



# Hanke 2551006 Pohjois-Suomen mafis- ultramafisten magmakivien malmipotentiali 2009-2010 loppuraportti

**Tuomo Törmänen, Pertti Heikura, Jukka Konnunaho, Heikki Salmirinne**



**GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND**




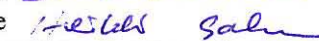
PL / PB / P.O. Box 96  
FI-02151 Espoo, Finland  
Tel. +358 20 550 11  
Fax +358 20 550 12

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](http://www.gtk.fi)

Tekijät Törmänen, Tuomo Heikura, Pertti Konnunaho, Jukka Salmirinne, Heikki		Raportin laji Hankeraportti	
		Toimeksiantaja Geologian tutkimuskeskus	
Raportin nimi Pohjois-Suomen mafis-ultramafisten magmakivien malmipotentiali 2009-2010, hanke 2551006, loppuraportti			
Tiivistelmä Pohjois-Suomen mafis-ultramafisten magmakivien malmipotentiali –hanke jatkoi v. 1996 alkanutta mafisten ja ultramafisten muodostumien ja niiden malmipotentialin tutkimista GTK:n Pohjois-Suomen Yksikössä. Tutkimusten painopiste siirtyi vuosien 2009-2010 aikana Itä-Lapista, Savukosken alueelta Inariin ja Utsjoelle. Kahtena päätutkimusalueena oli Rajajooseppi-Nellim välinen alue sekä toisaalta aivan pohjoisin Lappi. Lisäksi tehtiin joitain kohteellisia tutkimuksia Tornion Yli-Tornion ja Rovaniemen alueilla. Hankkeen piiriin kuuluivat myös Käsivarren alustavat tutkimukset joita on jatkettu Pohjois-Suomen mineraalipotentiali –hankkeessa. Tässä raportissa on kuvattu lyhyesti hankkeen tutkimusalueet sekä niillä suoritettut geofysiikan mittaukset, kairaukset, ym. maastotyöt, analytiikka, sekä hankkeen tuottamat raportit ja muut julkaisut.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Ultramafiitit, platinamalmit, nikkeli, kupari, kulta, harvinaiset maametallit, malmipotentiali, geokemia, MMI, geofysiikka, kairaus, kartoitus			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi, Lappi, Pudasjärvi, Ii, Tornio, Ylitornio, Rovaniemi, Sodankylä, Savukoski, Enontekiö, Inari, Utsjoki			
Karttalehdet 2542, 2613, 2631, 3514 (Kärppäsuu, Kapustalampi), 3521 (Ii), 3614, 3723, 3741, 3831, 3833, 3834, 3914, 3923, 3932, 3931, 3941, 3934, 3943, 4812			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Yleisluontoiset raportit ja lausunnot		Arkistotunnus 55/2011	
Kokonaissivumäärä 31 s., 7 liites.	Kieli suomi	Hinta	Julkinen Julkinen
Yksikkö ja vastuualue PSY/va 501		Hanketunnus 2551011	
Allekirjoitus/nimen selvennys Tuomo Törmänen  Pertti Heikura 		Allekirjoitus/nimen selvennys Jukka Konnunaho  Heikki Salmirinne 	

Date / Rec. no.

Authors Törmänen, Tuomo Heikura, Pertti Konnunaho, Jukka Salmirinne, Heikki		Type of report Project report	
		Commissioned by Geological Survey of Finland	
Title of report Ore potential of mafic and ultramafic rocks of Northern Finland 2009-2010, project 2551006 ,final report			
Abstract Project "Ore potential of mafic and ultramafic rocks of Northern Finland" continued the study of mafic and ultramafic formations and their ore potential, which had begun in 1996 in the Northern Finland Office of GTK. During 2009-2010 the focus of the studier shifted from the Savukoski are in NE Finland to Inari-Utsjoki area. The two main study areas were the area between Rajajooseppi and Nellim and the northernmost Lapland. In addition some local targets in Tornio, Ylitornio and Rovaniemi areas were investigated. Preliminary studies in the Käsivarsi area were also started within this project.  This report gives short descriptions of the targets/areas studied during the project, and the mounts of ground geophysics, drillings, etc field-work, analyses done as well as reports and other publications generated during the project.			
Keywords Ultramafic rocks, platinum ores, nickel, copper, gold, rare earth elements, ore potential, geochemistry, MMI, geophysics, drilling, mapping			
Geographical area Finland, Lapland, Pudasjärvi, Ii, Tornio, Ylitornio, Rovaniemi, Sodankylä, Savukoski, Enontekiö, Inari, Utsjoki			
Map sheet 2542, 2613, 2631, 3514 (Kärppäsuo, Kapustalampi), 3521 (Ii), 3614, 3723, 3741, 3831, 3833, 3834, 3914, 3923, 3932, 3931, 3941, 3934, 3943, 4812			
Other information			
Report serial		Archive code 55/2011	
Total pages 31 p., 7 appended pages	Language Finnish	Price	Confidentiality Public
Unit and section Northern Finland Office, 501		Project code 2551011	
Signature/name Tuomo Törmänen  Pertti Heikura 		Signature/name Jukka Konnunaho  Heikki Salmirinne 	



## Sisällysluettelo

### Kuvailulehti Documentation page

<b>1</b>	<b>HANKKEEN TAUSTA JA LÄHTÖTILANNE</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>HANKKEEN TARKOITUS</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>HANKKEEN ORGANISAATIO JA HENKILÖT</b>	<b>1</b>
3.1	Keskeisimpien henkilöiden työnkuvat ja vastuu hankkeessa	2
<b>4</b>	<b>HANKKEEN KAIRAUS, KARTOITUS JA GEOFYSIKAALISET MITTAUKSET, SEKÄ GEOKEMIAN NÄYTTEENOTTO</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>HANKKEEN VALTAUKSET JA VARAUKSET</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>KESKEISET TYÖMAAT</b>	<b>7</b>
6.1	Törmäsjärvi, Ylitornio (Heikura, Salmirinne)	7
6.2	Kontioselkä, Savukoski (Heikura)	8
6.3	Lomalampi, Sodankylä (Heikura, Iljina, Törmänen, Salmirinne)	9
6.4	Siiselkä, Sodankylä (Iljina)	10
6.5	Ruosseljänaapa, Sodankylä (Iljina)	11
6.6	Sotkavaara-Korvavaara, Rovaniemi (Törmänen, Salmirinne)	11
6.7	Lutto-Seitapää, Inari (Heikura, Salmirinne, Sandgren)	12
6.8	Utsjoen alueen tutkimukset	15
6.8.1	Njuohkarggu, Utsjoki (Heikura, Salmirinne)	15
6.8.2	Maastotutkimukset Utsjoella 2010 (Konnunaho, Iljina, Törmänen, Aarveaara, Moilanen)	17
6.9	Liakka, Tornio (Törmänen, Sandgren)	17
6.10	Pudasjärven kompleksin emäskivitutkimukset	19
6.10.1	Kärppäsuon ja Murtoniemenkankaan tutkimukset (Konnunaho, Lahti)	19
6.10.2	Pudasjärven Kapustalammen tutkimukset (Konnunaho, Lahti)	21
6.10.3	Iin Hautakankaan Ti-Fe-V esiintymän tutkimukset (Konnunaho, Lahti)	22
6.11	Enontekiön Käsivarren tutkimukset	23
6.11.1	Enontekiön Kalkkohaivin ja Tsohkoivin tutkimukset (Konnunaho, Turunen)	23
<b>7</b>	<b>ARVIO HANKKEEN TOIMINNASTA</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>HANKKEEN RAPORTIT JA MUUT JULKAISUT</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>KIRJALLISUUSVIITTEET</b>	<b>30</b>



## 10 LIITTEET

## 1 HANKKEEN TAUSTA JA LÄHTÖTILANNE

Valtaosa maailman nikkeli-, kupari-, platinametalli-, kromi-, vanadiini- ja titaanimalmista liittyy mafisiin tai ultramafisiin muodostumiin. Tällaisia ovat kerrosintruusioiden liittyvät Cr, Fe-Ti-V ja Cu-Ni-PGE esiintymät (stratiformisina kerroksina tai kerrostumina intruusioiden pohjalla), vulkaanisiin muodostumiin ja magmojen virtauskanaviin liittyvät Cu-Ni-PGE esiintymät ja podiformiset Cr-malmit ofioliittisissä muodostumissa, sekä komatiitteihin liittyvät Ni-Cu-PGE esiintymät.

## 2 HANKKEEN TARKOITUS

Pohjois-Suomen geologisena ominaispiirteenä ovat laajat emäksisten ja ultraemäksisten kivien esiintymät. Hankkeen yleisenä tavoitteena oli ylläpitää ja kehittää mainittuihin kivi-lajiassosiaatioihin liittyviä tietovarastoja, osaamista ja tuottaa assosiaatioon liittyviä malmi-indikaatioita kaivannaisteollisuudelle. Hankkeen tehtävä oli myös ylläpitää ja kehittää GTK:ta kansainvälisen tason osaajana emäksisten kivien tutkimuksessa ja kilpailukykyisenä palveluiden tarjoajana. Tämä edellytti kivilajiassosiaatioihin kohdistuvaa näytteenottoa ja tutkimusta. Ylemmän tason vaikuttavuustavoite on Suomen ja Euroopan metallien jatko-jalostusteollisuuden raaka-ainehuollon turvaaminen sekä Pohjois-Suomen taloudellisen toimeliaisuuden tukeminen.

## 3 HANKKEEN ORGANISAATIO JA HENKILÖT

*Hankkeen asettaja:* 2009-2010 Geologian tutkimuskeskus, Pohjois-Suomen yksikkö

*Toimiala:* 2009-2010 Kallioperä- ja raaka-aineet

*Raportoitava hanke:*

2009-2010, nro 2551006 Pohjois-Suomen mafis-ultramafisten magmakivien malmipotentiali

*Hankeryhmä:* hankepääällikkö Markku Iljina (2009-31.7. 2010)  
geologi Tuomo Törmänen (2009-1.8.-31.12 2010 hankep.)  
geologi Pertti Heikura (2009-2010)  
geologi Tapani Mutanen (2009-2010)  
geologi Jukka Konnunaho (2009-2010)  
geofyysikko Heikki Salmirinne (2009-2010)  
geofyysikko Ilkka Lahti (2009-2010)  
geofyysikko Eero Sandgren (2009-2010)  
geofyysikko Pertti Turunen (2009-2010)  
tutkimusavustaja Jouni Aarrevaara (2009-2010)  
tutkimusavustaja Seppo Kurttila (2009-2010)  
tutkimusavustaja Pauli Vuojärvi (2009-2010)

*Määräaikaiset työsuhteet:* kausiapulainen Brita Telenvuo (2009), 3,5 htkk  
kausiapulainen Marko Moilanen (2009 ja 2010), 4,7 htkk

Vuosiluvut henkilön yhteydessä tarkoittavat vuosia, jolloin henkilöllä on ollut vähintäänkin muutaman kuukauden mittainen työpanos hankkeessa. Lueteltujen henkilöiden lisäksi hankkeeseen on osallistunut muitakin tutkijoita ja tutkimusavustajia, joista mainittakoon geologi Tuomo Karinen, geokemisti Pertti Sarala ja tutkimusavustajat Pertti Telkkälä ja Martti Melamies. Hankkeen henkilötyövuodet on eriteltyinä taulukossa 1.



### 3.1 Keskeisimpien henkilöiden työnkuvat ja vastuu hankkeessa

*Markku Iljina:* Hankkeen tulosvastuullinen johtaminen. Yhteisrahoitteisten hankkeiden valmistelu, toteutus ja raportointi. Hankepääällikkö -31.07.2010.

*Tuomo Törmänen:* Emäksisten kivien petrologinen tutkimus. APE ja HSC tietokantojen kokoaminen. Kairausten suunnittelu, valvonta ja raportointi. Hankepääällikön tehtävät 1.8.-31.12. 2010.

*Pertti Heikura:* Vastasi suurimmasta osasta hankkeen kairauksien suunnittelusta, valmisteluista, ohjauksesta, kairasydänten- ja tutkimustulosten raportoinnista (mm. valtausraportit). ATK-pohjaisten aineistojen hallinta ja mallinnus. Muiden maastotöiden suunnittelu ja toteutus.

*Tapani Mutanen:* Jatko hankkeessa aikaisempia tutkimuksiaan sekä raportointia.

*Jukka Konnunaho:* Vastasi Enontekiön Käsivarren tutkimuksista vuonna 2010, Pudasjärven Kapustalammen, Kärppäsuon (Murtoniemenkangas) ja Iso-Leväsuon tutkimuksista 2007-2010 ja Pudasjärven Hautakankaan Ti-Fe-V aiheen tutkimuksista 2006-2010. Lisäksi osallistui hankkeen maastotöihin ja niiden suunnitteluun vuonna 2010 Utsjoen alueella.

*Heikki Salmirinne:* Vastasi pääosasta hankkeen geofysikaalisista tutkimuksista.

*Ilkka Lahti:* Vastasi eräiltä osin hankkeen geofysikaalisista tutkimuksista.

*Eero Sandgren:* Vastasi Tornion Liakan geofysikaalisista mittauksista sekä Enontekiön ja Inarin työmaiden konsultoinnista.

*Jouni Aarrevaara:* Tutkimusavustajan tehtävät. Valtausasiat ja kartoitustyöt kesäaikana.

*Seppo Kurttila:* Tutkimusavustajan tehtävät kairaustyömailla, kartoitustyöt kesäaikoina sekä ATK-tallennus.

*Pauli Vuojärvi:* Tutkimusavustajan tehtäviä kairaustyömailla. Vastasi havaintoaineistotallennuksista.

**Taulukko 1.** Hankkeen henkilöresurssien käyttö. Ei sisällä yhteisrahoitteisten Interreg- ja Tacis hankkeiden henkilöresursseja.

	2009 htv	2010 htv	Yhteensä
VA 501, suunniteltu	5,04	4,38	<b>9,42</b>
VA 501, toteutunut	5,09	5,01	<b>10,1</b>
Muut vastualueet	5,96	3,46	<b>9,15</b>
Toteutuneet htv:t	<b>10,78</b>	<b>8,47</b>	<b>19,25</b>

#### 4 HANKKEEN KAIRAUS, KARTOITUS JA GEOFYSIKAALISET MITTAUKSET, SEKÄ GEOKEMIAN NÄYTTEENOTTO

Hankkeen kairaus työmaittain ja vuosittain eriteltyinä taulukossa 2 ja vastaavasti kartoitushavainnot taulukossa 3. Geofysikaaliset tutkimukset on koottu liitteeseen 3.

*Taulukko 2. Hankkeen kairaus työmaittain ja vuosittain eriteltyinä (m).*

Kohde	2009	2010	
1 Törmäsvaara	381,95		
2 Ahvenrova	487,60		
3 Vajovaara	473,70		
4 Kontioselkä	899,30		
5 Lomalampi	179,60		
6 Siiselkä	172,35		
7 Ruoseljänaapa	188,15		
8 Sotkavaara	910,85		
9 Lutto	857,70		
10 Njuohkarggu		815,15	
11 Kapustalampi		152,15	
12 Kalkkoaivi-Tsohkoaivi		1095,80	
13 Lutto		0	
14 Lehtikaita		0	
15 Seitapää		0	
16 Liakka		0	
<b>Toteutunut yhteensä</b>	<b>4551,20</b>	<b>2063,45</b>	<b>6614,65</b>
<b>Suunniteltu yhteensä</b>	<b>4500</b>	<b>3300</b>	<b>7800</b>



**Taulukko 3.** Hankkeen tekemät kartoitushavainnot vuosittain ja henkilöittäin eriteltyinä.

Henkilö	2009	2010	
Pertti Heikura, PIH\$	0	6	6
Markku Iljina, MJI\$	0	19	19
Jukka Konnunaho, JPK2	0	36	36
Tuomo Törmänen, TOT\$	4	18	22
Seppo Kurttila, SLK\$	14	0	14
Jouni Aarrevaara, JAA\$	0	16	16
Brita Telenvuo, BBT\$	60	-	60
Marko Moilanen, MJMO	64	47	111
<b>Yhteensä</b>	<b>142</b>	<b>106</b>	<b>248</b>

Hankkeen geokemian näytteenotto on ollut lähinnä MMI- ja muiden heikkouuttomenetelmien testausta, pääosin jo vuosien 2007-2008 aikana. Vuoden 2008 näytteenotto on otettu mukaan tähän raporttiin koska kaikilla kohteilla tehtiin jatkotutkimuksia (kairausta, geofysiikan mittauksia) 2009-2010 aikana. Laajempia geokemian näytteenottoa on tehty lähinnä Käsivarren alueella, tukemaan alueella startanneita tutkimuksia.

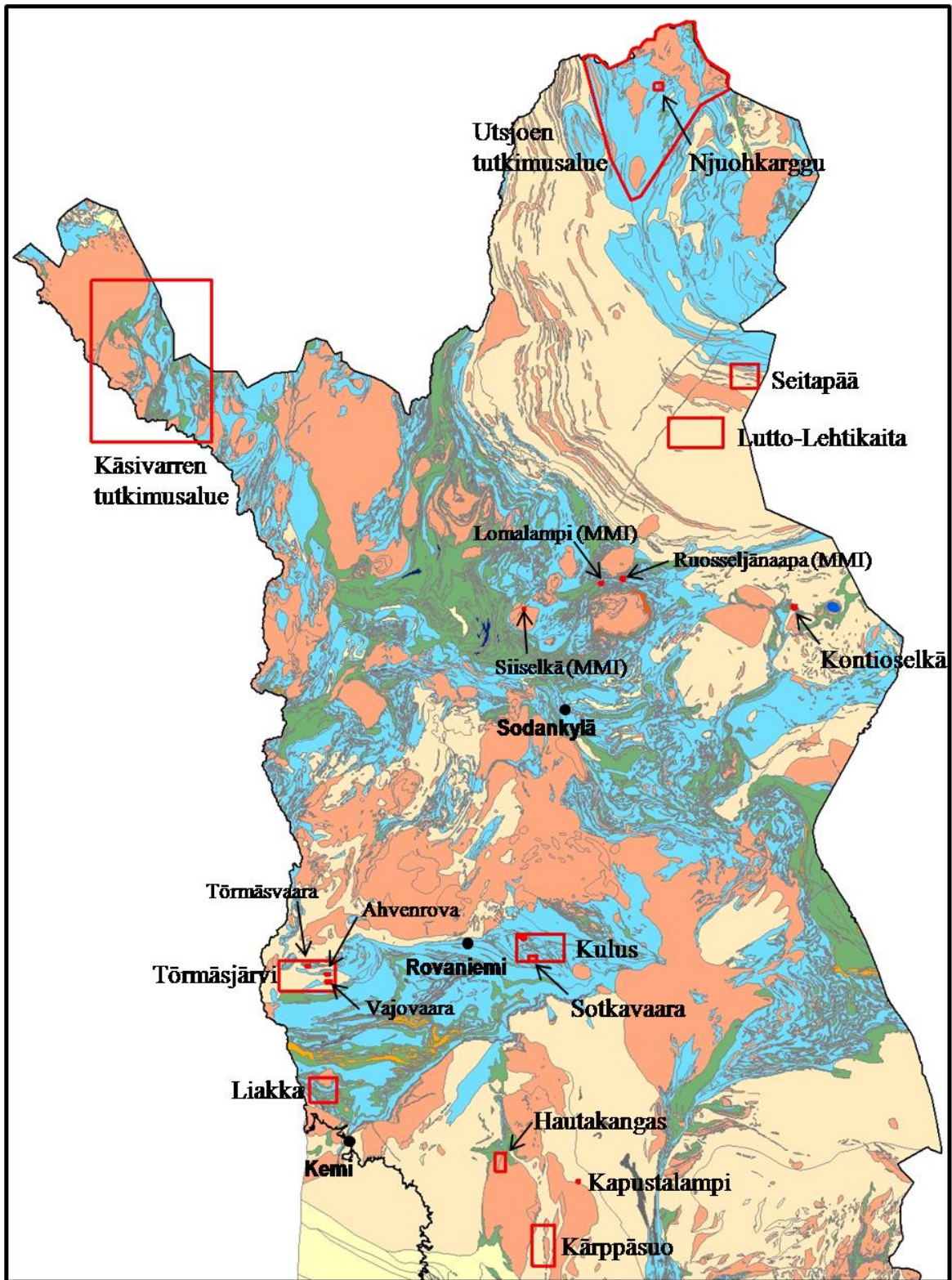
Heikkouuttomenetelmää testattiin v. 2008 kahdella kohteella keski-Lapissa; Siiselässä (yksi linja, 25 pistettä) ja Ruosseljänaavalla (yksi linja, 20 pistettä), sekä Kalkkooivin alueella, Käsivarressa (5 linjaa, 197 pistettä). Nämä kohteet kairattiin vuosina 2009-2010. Lisäksi Kalkkooivin alueelle tehtiin lisää geokemian näytteenottoa v. 2009: Heikkouuttonäytteitä kerättiin yhteensä 308 pistettä/8 linjaa, lisäksi jokaiselle näistä otettiin vielä duplikaatti-näytteet. Lisäksi kerättiin 130 moreeninäytettä ja 40 vesinäytettä.

## 5 HANKKEEN VALTAUKSET JA VARAUKSET

Hankkeen päättyessä hankkeella oli yksi voimassaoleva valtaus Lomalammella, sekä kaksi vireillä olevaa valtausta myös Lomalammella. Muista valtauksista on luovuttu vuosien 2009-2010 aikana. Hankkeen varausalueet ovat umpeutuneet vuosien 2009-2010 aikana.

*Taulukko 4. Hankkeen valtaukset ja varaukset.*

Kunta	Kohde	Status	Raukeaa	Kaivosrek.nro
Inari	Kaivolampi	Varaus	13.3.2010	
Inari	Suhuvaara	Valtaus	23.12.2010	8342/1
Sodankylä	Lomalampi	Valtaus	11.2.2013	7903/1
Sodankylä	Lomalampi	Valtaus	Vireillä	8748/1,2
Rovaniemi	Sotkavaara	Varaus	21.1.2010	
Ylitornio	Törmäsvaara	Varaus	22.8.2009	
Ylitornio	Törmäsjärvi	Varaus	22.8.2009	
Ylitornio	Ahvenrova	Varaus	22.8.2009	
Ylitornio	Vajovaara	Varaus	22.8.2009	
Ylitornio	Pikkujärvi	Varaus	22.8.2009	
Ylitornio	Lauvinpetunjänkkä	Varaus	22.8.2009	
Ii	Hautakangas	Valtaus	17.12.2009	8555/1-5



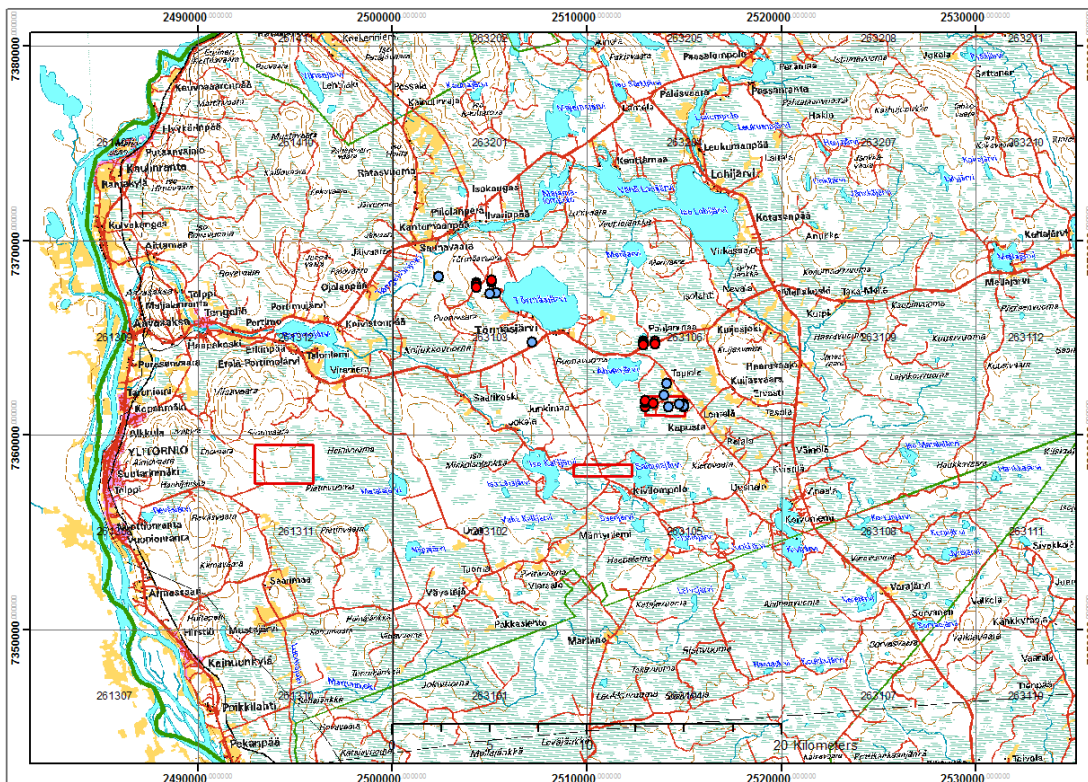
Kuva 1. Vuosien 2009-2010 tutkimusalueet ja -kohteet. Kallioperätietokanta DigiKp Suomi, GTK Versio1.0.

## 6 KESKEISET TYÖMAAT

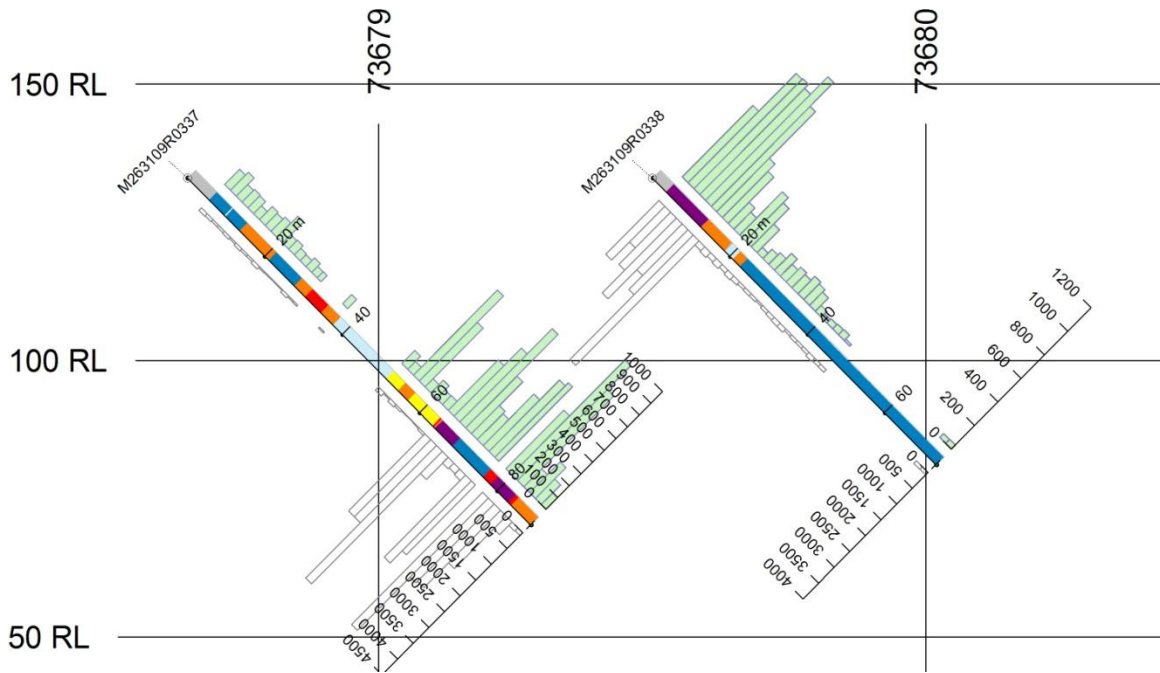
### 6.1 Törmäsjärvi, Ylitornio (Heikura, Salmirinne)

Törmäsjärvi-nimitystä on käytetty ryhmänimenä Peräpohjan liuskealueen luoteisosan tutkimuksissa. Nimi sisältää tutkimus- ja kairauskohteina olleet Törmäsvaaran-, Ahvenrovan- ja Vajovaaran alueet. Törmäsjärven alueelta tunnettiin Zn-, Cu- ja Ni-rikkaita kiisu- ja gra-fiittipitoisia lohkareita, joissa Zn- ja Ni-pitoisuudet nousivat lähes 1 % tuntumaan. Aluetta on pidettävä potentiaalisena Talvivaaratyyppisten Zn-Ni-malmien suhteen ja geologisen kokonaisasetelman perusteella myös Outokumpu-tyyppisten Cu-malmien suhteen.

Kairaukset Törmäsjärven alueella toteutettiin aikaisempien tutkimustulosten ja tehtyjen geofysiikan mitausten perusteella. Kairausten kohteina olivat erilaiset magneettisen- tai sähköisen anomalian aiheuttaneet kivilajit, kuten kiille- ja sarviväkerikkaat gneissit, mafiset vulkaniitit, erityyppiset karret, mustaliuskeet jne. Kaikkiaan kolmeen kohteeseen kairattiin 15 reikää, yhteensä 1343,25 m. Kairasydännäytteistä korkeimmaksi Zn-pitoisuudeksi analysoitiin 4950 ppm Zn, nikkelpitoisuuksien jäädessä alhaisiksi, korkeimman pitoisuuden ollessa 1330 ppm Ni. Korkein kuparipitoisuus oli 1200 ppm. Jalometalleista kullan pitoisuus kohosi 0,204 ppm ja Pt-pitoisuus 0,141 ppm. Paras Pd-pitoisuus mitattiin R0339 0,057 ppm Pd. Mustaliuskelävistyksissä myös eräät muut metallit, kuten molybdeeni ja vanadiini ovat ympäristön kiviä selvästi korkeammalla tasolla (Taulukko 4). Vaikka tehdyt kairaukset tuottivatkin odotettua laihemman tuloksen, voidaan aluetta pitää edelleen malmipotentialisena.



**Kuva 2.** Vuoden 2009 (punaiset täplät) ja sitä aikaisemmat kairaukset Törmäsjärven alueella. Punaisella rajatut alueet geofysiikan mittausalueita. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.



**Kuva 3.** Ni- (vihreä) ja Zn-pitoisuuksia (ppm) kahdesta Törmäsjärven alueen kairareistä.

**Taulukko 5.** Eräitä esimerkkejä Törmäsjärven alueen parhaimmista kairausläivityksistä.

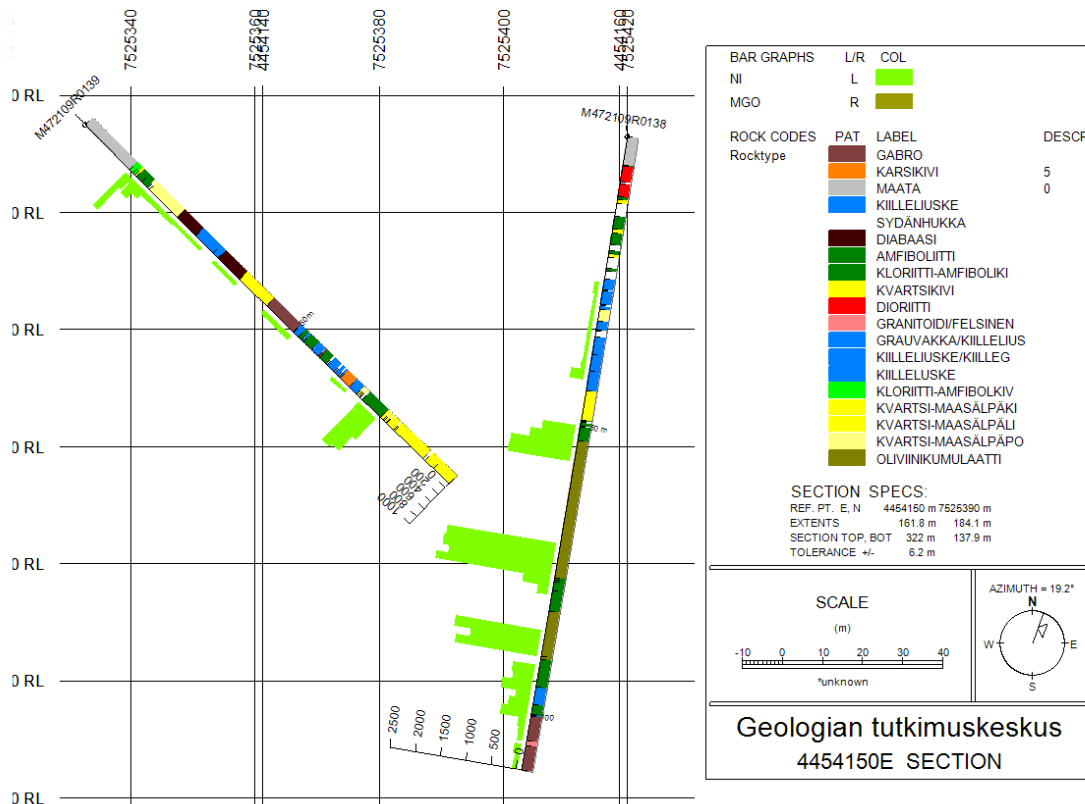
Analyysiväli	Kohde	Cu ppm	Ni ppm	Zn ppm	S %	Mo ppm	V ppm	Pd ppb	Pt ppb
R337 78.30-79.80	Törmäsvaara	492	498	4190	6,86	129	841	25	<20
R337 79.80-81.30		661	973	2500	12,2	87	606	29	<20
R337 81.30-82.95		331	773	2450	10,1	78	476	27	44
R342 50.10-51.60	Lehdonjärvi	836	1000	3970	11,4	113	848	33	<10
R342 51.60-53.10		452	640	3500	7,67	57	260	17	11

## 6.2 Kontioselkä, Savukoski (Heikura)

Vuonna 2006 aloitettiin tutkimusyhteistyö 'Pohjois-Suomen kultavarojen kartoitus' -hankkeen (2901005) kanssa. Tässä yhteistyössä suunniteltiin Kuttusojan alueen kairaukset sekä Itä-Lapin MMI näytteenotto palvelemaan molempien hankkeiden tavoitteita.

Kuttusojan alueen kairaukset eivät tuottaneet uusia merkittäviä malmihavaintoja. Gabroidi-set ja komatiittiset vulkaniitit ja kumulaatit sekä erilaiset sulfidirikkaat liuskeet ovat laajalti Ni-sulfidipitoisia, mutta yli 0,5 % :n pitoisuudet ovat harvinaisia. Hankkeen tutkimustulokset yhdistettynä aikaisempiin Ni-malmihavaintoihin viittaavat komatiittisten kumulaattien olevan potentiaalisimpia Ni-malmien suhteen. Vuonna 2009 laajennettiin tutkimusaluetta ja kairattiin Kuttusvaarojen kaakkoispuolelle, Kontioselkään 9 syväreikää, yhteensä 899,30 m. Kairauksilla yritettiin selvittää vuoden 1987 kairauksissa esille tulleen nikkeliä 0,55 % sisältävän juonimaisen malmin kulkua ja magneettisten anomalioiden aiheuttajia. Tutki-

mustuloksista ilmenee Kontioselän ultramafisten kivien poikkeavan hieman Kuttusvaarojen vastaavista kivilajeista. Kontioselän komatiittiset kumulaatit ovat keskimäärin MgO-rikkaampia kuin Kuttusvaarojen ultramafiitit ja niillä on huomattavasti vähemmän hajontaa  $Al_2O_3$ :n ja  $TiO_2$ :n suhteen. Lisäksi Kuttusvaarojen kaltaiset  $TiO_2$ -riikkaat ultramafiitit puuttuvat lähes kokonaan. Kontioselkää koskevat tutkimustulokset on julkaistu valtausraportissa (Heikura *et al.*, 2009).

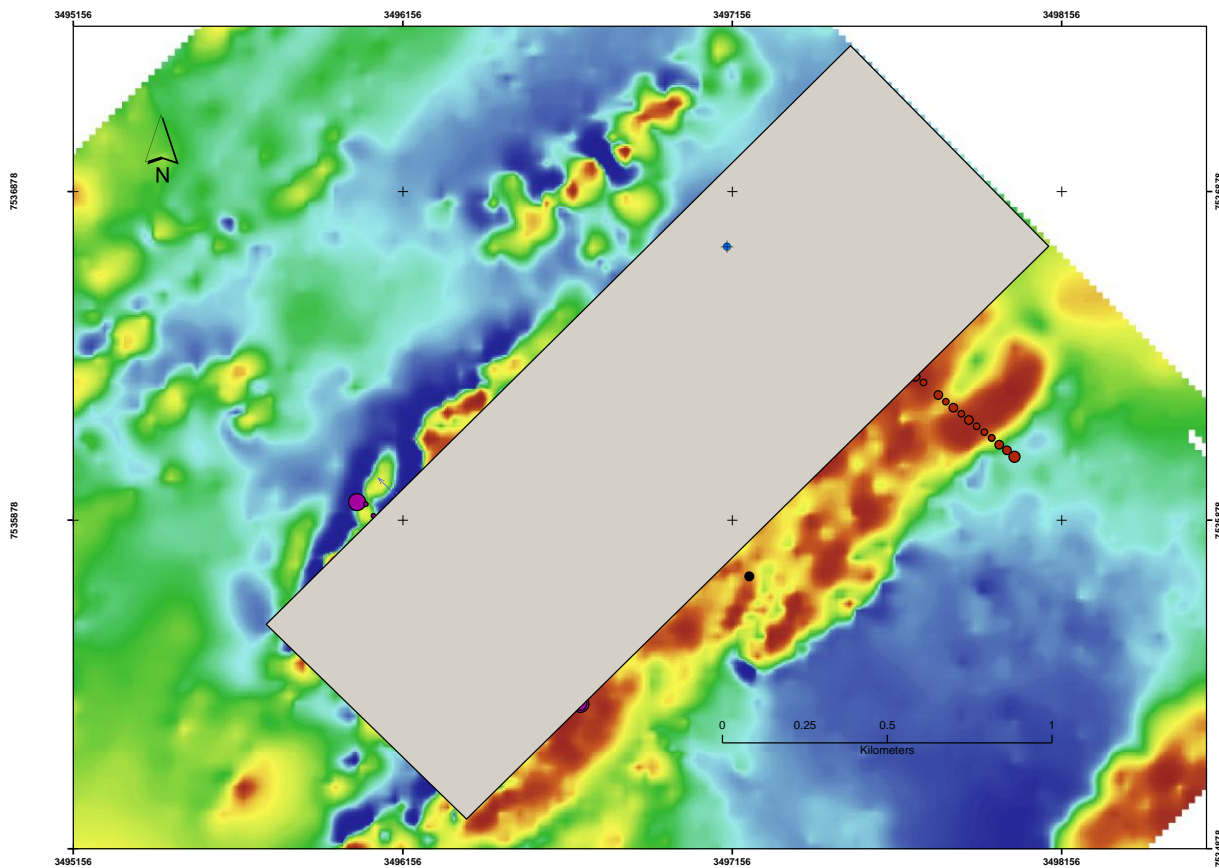


Kuva 4. Kaksi kairasydänleikkausta Kontioselästä kivilajeineen ja Ni-pitoisuuksineen (ppm).

### 6.3 Lomalampi, Sodankylä (Heikura, Iljina, Törmänen, Salmirinne)

Ni-Cu-PGE -tutkimuskohde. Lomalammen kohde löytyi 2004 GTK:n ja australialaisen CSIRO tutkimuslaitoksen yhteistyöhankkeessa, jossa tutkittiin Sattasen komatiittien petrologiaa ja nikkelimalmipotentiaalia. Tuolloin malmitutuma lävistettiin yhdellä kairareillä (Räsänen 2004). Hankkeen aikaisemmissa tutkimuksissa Lomalampi osoittautui liittyvän komatiittiseen oliviinikumulaattiin ja olevan selvästi Pt-valtainen (Pt/Pd 2,0-2,5, ka 2,35) PGE mineralisoituma, jonka perusmetallipitoisuudet ovat anomaaliset (max. Ni 7320 ppm ja Cu 8650 ppm). Malmitutuman horisontaalinen pituus on noin 650 m ja leveys 5-25 m.

Varsinaisen Lomalammen mineralisaation tutkimuskairaukset oli saatu jo päätökseen edellisenä vuonna, mutta vuoden 2009 kairauksilla pyrittiin selvittämään esiintymän jatkeita. Mineralisaation koillispuolelta v. 2008 otetuista MMI-näytteistä oli analysoitu selvästi kohonneita Pd-pitoisuuksia (3,1 ppb). Kohteeseen kairattiin em. vuoden aikana 4 reikää 179,60 m. Näytteistä tehdyt analyysit eivät kuitenkaan tuottaneet toivottua tulosta, pitoisuuksien jäädessä muutamaa kymmentä ppb:n. Tutkimustulosta heikentävinä tekijöinä voitaneen pitää paksuja maapeitteitä ja syvälle rapautunutta kallionpintaa. Lomalammen tutkimuksista on valmistunut myynti-/valtausraportti (Törmänen *et al.* 2010) sekä pro gradu -tutkielma Oulun yliopistossa (Moilanen 2011).



**Kuva 5.** MMI näytteenottopisteet ja lasketut palladiumanomaliat (pallukat) sekä kairausreiät Lomalammen kohdeella. Taustalla magneettinen maanpintamittaus väripintana.

#### 6.4 Siiselkä, Sodankylä (Iljina)

Siiselkä sijaitsee noin 25 km Peurasuvannosta länteen. Se oli yksi kolmesta hankkeen MMI/heikkouutto-näytteenotto-kohteesta vuonna 2008. Kohde valittiin matalentomagneettisella kartalla esiintyvän juonimaisen anomalian testaamiseksi (yhteensä 25 näytepistettä, n.30 m välein). GTK:n DigiKp-kallioperäkartalle magneettinen anomalia on tulkittu peridotiittiseksi juoneksi. Analyseissä magneettisen anomalian kohdalle osui heikko, mutta systemaattinen Pd-anomalia. Magneettisen anomalian yli mitattiin maanpintamagneettinen ja VLF-R profiili. Mittausprofiilille kairattiin kolme reikää, joista ensimmäinen, R0451 ei kuitenkaan tavoittanut kallion pintaa johtuen paksuista maapeitteistä (32.9 m). Toinen reikä (R0452), joka kairattiin pystyyn, n. 15 m luoteeseen ensimmäisestä reiästä tavoitti kallion 17 m:n syvyydellä, kivilajin ollessa rikkonaista kvartsidioriittia. Kolmas reikä (R0453) kairattiin n. 60 m luoteeseen edellisestä, alkaen maanpintamittauksilla todetun magneettisen anomalian länsireunasta, ja sillä lävistettiin 107 m kvartsidioriitti-granodioriittia (sisältäen 22.5 m maakairausta). Tutkimuksissa ei tavattu emäksisiä-ultraemäksisiä kivilajeja. Kairasydänanalyysit eivät tuottaneet anomaalisia metallipitoisuuksia, lukuun ottamatta reiän loppuosan (104.80-107.00 m) anomaalisia Zn-pitoisuuksia (3350-3520 ppm Zn). PGE-pitoisuudet olivat kauttaaltaan alle määrittäysrajan (<10 ppb), joten selitystä Pd-anomaliolle ei saatu.

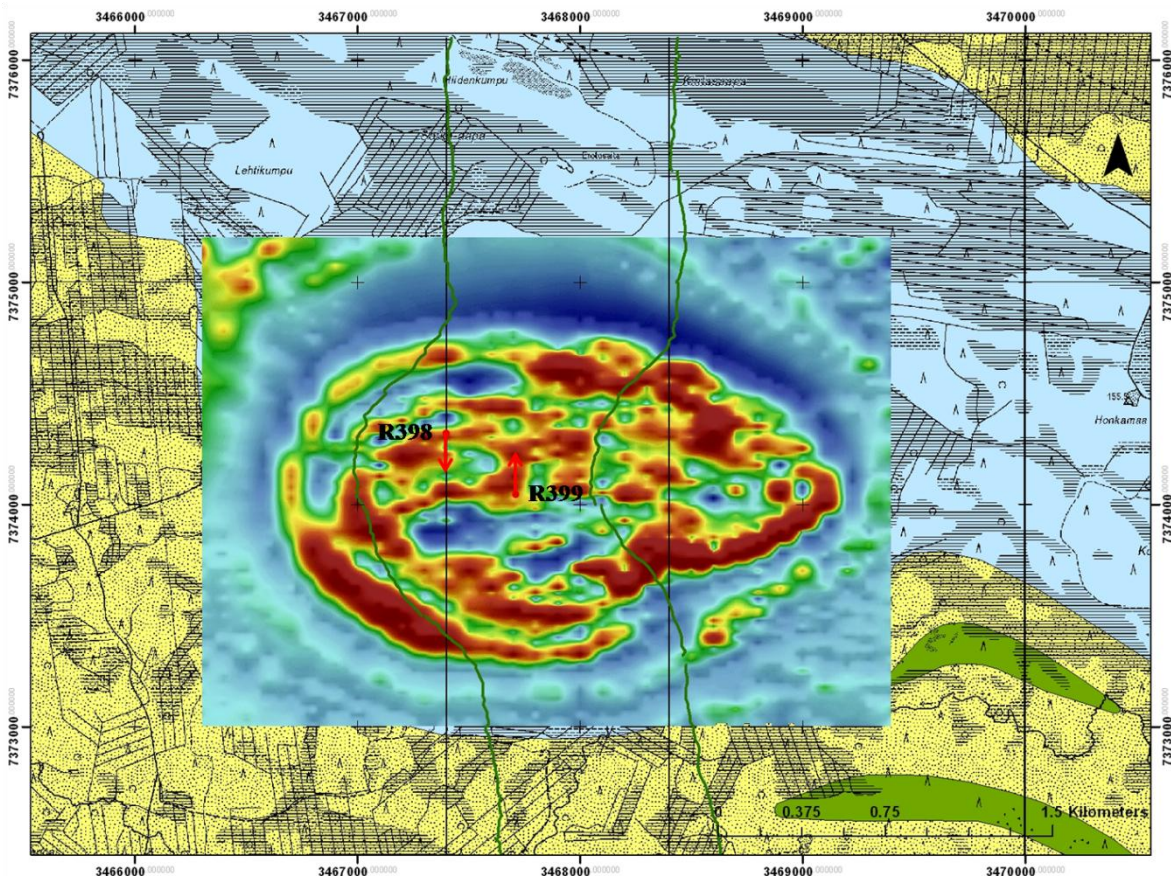
## 6.5 Ruoseljäänaapa, Sodankylä (Iljina)

Ruoseljäänaapa oli myös yksi 2008 MMI/heikkouutonnaäytteenotto-kohteista. Kohteeksi valittiin yksi alueen pienistä magneettisista anomaliaista. Muutamiin lähistön muihin magneettisiin anomaliaihin on kairattu aiemmin (Räsänen 2004) ja niissä on useimmiten tavattu ultramafiitteja ja/tai gabroidisia kivilajeja. Aeromagneettisen anomalian yli mitattiin maanpintamagneettinen ja VLF-R profiili ja kohteeseen kairattiin kaksi reikää (R0413 ja R0414), yhteispituudeltaan 188.15 m. Magneettisen anomalian aiheuttajaksi paljastui serpentiniittiytynyt oliviinikumulaatti, jonka reunoilla esiintyy kapeat pyrokseenittiset vyöhykkeet. Kairasydänanalyysissä PGE-pitoisuudet ovat kauttaaltaan heikosti koholla (n. 30-40 ppb), mutta eivät poikkeaa alueen muiden ultramafiittien pitoisuuksista, eikä merkkejä sulfidimineralisaatiosta tavattu.

## 6.6 Sotkavaara-Korvavaara, Rovaniemi (Törmänen, Salmirinne)

Sotkavaaran gabro-pyrokseeniitti-intruusio sijaitsee n. 25 km kaakkoon Rovaniemeltä. Lapin Malmi on tehnyt alueella tunnustelevia maastotöitä 1980-luvun alkupuolella (Vuotovesi 1986), ja GTK kallioperäkartoitusta pääosin vuosien 1985-2001 välillä. Intruusio on tunkeutunut Pöyliövaara-muodostuman kiilleliuskeisiin ja aerosähköisellä kartalla intruusiota ympäröi vaihtelevan voimakkaat johteet, joiden arveltiin aiheutuvan sulfidipitoisista mustaliuskeista. Alueella tehtiin systemaattinen maanpintamagneettinen ja VLF-R mittaus ja lisäksi intruusion yli mitattiin kaksi painovoimaprofiilia kevään 2008 aikana. Myöhemmin (2010) mitattiin vielä 2 SAMPO-profiilia ja yksi IP-profiili. Ensimmäisen painovoimatulkinnan mukaan intruusion maksimi syvyysulottuvuuden arveltiin olevan luokkaa 600 m. Nykyisessä maanpinta-leikkauksessa intruusion tiedettiin koostuvan pääosin pyrokseenittisistä kivistä, sekä vähäisemmästä määrästä gabroidisia-dioriittisia kiviä jotka sijoittuvat intruusion itäreunaan. Em. perustella arveltiin että intruusion mahdolliset peridotiittiset osat voisivat sijaita lähellä alakontaktia, intruusion keski-länsiosissa. Syksyllä 2009 toteutettiin kairausohjelma, jolla oli tarkoitus lävistää intruusio sen paksuimmalta kohdalla, pitkällä, lähes pystyllä reiällä (reikä sijaitsee läntisellä pv-mittauslinjalla, kuva 6). Ensimmäinen reikä (R398) lävisti emäksisen muodostuman n. 403 m syvyydellä. Intruusion ylä-osa muodostuu varsin homogeenisestä pyrokseeniitista n. 180 metrin syvyydelle saakka, jonka jälkeen kivilajit ovat vaihtelevasti pyrokseeniitteja ja amfiboliitteja (muuttuneempia pyrokseeniitteja/gabroja ?), gabroja, amfiboliitteja ja lopussa kvartsi-maasälpägneissejä. Toinen reikä (R399) tähdättiin heikkoon VLF-R anomaliaan intruusion keski-osissa. Kivilajeiltaan R399 muistuttaa R398, ollen pääosin pyrokseeniitteja syvyydelle 348 m saakka. Pyrokseeniiteissa esiintyy kaikkiaan 6 kapeaa (1-5m) serpentiini välikerrosta (tai juonta). Loppuosa reiästä koostuu pääosin erilaisista gabroidisista kivistä ja aivan reiän lopussa tavoitetaan intruusion alapuoliset gneissit (sarvivälkegneissi). Molemmista rei'istä tavattiin kapeita (mm-luokkaa) kuparikiisu-karbonaattijuonia ja lisäksi R398 noin 1-2 cm paksu ja R399 n 20cm paksu, lähes kompakti, magneettikiisu-pentlandiitti-kuparikiisujuoni (R398, välillä 120,20-120,50 0,56% Ni, ja R399, välillä 252,20-252,50 2,11% Ni, 0,47% Cu ja 0.26% Co). Lisäksi R399 alaosan gabroidisissa kivissä esiintyy laajalti heikkoa kiisupitoisuutta jonka yhteydessä kupari on hieman koholla (33m 0.1% Cu).





**Kuva 6.** Sotkavaaran magneettinen maanpintamittaus, kaksi painovoimamittausta, sekä kairareikien paikat. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.

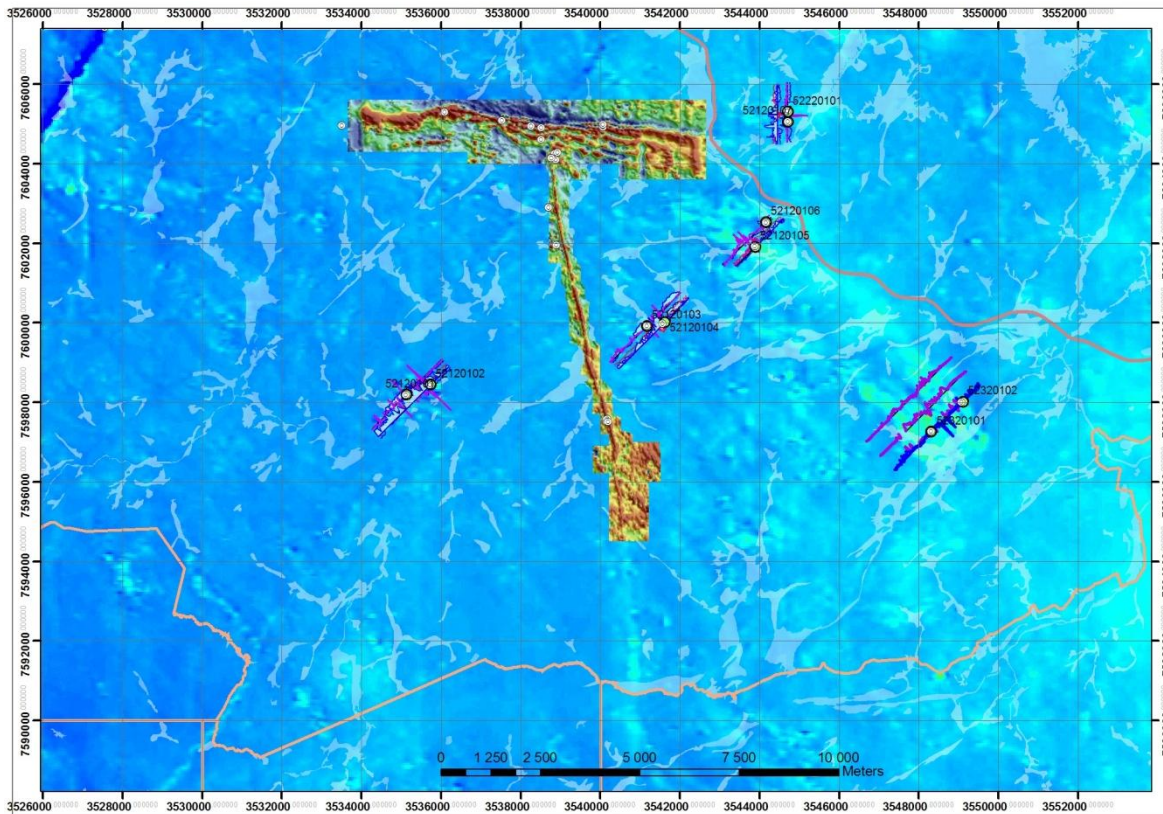
Korvavaaran tutkimuskohde sijaitsee n. 10 km Sotkavaarasta luoteeseen. Alueelle on Vikajärven 1:100 000 kallioperäkarttalehdelle merkitty pienialainen peridotiitti-amfiboliitti yksikkö. Alueelle tehtiin systemaattinen maanpinta magneettinen ja VLF-R mittaus, sekä kaksi painovoimalinjaa. Lisäksi alueella tehtiin maastokäynti kesällä 2009, jonka yhteydessä alueelta löytyi runsaasti karkeahkorakeisia amfiboliittilohkareita ja yksi pienialainen peridotiittipaljastuma.

## 6.7 Lutto-Seitapää, Inari (Heikura, Salmirinne, Sandgren)

*Ni-Cu-PGE etsintöjen kohde.* Lutto (Lotto) muodostuu itä-läntisestä (10 km) ja pohjois-eteläisestä (15 km), T-kirjaimen muotoisesta magneettisesta anomaliasta. E-W-anomaliassa on paksuutta useita satoja metrejä, mutta N-S -anomalia viittaa hyvin kapeaan lähteeseen. Laajalla Luton alueella tunnetaan muutamia Ni-rikkaita malmilohkareita, jotka kuitenkin eivät jäättikkökuljetuksen perusteella ole peräisin mainitun anomalian alueelta. Tutkimus-alueelta noin 50 km pohjoiseen ja koilliseen tunnetaan useita subekonomisia nikkelimalmi-aiheita, erityisesti Venäjän puolelta.

Kairaustulokset osoittivat N-S-suuntaisen anomalian aiheutuvan rinnakkaisista, muutaman desimetrin - viiden metrin paksuisista oliviinidiabaasijuonista. Iätys antoi juonille iän 1804 Ma (Sm-Nd). E-W-suuntainen anomalia puolestaan osoittautui aiheutuvan tektonisoituneesta ja fraktioituneesta gabroidisesta intruusiosta (Hirvasjärvi-intruusio), mahdollisesti kerrosjuonesta (Mutanen 2011). Fraktioituminen ilmenee Fe:n, Ti:n ja P:n rikastumisena intruusion yläosiin, alaosien ollessa puolestaan Mg-Ni-Cr-rikkaampia.

Luton suuralueeseen on kahdessa eri tutkimusvaiheessa kairattu 20 reikää, runsaat 1500 m. Kairauksissa on tavattu erilaisia gabroidisia ja ultramafisia intrusiivisia kiviä ja niihin liit-tyviä pirotteisia ja massiivisia Fe-sulfidiesiintymiä (Nisf 0,5 p.%). Hankkeen 2901007 (Mutanen) aloittamia tutkimuksia jatkoi raportoitavana oleva hanke 2551006 (Heikura) vuoden 2009-2010 aikana. Kohteessa tehtiin geofysikaalisia maastomittauksia, revidointikartoitusta molempien vuosien aikana ja kairauksia vuonna 2009 857,70 m. Kairauksia oli tarkoitus jatkaa vuoden 2010 syksyllä, mutta suunnitelmat jäivät toteutumatta resurssipulan vuoksi. Tutkimusalueetta oli 2010 suunnitelmassa laajennettu 3 eri kohteeseen, Lutto, Lehtikaita ja Seitapää.



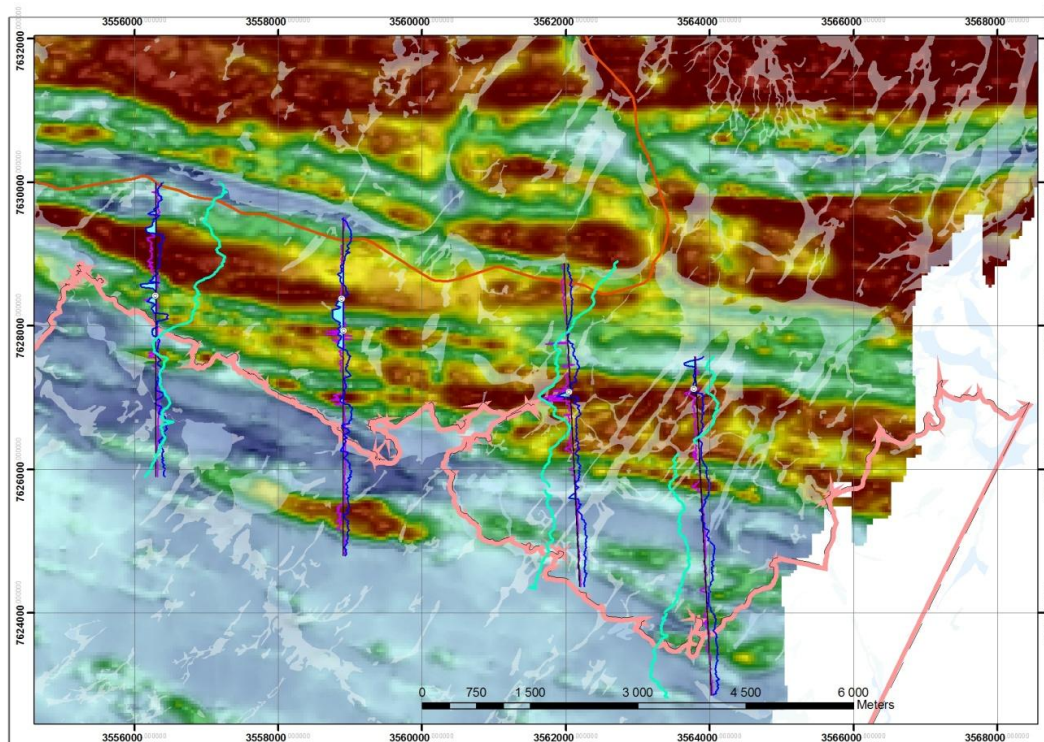
**Kuva 7.** Luton ja Lehtikaidan kairaukset ja -suunnitelmat 2009-2010. Taustana magneettinen matalalento- ja maanpintageofysiikkamittaustulos väripintana. Vasemmassa yläkulmassa ns. Laanilan juoni. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.

Vuoden 2009 Luton kairauksissa lävistettiin jokseenkin jokaisessa reiässä granaattikiille-gneissi-valtaisessa ympäristössä gabroidinen kivi, jotka olivat enemmän tai vähemmän malmimineralisoituneita, etenkin magneetti- ja rikkikiisun suhteen. Tutkimusten mukaan parhaimmat Ni-pitoisuudet jäivät alle 2500 ppm:n ja Au- sekä PGE-pitoisuudet poikkeuksetta alle määritysrajan 10 ppb. Näiden kairausten yhteydessä kairattiin vielä yksi reikä ns. Laanilan koillis-lounassuuntaisen, magneettisesti negatiivisen juonen poikki. Kairaustu-loksen mukaan kyseessä on granuliittia leikkaava diabaasijuoni, jossa on heikkoa sulfidipiroetta (kts. Mutanen 2011).

Geologisen kompleksisuuden perusteella kohteella uskotaan edelleen olevan potentiaalia Ni-PGE malmeille. Vuoden 2010 kairaussuunnitelma kohdistettiin sähköisiin- sekä magneettisiin anomaliaoihin, jotka tulivat esille samana vuonna tehdyissä geofysikaalisissa maanpintamittauksissa. Lehtikaidan kohde, jossa

on johteita Luton muodostuman jatkeella sekä Seitapään kohde, joka sijaitsee itärajan tuntumassa, lähellä Venäjän puolella inventoidusta Laukun Ni-esiintymästä (1,67 Mt @ 0,52 p.% Ni, Lovnozero-vyöhyke). Ajatuksena oli, että voisiko jossakin edellä mainituista kohteista mahdollisesti olla samantyyppinen nikkelimalmiaihe kuin Venäjän puolella tiedetään olevan. Etenkin Seitapään alueella on tiedossa muutamia mafisia-ultramafisia muodostumia granuliittien keskellä.

Venäjän puolelta tunnetaan kahden tyyppisiä Ni-esiintymiä, joista eteläisemmät Lotta-tyypin esiintymä liittyvät pääosin pieniin gabroidisiin ja ultramafiittisiin intruusioihin, joista merkittävin on Lovnozerkoe (21 Mt @ 0.88 % Ni ja 0.43 % Cu, FODD). Intruusiot ovat pitkänomaisia kapeita linssejä, joiden maksimipituus on n. 1 km ja paksuus 100 m. Ne esiintyvät konformisti isäntäkivien suhteen, jotka ovat pääasiassa granuliittikaaren gneissiytyneitä hypersteenidioriitteja tai erilaisia gneissejä (Gorbunov *et al.* 1985). Toinen, pohjoisempi, Ni-esiintymätyyppi on nk. Allarechka-tyyppi. Ni-esiintymät liittyvät pieniin ultramafisiin intruusioihin, joiden muoto ja koko vastaavat Lotta-tyypin intrusioita. Kaksi esiintymää on ollut tuotannossa: Allarechka (2.23 Mt @ 3.59 % Ni ja 1.77 % Cu) ja Vostok (2.34 Mt @ 2.1 % Ni ja 0.95 % Cu). Ultramafiset intruusiot liittyvät pääasiassa kapeisiin amfiboliitti ja sarvivälkegneisseihin, jotka kiemurtelevat granittigneissi ”doomien” ympärillä, biotiitti-granaattigneisseissä (Gorbunov *et al.* 1985).

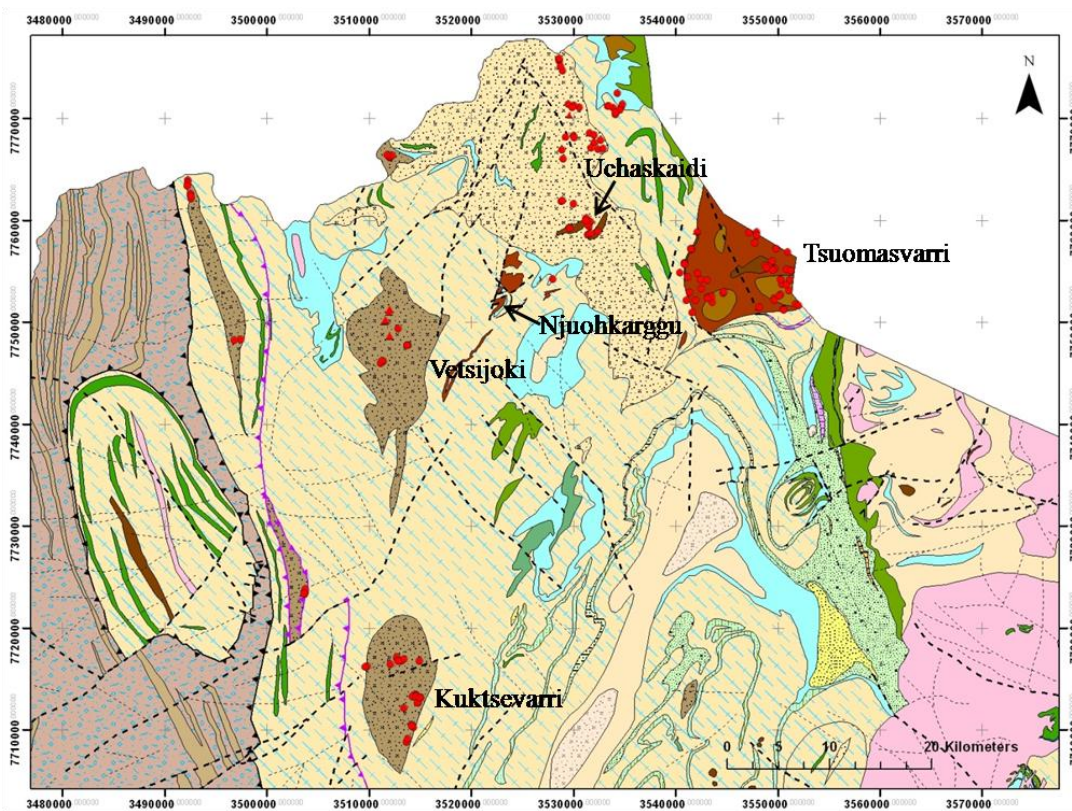


**Kuva 8.** Seitapään kairaussuunnitelma 2010 sekä matalalento- ja maanpintageofysiikkaa. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.

Näihin tutkimuksiin liittyen alueella tehtiin kartoitusta ja lohcare-etsintää vuosien 2009-2010 aikana. Hakkeen tutkimusavustaja kävi tekemässä lohcare-etsintöjä myös pohjoisempaan Nammijärven alueella v. 2008. Lisäksi Nammijärven eteläpuolelle tehtiin geofysiikan maastomittauksia (magneettinen ja VLF-R) Kaivolammen alueella sijaitsevaan aeromagneettiseen anomaliaan v. 2009. Luton alueen geologiaa ja mineralogiana on Tapani Mutanen, 2011 kuvannut seikkaperäisesti omassa loppuraportissaan.

## 6.8 Utsjoen alueen tutkimukset

Utsjoen tutkimuksilla kartoitettiin mafisten ja ultramafisten kivien esiintymistä alueella, joka ulottui kunnan etelärajan tuntumasta Norjan rajalle idässä ja pohjoisessa ja n. 10 km 4-tien länsipuolelle. Kartoitushavaintoja kerättiin myös muista alueen kivilajeista (gneisseistä, granuliiteista, amfiboliiteista, jne.). Tutkimukset aloitettiin jo vuonna 2008, jolloin kartoitus ja näytteenotto kohdistuivat lähinnä Kuktsevarrin ja Vetsijoen dioriittisiin intruusioihin. Vuonna 2009 kartoitusta ja näytteenottoa jatkettiin alueen länsipohjoisosissa ja edelleen v. 2010 alueen keski- ja itäosissa, jolloin toteutettiin mm. Njuohkarggun kairaus ja Tsuomasvarrin alueen kartoitus ja näytteenotto. Geofysikaalisia maanpintamittauksia suoritettiin Njuohkarggussa (painovoima- ja SAMPO-profiileja) sekä Tsuomasvarrin-Pulmangin alueella (alueellinen painovoimamittaus ja mag+VLF-R profiileja). Alueen merkittävimmät ja mielenkiintoisimmat mafiset-ultramafiset intruusiot ovat Njuohkarggu, Uchaskaidi ja Tsuomasvarrin alueet. Sen sijaan alueen länsi- ja pohjoisosissa esiintyvät leukogabroidiset – dioriittiset intruusiot edustanevat selvästi fraktioituneempia magmoja, eivätkä näin ollen ole kovin potentiaalisia Ni-Cu mineralisaatioiden isäntäkiviä. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu tarkemmin Njuohkarggu-Uchaskaidi-Tsuomasvarri –alueen tutkimuksia.



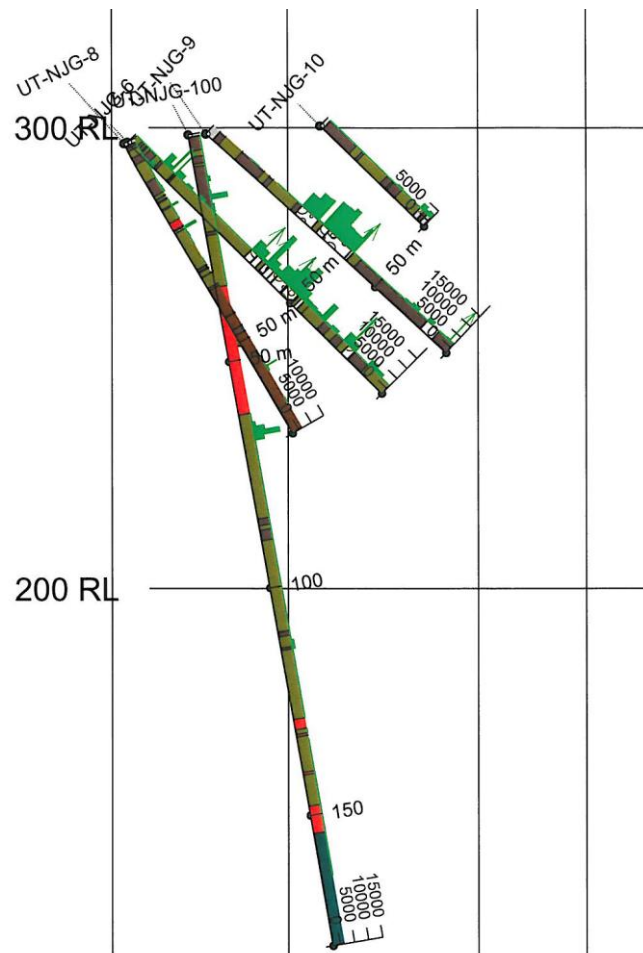
**Kuva 9.** Utsjoen alueen kartoitushavainnot ja tärkeimmät kohteet. Kallioperätietokanta DigiKp Suomi, GTK Versio 1.0.

### 6.8.1 Njuohkarggu, Utsjoki (Heikura, Salmirinne)

Luton tavoin Utsjoen Njuohkarggun tutkimukset liittyivät Pohjois-Suomen Taka-Lapin mafisten-ultramafisten kivien tutkimuksiin. Njuohkarggun 2,3\*1,1 km magneettiseen intruusioon oli todettu liittyvän (Outokumpu Oy) pirotteista nikkelimineralisoitumaa (16,5 m @ 0,46 p.% Ni ja 0,32 Cu sekä 13,5 m @ 0,51 Ni ja 0,38 Cu) sekä dm:n pituisia massiivisia sulfidilävistyksiä, joissa Ni-pitoisuudet ovat 6-10 p.%. Mineralisoitumat on lävistetty matalilla kairarei'illä (maks. pit. 80 m), intruusioon syvempien osien ollessa tuntemattomat. Kairausten perusteella intruusioon pintaosat koostuvat gabroidisista ja pyrokseeniitti-

sista kumulaateista ja lohkareaineiston perusteella myös peridotiittisista kumulaateista. Tehdyillä kairauksilla pyrittiin selvittämään Njuohkarggun merkittävyyttä malmaiheena ja mahdollisesti osoittamaan siten Taka-Lappi potentiaalisiksi Thompson/ Allarechka/ Etelä-Petsamo -tyyppisille nikkelimalmeille.

Kairauksilla, jotka toteutettiin kevään 2010 aikana 815,50 kairametrillä, pystyttiin kartoittamaan intruusion syvimpiä osia ja jopa lävistämään sen. Samalla selvitettiin mahdollisten mineralisoidumien olemassa olo intruusion syvemmissä osissa. Saadut tulokset eivät juuri poikenneet aikaisemmista. Kuten intruusion pintaosat, myös sen syvemmät osat ovat gabroidisia ja pyrokseeniittisiä kumulaatteja. Peridotiittisiä kumulaatteja ei tavoitettu, maksimi MgO-pitoisuus on 20,1 p.%. Niin ikään sulfidimineralisaatiot ovat pääsääntöisesti intruusion pintaosissa, eikä sen syvimmissä osissa ole havaittavissa rikkaampia keskittyymiä, joka näkyy myös alla olevasta kuvasta.



**Kuva 10.** Kuvassa yhdistettynä Ni- ja Cu-pitoisuuksia (ppm) muutamissa kairareijissä.

Poikkeuksena aikaisempiin analyysituloksiin verrattuna voitaneen pitää sulfidisten mineraalipitoisuuksien jääminen alhaisemmiksi tutkituissa rei'issä, kaikissa intruusion eri kerroksissa. Korkein analysoitu Ni-pitoisuus reiässä UT-NJG-100 (R100) oli 8920 ppm ja Cu-pitoisuus 2890 ppm, kairasydännäytteen ollessa 1 m:n pituinen.

Kairausten lisäksi kevään ja kesän 2010 aikana tehtiin geofysikaalisia maanpintamittauksia ja pienimuotoinen revidointikartoitus laajahkolla alueella. Kartoituksessa (Heikura, Kurttila, Moilanen) ei tavattu merkittäviä uusia paljastumakohteita eikä kiisuuntuneita lohkareita.

Tehtyjen tutkimusten perusteella voitaneen sanoa ko. mineralisaation keskittyvän pienelle alueelle Bajet Haltejärven itäpuolella. Ottaen huomioon muodostuman laajuuden, tutkimatton alue on vielä kohtalaisen suuri ja potentiaalia toistaiseksi löytymättömälle mineralisaatiolle on olemassa.

### 6.8.2 Maastotutkimukset Utsjoella 2010 (Konnunaho, Iljina, Törmänen, Aarrevaara, Moilanen)

Hanke suoritti revidoivaa kallioperäkartoitusta ja näytteenottoa keväällä 2010 Utsjoen Tsuomasvarrilla (Jukka Konnunaho (JPK), Markku Iljina (MJI), Tuomo Törmänen (TOT) ja Jouni Aarrevaara (JAA)). Tsuomasvarri on noin 10 km x 10 km laajuinen proterotsooinen emäksinen-ultraemäksinen kompleks (1931 ±2 Ma), jossa vanhinta osaa edustavat Luossajavrin dioriittiset, gabroidiset ja vähemmistönä pyrokseeniittiset syväkivet. Näiden lisäksi alueen länsilaidassa esiintyy leikkaava, lähes 10 kilometriä pitkä ultramafinen juoni (Luossavarrin ultramafinen juoni), joka näkyy selkeästi magneettisella matalalentokartalla. Lisäksi Tsuomasvarrissa esiintyy noin 4 km x 1.5 km kokoinen ultramafinen intruusio, joka on purkautunut edellä mainittujen emäksisten kivien sekaan. Tämäkin alue erottuu suhteellisen selkeänä positiivisena anomaliana matalalentomagneettisella kartalla. Tsuomasvarrin ja Luossavarrin alueelta on julkaistu kallioperäkartta ja siihen liittyvä selitys (Kesola, 1994 ja 1995). Lisäksi Carita Forsberg-Heikkilä on tehnyt pro gradu -työn Tsuomasvarrin intruusiosta (Forsberg-Heikkilä, 1989) (Kuva 9).

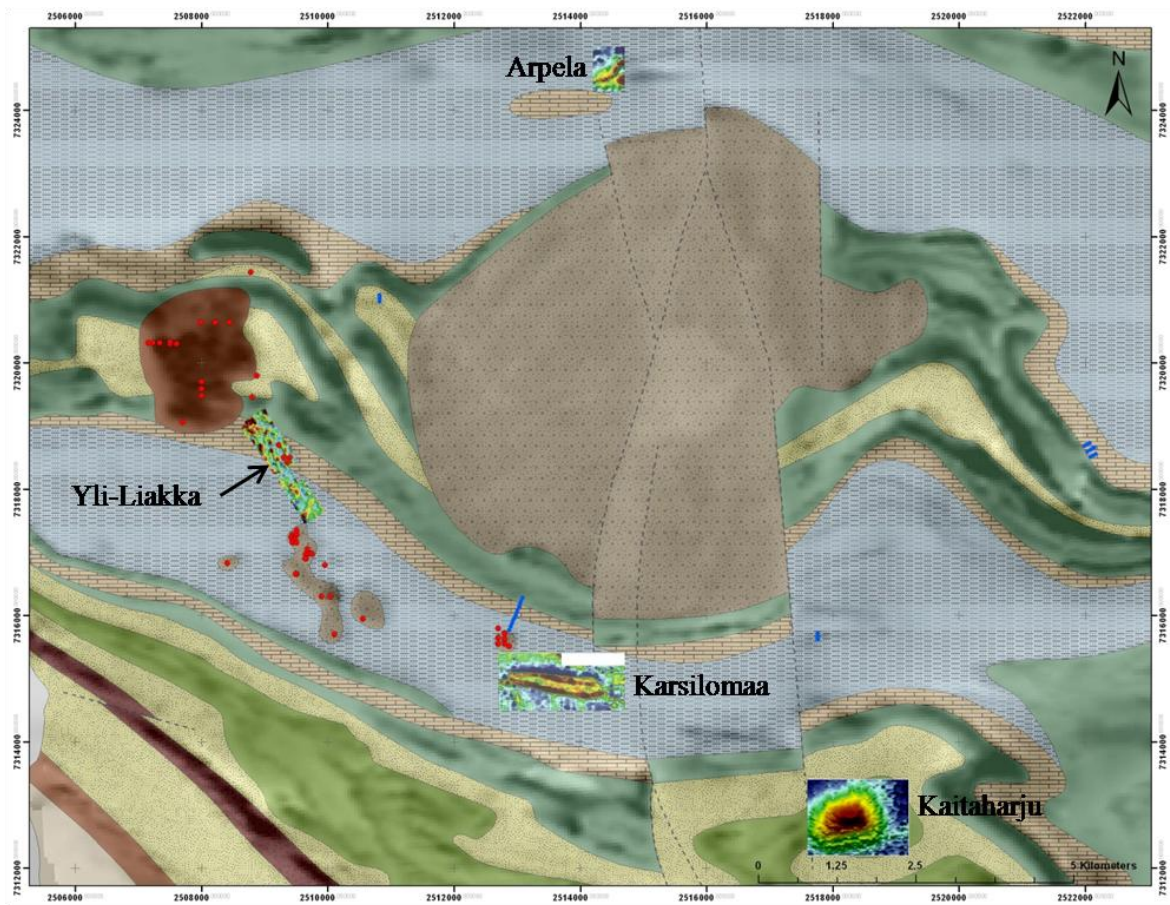
Keväällä suoritettun kallioperäkartoituksen yhteydessä ei tavattu merkkejä mineralisoituneista emäksisistä-ultraemäksisistä kivistä. Aikaisempienkin tutkimusten raportoidut malmi-indikaatiot ovat olleet hyvin heikkoja (Kesola ja Outokumpu Oy). On kuitenkin todettava, että kyseessä on varsin laaja emäksinen-ultraemäksinen kompleks ja sijaintinsa vuoksi sen tutkimus on ollut varsin pintapuolista. Petrologisesti ja kenties malminetsinnällisestikin mielenkiintoisena piirteenä voidaan pitää alueen ultramafisten kivien merkittävä Ni köyhtyneisyys.

Alkukesästä 2010 hanke suoritti (Jukka Konnunaho (JPK), Marko Moilanen (MJMO) ja Jouni Aarrevaara (JAA)) revidointiluontoisia tarkastuskäyntejä Utsjoen Anarasvarrin, Piedganamvarrin, Keädgevarrin, Stuorraleägeoaivin, Kuovdsavarrin ja Uhtskaiddasin (Uchaskaidi) alueilla. Näillä alueilla on tehty varsin vähän malminetsintää tai edes kallio-peräkartoitusta. Ainoat viitteet emäksisistä-ultraemäksisistä kivistä tavattiin Kuovdsavarrin alueelta, jossa matalalentokartalla näkyy pieni (600 m x 400 m) magneettinen anomalia. Tämä anomalia aiheutui magnetoituneista gabroista, jossa esiintyi satunnaisesti karkeita pegmatoidisia gabroja. Tehtyjen analyysien perusteella gabrot eivät sisältäneet merkittäviä pitoisuuksia Ni-Cu-PGE. Kartoitusten mielenkiintoisimpana kohteena voidaan pitää Uht-saskaiddasissa esiintyvää kerroksellista intruusiota, joka sijaitsee hankkeen Njuohkarggun tutkimuskohteesta koilliseen. Intruusio on pituudeltaan noin 6 km ja leveydeltään noin 1.4 km. Magneettisella matalalentokartalla näkyvä positiivinen anomalia johtuu intruusion alaosien peridotitiiteista, jotka ovat alueella paljastuneinakin. Anomalian eteläpuolella esiintyy sarja gabroidisia ja pyrokseeniittisiä kiviä. Käytävissä olleen vähäisen ajan takia alueen tutkimukset jäivät varsin heikoiksi. Kuitenkin mukaan otetuissa muutamissa mineralisoituneissa gabroissa pitoisuudet nousivat selkeästi anomaalisiksi (paras näyte (JPK2-2010-32.1) 758 ppb Au+Pd+Pt ja 0.3 wt.% Cu). Tämä kohde vaatisi jatkotutkimuksia, koska intruusio on merkittävän kokoinen sekä geologisesti tuntematon ja se sisältää kiinnostavia määriä Ni-Cu-PGE (kuva 9).

### 6.9 Liakka, Tornio (Törmänen, Sandgren)

Liakan tutkimusalue sijaitsee n. 10 km Tornioista pohjoiseen. Outokumpu Oy on suorittanut alueella malmitutkimuksia 1960-luvun puolella välissä ja edelleen 1980-luvulla. Alueella esiintyy useita Svekofennisiä, n. 1.90 Ga ikäisiä granodioriitti-dioritti ja gabro-peridotiitti-intruusioita, joista merkittävimmät ovat Nosan ja Liakan intruusiot. Näiden lisäksi on gabro-peridotiitti-intruusioita ja juonia tavattu varsinaisen Liakan intruusion eteläpuolelta (Liakanjängkä, Yli-Liakka) sekä Nosan dioriitin eteläpuolelta (Kaitamaa). Kaikkiin gabro-peridotiittimuodostumiin liittyy Ni-Cu-sulfideja, merkittävimmät pitoisuudet on tavattu

Yli-Liakasta, josta Outokumpu on inventoinut 0.25 Mt Ni-Cu malmia (0.37% Ni ja 0.78% Cu). Lisäksi Liakanjängän gabrojuonesta on Ni-Cu lävistyksiä (2.36 m @ 0.6 % Ni, 1.22 % Cu, sekä 2.31 m 0.5 % Ni, 0.26 % Cu).



**Kuva 11.** Liakan alueen kohteet. Pohjana DigiKp kallioperäkarta ja matalalentomagneettinen kartta. GTK:n kairaukset sinisinä ja Outokummun punaisina pisteinä.

Suurin osa alueen tunnetuista mafisista intruusioista erottuvat varsin heikkoina magneettisina anomaliaina matalalentomagneettisella kartalla; voimakkaimmat magneettiset anomaliaat johtuvat emäkisistä vulkaniiteista. Lisäksi alue on varsin huonosti paljastunutta. Nosan intruusion ympäristössä on useita heikkoja aeromagneettisia anomaliaita, joista kolmeen tehtiin maanpintageofysiikan mittauksia (Kuva 11). Lisäksi Liakanjängän aluella täydennettiin olemassa olevaa Outokummun IP-mittausaluetta. Osa mittauksista, samoin kuin suunniteltu kairausohjelma jäivät toteuttamatta resurssipulan takia.

## 6.10 Pudasjärven kompleksin emäskivitutkimukset

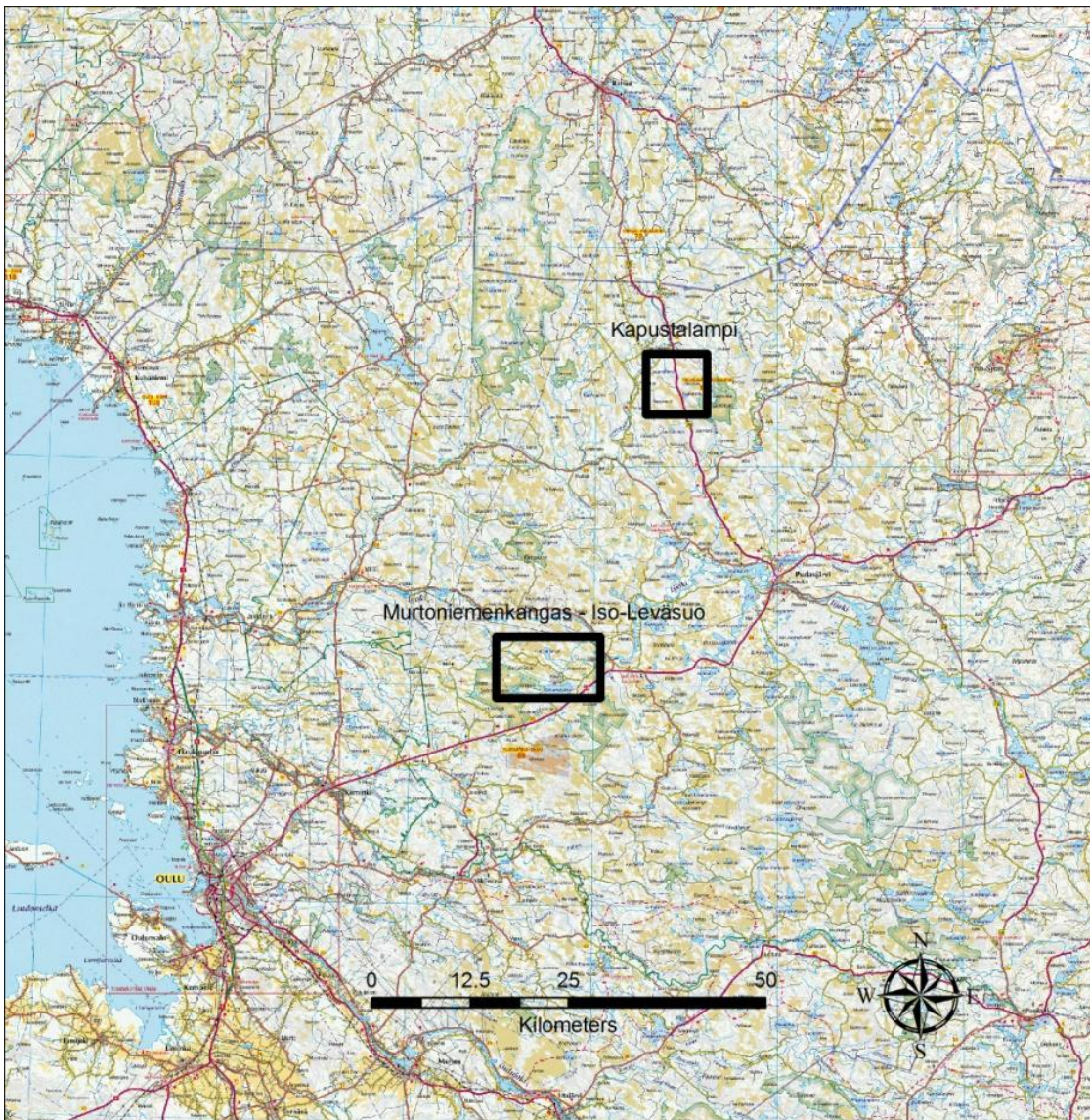
Vuonna 2007 Pudasjärven kompleksin kallioperän ja raaka-ainevarojen kartoitushankkeen (Pudasjärven hanke) näytteenottoresurssit siirrettiin Pohjois-Suomen emäksisten magma-kivien malmivarojen kartoitus hankkeelle (emäskivihanke) (Juopperi, 2008). Näin ollen Pudasjärven hankkeen tutkimuskohteina olleet ”emäskivikohteet” Kärppäsuo, Hautakangas, Iso-Leväsuu ja Kapustalampi siirtyivät emäskivihankkeelle. Lisäksi emäskivihankkeen alla suoritettiin vuonna 2010 Enontekiön Kalkkooivin ja Tsohkoivin kairaukset (Liite 1).

### 6.10.1 Kärppäsuon ja Murtoniemenkankaan tutkimukset (Konnunaho, Lahti)

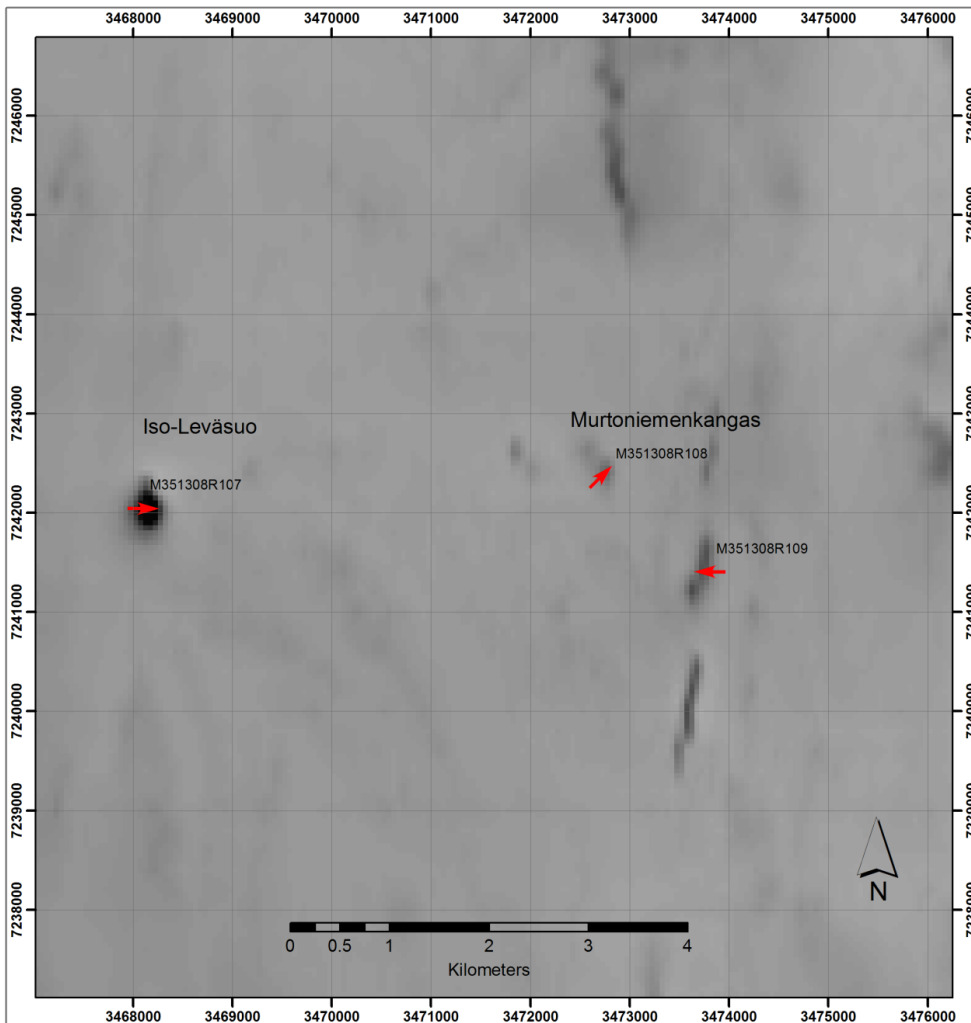
Kärppäsuon kohde sijaitsee Pudasjärven ja Iin kuntien alueella. Tämä noin 20 km pitkä pohjois-eteläsuuntainen juonimainen gabromuodostuma on iältään 2.44 Ga (Huhma, 2006) ja edustaa näin ollen malmigeologisesti kiinnostavaa ikäryhmää. Geologian tutkimuskeskus (GTK) on suorittanut alueella syväkairauksia vuosien 2002 - 2006 aikana useassa vaiheessa. Kairaukset ovat olleet luonteeltaan profiili-luonteisia, joilla on pyritty selvittämään alueen geologiaa ja malmipotentialia. Kairauksissa paikannettiin gabromuodostuman reunaosan peridotiittisiin-pyrokseeniittisiin osiin liittyvä Ni-Cu-PGE mineralisaatio. Parhaat lävistyksset olivat 1.35 m 579 ppb Au+Pd+Pt, 0.3 % p-Ni ja 956 ppm Cu ja 0.75 m 512 ppb Au+Pd+Pt, 0.38 % p-Ni ja 1790 ppm Cu. Kärppäsuon alueen tutkimukset on selitetty seikkaperäisesti GTK:n valtausraportissa: ”Tutkimustyöselostus Pudasjärven kaupungissa ja Yli-Iin kunnassa sijaitsevasta Kärppäsuon gabrosta sekä valtausalueilla Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1 (kaivosrekisterinumerot 797472 ja 7974/1) tehdyistä malmitutkimuksista vuo-ina 2002-2008 (Konnunaho & Lahti, 2008)”.

Vuosina 2006-2008 GTK jatkoi Kärppäsuon eteläosien tutkimuksia kohteella Murtoniemenkangas, jonne mitattiin vuonna 2006 kaksi geofysikan profiilia (sähköinen, magneettinen ja painovoima) ja kairattiin vuonna 2008 kaksi reikää (M351308R109 ja M351308R108). Reikä M351308R109 lävistikin suunnitellusti Kärppäsuo tyypin ga-bromuodostuman, joka sijaitsee magneettisella matalalentokartalla Kärppäsuon eteläisillä jatkeilla. Tällä kohteella saatiin mielenkiintoinen viite reef-tyyppisestä PGE mineralisaatiosta (3 m 182 ppb Au+Pd+Pt) gabron sisällä, jossa nimenomaan Pt-pitoisuus on yli 100 ppb. Tämä anomaalinen PGE vyöhyke liittyy gabron sisällä esiintyvään geokemialliseen rajapintaan. Toinen reikä (M351308R108) kohdennettiin Kärppäsuon gabron länsipuolella olevaan magneettiseen anomaliaan. Reikä lävisti granitoidien keskellä olevan voimakkaasti muuttuneen ja magneettisen ultramafisen linssin, joka ei ilmeisesti suoranaisesti liity Kärppäsuon gabromuodostumaan. Myös Iso-Leväsuolla (M351308R107), Murtoniemen-kankaasta länteen (noin 6 km), kairattiin ultramafinen linssi (pyrokseeniittinen). Kairausta edelsi geofysiikan maastomittaus (magneettinen ja sähköinen), jolloin mitattiin kaksi profiilia ultramafisen linssin poikki. Kohteeseen kairattiin yksi pystyreikä ja maakairauksen suoritti Sotkamon Porakaivo Oy kaivonporauskalustolla, koska maapeitteitä oli 32.5 m ja GTK:n oma kairausyksikkö ei ollut tavoittanut kalliota ensimmäisellä yrityksellä. Kumpikaan ultramafisista linseistä ei sisältänyt merkittäviä alkuainepitoisuuksia. Kärppäsuon, Murtoniemenkankaan ja Iso-Leväsuon tutkimukset yhdessä aikaisempien Pudasjärven hankkeen tutkimuksien kanssa vahvistivat käsitystä Tannilan granitoidin ja Siuruan granuliitteja sisältävän blokin välissä olevasta tektonisesta vyöhykkeestä, johon on purkautunut runsaasti eri koostumuksellisia emäksisiä-ultraemäksisiä magmakiviä (kuvat 12 ja 13).





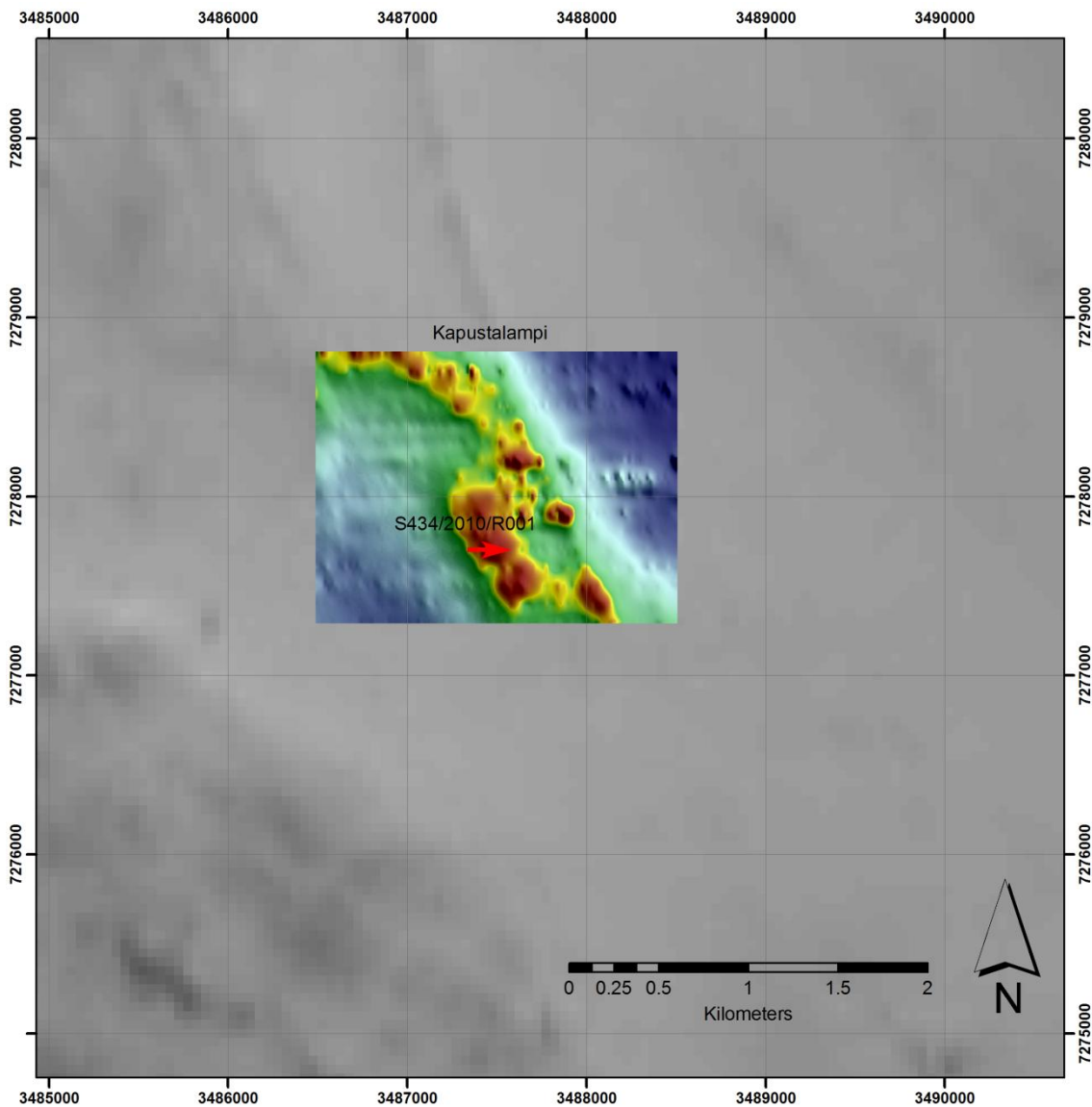
**Kuva 12.** Kapustalammen, Murtoniemenkankaan ja Iso-Leväsuon tutkimuskohteet. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.



**Kuva 13.** Murtoniemenkankaan ja Iso-leväsuo tutkimuskohteet ja suoritettavat kairaukset matalalentomagneettisella kartalla (harmaasävy).

### 6.10.2 Pudasjärven Kapustalammen tutkimukset (Konnunaho, Lahti)

Vuonna 2003 Pudasjärven hankkeen kartoitustöiden yhteydessä löydettiin Pudasjärveltä Kapustalammin Korkiamaasta anortosiittipaljastumia (esim. havainto 106-KML\$-03, X 7277713, Y 3487482), jota reunustivat granodioriitti-tonaliitit sekä paragneissit. Kartoitus-näytteistä tehdyn analyysin perusteella anortosiitissa oli korkea kromipitoisuus ( $> 1000$  ppm). Vuonna 2006 tehdyissä uusinta analyyseissä ei todettu enää korkeita kromipitoisuuksia ( $< 200$  ppm). On siis ilmeistä, että kyseessä voi olla analyysivirhe. Alueella tehtiin vuonna 2008-2009  $3 \text{ km}^2$  systemaattinen geofysiikan maanpintamittaus (magneettinen, gravimetrinen, IP ja sähköinen). Mittauksissa tuli esiin huomattava painovoima-anomalia. Anortosiitteihin liittyvän Cr-PGE-Ni-Cu potentiaalin takia sekä anortosiittipaljastumien välittömään läheisyyteen liittyvän painovoima-anomalian selvittämiseksi päätettiin kohteeseen kairata yksi reikä (S434/10/R001). Kairaus suoritettiin vuonna 2010 GTK:n omalla POKA-koneella. Painovoima-anomalian aiheuttajaksi ilmeni magnetoitumaton gabrointruusio, joka on intrudoitunut alueella olevien granitoidien ja paragneissien sekaan. Tämä 152 metrin reikä ei kuitenkaan tuonut selvyttä gabron ja anortosiitin väliseen suhteeseen (kuvat 12 ja 14).



**Kuva 14.** Pudasjärven Kapustalammen tutkimuskohde ja kohteeseen kairattu reikä (S434/2010/R001). Pohjalla magneettinen matalalentokartta (harmaasävy) ja maastomittaus (painovoima).

### 6.10.3 Iin Hautakankaan Ti-Fe-V esiintymän tutkimukset (Konnunaho, Lahti)

Pudasjärven kompleksia tutkinut hanke löysi vuonna 2006 tehdyissä POKA-kairauksissa Ii:n Hautakankaalta, läheltä Oijärven kylää merkittävän emäksisen-ultraemäksisen intruusion, johon liittyi massiivinen sekä pirotteinen Ti-Fe-V esiintymä. Tutkimuksia jatkoi vuodesta 2007 eteenpäin GTK:ssa toiminut emäskivihanke. Geologisesti tämä intruusio sijaitsee arkeisten granitoidien ja arkeisen vihreäkivivyöhykkeen kontaktivyöhykkeessä, kohdassa jossa Oijärven arkeinen vihreäkivivyöhyke haarautuu kaakkoon ja länsi-lounaaseen suuntautuviksi jaksoiksi. Hautakankaan intruusio on pohjois-eteläsuuntainen ja se on havaittavissa selkeänä positiivisena anomaliana esimerkiksi matalalento magneettiselta kartalta. Kairaukset ja geofysikaaliset maastomittaukset alueella osoittivat, että kyseessä on differentioitunut ja tektonisesti pilkkoutunut emäksinen-ultraemäksinen intruusio. Valitettavasti Hautakankaan ikää ei ole yrityksistä

huolimatta pystytty määrittämään. Vuosien 2006 - 2008 aikana suoritettut tutkimukset (kairaus, geofysiikkaaliset mittaukset sekä rikastuskokeet) osoittivat, että Hautakankaan melagabroidisiin osiin liittyy massiivinen oksidimalmi, jossa  $\text{TiO}_2$ -pitoisuus on 12.4 p-% (ka.), V-pitoisuus 0.25 p-% (ka.) ja  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -pitoisuus 61.4 p-% (ka.). Vastaavat keskiarvopitoisuudet pirotteiselle malmityypille ovat: 5 p-%, 0.09 p-% ja 25 p-%. Massiivinen oksidimalmi sisältää noin 24.8 % ilmeniittiä ja 41.1 % magnetiittia ja vastaavat arvot pirotteiselle tyyppille ovat: 10 % ja 6.3 %. Pitoisuuksiensa puolesta Hautakankaan esiintymä saattaisi olla ekonominen, mutta rikastettavuuteen ja esiintymän kokoon liittyviä tutkimuksia tulisi alueella jatkaa. Hautakankaan alueen tutkimukset on seikkaperäisesti selostettu alueelta tehdyssä valtausraportissa: *”Tutkimus-työselostus Iin kunnassa sijaitsevasta Hautakankaan intruusiosta valtausalueilla Hautakangas 1-5 (kaivosrekisterinumero 8555/1-5) tehdyistä Ti-Fe-V malmitutkimuksista vuosina 2006-2008”* (Konnunaho, J., Lahti, I. ja Karhunen, J., 2010).

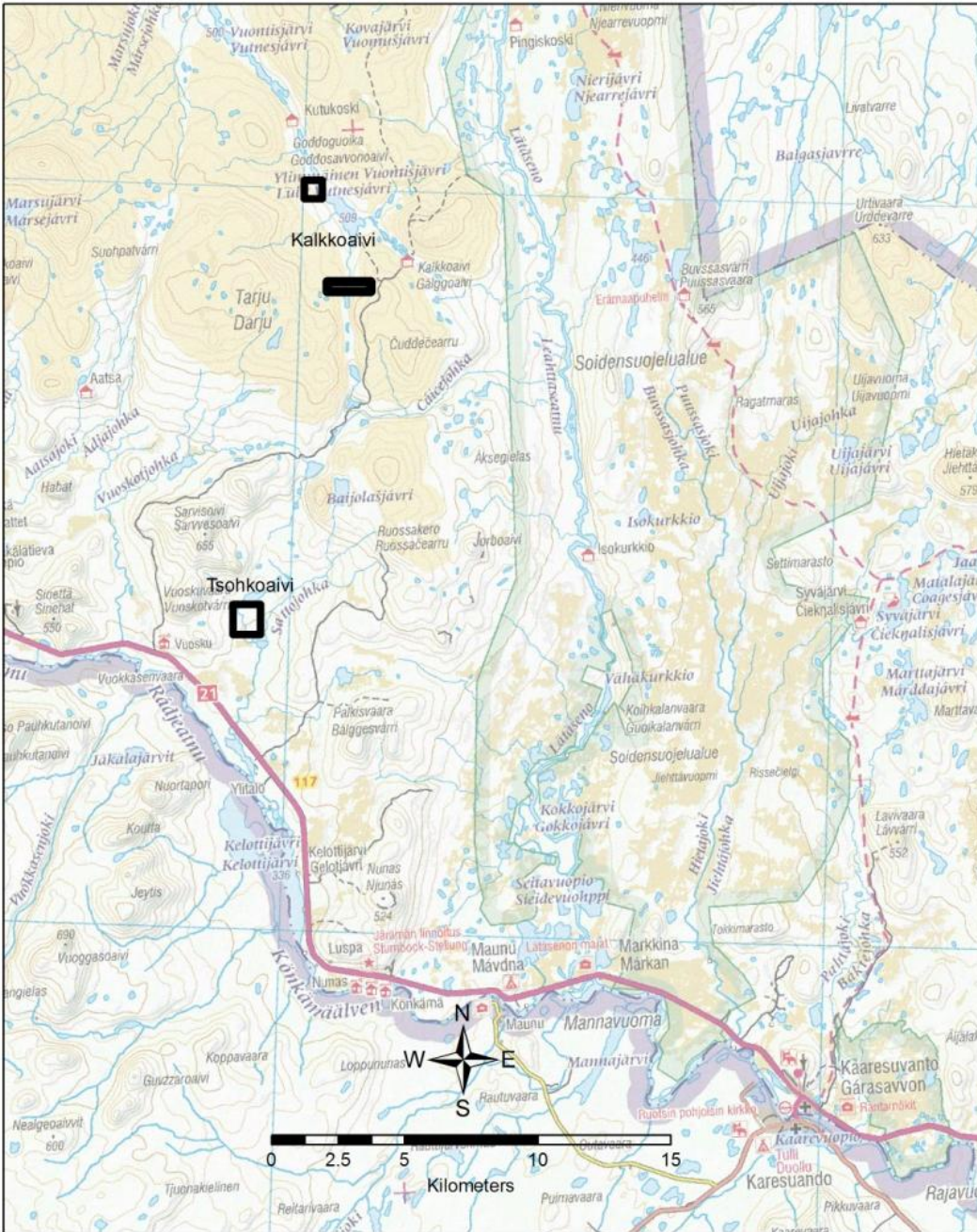
## 6.11 Enontekiön Käsivarren tutkimukset

Vuonna 2008 Geologian tutkimuskeskuksen Pohjois-Suomen aluetoimistossa päätettiin suunnata geologia ja malmipotentialitutkimuksia Enontekiön Käsivarren alueelle. Alueelle pyrittiin saamaan oma monivuotinen tutkimushanke useaan otteeseen, mutta se ei onnistunut. Näin erilaiset tutkimukset (kallioperäkartoitus vuosina 2008-2010 ja vuoden 2010 kairaus) jouduttiin suorittamaan Pohjois-Suomen yksikössä toimivien hankkeiden alla (Di-gikp200 ja emäskivi) (Liitteet 1-3).

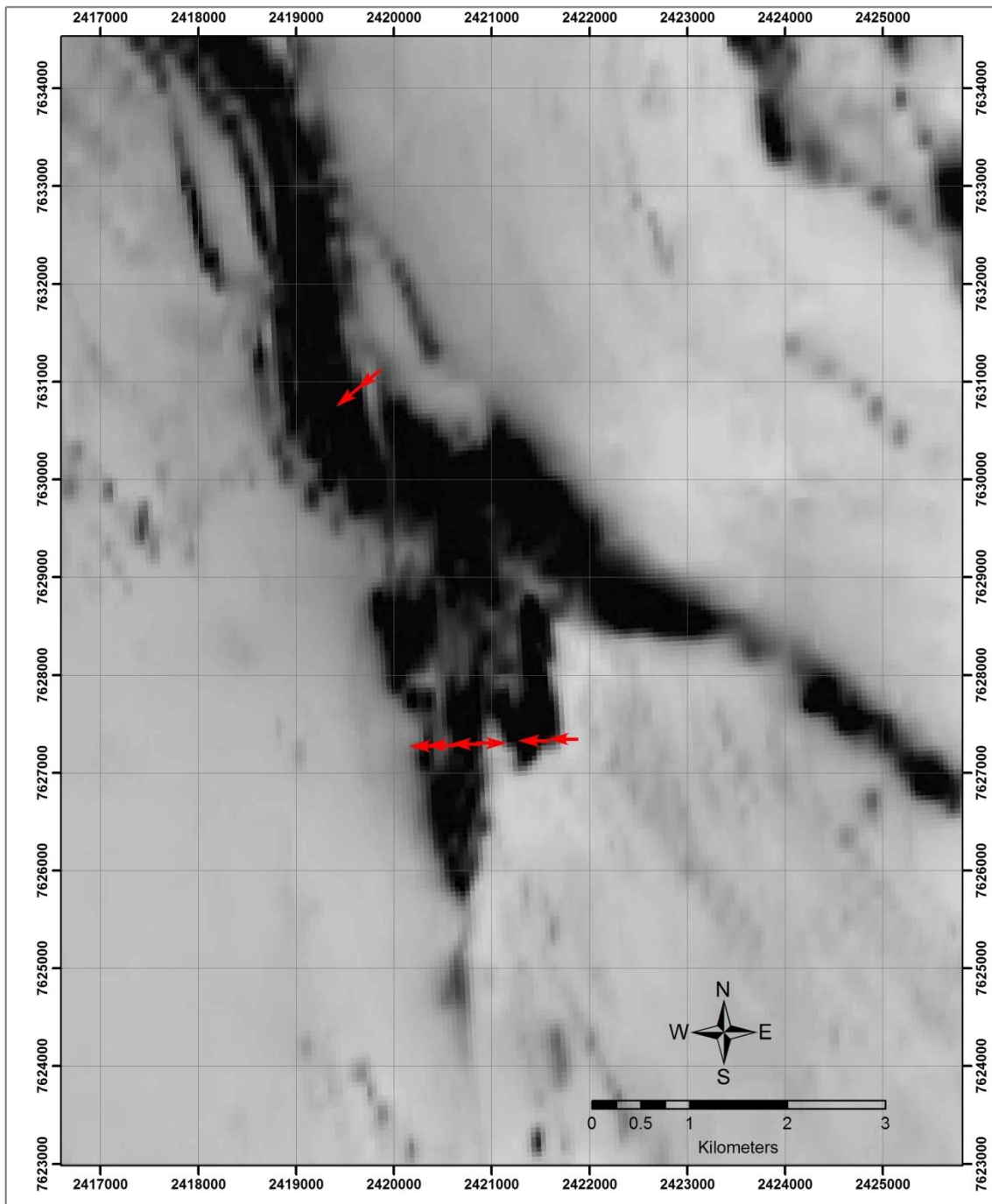
### 6.11.1 Enontekiön Kalkkoain ja Tsohkoain tutkimukset (Konnunaho, Turunen)

Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmivarojen kartoitus hankkeen alla suoritettiin vuonna 2010 Kalkkoain geologinen profiilikairaus (yhteensä 8 reikää, 835.60 m) ja Tsohkoain gabrointruusion tutkimus kairaus (yhteensä 2 reikää, 260.20 m). Kalkkoain kairauksen selkeänä päämääränä oli kairata geologinen profiili matalalentomagneettisella kartalla näkyvän ja maastomittauksilla todennetun magneettisen anomaliakuvion yli sekä saada näin tietoa tästä tuntemattomasta alueesta. Lisäksi kairattiin kahden reiän profiili (W333/2010/R007 ja W333/2010/R008) pidemmän profiilin luoteispuolelle, magneettisesti näkyvään liuskejakson haaraan (kuva 16). Tsohkoainiin kairatuilla kahdella reiällä oli tarkoitus selvittää gabrointruusion itäkontaktia ja sen malmipotentialia (reikä V344/2010/R002) ja intruusion sisällä näkyvien sähköisten johteiden aiheuttajia (reikä V344/2010/R003) (kuvat 15 ja 17).

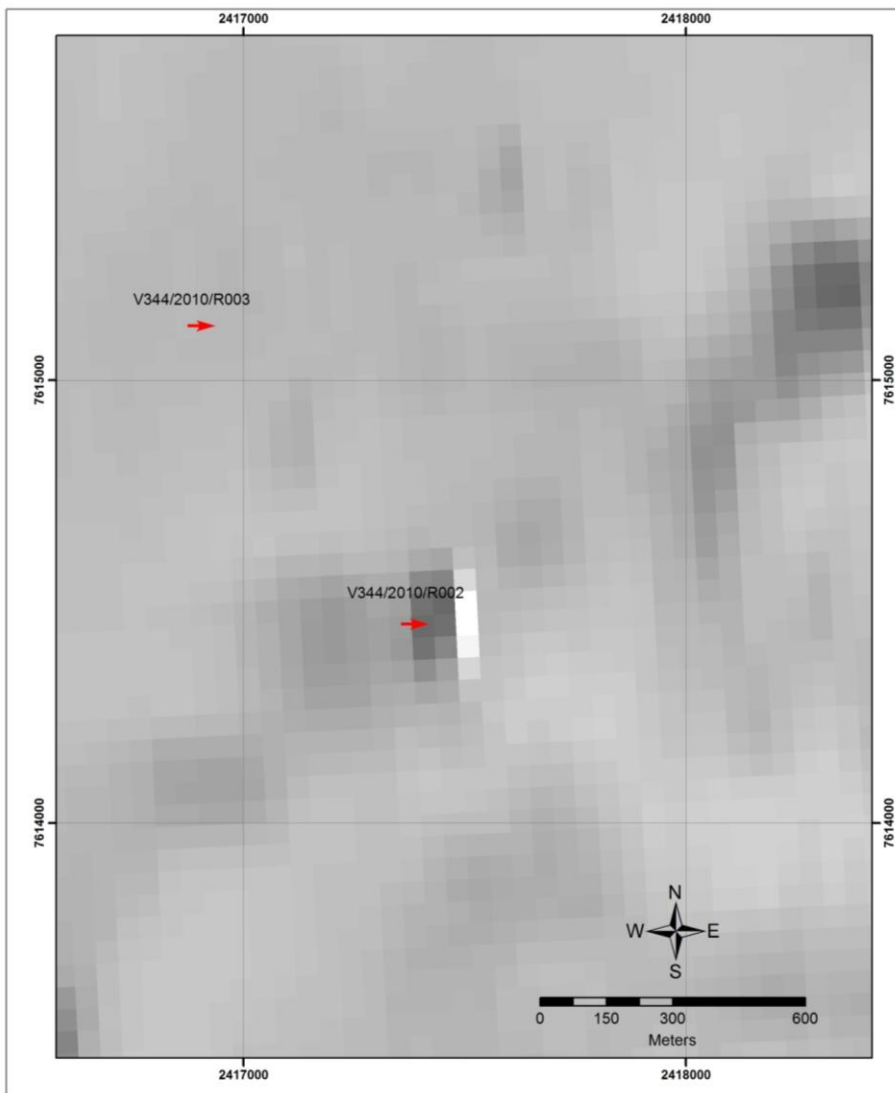
Tsohkoain ja Kalkkoain reiät on raportoitu ja näytteiden analytiikka sekä hieet valmistuneet (Liitteet 1-2). Kuitenkin näiden tarkempi tutkimus on vielä kesken. Kalkkoain geologien profiilikairaus osoitti, että magneettiset anomaliat aiheutuvat magneetoituneista albiittidiabaaseista sekä albititeista.



**Kuva 15.** Enontekiön Kalkkoaivin ja Tsohkoaivin tutkimuskohteet. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MML/11 ja Logica Suomi Oy.



**Kuva 16.** Enontekiön Kalkkoaiivin tutkimuskohde ja niissä suoritettut kairaukset. Pohjakarttana matalalentomagneettinen (harmaasävy). Kuuden reiän profiili idästä länteen: W333/2010/R001-W333/2010/R006. Kahden reiän profiili koillisesta lounaaseen: W333/2010/R007 ja W33372010/R008.



**Kuva 17.** Enontekiön Tsohkoaivin tutkimuskohteen kairaukset. Pohjakarttana matalalen-tomagneettinen (harmaasävy).

Epämagneettiset alueet koostuvat lähinnä kvartsiiteista ja kiilleliuskeista sekä graniittisista syväkivistä. Kairauksessa ei tavattu emäksisiä vulkaniitteja (amfiboliitteja), joita liuskejaksolla on tulkittu esiintyvän (Idman 1988). Reiällä W333/2010/R001 lävistettiin mielenkiintoisen näköinen hyvin voimakkaasti hiertynyt ja breksioitunut albitiitti, jossa hieno rikkikiisupirote. Valitettavasti tämä osa ei ainakaan tässä kohdassa sisältänyt merkittäviä määriä kultaa. Reiässä W333/2010/R004 saatiin viitteitä REE aineiden rikastumisesta, kun petro-logiseen tutkimukseen valitussa näytteessä oli analyysien mukaa 1240 ppm Ce, 603 ppm La, 421 ppm Nd, 121 ppm Pr ja 111 ppm Rb. Kalkkokoivin profiilikairausten reiät ovat osoittaneet alueen geologian olevan huonosti tunnettu ja kiviin liittyä selkeää malmipotentialia.

Tsohkoaivin reiällä V344/2010/R002 lävistettiin gabrointrusionin itäkontakti, josta saatiin hyvä lävistys aina intrusionin gabroista hiertyneen kontaktivyöhykkeen kautta intrusionin sivukivinä oleviin arkeisiin vulkaniitteihin ja syväkiviin. Kontaktivyöhykkeen hiertyneet gabrot (kloriittiliuskeita), sisälsivät anomalia pitoisuuksia Pd, Cu ja Ni (paras lävistys 0.95 cm, 641.9 ppb Pd+Pt, 0.17 wt.% Cu ja 0.12 wt.% Ni). Reiällä V344/2010/R003 testattiin intrusionin keskellä olevaa heikkoa johdeanomaliaa. Tällä lävistettiin-

kin gabron sisällä oleva kiisuliuske ”sulkeuma”. Tämän kiisuliuskeen ja gabron kontaktivyöhykkeessä esiintyi runsaasti sulfideja, mutta analyysien mukaan sulfidit olivat valitettavasti rautasulfideja ja niihin ei liittynyt ainakaan tässä Ni-Cu-PGE nousua. Kairaus kuitenkin osoitti sen, että Tsohkoaiivin 2.44 Ga intruusio on purkautunut malminmuodostuksellisesti mielenkiintoiseen rikkirikkaaseen ympäristöön, jossa emäksiselle magmalle on ollut ainakin rikkiä tarjolla.

## 7 ARVIO HANKKEEN TOIMINNASTA

Pohjois-Suomen mafis-ultramafisten magmakivien malmipotentiali –hankkeen päättyessä päättyi myös v. 1996 alkanut emäksisten-ultraemäksisten muodostumien ja niiden malmi-potentialiin keskittynyt itsenäinen hanketoiminta GTK:n Pohjois-Suomen yksikössä. Hankkeen toiminnot ja henkilöstö siirtyi osaksi suurempaa Pohjois-Suomen mineraalipotentiali- hanketta.

Viimeisimmän hankkeen alkaessa v. 2009, tutkimustyöt Itä-Lapin alueella olivat päättymässä ja toiminnan painopiste oli siirtymässä pohjoisemmas; Rajajooseppi-Nellim akselille, jossa osin jatkettiin T. Mutasen aloittamia Luton alueen tutkimuksia ja toisena kohteena oli Seitapään alue lähempänä Nellimiä. Hanke oli myös tehnyt alustavia tutkimuksia, lähinnä kallioperäkartoitusta ja paljastuma-lohkarenäytteenottoa Utsjoen alueella. Kartoituksen ja näytteenoton avulla pyrittiin saamaa kuvaa em. alueiden mafisten ja ultramafisten kivilajityksiköiden esiintymisestä sekä niiden kemiallisista koostumuksista, joita voitiin verrata esim. Venäjän Petsamon, Allarechka-Vostok tyyppin ja Lotta-tyypin Ni-Cu esiintymien isäntäkiiviin, joista ainakin kahta viimeksi mainittua voisi hyvinkin esiintyä myös Suomen puolella. Suurin osa näistä tutkimuksista jäi kesken hankkeen päättyessä v. 2010.

Alueellisten tutkimusten lisäksi tehtiin muutamia kohteellisia tutkimuksia, kuten Törmäs-järven ja Sotkavaaran kohteet, jotka kairattiin v. 2009. Törmäsjärvellä kairattiin alueen mustaliuskeita; tavoitteena oli löytää Kapustasta tavatun Ni-Zn mustaliuskelohkareen lähtöalue. Kairauksissa tavatut Ni- ja Zn-pitoisuudet (n. 0.1 % ja 0.4 %) jäivät kuitenkin selvästi alhaisemmiksi kuin lohkareissa tavatut parhaimmat pitoisuudet. Täytyy kuitenkin huomioida että Törmäsjärveltä länteen päin ulottuvalla alueella esiintyy yli 20 km johteita (matalentogeoofysiikassa) joihin on kairattu vain muutamassa kohteessa. Sotkavaara on huonosti tunnettu pyrokseeniitti-gabro intruusio, johon arveltiin liittyvän mahdollisia peridotiittisia osia, jotka voisivat olla potentiaalisia Ni-Cu malmien isäntäkiviä. Intruusio osoittautui kuitenkin oletettua ohuemmaksi, eikä peridotiittisiä kiviä tavattu, lukuun ottamatta joitain kapeita serpretiniittijuonia/välikerroksia. Intruusioista tavattiin kapea massiivinen sulfidijuoni/kerros jossa oli 2,1 % Ni. Koska intruusioista on kairattu läpi, on se osoittautunut varsin hyödylliseksi eri maastogeoofysiikan menetelmien testauskohteeksi.

Hankkeen aikana käynnistettiin Käsivarren tutkimukset, joita on jatkettu Pohjois-Suomen mineraalipotentiali –hankkeessa.

Vuosien 2009-2010 aikana valmistuivat Tulppion ja Kuttusojan valtausraportit, Loma-lammen myyntiraportti, sekä In Hautakankaan valtausraportti. Hankkeen henkilöstö oli mukana myös useiden muiden julkaisujen ja raporttien laadinnassa (kohta 8).

## 8 HANKKEEN RAPORTIT JA MUUT JULKAISUT

Alla luettelo hankkeen tuottamista raporteista, julkaisuista, poster- ja esitelmäabstrakteista (mukaan lukien myös Interreg- ja Tacis-rahoitteisissa hankkeissa tuotettua materiaalia), sekä muista julkaisuista, joissa hankkeen henkilökunta on ollut mukana.





- Heikura, Pertti; Törmänen, Tuomo; Iljina, Markku; Salmirinne, Heikki 2009.** Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa valtausalueilla Tulppionkariste 1-5 (kaivosrekisteri-numerot 8246/1-5) suoritetuista nikkeli- ja PGE-malmitutkimuksista vuosina 2005-2008. 50 s. + 17 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/4723/2009/68.
- Heikura, P., Sarapää O., Törmänen, T., Iljina, M., Salmirinne, H., Sarala, P. 2009.** Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa Ketunkangas 1 (kaivosrekisterinumero 8247/1)- ja Kuttusoja 1-4 (kaivosrekisterinumero 8410/1-4) –nimisillä valtausalueilla vuosina 2006-2009 suoritetuista nikkeli-, PGE- ja kultatutkimuksista. 73 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/4721/2009/67.
- Huhma, H.; Mänttari, I.; Peltonen, P.; Halkoaho, T.; Hölttä, P.; Juopperi, H.; Kon-nunaho, J.; Kontinen, A.; Lahaye, Y.; Luukkonen, E.; Pietikäinen, K.; Sorjonen-Ward, P. 2010.** Age and Sm-Nd isotopes on the Archean greenstone belts in Finland. In: Lithosphere 2010 : Sixth Symposium on the Structure, Composition and Evolution of the Lithosphere in Finland, Helsinki, October 27-28, 2010 : programme and extended abstracts. Institute of Seismology. University of Helsinki. Report S-55. Helsinki: Institute of Seismology, 13-16.
- Iljina, Markku 2009.** Hanke 2901007. Pohjois-Suomen emäksisten magmakivien malmi-varojen kartoitus 2003-2008. Loppuraportti. 32 s., 21 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M10.4/2009/49.
- Iljina, Markku 2009.** Platinum-group element database of Finland = Baza dannyh po elementam platinovoj gruppy Finlândii [Electronic resource]. In: An INTERREG-TACIS project : Strategic mineral resources of Lapland - base for the sustainable development of the North. Project publication, volume II = Proekt INTERREG-TASIS : Strategiceskie mineral'nye resursy Laplandii - osnova ustojcivogo razvitiâ severa. Sbornik materialov proekta, vypusk II. Apatity: KSC RAS, 6-11. Electronic publication.
- Iljina, M.; Karinen, T.; Halkoaho, T.; Tiainen, M.; Ahtonen, N.; Saarinen, H. 2010.** FINPGE - a public database on PGE deposits in Finland. Version 1. 1 [Electronic re-source]. Digitaaliset tietotuotteet 12. Espoo: Geological Survey of Finland. Optical disc (CD-ROM).
- Karinen, Tuomo; Iljina, Markku 2009.** Structural history of the western part of the Koillismaa Layered Igneous Complex = Tektoniceskaâ evolúciâ zapadnoj casti rassloennogo intruzivnogo kompleksa Kollismaa [Electronic resource]. In: An INTERREG-TACIS project : Strategic mineral resources of Lapland - base for the sustainable development of the North. Project publication, volume II = Proekt INTERREG-TASIS : Strategiceskie mineral'nye resursy Laplandii - osnova ustojcivogo razvitiâ severa. Sbornik materialov proekta, vypusk II. Apatity: KSC RAS, 46-50. Electronic publication.
- Karinen, T.; Konnunaho, J. 2010.** The Rometölväs Reef of the Koillismaa Intrusion [Electronic resource]. In: 11th International Platinum Symposium, Sudbury, Ontario, Can-ada, June 21-24, 2010. Ontario Geological Survey Miscellaneous Release - Data 269. Sudbury, ON: Ontario Geological Survey. 4 p. Optical disc (CD-ROM).
- Koistinen, Esko and Heikura, Pertti 2010.** Mineral resource assesment and 3D modelling of the Lomalampi deposit, Sodankylä Finland. Geological Survey of Finland, archive report, M19/3723/2010/50. 58 p.

- Konnunaho, Jukka; Lahti, Ilkka; Karhunen, Jukka 2010.** Tutkimustyöselostus Iin kunnassa sijaitsevasta Hautakankaan intruusiosta valtausalueilla Hautakangas 1-5 (kaivos-rekisterinumerot 8555/1-5)tehdystä Ti-Fe-V malmitutkimuksista vuosina 2006-2008. 28 s. + 32 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/3521/2010/16.
- Makkonen, H.; Halkoaho, T.; Tiainen, M.; Iljina, M.; Ahtonen, N.; Toropainen, E.; Jokisaari, R.; Turunen, R.; Laaksonen, M. 2010.** FINNICKEL - a public database on nickel deposits in Finland. Version 1. 1 [Electronic resource]. Digitaaliset tietotuotteet 11. Espoo: Geological Survey of Finland. Optical disc (CD-ROM).
- Mitrofanov, Felix (ed.); Iljina, Markku (ed.); Zhironov, Dmitry (ed.) 2009.** An INTERREG-TACIS project : Strategic mineral resources of Lapland - base for the sustain-able development of the North. Project publication, volume II = Proekt INTERREG-TASIS : Strategiceskie mineral'nye resursy Laplandii - osnova ustojcivogo razvitiâ severa. Sbornik materialov proekta, vypusk II [Electronic resource]. Apatity: KSC RAS. 112 p. Electronic publication.
- Rasilainen, K.; Eilu, P.; Halkoaho, T.; Iljina, M.; Karinen, T. 2010.** Quantitative min-eral resource assessment of undiscovered PGE resources in Finland. *Ore Geology Reviews* 38 (3), 270-287.
- Rasilainen, Kalevi; Eilu, Pasi; Halkoaho, Tapio; Iljina, Markku; Karinen, Tuomo 2010.** The undiscovered PGE resources of Finland. In: 11th International Symposium on Mineral Exploration (ISME-XI) : the technological challenges and innovation of resources exploration, subsurface waste disposal and environment : abstracts of presentations, 7-8 September, 2010, GTK, Espoo, Finland. Tokyo: Division of Exploration Technology (DE-TEC), 16-20.
- Rasilainen, Kalevi; Eilu, Pasi; Halkoaho, Tapio; Iljina, Markku; Karinen, Tuomo 2010.** Quantitative mineral resource assessment of platinum, palladium, gold, nickel, and copper in undiscovered PGE deposits in mafic-ultramafic layered intrusions in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti Geological Survey of Finland, Report of In-vestigation 180, 338 p. (Electronic publication).
- Törmänen, Tuomo; Iljina, Markku; Heikura, Pertti 2009.** Petrological characteristics of ultramafic (komatiitic) formations in the Savukoski area, NE Finland = Petrologiceskie harakteristiki ul'traosnovnyh (komatiitovyh) formacij rajona Savukoski, SV Finlândiâ [Electronic resource]. In: An INTERREG-TACIS project : Strategic mineral resources of Lapland - base for the sustainable development of the North. Project publication, volume II = Projekt INTERREG-TASIS : Strategiceskie mineral'nye resursy Laplandii - osnova ustojcivogo razvitiâ severa. Sbornik materialov proekta, vypusk II. Apatity: KSC RAS, 65-69. Electronic publication.
- Törmänen, T., Heikura, P., Salmirinne, H. 2010.** The komatiite-hosted Lomalampi PGE-Ni- Cu-Au deposit, Northern Finland. Geological Survey of Finland. Mineral deposit report M19/3723/2010/52. 64 p.

## 9 KIRJALLISUUSVIITTEET

- Gorbunov, G.I, Yakolev, Yu.N., Goncharov, Yu.V. Gorelov, V.A. & Telnov, V.A. 1985.** The nickel areas of the Kola Peninsula. Teoksessa: Papunen & Gorbunov (eds.) Nickel-copper deposits of the Baltic Shield and Scandianavian Caledonides. Geological Survey of Finland Bulletin 333.
- Forsberg-Heikkilä, C. 1989.** Tsuomasvarrin kerrosrakenteinen ultramafinen intruusio, Koillis-Lappi, Utsjoen kunta. Pro gradu –tutkielma. Helsingin Yliopisto.
- Heikura, P., Sarapää O., Törmänen, T., Iljina, M., Salmirinne, H., Sarala, P. 2009.** Tutkimustyöselostus Savukosken kunnassa Ketunkangas 1 (kaivosrekisterinumero 8247/1)- ja Kuttusoja 1-4 (kaivosrekisterinumero 8410/1-4) –nimisillä valtausalueilla vuosina 2006-2009 suoritetuista nikkeli-, PGE- ja kultatutkimuksista. 73 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/4721/2009/67.
- Huhma, H. 2006.** Suullinen tiedonanto. Geologian tutkimuskeskus, Etelä-Suomen yksikkö.
- Idman, H. 1988.** Ropi. Kallioperäkartta 1: 100 000, 1832.
- Juopperi, H. 2008.** Hanke 2701008. Pudasjärven kompleksin kallioperän ja raaka-ainevarojen kartoitus. Loppuraportti. 14 s., 10 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M10.4/2008/2.
- Kesola, R. 1994.** Näätämo. Kallioperäkartta 1:100 000, 3934+4912+4914.
- Kesola, R. 1995.** Näätämon kartta-alueen kallioperä. Kallioperäkartan selitys 1: 100 000, 3934+4912+4914. 88 p.
- Konnunaho, J & Lahti, I. 2008.** Tutkimustyöselostus Pudasjärven kaupungissa ja Yli-Ii:n kunnassa sijaitsevasta Kärppäsuon gabrosta sekä valtausalueilla Vengasoja 1 ja Sarvensuo 1 (kaivosrekisterinumerot 7974/2 ja 797471) tehdyistä malmitutkimuksista vuosina 2002-2008. 24 s. + 9 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/3513, 3514/2008/12.
- Konnunaho, J., Lahti, I. & Karhunen, J. 2010.** Tutkimustyöselostus Iin kunnassa sijaitsevasta Hautakankaan intruusioista valtausalueilla Hautakangas 1-5 (kaivosrekisterinumerot 8555/1-5) tehdyistä Ti-Fe-V malmitutkimuksista vuosina 2006-2008. 28 s. + 32 liites. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M06/3521/2010/16.
- Moilanen, M. 2011.** Sodankylän Lomalammen komatiitteihin liittyvä platinaesiintymä. Pro gradu –tutkielma. Oulun Yliopisto.
- Mutanen, T. 2011.** Alkalikiviä ja appiniitteja. Raportti hankkeen "Magmatismi ja malminmuodostus II" toiminnasta 2002 - 2005. 627 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, 9/2011.
- Törmänen, T., Heikura, P., Salmirinne, H. 2010.** The komatiite-hosted Lomalampi PGE-Ni- Cu-Au deposit, Northern Finland. Geological Survey of Finland. Mineral deposit report M19/3723/2010/52. 64 p.

**Vuotovesi, T. 1986.** Kulus-Misi-alueen tunnustelututkimukset v. 1984. 9 s + 9 liites.. Lapin Malmi Oy, raportti 001,040/3614,3632/TV, RP/86/5.

## **10 LIITTEET**

1. Hankkeen kairaukset
2. Analyysit ja kiillotetut ohuthieet
3. Maastogeofysiikan mittaukset

## Hankkeen kairaukset

Emäskivihankkeen kairaukset 2009-2010

Kohde ja reikä­tunnus	Koordinaatit		Suunta/ kaltevuus	Loppusyvyys
karttalehti/vuosi/reikä­nro	X	Y		m
<b>Törmäsvaara</b>				
26312009R0337	7367865	2505100	360/45	88.70
26312009R0338	7367950	2505100	360/45	73.30
26312009R0339	7367810	2504300	360/45	96.05
26312009R0340	7367710	2504300	360/45	43.50
26312009R0341	7367595	2504300	360/45	80.40
<i>Yhteensä</i>				<b>381.95</b>
<b>Ahvenrova</b>				
26312009R0342	7364810	2512900	360/45	87.70
26312009R0343	7364720	2512900	360/45	109.00
26312009R0344	7364795	2513500	360/45	81.20
26312009R0345	7364670	2513500	360/45	135.20
26312009R0346	7364645	2512900	360/45	74.50
<i>Yhteensä</i>				<b>487.60</b>
<b>Vajovaara</b>				
26312009R0347	7361450	2513000	360/45	132.05
26312009R0348	7361655	2513000	360/45	112.70
26312009R0349	7361760	2513000	360/45	66.20
26312009R0350	7361610	2513400	360/45	92.45
26312009R0351	7361420	2514950	360/45	70.30
<i>Yhteensä</i>				<b>473.70</b>
<b>Kontioselkä</b>				
M472109R0136	7525690	4454570	270/70	193.10
M472109R0137	7525595	4454475	270/80	133.40
M472109R0138	7525420	4454160	200/80	109.60
M472109R0139	7525333	4454129	20/45	87.10
M472109R0140	7525400	4454725	270/80	82.40
M472109R0141	7525315	4454795	270/80	82.50
M472109R0142	7525220	4454775	270/80	61.60
M472109R0143	7525300	4453965	270/70	88.20
M472109R0144	7525305	4454320	270/70	61.40
<i>Yhteensä</i>				<b>899.30</b>
<b>Lomalampi</b>				
M372309R447	7536567	3497424	315/45	85.50
M372309R448	7536690	3497160	315/45	28.00
M372309R449	7536670	3497170	315/45	33.00
M372309R450	7536710	3497140	-/90	33.10
<i>Yhteensä</i>				<b>179.60</b>
<b>Siiselkä</b>				
M372309R451	7525445	3464058	140/45	32.90
M372309R452	7525456	3464048	-/90	32.45
M372309R453	7525505	3464013	140/60	107.00
<i>Yhteensä</i>				<b>172.35</b>
<b>Ruosseljäänaapa</b>				
37412009R413	7538484	3506615	212/45	108.10
37412009R414	7538533	3506648	212/45	80.05
<i>Yhteensä</i>				<b>188.15</b>
<b>Sotkavaara</b>				
361409R0398	7374325	3467400	180/85	485.85

361409R0399	7374045	3467710	360/60	425.00
<i>Yhteensä</i>				<b>910.85</b>
<b>Lutto</b>				
38312009R0330	7607420	3527545	90/45	51.80
38312009R0331	7604250	3538850	270/45	117.20
38312009R0332	7604275	3538910	270/45	100.00
38312009R0333	7604100	3538880	270/45	98.40
38312009R0334	7604895	3538500	360/45	149.80
38312009R0335	7604605	3538505	360/45	100.10
38312009R0336	7605090	3537515	360/45	109.95
38312009R0337	7604955	3537500	360/45	130.45
<i>Yhteensä</i>				<b>857.70</b>
<b>Njuohkarggu</b>				
39322010R100	7752060	3522400	115/80	178.50
39322010R101	7752000	3522600	115/80	199.00
39322010R102	7751755	3522360	115/80	239.00
39322010R103	7751500	3522350	115/80	65.00
39322010R104	7752400	3522850	115/80	134.00
<i>Yhteensä</i>				<b>815.50</b>
<b>Totaali</b>				<b>5366.70</b>

Pudasjärven hankkeelta emäskivihankkeelle siirtyneet kairauskohteet ja kohteilla suoritettut syväkairaukset.

Kohde ja Reikä tunnus	koordinaatit		suunta/ kaltevuus	loppusyvyys m
karttalehti/vuosi/reikä nro	x	y		
<b>Kapustalampi</b>				
S434/2010/R001	7277700	3487460	90/70	152.15
<b>Yhteensä</b>				<b>152.15</b>
<b>Tsohkoarvi</b>				
V344/2010/R002	7621459	3295352	90/45	150.60
V344/2010/R003	7622152	3294907	90/45	109.60
<b>Yhteensä</b>				<b>260.20</b>
<b>Kalkkoarvi</b>				
W333/2010/R001	7634125	3298905	270/50	100.40
W333/2010/R002	7634125	3299075	270/50	101.20
W333/2010/R003	7634125	3299328	270/50	70.00
W333/2010/R004	7634125	3299591	90/50	110.60
W333/2010/R005	7634125	3300026	270/50	135.70
W333/2010/R006	7634125	3300326	270/50	68.20
W333/2010/R007	7637898	3298520	230/60	130.50
W333/2010/R008	7637735	3298297	230/50	119.00
<b>Yhteensä</b>				<b>835.60</b>
<b>Murtoniemenkangas</b>				
35132008R108	7242360	3472700	45/50	156.15
35142008R109	7241400	3473800	270/50	155.70
<b>Yhteensä</b>				<b>311.85</b>
<b>Iso-Leväsuu</b>				
35132008R107	7242045	3468100	90/60	125.80
<b>Yhteensä</b>				<b>125.80</b>
<b>Hautakangas</b>				
35212006R0727	7286232	3453642	100/50	49.7
35212006R0728	7286208	3453686	100/50	82.60
35212006R0729	7286257	3453606	90/50	51.75
35212007R0730	7286240	3453610	100/50	210.20
35212007R0731	7286070	3453570	110/40	113.73
35212008R0732	7288145	3454307	290/50	62.80
35212007R0733	7286307	3453780	290/50	106.00
35212007R0734	7286400	3453820	290/50	170.05
35212007R0735	7286630	3454040	290/70	64.63
35212007R0736	7286690	3453890	290/50	100.98
35212007R0737	7288120	3454370	290/60	105.25
35212007R0738	7288160	3454250	290/50	76.45
35212007R0741	7286163	3453797	290/50	176.80
35212007R0740	7286230	3453740	245/50	133.06
35212007R0739	7286120	3453710	290/50	160.00
35212008R0742	7288096	3454417	290/50	134.70
35212008R0743	7286130	3453686	290/50	67.70
35212008R0744	7286103	3453757	290/50	109.40
35212008R0745	7286323	3453601	110/50	152.80
35212008R0746	7283953	3453047	287/50	100.30
35212008R0749	7286366	3453914	290/50	128.00
35212008R0750	7286420	3453626	110/50	120.20
<b>Yhteensä</b>				<b>2427.40</b>

## Analyysit ja kiillotetut ohuthieet

Emäskivihankkeen malmianalyysit.

Reikä­tunnus	Malmianalyysit			
	704/703(Au,Pd,Pt,Te)	510P	511P	tilnro
	kpl	kpl	kpl	
39322010R100	68	68		218401
39322010R101	85	85		218402
39322010R102	101	101		218403
39322010R103	17	17		218402
39322010R104	66	66		218401
26312009R0337	42		42	216547
26312009R0338	31		31	216548
26312009R0339	49		49	216550
26312009R0340	13		13	216551
26312009R0341	17		17	216552
26312009R0342	51		51	217779
26312009R0343	72		72	217788
26312009R0344	51		51	217789
26312009R0345	81		81	217790
26312009R0346	7		7	217789
26312009R0347	76		76	217796
26312009R0348	48		48	217795
26312009R0349	28		28	217794
26312009R0350	14		14	217794
26312009R0351	12		12	217797
47212009R0136	78		78	217829
47212009R0137	35		35	217825
47212009R0138	35		35	217826
47212009R0139	28		28	217928
47212009R0140	24		24	217930
47212009R0141	10		10	217827
47212009R0142	7		7	217935
47212009R0143	30		30	217933
47212009R0144	27		27	217931
38312009R0330	12		12	218400
38312009R0331	2	2		217784
38312009R0331	56		56	217936
38312009R0332	30		30	218400
38312009R0334	1		1	217932
38312009R0334	33		33	217936
38312009R0336	17		17	218400
38312009R0337	26		26	218400
37232009R0453	33	33		217951
37412009R414	6	6		217954
37232009R0447	39	39		217946
37232009R0450	10	10		217947
2631/75/R308	13		13	87048
3614/2009/R0398	29	29		218409
3614/2009/R0399	77	77		217949
4614/97/R351,354,355,356, 357,358,359,360,361,362		31		87047
<b>Yhteensä</b>	<b>1587</b>	<b>564</b>	<b>1054</b>	



## Emäskivihankkeen petrologiset analyysit ja kiillotetut ohuthieet

Reikä­tunnus	Petrologiset analyysit ja hieet					tilnro	KOH kpl
	175X kpl	308M kpl	811L kpl	704P kpl			
39322010R100	8	8	8			218404	
39322010R101	8	8	8			218404	
39322010R102	13	13	13			218404	
39322010R103	5	5	5			218404	
39322010R104	8	8	8			218404	
26312009R0337	7	7	7			216546	2
26312009R0338	5	5	5			216546	2
26312009R0339	9	9	9			216546	5
26312009R0340	3	3	3			216546	2
26312009R0341	6	6	6			216546	4
26312009R0342	9	9	9			216546	1
26312009R0343	5	5	5			216546	1
26312009R0344	1	1				217798	
26312009R0345	4	4				217798	
26312009R0347	3	3				217798	
26312009R0348	1	1				217798	1
47212009R0136	11	11	11			217945	
47212009R0137	7	7	7			217945	
47212009R0138	4	4	4			217945	
47212009R0139	4	4	4			217945	
47212009R0140	5	5	5			217945	
47212009R0141	3	3	3			217945	
47212009R0142	7	7	7			217945	
47212009R0143	7	7	7			217945	
47212009R0144	6	6	6			217945	
38312009R0330	20	20	20			217934	1
38312009R0331	0	0	0				1
38312009R0331	1	1	1			217934	
38312009R0332	1	1	1			217934	
38312009R0334	4	4	4			217934	2
38312009R0335	2	2	2			217934	
38312009R0336	3	3	3			217934	
38312009R0337	3	3	3			217934	
37232009R0453	9	9		4		217950	
37412009R413	5	5		5		217952	
3614/2009/R0398	10	6				218408	
3614/2009/R0399	14	10				217948	
3723 Lomalampi	59	59	59			217783	
3723 Lomalampi		25				217782	
4614/97/R351,354,	31	15				87047	
355,356,357,358,							
359,360,361,362							
<b>Yhteensä</b>	<b>311</b>	<b>312</b>	<b>233</b>	<b>9</b>			<b>22</b>

Pudasjärven hankkeelta emäskivihankkeelle siirrettyjen kairauskohteiden petrologinen analytiikka ja kiilotetut ohuthieet.

Reikä­tunnus	Petrologiset analyysit ja hieet		
	175X kpl	308M kpl	KOH tilnro kpl
35132008R107	2	2	216276 1
35132008R108	3	3	216241 3
35132008R109	4	4	216279 4
S434/10/R001	4	4	503550 4
W333/10/R001	7	7	503551
W333/10/R002	6	6	503550 5
W333/10/R003			1
W333/10/R004	2	2	503550 2
W333/10/R005	1	1	503550 5
W333/10/R007	4	4	503550 5
W333/10/R008	6	6	503550 9
V344/10/R002	5	5	503550 5
V344/10/R003	2	2	503550 2
<b>Yhteensä</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>46</b>

Pudasjärven hankkeelta emäskivihankkeelle siirrettyjen kairauskohteiden malmianalytiikka.

Reikä­tunnus	Malmianalyysit			
	704P (Au,Pd,Pt) kpl	720P kpl	515PM kpl	tilnro
35132008R107	94	94		216275
35132008R109	54	54		216278
S434/10/R001			12	503551
W333/10/R001			53	503551
W333/10/R003			4	503551
W333/10/R005			7	503551
W333/10/R008			3	503551
V344/10/R002			60	503551
V344/10/R003			22	503551
<b>Yhteensä</b>	<b>148</b>	<b>148</b>	<b>161</b>	

## Maastogeofysiikan mittaukset

Emäskivihankkeen maastogeofysiikan mittauskohteet vuosina 2009-2010.

<i>Kunta</i>	<i>Työmaa</i>	<i>Menetelmä</i>	<i>Pistemäärä</i>	<i>Linja_km</i>	<i>Alue [km<sup>2</sup>]</i>
Tornio	Liakanjänkkä	IP	700	13.2	0.74
Tornio	Kaitaharju	Magneettinen	3993	36.6	1.92
		Painovoima	181	3.6	
		IP	2013	39.6	1.92
		VLf-R	549	10.8	1.92
Tornio	Karsilonmaa	Magneettinen	3331	32.9	1.6
		IP	1698	32.9	1.6
Tornio	Arpela	Magneettinen	781	7.7	0.35
		IP			
Yli-Tornio	Vajovaara	Magneettinen	4147	41.0	2
		VLf-R	1073	2,000	2
Yli-Tornio	Pikkujärvi	Magneettinen	3855	37.8	1.85
		VLf-R	997	19.2	1.85
Yli-Tornio	Lauvinpetunjänkkä	Magneettinen	12794	127.0	6
		VLf-R	3370	66.5	6
Rovaniemi	Sotkavaara	Magneettinen	7054	69.7	6.82
		Painovoima	410	8.0	
		VLf-R	1973	38.5	6.82
		SAMPO	57	2.8	
		IP	166	1.8	
Rovaniemi	Korvavaara	Magneettinen	3146	31.2	3
		Painovoima	252	5.0	
		VLf-R	794	15.6	3
Sodankylä	Siiselkä	Magneettinen	101	1.0	
		VLf-R	51	1.0	
Sodankylä	Ruosseljänaapa	Magneettinen	71	0.7	
		VLf-R	36	0.7	
Inari	Laanilan juoni	Magneettinen	164	0.8	
Inari	Lutto	Magneettinen	1652	16.4	
		VLf-R	830	16.4	
		IP	412	8.2	
Inari	Kaivolampi	Magneettinen	3716	36.7	1.74
		VLf-R	982	19.0	1.74
Inari	Lehtikaita	IP	155	3.0	
Inari	Seitapää	Magneettinen	1808	18.0	
		VLf-R	909	18.0	
		Painovoima	880	17.5	
Utsjoki	Njuohkarggu	Painovoima	423	8.4	
		SAMPO	82	4.0	
Utsjoki	Pulmanki-Tsuomasvarri	Magneettinen	12903	23.0	
		VLf-R	1052	20.8	
		Alueellinen painovoima	1291		328
Enontekiö	Käsivarsi	Magneettinen	41634	74.6	
		Painovoima	3635	72.1	
		VLf-R	3650	71.5	
Pudasjärvi	Kapustalampi	Magneettinen	6191	62.0	3
		Painovoima	1569	32.0	3
		IP	3116	62.0	3
		VLf-R	3116	62.0	3