

Geokemiallinen kartoitus kultapotentiaalin arvioimiseksi Pirkanmaalla v. 2007

Niilo Kärkkäinen, Pekka Huhta, Janne Tranberg



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

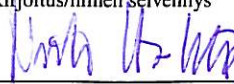

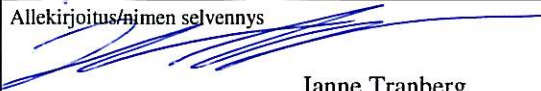
PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7 • www.gtk.fi

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro 31.12.2008

Tekijät Niilo Kärkkäinen, Pekka Huhta, Janne Tranberg		Raportin laji Arkistoraportti	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Geokemiallinen kartoitus kultapotentiaalin arvioimiseksi Pirkanmaalla v. 2007 Pirkanmaalla v. 2007			
Tiivistelmä Työn tarkoituksena oli selvittää Pirkkalan ja Valkeakosken välisen alueen kultamalmipotentialiaa. Kohteena on valtakunnallisen geokemian mukaan voimakkaasti arseenista rikastunut luode-kaakko-suuntainen vyöhyke, jonka laajuus on noin 10 x 40 km ² . Alue on suurelta osin asumatonta metsämaastoa maantielinjauksia seuraavien taajamien ja haja-asutuksen välissä. Näytteitä kerättiin yhteensä 1329 kappaletta. Näytteenottoverkko muodostui metsäautoteitä ja -uria seuraavista profiileista. Keskimääräinen näytteenottoiheys profiileilla on 100 m. Näytteet otettiin pohjareenin pintaosasta, 10 - 25 cm syvyydestä humuksen alta. Kulta määritettiin grafiittuuniteknikalla 5 gramman hienoainesnäytteestä. Muita raportoituja alkuaineita on 32 kpl, analyysimenetelminä ICP-MS ja ICP-OES. Moreenin geokemia tuo esiin laaja-alaisen mutta hajanaisen kullan mineralisoitumiseen viittaavan anomaliakentän. Mielenkiintoisin ja yhtenäisin Au-anomalia on Lempäälän ja Valkeakosken rajalla Lastusenkulman-Kaakkolammin alueella. Tutkimusalueen pohjoisosassa korkeat Au-pitoisuudet ovat hajanaisempia muodostaen yksityiskohtaisemmalla kartalla erillisiä anomaliaita. Vertailukohteena on Kalliojärveen kultaesiintymä, johon tässäkin aineistossa liittyy selvä geokemian kulta-anomalia. Samankaltaisia anomaliakenttiä on alueella useita. Näiden jatkotutkimuksia tehtiin syksyllä 2008 kaivinkonemontutuksiin perustuvilla moreenitutkimuksilla. Kaakkolammin alueella yhtenäinen kullan anomaliakenttä on vanhan 3-tien länsipuolella n. 10 km Valkeakoskelta NW. Alue on topografialtaan vaihtelevaa metsämaastoa. Kallioperä on gabroa ja dioriittia, joka on paljastunut kohtalaisen hyvin mäkialueilla. Mäkien välissä on syviä lajittuneiden maalajien peittämiä painanteita. Maasto-olosuhteiden vuoksi moreenitutkimuksia paremmin tämän anomalian selvittämiseen soveltuisivat geofysiikan maastomittaukset ja tunnustelukairaus. Arseenin pitoisuus on korkeahko koko alueella. Aineisto on myös GTK:n maaperä- ja ympäristötutkijoiden käytössä ja mm. Tampereen taajamageologisten kartoitusten kohteena.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Moreeni, geokemia, malminetsintä, kulta, kultaesiintymä, arseeni, Pirkanmaan (Vammalan) migmatiittivyöhyke			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Pirkkala, Lempäälä, Valkeakoski, Pirkanmaa			
Karttalehdet 2123			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Malmitutkimusraportit		Arkistotunnus M19/2123/2008/82	
Kokonaissivumäärä 37	Kieli	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Etelä-Suomen yksikkö, VA 211		Hanketunnus 2901014	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Niilo Kärkkäinen		Allekirjoitus/nimen selvennys  Pekka Huhta	
Allekirjoitus/nimen selvennys  Janne Tranberg			



Kuvailulehti

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoite	1
1.2	Työn tausta	1
1.3	Tutkimusalue ja sen maaperä	3
1.4	Aiemmat mineraalivarojen tutkimukset	3
1.5	Näytteenotto	4
1.6	Kemialliset analyysit	7
1.7	Dokumentointi	8
2	TULOKSET	8
2.1	Pitoisuudet ja vaihtelu	8
2.2	Alueellinen pitoisuusvaihtelu	9
2.3	Kultapotentialin arviointi, geokemian Au-anomaliat	13
2.3.1	Pirkkalan alue	13
2.3.2	Lempäälän alue	13
3	JOHTOPÄÄTÖKSET	17
4	KIRJALLISUUS	17
5	LIITTEET	19
5.1	Pirkkalan-Lempäälän geokemia 2007 - näytteenotto	19
5.2	Analysoitujen alkuaineiden tilastollisia tunnuslukuja	20
5.3	Valikoitujen metallien jakaumakuvia, frekvenssidiagrammit ja normaalijakauma	21
5.4	Valikoitujen metallien keskinäiset korrelaatioit	24
5.5	Geokemialliset kartat; valikoitujen metallien alueellinen vaihtelu.	26
5.5.1	Arseeni kallioperäkarttapohjalla	26
5.5.2	Vismutti kallioperäkarttapohjalla	27
5.5.3	Telluuri kallioperäkarttapohjalla	28
5.5.4	Antimoni kallioperäkarttapohjalla	29
5.5.5	Wolframi kallioperäkarttapohjalla	30
5.5.6	Kromi kallioperäkarttapohjalla	31
5.5.7	Nikkeli kallioperäkarttapohjalla	32
5.5.8	Molybdeeni kallioperäkarttapohjalla	33
5.6	Raportti kultapitoisten viitteiden etsinnästä Lempäälässä porakaivojen arseeniamomalioiden ja gabrokivien ympäristöistä, Kalevi Karttunen	34

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Tämän työn tarkoituksena on selvittää kullan esiintymistä ja uusien varantojen mahdollisuuksia Tampereen ja Valkeakosken välisellä alueella. Alue rajautuu valtakunnallisessa geokemiassa todetulle arseenista rikastuneelle vyöhykkeelle, jolla ennestään tunnetaan useita kultamalmiaiheita ja -esiintymiä. Menetelmänä on pohjajamorenin pintaosan (jatkossa pintajamorenin) geokemiallinen kartoitus, joka Lempäälän Kalliojärvellä tehtyjen testien mukaan osoittaa hyvin kallioperän kullasta mineralisoituneet kohteet. Kohteen työnimenä on käytetty ”Pirkkalan-Lempäälän geokemia”.

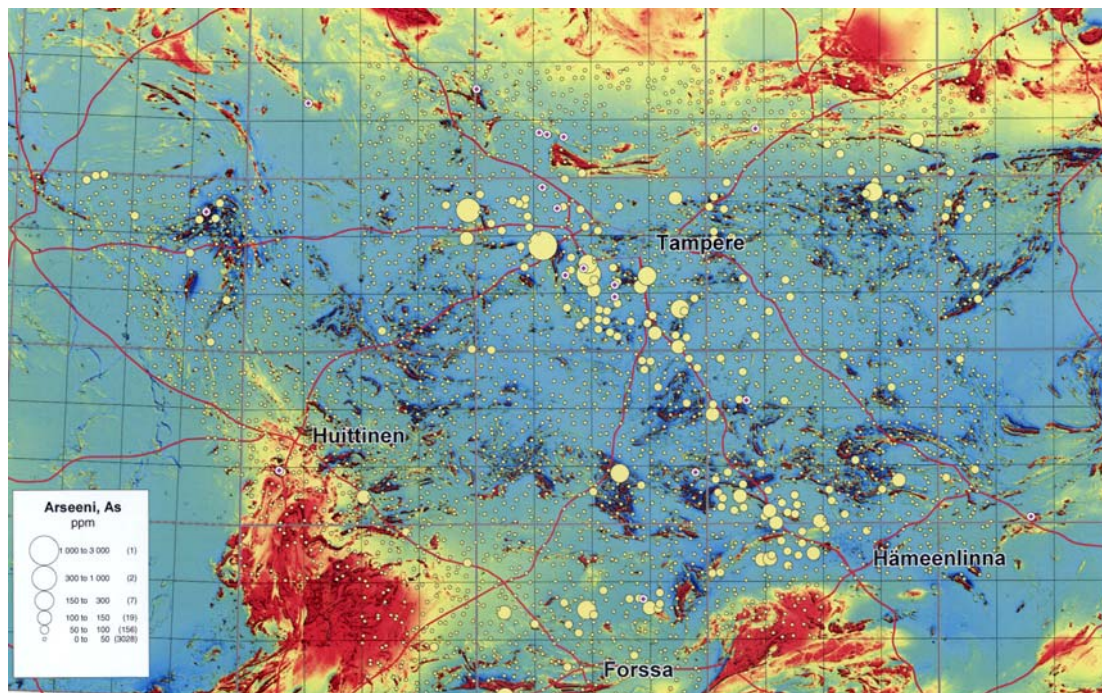
1.2 Työn tausta

Kartoitusalue on granitoidien pilkkomaa ja metagrauvakoiden luonnehtimaa migmatiittialuetta Tampereen ja Hämeen vulkaniittivyöhykkeiden välissä. Alue on ollut Geologian tutkimuskeskuksen kultavarantojen kartoituksen kohteena 20 vuotta ja sieltä on paikannettu useita orogeenisten kultamalmien tyypisiä kultamalmiaiheita ja -esiintymiä (Kuva 1). Aiemmat tutkimukset ovat olleet kohteellisia ja ne on tulostettu GTK:n päätearkiston raporteina tai valtausraportteina ministeriöön. Kohteen sisältäviä laaja-alaisempia kartoituksia ovat olleet valtakunnalliset moreenin (Salminen 1995) ja kallioperän geokemian (Lahtinen ym. 1996) kartoitusohjelmat. Pirkkalan alueella on tehty kohdentavia raskasmineraalien ja geokemian tutkimuksia 1980-luvulla (Lestinen 1987, Rosenberg 1990).

1980-luvulla toteutetussa valtakunnallisissa geokemian kartoituksessa todettiin Pirkkalan-Lempäälä alueen moreenissa kohonneita kultapitoisuuksia ja selväpiirteinen NW-SE-suuntainen arseenin anomaliakenttä joka ulottuu kaakossa Hämeenlinnaan (kuva 2). Anomalia ei korreloitu kallioperän koostumusvaihtelun eikä maaperän glasiaaliperäisten muodostumien kanssa. Anomalian on arvioitu liittyvän alueellisissa painovoimamittauksissa todettuun NW-SE-suuntaista gravimetrisen gradienttiin, joka kuvastaisi kuoren mitakaavaisia siirrosvyöhykkeitä/koostumusvaihtelua (Vuori ym. 2007).



Kuva 1. Tunnettujen kultaesiintymien sijainti; taustana pelkistetty kallioperäkartta, jossa Pirkanmaan migmatiittivyöhyke on vaalean sinisellä värillä.



Kuva 2. Arseenipitoisuuksien vaihtelu Etelä-Suomen moreenissa; taustana aeromagneettinen kartta ja peruskarttaruudutus, tunnetut kultaesiintymät merkitty puna-valkoisilla merkeillä

Vuosina 2000-2001 geologi Tapio Lehto (GTK) toteutti nyt kartoitetun alueen länsipuolella harvapisteinen geokemian kartoituksen, jossa näyteaines myös oli pohjamooreenin pintaosaa (Kärkkäinen ym. 2002). Tulos osoitti kallioperän mineralisoitumiseen viittaavia kohonneita kultapitoisuuksia Lempäälän ja Pirkkalan rajamailta. Töitä päätettiin jatkaa syksyllä 2007, kun alueeseen julkaistiin suunnitellun laajoja rakennushankkeita. Monet kartoitustulokset viittasivat siihen, että kyseiselle alueelle saattaa sisältyä mittavia mineraalivarantoja, joiden mahdollisuus tulisi selvittää ennen rakennustoiminnan käynnistymistä. Lisäksi geokemian tuloksia voitaisiin hyödyntää GTK:ssa meneillään olleissa Tampereen alueen taajamageologisissa kartoituksissa.

Pintamooreenin on todettu soveltuvan hyvin Pirkkalan ja Lempäälän alueilla kultamineralisaation tunnistamiseen geokemiallisessa kartoituksessa. Esimerkiksi Kalliojärven kohde löytyi pintamooreenin raskasmineraalianomaliana (Rosenberg 2000). Kalliojärvi tulee hyvin esiin myös käytettäessä sekä MMI-menetelmää että perinteistä moreenin hienoaines-geokemiaa (Tarvainen ym. 2007). Yksityiskohtainen selvitys Lempäälän Kalliojärven esiintymän maaperän eri aineksista osoitti, että kultaesiintymä aiheuttaa merkittävän geokemian anomalian hienoaineksen lisäksi moreenin fraktiossa 0.06 - 1.0 mm ja fraktiossa 1 - 2 mm sekä kultarakeina raskasfraktiossa (Al-Ani ja muut 2008).

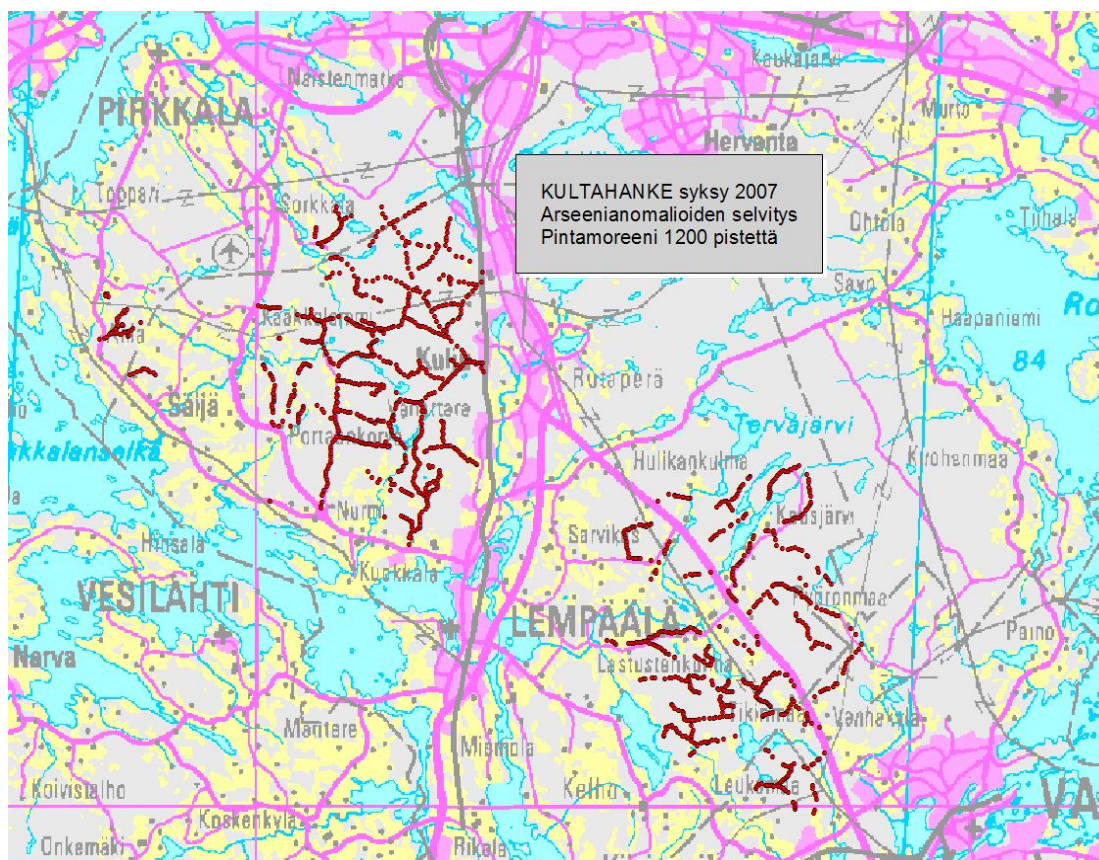
1.3 Tutkimusalue ja sen maaperä

Alue on rajattu ulottumaan tunnetuilta Pirkkalan Au-aiheilta Valkeakoskelle (Kuva 3). Tutkimusalueen maaperä on pääosin moreenia tai ohutpeitteistä kallioaluetta (kuvat 4 ja 5). Kallioksi on kartoitettu alle metrin maapeitteen alueet. Alueen koko on noin 40 x 10 km². Maasto on suurelta osin asumaton metsämaata maantielinjauksia seuraavien taajamien ja haja-asutuksen välillä.

1.4 Aiemmat mineraalivarojen tutkimukset

Merkittävin GTK:n löydös alueella on Valkeakosken Kaapelinkulman kultaesiintymä, jonka kaivostoimintaan tähtääviä tutkimuksia on viime vuosina tehnyt Polar Mining Oy (<http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Gold.html>). Pirkkalan ja Lempäälän alueella on useita esiintymiä, joille on tyypillistä karkean kullan esiintyminen grauvakkaliuskeiden hirtovyöhykkeiden kvartsijuoniverkostoissa, mm. Tikkarinvuori Pirkkalassa ja Kalliojärvi Lempäälässä. Viimeksi GTK:n tutkimuskohteina ovat olleet Pirkkalan Ania ja

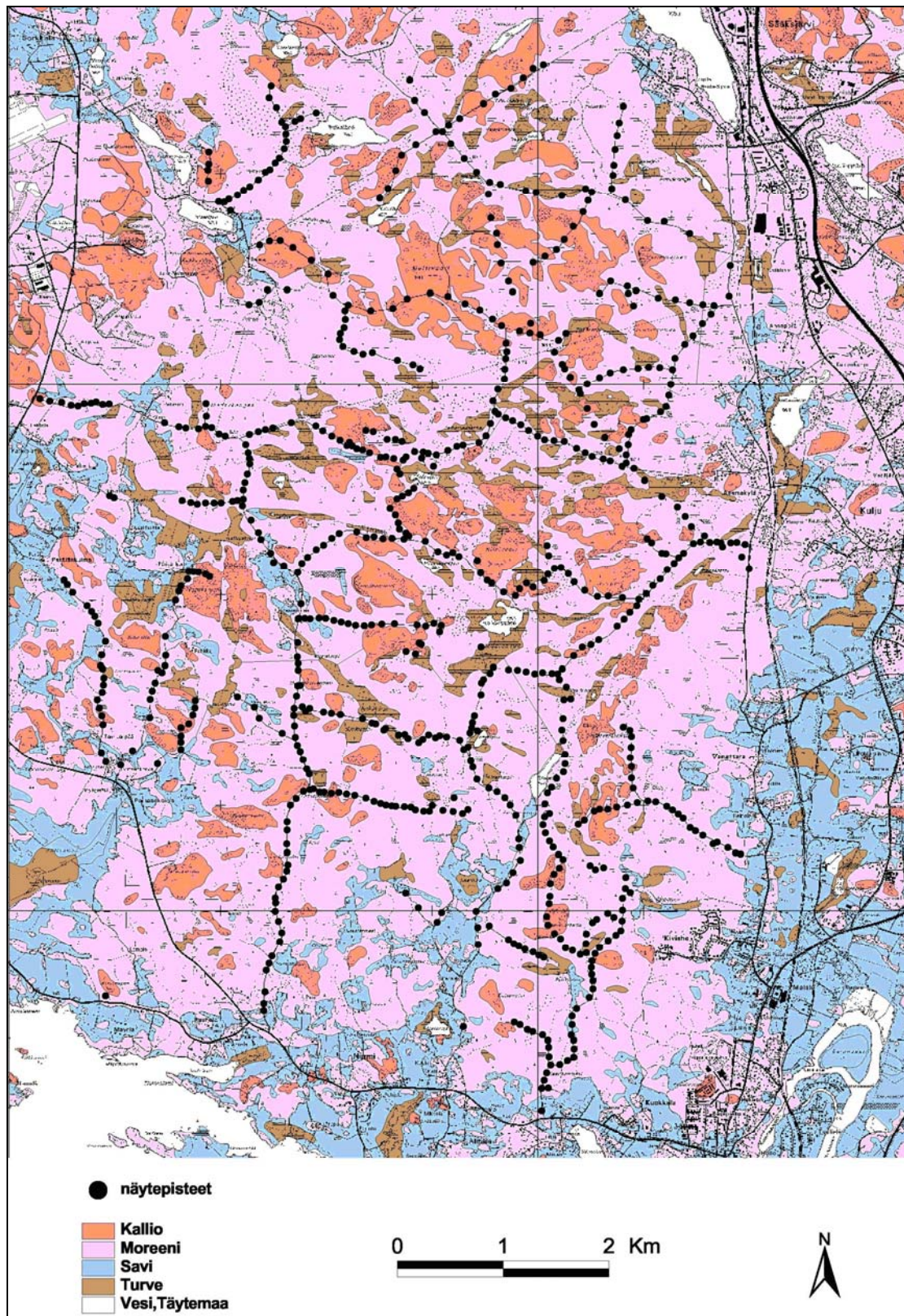
Erkkilä. Tutkimuksia ja tuloksia on selostettu GTK:n päätearkistoraporteissa, mm. Lindmark ym. (1997), Rosenberg (1997, 2000), Kärkkäinen (2007).



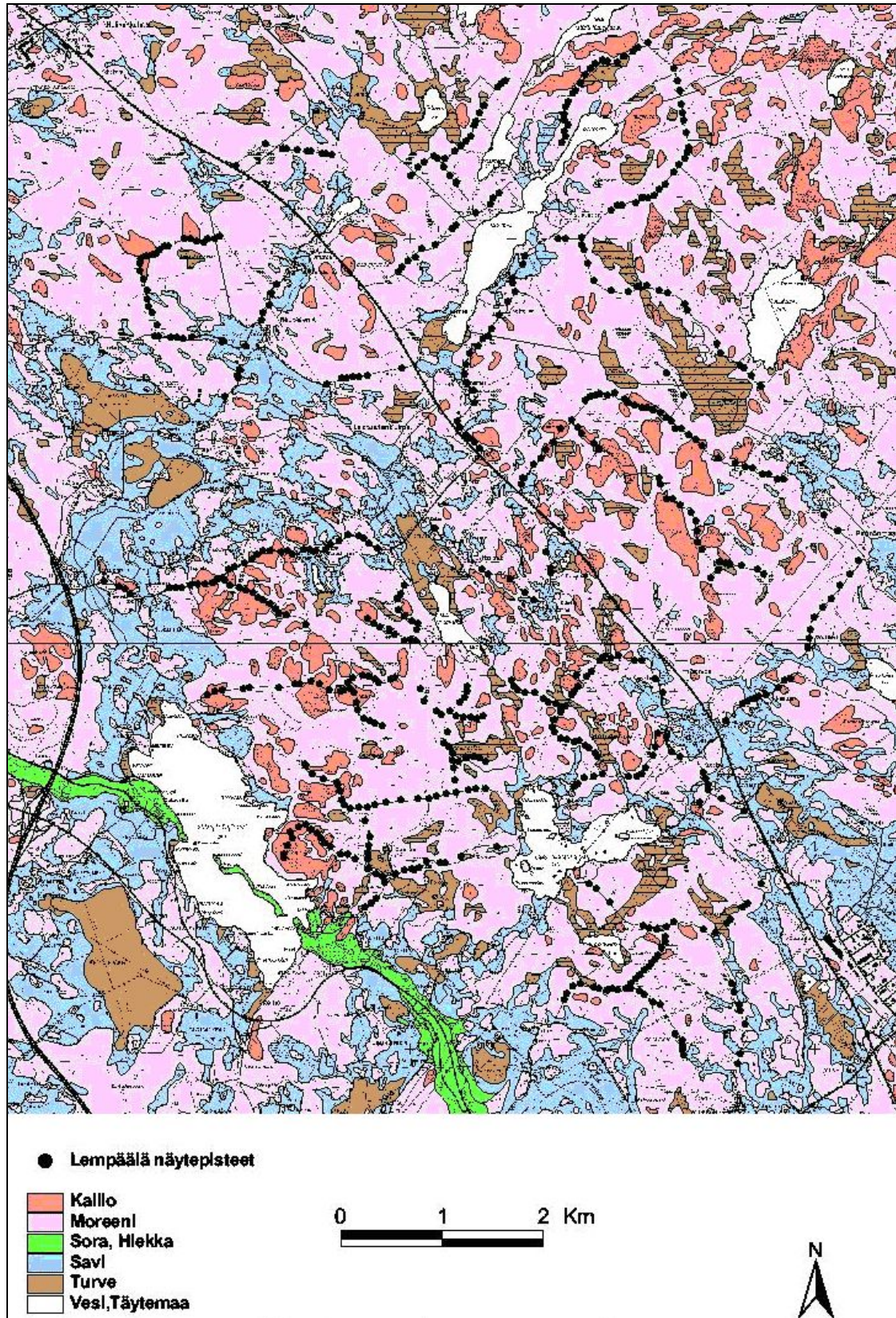
Kuva 3. Tutkimusalueen sijainti ja näytelinjat, joilla näytteenottopisteiden välimatka on keskimäärin 100 metriä.

1.5 Näytteenotto

Näytteitä kerättiin yhteensä 1329 kappaletta. Näytteenottoverkko muodostui metsäautoteitä ja -uria seurailevista profiileista. Profiileja ei ole etukäteen määritetty, vaan ne määräytyivät maasto-olosuhteiden mukaan. Näytteet otettiin metsäteiden varrelta ojaleikkauksista tai metsästä. Keskimääräinen näytteenottiheys linjoilla on 100 m. Näytteet otettiin 10–25 cm syvyydestä humuksen alta. Näytteenoton proseduuri on esitetty liitteessä 5.1. Näytteenoton tekivät tutkimusavustaja Janne Tranberg (ESY/VA212, Maankäyttö ja ympäristö) ja harjoittelija geologi Narkis Latypov (ESY/VA211). Täydentävää näytteenottoa tekevät tutkimusavustajat Kalevi Karttunen (LSY) ja Mikko Pelkkala (LSY).



Kuva 4. Pirkkala-Lempäälä-alueen pohjoisosan maaperä ja näytepisteet



Kuva 5. Pirkkala-Lempäälä-alueen eteläosan maaperä ja näytepisteet

1.6 Kemialliset analyysit

Kemialliset analyysit tehtiin Labtium Oy:n Kuopion laboratoriossa. Näytteitä analysoitiin 1323 kappaletta. Kulta määritettiin grafiittiuuniteknikalla 5 gramman näytteestä seulotusta moreenin < 0.064 mm fraktiosta (taulukko 1). Raportoituja alkuaineita on 33 kpl (taulukko 2). Näytteet analysoitiin 11 eri tilausnumerolla (taulukko 3)

Taulukko 1. Näytteiden esikäsittely ja kemialliset analyysimenetelmät; koodit ks. www.labtium.fi

Menetelmä	Menetelmän kuvaus
10	Näytteen kuivaus 70°C:ssa
24	Mineraalisen näytteen seulonta <0.06mm fraktioon
511	Kuningasvesiliuotus 90 °C:ssa
520	Ar-liuotus 20 C, 5g:n alinäyte, Hg keraaostus
511M	Monialkuainemääritys ICP-MS-tekniikalla
+ 511Pp	Monialkuainemääritys ICP-OES –tekniikalla
520U	Alkuaineiden määritys GFAAS-tekniikalla

Taulukko 2. Analysoidut alkuaineet ja analyysimenetelmä

Ag mg/kg 511M	As mg/kg 511M	B mg/kg 511M	Cd mg/kg 511M	Ga mg/kg 511M	In mg/kg 511M	Mo mg/kg 511M	Pb mg/kg 511M	Rb mg/kg 511M	Th mg/kg 511M
Tl mg/kg 511M	U mg/kg 511M	W mg/kg 511M	Yb mg/kg 511M	Al mg/kg +511Pp	Ba mg/kg +511Pp	Be mg/kg +511Pp	Ca mg/kg +511Pp	Co mg/kg +511Pp	Cr mg/kg +511Pp
Cu mg/kg +511Pp	Fe mg/kg +511Pp	K mg/kg +511Pp	La mg/kg +511Pp	Li mg/kg +511Pp	Mg mg/kg +511Pp	Mn mg/kg +511Pp	Na mg/kg +511Pp	Ni mg/kg +511Pp	P mg/kg +511Pp
S mg/kg +511Pp	Sc mg/kg +511Pp	Sr mg/kg +511Pp	Ti mg/kg +511Pp	V mg/kg +511Pp	Y mg/kg +511Pp	Zn mg/kg +511Pp	Zr mg/kg +511Pp	Au µg/kg 520U	Bi µg/kg 520U
Sb µg/kg 520U	Se µg/kg 520U	Te µg/kg 520U							

Taulukko 3. *Analyysitulokset, tilausnumerot, valmistumisaika ja tilaaja*

Tilaus	näytemäärä	valmistuminen	Geologi
212001	128	3.4.2008	Kärkkäinen
212002	136	28.2.2008	Kärkkäinen
212003	132	7.3.2008	Kärkkäinen
212004	103	29.4.2008	Kärkkäinen
212005	145	14.4.2008	Kärkkäinen
212006	120	15.4.2008	Kärkkäinen
212007	127	29.4.2008	Kärkkäinen
212008	133	29.4.2008	Kärkkäinen
212009	110	30.4.2008	Kärkkäinen
212010	70	22.4.2008	Kärkkäinen
212004_1	91	30.4.2008	Kärkkäinen
88832	28	28.4.2008	Kärkkäinen

1.7 Dokumentointi

Analyysitulokset, näytteiden sijaintitiedot ja muu aineisto ovat toistaiseksi talletettu hankkeen 2901014 (v:sta 2009 HA 2551005) tietokantaan, josta ne siirretään GTK:n paikkatietoytimeen sen valmistuttua.

2 TULOKSET

2.1 Pitoisuudet ja vaihtelu

Kullan ja tavanomaisten seuralaismetallien keskipitoisuuksia on esitetty taulukossa 4. Muiden analysoitujen alkuaineiden tilastollisia tunnuslukuja on esitetty liitteessä 2 (taulukko), pitoisuusjakaumia liitteessä 3 (frekvenssidiagrammit) sekä eräiden metallien keskinäisiä suhteita liitteessä 4 (xy-diagrammit).

Kullan keskipitoisuus moreenin hienoainesnäytteissä on 4.7 ppb Au (n=1318), ja enimmäispitoisuus on 149 ppb. Kullan keskipitoisuus on kaksinkertainen verrattuna koko Suomen moreeniaineistoon, jossa se on 2.1 ppb Au (Salminen 1995). Arseenin mediaani-

pitoisuus on 24.2 ppm As ja se on selvästi korkeampi kuin Tarvaisen (2007) mukaan Pirkanmaan alueen moreenissa keskimäärin, 6.8 ppm As.

Moreeniaineksessa kullan tilastollinen korrelaatio arseeniin on vähäinen, joskin esimerkiksi vismutilla, telluurilla ja wolframilla korrelaatio kultaan se on vieläkin heikompi (liite 4). On kuitenkin huomioitava, että maantieteellisesti kullan korreloituminen arseeniin on kohtalaisen hyvä. Kohonneita Au- ja As-pitoisuuksia on vierekkäisissä tai lähekkäin sijaitsevilla näytteillä ja samoilla osa-alueilla tavallisesti siten, että arsenia esiintyy laajemmalla alueella.

Taulukko 4. Kullan ja kultaesiintymissä tavanomaisten hivenmetallien tilastollisia tunnuslukuja

	Au	As	Bi	Sb	Te
Yksikkö	Ppb	ppm	ppb	ppb	ppb
Menetelmä	520U	511M	520U	520U	520U
Lukumäärä	1318	1323	1318	1318	1318
keskiarvo	4.7	32.2	348	91	32
mediaani	3.4	24.2	314	82	29
moodi	1.0	10	236	103	31
Maksimi	149	1658	4810	2360	257
90%-percentile	8.0	58	503	137	49

2.2 Alueellinen pitoisuusvaihtelu

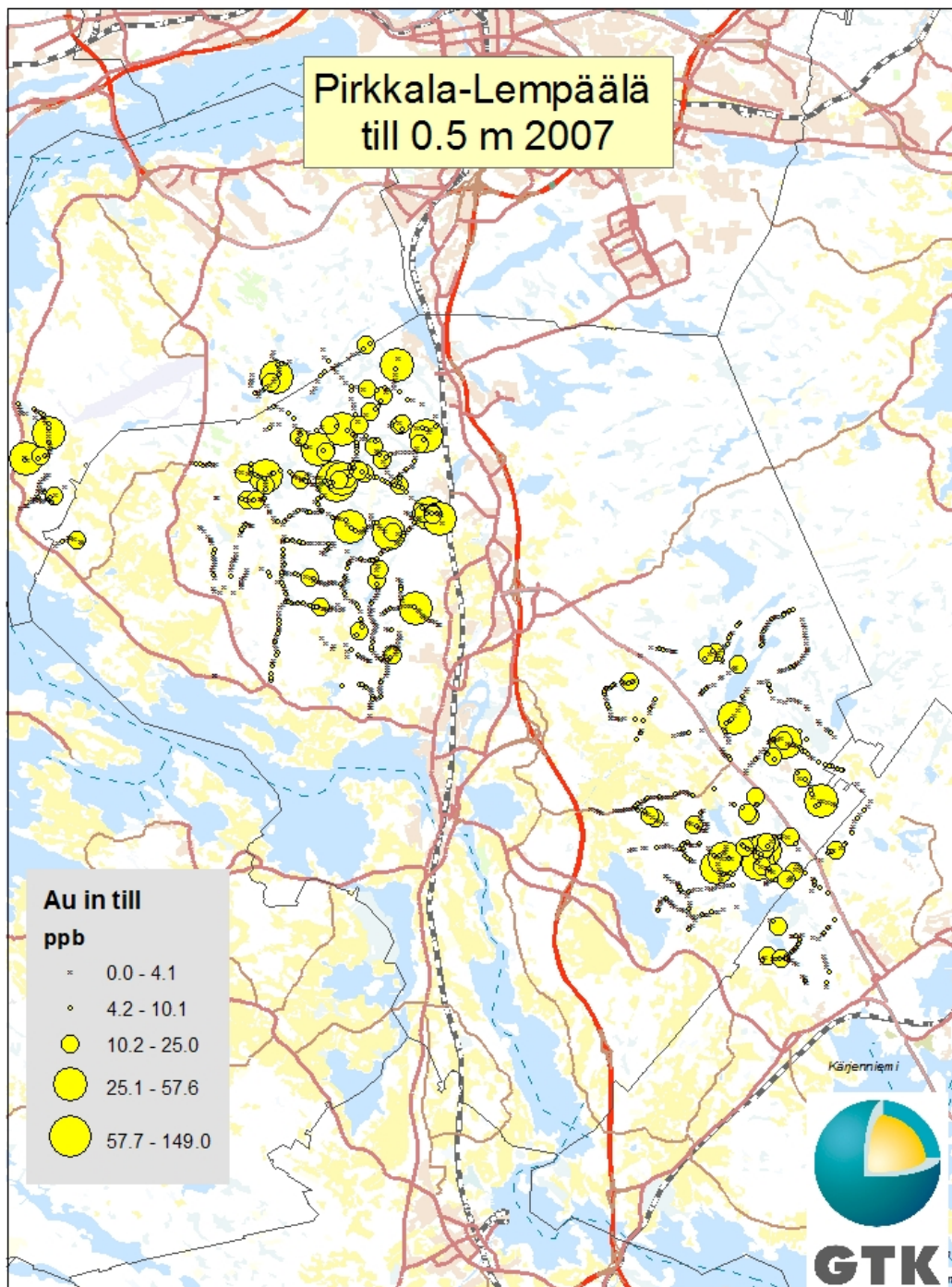
Kullan pitoisuus vaihtelee alueellisesti ja paikallisesti (kuva 6). Vaihtelu ei seuraa kallioperän koostumusvaihtelua (kuva 7). Mineralisoitumista indikoivaksi raja-arvoksi on kartoilla valittu 10 ppb Au. Paikallisia anomaalisia piirteitä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin seuraavassa luvussa. Siinä esitetyn lisäksi huomioitavia ovat mm. kuvien 4 ja 5 kartta-alueen länsireunalla Erkkilän ja Anian esiintymien väliin sijoittuvat kullan suhteen anomaliset pisteet. Liitteeseen 5 on koottu eräiden muiden alkuaineiden geokemian karttoja. Pohjakarttana on 1:1000 000-kallioperäkartta.

Arseenin jakaumakartta (liite 5.5.1) on yleispiirteissään samankaltainen kullan kanssa. Paikallisesti korkeat kullan ja korkeat arseenin pitoisuudet ovat yleensä rinnakkain, joskaan eivät aina samoissa näytepisteissä. Arseenin anomaliat ovat laajempia ja pitoisuuksiltaan vaihtuvampia kuin kullalla. Kattojen perusteella on ilmeistä, että kullan malmituminen liittyy samaan hydrotermiseen prosessiin kuin arseenin rikastuminen kallioperään.

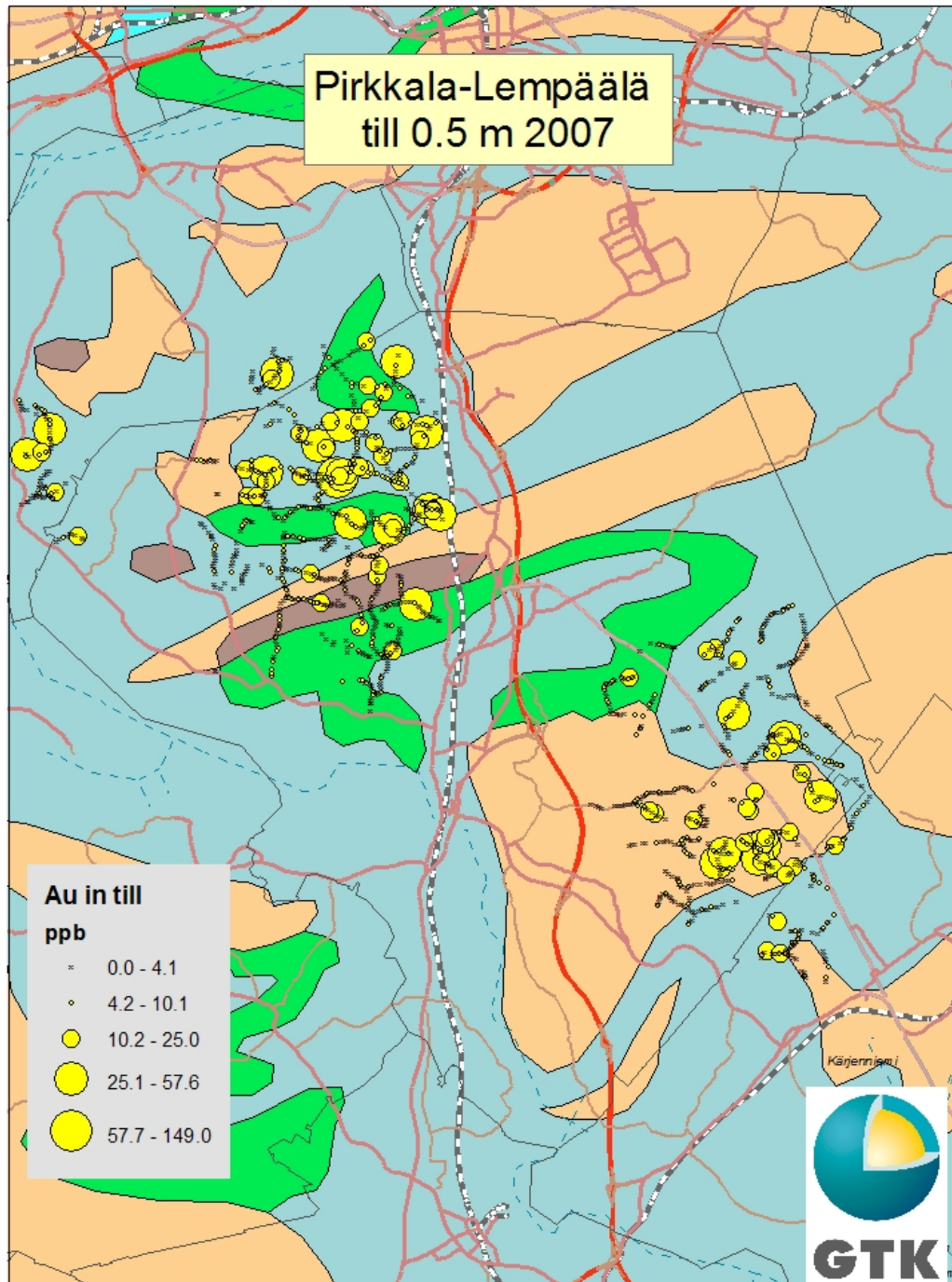
Muista kullan seuralaismetalleita vismutin ja telluurin pitoisuustaso on hieman korkeampi alueen pohjoisosalla kuin eteläosalla (liitteet 5.5.2 ja 5.5.3). Tämän voi tulkita liittyvän kivilajien erilaiseen kykyyn sitoa näitä metalleja. Pohjoisosan kallioperä on liuske- ja vulkaniittivaltaista kun taas eteläosa on granitoidivaltaista. Kullan korrelaatio vismuttiin ja telluuriin on vähäinen (liite 4). Myös antimonin korrelaatio moreenin kultaan on vähäinen eikä alueellinen pitoisuusvaihtelu seuraa kivilajivaihtelua (liite 5.5.4).

Wolframia on eniten alueen SW-osalla, kiillegneissivaltaisella alueella (liite 5.5.5), missä se mahdollisesti liittyy migmatiittien linssimäisiksi budinoituneina välikerroksina oleviin karsikiviin. Lempäälässä on tavattu lohcareina mm. kirkkaan vihreiden kromipitoisten mineraalien värjäämiä tyypillisiä kromikarsia ultramafisten kivien kontaktialueelta.

Korkeahkoja kromi- ja nikkelpitoisuuksia on kartoitusalueen NW-osalla (liitteet 5.5.6 ja 5.5.7). Samalla alueella on molybdeeniä keskimääräistä enemmän, joten on mahdollista, että tämä anomaliakenttä liittyy mustaliuskeisiin.



Kuva 6. Kullan pitoisuusvaihtelu Pirkkalan-Lempäälän alueen pintamoreenin hienoainek-
sessa tiekarttapohjalla (pohjakartta lupa 13/MYY/2006)



Kuva 7. Kullan pitoisuusvaihtelu Pirkkalan-Lempäälän alueen pintamorean hienoainek-
sessa; pohjakartta Suomen kallioperä 1:1000 000.

2.3 Kultapotentialin arviointi, geokemian Au-anomaliat

2.3.1 Pirkkalan alue

Koko alueen kattavissa kullan jakaumakartoissa (kuvat 6 ja 7 edellä) on rajattavissa varsin selvärajaista anomaliakenttiä. Pohjoisosassa korkeita Au-pitoisuuksia esiintyy eteläosaa laajemmalla alueella ja hajanaisemmin. Ne muodostavat yksityiskohtaisemmalla kartoilla erillisiä anomaliaita (kuva 8), joiden liepeillä on laajemmalti kohonneita As-pitoisuuksia (kuva 9).

Pohjoisosan kartalla vertailukohtana voidaan pitää Kalliojärven esiintymään liittyvä kulta-anomaliaa (kuva 8). Samankaltaisia paikkoja on Kalliojärven anomalian itä- ja pohjoispuolella, selvimpänä Sorvalammen anomalia. Anomaliakenttiä rajattaessa ja jatkuvuusiensa hahmottamiseksi on kuvaan 10 rajattu ja nimetty erillisiä anomaliaita. Niitä selvitettiin marraskuussa 2008 lohkar- ja raskasmineraalitutkimuksilla sekä geokemialla. Näytteet otettiin kaivinkoneella, eivätkä tulokset ole vielä käytettävissä.

2.3.2 Lempäälän alue

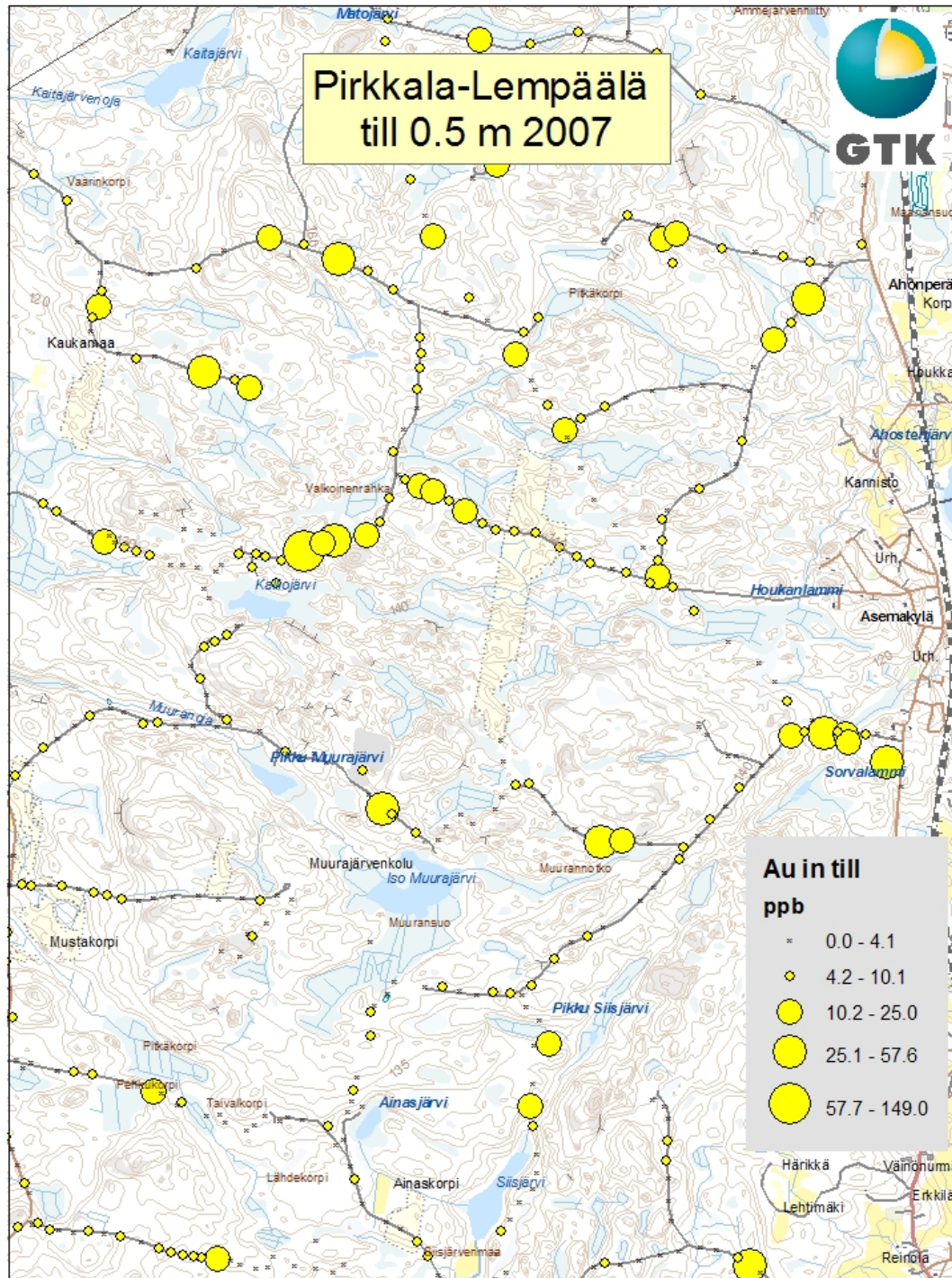
Eteläosalla on koko kartoitusalueen lupaavin anomaliakenttä vanhan 3-tien länsipuolella n. 10 km Valkeakoskelta luoteeseen. Täällä Au-pitoisuudet on korkeita yhtenäisesti Kaakolammin alueella (kuva 11). Arsenia on kullasta rikastuneen alueen moreenissa vähän. Korkeita As-pitoisuuksia esiintyy kulta-anomalian itäpuolella. Kaakolamminkorven maasto on mäkien ja laaksojen kuvioimaa tiheää kuusikkoa.

Anomalian kallioperä on gabroa ja dioriittia, joka on paljastunut kohtalaisen hyvin mäki-alueilla. Mäkien välissä on syviä lajittuneiden maalajien peittämiä painanteita. Nämä voivat edustaa kallioperän heikkousvyöhykkeitä, siirroksia tai hiertoja, jotka ovat voineet toimia kultaa kantaneiden orogeenisten hydrotermisten liuosten kanavina. Itäpuolella on kivilaji osin massamaista areniittista metagrauvakkaa. Maasto-olosuhteiden vuoksi moreenitutkimuksia paremmin Kaakolammenkorven anomalian selvittämiseen soveltuisivat geofysiikan maastomittaukset ja tunnustelukairaus.

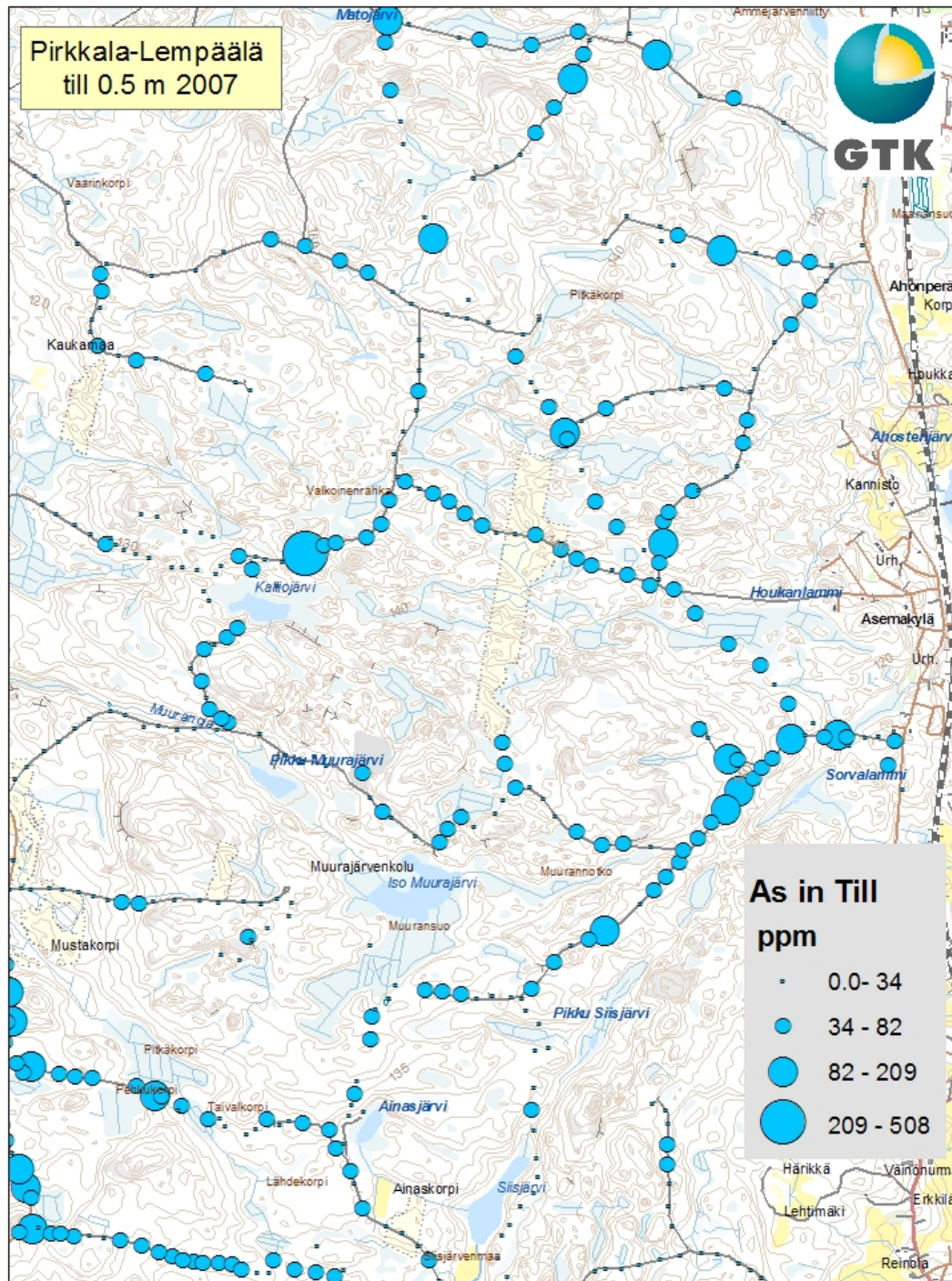
Kaakolammenkorven koillispuolella, vanhan 3-tien itäpuolella, Lastusenkulman alueen moreenissa on myös kohonneita Au-pitoisuuksia (kuva 6 ja 7). Lastusenkulmalta on vanhoja kultaviitteitä ja alueen kultapotentialia on mm. geokemian avulla selvitetty 1990-luvulla (Rosenberg 1996). Kallioperä on täälläkin gabroa ja dioriittia. Kartoituksissa on

löydetty kvartsiutuneita hiertovyöhykkeitä, joissa on ollut enimmillään 7.8-10.7 ppm Au.

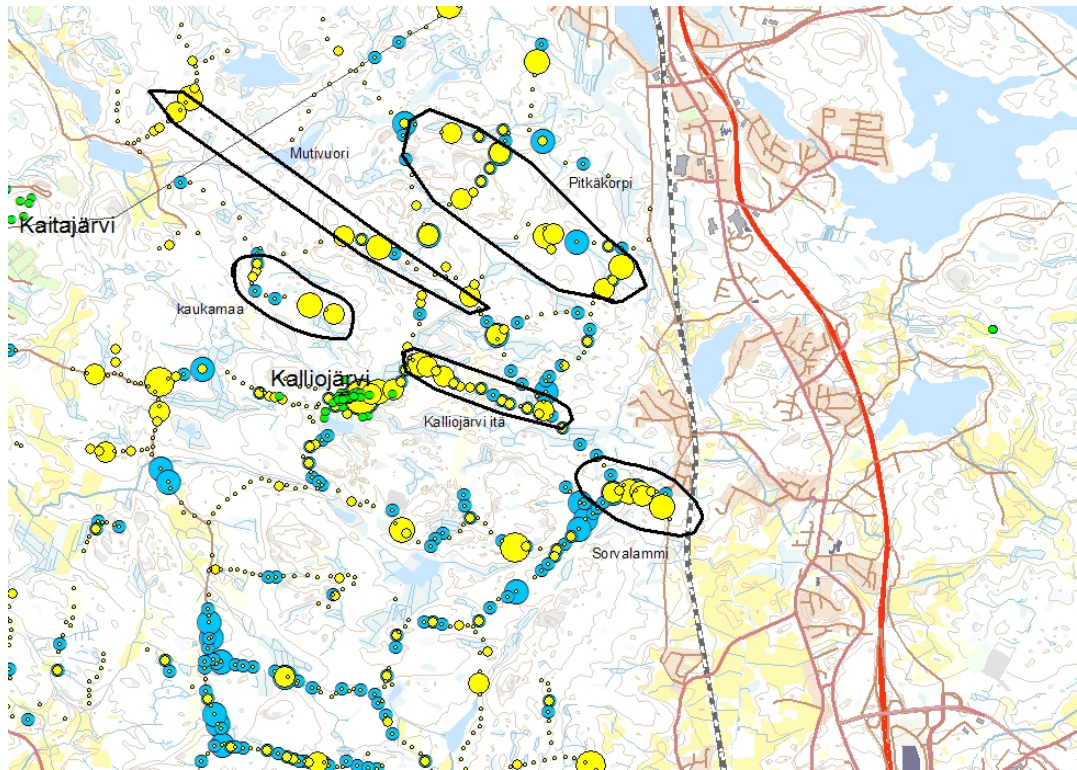
Kohteessa ei tehty kairauksia.



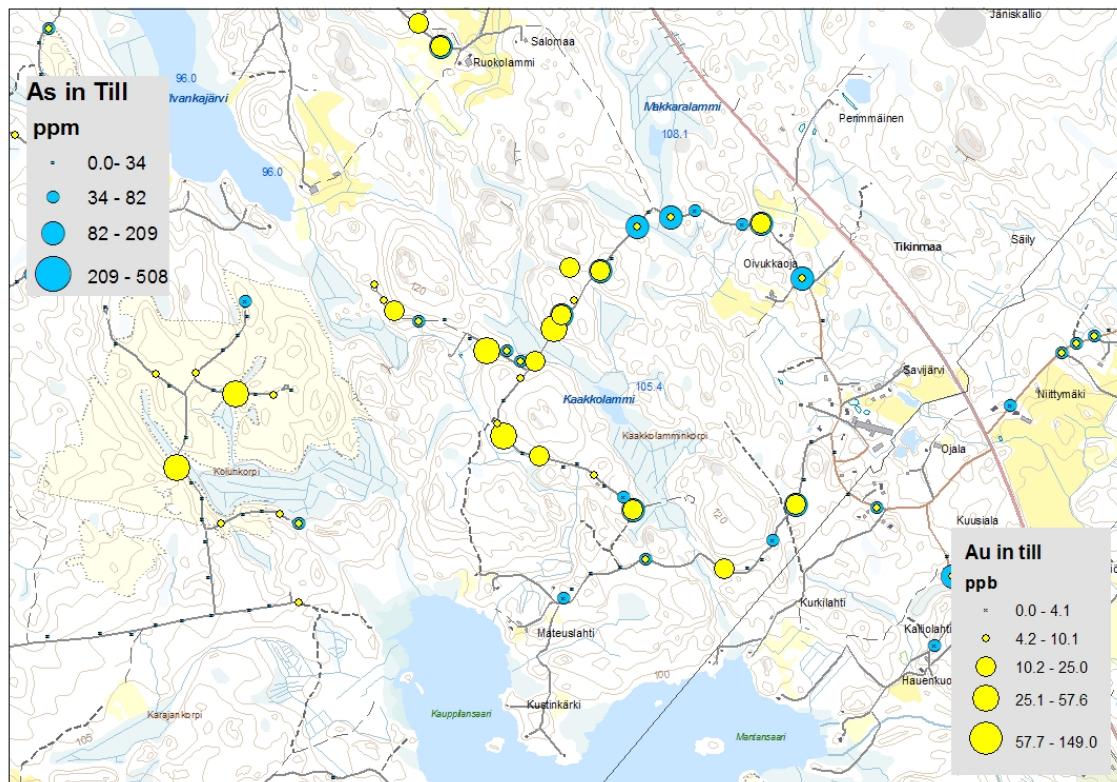
Kuva 8. Kartoitusalueen pohjoisosa; kullan geokemia



Kuva 9. Kartoitusalueen pohjoisosa; arseenin geokemia



Kuva 10. Kartoitusalueen pohjoisosan kullan anomaliakentät (Au keltainen, As sininen)



Kuva 11. Kaakkolammenkorven anomaliakenttä kartoitusalueen eteläosassa Lempäälässä; kullan ja arseenin pitoisuusvaihtelu

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Moreenin geokemia tuo esiin laaja-alaiseen kullan mineralisoitumiseen liittyviä anomalia Pirkkalassa ja Lempäälässä. Mielenkiintoisin on Lempäälän Kaakkolammin kulta-anomalia kartoitusalueen eteläosassa lähellä Valkeakosken rajaa. Tämän alueen selvitys kuuluu hankkeen toimintasuunnitelmaan v. 2009.

Kartoitusalueen pohjoisosassa vertailukohteena on Kalliojärven kultaesiintymä, johon liittyy selvä geokemian anomalia. Pohjoisosalla on useampia Kalliojärveen verrattavia anomaliakenttiä. Näiden jatkotutkimuksia tehtiin marraskuussa 2008 kaivinkonemontutuksiin perustuvilla moreenitutkimuksilla (lohkareet, raskasmineraalit, geokemia).

Arseenin pitoisuus on korkeahko koko alueella. Aineisto on myös GTK:n maaperä- ja ympäristötutkijoiden käytössä ja jatkoselvitysten kohteena.

Muilla tavanomaisten kullan seuralaismetallien (Te, Bi ja Sb) geokemian kartoilla ei tällä alueella ole merkittävää informaatiolisää. Tämä voi liittyä kullan esiintymistapaan, alueen tunnetuissa mineralisaatioissa kulta esiintyy omina rakeina tai sulkeumina arseenikiisussa. Mineralisaatioiden päämalmimineraaleja ovat yleensä arseeni- ja magneettikiisu ja yleisiä aksessorisia mineraaleja kuparikiisu, rikkikiisu, löllingiitti ja scheeliitti. Metallinen vismutti on alueen esiintymissä varsin tavallinen hivenmineraali, mutta Au-Bi-, Au-Te- ja Au-Sb-mineraalit ja Te- ja Bi-mineraalit ovat harvinaisia.

4 KIRJALLISUUS

Al-Ani, Thair; Sarapää, Olli; Kärkkäinen, Niilo; Sarala, Pertti; Valkama, Jorma; Hakala, Pertti 2008. Mineralogy and geochemistry of till and weathered bedrock of some gold occurrence in the central Lapland and Pirkanmaa, Finland. 48 s., 17 liites. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2123,2734,3721/2008/19.*

Kärkkäinen, N. & Lehto, T. & Tiainen, M. & Jokinen, T. & Nironen, M. & Peltonen, P. & Valli, T. 2003. Etelä- ja Länsi-Suomen kaarikompleksi, kullan ja nikkelin etsintä vuosina 1998-2002. Hanke 2108000-Vaihe I loppuraportti. 118 s., 28 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/21, 12/2003/1/10.

Lahtinen, Raimo ja Lestinen, Pekka 1996. Background variation of ore-related elements and regional-scale mineralization indications in Palaeoproterozoic bedrock in the Tampere-Hämeenlinna area, southern Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 390.

Lestinen, Pekka 1987. Pirkkalan kohteen geokemialliset kultatutkimukset vuosina 1986 - 1987. 11 s., 14 l. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, S/41/2123/1/1987.

Lindmark, B. & Koistinen, E. 1996. Tutkimustyöselostus Valkeakosken kaupungin valtausalueella Hopeavuori 1 (kaivosrekisterinro 5085/1) suoritetuista kultatutkimuksista vuosina 1992–1994. GTK [Raportti M06/2114/-96/1/10](#). 15 p.

Rosenberg, Petri 1997. The Kaapelinkulma gold deposit, Valkeakoski. In: Ehlers, C. (ed.) Research and exploration - where do they meet? 4th Biennial SGA Meeting, August 11-13, 1997, Turku, Finland. Excursion guidebook B3 : gold and base metal deposits in southwestern Finland. Geologian tutkimuskeskus. Opas 44, 23-26.

Rosenberg, Petri 2000. Kultatutkimukset Lempäälän Kalliojärven alueella vuosina 1994-1999. 10 s., 43 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/2123/2000/2/10.

Rosenberg, P. 1990. Kultatutkimukset Pirkkalan alueella vuosina 1987-1989. 59 s. *Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2123/-90/3/10.* [Kokoteksti]

Salminen, Reijo (toim.) 1995. Alueellinen geokemiallinen kartoitus Suomessa vuosina 1982-1994. Summary: Regional Geochemical Mapping in Finland in 1982-1994. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti Geological Survey of Finland, Report of Investigation 130, 47 p. + 24 apps.

Tarvainen, Timo; Vuori, Saku; Hämäläinen, Lea 2007. MMI-tutkimus Kalliojärven kultaesiintymän alueella. In: Kahdeksannet geokemian päivät, 13.-14.2.2007 : tiivistelmät. Vuorimiesyhdistys. Sarja B 86. Espoo: Vuorimiesyhdistys, 93-95.

Vuori, Saku; Kärkkäinen, Niilo; Huhta, Pekka; Hölttä, Pentti 2007. Moreenigeokemia ja kultapotentialiaaliset rakenteet. In: Kahdeksannet geokemian päivät, 13.-14.2.2007 : tiivistelmät. Vuorimiesyhdistys. Sarja B 86. Espoo: Vuorimiesyhdistys, 101-103.

5 LIITTEET

5.1 Pirkkalan-Lempäälän geokemia 2007 - näytteenotto

OHJEET:

Näytteet otetaan moreenin pinta-osasta samalla periaatteella kuin Kalliojärven MMI kokeilussa 2006, jonne näytteenotto-ohjeet on laatinut Timo Tarvainen, ja joista seuraava ohje on muokattu,

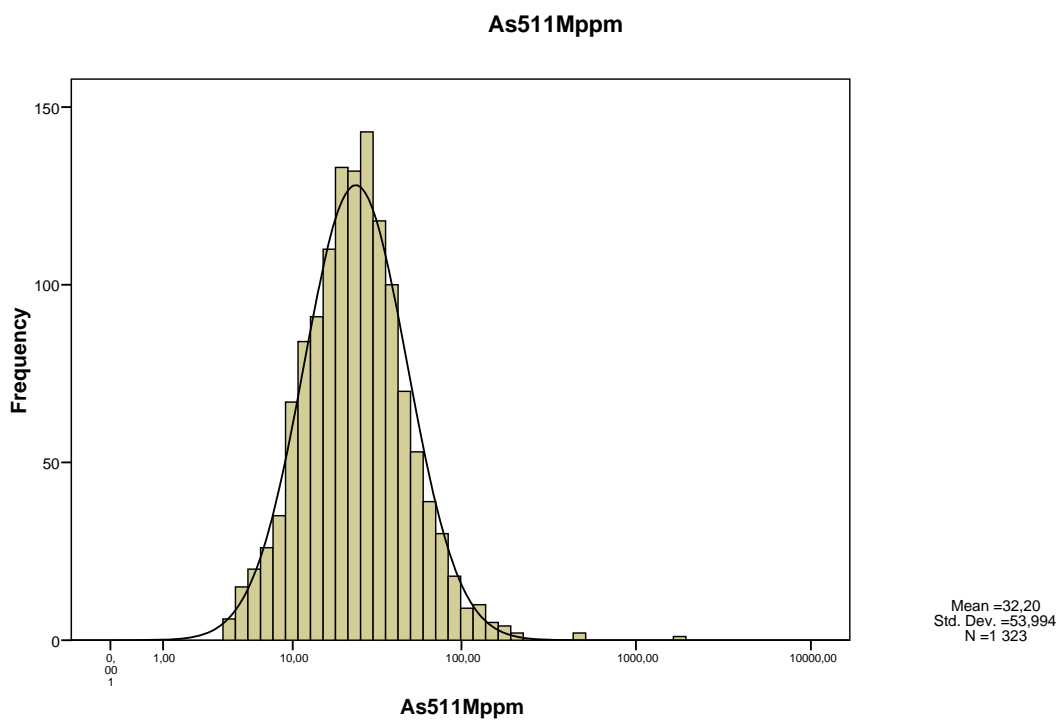
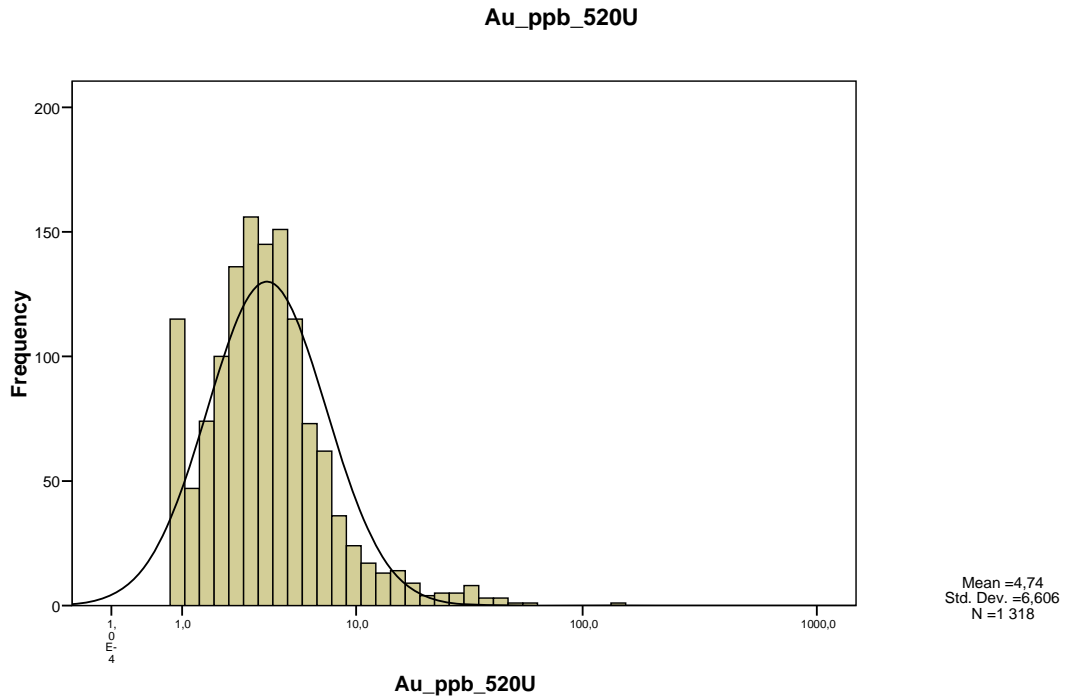
Vaiheet:

- Alue on rajattu siten, että se ulottuu Pirkkalasta Valkeakoskelle. Maasto on suurelta osin metsämaata maantielinjauksia seuraavien taajamien ja haja-asutuksen välillä.
- Näytteenotto verkko muodostuu metsäautoteitä ja -uria seuraavista profiileista. Profiileja ei ole etukäteen määritetty, vaan ne määräytyvät maasto-olosuhteiden mukaan.
- Keskimääräinen näytteenottotiheys on 100 m
- Referenssikohteita ovat Pirkkalan Anian ja Lempäälän Kalliojärven Au-esiintymät
- Näytteet otetaan 10-25 cm syvyydestä mineraalimaan pinnan tai Suomen oloissa paremminkin humuksen alta. Tärkeintä on ottaa näytteet aina samalta syvyydeltä, älä välitä vaikka se edustaa ajoittain eri maannoshorizonttia. Kyseisellä syvyydellä on varmasti juuria yms mutta se ei haittaa.
- Näytteenottovälineet (sivu 6 manuaalissa)
 - a. 30 cm läpimittainen muovinen seula, 5 mm reiät (keittiö- tai puutarhavälineitä)
 - b. muovilautanen/muovikulho jolle seulotaan kentällä
 - c. muoviharja lautasen ja seulan puhdistamiseen
 - d. lapio josta on hiekkapuhallettu maali pois
 - e. muovisia suljettavia näytteenottopusseja (esim. minigrip-pusseja), suosituskoko 90 mm x 150 mm, näytemäärä vain 250 grammaa
 - f. isoja muovisia näytesäilytyspusseja joihin pikkupussit pakataan
- Kellot, korut yms pois
- Kaiva lapiolla kuoppa, putsaa muoviset työvälineet harjalla, putsaa kuopan reuna muovilapiolla että mahdollinen ylhäältä varissut materiaali lähtee pois, ota kuopan seinämästä näyte 10-25 syvyydeltä humuskerroksen alapuolelta, merkitse näytetunnus 2 pieneen muovipussiin (MMI-analyysiin ja GTK:n omaan analyysiin). Seulo kentällä karkealla 5 mm-muoviseulalla näyte muovilautaselle tai muovikulhoon ja laita seulottu näyte pieneen muovipussiin ja pieni pussi muiden saman työmaan näytteiden joukkoon isoon tukevaan muoviseen kuljetuspussiin.
- Näytteet kerätään Ellivuoren tukikohtaan, josta ne kuljetetaan Otaniemeen, jossa tehdään analyysitilauksia ja toimitetaan kaikki näytteet samanaikaisesti kemian laboratorioon (Labtiumiin).

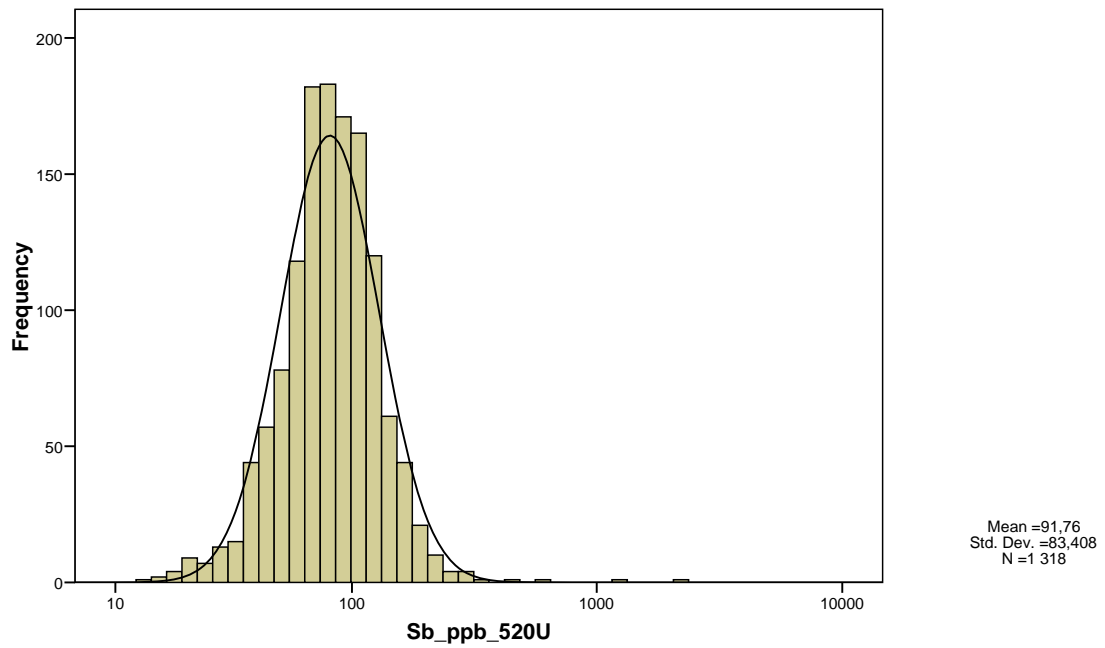
5.2 Analysoitujen alkuaineiden tilastollisia tunnuslukuja

Descriptive Statistics						
SPSS	Mean	Minimum	Maximum	N	method	
Au ppb	4.7	1.0	149	1318	520U	
Bi ppb	349	5.0	4810	1318	520U	
Sb ppb	92	13.6	2360	1318	520U	
Se ppb	299	10.0	12400	1318	520U	
Te ppb	32	5.0	257	1318	520U	
Ag ppm	0.2	0.1	2.8	1323	511M	
As ppm	32.2	3.5	1658	1323	511M	
B ppm	4.1	0.9	8.4	1323	511M	
Cd ppm	0.14	0.03	0.9	1323	511M	
Ga ppm	15.6	3.7	45.8	1323	511M	
In ppm	0.04	0.02	0.1	1323	511M	
Mo ppm	2.3	0.41	68.1	1323	511M	
Pb ppm	12.9	0.07	63.4	1323	511M	
Rb ppm	33.8	6.52	161.2	1323	511M	
Th ppm	8.2	0.05	35.5	1323	511M	
Tl ppm	0.94	0.7	3.0	1323	511M	
U ppm	3.2	0.05	32.0	1323	511M	
W ppm	0.81	0.04	16.1	1323	511M	
Yb ppm	0.70	0.045	14.4	1323	511M	
Al p_ppm	33133	5710	87900	1323	511P	
Ba ppm	99.0	28.4	431	1323	511P	
Be ppm	1.2	0.2	4.1	1323	511P	
Ca ppm	1755.6	192	5550	1323	511P	
Co ppm	13.7	1	189	1323	511P	
Cr ppm	67.3	10.5	1060	1323	511P	
Cu ppm	33.0	4.7	325	1323	511P	
Fe ppm	43722	10400	187000	1323	511P	
K ppm	2143	345	29300	1323	511P	
La ppm	33.2	5.7	128	1323	511P	
Li ppm	44.7	2.9	130	1323	511P	
Mg ppm	8513	659	32800	1323	511P	
Mn ppm	357	47.3	2480	1323	511P	
Na ppm	340	179	686	1323	511P	
Ni ppm	33.6	3	1090	1323	511P	
P ppm	1128	162	6400	1323	511P	
S ppm	500	37.3	39800	1323	511P	
Sc ppm	6.7	1.1	20.5	1323	511P	
Sr ppm	12.3	2.7	47.5	1323	511P	
Ti ppm	2378	608	5280	1323	511P	
V ppm	84.0	28.8	506	1323	511P	
Y ppm	9.8	1.24	34.8	1323	511P	
Zn ppm	159.5	14.7	889	1323	511P	
Zr ppm	4.7	0.1	22.7	1022	511P	

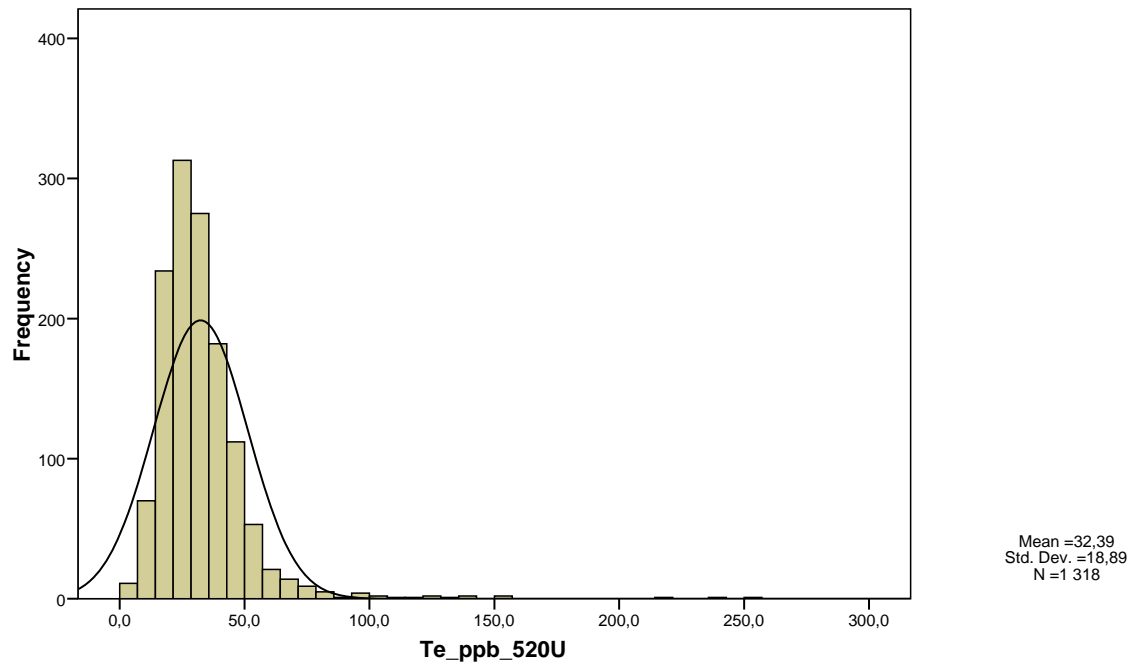
5.3 Valikoitujen metallien jakaumakuvia, frekvenssidiagrammit ja normaalijakauma

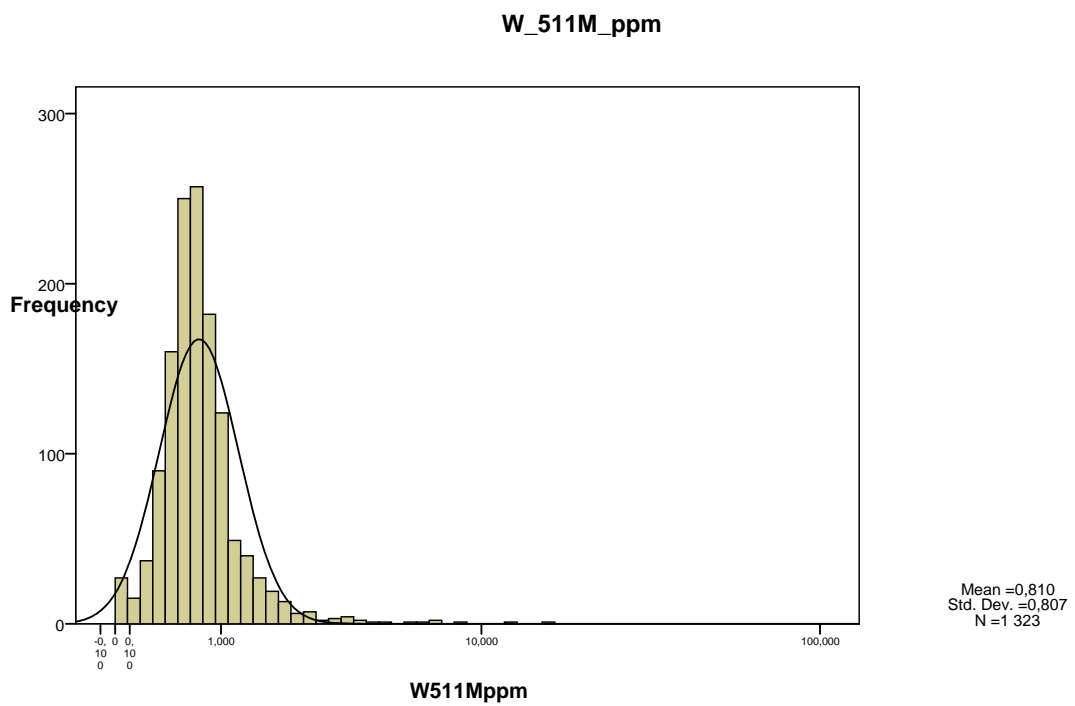
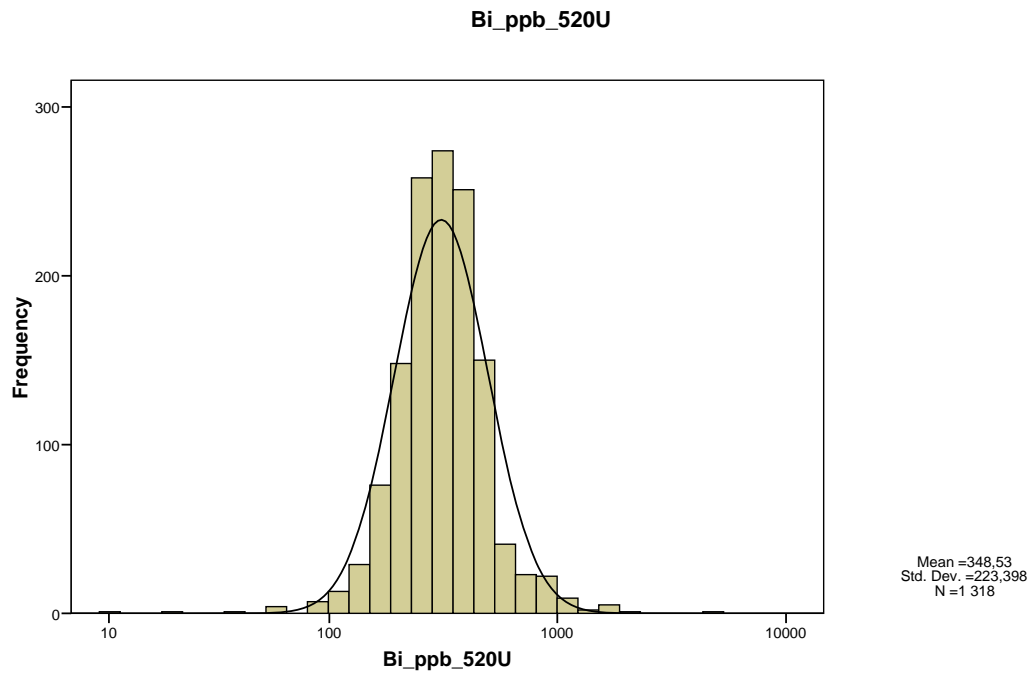


Sb_ppb_520U

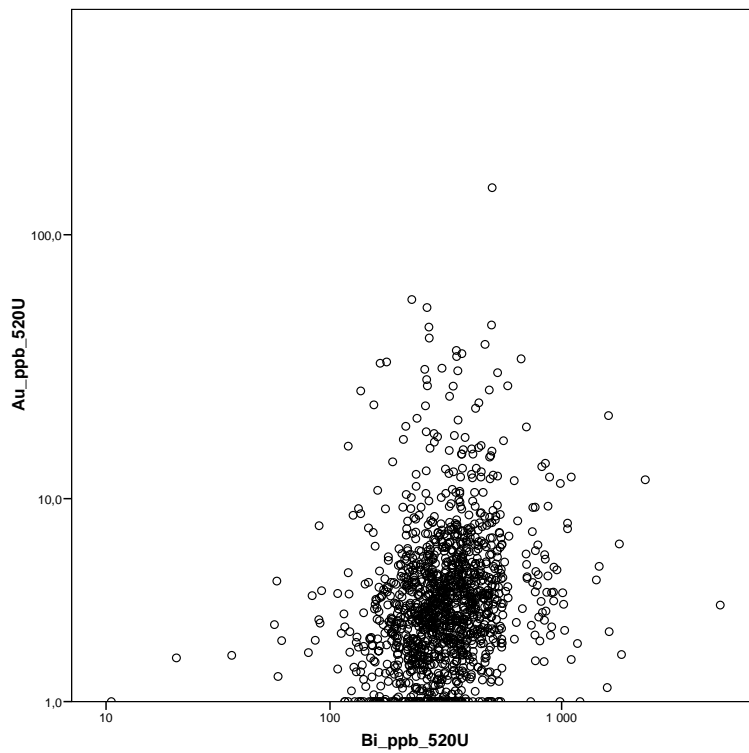
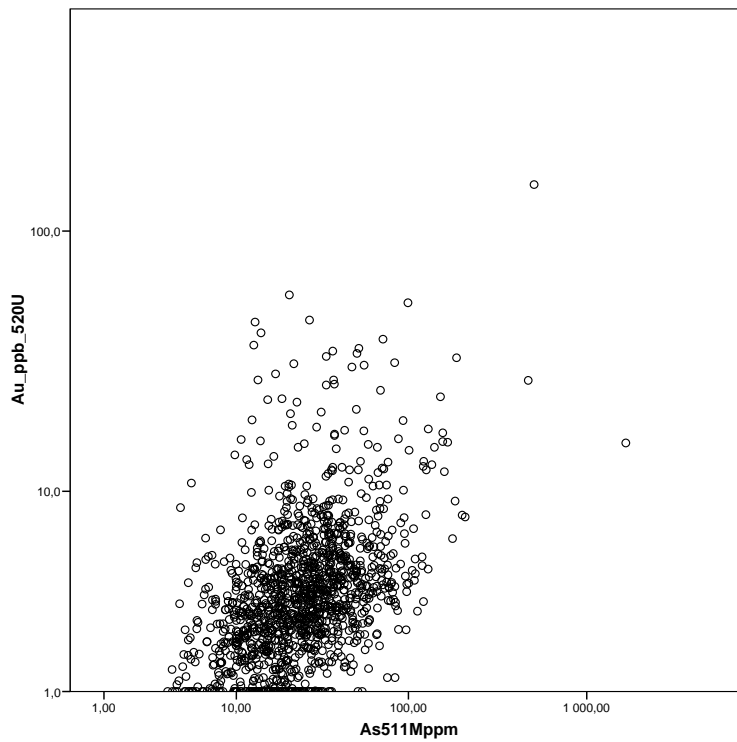


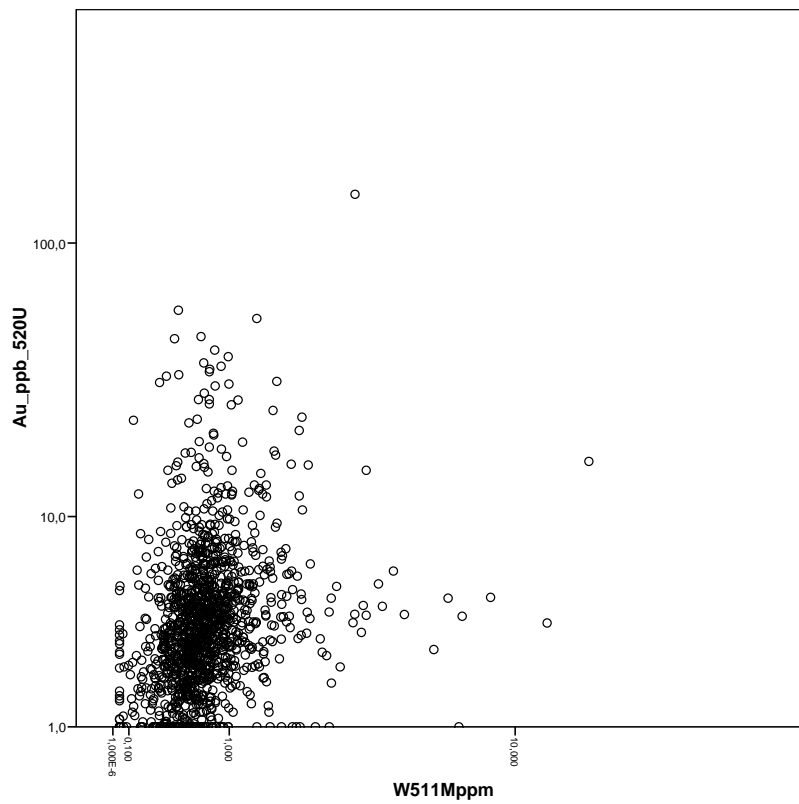
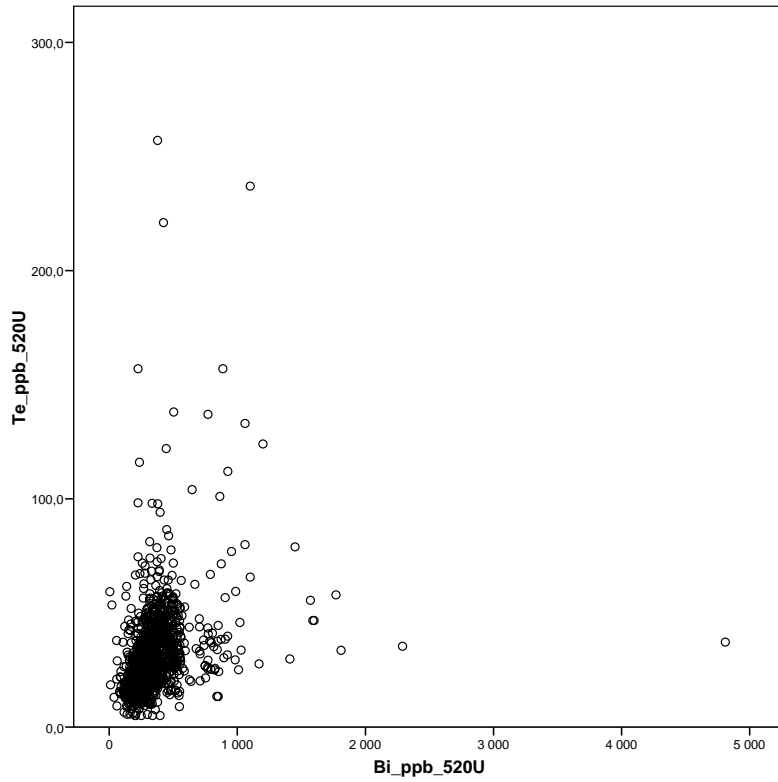
Te_ppb_520U





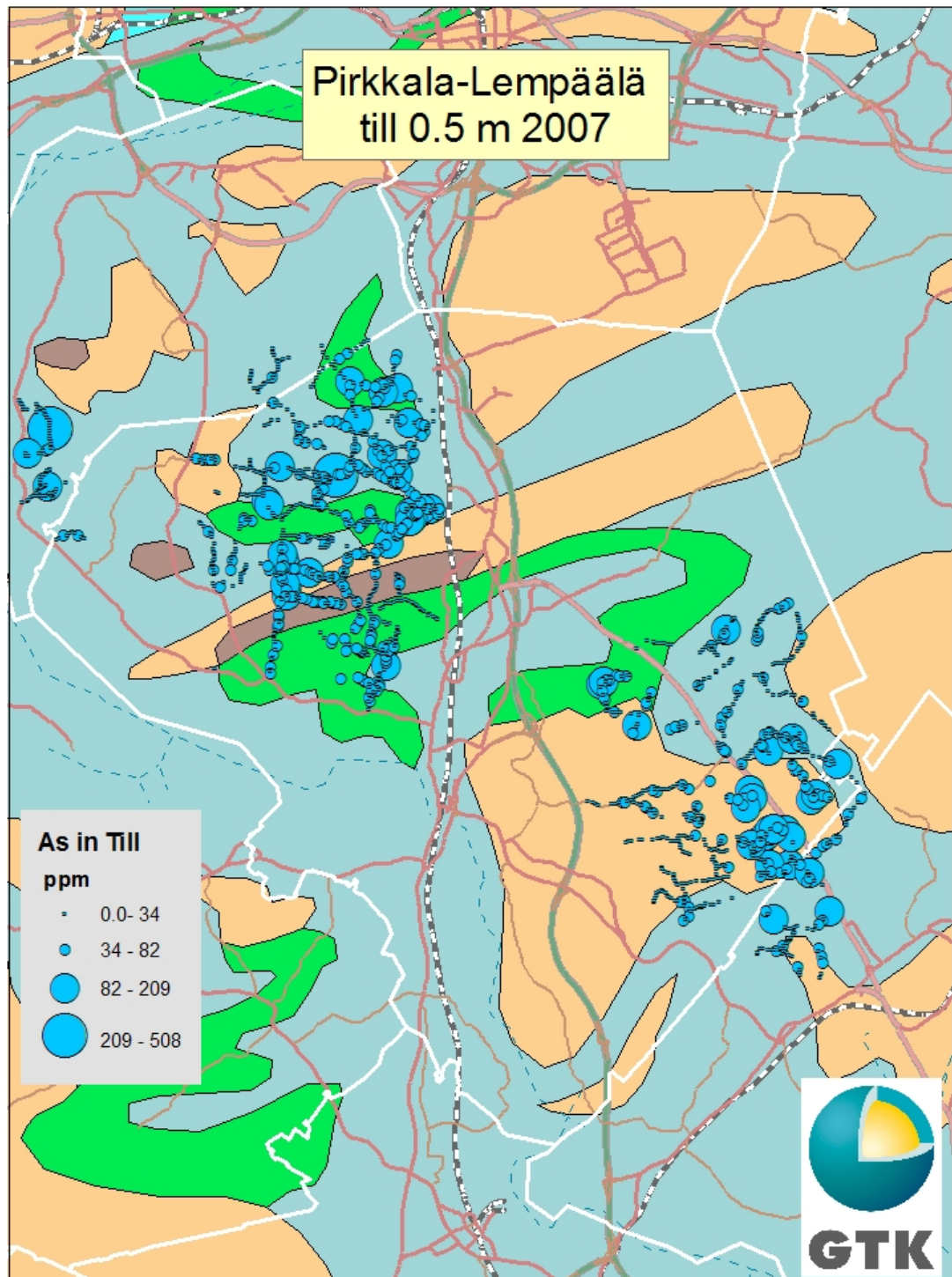
5.4 Valikoitujen metallien keskinäiset korrelaatiot



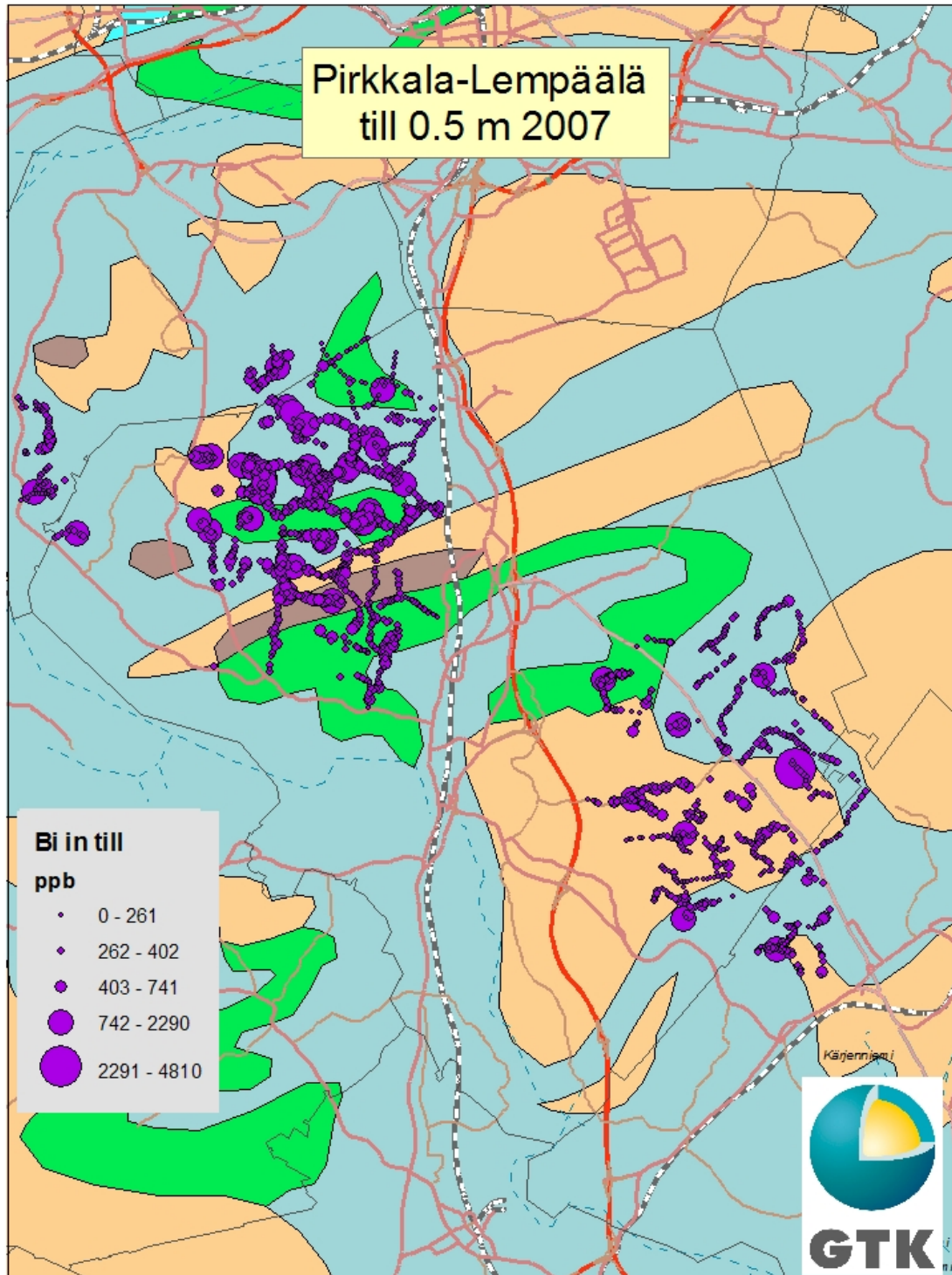


5.5 Geokemialliset kartat; valikoitujen metallien alueellinen vaihtelu.

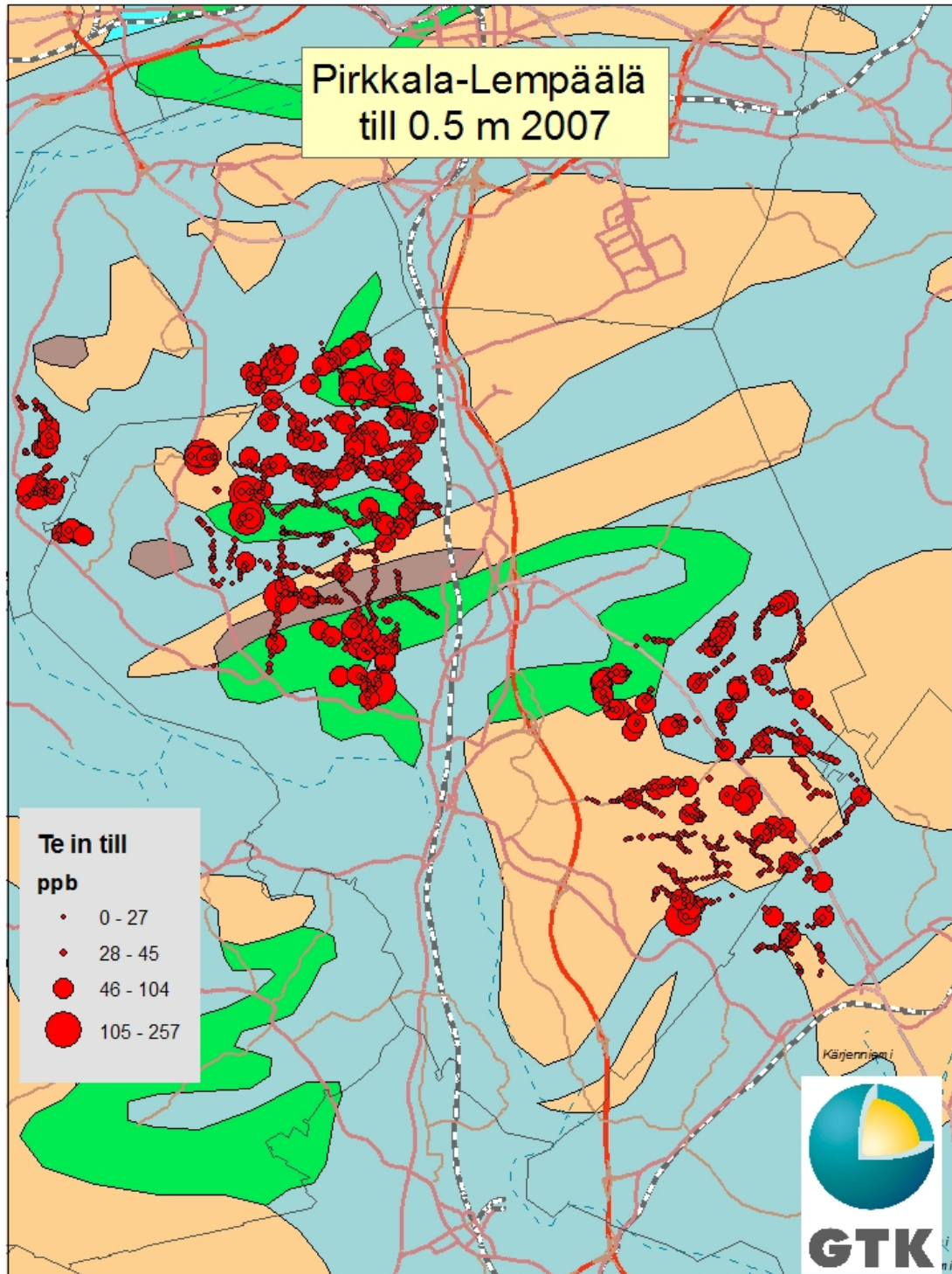
5.5.1 Arseni kallioperäkarttapohjalla



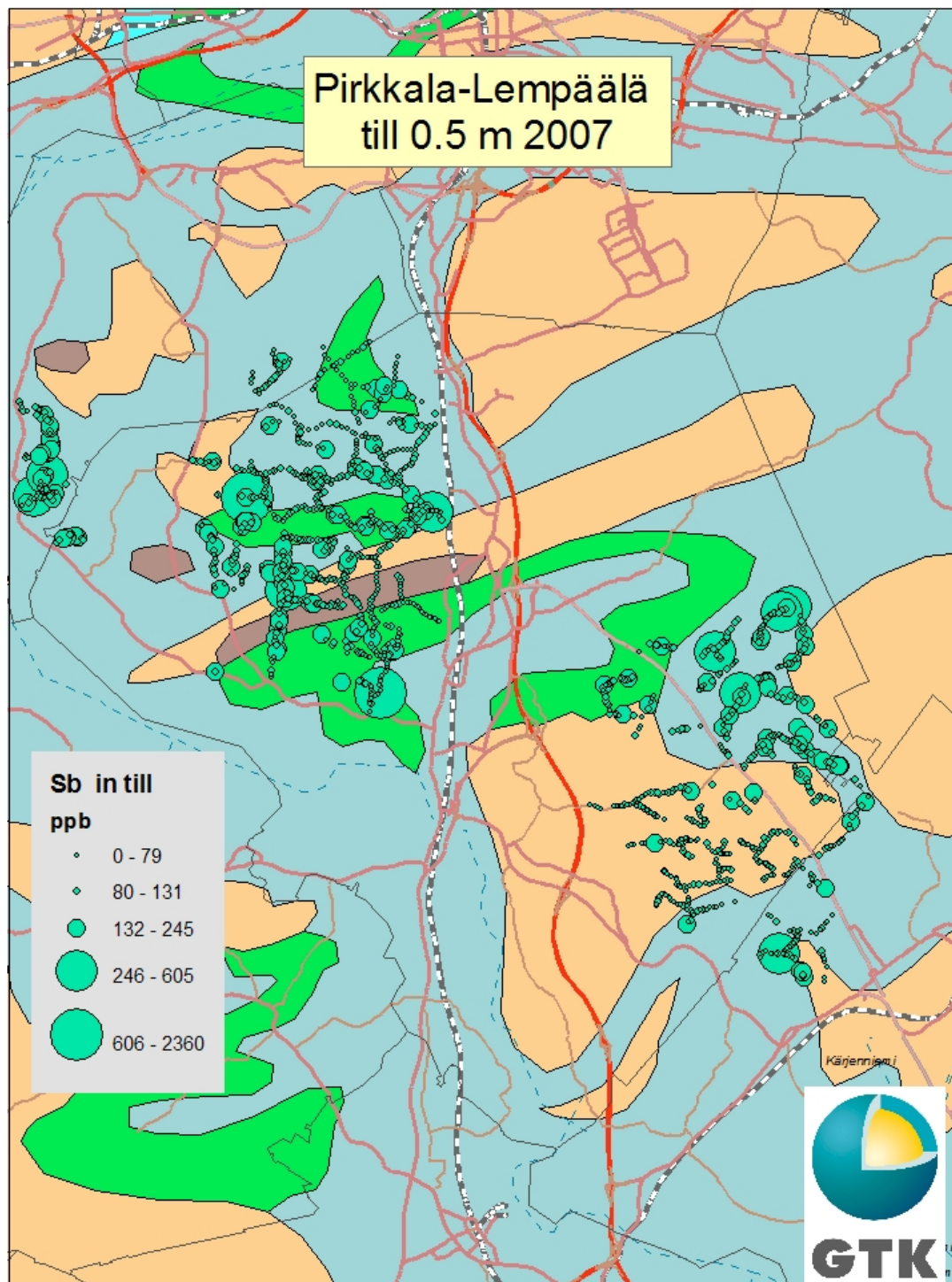
5.5.2 Vismutti kallioperäkarttapohjalla



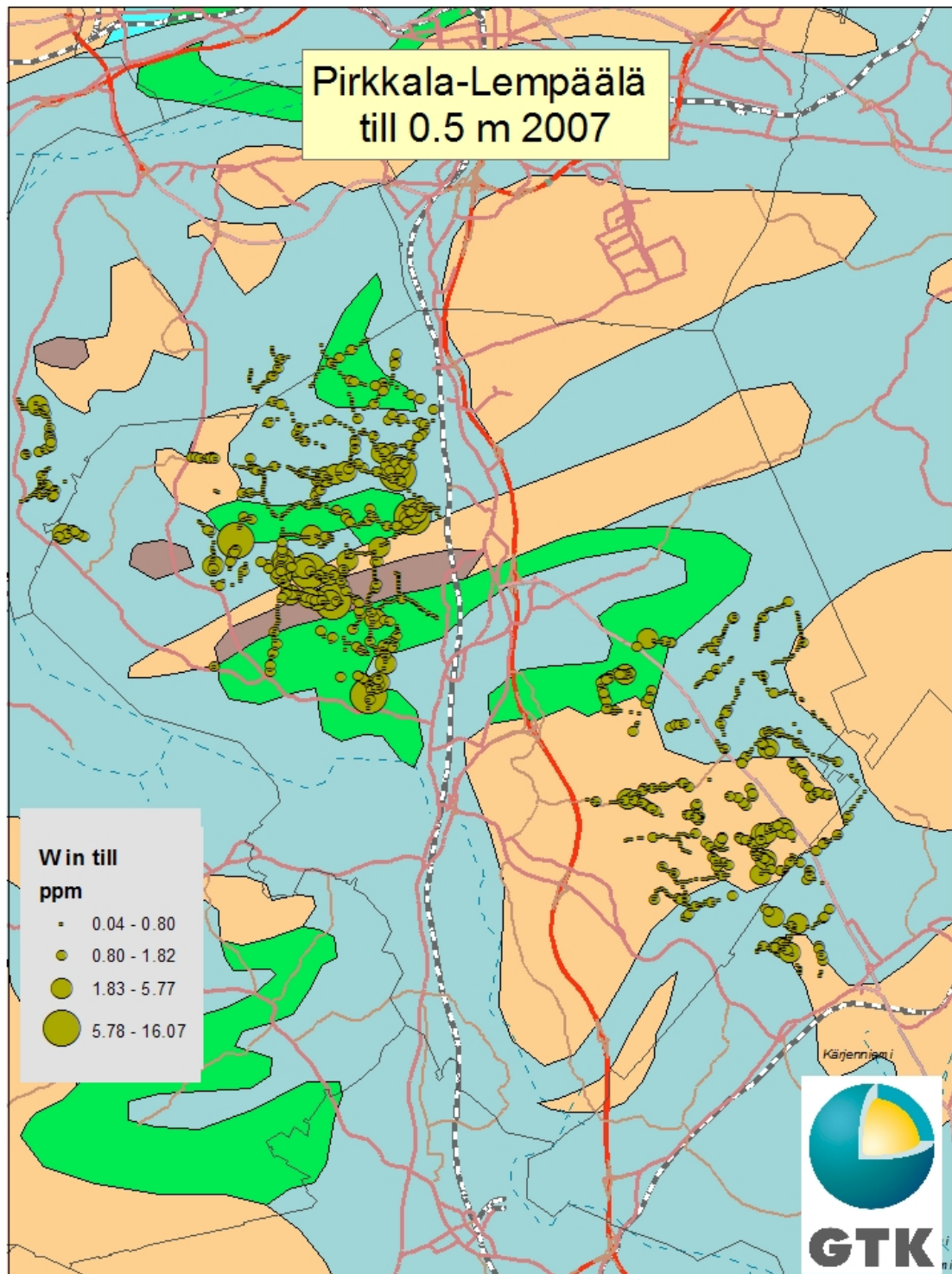
5.5.3 Telluuri kallioperäkarttapohjalla



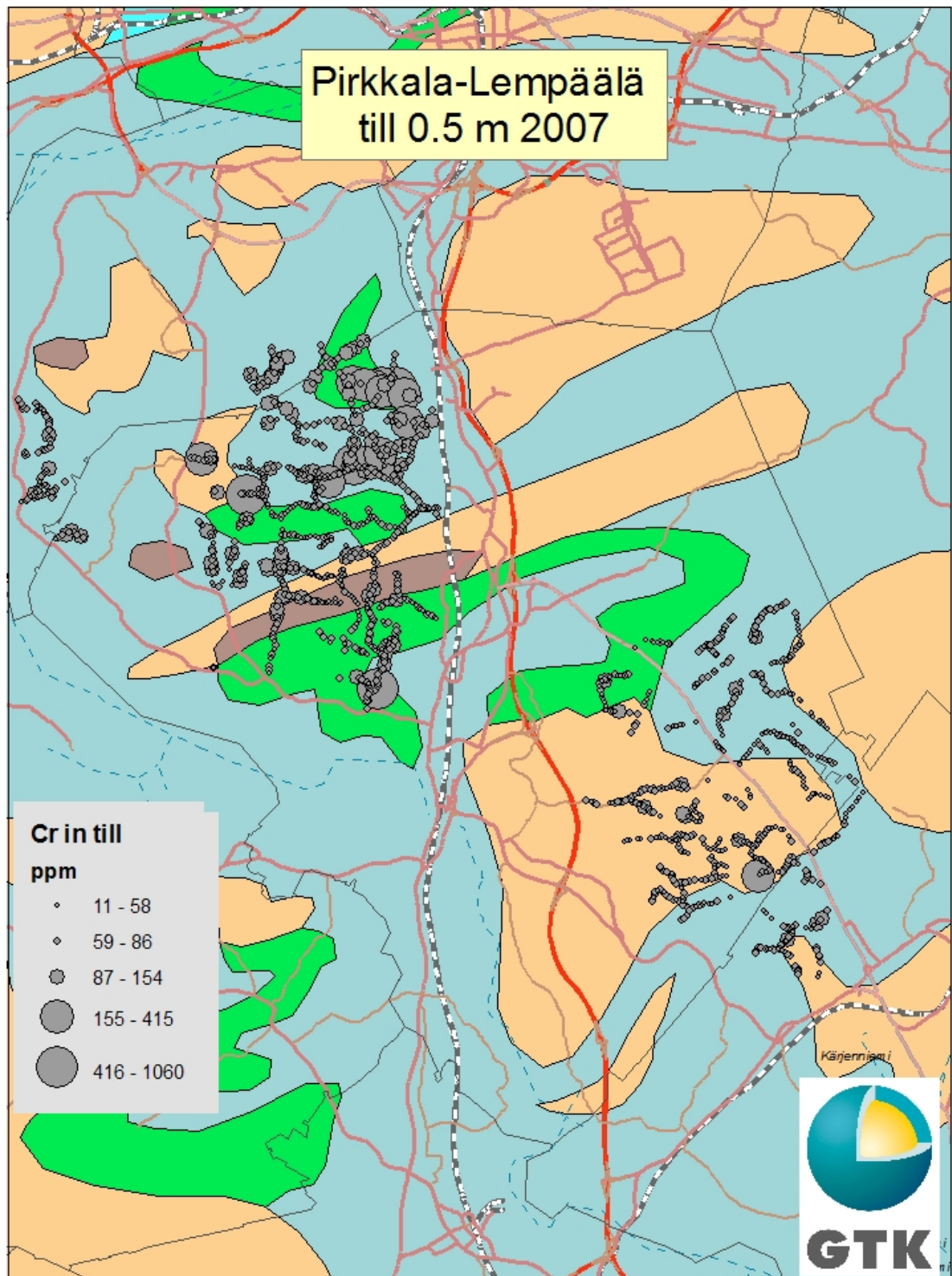
5.5.4 Antimoni kallioperäkarttapohjalla



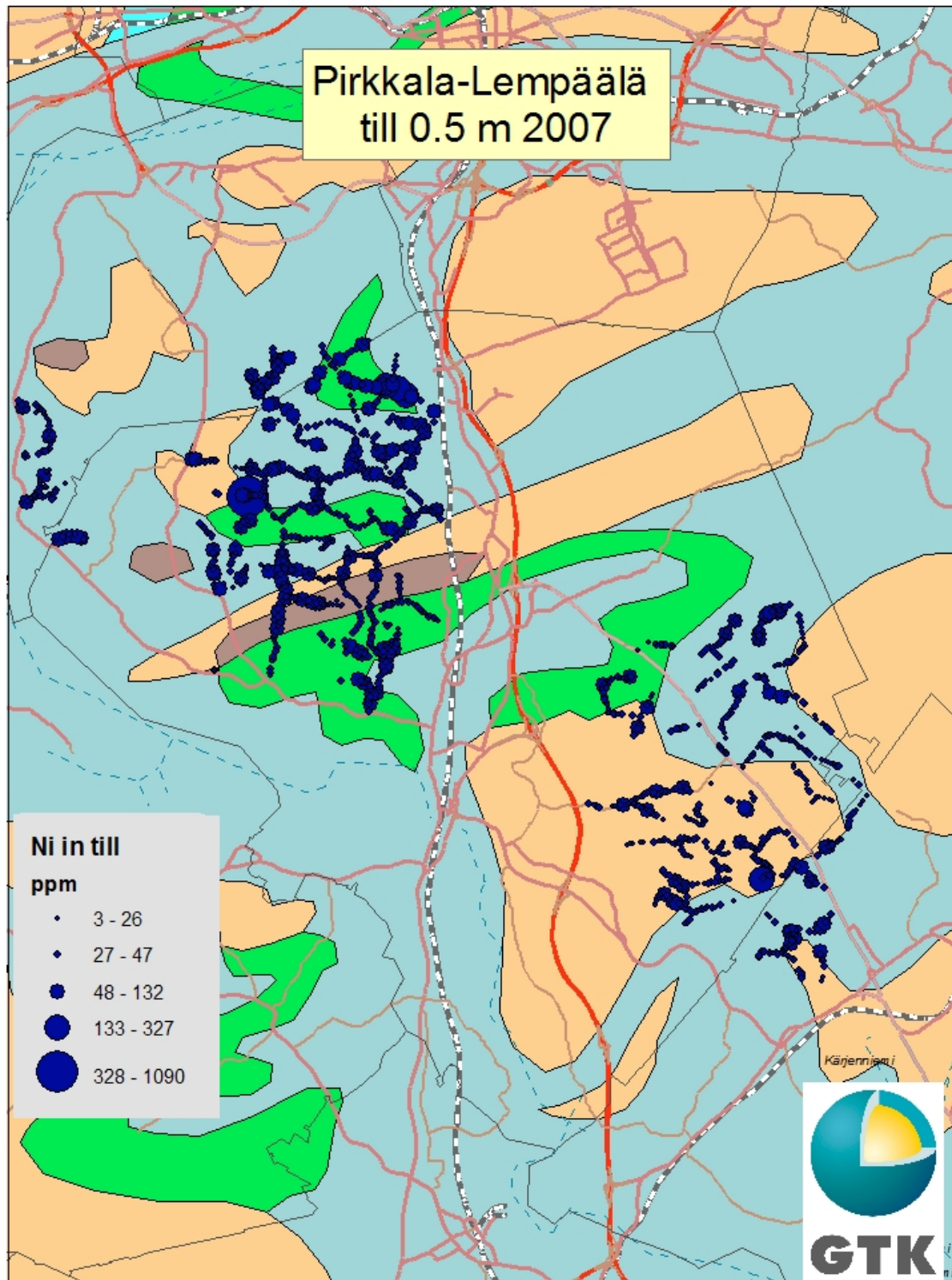
5.5.5 Wolframi kallioperäkarttapohjalla



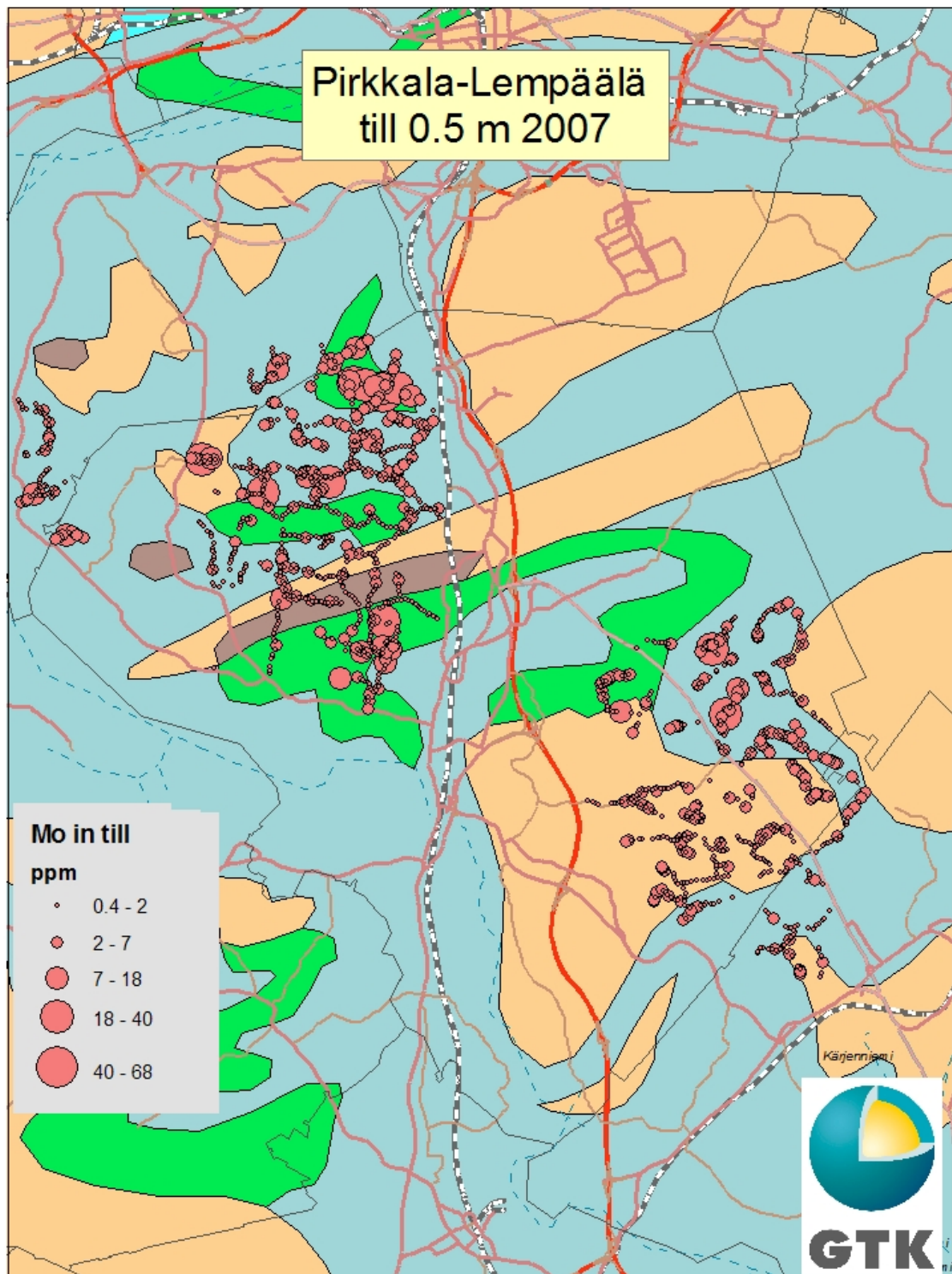
5.5.6 Kromi kallioperäkarttapohjalla



5.5.7 Nikkeli kallioperäkarttapohjalla



5.5.8 Molybdeeni kallioperäkarttapohjalla



5.6 Raportti kultapitoisten viitteiden etsinnästä Lempäälässä porakaivojen arseeniamomalioiden ja gabrokivien ympäristöistä, Kalevi Karttunen

Loka-marraskuussa 2007 on kartoitettu 2,5 viikkoa karttalehdellä 2123 07. Työ keskittyi lähes yksinomaan karttalehden alueelle, mutta osin myös sen länsipuolelle. Itäpuolisten 2123 10 ja 11 karttalehtien kohteet jäivät vielä käymättä. Keskeisin kartoituskohde oli lähes 10 km pitkä lounais-koillis suuntainen gabromuodostuma sekä kallioperäkartalle rajatut alueen pienemmät gabro/ dioriittimuodostumat.

Havainnot ja näytteet on kirjattu tunnuksilla 201-213-KRK-07. Kiinnostavia malmiviitteitä ei löytynyt.

Kartan 2123 07 keski- ja lounaisosissa ei malmiviitteitä juuri löytynyt, joskin lehden koillisosa on heikommin havainnoitu asutuksen vuoksi. Ainoa ”elonmerkki” on hiukan ruosteinen ja ruhjeinen paljastuma 205-KRK-07, jonka lähetyviltä myös pari lohkarenäytettä, 203, 204-KRK-07.

Karttalehden keskeltä on gabron poikki raivattu uusi latupohja N-S suunnassa Siisjärven itäpuolitse. Tässä on paljastunut runsaasti kiviainesta ja kalliotakin, josta kylläkin pari pientä heikosti mineralisoitunutta lohkaretta 201- ja 211-KRK. Gabro/dioriitti on yleensä melko heterogeeninen.

Karttalehtien 2123 07 ja 04 rajalla olevan gabron (x=6807) tienoilla on korkeita arseenipitoisuuksia porakaivoissa. Alueella ei As-kiisua näkynyt, mutta muutamia nikkeli-viitteitä löydettiin, näytteet 207-208-KRK. (Peltotielle ajetusta sepelissä (6806.700/2480.000) oli kiisuuntuneutta kiviainesta, mutta se ilmeisesti Piiponvuoresta).

Säjän koulun itäpuolella on ruosteisia liuskeita tieleikkauksissa.

Nurmen kylän erillinen pieni gabro (6804/2483) on yleensä keski-pienirakeinen, paikoin suuntautunut ja sisältää graniitti- ja kiillegneissiosueita. Graniittisulkeuman sisällä on vielä kiisuliuskeosue. Myös esim. aarin alaisia kiillegneissejä. Ei merkkejä Au-viitteistä.

Analyysi	tunnus	Kartta	x	y	Au µg/kg 512Ma	Pd µg/kg 512Ma	Pt µg/kg 512Ma	As mg/kg + 512P	Cu mg/kg + 512P	Ni mg/kg + 512P	S mg/kg + 512P	kivilaji	malmi	koko
L08005055	201-KRK-07	212307	6807256	2485184	4	56	4	1210	224	258	16100	gb(svg?)	skii,piro,aski,sat.rak	25x25
L08005056	202-krk-07	212307	6806859	2485218	2	39	4	<10	147	78	8800	ivulk/grauv?	h.kiisuja,kv-juonia	100x100, useita lohkar.
L08005057	203-krk-07	212307	6805917	2484635	422	11	2	384	82	45	3090	gb,hiert	h,magk,kv/gr-juonia	90x80
L08005058	204-krk-07	212307	6805588	2484529	7	3	1	27.2	42	14	2420	gb,hiert,(afb?)	skii,piro,aski,sat.rak	100x90,gr-juonia
L08005059	205-krk-07	212307	6805768	2484434	4	60	1	<10	29	15	2000	gb,hiert	magk,skii,h,piro	
L08005060	207-krk-07	212307	6807032	2480037	7	7	2	16.4	428	1000	12200	pyrgb	magk,piro	30x20 useita lohcareita
L08005061	208-krk-07	212307	6807033	2480045	27	16	4	40.8	1220	2700	28400	pyrgb	magk,cuki	40x25,ojassa
L08005062	210-krk-07	212307	6804716	2485888	2	17	<1	<10	121	50	14200	pyrgb	magk	70x30, useampia
L08005063	211-krk-07	212307	6805377	2485175	285	15	3	23700	41	53	9920	hiert.kivi,kvat.	aski,rikas	25x15
L08005064	212-krk-07	212307	6808150	2486866	127	8	<1	637	146	48	12600	gb,kv-gr-juonia	h. kiisuja	50x40
L08005065	213-krk-07	212307	6806330	2485904	4	15	2	75.7	48	48	8370	grdr, kv-j	h.magk,sat.aski	140x90
L08005066	218-KRK-07	212307	6807215	2485073	8	28	2	625	98	232	13400	karsi	magk, aski	50x40