

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
Etelä-Suomen yksikkö
M10.4/2007/72
Espoo

18.12.2007



Teollisuusmineraalivarojen kartoitus vuosina 2003-2007

Timo Ahtola, Olli Sarapää, Mauri Niemelä, Tapio Kuivasaari,
Risto Vartiainen, Panu Lintinen, Asko Käpyaho, Jukka
Reinikainen, Hannu Seppänen ja Jaana Lohva



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
18.12.2007

Tekijät Timo Ahtola, Olli Sarapää, Mauri Niemelä, Tapio Kuivasaari, Risto Vartiainen, Panu Lintinen, Asko Käpyaho, Jukka Reinikainen, Hannu Seppänen ja Jaana Lohva		Raportin laji M10.4 Loppuraportti	
		Toimeksiantaja GTK	
Raportin nimi Teollisuusmineraalivarojen kartoitus vuosina 2003-2007			
Tiivistelmä Hankkeen kesto oli viisi vuotta (2003-2007). Hankkeen yleisenä tavoitteena oli yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tarvitsemien teollisuusmineraalivarojen saatavuuden ja niiden kestävä käytön varmistaminen sekä teollisuusmineraaliraaka-aineiden laajempi tunnettavuus Suomessa. Hankkeen päämääränä oli selvittää teollisuusmineraalivaroja, paikantaa kaivostoimintaan johtavia esiintymiä, etenkin pigmenttimineraaliesiintymiä (kalsiitti, ilmeniitti, kaoliini, talkki) ja harvinaisia metalleja (Ta, Li, Be) sisältäviä pegmatiittiesiintymiä. Hankkeen päätutkimuskohteita olivat Lounais-Suomen karbonaattikivet, Kaustisen alueen Li-pegmatiitit, Peräpohjan liuskealueen dolomiitit ja talkki, Keski-Lapin kaoliinit sekä Virtasalmen ja Sievin alueiden karbonaattikivet. Raportoiduista kohteista Kuovilan ja Kalkkimäen korkealaatuiset kalsiittiesiintymät ovat jo siirtyneet yhtiöiden haltuun. Reutuaavan valkoisesta dolomiittiesiintymästä valmistui myyntiraportti vuoden 2007 lopussa. Lumikan-kaan ilmeniitti-apatiittiesiintymän ja Virtasalmen kalsiitti-dolomiittiesiintymien varannot ovat mittavia tulevaisuuden raaka-ainereservejä. Sievin alueelta onnistuttiin paikantamaan pitkä karbonaattikivijakso, ja Sallasta raportoi-tiin Vittajängän kaoliiniesiintymä. Kaustisen alueelta on paikannettu uusia Li-pegmatiittijuonia, joiden osalta tutkimukset jatkuvat.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Malminetsintä, teollisuusmineraalit, karbonaattikivet, Li-pegmatiitit, kalsiitti, dolomiitti, spodumeeni, talkki, ilmeniitti, kaoliini			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi			
Karttalehdet			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi M10.4		Arkistotunnus M10.4/2007/72	
Kokonaissivumäärä 45	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue ESY/211, ISY/401, PSY/501		Hanketunnus 2109000 (2003-2004) & 2902000 (2005-2007)	
Allekirjoitus/nimen selvennys Geologi Timo Ahtola		Allekirjoitus/nimen selvennys	

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.

18.12.2007

Authors Timo Ahtola, Olli Sarapää, Mauri Niemelä, Tapio Kuivasaari, Risto Vartiainen, Panu Lintinen, Asko Käpyaho, Jukka Reinikainen, Hannu Seppänen and Jaana Lohva		Type of report M10.4 Final report	
		Commissioned by GTK	
Title of report Industrial mineral exploration in 2003-2007			
Abstract The target of this project was to explore industrial mineral raw materials, to ensure the sustainable utilization of these commodities and to increase general knowledge of industrial minerals and their potential in Finland. The main targets for exploration were carbonate rocks in South-Western Finland, spodumene pegmatites in Kaustinen area, dolomites and talc in Peräpohja schist belt, kaolin in Central Lapland and carbonate rocks in Virtasalmi and Sievi areas.			
Keywords Mineral exploration, industrial minerals, carbonate rocks, Li-pegmatites, calcite, dolomite, spodumene, talc, ilmenite, kaolin			
Geographical area Finland			
Map sheet			
Other information			
Report serial M10.4		Archive code M10.4/2007/72	
Total pages	Language	Price	Confidentiality public
Unit and section Espoo Unit/211, Kuopio Unit/401, Rovaniemi Unit/501		Project code 2109000 (2003-2004) & 2902000 (2005-2007)	
Signature/name Geologist Timo Ahtola		Signature/name	

Sisällysluettelo

Kuvailulehti

Documentation page

1	JOHDANTO	1
1.1	Tausta ja tavoite	1
1.2	Hankkeen organisaatio	1
2	SUORITETUT TUTKIMUKSET	3
2.1	Geofysikaaliset mittaukset	3
2.2	Geologinen kartoitus	8
2.3	Kairaus	9
2.4	Mineralogia ja kemialliset analyysit	9
2.5	Rikastuskokeet	9
2.6	Mineraalivarantoarviot	9
2.7	Raportointi ja aineiston dokumentointi	11
3	TUTKIMUSKOHEET	11
3.1	Etelä-Suomen yksikkö	11
3.1.1	Karbonaattikivet	12
3.1.2	Ilmeniitti	17
3.1.3	Li-pegmatiitit	19
3.1.4	Kaoliini	22
3.2	Pohjois-Suomen yksikkö	22
3.2.1	Kaoliini	23
3.2.2	Talkki	24
3.2.3	Karbonaattikivet	25
3.2.4	Muut	26
3.3	Itä-Suomen yksikkö	27
3.3.1	Karbonaattikivet	28
4	TILAUSTUTKIMUKSET	29
5	JATKOTUTKIMUSKOHEITA	29
5.1	Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Pohjois-Suomen yksikön alueella	30
5.2	Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Itä-Suomen yksikön alueella	31
5.3	Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Etelä-Suomen yksikön alueella	31
6	LIITTYÄ	32
6.1	Julkaisut	32
6.2	Raportit	33
6.3	Tilaustutkimusraportit	38
6.4	Esitelmät, esittelyt, ekskursionit ja workshopit	38

KIRJALLISUUSLUETTELO



1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoite

Viisivuotinen (2003-2007) teollisuusmineraalivarojen kartoitushanke on jatkoa vuosina 1998-2002 toimineelle hankkeelle (Sarapää ym. 2003). Hanke muuttui vuoden 2005 alusta valtakunnalliseksi ja samalla sen nimi vaihtui. Hankkeen yleisenä tavoitteena on yhteiskunnan ja elinkeinolämän tarvitsemien teollisuusmineraalivarojen saatavuuden ja niiden kestävä käytön varmistaminen sekä teollisuusmineraaliraaka-aineiden laajempi tunnettavuus Suomessa. Hankkeen päämääränä oli selvittää teollisuusmineraalivarantoja, paikantaa kaivostoimintaan johtavia esiintymiä, etenkin pigmenttimineraaliesiintymiä (kalsiitti, ilmeniitti, kaoliini, talkki) ja harvinaisia metalleja (Ta, Li, Be) sisältäviä pegmatiittiesiintymiä. Hankkeen tehtäviin kuuluivat lisäksi teollisuusmineraalien etsintämenetelmien kehittäminen ja esiintymien geologinen mallintaminen, ja sille kuului myös teollisuusmineraalitutkimuksen kehittämisvastuu GTK:ssa sekä teollisuusmineraaleihin liittyvät tilaustutkimukset. Lisäksi päämääränä on kerätä tiedot Suomen tärkeimmistä teollisuusmineraaliesiintymistä. Tässä raportissa esitetään yhteenveto tutkimuksista ja niiden tuloksista aluetoimistoittain sekä jatkotutkimussuunnitelma.

1.2 Hankkeen organisaatio

Hanke toimi vuoteen 2004 asti Espoon yksikön alueella hankenumerolla 2109000, jonka jälkeen se 2005 muuttui valtakunnalliseksi toimien Etelä-, Pohjois- ja Itä-Suomen yksiköiden alueilla hankenumerolla 2902000. Hankkeen muuttuessa valtakunnalliseksi, sitä johdettiin Etelä-Suomen yksiköstä. Hankkeen toimintamenot (palkat ja tutkimuskulut) resursoitiin vastuualueittain työntekijän toimipaikan mukaisesti. Kairaukset ja mittaukset resursoitiin hankkeelle 2902000. Hankepäällikkönä toimi 2003-2005 Olli Sarapää ja 2006-2007 Timo Ahtola. Pohjois-Suomen alueellisena vastuuhenkilönä toimi Risto Vartiainen ja hänen sijaisenaan Panu Lintinen. Itä-Suomen alueellisena vastuuhenkilönä toimi Mauri Niemelä. Työskentely tapahtui tiimityönä, mutta kuitenkin siten, että kullekin tutkimuskohteelle oli määrätty geologi, joka vastasi kohteen tutkimuksista ja raportoinnista.

Kokonaistyöaika hankkeelle 2003-2007 oli 59 henkilötyövuotta. Tästä varsinaisen hankeryhmän osuus oli 32 htv. Teknisten palvelujen (kairaus ja mittaus) osuus oli 19 htv. Taulukossa 1. ja 2. esitetään yhteenveto hankkeen henkilöresursseista hankeryhmän osalta ja toimialoittain.

Taulukko 1. Hankeryhmän työntekijät henkilötyövuosittain (htv) vuosina 2003-2007.

	2003htv	2004htv	2005htv*	2006htv	2007htv
Ahtola Timo	0,77	0,76	0,86	0,79	0,69
Ahtonen Niina					0,04
Ajlani Mirjam	0,11	0,07	0,11	0,04	0,01
Alanen Juhani	0,22	0,06			
Alviola Reijo	0,62	0,35			
Herola Erkki	0,70	0,81	0,72	0,57	0,19
Isomaa Jorma				0,07	
Karimerto Pekka	0,55	0,46	0,79	0,74	0,42
Kaunismäki Jukka	0,67	0,66	0,65	0,67	0,55
Kausiapulainen	0,21	0,23	0,24	0,28	0,23
Keskitalo Ilkka			0,02	0,02	0,02
Koistinen Esko	0,08		0,16	0,37	0,09
Kontio Matti			0,25	0,04	
Kuivasaari Tapio		0,03	0,09	0,03	0,17
Käpyaho Asko			0,40	0,50	0,45
Kärkkäinen Niilo		0,02			
Lehtinen Markku	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Lintinen Panu			0,61	0,48	0,40
Lohva Jaana	0,34	0,46	0,48	0,43	0,23
Niemelä Mauri			0,52	0,56	0,67
Perttunen Vesa			0,23		
Pirinen Heikki				0,14	0,03
Rask Markku			0,24	0,12	
Reinikainen Jukka	0,45	0,64	0,51	0,07	0,27
Salmirinne Heikki			0,01	0,01	0,00
Sarapää Olli	0,82	0,76	0,74	0,10	0,03
Seppänen Hannu	0,61	0,56	0,52	0,40	0,44
Tegist Chernet	0,25	0,12	0,21	0,08	0,05
Telkkälä Pertti			0,09	0,05	0,03
Thair Al-Ani	0,32	0,45	0,30	0,36	
Toivanen Pentti		0,07			0,01
Vartiainen Risto			0,39		0,07
Yhteensä	6,74	6,49	9,14	6,91	5,11

*hanke muuttui valtakunnalliseksi

Taulukko 2. Hankkeen 2902000 työajat toimialoittain vuosina 2003-2007.

	2003htv	2004htv	2005htv	2006htv	2007htv	Yht.
KARA, hankeryhmä	6,03	5,88	8,29	6,75	4,89	31,85
T&K, varantoarvioita	0,08		0,16	0,37	0,09	0,70
Laboratorio (mm.rikastus)	0,83	0,29	1,29	0,59	0,62	3,62
Geofyysikot	0,35	0,02	0,51	0,43	0,23	1,54
Kairaus ja mittaus	2,83	4,54	5,01	3,49	3,42	19,29
Tietopalvelut (kartanpiirto ym)	0,35	0,37	0,14	0,09	0,05	1,00
Lopen kairasydänvarasto	0,06	0,06	0,08	0,05	0,05	0,29
Muut	0,04	0,16	0,25	0,18	0,02	0,65
Yhteensä	10,57	11,32	15,74	11,95	9,37	58,95

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET

2.1 Geofysikaaliset mittaukset

Hankkeessa geofysikaalisia menetelmiä on käytetty karbonaattikivien, ilmeniitin, litiumpegmaattien ja kaoliinin etsintään. Taulukossa 3 on esitetty ne tutkimuskohteet, joissa on tehty geofysikaalisia maanpintamittauksia.

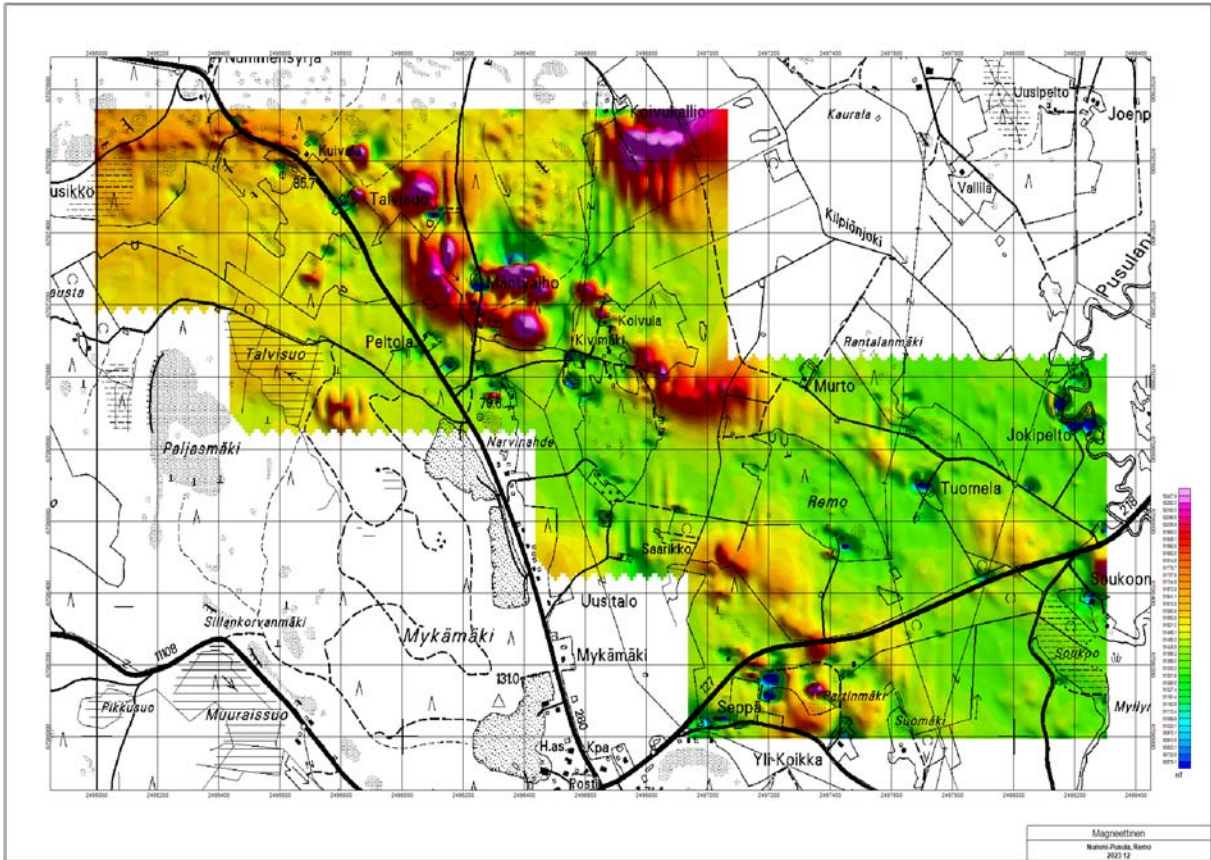
Karbonaattikivet

Karbonaattikivet eivät tule suoraan näkyviin geofysikaalisissa mittauksissa. Ne sijoittuvat magneettisesti neutraaleille alueille, eivätkä aiheuta sähköisiä johde- tai painovoima-anomalioita. Geofysikaalisia matalalentokarttoja ja maapintakarttoja voidaan kuitenkin hyödyntää karbonaattikivien etsinnässä. (Lohva, J. and Sarapää, O., 2002)

Lounais-Suomessa Uudenmaan liuskealueella Kiskon alueella sekä Länsi-Suomessa Vampulan alueella magneettikenttäkarttoja on käytetty karbonaattikivien paikantamiseen ja poimurakenteiden selvittämiseen, sillä karbonaattikivien sivukivet sisältävät kiisupiroitteita, joita karbonaattikivet seuraavat (kuva 1). Vampulan alueelle tehtiin tihennetty lentomittaus vuonna 2003.

Taulukko 3. Hankkeen 2902000 geofysikaaliset maastomittaukset vuosina 2003-2007.

Kohde	Yksikkö	Mineraali	Vuosi	Menetelmä	Pinta-ala
Kalkkimäki	ESY	karb.	2003	gr	1.6 km ²
Kiimasuo 1	ESY	karb.	2003	mg+sl	4 km ²
Kärkelä	ESY	karb.	2003	mg+sl	4 km ²
Remo	ESY	karb.	2003	mg+sl+gr	3 km ²
Vampula ym.	ESY	karb,Ti,kaol	2003	mg+sl+gr	profiilit 50 km
Lumikangas	ESY	Ti	2004	mg+sl+gr	5 km ²
Kiimasuo 2	ESY	karb.	2004	mg+sl	7.5 km ²
Matkussuo	ESY	kaol.	2004	mg+gr+sampo	profiilit 26 km
Pompus	ESY	karb.	2004	mg+sl	1.5 km ²
Hennijoki	ESY	karb.	2004	mg+sl+gr	profiilit 7 km
Vehka-alho	ESY	Ti	2004	mg+sl+gr	profiilit 4 km
Matoneva	ESY	Spod	2004	gr	profiilit 4.5 km
Päiväneva	ESY	Spod	2004	gr	profiilit 8 km
Kehäkangas	ESY	Spod	2004	gr	profiilit 1 km
Pitkäkangas	ESY	Spod	2004	gr	profiilit 3 km
Latokangas	ESY	Ti	2005	mg+sl+gr	profiilit 3 km
Meriläisenneva	ESY	Ti	2005	mg+sl+gr	4 km ²
Päiväneva	ESY	Spod	2005	mg+ gr	3 km ²
Rånäs	ESY	karb.	2005	mg+ sl	4.6 km ²
Putteinkangas	ESY	Ti	2006	mg+sl+gr	2.5 km ²
Ruohojärvet	ESY	Spod	2006	mg+ gr	1 km ²
Ärmätinkangas	ESY	Ti	2006	mg+sl+gr	2.3 km ²
Vintturi	ESY	Spod	2006	mg+ gr	1 km ²
Suurisuo	ESY	Ti	2007	mg+sl+gr	7.3 km ²
Isomaa	ISY	karb.	2005	mg+sl	3.5 km ²
Pikipannu	ISY	karb.	2006	mg+sl	7 km ²
Reiko	ISY	karb.	2007	mg+sl	0.5 km ²
Aittosaari	ISY	karb.	2007	mg+sl	1.8 km ²
Reutuaapa	PSY	karb	2006	mg+vlf-r+gr	2,4 km ²
Poikkimaat	PSY	karb,tlk	2006	mg+vlf-r+gr	profiilit 8.4 km
Haukitaipale	PSY	karb,tlk	2006	mg+vlf-r+gr	profiilit 3.6 km
Nosanmaa	PSY	karb	2007	mg+vlf-r+gr	4.28 km ²



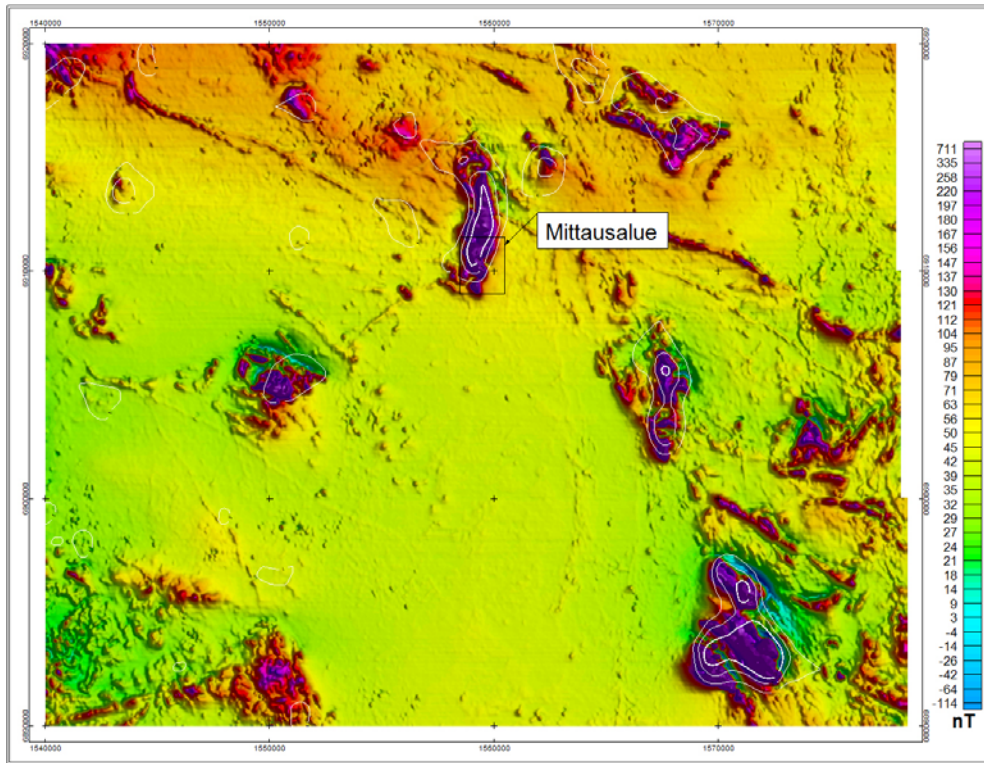
Kuva 1. Remon magneettikenttäkartta.

Sähkömagneettisilla slingram-kartoilla paikannettiin johtavat kiisupiroitteet, joita karbonaattikivet ei-johtavina seuraavat. Painovoimamittauksia tehtiin vain muutamalle alueelle, lähinnä profiilimittauksina. Profiilimittauksien tarkoituksena oli painovoimatulkinnan avulla määrittää irto- maapinnan paksuus.

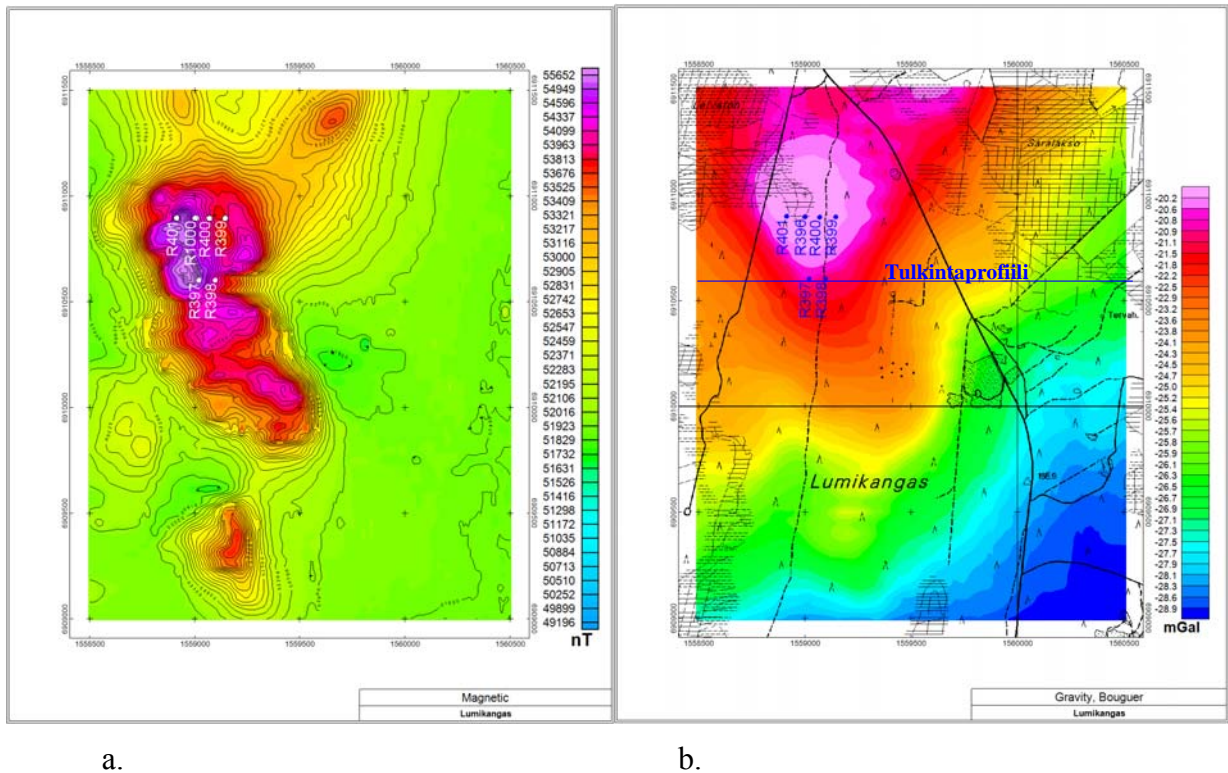
Ilmeniitti

Matalalentogeofysiikan avulla tehtyjä ns. ennustekarttoja on käytetty apuna ilmeniittipotentialisten alueiden esiselvityksessä. Ennustekartoissa on käytetty matalalentomagneettisen ja alueellisten painovoimamittausten (6 pistettä/km) yhdistelmäkarttaa. Ilmeniittipotentialiset alueet erottuvat magneettisina ja painavina anomalia-alueina (kuva 2). Ei-johtava, voimakkaasti magneettinen gabromuodostuma aiheuttaa matalalento sähkömagneettisella reaalikartalla voimakkaan ei-johtavan anomalian. Ilmeniittitutkimukset keskittyivät lähinnä Kälviä-Halsua-Reisjärvi-alueelle ja tutkimuksia jatkettiin ko. alueelta myös länteen. Ullava-Kaustinen-alueelle tehtiin uusi tihennetty (linjaväli 50 m) matalalentomittaus vuonna 2005.

Maastomittauksia tehtiin myös Kauhajoen Lumikankaalla. Maanpintamagneettisessa kartassa (kuva 3a) Lumikankaan yleiset happamat ja intermediaariset metavulkaniitit sisältävät hienoraakeista magnetiittia, aiheuttaen samanlaisia magneettisia anomalioita kuin ilmeniittigabrot. Ko. alueen painovoimakartalta (kuva 3b) erottuvat ilmeniittigabrot ympäristöään painavampina alueina.



Kuva 2. Matalalentomittausten magneettiset maksimianomaliat ja alueellisen painovoima-aineiston 2. vertikaaliderivaatan positiiviset sama-arvokäyrät osoittavat potentiaaliset ilmeniitti-kohteet kartalehdellä 1234.

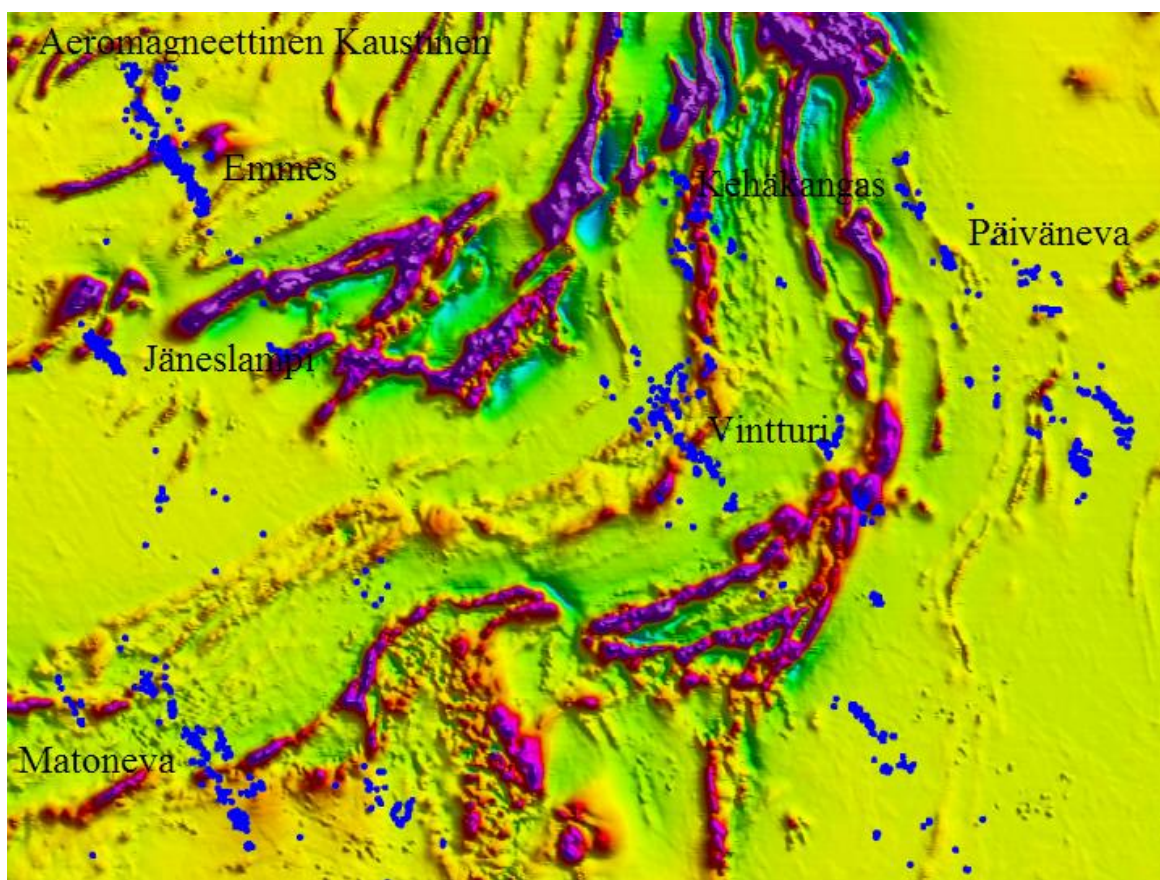


Kuva 3. Lumikankaan ilmeniittiesiintymä magneettisella (a) ja gravimetrisellä (b) maanpintamittaustarkalla.

Litium-pegmatiitit

Pegmatiitit eivät tule suoraan näkyviin geofysikaalisissa mittauksissa. Niiden näkyminen geofysiikalla riippuu täysin ympärillä olevista kivilajeista, koska itse pegmatiitit sijoittuvat magneettisesti neutraaleille alueille, eivätkä aiheuta sähköisiä johde- tai painovoima-anomaliaita.

Litiumia sisältävien pegmatiittien etsintä keskittyi Kaustisen alueelle. Alueella tehtiin tihennetty lentomittaus vuonna 2005 (kuva 4). Maanpintamittaus painovoimaprofiileja tehtiin Matonevan, Päivänevan, Kehäkankaan ja Pitkäkankaan alueilla. Profiileista tehtiin painovoimatulkintoja lähinnä maapeitteen paksuuden selvittämiseksi. Tarkoituksena oli saada selville näkyisivätkö pegmatiitit pieninä kohoumina tulkitussa kalliopinnan topografiassa.



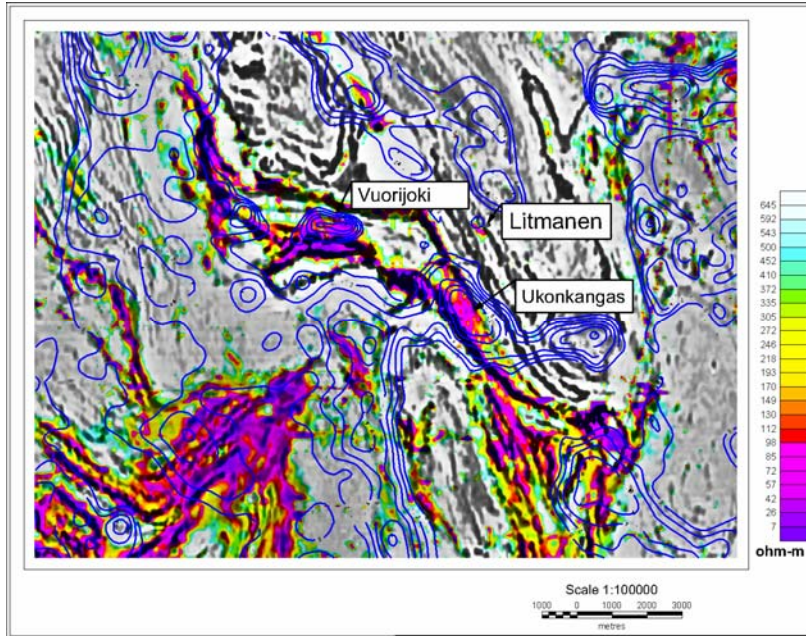
Kuva 4. Kaustisen alueen uusi tihennetyllä linjavälillä tehty matalalentomagneettinen kartta, johon on merkitty tutkimuskohteet ja sinisillä ympyröillä alueelta löydetyt spodumeenipegmatiittilohkareet.

Kaoliini

Kaoliininetsintä oli edellisessä hankkeessa lähinnä ns. ennustekarttojen laatimista. Virtasalmen aluetta, jossa on useita kaoliinikohteita, on käytetty ennustekarttojen kehittelyyn. (Sarapää, O., Lohva, J., et al., 1999). Kaoliinin ennustekartoista kaoliinipotentialeiksi on arvioitu alueet, jotka matalalentogeofysiikan (magneettinen ja sähkömagneettinen) sekä alueellisten painovoimamittausten perusteella erottuvat ympäristöstään sähköä hyvin johtavina, ei magneettisina ja painovoimainimin alueina. Kuvaan 5 on merkitty tunnetut Virtasalmen alueen kaoliinikohteet; Vuorijo-

ki, Litmanen ja Ukonkangas. Tarkemmissa kohteellisissa tutkimuksissa käytetään maanpintamittauksina magneettista, slingram- ja painovoimamenetelmiä.

Länsi-Suomessa lähinnä Vampulan alueella mitattiin ennustekarttojen perusteella geofysiikan tunnusteluprofiileja vain Matkussuon alueella (taulukko 3)



Kuva 5. Virtasalmen alueen geofysikaalinen ennustekartta.

Ennustekarttojen kehittelyn tuloksena geofysiikan eri menetelmiä käytetään menestyksekkäästi kaoliinin etsinnässä. Päämenetelmä on painovoimamenetelmä, koska alhaisen tiheyden omaava kaoliini aiheuttaa negatiivisen usein 1-2 mGal Bouguer anomalian. Painovoimamenetelmä ei yksinään riitä, sillä sekä rikkonainen kallio että maapeite aiheuttavat samanlaisen anomalian. Lisäksi tarvitaan sähkömagneettisia menetelmiä, sillä kaoliinin ominaisvastus vaihtelee 15-100 ohm. Kaoliini ei ole magneettista.

2.2 Geologinen kartoitus

Hankkeen perustoimintona oli pääasiassa tutkimusvaraus- ja valtausalueiden kohteelliset tutkimukset, joiden valinnan perustana oli alueellinen kartoitus. Li-pegmatitti-, ilmeniitti- ja osin myös karbonaattikivikohteissa lohkarekartoituksen merkitys oli suuri. Kohteellisessa tutkimuksessa kartoitettiin kunkin esiintymän paljastumat. Kartoitusmittakaavana käytettiin 1:4000 ja 1:5000. Havainnot paikannettiin GPS:llä. Detaljikartoitukset tehtiin tarkkuus GPS:llä mittakaavaan 1:200. Kartat on esitetty opinnäytetöissä ja esiintymien valtausraporteissa.

2.3 Kairaus

Karbonaattikivi-, talkki-, kaoliini-, Li-pegmatiitti- ja ilmeniittiesiintymien etsinnässä ja inventoinnissa käytettiin sekä GTK:n että ulkopuolisten urakoitsijoiden timanttikairauskalustoa. Vuosina 2003 - 2007 kairattiin hankkeella 2109000/2902000 yhteensä 39,6 km (taulukko 4). Kairauksen merkitys on tutkimuksissa ollut ensiarvoisen tärkeä, sillä se on edelleen ainoa luotettava keino kartoitettaessa ja arvioitaessa esiintymiä.

2.4 Mineralogia ja kemialliset analyysit

Karbonaattikivien, Li-pegmatiittien, ja ilmeniittigabrojen sekä talkin ja kaoliinin isäntäkivien mineralogia; mineraalikoostumus, esiintymistapa ja raekoko tutkittiin kiillotetuista ohuthieistä mikroskoopilla. Mineraalien kemiallinen koostumus määritettiin GTK:n mineralogian laboratoriossa SEM:llä ja/tai elektronimikroskoopilla. Röntgendiffraktometrillä määritettiin dolomiitin ja kalsiitin määräsuhteita, sekä wollastoniitin määrää. Kemiallisten analyysien päämenetelmät olivat XRF (175X) ja osittaisliuotus (406P, 307P). Tulokset on esitetty valtausraporttien liittyvä-aineiston raporteissa.

2.5 Rikastuskokeet

Rikastuskokeet, jotka koskivat lähinnä karbonaattikiviesiintymiä tehtiin 2003-2004 GTK:n mineralogian laboratoriossa Espoossa ja 2005 lähtien GTK:n mineraalitekniikan laboratoriossa Outokummussa (Mintek). Niistä on laadittu erillisraportit (Chernet 2003, 2004, 2005, 2006 ja 2007) samoin kuin Lumikankaan ilmeniitin mineralogiasta. Karbonaattikivien rikastuskokeet on tehty vaahdottamalla murskatuista ja jauhetuista kairasydännäytteistä, jotka edustavat kunkin esiintymän tyypillistä kalsiittikiveä. Rikasteista tehtiin kemialliset analyysit ja mikrojouhituksen jälkeen ISO-vaaleus ja keltaisuusmääritykset. Ennen rikastuskokeiden tekemistä tutkittiin kiven mineralogia. Mintekissä tehtiin lisäksi Kuovilan kalsiittikivinäytteestä Mini Pilot mitataavainen ajo kiven prosessoitavuuden testaamiseksi (Knuutinen ym. 2005).

2.6 Mineraalivarantoarviot

Mineraalivarantoarviot laskettiin Gemcom-ohjelmalla lineaarista leikkausmenetelmää ja solidimallinnusta käyttäen. Varantoarviot perustuvat kairasydännäytteistä tehtyihin kemiallisiin analyyseihin. Tulokset on esitetty joko kohteen geologisessa raportissa tai erillisessä varantoarvioraportissa. Erilliset varantoarvioraportit on lueteltu tämän raportin liittyvä osassa.

Taulukko 4. Kairaukset vuosina 2003-2007.

Kohde	Yksikkö	Mineraali	2003	2004	2005*	2006	2007
Kiimasuo*	ESY	karb	200	2117	501		
Kärkelä	ESY	karb	1277	440			
Genböle	ESY	karb	1074				
Remo	ESY	karb	2564				
Salmijärvi	ESY	karb	780				
Kurikka	ESY	karb	1800				
Iso-Kisko	ESY	ilme	410				
Metsäperä	ESY	ilme	1800				
Kuovila	ESY	karb		686			
Uunimäki	ESY	karb		570			
Lumikangas	ESY	ilme		1088			
Matkussuo	ESY	kaol		134			
Rajakangas	ESY	karb		1540			
Kehäkangas	ESY	spod		469			
Päiväneva	ESY	spod		204	2077		
Heikinkangas	ESY	spod		631	809	418	
Hennijoki	ESY	karb			971		
Pompus	ESY	karb			497	500	
Näätinkioja	ESY	spod			172		
Matoneva	ESY	spod			755	748	
Meriläisneva	ESY	spod			422		
Ruohojärvet	ESY	spod				582	965
Leviäkangas	ESY	spod				983	172
Ärmätinkangas	ESY	ilme					495
Putteinkangas	ESY	ilme					505
Tiaissaaret	ESY	spod					442
Suurisuo	ESY	ilme					426
Kaustinen (suunniteltu)	ESY	spod					1000
yhteensä	ESY		9905	7879	6204	3231	4005
Viidanmaa	PSY	talk			750		
Reutuaapa	PSY	karb			800	1013	
Nosanmaa (suunniteltu)	PSY	karb					1000
yhteensä	PSY				1550	1013	1000
Sievi	ISY	karb			460	535	454
Kahdeksaisiensuo	ISY	kaol			116		
Rajakangas	ISY	karb			1250	1020	
Nurkkakangas	ISY	karb					1009
yhteensä	ISY				1826	1555	1463
kaikki yhteensä			9905	7879	9580	5799	6468
2003-2007 yhteensä							39631

*hanke valtakunnalliseksi

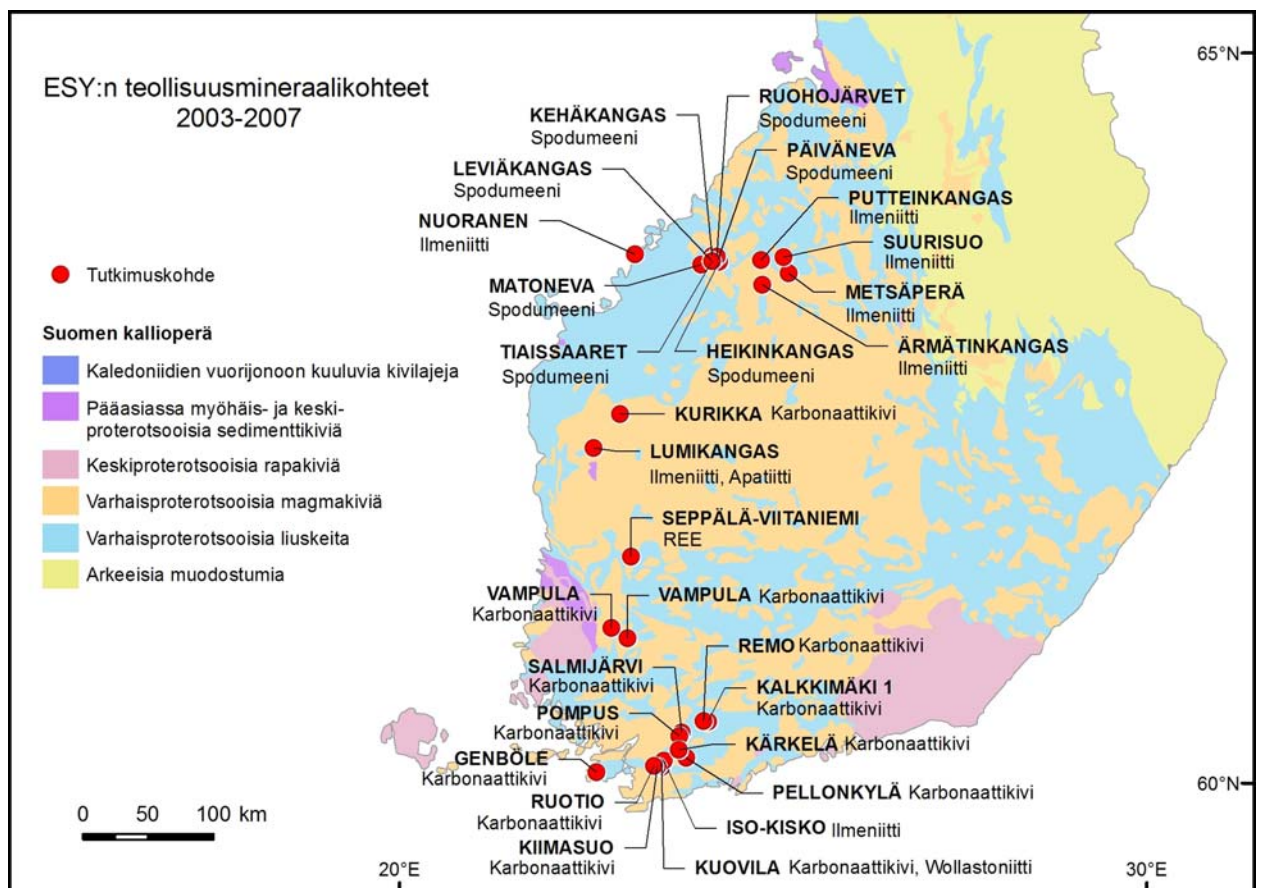
2.7 Raportointi ja aineiston dokumentointi

Tutkimusten raportoinnissa ja dokumentoinnissa on noudatettu Mineraalisten raaka-ainevarojen kartoituksen toimintakäsikirjan ohjeita. Liittyy osassa on luettelo hankkeessa laadituista julkaisuista, (16 kpl) ja raporteista (56 kpl) ja tilaustutkimusraporteista (6 kpl). Kairasydän- ja kartoituspäätökset on arkistoitu Lopelle. Teollisuusmineraalitutkimuksiin liittyviä opinnäytetöitä ovat Akseli Torpan (2003), Kerstin Hagelbergin (2005), Mark Vanhatalon (2005) ja Olli Pajulan (2007) pro gradu-tutkielmat.

3 TUTKIMUSKOHTEET

3.1 Etelä-Suomen yksikkö

Vuosina 2003-2007 ESY:ssä on keskitytty karbonaattikivitutkimuksiin Lounais-Suomessa, ilme-
niittitutkimuksiin Pohjanmaalla sekä Li-pegmatiittitutkimuksiin Kaustinen-Ullava alueella. Vuosien 2003-2007 tutkimuskohteet on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Teollisuusmineraalivarojen kartoitus-hankkeen Etelä-Suomen yksikön tutkimuskohteet vuosina 2003-2007.

3.1.1 Karbonaattikivet

Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymä

Geologian tutkimuskeskus (GTK) suoritti vuosina 2004-2005 jatkotutkimuksia Pohjan kunnassa karttalehdellä 2014 03 sijaitsevalla Kuovilan kalsiittikiviesiintymällä (Ahtola ym. 2005). Tutkimuksen tavoitteena oli täydentää vuonna 2002 Kauppa- ja teollisuusministeriölle raportoituja tutkimuksia. Kuovilan esiintymä sijaitsee rautatien varressa, pääosin peltoalueella ja maanteitse noin 40 km päässä Särkisalon kalsiittipigmenttitehtaasta. Kuovilan esiintymän valtausalueilla ei ole suojelualueita.

Kuovilan esiintymään kairattiin vuonna 2004 viisi uutta reikää, yhteensä 686 m. Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymän todennäköiset varannot ovat 50 miljoonaa tonnia kalsiittikiveä 74 %:n kalsiittipitoisuudella. Varannosta 10 miljoonaa tonnia on wollastoniitti-kalsiittikiveä: 60,7 % kalsiittia ja 10,5 % wollastoniittia. Korkeammalla cut off –arvolla laskettuna (kalsiittipit.>75 %) Kuovilan esiintymän varannot ovat 22,7 miljoonaa tonnia kalsiittikiveä, jonka kalsiittipitoisuus on 81,6 %. Esiintymän todennäköiset varannot on laskettu 1850 m pitkälle vaikutusalueelle, ulottuen 50-185 metrin syvyyteen ja perustuen 57 kairanreikään, joiden yhteispituus on 6084 metriä. Esiintymän todennäköiset ja mahdolliset varannot ulottuen 160 m syvyyteen ovat 85 miljoonaa tonnia kalsiittikiveä, jonka kalsiittipitoisuus on 73 %

Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymä on noin 2 km pitkä, leveys vaihtelee 20:sta 180 metriin. Esiintymä on lähes pystyasentoinen, itä-länsisuuntainen ja rajoittuu emäksisiin ja happamiin vulkaniitteihin. Kuovilan esiintymä koostuu 10-45 m leveistä, vuorottelevista kalsiitti- ja kalsiitti-wollastoniittikivikerroksista, joiden välissä on 3-10 m leveinä kerroksina emäksistä vulkaniittia ja happamia pyroklastisia kiviä. Kuovilan tutkimusalueen dolomiittikivet muodostavat 1-20 metriä leveitä kerrosmaisuuksia osueita kalsiittikiven yhteydessä. Sivukivet ovat rakenteeltaan ehjiä, eikä rikkonaisia vyöhykkeitä ole tavattu. Esiintymää peittää 3-15 m paksu hiekkainen moreenikerros.

Kuovilan esiintymän kalsiittikivi on keskirakeista ja väriltään vaaleanharmaata tai valkoista. Se koostuu pääasiassa kalsiitista (60-99 %), kvartsista, diopsidista, flogopiitista ja maasälvistä. Kemialliselta koostumukseltaan kalsiittikivi on puhdasta, sen rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat alhaisia.

Vaahdottamalla tehtyjen (13 kpl) rikastuskokeiden perusteella Kuovilan esiintymän kalsiittikivestä saadaan paperipigmentiksi kelpaavaa raaka-ainetta. Kalsiittirikasteiden ISO-vaaleusarvot ovat 91,4-95,3 % ja keltaisuudet 0,3-1,2 % (raekoko $D_{50} = 2,55 \mu\text{m}$). Myös aikaisemmin tehdyt alle 2 mikronin raekoosta määritetyt kalsiittirikasteen vaaleusarvot ovat hyviä: 94,2-97,0 %. Joissakin rikasteissa on mukana dolomiittia, mutta sen vaikutus vaaleusarvoihin on vähäinen. GTK:n Mintek-laboratoriossa Outokummussa tehdyssä 416 kg:n Mini Pilot-rikastuskokeessa kalsiittikivinäytteen prosessoitavuus osoittautui hyväksi 82-84 %:n saannilla. Rikasteen Mg-, Fe-, Si- ja Al-pitoisuudet olivat pieniä.

Kuovilan valtaukset ovat nykyään Endomines Oy:n hallussa.

Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymä

Geologian tutkimuskeskus suoritti vuosina 2002-2003 jatkotutkimuksia Nummi-Pusulann kunnassa, peruskarttalehdellä 2041 03 sijaitsevalla Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymällä (Seppänen

ym.2004). Tavoitteena oli täydentää vuonna 2000 Kauppa- ja teollisuusministeriölle raportoituja tutkimuksia.

Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymä sijaitsee n. 1,5 km Pusulan taajamasta itään, Helsinkiin matkaa on n. 70 km. Esiintymän pohjoisreunasta on päällystetylle tielle vain 100 m. Lähin asutus sijaitsee noin 400 m esiintymän länsipuolella. Alueella ei ole luonnonsuojelullisia kohteita.

Kalkkimäen esiintymään kairattiin 10 uutta reikää, yhteensä 1037,3 m. Kalkkimäen pohjoisen linssin karbonaattikivivarantoon, 6,7 Mt laskettuna 100 m:n syvyydelle kallion pinnasta, sisältyy kalsiittikiveä 3,0 Mt pitoisuudella 78% kalsiittia. Lisäksi varantoon sisältyy 2,3 Mt dolomiittikal-siittikiveä, jossa karbonaattipitoisuus on 74 %, 0,9 Mt dolomiittikiveä, jossa karbonaattipitoisuus on 80% ja 0,5 Mt wollastoniittikalsiittikiveä, jossa wollastoniittia on 21% ja kalsiittia 48%.

Varantoarviossa mukana oleva osa Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymää on 180 m leveä poi-murakenne ja sillä on pituutta 330 m. Se koostuu vuorottelevista, 5-20 m leveistä kalsiitti- ja do-lomiittikalsiittikivikerroksista, joita erottavat ohuet graniittijuonet tai kvartsiplagioklaasikiviker-rokset. Kalsiittikivi on vaaleanharmaata tai valkoista, keski- tai karkearakeista uudelleenkiteyty-nyttä marmoria, jossa on paikoitellen 1-2 mm kokoisia grafiittisuomuja. Kalsiittikiven kalsiittipi-toisuus vaihtelee 70-100%.

Silikaatit ovat pääasiassa kvartsia, maasälpä, tremoliittia ja flogopiittia, paikoitellen wollas-toniittia. Kalsiitin FeO- ja MnO-pitoisuudet ovat alhaisia, yleensä alle 0,1%. MgO-pitoisuuden mediaaniarvo analysoiduissa kalsiittikivissä on 1,2%. Kairasydännäytteistä tehtyjen rikastusko-keiden perusteella silikaattimineraalit ja grafiittisuomut saadaan erkaantumaan kalsiitista. Rikas-teiden karbonaattipitoisuudet olivat 93-97% ja saanti 65-88%. Alle 30 mikronin raekoosta (d50 noin 6 µm) määritettyjen kalsiittirikasteiden ISO-vaaleus vaihteli 90,8-93,5%. Rikasteiden sisäl-tämä dolomiitti alentaa jonkin verran vaaleusarvoja.

Kalkkimäen valtaukset ovat nykyään Endomines Oy:n hallussa.

Genbölen kalsiittikiviesiintymä

Geologian tutkimuskeskus suoritti vuosina 2003 jatkotutkimuksia Dragsfjärdin kunnassa perus-karttalehdillä 1034 14 ja 2012 14 sijaitsevalla Genbölen kalsiittimarmoriesiintymällä (Ahtola ym. 2006). Tavoitteena oli täydentää vuonna 1998 Kauppa- ja teollisuusministeriölle raportoituja tutkimuksia.

Genbölen esiintymän länsiosa sijaitsee noin 1 km Dragsfjärdin keskusta etelään. Länsiosaa lu-kuun ottamatta esiintymä sijaitsee asumattomalla metsäalueella. Esiintymän läheisyydessä ei ole suojelualueita.

Esiintymä on noin 2 km pitkä, 10-40 m leveä, SW-NE-suuntainen rajoittuen kaakkois- ja luo-teispuolella biotiittigneissiin. Lounaassa jakson katkaisevat graniitit ja koillisessa se häviää maa-peitteiden alle. Kalsiittimarmorin kontaktissa on paikoin leptiittia ja amfiboliittia, joita esiintyy kapeiden karsikiviosueiden ohella myös välikerroksina karbonaattikivissä. Lisäksi esiintymässä tavataan graniittia ja graniittipegmatiittia kerrosmyötäisinä ja leikkaavina juonina ja pahnakuina.

Genbölen esiintymään kairattiin yhdeksän uutta reikää, yhteensä 1074,25 m. Mineraalivaranto-arviota ei laskettu uudelleen, koska vuoden 2003 kairaukset eivät juurikaan muuttaneet vuoden 1999 arviota, jolla Genbölen kokonaisvarannoksi saatiin 4,116 Mt kalsiittimarmoria keskipitoi-suudella 78,24 % CaCO₃.

Genbölen kalsiittimarmori on valkoista tai vaaleanharmaata ja keskirakeista, silikaattivälikerrosten yhteydessä kivi on hienorakeisempaa. Kiven rakenne on granoblastinen ja kerroksellinen. Puhtaan kalsiittimarmorin ainoa päämineraali on kalsiitti. Epäpuhtaassa marmorissa kalsiitin lisäksi päämineraalina on kvartsi. Kemiallisesti Genbölen karbonaattikivet ovat puhtaita kalsiittimarmoreita. 88 % näytteistä CaO/MgO-suhde on > 50,1 ja 65 % CaCO₃-pitoisuus on yli 80 %. Myös FeO- ja MnO-pitoisuudet ovat alhaisia. Wollastoniittia esiintyy pääasiassa karsikivien yhteydessä esiintymän keski- ja itäosassa.

Yhdeksässä rikastuskokeessa kalsiittirikasteen saanti vaihteli 64:stä 77 %:iin. Rikasteiden vaaleusarvot vaihtelevat välillä 90.18-92.08. Saadut uudet vaaleustulokset ovat hivenen vuoden 1988 tuloksia paremmat. Rikasteiden vaaleutta alentavina tekijöinä ovat värjäytyneet kalsiittirakeet sekä mikrografiitti, jonka poistamiseksi näytteet tulisi jauhaa hienommiksi.

Remon karbonaattikiviesiintymä

Geologian tutkimuskeskus tutki vuosina 2002-2003 Nummi-Pusulan kunnassa peruskarttalehdellä 2023 12 sijaitsevaa Remon karbonaattikiviesiintymää (Seppänen ym. 2007). Tavoitteena oli selvittää esiintymän käyttökelpoisuus paperipigmentin raaka-aineena. Tutkimukset käsittivät geologisen kartoituksen, magneettisen, sähkömagneettisen ja gravimetrinen mittauksen 3 km² alueella ja kairauksen 21 reikää, yhteensä 2561,35 metriä. Kairasydämistä tehtiin kemiallisia analyyseja ja mineralogisia tutkimuksia. Tutkimusalueella ei ole suojelukohteita.

Remon karbonaattikiviesiintymä kuuluu NW-SE-suuntaiseen karbonaattikivijaksoon, jota voi seurata n. 2,5 km matkan Kuivalan talon länsipuolelta Remonmäen kaakkoisreunaan. Kerrosten paksuus vaihtelee yleensä metristä muutamiin metreihin. Remonmäessä muodostuman paksuus poimutuksen ansiosta on sisäraakkuineen jopa 40 m. Kerrosten kaade on 45-50° koilliseen. Karbonaattikivikerrokset sisältävät runsaasti silikaattisia välikerroksia.

Remon karbonaattikivet ovat väriltään lähes valkoista tai harmaata kalsiittimarmoria. Rakenteeltaan kivet ovat granoblastisia ja yleensä karkearakeisia. Kalsiitti on vallitseva karbonaattimineraali, dolomiittia on yleensä 0-5 %, analysoitujen kalsiittimarmorinäytteiden CaCO₃ keskipitoisuus on 80 %. Silikaattimineraaleja ovat flogopiitti, wollastoniitti, diopsidi, kvartsi, kondrodiitti, serpentiini, spinelli ja titaniitti.

Todennäköinen varantoarvio Remon esiintymän ydinosasta on tasolle -50 laskettuna 2,9 Mt kalsiittimarmoria pitoisuudella 73,6 % ja 0,3 Mt wollastoniittikalsiittimarmoria, jonka wollastoniittipitoisuus on 16,3 % ja kalsiittipitoisuus 40,2 %. Syvyys kallion pinnasta laskentatasolle vaihtelee 80 m:stä 120 m:iin.

Remon esiintymän taloudellinen merkitys osoittautui tutkimuksissa vähäiseksi. Ydinosan sisältämä kalsiittimarmorivaranto jäi pieneksi ja lisämassat Remonmäen ja Pöyrynmäen välillä ovat liian kapeita, jotta niitä voisi hyödyntää. Lisäksi kalsiittimarmorikerrokset sisältävät runsaasti silikaatteja.

Salmijärven kalsiittikiviesiintymä

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on vuosien 2001-2003 aikana tutkinut Suomensjärven kunnassa sijaitsevaa Salmijärven kalsiittikiviesiintymää (Sarapää ym. 2004). Tutkimusten tavoitteena on ollut selvittää esiintymän käyttökelpoisuus paperipigmentin raaka-aineena. Tutkimukset käsittivät geologisen kartoituksen, magneettisen ja sähkömagneettisen mittauksen 2 km² ja kairauksen

22 reikää, yhteensä 2074 metriä. Kairasydämistä tehtiin kemiallisia analyysseja ja mineralogisia tutkimuksia sekä rikastuskokeita. Salmijärven kalsiittikivi on lähes pystyasentoinen lounaiskoillisuuntainen graniitti- ja kiillegneissien ympäröimä. Kalsiittikivikerroksen paksuus vaihtelee 5-30 metriin ja sillä on pituutta noin kilometri. Todennäköinen varantoarvio Salmijärven esiintymästä on 100 metrin syvyyteen laskettuna 2,2 miljoonaa tonnia kalsiittikiveä, jonka karbonaattipitoisuus on 73 % (67% kalsiittia, 6 % dolomiittia, neutralointikyky 30,4).

Kalsiittikivi on vaaleanharmaata tai punertavan harmaata, hieno- tai keskirakeista, ja sen kalsiittipitoisuus on 52-96 % ja dolomiittipitoisuus 6-27 %. Kalsiittikiven silikaattiraitojen määrä vaihtelee ja niissä on oliviinia, flogopiittia, serpentiiniä, diopsidia, wollastoniittia, kvartssia, maasälpää, klinohumiittia, kondrodiittia, spinelliä, granaattia, magnetiittia, magneettikiisua ja grafiittia. Salmijärven karbonaattikiviesiintymä ei ole laatunsa puolesta kiinnostava paperin mineraalisena raaka-aineena, mutta se soveltuisi kuitenkin maanparannuskäyttöön, koska karbonaattikiven neutralisointikyky täyttää maatalouskalkin laatuvaatimukset.

Pellonkylän karbonaattikiviesiintymä

Geologian tutkimuskeskus (GTK) on vuosien 1999-2003 aikana tutkinut Karjalohjan kunnassa peruskarttalehdellä 2014 09 sijaitsevaa Pellonkylän karbonaattikiviesiintymää (Reinikainen ym. 2003). Tutkimusten tavoitteena on ollut selvittää esiintymän käyttökelpoisuus paperipigmentin raaka-aineena.

Pellonkylän esiintymään kairattiin GTK:n toimesta vuosina 2000-2001 kymmenen kairanreikää, yhteensä 925 metriä. Esiintymä koostuu geologisen kartoituksen ja kairauksen perusteella kahdesta (pohjoinen ja eteläinen), itä-länsi -suuntaisesta karbonaattikivilinssistä, jotka ovat graniittien ympäröimiä ja sijaitsevat 500 m etäisyydellä toisistaan. Pohjosen linssin pituus on 800 m ja se koostuu kahdesta 5-12 metriä leveästä kalsiittikivikerroksesta, joita erottaa 50 m leveä kalkkikarsikerros. Eteläisen linssin kairattu pituus on 300 m ja siinä on kaksi 5-10 m leveää kalsiittikivikerrosta ja 10 metriä leveä kalsiittidolomiittikivikerros. Geologinen varantoarvio Pellonkylän esiintymästä on 50 metrin syvyyteen laskettuna noin 3,3 Mt karbonaattikiveä, jonka karbonaattipitoisuus on 74 %. Varantoon lukeutuu 2,4 Mt kalsiittikiveä 70 prosentin kalsiittipitoisuudella ja 0,9 Mt kalsiitti-dolomiittikiveä 76 %:n karbonaattipitoisuudella.

Pellonkylän esiintymässä vuorottelevia kalsiitti- ja kalsiittidolomiittikivikerroksia erottavat 5-50 m leveät kalkkikarsi- ja vulkaniittikerrokset sekä graniittijuonet. Kalsiittikivi on yleensä vihertävän tai punertavan harmaata, keskirakeista, ja sen kalsiittipitoisuus vaihtelee 55-90 % välillä. Kalsiittikiven silikaattiraidat koostuvat maasälvistä, tremoliitista, diopsidista, oliviinista ja flogopiitista. Kalsiitin rauta- ja mangaanipitoisuudet ovat korkeita (0,2-0,9 % Fe₂O₃ ja 0,5-1,2 % MnO), mistä myös kalsiitin värillisuus aiheutuu. Kalsiittidolomiittikivi on harmaata koostuen kalsiitista, dolomiitista ja silikaattimineraaleista: diopsidi, flogopiitti, oliviini, serpentiini ja kondrodiitti. Kalkkigneississä kalsiitti- ja silikaattikerrokset vuorottelevat ja siinä on kalsiittia noin yksi kolmasosa.

Kairanreikänyytteistä tehtyjen laboratoriomittakaavaisten rikastuskokeiden perusteella rikasteiden karbonaattipitoisuudet ovat yli 98 %. Alle 30 mikronin raekoosta määritettyjen kalsiittirikasteiden ISO-vaaleusarvot ovat matalia, 85,0-90,2 %, ja keltaisuusarvot korkeita, 1,8-5,8 %. Tämä johtuu rikasteiden dolomiittipitoisuuden (5-15 %) lisäksi punertavista ja kellertävistä kalsiittirakeista.

Pellonkylän karbonaattikiviesiintymä ei ole laatunsa puolesta taloudellisesti kiinnostava paperin mineraalisena raaka-aineena. Maanparannuskäyttöön esiintymän kerrospaksuus ei ole riittävä. GTK luopui alueen valtausoikeuksista vuoden 2003 loppuun mennessä.

Muut karbonaattikiviaiheet

Kiimasuo

Tammisaaren Kiimasuolle (KL 2014 03) tehtiin 2003 geofysikaalisia maastomittauksia 4 km². Esiintymään kairattiin 2004-2005 yhteensä 22 reikää (2317 m), josta eteläiseen kerrokseen 1364 m ja loput pohjoiseen osaan. Eteläosan n. kilometrin pituinen wollastoniittipitoinen kalsiittikivikerros on paksuimmillaan keskiosassa, n. 20 metriä. Kalsiittipitoisuuden keskiarvo on paksuimmassa kohdassa 64 %. Pohjoisosassa 400 m pitkä kalsiittikivijakso on paksuimmillaan n. 150 m ja koostuu useista vaihtelevan levyisistä (10-35 m) kalsiittikivikerroksista. Kerrosten kalsiittipitoisuuden keskiarvo on 61 %. Kiimasuon kalsiittikiven kalsiittipitoisuudet ovat liian alhaisia pa-peripigmentin raaka-aineeksi.

Kärkelä

Kiskon ja Karjalohjan Kärkelään (KL 2023 04) tehtiin 2003 geofysiikan maastomittauksia 4 km². Kärkelään kairattiin vuonna 2003 11 kairanreikää, yhteensä 1277 metriä. Kairaus kohden- nettiin GTK:n tekemien magneettisten ja sähköisten maastomittausten perusteella. Esiintymään parhaat kalsiittilävistyksset ovat 50 metriä paksuja. Alustava massa-arvio neljän profiilin (7 rei- kää) perusteella on 1,2 Mt kalsiittikiveä. Esiintymän kairauksia päätettiin jatkaa pohjoiseen jon- ne kairattiin kolme reikää, yhteensä 440 m. Esiintymä jatkuu pohjoiseen Siikalammen alle kah- tena melko kapeana kerroksena. Lävistyksset sisäraakkuineen ovat 13 m ja 4,5 m. Kärkelän tut- kimuskohteen mineraalivarannot ovat kalsiittikiven hyödyntämistä ajatellen liian pienet.

Kurikka

Kurikan kalsiittikivikohteisiin (KL 1243 11 & 2221 02) kairattiin vuonna 2003 1800 m. Kurikan esiintymien todennäköiset mineraalivarannot ovat 3.2 miljoonaa tonnia kalsiittikiveä, joka sisäl- tää 82.3 % kalsiittia. Esiintymät eivät ole laatunsa puolesta kiinnostavia paperin mineraalisena raaka-aineena, vaikka valtaosa grafiitista saataisiinkin poistettua. Lisäksi niiden kerrospaksuus ja syvyysulottuvuus eivät ole riittäviä ajatellen esimerkiksi maanparannuskäyttöä. Valtausalueiden Sikamäki ja Kivimäki raportti on valmis lukuun ottamatta kairausprofiilien puhtaaksi piirtämistä.

Pompus

Suomusjärven Pompuksen (KL 2023 05) tehtiin 2004 geofysiikan maastomittauksia 1,5 km². Pompuksen kairattiin vuosina 2005-2006 11 reikää yhteensä 997 metriä. Kalsiittikivijakso on kairaamalla kiinni n. 1000 metrin matkalta. Yhtenäisten kalsiittikivilävistysten pituus vaihtelee muutamasta metrillä 15 m:iin, sisältäen välikerrokset. Kerrosten kalsiittipitoisuudet jäivät alhai- siksi (ka n. 50 %). Kerrokset kuroutuvat umpeen sekä pohjoisessa että etelässä. Pompuksen tut- kimuskohteen mineraalivarannot ovat kalsiittikiven hyödyntämistä ajatellen liian pienet.

Ruotio

Tammisaaren Ruotio alueelle (KL 2014 03) ulottuva 7,5 km² geofysiikan maastomittaus tehtiin 2004. Ruotioon kairattiin 2005 5 reikää, 501 metriä. Kairaukset perustuivat alueelta löydettyihin vanhoihin kalsiittikivilouhoksiin. Kairauksissa lävistettiin useita 1-3 m pituisia kalsiittikivikerroksia ja 1-20 m pitkiä kalsiittipitoisia karsikivikerroksia kahdella eri karbonaattikivihorisontilla. Kerrosten maksimi kalsiittipitoisuudet nousivat 90 %:iin, mutta lävistyksen olivat kapeita. Ruotio tutkimuskohteen mineraalivarannot ovat kalsiittikiven hyödyntämistä ajatellen liian pienet.

Uunimäki ja Hennijoki

Vampulan ja Alastaron alueille (KL 2111 03, 06, 09 & 2112 07) tehtiin 2003 50 km geofysiikan profiilimittauksia.

Vampulan Uunimäen alueelta löydettiin toistakymmentä hyvälaatuista kalsiittikivilohkareita. Alueelle kairattiin 2004 viisi reikää (yhteensä 570 m). Lävistyksissä ei tavattu karbonaattikiviä. Muutama kapea karsikivikerros lävistettiin. 2006 Vampulan Uunimäen alueelle kaivettiin tutkimusjonoja karbonaattikivilohkareiden emäkallion löytämiseksi. Lisää lohkaraita löytyi, emäkalliota ei. Tutkimuksia on tarkoitus jatkaa geofysiikan tulkinnan ja tutkimusjonojen avulla

Alastaron Hennijoelta löytyi useasta paikasta kalsiitti- ja karsikivilohkareita, jotka näyttävät seuraavan uuden tihennetyn matalalentomittausaineiston magneettisia anomaliajaksoja. Vuonna 2005 Hennijoelle kairattiin 10 reikää (yhteensä 971 m) kalsiittipitoisten karsikivipaljustumien alle. Reissä lävistettiin kymmeniä metrejä diopsidikartta, jossa on kapeita kalsiittikivikerroksia. Sivukivet ovat paikoin sinertäviä kvartsijuonia sisältäviä kiillegneissejä ja graniittipegmatiitteja.

3.1.2 Ilmeniitti

Lumikankaan ilmeniittigabro

Geologian tutkimuskeskus (GTK) tutki vuosina 2002-2004 Kauhajoen Lumikankaan apatiitti-ilmeniitti-magnetiittigabroa, joka sijaitsee Kauhajoelta 15 km etelään (Sarapää ym. 2006). Kauhajoen gabroprovinssi on Keski-Suomen Graniittikompleksin (1870-1890 Ma) länsiosassa synorogeenisten granitoidien ja myöhäisorogeenisen Lauhanvuoren graniitin välissä. Mafiset ja ultramafiset intruusiot; Honkajoki, Kauhajärvi, Hyyppä ja Lumikangas ovat kerroksellisia ja ne sisältävät huomattavia määriä ilmeniittiä, apatiittia ja magnetiittia keskimäärin 18-22 % yhteensä. Lumikankaan alue valittiin titaanin ja fosforin etsintäkohteeksi voimakkaiden magneettisten ja gravimetristen häiriökenttien perusteella. Magneettinen ja gravimetrinen tulkinta osoittaa Lumikankaan esiintymän jatkuvan 300-500 metrin syvyyteen ja sen kokonaispituus on viisi kilometriä. Aikaisemmin mitatun seismisen profiilin perusteella maapeitteen paksuus esiintymän päällä on 40-70m. Kairaustulosten mukaan apatiitti-ilmeniitti-magnetiittigabro on loiva-asetoinen ja sen paksuus on vähintään 200 metriä. Intruusio on selvästi kerroksellinen koostumuksen vaihdeltaessa Fe-Ti-rikkaista tummista gabroista vaaleampiin apatiittirikkaisiin leukogabroihin. Pohjaosa koostuu tummasta keskirakeisesta gabrosta; gabronoritista, sarvivälkegabrosta ja oliviinigabrosta, ja yläosa keski-karkearakeisesta leukogabrosta; monzogabrosta. Piroitteinen ilmeniitti ja magnetiitti ovat omina rakeinaan, omamuotoisina tai osittain omamuotoisina rakeina kasaamina raekoon ollessa 0.1 to 1.5mm. Ilmeniitti sisältää 49,3-51,2 % TiO₂ ja <0,1 %V. Magnetiitin vanadiinipitoisuus on melko korkea, 0,3 -1,6 %V. Apatiitti, ilmeniitti ja magnetiitti kitey-

tyivät samanaikaisesti magneettisen differentiaation varhaisvaiheessa, josta on osoituksena malmiaineksen hyvä korrelaatio magnesiumin kanssa. Lumikankaan apatiitti-ilmeniitti-monzogabro on potentiaalinen malmivaranto tulevaisuudessa. Se sisältää keskimäärin 18 % malmimineraaleja: 8,4 % (max. 21 %) ilmeniittiä, 4,3 % (max. 17 %) magnetiittiä and 5,0 % (max. 13 %) apatiittia. Todennäköiset ja mahdolliset varannot perustuen geofysikaalisiin tulkintoihin ja kahteen kairausprofiiliin (6 reikää/1308 m) ovat 230 miljoonaa tonnia oksidigabroa. Kairauksissa ei lävistetty pyrokseniittiä, joissa on oletettavasti korkeimmat malmipitoisuudet. GTK luopui valtauksista koska, malmipitoisuudet nykyistä käyttöä ajatellen jäivät liian alhaisiksi.

Metsäperän ilmeniittigabro

GTK:n ilmeniittitutkimukset Reisjärven Metsäperällä karttalehdellä 2343 02 käsittivät magneettisia ja gravimetrisia maastomittauksia 7 km² alueella ja syväkairausta 16 reikää, yhteensä 1802 m (Sarapää ym. 2006). Tutkimukset käynnistyivät 1996, kun voimakkaasta positiivisesta magneettisesta anomaliasta Reisjärven taajaman eteläpuolella löydettiin ilmeniittiaiheiden kartoituksessa useita ilmeniitti-gabrolohkareita. Vuonna 1997 alueella tehtiin geofysiikan mittauksia, joissa todettua mittavaa painovoima-anomaliaa kairattiin syksyllä 2003. Kairauksien perusteella maapeitteen paksuus on 5-32 m. Kairauksissa lävistettiin oksidigabroa, jossa 6-43 metrin lävistysten keskipitoisuus oli 4-7 % apatiittia ja 5-8 % ilmeniittiä siten, että malmimineraalien (ilmeniitti+magneetiitti+apatiitti) kokonaismäärä on yleisesti 19-22 paino-%. Valtauksista luovuttiin, koska malmipitoisuudet jäivät kaivostoiminnalle liian alhaisiksi.

Nuorasen ilmeniittigabro

GTK:n vuosina 2001-2003 tekemät ilmeniittitutkimukset Toholammen Nuorasessa, karttalehden 2341 09 alueella, käsittivät geofysikaalisia mittauksia 6,5 km²:n alueella ja syväkairausta 14 reikää, 1450 metriä (Sarapää ym. 2005). Tutkimuskohde sijaitsee Koivusaarennevan ilmeniittiesiintymältä 17 km koilliseen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää liittyykö Nuorasen laajaan magneettiseen ja gravimetrisen maksimiin merkittäviä ilmeniittivaroja. Anomalia-alue ei ole paljastunut. Kairausnäytteissä gabron ilmeniittipitoisuus on 4,2 % (1-6.3 %) ja magnetiittipitoisuus 3,4 % (0-7,4 %). Maksimipitoisuudet jalometalleille ovat 25 ppb Au, 152 ppb Pd ja 77 ppb Pt. Valtauksista luovuttiin, koska malmipitoisuudet ovat liian alhaisia.

Iso-Kiskon ilmeniittigabro

GTK:n vuosina 2001-2003 tekemät ilmeniittitutkimukset Iso-Kiskojärven länsipuolella, karttalehtien 2014 02-03 alueilla, käsittivät geofysikaalisia mittauksia noin 7 km² alueella, geologista ja litogeokemiallista kartoitusta sekä syväkairausta 10 reikää, 1236 metriä (Sarapää ym. 2005). Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää liittyykö Iso-Kiskon kerrokselliseen gabroon taloudellisesti merkittäviä ilmeniittivaroja. Lähtökohtana tutkimuksille olivat vanhat rautamalmilouhokset, joista 1800-luvulla on louhittu kapeita kompakteja magnetiitti-ilmeniittikerroksia. Syväkairaus kohdistettiin positiivisiin magneettisiin ja gravimetrisiin anomaliioihin. Kairausnäytteissä oksidigabron ilmeniittipitoisuus on 8-20.5 % (ka 10,2%), magnetiitin 0-20 % (ka 2,8 %) ja apatiitin 0-7 %:n. Magnetiitin vanadiinipitoisuus on 1,2 % V. Maksimipitoisuudet jalometalleille ovat 99 ppb Au, 537 ppb Pd ja 768 ppb Pt. Valtausalueen ja sen lähiympäristön paljastumista ja louhoksista kerätyissä palanäytteissä ilmeniittipitoisuus oli korkeimmillaan 26 % ja apatiitin määrä 7 %. Il-

meniitti (49,8% TiO₂) ja magnetiitti esiintyvät pääosin omina rakeina. Valtauksista luovuttiin, koska malmipitoisuudet ovat liian alhaisia.

Muut ilmeniittiaiheet

Ärmätinkangas

Halsuan Ärmätinkankaalle (KL 2341 07) tehtiin kesällä 2006 2,5 km² geofysikaalinen maastomittaus (gravimetrinen, slingram ja magneettinen). Tulkinnan mukaan alueella on painovoima-anomalia, jonka aiheuttaa ominaispainoltaan on yli 3 oleva isäntäkivi. Painovoima-anomaliaan liittyy myös voimakas magneettinen häiriö. Varsinaisen anomalian sisältä ei alkukesän kartoituksessa löytynyt kalliopaljastumia. Anomaliaan kairattiin syyskuun aikana viiden reiän profiili (yhteensä 495 m), jossa lävistettiin n. 200 m matkalla (maanpintaleikkaus) magnetiittipitoista gabroa, jossa on välikerroksina intermediääristä/hapanta vulkaniittia.

Putteinkangas

Toholammen Putteinkankaalle (KL 2341 09) tehtiin kesällä 2006 2,3 km² geofysikaalinen maastomittaus (gravimetrinen, slingram ja magneettinen). Kahteen erilliseen painovoima-anomaliaan kairattiin kaksi profiilia (5 reikää/505 metriä). Eteläisemmässä anomaliassa lävistettiin gabroa, jossa on paikoin magnetiittipirotetta. Pohjoisemmässä anomaliassa lävistettiin graniitin sekaista gabroa, jossa ei ole oksideja.

Meriläisneva

Kaustisen Meriläisnevalle (KL 2341 02) tehtiin 2005 geofysiikan maastomittauksia 4 km². Esiintymään kairattiin 2005 neljä reikää yhteensä 422 metriä. Anomaliat aiheutuivat magnetiittipirotteisista emäksisistä vulkaniiteista ja karsikivistä.

Suurisuo

Reisjärven Suurisuolle (KL 2341 12 & 2343 03) tehtiin 2007 geofysiikan maastomittauksia 7,3 km². Magneettiseen painovoima-anomaliaan kairattiin 2007 viisi reikää yhteensä 522 metriä. Kairauksissa lävistettiin magnetiittipitoista gabroa. Anomalian kaakkoispuolelta on aiemmin löytynyt useita ilmeniittipitoisia gabrolohkareita.

3.1.3 Li-pegmatiitit

Teollisuusmineraalihankeeseen yhdeksi päämääräksi otettiin vuonna 2003 harvinaisia metalleja (Ta, Li, Be) sisältävien pegmatiittien paikallistaminen. Alustavaa perustutkimusta tehtiin ensin Ullavalla, Eräjärvellä ja Kalajoella, jonka jälkeen keskityttiin Kaustinen-Ullava alueen Li-provinsille (Alviola 2003, Alviola 2004). Tutkimusten tavoitteena on tukea Kaustisen alueelle kehitteillä olevaa kaivostoimintaa, jonka taustana on litiumin kasvava kysyntä tietokoneiden ja sähkökulkuneuvojen akuissa. Keliber Oy:n toimesta on kehitteillä Lantan Li-

pegmatiittiesiintymän hyödyntäminen, jossa myös GTK:n geologit ovat konsultoineet (Koistinen ym 2003, Koistinen ym. 2005, Koistinen ja Hakola 2005).

Kaustisen alueelta tunnetaan Suomen Mineraali Oy:n ja Partek Oy:n 1960-1980-lukujen tutkimusten perusteella useita spodumeenipegmatiittijuonia ja lukuisia lohkareviuhkoja. Tuolloin löydettiin Emmesin, Jäneslammen, Vintturin, Ruohojärven ja Längän Li-pegmatiitit. Alueen kallioperä on varsin huonosti paljastunut eikä läheskään kaikkien viuhkojen lähde ole pystytty löytämään. Aiemmista tutkimuksista säilyneet raportit käytiin läpi sekä osa kairasydämistä revidoitiin nyt päättyvän hankkeen puitteissa. Uusien maastohavaintojen sekä aiempien tutkimusten perusteella tutkimuksissa päätettiin keskittyä potentiaalisimpiin kohteisiin, jotka ovat lueteltu jäljempänä. Lisäksi etsintää suoritettiin ennestään tutkimattomissa kohteissa, hyödyntäen mm. 2005 tehtyä tihennettyä lentogeofysiikkaa.

Kaustisen alueella kallioperän tyypillisiä kivilajeja ovat myöhäisproterotsooiset kiilleliuskeet, mustaliuskeet, pääosin mafiset metavulkaaniset ja paikoin pyroklastiset kivet sekä graniitit ja pegmatiittigraniitit (Lonka, 1971; Alviola et al., 2001). Paikoin suprakrustisia kiviä leikkaa vaaletta spodumeenia ja albiittia sisältäviä pegmatiitteja. Nämä Kaustisen–Ullavan alueen pegmatiitit on luokiteltu LCT (Li, Cs, Ta) ryhmän albiitti-spodumeeni tyyppiin Černý & Ercit (2005) luokittelun mukaan (ks. Alviola et al., 2001; Käpyaho et al., 2007). GTK:n tutkimuskohteet on esitetty sivulla 11.

Valtaosa vuosien 2003-2007 maastotöistä oli lohkarekartoitusta. Käytettävissä oli vanhoja Suomen Mineraali Oy:n lohkarekarttoja. Tutkimusten eri vaiheissa kuitenkin osoittautui tarpeelliseksi tehdä uutta lohkare-etsintää ja kerätä lohkareista tarkat koko- ja pitoisuustiedot sekä paikkatiedot GPS paikannuksen avulla. Myös perinteisiä kallioperähavaintoja suoritettiin ja uuresuuntia mitattiin. Vuonna 2004 alueella suoritettiin montutusta mm. Heikinkankaalla ja Vintturissa, jolloin kaikki spoduumeenilohkareet osoittautuivat pinalohkareiksi.

Vuosien 2004-2007 välisenä aikana Kaustisen alueella tehtiin timanttikairauksia yhteensä 9429 m 93:sta reiästä. Ruohojärvillä tehtiin murskenäytteenottoa 520 m. Lisäksi Heikinkankaalla, ja Vintturin Leviäkankaalla ja Tiassaarilla 1000 m kalliomurskenäytteenottoa marras-joulukuussa 2007.

Kairauksissa ja murskenäytteenotossa onnistuttiin paikantamaan Li-pegmatiittijuonia Päivänevalta, Heikinkankaalta, Matonevalta, Ruohojärveltä ja Vintturista. Useimpien juonien Li-pitoisuus on malmiluokkaa 0,5-1.0 % Li.

Tällä hetkellä (12.2007) GTK:lla on neljä voimassaolevaa Li-valtausta Kaustisen ja Kälviän kuntien alueella; Syväjärvet (Ruohojärvet), Päiväneva, Heikinkangas ja Matoneva. Lisäksi Leviäkankaan (Vintturi) valtausprosessi on kesken. Alueen eteläpuolella sijaitseva Tiassaaret on varattu. Matonevan valtausraportti valmistui vuoden 2007 lopussa (Käpyaho ym. 2007).

Yhteenvedo tutkittujen kohteiden keskeisimmistä tuloksista

Syväjärvet (Ruohojärvet)

Ruohojärvien alueelle on aiemmin kairattu Suomen Mineraali Oy:n toimesta vuosina 1962, 1965 sekä 1981, jolloin alueelta on paikannettu spodumeenipegmatiitteja. GTK on vuosina 2006 ja 2007 kairannut alueelle yhteensä 1547,64 m. Kairauksissa tavoitettiin varsin hyviä n. 15 m pak-suisia spodumeenipegmatiittilävistyksiä. Huolimatta verrattain runsaasta kairauksesta juonen/juonten kulku ja kaade on edelleen epäselvää, koska pegmatiitti ei ole alueella paljastunut.

Vaikuttaa kuitenkin todennäköiseltä, että pääjuoni on koillis-lounaissauntainen ja länsiluoteeseen kaatuva loiva-asentoinen laatta. Tämänhetkisen kairausaineiston perusteella asiaa ei kuitenkaan voida täysin varmistaa. Tätä kohdetta voidaan pitää potentiaalisena, mutta juonen/juonten jatkeet ulottunevat mahdollisesti pienten järvien alle, joten juonen mahdollisia jatkeita ei tunneta.

Päiväneva

GTK on kairannut Päivänevan alueelle vuosina 2004 ja 2005 yhteensä 2281,55 m. Kairauksissa on paikannettu useita verrattain kapeita muutamien metrien spodumeenipegmatiittijuonia. Alueelta on tavoitteena pyrkiä vielä jatkossa paikantamaan isompia juonia moreenigeokemiallisin tutkimuksin ja kairauksin.

Heikinkangas

Heikinkankaalle on kairattu tähän mennessä 2030,04 m. Alueelta on paikannettu spodumeenipegmatiitti, josta on saatu 14,5 m lävistys. Lävistyksen Li-keskipitoisuus on noin 5168 ppm, joka vastaa noin 1,1 % Li_2O . Talven 2007 ja 2008 aikana on tarkoitus murskenäytteenoton avulla pyrkiä paikantamaan juonen mahdollisia jatkeita, sekä etsiä lähistöltä toista juonta, johon alueen lohkat viittaavat.

Matoneva

Matonevalle on kairattu 1503 m ja alueelta on paikannettu yksi juoni, joka on Li-pitoisuudeltaan vaatimaton (lävistys 7,60 m ja sen Li_2O -keskipitoisuus on 0,22 %). Alueen valtauksista on päätetty luopua ja valtausraportti on valmis.

Leviäkangas (Vintturi)

Vintturin Leviäkankaan alueelle on aiemmin kairattu Suomen Mineraali Oy:n toimesta vuosina 1965-1966 sekä 1980. Kyseisissä kairauksissa paikannettiin spodumeenipegmatiittijuonia (paksuinen lävistys 19 m). GTK:n toimesta alueelle on kairattu 2006 1150,50 m ja loppuvuodesta 2007 ja alkuvuodesta 2008 alueella tullaan suorittamaan murskenäytteenottoa. Kaikkien kairausten perusteella näyttää siltä, että alueella on yli 200 m pitkä luode-kaakko suuntainen ja lounaaseen kaatuva spodumeenipegmatiittijuoni. Kairatut lävistyksset ovat paksuudeltaan kymmenistä sentteistä jopa 19 m. Tämän pisimmän lävistyksen Li_2O -keskipitoisuus on 0,9 % (n=10; kairareikä 9 vuodelta 1980).

Tiaissaaret (Vintturi)

Leviäkankaan eteläpuolella Tiaisaarten alueella kairattiin 442,45 m. Kairauksilla pyrittiin paikantamaan alueen lohkaruviuhkojen alkuperää. Spodumeenipegmatiittia ei kairauksissa tavoitettu, ja onkin mahdollista, että lohkat ovat peräisin Vintturin Leviäkankaan juonesta.

Kehäkangas

Kehäkankaan alueella kairattiin 468,7 m vuonna 2004. Alueelta ei tavoitettu spodumeenipegmaattia.

3.1.4 Kaoliini

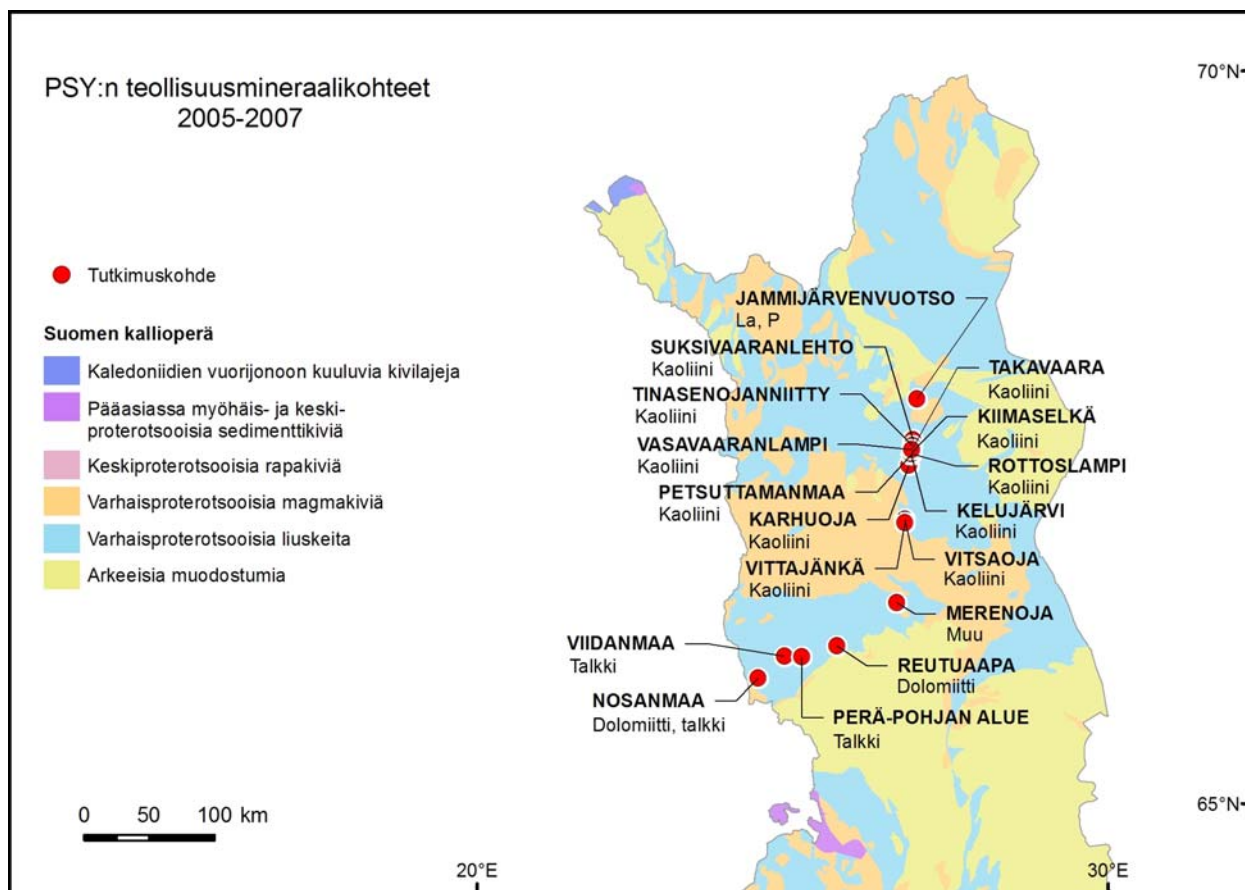
Matkussuon kaoliiniaihe

Geologian tutkimuskeskus (GTK) teki kaoliinitutkimuksia vuosina 2004-2005 Vampulan kunnassa, Matkussuon valtausalueella karttalehdellä 2112 01.

Tutkimukset käsittivät magneettisia, painovoima ja sähkömagneettisia mittauksia sekä syväkairausta neljä reikää, 137 metriä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää liittyykö Matkussuon negatiiviseen painovoima ja sähköiseen anomaliaan kaoliinivarantoa. Tutkimusalue ei ole paljastunut. Valtauksesta luovuttiin, koska kairauksissa ei löydetty kaoliinia.

3.2 Pohjois-Suomen yksikkö

Vuosina 2005-2007 PSY:ssä keskityttiin dolomiitti- ja talkkitutkimuksiin Peräpohjan liuskejaksion alueella. Vuosien 2003-2005 toiminta on esitetty Vartiaisen 2005 hankeraportissa. Vuosien 2005-2007 tutkimuskohteet on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Teollisuusmineraalivarojen kartoitus-hankkeen Pohjois-Suomen yksikön tutkimuskohteet vuosina 2005-2007.

3.2.1 Kaoliini

Kaoliinitutkimukset Sallan Vitsaojalla 2001 - 2005

Geologian tutkimuskeskus suoritti vuonna 2001 näytteenottoa Sallan Vitsaojalla (KL 4622 07) sijaitsevassa kaoliinipitoisessa rapautumassa (Lintinen 2005), joka paikannettiin vuosina 2000 - 2001 tehdyn gravimetrisen harvapistemittauksen avulla. Noin 1 km² laajuiseen pyöreähkään painovoimaminimiin kairattiin 100 metrin välein 9 pystyreikää, joissa kaikissa tavattiin väriltään ja raekooltaan heterogeeninen ja paksuudeltaan vähintään 20 metrin rapautuma. Enimmillään rapautumasavea ja -hiekkaa lävistettiin lähes 60 metrin paksuudelta, rapautuman alapuolista kalliota kuitenkaan tavoittamatta. Rapautuman päällä oli keskimäärin 15 metriä paksut irtomaapeitteet.

Laboratorioanalyysien mukaan Vitsaojan rapautuman vaaleat osat sisälsivät runsaasti (50 - 80 %) rapautumatonta plagioklaasia ja enimmilläänkin vain 20 % kaoliiniittia. Lisäksi <20 µm hienofraktiosta mitatut vaaleudet jäivät merkittävästi alle paperin päällyste- tai täytekaoliinilta vaadittavien arvojen. Tummat rapautumasavet koostuivat suurimmaksi osaksi (50 - 85 %) smektiittiryhmän savimineraaleista.

Pienestä kaoliniittipitoisuudesta ja kaoliinin alhaisesta vaaleudesta johtuen Vitsaojan rapautumalla ei ole merkitystä kaoliinin raaka-ainelähteenä. Lisäksi aineksen heterogeenisuus ja paksuhkot maapeitteet rapautuman päällä heikentävät edelleen kaoliinin, ja myös smektiitin hyödynnettävyyttä. Näin ollen aiheella ei katsottu olevan perusteita jatkotutkimuksiin.

Kaoliinitutkimukset Sodankylän Kelujärven ympäristössä 2003 - 2004

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) Sodankylän alueen (KL 3713, 3714, 3731, 3732) kaoliinitutkimuksiin liittyen tehtiin vuosina 2002 – 2003 (Lintinen 2006) Kelujärven alueella harvapis-tegravimetraus, jonka pinta-ala oli 375 km² ja pistetiheys 6 pistettä / km². Mittauksen perusteella valittiin 8 painovoimaminimeihin sijoittuvaa kohdetta tarkempiin geofysikaalisiin maastomittauksiin ja niistä edelleen 4 kohdetta näytteenottoon, joka toteutettiin vuoden 2004 alussa. *Tinaseenajanniityn* kohteelta tavattiin yhdessä reiässä 20 metriä paksu ja väriltään kellanharmaa kaoliini, *Suksivaaranlehdon* kohteelta puolestaan yli 30 metriä paksu, heterogeeninen ja väriltään tumma rapakallio. *Takavaaran* ja *Vasavaaranlammen* kohteilla kalliion rapautuminen oli sen sijaan hyvin vähäistä.

Kaoliinitutkimukset Sallan Vittajängällä 1999-2005

Sallan Vittajängän kaoliiniesiintymä sijaitsee noin 15 km Sallan kirkonkylästä koilliseen karttalehdellä 4621 09. Esiintymää ja sen ympäristöä tutkittiin vuosina 1999 - 2002 ilman voimassa olevaa valtausta, vuoden 2003 alusta lähtien valtausalueella (Lintinen 2006). Maastossa tutkimuksia on tehty geofysikaalisin hajaprofiili- ja systemaattisin mittauksin sekä kairauksin. Laboratoriossa näytteistä on mitattu raekokojakaumat, vaaleus- ja keltaisuusarvot sekä mineraloginen ja kemiallinen koostumus. Parhaille näytteille on tehty teollista prosessia simuloivat rikastuskoheet. Yhteensä on mitattu geofysiikkaa 3,6 km², kairattu noin 2000 metriä ja analysoitu lähes 150 näytettä.

Tutkimusten perusteella arvioidaan Vittajängän esiintymän sisältävän yli 10 miljoonaa tonnia valkoista kaoliinia, jonka keskimääräinen kaoliniittipitoisuus on noin 30 %. Puhdistustoimenpiteistä huolimatta kaoliinirikaste sisälsi edelleen epäpuhtauksina runsaasti kvartssia ja muskoviittia. Rikasteesta mitatut vaaleudet jäivät alle paperin pigmenttikaoliinilta vaadittavien arvojen ja täyttivät vain osittain täytekaliinin vaatimukset.

3.2.2 Talkki

Talkin prospektiivisuusanalyysi Perä-Pohjan liuekealueella; Fuzzy Logic -analyysi

Tutkimuksen tavoitteena on ollut Fuzzy Logic -analyysin avulla selvittää talkin esiintymistä Perä-Pohjan liuskealueella ja laatia erilaisia prospektiivisuusmalleja hankkeen 2902000 *Teollisuusmineraarivarojen kartoitus* käyttöön (Salmirinne ym. 2005). Erityisesti kiinnostuksen kohteena oli löytää alueen dolomiittikiviyksiköistä tutkimuskohteita, joissa kvartsipitoisten dolomiittikivien termometamorfoosissa on ollut mahdollista syntyä hyvälaatuista talkkia. Mallinnuksessa on käytetty aerogeofysiikan, moreenigeokemian ja geologian aineistoja.

Tutkimuksessa esitetään seitsemän erilaista talkin prospektiivisuusmallia, jotka poikkeavat toisistaan mallinnuksessa käytettyjen aineistojen osalta. Parhaiten malleissa tulevat esille tutkimusalueen kvartsiittien yläosiin ja kontakteihin liittyvät jaksot, joista jo tiedetään joitakin talkkiaiheita ja -havaintoja. Nämä talkkiaiheet eivät kuitenkaan laatuongelmiensa vuoksi ole tähän mennessä olleet kiinnostavia. Mahdollisina jatkotutkimuskohteina puhtaampaa dolomiittitalkkia ajatellen malleista nousivat parhaiten esille Tervolan Vähäjoen Kalliomaa ja Rovaniemen maalaiskunnan Haukitaipale. Myös näiden kohteiden väliset dolomiittikivet ovat paikoin analyysin mukaan prospektiivisiä. Myös muualla tutkimusalueen dolomiittikivissä on jatkotarkastelua vaativia pienialaisia ja heikkoja prospektiivisuusanomaliaita.

Talkkitutkimukset Tervolan Viidanmaassa 2005–2006

Geologian tutkimuskeskus (GTK) teki vuosina 2005 - 2006 talkkitutkimuksia Tervolan Viidanmaassa karttalehdellä 2542 12 (Lintinen 2007). Tutkimusmenetelminä käytettiin geofysikaalisia hajaprofiilimittauksia ja syväkairausta, jonka tavoitteena oli saada yhtenäinen kairasydänlävistys Palokivalon muodostuman ylimmästä osasta, missä aikaisempien tutkimusten perusteella tiedettiin esiintyvän talkkipitoista karbonaattikiveä. Saaduille talkkinäytteille tehtiin vaahdotuskokeita, syötteitä ja rikasteita analysoitiin kemiallisesti ja mineralogisesti ja lisäksi talkin koostumusta tutkittiin mikroanalyysointorilla.

Kairauksessa lävistetyt kivet koostuivat vuorottelevista, 1 - 10 metriä paksuista karbonaattipitoisista peliittisistä (fylliitti) ja psammiittista (kvartsiitti) kerroksista, jotka olivat lähes läpikotaisin talkkipitoisia. Vaahdotuksella saadun talkkirikasteen määrä jäi parhaimmillaankin pieneksi (15 - 25 paino-%) ja rikasteen vaaleudet keskinkertaisiksi (70 - 75 %). Viidanmaan tutkimusten perusteella Palokivalon muodostuman yläosassa puhtaat dolomiittikerrokset ovat kapeita ja dolomiitin suhteellinen osuus kokonaisuudessaan pieni, minkä vuoksi mahdollisuudet hyödyntämiskelpoisen talkkimalmin löytymiselle muodostumasta ovat pienet.

3.2.3 Karbonaattikivet

Tervolan Reutuaavan dolomiittiesiintymä

Reutuaavan dolomiittiesiintymä sijaitsee Tervolan kunnassa, noin 40 km Rovaniemen kaupungin eteläpuolella (KL 3611 04). Esiintymän keskeisen tutkimusalueen kattaa 50 hehtaarin valtaus (Reutuaapa I, kaivosrekisterinumero 8170/1). Vuosina 2005 - 2007 esiintymää tutkittiin geologisen kartoituksen, systemaattisen 2,4 km²:n geofysikaalisen mittauksen sekä 1790 metrin timanttikairauksen avulla (Lintinen 2007). Yli 550 dolomiittinäytteelle tehtiin systemaattiset laboratorioanalyysit, joissa käytettiin sekä XRF -menetelmää kokokivelle että happoliuotusmenetelmää (ICP-AES) karbonaattifraktiolle. Niiden lisäksi tehtiin vaahdotuskokeet 5 edustavalle näytteelle.

Reutuaavan dolomiittimarmori on poikkeuksellisen valkoista ja rautaköyhää. Parhaat vaaleus- ja keltaisuusarvot (ISO 2469 -standardi) dolomiittirikasteelle ovat 91,0 % ja 1,9 %. Keskimääräinen valkoisen marmorin Fe₂O₃ -pitoisuus on ainoastaan 0,18 %, paikoin jopa alle 0,05 %. Keskimääräinen C:n määrästä laskettu totaalikarbonaattipitoisuus on valkoisella marmorilla 90 %, josta noin 90 % on dolomiittia ja 10 % kalsiittia. Keskimääräinen SiO₂ -pitoisuus on 7 % koostu-

en lähes yksinomaan kvartsista. Silikaatit pystyttiin poistamaan käytännössä kokonaan vaahdotuksella.

Esiintymä on lävistetty 4 kairausprofiililla, joista jokainen sisältää yhtenäisen 150 - 200 metrin lävistyksen valkoista dolomiittia. Kairauksen ja geologisen kartoituksen perusteella valkoinen marmori on ainakin 1000 metriä pitkä, 200 metriä leveä ja 100 metrin syvyydelle ulottuva pysty tai lähes pysty, itä-läntinen harmaan dolomiittimarmorin ympäröimä linssi. Esiintymän arvioidaan sisältävän yli 50 miljoonaa tonnia valkoista dolomiittimarmoria. Kuitenkin esiintymän jatkuvuus on auki syvyysuuntaan, itään, länteen ja etelään.

Dolomiittitutkimukset Tornion Nosanmaalla

Tornion Nosanmaalla (KL 2542 04) aloitettiin dolomiittikairaukset marraskuussa 2007. Ensimmäisen kairausprofiilin eteläpäässä tavattiin yhtenäinen yli 100 metriä leveä kerros vaaleaa dolomiittia. Profiilin pohjoispäässä on toinen vaalean dolomiitin kerros, jonka leveydestä ei vielä ole tietoa. Dolomiittien lisäksi kairauksessa on tavattu kvartsiitteja, fylliittejä ja mustaliuskeita. Tutkimukset Nosanmaalla jatkuvat.

3.2.4 Muut

Mineralogiset tutkimukset Kuusamon Merenojalla 1994–1995

Tutkimuksen tarkoituksena oli aluejohtaja Silvennoisen pyynnöstä selvittää, onko Kuusamon Merenojalla (KL 4613 06) kallioperäkartoituksen yhteydessä tavatulla, vulkaaniseksi breksiaksi nimetyllä kivilajilla mineraali- tai kemiallisen koostumuksen perusteella mitään yhtäläisyyksiä kimberliittien tai sen sukuisten kivilajien kanssa (Vartiainen 2005).

Jo aiemmin detaljikartoitetulta tutkimusalueelta kerättiin minikaira- ja palanäytteitä, joista tehtiin ohuthietutkimuksia, raskasmineraalitutkimuksia ja kemiallisia analyysejä.

Tutkimuksen perusteella Merenojan kivistä ei, joidenkin näytteiden ulkoasua lukuunottamatta, löydetty kemialliseen tai mineralogiseen koostumukseen perustuvia yhtäläisyyksiä kimberliittien kanssa.

Malmitutkimukset Savukosken Jammijärvenvuotsossa 2004 - 2005

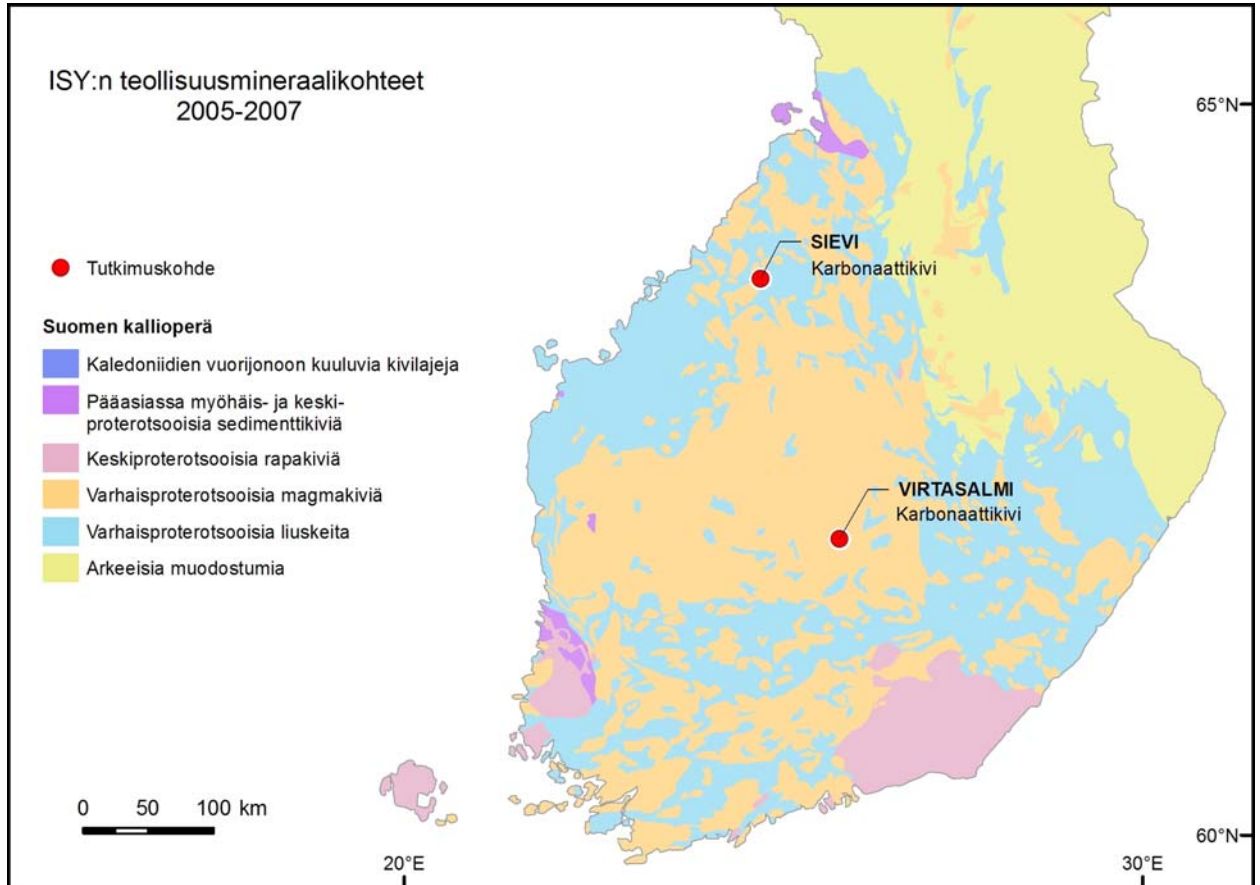
Jammijärvenvuotson tutkimusalue sijaitsee Savukosken Tulppion kylässä noin 90 km koilliseen Savukosken kuntakeskuksesta karttalehdellä 4723 04. Alueella on tehty geofysikaalisia maastomittauksia, POKA-kalustolla kalliopinta- ja moreeninäytteenottoa sekä syväkairausta. POKA:lla on kairattu 4 reikää kallioperään yhteispituudeltaan 163 m. sekä 9 moreeninäyttereikää. Syväkairausreikiä on tehty 2 pituudeltaan 501 m (Kontio 2006).

Alueen kallioperä koostuu arkeoisista vulkaniiteista ja sedimenteistä, joihin Soklin karbonatiittimassiivi on tunkeutunut. Karbonatiittimagma on aiheuttanut laaja-alaisen ja voimakkaan feniittiytymisen, joka on silmiinpistävää myös Jammijärven tutkimusalueella. Vallitseva kivityyppi on albiittifeniitti, jossa analyyseissä on todettu korkeimmillaan 0,81% Zn, 0,56% Pb, 1,0% La ja 8,5% P.



3.3 Itä-Suomen yksikkö

Vuosina 2003-2004 ISY:ssä keskityttiin lähinnä talkki- ja kaoliinitutkimuksiin (Vartiainen 2005). 2005-2007 tutkimuskohteina ovat olleet karbonaattikivet Juvalla ja Pieksänmaalla sekä Sievissä. Vuosien 2005-2007 tutkimuskohteet on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Teollisuusmineraalivarojen kartoitus-hankkeen Itä-Suomen yksikön tutkimuskohteet vuosina 2005-2007.

3.3.1 Karbonaattikivet

Sievin karbonaattikivi

Sievin karbonaattikivitutkimukset aloitettiin lohkare-etsinnällä vuonna 2001. Vuosina 2004-2007 on alueella tehty geofysikaalisia mittauksia (magneettinen ja sähköinen) 12,8 km² ja kairattu 34 reikää, yhteispituudeltaan 2134 metriä.

Kohde on karttalehdillä 2342 05, 06, 08 ja 09. Lisäksi vielä tutkimattomia mahdollisia jatkeita on karttalehdillä 2431 04 ja 07. Alueelle on tehty valtaukset Isomaa 2-4 ja Pikipannu 1-4 sekä varaukset Reiko ja Aittosaari. Näistä Reikon varaus on Yliveskan puolella.

Karbonaattikivellä on pituutta yli 20 kilometriä. Se liittyy vulkaanis-sedimenttiseen horisonttiin, joka kiertää graniitti-granodioriittibatoliittia. Itä- ja eteläosassa karbonaattikivikerroksen kaade on 45° itään ja etelään. Sen sijaan länsiosassa kerros on selvästi pystymmässä asennossa. Karbonaattikivikerroksen paksuus vaihtelee kolmesta metristä kahdeksaan metriin. Dolomiittia on 40-55%, kalsiittia 25-45%, tremoliittia 5-20% ja kvartssia noin 5%. Emäksisten vulkaniittivälikerrosten paksuus vaihtelee muutamasta senttimetrinä muutamaan kymmeneen senttimetriin.

Vuoden 2007 loppuun mennessä tullaan raportoimaan Isomaan valtaukset ja vuoden 2008 loppuun mennessä Pikipannun valtaukset.

Rajakankaan karbonaattikiviesiintymä

Virtasalmen alueella (alueliitoksen jälkeen osa Pieksämäen kaupunkia) on tutkittu Rajakankaan karbonaattikiviesiintymää vuosina 2004-2007. Tutkimusalue käsittää kolme valtausta ja tarkoitus on saada raportti valmiiksi vuoden 2007 aikana.

Esiintymä on osa Ankeleen-Tervalammen jaksoa, joka jatkuu valtausalueiden ulkopuolelle. Kaikkiaan esiintymää on kairattu runsaan 1200 m matkalla. Kalsiitti-dolomiittikivi on vallitseva karbonaattikivilaji ja vastaa koostumukseltaan Ankeleella louhittavaa maatalouskalkkia. Esiintymässä dolomiitti-kalsiittisuhteet vaihtelevat ilman näennäistä säännönmukaisuutta ja jompi-kumpi voi olla vallitseva karbonaattimineraali. Kalsiitti + dolomiitti vaihtelee lävistyksissä 54 – 90 %:n välillä, keskiarvon ollessa runsaat 60 %, lopun ollessa lähinnä diopsidia, serpentiiniä ja kvartssia. Neutraloiva Ca-ekvivalentti vaihtelee välillä 20-35 % ja liunneen Mg:n määrä < 3-10 %.

Leveimmillään esiintymä on runsaat 200 m, sisäraakkuina karsikiveä, kiillegneissia, amfiboliittia ja pegmatiittia. Kairaus ei ole ollut systemaattista eikä edes osapuilleen luotettavaa mineraalivara-arviota ole mahdollista antaa. Suuntaa-antava luku on välillä 4-5 Mt. Luku on melko konservatiivinen ja inventointiluontoisilla kairauksilla se saataneen nousemaan merkittävästikin. Varantoa arvioitaessa on huomioitu lävistyksen pituus ja sitä kautta realistinen louhintasyvyys.

Nurkkakankaan karbonaattikiviaihe

Virtasalmen Nurkkakankaalla 2007 kairaukset osoittivat 250 m leveän karbonaattikivijakson koostuvan useista erillisistä kalsiittipitoisista dolomiittikivikerroksista. Kairauksissa on pohja-aineistona käytetty vanhaa 1960-luvun maastogeofysiikan aineistoa sekä 1970 GTK:n kairaamia profiileja. Tutkimukset Nurkkakankaalla jatkuvat.

4 TILAUSTUTKIMUKSET

Tilaustutkimuksia on tehty kaikkien yksiköiden alueella. Ne pitävät sisällään mittauspalveluja, geologista konsultointia, teollisuusmineraaliesiintymien kohteellisia potentiaaliselvityksiä, detailjikartoitusta, mineraalivarantoarvioita ja kaivossuunnittelua.

Vuosina 2003-2007 tärkeimmät tilaustutkimukset olivat:

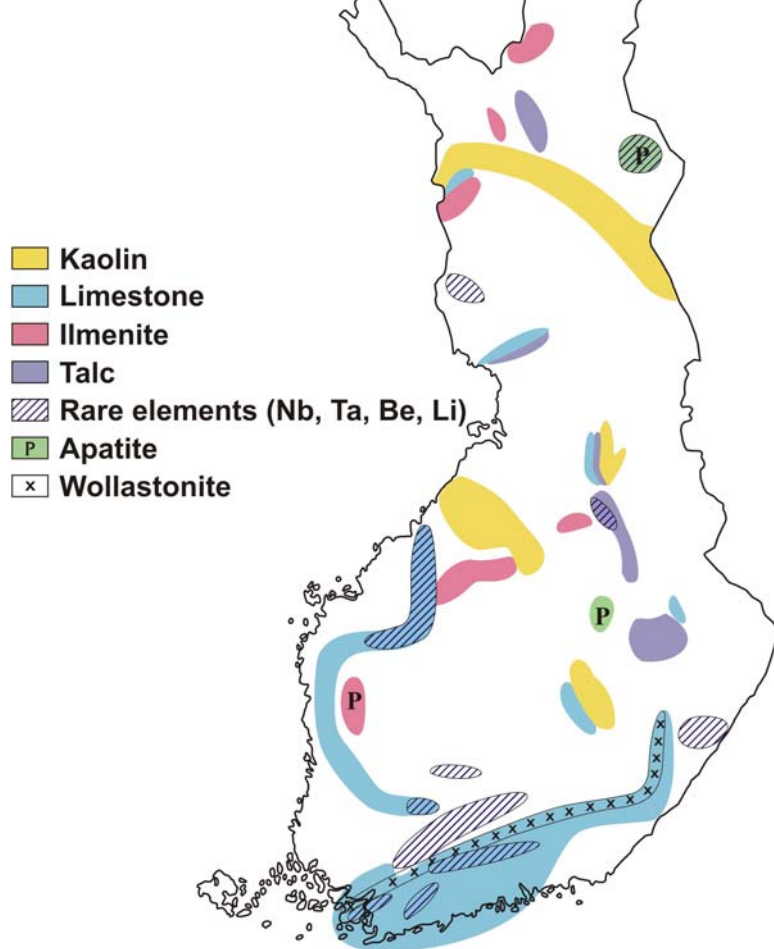
- Ullavan Längän 3D-mallinnus, mineraalivarantoarvio ja kaivossuunnittelu , tilaajana Ke-liber Resources Ltd Oy.
- Vampulan kalkkikivitutkimus, Nordkalk Oyj Abp.
- Geologinen konsultointi Kälviän Kairinevalla, Kalvinit Oy.
- Vaarojen savi, Kainuun Etu Oy
- Paltamon kalkkikivi, Kainuun Etu Oy

Tilauksia koskevat salaiset raportit löytyvät kirjallisuusluettelosta.

5 JATKOTUTKIMUSKOHTEITA

Sarapään 2003 kartta (kuva 9) Suomen teollisuusmineraalipotentialista, käsittää sisällään mineraalit, joilla arvioidaan tulevaisuudessa olevan eniten merkitystä ja joiden etsintään Suomen kal-lioperä huomioiden kannattaa panostaa.

POTENTIAL AREAS FOR INDUSTRIAL MINERALS



Kuva 9. Suomen teollisuusmineraalipotentiali.

5.1 Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Pohjois-Suomen yksikön alueella

1. Peräpohjan liuskealueen dolomiitti ja talkki
2. Pohjois-Pohjanmaan liuskealueen dolomiittikivet
3. Keski-Lapin vihreäkivijakson malmiaiheiden ja malmikriittisten jaksojen karbonaattikivet.
4. Peräpohjan, ns. Lapin kolmion, ulkopuolella olevat kalsiittiset ja dolomiittiset kalkkikivet
5. Itä-Lapin kalsiittiset ja dolomiittiset kalkkikivet

5.2 Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Itä-Suomen yksikön alueella

1. Juvan ja Pieksänmaan Ankeleen jakson karbonaattikivet
2. Karbonaattikiviin ja ultramafitteihin liittyvä talkki
3. Kiteen sekä Kajaanin ja Sotkamon alueiden maasälpäpegmatiitit

5.3 Potentiaaliset jatkotutkimuskohteet Etelä-Suomen yksikön alueella

1. Kaustinen-Ullava alueen Li-pegmatiitit
2. Lounais-Suomen kalsiittikivitutkimukset Vampulan alueella.
3. Somero- Tammela alueen pegmatiitit (Li, Ta)

GTK:n tutkimien Pohjan Kuovilan ja Nummi-Pusulän Kalkkimäen kalsiittikiviesiintymien valtausoikeudet on hankkinut itselleen Endomines Oy. Lupajan murske Oy:llä on valtaushakemusprosessi käynnissä koskien GTK:n tutkimien Kiskon Iso-Sorron dolomiittiesiintymää ja Multsilän kalsiittiesiintymää. Tämä osoittaa uusien karbonaattikiviesiintymien olevan edelleen jatkuvan kiinnostuksen kohteena. Ilmeniittitutkimusten tekeminen uusilla alueilla tarvitsee hyväksi havaitujen geofysiikan ennustekarttojen pohjaksi alueellisia painovoimamittauksia.

6 LIITTY

6.1 Julkaisut

Ahtola, Timo; Reinikainen, Jukka; Seppänen, Hannu 2004. Paleoproterozoic marbles in the Svecofennian Domain, Finland. In: Castor, S. B., Papke, K. G. & Meeuwig, R. O. (eds.) Betting on industrial minerals : proceedings of the 39th Forum on the Geology of Industrial Minerals, Reno/Sparks, Nevada, May 18-24, 2003. Nevada Bureau of Mines and Geology. Special Publication 33, 11-15.

Chernet, T., Wiik, M., Lehto, H., Reinikainen J. and Vuori, J. 2006. The effect of micro-grinding and micro-graphite flotation to upgrade the quality of calcite concentrate, with reference to Kurikka calcite marble deposit, Finland. *Minerals Engineering* 19: 372-375.

Grönholm, S., Alviola, R., Kinnunen, K., Kärkkäinen, N ja Mäkitie, H. 2003. Retkeilijän kiviopas. Internet.

Grönholm, S. (toim.), Alviola, R., Kinnunen, K.A., Kärkkäinen, N ja Mäkitie, H 2004. Retkeilijän kiviopas, GTK, 89s.

Hagelberg, K. 2005. Iso-Kiskojärvi mafiska intrusion. Pro gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto, Geologian laitos, geologian ja mineralogian osasto. 100 s., 6 liitettä.

Hiroki Konishi, Reijo Alviola and Peter R. Buseck. 2004. 2111 biopyribole intermediate between pyroxene and amphibole: Artifact or natural product? *American Mineralogist*, Vol.89, pp.15-19.

Käpyaho, A., Ahtola, T., Alviola, R. 2007. Whole-rock geochemical characteristics of a lithium pegmatite dike: a case example from Vintturi (Kaustinen), W-Finland. Extended abstract for SGA 9th Biennial Meeting, Dublin, August 20-24 2007.

Kärkkäinen, Niilo K.; Bornhorst, Theodore J. 2003. The Svecofennian gabbro-hosted Koivusaarenneva magmatic ilmenite deposit, Kälviä, Finland. *Mineralium Deposita* 38 (2), 169-184.

Lintinen, Panu & Al-Ani, Thair 2005. The Vittajänkä kaolin deposit, Salla, Finnish Lapland. Geological Survey of Finland, Current Research 2003–2004, Special Paper 38, 41–47, 2005.

Lohva, J. and Lehtimäki, J., 2005. Geophysical investigation of kaolin and ilmenite deposits in Finland. In: Airo, M-L. (ed.) *Aerogeophysics in Finland 1972-2004: Methods, System Characteristics and Applications*. Geological Survey of Finland, Special Paper 39, 143-150.

Pajula, O. 2007. Tervolan Reutuaavan dolomiittimarmorin mineralogia ja geokemia. Pro gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto, Geologian laitos, geologian ja mineralogian osasto. 74 s., 8 liitettä.

Sarapää, O., Reinikainen, J., Seppänen, H., Kärkkäinen, N. and Ahtola, T. 2003. Industrial minerals potential in Finland. In: Autio, S. (ed.) Geological Survey of Finland, Current Research 2001-2002. Geological Survey of Finland. Special Paper , 36, 5-12.

Sarapää, O., Kärkkäinen, N., Chernet, T., Lohva, J. , ja Ahtola, T. 2005. Exploration results and mineralogical studies on the Lumikangas apatite-ilmenite gabbro, Kauhajoki, western Finland, Current Research, Special Paper 38.

Sarapää, O. Kärkkäinen, N., Chernet, T., Lohva, J. and Ahtola, T. 2006. Exploration and geology of the Lumikangas, apatite-ilmenite gabbro, Kauhajoki, western Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland, Special Issue1, p141

Torppa, A. 2003. Karjalohjan Siikalammmin wollastoniitti-kalsiittikiviesiintymän metamorfinen historia. Pro gradu –tutkielma, Helsingin yliopisto, Geologian laitos, geologian ja mineralogian osasto. 100 s., 5 liitettä.

Vanhatalo, M. 2005. Strukturgeologisk studie av Remonmäki kalkstensfyndighet i Pusula, Nummi-Pusula, sydvästra Finland. Pro gradu –avhandling, Åbo akademi, Institutionen för geologi och mineralogi. 44 s., 2 bilagor.

6.2 Raportit

Ahtola, T., Reinikainen, J., Sarapää, O., Koistinen, E., Chernet, T. ja Kaunismäki, J. 2005. Tutkimusselostus Pohjan kunnassa sijaitsevan Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymän jatkotutkimuksista (valtausalueet Kuovila ja Kuovila 2, kaivosrekisterinumerot 6993/1 ja 7184/1) vuosina 2004-2005. M06/2014/2005/1/84.

Ahtola, Timo & Seppänen, Hannu. 2006. Raportti Genbölen valtausalueella (kaivosrekisterinnumero 7580/1) vuonna 2003 tehdyistä lisäkairauksista. 12 s., 10 liitettä. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2012/2006/1/84.

Ahtola, Timo & Sarapää, Olli & Lohva, Jaana. 2007. Tutkimustyöselostus Vampulan kunnassa, valtausalueella Matkussuo (kaivosrekisterinnumero 7822/1) suoritetuista kaoliinitutkimuksista vuosina 2004-2005. 12 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2112/2007/82/16.

Ahtola, T., Sarapää, O., Niemelä, M., Vartiainen, R., Käpyaho, A., Seppänen, H., ja Lohva, J. 2007. Teollisuusmineraalivarojen kartoitus vuosina 2003-2007. Hanke 2109000/2902000, loppuraportti. M10.4/2007/72. 50 s.

Al-Ani, T., Lintinen, P. ja Karhunen, J., 2003. Mineralogical descriptions and preliminary processing results of Vittajänkä kaolin deposit on Salla, Northeastern Finland. 26 p, 7 appendixes.

Al-Ani, T., Sarapää, O. & Lehtinen, M. 2004. Occurrence of halloysite in Virtasalmi kaolin and its effect on rheological properties. M19/32313-3232/2004/1/82, 26 s, 2 liitettä.

- Al-Ani, Thair & Lintinen, Panu & Karhunen, Jukka 2004.** Mineralogical Description and Preliminary Processing of the Vittajänkä Kaolin Deposit, Salla, Northeastern Finland. 33 s., 36 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/4621/2004/1/82.
- Al-Ani, T. & Niemelä, M., 2005.** Mineralogy and geochemistry of some kaolin occurrences in the Kainuu region, Northeastern Finland. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M19/3441/2005/1/82.
- Al-Ani, Thair & Lehtinen, Markku J. 2006.** Chemistry, mineralogy and origin of talc- and smectite-bearing weathering profile in Ruoselkä, Sodankylä, NE Finland, 25s., 2liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3741/2006/83/1
- Al-Ani, Thair & Sarapää, Olli & Lehtinen, Markku J. 2006.** Mineralogical and chemical study of some kaolin samples from the Kahdeksaisiensuo and Hyväjärvi occurrences, Virtasalmi, SE Finland. 19 p., 2app. Geological Survey of Finland, research report, M19/3232/2006/1/82.
- Alviola, R. 2003.** Pegmatiittien malmipotentialista Suomessa. GTK, 6 s.
- Alviola, R. 2004.** Oriveden Seppälä-Viitaniemi alueen pegmatiittitutkimus vv. 2003-2004, M19/2141-2142/2004/1/85 9 s. 4 liitettä.
- Chernet, T. 2003.** Grinding and flotation tests on calcite rock samples and mineralogical observations on process products, Pellonkylä, Karjalohja, Finland. Geologian Tutkimuskeskus, Raportti CM 16/2003/4.
- Chernet, T. 2003.** Preliminary mineralogical descriptions and mineral processing tests on crushing and flotation of Salmijärvi, Suomusjärvi, calcite rock. Geological Survey of Finland, Report CM 16/2003/7, 17 p, 3 app.
- Chernet, T. 2003.** Applied mineralogical studies on Iso-Kisko ilmenite ore deposit with respect to the ore amenability to beneficiation, Kisko, Southern Finland. 22 s., 2 liites. Geologian Tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/2014/2003/2/41.
- Chernet, Tegist & Sarapää, Olli & Johansson, Bo & Pakkanen, Lassi 2004.** Petrological and mineralogical studies on Lumikangas ilmenite-magnetite-apatite bearing gabbro, Kauhajoki, Western Finland. 25 s., 3 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/1234/2004/1/42.
- Chernet Tegist and Reinikainen Jukka 2005.** Mineral processing tests on selected calcite rock samples with special emphases on the application of microgrinding and micrographite flotation to upgrade the quality of calcite concentrate, Kivimäki/Sikamäki, Kurikka, Finland. GTK's research report CM16/2005/1243,2221/2005/1, GTK, 14 p + 33 app. pages.
- Chernet, T 2005.** Ceramic ball milling and flotation test result on representative calcite drill core samples from Kuovila calcite deposit, Finland. Research report CM 16/2005/5.

- Chernet, T., 2005.** Preliminary tests and results on calcite rock processing and mineralogical observations on the process products, Genböle, Dragsfjärd, Finland. Research report CM 16/2003/3 (revised copy). 9 s, 6 liitettä.
- Chernet, Tegist & Pakkanen, Lassi 2006.** Preliminary study on Ba-rich feldspar and alteration of forming minerals in the upper part of the Lumikangas gabbro, Kauhajoki, Western Finland. 15 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/1234/2006/1/84.
- Chernet, T. 2007.** Crushing, ceramic ball milling and flotation test results on dolomite rock samples from Reutuaupa dolomite marble deposit, Finland. Research report M19/3611/2007/41/15.
- Knuutinen, T., Chernet, T., Klemetti, M. ja Koponen, P., 2005.** Minipilot plant test on Kuovila calcite rock at Mintek and analyses results of processing products. Research report CM 16/2005/6.
- Koistinen, E., Reinikainen, J. P., ja Ahtola T., 2003.** Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymän wollastoniitin mineraalivarantoarvio. CM19/2014/2003/1/84.
- Koistinen, E. ja Ahtola, T. 2005.** Kuovilan kalsiitti-wollastoniittiesiintymän jatkotutkimusten kalsiittikiven mineraalivarantoarvio. CM19/2014/2005/1/84.
- Käpyaho, A., Sarapää, O., Kaunismäki, J., Lohva, J., Ahtola, T., Johansson, B. ja Huhta, P. 2007.** Tutkimustyöselostus Kaustisen kunnassa valtausalueella Matoneva (Kaivosrekisterinumero 7882/1) vuosina 2004 ja 2005 tehdyistä Li-pegmatiittitutkimuksista. 14 s., 2 liitettä. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2323/2007/10/78.
- Lehtinen, M. ja Sarapää O. 2004.** Katsaus teollisuusmineraalien tuotantoon ja etsintätarpeeseen Suomessa., CM89/2004/1, 55s.
- Lintinen, Panu 2005.** Kaoliinitutkimukset Sallan Vitsaojalla 2001–2005. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M19/4622/2005/1/82. 6 s., 6 liites.
- Lintinen, Panu 2005.** Kaoliinitutkimukset Sodankylän Kelujärven ympäristössä 2003–2004. Käsikirjoitus valmis.
- Lintinen, Panu 2006.** Kaoliinitutkimukset Sodankylän Kelujärven ympäristössä 2003–2004. 21 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/3713,3714,3731,3732/2006/1/82.
- Lintinen, Panu 2006.** Tutkimustyöselostus Sallan kunnassa valtausalueella Vittajänkä (Kaivosrekisterinumero 7320/1) suoritetuista kaoliinitutkimuksista vuosina 1999 – 2005. 23 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/4621/2006/1/10.
- Lintinen, Panu 2007.** Talkkitutkimukset Tervolan Viidanmaassa 2005-2006. 13 s. + 19 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2542/2007/91.
- Lintinen, Panu & Turunen, Pertti 2007.** Reutuaupa dolomite marble deposit at Tervola, Northern Finland. M19/3611/2007/92.

- Lohva, J. 2003.** Geofysikaaliset mittaukset Karjalohjan Pellonkylässä. CQ19/2014/03/1.
- Lohva, J. 2004.** Geofysikaaliset mittaukset Suomusjärven Salmijärvellä. CQ19/2023/04/1.
- Lohva, J. 2005.** Geofysikaaliset mittaukset Kurikan Sikamäellä. CQ19/1243,2221/2005/1.
- Niemelä, M., 2007.** Tutkimustyöselostus Sievin kunnassa valtausalueilla Isomaa 2 (kaiv. rek. n:o 7804/1), Isomaa 3 (kaiv. rek. n:o 7884/1) ja Isomaa 4 (kaiv. rek. n:o 7969/1) suoritetuista karbonaattikivitutkimuksista vuosina 2001-2006. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2342/2007/65.
- Reinikainen, J., Herola, E. ja Kaunismäki, J., 2003.** Tutkimustyöselostus Karjalohjan kunnassa, valtausalueella Pellonkylä (kaivosrekisteri n:o 6995/1) tehdyistä karbonaattikivitutkimuksista vuosina 1999-2003. M06/2014/2003/1/84. 17 sivua, 4 liitettä.
- Reinikainen, J., Alanen, J., Kaunismäki, J. ja Sarapää, O. 2004.** Tutkimustyöselostus Kurikan kunnassa valtausalueilla Sikamäki (kaivosrekisteri n:o 7314/1) ja Kivimäki (kaivosrekisteri n:o 7394/1) tehdyistä kalsiittikivitutkimuksista vuosina 2001-2004 M6/2014/2004/1/84. 17 sivua ja 7 liitettä.
- Reinikainen, J., Kuivasaari, T. ja Pirinen, H. 2007.** Tutkimustyöselostus Pieksämäen kaupungissa ja Juvan kunnassa valtausalueella Rajakangas 1, 2 ja 3 (kaiv.rek n:rot 7961/1; 8168/1; 8168/2) tehdyistä karbonaattikiviesiintymän tutkimuksista vuosina 2004-2007. M6/3231/2007/97. 14 sivua ja 5 liitettä.
- Salmirinne, H. & Nykänen, V. & Lintinen, P. 2005.** Talkin prospektiivisuusanalyysi Perä-Pohjan liuskealueella. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 19/2633/2005/1/84.
- Sarapää, O, Ahtola, T., Reinikainen, J., Seppänen, H., Chernet, T., Kärkkäinen, N., Koistinen, E. ja Lohva, J. 2003.** Etelä-Suomen teollisuusmineraalitutkimukset vuosina 1998-2002. Hanke 2109000, loppuraportti. M89/2003/1. 79 s.
- Sarapää, O. ja Kärkkäinen N. 2003.** Tutkimustyöselostus Toholammen kunnassa valtausalueella Lylyneva 1-2 (Kaivosrekisteri 6141/1-2) suoritetuista ilmeniittitutkimuksista vuosina 1995-1997. M06/2341/2003/1.
- Sarapää, O., Ahtola T, Chernet T. ja Kaunismäki, J. 2004.** Tutkimustyöselostus Suomusjärven kunnassa, valtausalueella Salmijärvi (kaivosrekisteri n:o 7496/1) tehdyistä kalsiittikivitutkimuksista vuosina 2001-2003. M06/2023/2004/1/84.
- Sarapää, O. , Ahtola, T., Lohva, J., Hagelberg, K. ja Karimerto, P. 2005.** Tutkimustyöselostus Kiskon kunnassa valtausalueella Iso-Kisko (Kaivosrekisterinumero 7495/1) tehdyistä ilmeniitti-tutkimuksista vuosina 2001-2003, M06/2014/2005/1/10. 33 s.

Sarapää, O., Lohva, J., Kärkkäinen, N., Herola, E. ja Kuivasaari, T. 2005.

Tutkimustyöselostus Haapajärven kunnassa valtausalueilla Kumiseva 1-2 (Kaivosrekisterinumerot 6360/1-2) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 1996-1997. M 06/2343/2005/1/10, 14 sivua, 8 liitettä.

Sarapää, Olli & Lohva, Jaana & Seppänen, Hannu & Karttunen, Kalevi. 2005.

Tutkimustyöselostus Toholammen kunnassa valtausalueella Nuoranen (kaivosrekisterinnumero 7494/1) tehdyistä ilmeniittitutkimuksista vuosina 2001-2003. 12 s., 13 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 06/3241/2005/1/10.

Sarapää, Olli & Kärkkäinen, Niilo & Chernet, Tegist & Lohva, Jaana & Ahtola, Timo.

2006. Tutkimustyöselostus Kauhajoen kunnassa valtausalueella Lumikangas (kaivosrekisterinnumero 7741/1) suoritetuista ilmeniitti-apatiittitutkimuksista vuosina 2002-2004. 21 s., 9 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/1234/2006/1/10.

Sarapää, Olli & Kärkkäinen, Niilo & Lohva, Jaana & Pelkkala, Mikko & Seppänen,

Hannu 2006. Tutkimustyöselostus Reisjärven kunnassa valtausalueella Metsäperä (kaivosrekisterinnumero 7863/1) tehdyistä ilmeniittitutkimuksista. 34 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2343/2006/1/10.

Seppänen, H., 2004. Etelä- ja Länsi-Suomen kultavarojen kartoitukseen liittyviä uraani-, torium- ja kaliummäärittämiä monikanava-analysaattorilla. M19/2024/2004/1. 3 s. + 2 liitettä.

Seppänen, H., Reinikainen, J. & Karimerto, P., 2004. Tutkimustyöselostus Nummi-Pusulan

kunnassa, valtausalueella Kalkkimäki 1 (kaiv.rek n:ro 7112/1) tehdyistä Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymän jatkotutkimuksista vuosina 2002 - 2003. M06/2041/2004/1/84. 12 s. + 9 liitettä

Seppänen, H., Reinikainen, J. & Karimerto, P. 2004. Raporttiin Tutkimustyöselostus Nummi-

Pusulan kunnassa, valtausalueella Kalkkimäki 1 (kaiv.rek n:ro 7112/1) tehdyistä Kalkkimäen karbonaattikiviesiintymän jatkotutkimuksista vuosina 2002 - 2003, liittyvät syväkairausraportit, kairausprofiilit ja kemialliset analyysit. M19/2041/2004/1/84.

Seppänen, H., Reinikainen, J. ja Karimerto, P. 2004. Report on the investigations of the

Kalkkimäki carbonate marble deposit in 2002 –2003, Extended abstract from the report M06/2041/2004/1/84. 3p. 4 App.

Seppänen, Hannu & Ahtola, Timo & Reinikainen, Jukka & Sarapää, Olli 2005.

Karbonaattikivitutkimuksia Kemiön saarella 1994-2000. 13 s., 16 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M 19/2012/2005/1/84.

Seppänen, Hannu & Ahtola, Timo & Lohva, Jaana. 2007. Tutkimustyöselostus Nummi-

Pusulan kunnassa, valtausalueella Remo (kaiv.rek n:ro 7599/1) tehdyistä karbonaattikiviesiintymän tutkimuksista vuosina 2002-2003. 19 s., 81 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/2023/2007/84/27.

Vartiainen, Risto (2005) Mineralogiset tutkimukset Kuusamon Merenojalla 1994 – 1995. 8 s. + 2 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M19/4613/2005/1/42.

Vartiainen, Risto 2005. Teollisuusmineraali- ja rakennuskivitutkimukset Pohjois-Suomessa vuosina 2002–2004. Hankeraportti, 16 s, 5 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 10.4/2005/4.

6.3 Tilaustutkimusraportit

Ahtola, T., Lohva, J. 2004. Vampulan kalkkikivitutkimus. CM19/2111,2112/2004/1/84. 14 sivua, 18 liitettä. Nordkalk Oyj Abp:n tilaustutkimus.

Koistinen Esko, Alviola Reijo, Hakala Arto, Karhunen Jukka. 2003. Ullavan Lántán kaivossuunnittelu Loppuraportti CM 19/2341/2003/1/85, , 18 sivua, 18 liitettä.

Koistinen, E. ja Hakola, A. 2005. Ullavan Lántán litiumesiintymán 3d-mallinnus, mineraalivarantoarvio ja kaivossuunnittelu 200 M:n tasolle. Kaustisen kunnan ja Keliber Resources Ltd Oy:n tilaustutkimus. CM 19/2341/2005/1/85. 22 sivua, 6 liitettä.

Koistinen, E. (2005) Ullavan Lántán litiumesiintymán kairausprofiilit ja niiden tulkinnat. CM19/2341/2005/2/85. Liittyy Kaustisen kunnan ja Keliber Resources Ltd Oy:n tilaustutkimukseen.

Niemelä Mauri 2005. Vaarojen savi. Kainuun kaoliinien käyttökelpoisuuden selvittäminen teollisuuden raaka-aineeksi. Osa 1: Suoritettut tutkimukset ja tulokset. Tilaustutkimus, tilaaja Kainuun Etu Oy. 30 s., 3 liitettä.

Niemelä Mauri 2006. Paltamon kalkkikivitutkimus. Paltamon kalkkikiviesiintymien kartoitus-, määrä- ja soveltuvuustutkimus. Väliraportti. Tilaustutkimus, tilaaja Kainuun Etu Oy. 10 s., 8 liitettä. Liiteraporttina Paltamon kalkkikivikohteiden ympäristöselvitys. 16 s., 7 liitettä.

6.4 Esitelmät, esittelyt, ekskursionit ja workshopit

Ahtola, T., Reinikainen, J, and Seppänen, H. (2003) Paleoproterozoic marbles in the Svecofenian Domain, Finland, Reno, 39th Forum on the Geology of Industrial Minerals, 18.-24.5. Esitelmä

Sarapää, O., Reinikainen, J. Huhtikuun 2003 Industrial Minerals lehdessä julkaistiin artikkeli exposure-sivulla 103: Kuovila calcite-wollastonite

Alviola, R 2003. Suomen graniittipegmatiitit. Lahden kivikerhossa 22.1.2003.

16th Industrial Minerals congress 6-10.4.2003 Montrealissa (Sarapää).



Esitelmä ja osallistuminen kokoukseen '39th Forum on the Geology of industrial Minerals' ja kokoukseen liittyviin ekskursionihin Nevadassa 17.-26.5. (Ahtola, Seppänen)

Imeryksen päägeologi Dan Germaque vieraili GTK:ssa ja maastokohteissa 27-28.5 mm. Kuovilassa (oppaina Sarapää, Seppänen).

Nordkalkin geologit Lauren, Harinen, Hakkarainen ja Heinonen tutustuivat Kuovilan esiintymään 17-18.6 (Sarapää, Ahtola).

Omya Oy:n Suvio ja Tuokko tutustui Kuovilan esiintymään 23.7 (Reinikainen, Ahtola)

KTM ja GTK järjesti tiedotustilaisuuden maanomistajille 29.8 (Reinikainen, Sarapää, Söderholm, Nurmi, Suomela)

Ekskursio Åbo Akademin (Lindroos, Engström) maastokohteille Kemiöön ja KF:n kaivokselle (Jouni Niemi) Förbyyseen 16-17.9 (Sarapää, Reinikainen, Ahtola).

Sarapää, Olli, 2004. Etelä-Suomen teollisuusmineraalitutkimukset, VMY:n Geologijaoston laivasymposio 3.2.2004 Silja Symphonylla.

Alviola, R., 2004. Esiintymän arviointi GTK:n palveluprojektina, Conceptual Study. TTK:lla 10.2.2004 järjestetyssä Geologinen mallinnus, evaluointi ja GIS-seminaarissa.

Reinikainen, Jukka 2004. GTK:n Etelä- ja Itä-Suomen teollisuusmineraalitutkimukset. Pienkaivostoiminnan kehittämisseminaari Pyhäjärvellä 10.-11.6.2004,

Chernet, T., Reinikainen, J., Lehto, H. and Vuori, J. 2004. The effect of micro-grinding and micro-graphite flotation to upgrade the quality of calcite concentrate, with reference to Kurikka calcite deposit, Finland. Konferenssiabstrakti Industrial Minerals Processing 2005 kokoukseen.

Sarapää, O. 2004. Teollisuusmineraalit GTK:n vuosikertomuksessa 2003.

Sarapää, Olli 2004. GTK:n teollisuusmineraalien etsintäkohteet Etelä-Suomessa. VMY:n syys-ekskursio 28.9.

Etiopopilaisille järjestettiin kahden viikon malminetsintäkurssit (Sarapää, Alviola, Ahtola, Seppänen) 6-17.9 (hanke 1104050)

Hankkeen toimesta laadittiin vuoden 2005 Kivimieskalenteria 9 viikkoa.

Kalkkimäen ja Kuovilan kalsiittiesiintymiä esitelty ja markkinoitu Baltic Oy:lle Rovaniemellä 4.11

Alviola on tehnyt elokuussa Forssan-Someron alueen RE-pegmatiitteja esittelevän posterin Torrnsuon kansallispuiston SE-reunalle.

Suomen malmikaivokset, teollisuusmineraalikouhokset, rakennuskivilouhimot ja korukiviesiintymät karttojen päivitys v. 2004 (Alviola)
Hankkeen toimesta järjestettiin teollisuusmineraaliworkshop Outokummussa GTK:n Mineraalitekniikassa, osallistujia oli kolmisenkymmentä.

Sarapää ja Lehtinen osallistuivat Barcelonassa kokoukseen ja ekskursion Madridissa: 17 th Industrial Minerals International Congress 28.3-2.4.2004.

Sarapää toimi kouluttajana toukokuussa yliopistojen opiskelijoille järjestetyillä kartoituskurssilla Haverrissa.

Chernet Tregist, Reinikainen Jukka, Lehto Harri, Vuori Janne. 2005. The effect of micro-grinding and micro-graphite flotation to upgrade the quality of calcite concentrate, with reference to Kurikka calcite deposit, Finland. Konferenssiabstrakti Industrial Minerals Processing 2005 kokoukseen.

Ahtola, T.(1), Reinikainen, J. and Sarapää, O. 2006. Mineralogy and technical properties of Kuovila wollastonite-calcite marble, a new potential GCC-deposit in SW Finland . Poster hyväksytty Wintermeeting 2006.

Sarapää, O., Kärkkäinen N., Chernet, T., Lohva, J. and Ahtola T 2006. Exploration results and geology of the Lumikangas apatite-ilmenite gabbro, Kauhajoki, western Finland. Poster hyväksytty Wintermeeting 2006

Al-Ani, T, Sarapää, O. and Lehtinen, M. 2006. Occurrence of halloysite in Virtasalmi and its effect on rheological properties. Esitelmä, abstract hyväksytty Wintermeeting 2006.

Sarapää, O., Seppänen, H., Ahtola, T. 2005. Teollisuusmineraaliworkshop ja pidettiin 2-4.5 Kokkolassa, osallistujia oli 27 ja esitelmistä koottiin moniste.

Sarapää Olli: Teollisuusmineraaliluentokurssi Helsingin yliopisto 24 tuntia tammi-maaliskuu

Sarapää Olli: Keski-Pohjanmaan malmipotentiali, esitelmät geologipäivillä Kaustisella ja Kokkolassa 16.9.

Ahtola, T., Reinikainen, J. and Sarapää, O. 2006. Kuovila wollastonite-calcite marble, a new potential GCC-deposit in SW Finland. In: Peltonen, P. & Pasanen, A. (eds.) The 27th Nordic Geological Winter Meeting, January 9-12, 2006, Oulu, Finland : abstract volume. Bulletin of the Geological Society of Finland. Special issue (1), 5.

Sarapää, O., Kärkkäinen, N., Chernet, T., Lohva, J. and Ahtola, T. 2006. Exploration results and geology of the Lumikangas apatite-ilmenite gabbro, Kauhajoki, western Finland. In: Peltonen, P. & Pasanen, A. (eds.) The 27th Nordic Geological Winter Meeting, January 9-12, 2006, Oulu, Finland : abstract volume. Bulletin of the Geological Society of Finland. Special issue (1), 141.

Al-Ani, T., Sarapää, O. and Lehtinen, M.J. 2006. Occurrence of halloysite in Virtasalmi kaolin deposits and its effect on rheological properties. In: Peltonen, P. & Pasanen, A. (eds.) The 27th Nordic Geological Winter Meeting, January 9-12, 2006, Oulu, Finland : abstract volume. Bulletin of the Geological Society of Finland. Special issue (1), 6.

T. Ahtola osallistui 26.3.-31.3.2006 San Franciscossa pidettyyn teollisuusmineraalikonferenssiin (18th Industrial Minerals Congress & Exhibition) ja ekskursionille.

Mosambikilaisille geologeille järjestettiin (Ahtola, Käpyaho, Seppänen) teollisuusmineraalikoulutusta 4.5-16.5. (esitelmiä, esittelyjä, ja maastokäyntejä teollisuusmineraalikohteisiin Lounais-Suomessa, hanke 1902011).

Ahtola, Käpyaho ja Seppänen osallistuivat Helsingissä 16.11. järjestettyyn IM Forum and Dinner konferenssiin.

Käpyaho, A., Ahtola, T., Alviola, R. Whole-rock geochemical characteristics of a lithium pegmatite dike: a case example from Vintturi (Kaustinen), W-Finland. Esitelmä **SGA 9th Biennial Meeting**, Dublin, August 22 2007

Ahtola, T., Käpyaho, A. 2005. Teollisuusmineraaliworkshop ja samalla hankkeen loppukokous pidettiin Rovaniemellä 19.-20.6.2007. Workshopista koottiin muistio, joka sisältää kokouksen esitelmät.