

Arki.

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

Kuopion yksikkö

M19/2434, 3412/2002/1/10

Koskee: 2434 08,09

341205, 06

VIHANTI-RANTSILA-RUUKKI-HAAPAVESI

Kokkoneva-Vilminko-Näsälänperä-Honkisola

16.12.2002

Nikander, Jarmo

Luukas, Jouni

Ruotsalainen, Aimo

Kousa, Jukka

-lml.

**GEOLOGIAN
TUTKIMUSKESKUS**

1 0. 01. 2003

**KUOPIO
KUOPIO**

**KALLIOPERÄ- JA MALMITUTKIMUKSET VIHANNIN VILMINGON JA RANTSILAN
PELKOPERÄN VÄLISELLÄ ALUEELLA VUOSINA 1993-2002**

EI LAINAKSI

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO.....	4
Tutkimusalueen sijainti	4
Luonnonolot	4
Aikaisemmat tutkimukset.....	4
TUTKIMUSTEN TAUSTA.....	6
SUORITETUT TUTKIMUKSET	6
Geofysikaaliset mittaukset	6
Geokemialliset tutkimukset.....	8
Kairaukset.....	8
Kallioperäkartoitus	12
GEOFYSIKAALISET TULKINNAT	12
GEOKEMIALLISTA TUTKIMUKSISTA.....	18
TUTKIMUSALUEEN GEOLOGIA.....	18
Geologiset yleispiirteet.....	19
Tutkimusalueen rakennegeologia.....	21
Yleistä.....	21
Mesoskooppiset rakenteet	22
Tutkimusalueen makroskooppiset rakenteet	22
Tutkimusalueen kivilajit.....	25
Peuranevan emäksiset-intermediääriset vulkaniitit.....	25
Intermediäärinen tuffi-muskoviittigneissi	26
Grafiittituffi	26
Karsikivi- ja karsiraitainen hapan vulkaniittiyksikkö	27
Hapan vulkaniitti	28
Emäksinen laava ja intermediäärinen tuffi.....	30
Kvartsi-plagioklaasiporfyryri	30
Kvartsi-plagioklaasiporfyyrin malmitumiseen liittyvät hydrotermiset muutokset	31
Intermediäärinen tuffi.....	32
Intrusiiviset kivilajit	32
Juonikivet	34
Vilmingon alueen vulkaniittien koostumuksesta	34
Kokokivianalytiikkaa	34
Isotooppityöt.....	36
TUTKIMUSALUEEN MALMIGEOLOGISET PIIRTEET	37
Yleiset piirteet	37
Malmituminen	39
Kohdekuvaukset	41
Kokkoneva	41
Pikku Aittomaa.....	49
Kitusalo	49
Ansakangas.....	52
Vilminko.....	55
Näsälänperä	58
Peuranevan synkliinin itäkylki.....	62
Savaloja	65
Korkiakangas.....	65
Iso-Palokangas	66
Rasinperä.....	66
YHTEENVETO	67
VALTAUKSET	67

SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI.....	68
KIRJALLISUUS	69
LIITTEET.....	70
LIITTYY	70

JOHDANTO

Tutkimusalueen sijainti

Vilmingon-Näsälänperän-Rasinperän tutkimusalue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, Vihannin, Rantsilan ja Ruukin kuntien alueella. Alue sijoittuu Vihannin, 2434 08 ja 09, sekä Rantsilan 3412 05 ja 06 karttalehtien alueelle (kuva 1). Tutkimusalueen pinta-ala on noin 150 km². Etäisyys Vilmingosta rautatien varrella olevaan Vihannin kirkonkylään on n. 22 km ja 4-tien varrella olevaan Pulkkilan keskusta n. 40 km. Tutkimusalueen keskeiset kohteet ovat varsin helposti saavutettavissa metsäautoteitä pitkin, jotka ovat yhteydessä joko Pulkkila-Vihanti tiehen tai Karhukankaan ja Isokylän väliselle tieosuudelle.

Luonnonolot

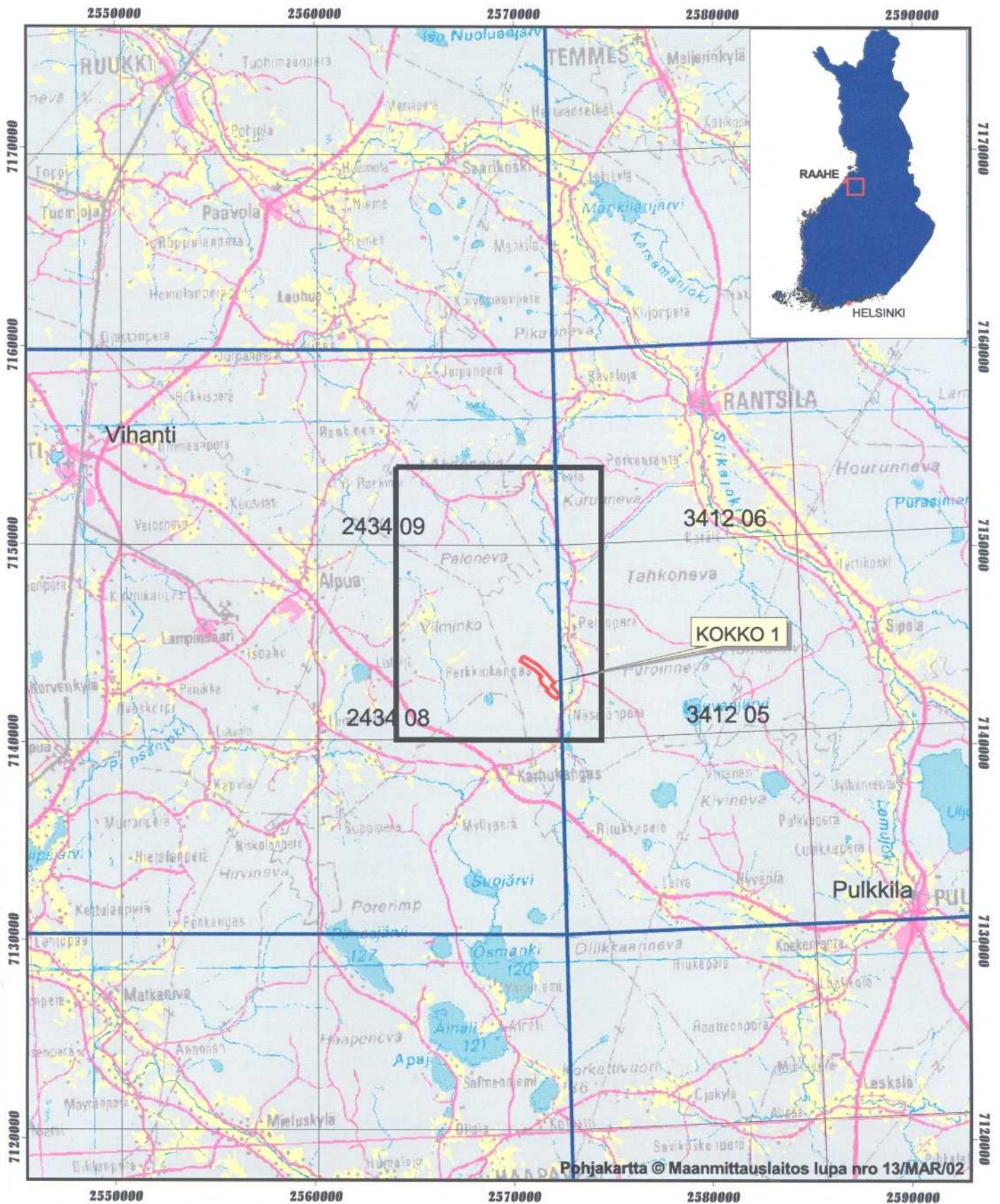
Alue on topografialtaan pääasiassa tasaista suota, rämettä ja kangasmetsää. Vähäisiä peltoalueita on Näsälänperän ja Rasinperän välisellä alueella sekä Isokylän ja Vilmingon kylien tienoilla. Harva asutus sijoittuu samoille alueille. Karttalehden 2434 09C pohjoisosassa on Akannevan soidensuojelualue. Turvetuotantoalueita on 2434 08 ja 09 lehtien rajamailla. Peuranevan ja Kokonnevan alue on varsin vaikeakulkuista suomaastoa. Alueen ainoa suurempi virtaava vesi on alueen itäosien läpi kulkeva Savaloja. Maapeitteen paksuus on yleensä alle 15 m. Tiestö alueella on varsin hyvä laajoja suoalueita lukuunottamatta.

Aikaisemmat tutkimukset

Outokumpu Oy:n malminetsintä ja Outokumpu Oy:n Lampinsaaren kaivoksen malminetsintäryhmä tekivät alueella lohkar-etsintää, kallioperäkartoitusta, geofysikaalisia mittauksia ja syväkairauksia useaan eri otteeseen 30 vuoden ajan. Vilmingossa tutkittiin 1956-1986 välisenä aikana useilla syväkairausrei'illä sähköisillä mittauksilla paikannettua grafiittituffi-karsikiviysikköä. Malminetsinnälliset tulokset jäivät kuitenkin varsin heikoiksi. 1980-luvulla tutkimusten tuloksena paikannettiin Rantsilan Näsälänperältä pieni sinkkimalmiutuma, jolla pystyttiin selittämään alueelta löydetty sinkkimalmilohkareet. Outokumpu Oy kairasi yksittäisiä reikiä myös Näsälänperän ja Vilmingon välille sekä Peuranevan alueelle. Näiden tutkimusten merkittävin tulos oli Lampinsaari-tyyppisten kivien esiintymisalueen osoittaminen ja Näsälänperän malmiutuman paikantaminen.

Tutkimusalue on osa Vihannin, 2434, 1:100 000 mittakaavaista kallioperäkarttaa (Salli 1958). Salli (1965) käyttää Vilmingon alueen kivistä nimeä Lumijärven liuskeet

GTK:n Vihanti-Pyhäsalmi –hankkeen aikana alueella on tehty malminetsintätöitä vuodesta 1993 lähtien. Varhaisemmat työt on raportoitu jo aiemmin ja tässä raportissa viitataan niihin.



Kuva 1. Tutkimusalueen (musta kehys) ja valtausalueen sijainti.
Fig. 1. Location of the study (black frame) and the claim area.

TUTKIMUSTEN TAUSTA

Geologian tutkimuskeskuksen Kuopion yksikön Vihanti-Pyhäsalmi-hanke aloitti alueen tutkimukset vuonna 1993. Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää Lampinsaari-tyyppisen kivilajialueen geologiaa ja sen malminmuodostusta. Hanke sai käyttöönsä Outokumpu Oy:n alueelta laatiman geologisen kartan ja kairausten tulokset. Outokumpu Oy:n uusimmat reiät on arkistoitu Lopen kairasydänarkistoon, missä niitä tutkittiin hankkeen aikana. Vilmingon vanhojen kairareikien kairareikäraportit olivat käytettävissä, vaikka kairasydämiä ei Lopen arkistossa olekaan.

SUORITETUT TUTKIMUKSET

Vihanti-Pyhäsalmi-hankkeen hankepäällikkönä vv. 1992-1997 oli ensin geologi Kaj Västi ja vuodesta 1998 alkaen geologi Jukka Kousa. Malmitutkimuksista vastasi geologi Kaj Västi vuoteen 2001 saakka. Vuodesta 2001 lähtien malmitutkimukset olivat geologi Jarmo Nikanderin vastuulla. Alueellisesta geologisesta tutkimuksesta vastasivat geologit Jukka Kousa ja Jouni Luukas. Jouni Luukas teki alueen rakennegeologisen selvityksen ja laati geologiset kartat. Geofysikaalisten mittausten suunnittelun ja mittaustulosten tulkinnan teki geofysikko Aimo Ruotsalainen. Koska alueella on vain muutamia kalliopaljastumia, niin geologisten karttojen laadinta perustuu pääosin kairaushavaintoihin ja geofysikaalisten mittaustulosten tulkintaan. Liitteessä 1 on esitetty tässä raportissa selostettava tutkimusalue, tutkimuskohteiden nimistö ja suoritettut tutkimukset.

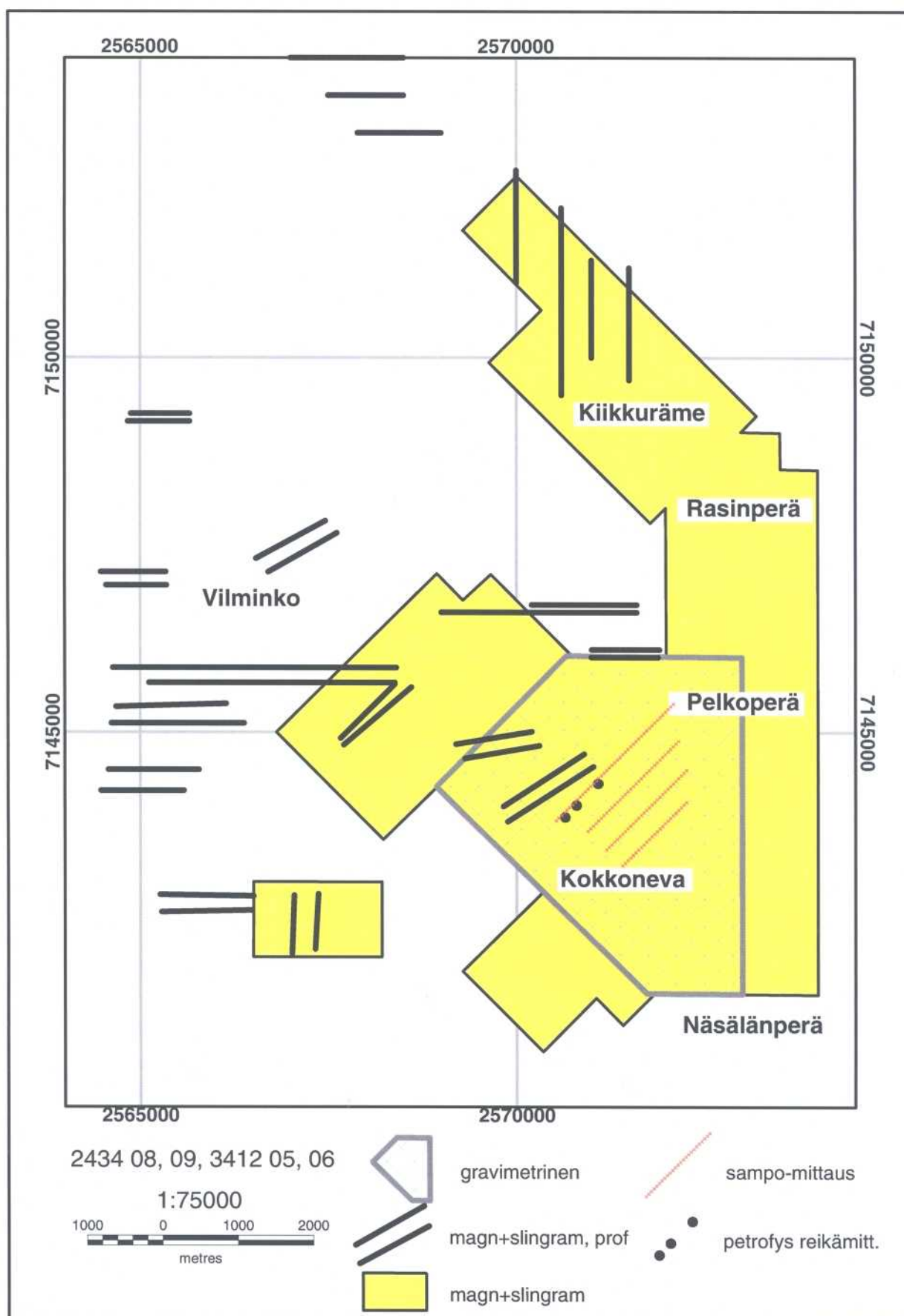
Geofysikaaliset mittaukset

Geofysikaaliset maastomittaukset aloitettiin alueen pohjoisosassa Kiikkurämeen hajapofiileilla vuonna 1993. Systemaattinen magneettinen ja slingrammittaus aloitettiin Kiikkurämeellä 1995 ja sitä jatkettiin useassa vaiheessa etelään Rasinperän ja Pelkoperän kautta Näsälänperälle (kuva 2). Vuonna 1996 slingram- ja magneettisia hajaprofiileja mitattiin Vilmingon ympäristössä. Vuonna 1998 systemaattista mittausaluetta alettiin laajentaa länteen Peuranevan ja Vilmingon suuntaan. Tällöin aloitettiin myös painovoimamittaukset. Magneettiset mittaukset tehtiin protonimagnetometrillä ja slingrammittaukset kelaväliä 60 m ja pääasiallisesti taajuutta 3600 Hz käyttäen. Magneettisten mittausten pisteväli on 10 m ja linjaväli 50 tai 100 m, painovoimamittauksissa vastaavasti 20 m ja 100m. Magneettisista mittauksista on poistettu maan magneettisen kentän ajallisesta vaihtelusta aiheutuvat muutokset erillistä maa-asemaa käyttäen. Magneettisia ja slingrammittauksia on tehty yhteensä n. 41 km² ja painovoimamittauksia n. 13 km² alueella. Painovoimamittauksen Bouguerarvot on laskettu valtakunnalliseen tasoon.

Runkolinjoitus on tehty 500 metrin välein joko itä-läntisessä XY- tai vinossa LK-koordinaatistossa kivilajien kulusta riippuen. Paikannus on tutkimusten alkuvaiheissa tehty valtakunnallisten kiintopisteiden ja teodoliitin avulla ja viimeisinä vuosina tarkkuus-GPS:llä. Koska tutkimus alkoi ja on suurimmalta osaltaan kaistan 2 puolella (keskimeridiaani 24°E) on linjoitus tehty ja mittauskartat tulostettu 2-kaistan koordinaateissa.

Kevättalvella 2000 Kokkonevan tienoilla tehtiin sähkömagneettisia taajuusluotauksia (Sampo-mittauksia) neljällä profiililla yhteensä n. 130 pistettä. Kelaväleinä käytettiin 300 m tai 400 m.

Loppuvuodesta 2000 tehtiin petrofysikaalisia loggauksia (sukseptibiliteetti, tiheys, resistiivisyys ja IP-varautuvuus) Kokkonevalla kolmesta kairanreiästä (R456, R457 ja R460) yhteensä 507 m. Mittaukset teetettiin Astrock Oy:llä. Petrofysikaalisia laboratoriomittauksia tehtiin em. reikien sydämistä. Näitä tuloksia käytettiin myös in-situ mittausten kalibroinnissa.



Kuva 2. Vuosina 1993 - 2002 tehdyt geofysikaaliset maastomittaukset

Figure 2. Ground geophysical measurements in years 1993 -2002

Geokemialliset tutkimukset

Alueella on tehty kohteellisia geokemiallisia tutkimuksia useassa eri vaiheessa vuodesta 1993 alkaen. Näytteenotto on tehty linjoittain geofysikaalisesti mitatuilta profiileilta (liite 1). Näytteet otettiin Terri-kalustolla käyttäen iskuporakonetta ja läpivirtausterää. Jokainen näyte pyrittiin saamaan kallion pinnasta. Ensimmäisessä vaiheessa näytteenotto keskittyi Rasinperän ja Kiikkurämeen väliselle alueelle K. Västin johdolla. Nämä tutkimukset on selostettu Västin (1998) raportissa. Vuonna 1996 Nikander teki vastaavanlaista geokemiallista näytteenottoa Vilmingon alueella (Nikander 1997). Näytteenostossa saadut kivilajinapit tutkittiin ja niiden kivilajitieto on talletettu GTK:n Kalpea-tietokantaan. Kokkonevan tutkimusten yhteydessä vuonna 2001 tehtiin Kokkonevan poikki kaksi Terri-linjaa kairausprofiilien jatkeeksi. Saatuja kivilajinapuja hyödynnettiin geologisen kartan teossa ja näytteet analysoitiin.

Hankkeen alkuvaiheessa vanhoja geokemian osaston linjoittain otettuja moreeninäytteitä Vihannin karttalehdeltä, 2434, analysoitiin uudelleen ICP-tekniikalla. Tutkimusten tulokset raportoi E. Iisalo (1995).

Kairaukset

Kairauksia alueella on hankkeen toiminta-aikana tehty vuosien 1993 ja 2002 välisenä aikana useassa eri vaiheessa. Tässä työssä on käytetty GTK:n omaa kevyttä kairausyksikköä (POKA), sekä myös urakoitsijoiden syväkairauskalustoa Kokkonevan ja Vilmingon alueilla. Omien kairareikien lisäksi käytettävissä ovat olleet Lopelle sijoitetut Outokumpu Oy:n kairareivät sekä kairasydänraportit niistä Outokumpu Oy:n kairaamista rei'istä, jotka eivät ole Lopella. Kairareikien paikat on esitetty liitteessä 1 ja aikaisemmin raportoitettujen työmaiden kairareikätiedot on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Kairareivät on talletettu GTK:n kairakantaan.

Hankkeen alkuvaiheessa 1994 tehtiin Vihannin 2434 05, 07 ja 08 lehdillä 18 lyhyttä reikää (n. 20 m) paljastumattomilla alueilla kallioperäkartoituksen avuksi. Osa näistä rei'istä sijoittuu nyt raportoitavalle alueelle.

Vuonna 1995 tehtiin POKA-kalustolla kuuden reiän E-W suuntainen profiili Peuranevan poikki (R331-R336) maastogeofysiikan linjalle rakenteiden, litologian ja sähköisen anomalian selvittämiseksi (Västi 1998).

Vuosina 1995-1997 GTK:n POKA-ryhmä kairasi K. Västin johdolla kolmessa eri vaiheessa 37 reikää Kiikkurämeen-Kokkonevan- Honkisalons alueilla (R337-R341 lehdellä 243409E, R337-R356 lehdellä 3412 05F, R393-R418 lehdellä 2434 08E ja F ja R362-R365 lehdellä 3412 05). Reikien yhteispituus on 2048 m. Näiden reikien yksityiskohtaisempi selostus on Västin (1998) raportissa.

Vuonna 1996 GTK:n POKA-ryhmä kairasi J. Nikanderin työmaalla Vilmingossa, karttalehdellä 2434 08, 10 reikää (R361-R372), yhteispituudeltaan 494 m. Reikien tulokset on esitetty Nikanderin (1997) raportissa.

Vuonna 1999 Suomen malmi Oy kairasi K. Västin työmaalla Honkisalons alueella, karttalehdellä 2434 08, yhteensä 4 syväkairausreikää (R453-455, 459), yhteispituudeltaan 706 m.

Syystalvella 1999 geologi Kaj Västi kairasi valtausalueen luoteispään yli neljän reiän profiilin, R456-458 ja R460, yhteensä 1098 m. Työn suoritti Suomen malmi Oy. Myöhempien kairausten

toteutuksesta vastasi geologi Jarmo Nikander. Vuoden 2001 helmi-toukokuun aikana Geotek Oy kairasi Kokkonevalle reiät R460, 462 ja 464-477, yhteensä 16 reikää yhteispituudeltaan 2311 m, sekä jatkoi reikää 460 134 m. Geologian tutkimuskeskuksen POKA-koneella kairattiin Kokkonevalle samana aikana reiät 461, 463, 478 ja 479, yhteensä 363 m. Keväällä 2002 kairattiin valtausalueen kaakkoispäähän kaksi POKA-reikää, reiät 506 ja 507, yhteensä 216 m.

Kokkonevalta runsaan kilometrin päähän pohjoiseen Pikku Aittomaahan kairattiin yksi POKA-reikä, R 480, pituudeltaan 87.60 m.

Kokkonevan koillispuolelle Peuranevan synkliinin itäkyljelle kairattiin vuonna 2001 kuusi POKA-reikää, reiät 481-485 ja 488, yhteensä 607 m. Lisäksi vuonna 2002 kairattiin POKA-reikä 368 karttalehden 3412 05 puolelle, sen pituus on 98.80 m.

Näsälänperän koillispuolelle Savalojalle kairattiin vuonna 2001 kaksi POKA-reikää, R 366 ja 367, karttalehdelle 3412 05. Niiden yhteispituus on 170 m.

Kokkonevan luoteispäähän kairattiin samaan profiiliin vuonna 2001 kaksi POKA-reikää, R 478 ja 479, sekä vuonna 2002 yksi POKA-reikä, R 505. Näiden yhteispituus on 299 m.

Edellisten pohjoispuolelle kohteeseen Koponen kairattiin keväällä 2002 yksittäinen POKA-reikä, R 504, jonka pituus on 61.00 m.

Noin 1.5 km Kokkonevan malmiutuman luoteispuolelle Kitusaloon kairattiin vuosina 2001 ja 2002 viisi POKA-reikää, reiät 489, 490, 495, 500 ja 501, yhteensä 525 m.

Kitusalosta noin 1 km luoteeseen Ansakankaalle kairattiin vuonna 2001 seitsemän POKA-reiän profiili, reiät 491-494, 496-498, yhteensä 581 m. Tämän profiilin luoteispuolelle kairattiin vuonna 2002 kaksi POKA-reikää, R 513 ja 514, yhteensä 199 m. Lisäksi Geotek Oy kairasi vuonna 2002 reiät 487, 502 ja 503, yhteensä 1120 m.

Ansakankaan kaakkoispuolelle, kohteeseen Juurikka, kairattiin kesällä 2002 kaksi POKA-reikää, reiät 508 ja 509, yhteensä 217 m.

Ansakankaan Luoteispuolelle Vilmingon alueelle kairattiin Marraskuussa 2001 reikä 486, pituudeltaan 521 m. Työn suoritti Geotek Oy. Lisäksi GTK:n POKA-kalustolla kairattiin yksi reikä R 499, pituudeltaan 117 m.

Ansakankaalta 2.5 km etelään Korkiakankaalle kairattiin kesällä 2002 kolme POKA-reikää, R 510-512, yhteensä 258 m.

Iso-Palokankaalle Vilmingon lounaispuolelle kairattiin lokakuussa 2002 POKA-reikä 515, pituudeltaan 100 m.

tunnus	kairaaja	x	y	vuosi	pituus	maata	suunta	kaltevuus
456	SMOY	7143867	2570645	1999	204.45	9.5	225	45
457	SMOY	7144026	2570796	1999	286.85	11.8	225	45
458	SMOY	7144220	2570994	1999	435.55	13.8	225	45
460	SMOY	7144316	2571085	2000	171.25	16	225	45
				Yhteensä	1098.1	51.1		
460	Geotek Oy	7144316	2571085	2001	134.25			
462	Geotek Oy	7143554	2571464	2001	193.7	12.2	225	50
464	Geotek Oy	7143250	2571615	2001	100.1	13.9	270	45
465	Geotek Oy	7143498	2571407	2001	71.5	13.2	225	45
466	Geotek Oy	7143834	2571043	2001	141.25	8.3	225	45
467	Geotek Oy	7143879	2571082	2001	201.5	9	225	50
468	Geotek Oy	7143568	2571336	2001	72.1	11.5	225	45
469	Geotek Oy	7143625	2571393	2001	196.4	15.4	225	50
470	Geotek Oy	7143943	2570863	2001	98.3	15	225	45
471	Geotek Oy	7143985	2570905	2001	186.55	11.2	225	50
472	Geotek Oy	7144049	2570686	2001	96	8.8	225	45
473	Geotek Oy	7144141	2570495	2001	99.2	11	225	45
474	Geotek Oy	7144184	2570537	2001	201.2	11.6	225	50
475	Geotek Oy	7144091	2570728	2001	217.7	13.9	225	50
476	Geotek Oy	7143985	2570764	2001	100.7	11.4	225	45
477	Geotek Oy	7144049	2570827	2001	192.65	17.4	225	50
				Yhteensä	2303.1	166.4		
461	GTK	7143512	2571421	2001	100.8	15.1	225	45
463	GTK	7143583	2571351	2001	78.9	14.6	225	45
478	GTK	7144320	2570050	2001	101	10	180	45
479	GTK	7144220	2570050	2001	82.4	7.5	180	45
506	GTK	7143180	2571960	2002	100.1	18.1	225	45
507	GTK	7143101	2571880	2002	114.7	16.4	225	45
				Yhteensä	577.9	81.7		
				Kaikki yhteensä	3979.1	299.2		

Taulukko 1. Kokkonevan valtausalueen kairareikä tiedot.
Table 1. Diamond drill holes at Kokkoneva claim area.

tunnus	kairaja	x	y	vuosi	pituus	maata	suunta	kaltevuus
366	GTK	7142543	3428310	2001	59.8	13.5	45	45
367	GTK	7142567	3428335	2001	101.2	13.1	45	45
368	GTK	7142695	3427688	2002	98.8	9.1	90	45
453	SMOY	7143002	2572188	1999	110.7	15	90	45
454	SMOY	7143002	2572022	1999	95.6	22	270	45
455	SMOY	7143550	2571787	1999	401.1	12.3	90	80
459	SMOY	7142997	2572099	1999	98.5	17.1	270	45
480	GTK	7145150	2570820	2001	87.6	8.7	45	45
481	GTK	7142620	2572360	2001	101.8	11	90	45
482	GTK	7143310	2572340	2001	101.2	13	90	45
483	GTK	7143900	2572250	2001	100	20	90	45
484	GTK	7143900	2572100	2001	99.7	19.1	90	45
485	GTK	7144300	2572150	2001	100.3	20.1	90	45
486	Geotek Oy	7146421	2567570	2001	521.85	7.4	245	75
487	Geotek Oy	7145631	2567905	2002	514.15	12	225	45
488	GTK	7145200	2572020	2001	104.2	17.1	90	45
489	GTK	7144340	2569290	2001	100.3	18.1	225	45
490	GTK	7144350	2569000	2001	99.6	13.1	225	45
491	GTK	7144868	2567743	2001	101.2	11.1	225	45
492	GTK	7144952	2567850	2001	104.1	16.1	225	45
493	GTK	7145042	2567958	2001	118.1	12.1	225	45
494	GTK	7145140	2568054	2001	121.4	14.1	225	45
495	GTK	7144430	2569030	2001	109	9.1	225	45
496	GTK	7145342	2568297	2001	61.6	11.1	225	45
497	GTK	7145288	2568236	2001	74.6	13.1	225	45
498	GTK	7145246	2568194	2001	100.2	13	225	45
499	GTK	7146470	2567677	2001	117	15	245	45
500	GTK	7144405	2569004	2001	95.1	6.1	225	45
501	GTK	7144441	2568960	2002	121	7.9	225	45
502	Geotek Oy	7145779	2567000	2002	134.85	4.4	180	45
503	Geotek Oy	7145712	2567047	2002	471.4	8.8	145	45
504	GTK	7144735	2569850	2002	61	13.7	270	45
505	GTK	7144140	2570050	2002	116.3	13.4	180	45
508	GTK	7144724	2568195	2002	113.9	15.1	225	45
509	GTK	7144800	2568080	2002	103.7	18.1	225	45
510	GTK	7142420	2567352	2002	96.8	14.1	360	45
511	GTK	7142770	2566942	2002	109.3	13.1	360	45
512	GTK	7142830	2567154	2002	51.7	10.1	30	45
513	GTK	7144940	2567350	2002	100.3	12.1	90	45
514	GTK	7145075	2567540	2002	98.5	10	180	45
				Yhteensä	5477.45	523.3		

Taulukko 2. Kokkonevan valtausalueen ympäristön kairareikä tiedot.
Table 2. Diamond drill holes outside the Kokkoneva claim area.

Kallioperäkartoitus

Alueen kallioperäkartoitus tehtiin pääasiassa vuonna 1993 hankkeen ensivaiheen työnä. Vilmingon-Rankisen-Pelkoperän kartoituksen tekivät J. Luukas ja J. Kousa. K. Västi kartoitti samaan aikaan Alpuan gabron aluetta. Vuonna 1995 kartoituksen revidointivaiheessa tehtiin muutama paljastuman laajennus kaivinkoneella. Kallioperäkartoitustulokset on tallennettu GTK:n Kalpea-tietokantaan. Alueelta löydetty paljastumat on esitetty liitteessä 1.

GEOFYSIKAALISET TULKINNAT

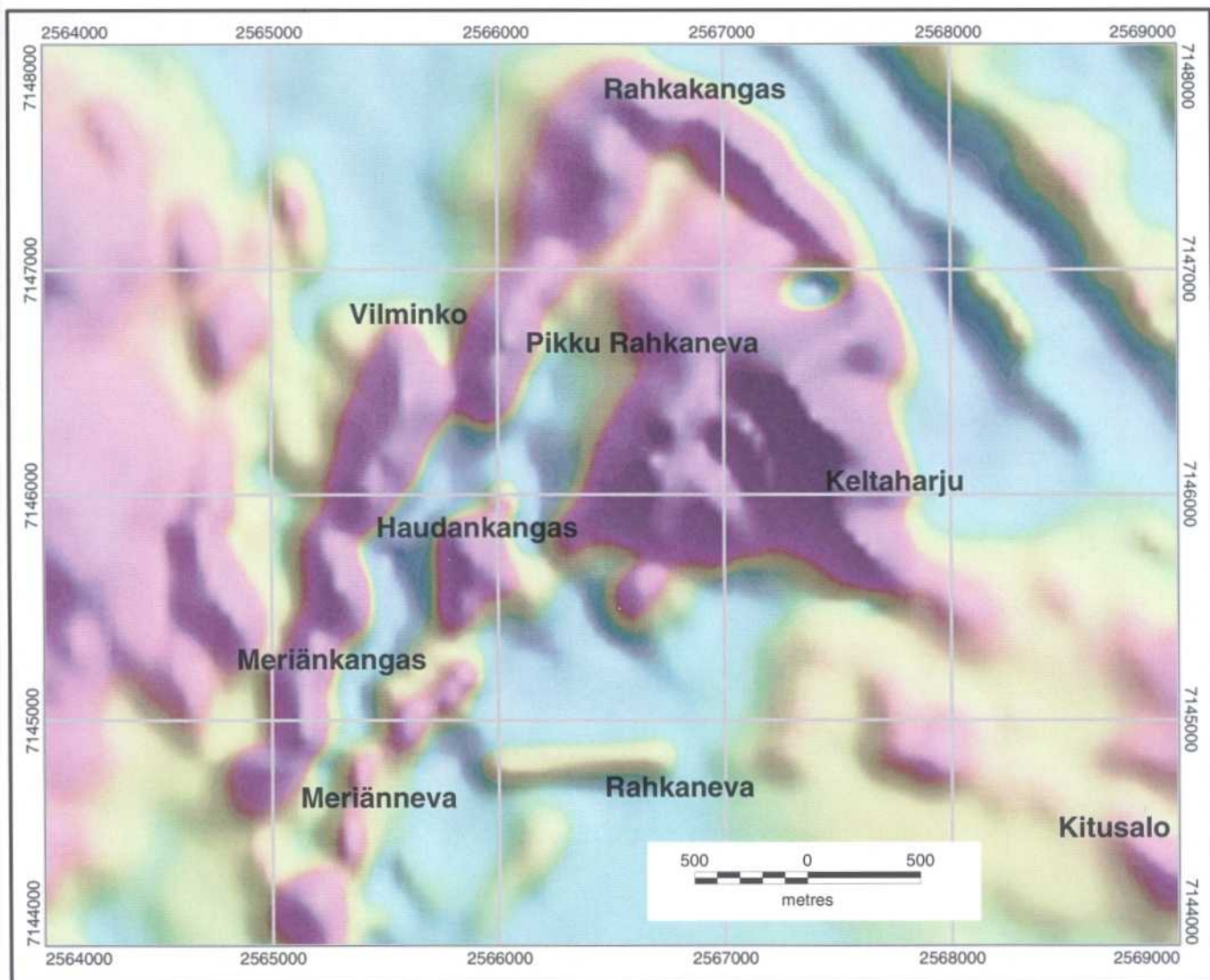
Alueellisilla magneettisilla ja gravimetrisilla kartoilla näkyy erittäin voimakkaana Vihannin seudulla halkasijaltaan noin 60 km oleva laakea anomalia, johon yhdistyy useita paikallisempia anomaliaita. Anomalioiden mallintamisessa käytettiin magneettista matalalentomittaustulosta ja GTK:n alueellista painovoimamittaustietoa sekä Geodeettisen laitoksen painovoimamittaustulosta. Syvyys-suuntaisten ulottuvuuksien tulkinnan tarkentamiseksi tulkintamallia sovitettiin myös useisiin eri korkeuksille ylöspäin jatkettuihin potentiaalikenttiin. Mallinnukset on tehty 3D-kappaleita käyttäen. Suurialainen anomalia johtuu tulkinnan mukaan noin kahden kilometrin syvyydeltä alkavasta syvälle ulottuvasta kivilajiyksiköstä, jonka tiheys vastaa granuliittifasiuksen gneissien tiheyttä. Paikallisemmat anomaliat aiheutuvat tämän yläpuolella olevista pintaan puhkeavista syväkivistä.

Matalalentomittaukset karttalehdellä 2434 on tehty vuonna 1983. Näiden mittausten linjaväli ja paikannustarkkuus ei riitä yksityiskohtaiseen tutkimus- ja tulkintatyöhön. Tämän vuoksi on tehty geofysikaalisia maastomittauksia magneettisella, slingram- ja gravimetrisella menetelmällä. Nämä mittaukset kattavat suurimman osan raportoitavaa aluetta (kuva 2).

Tutkimusalueella on useita sekä magneettisuudeltaan, sähköjohtavuudeltaan että tiheydeltään ympäristöstään huomattavasti poikkeavia vyöhykkeitä. Näiden anomaalisten kivilajivyöhykkeiden avulla voidaan geologisia rakenteita mallintaa kvantitatiivisesti. Kairausten tueksi ja kohdentamiseksi on tehty yksityiskohtaisia profiilitulkintoja eri puolilta aluetta. Vilmingon seudun ja Peuranevan alueen kallioperärakenteita on mallinnettu tarkimmin.

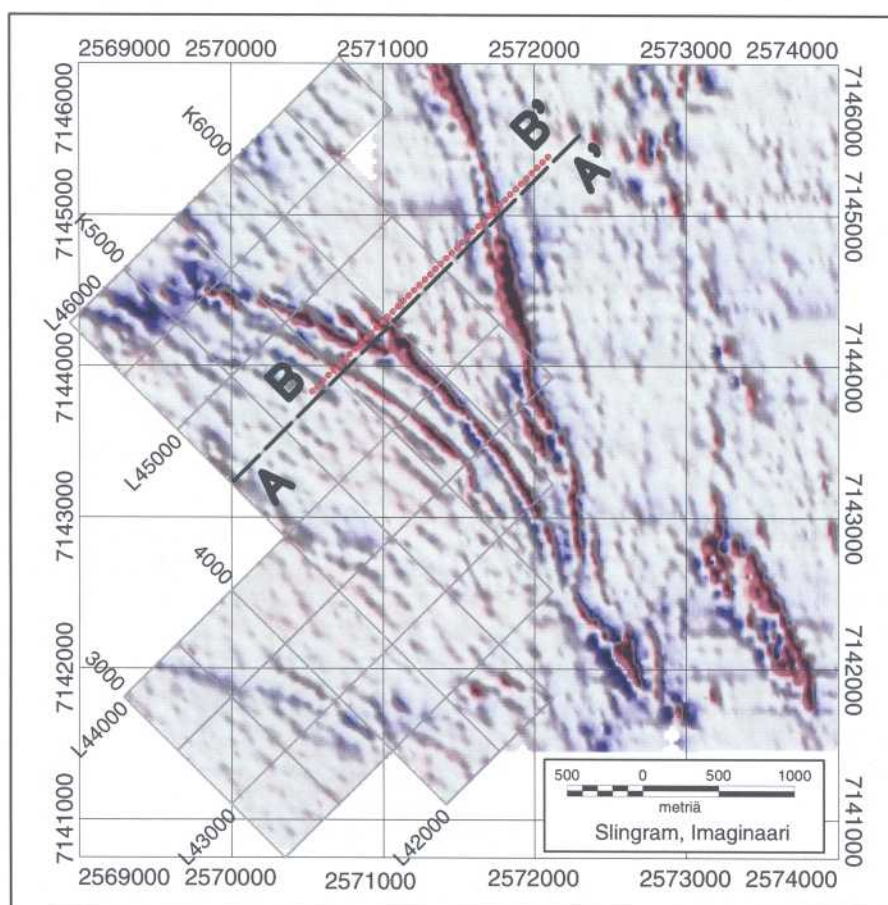
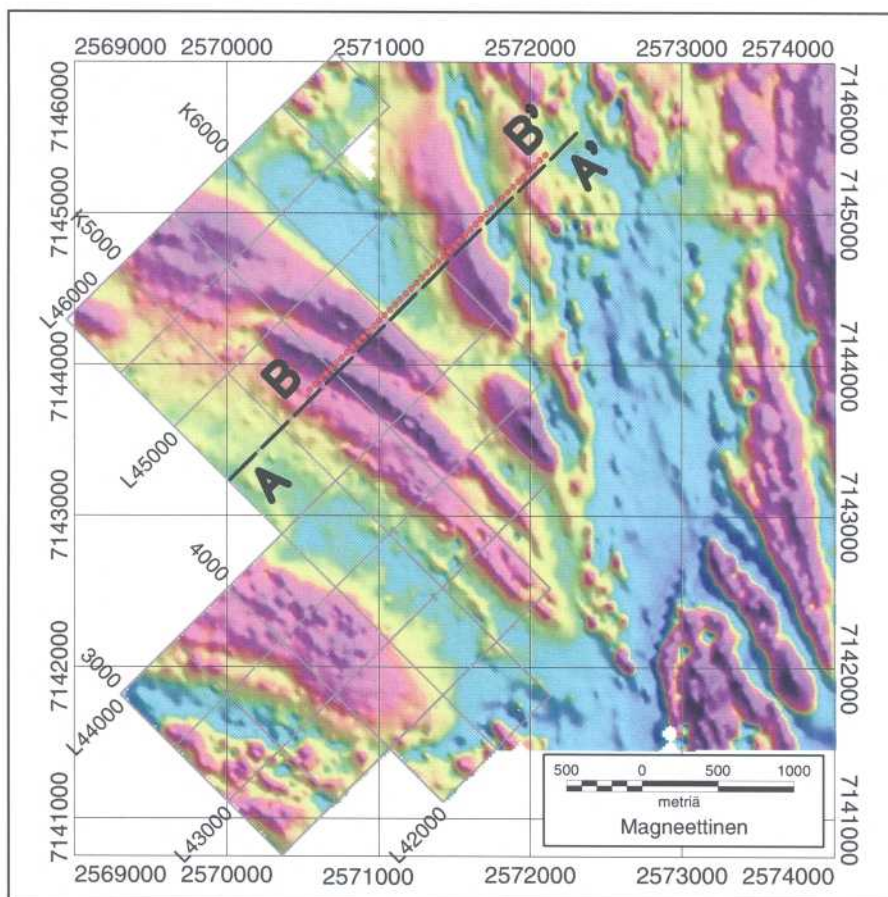
Vilmingon poimuttuneita kivilajirakenteita on tulkittu magneettisen matalalentomittaustuloksen avulla (kuva 3). Lentolinjat karttalehdellä 2434 ovat itä-läntisiä. 3-ulotteisen tulkinnan mukaan lounaisosassa Meriänkankaan ja Meriännevan kohdalla olevat pitkät NNE-SSW-suuntaiset anomaliat aiheutuvat geologisen tulkinnan mukaan saman poimunharjan eri kyljistä. Magneettisen tulkinnan mukaan molempien kylkien kaade on 50-60 astetta WNW. Kivilajihorisontti jatkuu kohti koillista ja kääntyy Rahkakankaan kohdalla kaakkoon kohti Kitusaloa. Tulkinnan mukaan kaateet Rahkakankaan luona ovat loivasti pohjoiseen ja Keltaharju - Kitusalo välillä koilliseen. Poimun pohjoisimman osan tulkinta on epävarmempaa johtuen itä-läntisestä mittaustulostasta (linjaväli n. 200 m). Pikku Rahkaneva - Keltaharju alueella on voimakkaita paikallisia anomaliaita. Tällä kohtaa on oletettavasti pienipiirteisempää poimutusta. Tällöin lentokorkeudesta ja linjavälistä johtuen mittauksen tarkkuus ei riitä yksityiskohtaiseen kvantitatiiviseen tulkintaan.

Magneettiset ja sähkömagneettiset anomaliat jatkuvat Kitusalosta edelleen kaakkoon Kokkonevan kautta Näsälänperälle, josta ne kääntyvät pohjoista kohti Pelkoperän ja Rasinperän kautta Kiikkurämeelle (kuva 4).



Kuva 3. Vilmington alueen magneettinen kartta

Figure 3. Magnetic map of Vilminko area

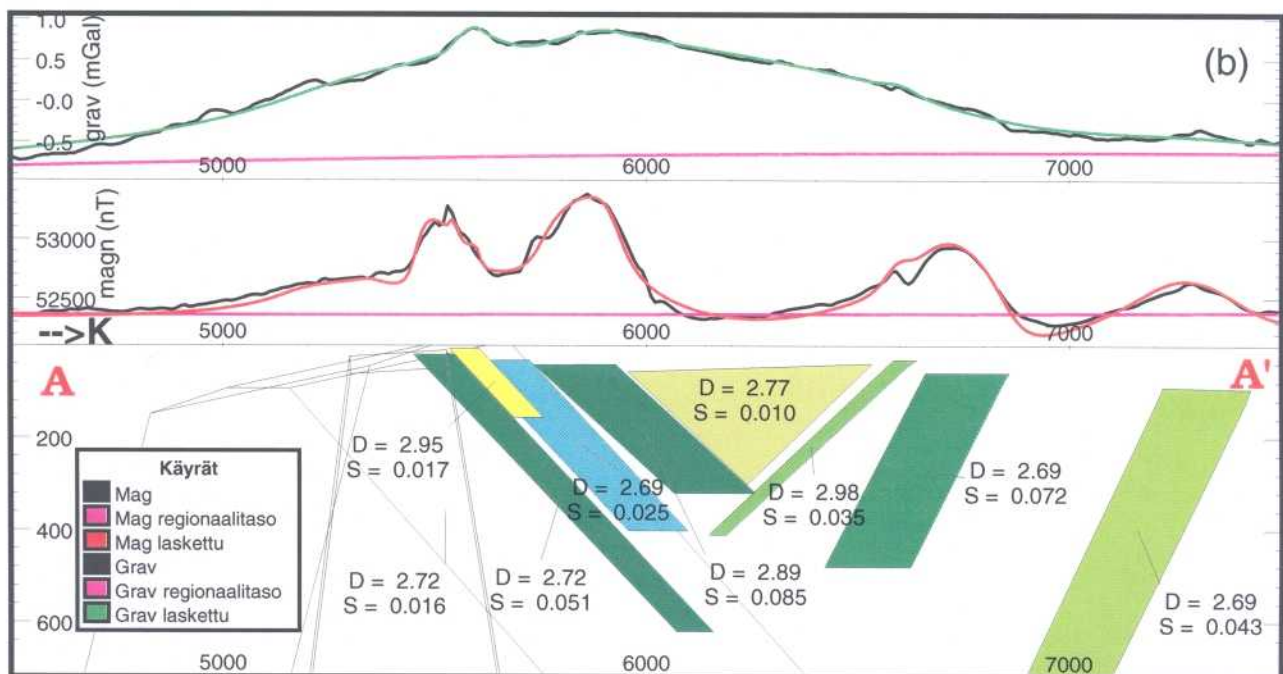
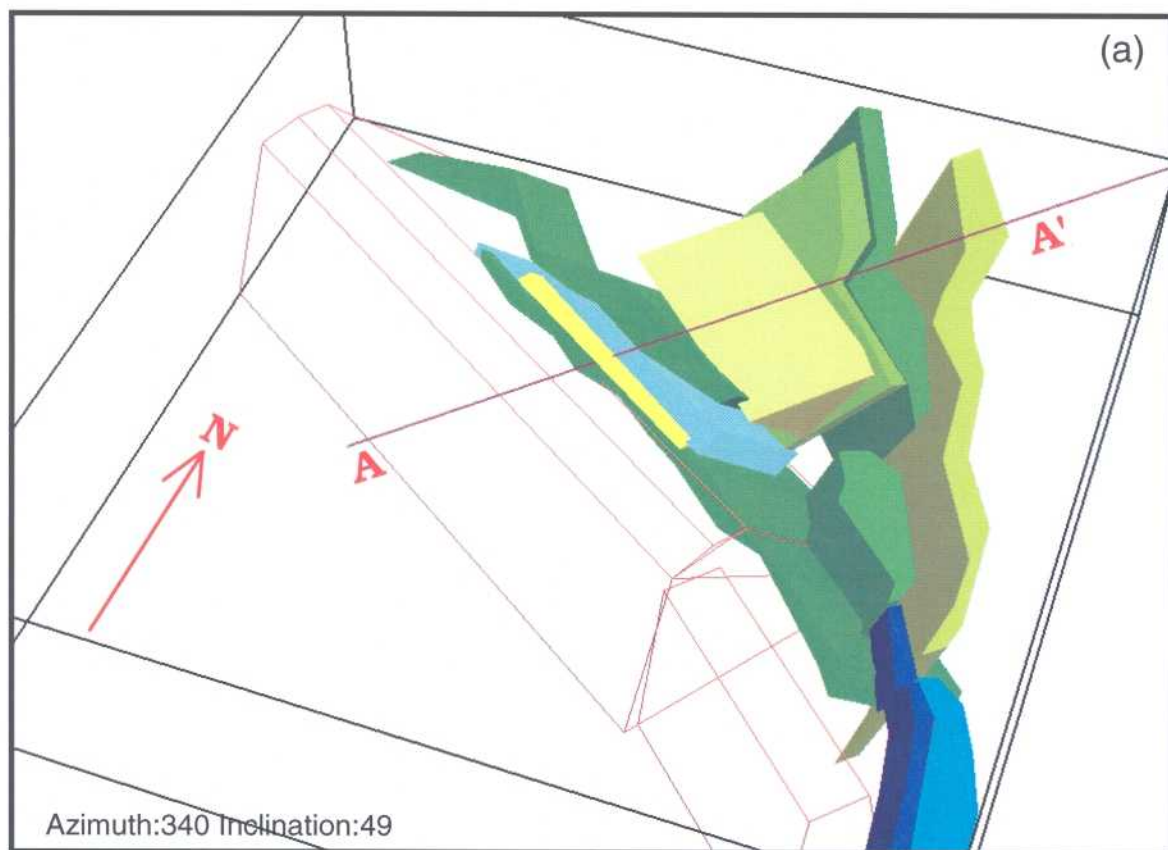


Kuva 4. Magneettinen ja slingram imaginaarikartta Kokkonevan - Pelkoperän alueelta
Figure 4. Magnetic and slingram imaginary map of Kokkoneva - Pelkoperä area

Geofysikaalista rakennetulkintaa on tehty näiltä osin magneettisen, painovoima- ja sähkömagneettisen aineiston yhteistulkintana. Lisäksi Peuranevalla tehtiin petrofysikaalisia kairareikämittauksia, joiden tuloksia on myös hyödynnetty. Alueen kattaa magneettinen ja sähkömagneettinen maastomittaus. Keskeinen osa on mitattu myös gravimetrisesti. Näiden ja matalalentomittausten tulkinnalla on saatu kolmiulotteinen malli, jonka mukaan Peuranevan alueella on luodetta kohti syvenevä synkliinirakenne (kuva 5). Sen kärki osoittaa kaakkoon kohti Näsälänperää, vasen kylki luoteeseen ja oikea kylki pohjoiseen.

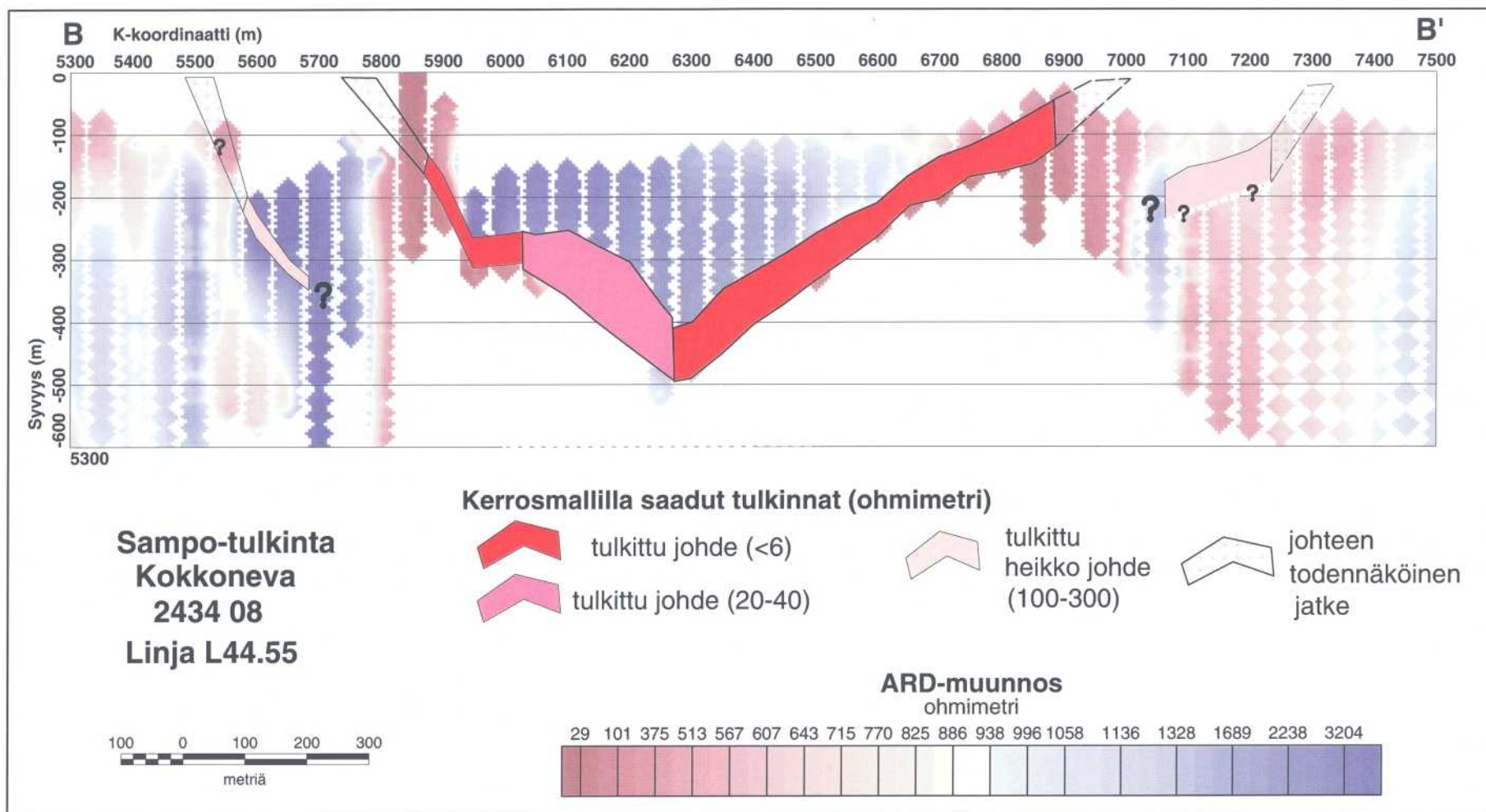
Tulkintamallin varmentamiseksi tehtiin Kokkonevan alueella synkliinirakenteen poikki neljä monitaajuusluotauslinjaa (Sampo). 50 metrin pistevälein tehdyt mittaukset tulkittiin kerrosmalliin perustuvalla ohjelmalla. Tulkintatulos (kuva 6) vahvistaa potentiaalienttien tulkintamallia ja on sopusoinnussa myös alueen kairaustulosten kanssa. Kuvassa 6 on linjan L44.550 (B-B' kuvassa 4) kerrosmallitulkinnan johtavat horisontit indikoitu yhtenäisinä pintoina punaisen eri sävyin. Tulkinnassa käytetty kerrosmalli ei anna luotettavaa tulosta johteen pintapuhkeaman kohdalla tai aivan sen läheisyydessä. Tästä syystä kuvassa on tulkitut johteet yhdistetty ylöspäin Sampomittausten indikoimiin ja myös slingramtuloksista saataviin puhkeamiin. Johteiden ulkopuolisen kallioperän resistiivisyys vaihtelee 1000 ja 15000 ohmimetrimin välillä. Kuvassa 6 taustana on luotaustuloksista laskettu syvyysmuunnos (ARD, apparent resistivity versus depth), joka antaa kuvaa näennäisen ominaisvastuksen muutoksesta mittauspisteen kohdalla syvyysmuunnossa. Saatu tulos antaa vahvistusta magneettiselle ja gravimetriselle tulkinnalle.

Tulkinta antaa selvän synkliinimuodon kohdilla K5750 ja K7000 pintaan puhkeavalle hyvälle johteelle. Geologisten havaintojen mukaan tämä on grafiittituffihorisontti, jonka anomalia sähkömagneettisilla kartoilta kuvaa hyvin muodostuman muotoa. Huomattakoon että sampotulkinnassa johteen paksuus ja sen johtavuus vaikuttavat samaan tapaan eikä niitä saada yksikäsitteisesti tulkittua. Täten kuvassa 6 esitetyt kerrospaksuuksia on pidettävä suuntaa-antavina. Johtavuus-paksuustuloksi grafiittituffihorisontille saadaan tyypillisesti n. 50 S/m. Linjan keskiosassa välillä K6050 – K6250 johtavuus on selvästi alhaisempi ja johtavuuspaksuutulo n. dekadia pienempi kuin edellä mainittu. Johtavuuden aleneminen voi johtua kairauksissa todetusta siirrostumisesta ja ruhjeisuudesta. Lounaisreunalla kohdalla K5300 on pintaan puhkeava heikompi johde joka lävistettiin rei'illä 457 ja 476. Tämä johde näkyy pitkänä heikkona anomaliana erityisesti slingramin imaginaarikomponenttikartalla. Kairaustuloksen mukaan johtavuuden muutoksen aiheuttaa heikosti kiisuuntunut sinkkimalmiutuma. Tätä horisonttia on kairauksin seurattu pitkiä matkoja. Linjan koillispäähän tulkitulla heikolla johteella ei välttämättä ole pintapuhkeamaa, joskin slingramin imaginaarikomponentissa on viitteitä erittäin heikosta johteesta. Kyseinen johde voisi olla lounaiskyljellä sinkkimalmiutuman sisältävää johdetta vastaava horisontti. Mikäli tämä horisontti kulkee yhtenäisenä grafiittituffihorisontin alla ei siitä sampomittauksissa saada minkäänlaista indikaatiota päällä olevan hyvän johteen maskaavan vaikutuksen vuoksi. Kolmen muun tästä kaakkoon sijoittuvan profiilin tulkinta vahvistaa käsitystä synkliinistä joka madaltuu kohti Näsälänperää.



Kuva 5. Magneettinen ja gravimetrinen 3D-tulkinta (a) ja profiilikuva linjalta L44.500 (b) Peuranevan synkliinirakenteen poikki

Figure 5. Magnetic and gravimetric 3D-interpretation (a) and profile L44.500 (b) across Peuraneva syncline structure



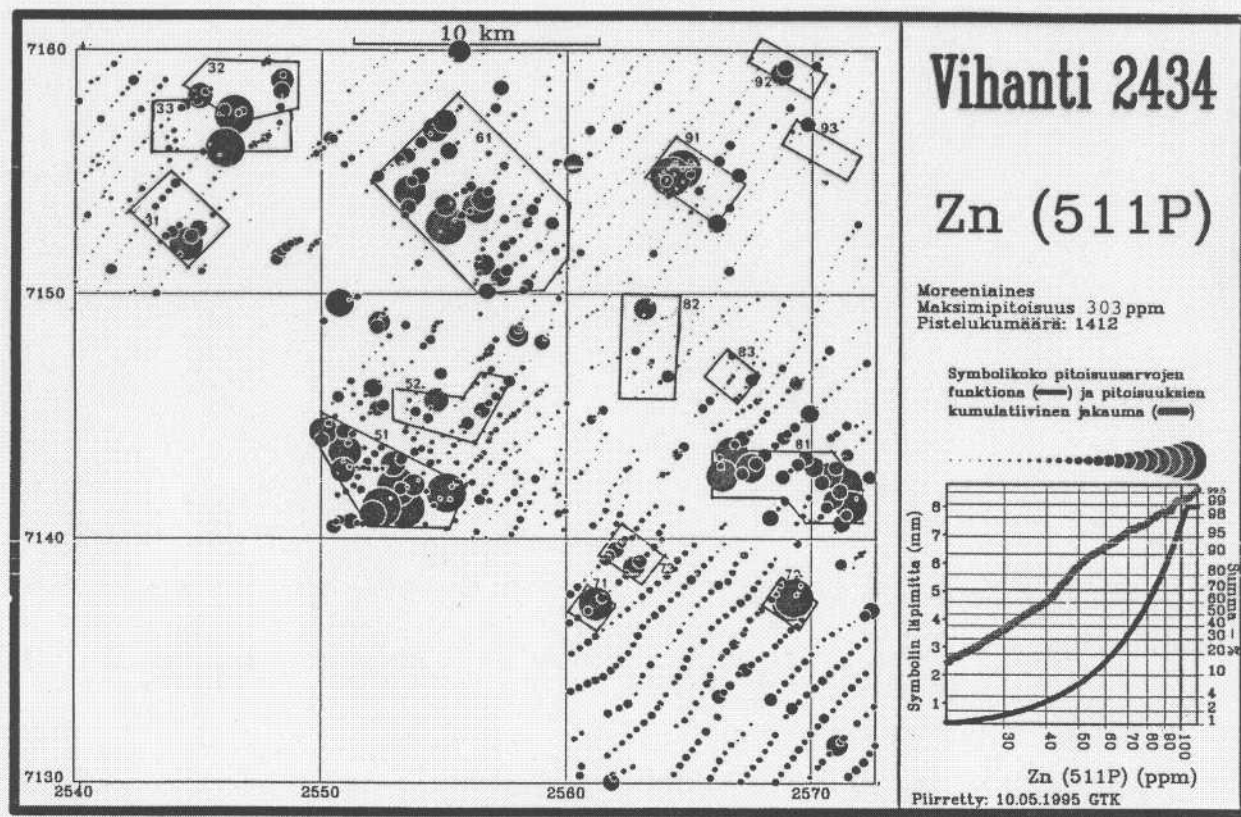
Kuva 6. Taajuusluotausmittausten tulkinta Peuranevan synkliinirakenteen ylittävältä profiililta

Figure 6. Interpretation of frequency sounding data of a profile crossing the Peuraneva syncline formation

GEOKEMIALLISTISTA TUTKIMUKSISTA

Kokkonevalle kairausprofiiliin L 43.70 (R465, 461, 462) etupuolelle Terri-kalustolla tehdyllä näytteenotolla saatiin näytteet kallion pinnasta (kuva 16). Analyysien mukaan malmitunneen vyöhykkeen leveys on noin 40 m, jossa sinkki-kulta-anomaalisen osan leveys on noin 30 m. Parhaassa näytteessä on 0.4 % Zn, 0.6 ppm Au, 0.06 % Cu, 0.2 % Pb, 30 ppm Ag ja 3.6 % S.

Lisälon (1995) geokemian osaston vanhojen moreeninäytteiden uusissa analyysituloksissa on selkeä sinkkianomalia Kokkonevan alueella (kuva 7). Lisäksi Vilmingon eteläpuolella plagioklaasi-kvartsi-porfyryrin mahdollisella jatkeella on anomaalisia sinkkipisteitä. Sinkin lisäksi samat alueet näkyvät anomaalisina myös Au-, Cu- ja Pb-kartoilla.



Kuva 7. Moreenin sinkkipitoisuudet (Lisalo 1995).
Fig. 7. Zinc concentrations in till (Lisalo 1995).

TUTKIMUSALUEEN GEOLOGIA

Kalliopaljastumien vähäisyyden vuoksi alueen geologian selvitys perustuu suurelta osin kairautuloksiin ja geofysikaalisten mittausten tuloksiin, sekä niistä tehtyihin tulkintoihin. Apuna on käytetty myös iskuporakonenäytteenotolla saatuja kallionäytteitä. Alueelta tehty rakennegeologinen malli on rakentunut yhdessä litologisen karttakuvan kanssa. Geologinen kartta on liitteessä 2.

Geologiset yleispiirteet

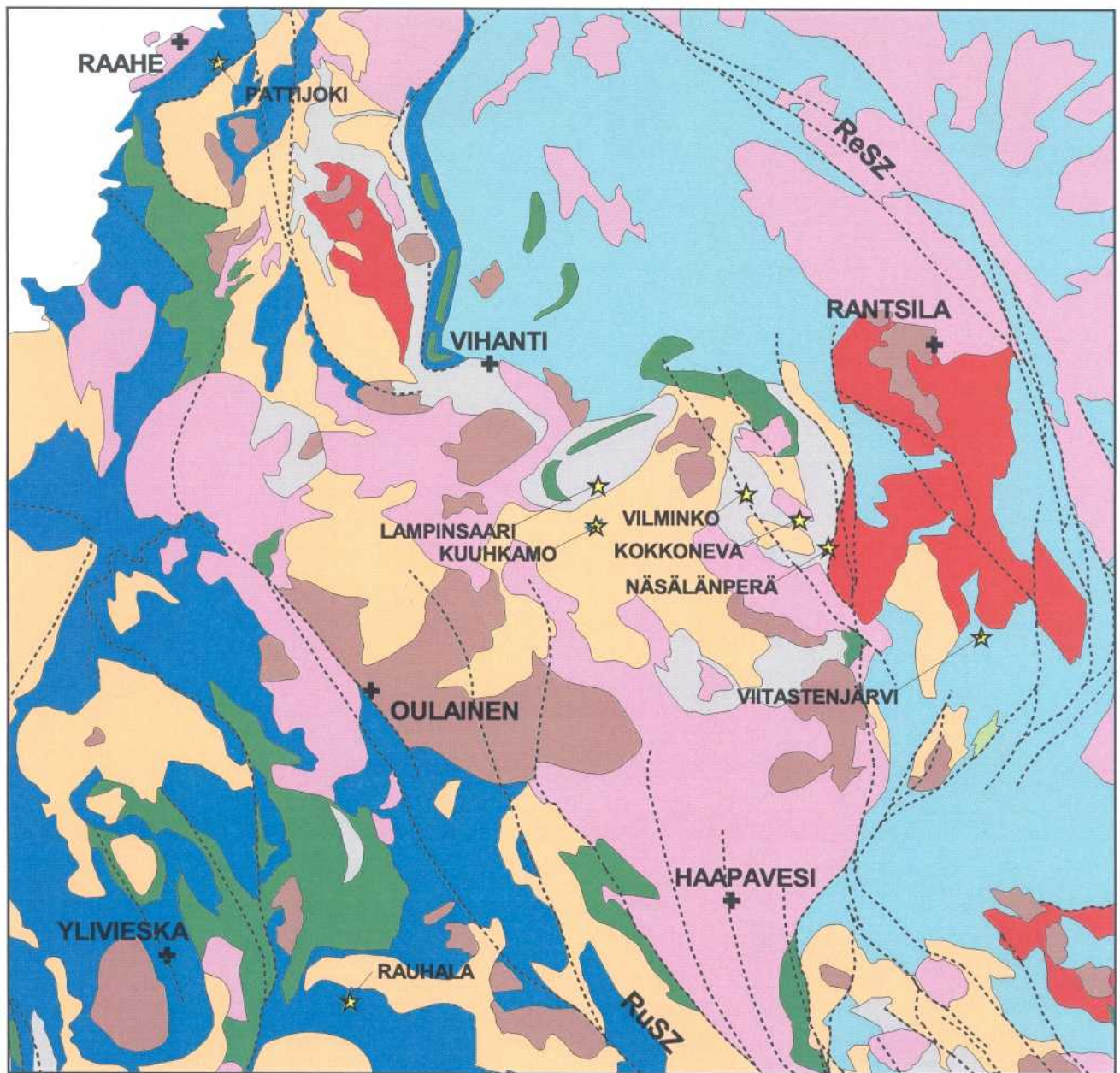
Vihannin (2434), Ruukin (2443) ja Rantsilan (3412) karttalehtien alueella kallioperä koostuu paleoproterotsooisista svekofennisistä pinta- ja syväkivistä. Alueen suprakrustisista kivilajeista vallitsevina ovat migmatoituneet kiillegneissit sekä erityyppiset vulkaaniset kivet (kuva 8). Raahe-Laatokka –vyöhykkeen luoteisosassa tunnetaan Vihannin ja Haapaveden välisellä alueella laaja-alainen painovoimamaksimi, jonka koillisosaan tutkimuksen kohteena oleva Vilmingon vulkaniittimuodostuma sijoittuu.

Lampinsaaren-Alpuan ja Vilmingon-Rasinperän alueella olevat vulkaaniset kivet ovat koostumukseltaan pääasiassa intermediäärisiä. Emäksisiä vulkaniitteja tavataan enimmäkseen Rankisen alueella ja jonkin verran Peuranen-Honkisalonsa alueella. Happamia vulkaniitteja esiintyy yhdessä karsien ja grafiittituffien kanssa muodostaen Vihannin alueella Lampinsaari-assosiaatioksi kutsutun kivilajiseurueen. Tätä seurantoa on perinteisesti pidetty yhtenä johtohorisonttina Vihannin alueen malminetsintäalueissa. Selväpiirteisenä ja helposti tunnistettavana yksikkönä se on ollut merkittävänä johtohorisonttina selvittäessä geologiaa sekä Vihannin ympäristössä että laajemminkin Raahe-Laatokka -vyöhykkeellä aina Pyhäsalmen ja Kangasjärvelle saakka.









Alueella yleiset syn- ja myöhäisorogeeniset granitoidit ja gabrot esiintyvät suprakrustisia kiviä leikkaavina intrusioina ja juonina. Gabroluokan kiviä esiintyy isompina intrusioina Alpuassa, Vihannissa ja Oulaisten NE-puolella. Pienempiä gabro-dioriitti-kvartsidioriitti-intrusioita on eripuolilla Vihannin karttalehteä. Osa gabroista erityisesti Oulaisten itäpuolella ja Haapaveden... Korkatissa ovat luonteeltaan diabaasimaisia. Happamista syväkivistä yleisiä ovat porfyiriset graniitit ja granodioriitit. Vilmingon alueella tavataan voimakkaasti liuskettuneita ja poimuttuneita granodioriitteja ja tonaliitteja. Rantsilan karttalehden puolella on laaja-alaisia pyrokseenigranitoideja (kuva 8).

Vihannin alueella olevan painovoima-anomalian tulkinta viittaa siihen, että anomalia aiheutuu nykyiseen eroosiotasoon asti purkautuneiden syväkivimassojen ja yläkuoressa olevien pintaan asti puhkeamattomien granuliittifasiuksen lohkojen yhteisvaikutuksesta (Elo 2002). Merkittävimpiä Vihannin lohkoa reunustavia hirtovyöhykkeitä ovat Revonnevan (ReSZ) ja Ruhanperän (RuSZ) hirtovyöhykkeet (kuva 8).

Tutkimusalueen kivistä ei ole aikaisemmin tehty ajoituksia. Lähimmät intrusiivikivien ikämääritykset ovat Vihannin alueen granitoideista (n. 1880 Ma) ja Alpuan gabrosta (n. 1900 Ma). Lampinsaaren kaivokselta ovat peräisin nuorimmat tunnetut U-Pb -iät (1860-1850 Ma) graniitti- ja diabaasijuonien zirkonista (Vaasjoki ja Sakko 1988), mikä osoittaa bimodaalista magmaattista luonnetta svekofennisen orogeenin myöhäisvaiheessa tällä alueella. Vihannin vulkaniiteista ei ole aikaisemmissa tutkimuksissa onnistuttu separoimaan riittävästi zirkonia ajoitusta varten, joten tämän työn yhteydessä toteutettu happaman vulkaniitin määrittäminen on laatuaan ensimmäinen. Vilmingon happaman vulkaniitin ikä 1874 ± 3 Ma (zirkoni U-Pb) kuvastanee laajemminkin Vihannin alueen vulkaanisen toiminnan ajankohtaa.



Kivilajit

	Granodioriittia, tonaliittia ja kvartsidioriittia		Metagrauvakkaa, metakonglomeraattia, kiilleliusketta
	Gabroa ja dioriittia		Intermediääristä ja felsistä metavulkaniittia
	Graniittia		Mafista metavulkaniittia
	Pyrokseenigranitoidia		Migmatoitunutta kiillegneissia
.....	Siirros		
☆	Sulfidiesiintymä		

10 0 10 20 Kilometriä

Kuva 8. Pohjois-Pohjanmaan geologia (Korsman et al. 1997 mukailtuna) ja tärkeimmät sulfidimalmiutumat. RuSZ = Ruhaperän hirtovyöhyke, ReSZ = Revonnevan hirtovyöhyke

Fig 8. Geology of the northern Ostrobothnia (Korsman et al. 1997 modified) and the most remarkable massive sulphide occurrences. RuSZ = Ruhaperä Shear Zone, ReSZ = Revonneva Shear Zone

Tutkimusalueen rakennegeologia

Yleistä

Vilmingon-Näsälänperän-Rasinperän alue sijoittuu etelässä sijaitsevien intrusiivikivialueiden ja pohjoisessa sijaitsevien migmatoituneiden kiillegneissien väliin. Itäänpäin alueen luonnollisena rajana on likipitään N-S –suuntainen hiertovyöhyke, joka erottaa itäiset korkeammin metamorfoituneet Rantsilan pyrokseenigranitoidit ja niiden läheiset kiillegneissit läntisistä heikommin metamorfoituneista vulkaniittivaltaisista alueista (kuva 9).

Aerogeofysikaalisilta kartoilta tulkittuna Vilmingon alueen syväkivien väliin jäävät suprakrustiset kivet ovat poimuttuneet ainakin kahdessa havaittavassa poimutusvaiheessa sekä deformatuneet näiden jälkeisissä hierto- ja siirrostusvaiheissa. Alueen merkittävimpinä rakennepiirteinä ovat SE-NW-suuntaiset poimut sekä näitä edelleen poimuttavat SW-NE-suuntaiset poimut. Alueellisen rakennekorreloinnin perusteella nämä vaiheet on aiemmin nimetty D₃:ksi ja D₄:ksi, mutta kivien ikäsuhteiden selvittyä käytetään tästä lähtien paikallista numerointia d₁ ja d₂ Vihannin alueen vulkaniiteille. Näiden poimutusten jälkeen on tapahtunut vielä voimakasta siirrostusta, mikä näkyy aeromagneettisilla kartoilla suoraviivaisina lineamentteina. Lisäksi suprakrustialueen itäinen raja pyrokseenigraniitteja vasten on voimakkaasti hiertynyt, mikä edustaa jotain alueellisen D₃-vaiheen jälkeistä blokkirajaa, joka on samalla isograadipinta granuliitti- ja amfiboliittifasieksen välillä.

alueellinen rakenne	paikallinen rakenne	rakennevaihe
D ₁		alueelliset ylityönnöt
D ₂		alueellinen poimutus ja metamorfinen huippu
D ₃	d ₁	alueellinen SE-NW –suuntainen poimutus
D ₄	d ₂	alueellinen SW-NE –suuntainen poimutus
D ₅	d ₃	alueellinen SE-NW –suuntainen siirrostus

Taulukko 3. Alueellisten ja paikallisten rakenteiden korrelointi.

Table 3. Correlation of the areal and local structures.

Geofysikaalisilla kartoilla alueelta erottuu selväpiirteisiä suoraviivaisia ja osin poimuttuneita anomaliajaksoja, joista voimakkain liittyy grafiittituffi-karsi –horisonttiin (Lampinsaari-assosiaatio). Tätä horisonttia voidaan pitää johtohorisonttina, jonka avulla hahmotetaan edellä mainittuja poimutuksia ja siirrostuksia. Alueen heikoista paljastumaolosuhteista johtuen kalliopaljastumista tehtävä rakennegeologinen havainnointi keskittyy vain muutamaaan paljastuma-alueeseen, joista kuitenkin on mahdollista tehdä geofysikaalisten karttojen ja tulkintojen sekä kairautiedon perusteella rakennegeologinen malli.

Mesoskooppiset rakenteet

Paljastuma- ja kairareikähavaintojen perusteella on voitu todeta suprakrustisten kivien olevan selvästi raitaisia ja muutamissa paikoissa on havaittavissa selviä kerroksellisuuksia. Mm. Näsälänperän pohjoispuolella olevassa reiässä R484 on havaittu virtakerroksellisuudesta topin suunnaksi länsi, mikä sopii alueen synkliinitulkintaan.

Paljastumien ja reikähavaintojen perusteella alueen suprakrustisten kivien raitaisuudet ja siihen yhtyvät liuskeisuudet ovat pääosin loivakaateisia. Paikoin raitaisuuden suuntaan on kehittynyt myös heikkoa suonitusta. Näitä rakenteita voitaneen pitää paikallisina s_0 -rakenteina, joita seuraamalla alueelle saadaan muodostetuksi avoimia synkliini-antikliinirakenteita. Tähän poimutukseen liittyen Linjasalmenkankailla ja Navettakorvessa on havaittu loivakaateisia poimurakenteita.

SW-NE -suuntaisista paikallisista d_2 -rakenteista ei ole juurikaan havaintoja paljastumista tehtynä. Ainoa Vilmingon f_2 -poimutukseen liittyvä rakennepiirre on havaittu Linjasalmenkankailla, missä on lounaaseenpäin kaatuva poimurakenne. f_2 -poimuja vastaavia poimuja tavataan paljastumista raporttialueen ulkopuolisella kiillegneissialueella, jossa ne edustavat alueellista D_4 -rakennetta. Peuranevan ja Linjasalmenkankaiden alueella on havaittu paljastumissa n. 330 suuntaisia hiertoja, jotka liittyvät tämän poimutuksen myöhäisvaiheeseen.

Vihannin lehden itä- ja keskiosissa kuten myös Rantsilan lehden länsiosassa tavataan yleisesti voimakkaita hiertoja ja ruhjeita. Näitä rakenteita tavataan lähes kaikissa alueen paljastumissa ja ne ovat yleisiä myös kairarei'issä. Paljastumissa on monin paikoin havaittavissa semiduktiileja SE-NW -suuntaisia hiertoja, jotka voidaan yhdistää geofysikaalisilla kartoilla näkyviin f_2 -poimurakennettakin leikkaaviin siirroksiin. Tätä rakennevaihetta voidaan nimittää d_3 :ksi ja se on selvästi esillä myös Lampinsaaren alueella. Vastaava hierto/siirrostopuoli näkyy Peuranevan poimurakenteen akselitasen suuntaisina siirroksina ja epäjatkuvuuksina geofysikaalisilla kartoilla. Kairarei'issä tämä rakenne näkyy hyvin usein myloniittisina kivilinjoina. Rei'issä on usein näkyvillä myös runsaasti hauraampia siirroksia, jotka edustavat em. hiertokivien reaktivoituneita osia. Nämä rakenteet kontrolloivat Näsälänperän minerallisaation lohkoutumista.

d_1 -vaiheen loppupuolella on tapahtunut ilmeisesti voimakasta plastista hiertymistä pitkin suurten f_1 -poimujen kylkiä ja akselitasen suuntaa. Rantsilan lehden länsiosassa Pöytäkanalla on voimakkaasti hiertyneitä granodioriitteja ja diabaaseja, jotka voidaan tulkita d_1 -vaiheen loppupuolella syntyneiksi ja vastaavat alueellista D_3 -poimutuksen jälkeistä hiertymistä.

Tutkimusalueen makroskooppiset rakenteet

Makroskooppiset rakenteet perustuvat edellä kuvattuihin paljastumiin, monipuolisiin maasto- ja lentogeofysikaalisiin tulkintakarttoihin ja malleihin. 3D-mallinnuksen pohjana ovat olleet rakenteiden poikki tehty SAMPO-luotaus, magneettisen lentoaineiston tulkintaprofiilit sekä runsas kairaustieto.

Alueen makroskooppiset rakenteet on esitetty kuvassa 9. Alueen rakenteet on nimetty d_1 , d_2 ja d_3 -rakenteiksi käyttäen paikallista luokitusta.

d_1 -rakenteet

Alueen keskellä on luoteeseen päin aukeneva SE-NW-suuntainen, avoin d_1 -synkliinirakenne (*Peuranevan synkliini*), jota poimutetaan Vilmingon alueella edelleen d_2 -vaiheessa. Tämän

lounaispuolella on *Navettakorven antikliini*, jonka ydinosat koostuvat selvästi liuskettuneesta (pre- d_1) tonaliittisesta-granodioriittisesta syväkivestä. Syväkiven ympärillä on epähomogeenisia intermediäärisiä vulkaanissyntyisiä kiviä. Peuranevan synkliinin koillispuolella on huonosti paljastunut Pelkoperän alue. Rakennetulkinnan mukaan tämä alue on loivakaateinen antikliinialue (*Pelkoperän antikliini*), jonka keskellä on Kokkonevan tyyppisiä intermediäärisiä tuffiitteja ja reunaosissa näiden päälle tulevia UP -horisontin kiviä. Pelkoperän antikliinin koillispuolelle on tulkittu kapea SE-NW-suuntainen synkliini, jonka keskellä on emäksisiä vulkaniitteja ja edelleen kapea antikliinialue (*Rasinperän antikliini*), jonka keskellä on karsia ja karsiraitaisia happamia vulkaniitteja ja reunoilla grafiittituffeja.

Post d_1 -siirrokset ja hierrot

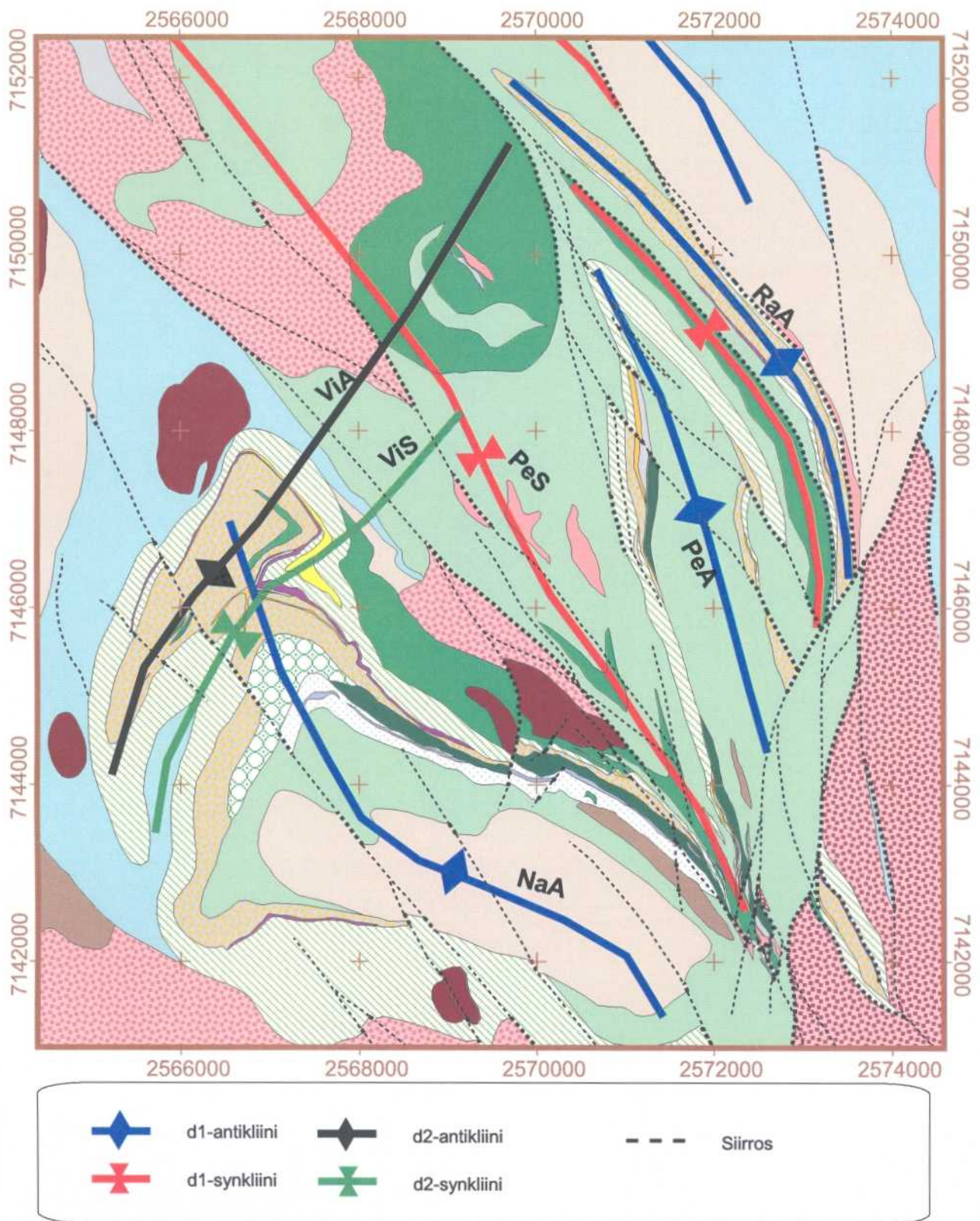
Rasinperän alueella edelläkuvattuja poimurakenteita leikkaa SW-NE -suuntainen hierto, joka näkyy geofysikaalisilla kartoilla suoraviivaisten anomalioiden katkeamisena. Tämä rakenne on tulkittavissa alueellisen D_3 -poimutuksen jälkeiseksi hiertopinnaksi, joka on samalla metamorfinen lohkoraja.

d_2 -poimurakenteet

Vilmingossa SW-NE -suuntainen d_2 -poimu leikkaa d_1 -rakenteita. Tämä poimu on ilmeisesti hieman ylikääntynyt, sillä geofysiikan tulkinnan mukaan poimun kaakkoiskylki kaatuu luoteiskyljen tapaan luoteeseen. d_1 ja d_2 -rakenteiden yhteisvaikutuksesta syntyy doomimainen interferenssikuvio, jonka keskellä on stratigrafiassa alimpia kiviä (mm. kvartsiporfyyreja). Doomin kaakkoispuolella on kairausprofiilien tulkinnan mukaan d_2 -synkliiniallas, jonka vaikutuksesta kivet ovat hyvin loivakaateisia tai lähes vaaka-asentoisia. Loivat rakenteet aiheuttavat vaikeasti tulkittavia geofysiikan anomaliakuvioita. Vilmingon tyylisiä d_2 -poimurakenteita on geofysikaalisten karttojen mukaan Kotusperän koillispuolella (2434 09D).

d_3 -siirrokset

d_3 -siirroksiksi tulkittuja siirroksia näkyy geofysikaalisilta kartoilta runsaasti SE-NW -suunnassa. Näitä siirroksia on tavattu yleisesti kairarei'issä. Niiden haurailta näyttävät siirtymät ovat sekä vasen, että oikeakätisiä. Horisontaalitasossa yksittäisen siirroksen siirtymän suuruudeksi voidaan arvioida maksimissaan 200 m. Tämän lisäksi Peuranevan synkliinin alueella tehtyjen SAMPO-luotausten perusteella voidaan todeta vertikaalisten liikuntojen olevan helposti samaa suuruusluokkaa.



Kuva 9. Tutkimusalueen rakennetulkintakartta. PeS= Peuranevan synkliini, NaA= Navettakorven antikliini, PeA= Pelkoperän antikliini, RaA= Rasinperän antikliini, ViA= Vilmingon antikliini, ViS= Vilmingon synkliini.
 Figure 9. Structural interpretation map of the study area. PeS= Peuraneva syncline, NaA= Navettakorpi anticline, PeA= Pelkoperä anticline, RaA= Rasinperä anticline, ViA= Vilminko anticline, ViS= Vilminko syncline.

Tutkimusalueen kivilajit

Seuraavassa on kuvattu pääpiirteittäin tutkimusalueen kivilajit stratigrafisessa järjestyksessä alkaen Peuranevan synkliinirakenteen keskiosien nuorimmista kivistä ja päätyen alimpiin intermediäärisiin gneisseihin. Kuvauksessa on keskitytty pääasiassa suprakrustisiin kivilajeihin, joita on kuvattu kivilajiyksiköittäin. Näiden yhteydessä on viimeisenä kuvattu subvulkaaninen kvartsi-plagioklaasiporfyyri, joka on sijoitettu stratigrafiakaaviossa ylimmälle havaitulle tasolle. Alueen kivilajikartta on esitetty liitteessä 2 ja tarkempia karttaesityksiä on jäljempänä tekstissä kohteellisten kuvauksien yhteydessä.

Peuranevan emäksiset-intermediääriset vulkaniitit

Tutkimusalueella stratigrafisesti ylimpänä yksikkönä pidetään Peuranevan-Palonevan suoalueella tavattavia intermediäärisiä ja emäksisiä vulkaniitteja, jotka muodostavat Peuranevan synkliinin vaaka-asentoisen keskiosan. Yksikkö rajautuu idässä ja lännessä synkliinin molemmilla laidoilla Lampinsaari-assosiaation karsiraitaisiin happamiin vulkaniitteihin, karsiin ja grafiittituffeihin. Yksikön raja pohjoiseen päin on vaikeasti tulkittavissa, sillä magneettisella kartalla Palonevan alueella on voimakkaammin magnetoitunut alue, jossa kivet ovat paljastumahavaintojen perusteella kuitenkin enimmäkseen samantyyppisiä intermediäärisiä-emäksisiä vulkaniitteja kuin Peuranevallakin. Synkliinin itälaidassa terävä raja kuvastanee myöhäisempää pystyasentoista hiertopintaa.

Peuranevan suoalueen paljastumat keskittyvät Kalliosaarille Vilmingon itäpuolella. Kivet ovat pääasiassa liuskettuneita granodioriitteja ja diabaaseja. Yhdessä paljastumassa on kuitenkin diabaasin leikkaamana emäksistä tuffia ja toisessa intermediäärisiksi tuffiksi tulkittua kiillerikasta gneissiä. Sen sijaan Palonevan itäpuoleisella alueella Linjasalmenkankailla on muutamia paljastumia, joissa kivilajeina on raitaisia ja vaaka-asentoisia intermediäärisiä ja emäksisiä vulkaniitteja runsaiden graniitti- ja diabaasijuonien leikkaamana.

Tieto Peuranevan synkliinin keskiosista perustuu Peuranevan poikki kairattuun POKA-profiiliin (X7146.600, reiät R331-336). Näiden reikien perusteella suoalueen kivilaji on vihertävän harmaata, hieno-keskirakeista intermediääristä tuffia, joka on usein selvästi raitaista ja nuoren granitoidisen aineksen suonittamaa. Kivi on paikoin epidoottipitoista ja siinä on usein runsas magnetiittipirote. Kivistä on tavattu lisäksi vähän kupari- ja rikkikiisua. Peuranevan magneettinen anomaliakuviointi johtunee vaaka/loiva-asentoisista magnetiittipitoisista vulkaniiteista, joita SE-NW-suuntaiset hierrot ja siirrokset leikkaavat aiheuttaen suoraviivaisia vähemmän magnetoituneita alueita. Rei'issä on runsaasti leikkaavia diabaasi- ja mikrokliinigraniittijuonia.

Peuranevan eteläosiin Pikku Aittomaalle kairatussa POKA-reiässä R480 samoin kuin tästä kaakkoon päin Pienellä Honkisalolla synformirakenteen keskiosissa (R455) kivilajina on suonittunutta emäksistä vulkaniittia. Kiven päämineraaleina esiintyvät plagioklaasi, sarvivälke, hypersteeni, klinopyrokseeni, kummingtoniitti, tremoliitti ja kloriitti. Pienen Honkisalons POKA-profiilissa (R411-414) synkliinin keskiosissa kivilaji on koostumukseltaan intermediäärisempää. On luultavaa, että Peuranevan alueella valtakivilajina on intermediäärinen vulkaniitti, jossa emäksiset vulkaniitit ovat ohuina välikerroksina.

Rakennetulkinnan mukaan Rasinperän-Kiikkurämeen välisellä alueella oleva n. 6 km pitkä ja 200-300 m leveä emäksinen vulkaniittialue (synkliinialue) on mahdollisesti korreloitavissa Peuranevan

kiviin. Alue on rajattu kolmen POKA-reiän (R340, R350 ja R351) ja magneettisen anomalian perusteella. Rei'issä oleva kivi on orto- ja klinopyrokseenipitoista ja siinä on plagioklaasiporfyroblasteja tai -hajarakeita.

Intermediäärinen tuffi-muskoviittigneissi

Intermediäärinen tuffi-muskoviittigneissiyksiköllä tarkoitetaan Vilmingon poimurakenteelta alkavaa ja Rasinperälle päättyvää heterogeenista kivilajiyksikköä, jonka alapuolelle nykyisessä synkliinirakenteessa sijoittuu Lampinsaari-assosiaatio. Vilmingon alueella intermediäärisen tuffin alapuolelle on erotettu erillinen grafiittituffikerros, joka Kokkonevan alueelle tultaessa sulautuu yhteen intermediäärisen tuffin kanssa. Intermediääriset tuffit ovat loivasta asennostaan huolimatta paksumpia Vilmingon ja Häkkilänpalon alueella kuin Kokkonevan alueella. Sama pätee myös Lampinsaari-assosiaation kiville näillä alueilla. Tämä merkinnee kerrostumisympäristön olleen Vilmingossa hieman erilainen kuin Kokkonevan suunnalla.

Yleisaltaan intermediäärinen tuffi on hienorakeista kerroksellista vulkaanisperäistä sedimenttiä, jossa on yleisesti grafiittipitoisia kerroksia. Sen päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi, biotiitti-flogopiitti, sarvivälke ja muskoviitti, toisinaan myös kordieriitti ja kalimaasälpä. Grafiittipitoiset kerrokset aiheuttavat tähän yksikköön selvän sähköisen anomalian. Tämän vuoksi sitä voidaan pitää alueen selvimpänä johtohorisonttina poimutusta ja kivilajien kulkua selvitettäessä. Vilmingon Keltaharjussa intermediääriseissä tuffissa on välikerroksena parista metristä 70 metriin paksu muskoviitti-kordieriittigneissi, joka voidaan tulkita muuttuneeksi intermediääriseksi tuffiksi (kuva 22). Sen päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, biotiitti, muskoviitti, kalimaasälpä ja kordieriitti. Kivessä on yleisesti grafiittia hienorakeisina suomuina. Lisäksi on rautasulfidipiroetta ja muutamia sinkkivälkerakeita. Reiässä 486 tässä gneississä on happamampiakin lapillituffimaisia piirteitä. Keltaharjun alueella kairauksissa on todettu muskoviitti-kordieriittigneissin molemmiin puoliin hienorakeista homogeenista liusketta, jossa esiintyy kohtalaisen runsaasti 0.5-10 mm kokoisia vaaleita fragmentteja. Hieen perusteella nämä koostuvat kvartsista ja plagioklaasista ja ovat tulkittavissa kivilajifragmenteiksi. Tämä liuske vaikuttaa yhtenäiseltä kerrostumalta, sillä sitä voidaan seurata kairausten perusteella poimukuvion luoteislaidalle asti. Karttakuvassa tätä liusketta ei ole kuitenkaan erikseen erotettu.

Peuranevan synformirakenteen kaakkoiskärjessä intermediääristä tuffia on tavattu useassa kairareissä. Synkliinin lounaiskyljellä tuffikerros on muskoviittigneissin sekainen ja n. 100 paksu. Poimun itäkyljellä intermediäärinen tuffi on muuttunut grafiitinsoikeiksi kloriittikummingtoniittigneissiksi, jonka alapuolella on siihen liittyvää muskoviitti-kordieriittigneissia. Muskoviittigneissia ja grafiitinsekaista intermediääristä tuffia esiintyy myös Näsälänperän mineralisaation kattopuolella. Näitä muskoviitti-kordieriittigneissialueita on esitetty myös karttakuvassa.

Peurakankaan-Häkkilänpalon alueella yksikkö on heikommin tunnettu, mutta selvästi sähköisiltä kartoilta seurattavissa. Alueella on muutamia kairareikiä, joissa useissa on kivilajina grafiitinsekaiseksi intermediääriseksi tuffiksi tulkittavia kiviä.

Grafiittituffi

Grafiittituffiksi on nimitetty edelläkuvatus grafiittipitoisen intermediäärisen tuffin muunnosta, jossa grafiittia on huomattavan paljon. Runsaimmin tätä kivilajia on Vilmingon alueella, missä grafiittituffi alkaa d₂-poimurakenteen luoteiskyljeltä intermediääristen tuffien ja karsiraitaisten

happamien vulkaniittien välissä kapeana horisonttina. Sitä voidaan seurata kairareikien perusteella Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä Kitusaloon asti. Tästä kaakkoon yksikkö sulautuu edellä kuvattuun intermediääriseen tuffiin. Tuffi on tavattu kairauksilla myös Peuranevan synformirakenteen itäkyljeltä sekä Rasinperän-Kiikkurämeen alueelta iskuporanäytteistä ja kairarei'istä. Vilmingon eteläpuolella Korkiakankaalla sähköisen anomalian tarkistuskairauksessa todettiin myös grafiittituffia intermediäärisen tuffin ja karsiraitaisen happaman vulkaniitin välissä.

Vilmingon alueella grafiittituffi sijoittuu intermediäärisen tuffin alaosaan selvästi rajattavana kerroksena. Se on mineralogialtaan hyvin vaihteleva ja koostumukseltaan hapana. Päämineraaleina esiintyvät grafiitin lisäksi kvartsi, plagioklaasi, kalimaasälpä, biotiitti ja muskoviitti. Äärimmillään kivi koostuu vain grafiitista, kvartsista ja andalusiittiporfyroblasteista. Alapuolen karsikivien kontaktin tuntumassa kivessä on myös tremoliittia ja karsiraitoja.

Karsikivi- ja karsiraitainen hapana vulkaniittiyksikkö

Tähän yksikköön luetaan kuuluvaksi tutkimusalueella grafiittituffin alapuolelle sijoittuvat kerrokselliset karsikivet ja karsiraitaiset happamat vulkaniitit. Muiden Lampinsaari-assosiaatioon kuuluvien kivien tapaan tämänkin yksikön paksuus näyttäisi olevan suurimmillaan Vilmingon alueella, jossa niitä tavataan paljastumissakin. Yksikköön kuuluvien kivien kerrospaksuudet ovat Vilmingossa useita kymmeniä metrejä ja siellä on myös erityisen paljon diopsidikarsia. Vilmingon antikliinin keskiosan heikosti tunnettu hapana vulkaniitti kuuluu myös tähän yksikköön. Kairausten perusteella yksikköön kuuluvia kiviä esiintyy runsaasti myös Häkkinpälön-Pelkoperän alueella. Peuranevan synkliinin kaakoisosissa karsikivien ja siihen liittyvien happamien vulkaniittien määrä on vähäisempi, mutta silti selvästi havaittavissa. Esimerkiksi Näsälänperällä karsikiveä on tavattu vain vähän.

Puhtaimmat karsikivet sijoittuvat yksikön yläosaan, kun taas alaspäin mentäessä happaman vulkaniitin määrä lisääntyy. Karsikivien määrä vähenee kaakkoonpäin ja kivi muuttuu diopsidigneissiksi, jota on erityisen runsaasti Peuranevan synkliinin itäkyljellä.

Diopsidikarsi on keski-karkearakeinen, laikukas, vaalean vihertävä kivilaji. Sen päämineraalit ovat plagioklaasi, diopsidi, tremoliitti, karbonaatti, kvartsi ja titaniitti. Kivessä on usein karkerakeisia laikkuja, joissa on diopsidia, karbonaattia, tremoliittia ja titaniittia. Kivessä on yleisesti kapeina kerroksina hapanta vulkaniittia. Karbonaatin määrä on joissain kerroksissa niin suuri, että kiveä on nimitetty karbonaattikiveksi.

Diopsidigneissi on keskirakeista, koostumukseltaan melko hapanta, raitaista, harmaan vihreää kiveä. Sen mineraalikoostumus vaihtelee raidoittain ja kerroksittain. Päämineraaleina ovat kvartsi, kalimaasälpä, plagioklaasi, diopsidi, biotiitti, kloriitti ja titaniitti. Vähäisempinä määrinä on tremoliittia, karbonaattia, apatiittia, sarvivälkettä ja epidootia. Magneettikiisu- ja rikkikiisupiroetta on yleisesti.

Tremoliittikarrekseksi on kutsuttu hapanta, hienorakeista, raitaista kiveä, jonka päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, kalimaasälpä ja tremoliitti. Aksessoreina esiintyvät diopsidi, biotiitti, apatiitti, muskoviitti ja titaniitti. Tässäkin kivessä on yleisesti magneettikiisu- ja rikkikiisupiroetta.

Yksikön alaosassa ja edellisten kivien kanssa vuorokerroksina on hapanta vulkaniittia. Tästä on aikaisemmin käytetty nimeä kvartsi-maasälpägneissi ja vanhoina aikoina myös leptiitti. Kivi on hieno-keskirakeista, harmaata tai punertavaa. Asultaan se on usein raitaista ja monin paikoin heikosti kvartsiporfyyristä. Kivelle ovat tyypillisiä hienorakeiset kapeat tremoliittikarsikerrokset.

Happaman vulkaniitin mineraalikoostumus hieman vaihtelee, mutta päämineraaleina esiintyvät kvartsi, plagioklaasi, kalimaasälpä, biotiitti ja muskoviitti. Aksessoreina tavataan kloriittia, karbonaattia, tremoliittia, diopsidia, titaniittia, epidootia, apatiittia ja zirkonia. Kivessä on yleisesti rikkikiisu- ja magneettikiisupiroetta.

Vilmingon antikliinin keskusosa on tulkittu muutaman kairareiän perusteella kuuluvaksi tämän yksikön happamiin vulkaniitteihin. Vilmingon poimurakenteen luoteisosan kairareikien lopussa hapen vulkaniitti on osin karsiraitaista, mutta osin myös kloriittitäpläistä kiveä ilman karsimineraaleja. Tämä vaalean harmaa hienorakenen kivi koostuu pääasiassa kvartsista ja plagioklaasista. Kalimaasälpää on myös jonkin verran, mikä onkin huomattavin ero jäljempänä kuvattavaan Peuranevan synkliinin itäkyljen raitaiseen happamaan vulkaniittiin. Aiemmissa raporteissa kiveä on nimitetty plagioklaasi-epidoottikiveksi, mutta epidootia ei hietutkimuksen perusteella kivessä ole.

Hapan vulkaniitti

Stratigrafiassa karsiraitaisen happaman vulkaniitin ja sen alapuolella olevan Kokkonevan tyyppisen emäksisen laavan väliin sijoittuu raitaista hapanta vulkaniittia. Tähän yksikköön kuuluvia kiviä on selvimmin esillä Peuranevan synkliinin itäkyljellä, mistä niitä on tavattu kairauksin Näsälänperältä, Honkisalosta ja pohjoisempaa Häkkilänpalosta. Näsälänperällä ja Honkisalossa malmitumiset ja muuttumiset ovat tässä happamassa vulkaniitissa. Häkkilänpalossa ei malmitumista ole havaittu, mutta kivessä on kordieriittia ja kloriittia.

Honkisalossa rei'issä 418 ja 453 subvulkaaninen kvartsi-porfyyri leikkaa ja jopa breksioi hapanta vulkaniittia. Happaman vulkaniitin alapuolella subvulkaaninen kvartsi-porfyyri on muuttunut kloriittipitoiseksi. Peuranevan synkliinin lounaiskyljeltä tätä hapanta vulkaniittia on tavattu ainoastaan Ansakankaalla reiässä 513 kvartsi-plagioklaasiporfyyri-intruusion luoteispäässä. Raitainen hapen vulkaniitti on tulkittu kuuluvaksi Kokkonevan kvartsi-plagioklaasiporfyyriin ja edustavan tämän ekshalatiivisia osia.

Lampinsaari-assosiaation karsiraitaisesta happamasta vulkaniitista tämä hapen vulkaniitti eroaa paitsi asunsa, niin myös mineraalikoostumuksensa vuoksi. Karsimineraalien lisäksi siitä puuttuu kalimaasälpä. Analyysien mukaan siinä on hieman vähemmän Ca, Mg, Cr ja Ni kuin karsiraitaisessa happamassa vulkaniitissa.

Ansakankaalla reiän 513 lopussa oleva hapen vulkaniitti on hienorakeista, raitaista ja granaatti- ja muskoviittipitoista (kuva 10a). Vaaleat raidat ovat hieman karkeampirakeisia kuin tummat raidat. Vaaleiden raitojen päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi, muskoviitti ja kloriitti. Hienompirakeiset tummat raidat koostuvat plagioklaasista, kvartsista ja biotiitista. Niissä on myös hieman magneettikiisua ja rikkikiisua. Raitaisuus on tulkittu heittelerakenteeksi. Honkisalossa kivessä on pieniä magnetiittirakeita ja amfibolirakeita, joiden keskellä on magnetiittia. Häkkilänpalon hapen vulkaniitti on muuten samanlaista, mutta tummassa raidassa on kordieriittia ja vaaleissa raidoissa on runsaasti kloriittia (kuva 10b).

A**B**

Kuva 10. a) Raitainen hapan vulkaniitti, jossa heittelerakenne. Ansakangas R513 (91.00m) ja b) Häkkilämpalo R1712 (120.40m). Näytteiden leveys on 31mm.

Fig. 10. a) Banded felsic volcanic rock with pyroclastic texture. Ansakangas R513 (91.00m) and b) Häkkilämpalo R1712 (120.40). Width of the samples is 31mm.



Kuva 11. Kvartsi-plagioklaasiporfyry. Kokkoneva R417 (139.60m). Näytteen leveys on 31mm.

Fig. 11. Quartz-plagioclase porphyry. Kokkoneva R471 (139.60m). Width of the sample is 31mm.

Emäksinen laava ja intermediäärinen tuffi

Peuranevan synkliinirakenteessa Lampinsaari-assosiaation kivien ja kvartsi-plagioklaasiporfyyrin välissä on kairauksin todettu emäksistä laavaa ja intermediääristä tuffia (liite 2). Poimurakenteen lounaiskyljellä Näsälänperältä Kokkonevan kautta Ansakankaalle ulottuvalla vyöhykkeellä emäksistä laavaa on noin 100 m paksuna ja 5 km pitkänä kerroksena. Tämä yksikkö on vaihtelevasti magnetoitunut. Kokkonevalla ja Kitusalon alueella se on selvästi magneettinen, mutta näiden välisellä alueella magneettisuus on heikko. Se sijaan gravimetrisessä aineistossa yksikkö tulee hyvin selvästi esille. Peuranevan synkliinin itäkyljeltä diopsidigneissin itäpuolelta kairarei'istä on tavattu emäksistä laavaa, jota voitaneen pitää tähän rinnastettavana kerroksena. Yksikkö on tulkittu noin 2 km pitkäksi ja 100 m leveäksi kerrokseksi (liite 2).

Emäksinen laava on heterogeeninen keskirakeinen kivilaji, jonka päämineraaleina ovat plagioklaasi, sarvivälke, biotiitti, ortopyrokseeni, klinopyrokseeni ja kummingtoniitti. Amfibolien ja pyrokseenien määrät vaihtelevat suuresti. Synkliinin lounaiskyljen kaakkoisosan kairarei'issä kivelle ovat tyypillisiä granaatti- karbonaatti-pyrokseeni-pitoiset kapeat raidat.

Laavassa on vaihtelevia määriä raidallisia osia, jotka on tulkittu kerroksellisiksi emäksisiksi-intermediäärisiksi tuffeiksi. Niiden määrä lisääntyy synkliinin lounaiskyljellä kohti luodetta. Emäksistä laavaa on vielä Ansakankaalla rei'issä 493 ja 494, mutta niiden luoteispuolen reiästä 487 emäksinen laava puuttuu ja sen paikalla on pelkästään raitaista intermediääristä tuffia. Raitaisen tuffin lisäksi tässä yksikössä on runsaasti lapillituffeja ja tuffibreksiaa, jotka on esitetty kartalla omana alueenaan. Reiässä 503 lävistettiin tuffibreksiaa jyrkällä kulmalla 400 m. Laavassa ja tuffissa on runsaasti kapeita emäksisiä juonia, jotka ovat deformatuneet samalla tavoin kuin isäntäkivikin.

Synkliinin lounaiskyljen keskiosassa Kokkonevan kairarei'issä 478 ja 479 emäksinen laava on voimakkaasti muuttunutta. Tämä heikommin magnetoituneelle alueelle sijoituva laava on epidoottiutunutta, tremoliittiutunutta, kloriittiutunutta ja breksioitunutta. Analyysien perusteella sen rikki-, kupari-, sinkki- ja titaanipitoisuudet poikkeavat muuttumattomasta laavasta. Muuttumattomassa laavassa on rikkiä 1000-4000 ppm, kuparia 50-120 ppm, sinkkiä 40-70 ppm ja titaania 1500-2000 ppm. Muuttuneessa laavassa on rikkiä alle määritysrajan 50 ppm, kuparia on alle 10 ppm, yleensä alle määritysrajan 1 ppm, sinkkiä on 100-200 ppm, jopa 900 ppm. Titaanipitoisuus on muuttuneessa laavassa yleensä alhainen ja se vaihtelee suuresti välillä 200-2000 ppm.

Kvartsi-plagioklaasiporfyryri

Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä esiintyy kvartsi-plagioklaasiporfyryriä emäksisen laavan lounaispuolella noin 5 km pitkänä muodostumana, joka on tulkittu subvulkaniseksi intruusioksi (liite 2). Kivilajin rajausta perustuu pelkästään kairauksiin ja sen jatkuminen kaakkoonpäin Näsälänperälle tai Ansakankaalta lounaaseenpäin on hyvin mahdollista. Ansakankaalla yksikön todettiin kääntyvän rakennetulkintamallin mukaan lounaaseen. Kokkonevalla kvartsi-plagioklaasiporfyyrin paksuus on noin 100 metriä. Luodetta kohti subvulkaniitin paksuus kasvaa ja Ansakankaalla se on noin 200 m paksu. Kokkonevalla kvartsi-plagioklaasiporfyyrin lounaispuolella on pienehkö tonaliitti-intruusio, joka eroaa magneettisella kartalla kvartsi-plagioklaasiporfyyristä hieman magnetoituneempaan alueena. Muualla porfyyrin lounaispuolella on intermediääristä gneissia, josta on yleisimmin käytetty nimitystä intermediäärinen tuffi tai vulkaniitti.

Peuranevan synkliinin itäkyljellä subvulkaanista kvartsi-plagioklaasiporfyyriä on reiässä 418, jossa se myös leikkaa hapanta vulkaniittia juonimaisesti. Synkliinin keskelle kairatun reiän 455 loppuosassa ja Näsälänperän lounaispuolella oleva kordieriittigneissi on tulkittu hydrotermisesti muuttuneeksi kvartsi-plagioklaasiporfyyriksi.

Asultaan kvartsi-plagioklaasiporfyyri on vaalean harmaata, keskirakeista gneissimäistä kiveä, jossa plagioklaasi- ja kvartsikiteet esiintyvät vaihtelevasti deformatuneina silmäkkeinä (kuva 11). Kiven päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi ja biotiitti. Lounaisreunalla biotiitin määrä lisääntyy ja paikoin plagioklaasiporfyyrissä on myös kloriittia. Kvartsi-plagioklaasiporfyyrissä hajarakeiden määrä ja niiden keskinäinen paljousuhde vaihtelee suuresti. Niinpä kairareikiä raportoitaessa kivistä on käytetty myös nimiä plagioklaasi-kvartsiporfyyri, kvartsiporfyyri ja plagioklaasiporfyyri. Näin on pyritty erottelemaan subvulkaniitin eri osia ja havaitsemaan siinä mahdollisesti olevaa vyöhykkeellisyttä. Yleistäen voidaan todeta, että intruusion yläosassa emäksisen laavan lähellä kivi on kvartsiporfyyriä. Kontaktista ulospäin plagioklaasin määrä ja plagioklaasiporfyyrien osuus kasvaa ja kivi on lopulta plagioklaasiporfyyriä. Toisaalta monissa rei'issä kvartsiporfyyri ja plagioklaasiporfyyri vuorottelevat eikä vyöhykkeellisyys ole niin selvä.

Kvartsi-plagioklaasiporfyyrin malmitumiseen liittyvät hydrotermiset muutokset

Kokkonevan-Ansakankaan välillä olevassa kvartsi-plagioklaasiporfyyrissä on kairauksin todettu lähes yhtenäinen hydrotermisesti muuttunut vyöhyke. Tämä muuttumisvyöhyke on Kokkonevan päässä aivan porfyyrin ja emäksisen vulkaniitin kontaktissa, mutta Kitusalon-Ansakankaan välillä selvemmin porfyyrin sisällä. Kvartsi-plagioklaasiporfyyrin muuttumisilmiöt on tulkittu osaksi sitä hydrotermistä toimintaa, joka on synnyttänyt myös tutkimusalueen malmitumat. Osa muuttuneista kivilajityksistä on siten myös malmiliuosten tulokanavia.

Voimakkaimman malmituman alueella Kokkonevalla kvartsiporfyyri on vahvasti kvartsiutunut ja siihen on tullut erittäin runsaasti kalimaasälpää. Kalimaasälvän osuus kivistä on jopa yli 50 % (kuva 12). Vielä Kitusalossa ja Keltaharjussa eniten malmituneessa osassa on kalimaasälpää runsaasti. Malmituneen vyöhykkeen reunalla isäntäkivi on kalimaasälpäpitoista kordieriittisillimaniittigneissia, jossa on selvästi havaittavissa alkuperäisen kvartsiporfyyrin asu (kuva 13). Muuttumisvyöhykkeen heikoimmin malmituneessa osassa kvartsiporfyyri on muuttunut kordieriittigneissiksi, joka on edelleen kalimaasälpäpitoista.

Varsinaisen malmituman ulkopuolella hydrotermiset muutokset näkyvät kordieriittipitoisina raitoina plagioklaasi-kvartsiporfyyrissä.

Näsälänperän lounaispuolen kordieriittigneissi ja Peuranevan synkliinin keskelle kairatun reiän 455 loppuosassa oleva kordieriittigneissi ovat mitä ilmeisimmin kvartsi-plagioklaasiporfyyriin kuuluvia muuttuneita kiviä. Synkliinin itäkyljellä reiässä 418 on osa kvartsiporfyyristä muuttunut kloriitti-muskoviittigneissiksi malmitumisen yhteydessä.

Kokkonevalla plagioklaasiporfyyrin reunalla on intermediääristä gneissia, jonka päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, biotiitti ja hypersteeni. Ansakankaalla on tätä kiveä plagioklaasi-epidoottikiven takana ja reikä 487 päättyy tähän kiveen. Intermediäärinen gneissi tulkitaan tässä subvulkaanisen kvartsi-plagioklaasiporfyyrin distaaliseksi, alkuaan verkkosilikaattiseksi muuttumistulokseksi. Tällöin subvulkaniitin paksuus kasvaa oleellisesti, jopa useaan sataan metriin.

Hydrotermisesti muuttuneisiin kiviin kuuluu myös plagioklaasi-epidoottikivi. Sitä on tavattu Kokkonevan luoteispäässä reiässä 456, Juurikassa ja Ansakankaan lounaisimmassa reiässä 491. Ansakankaalla plagioklaasi-epidoottikivi on plagioklaasiporfyyrin reunalla ennen intermediääristä gneissia. Plagioklaasi-epidoottikivessä on nähtävissä kvartsi-epidoottikivimäinen asu. Juurikassa muuttumattoman näköisen kvartsi-epidoottikivin reunalla on asultaan kvartsi-epidoottikivestä plagioklaasi-epidoottikiveä. Kokkonevalla plagioklaasi-epidoottikiven ja plagioklaasiporfyyrin välissä on Kokkonevan tyyppistä emäksistä laavaa, joka on tulkittu suureksi sulkeumaksi subvulkaniitissa. Plagioklaasi-epidoottikivessä on plagioklaasia 70-80 % ja epidoottia 20-30 %. Lisäksi on vähän kvartsiä ja kloriittia. Epidootti esiintyy terveisinä omamuotoisina rakeina plagioklaasin ja kvartsin välitiloissa ja ikään kuin niiden päälle kasvaneina. Plagioklaasi on hyvin tervettä.

Intermediäärinen tuffi

Intermediäärinen tuffi on keskirakeinen, raitainen ja hieman migmatiittitunut. Paikoin raitaisuus on tulkittu kerroksellisuudeksi, jossa on havaittu kerrallisuutta ja virtakerroksellisuutta. Kerrospaksuudet ovat muutamasta millimetristä pariin senttimetriin. Eri kerroksissa on havaittu seuraavia mineraalikoostumuksia, plagioklaasi-biotiitti-ortopyrokseeni, plagioklaasi-sarvivälke-kvartsi, kvartsi-plagioklaasi-kummingtoniitti ja plagioklaasi-ortopyrokseeni-kvartsi-sarvivälke-biotiitti. Kivessä on yleisesti hyvin vähän rikkikiisua ja magneettikiisua heikkona piroteena ja kapeina raitoina.

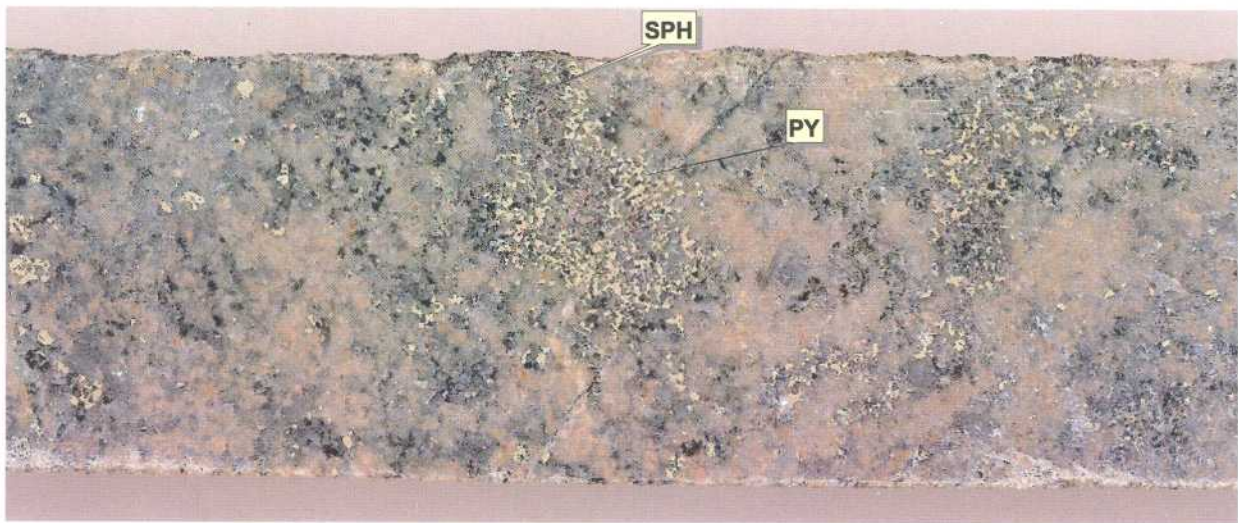
Intrusiiviset kivilajit

Navettakorven alueella Kokkonevan malmiutuman lounaispuolella on useissa paljastumissa vaaleaa, keski- ja tasarakeista granodioriittia, joka on selvästi liuskettunutta ja gneissiytynyttä. Tässä syväkivessä on runsaasti raitaisia sarvivälkegneissi- ja liuskesulkeumia, joiden on tulkittu olevan peräisin ympäröivistä vulkaniiteista. Kivi muodostaa Navettakorven d₁-antiformin ytimen (n 5.5 x 1.5 km kokoinen alue).

Peuranevan synkliinin länsilaidalla Kalliosaarilla on useissa paljastumissa vaaleaa, keskirakeista granodioriittista/graniittista kiveä, jossa on runsaasti erityyppisiä ja usein kulmikkaita diabaasikappaleita. Näiden diabaasifragmenttien koko vaihtelee 0.1-1.0 m. Vastaavanlaista granitoidityyppiä tavataan runsaammin raportoitavan alueen pohjoispuolella Rankisen, vulkaniittien yhteydessä.

Peuranevan alueella on muutaman paljastuman ja yhden Outokummun kairaaman kairareiän (R477) perusteella graniittia. Paljastumissa graniitti on keski- ja tasarakeista ja suuntautumaton kiveä, jossa on kuitenkin paikoin suurehkoja omamuotoisia kalimaasälpäkiteitä (<1x2 cm). Tällaisissa paikoissa graniitti on hieman porfyyriseen näköistä. Kairareiässä graniittia on nimetty mikrokliinigraniitiksi ja siinä on yleisesti diabaasisjuonia tai -murskaleita.

Raportoitavalla alueella on kairauksin todettu kolme pientä gabrointruusiota. Navettakorven antiformin eteläpuolelle on gravimetriselta kartalta tulkittu lisäksi yksi n. 500 m halkaisijaltaan oleva intruusio. Vilmingon poimurakenteen luoteislaitaan sijoittuva intruusio (halkaisijaltaan n 1 km) on kairareikien (VTI/VIL 1-3) perusteella ruhjeista sarvivälkegabroa, joka on paikoin asultaan puolipinnallisen oloista. Peuranevan eteläosiin sijoittuva samankokoinen intruusio on siihen tehdyn yhden kairareiän (RA/PE-2) perusteella keskirakeista sarvivälkegabroa. Myös tässä intruusiossa on puolipinnallisia piirteitä. Vilmingon lounaispuolella lävistettiin reiällä 515 ruhjeista, graniittijuonien leikkaamaa sarvivälkegabroa. Nämä gabrot ovat asultaan rinnastettavissa Vihannin-Haapaveden alueen muihin gabrointruusioihin, jotka ovat osittain syväkivimäisiä ja osittain puolipinnallisia asultaan.



Kuva 12. Kalimetasmaattisesti muuttunut kvartsi-plagioklaasiporfyry, jossa sinkkivälkettä (SPH) ja rikkikiisua (PY). Kokkoneva, R465 (58.40m). Näytteen leveys 31mm.

Fig. 12. Potassium altered quartz-plagioclase porphyry with sphalerite (SPH) and pyrite (PY). Kokkoneva, R465 (58.40m)
Width of the sample 31mm



Kuva 13. Kordieriitti-sillimanitigneissi, jossa kvartsi porfyrejä (QZ), sinkkivälkettä (SPH), rikkikiisua (PY) ja magneetikiisua (PO). Ansakangas, R487 (460.50m). Näytteen leveys 31mm.

Fig. 13 Cordierite-sillimanite gneiss with quartz phenocrysts (QZ), sphalerite (SPH), pyrite (PY) and pyrrhotite (PO), Ansakangas, R487 (460.50m). Width of the sample 31 mm.

Juonikivet

Tutkimusalueen kairauksissa on tullut esille runsaasti juonikiviä, joista yleisimpiä ovat erityyppiset emäksiset juonet. Näistä juonista runsaslukuisimpia ovat hienorakeiset emäksiset juonet ja hieman karkeampirakeiset uraliittiporfyriittijuonet. Ensinmainitut ovat nykyasussaan pääasiassa liuskettuneita tai hiertyneitä amfiboliitteja. Nämä juonet ovat paksuudeltaan yleensä 0.1-1.0 m. Malmiutuneessa vyöhykkeessä näissä juonissa on rikkikiisua, vähän sinkkivälkettä ja korkeimmillaan jopa 3 ppm kultaa. Vain hienorakeisissa emäksisissä juonissa on kohonneita malmimetallipitoisuuksia ja ne ovat siten tulkittavissa malminmuodostusta vanhemmiksi. Karkeampirakeiset uraliittiporfyriitit ovat hieman paksumpia ja niissä on näkyvillä pyöreähköjä uraliittiutuneita kiteitä.

Kolmantena emäksisten juonien tyyppinä ovat keskirakeiset ofiittisrakenteiset plagioklaasiporfyriitit, joita on tavattu Kokkonevalta Vilminkoon asti. Näiden kanssa hyvin samantyyppisiä ovat diabaasijuonet, joita on runsaasti koko Vihannin alueella syväkivien yhteydessä. Esimerkiksi Kalliosaarilla granodioriitissa esiintyy paljastumissa useantyyppisiä diabaaseja pyöreinä sulkeumina. Vastaavanlainen ilmiö on näkyvillä Pelkoperän eteläpuolella tienvarsipaljastumissa.

Graniittisia juonia on havaittu runsaasti alueen kairauksissa. Yleisimpänä tyyppinä ovat myöhäiset pegmatiitit, jotka liittyvät alueelliseen D₄-deformaatioon. Nämä juonet ovat yleensä deformatumattomia, mutta paikoin nekin ovat selvästi hiertyneet. Muutamissa paikoissa on tavattu juonina porfyryistä graniittia, joka liittyy alueen eteläpuoleisiin granitoidialueisiin.

Vilmingon alueen vulkaniittien koostumuksesta

Vilmingon vulkaniittimuodostuma koostuu valtaosaltaan mafisista ja intermediaarisista tuhka- ja laavasyntyisistä kivistä. Hapanta vulkaniittia on nähtävissä vain muutamalla paljastumalla. Kairaushavaintojen perusteella happaman vulkaniitin osuus jää vähäiseksi myös paljastumattomilla alueilla. Vilmingon alueen kivet on vanhastaan rinnastettu Lampinsaaren vastaaviin seuraamalla mm. Lampinsaari -assosiaation karsikivi-grafiittiliuske -kerrostumaa, joka on hyvin edustettuna Vilmingossa. Vihannin alueelta on aikaisemmin ajoitettu onnistuneesti eräitä syvä- ja juonikiviä lähinnä Lampinsaaren kaivoksesta ja sen lähiympäristöstä (Vaasjoki ja Sakko, 1988). Vilmingon alueen kivistä ei juurikaan ole aikaisempaa julkaistua analyysi- ja ikätietoa olemassa, joten Vihannin geologian korreloinnin tueksi teetettiin Kokkonevan tyyppinäytteistä kairareistä R458 kokokivianalytiikkaa (kts. profiili, liite 3). Kokkonevan malmiutuneesta vyöhykkeestä löytyi kairareistä R465 riittävästi lyijyhohdetta lyijyn isotooppikoostumuksen analysoimiseksi ja lisäksi Vilmingon happamasta vulkaniitista päätettiin yrittää myös zirkonin U-Pb ajoitusta.

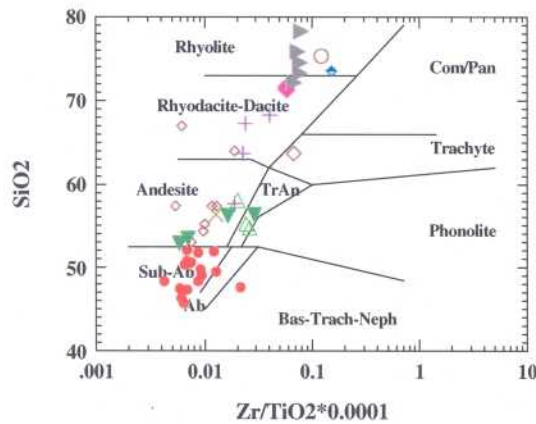
Kokokivianalytiikkaa

Vulkaniittien kemiallisen kokonaiskoostumuksen selvittämiseksi poimittiin Kokkonevan valtausalueelle sijoittuvasta syväkairausreiästä R458 edustava näytesarja (49 näytettä) ja lisäksi analysoitiin yksi hapanta vulkaniittinäyte Outokummun kairaamasta reiästä (Vti/Vil-2/syv. 257.40m). Näytteet analysoitiin GTK:n geolaboratoriossa Otaniemessä XRF -menetelmällä.

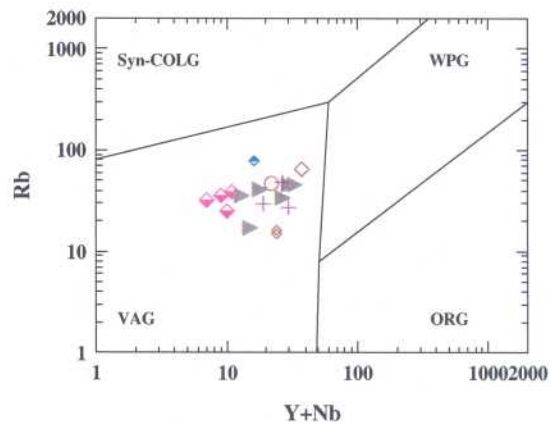
Mafiset ja intermediaariset vulkaniitit vastaavat koostumukseltaan sub-alkalisia basaltteja ja andesiitteja. Happamiksi vulkaniiteiksi tai kvartsi-maasälpägneisseiksi tulkitut kivet puolestaan ovat ryoliittis-ryodasiittisia. Analysoidun näyteaineiston jakauma näyttää SiO₂:n suhteen

bimodaaliselta. Tämä ei välttämättä kuvaa koko Vilmingon vulkaniittimuodostuman tilannetta, vaan on seurausta näyteotoksen rajallisuudesta. Ryodasiittis-dasiittiset kordieriittigneissit ja eräät pyrokseenipitoiset intermediaariset vulkaniitit ovat mitä ilmeisimmin muuttuneita happamia vulkaniitteja, mikä näkyy mm. näiden immobiilien hivenalkuaineiden samankaltaisuutena (kuva 14 A ja B).

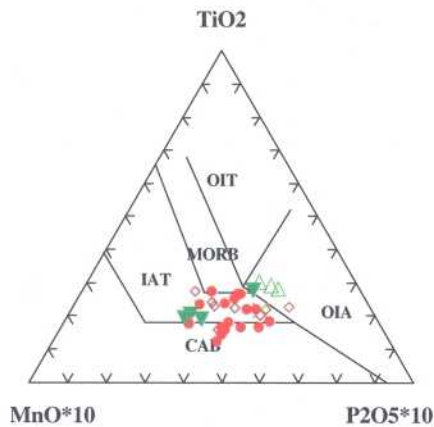
Hivenalkuaineekoostumuksensa perusteella Kokkonevan basalttiset ja andesiittiset vulkaniitit muistuttavat saarikaariympäristön alhaisen kaliumpitoisuuden tholeiitteja ja kalkkialkalibasaltteja. Myös ryoliittiset vulkaniitit ovat rinnastettavissa saarikaariympäristöön vastaten koostumukseltaan lähinnä vulkaanisten kaarten graniitteja (kuva 14 B, C ja D).



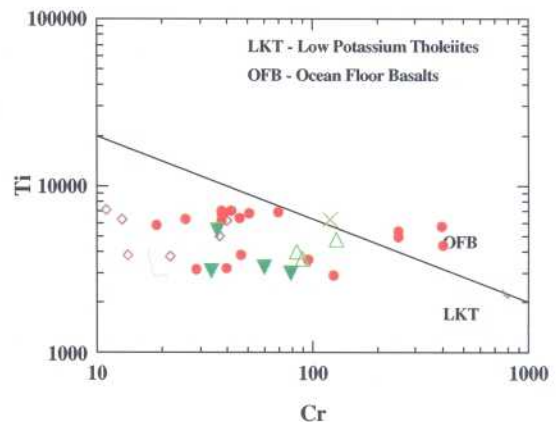
A



B



C



D

Kuva 14. Kokkonevan vulkaniittien litogeokemiallisia luokitteludiagrammeja.

Fig. 14. Lithochemical classification diagrams of Kokkoneva volcanic rocks.

Viitteet – References: A (Winchester and Floyd, 1977), B (Pearce, 1984), C (Pearce and Cann, 1973), D (Pearce and Cann, 1973).

Symbolit – symbols: ● = emäksinen vulkaniitti – mafic volcanite, ▼ = intermediaarinen vulkaniitti – intermediate volcanite, ◇ = intermediaarinen vulkaniitti, jossa karsi välikerroksia – intermediate volcanite with skarn intercalations, ► = hapan vulkaniitti – felsic volcanite, ▲ = muskoviittigneissi – muscovite gneiss, + = kordieriittigneissi – cordierite gneiss, ◆ = kvartsi-maasälpägneissi – quartz feldspar gneiss, ○ = kordieriittigneissi (hapan vulkaniitti) – cordierite gneiss (felsic volcanite), ◐ = hapan vulkaniitti (Vilminko) – felsic volcanite (Vilminko), ✕ = gabronoriitti – gabbro norite.

Isotooppityöt

GTK:n Espoon yksikön Tutkimuslaboratoriossa (isotooppigeologian laboratorio) tehtiin Kokkonevalta kairareikästä R465 syvyydellä 38.15 m kvartsi-porfyyristä löydetystä lyijyhohteesta (G506) lyijyn isotooppikoostumusmääritykset. Näytteestä G506 saatiin lyijyn isotooppikoostumukseksi $206/204 = 15.120$, $207/204 = 15.113$ ja $208/204 = 34.874$. Tulos on tyypillinen Vihanti-Pyhäsalmi –vyöhykkeen lyijyhohteelle ja on koostumukseltaan lähempänä Vihantia kuin Pyhäsalmea (M. Vaasjoki 2002).

Hapan vulkaniittinäyte zirkoniajoitusta varten otettiin räjäyttämällä Vilmingon Lampinsaarella olevasta paljastumasta (5-JPK-95, näyte A1537, x-koord.= 7146400, y-koord.= 2566720). Zirkonista tehtiin konventionaalinen U-Pb määrittely edellä mainitussa laboratoriossa. Kivi on hienorakeista, kvartsi-porfyyristä ja sisältää harvakseltaan pieniä granaatteja sekä mantelimaaisia kiillekasumia. Kivi koostuu kvartsista (n. 30 %), plagioklaasista (n. 30 %) ja kalimaasälvästä (n. 30 %). Aksessorisina mineraaleina ovat biotiitti, muskoviitti, kloriitti, karbonaatti, epidootti ja zirkoni.

Kiven zirkoni esiintyy omamuotoisina melko pitkinä (L/B noin 4) yksinkertaisina prismoina. Zirkonin U-pitoisuus on korkea ja tiheys alhainen (alle 4), mutta siitä huolimatta osa on varsin kirkasta. Konkordiadiagrammilla neljä tehtyä U-Pb analyysiä ovat täsmälleen suoralla, joka antaa yläleikkausikäsi 1874 ± 3 Ma. Alaleikkaus on epätavallisen alhainen (45 ± 25 Ma), eikä radiogeenisuusastekaani kovin korkea ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) (H. Huhma 2002).

Alueen stratigrafinen järjestys nuorimmasta vanhimpaan on seuraava:

Peuranevan emäksiset-intermediääriset vulkaniitit

Intermediäärinen tuffi-muskoviittigneissi

Grafiittituffi

Karsiraitainen hapan vulkaniitti (1874 ± 3 Ma) ja karsikivi
(UP -horisontti 1877 ± 3 Ma, Vaasjoki & al. 1980)

Hapan vulkaniitti

Kvartsi-plagioklaasiporfyryri

Emäksinen laava ja intermediäärinen tuffi

Intermediäärinen gneissi

} Lampinsaari assosiaatio

TUKIMUSALUEEN MALMIGEOLOGISET PIIRTEET

Tässä kappaleessa kuvataan ensin yleisesti alueen malmigeologisia piirteitä, muuttumisilmiöitä ja malminmuodostusta. Näiden jälkeen kuvataan kairauskohteet yksityiskohtaisemmin kairattujen reikien ja profiilitulkintojen pohjalta. Tekstissä käytetty malmiutuma tarkoittaa kiveä, jossa on kohonneita sinkki-, kupari- ja kultapitoisuuksia. Malmiutuminen tarkoittaa tähän liittyvää hydrotermistä prosessia. Kivilajien muuttumisella tarkoitetaan hydrotermisen toiminnan aiheuttamia kemiallisia muutoksia, jotka ilmenevät erilaisina muuttumismineraaleina. Näitä ovat kordieriitti, sillimaniitti, muskoviitti, epidootti, kalimaasälpä ja kloriitti. Kivilajien muuttumista on tapahtunut myös ilman malmiutumista.

Yleiset piirteet

Tutkimukset ovat tuoneet esiin mittavan sinkki-kulta-kuparimalmiutumavyöhykkeen siihen liittyvine muuttumisvyöhykkeineen Vilminko-Kokkoneva-Näsälänperä-Honkisalola väliseltä alueelta Peuranevan synkliinin lounais- ja itäkyljeltä (liite 2). Synkliinin lounaiskyljellä malmiutuminen liittyy Lampinsaari-assosiaation kivilajien alapuolella olevaan subvulkaaniseen kvartsi-plagioklaasiporfyyriin ja siihen liittyviin hydrotermisiin prosesseihin. Geologisilla kartoilla malmiutuma on esitetty isäntäkivensä mukaisesti kordieriitti-sillimaniittigneissinä. Kokkonevalla tähän kivilajiin kuuluu myös kapea massiivinen sulfidimalmi. Synkliinin itäkyljellä, johon myös aiemmin tunnettu Näsälänperän malmiutuma kuuluu, malmiutuminen ja muuttuminen liittyvät raitaiseen happamaan vulkaniittiin ja siihen läheisesti kuuluvaan kvartsi-porfyyriin. Malminmuodostusprosessit ovat siten synkliinin kummallakin kyljellä hieman erilaiset, mutta kuitenkin läheisesti toisiinsa liittyviä.

Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä malmiutumat liittyvät itse subvulkaaniseen intruusioon. Kokkonevalla malmiutumat ovat syntyneet joko happaman intruusion yläosassa olevaan kvartsi-porfyyriin tai heti sen päällä olevan emäksisen laavan kontaktin läheisyyteen (kuva 19). Intruusion luoteisjatkeilla Kitusalossa ja Ansakankaalla malmiutuminen ei ole enää aivan kvartsi-porfyyrin yläosassa, vaan 15-20 m yläpinnan alapuolella. Kokkonevalla malmiutuneen vyöhykkeen paksuus on noin 30 m, mutta luoteessa Kitusalossa ja Ansakankaalla sen paksuus on noin 90 m. Huomattavaa on, että Ansakankaalla kvartsi-porfyyrissä oleva muuttuminen on heikkoa nykyisellä eroosiotasolla, mutta se voimistuu alaspäin mentäessä. Ansakankaalla subvulkaniittiin on havaittu liittyvän myös vähän synkliinin itäkyljelle tyypillistä hapanta vulkaniittia, mutta ilman malmiutumia.

Peuranevan synkliinin itäkyljellä Näsälänperällä ja Honkisalossa malmiutuminen on Lampinsaari-assosiaation kivilajien alapuolella olevassa subvulkaaniseen kvartsi-porfyyriin liittyvässä happamassa vulkaniitissa. Honkisalola malmiutuma on happaman vulkaniitin ja sen päällä olevan emäksisen laavan kontaktissa (kuva 25). Happaman vulkaniitin alla on voimakkaasti hydrotermisesti muuttunutta subvulkaanista kvartsi-porfyyriä. Kvartsi-porfyyri osin breksioi raitaista hapanta vulkaniittia ja esiintyy siinä juonimaisesti. Tämän alapuolella on vielä emäksistä laavaa. Näsälänperällä alimpana on emäksistä laavaa ja sen päällä on osin muskoviitti- ja kordieriittipitoista hapanta vulkaniittia, jossa on myös sinkkimalmiutuma. Lampinsaari-assosiaation kivet ovat suoraan happaman vulkaniitin päällä ilman välissä olevaa emäksistä laavaa. Näiden lounaispuolella on kordieriittigneissia, joka on rinnastettavissa subvulkaaniseen kvartsi-porfyyriin.

Tutkimusalueella hydrotermiset malmiliuokset ovat kulkeutuneet myös subvulkaanisen kvartsi-porfyyrin ja happaman vulkaniitin yläpuolella oleviin sedimentteihin ja vulkaniitteihin muuttaen niiden koostumusta ja tuottaen niihin kohonneita sinkkipitoisuuksia. Vilmingon Keltaharjussa karsi-grafiittituffin päällä on jopa 70 m paksu kerros kordieriittipitoista muskoviittigneisiä. Tässä on runsaasti magneettikiisua ja rikkikiisua, sekä anomaalisen korkea sinkkipitoisuus. Samaa muskoviittigneisiä on kairauksin lävistetty Kokkonevalla ja erityisesti Honkisalossa Peuranevan synkliinin itäkyljellä.

Malmiutumiseen liittyvässä sivukiven muuttumism mineralogiassa näyttää olevan sellaisia eroja, että Kokkonevan-Ansakankaan subvulkaanisessa intruusiassa pääasiallisina muuttumism mineraaleina ovat kordieriitti ja sillimaniitti. Tähän liittyy myös voimakas kalimetatomatoosi. Synkliinin itäkyljellä subvulkaniitin muuttumism mineraalit ovat muskoviitti ja kloriitti. Itäkyljen happamissa vulkaniiteissa muuttumism ilmiöinä ovat muskoviittiutumisen ja kordieriittiutumisen lisäksi kloriittiutuminen ja plagioklaasin voimakas serisiittityminen.

Honkisalosta mitaten kvartsi-plagioklaasiporfyryä ja siinä olevaa malmiutumism vyöhykettä on kairauksin seurattu Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä luoteeseen Ansakankaalle noin viisi kilometriä. Noin kilometrin päässä Ansakankaalta pohjoiseen ovat Vilmingon Keltaharjun muuttuneet kivet intermediäärisessä tuffissa. Kvartsi-plagioklaasiporfyyrin kaakkoispäästä noin kilometrin päässä kaakossa on Näsälänperän malmiutuma Peuranevan synkliinin itäkyljellä. Näsälänperältä noin kilometri luoteeseen sijaitsee Honkisalons malmiutuma.

Viimeisimmän tutkimusvaiheen kairaukset keskittyivät Peuranevan synkliinin lounaiskyljen kvartsi-plagioklaasiporfyyrin muuttumism vyöhykkeen ja malmiutuman seuraamiseen. Kokkonevalla malmiutumalla ei näytä olevan juurikaan jatkuvuutta syvyysuunnassa. Primääristen, malmin syntyyn liittyvien syiden lisäksi, tähän voivat olla syynä lukuisat lähes synkliinin kyljen suuntaiset siirrokset. Siirrosten merkitys käy ilmi SAMPO-luotausten tulkintatuloksista, joiden mukaan pystysuorat siirtymät ovat huomattavia (kuva 6). Kairausten perusteella malmiutuma ulottuu kuitenkin Ansakankaalla yhtenäisenä vyöhykkeenä hyvinkin syvälle. Täällä siirrokset eivät ole yhtä merkittäviä. Geofysikaalisten mittausten mukaan malmiutuminen ei kuitenkaan näytä jatkuvan Ansakankaalta lounaaseen ainakaan kallion pinnassa.

Peuranevan synkliinin itäkyljeltä happamaan vulkaniittiin liittyvästä Kokkonevan tyyppisestä malmiutumasta on saatu havainto yhdeltä kairausprofiililta Honkisalosta. Tämän lisäksi Näsälänperän malmiutuma voidaan liittää tähän malmiutumism prosessiin. Muulta osin koko synkliinin itäkylki, sen malmikriittisimmiltä osiltaan, on tutkimaton. SAMPO-luotausten ja kairausten perusteella synkliinin itäkylki on melko loiva-asentoinen ja tarjoaa siten mahdollisen malmiutuman seuraamiseen lounaiskylkeä paremmat mahdollisuudet (kuva 6).

Vilmingon Keltaharjun malmiviitteet osoittavat, että myös Lampinsaari-assosiaation kivilajit ovat malmipotentiallisia ainakin kvartsi-plagioklaasiporfyyrin läheisyydessä. Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä tämä yksikkö jäi lähes kokonaan tutkimatta. Samoin synkliinin itäkyljellä siinä on vain muutama kairareikä.

Malmiutuminen

Kvartsi-plagioklaasiporfyyrin malmiutumisissa malmimineraaleina ovat rikkikiisu, magneettikiisu, sinkkivälke, kuparikiisu ja magnetiitti. Ne esiintyvät pirotteena ja piroteraitoina sekä usein breksioituneen kiven breksiaraoissa. Paikoin kiisut ovat piroteraitoina liuskeisuuden suunnassa ja kohtisuoraan liuskeisuutta vastaan kuvastaen malmiutuman monivaiheista deformaatiota. Voimakkaimmat malmiutumat ovat asultaan ja rakenteeltaan hydrotermisiä syrjäytysmalmeja, joita myöhemmät deformaatiot ovat muokanneet (kuvat 15 ja 16). Ne sijoittuvat kvartsi-plagioklaasiporfyyrin yläreunaan emäksisen laavan kontaktiin. Malmiutumiseen liittyy kiven voimakas kalimetatomatoosi, kvartsiutumisen ja magnesiumin lisäys. Kivilajina on silloin kalimaasälpäpitoinen kordieriitti-sillimaniittigneissi (kuva 13). Heikommat malmiutumat kvartsi-plagioklaasiporfyyrissä kuvastavat hydrotermisten malmiliuosten tulokanavia. Näiden kivilajina on osin kalimaasälpäpitoinen kordieriittigneissi. Taulukossa 4 on esitetty Kokkonevan eri reikien malmiutumalävistyksiset ja niiden malmimetallipitoisuudet. Malmimetallipitoisuuksien vaihtelu eri lävistyksissä on suuri ja siksi koko malmiutumalle ei ole laskettu keskipitoisuuksia. Muiden kairauskohteiden malmiutumien analyysitulokset on esitetty kunkin kohteen kairareikien kuvausten yhteydessä.

Malmiutumien tärkeimmät metallit ovat sinkki, kulta ja kupari. Ne esiintyvät yhdessä kaikissa malmiutumisissa. Näistä taloudellisesti merkittävimmät ovat sinkki ja kulta. Muista metalleista poiketen Kokkonevan voimakkaimmassa malmiutumassa korkeimmat kultapitoisuudet ovat malmiutuman yläpuolen emäksisessä laavassa ja malmiutumaa leikkaavissa emäksisissä juonissa, taulukko 4.

Lyijyn, hopean ja molybdeenin pitoisuudet malmiutumisissa ovat alhaisia ja niiden esiintyminen on hajanaista. Metalleilla ei näytä olevan korrelaatiota keskenään. Yhteisenä piirteenä niille kuitenkin on, että anomaaliset pitoisuudet sijoittuvat malmiutumien yläosiin. Kokkonevalla voimakkaimmissa malmiutumisissa korkeimmat lyijypitoisuudet ovat malmiutuman päällä olevassa emäksisessä laavassa, jossa on samalla korkea kultapitoisuus.

Käytetyllä analyysimenetelmällä malmiutumille on ominaista hyvin alhainen, lähes olematon Ti-, V- ja P-pitoisuus. Tästä käytetään nimeä malmianomalia. Erityisesti huomio on kiinnittynyt Ti-pitoisuuden vaihteluun. Tämä anomaalisuus on voimakkaimmillaan kalimaasälpä-muskoviitti-sillimaniittipitoisessa kivessä. Malmianomalia ei ole riippuvainen malmiutuman malmimetallipitoisuuksista, vaan kiven mineraalikoostumuksesta ja muuttumisasteesta. Kokkonevan ja varsinkin Kitusalon kohteiden hietarkastelun perusteella happamassa kvartsi-plagioklaasiporfyyrissä kivessä titaanimineraalina on titaniitti. Kordieriitti-sillimaniittigneississä sen sijaan on rutiilia ja ilmeniittiä, joiden synty liittyyne hydrotermisiin muuttumisprosesseihin. Käytetyssä analyysimenetelmässä rutiili ja ilmeniitti ovat liukenemattomia mineraaleja, mutta titaniitti liukenee ainakin osaksi. Siten muuttuneen kiven alhainen titaanipitoisuus analyyseissä johtuu kiven mineralogiasta, eikä kiven todellisesta titaanipitoisuudesta. Ilmeniitin esiintyminen voi ainakin osaksi selittää myös P- ja V-pitoisuuksien alhaisuutta. Analyysitulokset sopivat siten kiven malmiutumiseen liittyvien hydrotermisten muuttumisvyöhykkeiden havainnointiin.



Kuva 15. Verkkomainen syrjäytysmalmi, jossa on kvartsi-, plagioklaasi- ja kalimaasälpäfragmentteja. Kokkoneva, R465 (34.85m). Näytteen leveys 31mm.

Fig 15. Netlike replacement ore with quartz, plagioclase and alkali feldspar fragments. Kokkoneva, R465 (34.85m). Width of the sample 31mm.



Kuva 16. Massiivinen malmi, jossa emäksistä laavaa fragmenttina. Kokkoneva, R465 (34.00m). PY= Rikkikiisu, PO= Magneetikiisu. Näytteen leveys 31mm.

Fig. 16. Massive ore with a mafic lava fragment. Kokkoneva, R465 (34.00m). PY= Pyrite, PO= Pyrrhotite. Width of the sample 31mm.

Peuranevan synkliinin itäkyljen happamassa vulkaniitissa olevat Honkisalons ja Näsälänperän sinkkimalmiutumat ovat keskenään hyvin samankaltaiset kuitenkin pienin eroavuuksin.... Honkisalons rei'issä 418 ja 453, olevan malmiutuman malmimineraalit ovat magneettikiisu, rikkikiisu ja sinkkivälke. Ne breksioivat kiveä yhdessä kalimaasälvän kanssa hydrotermisenä syrjäytysmalmina samaan tapaan kuin Kokkonevalla. Sinkkipitoinen malmiutuma on noin 0.5 m paksu ja esiintyy happaman vulkaniitin ja sen yläpuolen emäksisen laavan kontaktissa, osin kummassakin kivilajissa. Malmiutuma on hyvin terävärainen ja sen alapuolella hapan vulkaniitti on muuttumatonta ja siinä on vain heikkoa rikkikiisupirotetta. Happaman vulkaniitin alla oleva subvulkaaninen kvartsiporfyryri on sen sijaan voimakkaasti muuttunut. Siinä on runsaasti muskoviittia ja kloriittia ja plagioklaasi on voimakkaasti saussuriittitunut. Siinä on kohtalaisesti rikkikiisua ja magneettikiisua hienorakeisena verkkomaisena breksiana, syrjäytysmalmina. Tästä malmiutumatyypistä ei ollut kuitenkaan analyysituloksia käytettävissä. Kairareian 453 malmiutumassa on vain 0.2 % sinkkiä, 0.06 % kuparia ja 15 ppb kultaa.

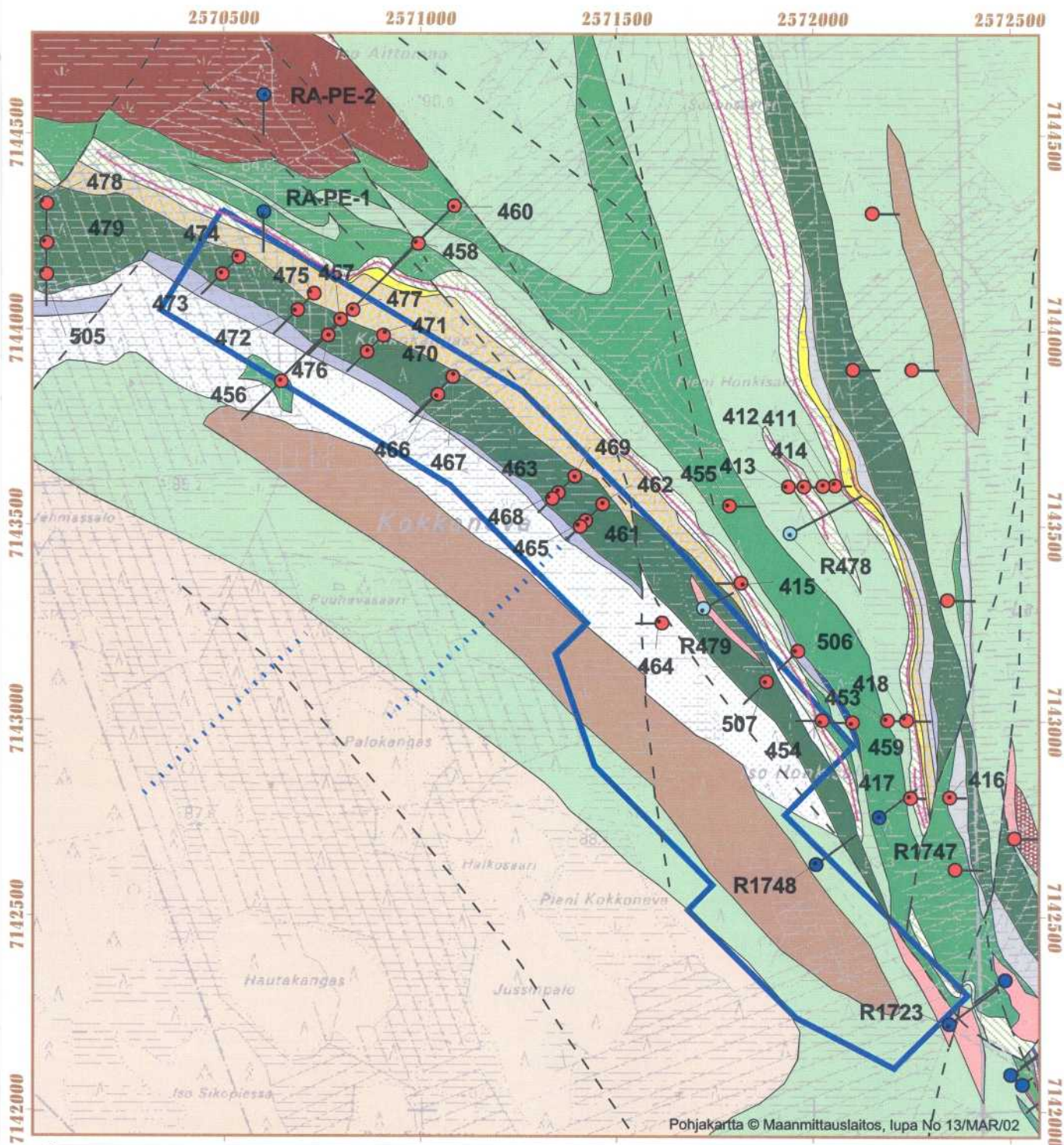
Näsälänperän malmiutuman malmimineraalit ovat magneettikiisu, rikkikiisu, sinkkivälke ja kupariikiisu. Lisäksi paikoin on vähän lyijyhohdetta. Malmiutuma on magneettikiisuvaltainen ja osin lähes massamainen. Sen kontaktit ovat terävät. Kiisut esiintyvät syrjäytysmalmin tapaan verkkomaisena breksiana, jossa on pieniä pyöreähköjä hapan vulkaniitti-, kvartsi- ja kordieriittipallosia. Malmiutumalävistysten pituudet ovat 0.5-4 m. Hapan vulkaniitti on malmiutumien ympärillä osin voimakkaastikin muuttunut sisältäen muskoviittia ja kordieriittia, sekä kiisupirotetta.

Kohdekuvaukset

Seuraavassa esitetään tutkimusalueen malmitutkimusten kohteelliset kuvaukset. Kohteiden kuvaus keskittyy tutkimusvaiheen viimeisimpiin kairauskohteisiin. Kokonaisuuden vuoksi tässä esitetään myös merkittävien vanhempien kohteiden geologiaa siltä osin kuin sitä on aineistojen perusteella ollut mahdollista käsitellä tai tässä tutkimusvaiheessa on saatu lisätietoutta. Tällaisia kohteita ovat Näsälänperä ja Vilminko. Hankkeen varhaisempia osa-alueita kuvataan lyhyesti ja viitataan aikaisempiin raportteihin. Tutkimuskohteiden nimet ja sijainti näkyvät liitteessä 1

Kokkoneva

Näsälänperän luoteispuolella sijaitseva Kokkonevan alue on ollut nykyisten tutkimusten keskeisimpänä kohteena ja sitä voidaan pitää Vihannin alueen subvulkaanisiin intrusiiveihin liittyvien malminmuodostusprosessien yhtenä tyyppialueena. Kokkonevan tutkimuskohde sijaitsee Peuranevan synkliinin lounaiskyljen kaakkoispäässä (kuva 17). Alueelle päädyttiin hankkeen aikaisemman tutkimusvaiheen kairauksen tulosten perusteella. Vuosina 1999-2000 kairattiin alueelle neljän syvän reiän kairaprofiili, jolla oli tarkoitus selvittää Näsälänperältä Vilminkoon jatkuvan anomaliavyöhykkeen kivilajeja. Kairauksissa lävistettiin tyyppillisiä Lampinsaari-assosiaation kivilajeja, joita mm. Outokumpu Oy oli kairannut samalla alueella jo aiemmin (RA-PE-1). Uutena tuloksena saatiin näiden karsien alapuolelle ennen havaitsematon malmiutunut vyöhyke. Alueelle tehtiin kaivoslain mukainen valtaus, joka on rajattu kuvassa 17 sinisellä viivalla. Uuden kairausvaiheen jälkeen alueelle saatiin rajatuksi malmiutunut vyöhyke, joka on esitetty kartalla kordieriitti-sillimaniittigneissinä. Tutkimusten edetessä todettiin, että malmiutuminen ja muuttuminen liittyvät subvulkaaniseksi intrusioksi tulkittuun kvartsi-plagioklaasiporfyryriin ja että malmiutuminen jatkui synkliinin lounaiskyljellä kohti Vilminkoa. Rakenteen ja stratigrafian selvittyä löydettiin vastaavia malmiutumisprosesseja myös synkliinin itäkyljeltä ja samalla saatiin myös Näsälänperän malmiutuma liitettyksi alueen geologiseen kehitykseen.

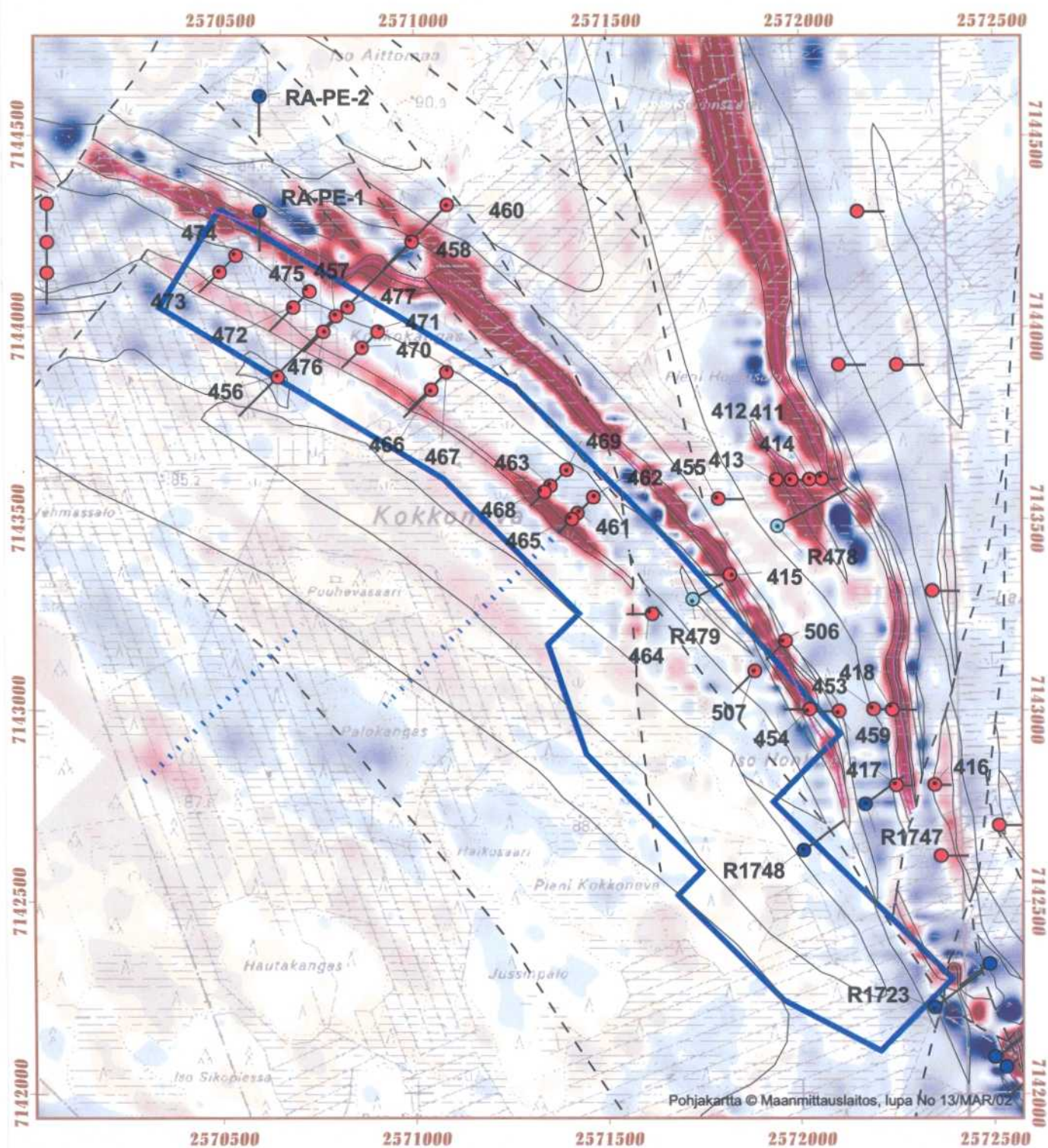


KIVILAJIT

	Emäksinen vulkaniitti		Intermediäärinen vulkaniitti		Peridotiitti
	Emäksinen laava (Kokkonevan tyyppi)		Intermediäärinen tuffiitti		Gabro/dioriitti
	Muuttunut emäksinen vulkaniitti		Kordieriitti-muskoviittigneissi		Kvartsidioriitti
	Hapan vulkaniitti		Grafiittituffi/mustaliuske		Granodioriitti
	Karsiraitainen hapan vulkaniitti (UP)		Karsikivi		Graniitti
	Plagioklaasi-kvartsiporfyryri		Kairareikä		Grafiittiliuske
	Kordieriitti-sillimaniittigneissi				Siirros
					Iskuporalinja

500 0 500 Metriä

Kuva 17. Kokkonevan valtausalueen geologia ja kairareiät.
Figure 17. Geology and drill holes of the Kokkoneva claim area.



Kuva 18. Kokkonevan valtausalueen slingram imaginäärikomponenttikartta.
Figure 18. Slingram imaginary component map of the Kokkoneva claim area.

Kokkonevan malmitutuman poikki tehtiin seitsemän kairausprofiilia, joihin kairattiin 20 reikää. Lisäksi kairattiin 3 reikää malmitutuman kaakkoispuolelle. Taulukossa 4 on esitetty kairareikien parhaat malmitutumalävistyksset ja niiden analyysitulokset. Ensimmäinen havainto malmitutumasta saatiin talven 1999 kairauksissa, jolloin kairattiin neljän pitkän reiän profiili Kokkonevan luoteispäähän. Reikä 457 lävisti 13 m matkalla kordieriitti-sillimaniittigneississä olevaa sinkkimalmitutumaa (kuva 17, taulukko 4). Malmitutuma sijaitsee magneettisen anomalian lounaisreunalla erittäin heikossa sähköisessä johteessa. Vetisestä suosta johtuen täydentävät geofysikaaliset mittaukset voitiin tehdä vasta talvella 2000 ja kairaamaan päästiin talvella 2001. Kairaukset kohdistettiin gravimetrisen ja magneettisen anomalian lounaisreunalla olevaan erittäin heikkoon, kapeaan johteeseen, jolla on pituutta 1.4 km ja johon sijoittuu tunnettu malmitutuma (kuva 18). Kairaukset aloitettiin sähköisen johteen kaakkoispäästä, jossa johde on voimakkaimmillaan. Seuraavassa on kuvattu Kokkonevan malmitutuman kairaustulokset profiileittain kaakosta alkaen.

REIKÄ	SYVYYSVÄLI M	PITM	KIVILAJI	ZN PPM	AU PPB	CU PPM	PB PPM	AG PPM	S %
465	33.00-33.65	0.65	ELA	158	695	60	664	<10	0.6
	33.65-34.80	1.15	MBR	49900	310	2410	20	41	20.8
	34.80-36.85	2.05	MBR	7770	470	5404	518	41	8.3
	36.85-37.15	0.30	EJ	792	3170	121	348	<10	1.7
	37.15-39.55	2.40	KORDGN	10290	704	635	832	<10	4.7
461	59.10-61.55	2.45	ELA	268	1116	230	573	<10	1.0
	61.55-69.95	8.40	KORDGN	460	321	207	136	<10	3.4
468	33.00-34.00	1.0	ELA	107	1590	151	556	<10	1.2
	34.00-34.30	0.30	KORDGN	96	677	498	698	20	3.2
	34.60-35.35	0.75	MBR	33600	<10	2690	<10	23	23.1
	35.35-36.05	0.70	MBR	31900	274	868	232	<10	7.8
	36.05-43.90	7.85	KORDGN	1060	176	235	134	<10	3.5
	56.45-62.30	5.85	KORDGN	1961	133	181	104	<10	3.3
463	62.30-63.00	0.70	ELA	190	179	386	68	<10	4.1
	63.00-70.40	7.4	KORDGN	498	156	72	67	<10	2.1
466	69.10-75.40	6.30	PLAGPF	108	18	75	36	22	1.8
470	64.70-65.70	1.0	ELA	143	523	150	703	11	1.6
	65.70-65.95	0.25	MBR	11600	1400	1040	100	28	12.5
	65.95-81.95	16.0	KORDSILLGN	4078	377	346	86	<10	5.9
476	38.80-48.10	9.30	KORDGN	288	73	150	<10	<10	2.5
	48.10-66.35	18.35	KORDSILLGN	1200	162	316	<10	<10	4.9
457	91.20-91.70	0.50	ELA	1110	307	60	758	<15	0.4
	91.70-95.85	4.15	KORDGN	5131	252	434	165	<15	4.5
	96.35-105.00	8.65	KORDSILLGN	9078	270	216	61	<15	5.7
472	58.10-59.80	1.70	EJ	1440	312	160	91	<10	2.4
	59.80-64.45	4.65	KORDSILLGN	2349	481	510	54	<10	5.2
	66.00-72.65	6.65	KORDSILLGN	1656	481	394	<10	<10	6.3
473	44.55-53.15	9.60	KORDGN	227	81	53	18	<10	2.2
	54.90-66.15	11.25	KORDSILLGN	2307	198	222	<10	<10	4.2

Taulukko 4. Kairareikien malmitutumat ja niiden malmimetallipitoisuudet. EJ=emäksinen juoni, ELA=emäksinen laava, MBR=malmibreksia, KORDGN=kordieriittigneissi, KORDSILLGN=kordieriitti-sillimaniittigneissi, PLAGPF=plagioklaasiporfyry.

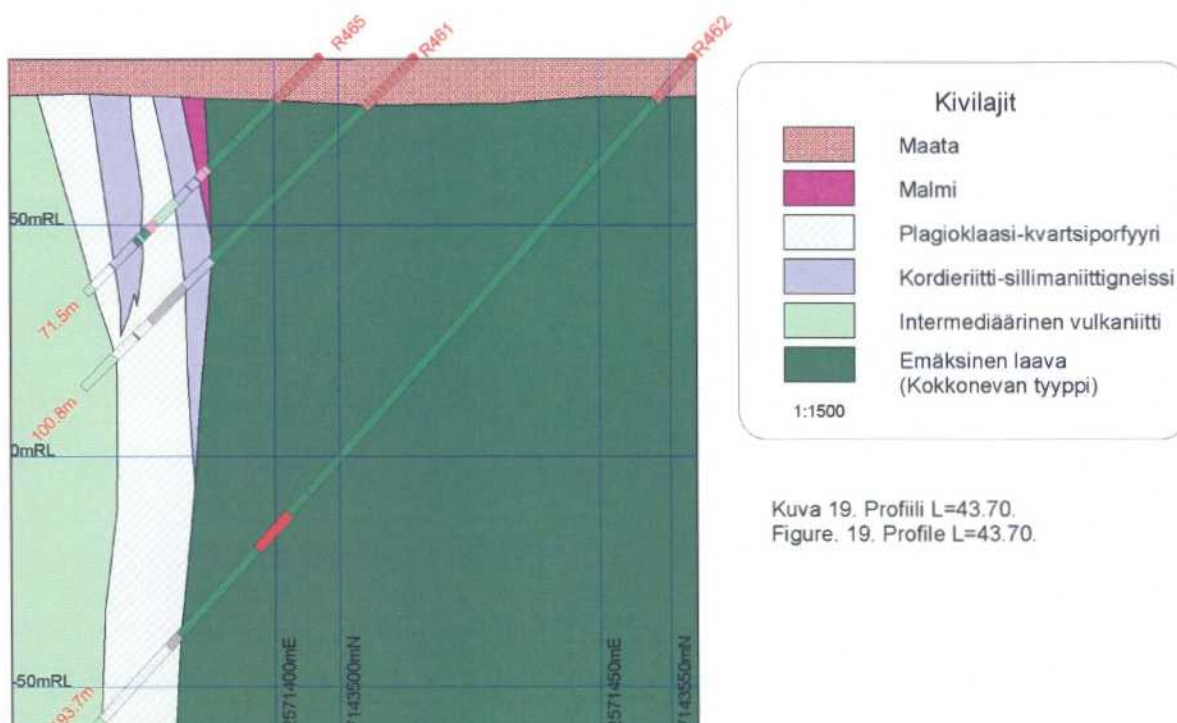
Table 4. Most important mineralized parts of drill holes and ore contents. EJ= basic dyke, ELA= mafic volcanics, MBR= ore breccia, KORDGN= cordierite gneiss, KORDSILLGN= cordierite-sillimanitegneiss, PLAGPF= plagioclaseporphyry

Profiili L 43.70 (R 465, 461, 462)

Tällä profililla malmitutuma sijaitsee emäksisen laavan ja kvartsi-plagioklaasiporfyyrin kontaktissa (kuva 19, taulukko 4). Vain ylimmässä reiässä **465** on kunnon malmitutuma. Se alkaa 1.15 m mittaisella massiivisella karkealla rikkikiisu-magneettikiisu-sinkkivälkebreksiällä, jossa on murskaleina muuttunutta emäksistä laavaa (kuva 16). Seuraavaksi on 2.05 m pitkä syrjäytysmalmi, jossa magneettikiisu, rikkikiisu, sinkkivälke ja kuparikiisu breksioivat kalimaasälpärikasta kvartsi-plagioklaasiporfyryä (kuva 15). Edelleen malmitutuma jatkuu 2.4 m rikkikiisu-magneettikiisu-sinkkivälkepirotteena ja -raitoina kordieriitti-sillimaniittigneississä (kuva 13). Emäksisten juonien pilkkomaa kordieriittigneissiiä jatkuu syvyyteen 63.15 m ja siinä on selvästi anomaalisen korkeita sinkki-, kulta- ja lyijypitoisuuksia. Tästä syvyyteen 69.40 m on kalimaasälpäpitoista plagioklaasiporfyryä, jossa ei ole anomaalisia metallipitoisuuksia. Reikä päättyy intermediääriseen juoneen.

Alemmassa reiässä **461** on emäksistä laavaa syvyyteen 61.55 m. Viimeiset 5 m ovat voimakkaasti sinkki-, kulta-, lyijy- ja kuparianomaalisia. Erityisesti kultapitoisuus on huomattavan korkea. Tämän jälkeen syvyyteen 69.95 m on kalimaasälpä- ja kvartsirikasta kordieriittigneissiiä, joka on heikosti malmitunutta. Reiän loppu on plagioklaasiporfyryä ja intermediääristä gneissiiä.

Profiilin alimmassakin reiässä **462** tavoitettiin plagioklaasiporfyry, mutta ei malmitutumaa. Tällä profililla malmitutuma on voimakkaimmillaan kallion pinnalla ja heikkenee nopeasti alaspäin mentäessä. Malmituminen on tapahtunut emäksisen laavan ja kvartsi-plagioklaasiporfyyrin kontaktissa breksiarakenteisena syrjäytysmalmitumana. Tähän hydrotermiseen prosessiin on liittynyt tai sitä on edeltänyt voimakas pii- ja kalimetasomatoosi myös emäksisessä laavassa. Heikommin malmituneessa osassa hydroterminen tapahtuma on tuonut kvartsi-plagioklaasiporfyryyn malmimetallien lisäksi piitä, kaliumia ja magnesiumia. Kivi on muuttunut kalimaasälpäpitoiseksi kordieriittigneissiksi ja kordieriitti-sillimaniittigneissiksi.



Profiili L 43.80 (R468, 463, 469)

Tämän profiilin malmituminen on samanlainen kuin edellisessäkin profiilissa (taulukko 4). Tässäkin malmituminen on voimakkaimmillaan ylimmässä reiässä heiketen nopeasti syvemmällä. Huomattavaa on, että emäksistä laavaa on kordieriittigneissin ja kvartsi-plagioklaasiporfyyrin keskellä kuvastaen kvartsi-plagioklaasiporfyyrin intrusiivista luonnetta.

Profiili L 44.20 (R466, 467)

Tällä profiililla ei kunnon malmitumaa tavattu (taulukko 4). Profiilin ylemmässä reiässä 466 plagioklaasiporfyryri on kalimaasälpäpitoista ja siinä on vähän rikkikiisua ja magneettikiisua hienorakeisena pirotteena ja piroteraitoina. Kiisuja on myös emäksisessä laavassa viiden metrin päähän kivien kontaktista. Plagioklaasiporfyyrissä on 15 m päässä yläkontaktista 10 cm leveä kalimaasälpärikas raita, jossa on kapeita rikkikiisu-magneettikiisu-sinkkivälkejuonia. Reiästä analysoitiin vain 14 m pitkä osa plagioklaasiporfyyrin alusta. Siinä on heikko sinkki-, kulta-, lyijy- ja hopea-anomalia. Alemmassa reiässä 467 ei havaittu malmitumisen merkkejä.

Profiili L 44.40 (R 470, 471)

Tämän profiilin ylemmällä reiällä 470 lävistettiin oikean tyyppinen malmituma (taulukko 4). Reiän alusta syvyyteen 36.40 m on emäksistä laavaa. Syvyyteen 54.70 m on intermediääriseksi tuffiksi raportoitua kerroksellista kiveä, jossa on kerroksina myös emäksistä laavaa. Lisäksi siinä on kvartsi-porfyryriä juonina. Tämän jälkeen välillä 54.70-54.90 m on kvartsi-porfyryrijuoni, jossa on rikkikiisua ja sinkkivälkettä pirotteena ja raitoina. Emäksistä laavaa jatkuu syvyyteen 65.70 m. Kontaktin jälkeen on välillä 65.70-65.95 m kvartsi-porfyyrissä breksiarakenteinen syrjäytysmalmi. Breksioivina malmimineraaleina ovat magneettikiisu, rikkikiisu ja sinkkivälke. Malmin yläpuolisessa emäksisessä laavassa on erityisesti viimeisellä metrillä voimakkaasti kohonneita sinkki-, kulta- ja lyijypitoisuuksia. Edelleen syvyyteen 82.40 m on kalimaasälpäpitoista kordieriitti-sillimaniittigneissia, jossa on rikkikiisua, magneettikiisua ja sinkkivälkettä pirotteena ja raitoina. Kiisuraitoja on liuskeisuuden suunnassa ja sitä vastaan kohtisuorassa suunnassa. Vaikka kivi on voimakkaasti muuttunut ja deformatunutta, niin siitä on tunnistettavissa alkuperäinen kvartsi-porfyryri. Malmituneelle kivelle tyypilliset anomaalisen alhaiset titaani-, vanadiini- ja fosforipitoisuudet ovat tässä reiässä todella alhaiset. Titaanin keskipitoisuus on vain 46 ppm, vanadiinia on 9 ppm ja fosforipitoisuus on alle määrittäysrajan 50 ppm. Reiän loppu on plagioklaasiporfyryriä.

Alemmassa reiässä 471 on emäksistä laavaa syvyyteen 132.70 m ja tämän jälkeen syvyyteen 145.40 m on keskirakeista kvartsi-porfyryriä. Reiän loppu syvyyteen 186.65 m on plagioklaasi-kvartsi-porfyryriä, jossa on välillä 176.05-176.60 m malmitunutta kordieriittigneissia. Sen metallipitoisuudet ovat kuitenkin hyvin alhaisia. Toisaalta reiän lopussa Mo- ja Zn-pitoisuus kasvaa viitaten siihen, että reikä olisi päättynyt lähelle malmitumaa jääden siten liian lyhyeksi. Tälläkin profiililla malmituminen on voimakkaimmillaan lähellä kallion pintaa ja heikkenee nopeasti syvemmälle mentäessä. Samalla malmitumisen sijainti muuttuu. Ylhäällä voimakkaampi malmituminen on aivan emäksisen laavan kontaktissa ja sen tuntumassa, kun taas alhaalla heikko malmituminen on kokonaan keskellä plagioklaasi-kvartsi-porfyryriä tai sitten reikä 471 ei aivan ylettynyt malmitumaan.

Profiili L 44.50 (R 456, 476, 457, 477, 458, 460)

Tällä profililla malmituman isäntäkivi kvartsi-plagioklaasiporfyryri tavoitettiin neljällä reiällä, R476, 457, 477 ja 458 (liite 3). Näistä kaksi, R 457 ja 458, läpäisivät kvartsi-plagioklaasiporfyyrin. Sen paksuus on 80-90 m. Malmiutuminen ei olekaan voimakkaimmillaan ylimmässä reiässä 476, vaan sen alapuolisessa reiässä 457 (taulukko 4). Syvemmälle mentäessä malmitutuminen kuitenkin heikkenee nopeasti niin, että reiässä 477 ei ole enää havaittavissa merkkejäkään malmitutumisesta. Sensijaan syvimmässä leikkauksessa reiässä 458 on heikot, mutta selvät viitteet malmitutumisesta.

Kahdella koillisimmalla reiällä, R 458 ja 460, lävistettiin Lampinsaari-assosiaation kivilajiyksikkö (liite 3). Tällä profililla se sijaitsee pyrokseenipitoisten emäksisten vulkaniittien keskellä. Stratigrafiassa ylimpänä on intermediääristä vulkaniittia, jota on myös välikerroksina muissa kivilajeissa. Seuraavaksi on grafiittipitoista muskoviittigneissiä, jossa on myös täysin piniittitynyttä kordieriittia. Kiven päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, kalimaasälpä ja muskoviitti. Kivessä on rikkikiisua ja magneetikiisua hienorakeisena heikkona pirotteenä. Mikroskoopilla on hieissä nähtävissä myös muutamia pieniä sinkkivälkerakeita. Kivessä on heikko, mutta selvästi anomaalisen korkea sinkki- ja kuparipitoisuus. Seuraavana on grafiittituffiksi kutsuttu kerros, joka reiässä 458 on intermediääristä ja reiässä 460 hapanta vulkaniittia. Tässäkin on anomaalisen korkea kupari- ja sinkkipitoisuus. Tämän jälkeen alkaa karsi-hapan vulkaniittiyksikkö. Siinä on vuorokerroksina hienorakeista, usein kvartsiporfyyristä kalimaasälpäpitoista hapanta vulkaniittia, karsikiviä, karbonaattikiveä ja intermediääristä vulkaniittia. Kerrostuman yläosassa on edelleen anomaalisen korkea kupari- ja sinkkipitoisuus. Reikä tavoitti emäksisen laavan jälkeen kvartsi-plagioklaasiporfyyrin n. 200 m reiän 457 malmituman alapuolella reikäsyvyydellä 345.95 m. Kivi on kordieriittipitoista syvyyteen 398.65 m. Kvartsi-plagioklaasiporfyryriä on syvyyteen 432.70 m saakka ja reikä päättyy emäksiseen juoneen syvyydellä 436.55 m. Analyysien mukaan kvartsi-plagioklaasiporfyyrissä on paikoin heikkoa sinkki-, kulta- ja titaanianomaalisuutta. Kivilajin loppuosassa välillä 409.65-426.25 m on heikko, mutta selvä sinkki-kulta-anomalia ilman rikkipitoisuuden nousua.

Reikä 476 alkaa emäksisellä laavalla, joka vaihtuu intermediääriseksi tuffiksi. Sen kontaktista syvyydellä 38.80 m alkaa kvartsiporfyyrinen kordieriittigneissi, joka syvyydellä 48.10 m vaihtuu kvartsiporfyyriseksi kalimaasälpärikkaaksi kordieriitti-sillimaniittigneissiksi, joka ulottuu syvyyteen 66.35 m. Välillä 66.35-80.70 m on kvartsiporfyryriä ja tämän jälkeen syvyyteen 88.50 m on emäksistä laavaa ja sen jälkeen syvyyteen 99.70 m on plagioklaasi-kvartsiporfyryriä. Reikä päättyy syvyydellä 100.70 m kvartsiporfyyriseen kordieriittigneissiin. Koko väli 38.80-66.35 m on malmitunutta kuitenkin niin, että loppuosan kordieriitti-sillimaniittigneissi on voimakkaammin malmitunut kuin alkuosan kordieriittigneissi (taulukko 4).

Reikä 457 alkaa emäksisellä laavalla, jota on syvyyteen 91.70 m. Tästä syvyyteen 95.85 m on kvartsiporfyyristä ja kalimaasälpärikasta kordieriittigneissiä. Emäksisen juonen jälkeen syvyydestä 96.35 m kiveen tulee runsaasti sillimaniittia ja kivi on siten syvyyteen 105.00 m asti sillimaniitti-kordieriittigneissiä. Tämän jälkeen plagioklaasi-kvartsiporfyryriä on syvyyteen 184.90 m. Edelleen syvyyteen 219.05 m on intermediääristä vulkaniittia. Reiän loppu syvyyteen 286.85 m on emäksistä vulkaniittia, jossa on runsaasti leveitä tonaliittijuonia. Taulukossa 4 on esitetty malmituman analyysien keskipitoisuuksia. Siitä voidaan erottaa lyhyempiä osia, joiden metallipitoisuudet ovat huomattavan korkeita. Välillä 96.35-98.10 m on 1.75 m pituinen osa, jossa on 2.4 % sinkkiä ja 0.7 ppm kultaa. Edelleen syvyydellä 100.80-102.80 m on 2 m kiveä, jossa on 1.3 % sinkkiä ja 0.3 ppm kultaa. Ennen ja jälkeen malmituman on analysoitu vain yksi näyte. Niiden mukaan emäksisessä laavassa on kontaktin tuntumassa voimakas sinkki-, kulta- ja lyijyanomalia. Malmiutuman jälkeen plagioklaasiporfyyrissä on vain heikko sinkki- ja kulta-anomalia.

Reikä 477 kairattiin n. 40 m edellisen reiän alle ja sillä lävistettiin 50 m plagioklaasi-kvartsiporfyyriä emäksisen laavan jälkeen, mutta viitteitä malmitumasta ei enää ole.

Lounaisimmassa reiässä 456 on emäksisen laavan keskellä välillä 46.60 – 86.10 m plagioklaasi-epidoottikiveä. Sen päämineraalit ovat plagioklaasi, epidootti ja kvartsi. Plagioklaasi on tervettä ja epidootti esiintyy terveinä, osin omamuotoisina rakeina. Asultaan kivi on kvartsiporfyyriä. Alkuperältään kivi lienee hydrotermisesti muuttunutta kvartsi-plagioklaasiporfyyriä.

Profiili L 44.60 (R 472, 475)

Ylimmässä reiässä 472 on emäksistä laavaa syvyyteen 38.40 m. Seuraavaksi syvyyteen 49.30 m on intermediääristä gneissia. Tästä alkaa kvartsiporfyyri, jossa on useita malmituneita kalimaasälpäpitoisia kordieriittigneissiä ja kordieriitti-sillimaniittigneissivyöhykkeitä, joita emäksiset juonet leikkaavat. Kvartsiporfyyriä on syvyyteen 88.20 m. Reiän loppu syvyyteen 96.00 m on plagioklaasiporfyyriä. Taulukossa 4 on esitetty voimakkaimpien malmitumien keskipitoisuudet. Analyysien mukaan koko väli 43.25-76.70 m on sinkki- ja kulta-anomaalinen ja yläosassa myös lyijypitoisuudet ovat hieman kohonneita. Huomattavaa on myös anomaalisen korkeat hopea- ja molybdeenipitoisuudet analyysien alusta 36.40 m syvyyteen 53.20 m, ennen varsinaista malmitunutta osaa. Hopeapitoisuus vaihtelee välillä 20-40 ppm ja molybdeeniä on 9-29 ppm. Reiän lopussa olevassa plagioklaasiporfyyrissä ei ole viitteitä malmitumisesta. Alapuolelle kairatussa reiässä 475 on emäksistä laavaa ja intermediääristä tuffia syvyyteen 119.40 m. Tämän jälkeen on kvartsiporfyyriä syvyyteen 133.20 m. Tästä syvyyteen 169.90 m on plagioklaasiporfyyriä. Reiän loppu syvyyteen 217.70 m on intermediääristä tuffia. Muutamaa satunnaista kohonnuttua kultapitoisuutta lukuunottamatta reiässä ei havaittu viitteitä malmitumisesta. Tälläkin profiililla malmituma häviää nopeasti alaspäin mentäessä, samalla kvartsiporfyyrisen kiven määrä vähenee.

Profiili L 44.80 (R 473, 474)

Tämän profiilin ylemmässä reiässä 473 on tuffivälikerroksellista emäksistä laavaa syvyyteen 40.80 m. Tästä syvyyteen 44.55 m on kalimaasälpäpitoista kvartsiporfyyriä. Edelleen syvyyteen 66.15 m on kalimaasälpäpitoista, asultaan kvartsiporfyyristä kordieriittigneissia ja kordieriitti-sillimaniittigneissia. Tästä jatkuu kalimaasälpäpitoinen kvartsiporfyyri syvyyteen 69.55 m. Tämän jälkeen on syvyyteen 86.70 m plagioklaasi-kvartsiporfyyriä, joka päättyy metrin levyiseen myloniittiseen breksioituneeseen hiertoon, siirrokseen. Reiän loppu syvyyteen 99.20 m on intermediääristä tuffia. Kordieriittigneissi ja kordieriitti-sillimaniittigneissi on kohtalaisesti malmitunutta, analyysitulokset on esitetty taulukossa 4. Kordieriittigneississä on myös anomaalisen korkea molybdeenipitoisuus. Lisäksi ennen ja jälkeen malmitumaa olevassa kvartsiporfyyrissä on hieman kohonneita sinkki- ja kultapitoisuuksia. Plagioklaasi-kvartsiporfyyrissä ei enää ole malmitumisen merkkejä.

Alemmassa reiässä 474 on emäksistä laavaa syvyyteen 112.10 m. Tämän jälkeen on kalimaasälpäpitoista kvartsiporfyyriä syvyyteen 120.20 m. Reiän loppu syvyyteen 210.20 m on pääasiassa plagioklaasiporfyyriä. Reikää ei ole analysoitu, mutta raportoitaessa ei malmitumiseen viittaavaa havaittu.

Tälläkin profiililla malmituma häviää nopeasti syvemmälle mentäessä ja malmituminen liittyy kvartsiporfyyrin voimakkaasti muuttuneisiin osiin kuten edelliselläkin profiililla.

Profiili Y 2570.050

Kokkonevan luoteispäähän kairattiin kolme reikää (profiilille y=2570.050) gravimetrisen anomalian ja sen eteläreunan tutkimiseksi, reiät **478**, **479** ja **505** (kuva 17). Gravimetrisen anomalia aiheutuu pyrokseenipitoisesta emäksisestä laavasta, jonka eteläreuna on voimakkaasti hydrotermisesti muuttunutta. Muuttuneen kiven päämineraalit ovat epidootti, tremoliitti ja kloriitti. Lisäksi kivi on rautahydroksidin voimakkaasti värjäämä. Emäksisen laavan eteläpuolella on subvulkaanista kvartsi porfyryä ja reikä päättyy sen muuttumistulokseen, kordieriittigneisiin. Kunnan malmiutumaa ei reikä 505 lävistänyt. Siinä tavattiin vain satunnaisia hieman kohonneita sinkki- ja kultapitoisuuksia.

Noin 0.5 km edellisten luoteispuolelle **Koponen** nimiseen kohteeseen heikkoon sähköiseen anomaliaan kairattu reikä **504** lävisti rikkonaista graniittia ja emäksistä vulkaniittia.

Pikku Aittomaa

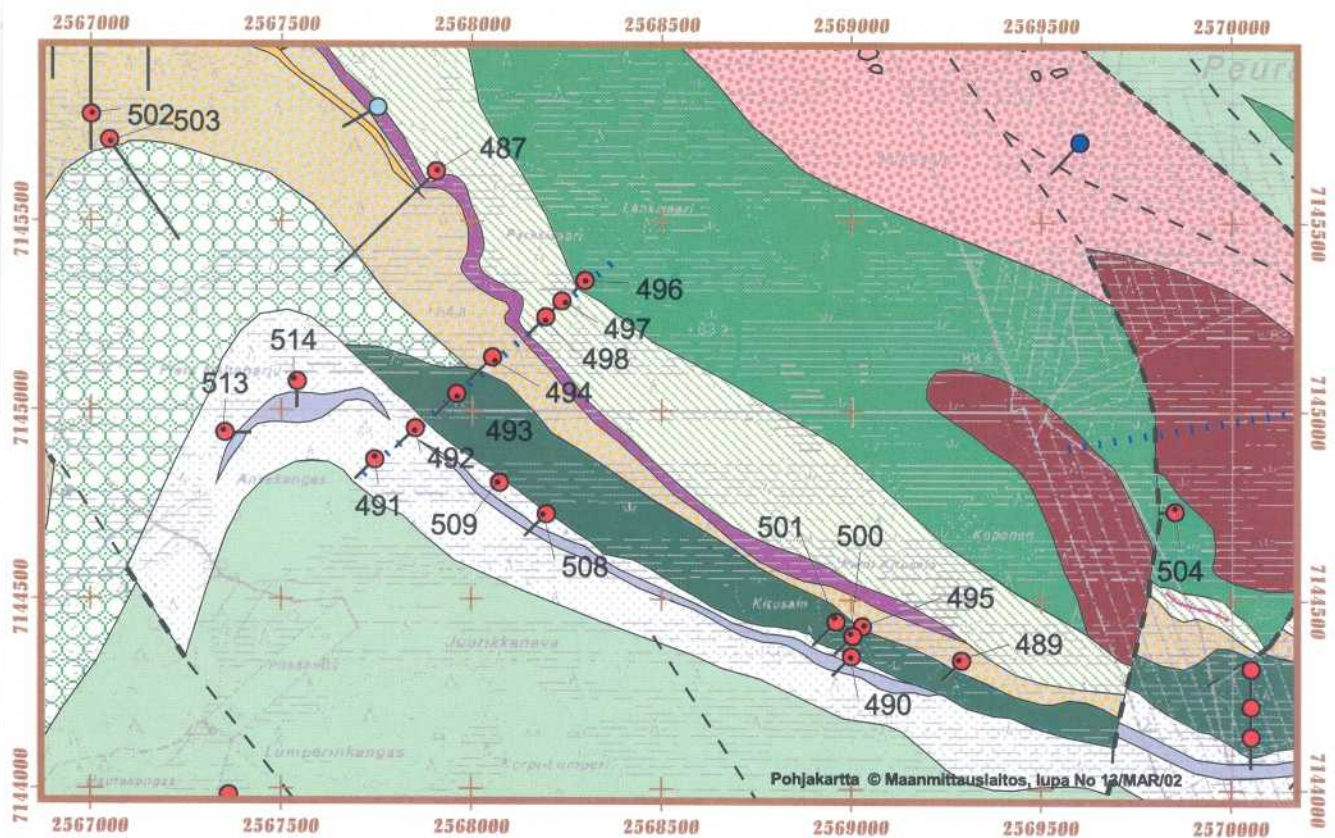
Kokkonevalta runsaan kilometrin päähän pohjoiseen Peuranevan synkliinin keskiosiin kairatulla reiällä **480** tutkittiin gravimetrisen anomalian aiheuttajaa. Reiän alusta syvyyteen 53 m on emäksistä laavaa ja tämän jälkeen reiän loppuun 87.60 m on kvartsidioriittia. Kivilajit selittävät gravimetrisen anomalian.

Kitusalo

Kitusalon tutkimuskohde sijaitsee Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä Kokkonevan luoteispuolella subvulkaanisen intruusion keskiosassa (kuva 20). Kitusalo valittiin kairauskohteeksi gravimetrisen ja magneettisen mittaustuloksen perusteella. Niiden mukaan Kokkonevan malmiutuman kattopuolella oleva emäksinen laava näytti siirrosten katkomana jatkuvan Kitusalossa. Kokkonevalla malmiutumasta aiheutuvaa sähköistä johdetta ei Kitusalossa kuitenkaan ole. Kairaukset toivat esiin Kokkonevan tyyppisen noin 30 m paksun malmiutuneen vyöhykkeen.

Kitusalon ensimmäinen reikä, **R489**, alkaa kvartsi porfyryisellä kalimaasälpäpitoisella happamalla vulkaniitilla. Sen jälkeen on syvyysvälillä 34.30-78.10 m osin pyrokseenipitoista emäksistä laavaa. Tämän jälkeen on syvyyteen 84.10 rikkikiisupitoista kvartsi porfyryä, jonka jälkeen syvyyteen 100.10 m on kvartsi porfyryistä kordieriitti-biotiittigneisiä. Siinä on heikko rikkikiisu-magneettikiisu-pirote ja anomaalisesti sinkkiä. Korkein sinkkipitoisuus 1 m pituisessa analyysissä on 0.3 %. Reiän lopussa on 0.2 m intermediääristä tuffia. Kokkonevan malmiutumalle tyypillisesti on välin 78.10-84.10 m kalimaasälpäpitoisessa kvartsi porfyryssä anomaalisen alhainen fosfori-, titaani- ja vanadiinipitoisuus, vaikka sen sinkki- ja kultapitoisuus on vain heikosti kohonnut.

Seuraava reikä, **R490**, kairattiin edellisestä 300 m länteen siten, että se lävisti reiän 489 lopun etupuolelle jääneitä kiviä (kuva 21). Reiän alusta syvyyteen 20.60 m on plagioklaasiporfyryä. Tämän jälkeen syvyyteen 43.40 m on sillimaniittipitoista kordieriittigneisiä, jossa on heikkoa magneettikiisu-rikkikiisupiroetta ja satunnaisia sinkkivälkerakeita. Edelleen syvyyteen 45.40 m on plagioklaasiporfyryä. Reiän loppu syvyyteen 99.60 m on intermediääristä kiveä, joka on rautaoksidin värjäämä. Tämä kivilaji lienee hydrotermisesti muuttunutta plagioklaasi-kvartsi porfyryä. Reiästä analysoitiin 33 m pitkä osa väliltä 25.40-58.60 m 1 m pituisissa osissa. Kaikkien analyysien sinkkipitoisuus on anomaalisen korkea. Suurin sinkkipitoisuus on 0.2 %. Analyysivälin alusta syvyyteen 46.40 m kivessä on anomaalisen alhainen titaanipitoisuus.



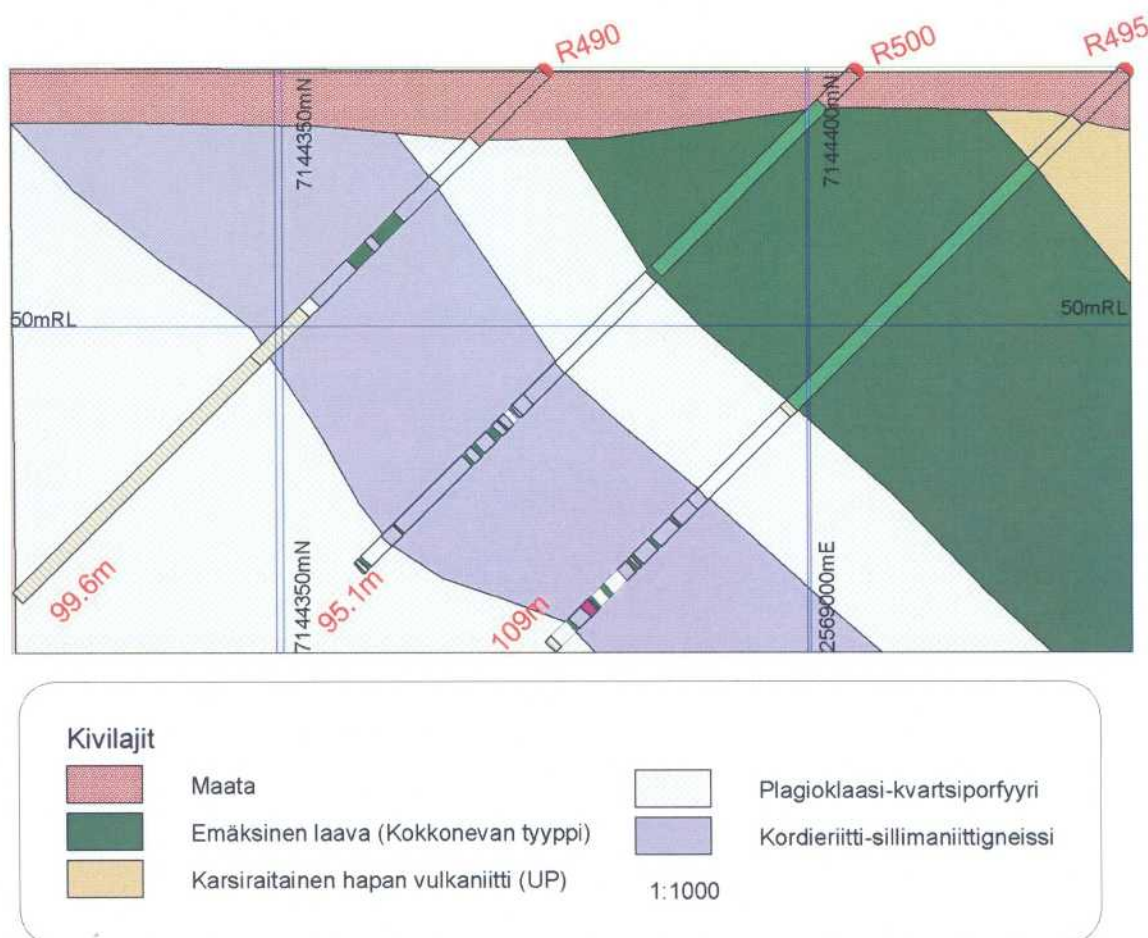
Kuva 20. Kitusalon-Ansakankaan geologia ja kairareikä.
Fig. 20. Geology and drill holes of the Kitusalo-Ansakangas area.

Seuraavaksi kairattiin edellisen taakse, mutta vetelästä suosta johtuen 35 m sen luoteispuolelle, reiät 495 ja 500 (kuva 21). Reikä **495** on profiilin takimmaisina reikä. Kuten reiässä 489, niin reiässä 495 on alussa hapanta vulkaniittia ja sen jälkeen välillä 17.50-63.15 m on osin pyrokseenipitoista emäksistä laavaa. Sitten on syvyyteen 80.05 m plagioklaasiporfyyriä ja tämän jälkeen syvyyteen 95.40 m on kalimaasälpäpitoista kordieriitti-sillimaniittigneissia, jossa on rikkikiisua, magneettikiisua ja vähän sinkkivälkettä piroitteena ja raitoina. Seuraavaksi syvyyteen 101.00 m on osin tremoliitti ja kordieriittipitoista kvartsi-porfyyriä, jossa on paikoin rautakiisuja ja sinkkivälkettä. Välillä 101.00-102.30 m on breksiarakenteinen magneettikiisu-rikkikiisu-sinkkivälkemalmiutuma, jonka kivilaji on kordieriittipitoinen kvartsi-porfyyri. Seuraavaksi syvyyteen 104.55 m on kalimaasälpäpitoista sillimaniitti-kordieriittigneissia, jossa on kiisuja hyvin vähän. Edelleen syvyyteen 107.90 m on kvartsi-porfyyriä. Reikä päättyy syvyydellä 109.00 m intermediääriseen tuffiin. Reiässä on lukuisia alle 1 m levyisiä hienorakeisia emäksisiä juonia. Koko analysoidulla välillä 77.05-109.00 m on anomaalisen korkea sinkki- ja kultapitoisuus. Korkein sinkkipitoisuus 1.75 m pituisessa osassa on 1.1 %. Malmiutumassa on kultaa 0.4 ppm, mutta muuten sitä on vain heikosti anomaalisesti 10-50 ppb, paitsi yhdessä emäksisessä juonessa, jossa kultaa on 0.8 ppm.

Reikä **500** kairattiin 35 m edellisen etupuolelle. Reiän alusta syvyyteen 37.95 m on osin pyrokseenipitoista emäksistä laavaa ja tämän jälkeen syvyyteen 56.00 m on plagioklaasiporfyyriä. Tämän jälkeen syvyyteen 88.85 m on kalimaasälpäpitoista kordieriittigneissia ja kordieriitti-sillimaniittigneissia, sekä 1.05 m pitkä kerros sillimaniittipitoista kvartsi-porfyyriä. Koko tällä välillä 56.00-88.85 m on kohtalaisesti rikkikiisua piroitteena ja raitoina, sekä vähän sinkkivälkettä ja magneettikiisua. Edellisen jälkeen syvyyteen 93.80 m on plagioklaasiporfyyriä. Reiän loppuun syvyyteen 95.10 m on breksioitunutta intermediääristä tuffia. Koko reiässä on lukuisia kapeita hienorakeisia emäksisiä juonia. Koko väli 56.00-88.85 m on sinkki-, kupari ja kulta-anomaalinen. Sinkkipitoisuus on korkeimmillaan 0.2-0.7 %. Kultapitoisuus vaihtelee välillä 20-70 ppb. Aivan välin alussa on 2 metrin matkalla kultaa 0.2 ppm. Korkein sinkkipitoisuus on 1.05 m pitkässä sillimaniittipitoisessa kvartsi-porfyyrissä, jossa on sinkkiä 1.8 % ja sen kultapitoisuus on 66 ppb. Kuparia on parhaimmillaan 500 ppm.

Kairausprofiilin reikien 495 ja 500 mukaan kivilajien ja myös malmiutuman kaade on n. 45° koilliseen.

Reikä **501** kairattiin 60 m reiän 500 luoteispuolelle malmiutuman jatkuvuuden tutkimiseksi. Reiän alusta syvyyteen 60.20 m on emäksistä laavaa ja tämän jälkeen syvyyteen 77.50 m on plagioklaasiporfyyriä. Tämän jälkeen syvyyteen 104.50 m vuorottelevat kordieriittigneissi, kordieriitti-sillimaniittigneissi ja kvartsi-porfyyri. Kivissä on rikkikiisua ja magneettikiisua piroitteena ja raitoina, sekä paikoin vähän sinkkivälkettä. Koko välillä on runsaasti emäksisiä juonia. Reiän loppu syvyyteen 121.00 m on kvartsi-porfyyriä, jossa on edelleen runsaasti emäksisiä juonia. Koko välillä 77.50-104.50 m on anomaalisen korkea sinkki- ja kultapitoisuus ja anomaalisen pieni titaanipitoisuus. Suurin sinkki- ja kultapitoisuus on sillimaniittigneississä välillä 93.80-95.50 m, jossa sinkkiä on 1.4 % ja kultaa on 0.2 ppm. Kuparia on 200-400 ppm välillä 79.60-94.50 m.



Kuva 21. Poikkileikkaus Kitusalosta. R490 on 35 m tason yläpuolella.
Figure 21. Cross section from Kitusalo. Drillhole R490 is 35m from the plane.

Ansakangas

Ansakangas sijaitsee Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä Kitusalon luoteispuolella tunnetun subvulkanisen intruusion luoteispäässä, jossa geofysikaalisten mittaustulosten ja kairauksen perusteella luode-kaakkosuuntainen synkliinin kylki kääntyy kohti lounasta muodostaen pohjoiseen painuvan poimun harjan (kuva 20). Geofysikaalisten mittaustulosten perusteella synkliinin kyljen kivilajien jatkuvuutta lounaaseen ei voida seurata, eikä sitä kairauksinkaan ole tutkittu. Subvulkaniitti onkin tulkittu päättyvän luode-kaakkosuuntaiseen siirrokseen.

Ansakankaalle kairattiin ensivaiheessa pitkä POKA-profiili matalalentogeofysiikan perusteella. Työn tarkoituksena oli selvittää alueen geologiaa ja Kitusalon malmitutuman mahdollista jatkumista luoteeseen. Ansakankaan kairausprofiililla saatiin yhtenäinen leikkaus synkliinin lounaiskyljeltä.

Profiilin koillispuolella rei'issä **496** ja **497** on intermediääristä tuffia. Sen lounaispuolella reiän **498** alussa on intermediääristä tuffia ja loppupuolella on grafiittituffia, karsia, karbonaattikiveä ja karsiraitaista hapanta vulkaniittia, eli tyypillinen Lampinsaari-assosiaatio. Kaikissa kivilajeissa on heikko magneettikiisu-rikkikiisupirote. Huomattavaa on, että grafiittituffi ja hapanta vulkaniitti on kalimaasälpäpitoista. Lampinsaari-assosiaation paksuus on 170 m. Edellisen lounaispuolella reiän **494** alkuosassa on Kokkonevan tyyppistä emäksistä laavaa ja hienorakeista, osin kvartsi porfyryyristä ja paikoin karbonaattipitoista hapanta vulkaniittia vuorokerroksina. Reiän lopussa ja reiän **493** alussa on raitaista, osin lapillipiirteistä emäksistä tuffia ja emäksistä laavaa vuorokerroksina. Reiän 493 lopussa ja tämän lounaispuolella olevassa reiässä **492** on

plagioklaasiporfyryä, jossa on vähän rikkikiisua ja anomaalisen korkea sinkkipitoisuus. Tämä on sama kivilaji kuin Kokkonevan ja Kitusalon malmitumien isäntäkivi, mutta siinä ei ole kunnan malmitumaa, eikä malmitumiseen liittyviä muutoksia. Kivestä puuttuu niin kalimaasälpä, sillimaniitti, muskoviitti kuin kordieriittikin. Edelleen lounaaseen päin reiässä 491 on alusta syvyyteen 64.90 m plagioklaasi-epidoottikiveä. Kivestä on 35 % epidoottia ja 60 % plagioklaasia, lisäksi on vähän kloriittia. Malmimineraaleja ei ole lainkaan. Hienorakeisessa kivessä on etenkin koillisreunalla plagioklaasiporfyyrin piirteitä, jonka muuttumistulosta se voisi olla. Tämä lounaisin reikä päättyy intermediääriseen tuffiin, jossa on runsaasti plagioklaasi-epidoottikiviraitoja.

Reikä, **R 487**, kairattiin 500 m Ansakankaan profiilin luoteispuolelle ja sillä oli tarkoitus lävistää yhdellä reiällä synkliinin kylki Lampinsaaren assosiaation kivistä aina Kokkonevan tyyppiseen malmitumaan. Reikä kairattiin suuntaan 225° ja kairauskulma oli 45°. Alusta syvyyteen 44.60 m on emäksistä vulkaniittia, joka on breksioitunutta, osin grafiittipitoista, hiertynyttä ja rikkonaista. Kiveä leikkaa voimakas heikkousvyöhyke, siirros. Tämän jälkeen on Lampinsaaren assosiaation kiviä aina syvyyteen 291.50 m. Välillä 291.50-380.30 m on intermediääristä tuffia, jossa on välillä 314-344 m useita myloniittiutuneita breksiavyöhykkeitä, siirroksia. Seuraavaksi reikä tavoitti Kokkonevan malmituman tyyppisen kivilajiseurueen, jota on syvyydestä 380.30 m reiän loppuun syvyyteen 514.15 m. Se alkaa kalimaasälpäpitoisella kvartsi-epidoottikivellä, jossa on hieman rikkikiisua raitoina ja breksioina. Tätä kiveä on välillä 380.30-447.90 m. Seuraavaksi on syvyydellä 447.90-472.00 m muskoviittipitoista kordieriitti-sillimaniittikiveä. Siinä on kohtalaisesti rikkikiisua piroitteena ja raitoina. Sinkkivälkettä on vähän raitoina ja satunnaisina rakeina, lisäksi kivessä on vähän sinkkispinelliä, gahnittiä. Välillä 472.00-483.00 m on plagioklaasiporfyryä, jossa on kapeita kordieriitti-sillimaniittigneissiosia. Reikä päättyy syvyydellä 514.15 m kordieriittigneissiin, jossa päämineraaleina ovat kvartsi ja terve kordieriitti. Lisäksi on vähän plagioklaasia, biotiittia, muskoviittia ja kloriitiksi muuttunutta amfibolia. Magneettikiisua, rikkikiisua ja magnetiittia on heikkona pirotteena. Reikä leikkaa koko matkan kiven liuskeisuutta ja raitaisuutta 70° kulmalla. Analyysien mukaan kvartsi-epidootti on heikosti kulta-anomaalinen syvyydestä 411.20 m lähtien, mutta sinkkiä on anomaalisen runsaasti vain lyhyellä matkalla, jolloin titaania on anomaalisen vähän. Emäksisessä juonessa kvartsi-epidoottin ja kordieriitti-sillimaniittikiven välissä syvyydellä 447.90-451.00 m on anomaalisen korkea sinkki- ja kultapitoisuus. Keskellä juonta on 1 m matkalla kultaa 1.2 ppm. Kordieriitti-sillimaniittikiveä on välillä 451.00-472.00 m ja siinä on keskimäärin 0.19 % sinkkiä ja 0.1 ppm kultaa. Siitä voidaan erottaa 6 m pitkä osa, jossa on 0.33 % sinkkiä ja 0.16 ppm kultaa. Huomattavaa on myös kiven korkea lyijypitoisuus, joka on n. 250 ppm. Plagioklaasi-kvartsi-epidoottikivessä välillä 472.30-483.00 m on vain hyvin vähän kohonnut sinkkipitoisuus, mutta edelleen reiän loppuun syvyyteen 514.15 m jatkuvassa kordieriittigneississä on anomaalisen korkea sinkkipitoisuus. Titaanipitoisuus on anomaalisen alhainen kvartsi-epidoottikivessä ja kordieriitti-sillimaniittikivessä ja on alhaisimmillaan plagioklaasi-kvartsi-epidoottikivessä, vaikka sen sinkki- ja kultapitoisuudet ovat vaatimattomat.

Reikä **502** kairattiin 850 m reiän 487 länsipuolelta suuntaan 180°, kairauskulma oli 45°. Reikä suunniteltiin siten, että se lähtisi Lampinsaaren assosiaation karsikivistä ja saavuttaisi Kokkonevan malmituman kivilajiseurueen sen lounaaseen kääntyväksi tulkitun antikliinin harjassa. Reikää kairattiin vain 134.85 m, kun se päätettiin lopettaa, koska sen leikkauskulma oli keskimäärin 45°, jolloin sen arveltiin osuneen antikliinin länsikyljelle leikaten sitä hyvin loivasti. Koko reikä on diopsidikarressa.

Uusi reikä, **R503**, kairattiin edellisestä 85 m kaakkoon ja kairaussuunnaksi muutettiin 145°. Kaltevuuskulmana säilytettiin 45°. Reikä alkaa diopsidikarrella, jota on syvyyteen 20.95 m. Tämän jälkeen on graniittia ja dioriittia syvyyteen 34.20 m. Seuraavaksi on paksu kerrostuma pyroklastisia vulkaniitteja, joita leikkavat lukuisat emäksiset juonet ja muutamat pegmatiittijuonet. Kerrostuma alkaa happamalla plagioklaasiporfyrisellä lapillituffilla, jota on

syvyyteen 40.70 m. Loppuosa syvyyteen 455.80 m on intermediääristä lapillituffia ja tuffibreksiaa, jossa on 8 m paksu emäksinen mantelilaavakerros. Reiän loppu syvyyteen 471.40 m on hieman rikkikiisua sisältävää keskirakeista kvartsiporfyryä, joka on samaa subvulkaniittia, kuin reiässä 487 ja Kokkonevan malmituman isäntäkivi. Anomaalisia metallipitoisuuksia ei kvartsiporfyyrissä ole. Reiän pituus ei riittänyt tavoittamaan sitä mahdollista malmitunutta vyöhykettä, joka lävistettiin reiällä 487.

Reikä **514** kairattiin 400 metriä Ansakankaan profiilin länsipuolelle ja samalla 650 m reiän 487 etupuolelle. Reikä kairattiin suuntaan 180 astetta 45 asteen kulmalla. Reiällä tutkittiin Kokkonevan tyyppisen malmitumavyöhykkeen mahdollista pinnallista jatkumista heikon sähköisen johteen kautta luoteeseen. Alusta syvyyteen 26.90 m on rapautunutta kvartsi-plagioklaasiporfyryä. Tämän jälkeen syvyyteen 73.20 m on osin muskoviittipitoista kordieriittigneisiä, joka on kvartsiporfyyristä. Kivessä on heikko rikkikiisupirote, mutta sinkkivälkettä on vain muutama rae. Hienorakeisia hiertyneitä emäksisiä juonia on runsaasti. Reiän loppuun syvyyteen 98.50 m on heikosti rikkikiisupiroteista kvartsi-plagioklaasiporfyryä. Kordieriittigneissi on heikosti sinkkianomaalinen, satunnaisesti jopa 0.1 % Zn. Reiällä tavoitettiin siten sama muuttumisvyöhyke, joka on syvemmältä lävistetty reiällä 487, mutta huomattavasti heikompana.

Reikä **513** kairattiin 200 m reiän 514 lounaispuolelle malmitumavyöhykkeen lounaaseen kääntyvän jatkeen toteamiseksi. Reikä alkaa intermediäärillä vulkaniitilla, jota on syvyyteen 40.80 m. Väli 40.80-80.50 m on kvartsi-plagioklaasiporfyryä, jossa on 5 m pitkä rikkikiisumagneettikiisupitoinen kordieriittigneissivyöhyke. Reiän loppuun syvyyteen 100.30 m on hienorakeista raitaista hapanta vulkaniittia, joka on granaatti- ja muskoviittipitoista. Raitaisuus lieenee voimakkaasti suuntautunutta heittelerakennetta. Tämä on siten ainoa havainto subvulkaniseen kvartsi-plagioklaasiporfyryyn liittyvästä happamasta vulkaniitista Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä. Analyyseissä ei ole mitään mainittavaa.

Kairaustulos osoitti malmitumavyöhykkeen kääntyvän kohti lounasta ja reiät 513 ja 514 kairattiin siten poimun harjan alueelle, sen eri kyljille.

Juurikka nimiseen kohteeseen Ansakankaan kaakkoispuolelle kairattiin kesällä 2002 reiät **508** ja **509** heikkoon sähköiseen johteeseen, joka on Kitusalon malmituman luoteisella jatkeella (kuva 20). Reikien profiiliväli on 150 m. Molemmat reiät lävistivät samoja kivilajeja ja reikä 508 analysoitiin kokonaan. Reikä 508 alkaa hiertyneellä, osin myloniittisella kvartsiporfyyrillä, jota on syvyyteen 44.90 m. Seuraavaksi syvyyteen 56.00 m on kvartsiporfyyristä kordieriittigneisiä, jossa on heikko hienorakeinen magneettikiisu-rikkikiisupirote. Edelleen syvyyteen 82.30 m on kvartsiporfyryä. Reikä päättyy syvyydellä 113.90 m plagioklaasi-epidoottikiveen, joka on samaa kiveä kuin Ansakankaan kairausprofiilin lounaisimman reiän 491 loppuosa. Reikä analysoitiin kokonaan. Alkuosan kvartsiporfyyrissä on hyvin heikko tasainen anomaalisen korkea kultapitoisuus, noin 15 ppb. Sinkkipitoisuus nousee vain satunnaisesti.

Vilminko

Vilmingon alue on ollut Outokumpu Oy:n aktiivisena tutkimuskohteena 1950-luvun puolivälissä ja uudelleen 1960-luvun puolivälissä. Viimeisimmät tutkimukset Outokumpu Oy teki alueella 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa. Näissä tutkimuksissa alueelle tehtiin 30 kairareikää. Kairauksen lisäksi alueella suoritettiin geofysikaalisia mittauksia sekä monenlaisia geokemiallisia näytteenottoja. Suoritettujen tutkimusten perusteella alueelle saatiin rakennemalliksi loiva-asentoinen synformi-antiformipari. Alueelta selvimmin erottuvana kivilajina tunnistettiin grafiittirikas mustaliuske. Mustaliuskeen päällä on grafiittipitoista kordieriitti-muskoviittigneissiiä ja alapuolella puolestaan diopsidikarsia, dolomiitteja ja karsiraitaisia happamia vulkaniitteja. Vähäiset sulfidipitoisuudet, joista merkittävin osa on magneettikiisua, ovat mustaliuskeen alapuolella sijaistsevassa karsikivessä (Pelkonen 1992).

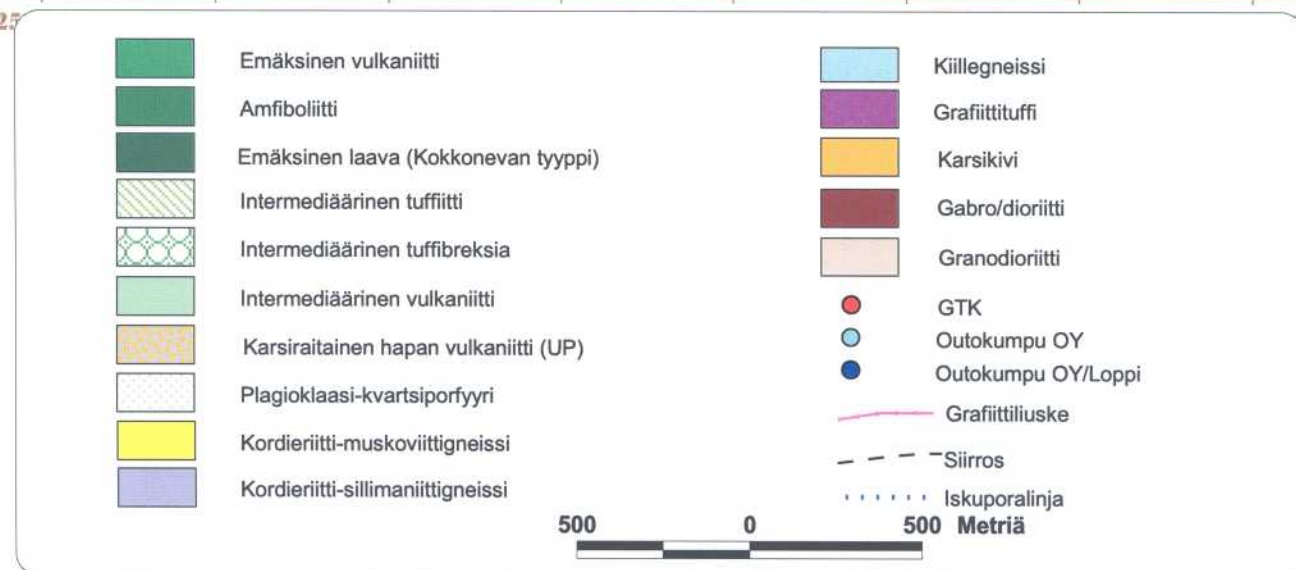
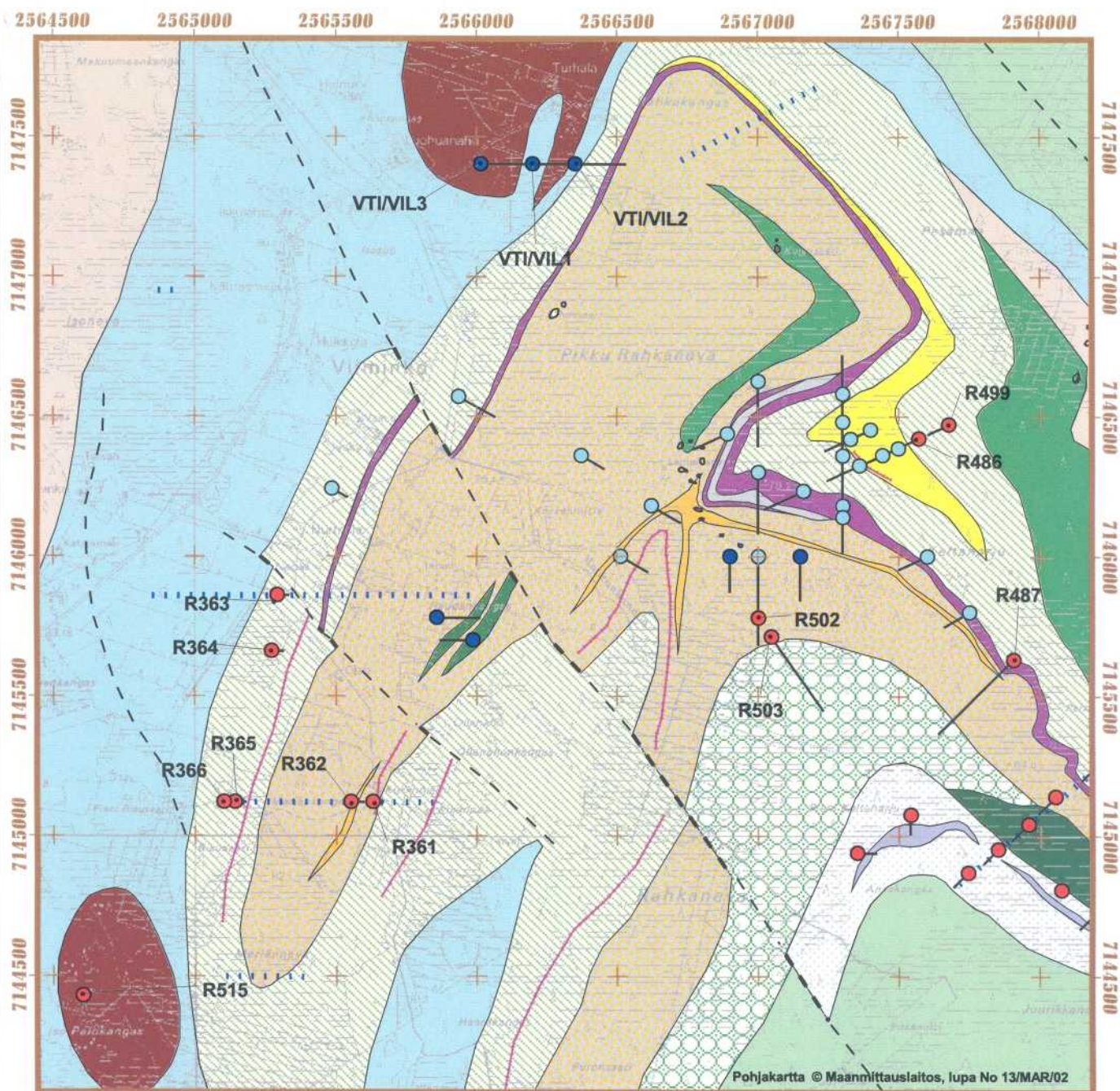
1990-luvulla Vilmingon alueen tutkimukset jatkuivat Vihanti-Pyhäsalmi –hankkeen käynnistettyä alueella kenttätöitä. Alkuvaiheissa tehtiin kallioperäkartoitusta malminetsinnällisen tutkimuksen keskittyttyä Vilmingosta itään sijoittuvalle Rasinperän-Näsälänperän alueelle. 2000-luvun alkupuolella kairaukset siirtyivät vähitellen Näsälänperän suunnasta Kokkonevalta Vilminkoon, jossa tehtiin kolme syvempää reikää litologian ja rakenteen selvittämiseksi (kuva 22).

Tutkimusten tuloksena oli, että Lampinsaari-tyyppiset kivet jatkuvat Outokumpu Oy:n esittämällä tavalla Vilmingosta Näsälänperälle. Tärkeämpänä tuloksena oli kuitenkin uuden malmiutuneen ja muuttuneen kvartsiporfyyrin löytyminen Lampinsaari-assosiaation alapuoleisista kivistä sekä sen lähes suoraviivainen jatkuminen Kokkonevalta Vilminkoon asti. Outokumpu Oy:n Vilminkoon kairaamat reiät eivät koskaan ylittäneet karsi/hapan vulkaniitti-yksikön läpi tähän anomaliseen yksikköön. Nykyisen tutkimusvaiheen loppupuolella yritettiin kolmella Vilminkoon kairatulla syvällä reiällä tavoittaa tätä malmiutunutta kvartsiporfyryä, joka rakennemallin mukaisesti pitäisi painua karsikivien alle. Näistä rei'istä eteläisimmät (R487 ja R503) tavoittivatkin kyseisen kivilajin, mutta pohjoisin synkliinin keskelle kairattu reikä (R486) lävisti vain siirroksien kertauttamia karsia ja grafiittiliuskeita.

Kairaustulosten ja geofysiikan tulkintojen avulla myös rakennegeologinen kuva alueesta tarkentui ja johtopäätöksenä on, että Vilmingon alue muodostuu SE-NW –suuntaisen d_1 –poimurakenteen ja sitä SW-NE- suunnassa poimuttavan d_2 –poimurakenteen interferenssikuviona. Nuoremmat hauraat siirrokset leikkaavat poimuinterferenssiä SE-NW-suunnassa.

Nykyisissä tutkimuksissa voidaan todeta, että Vilmingon alueella valtakivilajeina ovat happamat ja intermediääriset vulkaaniset kivet. Poimukuvion keskellä oleva hapan vulkaniitti on tulkittu kuuluvaksi Lampinsaari-assosiaation karsiraitaiseen happamaan vulkaniittiyksikköön. Tästä alueesta on saatavilla tietoa ainoastaan muutamasta kairareikästä ja paljastumasta. Kairareikien hapan vulkaniitti on vaaleaa hienorakeista kvartsi-maasälpäliusketta, jossa on tunnusomaisena piirteinä karsimaisia osia. Paljastumista on havainnoitu ryoliittista kvartsiporfyryä ja karsiraitaista hapanta vulkaniittia. Tästä hienorakeisesta, homogeenisesta, harmaanvalkoisesta kvartsiporfyyristä on otettu ikänäyte, joka osoittaa kiven kuuluvan nuorempaan svekofennialaiseen vulkaaniseen ryhmään. Paljastumissa on lisäksi karsiraitaista ja kiisuuntunutta emäksistä vulkaniittia, joka kuulune Lampinsaari-assosiaation vulkanismiin. Poimurakenteen luoteisosaan kairatussa kairareikäprofiilissa (VTI/VIL1-3) syvien reikien lopussa esiintyy tiivistä hapanta vulkaniittia, joka on osin karsiraitaista ja osin homogeenisempaa kloriittitäpläistä kiveä.

Karsiraitaisen happaman vulkaniitin välikerroksina on yleisesti karsivälikerroksia, joista paksuimmat ovat useiden metrien paksuisia ja ilmeisesti melko laaja-alaisiakin kerroksia. Karret ovat pääasiassa diopsidi- tai tremoliittikarsia. Näitä kiviä esiintyy runsaimmin Vilmingon poimurakenteen etelä- ja itäosissa. Karsiin liittyy muutamissa paikoissa kapeita magneettikiisumalmiutumia ja alueelta tavatut vähäiset sinkkipitoisuudet keskittyvät näihin kiviin. Outokumpu Oy:n kairaukset keskittyvät suurelta osin näihin vulkaniitteihin ja –karsiin.



Kuva 22. Vilminko alueen geologia ja kairareitit.
Fig. 22. Geology and drill holes of the Vilminko area

Poimurakenteessa ylöspäin mentäessä UP-horisontin karsien ja happamien vulkaniittien päälle tulee varsin heterogeeninen kivilajiseuranto, joka koostuu hienorakeisista intermediäärisistä tuffisista sedimenteistä ja runsaista grafiittipitoisista liuskeista. Jonkin verran esiintyy myös puhtaampia happamiksi vulkaniiteiksi kuvattuja kiviä ja hienorakeinen kvartsifragmenttinen fylliittinen liuske. Grafiittituffit ovat joko mustaliuskeita tai grafiittipitoisia kvartsi-maasälpäliuskeita. Kokonaisuutena tätä pakettia on kuvattu Lampinsaari-assosiaatioon liittyväksi grafiittituffiittiyksiköksi, joka selvien geofysikaalisten anomalioidensa vuoksi on Vihannin alueen selväpiirteisin johtohorisontti. Vilmingon alueella näitä kiviä on runsaimmin samoilla paikoilla, missä em. karsiakin esiintyy. Poimurakenteen länsikyljellä grafiittituffien osuus on sen sijaan aika pieni. Kaakkonpään nämä kivet jatkuvat aika suoraviivaisesti synkliinin kyljellä kohti Kokkonevaa. Grafiittituffin yläpuolella on intermediääriseksi tuffiksi nimetty kivilaji, joka kiertää koko poimurakennetta yhdessä grafiittituffin kanssa. Tämän kivilajin vaihtuminen länsipuoleisiin kiillegneissihin on vielä ratkaistamatta, mutta yhtenä vaihtoehtona on näiden tuffisten kivien vähittäinen vaihtuminen yhä biotiittirikkaammiksi kiillegneisseiksi. Tämä kiillegneissi olisi siten stratigrafiassa ylempänä kuin UP-horisontin alapuoleiset migmatoituneet kiillegneissit. Intermediäärisen tuffin sisällä on Vilmingon poimuinterferenssin synformialtaassa maksimissaan n.100 m paksu grafiittipitoinen muskoviitti-kordieriittigneissi. Tätä kivilajia lävistettiin mm. reiällä R486.

Nykyisen tutkimusvaiheen aikana Vilmingon Keltaharjuun kairattiin kaksi reikää vanhan Outokummun kairausprofiilin jatkeille. Näillä pyrittiin selvittämään mm. intermediäärisen tuffin keskellä olevan kordieriitti-muskoviittigneissin alkuperää ja mahdollista karsien alapuolella olevaa kvartsi-porfyryä. Rei'istä takimmainen **R499** on 117 m pitkä POKA-reikä ja se on kokonaisuudessaan intermediäärisessä tuffissa. Tämän etupuolelle kairattiin 521.85 m pitkä reikä **R486** synformin keskelle suuntaan 245° 75 asteen kulmalla.

Reiän 486 alusta syvyyteen 35.70 m on intermediääristä tuffiittia, jossa on vaaleita plagioklaasista ja kvartsista koostuvia pieniä heitteitä ja kvartsiklasteja. Paikoin on vähän rautasulfideja ja grafiittia. Edelleen syvyyteen 137.25 m on kalimaasälpäpitoista muskoviitti-kordieriittigneissia, jossa on magneettikiisua piroteena ja hieissä on havaittu muutamia pieniä sinkkivälkerakeita. Asultaan kivi on hienorakeista, tasarakeista, granoblastista ja muistuttaa siten Lampinsaari-assosiaation hapanta vulkaniittia. Ohuina välikerroksina on intermediääristä tuffiittia. Seuraavaksi välillä 137.25-240.20 m on grafiittituffia ja välikerroksina intermediääristä tuffiittia. Grafiittituffissa on päämineraaleina vaihtelevissa suhteissa kvartsia, plagioklaasia, kalimaasälpää, biotiittia ja grafiittia. Paikoin on havaittu kvartsirikkaita kerroksia, joissa on vähän andalusiittia. Kivessä on paikoin kohtalaisestikin magneettikiisua ja rikkikiisua piroteena ja breksioina. Hieissä on havaittu myös yksittäisiä sinkkivälkerakeita.

Syvyydeltä 240.20 m syvyyteen 312.30 m on diopsidikartta, jossa on kohtalaisesti magneettikiisua ja vähän rikkikiisua piroteena ja breksioina. Tämän jälkeen on välillä 312.30-347.40 m hienorakeinen emäksinen juoni, jossa reikä leikkaa liuskeisuutta vain 5° kulmalla. Edelleen syvyyteen 365.40 m on diopsidikartta, joka on breksoitunutta, erittäin rikkonaista ja ruhjeista. Kyseessä on voimakas heikkousvyöhyke, ilmeinen siirros, joka kallion pinnalla on luode-kaakkosuuntainen ja näkyy magneettisilla kartoillakin. Mitä todennäköisimmin siirroksen vertikaaliliikunta aiheutti sen, että siirroksen alapuolella lävistettiin uudelleen jo kertaalleen lävistetyt kivet grafiittituffista lähtien päättyen karsikiveen syvyydessä 497.80 m. Tämän jälkeen reiän loppuun syvyyteen 521.85 m on homogeenista intermediääristä vulkaniittia. Ennen siirrosta reikä leikkaa kiven liuskeisuutta ja raitaisuutta 60° kulmalla tai jopa jyrkemmin. Siirroksen jälkeen leikkauskulma on 45° ja viimeisessä kivilajiyksikössä vain 5°. Huonosta leikkauskulmasta ja rikkonaisen kiven aiheuttamista vaikeuksista johtuen kairaus lopetettiin, koska ei ollut enää todennäköistä päästä haluttuun kivilajiyksikköön kohtuullisella syvyydellä.

Näsälänperä

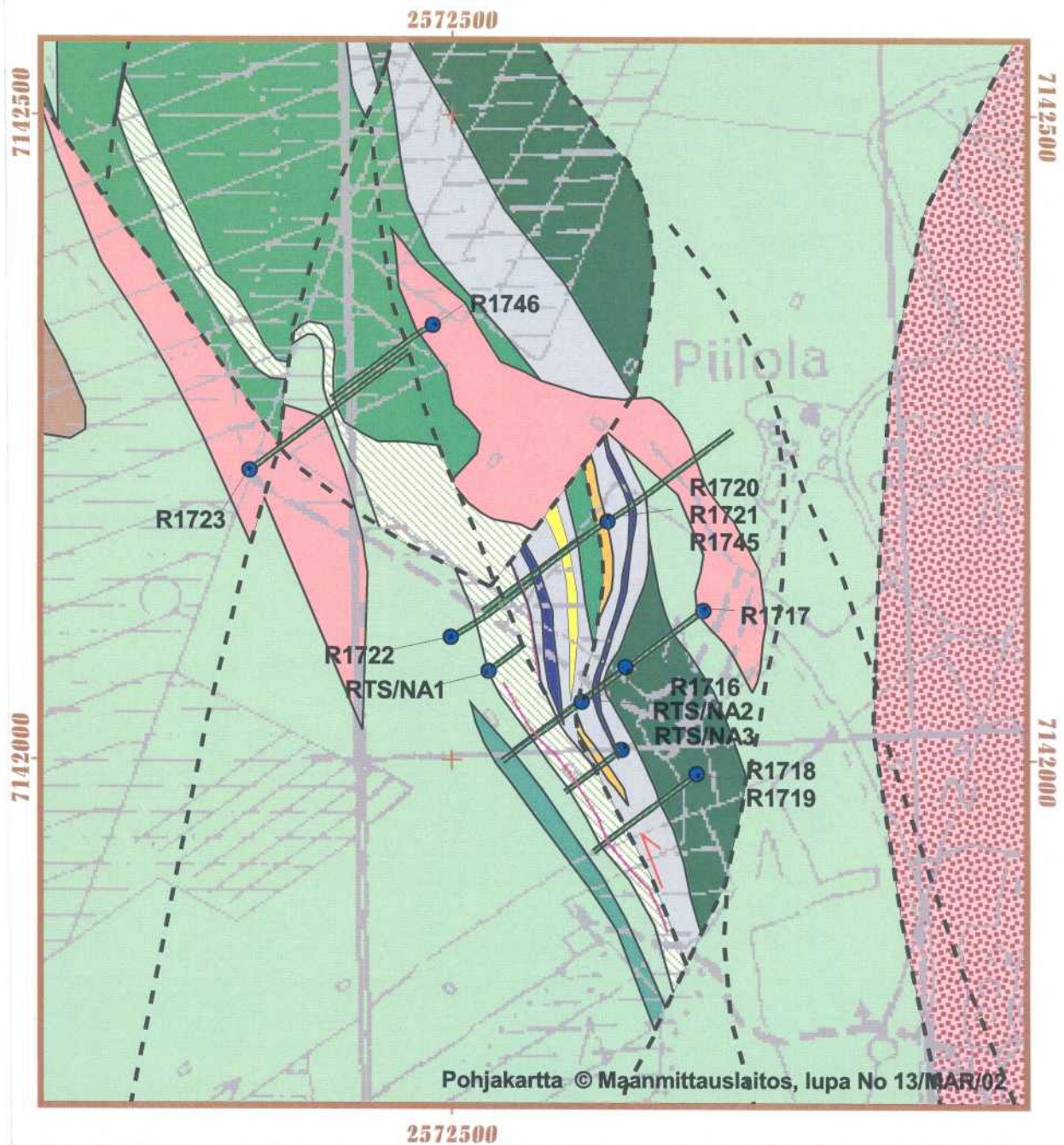
Rantsilan (3412 05) ja Vihannin (2434 08) karttalehtien rajalle sijoittuva Näsälänperä on ollut Outokumpu Oy:n malminetsintäkohteena 1950-luvulta asti. Tutkimuksiin johti alueelta löydetty Zn-malmilohkare, nk. ”Näsäsen lohkar”, jossa on 3.2% Zn (Pelkonen 1992). Lohkareen lähtöpaikkana pidettiin ensin Vilminkoa, mutta pian todettiin kuitenkin, että Vilmingon UP-horisontin kivet jatkuvat kaakkoonpäin Näsälänperän alueelle. Toinen vastaavanlainen kivilajivyöhyke tulee pohjoisesta suoraan Näsälänperälle. Näiden anomalioiden yhtymäkohdassa on selvärajainen sähköinen ja magneettinen anomalia, josta 1970-luvun lopulla paikannettiin kairauksin pieni malmiaihe. Outokumpu Oy:n malminetsintä kairasi Savalojan tuntumaan 1978 kahdeksan reikää (reiät 1716-1723, 1745 ja 1746), joilla paikannettiin kaksi erillistä kapeaa malmiutumaa. Jatkotutkimuksissa 1982 kairattiin muutama reikä lisää lähinnä pintaosien selvittämiseksi (RTS/NÄ1 1-4). Lopputuloksena oli arvio, jossa avolouhittavaa malmin olisi n. 30 000 tonnia (2.17% Zn ja 14 ppm Ag) (Pelkonen 1992).

Vihanti-Pyhäsalmi-hankkeen tutkimuksiin liittyen revidoitiin myös Lopen kairasydänarkistoon sijoitettu Näsälänperän aineisto. Tarkastelun tuloksena Näsälänperän malmiutuman kivilajit ovat korreloitavissa Peuranevan synkliinin itälaidalla oleviin Honkisaloon alueen kivilajeihin.

Mineralisaatio koostuu kahdesta erillisestä SE-NW –suuntaisesta malmiutumasta, joiden pituus on alle 200 m ja leveys 1-2 m (kuva 23). Tutkimusten perusteella Näsälänperän mineralisaatio on emäksisen-intermediäärin vulkaniitin päällä olevassa raitaisessa happamassa vulkaniittissa, jonka paksuus on n. 20-30 m. Hapan vulkaniitti sisältää vaihtelevan paksuisia kordieriitti- ja muskoviittimuuttuneita kerroksia. Malmiutuneen happaman vulkaniitin päällä on karsikiviä, karsiraitaisia happamia vulkaniitteja sekä intermediäärisiä grafiittituffeja ja intermediäärisiä vulkaniitteja, joissa on myös kordieriitti- ja muskoviittimuuttuneita kerroksia. Tämä päälle tuleva paketti vastaa Kokkonevan ja Honkisaloon Lampinsaari-assosiaation kivilajeja.

Tämän tutkimuksen perusteella Näsälänperän mineralisaatio on korreloitavissa suoraan Peuranevan synkliinin itäkyljelle Honkisaloon, jossa kivilajit ja malmiutunut vyöhyke ovat vastaavanlaisissa asemassa. Vähäisen kairaustiedon perusteella Näsälänperän mineralisaation ulkopuolisista kivistä ei ole tietoa, eikä myöskään poimurakenteen mahdollisesta länsikyljestä (Kokkonevan puoli) ole mitään tietoa. Lounaisreunaan loppuvat reiät ovat päättäneet voimakkaasti muuttuneeseen kordieriittigneisiin, joka voi olla rinnastettavissa Honkisaloon alueelle reiän 455 loppupäässä olevaan vastaavantyyppiseen muuttuneeseen kiveen.

Esiintymän geometria on selitetty aiemmin kahdella tavalla. Kyseessä on joko tiukan poimun kärki, jossa hapanta muuttunutta pakettia ja malmin on poimutettu tai sitten litologiat kertautuvat vasenkätisen horisontaalisen siirrostuksen vaikutuksesta. Ensimmäistä mallia puoltaa se seikka, että Peuranevan synkliinirakenne näyttäisi päättyvän juuri tähän paikkaan, ja että mineralisaation luoteispään kairausprofiilissa ($K=41.10$) malmiutuma ja muuttumisvyöhyke näyttävät muodostavan ylöspäin avautuvan poimurakenteen. Tässä raportissa esiintymän kaksiosaisuus selitetään kuitenkin mieluummin vasenkätisen siirrostuksen aikaansaannokseksi. Mineralisaation pohjoisempi kylki on tulkittavissa mineralisaation eteläisemmän haaran kaakkoisjatkeeksi, joka on siirretty vasenkätisessä liikunnossa tämän rinnalle. Tätä tulkintaa puoltavat litologioiden samankaltaisuudet eri profiileilla sekä esiintymää pilkkovat siirrokset.



Kivilajit

	Emäksinen vulkaniitti
	Emäksinen laava (Kokkonevan tyyppi)
	Hapan vulkaniitti
	Intermediäärinen vulkaniitti
	Intermediäärinen tuffiitti
	Muskoviitti-kordierittigneissi
	Kordierittigneissi
	Karsikivi
	Malmiutuma

	Kvartsidioriitti
	Graniitti
	Pyrokseenigraniitti
	Siirros
	Grafiittiliuske
	Kairareikä

200 0 200 Metriä

Kuva 23. Näsälänperän geologia ja kairareiät
Fig. 23. Geology and drill holes of the Näsälänperä area

Seuraavassa on kuvattu Näsälänperän geologiaa profiileittain kaakosta luoteeseen päin. Reiät on käyty läpi Lopella ja pääkivilajeista on tehty hieitä muuttumisilmiöiden todentamiseksi.

Kaakkoisin profiili K=40.9 (R1718 ja R1719):

Sähköisen anomalian kaakkoispäähän kairattu profiili, jossa profiiliin kairatut molemmat reiät lähtevät suonittuneesta emäksisestä vulkaniitista ja lävistävät ensin raitaista hapanta vulkaniittia ja sitten karsiraitaista hapanta vulkaniittia ja muskoviittiutunutta grafiittituffia. Molemmat reiät loppuvat intermediääriseen kiveen ja alemmassa reiässä (R1719) on havaittu granoblastista kordieriittimuuttunutta intermediääristä vulkaniittia, joka lienee verrattavissa Honkisalons Lampinsaari-assosiaation kloriitti-kummingtoniittigneissiin tai reiän 455 loppupään muuttuneisiin kiviin. Samanlaista kordieriittigneissia on myös seuraavassa profiilissa vastaavassa asemassa heti grafiittituffin jälkeen. Malmia ei ole tavattu tällä profiililla, mutta vastaavassa asemassa on rikkikiisupitoista muskoviittigneissia metrin matkalla.

Profiili K=40.95 (RTS/NÄ-3):

Tämä pääprofiilien väliin kairattu 71 metrin reikä lävistää raitaista hapanta vulkaniittia ja siinä olevan kapean magneettikiisu-sinkkivälkemalmin sekä tämän päälle tulevan n. 20 m paksun kiisuuntuneen diopsidikarren. Reikä loppuu grafiittituffiin. Kivet korreloituvat helposti viereisiin profiileihin.

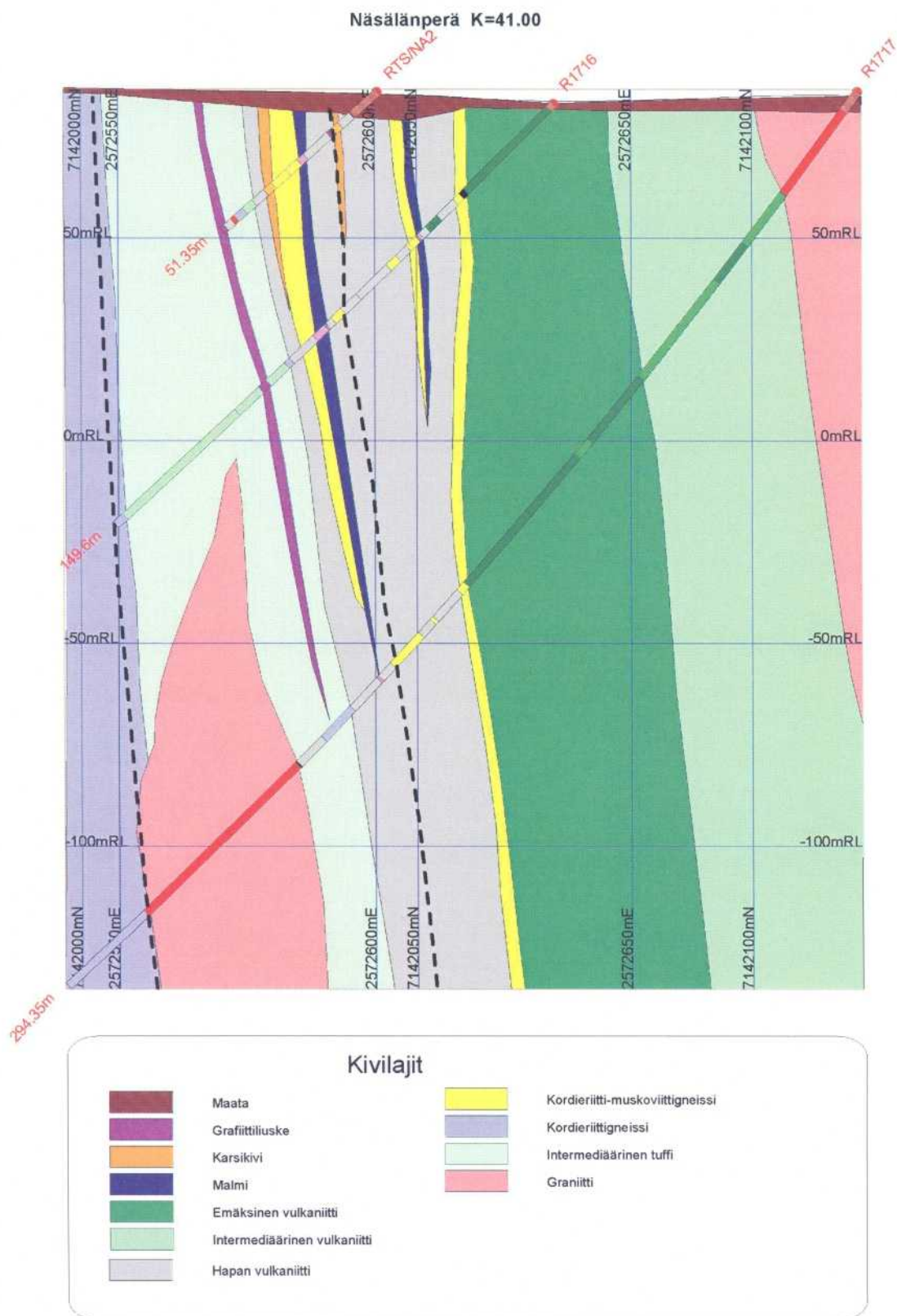
Profiili K=41.00 (R1716, R1717 ja RTS/NÄ-2):

Esiintymän keskiosiin kairatun profiilin yläosissa on lävistetty kaksi malmihorisonttia, mutta alaosassa vain yksi. RTS/NÄ-2 reiän maaputkikairauksessa on kolmaskin aiemmin huomaamaton malmilävistys. Esiintymän rakennetulkinnan mukaan kaikki nämä malmihorisontit edustavat samaa muuttuneessa happamassa vulkaniitissa olevaa malmikerrosta, jota voimakkaat siirrostukset pilkkovat ja kertauttavat. Malmin isäntäkivenä olevan raitaisen happaman vulkaniitin osuus vähenee alaspäin, samoin sen muuttuminen (kuva 24).

Profiilin pitkät reiät lähtevät edellisen pääprofiilin tapaan suonittuneesta emäksisestä-intermediäärisestä vulkaniitista. Kivi vaihtuu osin ruhjeisen kordieriittigneissin kautta raitaiseen happamaan vulkaniittin, joka on osin voimakkaasti kordieriitti- ja muskoviittimuuttunutta kiveä. Profiilin yläosissa on hieman karsikiviä. Raitainen hapanta vulkaniitti vaihetuu ylöspäin grafiittipitoiseksi intermediääriseksi tuffiksi, joka on osin voimakkaasti muskoviittiutunutta ja kloriittiutunutta. Molempien reikien loppupäässä on edellisen pääprofiilin tapaan granoblastista kordieriittigneissia, jossa kordieriitti on voimakkaasti piniittiytynyttä. Tämä kordieriittigneissi poikkeaa selvästi asultaan happaman vulkaniitin yhteydessä olevasta kordieriittigneissistä.

K= 41.05 (RTS/NÄ-1):

Reiän alussa on n. 30 cm diopsidikartta, mutta muutoin kivet ovat vaihtelevasti kordieriittimuuttunutta raitaista hapanta vulkaniittia. Tulkinnan mukaan malmihorisontti olisi tullut vastaan hieman syvemmällä.



Kuva 24. Näsälänperä profiili K= 41.10.

Fig. 24. Näsälänperä profile k= 41.00.

Luoteisin profiili K=41.10 (R1720,1721,1722 ja 1745):

Neljän reiän profiili, jossa on suonittuneen emäksisen vulkaniitin erottamana kaksi erillistä kordieriitti- ja muskoviittimuuttuneiden happamien vulkaniittien luonnehtimaa osuetta. Tämä profiili on tulkittavissa Peuranevan synkliinin itäkyljen osaksi, joka on siirrostuksen vaikutuksesta kahteen kertaan samalla profiililla. Koillispuoleinen haara on ollut alun perin lounaispuoleisen haaran kaakkoinen jatke.

Koillispuoleisessa haarassa (R1745) on hieman magneettikiisumalmia muuttuneiden happamien vulkaniittien yhteydessä. Reiän loppuosa edustaa raitaisen happaman vulkaniitin alapuoleisia intermediäärisiä-emäksisiä vulkaniitteja, joissa on mukana runsaasti tonaliittisia juonia. Emäksisten ja happamien kivien välillä on kapea kordieriittigneissi, jota tavataan niin Näsälänperällä kuin Honkisalossakin vastaavassa asemassa.

Lounaispuoleisessa muuttumisvyöhykkeessä (R1720) on kordieriitti- ja muskoviittigneissien keskellä malmiutunutta kiveä ennen kapeaa karsiosuetta. Malmiutuman jälkeen on edellisten profiilien tapaan vaihtelevasti muuttuneita grafiittituffeja. Reikä loppuu kummingtoniittipitoiseen intermediääriseen kiveen. Tämän reiän alle kairatu R1721 alkaa karsiraitaisella happamalla vulkaniitilla ja kulkee lopun ruhjeista graniittia lukuunottamatta suonittuneessa intermediäärissä-emäksiessä vulkaniitissa, joka on rinnastettu reiän R1716 alkupään kiveen ja reiän 1745 loppupään kiveen.

Profiili K=41.30 (R1723, 1746):

Kahden reiän profiili, joista lounaisempi reikä (R1723) lävistää pääosin ruhjeista graniittia. Toisessa reiässä on granitoidien lisäksi biotiitti-sarviväkeliusketta ja vähän kvartsi-maasälpäliusketta. Malmiutumista tai muuttumista ei ole havaittavissa. Huomionarvoista on voimakas ruhjoutuminen, joka katkaisee Näsälänperän mineralisaation suoran jatkumisen luoteeseenpäin.

Peuranevan synkliinin itäkylki

Rakennetulkinnan ja geofysiikan tulkintojen mukaan Peuranevan synkliinin lounaiskyljen kivet voisivat periaatteessa tulla uudelleen esille synkliinin itäkyljellä. Aiemmin alueelle oli kairattu muutamia reikiä geofysikaalisten anomalioiden selvittämiseksi. Nämä työt on raportoitu jo aiemmin Västin (1998) raportissa, mutta tässä vaiheessa niitä on syytä uudelleenarvioida. Outokumpu Oy oli kairannut Näsälänperän tutkimusten aikoihin muutamia reikiä niin ikään synkliinin tälle kyljelle. Myös nämä reiät tutkittiin uudelleen Lopella.

Synkliinin itäiseltä kyljeltä, Näsälänperän ja Pelkoperän välillä, keväällä 2001 kairatuilla POKA-rei'illä etsittiin Kokkonevan malmiutumalle analogisia kivilajeja kuten emäksistä laavaa ja kvarsti-plagioklaasiporfyryistä kordieriittigneissisiä. Kaikki seitsemän reikää kairattiin suuntaan 90° ja niiden kaade on 45°. Reikien paikat käyvät ilmi kuvasta 17 ja liitteestä 1.

Näsälänperältä pohjoisluoteeseen jatkuvaan heikkoon sähköiseen anomaliaan kairattiin kaksi reikää (R481 ja R482). Näillä molemmilla lävistettiin Kokkonevan tyyppistä emäksistä laavaa ja itäkyljen hapanta vulkaniittia. Subvulkanista kvartsi-porfyryä tai siihen liittyviä malmiutumia tai muuttumisilmiöitä ei kuitenkaan tavattu.

Reikä **481** kairattiin gravimetriseen anomaliaan ja heikkoon johteeseen. Reikä lävistää Kokkonevan tyypistä emäksistä laavaa, jonka keskellä on 13 m myloniittista kiisuuntunutta Peuranevan synkliinin itäkyljen hapanta vulkaniittia. Reikä **482** kairattiin 700 m edellisen pohjoispuolelle erilliseen heikkoon gravimetriseen anomaliaan ja sähköiseen johteeseen. Reikä lävisti intermediääristä tuffia, emäksistä laavaa ja kiisuuntunutta, epidoottiutunutta hapanta vulkaniittia. Reikä päättyi kvartsidioriittiin. Kivilajiseurue muistuttaa Peuranevan synkliinin itäkyljen malmitumavyöhykettä, vaikka siinä ei olekaan anomaalisia metallipitoisuuksia.

Koska reikä **481** loppui emäksiseen vulkaniittiin, kairattiin gravimetrisen anomalian itäreunaan pienialaiseen magneettiseen anomaliaan karttalehden 3412 05 puolelle reikä **368**. Reiän alusta syvyyteen 72 m on ruhjeista graniittia, jonka alakontaktin tuntumassa on peridotiittimurskaleita. Reiän loppu syvyyteen 98.80 m on karkearakeista hiertynyttä pyrokseeni-oliviiniperidotiittia.

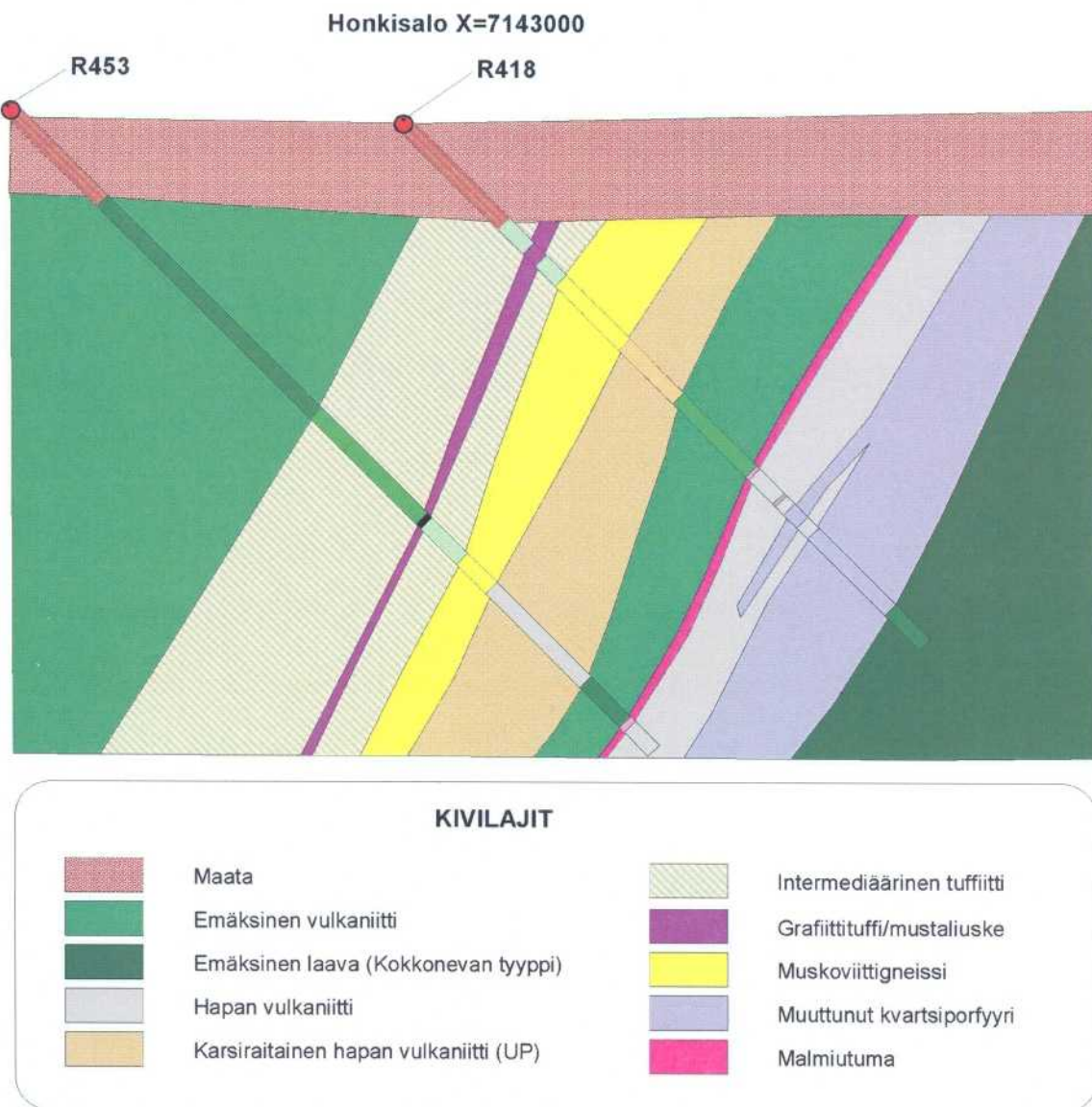
Pienen Honkisalons koillispuolelle kairattiin kolme reikää. Heikkoon johteeseen kairattiin reikä **483**, joka lävisti dioriitin leikkaamaa magneettikiisupitoista intermediääristä tuffia. Samaan profiiliin, 150 m edellisen taakse kairattu reikä **484** alkaa emäksisellä laavalla ja päättyy intermediääriseen tuffiin. Tuffin virtakerroksellisuudeksi tulkitun rakenteen mukaan kiven kerroksellisuuden toppi on reiässä ylöspäin eli länteen, mikä puoltaa synkliinirakennetta. Edelleen 400 m pohjoiseen kairattiin reikä **485** hyvin heikkoon gravimetriseen anomaliaan ja johteeseen. Reiän alkuosa on magneettikiisupitoista intermediääristä tuffia ja reikä päättyi kvartsidioriittiin.

Reikä **488** kairattiin 900 m reiän **485** pohjoispuolelle hyvin heikkoon johteeseen ja gravimetriseen anomaliaan. Intermediääriseen tuffin keskellä on 1 m paksu magneettikiisupitoinen diopsidikarsikerros. Reiällä ei tavattu Kokkonevan alueelle tyypillisiä kiviä.

Aikaisemmassa tutkimusvaiheessa vuosina 1997 ja 1999 oli kairattu noin 1 km Näsälänperältä pohjoiseen neljän reiän profiili, **X 7143000**, jonka rei'istä kaksi itäisintä (**R453** ja **418**) lävistivät synkliinin itäkylkeä (kuva 25). Alempi reikä **453** alkaa kummingtoniittipitoisella emäksisellä vulkaniitilla. Sen jälkeen välillä 51.90 – 70.35 m on hapahkoa intermediääristä vulkaniittia. Välillä 70.35 – 71.10 m on voimakkaasti ruhjeista grafiittituffia. Edelleen syvyyteen 82.45 m on rautakiisupitoista, alussa myös grafiittipitoista muskoviitti-kordieriittigneisiä. Seuraavaksi syvyyteen 98.80 m on rautakiisupiroitteista hapanta vulkaniittia, joka kuuluu Lampinsaari-assosiaatioon. Välillä 98.80 – 105.75 m on hydrotermisesti muuttunutta kalimetasmaattista emäksistä laavaa, jossa on rikkikiisupirote. Tämä on samaa laavaa kuin Kokkonevan malmitutuman kattopuolella. Emäksisen laavan ja alla olevan happaman vulkaniitin kontaktissa on malmitutuma välillä 105.75 – 106.55 m. Magneettikiisu, rikkikiisu ja sinkkivälke breksioivat yhdessä kalimaasylvän kanssa kumppaakin kivilajia. Hapanta, keskirakeista, raitaista vulkaniittia on reiän loppuun syvyyteen 110.70 m. Kivi on osin epidoottiutunutta ja siinä on rikkikiisua piroteraitoina. Kivessä on lisäksi, halkaisijaltaan 1-3 mm olevia sarvivälkeläikkuja, joiden keskellä on magnetiittia. Lisäksi on 1-2 mm kokoisia erillisiä magnetiittirakeita. Analyysien mukaan malmitumassa on 0.2 % Zn, 0.06 % Cu, 15 ppb Au ja 11 % S. Malmitutuman alapuolen happamassa vulkaniitissa on hieman vähemmän Mg, Ca, Cr ja Ni kuin Lampinsaari-assosiaation happamassa vulkaniitissa. Ero on kuitenkin varsin pieni.

Ylempi reikä **418** alkaa grafiittituffilla. Sen jälkeen välillä 26.60-37.70 m on rikkikiisupiroitteista muskoviittigneisiä. Edelleen syvyyteen 47.00 m on karsiraitaista hapanta vulkaniittia. Tämän alla syvyyteen 59.75 m on Kokkonevan tyypistä emäksistä laavaa. Edelleen välillä 59.75-60.30 m on sinkkimalmitutuma. Se alkaa magneettikiisu-rikkikiisu-sinkkivälkebreksialla happamassa vulkaniitissa. Malmitutuman alaosassa kiisut breksioivat yhdessä kalimaasylvän kanssa subvulkaanista kvartsi porfyryä. Tämän alla syvyyteen 66.35 m on hienorakeista raitaista hapanta vulkaniittia, jota leikkaa 0.5 m leveä subvulkaaninen kvartsi porfyry, jossa on hapanta vulkaniittia murskaleina. Välillä 66.35-68.65 m muskoviitti-kloriittipitoista muuttunutta kvartsi porfyryä,

jossa on kohtalainen verkkomainen rikkikiisubreksia ja vähän magneettikiisua. Alussa on 0.4 m voimakasta kalimetasomatoosia. Edelleen syvyyteen 70.60 m on raitaista hapanta vulkaniittia. Tämän alla välillä 70.60-83.90 m on kloriittipitoiseksi muuttunutta kvartsi porfyryä. Siinä on kohtalaisesti hienorakeista magneettikiisua verkkomaisena breksiana ja nuoremmalta näyttävää rikkikiisua rakeina ja kapeina raitoina. Reikä päättyy syvyydellä 90.00 m Kokkonevan tyyppiseen emäksiseen laavaan. Reiästä ei ole tehty analyyskejä.



Kuva 25. Honkisolon kairaprofiili x= 7143000.
Figure 25. Profile x= 7143000 at Honkisola.

Outokumpu Oy:n vuonna 1980 kairaama reikä **1747** tavoitti Peuranevan synkliinin keskiosan vulkaniittien ja Lampinsaari-assosiaation kivien alta synkliinin itäkyljen malmitumavyöhykkeen noin 50 m edellisen profiilin eteläpuolelta ja noin 50 m syvemmältä. Kokkonevan tyyppisen emäksisen laavan alapuolella on välillä 129.75-138.60 m hienorakeista raitaista hapanta vulkaniittia. Sen alla syvyyteen 143.60 on osin kordieriittipitoista rikkikiisupiroteista muskoviittigneissiiä. Edelleen syvyyteen 155.80 m on kordieriittigneissiiä, jossa on erittäin runsaasti tummaa piniittiytyntä kordieriittia. Kivessä on kohtalainen rikkikiisumagneettikiisupirote. Välillä 155.80-164.30 m on pegmatiittijuonien leikkaamaa intermediääristä gneissiiä. Sen alla reiän loppuun syvyyteen 185.50 m on Kokkonevan tyyppistä emäksistä laavaa. Reiästä ei ole tehty analyyskejä.

Talvella 1999 kairattiin 400 m pitkä reikä **R455** jyrkällä kulmalla, 80 astetta, Peuranevan synkliinin keskelle, sen eteläpäähän. Reiällä oli tarkoitus tutkia synkliinin ”pohjaa”. Reiän alusta syvyyteen 282 m on emäksistä vulkaniittia, jossa on lukuisia leveitäkin gabronoriitti- ja tonaliittijuonia. Tästä syvyyteen 311 m on kordieriitti-kiillegneissia, jossa on magneettikiisu- ja grafiittipirote, sekä mikroskooppisesti sinkkivälkerakeita. Väli 311 – 318 m on intermediääristä vulkaniittia, jossa on vähän grafiittia ja muskoviittia. Seuraavaksi syvyyteen 325.20 m on muskoviittigneissia, jossa on rikkikiisua, magneettikiisua ja grafiittia pirotteena. Lisäksi on muutamia sinkkivälke- ja kuparikiisurakeita. Edelleen syvyyteen 325.70 m on breksioitunutta grafiittituffia. Tämän jälkeen syvyyteen 360.90 m on vuorokerroksina hapanta vulkaniittia, emäksistä vulkaniittia ja karsiraitaista hapanta vulkaniittia. Reikä lävisti siten tyypillisen Lampinsaari-assosiaation. Välillä 360.90-385.40 m on karkearakeista syväkivimäistä muskoviittipitoista kordieriittigneissia. Tämä on samaa kivilajia kuin Näsälänperän länsipuolella, johon kairareät siellä päättyvät. Analyysien mukaan kordieriittigneississä on hieman kohonnut kuparipitoisuus. Sinkkipitoisuus on huomattavan anomaalinen kohoten yleisesti 1000 – 2000 ppm. Samalla kultapitoisuus vaihtelee välillä 15 – 30 ppb. Titaanipitoisuus on melko alhainen. Kivi muistuttaa kaikin tavoin Kokkonevan subvulkanista kvartsi-plagioklaasiporfyyriä vaikkakaan siinä ei ole selvää porfyyristä asua. Reiän loppuun syvyyteen 401.10 m on hienorakeista, raitaista hapanta vulkaniittia. Tämä muistuttaa Peuranevan synkliinin itäkyljen hapanta vulkaniittia.

Savaloja

Karttalehdelle 3412 05, Näsälänperän itäpuolelle, kairatuilla rei’illä **366** ja **367** tutkittiin laajan sähköisen ja magneettisen anomalian aiheuttajan länsireunaa (liite 1). Alueella oli jo ennestään Outokummun kairausten perusteella (R1714 ja 1715) todettu pyrokseenigranitoidien välissä noin kilometrin pituinen, voimakkaasti hiertynyt, luode-kaakkoissuuntainen suprakrustisten kivien jakso, joka koostui Lampinsaari-assosiaation karsivulkaniiteista ja grafiittiliuskeista. Reikä 366 jouduttiin lopettamaan kiven rikkonaisuudesta johtuneisiin teknisiin ongelmiin ja siksi sen eteen kairattiin reikä 367. Reikä alkaa pyrokseenipitoisella emäksisellä laavalla. Seuraavaksi on välillä 24.20-58.10 m intermediääristä gneissia, jossa on paikoin kordieriittia kapeissa hiertosaumoissa. Väli 58.10-90.30 m on hienorakeista magneettikiisupitoista diopsidikartta. Reiän loppuun syvyyteen 101.20 m on taas samaa intermediääristä gneissia, kuin ennen karsikiveä. Tämä gneissi on tulkittu intermediääriseksi tuffiksi.

Korkiakangas

Korkiakangas sijaitsee 2.5 km Ansakankaan eteläpuolella syväkivivaltaisen antiformalakenteen eteläreunalla (liite 1). Matalalentogefysikan perusteella tehdyn tulkinnan mukaan Korkiakankaalla voisi olla Lampinsaari-assosiaation kivilajeja. Matalalentogefysiikassa näkyvän johteen alueella tehty maastogefysikaalinen mittaus toi esiin noin kilometrin pituisen itä-länsi-suuntaisen johteen. Sen aiheuttajaa tutkittiin reiällä **510**. Johteen eteläpuolella on intermediääristä vulkaniittia. Johde aiheutuu hienorakeisesta rautakiisupitoisesta grafiittiliuskeesta, jota on noin 10 metriä. Tämän jälkeen välillä 46.80-51.20 m on grafiittipitoista intermediääristä vulkaniittia. Edelleen syvyyteen 56.50 m on hienorakeista hapanta vulkaniittia, jossa on intermediäärisiä kerroksia ja magneettikiisu-rikkikiisu-breksiaa. Reiän loppuun syvyyteen 96.80 m on karsiraitaista hienorakeista hapanta vulkaniittia. Kohteesta paikannettiin siten Lampinsaari-assosiaation kivilajit.

Reiällä **511** tutkittiin matalalentogefysiikassa näkyvän heikon magneettisen anomalian aiheuttajaa. Intermediäärisen vulkaniitin keskellä on noin 40 m matkalla magneettikiisupirotteista karkeaa hornblendiiittia. Analyyseissä ei ole kohonneita metallipitoisuuksia.

Reikä 512 kairattiin matalalentogeofysiikassa näkyvään heikkoon johteeseen. Alusta syvyyteen 36.00 m on intermediääristä vulkaniittia ja sen lopussa melko happamassa osassa on vähän rikkikiisupirotetta. Reiän loppu syvyyteen 51.70 m on kvartsidioriittia.

Iso-Palokangas

Vilmingon kylästä noin 3 km etelälounaaseen Iso-Palokankaalle kairattiin reikä 515 alueellisessa painovoimamittauksessa esiin tulevaan anomaliaan (kuva 22). Painovoima-anomalian yli kulkee matalalentomittaustuloksissa heikko sähköinen johde pohjois-eteläsuunnassa. Tämä johde paikannettiin Slingram-mittauksella ja POKA-reikä sijoitettiin niin, että myös johde tuli lävistetyksi.

Reikä alkaa graniitilla ja sen jälkeen on välillä 25 – 80 m gabroa. Gabro on voimakkaasti suuntautunutta, biotiittiutunutta ja kloriittiutunutta. Kivessä on voimakkaita ruhjevyöhykkeitä ja niissä on sydänhukkaa. Reiän loppuun syvyyteen 100.60 m on voimakkaasti suuntautunutta ja biotiittiutunutta kvartsidioriittia, jota leikkaavat karkearakeiset porfyiriset graniittijuonet. Kairauksen perusteella painovoima-anomalia aiheutuu gabrosta ja sähköinen johde selittyy voimakkaalla ruhjevyöhykkeellä.

Rasinperä

Rasinperän-Häkkilänpalon alueella tarkoitetaan Näsälänperästä pohjoiseen olevia alueita, joissa on todettu olevan Lampinsaari-assosiaatioon liittyviä suprakrustisia kiviä. Hankkeen toiminnan alkuvaiheessa alueella tehtiin 1993-1997 välisenä aikana sinkki- ja kuparimalmitutkimuksia (Västi 1998). Alue valittiin hankkeen malminetsintäkohteeksi löytyneiden kiisupitoisten lohcareiden lähtöpaikan selvittämiseksi. Tutkimusten lopputuloksena kuitenkin oli, että Rasinperän-Häkkilänpalon alueen sinkki-, kupari- ja lyijypitoisuudet jäivät alhaisiksi ja vähäiset kiisut liittyivät UP-horisonttiin. Tutkimuksissa siirryttiin näiden tulosten ohjaamina Näsälänperän suuntaan, jossa oli todettu hydrotermisesti muuttuneita kordieriittigneissejä. Tässä raportissa kuvataan alueen kivilajeja ja rakenteita laajemman kokonaisuuden tarjoamissa puitteissa.

Kuten aikaisemmin raportissa mainittiin Näsälänperän-Honkisalons alueen Lampinsaari-assosiaatioon liittyviä kiviä voidaan seurata pohjoiseenpäin Vihannin ja rantsilan 1:100 000 karttalehtien rajamaastossa. Alueella on vain yksittäisiä paljastumia, mutta kattavan maastogeofysiikan, linjoittaisen iskuporanäytteenoton sekä useiden POKA-reikien perusteella alueelle saadaan tulkituksi maksimissaan 400 metriä paksu grafiittituffi-karsi-hapan vulkaniittikerrostuma. Tätä kerrostumaa poimutetaan alueella samaan avoimeen tyyliin kuin Peuranevan synformissakin. Poimutuksen tuloksena Lampinsaari-assosiaation yksikkö näyttää muodostavan pitkiä ja kapeita suoraviivaisia jaksoja Häkkilänpalon-Rasinperän alueelle (kuva 9). Tämän ulkopuoleiset alueet ovat erittäin puuttellisesti tunnettuja ja kartalla esitettyyn laajaan intermediääriseen vulkaniittialueeseen tulee suhtautua varauksellisesti.

YHTEENVETO

Tutkimusalueen geologisesta kehityksestä ja malminmuodostuksesta on päädytty alla olevaan tulkintaan.

- Alimpana laaja-alaisena kivilajina on intermediäärinen vulkaniitti. Tutkimusalueen ulkopuolella sen on oletettu kerrostuneen migmatiittisen kiillegneissin päälle.
- Intermediäärisen vulkaniitin päällä on emäksistä laavaa, jonka kanssa samassa stratigrafisessa asemassa Ansakankaan luoteispuolella on intermediääristä tuffibreksiaa.
- Emäksisen laavan päällä on erityisesti Peuranevan synkliinin itäkyljellä hapanta vulkaniittia, jonka päälläkin on paikoin emäksistä laavaa. Synkliinin lounaskyljeltäkin happamasta vulkaniitista on havaintoja.
- Kvartsi-plagioklaasiporfyyrinen subvulkaaninen silli tunkeutuu emäksisen laavan alle. Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä silli on paksuimmillaan. Synkliinin itäkyljellä Honkisalossa kvartsi-plagioklaasiporfyyri esiintyy juonimaisesti ja se leikkaa hapanta vulkaniittia.
- Seuraavaksi kerrostuvat Lampinsaari-assosiaation kivet. Niistä alimpana on hapanta vulkaniittia, jossa karsiraitojen osuus kasvaa ylöspäin mentäessä. Happaman vulkaniitin päällä on karsi- ja karbonaattikiviä. Näiden päällä on grafiittituffia tai intermediääristä tuffia, jonka alaosassa grafiittia on runsaastikin. Vulkaanisten hydrotermisten liuosten saostuminen meriveteen on ollut huomattava tekijä näiden kivien synnyssä.
- Osin Lampinsaari-assosiaation kivien synnyn aikana ja niiden jälkeen tapahtui malminmuodostus. Se liittyy kvartsi-plagioklaasiporfyyriin ja sen synnyttämiin hydrotermisiin liuoksiin. Ne aiheuttivat subvulkaniitissa voimakkaita muuttumisilmiöitä ja malmiutumista, jotka ovat nähtävissä Peuranevan synkliinin lounaiskyljellä Kokkonevan-Ansakankaan alueella. Hydrotermiset liuokset tunkeutuivat myös happamaan vulkaniittiin aiheuttaen siihen muuttumista ja malmiutumista, kuten on nähtävissä synkliinin itäkyljellä Näsälänperällä ja Honkisalossa. Hydrotermisiä liuoksia lienee kulkeutunut vielä Lampinsaari-assosiaation intermediäärisen tuffin alosaan aiheuttaen muskoviittigneissin synnyn ja sen kohonneet sinkkipitoisuudet.
- Kaiken päälle kerrostuivat Peuranevan synkliinin keskiosan intermediääriset ja emäksiset vulkaniitit.

VALTAUKSET

Tutkimusalueen eteläosaan Honkisaloon Kokkonevalle tehtiin kaivoslain mukainen valtaus vuonna 2000 (kuva 1). Valtausalueen nimi on Kokko 1, kaivosrekisterinumero 7057/1, ja sen pinta-ala on 98,4 ha.

SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Tämän tutkimusvaiheen kairaukset keskitettiin Peuranevan synkliinin lounaiskyljen kvartsi-plagioklaasiporfyyrin malmimahdollisuuksien selvittämiseen. Korkeimmat sinkkipitoisuudet tavattiin Kokkonevan alueelta, jossa on myös pieni massiivinen malmituma. Kairausten ja geofysikaalisten mittausten tulkintojen mukaan vaikuttaa kuitenkin siltä, että siirrokset ovat pilkkoneet alueen niin, että malmin löytyminen läheltäkään pintaa ei ole todennäköistä.

Kokkonevalta luoteeseen Kitusalossa malmitumavyöhyke on huomattavan leveä ja yhtenäinen. Sen jatkuminen pinnan lähellä tai syvemmällä jää edelleen auki. Luoteeseen päin saatiin reiällä 487 kiinni leveä malmitumavyöhyke n. 300 m syvyydessä kallion pinnasta. Tämän jatkuvuutta ei kairauksin selvitetty. Vaikka näiden kahden malmitumapaikan välimatka on yli 1.5 km, niin on hyvinkin todennäköistä, että ne ovat samaa malmitumaa. Näinkin mittavan yhtenäisen malmituman lisäselvitykset ovat aiheellisia. Kitusalon alueella se onnistuisi vielä kohtuullisen mittaisilla kairarei'illä.

Peuranevan synkliinin itäkyljen eteläpäästä tunnetaan Näsälänperän siirrosten pilkkoma malmituma (kuva 23). Sen jatkotutkimuksiin ei liene aihetta. Sen sijaan Näsälänperältä 1 km pohjoiseen Honkisalossa on yhdellä hankkeen aikaisemman tutkimusvaiheen POKA-profiililla kahdessa reiässä, 418 ja 453, pieni malmitumalävistys happamassa vulkaniitissa (kuva 25). Täällä on myös subvulkaanista kvartsi-porfyryä, joka on osittain voimakkaasti muuttunutta. Lisäksi Outokumpu Oy:n reikä 1747 on lävistänyt tämän malmituneen vyöhykkeen hieman syvemmältä. Noin 600 m pohjoisempana neljän reiän profiilin itäisin reikä 411 päättyi happamaan vulkaniittiin (kuva 17). Muualla tätä stratigrafista tasoa ei ole kairauksissa tavoitettu kuin lähes 4 km pohjoisempana Häkkilänpalossa (liite 1). Täällä on Outokumpu Oy:n reiässä 1712 samaa hapanta vulkaniittia kuin Honkisalossa, mutta ei malmitumaa eikä myöskään voimakkaita muuttumisia.

Geofysikaalisten maastomittausten ja matalalentomittausten perusteella tiedetään, että Lampinsaari-assosiaation kivet jatkuvat yhtenäisinä Honkisalosta Häkkilänpaloon. Sen itäpuolella on lisäksi lentomittauksissa heikko sähköinen johde reiän 485 ja Häkkilänpalon välillä samaan tapaan ja samassa asemassa kuin Kokkonevalla, jossa johde ilmaisee malmituman. Kuvassa 6 tämä johde näkyy selkeästi profiilin oikeassa reunassa. Vasemmassa reunassa on Kokkonevan malmituman johde. Sampo-luotausten ja kairausten perusteella Peuranevan synkliinin itäkylki on huomattavasti loiva-asentoisempi kuin synkliinin lounaiskylki, eivätkä siirrokset ole itäkylkeä pilkkoneet. Honkisalons ja Häkkilänpalon välinen alue on siten mitä parhaiten kohde malminetsintään subvulkaanisesta kvartsi-plagioklaasiporfyyristä ja siihen liittyvästä happamasta vulkaniitista.

Jatkotutkimuksia suunniteltaessa ei saa unohtaa myöskään Lampinsaari-assosiaation kivilajivyöhykettä. Sen karsikivet ja karsiraitaiset happamat vulkaniitit ovat mitä otollisimpia ympäristöjä sinkkimalmille hydrotermisissä syrjäytysmalmiprosesseissa.

KIRJALLISUUS

- Iisalo, E., 1995. Vihannin karttalehden 2434 vanhan moreeniaineiston uudelleen analysointi ICP:llä, tulosten vertailu ja anomaliat. Raportti S41/2434/-95/1. Geologian tutkimuskeskuksen arkisto. 16 s.
- Huhma, H., 2002. U-Pb iänmäärittäystä Pohjois-Pohjanmaalta. Geologian tutkimuskeskus, Espoon yksikkö, Tutkimuslaboratorio, julkaisematon sisäinen työraportti / Isotooppiologia 18.10.2002.
- Korsman, K., Koistinen, T., Kohonen, J., Wennerström, M., Ekdahl, E., Honkamo, M., Idman, H. & Pekkala, Y. (eds.) 1997. Suomen kallioperäkarta-Berggrundskarta över Finland – Bedrock Map of Finland 1:1 000 000. Geological Survey of Finland.
- Nikander, J., 1997. Sinkkimalmitutkimukset Vihannin Vilmingossa, karttalehdellä 2434 08, vuonna 1996. Raportti M19/2434/-97/3/10. Geologian tutkimuskeskuksen arkisto. 7 s.
- Pearce, J.A., Harris N.B.W., and Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Pearce, J.A. and Cann, J.R., 1973. tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, 19, 290-300.
- Pelkonen, K., 1992. Vihannin ympäristön malminetsinnästä (historiaa, kokemuksia ja näkemyksiä). Outokumpu Finnmines Oy, Malminetsintä. Sisäinen raportti.
- Salli, I., 1958. Kallioperäkarta. Lehti 2434, Vihanti. Suomen geologinen kartta 1:100 000.
- Salli, I., 1965. Pyhäjoki-Vihanti. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitys, lehdet 2432-2434. Geologinen tutkimuslaitos. 52 s.
- Vaasjoki M., 2002. Näytteen G506-Kokkoneva lyijyhohteen lyijyn isotooppikoostumus. Geologian tutkimuskeskus, Espoon yksikkö, Tutkimuslaboratorio, julkaisematon sisäinen työraportti / Isotooppiologia 23.7.2002.
- Vaasjoki, M. & Sakko, M. 1988. The evolution of the Raahe-Ladoga zone in Finland: isotopic Constraints. In: Korsman, K. (ed.) *Tectono-metamorphic evolution of the Raahe-Ladoga zone*. Geological Survey of Finland. Bulletin 343, 7-32.
- Vaasjoki, Matti, Äikäs, Olli and Rehtijärvi, Pentti 1980. The age of mid-Proterozoic phosphatic metasediments in Finland as indicated by radiometric U-Pb dates. *Lithos* 13 (3), 257-262.
- Västi, K. 1998. Sinkki- ja kuparimalmitutkimukset Rantsilan Honkisalons ja Ruukin Rankisen kylän välisellä vyöhykkeellä vuosien 1993-1997 välisenä aikana. Raportti M19/2434,3412/-98/1/10. Geologian tutkimuskeskuksen arkisto.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.

LIITTEET

Liite 1. Tutkimusalueen nimistö, kairareiät, iskuporalinjat, paljastumat ja geofysikaaliset maastomittausalueet.

Liite 2. Geologinen kartta, 1:40000.

Liite 3. Kokkonevan kairausprofiili L = 44.50.

LIITTYY**GEOLOGINEN KARTTA**

M 11.7/2434/02/1

1:30000

SYVÄKAIRAUSRAPORTIT

M 52.5/2434/99/R453 – R460, M 52.5/2434/01/R461 – R486, R488-R500, M52.5/2434/02/ R487, R501-R515.

SYVÄKAIRAUSPROFIILIT

M 52.7/2434/99/R453 – R460, M 52.7/2434/01/R461 – R486, R488-R500, M52.7/2434/02/R487, R501-R515.

ISKUPORAKONENÄYTTEET

0171001 - 0171070

GEOFYSIKAALISET MAASTOMITTAUKSET**Gravimetrinen kartta:**

Q21.1/2434 08/02/1

1:20000

Magneettinen kartta:

Q22.23/2434 08, 3412 05/02/1

1:20000

Sähkömagneettiset kartat:

Q24.11/2434 08, 3412 05/02/1

1:20000

Q24.16/2434 08/02/1

1:4000

Q24.16/2434 08/02/2

1:4000

Q24.16/2434 08/02/3

1:4000

Q24.16/2434 08/02/4

1:4000

Petrofysikaaliset kartat:

Q27/2434 08/02/R456

1:500

Q27/2434 08/02/R457

1:500

Q27/2434 08/02/R460

1:500

KAIRAUSANALYYSIT

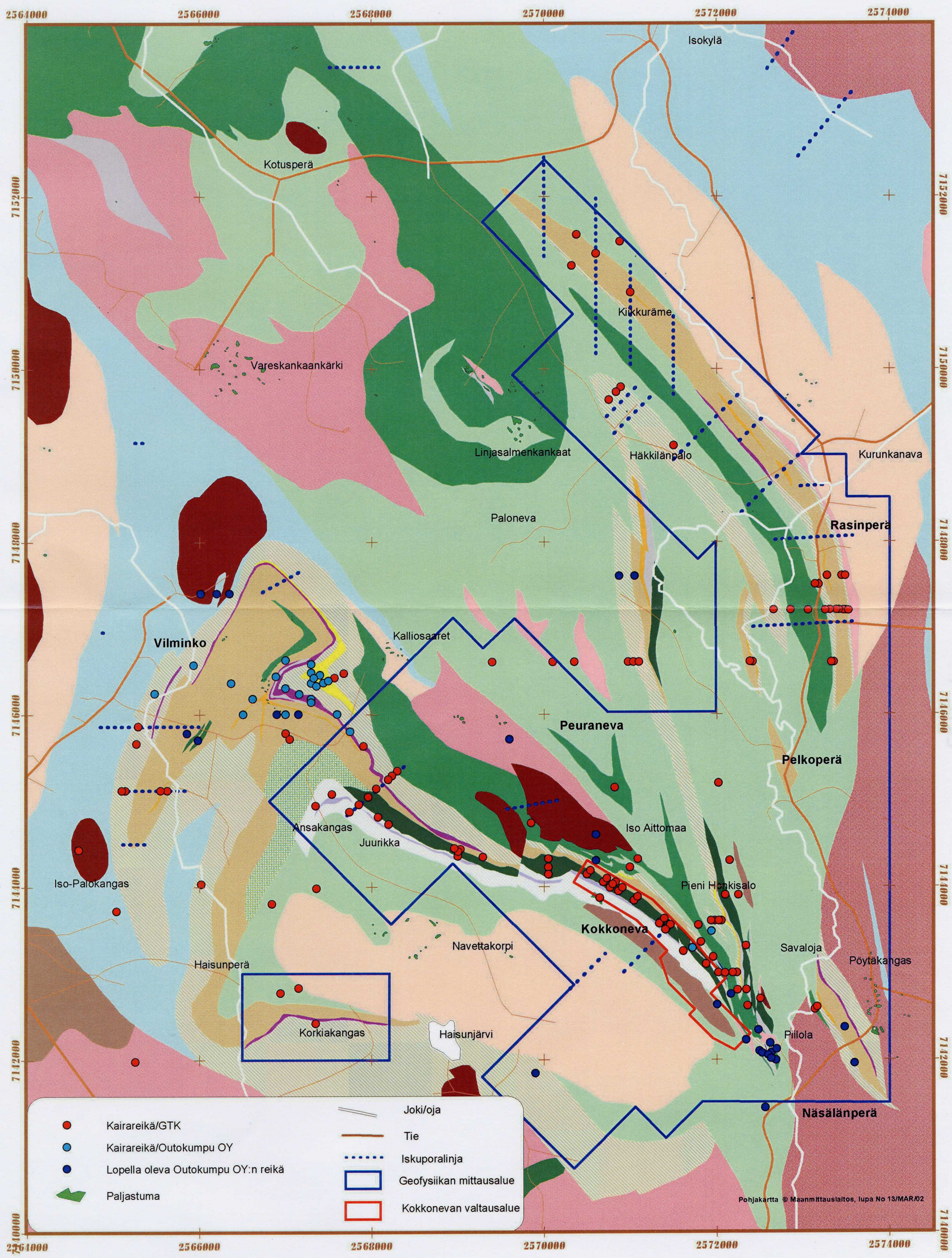
Reikä	Analyysitilausnro	Reikä	Analyysitilausnro	Reikä	Analyysitilausnro
453	77451	472	77364	492	77380
455	62150	473	77365	493	77380
457	62254	475	77369	495	77383, 77387
458	77367	476	77370	500	77384
460	62264, 77372	477	77371	501	77386
461	76350	478	77368	503	77390
462	77381	479	77385	505	77391
463	76351	481	77373	507	77392
465	77359	482	77374	508	77393
466	77362	486	77389	511	77394
468	77360	487	77388	513	77450
470	77361	489	77376	514	77452
471	7736	490	77379		

ISKUPORAKONENÄYTTEIDEN ANALYYSIT



Analyysitilausnumero 77366

KIILLOTETUT OHUTHIEET

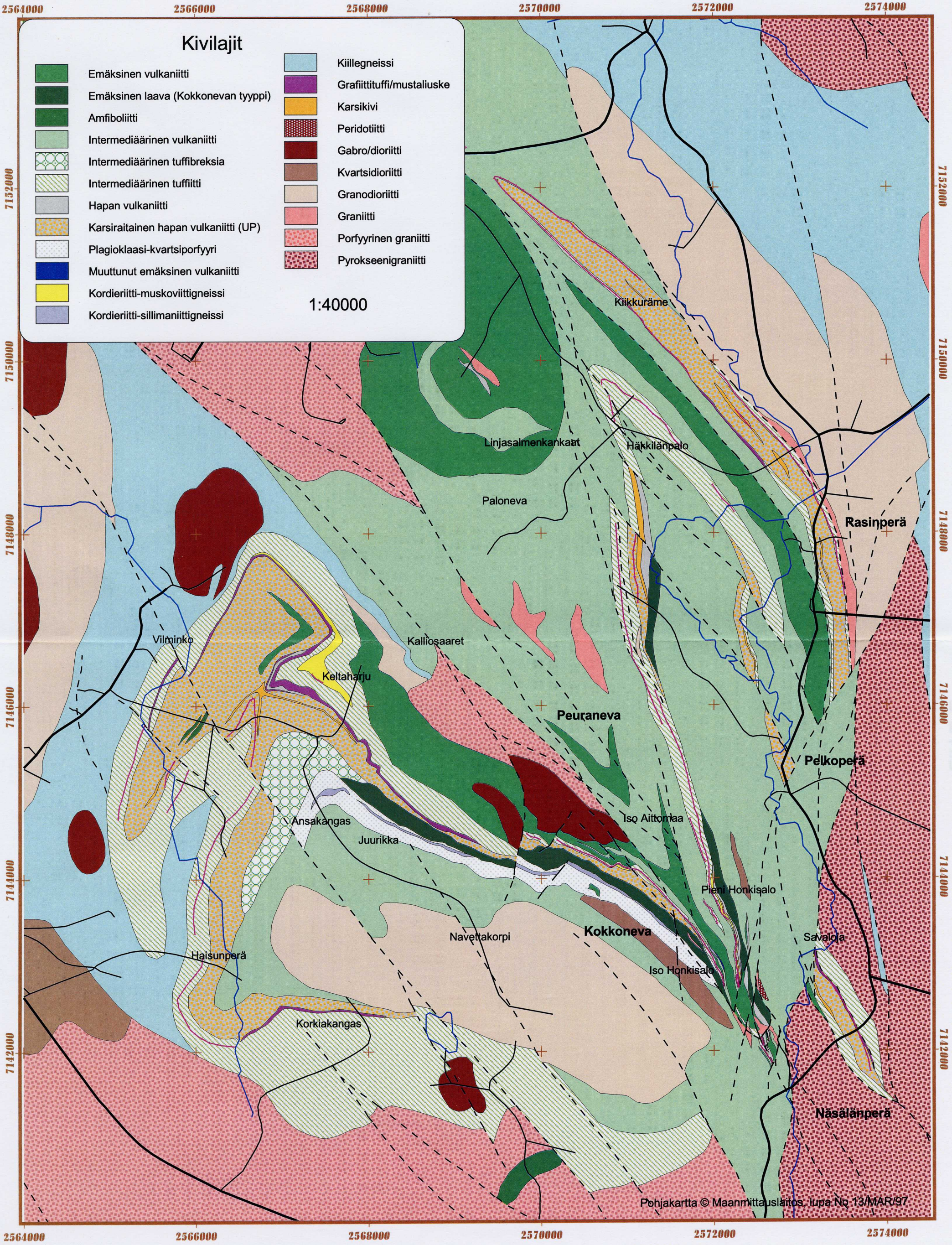
Ku 28635, Ku 28714, Ku 28738, Ku 28776-785, Ku 28859-28862, Ku 28890-902 , Ku 28953-960, Ku 28976-988, Ku 30042-043, Ku 30153, Ku 30188-193, Ku 30227, Ku 30231-232, Ku 30237-38, Ku 30382-86, Ku 30417-20, Ku 30492, Ku 30636-42, Ku 30687-89, Ku 30707-720, Ku 30739-42, Ku 30784-90, Ku 30795-797, Ku30904-30919, Ku 30945-47, Ku 30963-64, Ku 31050-57, Ku 31114-15, Ku 31333-34, Ku 31373-74.

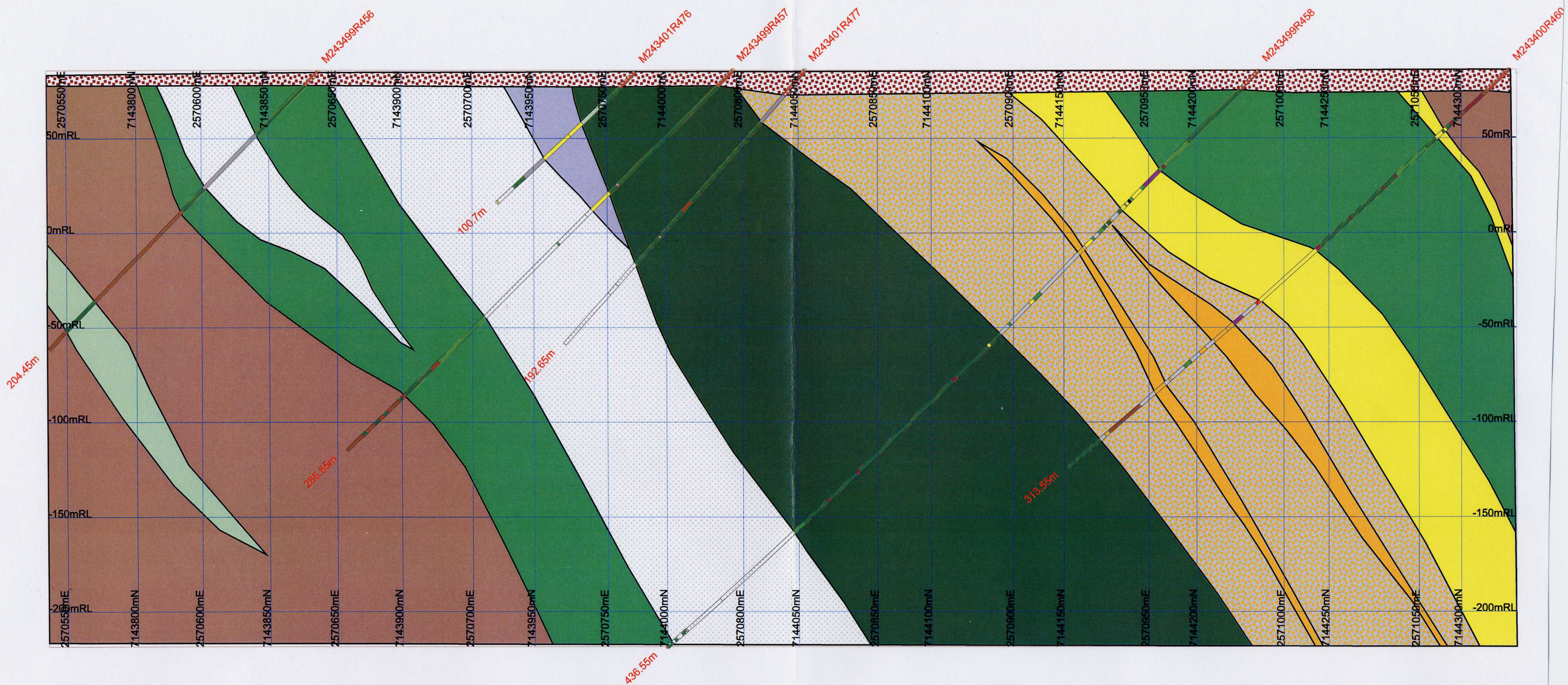


Kivilajit

	Emäksinen vulkaniitti		Kiillegneissi
	Emäksinen laava (Kokkonevan tyyppi)		Grafiittituffi/mustaliuske
	Amfiboliitti		Karsikivi
	Intermediäärinen vulkaniitti		Peridotiitti
	Intermediäärinen tuffibreksia		Gabro/dioriitti
	Intermediäärinen tuffiitti		Kvartsidioriitti
	Hapan vulkaniitti		Granodioriitti
	Karsiraitainen hapan vulkaniitti (UP)		Graniitti
	Plagioklaasi-kvartsiporfyyri		Porfyyrinen graniitti
	Muuttunut emäksinen vulkaniitti		Pyrokseenigraniitti
	Kordieriitti-muskoviittigneissi		
	Kordieriitti-sillimaniittigneissi		

1:40000





Kokkoneva L= 44.50

	Maata		Kordieriitti-sillimaniittigneissi
	Emäksinen vulkaniitti		Intermediäärinen vulkaniitti
	Emäksinen laava (Kokkonevan tyyppi)		Kordieriitti-muskoviittigneissi
	Plagioklaasi-kvartsi porfyry		Karsikivi
	Karsiraitainen hapan vulkaniitti (UP)		Kvartsidioriitti

50 0 50 100 Meters