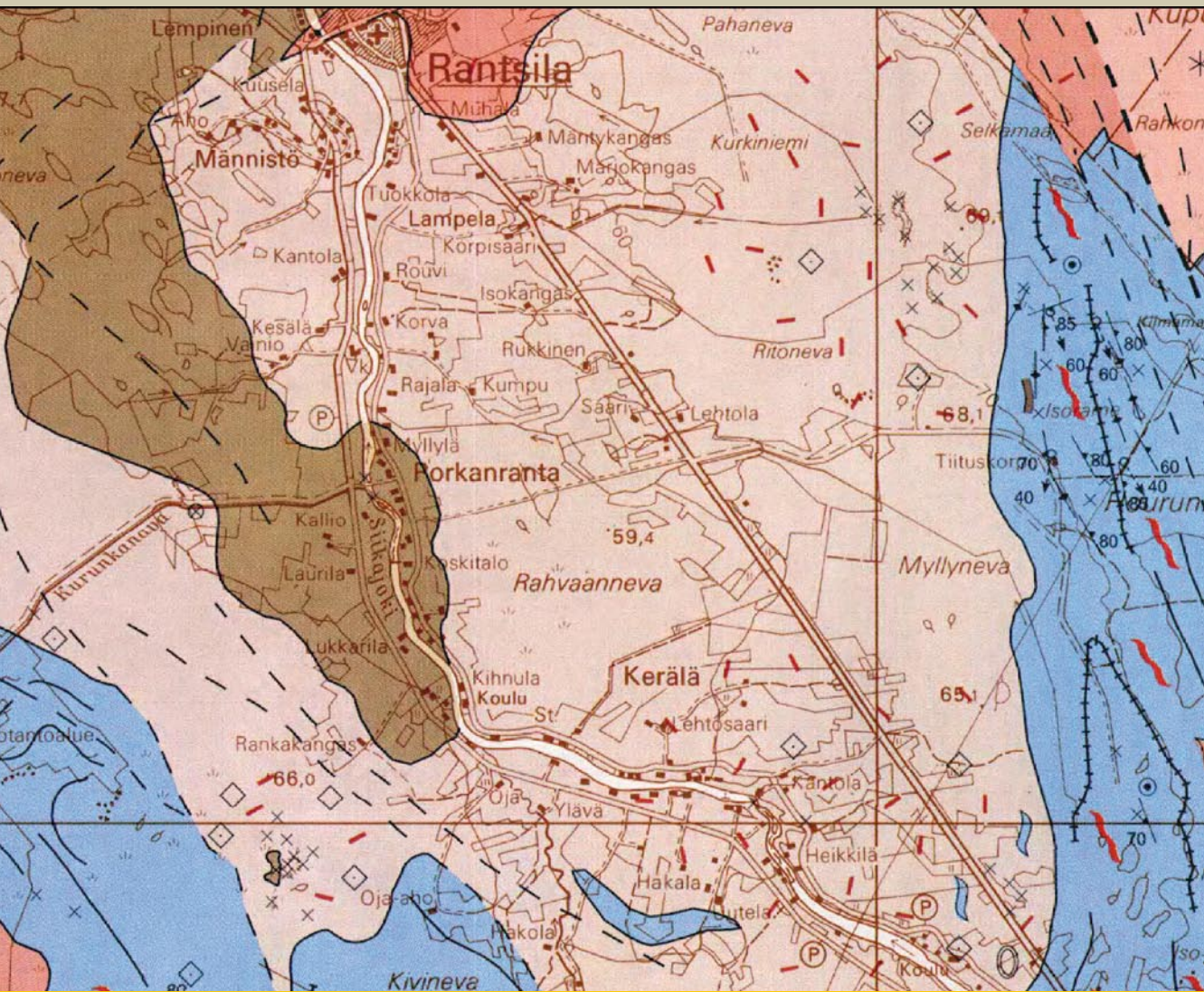


Suomen geologinen kartta 1:100 000
Kallioperäkarttojen selitykset • Lehdet 3411 ja 3412



Piippolan ja Rantsilan kartta-alueiden kallioperä

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Piippola and Rantsila map-sheet areas

SUOMEN GEOLOGINEN KARTTA - GEOLOGICAL MAP OF FINLAND
1 : 100 000

Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 3411 ja 3412
Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, sheets 3411 and 3412

Jukka Kousa ja Jouni Luukas

Piippolan ja Rantsilan kartta-alueiden kallioperä

**Summary: Pre-Quaternary rocks of the Piippola and
Rantsila map-sheet areas**

Geologian tutkimuskeskus – Geological Survey of Finland

Espoo 2007



Suomen keskipiste Piippolan Leskelän kylässä – *The Center of Finland in Leskelä, Piippola*
Kuva – *Photo: Jukka Kousa*

Kousa, Jukka ja Luukas, Jouni 2006. Piippolan ja Rantsilan kartta-alueiden kallio-perä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Piippola and Rantsila map-sheet areas. *Geological map of Finland 1:100 000. Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, Sheets 3411 Piippola and 3412 Rantsila.* 53 pages, 32 figures, 3 appendices and 2 appended maps.

The Piippola (3411) and Rantsila (3412) map-sheet areas are located in central Finland, some 450 km north of Helsinki and 100 km south of Oulu. Most of the mapped area belongs to the Paleoproterozoic Svecofennian domain, bordering the Archaean Iisalmi block, in the northwestern part of the Raahe–Ladoga shear zone.

The bedrock of the map-sheet area is composed of variably migmatitic mica and hornblende gneisses. These were intruded by numerous Svecofennian granitoid bodies. Mica gneisses, designated as the Piippola suite (PiS) dominate in the central part of the mapped area, and are surrounded by a diverse granitoids. The Rantsila (RIC) and Lamu (LIC) igneous complexes are composed of pyroxene-bearing porphyritic granitoids and gabbros. The Haapavesi igneous complex (HIC) in the western part of the Piippola map-sheet is composed of gneissic granitoids, and of probably slightly younger porphyritic granitoids, ophitic diabase-like gabbros and felsic porphyry dykes (1872 Ma). The Kurranjärvi complex (KuC), in the northeastern part of the Rantsila map-sheet, is dominated by leucocratic porphyry granites and pegmatitic granites (1820–1790 Ma), for which Sm–Nd isotopic studies indicate at least partial derivation from an Archaean source. Mafic intrusions in the mapped area belong to three different gabbro groups. One of these is closely associated with pyroxene granitoids, forming a bimodal intrusive complex. Near the western margin of the study area, a second mafic type consists of an ophitic or diabase-like gabbro intrusion, with numerous dykes, cutting older granitoids. In many cases the diabase intrusion and dykes themselves are intruded by parallel felsic quartz-feldspar porphyry dykes (1872 Ma), thus representing another bimodal intrusion type. The third gabbro type occurs in the Porkkala village in Kärsämäki as a single nearly circular intrusion, possibly layered, covering an area of ca. 20 km².

Migmatitic mica gneiss is one of the major rock types in the area studied. Quartz-feldspar schists and gneisses with Ca-silicate bearing intercalations or concretions are present in places. Graphite schist layers or horizons are common in the Rantsila map-sheet area and also in the Kortteinen area on the Piippola map-sheet. Migmatization and high grade contact metamorphic zones around pyroxene granitoids have destroyed sedimentary structures but in some outcrops a turbiditic origin can be demonstrated. In the central part of the Piippola suite (PiS) mica gneiss area there is rather well preserved primary layering, particularly in the Pajukangas area. Quartz-feldspar schists in the Viitastenjärvi area, western Pulkkila, include diopside and tremolite skarn rock layers and also intercalations of graphite bearing carbonate rocks. In Saviselkä, in the southeastern part of the Piippola map-sheet, diopside skarn and carbonate rock occur as intercalations several meters thick in mica gneiss.

Volcanic rocks are rather rare in the map-sheet area. Hornblende gneisses occur in the eastern part of the Rantsila map-sheet as separate bodies or horizons. Amphibolites or mafic volcanic rocks with pillow structures are closely associated with these graphite schists in the northeastern corner of the Piippola map-sheet. In the southern part of the Piippola map-sheet, at Saviselkä, Tervoskangas and Palomäki, small volcanic areas are of bimodal aspect with mafic and felsic end members, in close proximity to gneissic granitoids, suggesting that the area represents the a relict core of an old deeply eroded volcanic field. Volcanic rocks in the Rantsila map-sheet at Ritukkaperä and Näsälänperä area differ from the Piippola map-sheet volcanics in that they form a continuous series from mafic to intermediate and felsic members. At Ritukkaperä, rocks dated at 1886 Ma show primary volcanic features, such as weak layering and quartz and plagioclase porphyry and pyroclastic breccia structure.

Intensive deformation along the major shear zones, namely the SW–NE striking Oulujärvi (OSZ) shear zone and NW–SE striking Raahe–Ladoga (RLSZ) shear zone, has effectively destroyed primary sedimentary features. The best preserved mica gneisses contain some garnet and sillimanite, indicating at least amphibolite facies regional metamorphism, whereas widespread intensive migmatization in general indicates upper amphibolite conditions. The occurrence of garnet, cordierite and hyper-

sthene, especially near pyroxene granitoids, indicate that high temperature granulite facies conditions were locally attained.

Two minor mineral occurrences have been located in the mapped area. In the Saviselkä village, at the eastern corner of the Piippola map-sheet, a small chalcopyrite-molybdenite deposit is hosted by an brecciated amphibolite dike within a gneissic granitoid. At Näsälänperä, in the southwestern part of the Rantsila map-sheet, there is a small zinc ore occurrence in a volcanic environment, analogous to that hosting the Vihanti zinc ore. Some of the granitoids might be potential targets for natural stone purposes. There are several rock aggregate quarries, and some volcanic rocks or felsic porphyry rock types might be worth further study for these purposes, too.

Key words (GeoRef Thesaurus, AGI): areal geology, explanatory text, bedrock, metamorphic rocks, plutonic rocks, dikes, geochemistry, absolute age, U/Pb, Paleoproterozoic, Piippola, Rantsila, North Ostrobothnia, Finland.

Jukka Kousa and Jouni Luukas
Geological Survey of Finland
P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio
FINLAND

E-mail: jukka.kousa@gtk.fi
jouni.luukas@gtk.fi

Kousa, Jukka ja Luukas, Jouni 2006. Piippolan ja Rantsilan kartta-alueiden kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Piippola and Rantsila map-sheet areas. *Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehdet 3411 Piippola ja 3412 Rantsila.* 53 sivua, 32 kuvaa, 3 liitettä ja 2 liitekarttaa.

Piippolan (3411) ja Rantsilan (3412) karttalehtialueet sijaitsevat Keski-Suomessa noin 450 km pohjoiseen Helsingistä ja 100 km etelään Oulusta. Alueet ovat osa paleoproterotsooista svekofennistä kallioperää arkeaisen Iisalmen lohkon kontaktissa Raahe–Laatokka-hiertovyöhykkeen luoteisosassa.

Kallioperä koostuu vaihtelevasti migmatiittituneista kiille- ja sarvivälkegneisseistä sekä niihin intrudoituneista syväkivipahkuista. Karttoitusalueen keskiosat koostuvat Piippolan sviitin (PiS) kiillegneisistä. Sitä ympäröivät Rantsilan (RIC) ja Lamun (LIC) pyrokseenigranitoidit ja -gabrot, Haapaveden (HIC) intrusiivikompleksin porfyrigranitoidit, kvartsimaaälpäporfyirit (1872 Ma), ofiittiset gabrot ja gneissimaiset granitoidit länsi- ja lounaisosassa sekä Kurranjärven (KuC) kompleksin vaaleat pegmatiittiset ja porfyrigraniittiset kivet (1820–1790 Ma) kartta-alueen koillisosassa. Sm-Nd-isotooppimääritykset antavat viitteitä jälkimmäisten mahdollisesta arkeisesta lähteestä. Kartta-alueen vähälukuiset gabrot jaetaan kolmeen ryhmään. Lamun ja Rantsilan pyrokseenigabrot ja -granitoidit muodostavat bimodaalisen syväkivikompleksin ja vastaavasti Haapaveden kompleksin ofiittinen gabro ja kvartsimaaälpäporfyiri oman vanhempien granitoideja leikkaavan kokonaisuutensa. Porkkalan gabro Kärämäellä poikkeaa näistä pyöreänä ja mahdollisesti kerrosrakenteisena n. 20 km²:n laajuisena pahkuna.

Migmatiittitunut kiillegneisi sisältää paikoin kvartsimaaälpäliuske tai -gneisvälakerroksia ja monin paikoin lisäksi Ca-silikaattisia kerroksia tai konkreetioita. Grafiittiliuskekerrokset ovat yleisiä sekä Rantsilan kartta-alueella että Piippolan Kortteisen ympäristössä. Migmatiittituminen ja korkea metamorfoosi pyrokseenigranitoidien ympärillä ovat yleensä tuhonneet sedimenttikivien primaarirakenteet. Paikoin voi kuitenkin edelleen tunnistaa sedimenttikivien turbidiittisen alkuperän. Eräs tällainen heikommin metamorfoitunut alue on nähtävissä Piippolan sviitin (PiS) keskiosissa Pajukankaalla. Viitastenjärvellä Pulkkilan länsiosassa on sekä karskiviettä grafiittipitoisia karbonaattikivikerroksia kvartsimaaälpägneisissä. Kärämäen Saviselässä Piippolan karttalehden kaakkoisosassa on vastaavasti useiden metrien paksuisia diopsidikarskivikerroksia kiillegneisissä.

Selvästi vulkaaniset kivet ovat kartta-alueella harvinaisia. Rantsilan karttalehden itäosassa on joukko graniittien erottamia sarvivälkegneisialueita. Amfiboliittit ja mafiset vulkaniittit liittyvät usein läheisesti kiillegneisien välikerroksina oleviin grafiittiliuskeisiin erityisesti Piippolan karttalehden koillisosassa. Sen sijaan karttalehden eteläosassa, Saviselässä, Tervoskankaalla ja Palomäessä, on pienialaisia mafisista ja felsisistä vulkaniiteista koostuvia alueita. Tämä bimodaalinen seurue on usein lähellä gneissimaisia granitoideja ja yhdessä nämä mahdollisesti muodostavat vanhan vulkaanisen keskuksen syvälle erodoituneen ytimen. Rantsilan karttalehden länsiosien vulkaniittit Ritukkaperällä ja Näsälänperällä ovat koostumukseltaan suurelta osin intermediaarisia ja muodostavat yhtenäisen sarjan mafisista felsisiin. Ritukkaperän 1886 Ma:n ikäisessä muodostumassa on vielä tunnistettavissa vulkaanisina primaaripiirteinä heikko kerrosellisuus, kvartsi- ja maaälpäporfyirit ja pyroklastinen breksiarakenne.

Voimakas deformaatio toisaalta koillinen-lounaisuuntaisessa Oulujärven hiertovyöhykkeessä (OSZ) ja toisaalta luode-kaakkoisuuntaisessa Raahe–Laatokka-hiertovyöhykkeessä on hävittänyt enimmäkseen sedimenttiset primaaripiirteet. Alueellinen metamorfoosi on yleensä saavuttanut amfiboliittifasiuksen olosuhteet, mikä paikoin näkyy sillimaniitin ja granaatin esiintymisenä hyvin säilyneissä kiillegneisissä. Vallitseva migmatiittituminen puolestaan osoittaa alkavaa sulamista mahdollisesti amfiboliittifasiuksen yläosissa. Pyrokseenigranitoidien kontaktivyöhykkeessä granaatti-kordieriitti-hypersteeni mineraliseurue merkitsee graniittifasiuksen korkean lämpötilan olosuhteiden saavuttamista.

Karttoitusalueelta on paikallistettu kaksi pientä mineralisaatiota. Saviselän kylässä Piippolan karttalehden kaakkoisosassa on kuparikiisu-molybdeenihohde-esiintymä breksioituneessa amfiboliittijuonessa gneissigraniittisessa ympäristössä. Vihannin sinkkimalmin satelliittina on Rantsilan lounaisosassa Näsälänperällä pieni sinkkiesiintymä

intermediaarisessa vulkaniittiympäristössä. Kartoitusalueen granitoideja on tutkittu mahdollisina rakennuskiviaiheina ja muutama potentiaalinen löydös on tehtykin. Murskelouhoksia on lähinnä tierakennuksen tarpeisiin avattu sekä kiillegneisseihin että granitoideihin. Alueen harvalukuiset vulkaniitit voisivat hyvinkin olla tutkimisen arvoisia mahdollisena murskelähteenä.

Asiasanat (Geosanasto, GTK): aluegeologia, karttaselitykset, kallioperä, metamorfiset kivet, syväkivet, juonet, geokemia, absoluuttinen ikä, U/Pb, paleoproterotsooinen, Piippola, Rantsila, Pohjois-Pohjanmaa, Suomi.

*Jukka Kousa ja Jouni Luukas
Geologian tutkimuskeskus
PL 1237
70211 Kuopio*

*Sähköposti: jukka.kousa@gtk.fi
jouni.luukas@gtk.fi*

SISÄLLYSLUETTELO – CONTENTS

Alue ja tutkimusvaiheet.....	9
Kallioperän pääpiirteet.....	10
Arkeinen kallioperä.....	13
Arkeinen pohjagneissi.....	13
Paleoproterotsooinen kallioperä.....	13
Pintasyntyiset kivet.....	13
Sarvivalkegneissi, amfiboliitti ja mafinen metavulkaniitti.....	13
Kiillegneissi.....	16
Kvartsimaasälpagneissi ja -liuske.....	22
Karsi- ja kalkkikivi.....	22
Felsinen ja intermediaarinen metavulkaniitti.....	22
Syväkivet.....	23
Gneissigraniitti, granodioriitti ja -tonaliitti.....	23
Granodioriitti, kvartsidioriitti ja tonaliitti.....	25
Dioriitti, gabro, ofiittinen gabro ja diabaasi.....	26
Peridotiitti.....	28
Syeniitti.....	28
Pyrokseenigranitoidi, enderbiitti ja enderbiittinen gneissi.....	29
Porfyyrinen graniitti.....	29
Graniitti.....	30
Kvartsimaasälpäporfyryri.....	31
Vaalea graniitti, vaalea porfyyrinen graniitti ja pegmatiittigraniitti.....	31
Geokemia.....	33
Granitoidit.....	35
Mafiset intrusiivikivet.....	36
Mafiset vulkaniitit ja sarvivalkegneissit.....	36
Radiometriset iänmääritykset.....	38
Ritukkaperän felsinen vulkaniitti.....	38
Korkatin kvartsimaasälpäporfyryri.....	39
Lehtomäen graniittipegmatiitti.....	40
Metamorfoosi.....	41
Taloudelliset aiheet.....	42
Malmiutummat.....	42
Näsälänperä (3412 05).....	42
Viitastanjärvi (3412 05).....	42
Saviselkä (3411 10).....	44
Pyrrönperä (3411 04).....	44
Kivaiinekset ja rakennuskivet.....	44
Tutkittuja rakennuskiviaihteita.....	44
Geologisia retkeilykohteita.....	46
Summary: Pre-Quaternary rocks of the Piippola and Rantsila map-sheet areas.....	48
Introduction.....	48
General geological outline.....	48
Paleoproterozoic supracrustal rocks.....	48
Paleoproterozoic intrusive rocks.....	49

Geochemistry.....	50
Structure and metamorphism.....	50
Economic geology	51
Kirjallisuusviitteet – References	52
Liitteet – Appendices 1–3	54
Liitekartat – Appended maps 1–2	66

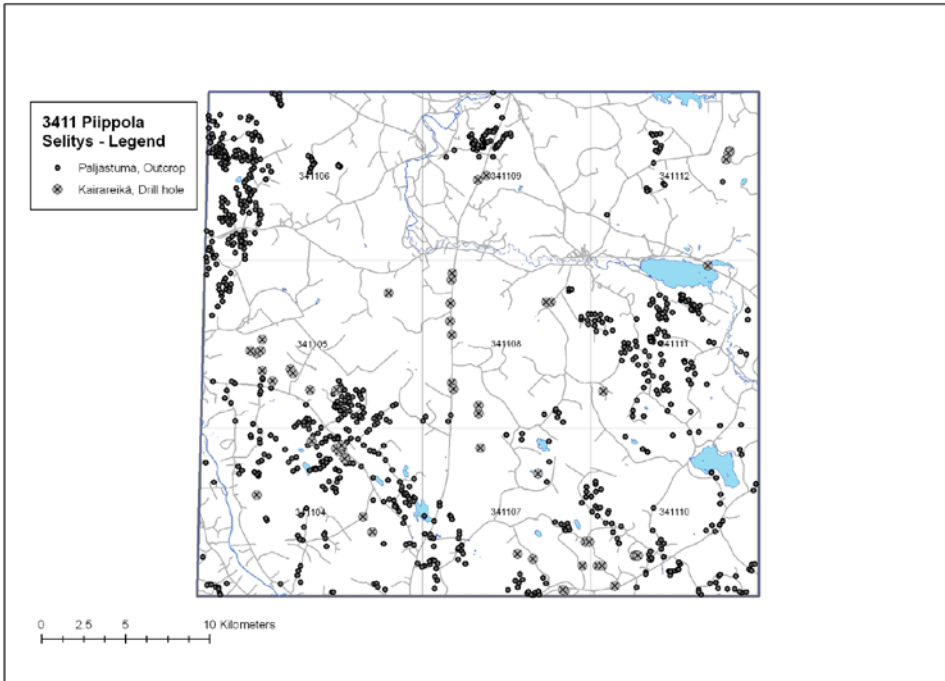
ALUE JA TUTKIMUSVAIHEET

Piippolan ja Rantsilan kallioperäkartat (Kousa & Luukas 2002, Luukas & Kousa 2000) käsittävät Suomen kantakartaston 1:100 000-mittakaavaiset lehdet 3411 ja 3412. Karttoitusalue kattaa osia Rantsilan, Temmeksen, Limingan, Lumijoen, Pulkkilan, Kestilän, Piippolan, Kärsämäen, Haapaveden ja Pyhännän kunnasta. Geologisella yleiskartalla alue on osa Kajaanin 1:400 000-mittakaavaista karttaa (Wilkman 1929, 1931). Malminetsintätöiden yhteydessä 1950-luvulta alkaen on Outokumpu Oy työstänyt ja ylläpitänyt tämän alueen kallioperäkarttaa arkistoversiona. Tämä tieto on yleistettynä julkaistu Väli-Suomen stratigrafiakartassa (Luukkonen & Lukkarinen 1986).

Piippolan ja Rantsilan kartta-alueet ovat maastoltaan varsin tasaista ja suurelta osin metsäisten soiden peittämää. Karttoitusalue on osa Suomenselän harjanteen luoteista reunaa, josta maasto viettää loivasti Piippolan karttalehden kaakkoisnurkasta (n. 125 m mpy) kohti Rantsilan karttalehden luoteisosaa (n. 60 m mpy) ja edelleen Perämeren suuntaan. Alueen pinta-alasta vesistöt peittävät vain vähäisen osan karttoitusalueen itäosassa. Merkittävimmät vesistöt ovat Uljuan tekojärvi Pulkkilassa ja Vähä-Lamujärvi sekä Kortteisen tekojärvi Piippolassa. Koillisosassa kartta-aluetta halkoo Siikajoki ja aivan lounaisnurkassa vastaavasti pienellä matkalla Pyhäjoki. Muutoin tasaisesta ympäristöstä erottuvat selvästi Lehtomäki (3411 09) Pulkkilan eteläpuolella ja Korkattivuoren ympäristö (3411 06) Haapaveden koillisosassa melko loivasti kohoavina mutta ympäristöään selvästi korkeampina kallioalueina. Korkattivuoren laki yltää noin 185 m merenpinnan yläpuolelle.

Kallioperäkartoituksen perustana välttämättömät avokalliot ovat suhteellisen harvakuksia ja esiintyvät varsin epätasaisesti jakautuneina ryppäinä. Piippolan lehdeltä on paljastumahavaintoja noin 800 kpl ja kairattuja kohteita 68 kpl. Rantsilan lehdellä kivilajihavaintoja on kaikkiaan noin 1 200 kpl, joista noin 500 paljastumahavaintoa ja 700 iskuporauksella malminetsinnän yhteydessä otettua kallionäytettä. Timanttikairauseroiteita on Rantsilan karttalehdellä kaikkiaan noin 60 kpl. Näiden väliin jää laajoja alueita, joilta ei paksujen maapeitteiden takia ole voitu tehdä suoria kivilajihavaintoja kallioista. Kartan laatimisessa olivat ensiarvoisen tärkeänä apuna Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) geofysiikan lento- ja maastomittauksista työstetyt magneettiset, sähköiset ja painovoimakarttatulkinnat sekä aikaisempina vuosikymmeninä tutkituista malminetsintäkohteista saatu kairaus tieto. Kuvissa 1 ja 2 on esitettyä Piippolan ja Rantsilan karttalehdiltä tehtyjen paljastumahavaintojen ja kairareikien sijainti.

Kallioperäkartoitus toteutettiin osana GTK:n Vihanti–Pyhäsalmi-hanketta (Kousa & Luukas, toim. 2004). Rantsilan (3412) karttalehden maastotyöt tehtiin kesällä 1993 ja Piippolan (3411) karttalehden vastaavasti kesinä 1993–1995. Koko karttoitusalueella tehtiin tarkastuskäyntejä kesällä 1996. Karttoitustyöhön osallistuivat kartan laatijoiden lisäksi geologit Esko Iisalo, Jari Mäkinen ja Jarmo Nikander sekä tutkimusavustajat Hannu Koskivuori ja Tuomo Stranius. Karttoitustyön rinnalla tutkimusalueella tekivät malminetsintää geologit Kaj Västi, Jarmo Nikander ja Esko Iisalo. Karttoituksessa ja malminetsinnässä tarvittavat geofysiikan kartat ja tulkinnat ovat geofysikko Aimo Ruot-



Kuva 1. Piippolan karttalehden kallioperähavaintojen ja kairareikien sijainti. Pohjakartta-aineisto: Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/07.

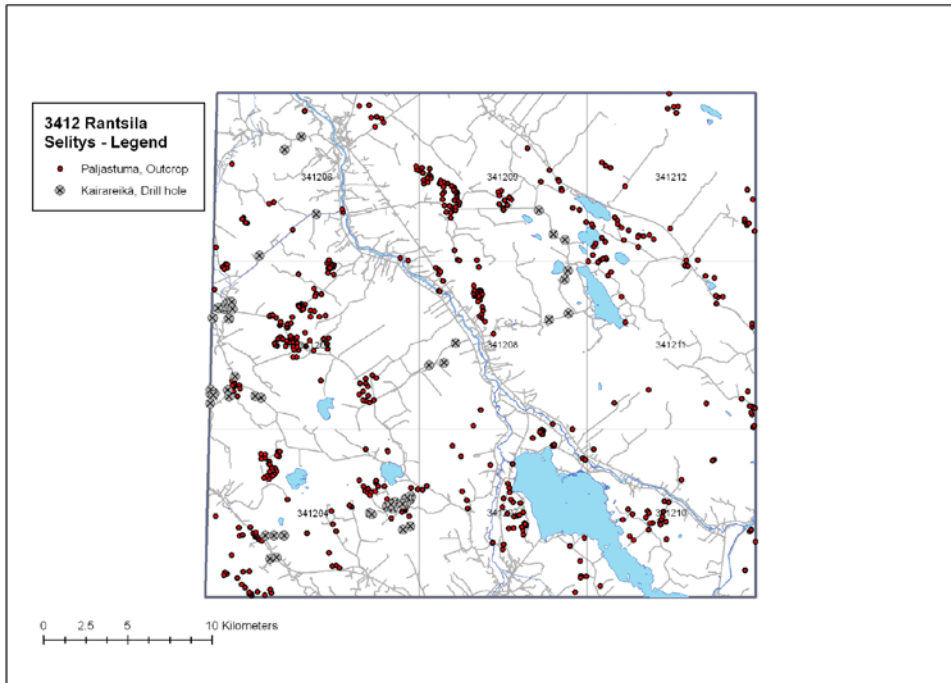
Fig. 1. Location of the observed outcrops and drill holes in the Piippola map-sheet. Basemap: National Land Survey of Finland, permit no. 13/MYY/07.

salaisen käsialaa. Ohuthietutkimuksiin osallistui geol. yo Jorma Mikkonen. Geologisen liitekartan GIS-toteutuksesta vastasi kartanpiirtäjä Anni Vuori ja magneettisen matalalentokarttaliitteen muotoilusta geofyysikko Jouni Lerssi. Karttojen painokuntoon saattamisesta huolehti Jyrki Kokkonen. Jorma Paavola, Erkki Luukkonen ja Hannu Idman tekivät rakentavia ehdotuksia käsikirjoitukseen. Selitystekstin suomen kielen tarkasti Marja Muittari-Kokkonen. Englanninkielisen tekstin kielentarkastuksen teki geologi Peter Sorjonen-Ward. Päivi Kuikka-Niemi viimeisteli tekstin julkaisukuntoon. Esitämme kaikille työhön osallistuneille lämpimät kiitoksemme.

Tässä karttalehtiselityskirjassa kuvataan lyhyesti painetuilla kartoilla esitetyt kivilajit. Ne on ryhmitelty kartan merkkien selitysosana (legenda) mukaiseen järjestykseen siten, että eräitä läheisesti toisiinsa kuuluvia kivilajiryhmiä käsitellään saman otsikon alla. Painettujen karttojen litologian kuvauksen rinnalla selityskirjassa sovelletaan tiettyiltä osin geologisten yksiköiden nimeämisessä kansainvälistä litodeemisten yksikköjen nimeämiskäytäntöä.

KALLIOPERÄN PÄÄPIIRTEET

Piippolan (3411) kartta-alueen kallioperä on kivilajityypeiltään jaettavissa karkeasti kahdeksi laajajhoksi syväkivimuodostumaksi etelässä ja lännessä sekä kiillegneissi-alueeksi karttalehden keski- ja pohjoisosassa. Kartta-alueen kaakkois- ja eteläosassa



Kuva 2. Rantsilan karttalehden kallioperähavaintojen ja kairareikien sijainti. Pohjakartta-aineisto: Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/07.

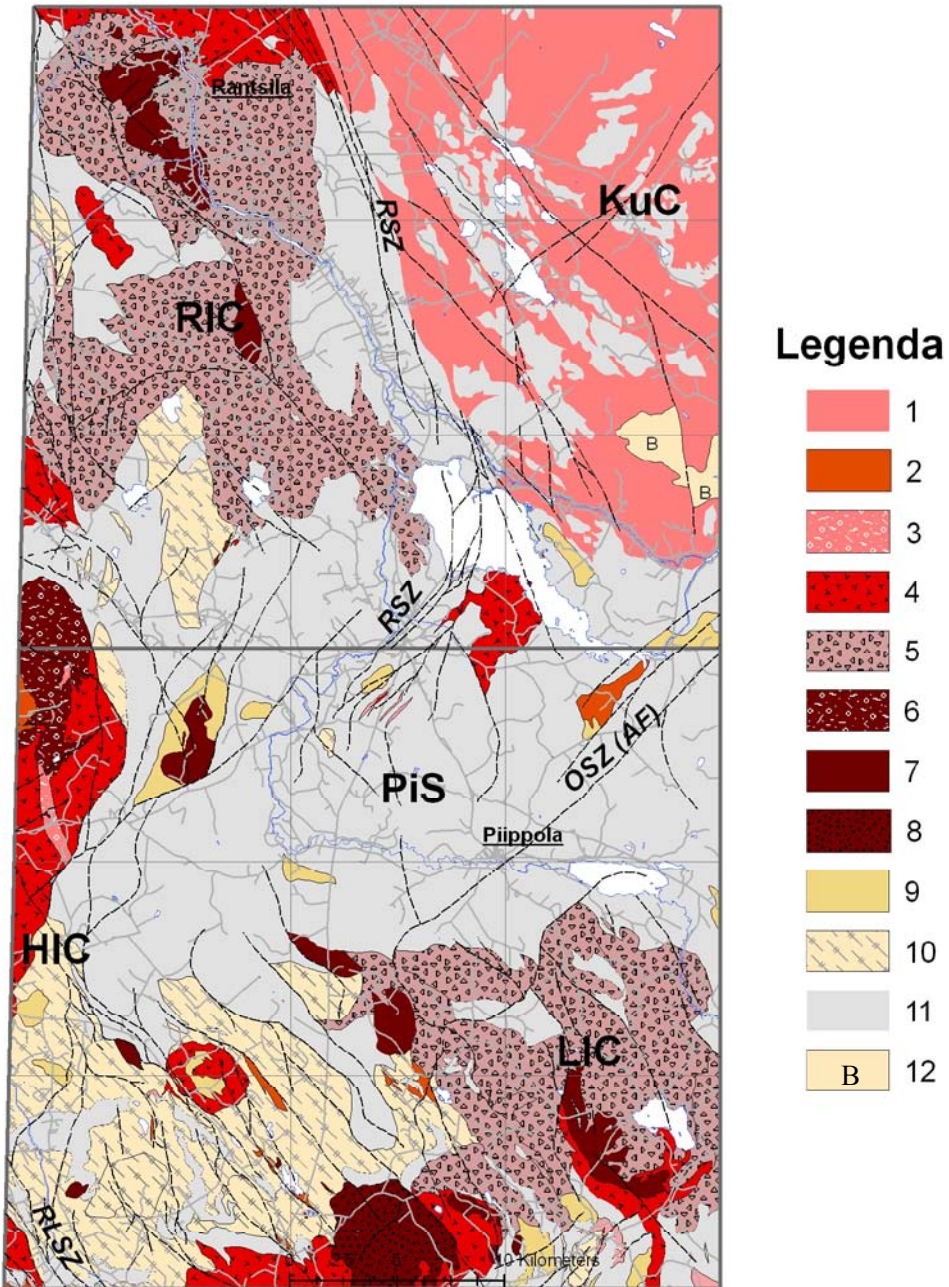
Fig. 2. Location of the observed outcrops and drill holes in the Rantsila map-sheet. Basemap: National Land Survey of Finland, permit no. 13/MYY/07.

ovat vallitsevina kivilajeina karkeat pyrokseeni- ja porfyryigranitoidit ja lounaisosassa gneissimäiset graniitit ja granodioriitit. Näiden pohjoispuolella on laaja kiillegneissivyöhyke, joka sisältää paikoin grafiittipitoisia kerroksia. Kartta-alueen eteläosassa on graniittisten kivien joukossa rakenteeltaan ja koostumukseltaan tulivuorisyntysisiksi tunnistettavia kivilajeja.

Rantsilan (3412) kartta-alue on syväkivivaltainen siten, että koillis- ja itäosassa vallitsevat vaaleat pieniporfyyriset ja pegmatiittiset graniitit ja länsiosissa vaihtelevasti porfyyriset pyrokseenigraniitit ja -granodioriitit. Rantsilan karttalehden etelä- ja keski-osissa on laajempi yhtenäinen Piippolan karttalehdelle jatkuva kiillegneissialue. Pääosa Piippolan ja Rantsilan kallioperäkartta-alueesta on saanut nykyisen koostumuksensa ja muotonsa paleoproterotsooisena aikana noin 1 800–1 900 miljoonaa vuotta sitten osittain varsin syvällä maankuoressa, mistä ovat osoituksena gneisseissä tavattavat korkeassa lämpötilassa kiteytyneet mineraalit. Rantsilan karttalehden (3412) itä- ja koillisosien geologinen historia ylittää todennäköisesti osittain jo arkeiselle ajalle saakka, vaikka proterotsooiset vuorijonopoitumustapahtumat ovatkin muokanneet myös nämä kivilajit varsin myöhäisessä vaiheessa uudelleen.

Kummallekin kartalle yhteinen laaja kiillegneissialue nimetään tässä selityksessä Piippolan sviitiksi (PiS). Piippolan sviittiä ympäröivät pääasiassa granitoidiset syväkivialueet nimetään vastaavasti Lamun (LIC), Haapaveden (HIC) ja Rantsilan (RIC) intrusiivikompleksiksi. Rantsilan karttalehden itä- ja koillisosien graniittivaltainen lohko nimetään Kurranjärven kompleksiksi (KuC) (kuva 3). Piippolan sviitin pääkivilajin kiil-

legneissin välikerroksina on kvartsimaaälpä- ja grafiittiilusketta sekä paikoin mafisia vulkaanisperäisiä kerroksia, jotka kuvataan tarkemmin seuraavassa. Kallioperän stratigrafinen jaottelu ei tällä kvartaärikerrostumien peittämällä alueella ole mahdollista, ja litodeeminenkin luokittelu on ehkä syytä pitää sviittien ja kompleksien tasolla.



ARKEEINEN KALLIOPERÄ

Arkeinen pohjagneissi

Rantsilan karttalehden itäosassa Hirvirimmen alueella (3412 10D ja 11C) on yhdellä paljastumalla näkyvissä vaaleaa punertavanharmaata raitaista graniitti- tai granodioriittikoostumuksista gneissia. Graniittigneissi on keskirakeista rakenteeltaan aaltoilevasti poimuilevaa nebuliittista migmatiittia. Vaalea keski- tai karkearakeinen graniittipegmatiitti on usein hyvinkin runsaana neosomiaineksena ja tuhoaa tällöin lähes täysin kiven raitaisuuden. Tätä kivilajia on seurattavissa itään Kestilän karttalehden länsireunassa (3414 01) muutamilla paljastumilla. Aeromagneettisten ja -sähköisten anomaliakarttojen perusteella tämä kivilajityyppi on rinnastettavissa Kestilän karttalehden itäosan arkeiseen kallioperään.

PALEOPROTEROTSOINEN KALLIOPERÄ

Pintasyntyiset kivet

Sarvivälkegneissi, amfiboliitti ja mafinen metavulkaniitti

Rantsilan karttalehdellä (3412) Uljuan tekojärven itä- ja pohjoispuolella (07D, 10A ja B) Vornan kylällä ja Pihkalanrannan Kestinkankaalla on muutama paljastuma sarvivälkegneissiksi luokiteltua raitaista migmatiittia. Rakenteeltaan ja koostumukseltaan nämä migmatiitit ovat hyvin monimuotoisia, mikä on seurausta toisaalta mafiseen paleosomiin useassa eri vaiheessa intrudoituneesta granitoidisesta sulasta ja toisaalta monivaiheisesta deformatiivisuudesta ja usein myös hiertymisestä. Yleensä jyrkkäasentoisten hiertovyöhykkeiden välisillä alueilla sarvivälkegneissit ovat toisinaan hyvinkin loiva-asentoisia (kuva 4). Sarvivälkegneissin paleosomi on vihertävänharmaata keskirakeista kiveä, joka koostuu sarvivälkkeestä, plagioklaasista ja biotiitista. Vaalea graniitti- tai granodioriittikoostumuksinen neosomi on suuntautunut isäntäkivensä tavoin.

Tutkimusalueen sarvivälkegneissit rajoittuvat pääasiassa Uljuan tekoaltaan ja Revonnevan hiertovyöhykkeen itäpuolelle. Täällä sekä sarvivälkegneissit että kiillegneissit ovat tonaliittisen tai graniittisen neosomin migmatoimia raitaisia gneissejä. Paikoin sarvivälkegneisseissä on myös karsimaisia horisontteja.

Kuva 3. Yleistetty geologinen kartta Piippolan ja Rantsilan karttalehdiltä. Pohjakartta-aineisto: Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/07.

Fig. 3. Generalized geological map of the Piippola and Rantsila map-sheets. Basemap: National Land Survey of Finland, permit no. 13/MYY/07.

1 = vaalea granitoidi, *leucogranitoid*, 2 = mikrokliinigraniitti, *microcline granite*, 3 = kvartsimaasälpäporfyryri, *quartz-feldspar porphyry*, 4 = porfyryrigranitoidi, *porphyritic granitoid*, 5 = pyrokseenigranitoidi, *pyroxene granitoid*, 6 = diabaasi/ofiittinen gabro, *diabase/ophitic gabbro*, 7 = pyrokseenigabro, *pyroxene gabbro*, 8 = Porkkalan gabro, *Porkkala gabbro*, 9 = kvartsidioriitti, *quartz diorite*, 10 = gneissigranitoidi, *gneissic granitoid*, 11 = svekofennialaisia pintakiviä, *Svecofennian supracrustal rocks*, 12 = arkeinen gneissi, *Archaean gneiss*. LIC = Lamun intrusiivikompleksi, *Lamu Igneous Complex*, PiS = Piippolan sviitti, *Piippola Suite*, HIC = Haapaveden intrusiivikompleksi, *Haapavesi Igneous Complex*, RLSZ = Raahe-Laatokka-hiertovyöhyke, *Raahe-Ladoga Shear Zone*, OSZ = Oulujärven hiertovyöhyke, *Oulujärvi Shear Zone*, RSZ = Revonnevan hiertovyöhyke, *Revonneva Shear Zone*.



Kuva 4. Loiva-asentoinen sarvivälkegneissi Pulkkilasta Uljuan tekojärven itäpuolelta. Vasaran pituus n. 65 cm.

Fig. 4. Gentle dipping hornblende gneiss, Pulkkila, east of the lake Uljua. Length of hammer ca. 65 cm.
Pulkkila, Pieni Raatosaaari, 3412 10A, x = 7134800, y = 3454480. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

Pegmatiittigraniittijuonet leikkaavat yleisesti sarvivälkegneissejä ja amfiboliitteja. Pulkkilan Vornan ja Rantsilan Kurranjärven välinen paljastumaton alue on kuvattu karttaan (11A, B ja C) laajahkona sarvivälkegneissimuodostumana matalalentogeofysiikan tulkinnan perusteella. Vornan kylän pohjoispuolella olevien parin sarvivälke- ja kiillegneissipaljastuman avulla on pääteltävissä, että tämä magneettisesti anomaalinen alue on lähinnä sekoitus kiillegneissistä ja sarvivälkegneissistä, johon on intrudoitunut granitoideja eri vaiheissa.

Amfiboliitteja, joissa parhaimmillaan on säilyneenä vulkaanisia laava- ja pyroklastirakenteita, on näkyvissä paljastumilla Rantsilan Purasimenjärven kaakkoispuolella (3412 12A). Vastaavia kiviä on vähäisinä esiintyminä Haaraojan ympäristössä Purasimenjärvestä Kestilän suuntaan. Kestilän karttalehden (3414) puolella näistä vulkaanisperäisistä amfiboliiteista on kuvauksia Wilkmanin (1931) Kajaanin karttalehtiselityksessä.

Amfiboliitteja, sarvivälkegneissejä ja mafisia metavulkaniitteja on pienialaisina muodostumina Piippolan (3411) kartta-alueella kiillegneissien sekä joskus myös felsisten metavulkaniittien yhteydessä. Paljastuneena näitä kiviä on vain muutamassa paikassa, joten rajaukset kartalla perustuvat lähinnä geofysiikan karttojen tulkintaan.

Piippolan lehden koillisosissa (3411 11 ja 12) Kortteisen tekojärven ympäristössä ja pohjoispuolella mafista metavulkaniittia on kairattu niihin liittyvien voimakkaiden geofysikaalisten anomalioiden selvittämiseksi. Magneettiset ja sähköiset anomaliat aiheu-



Kuva 5. Deformoitunutta mafista tyynylaavamaista vulkaniittia, jota mafinen juoni leikkaa.
Fig. 5. Mafic lava, with pillow like structure, intruded by mafic dyke.
Piippola, Juolunselkä, 3411 12D, x = 7126460, y = 3458210. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

tuvat paikoin runsaanakin esiintyvistä magneettikiisuisista grafiittiuskeista sekä emäk-sisten vulkaniittien että kiillegneissien välikerroksina. Piippolan Juolunselän (3411 12) länsipuolella on paljastuma-alue mafista vulkaniittia. Päämineraaleina ovat sarvivälke, biotiitti, plagioklaasi sekä kvartsi. Melko voimakkaasta deformatumisesta huolimatta kivessä on vielä tunnistettavissa tyynylaava tai -laavabreksiarakenteita. Paikoin mafista laavaa leikkaavat mafiset juonet (kuva 5).

Rantsilan itäosissa (3412 10, 11, 12) Kurranjärven alueella on raitaisia amfiboliitte- ja yleisimmin yhdessä sarvivälkegneissien kanssa. Karsiraitaiset amfiboliitit ovat yleis-sävyltään tummanvihreitä sarvivälkkeestä ja plagioklaasista koostuvia kiviä, jotka sisäl-tävät yleisesti 1–2 cm:n vahvuisia vaaleanvihreitä diopsidiraitoja. Osa tällaisista amfi-boliiteista on hyvin todennäköisesti deformatuneita tyynylaavoja. Paikoin amfiboliitti on massiivista ja homogeenista. Rantsilan ja Kestilän raja-alueella (3412 11) karsirai-taisten amfiboliittien joukossa on ”bimodaalinen” raitainen amfiboliittityyppi, jossa mafisessa verkostossa on runsaasti vaaleita, lähes monomineraalisia plagioklaasista koos-tuvia sukkulamaisia puikkoja. Näiden pituus yltää enimmillään metriin ja halkaisija on alle 5 cm. Wilkman (1931) kuvaa tätä kiveä eruptiivibreksiana. Todennäköisesti tämä rakenne kuvastaa primaaristi hyvin huokoista laavaa, jossa kaikki huokostila on sekun-darisesti täytetty vaikkapa zeoliitin kaltaisella mineraalilla ja edelleen metamorfoitu-nut nykyisenlaiseksi.

Kiillegneissi

Vaihtelevasti migmatiittitunneet kiillegneissit muodostavat laajan yhtenäisen alueen Piippolan karttalehden pohjoisosassa ja Rantsilan karttalehden etelä- ja keskiosassa. Kiillegneissialue, Piippolan sviitti (PiS), kuvataan Kortteisen, Pajukankaan, Piipsannevan, Viitasen ja Sipolan kiillegneissialueina. Tämän yhtenäisen kiillegneissin ulkopuolelle jää erilaisten syväkivien erottamana joukko pienempiä kiillegneissiesiintymiä, jotka puolestaan nimetään tässä Saviselän, Ojalehdon, Järvitalon ja Tahkonevan kiillegneissialueiksi (kuva 6). Nämä alueet ovat paljonkin toistensa kaltaisia, mutta joitakin erityispiirteitä niistä löytyy. Paljastumia on niukasti, ja ne jakautuvat vielä ryppäiksi eri puolille kiillegneissialuetta.

Piippolan sviitti on sisällöltään hyvin samankaltainen kuin Luukkaan (1991) kuvaama Näläntöjärven sviitti Kiuruveden ja Pyhännän alueella. Käytännössä nämä kaksi ovatkin toistensa jatkumia, ja niitä erottaa Oulujärven hiertovyöhykkeen (OSZ) etelään Pyhännältä Pyhäjärven suuntaan kaartuva haara, joka on kokonaan Piippolan karttalehden itäpuolella.

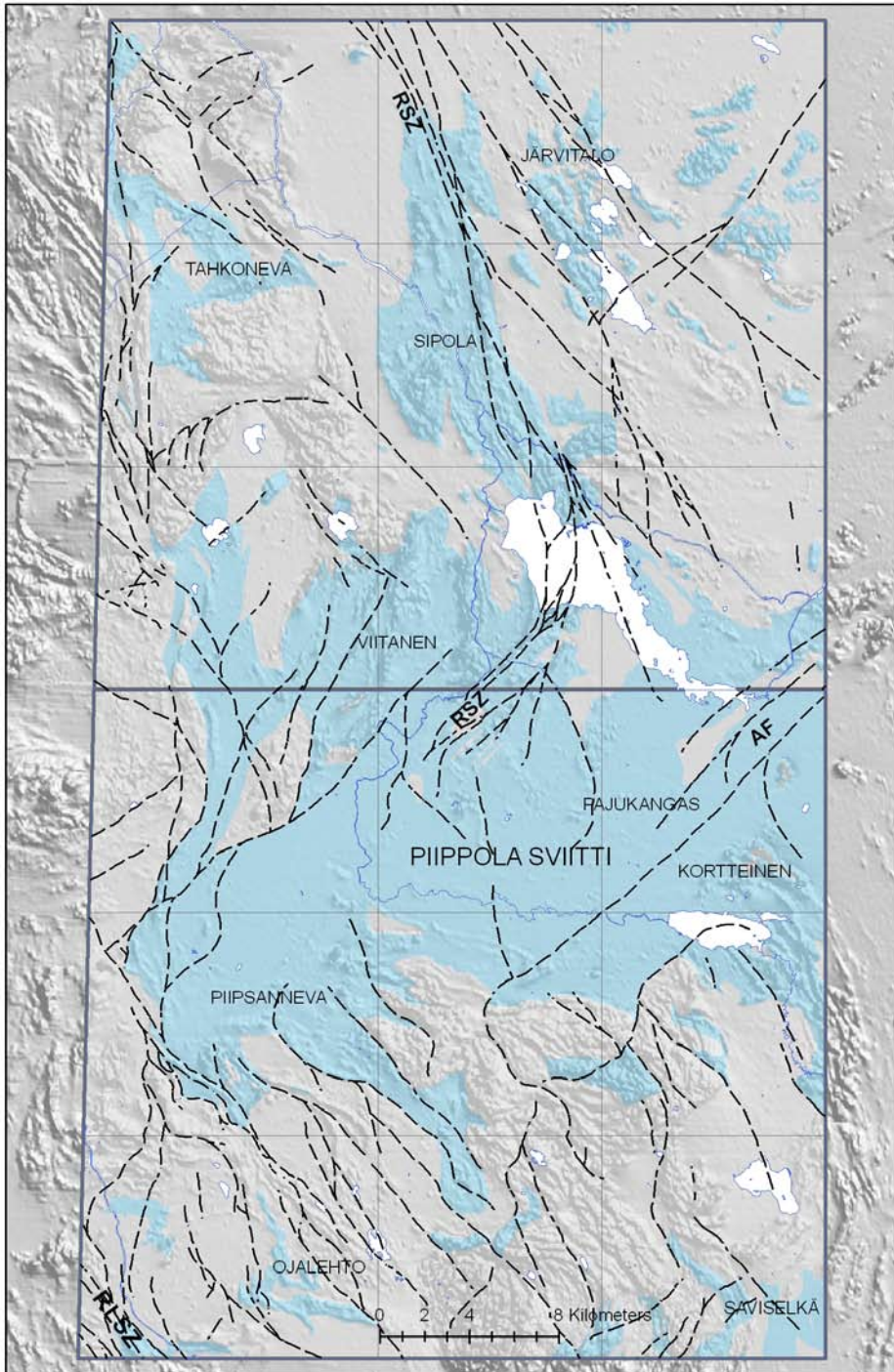
Edustavia paljastuma-alueita ovat Piippolassa Kortteisen tekoaltaan etelä- ja lounaispuoli (3411 11) ja Pulkkilan Lehtomäki (3411 09) sekä Rantsilan Sipolan ja Hyttikosken alueet (3412 08 ja 09). Suurimmaksi osaksi kiillegneissialue on paikoin paksujenkin kvartäärikerrostumien peittämä.

Osa kiillegneissialueista sisältää grafiittiliuske-, kvartsimaasälpäliuske- ja -gneissi- sekä harvemmin karbonaattikivi- ja amfiboliittihorisontteja. Paljastuneena näitä on harvoin nähtävissä, ja kartan kuvaukset perustuvat kairaustietoon ja geofysiikan anomalioiden tulkintaan. Kiillegneisseissä on yleisesti Ca-silikaattisia konkreettiota ja -kerrospätkiä. Paikoin niissä on myös leikkaavia kapeita emäksisiä juonia.

Järvitalon alueen kiillegneissit Rantsilan itäosissa (3412 08C ja -D, 09C ja -D, 11B ja -D sekä 12) ovat pienialaisina saarekkeina koostumukseltaan vaihtelevan leukograattisen graniittialueen sisällä. Grafiittipitoiset vyöhykkeet ovat luonteenomaisia, ja paikoin nämä kiillegneissit liittyvät läheisesti mafisiin vulkaniitteihin.

Rantsilan lehden luoteisosassa on, pyrokseenigranitoidien muusta kiillegneissialueesta erottamana, Tahkonevan (3412 05 ja 06) kiillegneissi. Paljastuneena tämä alue on ainoastaan Kurunnevalle, Tahkorämeellä ja Höytelinkankaalla. Malminetsinnän yhteydessä tehdyistä kallion pintaan ulottuvilla iskuporauksilla on saatu lisää tietoa peitteisten alueiden kivilajeista Tahkorämeellä ja Kurunnevalle (Västi 1995). Höytelinkankaalla on useita schollenmigmatiittirakenteisia granuliittifasieksessa metamorfoituneita kiillegneissipaljastumia välittömästi pyrokseenigranitoidin kontaktissa (kuva 7). Höytelinkankaalla paleosomina ovat säilyneet kalkkisilikaattiset kerroksenpätkät ja mahdolliset konkreetiot. Neosomiaines koostuu kvartsista, maasälvästä, biotiitista, granaatista, kordieriitista ja ortopyrokseenista.

Sipolan alueella Rantsilan karttalehden keskivaiheilla on migmatiittista kiillegneissia (kuva 8), ja se ulottuu Uljuan tekojärveltä pohjois-eteläsuuntaisena n. 2–5 km leveänä vyöhykkeenä Rantsilan kirkonkylän itäpuolelle. Geofysiikan kartoilla Sipolan kiillegneissi erottuu usein voimakkaan magneettisena, ja siinä on yleisesti hyvin johtavia vyöhykkeitä. Pulkkilassa Vornan Terskanperän alueella kiillegneissiin liittyy voimakas sähköinen anomalia, jonka aiheuttaa paikoin hyvinkin runsaana esiintyvä grafiitti. Kiillegneissi koostuu biotiitista, plagioklaasista ja kvartsista. Granaattiporfyyroblasteja tavataan monin paikoin. Pyrokseenigranitoidin kontaktin tuntumassa Rantsilan Hyttikoskella on lisäksi havaittu kordieriittia ja ortopyrokseenia sekä pyrokseenigrani-



Kuva 6. Piippolan ja Rantsilan karttalehtien kiillegneissialueet. Pohjana magneettinen matalalentokartta. Pohjakartta-aineisto: Maanmittauslaitos, lupa nro 13/MYY/07.
Fig. 6. Distribution of mica gneiss areas on the Piippola and Rantsila map-sheets. Low altitude aeromagnetic data as background. Basemap: National Land Survey of Finland, permit no. 13/MYY/07.



Kuva 7. Schollenrakenteinen lähes täysin sulanut ja uudelleen kiteytynyt granaatti-kordieritti-ortopyrokseeni-kiillegneissi. Tunnuslevyn pituus 17,5 cm.

Fig. 7. Schollen migmatitic garnet-cordierite-orthopyroxene mica gneiss, with high degree of melting, and recrystallised calc-silicate enclaves. Length of scale 17.5 cm.

Rantsila, Höytelinkangas, 3412 05B, x = 7146700, y = 3431140. Kuva – Photo: Jouni Luukas.

toidin sulkeumana olevasta kalkkisirilikaattikonkretiosta mikroskooppisesti muutama korundirae.

Viitasten kiillegneissialue Pulkkilan kirkonkylän ympäristössä jatkuu Uljuan tekoaltaalta länteen Viitastenjärvelle ja Latvan kylään sekä lounaaseen Revonnevan hiertovyöhykkeen (RSZ) luoteispuolella aina Haapaveden Korkatin syväkivialueeseen saakka. Koostumukseltaan ja geofysikaalisilta piirteiltään tämä on hyvin Sipolan kiillegneissien kaltainen alue. Merkittävänä erona ovat paikoin havaitut kvartsimaaasälpäliuske- ja mafiset vulkaniittivälikerrokset, joista Sipolan migmatiittisessa kiillegneississä ei ole havaintoja.

Uljuan tekoaltaasta etelään Piippolan kirkonkylään saakka kiillegneissit poikkeavat Sipolan ja Viitasten kiillegneissistä selvästi. Tämä Pajukankaan kiillegneissialue on migmatoitumaton, ja sedimenttirakenteissa kerroksellisuus sekä paikoin myös kerrallisuus on säilynyt varsin hyvin (kuva 9). Heikosti magneettisena ja ilman sähköisiä anomalia-vyöhykkeitä Pajukankaan kiillegneissialue erottuu omaksi lohkokseen Revonnevan hiertovyöhykkeen (RSZ) eteläisen osan ja Oulujärven hiertovyöhykkeen (OSZ) Auhon siirroksen (AF) lounaisosan välissä.

Pajukankaan kiillegneissi rajautuu Piippolan kirkonkylän kohdalla koillinen-lounasuuntaiseen Auhon siirrokseen (AF). Siirroksen kaakkoispuolelle sijoittuu Kortteisen (3411 11) kiillegneissialue. Kortteisen tekojärven eteläpuolella kiillegneississä on nähtävissä osittainen sulaminen schollenrakenteiseksi gneissiksi pyrokseenigranitoidin kontaktin läheisyydessä. Noin kilometrin etäisyydellä pyrokseenigranitoidista kiille-



Kuva 8. Revonnevan hiertovyöhykkeessä (RSZ) deformatiivista graniittisen neosomin migmatoimaa kiillegneissiiä.

Fig. 8. Migmatized mica gneiss with granitic neosome, deformed in the Revonneva shear zone (RSZ). Rantsila, Sipola, 3412 08B, x = 7146620, y = 3443800. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

gneissit ovat enimmäkseen hieno-keskirakeisia selvästi raitaisia kiviä, joissa turbidiittinen kerrosrakenne on vielä paikoin havaittavissa. Paremmin säilyneissä osissa psammiittikerrokset ovat vallitsevia. Kerrospaksuus on 1–3 m. Peliittiset kerrokset ovat selvästi ohuempia. Psammiittisissa patjoissa on yleisesti Ca-silikaattikonkreetioita ja -kerrospätkiä (kuva 10).

Psammiittiset kerrokset koostuvat pääasiallisesti kvartsista ja maasälvistä. Peliittiset osat puolestaan sisältävät runsaasti biotiittia. Metamorfisina indeksimineraaleina on yleisesti granaattia, kordieriittia ja hypersteeniä. Kivien migmatoitumisaste on kohtalainen. Suonimainen vaalea neosomiaines keskittyy lähes täysin peliittisiin osiin. Neosomin osuus on 10–20 %. Pyrokseenigranitoidin kontaktin tuntumassa kiillegneissi on lähes täysin sulanut ja uudelleen kiteytyntä kvartsi-plagioklaasimassaa, jossa on jäänteinä pyöreähköjä psammiittisia ja Ca-silikaattisia jäänteitä. Rakenteeltaan ja koostumukseltaan nämä kivet vastaavat Rantsilan Höytelinkankaan schollenmigmatiittista kiillegneissiiä.

Kapeat emäksiset juonet ovat melko yleisiä. Kortteisen kiillegneissin välikerroksina on tavattu kairauksissa grafiittipitoisia liuskeita ja amfiboliitteja, jotka erottuvat hyvin magneettisilla ja sähköisillä kartoilla. Tämä ominaisuus erottaa selvästi Kortteisen ja Pajukankaan kiillegneissit toisistaan.

Erityisen voimakasta kiillegneissin uudelleen kiteytyminen on Piippolan Yrttikankaalla (3411 11) Lamun intrusiivikompleksin (LIC) enderbiittisen gneissin ja porfyryri-



Kuva 9. Hyvin säilynyt kerroksellisuus kiillegneississä. Mittakaavana avain (n. 8 cm).

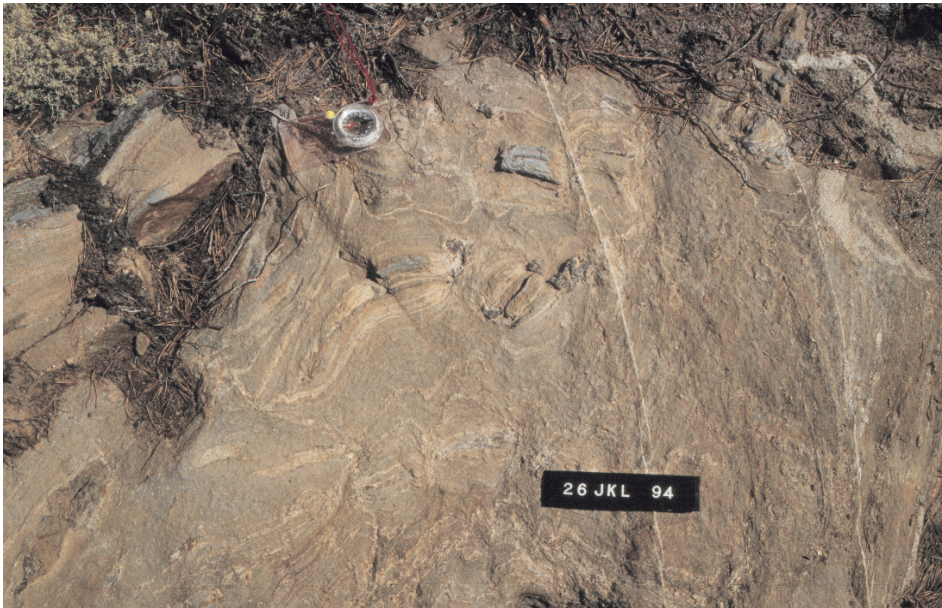
Fig. 9. Well preserved depositional layering in mica gneiss. Key as scale (ca. 8 cm).

Piippola, Pajukangas, 3411 12A, x = 7122700, y = 3451000. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

sen pyrokseenigranitoidin ympäröimällä kiillegneissialueella. Yrttikankaalla on muutama paljastuma schollenrakenteista granuliittifasiuksen metamorfisissa olosuhteissa kietyntynyttä kiillegneissiiä, jossa on runsaasti granaattia, kordieriittia ja ortopyrokseenia (kuva 11).

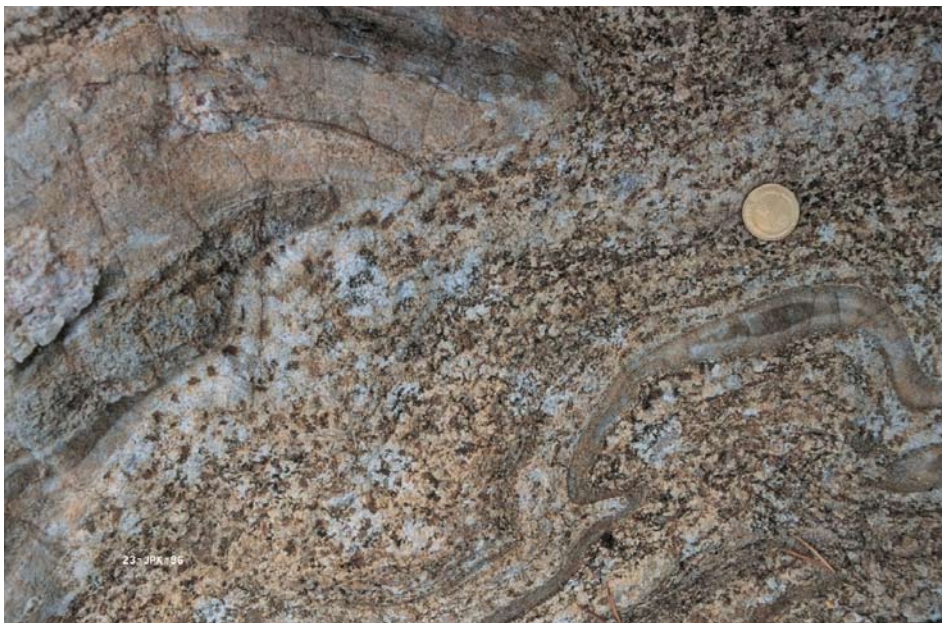
Haapaveden Piipsannevan alueen (3411 05) kiillegneisseistä Pajukankaan kiillegneissien lounaispuolella on havaintoja vain muutamasta yksittäisestä kairareiästä ja paljastumasta Haapaveden Koivikon kylällä sekä kairarei'istä Telinnevalla Kärsämäen ja Piippolan rajalla. Kiillegneissin välikerroksina on karsikiviä, kvartsimaaasälpägneissiiä, amfiboliittia ja grafiittiliuskeita. Metamorfisina indeksimineraaleina on paikoin granaattia ja kordieriittia. Piipsannevan alueen kivilajiseuranto on hyvinkin Viitaseen alueen kaltainen, ja ne rinnastetaan tässä toisiinsa.

Ojalehdon (3411 04) ja Saviselän (3411 10) kiillegneisseinä kartalle kuvatut alueet ovat koostumukseltaan paikoin sarvivälkepitaisia biotiittigneissejä ja paikoin taas kohtalaisen psammiittisia, ja ne muistuttavat enemmänkin kvartsimaaasälpägneissejä. Molemmilla alueilla kiillegneissit ovat toisaalta pienialaisina riekaleina syväkivialueiden sisällä ja toisaalta liittyvät hyvinkin läheisesti vulkaanisten kivien yhteyteen. Saviselän kiillegneissien lounaispuolelle sijoittuvan Vuoltojoen sinkkimalmiutumana (3322 09) vaikutus on havaittavissa Vesikorvessa (3411 07) lievänä muuttumisena ja kiisuuntumisena. Vastaavasti Ojalehdon alueella Ison Ketunmäen koillispuolen (3411 04) kiillegneississä on heikko kuparikiisupirote.



Kuva 10. Kortteisen alueen granaatti-kordieriitti- ja hypersteenipitoista kiillegneissää. Tunnuslevyn pituus 17,5 cm.

Fig. 10. Garnet, cordierite and hypersthene bearing mica gneiss in the Kortteinen area. Length of scale 17.5 cm. Piippola, Kalliomaa, 3411 11D, x = 7116820, y = 3456460. Kuva – Photo: Jouni Luukas.



Kuva 11. Granaatti-kordieriitti-ortopyrokseeni-gneissi. Granuliittifasiuksen metamorfoosissa säilyneinä jään-
teinä kalkkisilikaattisten kerrosten osia. Kolikon halkaisija n. 22 mm.

Fig. 11. Garnet-cordierite-orthopyroxene gneiss. Calc-silicate relics preserved in granulite facies metamorphism. Diameter of coin ca. 22 mm.

Piippola, Yrttikangas, 3411 11B, x = 7115170, y = 3453610. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

Kvartsimaasälpagneissi ja -liuske

Kvartsimaasälpagneissia ja -liusketta on Piippolan ja Rantsilan kartta-alueilla vain vähäisinä esiintyminä, ja ne liittyvät yleensä joko laajojen kiillegneissialueiden tai gneissimäisten granodioriittien yhteyteen. Havaintoja tästä kivistä on vain muutamalta paljastumalta ja kairareiästä Piippolan karttalehdeltä (3411) Kärsämäen Pyrrönperän (04) ja Piippolan Valkianevan (08) alueella. Rantsilan karttalehdeltä (3412) kvartsimaasälpäliusketta on Pulkkilan Viitastenjärvellä (04) kiillegneissin välikerroksina ja Rantsilan Näsälänperällä (05) vulkaniitteihin liittyvinä kerroksina.

Pulkkilan Viitastenjärven (3412 04) osittain kiisuuntunut kivilajimuodostuma (3412 05) koostuu pääasiassa kvartsimaasälpagneissista ja hienorakeisesta psammiittisesta kiillegneissistä. Pohjois-, itä- ja eteläpuolella muodostumaa ympäröi karkearakeinen migmatiittinen granaattikiillegneissi. Länsi- ja luoteispuolella se rajoittuu laajaan pyrokseenigranitoidi-intruusioon. Kvartsi-maasälpagneissi on vallitsevana kohteen NE-osassa ja kiillegneissi SW-osassa (Västi 1998).

Karsi- ja kalkkikivi

Viitastenjärvellä kvartsimaasälpäliuskeiden välikerroksina esiintyy yleisesti diopsidi- ja tremoliittikarsia, kalsiittista kalkkikiveä, kordieriittigneissia, amfiboliittia, sarvivälkegneissia, flogopiittigneissia, diopsidi- ja tremoliittigneissia, mustaliusketta sekä chertiksi tulkittua kvartsikiveä (Västi 1998).

Diopsidikarren yhteydessä on paikoin karkearakeisia skapoliittijuonia tai -pesäkkeitä. Kalkkikivessä on epäpuhtauksina vaihtelevassa määrin grafiittia, osittain serpentiiniytynyttä kondrodiittia, rautakiisuja ja ilmeniittia. Grafiitin suuren määrän takia kalkkikivi on väriltään joskus lähes mustaa. Keski- ja karkearakeiset graniitti-, granodioriitti- ja tonaliittijuonet leikkaavat yleisesti tätä kivilajiseuruetta.

Piippolan karttalehdellä Saviselässä (3411 10) on kairaamalla todettu diopsidikarsikiviä sekä karbonaattikiviä kiillegneissin välikerroksina. Paksuimmat kerrokset ovat jopa noin 10 metrin luokkaa (Iisalo 2005). Karsikivikerroksia kiillegneississä on havaittu kairauksissa myös karttalehden länsiosassa (3411 05).

Felsinen ja intermediaarinen metavulkaniitti

Kartalle harmaalla värillä kuvatut ja kartoituksessa yleensä kvartsimaasälpagneissinä tai -liuskeena havaitut alueet poikkeavat olemukseltaan kvartsirikkaampina ja usein myös hienorakeisempina keltaisella värillä kartalla esitetyistä kvartsimaasälpagneisseista. Paikoin näissä voi olla selviä kvartsi- ja/tai maasälpähajarakeita, ja yleensä nämä happamat liuskeet liittyvät läheisesti amfiboliitteihin tai koostumukseltaan intermediaarisiin liuskeisiin. Näillä perusteilla kivet tulkitaan alkuperältään vulkaanisiksi. Näitä tunnetaan pienialaisina esiintyminä Piippolan karttalehden eteläosissa Haapaveden Aittokylän Palomäellä (3411 04) ja Kärsämäen Haaraperän Tervoskankaalla (3411 07) sekä Saviselässä (3411 10).

Palomäen (3411 04) felsinen vulkaniitti on pienirakeista punertavanharmaata suuntautunutta ja vaihtelevasti raitaista kiveä, jossa on usein runsaasti graniittista suonistusta. Ympäröivä suuntautunut granodioriitti leikkaa vulkaniittia. Vulkaniitin ja granodio-

riitin määräsuhteet vaihtelevat jonkin verran Palomäellä, jossa paljastuma-alue on useiden hehtaarien kokoinen.

Tervoskankaan (3411 07) noin kahden hehtaarin kallioalue on pieni- tai keskirakeista raitaista ja väriltään harmaata kvartsimääsälpäliusketta tai -gneissia, jossa epidoottiraidat ja -klumpit ovat yleisiä. Kivi on todennäköisesti vulkaanista alkuperää. Tervoskankaan felsinen vulkaniitti sisältää yleisesti kapeita mafisia osueita, jotka kuvastavat mahdollisia jäänteitä mafisista tuffisista kerroksista.

Saviselän kylän (3411 10) länsiosassa Karelankankaalta pohjoiseen ja eteläpuolella Kivikkokankaalla on muutamia paljastumia harmaanpunertavaa liuskettunutta ja usein voimakkaasti graniittitunutta ja graniittipegmatiitin lävistämää hapanta gneissia, jossa paikoin on haamumainen kerrosmainen raitaisuus nähtävissä. Kummallakin alueella tämä kivi liittyy läheisesti pienirakeiseen amfiboliittiseen liuskeeseen. Yhdessä tämä kokonaisuus tulkitaan synnyltään vulkaaniseksi. Kivikkokankaan felsisessä liuskeessa on harvakseltaan kiisurakeita.

Rantsilan karttalehden länsiosassa Pulkkilan Ritukkaperällä (3412 04) on pieni paljastuma-alue osin pyroklastirakenteista kvartsimääsälpäporfyryriä mafisten ja intermediaaristen vulkaanisten breksoidien välikerroksena (kuva 12). Felsinen kerrostuma on yli 20 m paksu plagioklaasiporfyryrinen kidetuffi, jossa on harvakseltaan lapillikokoluokan mafisia heitteitä. Päämineraaleina ovat plagioklaasi, kvartsi, kalimaasälpä ja biotiitti. Plagioklaasia on yleisesti noin 1–3 mm:n hajarakeina hienorakeisessa perusmassassa. Aksessorisesti on muskoviittia, epidoottia, kloriittia ja magneettikiisua. Ritukkaperän vulkaaninen muodostuma on osa laajempaa länteen päin Haapaveden ja edelleen Vihannin suuntaan jatkuvaa vaatimattomasti paljastunutta kokonaisuutta. Muodostuma nimitetään tässä informaalisesti Ritukkaperän muodostumaksi.

Rantsilan Näsälänperän ja Pelkoperän (3412 05) alueen malmitutkimuksissa on kairattu vaihtelevan paksuisia felsisiä vulkaniittikerrostumia, joiden muuttuneisiin osiin liittyy myös malmiutumista. Yksityiskohtaiset kuvaukset Näsälänperän–Pelkoperän malmikriittisestä vulkaniittimuodostumasta ovat erillisissä malmitutkimusraporteissa (Västi 1998, Nikander et al. 2002, 2005, Kousa & Luukas, toim. 2004). Västin (1998) kuvaamat Rasinperän–Näsälänperän suprakrustiset kivet ovat kallioperäkartalla osana laajempaa länteen päin karttalehtialueen ulkopuolle jatkuvaa Vilmingon vulkaniittimuodostumaa. Näsälänperältä pohjoiseen Pelkoperälle ovat vallitsevina intermediaariset kivet. Pelkoperältä pohjoiseen vallitsevaksi tulevat felsisiksi metavulkaniitteiksi tulkitut kvartsimääsälpäliuskeet, joissa on välikerroksina mafista metavulkaniittia, kiillegneissia, mustaliusketta ja karsikiviä.

Syväkivet

Gneissigraniitti, granodioriitti ja -tonaliitti

Suuntautuneet ja osin voimakkaasti liuskettuneet ja gneissimäiset grano- ja kvartsidioriitit tai tonaliitit ovat valtakivilajeina Kärsämäen kirkonkylän luoteispuolella (3411 04 ja 05) ja vähäisemmässä määrin Pulkkilan länsiosissa (3412 04). Saviselän kylän eteläosassa (3411 10) on pieni vulkaniittien ja kiillegneissin ympäröimä gneissigraniittipahku. Gneissimäiset syväkivet on kartalla erotettu omaksi ryhmäkseen. Niiden ajallista eroa deformatumattomiin vastaaviin kiviin ei tunneta. Gneissimäiset graniitit ja tonaliitit esiintyvät aina lähellä felsisiä vulkaniitteja ja voivat geneettisesti liittyä niihin.



Kuva 12. (a) Felsistä metavulkaniittia ja (b) breksiarakenteista intermediaarista/mafista metavulkaniittia. Tunnuslevyn pituus 12 cm.
Fig. 12. (a) Felsic metavolcanic rock and (b) intermediate/mafic metavolcanic breccia. Length of scale 12 cm.
Pulkkila, Ritukkaperä, 3412 04E, x = 7134810, y = 3427930. Kuva – Photo: Jukka Kousa.



Kuva 13. Gneissimäinen granodioriitti Pyrrönpereen alueelta. Mittakaavana avain (n. 8 cm).
Fig 13. Gneissose granodiorite in the Pyrrönpere area. Key as scale (ca. 8 cm).
Kärsämäki, Hieta-aho, 3411 04D, x = 7107825, y = 3435790. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

Granodioriitti, kvartsidioriitti ja tonaliitti

Grano-kvartsidioriittisia intrusioita on yksittäisinä pienehköinä pahuina gneissimäisten muunnosten rinnalla Kärsämäen Pyrrönpereältä Haapaveden suuntaan sekä Saviselän alueella. Muutamia kvartsidioriitti- ja tonaliittipahkuja on kiillegneisseihin intrudoituneena Pulkkilan ja Kestilän alueella. Paikoin granodioriitteina karttaan merkityissä kivissä on kalimaasälpähajarakkeita, ja kivi on kentällä määritetty granodioriitiksi. Hie-määrityksien perusteella granodioriittisia kiviä on tässä ryhmässä kuitenkin varsin vähän tai ei lainkaan. Pulkkilan Latvan kylän lounaispuolella sarvivälkegranodioriittinen kivi koostuu plagioklaasista (An_{40-45}), kvartsista, sarvivälkkeestä, värittömästä amfibolista ja biotiitista sekä kloriitista, epidootista, apatiitista ja opaakista, ja se vastaa kvartsidioriittia. Kalimaasälpää voi olla yksittäisinä hajarakeina tai porfyroblasteina harvakseltaan.

Pulkkilan ja Kestilän kunnan rajan tuntumassa Uljuan tekoaltaan itä- ja pohjoispuolella olevat kvartsidioriitteiksi kartalle merkityt pienet intrusiot ovat itse asiassa mineralogialtaan montsoniittisia tai kvartsimontsodioriittisia, ja ne koostuvat plagioklaasista (An_{16-32}), kalimaasälvästä, biotiitista ja kvartsista sekä sarvivälkkeestä, apatiitista, epidootista ja titaniitista.

Dioriitti, gabro, ofiittinen gabro ja diabaasi

Piippolan ja Rantsilan karttalehtialueilla mafisten intrusiivikivien suhteellinen osuus on pieni verrattuna valtakivilajeihin, kiillegneisseihin ja granitoideihin. Rantsilan kirkonkylän lounaispuolella ja Piippolan Vähä Lamujärven länsipuolella gabrointruusiot liittyvät läheisesti pyrokseenigranitoideihin. Koostumukseltaan kivet ovat pyrokseenipitoisia gabroja tai sarvivälkegabroja. Osa kartalle rajatuista gabro-dioriittialueista perustuu pelkästään gravimeristen karttojen tulkintaan. Muutamia näistä on varmennettu kairauksin.

Rantsilan karttalehden länsiosan pyrokseenigranitoidialue sulkee sisäänsä kaksi erillistä gabromuodostumaa, joista on vain muutama paljastumahavainto. Välittömästi Rantsilan kirkonkylän länsi- ja eteläpuolella gabro on koostumukseltaan heterogeenista pyrokseenigabroa, joka koostuu plagioklaasista (An_{57-36}), hypersteenistä, augiitista ja biotiitista. Vähäisiä määriä on sarvivälkettä, kvartssia, opaakkeja, apatiittia ja kalimaasälpää. Mineralogian perusteella luokiteltuna gabrossa on klinopyrokseeni-, montsogabro- ja kvartsidioriittisia muunnoksia. Rantsilan Honkanevalla noin 6 km Sipolasta länteen sijaitsee pyrokseenigranitoidien sisällä erillinen lähes 4 km pitkä pohjois-eteläsuuntainen gabropahku, josta eteläosassa on nähtävissä laajahko noin hehtaarin kokoinen paljastuma-alue. Kivi on väriltään tummahkon harmaata ja koostuu Wilkmanin (1931) mukaan plagioklaasista (An_{60}), hypersteenistä, oliviinista ja biotiitista. Siinä on vähäisiä määriä sarvivälkettä ja kloriittia muuttumistuloksina sekä magnetiittia ja kiisurakeita. Pyrokseenigranitoidi leikkaa juonina gabroa (kuvat 14 ja 15).



Kuva 14. Olivini-pyrokseenigabro, jota porfyyrinen pyrokseenigranitoidi leikkaa juonina. Kompassin pituus 12 cm.

Fig. 14. Olivine-pyroxene gabbro intruded by porphyritic pyroxene granitoid dykes. Length of compass 12 cm. Rantsila, Honkanevan Saunasaari, 3412 05C, x = 7143855, y = 3437930. Kuva – Photo: Jukka Kousa.



Kuva 15. Oliiviniipyrokseenigabro, jossa näkyy diabaasimainen ofiittinen rakenne. Kolikon halkaisija n. 23 mm.
Fig. 15. Olivine-pyroxene gabbro with ophitic texture. Diameter of coin ca. 23 mm.
Rantsila, Honkanevan Saunasaari, 3412 05C, x = 7143855, y = 3437930. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

Porkkalan gabro Kärsämäen kirkonkylän koillis- ja itäpuolella (3411 07) on pyöreähkö intruusio, jonka läpimitta on n. 5–6 km. Gabroa on paljastumilla näkyvissä ainoastaan intruusion länsireunalla ja kaakkoisosassa. Selvästi magneettisena tämä kivilajimuodostuma on rajattavissa vähäisestä paljastuneisuudesta huolimatta. Porkkalan kylällä intruusion länsiosissa gabro on osittain diabaasimaista hienorakeista kiveä ja osittain syväkivimäisen karkeaa. Intruusion kaakkoisosan paljastumien gabro on homogeenisempaa ja syväkivimäistä. Itäosassa kairatuista kahdesta kohteesta toisessa on homogeenista sarvivälkegabroa ja toisessa plagioklaasihajarakeinen muunnos. Porkkalan gabrossa on kerroksellisen intruusion piirteitä. Gabrointruusio jatkuu Porkkalan kylältä eteläkaakkoon Ritomäen kylälle. Wilkman (1931) kuvaa tämän sarvivälkepyrokseenigabron (augiitti) Kärsämäen gabromassiivina ja Marttila (2002) vastaavasti Ritomäen gabroesiintymänä.

Kärsämäen Saviselän kylän pohjoispuolella (3411 10) on heikosti paljastunut pienirakeinen ja tasalaatuinen ortopyrokseenigabro. Rajaus kartalle perustuu matalalentogeofysiikan tulkintoihin. Tämä kivi on osa pohjoiseen jatkuvaa laajaa pyrokseenigranitoidialuetta ja edustanee Lamun intrusiivikompleksiksi nimetyn muodostuman mafista päätejäsentä.

Piippolan ja Rantsilan karttalehtien länsiosassa, Haapaveden Korkatin ja Pulkkilan Ritukkaperän välisellä alueella, on pohjois-eteläsuunnassa noin 9 km pitkä intruusio diabaasimaista gabroa. Kivi on rakenteeltaan yleensä ofiittista ja koostumukseltaan vaih-



Kuva 16. Diabaasijuonen (vas.) ja porfyyrisen syenogranitiin (oik.) kontakti. Kuvassa diabaasia leikkaa juonen suuntaisesti hienorakeinen kvartsimaasälpäporfyryrijuoni, jossa on murskaleita diabaasista. Tunnuslevyn pituus 17,5 cm.

Fig. 16. Contact of diabase dyke (left) and porphyritic syenogranite (right). Diabase is intruded by fine-grained quartz-feldspar porphyritic dyke with diabase fragment inclusions. Length of scale 17.5 cm.

Haapavesi, Nevänperänkallio, 3411 06E, x = 7124790, y = 3429580. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

televaa uraliittisestä diabaasista sarvivälkegabroon ja kvartsidioriittisiin muunnoksiin saakka. Wilkman (1931 s. 99–100) kuvaa yksityiskohtaisesti tämän kiven mineralogiaa. Gabroon läheisesti liittyviä diabaasijuonia on erityisesti Korkattivuoren alueella varsin yleisenä lähes itä-länsisuuntaisena juoniparvena granitoideissa (kuva 16).

Peridotiitti

Pulkkilan Viitastenjärven lounaispuolella on kartalla (3412 04) kaksi pientä peridotiittipahkua, joista toinen on lävistetty syväkairauksella ja toinen tulkittu matalalentogeofysiikan perusteella (Outokumpu Oy).

Syeniitti

Lamun intrusiivikompleksin sisällä Saviselän kylästä luoteeseen päin on porfyyristen pyrokseenigranitoidien ympäröimänä luode-kaakkosuuntainen osin porfyyrinen klinopyrokseenipitoinen syeniittinen noin 8 km pitkä ja 1–2 km leveä intrusiivi. Pyrokseenisyeniitin ja -granitoidin välissä intrusioon lounais- ja pohjoisosassa on jäänteitä mafisesta vulkaniitista. Ruotasen (1988) mukaan pyrokseenisyeniitin päämineraalit ovat klinopyrokseeni, amfiboli, mikrokliini, plagioklaasi, kvartsi ja titaniitti sekä joskus myös

magnetiitti. Aksessorisina mineraaleina syeniitissä on biotiittia, zirkonia ja apatiittia. Klinopyrokseeni on koostumukseltaan ferrosaliittia ja amfiboli vastaavasti ferroedeniittia (Ruotanen 1988), mikä kuvastaa kiven alkalista luonnetta. Intrusion pohjoisosassa klinopyrokseenin ohella kivi sisältää vähäisen määrän ortopyrokseenia. Pyrokseenisyeniitin kaakkoispäässä lähellä Saviselän kylää on mafisiin juoniin ja nuoriin siirroksiin liittyvä piippumainen molybdeeni-kupariesiintymä.

Pyrokseenigranitoidi, enderbiitti ja enderbiittinen gneissi

Porfyriiset pyrokseenigranitoidit rajoittuvat intrusiivikomplekseina Piippolan Lamun ja Kärsämäen Saviselän (3411 07, 08, 10 ja 11) sekä Rantsilan ja Pulkkilan kirkonkylän välisen (3412 04, 05, 06 ja 07) korkeamman metamorfoosiasteen lohkoihin. Rantsilan (RIC) ja Lamun (LIC) intrusiivikompleksin alueella porfyriiset pyrokseenigranitoidit ja -gabrot muodostavat selkeästi omanlaisensa bimodaalisen magmaattisen vaiheen.

Rantsila–Pulkkilan alueella pyrokseenigranitoidit ovat karkeaporfyriisiä hypersteeni-graniitteja tai granodioriitteja ja heikommin porfyriisiä diopsidi-hypersteeni-graniitteja. Jälkimmäiset erottuvat magnetiittipitoisuutensa ansiosta aeromagneettisilla kartoilla voimakkaammin magnetoituneina alueina. Porfyriiset hypersteeni-granitoidit keskittyvät pääasiassa kompleksin itäosaan. Magnetiittipitoiset diopsidi-hypersteeni-granitoidit ovat vallalla kompleksin länsilaidalla. Länsiosien diopsidi-hypersteeni-graniiteissa on yleisesti sulkeumina särmikkäitä diabaasifragmentteja. Sama piirre voidaan todeta myös hiemittakaavassa, jossa pyrokseenigraniitissa havaittiin ”pisaramaisia” mafisia sulkeumia.

Lamun intrusiivikompleksi koostuu Rantsilan intrusiivikompleksin tapaan pääasiassa erilaisista pyrokseenigranitoideista. Siinä on komponentteina myös syeniittia ja gabroa. Kompleksin syväkivet leikkaavat emäksistä vulkaniittia ja kiillegneissia. Kompleksin tärkeimpinä kivilajeina ovat RIC:n tyyppiset porfyriiset hypersteeni-granitoidit sekä enderbiittiset granitoidit. LIC:n alueella on sekä syväkivimäisiä enderbiittisiä granitoideja että gneissimäisiä enderbiittejä, joissa on usein liuskeisia ja haamumaisesti raitaisia granuliittisia suprakrustisten kivien jäänteitä.

Porfyriinen graniitti

Porfyriisten pyrokseenigranitoidien lisäksi on sekä Piippolan että Rantsilan karttalehtialueilla muutama pienialaisempi esiintymä karkearakeista porfyristä graniittia. Lamun intrusiivikompleksin pohjoisosien pyrokseenipitoiset porfyriiset graniitit muuttuvat pyrokseenittomiksi eteläänpäin tultaessa Vähä Lamujärven eteläpuolella. Kärsämäen kirkonkylän alueella ja siitä länteen porfyrigraniitti on heikosti suuntautunutta punertavanharmaata ja toisinaan hyvinkin yleisen epidootin vihertäväksi sävyttämää unakiittia. Pyrrönperällä on noin 3–4 km halkaisijaltaan oleva porfyriinen graniitti, joka selvästi leikkaa ympäristönsä grano- ja kvartsidioriittisia kiviä. Lounaisreunastaan tämä intrusio on paikoin voimakkaasti suuntautunut ja hiertynyt myloniittiseksi. Intrusion luoteispäässä diabaasi- ja kvartsimaa-sälpäporfyrijuoni leikkaa porfyristä graniittia. Kärsämäen kirkonkylän itäpuolella Ritomäen alueella porfyriinen graniitti puolestaan leikkaa Porkkalan gabroa.

Haapaveden Korkatin ja Aakonvuoren alueella (3411 06) porfyriinen granitoidi sisältää usein hyvin vähän tai ei lainkaan kvartsia ja poikkeaa selvästi koostumukseltaan

edellä kuvatuista porfyirisistä granitoideista. Wilkman (1931 s. 119) kuvaakin näitä kiviä keski- tai karkearakeisina syeniittigraniitteina ja kali-natronsyeniitteinä.

Suurten hiertovyöhykkeiden läheisyydessä porfyiriset graniitit ovat selvästi suuntauneita, mutta muualla ne voivat olla lähes suuntautumattomia. Tutkimusalueen porfyiriset graniitit voidaan rinnastaa ajallisesti pyrokseenigraniitteihin.

Porfyyrigraniitit ovat rinnastettavissa Pyhjärven alueelta kuvattuihin vastaaviin kiiviin, joista mm. Vuohtomäeltä porfyyrigraniitista on zirkonin U-Pb-ikäksi määritetty 1875 ± 2 Ma (Kousa et al. 1994). Tässä kappaleessa ja kallioperäkartalla kuvatut porfyyrigranitoidit ovatkin tyypillisiä svekofennidien porfyyrigranitoideja.

Graniitti

Piippolan karttalehdellä (3411) on omaksi kivilajikseen erotettu pieninä pahkuina tai usein vain juonimaisina muodostumina esiintyvä pieni- tai keskirakeinen punainen mikroliinigraniittityyppi. Kivi on suuntautumaton ja paljastumilla havaittujen leikkaussuhteiden perusteella selvästi porfyyrisiä graniitteja nuorempi. Graniitille on tyypillistä harvakseltaan esiintyvät magnetiittirakeet, jotka kooltaan voivat olla jopa 1 cm:n luokkaa (kuva 17). Tätä mikroliinigraniittia tavataan yleensä voimakkaiden hiertovyöhykkeiden yhteydessä.



Kuva 17. Magnetiittikiteitä (\varnothing 1–3 mm) mikroliinigraniitissa.

Fig. 17. Magnetite crystals (\varnothing 1–3 mm) in microcline granite.

Kärsämäki, Konkelinmäen louhos, 3411 04C, x = 7101865, y = 3439790. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

Kvartsimaasälpäporfyryri

Piippolan lehden luoteisosassa (3411 06) Haapaveden Korkatin alueella kvartsi-maasälpäporfyyrinen pohjois-eteläsuuntainen juonikivimuodostuma leikkaa terävästi ympäristönsä granitoideja ja diabaasimaisia gabroja. Kvartsi-maasälpäporfyyrinen (kuva 18) juonikivimuodostuma ja gabromainen diabaasi liittyvät läheisesti toisiinsa ja edustanevat yhdessä varsin nuorta bimodaalista magmaattista tapahtumaa, josta on havaintoja mm. Pyhäjärven Jauhokankaalla (Marttila 1992, Kousa et al. 1994). Korkattivuoren alueen kivistä Wilkman (1931) erottaa vanhimpana graniittiporfyyrin, jota kvartsi- porfyyrimaiset lehtiitit ja metabasiittijuonet leikkaavat. Näistä havainnoista ja kivien mineraalikoostumuksista on Wilkmanilla (1931 s. 59) tarkka kuvaus, jossa graniittiporfyryri vastaa Piippolan karttalehden porfyyrigraniittia ja metabasiitti diabaasi-juonia sekä graniittiporfyryriä kvartsi- maasälpäporfyryriä.

Vaalea graniitti, vaalea porfyyrinen graniitti ja pegmatiittigraniitti

Kurranjärven graniittialue Rantsilan karttalehden (3412) itä- ja koillisosassa rajautuu lounaassa Revonnevan hirtovyöhykkeeseen ja kaakossa Oulujärven hirtovyöhykkeeseen. Nimeämme tämän heterogeenisen granitoidialueen Kurranjärven kompleksiksi



Kuva 18. Korkattivuoren kvartsimaasälpäporfyryri. Avaimen pituus n. 8 cm.

Fig. 18. Quartz-feldspar porphyry. Length of key ca. 8 cm.

Haapavesi, Korkattivuori, 3411 06E, x = 7122290, y = 3428680. Kuva – Photo: Jukka Kousa.

(KuC), jonka vallitsevina kivilajeina ovat pegmatoidinen graniitti ja tasalaatuinen vaalea pieniporfyyrinen graniitti. Granitoidialueen sisällä on runsaasti kiillegneisseistä, karsiraitaisista amfiboliiteista ja sarvivälkegneisseistä koostuvia pienempiä alueita. Nämä usein kokonaan maapeitteiden alla paljastumattomina sijaitsevat gneissijäänteet on tulkittu kartalle matalalentogefysiikan avulla. Kurranjärven graniittialue jatkuu pohjoiseen päin Tyrnävän–Limingan–Muhoksen suuntaan ja muodostaa Muhos-muodostuman sedimenttikivialueen ympärille laajan aina Ouluun saakka ulottuvan syväkivivyöhykkeen (vrt. Kesola 1983 ja 1985, Honkamo 1994).

Vaaleanharmaa tai heikosti punertava karkearakeinen pegmatoidinen graniitti koostuu plagioklaasista (oligoklaasia), kvartsista ja kalimaasälvästä. Aksessorisina mineraaleina on serisiittiä ja zirkonia. Pegmatiittigraniitti muistuttaa ulkonäöltään Oulujärven hiertyvyöhykkeessä tavattavia D₄-vaiheen pegmatiitteja (Kärki et al. 1993). Pulkkilassa vastaava pegmatiittigraniitti (kuva 19) leikkaa hiertyneiden liuskeiden ohella svekofennidien porfyyrisiä granitoideja.

Rantsilan karttalehden koillisosassa ja Kestilän karttalehden (3414) luoteisosassa esiintyvä pieniporfyyrinen graniitti edustaa tutkimusalueen nuorinta syväkiveä, joka puolestaan leikkaa pegmatoidista graniittia (kuva 20). Kivessä ei ole havaittu merkittäviä deformaation merkkejä. Pieniporfyyrinen vaalea graniitti koostuu kvartsista, kalimaasälvästä, plagioklaasista (albiitti-oligoklaasi) ja biotiitista. Aksessorisina mineraaleina on serisiittiä, kloriittiä, apatiittia, epidoottia, zirkonia ja opaakkeja.



Kuva 19. Hiertynyttä kiillegneississä leikkaava pegmatiittigraniittijuoni. Avain n. 8 cm.
Fig. 19. Granitic pegmatite dyke intruding sheared mica gneiss. Length of key ca. 8 cm.
Pulkmila, Lehtomäki, 3411 09B, x = 7126500, y = 3443390. Kuva – Photo: Jukka Kousa.



Kuva 20. Pieniporfyyrinen vaalea graniitti leikkaa juonina pegmatiittista graniittia. Numerolapun pituus n. 10 cm.

Fig. 20. Porphyric leucogranite dykes intruding pegmatite. Length of scale ca. 10 cm.

Rantsila, Madelamminkankaat, 3412 12C, x = 7152370, y = 3459380. Kuva – Photo: Jouni Luukas.

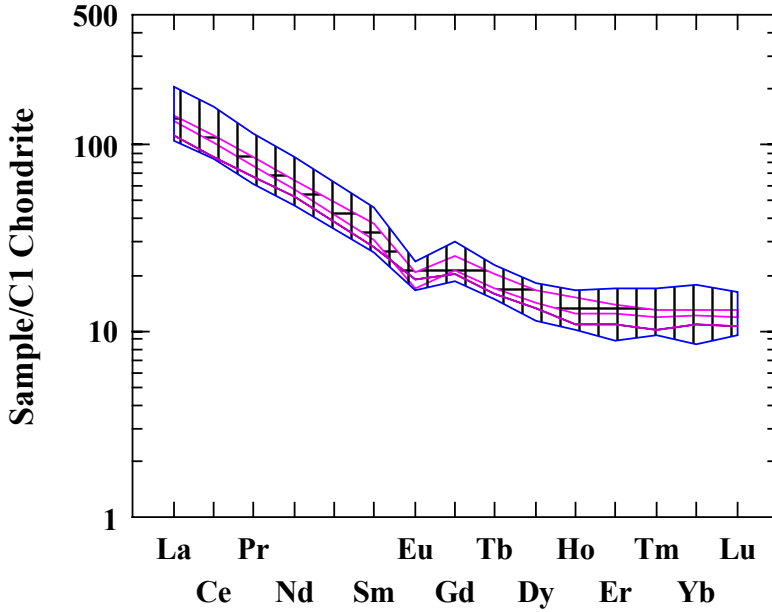
Kurranjärven kompleksin vaaleat granitoidit ovat omanlaisensa kivilajiryhmä, joka jo kartoitusvaiheessa erottui selkeästi Revonnevan hiertovyöhykkeen länsipuolen porfyyrigranitoideista ja erityisesti pyrokseenigranitoideista. Pieniporfyyrisestä graniitista ja pegmatiittijuonesta tehdyt isotooppimääritykset osoittavatkin näille kiville selvästi nuorempaa ikää ja vahvaa kontamisnoitumista arkeisesta kuoresta (ks. kappale Isotooppimääritykset).

GEOKEMIA

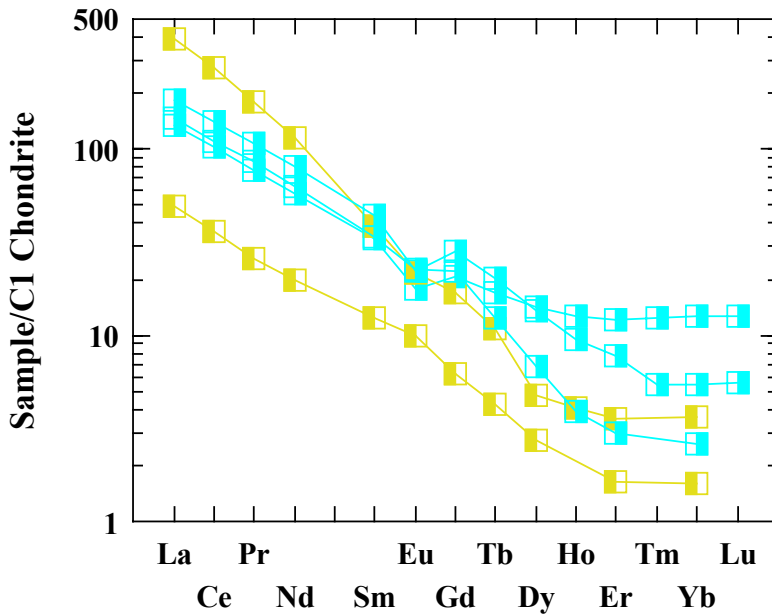
Piippolan ja Rantsilan karttalehtialueilta tässä esitettävät analyysitulokset ovat kahta näytettä lukuun ottamatta osa GTK:n kalliogeokemian projektin 1990-luvulla kokoamaa aineistoa (taulukko 2). Projektin näytteenotto toteutettiin yhteistyössä GTK:n Vihanti–Pyhäsalmi-hankkeen kartoitusryhmän kanssa ja pohjautuu ajantasaiseen kallioperätietoon. Mafiset vulkaniittinäytteet 56 ja 57 (taulukko 2) ovat raportista Hill et al. (2005).

Sedimentisyntyisistä kivilajeista on analysoitu pieni mutta suhteellisen edustava otos kartta-alueen kiillegneissejä sekä niiden korkeasti metamorfoituneita muunnoksia ja lisäksi kaksi näytettä kvartsimaasälpagneisseistä.

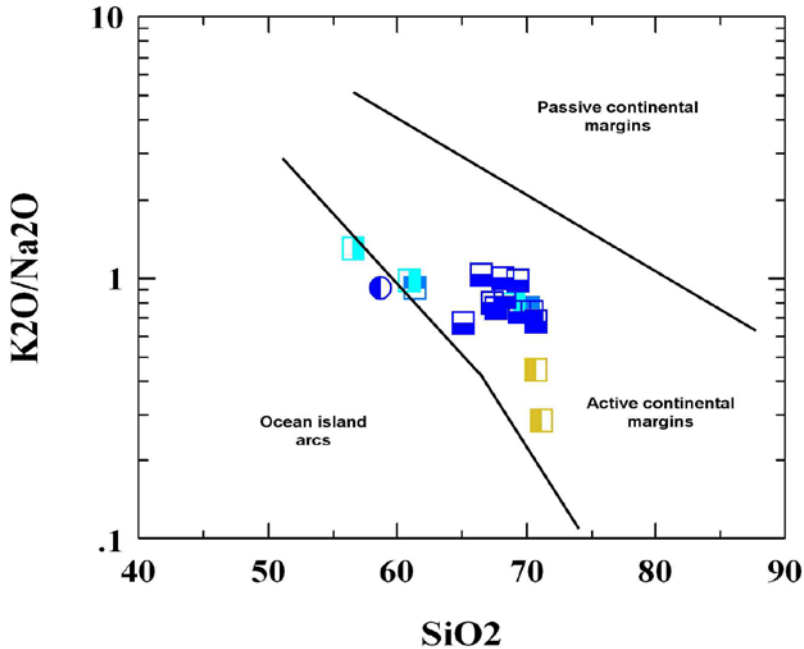
Kemiallisesti kiillegneissit eri puolilla kartta-aluetta ovat varsin homogeeninen joukko. Ainoastaan voimakkaasti migmatiittituneissa muunnoksissa voi havaita poikkeamia mm. raskaassa REE-koostumuksessa. Kvartsimaasälpagneissit erottuvat omaksi ryhmäkseen ja voivat alkuperältään poiketa myös toisistaan.



Kuva 21. Kiillegneissien REE-jakauma (pystyviivoitus = Sipola-Viitanen-alue; vaakaviivoitus = Järvitalo-alue; yhtenäinen viiva = Ojalehto-alue).
 Fig. 21. REE distribution of mica gneisses (vertical hatch = Sipola-Viitanen area; horizontal hatch = Järvitalo area; single line = Ojalehto area).



Kuva 22. Migmatiittituneiden kiillegneissien (vaaleansininen) ja kvartsimaa-sälpägneissien (keltainen) REE-jakauma.
 Fig. 22. REE distribution patterns for migmatitic mica gneisses (light blue symbol) and quartz-feldspar gneisses (yellow symbol).

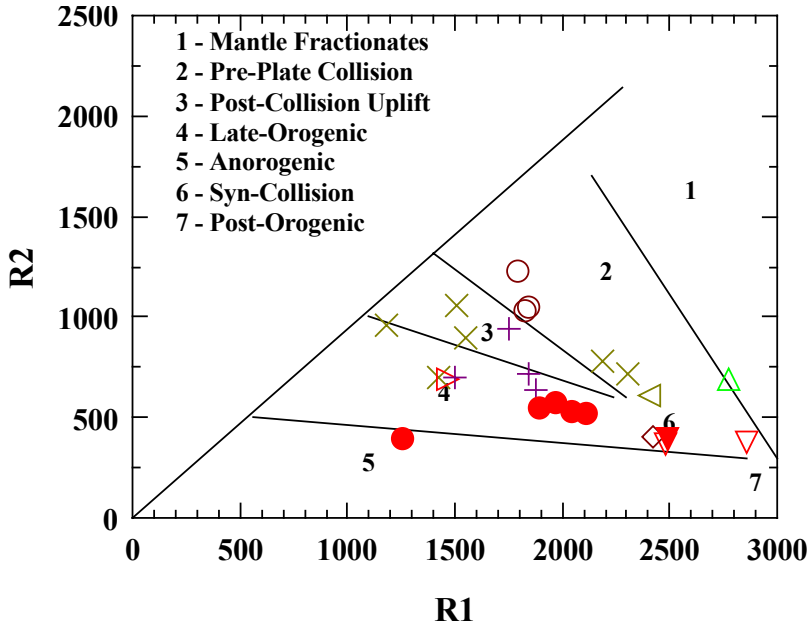


Kuva 23. Kiillegneissien (tummansininen), migmatiittien (vaaleansininen) ja kvartsimaaäpägneissien (keltainen) koostumusvertailua metasedimenttien erotteludiagrammilla (Roser & Korsch 1986).
Fig. 23. Mica gneiss (dark blue), migmatitic mica gneiss (light blue) and quartz-feldspar gneiss (yellow) analyses plot on discrimination diagram for metasedimentary rocks (Roser & Korsch 1986).

Granitoidit

Kartoituksen perusteella Rantsilan ja Piippolan karttalehtien granitoidit on jaettu neljään ryhmään ja nimetty omiksi intrusiivikomplekseiksi – Rantsilan intrusiivikompleksi (RIC), Lamun intrusiivikompleksi (LAC), Kurranjärven kompleksi (KuC) ja Haapaveden intrusiivikompleksi (HIC). Kemiallisen koostumuksen mukaista vertailuun eri kompleksien kesken ei tässä yhteydessä enemmälti syvennytä. Karkeasti jaoteltuna on kuitenkin ilmeistä, että Lamun (LIC) ja Rantsilan (RIC) intrusiivikompleksit ovat keskenään hyvin samankaltaisia.

Kurranjärven kompleksin (KuC) granitoidit ovat selvästi omanlaisensa ryhmä myös kemiallisesti. Haapaveden intrusiivikompleksin (HIC) granitoidit eroavat osittain omaksi joukokseen ja vielä niin, että se voisi olla sisäisesti jaettavissa kahdeksi ryhmäksi. Toisessa olisivat tyypilliset svekofennialaiset porfyryigraniitit ja toisessa taas vaihtelevasti gneissimäiset granitoidit. Vielä näyttää siltä, että porfyryigraniiteissakin on erotettavissa toisistaan hyvinkin paljon poikkeavia tyyppejä (kuva 24).



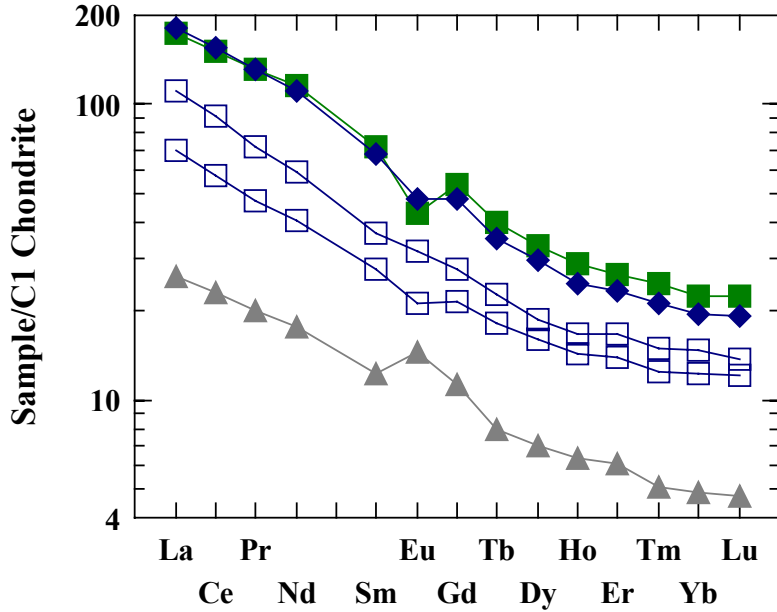
Kuva 24. Granitoidityyppien koostumusvertailua R1-R2-erotteludiagrammilla (Batchelor & Bowden 1985): punainen pallo = porfyryinen graniitti (HIC), punainen kärkikolmio = pieniporfyryinen graniitti (KuC), avoin kärkikolmio = pegmatiittigraniitti (KuC), rasti = gneissgranodioriitti (HIC), risti = pyrokseenigraniitti (RIC ja LIC), avoin ympyrä = pyrokseeni granodioriitti (RIC ja LIC), avoin kolmio = enderbiitti (LIC).
 Fig. 24. R1-R2 discrimination diagram for granitoids (Batchelor & Bowden 1985): red dot = porphyry granite (HIC), red upright triangle = porphyric leucogranite (KuC), open upright triangle = pegmatite granite (KuC), marker = gneiss granodiorite (HIC), cross = pyroxene granite (RIC and LIC), open circle = pyroxene granodiorite (RIC and LIC), open triangle = enderbite (LIC).

Mafiset intrusiivikivet

Kemiallisesti mafiset intrusiivikivet on jaettavissa selvästi kolmeen ryhmään, joilla kullakin on omanlaisensa REE-taso. Pyrokseenigranitoideihin liittyvien Lamun ja Rantsilan intrusiivikompleksien gabroissa REE-alkuainetaso on selvästi muita korkeampi, ja lisäksi niitä luonnehtii pieni Eu-minimi. Kartta-alueen länsiosan diabaasit ja ofiittiset gabrot erottuvat edellä mainituista selvästi mm. alhaisemman REE-tasonsa perusteella. Porkkalan gabron REE-taso on vielä näitä diabaasejakin alhaisempi. REE-jakauman muoto näillä kolmella erilaisella gabrotyyppillä on kuitenkin samankaltainen.

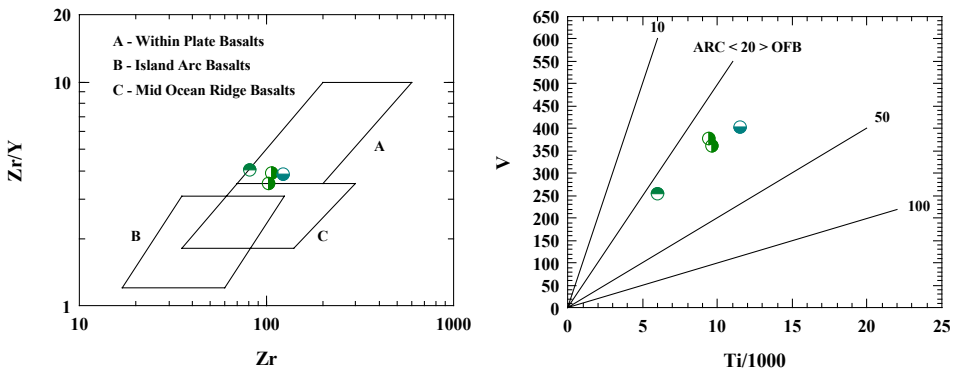
Mafiset vulkaniitit ja sarvivälkegneissit

Selvästi vulkaanisten kivien suhteellinen osuus karttalehtialueella on varsin vähäinen. Kuvaan 26 on valittu vain paljastumalla selvästi laavamaiseksi tulkitut kivet Piippolan karttalehtialueen (3411) luoteis- (04 ja 05) ja koillisosasta (12). Analyysitulosten perusteella joukko on varsin homogeeninen, mutta tarkasteltava näytemäärä ei pienuutensa takia ole kuin suuntaa-antava enemmille tulkinnoille.



Kuva 25. Mafisten intrusiivikivien REE-jakaumat: Pöytäkankeaan (3412 05) diabasi ja Korkatin (3411 06) ofiittinen gabro/diabasi – avoin neliö, Porkkalan (3411 07) gabro – kolmio, Porkanrannan (3412 06) pyrokseenigabro (RIC) – vihreä neliö ja Keräsenkankaan (3411 10) pyrokseenigabro (LIC) – salmiakki.
Fig. 25. REE distributions of mafic intrusive rocks: Pöytäkankea diabase (3412 05) and Korkatti (3411 06) ophiitic gabbro/diabase – open square; Porkkala (3411 07) gabbro – triangle; Porkanranta (3412 06) pyroxene gabbro (RIC) – green square and Keräsenkangas (3411 10) pyroxene gabbro (LIC) – rhomb.

Kiillegneissien välikerroksina esiintyvät mafiset laavat ovat kemialliselta luonteeltaan lähinnä Fe-tholeiittisia. Tektonomagmaattisesti nämä ovat merenpohjalla kerrostuneiden laavojen kaltaisia (kuva 26).



Kuva 26. Piippolan karttalehtialueen mafisten laavojen tektonomagmaattinen luonne. (Zr/Y-Zr-diagrammi Pearce ja Cann 1973 ; Ti-V-diagrammi Shervais 1982).
Fig. 26. Tectonomagmatic affinity of mafic lavas in the Piippola map-sheet area. (Zr/Y-Zr diagram after Pearce and Cann 1973; Ti-V diagram after Shervais 1982).

Radiometriset iänmääritykset

Piippolan ja Rantsilan karttalehtialueilta tehtiin alueellisen stratigrafian ja rakennetulkinnan tueksi ikämääritykset happamasta vulkaniitista Pulkkilasta, kvartsimaasälpäporfyryri-intruusiosta Haapavedeltä ja pegmatiittijuonesta Pulkkilasta. Karttalehtialueen ulkopuolelta tähän tarkasteluun otetaan mukaan lisäksi pieniporfyirisestä vaaleasta graniitista Kestilän karttalehdeltä (3414 06) Vaalasta ajoitettu näyte. Jälkimmäinen edustaa hyvin Rantsilan karttalehden koillis- ja itäosan laajaa graniittialuetta. Näytteet analysoitiin GTK:n isotooppigeologian laboratoriossa Espoossa. Analysoinnista ja tulosten tulkinnasta vastasi Hannu Huhma. Piippolan ja Rantsilan karttalehtien ulkopuolelta otetaan tarkasteluun mukaan vielä kaksi felsisiin vulkaniitteihin kuuluvaa näytettä Vihannin karttalehdeltä (2434 08) Vilmingon muodostumasta.

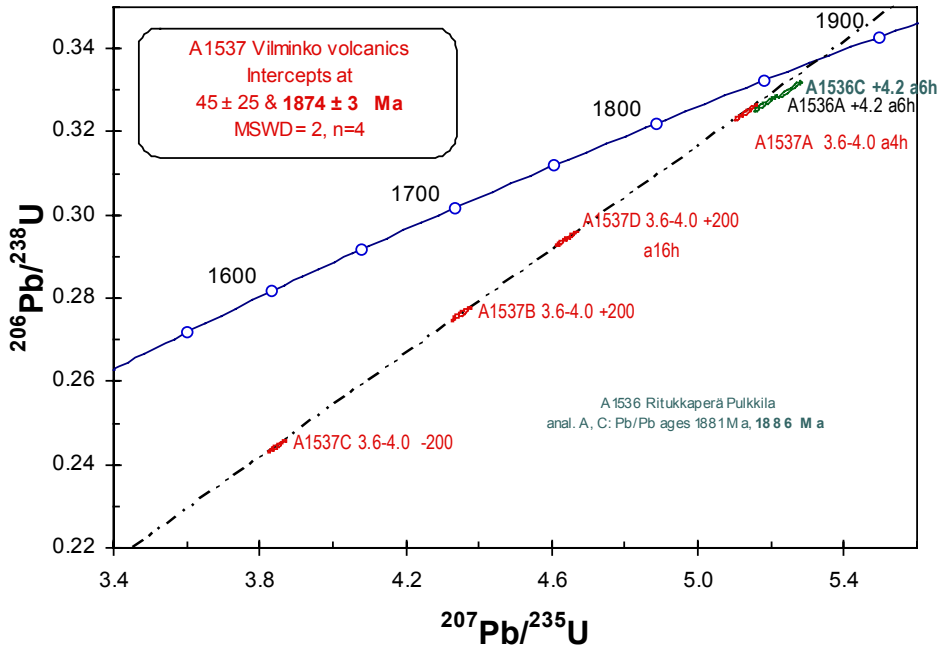
Tässä kuvattavien näytteiden rinnalla teetettiin isotooppimäärityksiä myös ympäröivältä alueelta graniitti- ja diabaasinäytteestä Raahen (2441) sekä graniittinäytteestä Ruukin (2443) karttalehdeltä. Näistä ei saatu joko analysointikelpoista zirkonia, tai zirkonipopulaatio oli liian heterogeenien. Tulokset on kuvattu GTK:n Vihanti–Pyhäsalmi-hankkeen loppuraportissa (Kousa & Luukas, toim. 2004). http://arkisto.gtk.fi/m10/M10_4_2004_2.pdf

Ritukkaperän felsinen vulkaniitti

Pulkkilan Ritukkaperän (3412 04) vulkaniittimuodostuma koostuu Rantsilan karttalehden puolella pääasiassa intermediaarisista ja mafisista kerrostumista. Felsinen vulkaniitti on täällä vähemmistönä. Näyte 30-JPK-93 (A1536) otettiin paljastumasta mafisten ja intermediaaristen matriksikannatteisten pyroklastisten breksiakerrostumien felsisestä välikerroksesta.

A1536 Ritukkaperä, Pulkmila. Ryoliittinen vulkaniitti (Hannu Huhma): Näytteen zirkoni on pientä ja hieman epämääräisen oloista, ja sitä saatiin separoinnissa varsin vähän. Analyysyjä tehtiin aluksi vain kaksi, joista ensimmäinen on vähän diskordantti. Lisäanalyysi Pulkkilan Ritukkaperän zirkonista (A1536C) on lähellä ensimmäistä analyysiä ja antaa $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -iäksi 1886 ± 3 Ma, ja tätä on pidettävä minimi-ikäenä analysoidulle materiaalille.

Määrityksen perusteella ei saatu täyttä varmuutta Ritukkaperän felsisen vulkaniitin iästä. Tuloksesta on kuitenkin pääteltävissä, että tämä muodostuma on huomattavasti Pyhäsalmen Ruotasen ja Mullikkorämeen 1920–1930 Ma:n ikäisiä vulkaniitteja nuorempi ja edustaa hyvin ylemmän svekofennian vulkaniitteja (vrt. Kousa et al. 1994). Oheisessa kuvassa on vertailun vuoksi mukana Vihannin Vilmingon ryoliittisesta kvartsi-porfyryristä tehty määrittäminen, joka puolestaan selvästi nuorempana poikkeaa Ritukkaperän näytteestä. Vilmingon näyte ei tämän hetkisen käsityksen mukaan kuitenkaan kuvaa yleisesti Vilmingon muodostuman kiviä, vaan se on mahdollisesti intrusiivinen siihen nähden. Tämänhetkisen käsityksemme mukaan Vilmingon muodostumasta Kokkonevan sinkkimalmiutumaan liittyvä kvartsi-porfyryri (1922 ± 6 Ma) edustaa parhaiten koko Vilmingon muodostuman ikää. Kvartsi-porfyryri on muodostumaan kuuluva synvulkaaninen intruusio (Nikander et al. 2002, 2004).



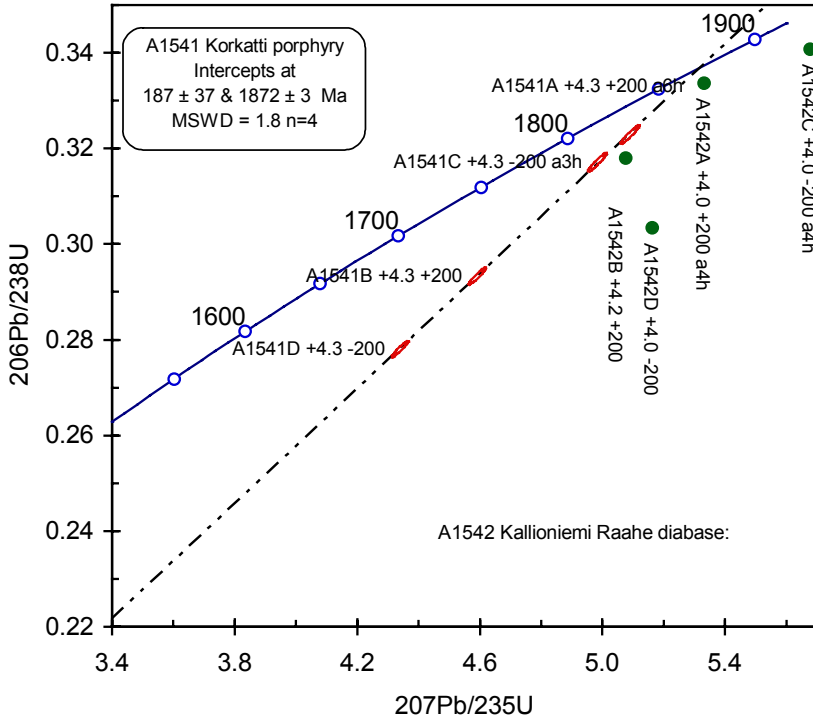
Kuva 27. Ritukkaperän ja Vilmington happamien vulkaniittien konkordiadiagrammi.

Fig. 27. Concordia diagram for zircon fractions from the Ritukkaperä and Vilminko felsic metavolcanic rocks.

Korkatin kvartsimaasälpäporfyryri

Haapaveden Korkatin (3411 06) puolipinnallinen porfyyrinen (kalimaasälpä- ja kvartsihajarakeita) kivi (näyte 93-EAI-94 - A1541) edustaa bimodaalista magmaattista vaihetta, jonka mafista jäsentä edustavat alueella runsaina esiintyvät diabaasijuonet ja diabaasiset gabrointruusiot. Kenttähavaintojen perusteella Korkatin porfyryri voidaan rinnastaa toisaalta Vihannin alueen nuorimpiin magmakiviin (diabaasi ja graniitti Lampinsaaresta n. 1850–1860 Ma, Vaasjoki & Sakko 1988) ja toisaalta Pyhäjärven Jauhokankaalta määritettyyn vastaavanlaiseen diabaasia leikkaavaan kvartsikalimaasälpäporfyryrijuoneen (1874 Ma, Kousa et al. 1994).

A1541 Korkatti, Haapavesi. Kvartsimaasälpäporfyryri (Hannu Huhma): Separointi tuotti hyvin runsaasti zirkonია, josta suurin osa on kevyttä (tiheys alle 4). Zirconi on punertavaa ja enimmäkseen kohtalaisen kokoista, +200 mesh (>70 μm). Kokonaisia omamuotoisia kiteitä on jonkin verran mutta yleensä vain palasia, joissa pintoja on kuitenkin selvästi näkyvissä. Neljä U-Pb-analyysiä on tehty +4.3 tiheysfraktiosta ja niiden avulla saadaan yläleikkausiksi 1872±3 Ma, ja alaleikkaus on 187±37 Ma (MSWD = 1.8). Tulos vaikuttaa luotettavalta.

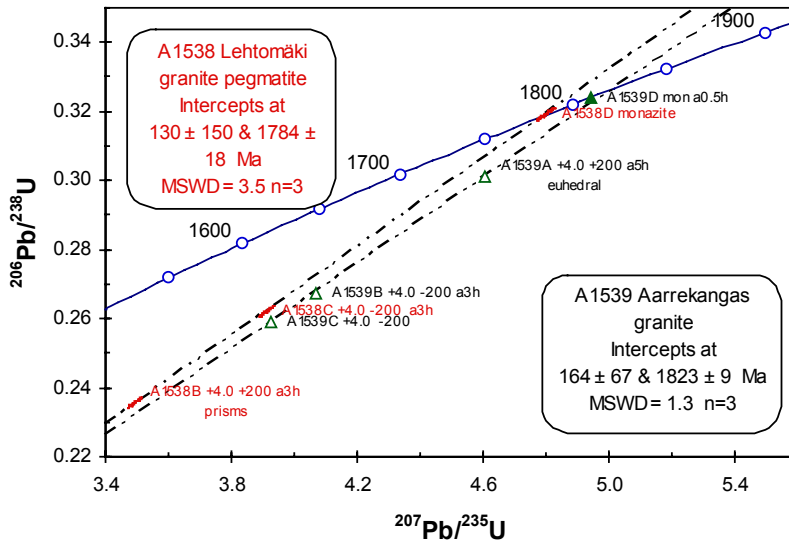


Kuva 28. Korkatin kvartsimaasälpörphyyrin ja Kallioniemen diabaasin konkordiadiagrammi.
 Fig. 28. Concordia diagram for zircon fractions of the Korkatti quartz-feldspar porphyry and Kallioniemi diabase.

Lehtomäen graniittipegmatiitti

Pegmatiittinäyte 145-EAI-93 (A1538) on sidottu paljastumalla D_4 -rakenteeseen (Luukas et al. 2004). Pegmatiitti on kenttähavaintojen perusteella joko tämän hiertotapahtuman aikainen tai sitä vähän nuorempi kivi.

A1538 Lehtomäki, Pulkkila. Pegmatiitti (Hannu Huhma): Pegmatiittigraniitin separointi tuotti runsaasti zirkonია, josta osa on sameaa, osa läpikuultavaa, enimmäkseen omamuotoisia prismoja. Pääosa zirkonista on kevyttä (alle 4), mutta analyysiin on valittu raskaampaa ja kirkasta zirkonია. Magneettisessa fraktiossa oli myös monatsiittia. Zirkonin U-pitoisuus on suuri ja analyysit varsin diskordanteja (analyysi A epäonnistui täysin). Sen sijaan analyysi monatsiitista on täysin konkordantti ja antaa iäksi 1784 ± 2 Ma. Myös zirkonit viittaavat samaan tulokseen. Saatua ikää voidaan hyvin pitää pegmatiitin kiteytymisen ikänä ja käyttää deformaation ajoitukseen.



Kuva 29. Konkordiadiagrammi Lehtomäen pegmatiittigraniitista ja Aarrekankaan pieniporfyirisesta leukograniiitista.
Fig. 29. Concordia diagram for zircon from Lehtomäki pegmatite granite and Aarrekangas porphyritic leucogranite.

METAMORFOOSI

Piippola sviitin kiillegneissit ovat metamorfoituneet pääosaltaan ylemmässä amfiboliitifasieksessa. Granuliittifasies on saavutettu Piippolan ja Rantsilan ortopyrokseenipi-toisten intrusiivikompleksien kontaktialueilla. Kivien migmatoitumisaste vaihtelee päähiertojen rajaamissa lohkoissa. Piippolan Pajukankaan alue edustaa ympäristöään heikommin metamorfoitunutta lohkoa, jossa on säilynyt mm. primäärisiä sedimenttirakenteita. Ympäröivillä kiillegneissialueilla peliittisiin osiin keskittyvä tonaliittis-trondhjemittisen neosomin määrä on yleensä 20–50%, eikä primäärisiä rakennepiirteitä ole juuri näkyvillä. Lähes täydellisesti sulaneita schollenmigmatitteja on erityisesti niillä pyrokseenigranitoidien kontaktialueilla, joissa on saavutettu granuliittifasieksen metamorfoosiaste. Näillä alueilla kiillegneissien metamorfisina indeksimineraaleina on granaattia, hypersteeniä ja kordieriittiä.

Piippolan ja Rantsilan karttalehtien alueilla näkyvistä rakenteista selvimpiä ovat Piippolan sviitin kiillegneissien raitaisuudet ja Pyrrönerän alueen syväkivien gneissimäiset liuskeisuudet. Primäärikerroksellisuus, kerrallisuus ja varhaiset isokliiniset poimurakenteet ovat havaittavissa ainoastaan Piippolan alueen lähes migmatoitumattomissa kiillegneisseissä. Muualta varhaiset rakenteet ovat hävinneet metamorfisissa ja tektonisissa prosesseissa. Kiillegneisseissä näkyvät raitaisuudet ovat komposiittirakenteita, joissa yhdistyvät primäärit kerroksellisuudet, varhaiset poimurakenteet sekä metamorfoosin kulminaatiovaiheen migmatoituminen.

Kiillegneissien raitaisuus on Pajukankaan alueella lähes itä-länsisuuntainen ja kääntyy Pulkkilan alueella pohjois-eteläiseksi. Suunnan muutos on seurausta Oulujärven hiertovyöhykkeen (OSZ) vasenkätisestä liikesuunnasta, ja sen seurauksena alun perin

luode-kaakkosuuntainen rakenne Piippolan alueella kääntyy itä-läntiseksi. Rantsilan karttalehdellä pohjois-eteläsuuntainen raitaisuus seuraa OSZ:n konjugaattina olevaa Revonnevan hiertovyöhykkeen (RSZ) suuntaa. Nämä kaksi päähiertovyöhykettä yhdessä Piippolan lehden lounaiskulmassa olevan Raahe–Laatokka-vyöhykkeen (RLSZ) kanssa pilkkovat karttalehtien alueen erillisiksi tektonisiksi lohkoiksi, joissa on mm. erilaiset metamorfiset olosuhteet. Tämän lohkoutumisen minimi-ikä voidaan pitää Pulkkilan Lehtomäen hiertoa leikkaavan pegmatiitin monatsiitin ikää 1784 ± 2 Ma.

TALOUDELLISET AIHEET

Piippolan ja Rantsilan karttalehtien sijainti maantieteellisesti keskeisellä alueella Vihanti–Pyhäsalmi-malmivyöhykettä on innoittanut malminetsintään myös tällä tunnetusti peitteisellä ja siksi hyvin haasteellisella alueella. Toistaiseksi etsintä on johtanut Näsälänperän (3412 05), Viitastanjärven (3412 04) ja Saviselän (3411 10) malmitumien löytymiseen. Pyrrönperän (3411 04) ympäristö mielenkiintoisine kuparikiisulohkareineen sen sijaan on mittavista tutkimuksista huolimatta edelleen arvoitus.

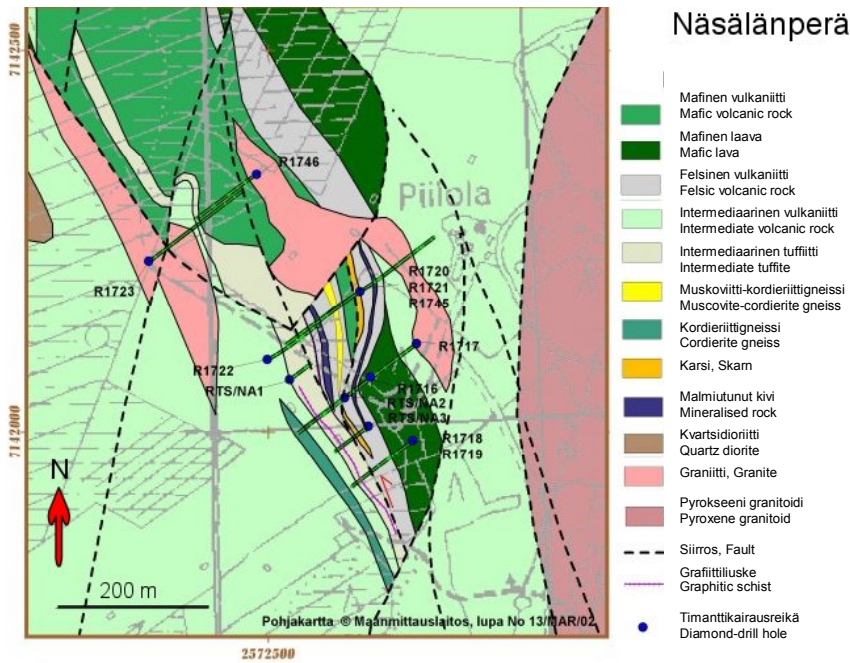
MALMIUTUMAT

Näsälänperä (3412 05)

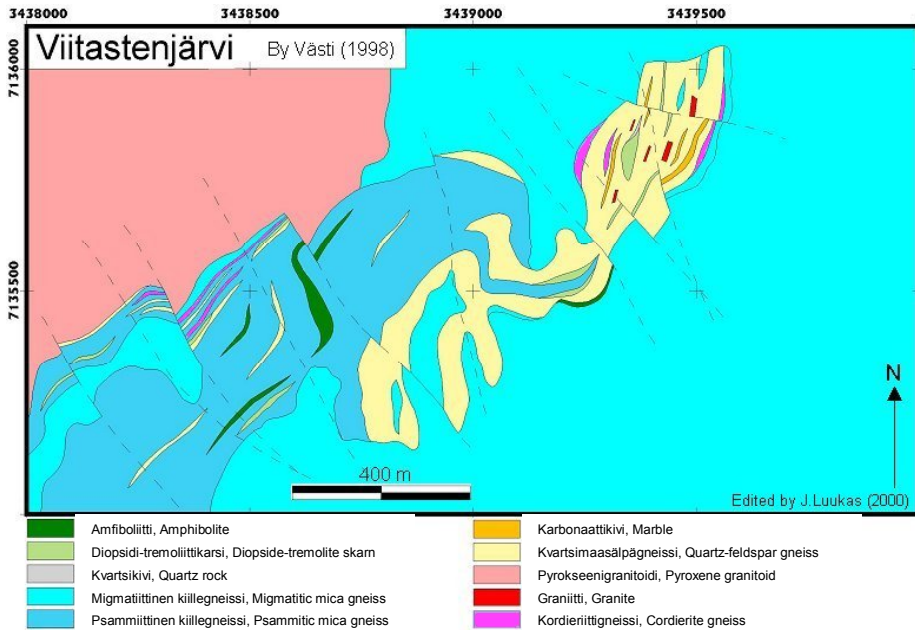
Rantsilan Näsälänperän alueelta (kuva 30) löytyi vuonna 1955 ensimmäinen sinkkipitoinen lohkarie (O. Näsänen). Vuonna 1978 Outokumpu Oy paikansi lisää sinkkipitoisia lohkarieita, ja sen jälkeen tehdyt tutkimukset johtivat 1980-luvulla pienen sinkkimalmiutumien paikantamiseen Näsälänperältä. GTK:n Vihanti–Pyhäsalmi-hankkeen tutkimusten perusteella malmituneelle vyöhykkeelle löytyi jatkeita usean kilometrin matkalle Näsälänperältä luoteeseen Vihannin Vilmingon suuntaan. Toistaiseksi tästä Vilmingon vulkaniittimuodostumasta ei ole löydetty taloudellisesti hyödynnettävää esiintymää. Geologisesti muodostuma on kuitenkin otollinen ja selvästi jatkossakin tutkimisen arvoinen. Tarkempaa tietoa Näsälänperän esiintymästä on kuvattuna Nikander et al. (2002 ja 2004) raporteissa sekä GTK:n sinkkitietokannassa: <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Zinc/nasalanpera.html>.

Viitastanjärvi (3412 05)

Viitastanjärven aluetta on lohkarieviitteiden ja geofysiikan anomalioiden perusteella tutkittu kairaamalla jo 1960-luvulla (Outokumpu Oy). GTK:n Vihanti–Pyhäsalmi-hanke tutki aihetta uudelleen 1990-luvulla (Västi 1998). Tehdyissä tutkimuksissa paikannettiin migmatiittisten kiillegneissien ja pyrokseenigranitoidien kontaktivyöhykkeestä kiisuuntunut grafiittipitoinen kvartsimaa-älpagneissi-kiillegneissimuodostuma, jossa on kalkkikivi-amfiboliitti-diopsiditremoliittikarsivälikerroksia (kuva 31). Malmituneissa kerroksissa havaittiin anomaalisia sinkki- ja kuparitoisuuksia, mutta kokonaisuudessaan arvometallipitoisuudet jäivät varsin vaatimattomiksi. Kivilajiensa puolesta Viitastanjärven esiintymä kuuluu Vihannin Lampinsaari-muodostumaan. Yksityiskohtaisempi kuvaus aiheesta: <http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Zinc/viita.html>.



Kuva 30. Näsälänperän sinkkimalmiutuman ympäristön geologia (Nikander et al. 2002).
 Fig. 30. Geological map of the Näsälänperä zinc mineralization area (Nikander et al. 2002).



Kuva 31. Viitastenjärven alueen kivilajikartta (Västi 1998).
 Fig. 31. Lithological map of the Viitastenjärvi area (Västi 1998).

Saviselkä (3411 10)

Syeniitin kaakkoispäässä on nuoriin siirroksiin liittyvä pienialainen juonimainen tai piippumainen molybdeeni-kupariesiintymä (Ruotanen 1988, Puustjärvi 1992). Esiintymän isäntäkivinä ovat breksiarakenteiset amfiboliitti ja graniittigneissi. Kiisuuntuma on lähinnä amfiboliitissa, ja malmimineraaleina siinä ovat magneettikiisu, kuparikiisu, molybdeenihohde ja rikkikiisu. Outokumpu Oy tutki tätä löytämäänsä aihetta 1980-luvulla (http://arkisto.gtk.fi/valrap/4017_1.pdf).

Pyrrönperä (3411 04)

Pyrrönperän alue Kärsämäen ja Haapaveden kunnan rajalla on useampaan otteeseen aina 1950-luvulta alkaen ollut eri malminetsintäorganisaatioiden tutkimuskohteena muutamien kuparikiisurikkaiden lohkareiden takia. Mittavista ja monimuotoisista (ks. mm. http://arkisto.gtk.fi/m6/3411/m06_3411_86_1_10.pdf, http://arkisto.gtk.fi/s41/3411/S_41_3411_1_1993.pdf, http://arkisto.gtk.fi/m19/3411/M19_3411_95_1_10.pdf) maastotutkimuksista huolimatta lohkareiden lähtöpaikka on edelleen tuntematon.

Näiden kohteiden lisäksi alueen eteläosien tulivuorisyyntöisissä kivissä Kärsämäellä, osittain nyt kartoitetun alueen ulkopuolella, on viitteitä sinkki-, kupari- ja molybdeenipitoisista kivistä ja karbonaattikivistä. Tämä Saviselän ja Vuohtojoen alue Kärsämäellä on edelleen malminetsinnällisesti mielenkiintoinen.

KIVIAINEKSET JA RAKENNUSKIVET

Piippolan, Pulkkilan, Haapaveden ja Kärsämäen kallioperää on toistaiseksi hyödynnetty lähinnä maanteiden rakentamisessa tarvittavan murskeen ja louheen lähteenä. Kallioperän peitteisyydestä huolimatta kartta-alueella näkyvissä olevissa kivilajeissa on kartoituksen yhteydessä tullut esiin joitakin erikoisuuksia, joiden tarkempi tutkiminen vaikkapa rakennuskivikäyttöön saattaisi avata mielenkiintoisia mahdollisuuksia. Rakennuskivimahdollisuuksia onkin alueella jo tutkittu. Murskattavina kalliokiviaineksina on valtatie 4 tuntumassa otettu käyttöön yhtä lailla kiillegneissejä, graniitteja, porfyri-graniitteja, granodioriitteja ja pyrokseenigranitoideja.

Kartta-alueelta ei ole kovin helposti löydettävissä hyvälaatuisia kiviainesesiintymiä jo vähäisen paljastuneisuuden takia. Harvalukuisten vulkaniittien joukosta voisi olla mahdollisuuksia paikantaa kelvollisiakin kivityyppejä mm. Ritukkaperältä (3412 04) ja Palomäeltä (3411 04) sekä Saviselän (3411 10) alueelta. Korkatin maasälpäporfyryri (3411 06) voisi kivenä hyvinkin soveltua murskeeksi – tosin alue on ympäristöllisesti erinomaisen vaativa.

Tutkittuja rakennuskiviaiheita

Piippolan ja Rantsilan kallioperän peruskartoituksen jälkeen vuosina 2004 ja 2005 GTK toteutti eteläisellä Pohjois-Pohjanmaalla potentiaalisten rakennuskivikohteiden etsinnän osana Pohjoismaista yhteistyöprojektia (PNASTINA). Projektin tutkimista kohteista karttalehdeltä 3411 todettiin mielenkiintoisiksi Haapaveden Koriakallion unakiittinen porfyyrinen graniitti, Piippolan Ison Ahkion porfyyrinen pyrokseenigraniitti sekä Piip-



Kuva 32. Mäenkallion murskekivilouhos. Louhittu kiviaines vaihtelee gneissimäisistä granitoideista kvartsi-
maasälpägneissiin. Etualan rintauksen korkeus n. 3 m.

*Fig. 32. The Mäenkallio rock aggregate quarry in gneissic granitoids and quartz-feldspar gneiss. The height
of the wall in the foreground is ca. 3 m.*

Mäenkallio, Kärämäki (3411 04D, x = 7108310, y = 3435565). Kuva – Photo: Jukka Kousa.

polan ja Pyhännän rajalla sijaitseva Ruhankankaan porfyyrinen pyrokseenigraniitti. Vastaavasti karttialehdeiltä 3412 Rantsilan Tyngänkankaan (05) pyrokseenigraniitti ja Raatokorven (09) porfyyrinen pyrokseenigraniitti osoittautuivat kehityskelpoisiksi jatkotutkimuskohteiksi. Yksityiskohtaisemmat kuvaukset näistä esiintymistä ovat GTK:n rakennuskivihankkeen verkkosivuilla osoitteessa <http://stone.gsf.fi/>.

GEOLOGISIA RETKEILYKOHTEITA

1. **Korkattivuori, Haapavesi** (3411 06, x = 7122700, y = 3428500). Korkattivuoren itärinteeseen kalliopaljastumilla on nähtävissä vanhimpana kivenä karkearakeista syeniittistä granitoidia ja leikkaavia itä-länsisuuntaisia diabaasijuonia. Nuorimpana kivenä nähdään etelä- ja länsirinteellä hienorakeista kvartsimaa-älpäporfyryä pohjois-eteläsuuntaisena juonimaisena intruusiona. Korkatin korkeimmalla kohdalla on paikoin kvartsin iskostamia breksiavyöhykkeitä granitoidissa.
2. **Nevanperänkallio, Haapavesi** (3411 06, x = 7124880, y = 3429730). Laakea kalliainen alue, jossa useita kompleksisia diabaasi-kvartsimaa-älpäporfyryisiä itä-länsisuuntaisia juonia karkearakeisessa syeniittisessä granitoidissa.
3. **Kivikkokangas, Kärsämäki** (3411 10, x = 7101230, y = 3454710). Pienirakeista hapanta vulkaniittia, jossa paikoin voi havaita sulfidirakeita. Kallioalueesta huomattava osa on leikkaavaa pegmatiittigraniittia. Paljastuma-alueen pohjoisreunalla on erillinen paljastuma mafista vulkaniittia.
4. **Korkiakallio, Piippola** (3411 11, x = 7112385, y = 3453190). Enderbiitti, pyrokseenipitoinen tonaliittinen kivi. Paikoin liuskettunut ja sisältää amfiboliittia ja sarvivälkegneissisiä kerrosmaisina jäänteinä.
5. **Yrttikangas, Piippola** (3411 11, x = 7115170, y = 3453610). Granaatti-kordieriitti-ortopyrokseenipitoinen schollen-rakenteinen migmatiittinen kiillegneissi. Kalkkisirilikaattisia kerroksenpätkiä tai konkreetioita jäänteinä.
6. **Kalliomaa, Piippola** (3411 11, x = 7116855, y = 3456450). Granaatti-hypersteeni-pitoinen kiillegneissi, jossa yleisesti kalkkisirilikaattisia välikerroksia ja paikoin mafisia juonia.
7. **Pajukangas, Piippola** (3411 12, x = 7122790, y = 3450955). Kerrosrakenteinen sillimaniittipitoinen kiillegneissi, jossa terävästi leikkaavia pegmatiittijuonia.
8. **Juolunselkä, Piippola** (3412 12, x = 7126460, y = 3458210). Mafinen vulkaniitti, jossa paikoin on tunnistettavissa tyynylaavamainen rakenne. Deformoituminen melko voimakasta. Paikoin mafisia juonia.
9. **Moottorirata, Pulkkila** (3412 07, x = 7134250, y = 3446385). Granaatti-kordieriitti-hypersteeni-pitoinen kiillegneissi pyrokseenigranitoidin kontaktin läheisyydessä. Paljastumalla paikoin kookkaitakin kordieriitti- ja granaattirakeita.
10. **Haapavuori, Pulkkila** (3412 07, x = 7135580, y = 3446040). Karkearakeinen porfyyrinen pyrokseenigranitoidi. Läheisestä louhoksesta käytetty kiviainesta Uljuan voimalaitoksen ja tekoaltaan patorakenteisiin.
11. **Kurjalankalliot, Rantsila** (3412 12, x = 7151550, y = 3453670). Vaalea pieniporfyyrinen graniitti.
12. **Höytelinkangas, Rantsila** (3412 05, x = 7146695, y = 3431090). Schollen-rakenteinen voimakkaasti uudelleen kiteytynyt, osittain sulanut granaatti-kordieriitti-ortopyrokseenipitoinen kiillegneissi pyrokseenigranitoidin kontaktin tuntumassa.

13. **Pöytäkangas, Rantsila** (3412 05, x = 7142680, y = 3429020). Pyrokseenigranitoidi, jossa useita pohjois-eteläsuuntaisia plagioklaasiporfyyrisiä vaihtelevasti hiertyneitä diabaasijuonia.
14. **Ritukkaperä, Pulkila** (3412 04, x = 7134810, y = 3427940). Intermediaarista pyroklastirakenteista ja felsistä kvartsiporfyyristä vulkaniittia.
15. **Viitastenjärvi, Pulkila** (3412 05, x = 7135150, y = 3439160). Granaattipitoinen kalkkisilikaattisia välikerroksia sisältävä migmatiittinen kiillegneissi.

Summary:

PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE PIIPPOLA AND RANTSILA MAP-SHEET AREAS

Introduction

The Piippola (3411) and Rantsila (3412) map-sheet areas (Kousa & Luukas 2000 and Luukas & Kousa 2002) are located in central Finland, about 450 km north of Helsinki and 100 km south of Oulu. Previous mapping of this area had only been carried out at reconnaissance 1:400 000 scale (Wilkman 1929 and 1931). The Geological Survey of Finland undertook more detailed bedrock mapping in the Piippola and Rantsila areas during 1993–1996, in conjunction with its exploration program in the Vihanti–Pyhäsalmi area. The map-sheet areas are characterized by rather flat landscapes, with relatively poor exposure. Aerogeophysical data was therefore important in compiling the bedrock maps. Most of the mapped area belongs to the Paleoproterozoic Svecofennian domain, close to its contact with the Archaean Iisalmi block in the northwestern part of the Raahe–Ladoga shear zone.

General geological outline

The dominant bedrock features are extensive mica gneisses in the central part of the mapped area, defined here as the Piippola suite (PiS), surrounded by a wide range of granitoids, which have been subdivided into four separate igneous complexes. Two of these, namely the Rantsila (RIC) and Lamu (LIC) igneous complexes, are composed of pyroxene-bearing porphyry granitoids and gabbros. The Haapavesi igneous complex (HIC), in the western part of the Piippola map-sheet is composed of gneiss granitoids, and of probably slightly younger porphyritic granitoids, ophitic diabase-like gabbros and felsic porphyry dykes. The Kurranjärvi complex (KuC) in the northeastern part of the Rantsila map-sheet is dominated by leucocratic porphyritic granites and pegmatite granites and represents the youngest igneous event in the mapped area (Fig. 3).

Paleoproterozoic supracrustal rocks

Mica gneiss is one of the major rock types in the Piippola and Rantsila map-sheet areas. Most of these mica gneisses are more or less migmatitic. Quartz-feldspar schist or gneiss and calc-silicate intercalations and concretions are seen in places. Drilling data indicates that these may be more abundant but rather thick Quaternary glacial cover makes interpretation problematic. Graphite schist layers or horizons are very common, especially in the Rantsila map-sheet area and also in the Kortteinen area on the Piippola map-sheet. Although migmatization and high grade contact metamorphic zones (Fig. 7) around pyroxene granitoids have largely destroyed primary sedimentary structures, a turbiditic origin is obvious in some outcrops (Fig. 9). The main minerals in the mica gneisses are biotite, quartz and plagioclase, while the metamorphic index minerals garnet, cordierite and hypersthene are abundant near the contacts of pyroxene granitoids. The overall rock association, comprising turbiditic mica gneiss and graphite schist with mafic pillow lava intercalations, probably indicates a deep marine depositional environment.

Quartz-feldspar schists in the Viitastenjärvi area (3412 04), western Pulkkila, have numerous diopside and tremolite skarn rock layers and also graphite-bearing carbonate rock intercalations up to several meters thick. At Saviselkä, in the southeastern part of the Piippola map-sheet (3411 10), in drill holes, diopside skarn and carbonate rock have been found as several meter thick intercalations in mica gneiss.

Amphibolites or mafic volcanic rocks are closely associated with graphite schists, especially in the northeastern corner of the Piippola map-sheet (3411 12). In general, volcanic rocks are relatively rare in the map-sheet area. In the western part of the Rantsila map-sheet, the eastern parts of the Vihanti volcanic rocks are represented by felsic, intermediate and mafic layers, as at Näsälänperä and Ritukkaperä.

Most of the hornblende gneisses occur in the eastern part of the Rantsila map-sheet (3412) as separate, rather small bodies or horizons within the Kurranjärvi Complex. Sometimes the gneisses are highly deformed and variably migmatized with granitoid neosomes. Amphibolites and mafic supracrustal rocks are even more scarce than hornblende gneisses, but contain readily recognizable primary volcanic primary structures such as pillows and pyroclastic breccias (Figs. 5 and 12).

The mafic metavolcanic rocks described above are in a few places closely associated with felsic and intermediate metavolcanic rocks. In southern part of the Piippola map-sheet, at Saviselkä (3411 10), Tervoskangas (3411 07) and Palomäki (3411 04), small volcanic areas show a bimodal aspect with only mafic and felsic end members represented. The three areas each appear to be near gneissose granitoids, suggesting that the area may represent the relict core of an old deeply eroded volcanic field. Although a genetic relationship between gneiss granitoids and felsic volcanic rock has not been established, there is nevertheless strong spatial association.

The Vihanti volcanic rocks in the western part of the Rantsila map-sheet (3412), at Ritukkaperä and Näsälänperä, differ from the Piippola map-sheet volcanic rocks. They clearly form a continuous series from mafic to intermediate and felsic members without no evidence for a compositional gap. At Ritukkaperä, some primary volcanic features, such as weak layering and quartz and plagioclase porphyritic textures, can be observed (Fig. 12b).

Paleoproterozoic intrusive rocks

On the basis of mineralogical and textural differences the plutonic rocks are classified into four separate complexes, designated as the Lamu (LIC), Rantsila (RIC) and Haapavesi (HIC) igneous complexes and the Kurranjärvi (KuC) complex. The Lamu and Rantsila complexes consist predominantly of nearly identical pyroxene granitoids, although a syenitic and enderbitic variety is also found in the Lamu complex.

Most of the plutonic rocks in the study area contain a wide diversity of felsic intrusive rocks. Mafic, and particularly intermediate intrusions are much less abundant (Fig. 3). The mineral compositions of selected samples are presented in Table 1 and chemical data in Table 2. Gneissic granitoids, having compositions ranging from granite to tonalite or granodiorite, dominate in the southwestern and southern portion of the Piippola map-sheet. A distinctive feature is the great abundance of pyroxene-bearing granitoids on both map-sheets. In general, they belong to a prominent. 1880 Ma pyroxene granitoid belt trending approximately parallel to the margin of the Archaean Iisalmi block, from the Raahe area in the northwest to Pielavesi and further southeast to the Haukivesi area

(Korsman et al. 1997). In the western half of both maps, there are numerous porphyritic granitoid intrusions of various size. The northeastern part of the Rantsila map-sheet instead differs clearly from the other granitoid complexes described in that granitoids are very leucocratic with a fine-grained porphyritic or pegmatitic texture. Isotopic Sm-Nd studies (H. Huhma 2006, pers. comm.) indicate at least some Archaean contribution to these granitoids. They also seem to represent the youngest magmatic event in the studied area (ca. 1820–1780 Ma; Fig. 29, Table 3).

Mafic intrusions in the mapped area can be subdivided into three distinct gabbro groups. One of these is closely associated with pyroxene granitoids, with which they form a bimodal intrusive complex. Secondly, at western margin of the study area there is a solitary intrusion of ophitic or diabase-like gabbro with numerous dykes, sometimes forming rather dense dyke swarms, cutting older granitoids. The diabase intrusions and dykes themselves are intruded by, in many cases parallel, felsic quartz-feldspar porphyry dykes, which thus constitute a second bimodal intrusion type. The felsic porphyries are dated at Korkatti (3411 06) as 1872 Ma (Fig. 28). The third gabbro type is seen in the Porkkala village in Kärsämäki, as a single, possibly layered intrusion, covering a nearly circular area of about 20 km².

Geochemistry

Mica gneisses are rather coherent in terms of chemical composition, there being no significant differences observed for samples taken from throughout the map-sheet areas. The chemical compositions of both mica gneiss and quartz-feldspar gneiss samples are indicative of an active continental margin as depositional environment (Fig. 23). The few analysed mafic metalava samples resemble oceanic basalts in composition (Fig. 26).

The gabbroic end members in both the Lamu (LIC) and Rantsila (RIC) complexes have high REE abundances with distinct LREE enrichment and slight Eu minima. The REE patterns of the Haapavesi complex (HIC) gabbros have more moderate levels, but the same slopes as the LIC and RIC gabbros. The Porkkala gabbro differs from these two groups in having the lowest REE abundances and a slight Eu maximum (Fig. 25).

Structure and metamorphism

The more or less migmatitic mica gneisses and hornblende gneisses were intruded by Svecofennian granitoid bodies with an age range from approximately 1880 Ma to 1800 Ma. In the central part of the Piippola suite (PiS), well-preserved primary layering (Fig. 9) is seen in mica gneisses. Elsewhere mica gneisses are migmatitic and in many places highly deformed as well (Figs. 7, 8, 10 and 11). Intensive deformation along the major shear zones, namely the NE–SW trending Oulujärvi Shear Zone (OSZ) and the NW–SE trending Raahe–Ladoga Shear Zone (RLSZ), has effectively destroyed primary sedimentary features.

Due to their chemical composition, useful metamorphic index minerals are not often found in the mica gneisses and migmatites. In the best-preserved mica gneisses, some garnet and sillimanite occur, indicating at least amphibolite facies metamorphic conditions. Prevailing migmatization may in general indicate upper amphibolite facies meta-

morphism. The occurrence of garnet, cordierite and hypersthene, especially near the contact zones of pyroxene granitoids also indicates that high temperature granulite facies has been attained in contact aureoles.

Economic geology

Although the Piippola and Rantsila map-sheets are located in the central part of the well-known Vihanti–Pyhäsalmi base metal ore field, only two minor mineralizations have been found in the area. In the Saviselkä (3411 10) village, near the eastern edge of the Piippola map-sheet, a small chalcopyrite-molybdenite occurrence is hosted by a brecciated amphibolite dike in gneissic granitoids (http://arkisto.gtk.fi/valrap/4017_1.pdf). At Näsälänperä, southwestern Rantsila (3412 05) there is a small, well-documented, zinc ore occurrence in a volcanic environment, possibly representing a satellite for the Vihanti zinc ore (<http://en.gtk.fi/ExplorationFinland/Commodities/Zinc/nasalanpera.html>). A minor sulfide showing, hosted by quartz-feldspar schist and carbonate rock, is also present at Viitastenjärvi, about 10 km southeast of Näsälänperä.

During 2004–2005 the Geological Survey of Finland also studied the natural stone potential of this area as part of an international project (PNASTINA). This project reported some interesting targets that could be suitable for natural stone purposes, although no quarries have been opened so far. However, there are several quarries producing rock aggregate for road construction, in almost all of the rock types seen on the map. Some volcanic rocks and felsic porphyry rock types might also warrant further study as aggregate raw materials.

KIRJALLISUUSVIITTEET – REFERENCES

- Hill, R., Barnes, S., Dowling, S., Makkonen, H. & Peltonen, P. 2005.** Chalcophile Element Distribution in Mafic and Ultramafic Metavolcanic Rocks of the Svecofennian Kotalahti and Vammala Nickel Belts Finland – A Test for a Geochemical Signature of Subvolcanic Magmatic Ore Forming Processes. Regional Area Selection Criteria for Intrusive Ni/Cu Sulfide Ore Deposits. Final Report. CSIRO, GTK. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 10.4/2005/2. 217 s.
- Honkamo, M. 1994.** Utajärvi. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3423. Geologian tutkimuskeskus.
- Iisalo, E. 2005.** Vuohtojoen alueen kohdentava geokemiallinen kartoitus. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti S 41/3322/3411/2005/1. 23 s., 13 liitettä.
- Kesola, R. 1985.** Oulujoen kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3422. Geologian tutkimuskeskus. 29 s.
Koko teksti: <http://arkisto.gsf.fi/kps/kps3422.pdf>
- Korsman, K., Koistinen, T., Kohonen, J., Wennerström, M., Ekdahl, E., Honkamo, M., Idman, H. & Pekkala, Y. (toim.) 1997.** Suomen kallioperäkartta – Berggrundskarta över Finland – Bedrock map of Finland 1:1 000 000. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, Erikoiskartat 37.
- Kousa, J., Marttila, E. & Vaasjoki, M. 1994.** Petrology, geochemistry and dating of Paleoproterozoic metavolcanic rocks in the Pyhäjärvi area, central Finland. Julkaisussa: Nironen, M. & Kähkönen, Y. (toim.) Geochemistry of Proterozoic supracrustal rocks in Finland. IGCP Project 179 Stratigraphic methods as applied to the Proterozoic record and IGCP Project 217 Proterozoic geochemistry. Geologian tutkimuskeskus, Special Paper 19, 7–27.
- Kousa, J. & Luukas, J. 2002.** Piippola. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3411. Geologian tutkimuskeskus.
- Kousa, J. & Luukas, J. (toim.) 2004.** Vihannin ympäristön kallioperä- ja malmitutkimukset vuosina 1992–2003. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 10.4/2004/2. 142 s., 1 liite.
- Kärki, A., Laajoki, K. & Vaasjoki, M. 1995.** Tectonic setting and isotopic datings of Late Archaean and Palaeoproterozoic granitoids in the central Fennoscandian shield, Finland. Julkaisussa: A. Kärki, 1995. Palaeoproterozoic shear tectonics in the central Fennoscandian shield, Finland (väitöskirja). Res Terrae, Ser. A, No. 10, Oulu.
- Luukas, J., Kousa, J., Nikander, J. & Ruotsalainen, A. 2004.** Raahe–Laatokka-vyöhykkeen luoteisosan kallioperä Länsi-Suomessa. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M10.4/2004/2, 6–37.
- Luukas, J. & Kousa, J. 2000.** Rantsila. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkartta, lehti 3412. Geologian tutkimuskeskus.
- Luukkonen, E. & Lukkarinen, H. 1986.** Explanation to the stratigraphic map of Middle Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 74. 47 s.
- Marttila, E. 1993.** Pyhäjärven kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3321. Geologian tutkimuskeskus. 64 s.
Koko teksti: <http://arkisto.gsf.fi/kps/kps3321.pdf>
- Marttila, E. 2001.** Kärämäen kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kärämäki map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000, kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3322. Geologian tutkimuskeskus. 42 s., 1 liite.
Koko teksti: <http://arkisto.gsf.fi/kps/kps3322.pdf>
- Nikander, J., Luukas, J. & Ruotsalainen, A. 2004.** Vihannin alueen massiivisten sulfidimalmiesiintymien geologia ja malminmuodostus Raahe–Laatokka-vyöhykkeellä Länsi-Suomessa. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M10.4/2004/2, 38–60.
- Nikander, J., Luukas, J., Ruotsalainen, A. & Kousa, J. 2002.** Kallioperä- ja malmitutkimukset Vihannin Vilmingon ja Rantsilan Pelkoperän välisellä alueella vuosina 1993–2002. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 19/2434, 3412/2002/1/10. 71 s., 3 liitettä.
- Nikander, J., Luukas, J. & Ruotsalainen, A. 2005.** Rantsilan Peuranevan ja Vihannin Vilmingon alueiden kairaustutkimukset vuonna 2004 karttalehdellä 2434 08. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M 19/2434, 3412/2005/1/10. 28 s., 1 liite.
- Puustjärvi, H. 1992.** http://arkisto.gtk.fi/valrap/4017_1.pdf
- Roser, B. P. & Korsch, R. J. 1986.** Determination of provenance of sandstone-argillite suites using discriminant function analysis of major element data. Sediments down – under 12th international sedimentological congress. Abstracts, s. 262.
- Ruotananen, K. 1988.** Uudentyyppinen molybdeeni-kuparibrekssiapiippu, Saviselkä, Kärämäki. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto, geologian laitos. 49 s.
- Stacey, J. S. & Kramers, J. D. 1975.** Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. Earth and Planetary Science Letters 26, 207–221.

- Vaasjoki, M. & Sakko, M. 1988.** The evolution of the Raahe–Ladoga zone in Finland: isotopic constraints. Julkaisussa: Korsman, K. (toim.) Tectono-metamorphic evolution of the Raahe–Ladoga zone. Geologian tutkimuskeskus, Bulletin 343, 7–32.
- Västi, K. 1995.** Sähköisten ja magneettisten anomalioiden geokemiallinen tarkistus Rantsilan Tahkorämeessä v. 1994. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M19/3412/-95/2/10. 2 s.
- Västi, K. 1998.** Tutkimustyöselostus Pulkkilan kunnassa valtausalueilla Viita 1 (kaiv. rek.no. 6263/1), Viita 2 (kaiv. rek.no. 6263/2) ja Viita 3 (kaiv. rek.no 6413/1) suoritetuista sinkki- ja kuparimalmitutkimuksista vuosina 1993–1996. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti M06/3412/-98/1/10. 6 s., 3 liitettä.
- Wilkman, W. W. 1929.** Kajaani – Kajana. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000, kivilajikartta, lehti C 4. Suomen geologinen toimikunta.
- Wilkman, W. W. 1931.** Kajaani. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000, kivilajikartan selitys, lehti C 4. Suomen geologinen toimikunta. 247 s. + 2 liitetaulua.

Liite 1. Syväkivien mineraalikoostumuksia.

Appendix 1. Mineral composition of plutonic rocks.

	1	2	3	4	5	6	7	8
PLAG	43.2	36.4	23.4	35.4	31.8	53.6	48.2	41.4
<i>An</i>	32-16	22-15	19-7	25-22	15	38	32	25
KVAR	13.6	35.4	36.4	23.8	33.2	15.4	19	22.8
KMAA	13.8	27.8	30.8	20	25.8	3.8	18.6	29.4
BIOT	20		8.4	18	7	7	11.2	3.8
SERI		0.4	0.6	X	X	X		0.4
OLIV								
SARV	4.2							
KLPY								0.6
ORPY						17.4	2.6	0.6
URAL								
KLOR			0.1	X	X			
EPID	X		X	X	0.2			
GRAN								
APAT	2.2		0.1	X	X	0.6	0.4	0.2
ZIRK	0.2	X	X	X	0.2	X	X	X
KARB	X					X		
TITA				X				
RUTI								
OPAK	X		X	X	0.2	2.2	X	0.8

	9	10	11	12	13	14	15	16
PLAG	42.2	38.6	65.6	34.5	48	43.2	51	42.8
<i>An</i>	28	28		29-21	36	29	31-26	30
KVAR	8.8	21.6	0.2	4.8	9.8	23	21	19.8
KMAA	24.8	24	9.4	24.8	17.6	11.4	12.2	17
BIOT	3	1	1.8	29	8.4	13.4	10.4	4.4
SERI		0.2				X		X
OLIV								
SARV	1.6	1.4	2.2	2.6		3	0.2	1.2
KLPY	9.2	4.4	2.4		5.4	0.2	4.2	
ORPY	7	6	14.8		8.2	0.2	0.6	12.2
URAL						4.4		
KLOR								
EPID				0.4				
GRAN								
APAT	0.4	0.2	0.4	1.1	0.6	0.6	0.2	0.4
ZIRK	0.2	X		0.4		X	X	0.2
KARB			X	0.2	X	0.4		
TITA				2.1		X		
RUTI							X	
OPAK	2.8	2.6	3.2	0.1	2	0.2	0.2	2

Liite 1. jatkuu
Appendix 1. continued

	17	18	19	20	21	22	23	24
PLAG	55.4	47.8	52.4	44.4	59.4	52.2	40.4	35.2
An	32-25	55	25-23	30-27	35	32	27	30
KVAR	20		12	21	19.4	14.8	24.4	25
KMAA	3.8		1.4	18	0.4	5	12	28.6
BIOT	11.4	11.6	18.6	10	12.6	14.8	7.4	11
SERI				X			X	X
OLIV								
SARV	7	23.2	13.4	1.4		0.2	6.8	
KLPY		7.8		3.2	3.4	8.2		
ORPY		5.8		1	3.4	3.8	7.4	
URAL								
KLOR		0.2		X	X		X	X
EPID	1.2		0.8		X			
GRAN								
APAT	1	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.6	0.2
ZIRK	X		X	0.2	X	0.2	0.2	X
KARB			X	X			X	
TITA	0.2		1					
RUTI								
OPAK	X	3.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	X

	25	26	27	28	29	30	31	32
PLAG	56.8	53.4	56.4	48.4	52.4	56	62.8	45.2
An	45-40	45-30	57-45	46-36	55-45	29	35	61
KVAR	8	5	6.2	0.8	0.4	20.4	22.8	
KMAA		1.8	X	5.6		2.2	3.6	
BIOT	1.4	17.4	9.8	1.6	10	14.4	1.4	5
SERI			X					
OLIV								
SARV	25	15.4	7.4	1.8		3.8		14
KLPY			5.4	3.6	11.2	2.2	X	21.8
ORPY			12.8	24.6	22.2		7	13.6
URAL		0.6			0.4			
KLOR	7							
EPID	X					0.2		
GRAN								
APAT	0.6	X	X	4.8	0.6	0.2	0.6	0.4
ZIRK		0.4	X			X	X	
KARB			0.4	X	0.2			X
TITA		0.6						
RUTI						X		X
OPAK	1.2	0.8	1.6	8.8	2.6	0.6	1.8	X

Liite 1. jatkuu
 Appendix 1. continued

	33	34	35	36	37	38	39	40
PLAG	54.4	60.6	49.8	49.2	42.4	62.4	52.4	28.4
<i>An</i>		30	45	47-40	55-40	35	36	17-Ab
KVAR	20.6	21.4		10.2	7.8	9.2	14.4	4.2
KMAA	4.4	X			0.6	10	13.2	57.8
BIOT	7.6	8.6	8.4	18.6	9.4	3.4	10	0.6
SERI						X		
OLIV								0.6
SARV		X	9.2	18	8.2			2
KLPY	4.8	3	14	4.4	18			4.4
ORPY	5.8	2.2	10.8	5.2	5.1	11.8	7.4	
URAL							1.4	
KLOR								
EPID						X		
GRAN						1.2		
APAT	0.2	X	1.6	0.6		0.8	0.6	
ZIRK	X	X		X		0.2	X	X
KARB								
TITA								X
RUTI				X			X	
OPAK	2.2	1.2	6.2	0.8	6.4	1	0.6	2

	41	42	43	44
PLAG	38	32.4	36.4	37.6
<i>An</i>	22	20	27	
KVAR	2.6	1.4	X	13
KMAA	46.4	53.4	56	19.6
BIOT		0.4	0.2	23.4
SERI		0.2		
OLIV	1			
SARV	1.2	2.8	1.4	1.2
KLPY	5.8	5	1.4	
ORPY			2.2	
URAL				
KLOR				0.2
EPID				0.8
GRAN				
APAT	0.6	X	0.4	1
ZIRK	X	0.2		0.2
KARB		X		
TITA				2.6
RUTI				
OPAK	4	4.2	1.2	

Liite 1. jatkuu
Appendix 1. continued

	Karttalehti	X	Y	NÄYTE	HIE N:O	KIVILAJI
1	3412 10 B	7134000	3453650	44-JKL-93	KU22037	KVARTSIMONTSODIORIITTI
2	3412 9 B	7152320	344994	285-JKL-93	KU22048	LEUKOGRANIITTI
3	3412 12 B	7150830	3453050	206-JKL-93	KU22047	GRANIITTI
4	3412 7 B	7131230	3449950	3-JEM-93	KU22020	GRANIITTI
5	3412 8 B	7146490	3447770	3412R307_6.2?	KU22119	GRANIITTI
6	3412 8 B	7149220	3441180	21.1-EAI-93	KU22026	KVARTSIDIORIITTI
7	3412 7 B	7135000	3446220	25-JEM-93	KU22029	KVARTSIMONTSODIORIITTI
8	3412 5 B	7141720	3437330	173-JKL-93	KU22064	GRANIITTI
9	3412 5 B	7145130	3432770	202.1-JKL-93	KU22065	KVARTSIMONTSONIITTI
10	3412 5 B	7147310	3432870	102.1-EAI-93	KU22059	GRANIITTI
11	3412 5 E	7142700	3429020	344.2-JKL-93	KU22083	MONTSODIORIITTI
12	3412 10 C	7131600	3459390	130-JKL-93	KU22046	MONTSONIITTI
13	3412 5 E	7142520	3428950	343-JKL-93	KU22081	KVARTSIMONTSODIORIITTI
14	3412 5 B	7141960	3430290	3412R316	KU22122	GRANODIORIITTI
15	3412 7 B	7136620	3440460	46-JEM-93	KU22039	GRANODIORIITTI
16	3412 5 B	7149180	3434920	78-EAI-93	KU22055	KVARTSIMONTSONIITTI
17	3412 5 F	7149580	3428580	282-JKL-93	KU22072	TONALIITTI
18	3412 5 B	7149560	3434660	83-EAI-93	KU22056	METAGABRO
19	3412 4 A	7134340	3434870	171.1-JKL-93	KU22063	KVARTSIDIORIITTI
20	3412 4 D	7136600	3437580	144-JKL-93	KU22060	GRANODIORIITTI
21	3412 4 B	7138420	3431550	252-JKL-93	KU22071	KVARTSIDIORIITTI
22	3412 4 B	7138660	3431640	248-JKL-93	KU22070	KVARTSIDIORIITTI
23	3412 6 A	7153400	3431100	203-JKL-93	KU22067	GRANODIORIITTI
24	3412 6 D	7158500	3437780	99-JKL-93	KU22058	GRANIITTI
25	3412 4 A	7130120	3430840	227-JKL-93	KU22068	KVARTSIDIORIITTI
26	3412 4 E	7132500	3428850	286-JKL-93	KU22073	KVARTSIDIORIITTI
27	3412 6 B	7156620	3432040	3412R311	KU22006	KVARTSIDIORIITTI
28	3412 6 C	7152900	3435500	332-JKL-93	KU22079	MONTSOGABRO
29	3412 6 C	7153080	3435430	331-JKL-93	KU22078	KLINOPYROKSEENIORIITTI
30	3411 11 B	7115450	3454600	81.1-JKL-94	KU23298	PYROKSEENITONALIITTI
31	3411 11 A	7113750	3452840	116-JKL-94	KU23305	ENDERBIITTI
32	3411 11 B	7116500	3452740	21-JKL-94	KU23286	GABRONORIITTI
33	3411 11 B	7116520	3454100	47-JKL-94	KU23529	ENDERBIITTI
34	3411 10 D	7108420	3459000	74-JKL-94	KU23296	TONALIITTI
35	3411 8 C	7110920	3448120	270-JKL-93	KU23523	GABRONORIITTI
36	3411 8 C	7110800	3447260	269-JKL-93	KU23522	ORTOPYROKSEENIORIITTI
37	3411 7 C	7102500	3445670	3411R326	KU24039	KLINOPYROKSEENIORIITTI
38	3411 11 B	7116960	3454440	46.3-JKL-94	KU23290	HYPERSTEENIKVARTSIMONTSODIORIITTI
39	3411 11 C	7114550	3458930	77-JKL-94	KU23297	HYPERSTEENIKVARTSIMONTSODIORIITTI
40	3411 10 A	7104150	3451830	10-JKL-94	KU23285	LEUKOPYROKSEENISYENIITTI
41	3411 7 D	7106500	3449780	270-JKL-94	KU23370	LEUKOMONTSONIITTI
42	3411 8 A	7112300	3441865	3411R316 syv. 15.70m	KU23492	LEUKOMONTSONIITTI
43	3411 8 C	7110620	3448030	271-JKL-93	KU24126	MONTSONIITTI
44	3411 12 B	7125780	3453760	246-JKL-93	KU22244	KVARTSIMONTSODIORIITTI

Liite 2. Piippolan ja Rantsilan kartta-alueen kivien kemiallisia koostumuksia.

Appendix 2. Chemical compositions of the rocks in the Piippola and Rantsila map sheet area.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
wt -%												
SiO₂	62.00	53.60	68.50	60.60	58.70	55.80	48.30	74.20	76.60	71.10	61.40	70.10
TiO₂	0.76	1.00	0.63	0.64	0.82	2.24	1.92	0.20	0.05	0.28	0.84	0.61
Al₂O₃	16.90	17.20	13.90	18.10	17.40	15.00	14.10	13.90	13.10	16.00	16.10	13.50
Fe₂O_{3t}	6.08	11.45	4.61	6.43	7.43	11.23	13.45	1.92	0.68	2.00	7.24	5.05
MnO	0.11	0.23	0.09	0.14	0.12	0.18	0.22	0.03	0.02	0.03	0.10	0.08
MgO	0.86	4.12	0.69	1.60	3.75	2.74	5.82	0.24	0.16	0.54	3.36	2.12
CaO	3.08	8.30	1.97	4.35	4.65	5.45	9.48	1.00	1.02	2.14	2.44	2.20
Na₂O	3.40	2.11	2.84	4.48	3.06	2.71	3.36	4.05	3.62	5.82	3.31	3.16
K₂O	5.69	1.49	5.59	3.08	2.79	2.55	0.65	4.09	4.03	1.65	3.05	2.40
P₂O₅	0.27	0.14	0.25	0.26	0.24	0.97	0.20	0.04	0.02	0.07	0.16	0.16
ppm												
S	160	250	*	110	*	170	680	*	*	*	1670	490
Cr	*	81	*	*	66	*	95	*	*	*	128	94
Ni	*	20	*	*	26	*	69	*	*	*	65	37
Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	25	139	*	*	*	*	40	*	*	*	26	21
Zn	113	111	86	92	94	157	184	43	*	62	125	86
Ba	4461	414	946	1067	617	1193	121	438	442	355	404	598
Rb	136.0	52.1	141.0	97.0	127.0	97.5	13.0	214.0	136.0	60.7	147.0	97.1
Sr	315	308	181	567	520	468	238	75	103	1052	215	214
Pb	33	*	48	*	31	*	*	50	57	*	*	35
V	16	255	31	58	131	169	402	10	4	16	129	85
Y	43.20	20.00	63.80	22.00	19.20	39.60	31.80	34.10	7.93	3.18	25.40	21.60
Zr	1115	81	461	274	206	379	123	206	44	117	163	228
Sc	16.60	34.50	16.60	13.00	17.00	23.90	44.50	4.11	1.79	3.77	20.80	13.80
Hf	17.90	1.80	9.74	5.63	4.41	7.80	2.84	4.67	1.42	2.37	3.55	4.56
U	1.60	0.36	6.44	4.06	4.53	1.53	0.35	11.10	2.18	1.59	2.87	2.35
Ta	0.74	0.26	2.01	0.70	0.71	1.35	0.57	1.41	0.31	*	0.78	0.62
Th	6.12	0.70	16.70	6.06	10.40	3.47	0.58	27.20	6.07	2.43	9.61	8.87
Nb	13.70	3.79	20.00	9.28	8.38	25.20	7.12	21.70	5.47	1.63	10.90	8.29
La	25.60	7.69	47.90	28.20	26.40	58.20	7.34	57.50	13.30	11.80	34.00	31.50
Ce	55.40	18.00	101.00	54.90	53.20	120.00	18.70	112.00	22.70	22.00	69.50	63.20
Pr	7.45	2.46	12.40	6.77	6.39	14.70	2.79	12.20	2.36	2.45	8.19	7.34
Nd	30.90	11.20	49.00	27.00	24.60	57.90	13.80	39.80	7.77	9.21	30.10	26.80
Sm	7.30	2.80	11.00	5.44	4.37	10.60	4.10	7.27	1.77	1.92	5.80	4.68
Eu	2.41	0.85	1.14	1.40	1.11	2.68	1.49	0.40	0.36	0.58	1.20	0.99
Gd	8.02	3.32	11.10	4.94	4.13	9.83	5.11	6.32	1.55	1.28	5.19	4.38
Tb	1.23	0.51	1.77	0.70	0.59	1.38	0.88	0.97	0.27	0.16	0.76	0.63
Dy	7.31	3.21	10.50	3.64	3.38	6.68	5.59	5.04	1.41	0.69	4.20	3.61
Ho	1.43	0.71	2.09	0.76	0.62	1.34	1.11	1.00	0.25	*	0.85	0.70
Er	4.13	2.06	6.06	2.01	1.80	3.62	3.08	2.97	0.74	0.27	2.29	2.06
Tm	0.60	0.29	0.85	0.29	0.26	0.50	0.46	0.36	0.11	*	0.33	0.30
Yb	3.83	2.08	5.77	1.84	1.85	3.06	2.81	2.36	0.67	0.27	2.19	2.08
Lu	0.55	0.29	0.83	0.28	0.27	0.45	0.40	0.32	0.10	*	0.33	0.30

Liite 2. jatkuu
Appendix 2. continued

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
wt -%												
SiO₂	69.10	63.10	49.00	68.40	69.50	65.30	75.30	70.70	47.80	55.90	66.60	70.70
TiO₂	0.64	0.93	2.44	0.54	0.59	0.74	0.01	0.43	1.50	1.79	0.69	0.70
Al₂O₃	13.60	15.90	15.00	15.10	13.60	15.50	14.30	15.30	17.10	16.10	15.50	12.80
Fe₂O_{3t}	5.59	7.11	14.45	3.86	4.99	5.59	0.68	2.75	11.23	8.94	5.89	5.74
MnO	0.10	0.09	0.21	0.04	0.07	0.07	0.05	0.05	0.21	0.12	0.07	0.10
MgO	2.22	1.72	4.93	0.92	2.06	1.30	0.03	0.85	5.83	2.60	2.20	2.18
CaO	2.38	2.98	8.03	1.73	2.67	2.54	0.85	2.38	7.49	4.84	2.16	2.46
Na₂O	2.91	3.47	3.26	3.11	2.88	3.32	4.22	4.86	3.70	4.23	3.18	2.82
K₂O	2.30	3.95	1.13	5.54	2.13	4.84	4.37	2.15	2.63	3.30	3.26	1.93
P₂O₅	0.15	0.30	1.11	0.19	0.17	0.30	0.06	0.18	0.49	1.36	0.09	0.09
ppm												
S	580	790	1270	100	510	600	*	120	2530	1140	350	440
Cr	100	64	110	36	90	55	*	*	42	38	126	105
Ni	43	28	53	*	42	22	*	*	42	*	49	42
Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	49	32	44	*	*	23	*	*	42	57	*	*
Zn	87	107	184	59	68	92	*	76	172	186	90	63
Ba	457	1482	656	1266	388	1663	299	910	485	1268	949	599
Rb	90.7	91.5	17.1	139.0	88.5	106.0	159.0	105.0	155.0	109.0	88.3	49.8
Sr	238	338	449	240	228	332	67	982	269	672	326	328
Pb	33	35	*	39	30	37	56	32	33	34	39	*
V	97	86	228	40	84	69	1	31	274	98	97	108
Y	21.80	23.30	46.80	17.80	21.70	17.10	13.80	6.83	24.40	36.40	23.00	27.30
Zr	210	424	173	257	246	319	78	232	160	605	198	252
Sc	16.20	16.90	42.50	8.40	14.10	12.30	4.01	2.92	25.90	13.70	16.20	17.10
Hf	4.50	7.09	3.50	5.20	5.42	5.41	2.33	4.17	3.24	10.60	4.80	5.28
U	2.55	0.98	0.57	1.59	2.91	0.96	2.42	1.53	0.96	1.87	1.36	1.45
Ta	0.67	0.72	0.97	0.43	0.70	0.57	*	0.33	2.37	1.58	0.50	0.41
Th	9.68	12.00	1.65	13.40	11.10	1.54	2.99	10.10	3.89	6.89	12.10	9.94
Nb	8.66	14.80	20.60	9.97	8.76	11.40	1.06	13.70	50.20	39.00	10.20	8.25
La	31.90	57.70	40.90	50.40	36.50	24.60	8.14	92.10	51.00	108.00	40.70	36.40
Ce	62.80	108.00	92.70	96.10	73.00	46.30	12.50	168.00	107.00	214.00	79.50	71.80
Pr	7.38	12.30	12.50	10.80	8.27	5.48	1.16	17.20	12.60	24.80	9.18	8.28
Nd	26.70	44.10	53.80	37.50	29.60	21.80	3.09	53.70	47.00	90.40	32.50	29.80
Sm	5.05	7.78	11.00	6.05	5.43	4.28	0.70	5.95	7.86	14.30	5.35	5.19
Eu	1.02	1.84	2.48	1.37	1.00	1.83	0.17	1.26	2.19	2.70	1.25	1.25
Gd	4.25	6.47	11.00	5.20	4.60	4.13	0.86	3.47	6.41	11.50	4.50	4.72
Tb	0.63	0.87	1.50	0.69	0.64	0.54	0.20	0.41	0.85	1.48	0.67	0.69
Dy	3.61	4.31	8.41	3.28	3.53	2.82	1.39	1.22	4.12	6.79	3.57	4.06
Ho	0.72	0.78	1.64	0.57	0.71	0.57	0.40	0.23	0.81	1.20	0.78	0.90
Er	2.00	2.24	4.40	1.64	1.97	1.57	1.45	0.59	2.28	3.30	2.20	2.63
Tm	0.32	0.29	0.63	0.20	0.29	0.20	0.28	*	0.33	0.44	0.29	0.43
Yb	2.14	1.92	3.84	1.19	1.84	1.28	1.98	0.62	2.09	2.56	2.04	2.98
Lu	0.32	0.28	0.57	0.17	0.26	0.21	0.30	*	0.30	0.35	0.29	0.41

Liite 2. jatkuu

Appendix 2. continued

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
wt -%												
SiO₂	56.60	59.20	70.40	70.00	61.00	47.80	61.30	60.00	68.40	70.40	51.60	68.20
TiO₂	1.08	0.83	0.32	0.58	0.84	1.88	0.70	0.84	0.80	0.63	1.18	0.22
Al₂O₃	17.30	16.70	14.80	13.30	16.20	16.40	17.50	16.70	13.40	13.00	16.70	16.50
Fe₂O_{3t}	9.56	7.70	2.87	4.97	8.44	13.01	6.08	7.09	6.44	5.21	9.94	2.50
MnO	0.04	0.13	0.06	0.11	0.09	0.18	0.10	0.11	0.09	0.08	0.15	0.05
MgO	4.63	2.90	1.06	1.96	3.79	5.94	1.96	3.03	2.45	2.16	6.03	0.09
CaO	2.22	5.19	2.53	4.87	2.43	8.19	4.68	5.30	2.41	2.66	8.21	0.64
Na₂O	2.32	4.13	3.69	2.46	3.10	3.28	4.12	4.00	2.96	2.89	2.86	4.79
K₂O	3.01	1.86	3.82	1.08	3.04	1.55	2.99	2.29	2.48	2.13	1.47	6.48
P₂O₅	0.13	0.39	0.11	0.15	0.11	0.64	0.25	0.27	0.20	0.15	0.21	0.02
ppm												
S	5760	540	*	580	1700	1030	240	240	790	260	880	*
Cr	188	30	32	88	140	74	*	67	122	93	98	*
Ni	106	*	*	32	70	59	*	*	41	40		*
Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	146	54	*	29	87	41	26	32	34	*	*	*
Zn	186	86	59	67	130	127	89	104	73	67	99	147
Ba	640	780	746	317	713	682	1290	723	530	637	334	138
Rb	110.0	73.1	81.7	34.1	108.0	53.6	69.8	75.7	92.7	75.6	41.1	186.0
Sr	250	720	455	261	262	524	660	731	282	245	343	59
Pb	*	*	31	*	30	*	*	*	31	*	*	40
V	237	146	46	94	157	204	103	123	117	92	186	6
Y	6.78	18.60	6.12	25.40	16.90	28.70	18.50	14.80	28.20	22.40	23.70	63.50
Zr	169	146	112	234	183	138	230	206	366	249	143	486
Sc	19.30	17.20	5.35	15.00	22.30	30.10	15.30	16.80	17.70	14.00	29.10	1.87
Hf	4.04	2.76	3.01	4.30	4.39	2.77	5.69	4.39	7.35	5.14	3.02	9.46
U	2.18	2.97	1.42	2.07	2.23	1.36	1.38	3.38	3.41	2.45	1.46	8.31
Ta	0.75	0.65	0.26	0.61	0.65	0.59	0.32	0.66	0.92	0.68	0.28	1.27
Th	8.28	6.36	3.50	9.84	12.00	2.37	4.63	4.18	14.70	11.10	3.60	25.30
Nb	10.90	10.30	3.68	8.31	10.90	9.47	7.89	7.28	11.80	9.42	4.76	20.40
La	34.70	35.90	20.00	37.70	43.40	26.20	36.60	22.60	48.80	42.10	16.60	102.00
Ce	66.70	70.50	32.30	73.40	85.50	55.50	67.00	48.90	97.50	84.20	35.30	203.00
Pr	8.10	8.55	3.54	8.53	10.10	6.78	7.70	5.89	11.00	9.70	4.46	23.80
Nd	29.70	33.20	12.60	30.70	37.90	27.50	27.40	21.60	39.90	35.70	19.00	89.70
Sm	5.20	6.23	2.07	5.61	6.71	5.61	5.16	3.84	7.06	6.13	4.24	15.90
Eu	1.31	1.69	0.63	1.08	1.28	1.84	1.23	1.10	1.37	1.14	1.24	0.35
Gd	4.56	5.08	1.68	5.20	5.77	5.73	4.34	3.54	6.22	5.50	4.42	14.50
Tb	0.46	0.62	0.21	0.70	0.75	0.85	0.60	0.47	0.85	0.73	0.68	2.04
Dy	1.73	3.30	0.98	3.77	3.47	4.76	3.24	2.30	4.64	4.00	4.06	10.90
Ho	0.22	0.59	0.17	0.78	0.54	0.95	0.62	0.44	0.93	0.74	0.81	2.15
Er	0.49	1.76	0.51	2.37	1.29	2.78	1.70	1.30	2.78	2.02	2.32	6.09
Tm	*	0.22	*	0.35	0.14	0.38	0.27	0.21	0.41	0.34	0.32	0.85
Yb	0.44	1.56	0.58	2.29	0.93	2.50	1.61	1.28	2.54	2.01	2.08	5.85
Lu	*	0.24	0.10	0.35	0.14	0.35	0.23	0.22	0.40	0.31	0.31	0.86

Liite 2. jatkuu
Appendix 2. continued

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
wt -%												
SiO ₂	73.70	68.20	67.80	50.40	71.10	69.30	62.00	67.70	62.10	67.40	56.10	75.30
TiO ₂	0.22	0.75	0.55	2.53	0.44	0.60	1.36	0.70	0.78	0.80	0.98	0.24
Al ₂ O ₃	13.60	13.70	15.40	15.60	14.70	13.80	15.70	14.40	17.20	13.90	17.30	13.00
Fe ₂ O _{3t}	2.01	5.97	3.70	14.34	3.43	5.46	7.16	6.09	6.38	6.22	9.25	2.22
MnO	0.05	0.08	0.04	0.20	0.05	0.08	0.12	0.09	0.08	0.09	0.16	0.06
MgO	0.24	2.42	0.79	2.79	0.94	2.16	1.45	2.74	0.95	2.66	3.57	0.51
CaO	1.15	2.02	1.96	6.66	3.30	1.99	2.91	2.44	2.99	2.93	6.65	1.98
Na ₂ O	3.31	3.12	3.15	3.90	4.47	3.06	4.55	3.15	3.63	2.97	3.60	3.60
K ₂ O	5.35	3.08	5.99	2.28	1.16	2.98	3.58	2.39	4.98	2.38	1.74	2.79
P ₂ O ₅	0.04	0.17	0.18	0.96	0.12	0.14	0.77	0.08	0.29	0.21	0.34	0.05
ppm												
S	*	230	100	1350	200	*	240	*	430	340	*	*
Cr	*	111	*	*	*	93	*	105	30	119	60	*
Ni	*	41	*	20	*	46	*	47	*	40	20	*
Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cu	*	38	*	44	*	*	28	21	36	30	*	*
Zn	51	88	57	186	51	75	171	86	128	81	136	31
Ba	667	606	1226	1283	743	646	1096	613	2537	484	636	722
Rb	207.0	149.0	124.0	26.8	13.7	102.0	196.0	72.1	83.0	76.0	56.1	54.0
Sr	132	245	217	514	360	211	518	254	316	260	515	185
Pb	41	*	37	*	*	*	36	*	49	*	*	*
V	12	105	38	281	43	85	53	102	46	112	213	14
Y	24.80	20.80	24.90	41.60	6.00	19.00	42.10	20.10	37.60	23.60	32.90	7.82
Zr	201	301	334	283	178	144	631	143	703	310	175	124
Sc	3.40	16.40	10.70	32.30	6.05	14.20	10.80	16.00	16.90	17.30	31.00	5.19
Hf	4.65	6.80	6.63	4.36	3.59	3.19	10.80	3.37	13.70	6.29	3.39	2.38
U	6.05	3.25	0.96	0.31	0.64	1.78	4.25	1.15	1.05	2.14	1.23	0.47
Ta	1.05	0.75	0.59	0.91	0.28	0.57	2.42	0.51	0.98	0.77	0.34	*
Th	23.80	12.40	11.10	0.86	4.40	6.66	9.03	6.89	20.20	10.60	3.96	4.92
Nb	11.50	10.40	11.90	18.00	7.44	7.89	43.90	8.26	21.30	10.60	6.89	3.44
La	51.90	31.10	70.80	43.00	50.90	24.70	109.00	28.30	111.00	39.60	26.50	22.90
Ce	99.10	64.00	134.00	95.60	85.50	51.40	211.00	57.70	217.00	82.50	58.70	41.70
Pr	10.70	7.76	14.30	12.50	7.65	5.86	23.50	6.47	24.20	9.38	7.27	4.23
Nd	36.30	28.60	50.90	51.60	22.20	22.20	85.00	25.80	91.20	34.70	30.90	14.70
Sm	6.27	4.91	8.35	10.40	2.39	4.05	13.40	4.55	14.40	6.18	6.87	2.32
Eu	0.55	0.96	1.34	2.78	0.94	1.01	1.68	1.17	2.25	1.07	1.51	0.52
Gd	5.22	4.02	7.03	9.82	1.81	3.82	10.80	4.12	12.50	5.52	6.81	2.07
Tb	0.73	0.59	0.95	1.32	0.24	0.55	1.47	0.58	1.45	0.74	1.03	0.23
Dy	4.09	3.34	4.81	7.51	1.07	3.30	7.52	3.21	6.91	4.26	5.80	1.37
Ho	0.74	0.66	0.85	1.40	0.20	0.65	1.37	0.66	1.34	0.81	1.15	0.26
Er	2.29	2.20	2.21	3.90	0.58	1.88	3.66	2.02	3.50	2.40	3.19	0.80
Tm	0.34	0.35	0.28	0.54	0.10	0.27	0.51	0.30	0.49	0.34	0.46	0.11
Yb	2.35	2.16	1.74	3.31	0.51	1.79	3.27	2.05	3.29	2.17	2.98	0.77
Lu	0.35	0.36	0.23	0.49	*	0.27	0.46	0.32	0.48	0.32	0.41	0.13

Liite 2. jatkuu
 Appendix 2. continued

	49	50	51	52	53	54	55	56	57
wt -%									
SiO₂	66.00	47.50	58.30	65.20	68.30	50.50	67.00	49.55	49.22
TiO₂	0.69	0.76	0.82	0.57	0.32	1.08	0.67	1.57	1.61
Al₂O₃	14.80	17.00	17.90	16.40	16.10	15.70	15.20	13.94	14.39
Fe₂O_{3t}	5.36	9.04	7.19	5.31	3.71	11.06	5.09	14.51	14.81
MnO	0.08	0.13	0.13	0.12	0.08	0.19	0.05	0.22	0.23
MgO	1.80	8.31	2.29	1.42	1.42	6.23	0.81	6.01	6.59
CaO	3.73	10.60	5.52	4.01	3.08	8.16	2.19	10.31	9.74
Na₂O	3.39	2.44	4.11	3.72	4.85	2.97	3.17	2.53	2.99
K₂O	3.65	0.51	3.04	2.49	1.79	1.93	5.22	0.24	0.16
P₂O₅	0.18	0.15	0.29	0.23	0.16	0.40	0.23	0.13	0.13
ppm									
S	*	850	180	2050	*	*	100	300	200
Cr	40	373	*	*	36	167	*	79	86
Ni	*	141	*	*	*	45	*	69	71
Co	*	*	*	*	*	*	*	42	44
Cu	*	48	38	62	*	*	*	177	163
Zn	73	75	102	91	94	125	96	96	98
Ba	924	274	1268	954	165	544	1401	32	14
Rb	126.0	10.3	83.6	93.5	103.0	65.2	117.0	*	*
Sr	332	659	600	567	443	524	214	168	160
Pb	30	*	35	33	*	*	43	*	*
V	88	167	106	87	42	230	34	^{x)} 377	^{x)} 361
Y	28.90	9.85	25.10	16.50	15.90	26.50	26.90	^{x)} 29	^{x)} 27
Zr	283	33	286	181	135	151	486	102	106
Sc	13.40	35.00	17.90	10.50	8.25	33.40	9.87	*	*
Hf	6.53	0.57	6.21	4.62	3.13	3.30	9.88	3.10	3.00
U	2.28	*	1.90	5.43	1.94	0.92	1.37	0.29	0.24
Ta	0.83	*	0.44	0.61	1.14	0.49	0.47	0.43	0.51
Th	16.40	*	6.08	13.00	13.30	1.38	19.80	0.87	0.94
Nb	11.60	1.41	9.13	8.62	15.10	10.10	11.90	6.8	5.8
La	41.20	6.23	32.90	43.20	30.60	25.80	72.10	8.08	9.27
Ce	82.70	14.10	66.40	79.00	61.50	58.70	146.00	20.01	23.21
Pr	9.18	1.92	7.60	8.37	6.64	7.65	16.20	3.05	3.46
Nd	33.90	8.25	30.00	30.20	22.50	31.50	59.40	14.53	15.98
Sm	6.41	1.88	5.73	5.14	4.31	6.27	9.86	4.15	4.66
Eu	0.95	0.84	1.20	1.21	0.42	1.77	1.63	1.42	1.51
Gd	5.78	2.34	5.52	4.64	3.73	5.68	8.19	4.87	5.51
Tb	0.85	0.30	0.78	0.58	0.55	0.88	1.03	4.96	5.54
Dy	4.63	1.79	4.19	2.89	2.90	4.71	4.93	0.86	0.94
Ho	0.94	0.36	0.88	0.57	0.55	0.90	0.95	1.05	1.18
Er	2.74	1.01	2.35	1.48	1.42	2.45	2.40	2.78	3.19
Tm	0.38	0.13	0.34	0.24	0.18	0.35	0.33	0.42	0.45
Yb	2.61	0.83	2.10	1.46	1.18	2.33	1.88	2.84	2.75
Lu	0.40	0.12	0.30	0.24	0.17	0.33	0.28	0.41	0.39

^{x)} XRF –analyysi; *XRF analysis*

Liite 2. jatkuu
Appendix 2. continued

NO	Näyte	Karttalehti	X_koord	Y_koord	Kivilaji
1	94002690	3411 04	7100700	3428350	Gneissigranodioriitti
2	94002691	3411 05	7113020	3430500	Mafinen metavulkaniitti
3	94002692	3411 04	7109470	3434980	Porfyyrinen graniitti
4	94002693	3411 04	7105630	3437700	Gneissigranodioriitti
5	94002694	3411 04	7100700	3431550	Kiillegneissi
6	94002695	3411 09	7127760	3444430	Kiillegneissi
7	94002696	3412 12	7150120	3451150	Amfiboliitti/sarvivälkegneissi
8	94002697	3412 12	7151980	3454950	Vaalea porfyyrinen graniitti
9	94002698	3412 12	7155550	3451420	Pegmatiittigraniitti
10	94002699	3412 11	7149670	3456000	Kvartsimaasälpägneissi
11	94002700	3412 11	7147470	3457670	Kiillegneissi
12	94002701	3412 12	7150870	3450400	Kiillegneissi
13	94002702	3412 08	7146600	3443750	Kiillegneissi
14	94002703	3412 09	7154550	3440300	Hypersteenigraniitti
15	94002704	3412 06	7152880	3435480	Gabro
16	94002705	3412 06	7158420	3437770	Porfyyrinen graniitti
17	94002706	3412 09	7152600	3441900	Kiillegneissi
18	94002707	3412 07	7135100	3446250	Hypersteenigraniitti
19	94002708	3412 11	7141770	3459300	Pegmatiittigraniitti
20	94002709	3412 10	7134000	3459700	Kiillegneissi
21	94002710	3412 10	7135670	3454850	Sarvivälkegneissi
22	94002711	3412 10	7134000	3453660	Kavrtsidioriitti
23	94002712	3412 07	7134250	3446400	Kiillegneissi (GRAN-KORD)
24	94002713	3412 07	7135430	3442960	Kiillegneissi
25	94002714	3412 04	7135150	3439280	Kiillegneissi
26	94002715	3412 04	7136050	3437130	Hypersteenigraniitti
27	94002716	3412 05	7141700	3437340	Hypersteenigraniitti
28	94002717	3412 06	7146690	3431150	Psammiittinen Ca-silikaattinen sulkeuma schollenmigmatiitissa
29	94002718	3412 05	7146690	3431120	Kiillegneissi (GRAN-KORD-HYPE)
30	94002719	3412 05	7142650	3429030	Diabaasi
31	94002720	3412 06	7155800	3428920	Hypersteenigraniitti
32	94002721	3412 04	7137000	3431150	Hypersteenigranodioriitti
33	94002722	3411 09	7126900	3443020	Kiillegneissi
34	94002723	3411 06	7125250	3433280	Kiillegneissi
35	94002724	3411 06	7127250	3428850	Diabaasi/Gabro
36	94002725	3411 06	7120750	3427700	Porfyyrinen graniitti
37	94002726	3411 06	7122290	3428700	Kvartsimaasälpäporfyryri
38	94002727	3411 10	7101530	3459620	Kiillegneissi
39	94002728	3411 10	7103880	3457400	Porfyyrinen graniitti
40	94002729	3411 10	7108670	3453130	Hypersteenigraniitti
41	94002730	3411 11	7113180	3453500	Enderbiittinen gneissi
42	94002731	3411 12	7122700	3451000	Kiillegneissi (SILL)
43	94002732	3411 12	7126900	3454220	Graniitti
44	94002733	3411 11	7117750	3454450	Kiillegneissi
45	94002734	3411 11	7114400	3458970	Hypersteenigraniitti

46	94002735	3411 08	7116450	3449300	Kiillegneissi
47	94002736	3411 08	7110800	3447250	Hypersteenigraniitti
48	94002737	3411 07	7109600	3444930	Graniitti
49	94002738	3411 07	7106780	3447400	Gneissigraniitti
50	94002739	3411 07	7102860	3442150	Gabro
51	94002740	3411 08	7110450	3440050	Gneissigranodioriitti
52	94002741	3411 05	7112530	3435150	Gneissigranodioriitti/Kiillegneissi
53	94002742	3411 04	7104800	3432790	Gneissigraniitti
54	94002743	3411 10	7104970	3450150	Amfiboliitti/sarvivälkegneissi
55	94002744	3411 07	7100750	3447350	Porfyrynen graniitti
56	RITO-1	3411 12	7126491	3458193	Mafinen metavulkaniitti (TYLA)
57	RITO-2	3411 12	7126506	3458196	Mafinen metavulkaniitti (TYLA)

1) XRF-menetelmällä analysoidut alkuaineet; XRF method used for elements:

Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, S, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Ba, Rb, Sr, Pb, Zr

2) ICP-MS -menetelmällä analysoidut alkuaineet; ICP-MS method used for elements:

V, Y, Sc, Hf, U, Ta, Th, Nb, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu

3) * = ei määrittystä; *not detected*

Lite 3. U-Pb-ikätulokset
Appendix 3. U-Pb age data.

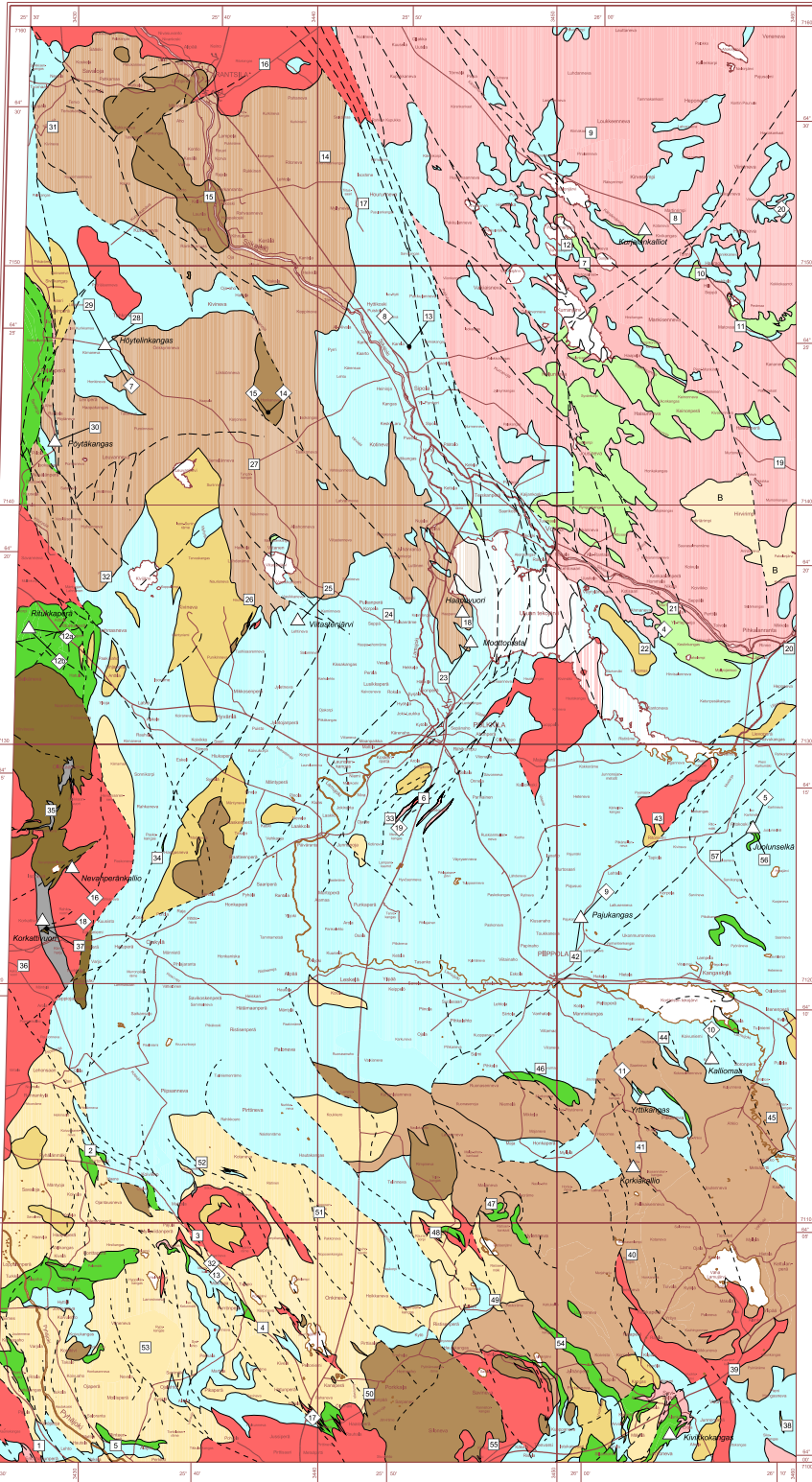
Sample information	Sample weight / mg	U ppm	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ measured	$^{206}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ radiogenic	ISOTOPIC RATIOS*				Rho**	APPARENT AGES / Ma ($\pm 2\text{SE}$)						
						2SE%	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 2SE%	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 2SE%	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$					
density/mesh/abraced 1hour																	
A1536 Ritukkaperä Pulkklila felsic volcanic rock	0.49	448	156	5112	0.114	0.32684	0.5	5.185	0.5	0.11506	0.1	0.98	1823	1850	1881		
A1538 Lehtomäki, Pulkklila, pegmatite granite																	
A1538B +4.0 -+200 a3h prisms	0.23	2022	481	3277	0.047	0.2355	0.5	3.4924	0.5	0.10756	0.1	0.98	1363	1526	1759		
A1538C +4.0 -200 a3h	0.28	1590	420	4892	0.05	0.26201	0.5	3.9113	0.5	0.10827	0.1	0.98	1500	1616	1771		
A1538D monazite	0.27	3324	6020	3887	5.4	0.31911	0.5	4.7987	0.5	0.10907	0.1	0.98	1785	1785	1784 \pm 2		
A1539 Aarrekangas, Kestilä, granite																	
A1539A +4.0 -+200 a5h euhedral	0.36	1060	411	266.5	0.122	0.30087	0.5	4.6033	0.6	0.11097	0.3	0.87	1696	1750	1815 \pm 6		
A1539B +4.0 -200 a3h	0.33	1109	353	427.8	0.113	0.26721	0.5	4.0663	0.6	0.11037	0.2	0.95	1527	1648	1806 \pm 4		
A1539C +4.0 -200	0.46	1395	483	367.8	0.253	0.25884	0.5	3.9247	0.6	0.10997	0.25	0.91	1484	1619	1799 \pm 5		
A1539D mon a0.5h	0.24	2708	7634	524.3	8.8	0.32391	0.5	4.9417	0.5	0.11065	0.2	0.92	1809	1809	1810 \pm 4		
A1541 Korkeatti Haapavesi, quartz-porphyr																	
A1541A +4.3 -+200 a6h	0.38	611	222	912	0.121	0.32291	0.5	5.09	0.5	0.11432	0.15	0.96	1804	1834	1869		
A1541B +4.3 -+200	0.44	755	258	648.4	0.136	0.29331	0.5	4.5916	0.5	0.11354	0.15	0.96	1658	1747	1857		
A1541C +4.3 -200 a3h	0.49	667	237	1013	0.123	0.3171	0.5	4.9831	0.5	0.11397	0.15	0.96	1776	1817	1864		
A1541D +4.3 -200	0.4	767	233	1576	0.112	0.27801	0.5	4.339	0.5	0.1132	0.15	0.96	1581	1701	1851		

*) Isotopic ratios corrected for fractionation, blank and age related common lead (Stacey & Kramers 1975).

***) Error correlation for $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ratios.

Hand picking & chemical preparation: Tuula Hokkanen

Mass spectrometry: Arto Pulkkinen97

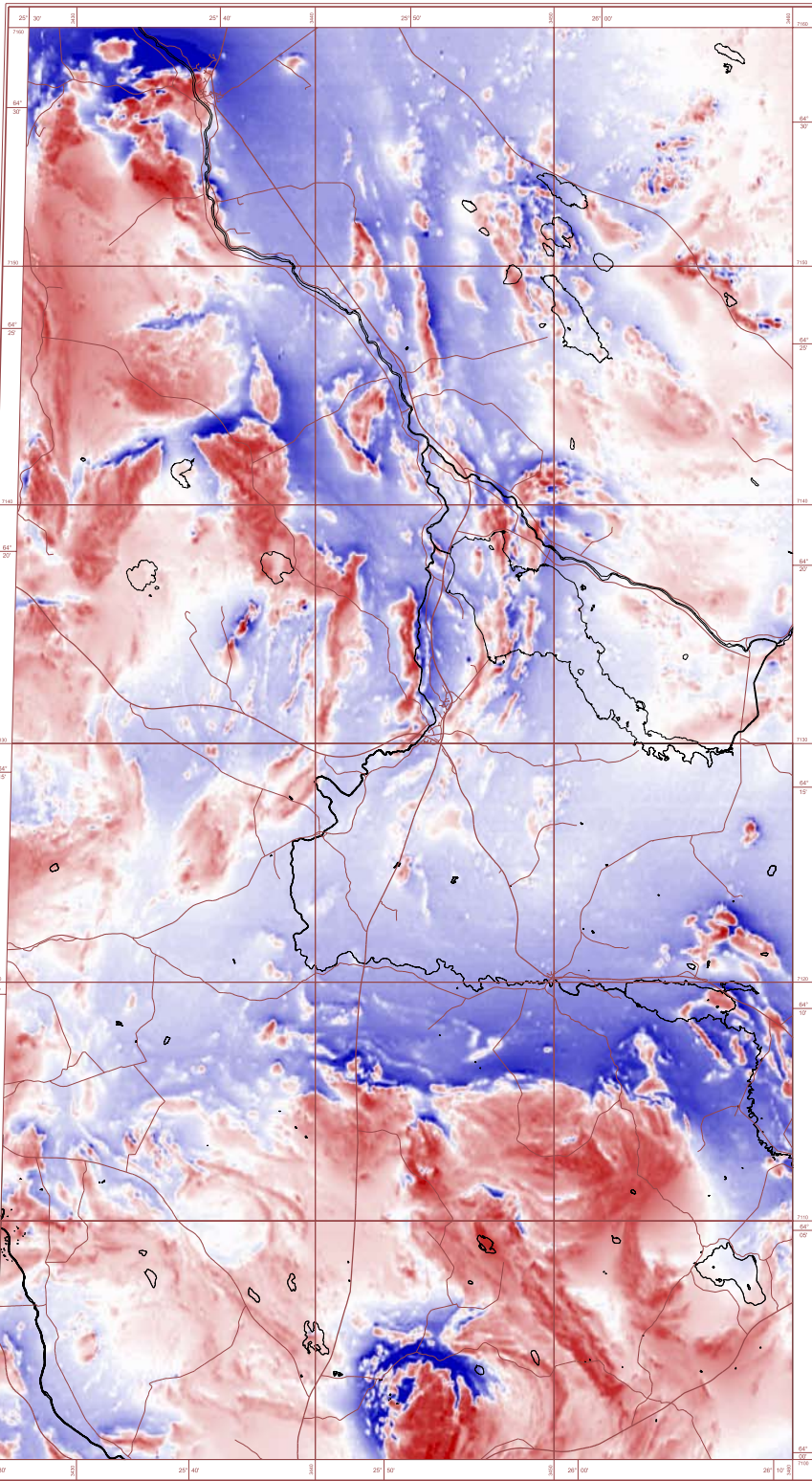


PIIPPOLAN JA RANTSILAN KARTTA-ALUEEN
 KALLIOPERÄ
 PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE PIIPPOLA AND RANTSILA
 MAP-SHEET AREA

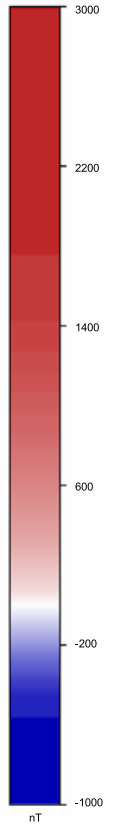
MERKKIEN SELITYS - LEGEND

PALEOPROTEROZOISIA KIVILAJEJA
 PALAEOPROTEROZOIC ROCKS

- Väkeä graniitti tai pögrammiitti
 Leucocratic granite or pogrammite
- Kvartsmassalporfyrytti
 Quartz feldspar porphyry
- Diabaasi tai afitillita gabbro
 Diabase or aphyllite gabbro
- Graniitti
 Granite
- Granodioriitti tai kvartsdioriitti
 Granodiorite or quartz diorite
- Gabbro tai dioritti
 Gabbro or diorite
- Pyykköseingranodiidi
 Pyykköse granite
- Melavokantiitti
 Melavokantic rock
- Kiviennäisi tai kvartsmassalöngnäisi
 Micro gneiss or quartz feldspar gneiss
- Gneissgranodiidi
 Gneiss granite
- Sarviväkegnäisi tai amfibolitti
 Hornblende gneiss or amphibolite
- B
 Arheinen pohjagnäisi
 Archean basement gneiss
- Retkisyyskohde
 Excursion target
- Valokuva
 Photo
- Kemiallinen analyysipiste
 Chemical analysis point



AEROMAGNETTINEN KARTTA
 AEROMAGNETIC MAP
 TOTAALI-INTENSITEETTI
 DGRF- 65 TASOSSA



Julkaistut kallioperäkartat (1 : 100 000) ja selitykset (*), Tilapäiskartta []

Published maps of Pre-Quaternary rocks (1 : 100 000) and explanations (*), Temporary map []

8.10.2007

- * 0034+0043 Signilskär, 1978.
1011 Lågskär, 1978.
- * 1012 Mariehamn, 1979.
1013 Kökär, 1981.
1014 Föglö, 1980.
- * 1021 Geta, 1978.
1022+1024 Hullberga, 1992.
- * 1023 Kumlinge, 1978.
1031 Utö, 1983.
1032 Korppoo, 1987.
- * 1033 Nötö, 1954.
* 1034 Nagu, 1973.
* 1041 Iniö, 1986.
* 1042 Vehmaa, 1992.
* 1043 Turku, 1994.
1131 Uusikaupunki, 1994.
* 1132 Rauma, 1993.
1133 Yläne, 1994.
* 1134 Kokemäki, 1994.
1141 Luvia, 1994.
1143 Pori, 1994.
* 1242 Korsnäs, 1960.
1244 Jurva, 2002.
1343 Vexala, 1981.
* 1823 Kilpisjärvi, 1994.
1832 Ropi, 1988.
* 1842 Halti, 1994.
2011 Hanko, 1970.
2012 Perniö, 1955.
2013 Jussarö, 1973.
[* 2014 Tammisaari, 1991.]
- * 2021 Salo, 1955.
* 2022 Marttila, 1957.
* 2023 Suomusjärvi, 1955.
* 2024 Somero, 1955.
2031 Mäkiluoto, 1992.
* 2032 Siuntio, 1960.
* 2034 Helsingin, 1967.
2041 Lohja, 1994.
* 2042 Karkkila, 1953.
* 2043 Kerava, 1969.
* 2044 Riihimäki, 1956.
* 2111 Loimaa, 1953.
* 2112 Huittinen, 1976.
* 2113 Forssa, 1954.
* 2114 Toijala, 1973.
* 2121 Vammala, 1967.
* 2122 Ikaalinen, 1952.
2122 Ikaalinen, 1993.
* 2123 Tampere, 1961.
* 2124 Viljakkala-Teisko, 1953.
* 2131 Hämeenlinna, 1949.
* 2132 Valkeakoski, 1970.
* 2133 Kärkölä, 1961.
* 2134 Lammi, 1964.
* 2141 Kangasala, 1964.
2142 Orivesi, 1986.
2143 Padasjoki, 1971.
2144 Kaipola, 1973.
* 2213 Kuru, 1960.
* 2214 Virrat, 1965.
* 2221 Jalasjärvi, 1990.
2222 Seinäjoki, 1962.
* 2222 Seinäjoki, 1991.
* 2223 Alavus, 1970.
* 2224 Kuortane, 1971.
* 2231 Mänttä, 1976.
* 2232 Keuruu, 1963.
* 2241 Ähtäri, 1970.
* 2313 Alajärvi, 1979.
- * 2314 Evijärvi, 1992.
2321 Pietarsaari, 1981.
2322 Kokkola, 1980.
2323 Kaustinen, 1971.
* 2324 Kannus, 1961.
* 2331 Kyyjärvi, 1993.
* 2332 Perho, 1976.
* 2334 Kinnula, 1962.
* 2341 Lestijärvi, 1964.
* 2342 Sievi, 1962.
* 2343 Reisjärvi, 1963.
* 2344 Nivala, 1962.
* 2413 Kalajoki, 1955.
* 2431 Ylivieska, 1955.
* 2432+2414 Pyhäjoki, 1957.
* 2433 Haapavesi, 1958.
* 2434 Vihanti, 1958.
* 2441 Raahe, 1959.
* 2443 Paavola, 1959.
* 2533 Haukipudas, 1986.
* 2541 Kemi, 1971.
* 2542+2524 Karunki, 1972.
* 2543 Simo, 1975.
* 2544 Runkaus, 1971.
* 2624 Sieppijärvi, 2001.
* 2631 Törmäsjärvi, 2002.
* 2633 Koivu, 2003.
* 2642 Pasmajärvi, 2002.
* 2713 Kolari, 1984.
2714 Kihlanki, 1981.
* 2723 Muonio, 1980.
* 2731 Kurtakko, 1992.
2732 Kittilä, 1984.
2744+3722 Pokka, 2003.
* 3012 Pellinki, 1965.
* 3021 Porvoo, 1964.
* 3022 Lapinjärvi, 1962.
* 3023+3014 Kotka, 1970.
* 3024 Karhula, 1965.
* 3041+3043 Haapasaari, 1972.
* 3042 Hamina, 1973.
* 3044 Vaalimaa, 1979.
* 3111 Lahti, 1964.
* 3112 Heinola, 1970.
* 3113 Kouvola, 1963.
* 3114 Vuohijärvi, 1969.
* 3121 Sysmä, 1977.
* 3122 Joutsa, 1982.
* 3123 Mäntyharju, 1978.
3124 Hirvensalmi, 1988.
* 3131 Luumäki, 1975.
* 3132 Savitaipale, 1965.
* 3133 Ylämaa, 1979.
* 3134 Lappeenranta, 1964.
* 3141 Ristiina, 1990.
* 3142 Mikkeli, 1980.
* 3144 Sulkava, 1966.
* 3223 Rautalampi, 2000.
* 3224 Karttula, 1991.
* 3231 Haukivuori, 1984.
* 3232 Pieksämäki, 1971.
3233 Rantasalmi, 1973.
* 3234 Varkaus, 1980.
3241 Suonenjoki, 2004.
3242 Kuopio, 2002.
* 3311 Viitasaari, 1966.
* 3312 Pihtipudas, 1969.
* 3313 Vesanto, 1985.
* 3314 Pielavesi, 1977.
* 3321 Pyhäjärvi, 1992.
- * 3322 Kärämäki, 1992.
* 3323 Kiuruvesi, 1977.
3331 Siilinjärvi, 2000.
* 3332 Lapinlahti, 1987.
3333 Juankoski, 2000.
* 3334 Nilsä, 1980.
* 3341 Iisalmi, 1990.
* 3342 Vieremä, 2001.
* 3343 Rautavaara, 1997.
3344 Laakajärvi, 2005.
* 3411 Piippola, 2002.
* 3412 Rantsila, 2000.
* 3422 Oulujoki, 1983.
3423 Utajärvi, 1994.
3424 Sanginkylä, 1992.
3431 Kajaani, 1997.
3432 Paltaniemi, 2004.
3433 Sotkamo, 1981.
3434 Paltamo, 1993.
3442 Puolanka, 1990.
3443 Hyrynsalmi, 1989.
* 3511 Kiiminki, 1984.
3531 Jonku, 1977.
3541 Rytinki, 1979.
3543 Loukusa, 1980.
* 3612 Rovaniemi, 1996.
3614 Vikajärvi, 2002.
3623 Nampa, 2003.
3642 Pelkosenniemi, 1979.
* 3643 Kursu, 1967.
3644 Vuotostunturi, 1983.
* 3713 Sodankylä, 1979.
* 3714 Sattanen, 1980.
3723 Peurasuvanto, 1993.
3733+4711 Savukoski, 1986.
* 3934+4912+4914 Näätämö, 1994.
* 4112+4111 Imatra, 1966.
* 4121 Virmutjoki, 1987.
4122 Lohilahti, 1992.
* 4123+4114 Parikkala, 1982.
* 4124+4132 Punkaharju, 1980.
* 4213 Kerimäki, 1975.
* 4214 Rääkkylä, 1985.
* 4221 Heinävesi, 1993.
* 4222 Outokumpu, 1971.
4223 Joensuu, 1985.
* 4224 Kontiolahti, 1971.
* 4231 Kitee, 1973.
* 4232+4234 Tohmajärvi, 1967.
* 4241 Kiihtelysvaara, 1971.
* 4242 Eno, 1983.
* 4243 Oskajärvi, 1983.
4244+5222 Iomantsi, 1973.
* 4311 Sivakkavaara, 1971.
4312 Ylä-Luosta, 2005.
* 4313 Koli, 2005.
* 4321 Nurmes, 1973.
4322 Puukari, 1993.
* 4411 Ontojoki, 1976.
* 4412 Hiisijärvi, 1973.
* 4413 Kuhmo, 1978.
* 4414+4432 Lentiira, 1993.
* 4421 Moisiovaara, 1986.
* 4423+4441 Ala-Vuokki, 1987.
4522 Vasaraperä, 1989.
* 4524+4542 Kuusamo, 1973.
* 4613 Rukatunturi, 1982.
* 4621+4623 Salla, 1967.

Karttoja ja karttaselityksiä myy:

The maps and explanations may be purchased at:

Geologian tutkimuskeskus (GTK)**Julkaisumyynti****PL 96****02151 Espoo****Puh. 0205 50 11****Geological Survey of Finland****Publication sales****P.O. Box 96****FIN-02151 Espoo, Finland****Phone +358 205 50 11****E-mail: julkaisumyynti@gtk.fi www.gtk.fi**

