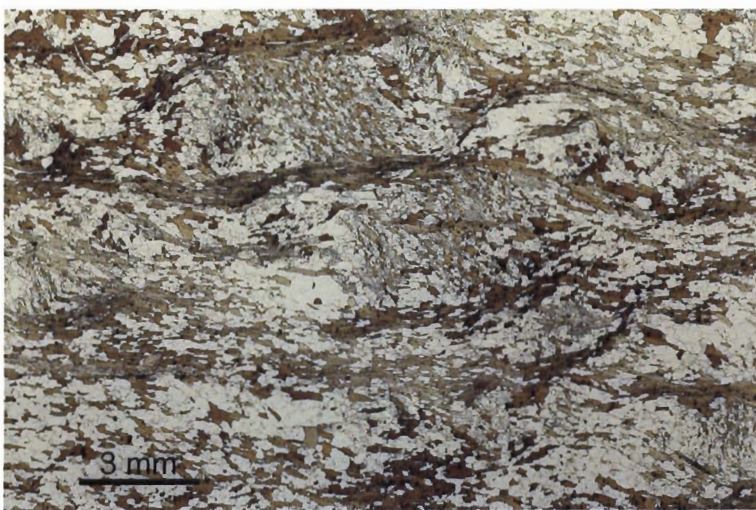
kiillerikkaissa juovissa olevat vaaleat kasaumat osoittautuivat hietarkastelussa muskoviittikasaumiksi, jotka ovat luultavasti sillimaniittipseudomorfeja. Kilpeläisen (henkilökoht. tiedonanto 2002) mukaan alueen kivissä on myös andalusiittia. Anian alueella kiillegneissivälikerrokset ovat migmatiittisia, ja kiillegneissivälikerroksissa paikoin kalimaasälpäporfyroblasteja. Idempänä, Kalliojärven (2123 07B) ja Kaitajärven (2123 08A) alueilla, sedimenttikivet ovat migmatiittisia granaatti-kordieriittigneissejä.

Rakenteet

Grauvakassa erottuu yleensä vain heikko liuskeisuus. Tämän liuskeisuuden kulku on Anian alueella suunnassa 160, kääntyy kohti pohjoista ja edelleen suuntaan 020 Topparin alueella. Liuskeisuuden kaade vaihtelee huomattavasti, mikä viittaa nuoremman poimutuksen vaikutukseen. Piiponvuorella kerroksellisuuden tasossa olevaa liuskeisuutta (225/45) leikkaa fraktuuriyppinen liuskeisuus (042/66). Konglomeraattikerrosten osoittama kerroksellisuus on hyvin loiva-asentoista ja avoimesti poimuttunutta, poimuakseli painuu hyvin loivasti luoteeseen. Kilpeläisen (1998) mukaan Piiponvuoren koillispuolella on sulkeutuva allasrakenne.

Anian itäpuolella (mm. 6808.86, 2476.38) migmatiittinen kiillegneissi on oikeakätisesti poimuttunut, ja poimuakselitasossa on vähän neosomijuonia. Poimutus muuttuu vasenkätiseksi Aniassa olevan tienristeyksen paljastumissa (6808.58, 2475.81). Poimuakseli painuu loivasti luoteeseen, joten Anian alueella on synformin eteläpää.

Kilpeläinen (1998, ss. 65-66) tulkitsee peliittisten kerrosten tasossa olevan liuskeisuuden S_1 :ksi ja grauvakassa erottuvan liuskeisuuden S_2 :ksi; Anian alueen poimuttu rakenne on siten S_0/S_1 ja poimutus F_2 -poimutusta. Kilpeläisen mukaan S_2 -liuskeisuus (ja sitä vanhemmat rakenteet) kääntyivät alkuperäisestä itä-länsisuunnasta pohjois-eteläiseksi oikeakätisessä F_3 -poimutuksessa.



Kuva 2. Kalimaasälpäporfyroblasteja kiillegneississä. Porfyroblasteissa näkyy pienten biotiittirakeiden aiheuttama sisäinen suuntaus (S_1), joka poikkeaa perusmassan karkeampien biotiittirakeiden suuntauksesta (S_2). $x = 6808.865$, $y = 2476.380$.

Anian alueelta teetetyissä hieissä näkyy kalimaasälpäporfyroblasteissa pienten biotiittirakeiden muodostama suuntaus, joka poikkeaa karkean biotiitin muodostamasta perusmassan suuntauksesta (Kuva 2). Myös tutkimusalueen pohjoispuolelta (6815.55,

2476.75; ks. Kilpeläinen 1998, Fig. 36a) grafiittipitoisesta liuskeesta teetetyssä hieessä näkyy, että kerroksellisuuden tasossa oleva liuskeisuus on differentioitunut, ja sen alla näkyy jäänteitä krenuloituneesta suuntauksesta. Nämä piirteet osoittavat, että vallitsevaa liuskettumista ja siihen peliittisissä osissa liittyvää migmatiittituumista on edeltänyt kiillemineraalien kasvu poimuakselitasossa. Kalimaasälpäporfyroblasteissa näkyvä suuntaus on siten S_1 , alueellisesti vallitseva suuntaus on S_2 , ja Anian alueen poimutus ja koko synformi ovat D_3 -rakenteita (vrt. Kilpeläisen F_2 -poimutus). Anian tienristeyksessä (6808.86, 2476.38) näkyy melko avointa pienoispoimutusta, joka deformerii D_3 -rakenteita ja jonka jyrkkä akselitaso on lähes pohjois-eteläinen. Poimutukseen liittyy kiilteiden retrograadista kink-tyyppistä deformatumista.

Satakunnan lennoston varikkoalueella (sotilasalue, 6810.940, 2479.595) erottuu kalliroleikkauksen laella kerroksellista metaturbidiittia, jonka peliittisissä kerroksissa on runsaasti leukosomijuonia. Myös tästä paljastumasta teetetyssä hieessä erottuu jäänteitä vallitsevaa, noin kerroksellisuuden tasossa olevaa liuskeisuutta vanhemmasta biotiittisuuntauksesta (S_1). Vallitseva S_2 -liuskeisuus ja peliittisissä kerroksissa olevat neosomijuonet ovat avoimesti/tiukasti F_3 -poimuttuneet. F_3 -poimuakselitaso on tällä alueella lähes itä-läntinen. S_2 on krenuloitunut tiukan F_3 -poimutuksen kohdissa, mutta krenulaatioon ei liity biotiitin uudelleenkiertymistä akselitasoon.

Kalliojärven alueella on D_3 -antiformi, jonka akselipinta (isoakseli) on likimain pysty ja itä-läntinen; poimuakselit painuvat idässä loivasti itään ja lännessä länteen. Antiformin ytimessä on migmatiittista granaatti-kordieriittigneissia, jonka vallitseva suuntaus S_2 ja sen tasossa olevat neosomijuonet ovat F_3 -poimuttuneet. Poimutuksen aikana on tapahtunut retrograadista (sillimaniitin) muuttumista muskoviitiksi. Pohjoisempana, Kaitajärven alueella F_3 -poimutuksen akselitaso kääntyy koillis-lounaiseksi. Myös tällä alueella S_2 on kordieriittigneississä differentioitunut liuskeisuus, jossa näkyy paikoin jäänteitä krenuloituneesta vanhemmasta suuntauksesta (S_1).

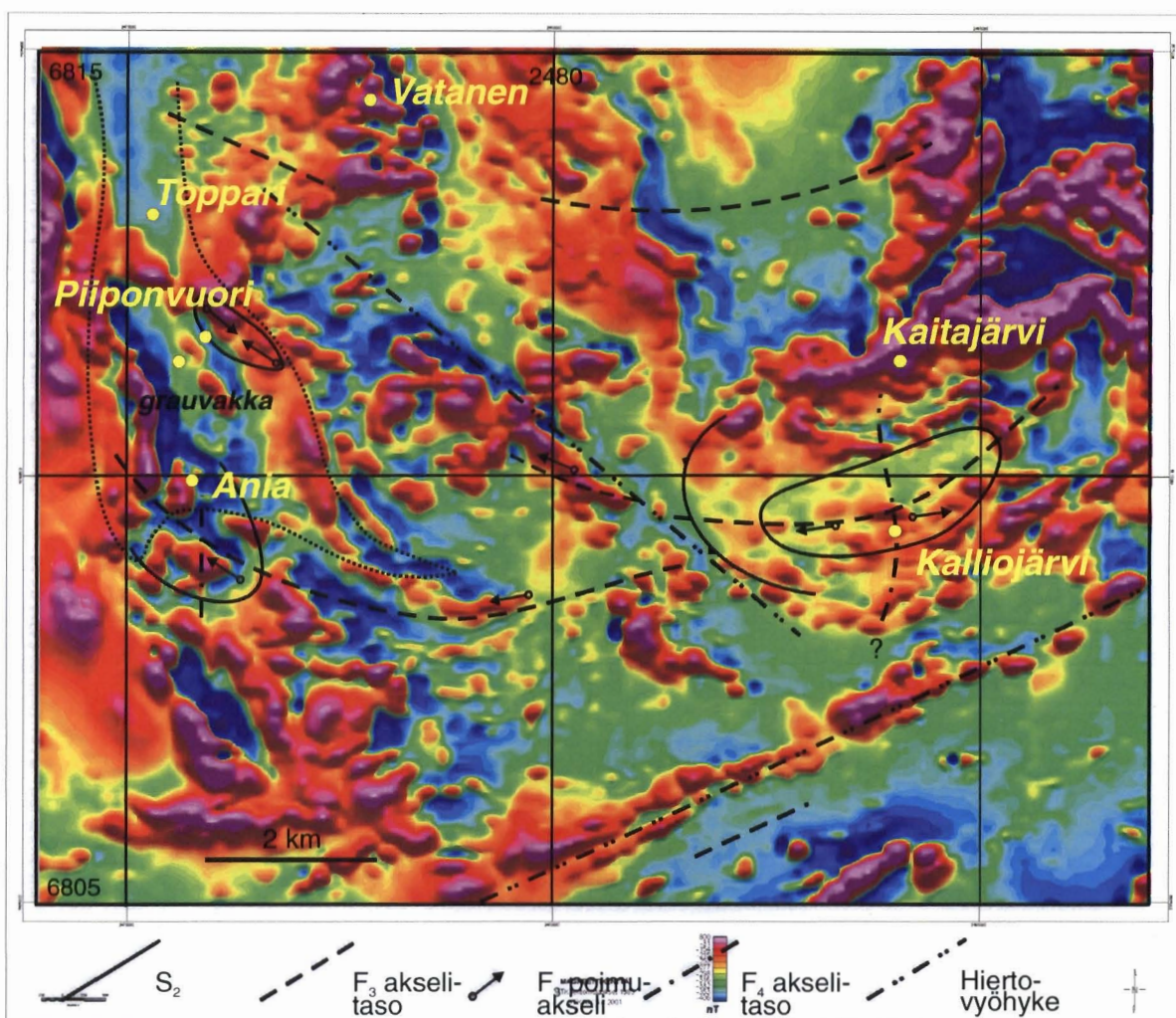
Tutkimusalueen poikki kulkee suunnassa 130 vyöhyke, joka näkyy aeromagneettisella kartalla negatiivisena anomaliana (Kuva 3). Satakunnan lennoston varikkoalueella (ks. yllä), joka sijaitsee vyöhykkeellä, näkyy samassa suunnassa 2-3 m leveä hiertovyöhyke. Hiertovyöhyke deformerii F_3 -poimurakenteita, ja siihen liittyy kiisuuntumista ja muskoviittituumista.

Rakennetulkinta

Kuvassa 3 on alueellinen rakennetulkinta aeromagneettisella kartalla. Aeromagneettisten anomaliakuvioiden ja kallioperäkartan (kuva 1) vastaavuus on heikohko, esimerkiksi mafisiksi merkityt intruusioidet eivät korostu merkittävinä positiivisina anomaliaina. Myöskään tehdyssä kartoituksessa ei tullut kunnolla selville, mitkä kivilajit aiheuttavat positiivisia anomaliaita; hiertovyöhykkeet sen sijaan erottuvat suoraviivaisina anomaliaina, jotka voivat olla positiivisia tai negatiivisia.

Vallitsevia rakenteita ovat S_2 -liuskeisuus ja sitä poimuttava F_3 . S_1 erottuu kalimaasälpäporfyroblastien sisäisenä suuntauksena ja krenuloituneen suuntauksen jäänteinä. Rosenbergin (1990) Vatasen alueelta kuvaama, kulultaan luode-kaakkoinen akselitasoliuskeisuus on tämän tulkinnan mukaan F_3 -akselitaso. Alueen subvulkaniset dioriitti-tonaliitit, joissa kulta-arseenipitoiset rakojuonet sijaitsevat, ovat kuvauksen perusteella tunkeutuneet paikalleen D_2 -vaiheessa kerrosmyötäisinä intrusioina.

Anian synformin akseli poikkeaa grauvakkakiilan suunnasta, joten grauvakkakiila lienee vanhemman rakenteen aiheuttama (D_2 -synformi?). Kilpeläisen (1998) tutkimusalueilla näkyy F_3 -poimuakselitason ja poimuakselin (= Kilpeläisen S_2 ja F_2 -poimuakseli) oikeakätinen kiertyminen kohti itä-läntisiä tai koillis-lounaisia hiertovyöhykkeitä. Tämä oikeakätinen kiertyminen (hierto) näkyy myös Pirkkalan alueella: se on aiheuttanut F_3 -poimuakselitasojen kääntymisen Anian alueen luode-kaakkoisesta Kaitajärven koillis-lounaiseksi. Kilpeläisen mukaan kiertoakseli on ollut lähes pysty, koska poimuakselit ovat säilyneet lähes vaaka-asentoisina. Oikeakätisen hierron aiheuttamaa poimutusta on näkyvissä paikoin myös pohjoisempana, Tampereen vyöhykkeen hyvin säilyneissä sedimenttikivissä (Nironen 1989).



Kuva 3. Aeromagneettinen matalalentokartta Pirkkalan alueesta. Kuvassa näkyy grauvakan esiintymisalue, kulta-aiheet (keltaiset pisteet) sekä rakennetulkinta.

Koska S_2 on osana antiformeissa ja synformeissa sulkeutuvissa rakenteissa, näiden rakenteiden täytyy olla joko vanhempien rakenteiden aiheuttamaa F_3 -poimuakselin kaateen vaihtelua (on mahdollinen loivien rakenteiden ollessa kyseessä) tai D_3 :n ja sitä nuoremman deformaation aiheuttamia poimuinterferenssirakenteita. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa mm. antiformi Kalliojärven alueella voi johtua oikeakätisestä hierrosta (vaikuttamalla F_3 -

poimuakselien kaateisiin), tai se voi olla D_3 - D_4 poimuintferenssirakenne. Anian alueella nähtävän F_4 -poimutuksen akselitaso on pohjois-eteläinen. Jokela (1991) kuvaa n. 20 km tutkimusalueen kaakkoispuolelta olevalta Valkeakosken alueelta F_4 -poimutusta, jonka akselitaso on niin ikään pohjois-eteläinen. Tutkimusalueesta 45 km länsiluoteeseen olevassa Suodenniemen Paiskallion kulta-aiheen ympäristössä on myös poimutusta, jonka akselitaso on pohjois-eteläinen (Nironen 1999), joten F_4 -poimutus on alueellisesti merkittävä rakennepiirre. Oikeakätisen hierron ja F_4 -poimutuksen välinen ikäsuhde on epäselvä.

Rakenteiden suhde kulta-aiheisiin

Topparin, Piiponvuoren ja Anian kulta-aiheet sijaitsevat grauvakassa, jossa yleensä erottuu vain vallitseva S_2 -liuskeisuus. Topparin kultapitoiset kvartsijuonet esiintyvät oikeakätisenä en-echelon –parvena, jonka suunta on noin 125/65. Parvea leikkaa siirros, jonka suunta on 073/85. Kumpakaan näistä suunnista ei voi kytkeä alueellisiin poimurakenteisiin. Näyttää pikemminkin siltä, että kullan konsentroituuminen on liittynyt myöhempään hauraaseen deformaatioon. Myös Vatasen alueen kulta-arsenipitoiset rakokvartsijuonet ja rakojuonet ovat hiertovyöhykkeissä, jotka ovat Rosenbergin (1990) kuvauksen perusteella D_3 -vaihetta nuorempia.

Rosenbergin (2000) mukaan Kalliojärven kvartsijuoniin ja kvartsiuutuneisiin hiertovyöhykkeisiin liittyvä kultamineralisaatio on poimuttunut ja muodostaa länteen tai lounaaseen avautuvan synkiliinirakenteen. Tulkinta perustuu kairauksiin, sillä mineralisaatio ei ole paljastunut. Tulkinta poikkeaa kuvassa 3 esitetystä tulkinnasta, jossa mineralisaatio on antiformin laella, mutta voi hyvin olla, että antiformin sisältäviä pienempiä synformeja. Mikäli Rosenbergin (2000) tulkinta on oikea, Kalliojärven aihe on F_3 -poimuttunut ja siten vanhempi kuin Vatasen, Topparin, Piiponvuoren ja Anian kulta-aiheet. Toisaalta mineralisaatio on tyypiltään samanlainen kuin läntiset mineralisaatiot, mikä herättää epäilyn ovatko kvartsijuonet ja hiertosaumamat todella poimuttuneet.

Tutkimusalueen poikki suunnassa 130 kulkeva hiertovyöhyke leikkaa D_3 -rakenteita ja siihen liittyy kiisuuntumista. Piiponvuoren louhoksella erottuu hiertovyöhyke likimain samassa suunnassa (240/~55), ja tähän liittyy Erkki Kreivin (suullinen tiedonanto 2000) mukaan karbonaattiutumista ja kiisuuntumista (arsenikiisu); hiertovyöhykkeessä on tavattu myös kultaa.

Johtopäätökset

Tutkimusalueen vallitsevia suurrakenteita ovat D_3 -synformit ja -antiformit. F_3 -akselitason kulku kääntyy luode-kaakkosuunnasta itä-läntiseksi ja edelleen kohti lounais-koillista. Syy tähän kaartumiseen ja poimuintferenssirakenteiden deformatumiseen voi olla myöhäinen oikeakätinen hierto.

Grauvakkaliuskeissa olevat kulta-aiheet sijaitsevat kvartsijuonissa, jotka ainakin Tikkarinvuoren aiheella liittyvät en-echelon –tyyppisinä oikeakätiseen hiertoon. Kulta-aiheiden liittyminen hauraisiin rakenteisiin viittaa siihen, että juonet ovat myöhäisiä (post- D_4) rakenteita.

Yhteenvedon voidaan todeta, että alueen rakenteellisen kokonaiskuvan ja kulta-aiheiden rakenteellisen kontrollin selvittäminen vaatii jatkotutkimuksia.

Kirjallisuusviitteet

- Jokela, J., 1991. Valkeakosken alueen kallioperän integroitu rakennetulkinta. Pro gradu – tutkielma. Turun yliopisto, 88 s.
- Kilpeläinen, T., 1998. Evolution and 3D modelling of structural and metamorphic patterns of the Palaeoproterozoic crust in the Tampere-Vammala area, southern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 397, 124 p.
- Matisto, A., 1961. Suomen geologinen kartta 1:100 000, lehti 2123 Tampere. Geologinen tutkimuslaitos.
- Matisto, A., Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartan selostus, lehti 2123 Tampere. Geologinen tutkimuslaitos, 50 s.
- Nironen, M., 1989. The Tampere Schist Belt: structural style within an early Proterozoic arc system in southern Finland. *Precambrian Research* 43, 23-40.
- Nironen, m., 1999. Suodenniemen Paiskallion kulta-aiheeseen liittyvät rakennetutkimukset 1998. Geologian tutkimuskeskuksen raportti M19/2121/99/1/10, 6 s.
- Rosenberg, P. 1990. Tutkimustyöselostus Pirkkalan kunnassa Vatanen 1, Lintumäki 1, Poikkiaro 1 sekä Sorkkala 1-2 nimisillä valtausalueilla, kaiv.rek. n:o 4179/1-2 ja 4331/1-3, suoritetuista malmitutkimuksista. 47 s., 11 l. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2123/-90/1/10.
- Rosenberg, P. 1997. Tutkimustyöselostus Pirkkalan kunnassa, Pirkkalan kylässä, valtausalueilla Luitamo I-II (kaivosrekisterinro 5059/1-2) ja Tikkarinvuori I (kaivosrekisterinro 5299/1), vuosina 1992-1995 suoritetuista malmitutkimuksista. 15 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2123/-97/1/10.
- Rosenberg, P. 1998. Pirkkalassa vuosina 1992-1995 suoritettut kultatutkimukset. 18 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/2123/98/1/10.
- Rosenberg, Petri 2000. Kultatutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella vuosina 1994-1999. 10 s., 43 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/2123/2000/2/10.