



Hämeen vyöhykkeen vulkaniittien geokemia

Pekka Sipilä, Hannu Kujala





GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

KUVAILULEHTI

Päivämäärä / Dnro
31.12.2014

Tekijät Pekka Sipilä, Hannu Kujala		Raportin laji Arkistoraportti 119/2014	
		Toimeksiantaja	
Raportin nimi Hämeen vyöhykkeen vulkaniittien geokemia			
Tiivistelmä Tämä tutkimus on osa Etelä-Suomen mineraalipotentialin arviointihanketta. Aluksi määritettiin rajat Hämeen vyöhykkeen maantieteelliselle sijainnille. Vyöhykkeen eri osista rajattiin vulkaaniset esiintymät (21 kpl) ja niiden koostumus analysoitiin. Omien analyysien lisäksi hyödynnettiin myös jo olemassa olevaa analyysiaineistoa, tärkeimpänä GTK:n valtakunnallinen kalliogeokemiaohjelma. Lisäksi analysoitiin mafisia juonia ja vulkaanisten konglomeraattien klasteja, joiden koostumusta korreloitiin vulkaniitteihin. Myös Forssan gabron ja sen viereisten vulkaniittien koostumuksia verrattiin toisiinsa. Analyysitulokset käsiteltiin GCDkit ohjelmalla. Vulkaniitit luokiteltiin kivilajiyksiköiden osalta Finstrati hierarkisen luokittelun mukaisesti. Yhdistämällä alueen litologia näin käsitelyihin analyysituloksiin voitiin Hämeen vyöhykkeen alue jakaa neljään seuruueeseen (engl. suite), läntiseen korkeampaa metamorfoosiastetta edustavaan Loimaan seurueeseen, itäiseen pääosin mafisista vulkaniiteista koostuvaan Renkajärven seurueeseen ja niiden väliseen pääosin intermediäärisistä vulkaniiteista koostuvaan Forssan seurueeseen. Lisäksi rajattiin Loimaan seurueen pohjoisrajalta vulkaanissedimenttinen Nuutajärven seurue. Loimaan, Forssan ja Nuutajärven seurueet ovat vulkaniittiansa koostumukselta kalkkialkalisia ja edustavat saarikaariympäristön vulkanismia. Renkajärven seurueen vulkaniitit ovat transitionaalisia tai tholeiittisia, pääosin MORB-tyyppiä ja edustavat repeymäympäristön vulkanismia.			
Asiasanat (kohde, menetelmät jne.) Vulkaniitit, geokemia, seurue, litodeemi, kalkkialkalinainen, transitionaalinen, tholeiittinen, saarikaari, repeymä			
Maantieteellinen alue (maa, lääni, kunta, kylä, esiintymä) Suomi; Kanta-Häme : Hämeenlinna, Janakkala, Hattula, Hausjärvi, Riihimäki, Loppi, Tammela, Forssa, Jokioinen, Ypäjä, Humppila.; Varsinais-Suomi : Somero, KoskiTl, Marttila, Loimaa, Oripää, Pöytyä, Aura, Mynämäki, Nousiainen, Rusko, Turku, Lieto; Satakunta, Huittinen, Köyliö, Säkyliä; Uusimaa : Mäntsälä, Hyvinkää, Karkkila, Nummi-Pusula; Pirkanmaa : Akaa, Urjala, Punkalaidun.			
Karttalehdet L341, L342, L343, L344, L421, L422, L423, M331, M332, M333, M334, M411, M413			
Muut tiedot			
Arkistosarjan nimi Päätearkistoraportti		Arkistotunnus	
Kokonaissivumäärä 120	Kieli Suomi	Hinta	Julkisuus Julkinen
Yksikkö ja vastuualue Espoon yksikkö, Va 211		Hanketunnus 2551005	
Allekirjoitus/nimen selvennys Pekka Sipilä		Allekirjoitus/nimen selvennys	

**Sisällysluettelo**

1	JOHDANTO	3
2	HÄMEEN VYÖHYKE	3
3	VULKAANISET SEURUEET	4
3.1	Renkajärven seurue	4
3.2	Forssan seurue	6
3.3	Loimaan seurue	8
3.4	Nuutajärven seurue	9
4	YHTEENVETO VULKAANISTEN SEURUEIDEN GEOKEMIASTA	10
4.1	Renkajärven seurue	10
4.2	Forssan seurue	11
4.3	Loimaan seurue	12
4.3.1	Sarvivälkegneissit ja Siivikkalan amfiboliitit	12
4.3.2	Punkalaitumen alue: Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman vulkaniitit	13
4.4	Nuutajärven seurue	14
5	KESKUSTELUA	16
6	YHTEENVETO	17
7	KIRJALLISUUSLUETTELO	19
8	LIITELUETTELO	23

1 JOHDANTO

Etelä-Suomen mineraalipotentialin arviointihankkeen yhteydessä on uudistettu Hämeen vyöhykkeen vanhaa kallioperäkartta-aineistoa, josta vanhimmat 1:100 000 karttalehdet ovat 1950-luvulta. Maantieteellisesti itä-länsi suuntainen Hämeen vyöhyke on noin 170 km pituinen haarautuen idässä kahdeksi vyöhykkeeksi, joiden välissä on Etelä-Suomen graniittiseurueeseen kuuluva granitoidialue. Luoteessa vyöhyke ulottuu Huittisten länsipuolelle ja lounaassa Turun pohjoispuolelle. Idässä pohjoisempi haara ulottuu Hämeenkoskelle ja eteläisempi Riihimäen-Hyvinkään seudulle (Kuva1). Matalalentogeofysiikka oli keskeisessä asemassa kivilajirajojen tarkentamisessa. Lisäksi hyödynnettiin alueelta olevaa muuta uudempaa kartta-, havainto-, geofysiikka- ja analyysiaineistoa, joita olivat tuottaneet mm. Outokummun ja Rautaruukin malminetsintä, GTK:n kohteelliset ja alueelliset tutkimukset ja yliopistojen opinnäytteet ja kartoituskurssit. Hankkeen kallioperäkartoituksen lisäksi tehtiin maastotarkistuksia em. aineistoihin liittyen. Uudistettu kallioperäkartta tullaan liittämään GTK:n DigiKP-karttatietokantaan sisältäen kivilajiyksiköiden osalta Finstrati-kannan mukaisen hierarkisen luokittelun. Sen mukaan Etelä-Suomen superseurueen vulkaniittialueet Hämeen alueella jaetaan vulkaniittien osalta neljään seurueeseen (engl. suite), jotka koostuvat litodeemeista ja osaksi myös edelleen faaseista.

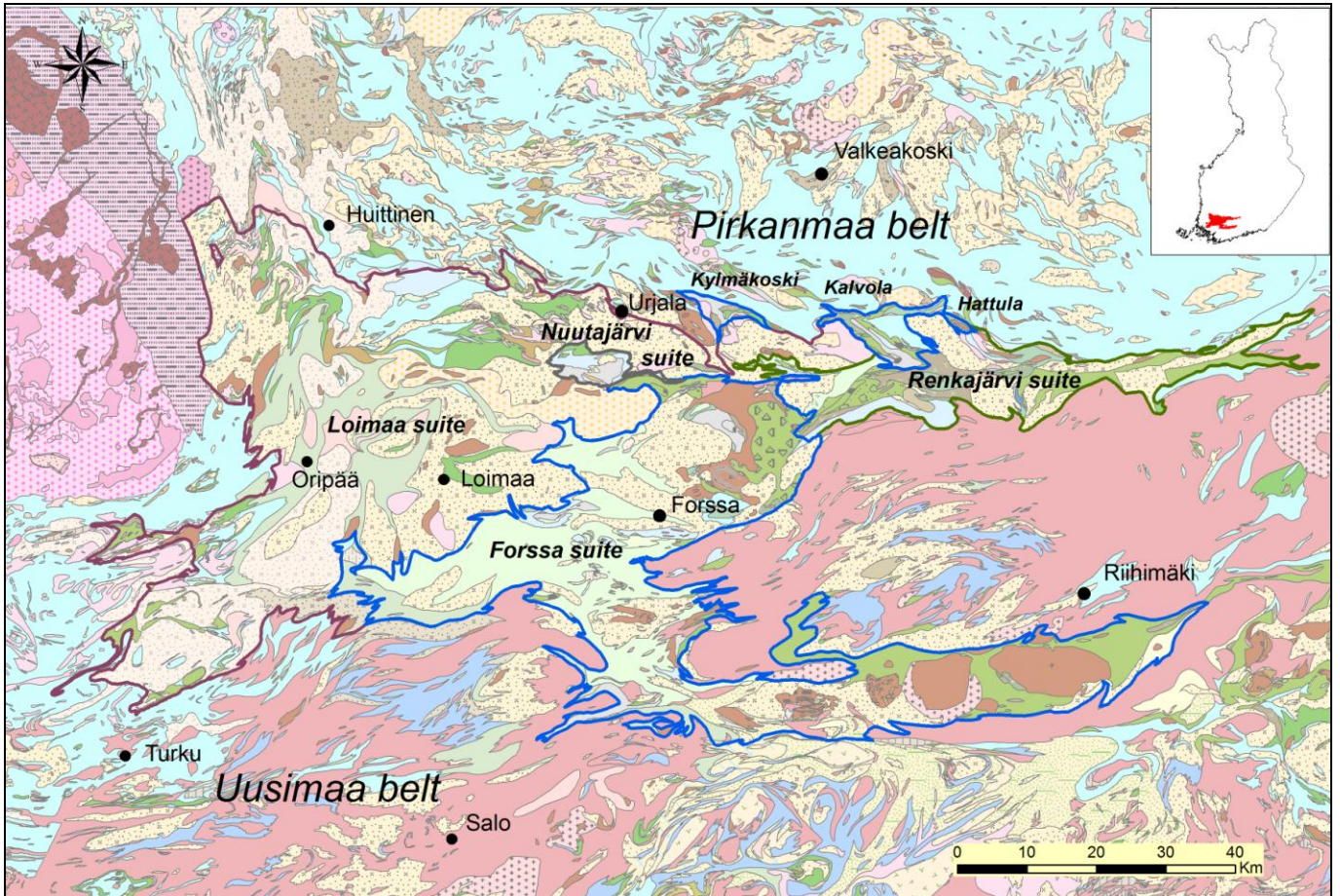
Kyseiseen kallioperäkarttauudistukseen liittyen samaan aikaan toteutettiin tämä tutkimus alueen vulkaniiteista, niiden koostumuksesta ja alueellisesta levinneisyydestä. Omien näytteiden analysoinnin lisäksi hyödynnettiin GTK:n kalliogeokemian aineistoa ja kohteellisten tutkimusten aineistoja. Paljastumatiheyden ja käytettävissä olevan analyysiaineiston perusteella valittiin tarkempiin tutkimuksiin Hämeen vyöhykkeen koillisosasta viisi profiilia ja niiden länsipuolelta laajempi alue rajoittuen ns. Forssan gabroon. Pääosa hankkeen maastokartoituksista tehtiin näillä alueilla. Sinne painottui samanaikaisesti myös hankkeen malmipotentialikartoitus. Vyöhykkeen muiden vulkaniittialueiden osalta tukeuduttiin pääosin GTK:n kalliogeokemian aineistoihin ja maastotyöt siellä jäivät vähemmälle. Kaikkiaan rajattiin 21 vulkaniittialuetta, joiden perusteella voitiin Finstrati-luokittelun mukaan Hämeen vyöhyke jakaa neljään seurueeseen ja edelleen lukuisiin litodeemeihin. Hämeen vyöhyke on yleisesti käytetty maantieteellinen termi, joka Finstrati-luokittelussa kattaa osan Etelä-Suomen superseuruetta.

2 HÄMEEN VYÖHYKE

Vulkaniitit ovat yleisin suprakrustinen kivilaji Hämeen vyöhykkeen alueella. Sedimenttikivistä turbidiittiset peliittiset kivet ovat vallitsevia. Mustaliuskeet ovat harvinaisia, samoin karbonaattikivet, poikkeuksena kuitenkin Vampulan alueen karbonaattiesiintymät. Hämeen vyöhykkeen ja pohjoispuolisen Pirkanmaan vyöhykkeen välissä on terraaniraja, joka ilmenee myös kivilajien erilaisuutena. Pirkanmaan vyöhykkeen puolella mustaliuskeet ovat yleisiä, vulkaniitit sen sijaan harvinaisia. Migmatiittien leukosomi on Pirkanmaan puolella tonaliittinen, Hämeen puolella se on graniittinen. Subduktion suunta terraanirajalla on kaikissa tulkinnoissa pohjoiseen Lahtinen (1994,1996), Nironen (1997), Väisänen & Mänttari (2002), Kähkönen (2005). Eteläosistaan Hämeen vyöhyke rajautuu Uudenmaan vyöhykkeeseen, missä karbonaattikivet ovat yleisemmät kuin Hämeen vyöhykkeen alueella. Lounaisosassa taas Turun seudun vulkaniitit ovat Väisänen (2007) mukaan MORB- tai transitionaalista MORB/VAB-tyyppiä, kun taas pohjoisemmat Vahdon vulkaniitit ovat kalkkialkalisia ja kuuluvat osaksi Hämeen vyöhykkeen saarikaarivulkanismia. Hakkarainen (1994) jakoi Hämeen vyöhykkeen vulkaniitit Hämeen ja Forssan ryhmiin. Tämä jako on epäluotettava, koska se näyttää perustuvan profiilikartoitukseen, jossa ei ole otettu huomioon kivien mahdollista poimutusta. Näin ollen myös jako stratigrafisiin yksiköihin on kyseenalainen, ja kivet onkin tässä yhteydessä jaettu litodeemisiin yksiköihin.



Deformaation voimakkuus Hämeen vyöhykkeellä vaihtelee, kuitenkin NE-suuntainen lähes pystyasentoinen akselitasoliuskeisuus on vallitseva. Svekofenninen orogenia jakautuu varhaiseen (1.89-1.86 Ga,) ja myöhäiseen (1.83-1.81 Ga) metamorfoosi- ja deformaatiovaiheeseen. Suprakrustiset kivet ovat metamorfoituneet pääosin amfiboliittifasiuksen oloissa 1.89–1.88 Ga sitten (Nironen 1999; Väisänen 2002; Väisänen et al. 2002). 1.83–1.81 Ga alueen kivet kokivat vielä korkean lämpötilan metamorfoosin Etelä-Suomen myöhäis-Svekofennisen graniitti-migmatiittivyöhykkeen muodostuessa. Väisänen et al. (2002) mukaan lämpötilamaksimin ikä oli tällöin 1824 ± 5 Ma.



Kuva 1. Hämeen vyöhykkeen Finstrati-luokittelun mukainen aluejako. Sen mukaan alue koostuu neljästä seurueesta: Renkajärven seurue, Forssan seurue, Loimaan seurue ja Nuutajärven seurue. Kylmäkosken, Kalvolan ja Hattulan satelliitit ovat osa Forssan seuruetta.

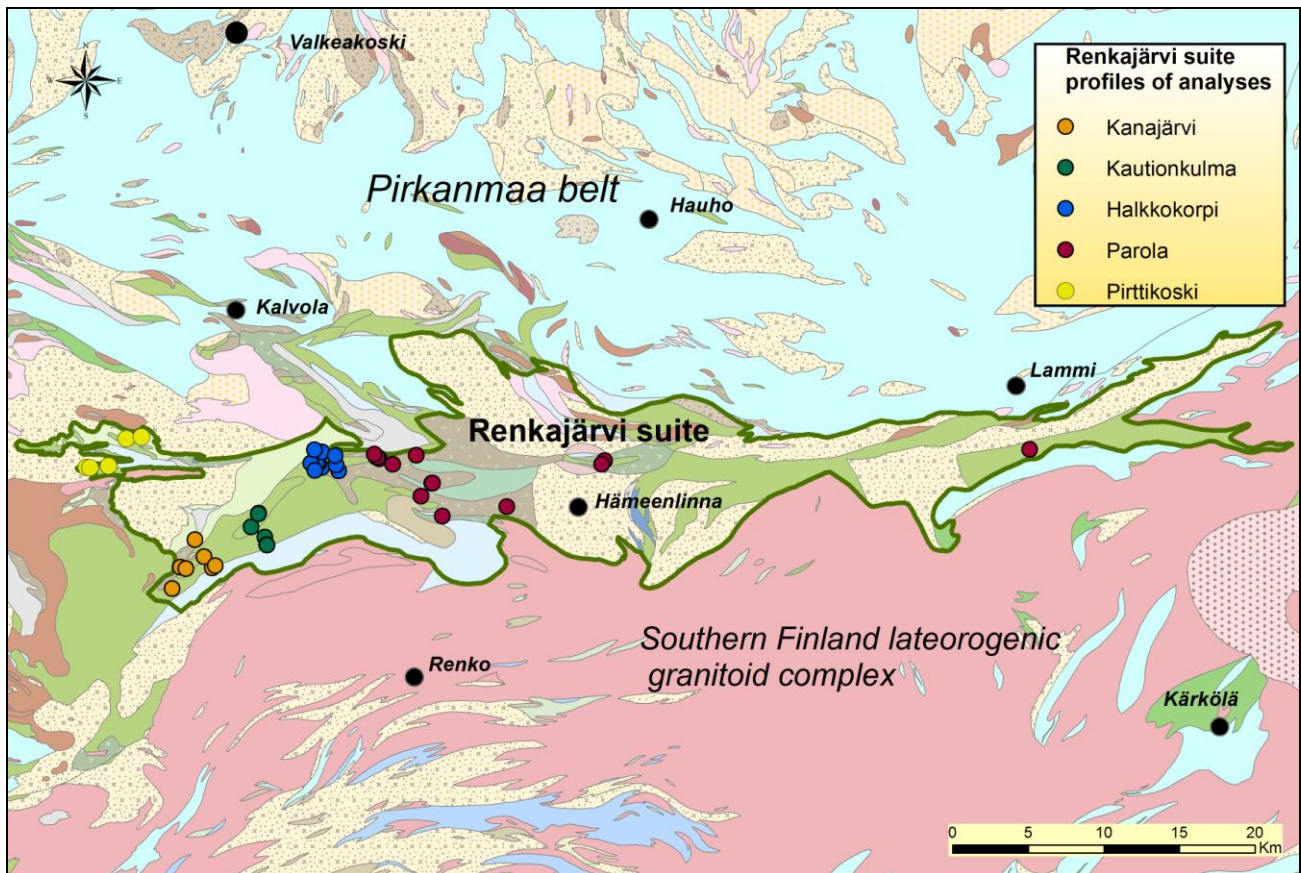
3 VULKAANISET SEURUEET

Vulkaniittien geokemian ja litologian perusteella Etelä-Suomen superseurueen vulkaniittialueet Hämeen alueella voidaan jakaa neljään seurueeseen: *Renkajärven seurue*, joka koostuu pääosin mafisista vulkaniiteista, *Forssan seurue*, joka koostuu pääosin intermediäärisistä vulkaniiteista, korkeampaa metamorfoosiastetta edustava *Loimaan seurue*, jossa vulkaaniset kivet ovat pääosin intermediäärisiä sarvivälkegneissejä ja amfiboliitteja, sekä *Nuutajärven seurue*, jossa vulkaanissedimenttiset kivet ovat vallitsevia (Kuva1).

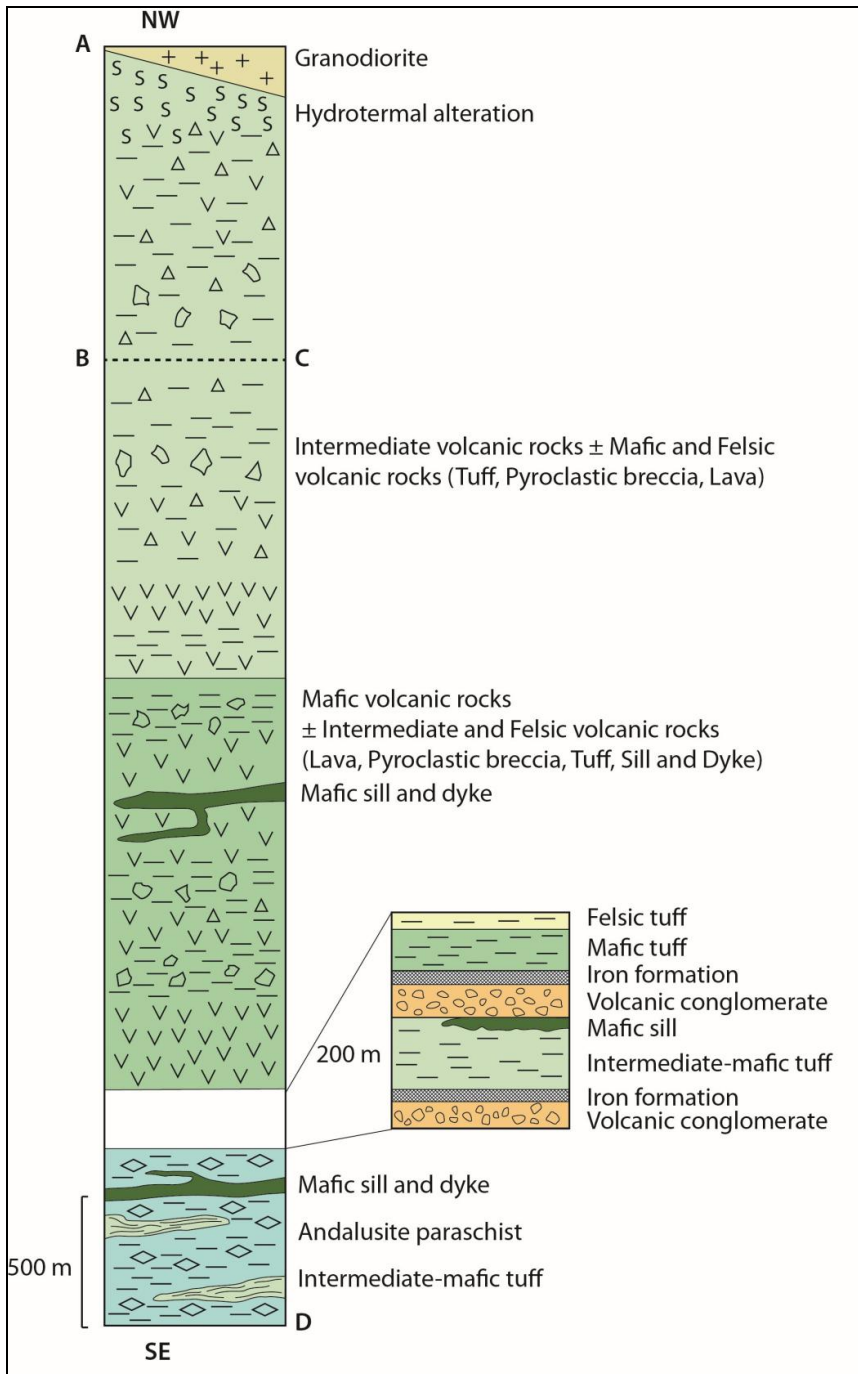
3.1 Renkajärven seurue

Renkajärven seurue sijoittuu Hämeen vyöhykkeen koillisosaan. Sen poikki tehtiin viisi tutkimusprofiilia koostumukseltaan ja litologialtaan samankaltaisista vulkaniiteista. Profiilit nimettiin seuraavasti:

Pirttikoski, Kanajärvi, Kautionkulma, Halkkokorpi ja Parola (Kuva 2; Liitteet 1–5). Profiilien avulla hahmotettiin eri kivilajien jatkumoa kerroksellisuuden suunnassa. Näin saaduista heterogeenisistä vyöhykkeistä voidaan rajata kivilajeiltaan yleistettyjä Renkajärven seurueen litodeemeja DigiKP kartan päivityksen yhteydessä. Mafiset vulkaniitit ovat alueella vallitsevia, joskin intermediääristen osuus kasvaa kerosjärjestyksessä ylöspäin (Kuva 3). Felsisten vulkaniittien määrä on vähäinen ja ne esiintyvät mafisten vulkaniittien yhteydessä kapeina välikerroksina. Kuvassa 3 on Renkajärven länsipuolen Kanajärven profiilin vulkaniittien kerrosjärjestys, joka kuvaa seurueen stratigrafiaa yleisemminkin. Mahdollisesti seurue voisi täyttää myös muodostuman kriteerit. Kerrostumis pohjana ovat vajaan kilometrin vahvuiset turbidiittiset sedimentit, joissa on vulkaanisia tuhkaperaisiä välikerroksia. Näiden päällä on maksimissaan 200 m:n vahvuudelta intermediäärisiä ja mafisia tuffikerroksia, useita horisontteja vulkaanisia konglomeraatteja ja rautamuodostumia ja ylinnä felsisiä tuffeja. Seuraava, noin 2 km paksu yksikkö koostuu mafisista ja intermediäärisistä pyroklastiiteista, tuffeista ja laavoista. Ylinnä on noin 1 km:n vahvuudelta pääosin intermediäärisiä tuffeja ja tuffibreksioita. Profiilin yläosassa vulkaniiteissa näkyy laaja-alainen voimakas granitoidisen syväkiven aiheuttama hydroterminen muuttuminen. Basalttisia kerrosmyötäisiä ja leikkaavia uraliittiporfyyriittisiä juonia tavataan alapuolisissa sedimenttikivissä ja läpi koko seurueen aivan yläosia lukuun ottamatta. Koostumukseltaan Renkajärven seurueen mafiset vulkaniitit ovat pääosin MORB - tyyppiä. Mafisilla vulkaniiteilla on loiva tai puuttuva T-Nb minimi, Zr-Y trendi on loiva tai vaaka ja LREE on vain vähän koholla (Kuva 7). Renkajärven seurueen vulkanismi oli alussa vedenalaista, mutta vaihtui varsin pian ilmanalaiseksi runsaine pyroklastisine breksioineen. Vulkaniittien väliset sedimentit puuttuvat, samoin tyynylaavarakenteet. Kaikki luotettavat havainnot kerrostumissuunnasta ovat kohti luodetta, vulkaniiteista niitä on tosin vain muutamia.



Kuva 2. Renkajärven seurue, tutkimusprofiilit kallioperäkartalla.

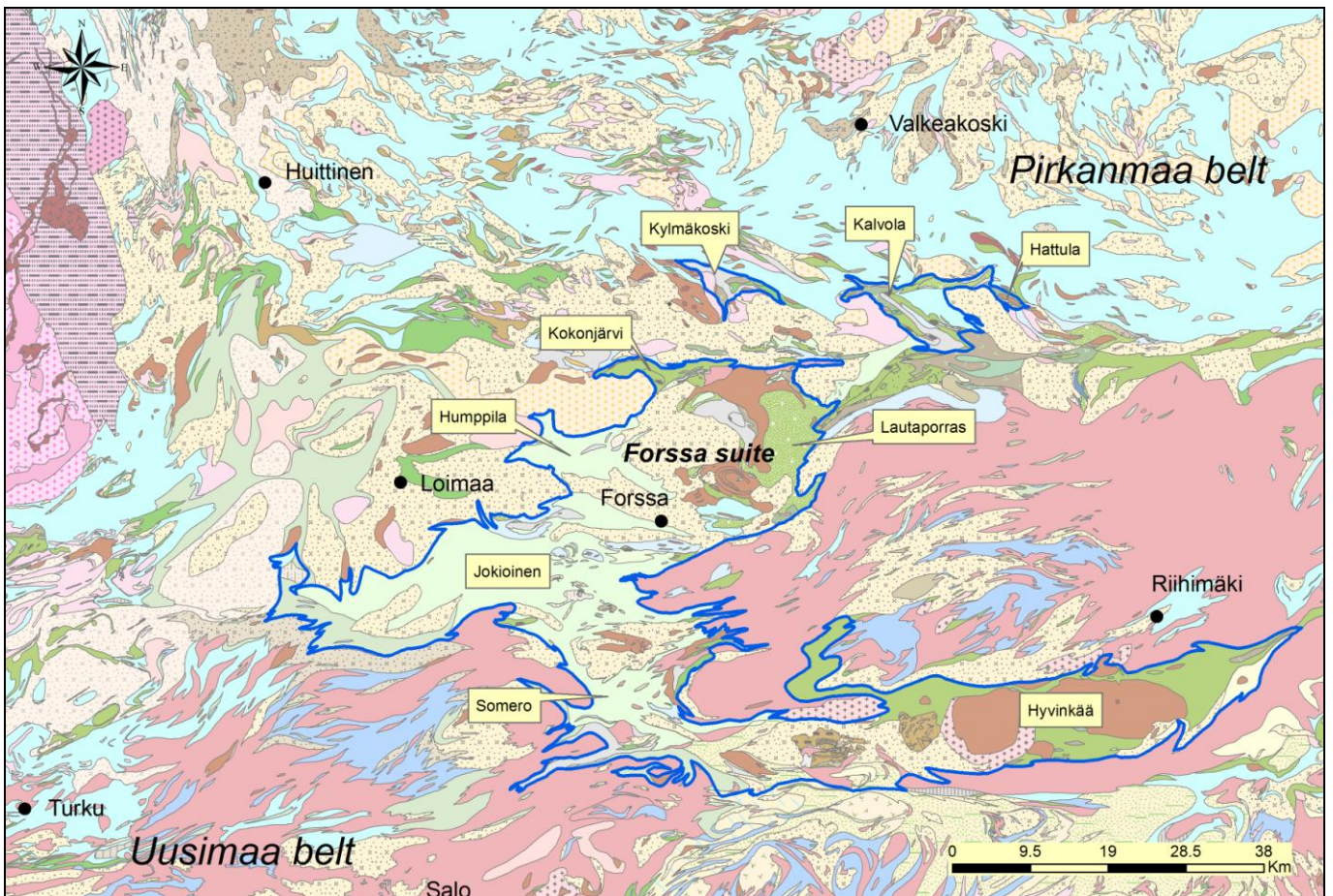


Kuva 3. Renkajärven seurueen kerrosjärjestys Kanajärven profiilin alueella.

3.2 Forssan seurue

Forssan seurueen ja sen länsipuolisen Loimaan seurueen raja ulottuu lounaasta Pöytyän eteläosista luoteeseen Tammelan Pirttikoskelle saakka. Idässä se rajoittuu Renkajärven seurueeseen. Forssan seurueen rajat määritettiin yhdeksän, litologialtaan ja koostumukseltaan samankaltaisen vulkaniittialueen avulla. Ne nimettiin paikannimien mukaan seuraavasti: Kokonjärvi, Humppila, Jokioinen, Somero, Lautaporras ja Hyvinkää sekä pohjoispuolisen Pirkanmaan vyöhykkeen rajalla olevat Kylmäkoski, Kalvola ja Hattula (Kuva 4; Liitteet 8–16). Yhteistä näille kaikille on vulkaniittien kalkkialkalinen luonne. Koostumus vaihtelee

basalteista ryoliitteihin, andesiittien ollessa vallitsevia. Poikkeuksena ovat seurueen itäosassa Forssan gabron yhteydessä enemmistönä olevat Lautaportaan basalttiset vulkaniitit. Forssan gabrolla ei ole selviä leikkaavia kontakteja itäpuolen vulkaniitteihin, vaan gabro vaihettuu vähittäin uraliitti-plagiolaasi-porfyyriitti-juoniksi ja edelleen mafiseksi laavakiviksi Lautaportaan alueella (Neuvonen 1956). Kaarityypin magmatismille tyypillisesti Forssan vulkaniittiseurueen kivillä on selvä Ta-Nb minimi, suhteellisen jyrkkä Zr-Y trendi ja ne ovat selvästi rikastuneet LILE ja LREE alkuaineista (kuva 8). Forssan ja Renkajärven seurueilla ei välttämättä ole merkittävää ikäeroa ja vulkaaninen aktiivisuus on voinut olla samanaikaista, koska osa Forssan alueen vulkaniiteista muistuttaa geokemialtaan Renkajärven seurueen vulkaniitteja ja päinvastoin.

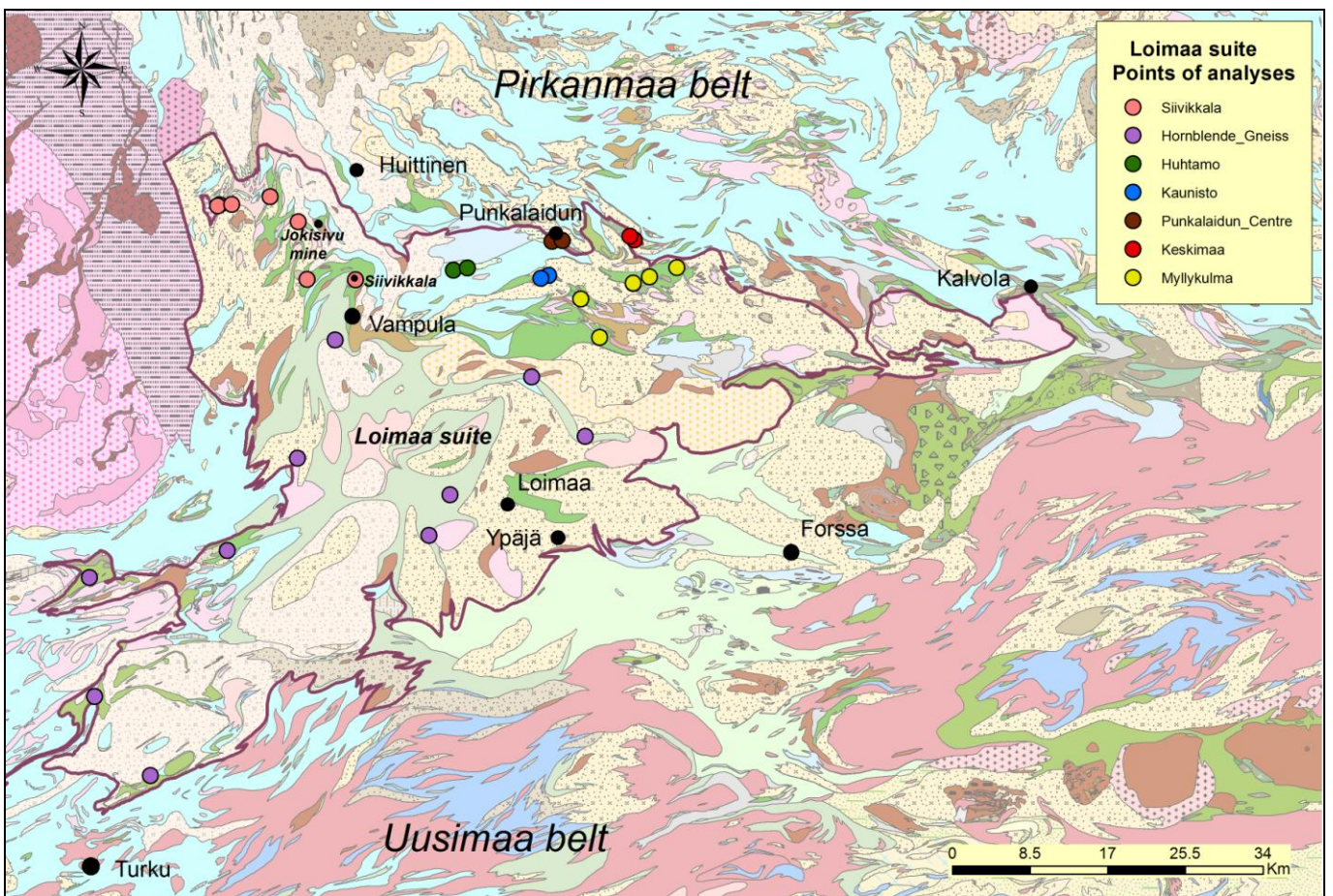


Kuva 4. Forssan seurue, analysoidut vulkaniittialueet merkitty kallioperäkartalle.

Loimaan seurue

Laajat alueet Hämeen vyöhykkeen länsiosista muodostavat Loimaan seurueen. Lännessä seurue ulottuu Turun pohjoispuolelta pohjoiseen aina Huittisiin saakka. Luoteessa rajana on Satakunnan hiekkakivi. Pohjoisessa terraaniraja erottaa sen Pirkanmaan vyöhykkeestä. Kaakkois- ja itäpuolella se rajoittuu vulkaniittien koostumukselta samankaltaisiin, mutta paremmin säilyneisiin Forssan seurueen vulkaanisiin kiviin rajan kulkiessa lounaasta Turun pohjoispuolelta luoteeseen aina Kalvolan eteläpuolelle.

Loimaan seurueen kivet ovat metamorfoituneet korkeammassa lämpötilassa kuin Forssan seurueen kivet. Ne ovat yleisimmin juovaisia sarvivälkegneissejä ja amfiboliitteja, joiden alkuperää on monin paikoin vaikea päätellä (Nironen 1999). Loimaan seurue voitiin jakaa amfiboliittien ja sarvivälkegneissien koostumuksen ja litologian perusteella seitsemään litodeemiin: Laaja-alaisimpien sarvivälkegneissien lisäksi niitä ovat Siivikkalan amfiboliitti, Huhtamon vulkaaninen konglomeraatti, Kauniston mafinen vulkaniitti, Keskimaan amfiboliitti, Punkalaitumen keskustan amfiboliitti ja Myllykulman amfiboliitti (Kuva 5; Liitteet 17–18). Sarvivälkegneissit ja Siivikkalan amfiboliittit ovat koostumukseltaan homogeenisimpia muistuttaen Forssan seurueen saarikaarityypin intermediäärisiä vulkaanisia kiviä. Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman litodeemit ovat granitoidisten syväkivien toisistaan erottamina erillisinä ryppäinä. Ne eroavat toisistaan niin koostumukseltaan kuin litologialtaan. Myös nämä vulkaniittit ovat yleensä asultaan raitaisia amfiboliitteja, mutta myös primäärirakenteet ovat osassa säilyneet.

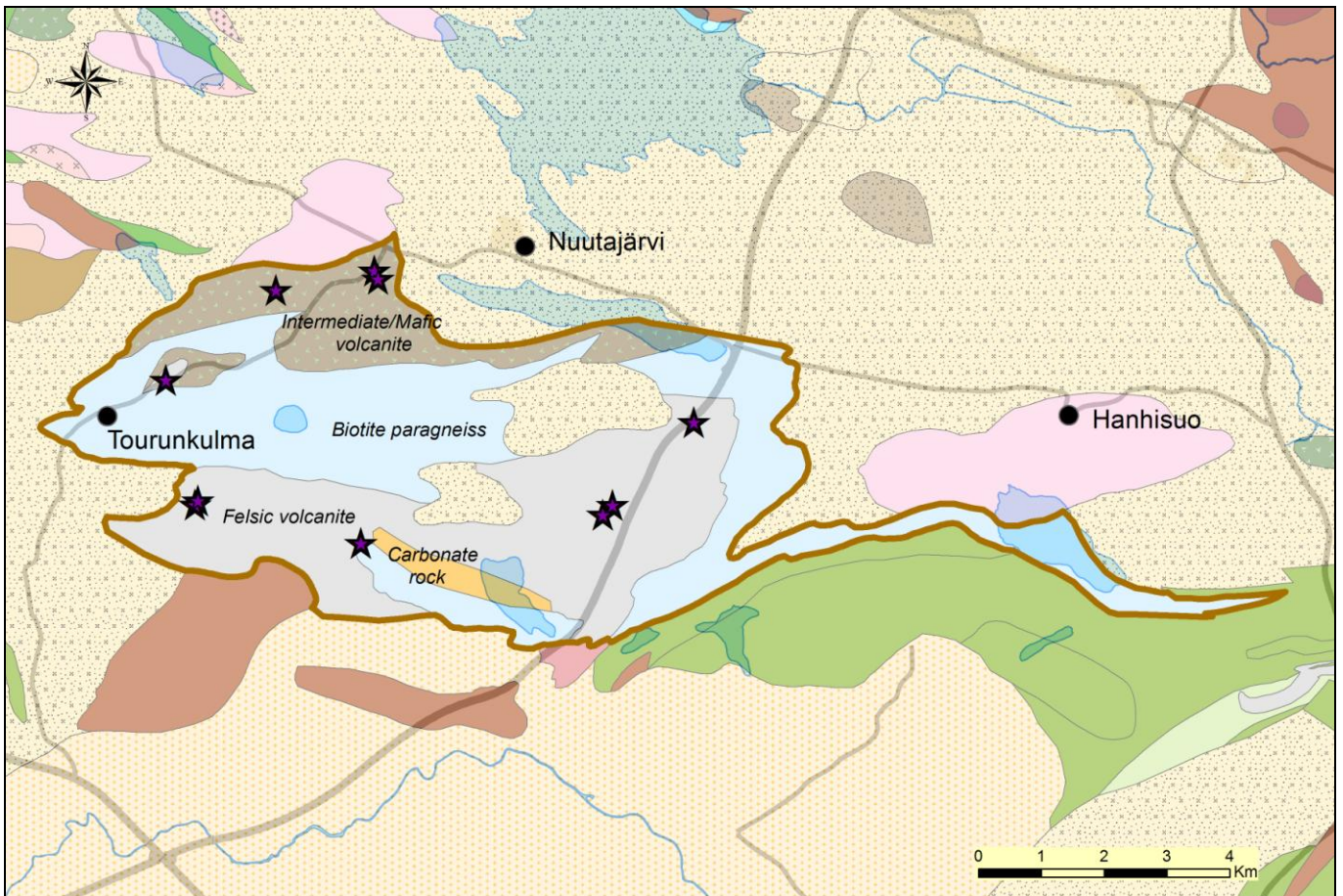


Kuva 5. Loimaan seurueen vulkaniittien analysispisteet kallioperäkartalla.

Loimaan seurueen pohjoisosassa Punkalaitumen länsi- ja lounaispuolella on turbidiittisten sedimenttien alueita, missä primäärirakenteet ovat paikoin hyvin säilyneet. Niiden tektonostratigrafinen asema on epäselvä. Mahdollisesti ne ovat osia pohjoispuolisesta Pirkanmaan vyöhykkeestä, mihin viittaa sähköisten anomalioiden yleisyys, joista ainakin osan on todettu aiheutuvan mustaliuskeista.

3.4 Nuutajärven seurue

Välittömästi Nuutajärven taajaman ja järven eteläpuolella on itä-länsisuuntainen 10 x 5 km:n vulkaniittijakso, joka muodostaa Nuutajärven seurueen (Liite 19). Loimaan seurueesta se eroaa lähinnä litologialtaan koostuen pääosin sedimenttikivistä ja felsisistä vulkaniiteista. Mafiset ja intermediääriset vulkaniitit ovat vähemmistönä ja niitä tavataan pääasiassa alueen pohjois- ja länsiosissa. Alueen itä- ja kaakkoisosissa metamorfoosiaste on alhaisempi kuin pohjois- ja länsiosissa, missä sedimenttikivet ovat migmatiittuneet ja vulkaniiteista on tullut raitaisia amfiboliitteja. Itä- ja kaakkoisosissa felsisten vulkaniittien ja sedimenttikivien primäärirakenteet ovat sen sijaan säilyneet hyvin. Kaarityypin magmatismille tyypillisesti Nuutajärven vulkaanisilla kivillä on selvä Ta-Nb minimi, suhteellisen jyrkkä Zr-Y trendi ja ne ovat selvästi rikastuneet LILE ja LREE alkuaineista (Liite 19).

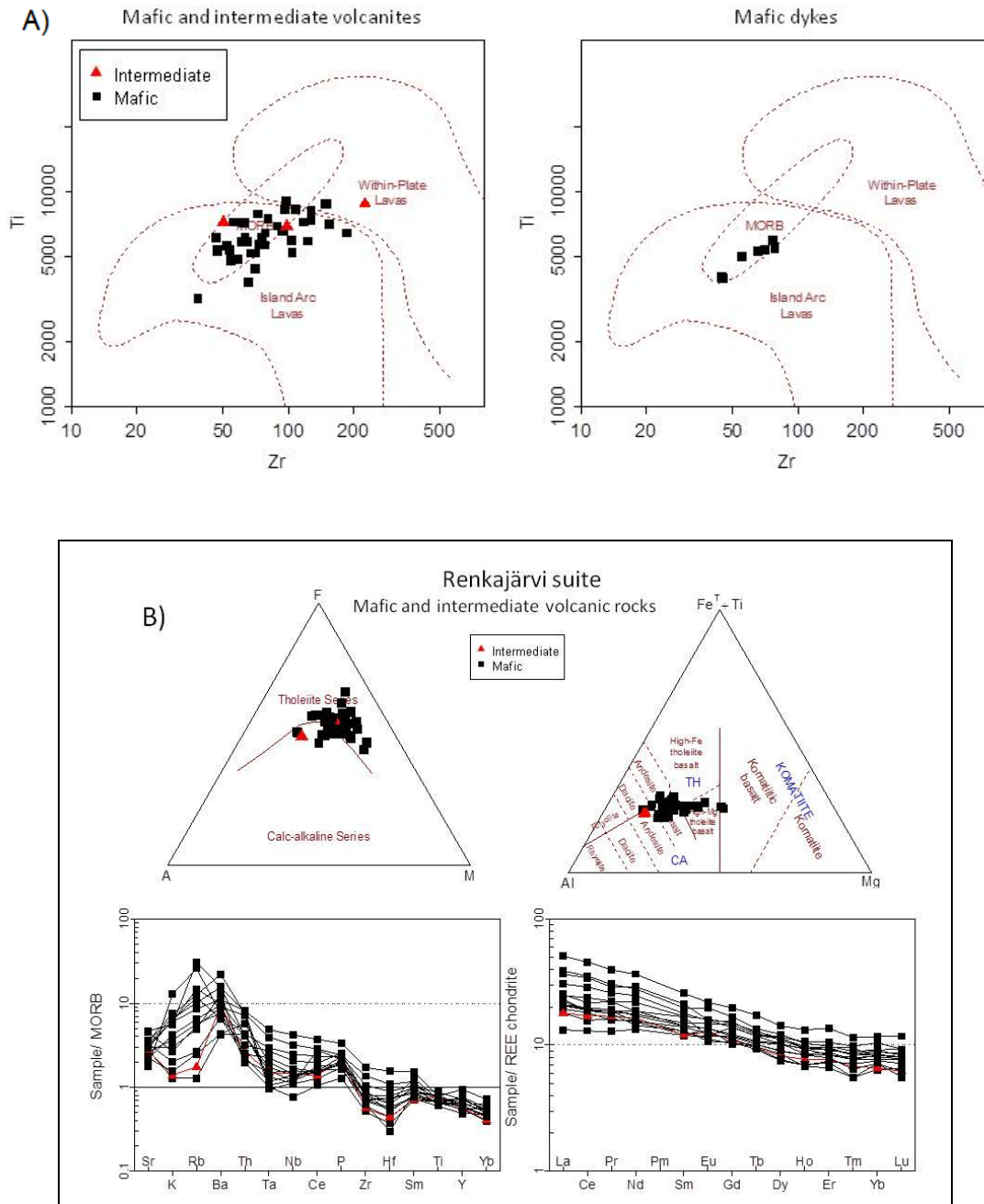


Kuva 6. Nuutajärven seurueen vulkaniittien analysipisteet ja litodeemit kallioperäkartalla.

4 YHTEENVETO VULKAANISTEN SEURUEIDEN GEOKEMIESTA

4.1 Renkajärven seurue

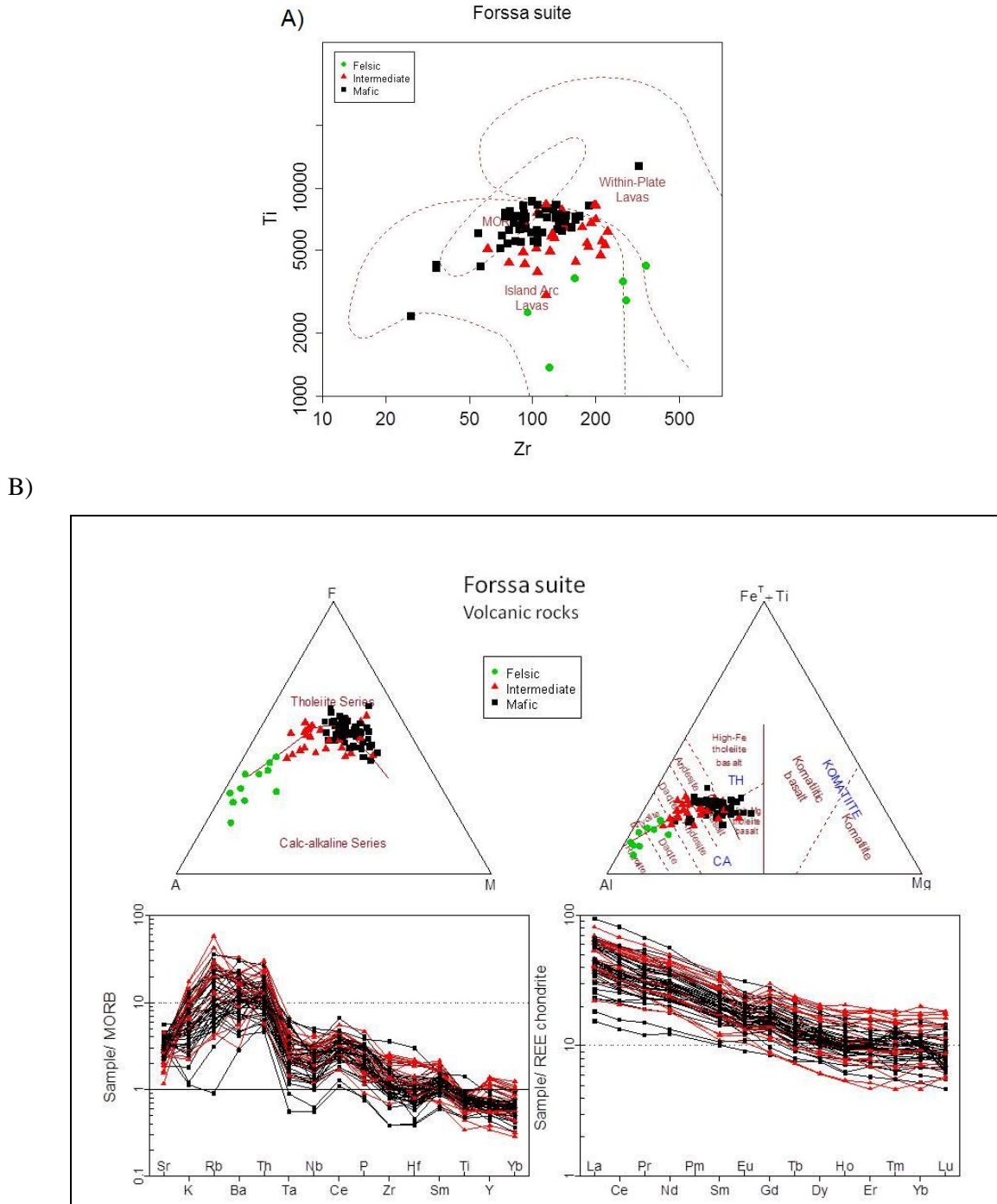
Kuvan 7(A) Ti-Zr diagrammeissa Renkajärven mafiset vulkaniitit ja juonikivet sijoittuvat suurelta osin MORB-kenttään. Kuvan 6(B) AFM ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammeissa mafiset vulkaniitit sijoittuvat tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän rajalle, kuitenkin suurimmaksi osaksi tholeiittiseen kenttään. Mafisten vulkaniittien MORB-normalisoidun hivenainejakauman Ta-Nb minimi joko puuttuu tai on loiva ja Zr-Y trendi on loiva. Vulkaniittien koostumuksen perusteella Renkajärven mafiset vulkaniitit voidaan olettaa syntyneen pääosin maankuoren repeämävyöhykkeessä.



Kuva 7. Renkajärven vulkaniittien koostumuksia. (A) Ti-Zr jakauma Pearcen (1982) mukaan. (B) Yläkuivissa vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuivissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

4.2 Forssan seurue

Kuvan 8(A) Ti-Zr diagrammissa osa Forssan seurueen mafisista vulkaniiteista sijoittuu MORB-kenttään ja osa saarikaarikenttään intermediääristen hajauteuessa saarikaarikenttään. (B) AFM ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammeissa pisteet sijoittuvat tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän rajalle. MORB-normalisoitu Ta-Nb minimi on selvä ja Zr-Y trendi on jyrkkä. Kondriittinormalisoidun REE-jakauman La-Yb trendi mafisille vulkaniiteille on myös jyrkkä. Koostumusero Renkajärven seurueeseen tulee selvimmän ilmi spider-diagrammeissa, joiden perusteella Forssan seurueen vulkaniiteilla on saarikaarityypin vulkaniittien piirteet.

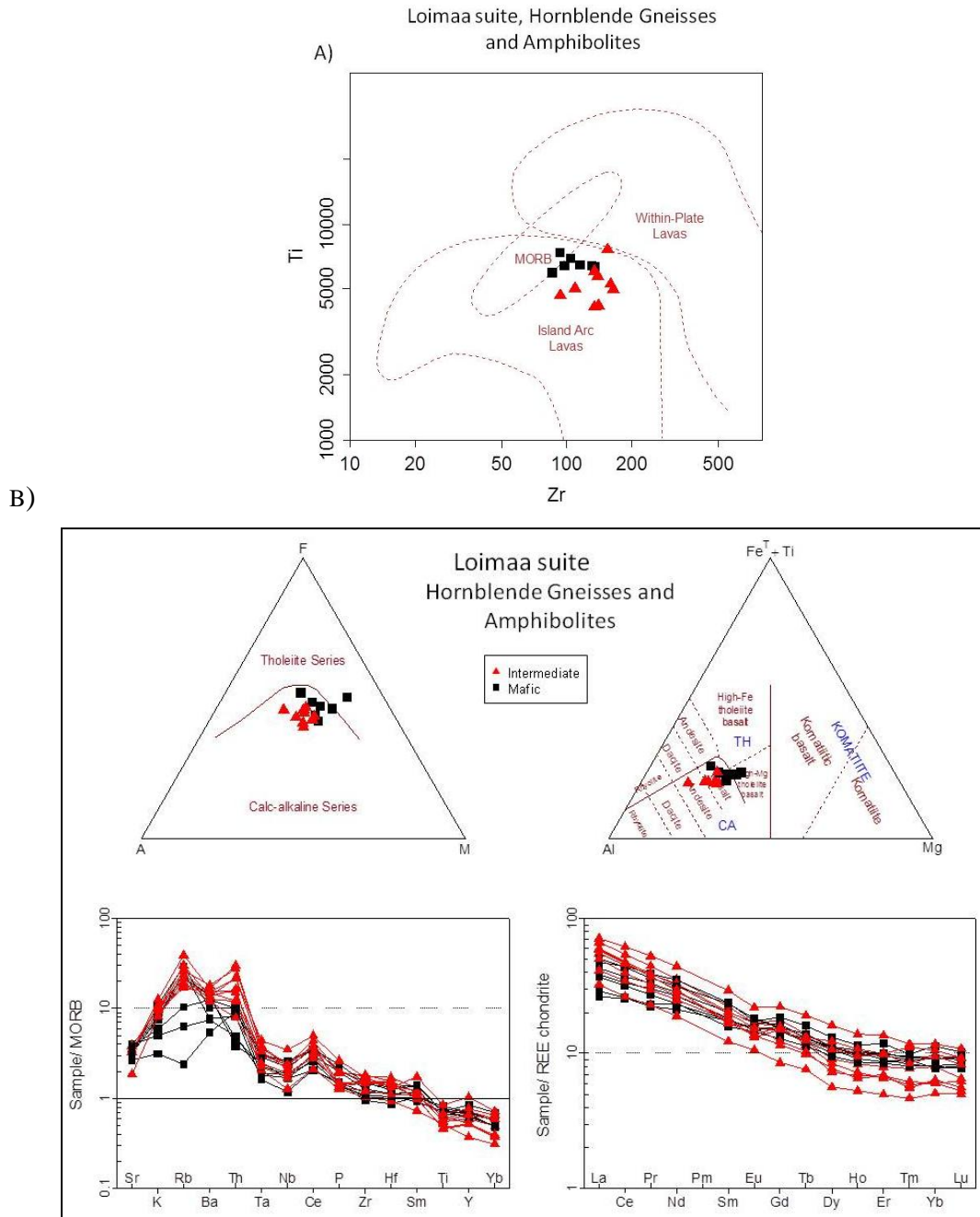


Kuva 8. Forssan seurueen.(A) Ti-Zr jakauma Pearcen (1982) mukaan.(B) Yläkuviissa vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuviissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

4.3 Loimaan seurue

4.3.1 Sarvivälkegneissit ja Siivikkalan amfiboliitit

Kuvan 9(A) Ti-Zr diagrammissa intermediäariset ja mafiset sarvivälkegneissit ja amfiboliitit sijoittuvat MORB-kentän rajalle, kuitenkin pääosin saarikaarikentän puolelle. Kuvan 9(B) AFM ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammeissa kiteytymistrendi on kalkkialkainen. Vulkaniiittien MORB-normalisoidun hivenainejakaumassa Ta-Nb minimi on selvä ja Zr-Y trendi on jyrkkä. Kondriittinormalisoidun REE-jakauman La-Yb trendi mafisille vulkaniiteille on jyrkkä. Kaikki nämä piirteet ovat tyypillisiä saarikaariympäristön kalkkialkaliselle vulkanismille. Toisaalta Rb-Th maksimit suhteessa Ba voisivat viitata kuorelliseen kontaminaatioon. Liitteessä 17 on tarkempi kuvaus näistä vulkaniiteista.

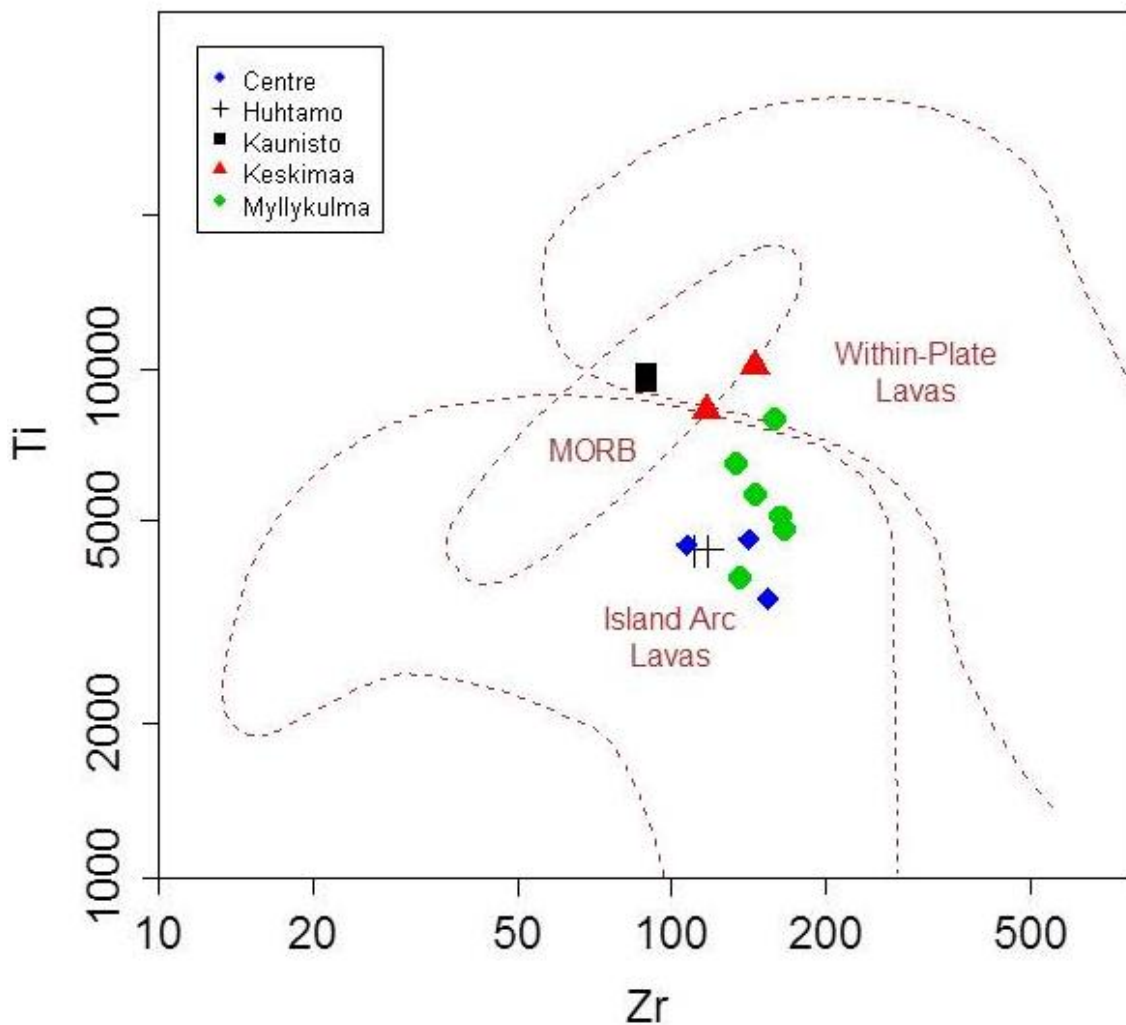


Kuva 9. Loimaan seurueen sarvivälkegneissien ja amfiboliittien koostumuksia. (A) Ti-Zr jakauma Pearcen (1982) mukaan. (B) Yläkuvissa vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriittinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

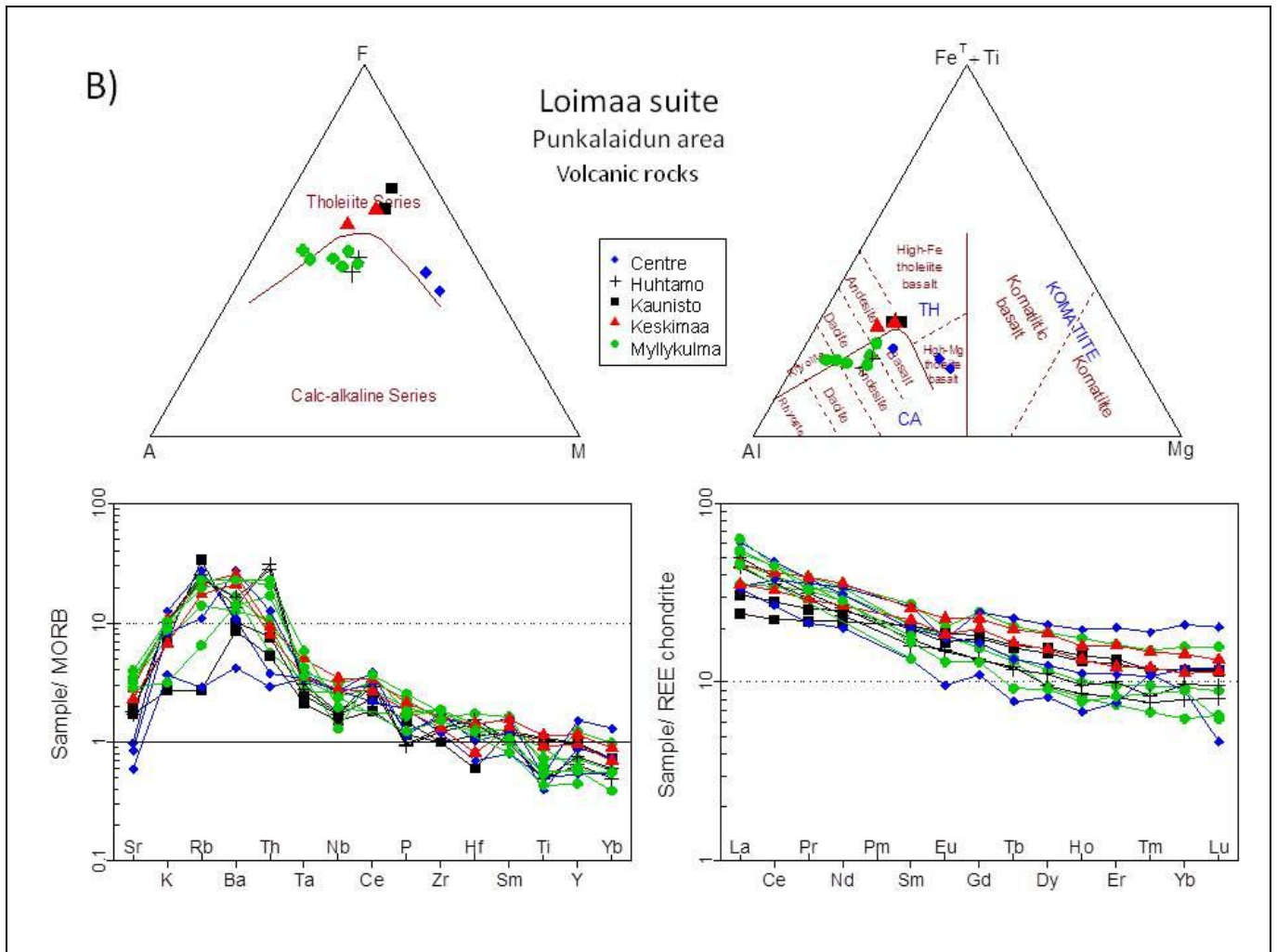
4.3.2 Punkalaitumen alue: Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman vulkaniitit

Punkalaitumen taajaman ympäristössä olevat Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman vulkaniitit ovat granitoidisten syväkivien toisistaan erottamina pienialaisina esiintyminä tai erillisinä ryppäinä (Liitteen 18 Kuva 2). Ne on erotettu heterogeenisyytensä takia muista seurueen liodeemeista. Ne eroavat myös toisistaan niin koostumuksen kuin litologiankin puolesta ja ovat yleensä asultaan raitaisia amfiboliitteja, mutta myös primäärirakenteet ovat osassa säilyneet. Kauniston kaksi näytettä sijoittuvat Pearcen (1982) diagrammissa MORB-kentän keskelle (Kuva 10A). Niiden Ti/Zr suhde on kummassakin likimain sama, vaikka toinen näyte on raitaisesta amfiboliitista ja toinen kerrosrakenteisesta tuffista, jossa primäärirakenteet ovat hyvin säilyneet (vrt. Liitteen 18 kuvat 9 ja 10). Keski-maan näytteet sijoittuvat MORB-kentän reunalle ja muut hajalle saarikaarikenttään. Kuvan 10B diagrammeissa on laaja hajonta. Liitteessä 18 on tarkempi kuvaus kaikista alueen liodeemeista.

A) Loimaa suite, Punkalaidun area



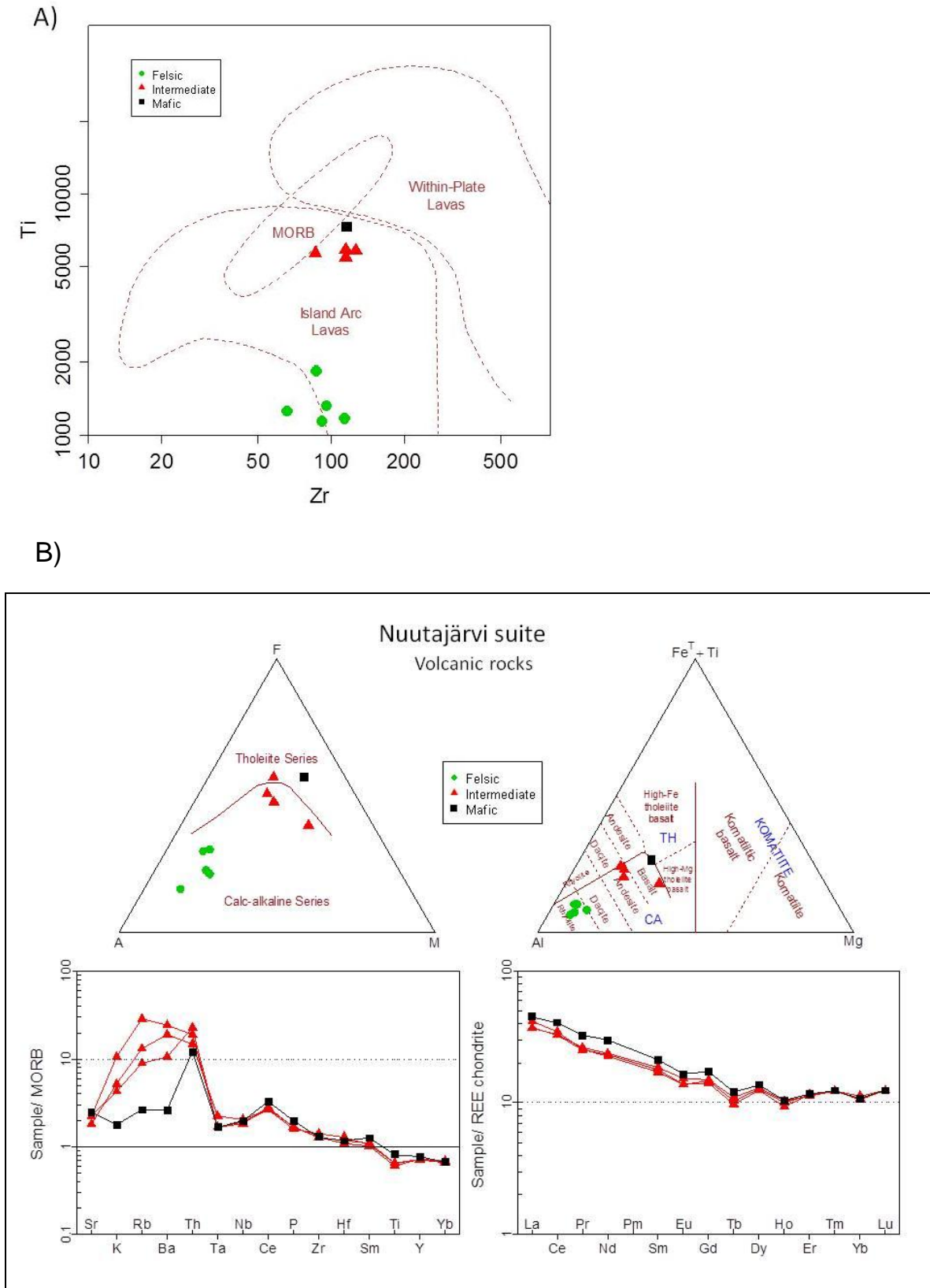
Kuva 10A. Punkalaitumen alueen vulkaniittien Ti-Zr jakauma Pearcen (1982) mukaan.



Kuva 10B. Punkalaitumen alueen vulkaniittien koostumuksia. Yläkuvissa koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

4.4 Nuutajärven seurue

Nuutajärven seurue koostuu pääosin felsisistä vulkaniiteista ja sedimenttikivistä. Intermediääriset ja mafiset vulkaniitit ovat vähemmistönä. Lisäksi paikalla on tavattu pienialainen karsipitoinen karbonaattikivi-esiintymä. Kuvassa 11 (A) vulkaniittien koostumus sijoittuu saarikaarikenttään, mafiset ja intermediääriset MORB kentän reunalle. Felsisillä vulkaniiteilla on alhainen Ti-pitoisuus. Kuvan 11 (B) kolmiogrammeissa on kalkkialkalinen kiteytymistrendi. Ta-Nb minimi on selvä ja Zr-Y sekä La-Yb trendit ovat kohtalaisen jyrkät, kaikki tyypillisiä piirteitä saarikaarivulkanismille. Liitteessä 19 on tarkempi kuvaus Nuutajärven seurueesta.



Kuva 11. Nuutajärven vulkaniittien koostumuksia. (A) Ti-Zr jakauma Pearcen (1982) mukaan. (B) Yläkuivissa vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

5 KESKUSTELUA

Kallioperäkartoituksen maastotyöt tämän hankkeen puitteissa keskittyivät Hämeen vyöhykkeen koillisosiin, Renkajärven ja Forssan seurueiden rajamaille, koska samaan aikaan myös hankkeen malmitutkimukset painottuivat pääosin samoille alueille. Muualla tehtiin paikallisia kartoituksia näytepisteiden ympäristössä tai muuten työn kannalta mielenkiintoisilla alueilla. Koko Hämeen vyöhykkeen kattavaa rakennetulkintaa ei ollut mahdollista tässä yhteydessä tehdä. Renkajärven seurueen kerrosjärjestys saatiin kuitenkin selvitettyä Kanajärven tutkimusprofiililta Hannu Idmanin havaintojen pohjalta (Kuva 3; Liite 2 kuvineen) ja se voidaan mahdollisesti jossain vaiheessa hyväksyä myös muodostumaksi.

Renkajärven seurueen kerrostumispohjana ovat peliittiset sedimentit, joista on lukuisia kerrostumissuunnan määrytyksiä, TOP osoittaa aina luoteeseen. Vulkanismi oli samanaikaista jo sedimenttien kerrostumisen aikaan, koska sedimenteissä on tuhka-peräisiä välikerroksia. Varsinaisen vulkaniittikerrostuman alaosa on konglomeraattikerrostuma ja sen päällä oksidifasieksen rautamuodostuma. Konglomeraatti on liki monomiktinen ja klastikannatteinen, klastien ollessa pääosin massamaisia andesiittisiä plagioklaasiporfyriittejä, suurimmillaan liki metrin halkaisijaltaan. Perusmassa on mafista tuhka-ainesta. Vastaavaa mafista perusmassaa on yleisesti kaikkialla Renkajärven ja myös Forssan seurueiden vulkaanisissa breksioissa, agglomeraateissa ja konglomeraateissa. Samanlainen konglomeraatti-rautamuodostumahorisontti toistuu kerrosjärjestyksessä noin 200 m ylempänä, välissä on intermediäärisiä ja mafisia tuffeja ja vähäisempiä konglomeraatteja sekä leikkaavia breksiapiippuja, joissa perusmassa on karbonaattipitoista. Kaikki luotettavat kerrostumissuunnan määrytykset osoittavat samaan suuntaan koilliseen. Konglomeraattien ja rautamuodostumien päällekkäinen esiintyminen on erikoista, koska konglomeraattien synty-ympäristö on täysin erilainen kuin rauhallisissa oloissa kerrostuneilla rautamuodostumilla. Joka tapauksessa oksidifasieksen rautamuodostumien on täytynyt kerrostua matalaan veteen tilanteen rauhoituttua konglomeraattien kerrostumisen jälkeen. Näissä vulkaanisen seurueen alaosaissa synty-ympäristö oli kaiken kaikkiaan vedenalainen, mutta vaihtui ylempänä pääosin ilmanalaiseksi. Kerrosjärjestyksessä ylempänä on noin 2 km:n vahvuinen pääosin mafisten vulkaniittien kerrostuma, jonka alaosa massiiviset ilmeisesti pääosin laavasyntyiset uraliittiporfyriitit ovat yleisiä. Samaisia uraliittiporfyriittejä tavataan kerrosmyötäisinä ja leikkaavina juonina alapuolisissa sedimenteissä ja myös ylempänä kerrosjärjestyksessä aivan yläosia lukuunottamatta. Mafiset ja osin myös intermediääriset pyroklastiset breksiat, tuffit ja laavat vuorottelevat massiivisten uraliittiporfyriittien yläpuolella. Kerrosjärjestyksessä ylempänä ovat pääosin intermediääriset tuffit, pyroklastiset breksiat ja laavat. Felsisiä vulkaniitteja on vähäisiä määriä läpi koko kerrostuman, myös alimpien mafisten vulkaniittien yhteydessä. Profiili päättyy granodioriittiseen syväkiveen, jonka kontaktissa vulkaniitit ovat hydrotermisesti muuttuneet.

Konglomeraattien klastien alkuperästä on käyty keskustelua, lähinnä siitä, että ovatko ne peräisin Forssan seurueesta. Mikäli niin olisi, osoittaisi se osaltaan, että Forssan seurue olisi Renkajärven seuruetta vanhempi. Kuitenkin klastien koostumus on pikemminkin verrattavissa Renkajärven seurueeseen, ja ne ovat jopa selvemmin tholeiittisia kuin Renkajärven seurueen vulkaniitit yleensä. Joka tapauksessa klastien koostumus poikkeaa selvästi Forssan seurueen vulkaniiteista, joten sitä ei voitane pitää klastien alkuperänä. Klastien välinen mafinen perusmassa osoittaa puolestaan, että klastien alkuperä on vanhempi kuin Renkajärven seurueen mafinen vulkanismi. Klastien alkuperä jää tässä yhteydessä epäselväksi.

Tiettyjen litodeemien koostumuksessa on piirteitä, jotka voidaan selittää joko subduktiokomponentilla tai kuorellisella kontaminaatiolla. Tämä näkyy varsinkin Oripään, Huhtamon, Kalvolan ja Hattulan intermediääristen vulkaniittien koostumuksessa. Kaikilla niillä on saarikaarivulkanismille tyypillisesti Ta-Nb minimi, mutta myös Rb-Th maksimit suhteessa Ba, mikä voisi viitata kuorelliseen kontaminaatioon. Näiden kivien tulkinta jää avoimeksi tältä osin. Näiden yksiköiden mahdollinen korrelaatio Pyhäntä-Tiirismaan ikäisten nuorempien vulkaniittien kanssa olisi syytä selvittää.

6 YHTEENVETO

Hämeen vyöhykkeen (kuuluu Finstrati luokittelun mukaan Etelä-Suomen superseurueeseen) kivilajien luokittelun yhdenmukaistaminen valtakunnallisen DigiKP karttatietokannan ja sen Finstrati-yksikköluokittelun kanssa oli yhtenä osana Etelä-Suomen mineraalipotiaalin arviointihanketta. Pääpaino oli vulkaniiteissa ja niiden koostumuksen, litologian ja geologisen ympäristön vertailussa vyöhykkeen eri osissa. Lahtinen (1996) luokitteli Tampereen, Pirkanmaan ja Hämeen vyöhykkeiden vulkaniitit kahdeksaan geokemialliseen ryhmään, joista neljä on Hämeen vyöhykkeen alueella. Siellä luokittelu mukaili Hakkaraisen (1994) jakoa Forssan ja Hämeen ryhmiin. Käytettävissä olevan runsaamman analyysiaineiston ansiosta voitiin vulkaniittien alueellista jaottelua tässä yhteydessä tarkentaa ja tietyiltä osin muuttaa. Geokemian lisäksi maastotyöt täydensivät omalta osaltaan jaottelua. Myös varsin laajaa GTK:n ja eri yhtiöiden tutkimus- ja malminetsintäaineistoa käytettiin hyväksi.

Pääalkuaineiden osalta käytettiin kahta kolmiodiagrammin, AFM (Irvine + Baragar 1971) ja Al-(Fe+Ti)-Mg (Jensen 1976), sekä lisäksi MORB-normalisoitua hivenainejakaumaa Pearcen (1983) mukaan ja kondriittinormalisoitua REE-jakaumaa Boyntonin 1984 mukaan. Geotektonista synty-ympäristöä hahmoteltiin Pearcen (1982) Ti-Zr diagrammilla. Hämeen vyöhykkeen alueelta rajattiin alueellisin perustein 21 vulkaniittiesiintymää, joista plotattiin em. diagrammit. Diagrammien avulla ja geologisin perustein voitiin Etelä-Suomen superseurueen vulkaniitit Hämeen alueella jakaa neljään seurueeseen. Läntisin on Loimaan seurue, koillisosassa on Renkajärven seurue ja niiden välissä on Forssan seurue. Neljäs seurue on Nuutajärven seurue alueen pohjoisosissa.

Renkajärven pääosin mafisista vulkaniiteista koostuva seurue rajattiin viiden tutkimusprofiilin perusteella, jotka ovat Pirttikoski, Kanajärvi, Kautionkulma, Halkkokorpi ja Parola. Lisäksi seurueen alueelta analysoitiin mafisia juonikiviä ja konglomeraattien klasteja ja korreloitiin niitä vulkaniittien koostumuksiin. Kukkokivenmäen konglomeraatti ja rautamuodostuma ovat alueen nimettyjä litodeemeja.

Forssan pääosin intermediäärisistä vulkaniiteista koostuva seurue rajattiin yhdeksän erillisen vulkaniittiesiintymän perusteella. Ne ovat Kokkojärvi, Humppila, Jokioinen, Somero, Lautaporras, Hyvinkää, Kylmäkoski, Kalvola ja Hattula. Lautaportaan mafinen vulkaniitti ja Liesjärven felsinen vulkaniitti ovat alueen nimettyjä litodeemeja. Valijärven felsinen agglomeraatti/tuffibreksia on faasi, siitä on olemassa myös ikämääritys (Vaasjoki 1994).

Loimaan pääosin intermediäärisistä amfiboliiteista ja sarvivälkegneisseistä koostuva seurue jaettiin edelleen seitsemään litodeemiin, joita ovat laaja-alainen sarvivälkegneissi, Siivikkalan amfiboliitti ja Punkalaitumen ympäristön pienialaiset, Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman alueiden vulkaaniset litodeemit.

Nuutajärven seurue koostuu pääosin felsisistä vulkaniiteista ja sedimenttikivistä, jotka ovat erillisiä litodeemeja. Niitä ovat Menosen felsinen vulkaniitti, Aittankankaan amfiboliitti, Riihihuhdan biotiitti paragneissi ja Kalkkimäen epäpuhdas kalkkikivi.

Forssan, Loimaan ja Nuutajärven vulkaniitit ovat koostumukseltaan ja geologisin perusteella syntyneet saarikaariympäristössä kun taas Renkajärven vulkaniittien koostumus muistuttaa enemmän maankuoren repeämävyydyshyökkien vulkanismia. Samaan päätelmään tuli myös Hakkarainen (1994). Ero ei kuitenkaan ole selvä, mikä käy ilmi koostumusdiagrammien päällekkäisyyksistä eri seurueiden välillä (vrt. kappale 4). Forssan ja Renkajärven seurueiden keskinäisestä ikäerosta on ollut monenlaisia käsityksiä.

Hakkarainen (1994) piti Hämeen ryhmää nuorempana kuin Forssa ryhmä. Lahtisen (1996) mukaan selvää ikäeroa ei välttämättä ole, vaan vulkanismi on ollut samanaikaista, koska osa Forssa ryhmän laavoista on koostumuksensa perusteella verrattavissa Häme ryhmään. Myöskään tämän tutkimuksen perusteella ikäero ei ole yksioikoisen selvä ja todennäköisesti vulkanismi on ollut samanaikaista.

7 KIRJALLISUUSLUETTELO

- Alviola, R., 1993a. Tutkimustyöselostus Tammelan kunnassa, valtausalueella Kietyönmäki 1, kaiv.rek. N:o 3991/1, suoritetuista teollisuusmineraalitutkimuksista. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti M06/2024/-93/1/85. 7 s., 6 liites.
- Alviola, R., 1993b. Tammelan Kietyömäen litium-esiintymää koskevat tutkimukset vuosina 1985–1993. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti M19/2024/-93/1/85. 38 s., 45 liites.
- Aurola, E., 1963. On the pegmatites in the Torro area, Southwestern Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 206. 32s.
- Bergström, J., 2000. Karkkilan emäksinen kerrosintruusiokompleksi. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto. 116 s.
- Boynton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies. In: Henderson, P. J. (ed) Rare Earth Element Geochemistry; Developments in geochemistry 2, Amsterdam: Elsevier, 505-535.
- Etelämäki, T., 2007. Tammelan Riukan Au-mineralisaatio. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto. 96 s.
- Hakkarainen, G., 1989. Lahden-Someron vulkaniittimuodostuman stratigrafia. Turun yliopisto. Geologian ja mineralogian osaston julkaisu nro 20. 59 s.
- Hakkarainen, G., 1994. Geology and geochemistry of the Hämeenlinna-Somero volcanic belt, southwestern Finland: a Paleoproterozoic island arc. In: M. Nironen, Y. Kähkönen (Eds.) Geochemistry of Proterozoic supracrustal rocks in Finland. Geol. Surv. Finland, Spec.Pap. 19, 85-100.
- Heino, P., 2006. Forssan ja Jokioisten Latovainion alueen kallioperä, kemiallinen koostumus ja kulta-malmipotentiali. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto. 78 s., 3 liites.
- Heiskanen, E.V. 1957. Kauppa- ja teollisuusministeriölle. Malmikaivos Osakeyhtiö. 5 s, 1 liites.
- Härme, M., 1954. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Lehti 2042. Karkkila. Kallioperäkartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos. 42 s.
- Irwine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Science 78, 523–548.
- Isomäki, O-P., 1983. Yhdistelmäraportti. OKU Raportti 001/2131 03A/OPI/1983. 5 s., 20 liites.
- Isomäki, O-P., 1984. Kaivoslain 19 §:n mukainen tutkimustyöselostus valtausalueilta Somero, "Tupala" ja "Huikko", kaivosrekisteri nrot 2967/1-2. OKU Raportti 080/2124 05A, C/OPI/1984. 3 s., 28 liites.
- Jensen, L.S., 1976. A new method of classifying subalkalic volcanic rocks. Ontario Division of Mines. Misc Paper 66, 1-21.
- Kinnunen, A., 1984. Hämeenlinnan Katumajärven alueen tutkimukset vuosina 1981-1982. Rautaruukki Oy. N:o OU 1/88. 9 s., 38 liites.
- Kinnunen, A., 1985a. Tutkimustyöt "Hepolampi 2" valtausalueella. Rautaruukki Oy Raportti 3404/1. 1 s., 1 liites.
- Kinnunen, A., 1985b. Urjalan Valajärven scheeliittilohkareaiheen tutkimukset v. 1985. Rautaruukki Oy. N:o OU 26/85. 2 s, 15 liites.
- Kinnunen, A., 1986a. Tutkimustyöt "Hepolampi 1" valtausalueella. Rautaruukki Oy Raportti 3404/2. 1 s., 1 liites.
- Kinnunen, A., 1986b. Tutkimustyöt "Kulhoinmäki" valtausalueella. Rautaruukki Oy Raportti 3546/1. 1 s., 1 liites.

- Kinnunen, A., 1986c. Tutkimustyöt "Leipäsuo" valtausalueella. Rautaruukki Oy Raportti 3546/2. 1 s., 1 liites.
- Kinnunen, A., 1986d. Scheeliittimalmiaiheiden tunnistelukairaus Hattulan Eskolassa v. 1983. Rautaruukki Oy. N:o OU 32/85. 2 s., 14 liites.
- Kinnunen, A., 1987a. Selostus valtausalueella "Kotka" suoritetuista tutkimuksista. 080/2131 03 A/AAK/1987. 3 s., 5 liites.
- Kinnunen, A., 1987b. Selostus valtausalueella "Katumajärvi" suoritetuista tutkimuksista. OKU Raportti 080/2131 09, 12/AAK/1987. 3 s., 4 liites.
- Kinnunen, A., 1987c. Selostus valtausalueilla "Tömäjärvenmäki", "Mustalammi", "Kuivajärvi" ja "Kukkonharju" suoritetuista tutkimuksista. OKU Raportti 080/2131 06/AAK/1987. 6 s., 25 liites.
- Kinnunen, A., 1988. Selostus valtausalueella "Hieronmäki" suoritetuista tutkimuksista. OKU Raportti 080/2132 07/AAK/1988. 4 s., 11 liites.
- Kinnunen, A., 1990. Selostus valtausalueella "Kotkanpoika" suoritetuista tutkimuksista. OKU raportti 080/2131 03 A/AAK/1990. 4 s., 6 liites.
- Kuusela, J., Ahtola, T. 2014. Tutkimustyöselostus Urjalan Tourunkulman litium tutkimuksista 2011-2012. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 96/2014. 5s, 13 liites.
- Kähkönen, Y., 2005. Svecofennian supracrustal rocks. In: Precambrian geology of Finland: key to the evolution of the Fennoscandian Shield. Developments in Precambrian geology 14. Amsterdam: Elsevier, 343–405.
- Kärkkäinen, N., Karttunen, K., Lindmark, B., 1998. Kuparimalminetsintää Hyrvälän-Ilveskallion alueella Hattulassa v. 1997–1998. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti M19/2131/1998/1/10. 4 s., 6 liites.
- Kärkkäinen, N., Koistinen, E., Jokinen, T., 2007. Tutkimustyöselostus malmitutkimuksista Tammelan kunnan Riukan, kaivosrek. nro 7483/1, ja Pursion, kaivosrek nro 7482/1, valtauksilla. 32 s., 9 liites.
- Kärkkäinen, N., Koistinen, E., 2010. Tutkimustyöselostus Someron ja Jokioisten kunnissa, valtausalueella Satulinmäki (kaivosrek. nro 7303/1) vuosina 2001-2006 suoritetuista kultatutkimuksista. 12 s., 4 liites.
- Lahtinen, R., 1994. Crustal evolution of the Svecofennian and Karelian domains during 2.1–1.79 Ga, with special emphasis on the geochemistry and origin of 1.93–1.91 Ga gneissic tonalites and associated supracrustal rocks in the Rautalampi area, central Finland. Geol. Surv. Finland, Bull.389, 1–113.
- Lahtinen, R., 1996. Geochemistry of Paleoproterozoic supracrustal and plutonic rocks in the Tampere-Hämeenlinna area, southern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull.378, 1–128.
- Lahtinen, R., Korja, A., Nironen, M., 2005. Paleoproterozoic tectonic evolution. In: Precambrian geology of Finland: key to the evolution of the Fennoscandian Shield. Developments in Precambrian geology 14. Amsterdam: Elsevier, 481–531.
- Lempiäinen, J., 1987. Kaivoslain 19 §:n mukainen tutkimustyöselostus Somero, Orissillanmäki, kaivosrekisterinumero 3817/1. OKU raportti 080/2024 08/JML/1987. 2 s., 2 liites.
- Lindmark, B., 1996. Kuparimalmitutkimukset Kalvolan Pirttikoskella vuosina 1989-1992. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti, M19/2113/-96/1/10. 10 s., 5 liites.
- Lindroos, A., 1980. En zinkmineraliserings relation till metamorfa och hydrotermalt omvandlade vulkaniska bergarter i Ypäjä och Jockis, sydvästra Finland. Pro gradu-avhandling, Åbo Akademi, 89 s. 1 liites.

- Matisto, A., 1976. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Lehti 2114. Toijala. Kallioperäkartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos. 26 s.
- Middlemost, E. A. K., 1985. Magmas and Magmatic Rocks. An Introduction to Igneous Petrology. Longman, London. 266 s.
- Mäkelä, K., 1980a. Geochemistry and origin of Haveri and Kiipu, Proterozoic strata-bound volcanogenic gold-copper and zinc mineralizations from southwestern Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 310. 79 p.
- Mäkelä, K., 1980b. Kaivoslain 19 §:n mukainen tutkimustyöselostus : Kalvola, Leteensuu : "Iittala-Leteensuu I, II ja III". OKU raportti 080/2132 01/KM/1980. 2 s., 60 liites.
- Mäkelä, U., 1983. Someron Tupalan Zn-Pb-Ag-malmin tutkimuksista. OKU raportti 001/2024 05/UM/1983. 7 s., 45 liites.
- Mäkelä, U., 1989. Geological and geochemical environments of Precambrian sulphide deposits in southwestern Finland. *Annales academiae scientiarum fennicae. Series A. III. Geologica-Geographica* 151. 102 s.
- Neuvonen, K., 1956. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Lehti 2113. Forssa. Kallioperäkartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos, 37 s.
- Nironen, M., 1997. The Svecofennian Orogen: a tectonic model. *Precambrian Res.* 85, 21–44.
- Nironen, M., 1999. Structural and magmatic evolution in the Loimaa area, southwestern Finland. In: Y. Kähkönen, K. Lindqvist (Eds), *Studies related to the Global Geoscience Transects/SVEKA Project in Finland.* Bull. Geol. Soc. Finland 71, 57–71.
- Nironen, M., 2006. Kallioperäkartoituksen jatkokurssi Forssassa 11.-22.5.2003. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti K21.42/2006/5. 8 s., 2 liites.
- Pearce, J.A., 1982. Trace element characteristics of lava from destructive plate margins. In: R.S. Thorpe (Ed), *Andesites. Orogenic Andesites and related rocks.* Wiley, Chichester, 525–548.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 58, p. 63-81.
- Perälä, A. 2003. Someron Satulinmäen Au-esiintymän geologia, geokemia ja mineralogia. Unpubl. MSc thesis. Dept of Geosciences, Univ. of Oulu. 57 s.
- Raitala, R., 1997. Hyvinkään emäksinen kerrosintruusio. Pro gradu tutkielma, Helsingin yliopisto, 73 s.
- Ruskeeniemi, T., 1991. Kiipun muodostuman muuttumisilmiöt ja niiden merkitys malminetsinnän kannalta. Turun yliopisto. *Geologian ja mineralogian osaston julkaisu* 26. Turku: Turun yliopisto. 60 s. 3 liites.
- Saarnio, Heikki., 1976. Forssan Kokonjärven vulkaaninen jakso. Pro gradu tutkielma. Turun yliopisto. 84 s. 1 liite. 4 karttaa.
- Salli, I., 1953. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Lehti 2111. Forssa. Kallioperäkartan selitys. Geologinen tutkimuslaitos, 41 s.
- Sipilä, P., Mattila, J., Tiainen, M., 2011. Pirkanmaan vyöhykkeen ja Hämeen vyöhykkeen välinen teraanirajatulkinta. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 2/2011, 27 s.
- Stel, H., Veenhof, R., Huizenga, J. M., Timmerman, M., Hartsink, J. M. H., 1989. Infra-supra structure relations of a microcline-granite dome in the Somero area, Svecofennides, SW Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 61, 2, 131-141.
- Tiainen, M., Kärkkäinen, N., Lohva, J., Sipilä, P. & Huhta, P. 2012. Discovery of the Kedonojankulma Cu-Au occurrence, hosted by a Svecofennian porphyritic granitoid in Southern Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 52, 73–90, 22 figures.

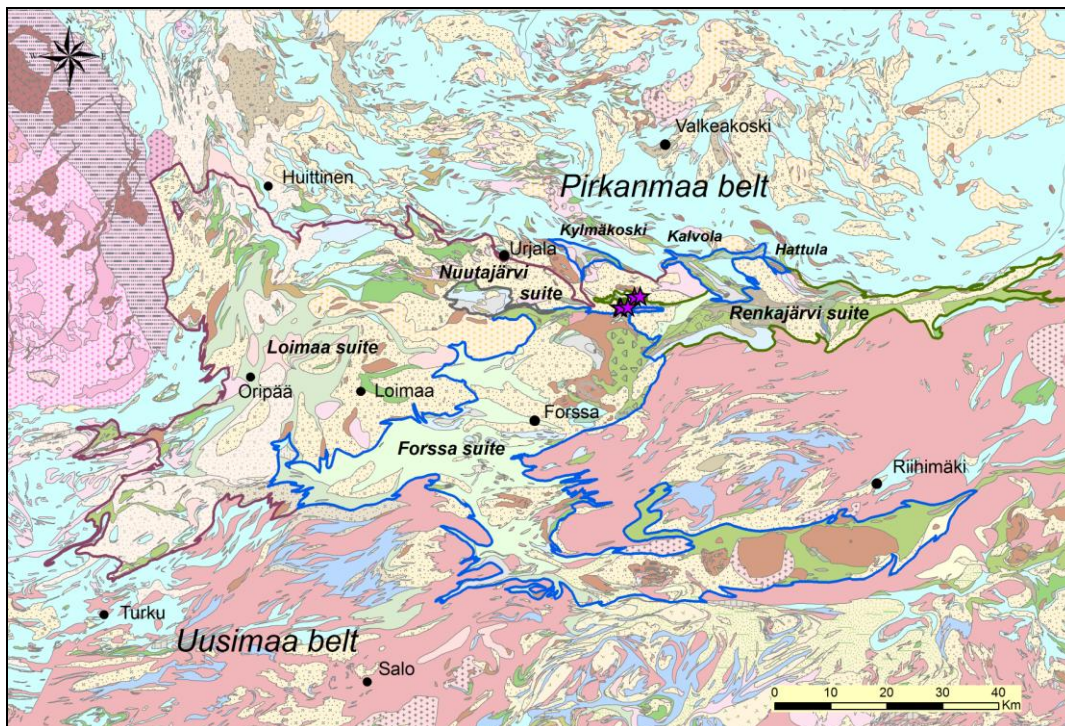
- Tiainen, M., Molnar, F., Kärkkäinen, N., Koistinen, E., 2013. Geological Survey of Finland, Report of Investigation 198, 2013. Current Research: GTK Mineral Potential Workshop, Kuopio, May 2012, 179-184.
- Vaasjoki, M., 1994. Valijärven hapan vulkaniitti: minimi Hämeen liuskejakson iäksi. Summary: Radiometric age of meta-andesite at Valijärvi, Häme schist zone, southern Finland. *Geologi* 46 (7), 91-81.
- Virkkunen, M., 1962. Geologian tutkimuslaitos, arkistoraportti M 17/Tm,So-62/1/85.
- Vuori, S., 1999. Hyvinkään emäksisen kerrosintruusion länsiosan rakenteesta ja geokemiasta. Pro gradu tutkielma. Helsingin yliopisto. 78 s.
- Väisänen, M., Mänttari, I., 2002. 1.90–1.88 Ga primitive arc, mature arc and back-arc basin in the Orijärvi area, SW Finland. *Bull. Geol. Soc. Finland* 74, 185–214.
- Väisänen, M., Mänttari, I., Hölttä, P., 2002. Svecofennian magmatic and metamorphic evolution in outhwestern Finland as revealed by U–Pb zircon SIMS geochronology. *Precambrian Res.* 116, 111–127.
- Väisänen, M., Westerlund G., 2007. Palaeoproterozoic mafic and intermediate metavolcanic rocks in the Turku area, SW Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 79 (2), 127-141.

8. LIITELUETTELO

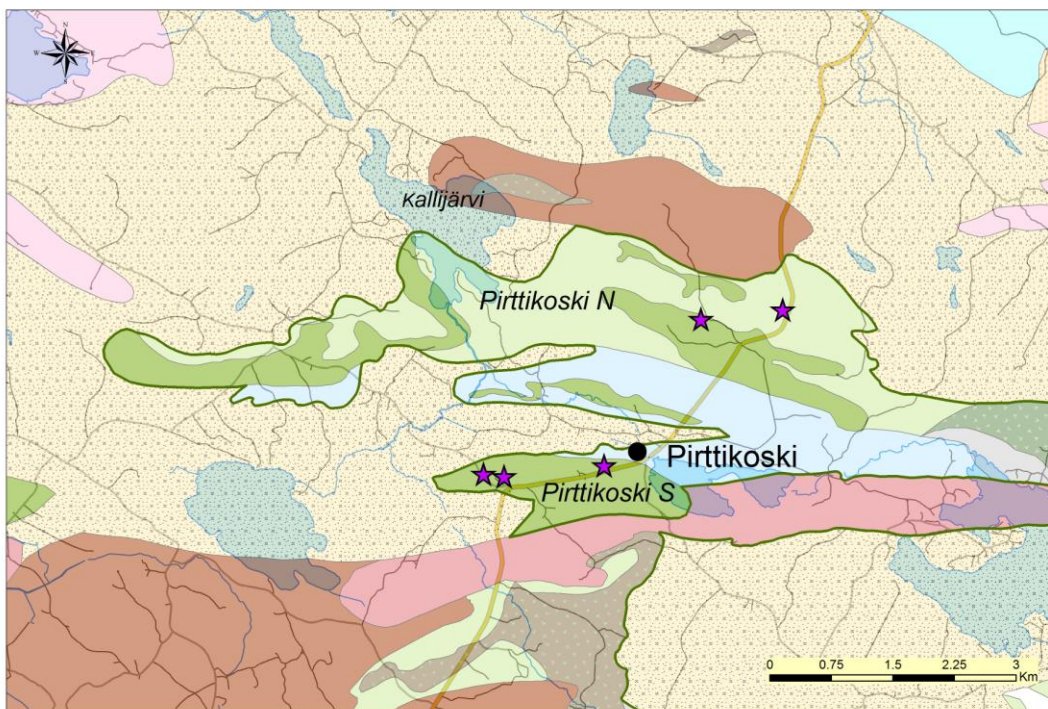
	Sivu	
LIITE 1.	Renkajärven seurue, Pirttikosken profiili	24
LIITE 2.	Renkajärven seurue, Kanajärven profiili	28
LIITE 3.	Renkajärven seurue, Kautionkulman profiili	35
LIITE 4.	Renkajärven seurue, Halkkokorven profiili	40
LIITE 5.	Renkajärven seurue, Parolan profiili	43
LIITE 6.	Renkajärven seurue, mafiset juonikivet	47
LIITE 7.	Renkajärven seurue, konglomeraatit	50
LIITE 8.	Forssan seurue, Kokonjärven vulkaniitit	55
LIITE 9.	Forssan seurue, Humppilan vulkaniitit	58
LIITE 10.	Forssan seurue, Jokioisten vulkaniitit	63
LIITE 11.	Forssan seurue, Someron vulkaniitit	66
LIITE 12.	Forssan seurue, Hyvinkään vulkaniitit	69
LIITE 13.	Forssan seurue, Lautaportaan vulkaniitit	71
LIITE 14.	Forssan seurue, Kylmäkosken vulkaniitit	76
LIITE 15.	Forssan seurue, Kalvolan vulkaniitit	79
LIITE 16.	Forssan seurue, Hattulan vulkaniitit	82
LIITE 17.	Loimaan seurue, sarvivälkegneissit ja Siivikkalan amfiboliitti	85
LIITE 18.	Loimaan seurue, Punkalaitumen alue: Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman vulkaniitit	88
LIITE 19.	Nuutajärven seurue	96
LIITE 20.	Forssan gabro	102
LIITE 21.	Tasarakeinen Forssan gabro ja Lautaportaan mafiset vulkaniitit, Koostumusvertailu	106
LIITE 22.	Geokemian analyysit	110

LIITE 1. Renkajärven seurue, Pirttikosken profiili

Pirttikosken vulkaniitit ovat kahtena granodioriittisen syväkiven erottamana itä-länsisuuntaisena esiintymänä Renkajärven seurueen luoteiskulmassa (Kuvat 1 ja 2). Alueella mafiset vulkaniitit ovat vallitsevana. Pohjoisempana ne ovat yleensä raitaisia amfiboliitteja (Kuva 4) ja etelämpänä uraliittihajarakeisia massamaisia kiviä (Kuva 5).

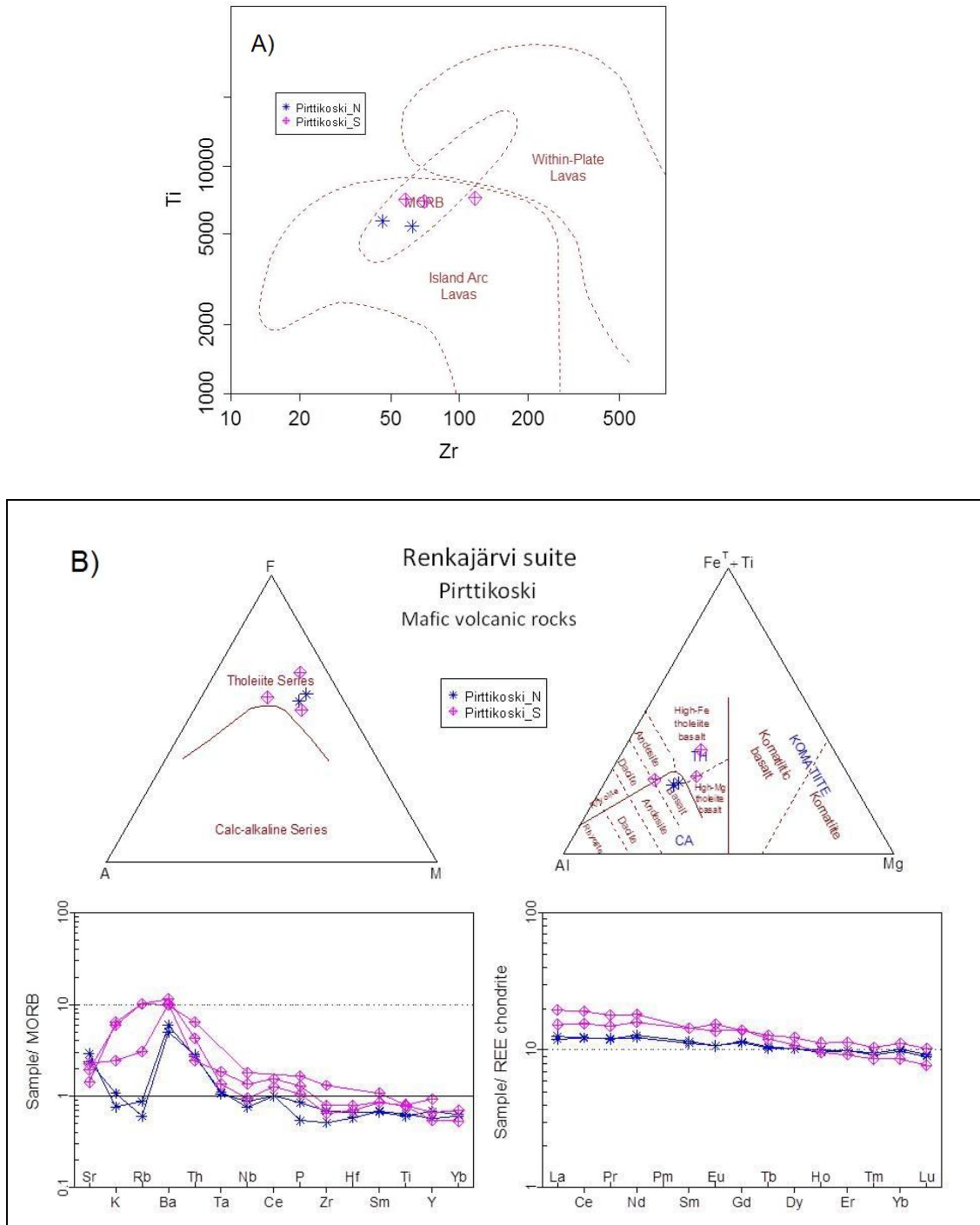


Kuva1. Pirttikosken vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva2. Pirttikosken vulkaanisten kivien analyysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

Lindmark 1996 on laatinut kuparimalmitutkimusten yhteydessä alueelta detaljikartan (Kuvassa 2) ja sen mukaan mafisten vulkaniittien lisäksi intermediääriset vulkaniitit ovat yleisiä. Lisäksi alueella esiintyy myös joitakin pienialaisia felsisiä porfyyrejä sekä pohjoisemman vulkaniitin yhteydessä kiilleliuskeita, jotka hänen mukaan voivat olla vulkaniittien rapautumistuotteita. Myöhemmissä kairauksissa paikalta on tavattu mustaliuskeita, jotka ainakin osaksi aiheuttavat alueen sähköiset ja magneettiset anomaliat (Grönholm pers.comm.).



Kuva 3. Pirttikosken mafisten vulkaniittien koostumuksia. (A) Ti-Zr-diagrammi (Pearce 1982); (B) Yläkuvissa AFM diagrammi (Irvine + Baragar 1971) ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammi (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kuvan (3A) Ti-Zr diagrammissa Pirttikosken mafiset vulkaniitit sijoittuvat yhtä poikkeusta lukuunottamatta MORB_kenttään. Kuvan (3B) AFM diagrammissa mafiset vulkaniitit sijoittuvat tholeiittien kenttään ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän välimaastoon. MORB normalisoidulla hivenainediagrammilla kevyet alkuaineet ovat selvästi rikastuneet, kuitenkin Ta-Nb minimi on loiva tai puuttuu, samoin Zr-Y trendi on loiva. Kondriittinormalisoidulla REE diagrammilla La-Yb trendi on lähes vaaka. Pirttikosken mafisten vulkaniittien koostumus muistuttaa Hämeen seurueen mafisten juonikivien koostumusta ja on primitiivisin Hämeen vyöhykkeen alueella. Toisaalta mustaliuskeiden ja rapaumasedimenttien esiintyminen koostumukseltaan primitiivisten vulkaniittien yhteydessä muistuttaa Pirkanmaan vyöhykkeen kivilajiassoosiaatiota, johon Pirttikosken aluetta on myös korreloitu (Sipilä ym. 2011).

Alueelta on lupaavia Cu ja Au malmilohkarelöytöjä ja alueellisen moreenigeokemian tutkimuksissa on tullut esille useita anomalioita, mm. Pirttikosken eteläpuolinen monimetallianomalia. Lindmark (1996) tutki hieman etelämpänä kupariaihetta Kotkan granitoidin itäkontaktissa, ja se on myös nykyisissä GTK:n jatkotutkimuksissa osoittautunut mielenkiintoiseksi. Varhaisempi malmiaihe on pohjoisemman vulkaniittikielekkeen pohjoisreunalla Kallijärven itäpuolella, missä Suomen Malmi Oy tutki vuonna 1936 prof. Pentti Eskolan johdolla kuparikiisuaihetta (Neuvonen 1956).

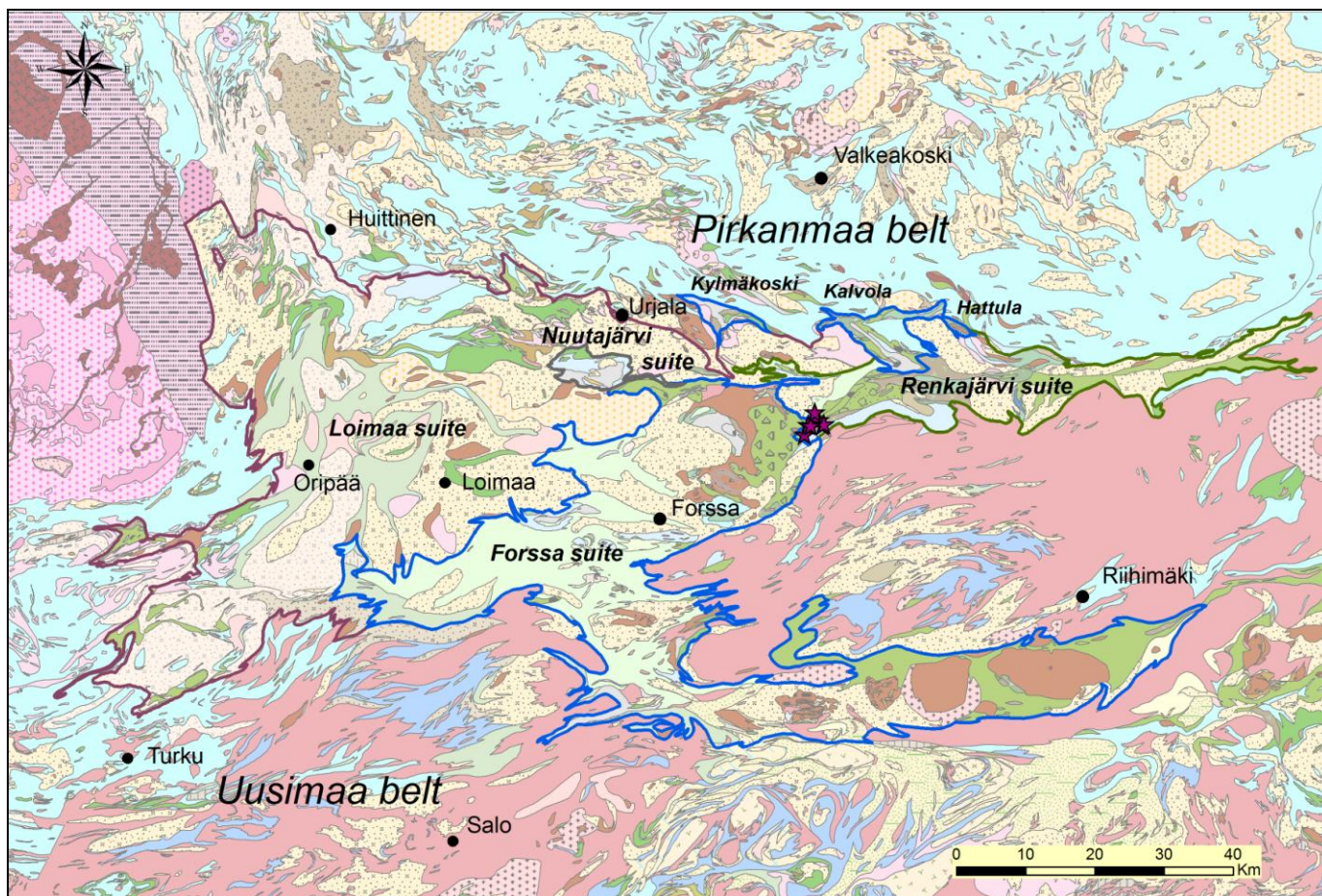


Kuva 4. Asultaan raitainen mafinen vulkaniitti. Pirttikoski_N. Laatan pituus 16 cm. y= 6769543;x= 328746.



Kuva 5. Uraliittihajarakeinen mafinen vulkaniitti. Pirttikoski_S. Laatan pituus 16 cm. $y=6767997;x=331554$.

LIITE 2. Renkajärven seurue, Kanajärven profiili

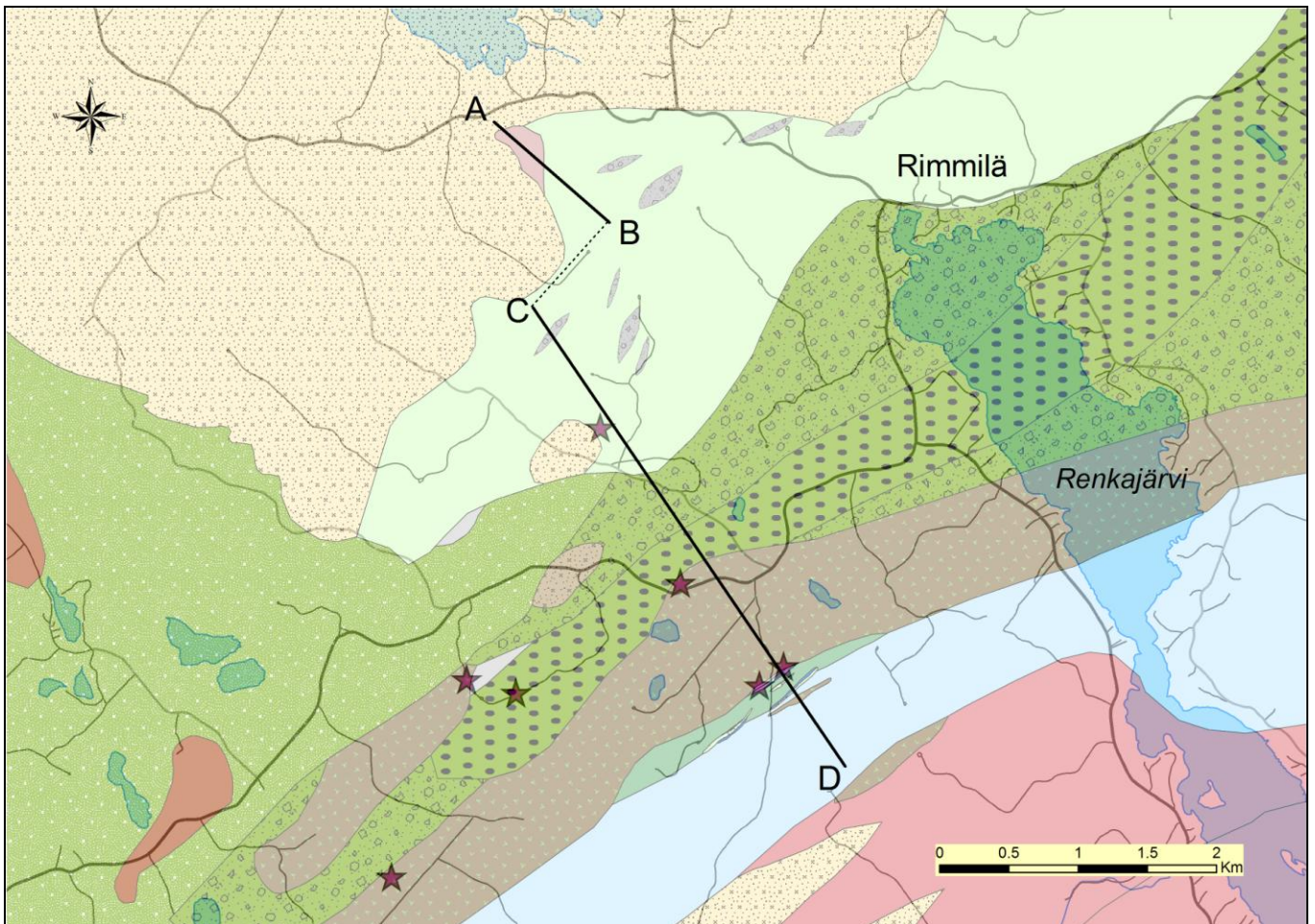


Kuval. Kanajärven vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Häme vyöhykkeen alueella.

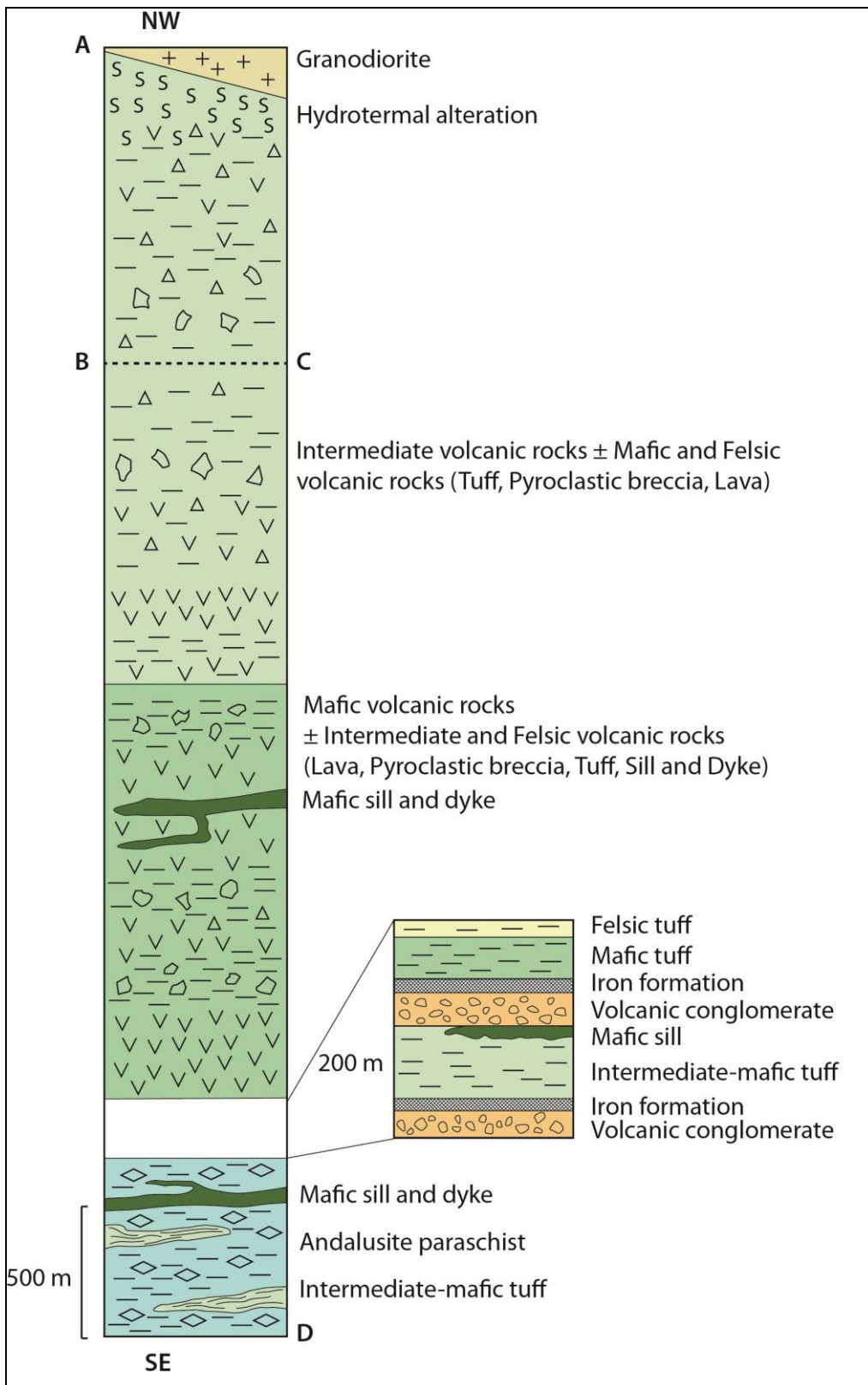
Renkajärven seurueen länsipäästä on erottu omaksi ryhmäksi koillis-lounassuuntainen noin 6 km pitkä Kanajärven vulkaanisten kivien profiili (Kuvat 1 ja 2). Se rajautuu kaakossa turbidiittisiin sedimenttikiviin ja luoteessa laajaan Kotkan granitoidimassiiviin.

Kanajärven profiililta on voitu selvittää vulkaniittien kerrosjärjestys (Kuva 3). Kerrostumis pohjana ovat turbidiittiset sedimentit. Tosin jo sedimenttien kerrostumisaikana on ollut vulkaanista toimintaa, mikä ilmenee mafisina ja intermediäärisinä tuffivälikerroksina sedimenteissä. Alimpana vulkaniittijaksossa on vahvimmillaan ainakin 10 m:n paksuinen lähes monomiktinen ja klastikannatteinen vulkaaninen konglomeraatti (Kuva 5) ja sen yläpuolinen oksidifasieksen rautamuodostuma (Kuva 6). Konglomeraatin klastit ovat yleensä 10-20 cm:n kokoisia, mutta yli puolen metrin kokoisiakin tavataan, varsinkin kerrostuman länsiosista. Koostumukseltaan klastit ovat yleensä andesiittisiä ja suuntautumattomia plagioklaasi-uraliittiporfyyriittejä (vrt. Liite 7). Perusmassa koostuu mafisesta tuffiaineksesta. Toinen useiden metrien vahvuinen konglomeraatti-rautamuodostuma on kerrosjärjestyksessä noin 200 m ylempänä. Niiden välissä on pääosin mafisia ja intermediäärisiä tuffeja, vähän felsisiä tuffeja ja myös vähäisempiä konglomeraatteja ja rautamuodostumia. Kerrosjärjestyksessä edelleen ylempänä on runsaan 2 km:n vahvuinen pääosin mafisista ja osaksi intermediäärisistä vulkaanisista kivistä koostuva heterogeeninen kerrostuma (Kuvat 7 ja 8), joskin aivan alaosassa on muutaman metrin vahvuinen felsinen tuffipatja. Tuffien lisäksi tässä kerrostumassa on yleisesti alkuperältään pyroklastisia breksioita ja myös laavoja sekä mafisia juonikiviä ja sillejä. Uraliittiporfyyriittiset mafiset juonet ja sillit ovat tunkeutuneet myös alapuolisiin vulkaniitteihin ja sedimenttikiviin.

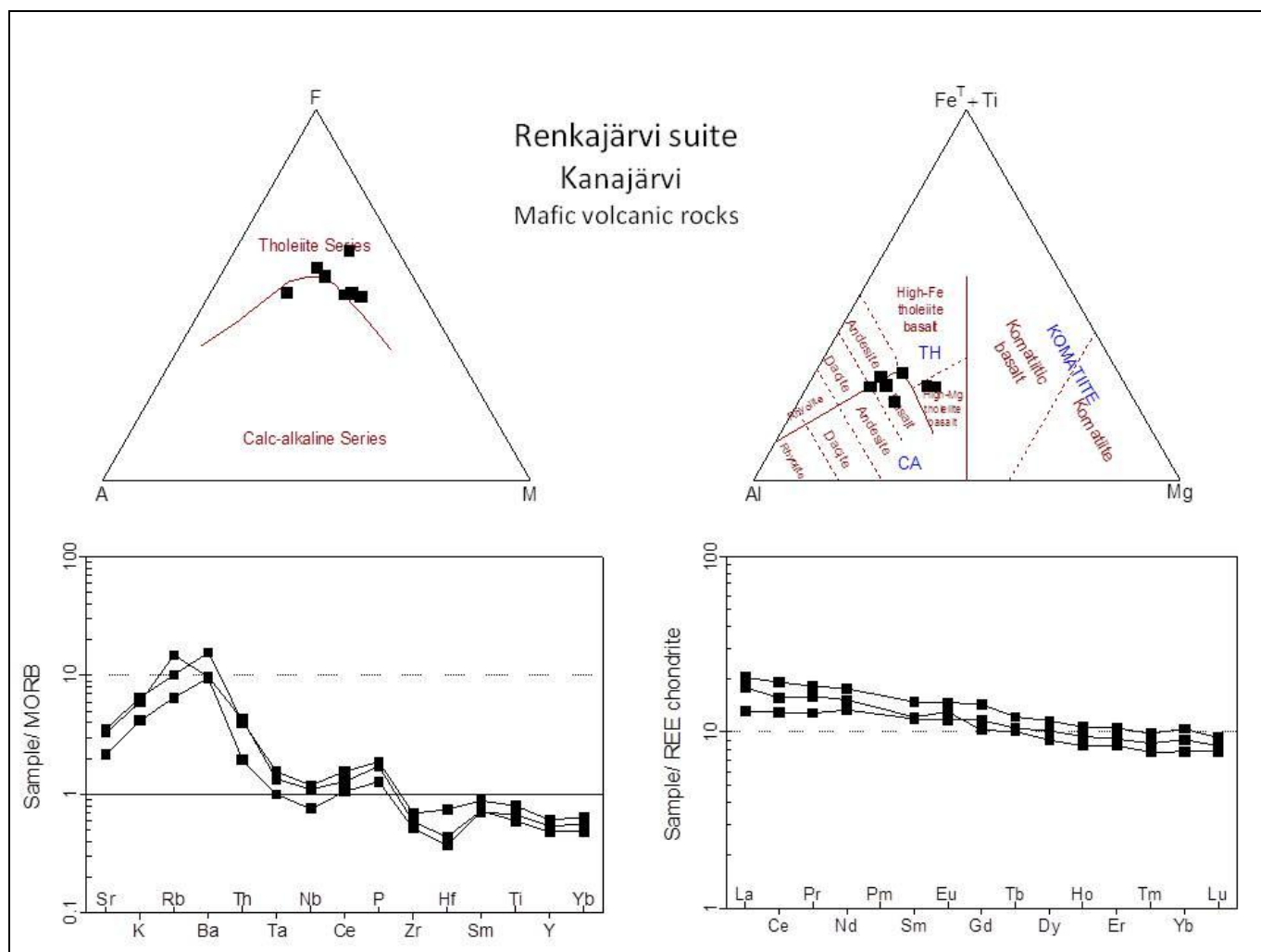
Kerrosjärjestyksessä ylimpänä vulkaniitit vaihettuvatt koostumukseltaan pääosin intermediäärisiksi, tosin välikerrosten ja juonien mukaan myös mafista ja felsistä vulkanismia on kerrostumisaikana ollut. Tämä Kanajärven vulkaniittipatjan ylin osa koostuu tuffeista, pyroklastisista breksioista ja vähemmässä määrin myös laavoista. Profiili päättyy luoteessa granodioriittisen syväkiven kontaktiin, missä vulkaniitit ovat kokeneet voimakkaan hydrotermisen muuttumisen. Kontaktin lähetyvillä kivi on kvartsiutunut ja epi-doottiutunut, se on rapautumispinnalta vaalean punertavan ruskehtava ja siinä on linsseinä ja juonia mas-samaista magnetiittia sekä tummaa sarvivälkettä, paikoin myös breksiarakenteisesti (Kuvat 9 ja 10). Tummat sarvivälkeraidat ulottuvat kapeina aina noin kilometrin päähän kontaktista vulkaniitin puolelle.



Kuva 2. Kanajärven vulkaanisten kivien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeellä. Kuvan 3 profiili merkitty kartalle.



Kuva 3. Kanajärven vulkaniittien kerrosjärjestys Renkajärven länsipuolisella alueella.



Kuva 4. Yläkuviissa Kanajärven mafisten vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

AFM- ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammeissa vulkaniittien koostumuspisteet sijoittuvat pääosin tholeiittiseen kenttään. MORB normalisoidussa hivenainediagrammissa Ta-Nb minimi on loiva ja Zr/Y trendi on vaakaa. Kondriittinormalisoidussa REE-diagrammissa pitoisuudet ovat alhaisia ja La/Yb trendi on loiva. Koostumukseltaan vulkaniitit ovat varsin primitiivisiä ja poikkeavat selvästi länsipuolisen Forssan seuruksen mafisista vulkaniiteista.

Rautaruukki ja myöhemmin myös Outokumpu ovat 1980-luvulla tutkineet Kotkan granitoidien tuntumassa olevien vulkaniittien malmitumista (Isomäki 1983; Kinnunen 1987a, 1990). Kairaus käsitti vain neljä reikää, joissa havaittiin kohonneita kupari, koboltti, kulta ja hopeapitoisuuksia. Myös kevyitä harvinaisia maametalleja tavattiin. Vaikka kairauksissa oli lävistetty Cu-mineralisoitunut vyöhyke, tutkimuksista luovuttiin. GTK on jatkanut Kotkan kohteen malmpotentiaalnin selvityksiä mm. geofysiikan maastomittauksilla ja kairauksin.



Kuva 5. Osittain klastikannatteinen vulkaaninen konglomeraatti. Laatan pituus 10 cm. y=6761354;x=339891.



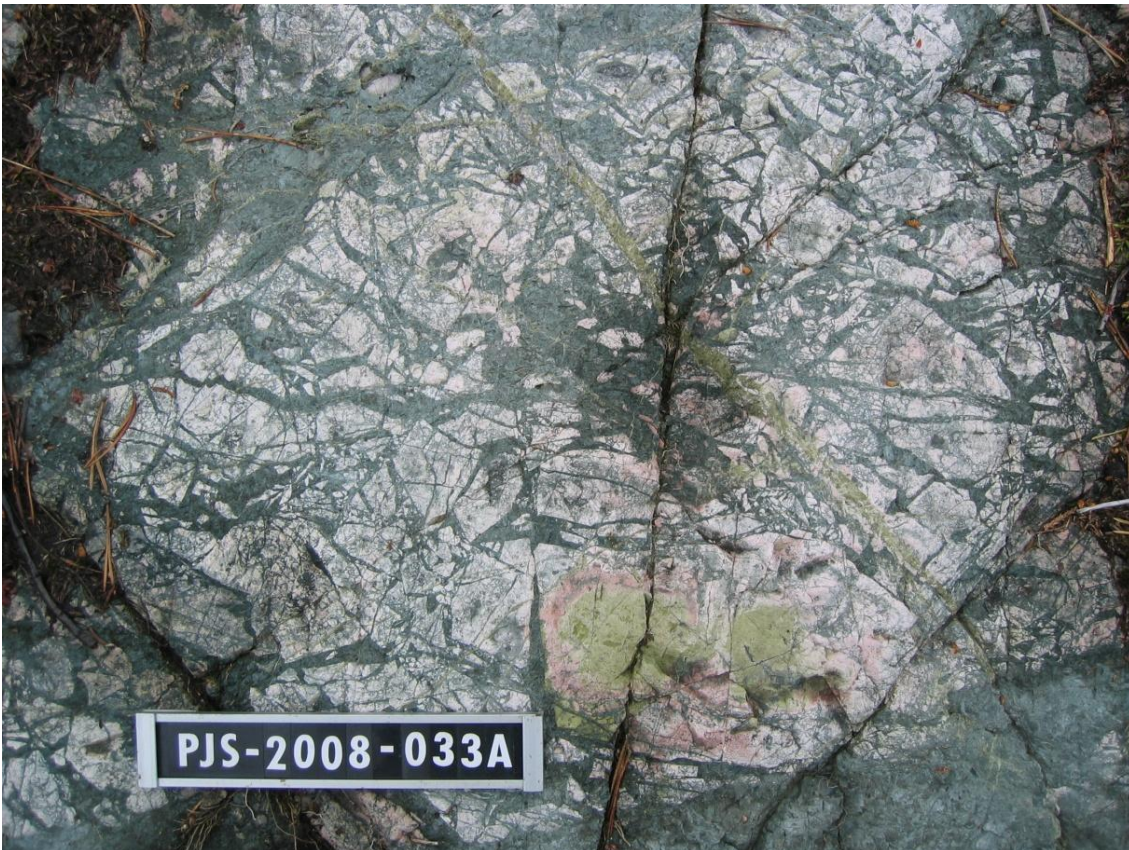
Kuva 6. Serti-magneetiitiraitainen oksidifasioksen rautamuodostuma . Laatan pituus 16 cm. y=6761312;x=339848.



Kuva 7. Uraliittiporfyriittikappale mafisessa/intermediäärisessä tuffissa. Laatan pituus 16 cm. y=6762641;x=339129.



Kuva 8. Laminaarisia 10-20 cm kerroksia sisältävä mafinen tuffi . Laatan pituus 16 cm. y=6761665;x=339275.



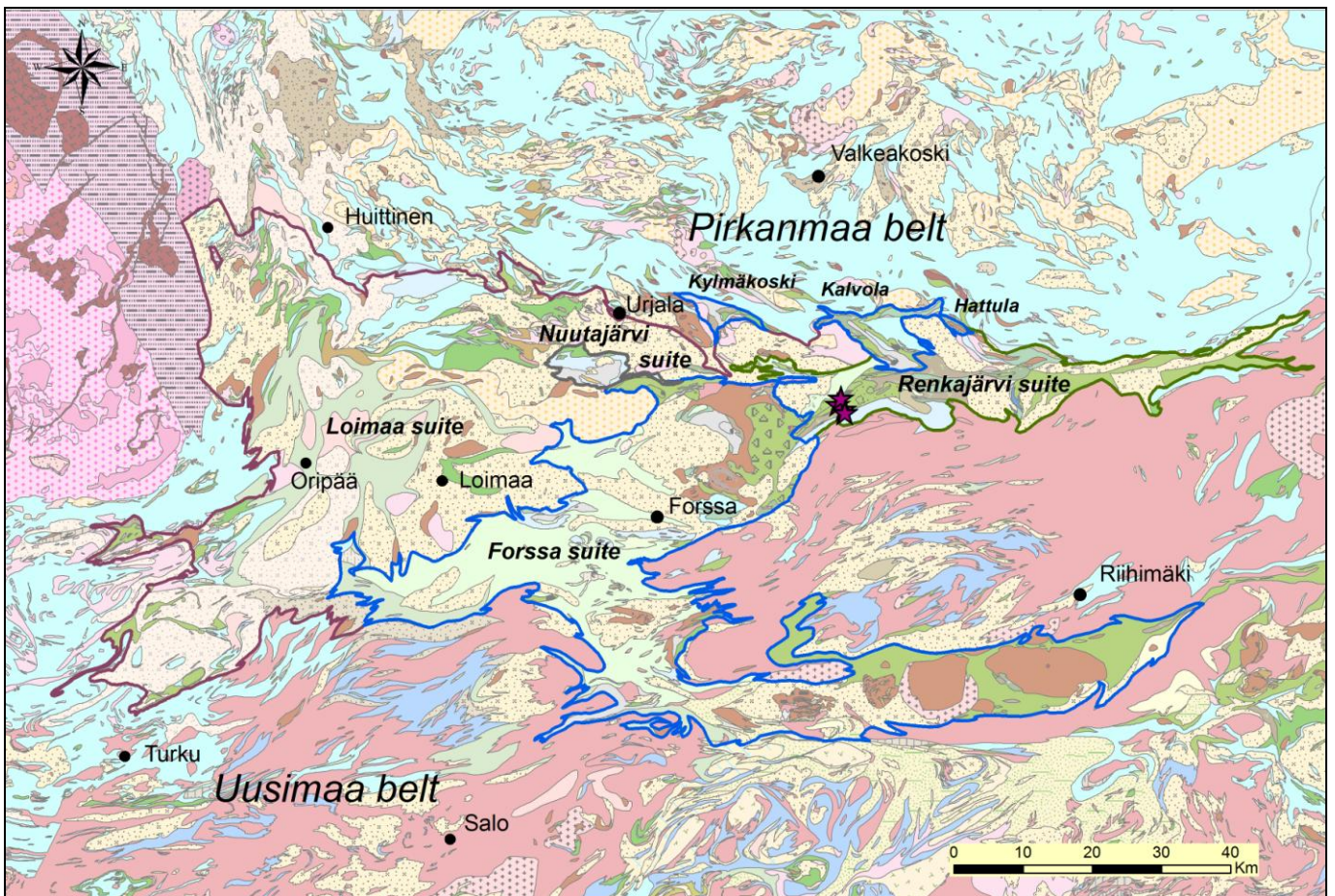
Kuva 9. Hydroterminen muuttuminen. Kotka. Sarvivälkejuoniston breksioima vulkaniitti. Laatan pituus 16 cm. y=6765278;x=337968.



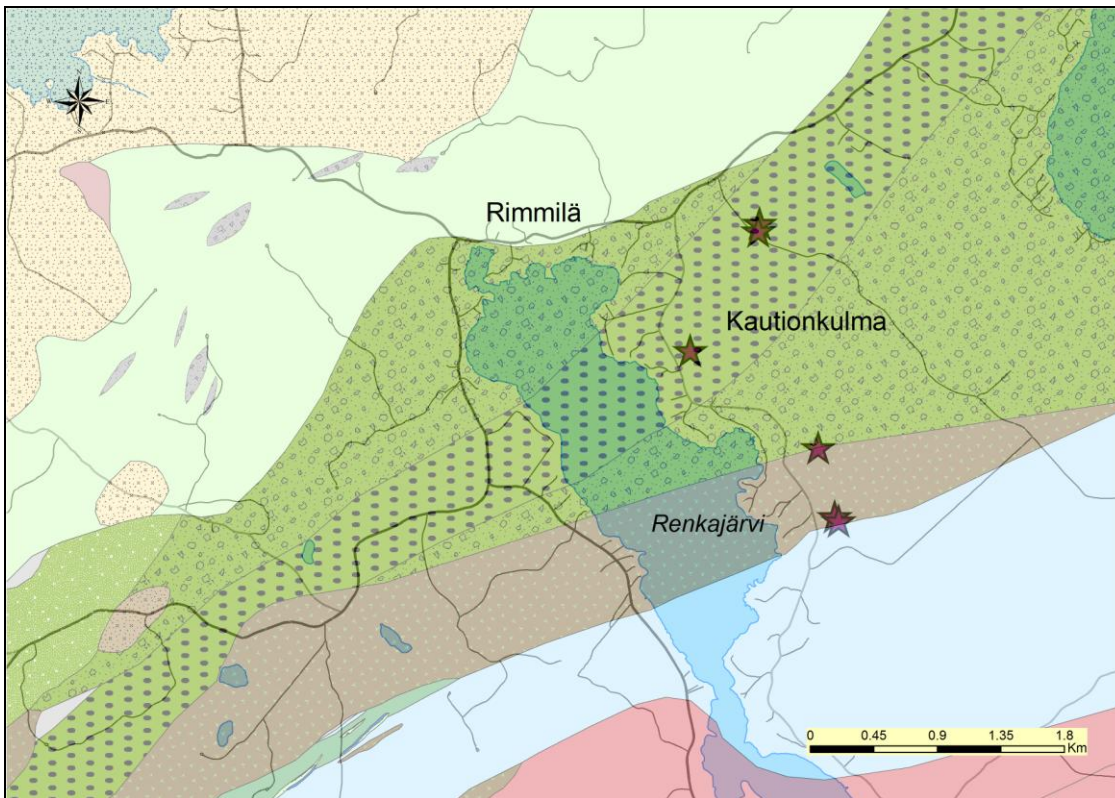
Kuva 10. Hydroterminen muuttuminen. Kotka. Magnetiittijuonia. Laatan pituus 16 cm. y=6765278;x=337968.

LIITE 3. Renkajärven seurue, Kautionkulman profiili

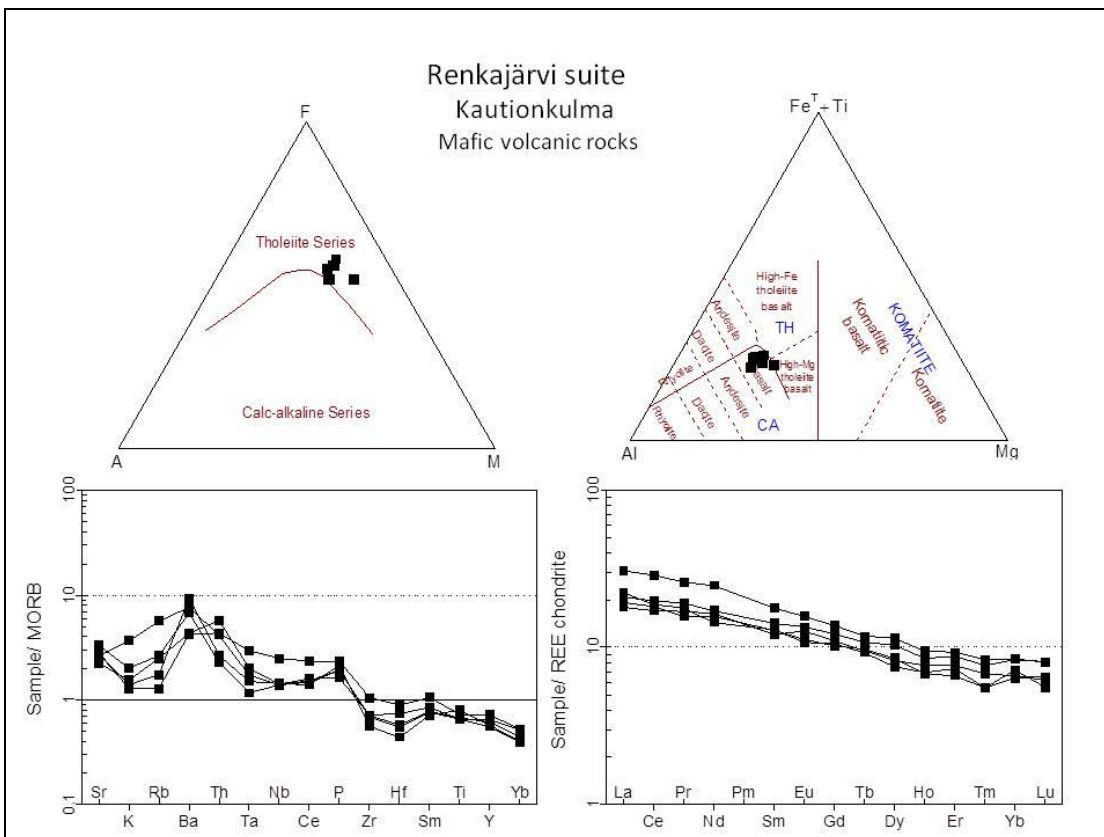
Tammelan Renkajärven itäpuolen mafisista vulkaniiteista on analysoituja näytteitä noin 2,5 km pitkältä NNW suuntaiselta Kautionkulman profiililta (kuvat 1 ja 2). Vulkaniitit ovat kerrostuneet eteläpuolella olevien turbidiittisten sedimenttien päälle sedimenttien kerrallisuushavaintojen perusteella. Leikkaavia ja kerrosmyötäisiä mafisia juonikiviä on sekä sedimenttien että vulkaniittien alueella. Profiilin etelä- ja keskiosassa vulkaniitit ovat massamaisia laavasyntysisiä basalttisia uraliittiporfyyritteja ja uraliitti-plagioklaasiporfyyrittejä, joissa on breksia- ja mingling-rakenteita (Kuva 4), varsinkin profiilin keskivaiheilla. Profiilin pohjoisosassa vallitsevana ovat erilaiset pyroklastiitit, kuten lapillituffit, tuffit ja pyroklastiset breksiat. Niiden mafisessa perusmassassa on yleisesti felsisempiä fragmentteja (Kuva 6). Myös kaaottisista kaasupurkauksista on merkkejä (Kuva 5). Uraliittiporfyyrittijuonien (Kuva 7) lisäksi profiilin pohjoisosassa on myös plagioklaasiporfyyrittijuonia. Vulkaniiteista ei saatu luotettavia kerrostumissuuntia.



Kuva1. Renkajärven itäpuolisten Kautionkulman vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



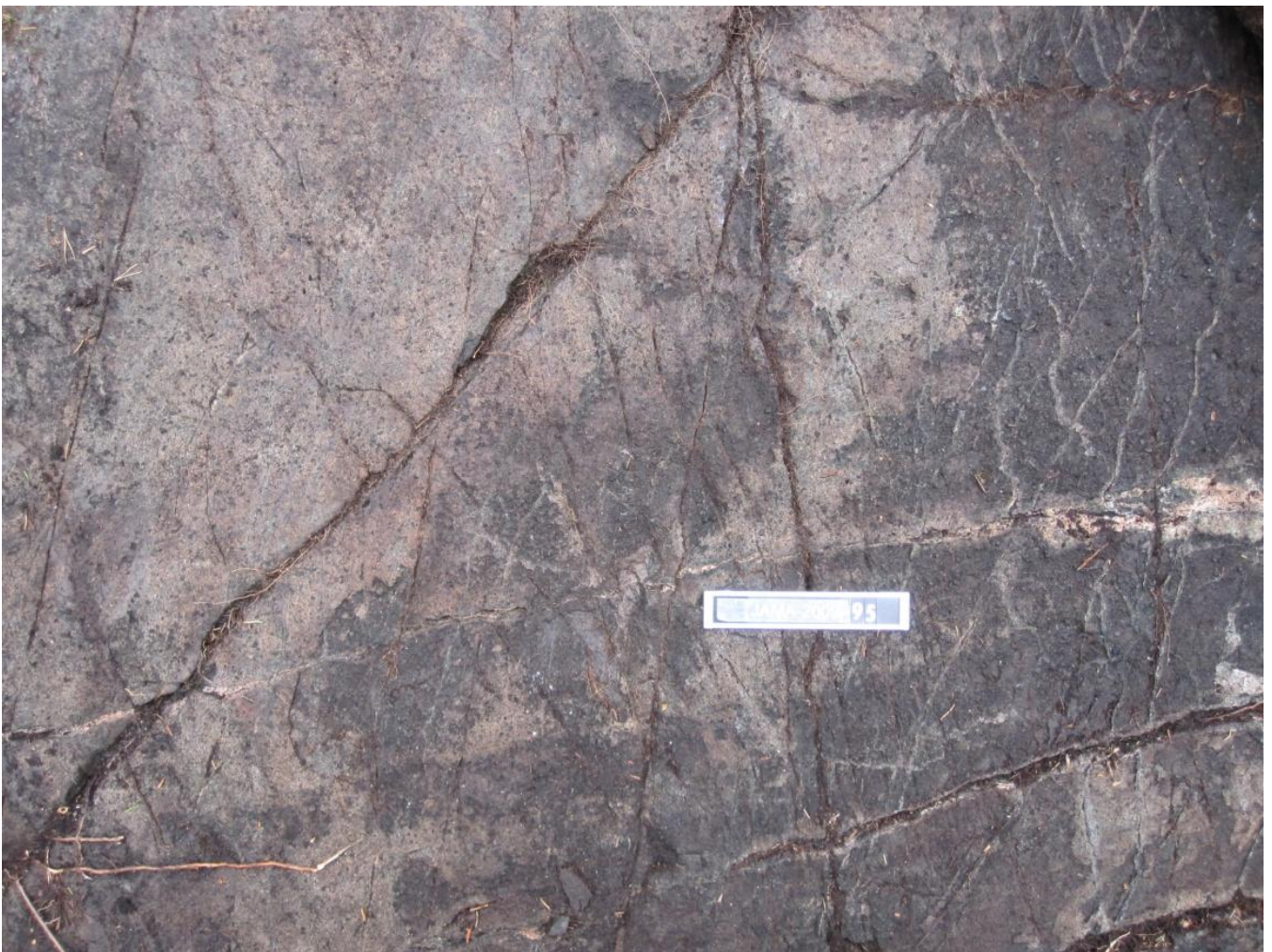
Kuva 2. Renkajärven itäpuolisten Kautionkulman vulkanisten kivien analyysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuvissa Renkajärven itäpuolisten Kautionkulman vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearce'n (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kuvan 3 diagrammien näytteet ovat Renkajärven itäpuolisen Kautionkulman profiilin basalttiset laavat, juonet ja pyroklastiitit ovat kemialliselta koostumukseltaan hyvin homogeenisia (Kuva 3). AFM diagrammissa ne sijoittuvat tholeiittien kenttään ja Al-(Fet+Ti)-Mg diagrammissa kalkkialkaliseen kenttään, kummassakin tiiviinä rykelmänä. Spider diagrammeissa yksi näyte poikkeaa jonkin verran muista, johtuen ilmeisesti kontaminaatiosta, mitä puoltaa myös kaikkien näytteiden Ba maksimi. Ta-Nb minimin puuttuminen ja Zr-Y trendin loivuus MORB normalisoidulla diagrammilla samoin kuin La-Yb trendin loivuus kondriittinormalisoidulla REE diagrammilla puoltavat puolestaan alkuperäksi riftimäistä ympäristöä.

Renkajärven itäpuolisten Kautionkulman vulkaniittien alueelta ei ole merkittäviä malmiviitteitä.



Kuva 4. Mingling rakenne mafisen uraliittiporfyyriitin ja felsisemmän plagioklaasi-uraliittiporfyyriitin kesken. Numerolaatan pituus 16 cm. y=6763466;x=343031.



Kuva 5. Vulkaaninen breksia, Perusmassa on paikoin intermediääristä, paikoin mafista ja on luonteeltaan hyvin kaottinen sisältäen kiteitä ja fragmentteja. Fragmentit ovat kooltaan sentteistä aina puoleen metriin. Niitä on runsaasti ja ne ovat erimuotoisia ja –kokoisia. Koostumus vaihtelee plagioklaasiporfyriittistä uraliitti-plagioklaasiporfyriittiin, ja aina uraliittiporfyriittiin asti. Kappaleilla ei ole vallitsevaa suuntausta. Kiveä voisi luonnehtia pyroklastiseksi hyökyrakenteeksi, ignimbriitiksi. Numerolaatan pituus 16 cm. $y=6765160;x=342828$.

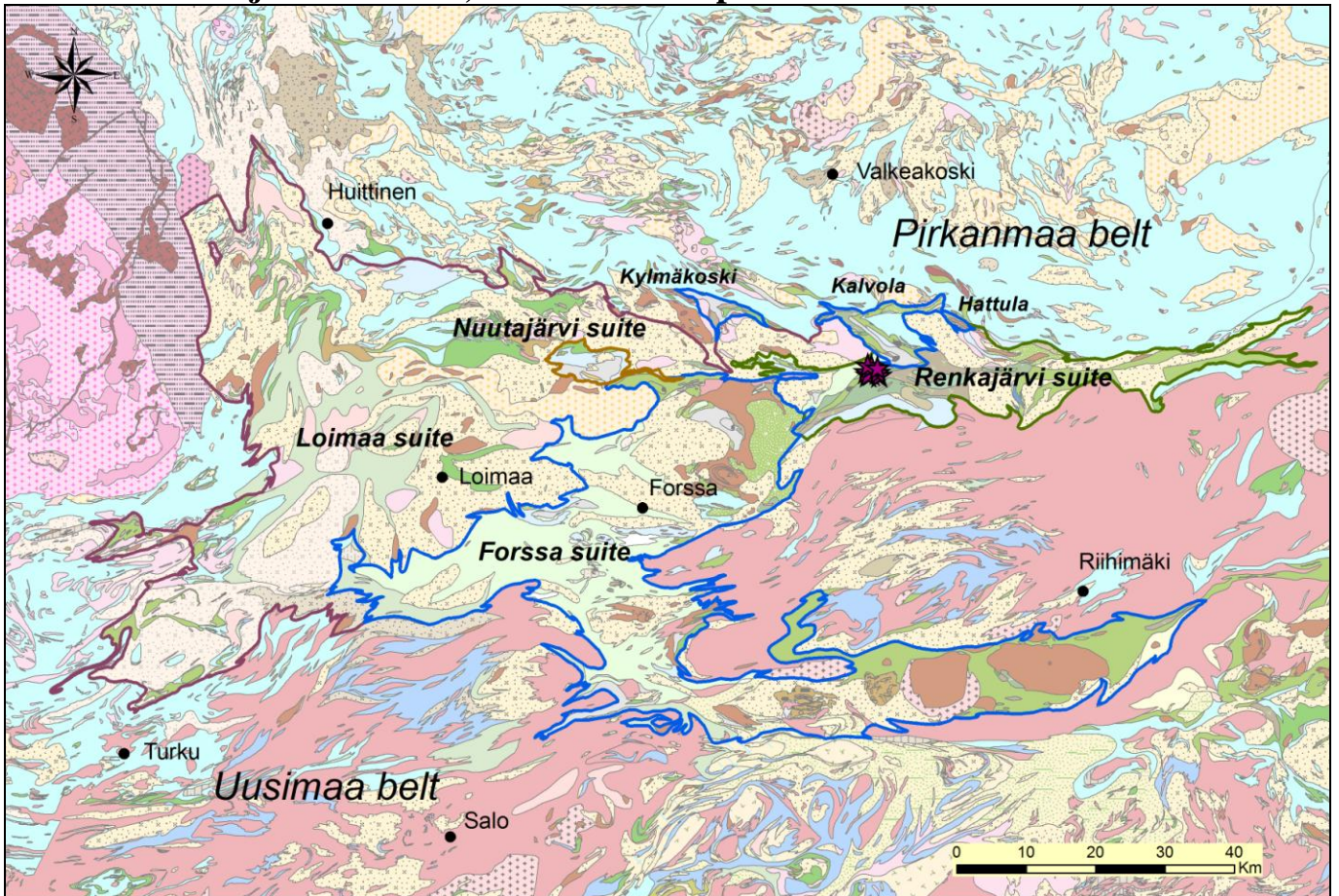


Kuva 6. Vulkaaninen breksia. Vaaleita, koostumukseltaan felsisempiä pyörähköjä fragmentteja mafisessa massamaisessa perusmassassa. Paikoin vaaleissa fragmenteissa on tumma kuori. Numerolaatan pituus 16 cm. $y=6764201;x=342273$.



Kuva 7. Noin 2 metriä paksu leikkaava mafinen juonikivi. Numerolaatan pituus 16 cm. y= 6765146;x= 342794.

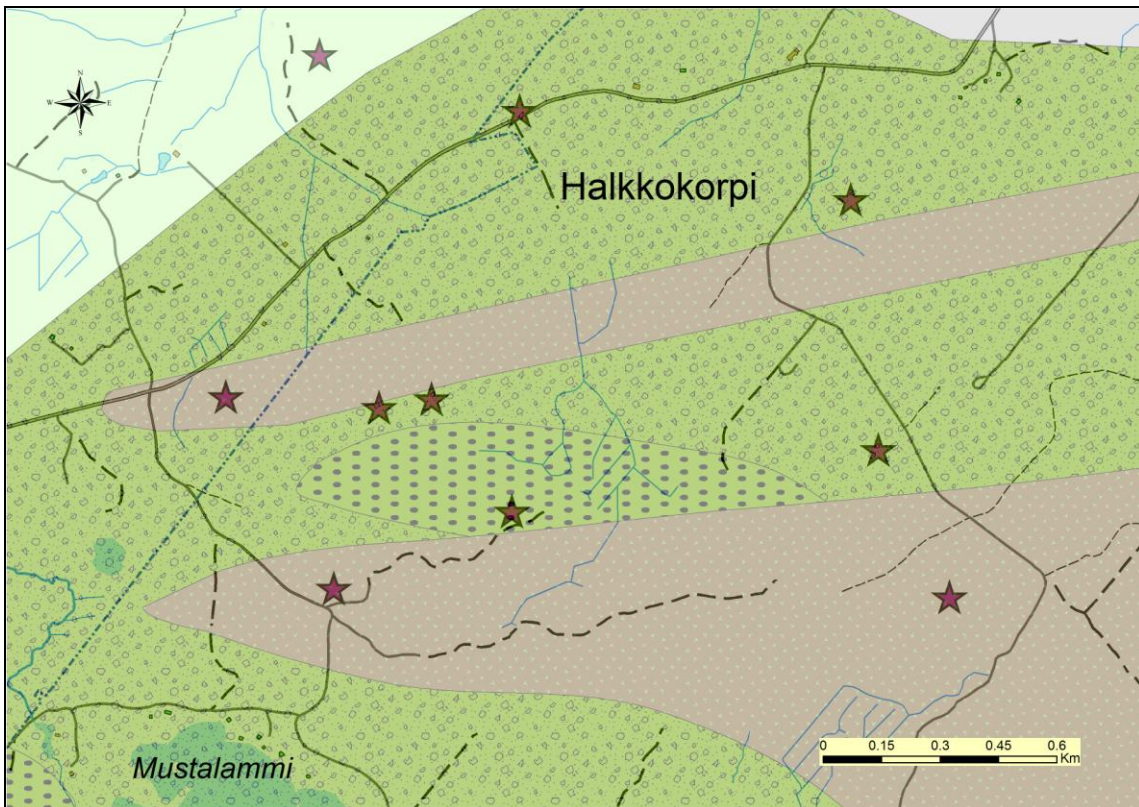
LIITE 4. Renkajärven seurue, Halkkokorven profiili



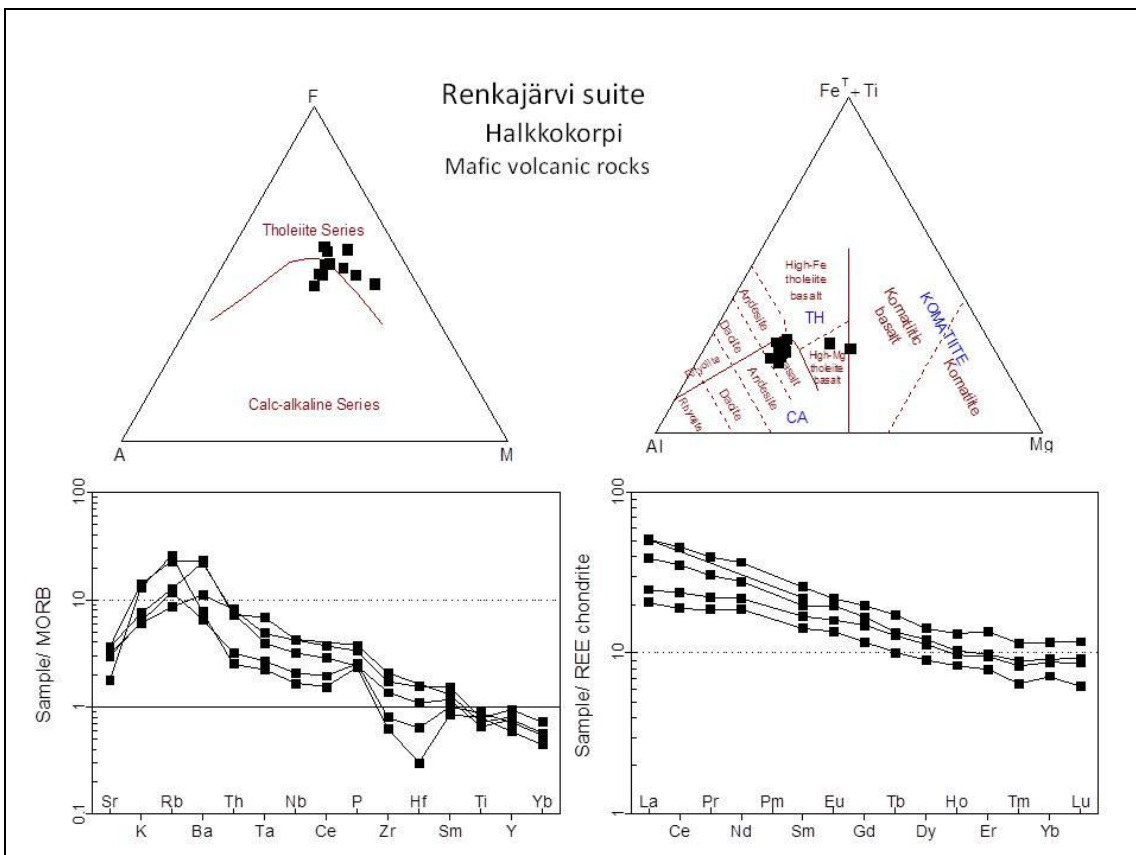
Kuva1. Halkkokorven vulkaanisten kivien analysispisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

Halkkokorven vulkaniitit sijoittuvat Renkajärven seurueen yläosaan Äimäjärven ja Takajärven väliselle alueelle noin 13 km Hämeenlinnasta länteen (Kuvat 1 ja 2). Profiilin vulkaniitit ovat pääosin basalttisia pyroklastiitteja: tuffeja, agglomeraatteja, tuffibreksioita ja lapillituffeja. Massiivisten uraliittiporfyriittien alkuperän tunnistaminen on paikoin ongelmallista. Ne on tulkittu laavaperäisiksi, kun kivi sisältää manteleita tai fragmenteissa on havaittavissa sulamispirteitä, ja kidetuffeiksi, kun kiven sisältämien fragmenttien ja uraliittihajarakeiden koko vaihtelee. Myös leikkaavia mafisia ja intermediäärisiä juonia esiintyy (Kuva 4). Paikoin kivissä on kohtalaista epidoottituumista.

Kemialliselta koostumukseltaan (Kuva 3) Halkkokorven basaltit muistuttavat muita Renkajärven seurueen basaltteja. AFM diagrammissa ne sijoittuvat pääosin tholeiittien kenttään ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa kalkkialkaliseen kenttään, poikkeuksena Mg-rikkaimmat kivet. Ta-Nb minimin puuttuminen on osoituksena maankuoren repeämäperäisestä synty-ympäristöstä, vaikkakin Zr-Y trendi MORB normalisoidulla diagrammilla samoin kuin La-Yb trendi kondriittinormalisoidulla diagrammilla ovat kohtalaisen jyrkähköjä.



Kuva2. Halkkokorven vulkaanisten kivien analysispisteiden tarkempi sijainti Häme vyöhykkeen alueella.

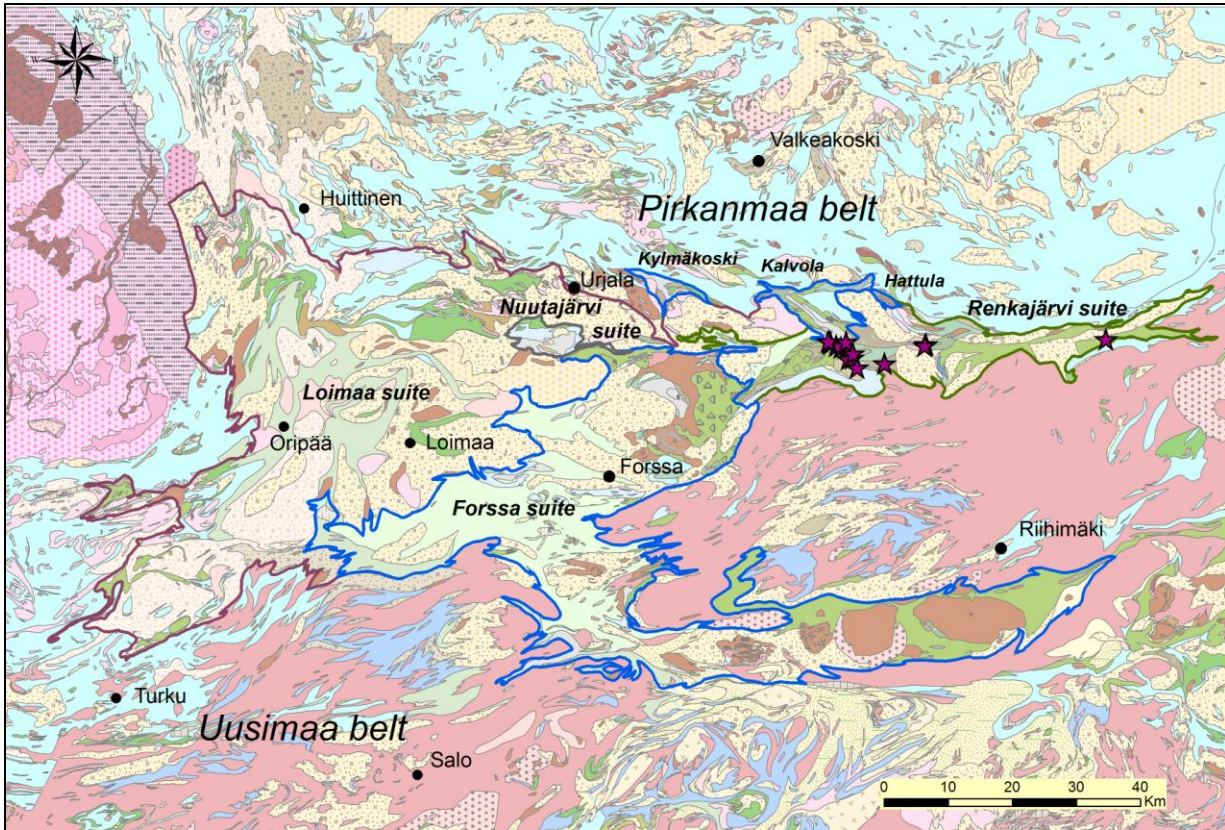


Kuva 3. Yläkuivissa Halkkokorven mafisten vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.



Kuva4. Mafisia hienorakeisia juonia (laatan alla ja kuvan vasemmassa yläkulmassa) massamaisessa intermediäärissä vulkaniitissa. Laatan pituus 16 cm. y= 6768269, x= 346527.

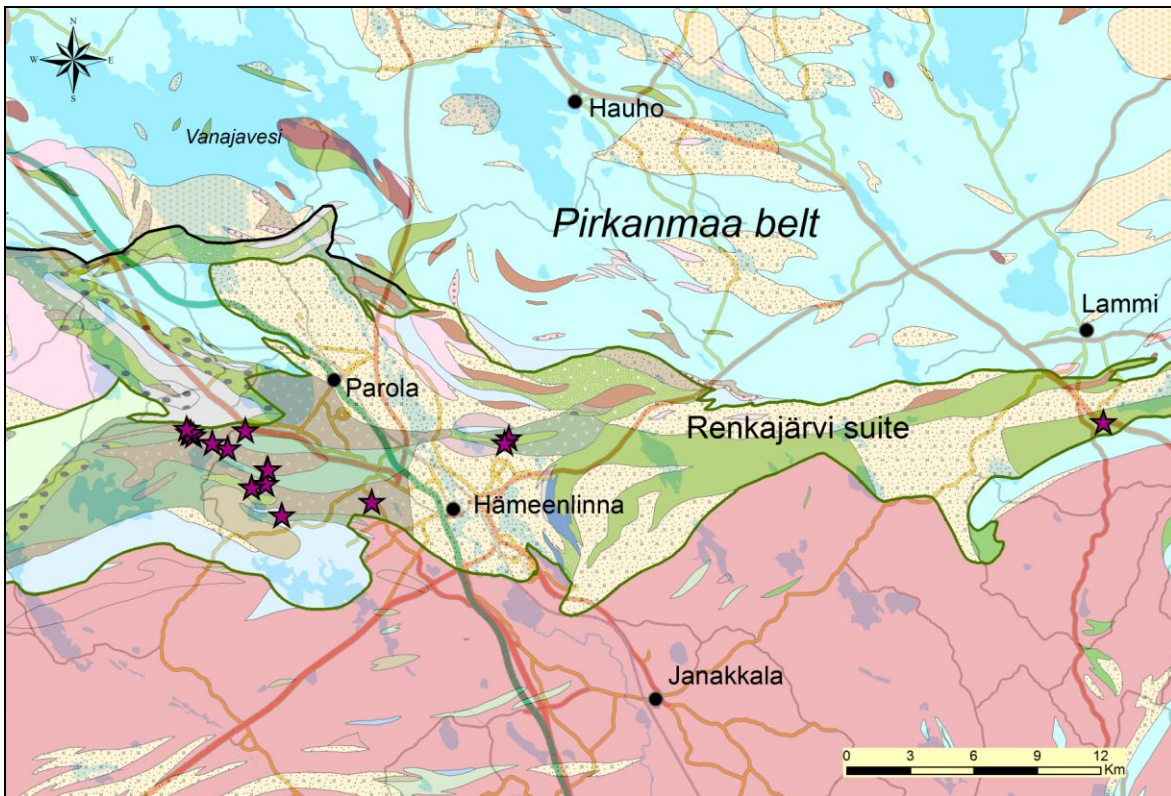
LIITE 5. Renkajärven seurue, Parolan profiili



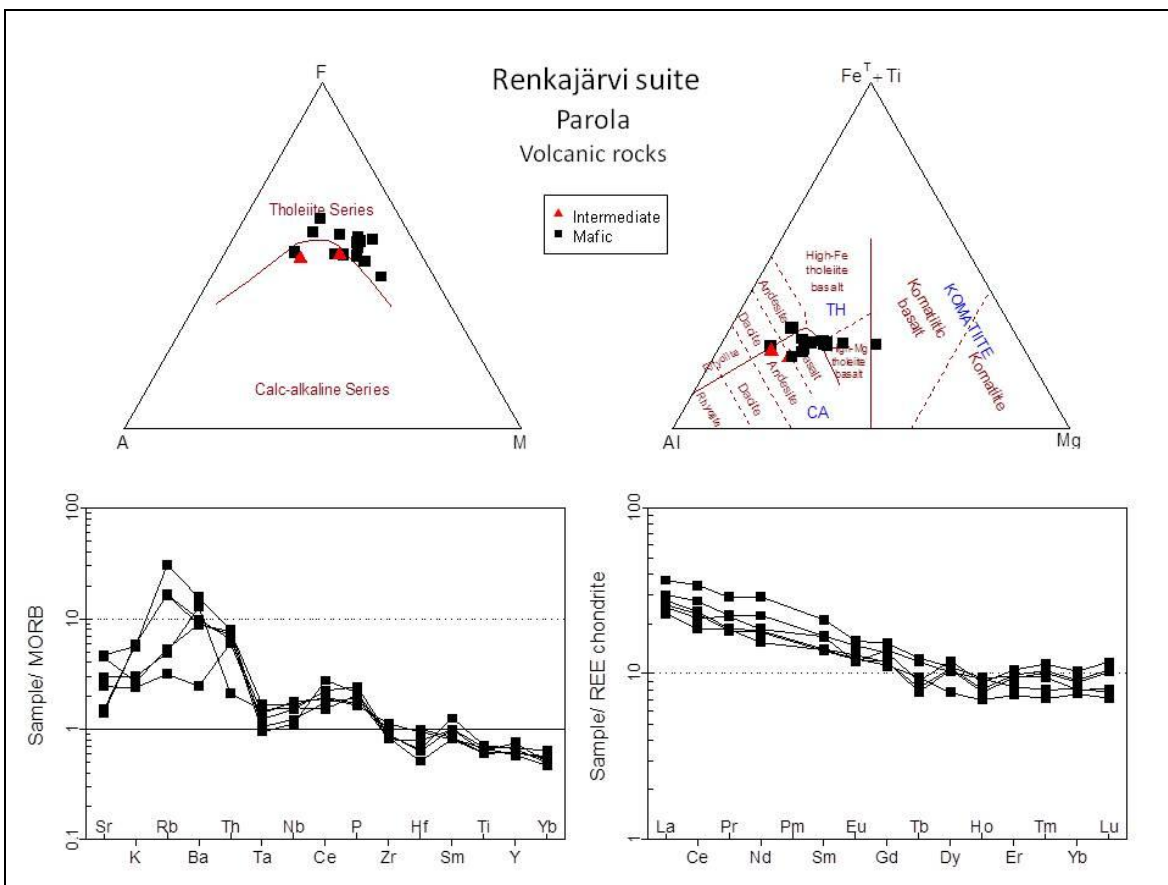
Kuva1. Parolan vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

Parolan profiiliin luetaan tässä yhteydessä kuuluvaksi kaikki Renkajärven seurueen itäosan vulkaniitit, alkaen Parolan ja Hämeenlinnan länsipuolelta ja ulottuen Hämeenlinnasta noin 30 km itään (Kuvat 1 ja 2). Vulkaniittiseurue on leveimmillään Parolan ja Hämeenlinnan länsipuolella ja itää kohti se kuroutuu kapeaksi. Eniten vulkaniittianalyysijä on käytössä juuri länsiosista, luoteis-kaakkosuuntaiselta profiililta. Profiilin kaakkoisosissa Tömäjärven ja Ylisen Savijärven välisellä alueella basalttiset vulkaniitit ovat pääosin tuffeja, yleensä hienorakeisia ja massiivisia. Profiilin keskiosissa Ylisen Savijärven eteläpuolella on myös laavasyntyisiä massamaisia (Kuva 4) ja mantelirakenteisia uraliittiporfyyriitteja. Pohjoisempaan Ylisen Savijärven pohjoispuolella basalttiset tuffit ja tuffibreksiat ovat vallitsevia. Niissä on välikerroksiina massamaisia uraliittiporfyyriittejä (Kuva 5), joissa on paikoin tynnylaavabreksioita ja myös mantelirakennetta. Profiilin luoteisosassa Alisen Savijärven pohjoispuolella on mantelirakenteisia basalttisia laavoja, kuitenkin sielläkin enemmistönä ovat mafiset tuffit. Hämeenlinnan itäpuolella mafiset tuffit ja tuffibreksiat ovat vallitsevia. Siellä tavataan myös felsisiä tuffeja.

Alueella on muutamia tutkittuja malmiaiheita, kaivostoimintaa ei kuitenkaan ole ollut. Rautaruukki ja myöhemmin Outokumpu Oy tutkivat 1980-luvulla Hämeenlinnan itäpuolella Katumajärven maastossa VMS-malmeihin viittaavaa muuttumisvyöhykettä, jossa havaittiin kordieriitti-antofylliittikiviin liittyvä kuparimineralisaatio (Kinnunen 1984, 1987b). GTK selvitti 1990-luvun lopulla Hattulan Hyrvälän-Ilveskallion alueella Cu-lohkareiden alkuperää kairaamalla joitakin geofysiikan ja geokemian anomaliaita (Kärkkäinen et al. 1998). Rautaruukki Oy:n tutki 1980-luvulla karsikiviin liittyviä wolframiesiintymiä, pääosin Hattulan kunnan alueella sekä Hämeenlinnan eteläosassa, mm. Tömäjärvellä (Kinnunen 1985a; 1986a–1986d; 1987c). Pääjärven länsipuolella on sinkki-kupari-kulta esiintymä, jota Outokumpu Oy tutki 1981 (Mäkelä 1981).



Kuva2. Parolan vulkaanisten kivien analysispisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuviissa Parolan vulkaniittijakson vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

AFM diagrammissa Parolan profiilin basaltit sijoittuvat pääosin tholeiittien kenttään ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän välimaastoon (Kuva 3). Korkeimmat Mg-pitoisuudet ovat laavoiksi tulkituista uraliittiporfyyrieteistä. MORB normalisoidulla hivenainediagrammilla kevytpää on selvästi rikastunut, kuitenkin Ta-Nb minimi on loiva tai puuttuu, samoin Zr-Y trendi on loiva. Kondriittinormalisoidulla REE diagrammilla La-Yb trendi on loivahko, samaa luokkaa kuin länsipuolisilla Halkkokorven vulkaniiteilla. Parolan jakson mafiset vulkaniitit voidaan koostumuksensa perusteella rinnastaa muihin Renkajärven seurueen mafisiin vulkaniitteihin.



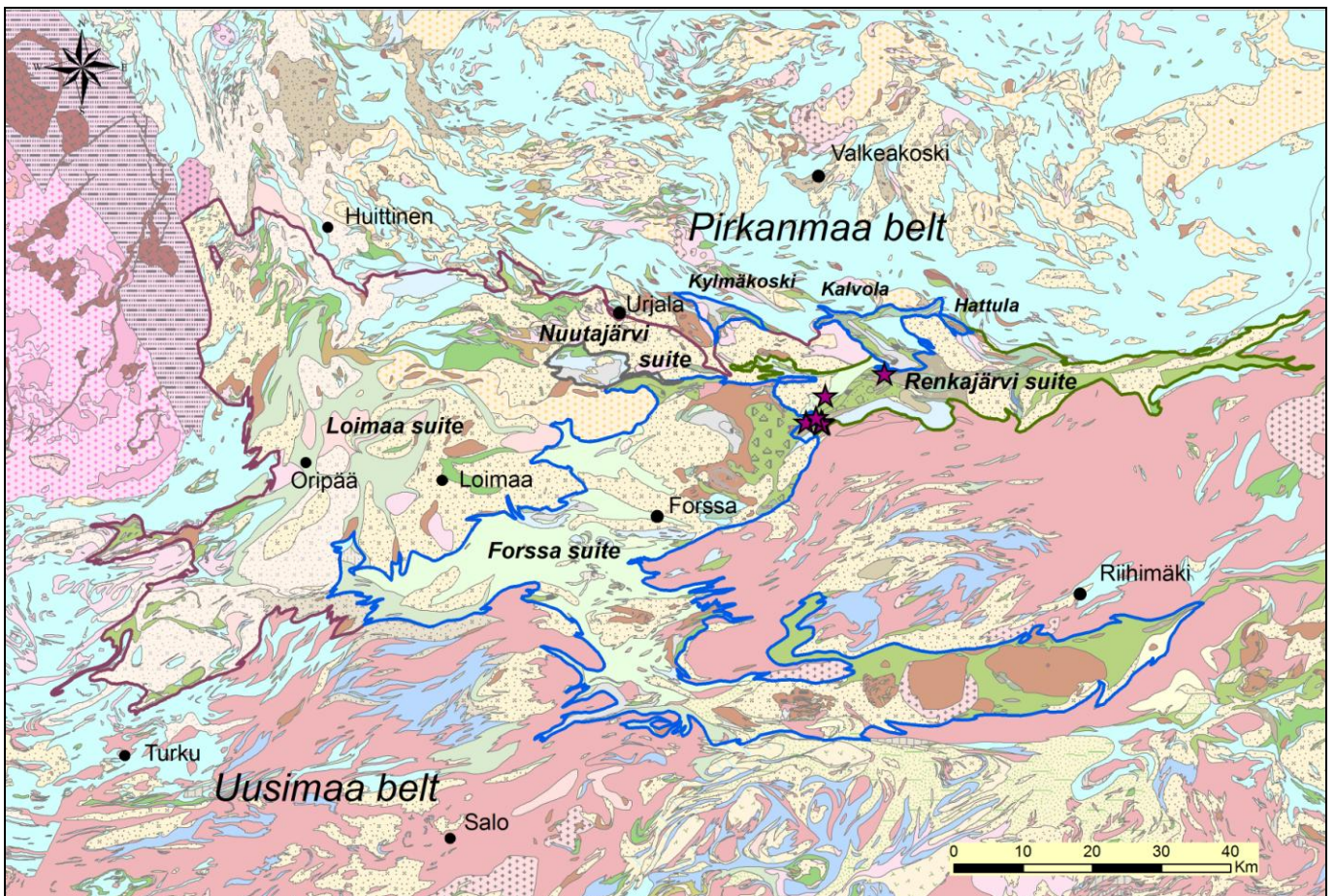
Kuva 4. Mafinen plagioklaasi-uraliittiporfyyriitti, jossa felsisempiä kulmikkaita fragmentteja. Vasta avattu kallionpinta. Laatan pituus 16 cm. y=6766290;x=354070.



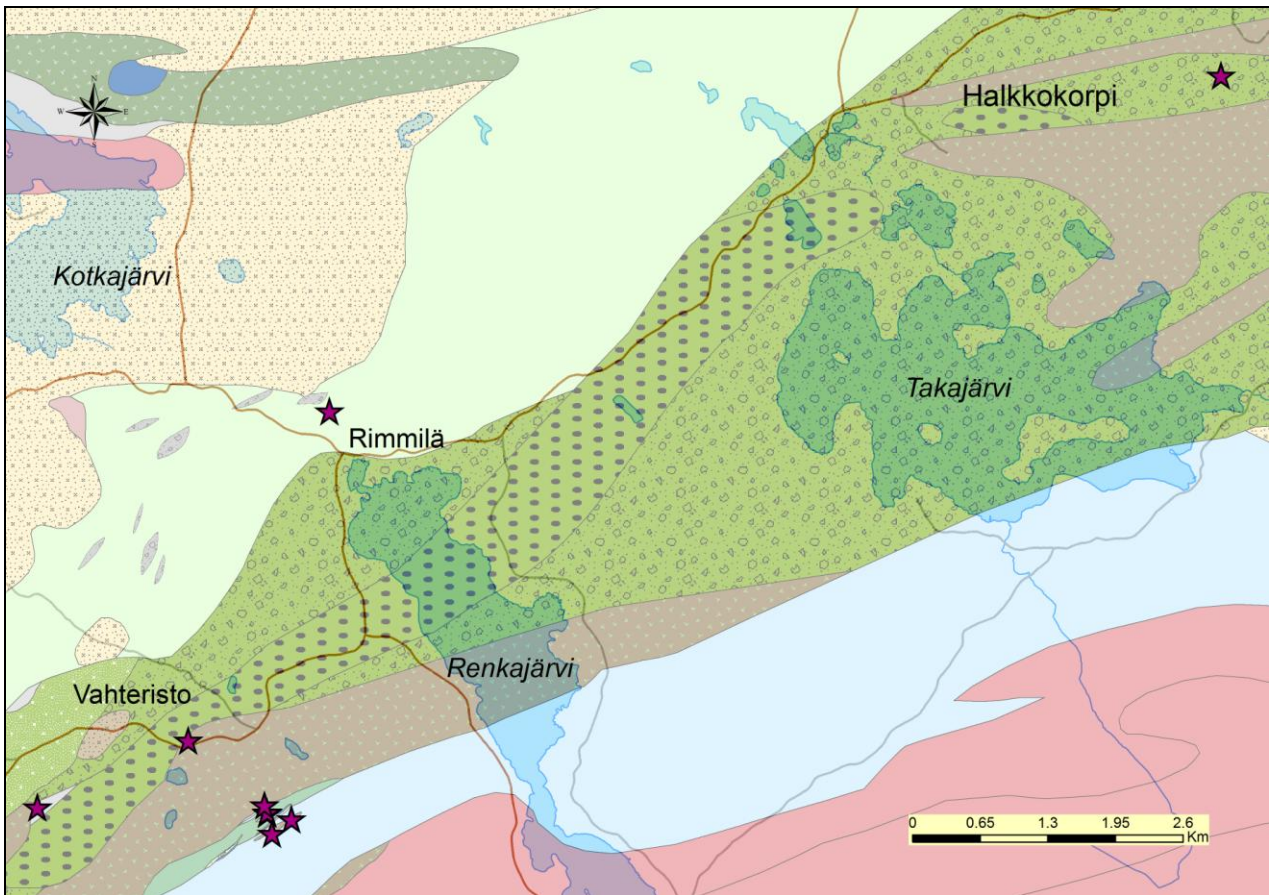
Kuva 5. Mafinen massiivinen uraliitti-plagioklaasiporfyriitti, jossa on felsisempiä fragmenttejaLaatan pituus 16 cm.
y=6767959;x=352261. Sepelilouhos.

LIITE 6. Renkajärven seurue, mafiset juonikivet

Mafiset juonikivet ovat joko leikkaavina tai kerrosmyötäisinä Renkajärven seurueen vulkaniiteissa ja myös kerrosjärjestyksessä alapuolella olevissa turbidiittisissa sedimenteissä. Analysoidut näytteet ovat seurueen länsiosista (Kuvat 1 ja 2). Ne ovat yleensä massamaisia uraliittipofyriitteja tai uraliitti-plagioklaasiporfyyriitteja kontaktien sivukiviin ollessa terävät (Kuva 3). Plagioklaasiporfyyrijuonet ovat harvinaisempia. Mafisten juonien paksuus vaihtelee yleensä kymmenistä senteistä muutamaan metriin. Niiden keskiosissa on paikoin mantelirakennetta. Uraliittihajarakeiden määrä vaihtelee, koko on yleensä 0,5 – 15 mm. Plagioklaasihajarakeiden määrä on yleensä vähäinen tai ne puuttuvat kokonaan. Jäätymis-reunukset ovat yleensä vain muutamia senttejä, ja usein ne ovat vain heikosti havaittavissa. Kuparikiisua on paikoin silmin havaittavana pirotteena.



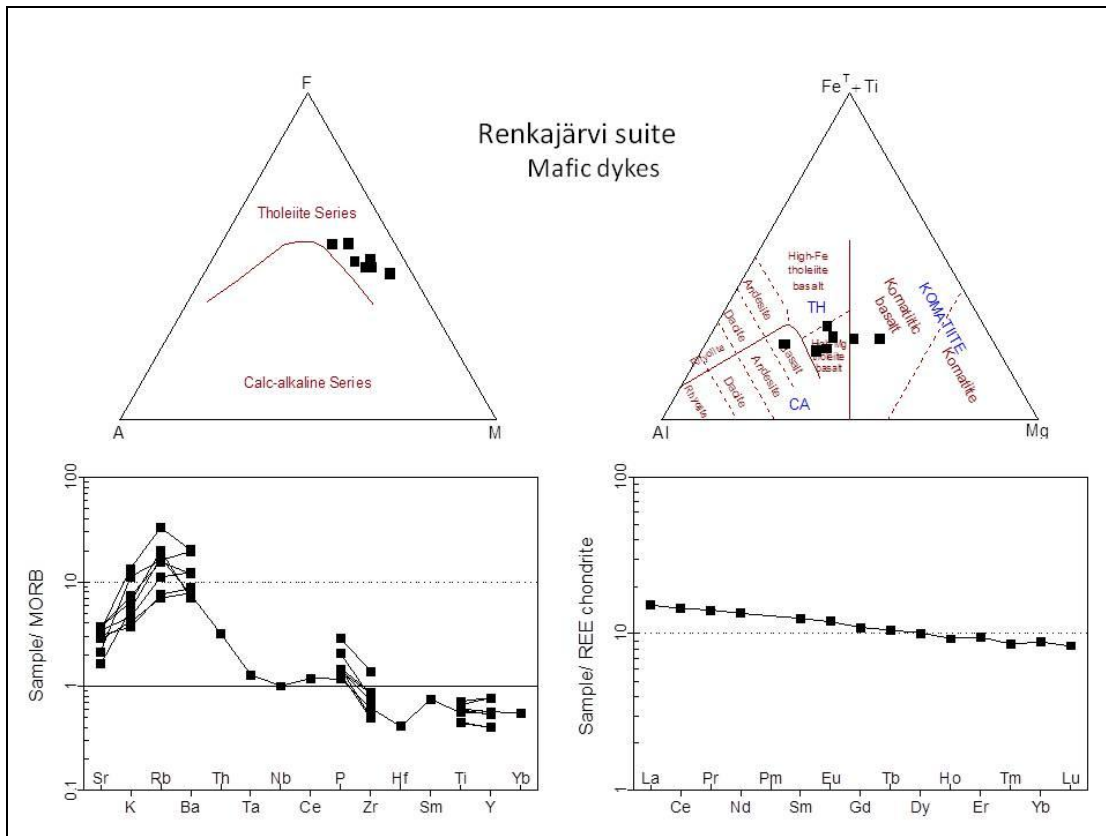
Kuval. Renkajärven seurue. Mafisten juonikivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva2. Renkajärven seurueen mafisten juonikivien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

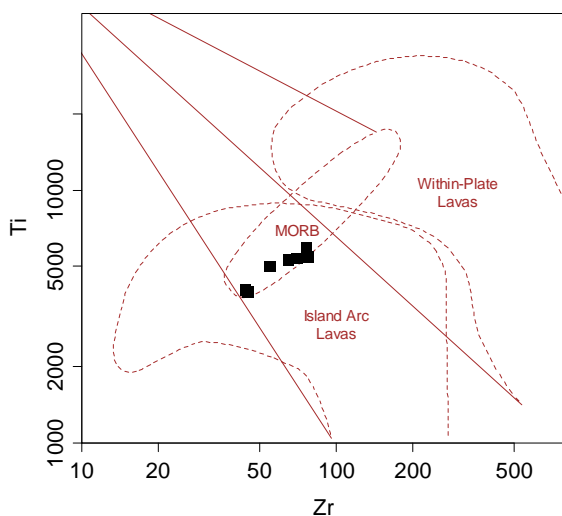


Kuva 3. Vulkaanista breksiaa terävästi leikkaava mafinen juonikivi. Laatan pituus 10 cm. y=6761367, x=339865.



Kuva 4. Yläkuviissa Renkajärven seurueen mafisten juonikivien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuviissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan. Osittaiset analyysit täydennyksenä.

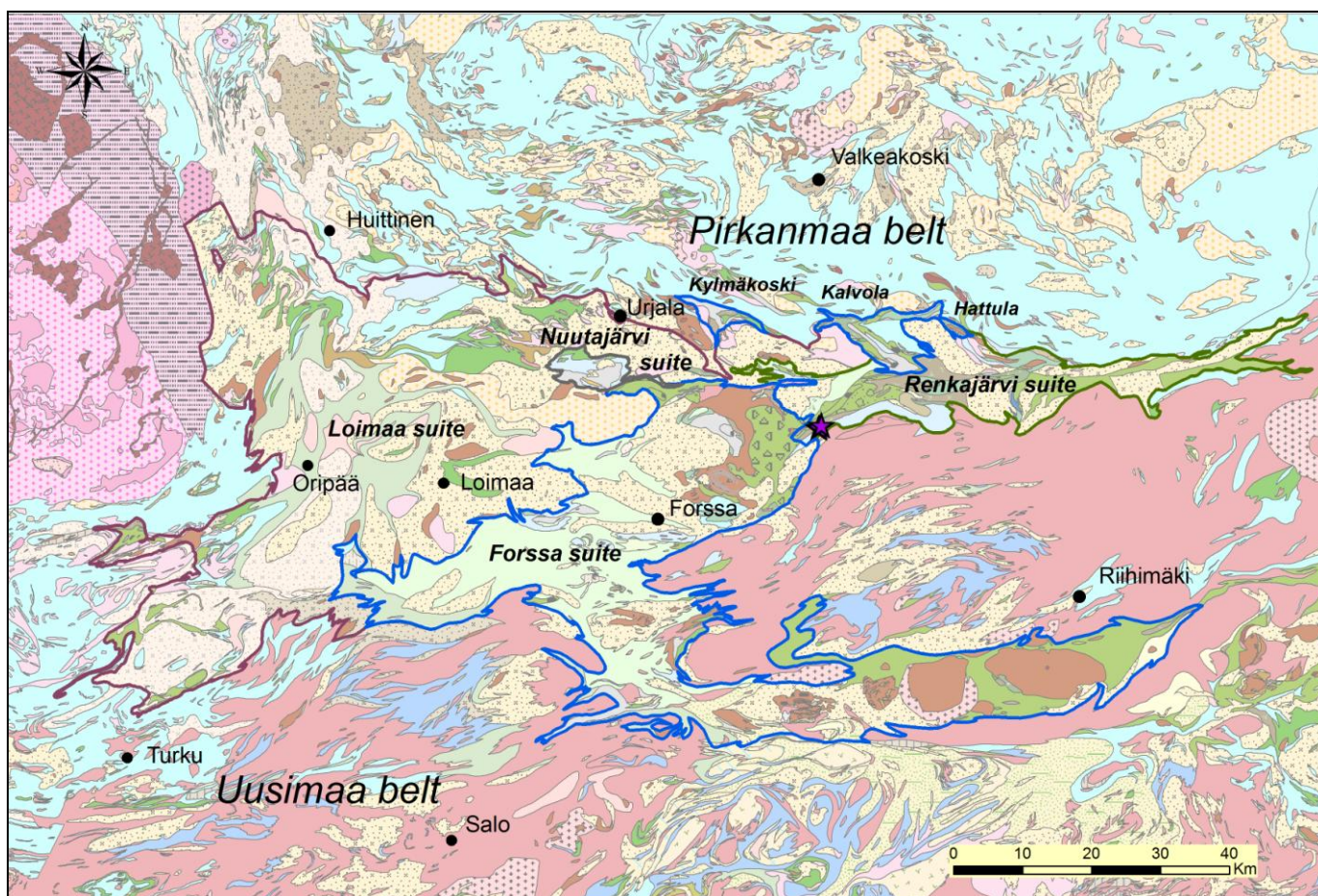
Kuvan 4. kolmiodiagrammeissa mafisten juonikivien analyysipisteet sijoittuvat tholeiittien kenttään. MORB-normalisoidussa spiderdiagrammissa ei ole Ta-Nb minimiä, Zr-Y trendi on loiva samoin kuin kondriittinormalisoidun REE diagrammin La-Yb trendi (Kuva 4). Ti-Zr diagrammissa kaikki analyysipisteet sijoittuvat MORB kenttään (Kuva 5). Juonien koostumus kuvastaa niiden primitiivistä alkuperää ja on korreloitavissa muihin Renkajärven seurueen mafisiin vulkaanisiin kiviin.



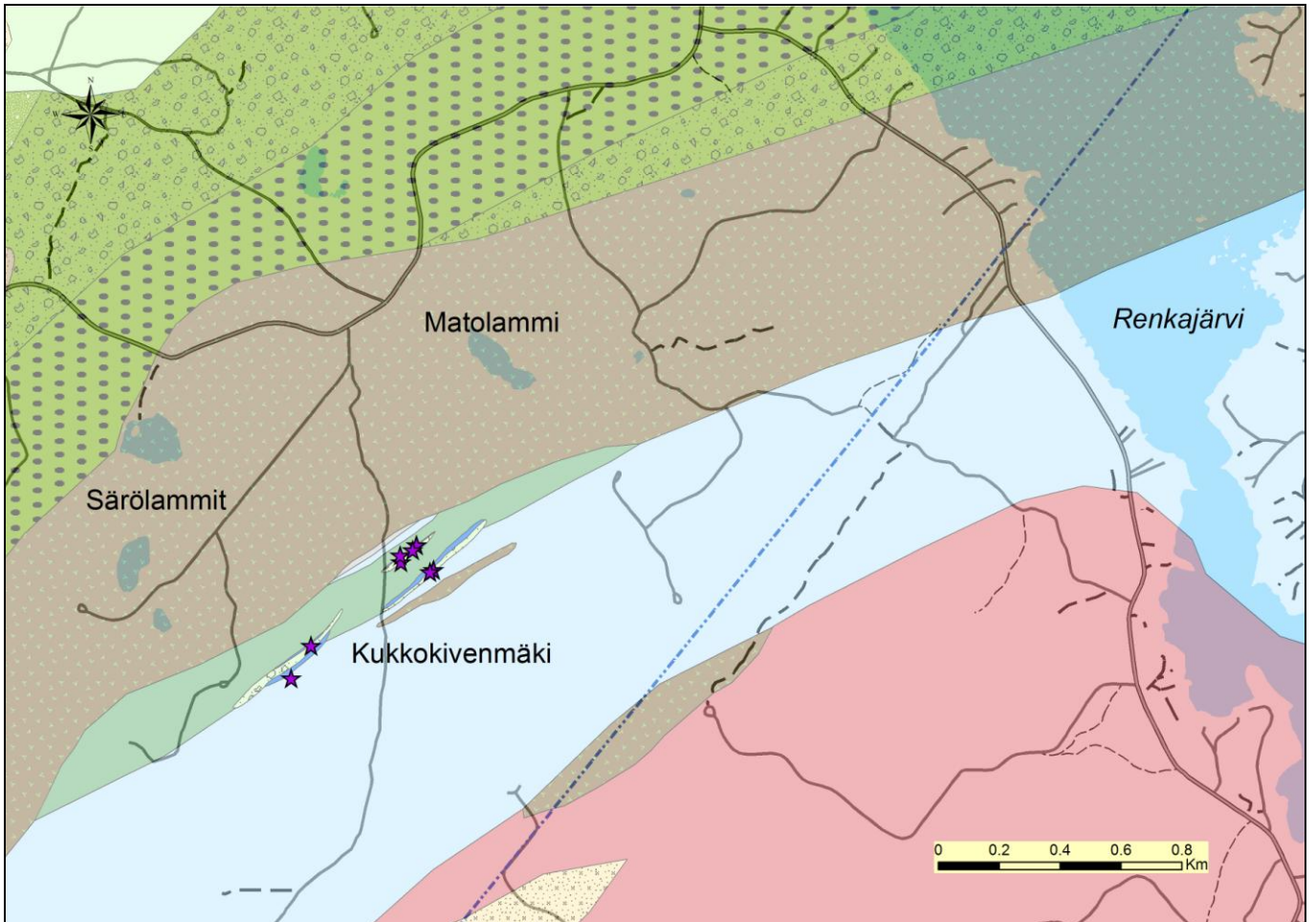
Kuva 5. Renkajärven seurueen mafisten juonikivien koostumus Pearcen (1982) Ti-Zr diagrammissa.

LIITE 7. Renkajärven seurue, konglomeraatit

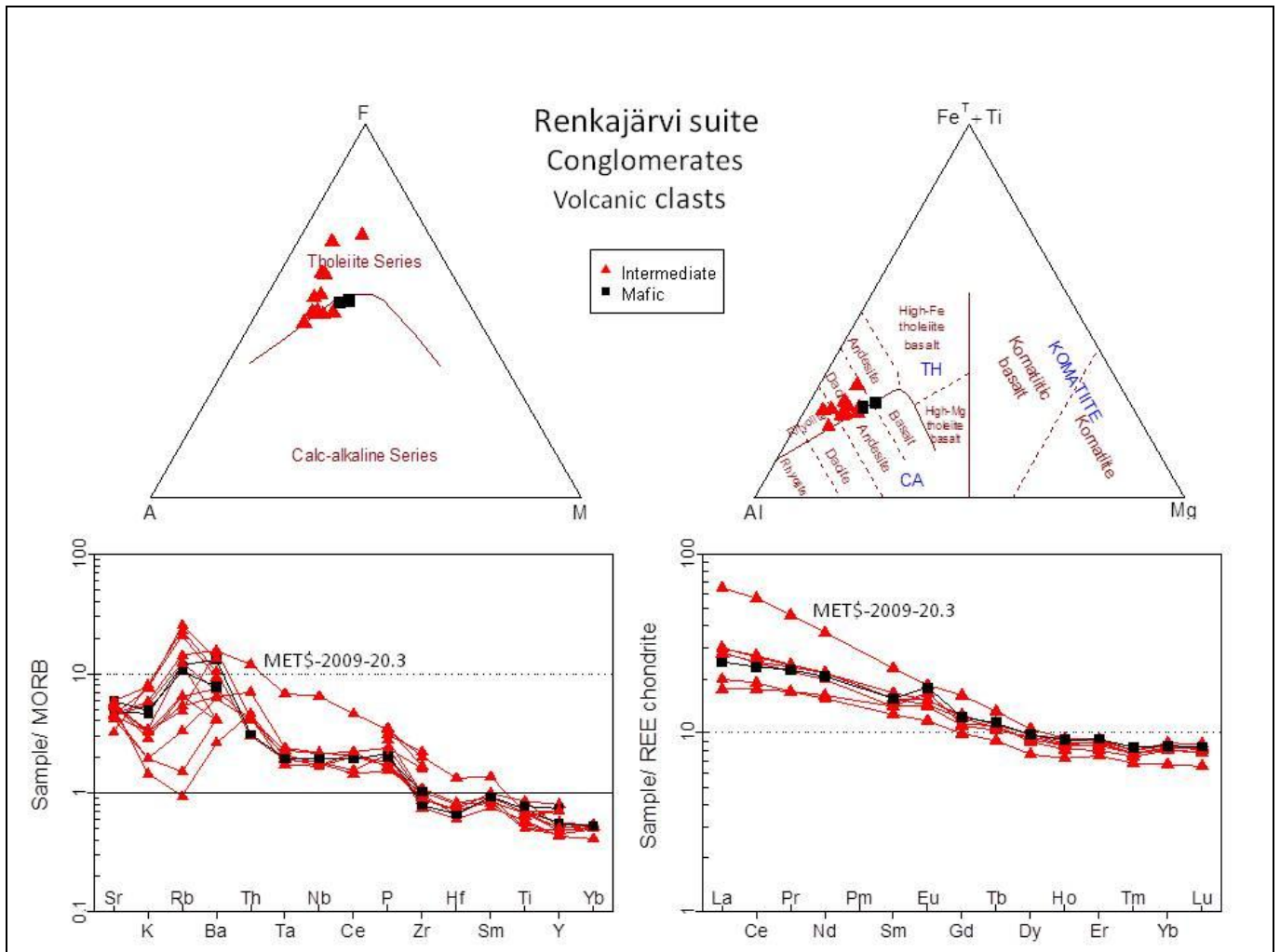
Renkajärven seurueen kerrostumis pohjana ovat turbidiittiset sedimenttikivet, joissa on harvakseltaan kapeita mafisia ja intermediäärisiä tuffivälikerroksia. Kerrallisuusrakenteet osoittavat sedimenttien kerrostumissuunnan olleen kohti Hämeen vyöhykkeen vulkaniitteja. Sedimenttien ja vulkaniittien kontakti ei ole paljastunut. Niiden välissä on kapeimmillaan noin kymmenen metrin maapeite. Vulkaniiittipatjan alimmaisena kerrostumana sedimenttikivien päällä on lähes monomiktinen osittain klastikannatteinen vulkaaninen konglomeraatti, jonka paksuus on ainakin 10 metriä. Klastit ovat yleensä 10-20 cm:n kokoisia, joskin yli puolen metrin kokoisiakin tavataan, varsinkin kerrostuman länsiosista (Kuvat 4, 5, 6). Koostumukseltaan klastit ovat pääosin andesiitteja, asultaan suuntautumattomia plagioklaasi-uraliittiporfyyriittejä. Matriksi on yleensä mafista tuhkaa. Kerrosjärjestyksessä konglomeraatin yläpuolella on oksidifasiuksen serttiraitainen rautamuodostuma, paksuudeltaan useita metrejä (Kuva 7). Vastaavanlaisia konglomeraatti-rautamuodostumahorisontteja on myös kerrosjärjestyksessä ylempänä, joskin ohuempina kerroksina. Niiden välissä on pääosin mafista tuffia, intermediääristen ja felsisten tuffien määrän ollessa vähäinen. Myös peliittisiä sedimenttikiviä on kapeina välikerroksina. Tämän konglomeraatteja ja rautamuodostumia sisältävän kerrostuman paksuus on maksimissaan vajaat 200 metriä (vrt. kuva 3 sivulla 6).



Kuval. Konglomeraattiklastien analysipisteiden (yht. 15 kpl) sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Konglomeeraattiklastien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Konglomeraattiklastien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kolmiodiagrammeissa konglomeraattiklastien analyysipisteet sijoittuvat selvästi tholeiittiseen kenttään. MORB- normalisoidussa spiderdiagrammissa ei ole Ta-Nb minimiä, Zr-Y trendi on loivahko samoin kuin kondriittinormalisoidun REE diagrammin La-Yb trendi. Näytteen MET\$-2009-20.3 koostumus on selvästi muista poikkeava (Kuva 2). Klasitit ovat selvemmin tholeiittisia kuin Renkajärven seurueen vulkaniitit yleensä. Niiden koostumus poikkeaa selvästi myös Forssan seurueen vulkaniiteista, joten klastien alkuperänä ei voitane pitää Forssan seurueen vulkaniitteja.



Kuva 4. Osittain klastikannatteinen vulkaaninen konglomeraatti. y=6761354;x=339891.



Kuva 5. Vulkaaninen konglomeratti, jota leikkaa mafinen uraliittiporfyriittijuoni. y=6761380;x=339784.



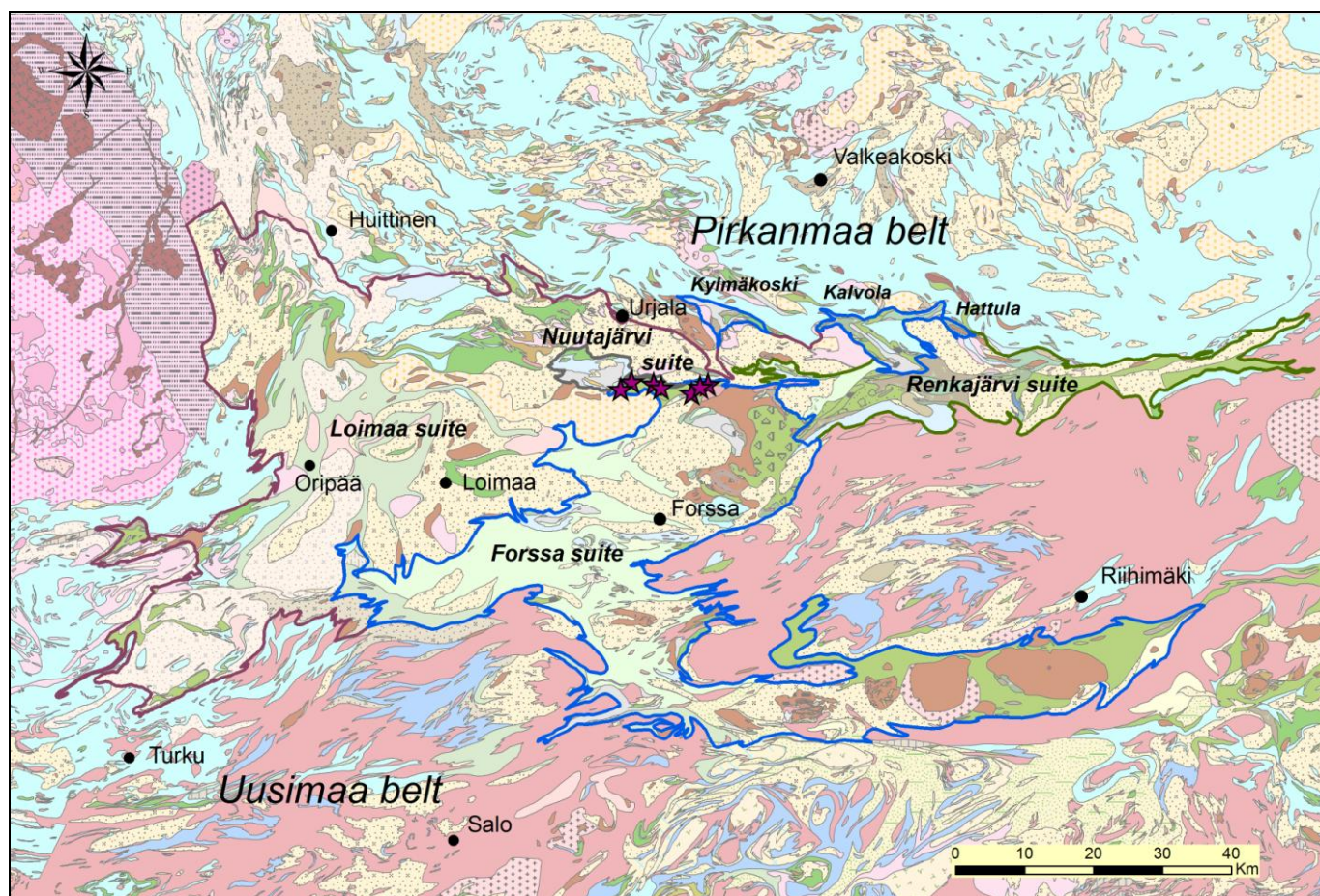
Kuva 6. Klastikannatteinen vulkaaninen konglomeraatti. Iskos mafista tuhkaa. Lapun pituus 15 cm. y= 6761105;x= 339488



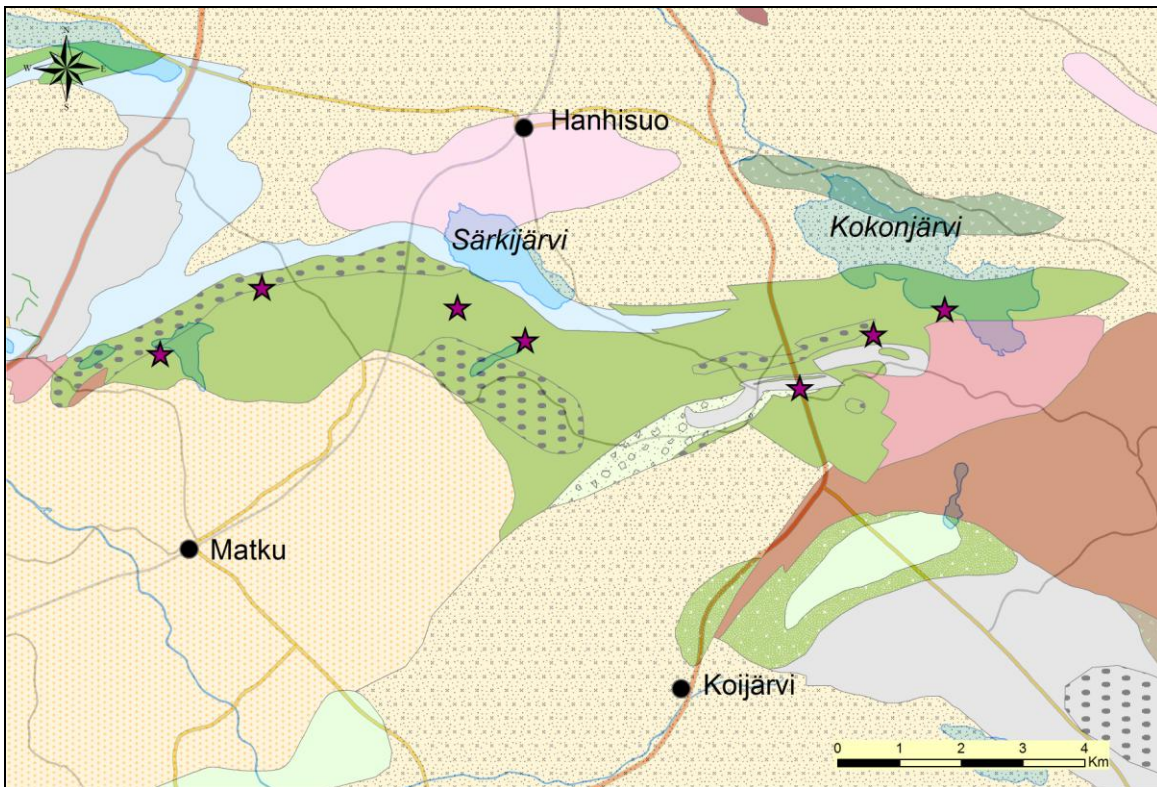
Kuva 7. Serti-magnetiittiraitainen oksidifasieksen rautamuodostuma. Laatan pituus 16 cm. y=6761312;x=339848.

LIITE 8. Forssan seurue, Kokonjärven vulkaniitit

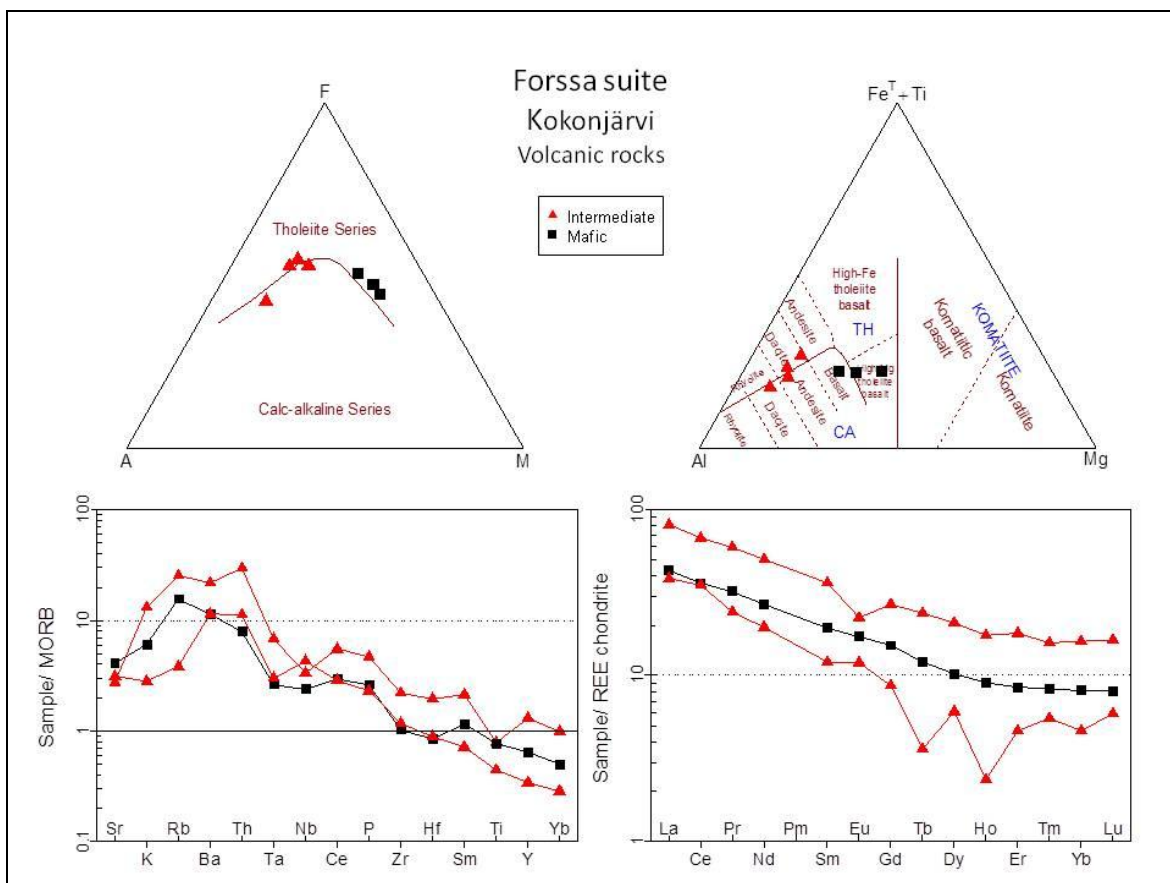
Itä-länsi suuntainen noin 15 km:n pituinen ja 2-3 km leveä Kokonjärven vulkaniittijakso sijoittuu Forssan seurueen pohjoisosaan (Kuvat 1 ja 2). Länsiosistaan se rajoittuu Nuutajärven seurueen eteläosan kiillegneisseihin ja felsisiin vulkaniitteihin ja idässä se päättyy ns. Koijärven pystysuoraan siirroksen. Pohjois- ja eteläpuolella ovat granitoidit. Neuvosen (1956) mukaan tämä Koijärven siirroksen länsipuolinen lohko on noussut itäisen suhteen ja on kerrosjärjestyksessä ylimpänä Nuutajärven antiklinissa koostuen basalttisista ja intermediäärisistä pyroklastiiteista ja laavoista. Hakkaraisen (1994) mukaan Kokonjärven vulkaniittijakson pyroklastiitit ja laavat muodostavat Häme ryhmän (=Renkajärven seurueen) vulkaniittien läntisimmän haarakkeen. Saarnion (1976) pro gradu-tutkielma Kokonjärven vulkaniiteista on jakson itäosasta Kokonjärven ja Särkijärven väliseltä 8 x 4 km:n alueelta. Gradussa kuvataan kerrosjärjestys Kokonjärven ja Koijärven välisellä kaistalla. Alimpana on amfiboliittimuodostuma (100 m). Sen päällä noin 1 km:n paksuinen mafinen vulkaniittimuodostuma, joka koostuu uraliitti- ja plagioklaasiporfyyriittilaavoista, agglomeraateista, lapillituffeista ja tuffiliuskeista. Seuraavana kerrosjärjestyksessä on pääosin intermediäärinen Kokonmäen vulkaniittimuodostuma (300 m), joka sisältää karkeita pyroklastisia breksioita, tuffiliuskeita ja laavoja. Ylimpänä on voimakkaasti myloniittitunut intermediäärinen vulkaniittipatja (alle 200 m). Vulkanismi on ollut rytmillistä, mikä näkyy hienorakeisten tuffiliuskeiden ja karkeiden pyroklastisten breksioiden ja laavapatjojen tiheänä vuorotteluna. Tässä yhteydessä maastotöitä ei tehty Kokonjärven alueella.



Kuva 1. Kokonjärven vulkaniittien analysipisteet Hämeen vyöhykkeellä.



Kuva 2. Kokonjärven vulkaniittien analysispisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Kokonjärven vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kuvan (3) AFM diagrammissa kiteytymistrendi mukailee tholeiittista jakaumaa, kun taas Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammin kiteytymistrendi on enemmän kalkkialkalinen. Spider diagrammeissa Ta-Nb minimiä ei juurikaan ole, kuitenkin Zr-Y sekä La-Yb trendit ovat jyrkät. Koholla olevat kevyet hivenaineet johtunevat subduktiokomponentista ja alhaiset Tb ja Ho lähellä määritysrajaa olevasta virheestä.

Kokonjärven vulkaniittien tholeiittinen luonne ja osittain myös MORB jakauma muistuttavat Renkajärven seurueen mafisia vulkaniitteja. Saarnion (1976) kuvaamat amfiboliitit viittaavat taas Loimaan seurueeseen. Kokonjärven vulkaniittien spider diagrammien jyrkähköt Zr-Y sekä La-Yb trendit ja intermediääristen vulkaniittien runsaus ovat tyypillisiä Forssan seurueelle, johon kuuluvaksi myös Kokonjärven vulkaniitit voidaan näillä perusteilla lukea.

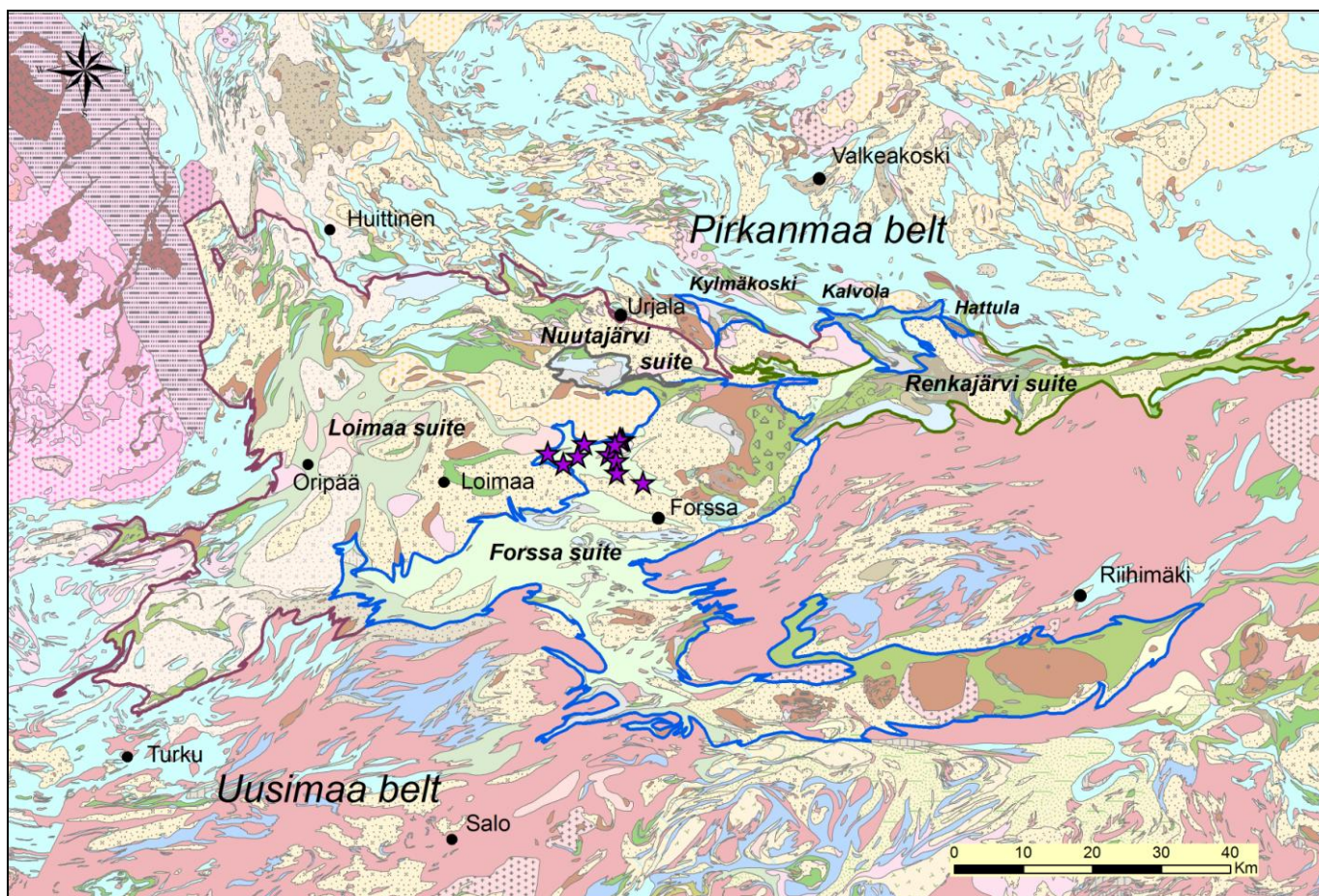


Kuva 4. Pyroklastinen, koostumukseltaan andesiittinen plagioklaasiporfyriitti (plagioklaasihajarakeet vaihtelevan kokoisia). Kuva jakson länsiosasta. Laatan pituus 16 cm. $y = 6767723$; $x = 312058$.

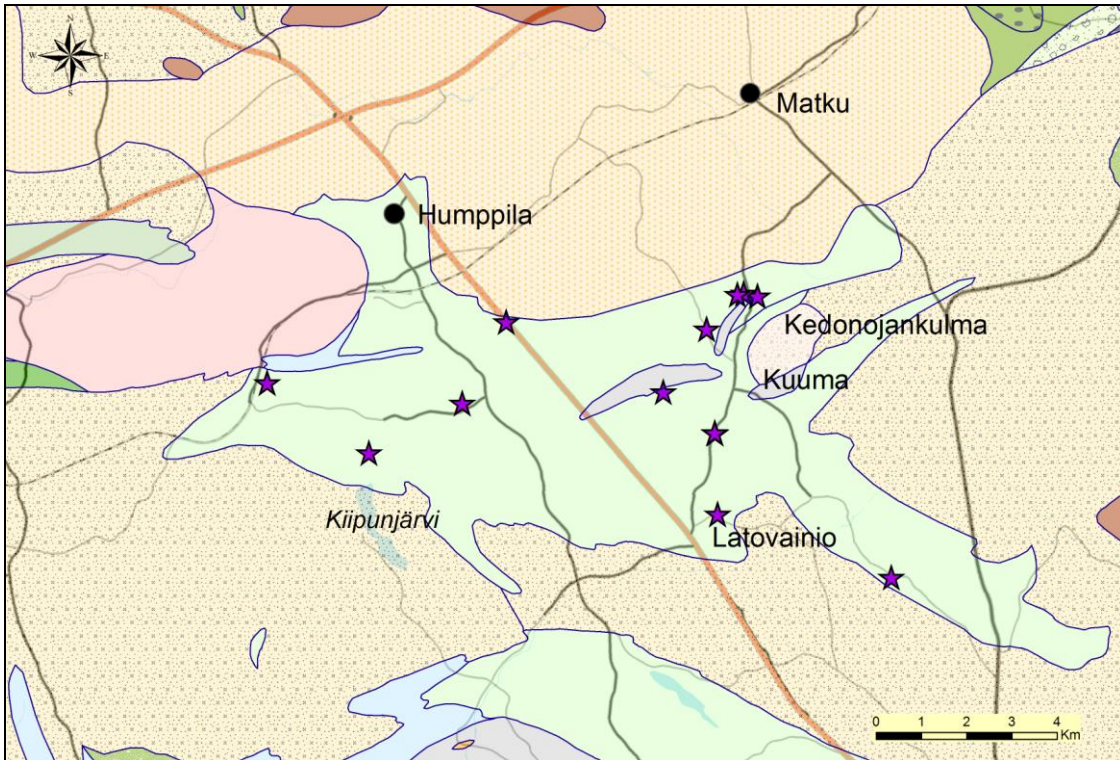
LIITE 9. Forssan seurue, Humppilan vulkaniitit

Humppilan vulkaniittijakso sijaitsee noin 15 km Forssan keskustasta pohjoiseen (Kuvat 1 ja 2). Valtatie 2 menee alueen poikki. Itä-länsi suunnassa jaksolla on leveyttä noin 15 km ja pohjois-etelä suunnassa mittaa on noin 5 km.

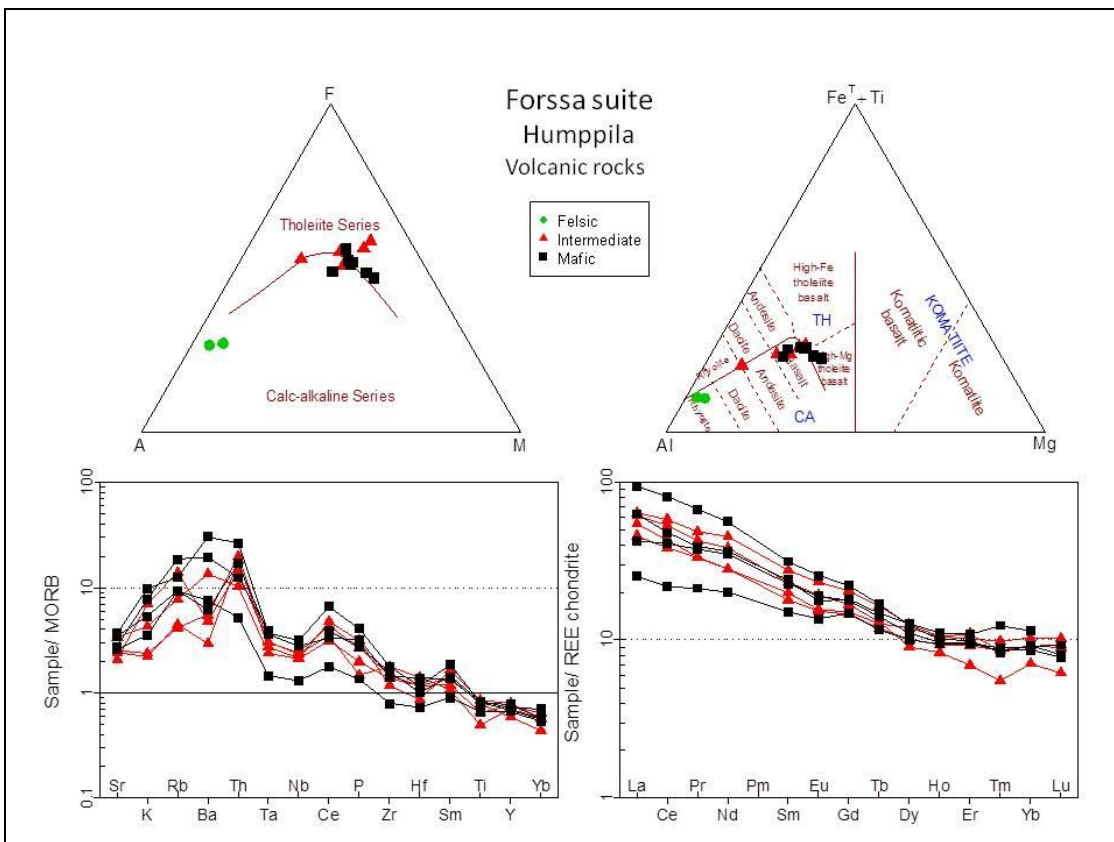
Humppilan vulkaniitit koostuvat pääosin veteen kerrostuneista laavoista ja pyroklastiiteista (Hakkarainen 1989). Paikalla on havaittavissa selvä vaihtuminen eteläosan uraliittihajarakeisista basalteista pohjois-osan pyroklastisiin basalteihin, andesiittisiin tuffeihin ja edelleen ryoliittisiin laavoihin ja tuffeihin. Paikoin on tavattu felsisiä tuffeja leikkaavia plagioklaasiporfyyrijuonia. Mafisen ja felsisen vulkanismin lomittaisuus viittaa vulkanismin bimodaaliseen luonteeseen. Alueen koillisosassa Kuuman kyläalueen pohjoispuolella uraliittiporfyyriset basalttiset pyroklastiset vulkaniitit ovat vallitsevia. Niiden mafisessa perusmassassa on yleensä runsaasti felsisempiä, lähinnä intermediäärisiä fragmentteja. Andesiittiset ja ryoliittiset kivet ovat siellä vähemmistönä. Hakkarainen (1994) erottaa nämä kivet kuuluvaksi Häme ryhmään erotukseksi muista Forssa ryhmän kivistä. Koostumuksensa perusteella kaikki Humppilan vulkaniittijakson kivet on tässä tutkimuksessa luettu kuuluvaksi Forssan seurueeseen. Kuvat 4,5,6 ja 7 alueen vulkaniiteista.



Kuva1. Humppilan vulkaanisten kivien analysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Humpilan vulkaanisten kivien analysispisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuvissa Humpilan vulkaanisten kivien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) ja Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

AFM diagrammissa Humppilan jakson vulkaniittien koostumus sijoittuu pääosin tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän rajalle. Al-(Fet+Ti)-Mg diagrammissa sijainti on pääosin kalkkialkalisella alueella kiteytymistrendin ollessa myös kalkkialkalisena. Heinon (2006) mukaan Humppilan vulkaniittijaksoon kuuluvan Latovainion alueen vulkaniitit ovat niin ikään kalkkialkalisia. Spider diagrammeissa Ta-Nb minimi on selvä ja Zr-Y sekä La-Yb trendit ovat jyrkähköt. Ne kuvastavat saarikaariympäristön kalkkialkalista vulkanismia. Keveiden hivenalkuaineiden K, Rb ja Ba rikastuminen aiheutuu subduktiosta. Spider diagrammien alin musta käyrä on näytteestä, joka on Latovainion primitiivisen tyynylaavan yhdestä tyynystä.

Humppilan vulkaniittijakson eteläosaan sijoittuu GTK:n tutkima Kuuman sinkkimalmiaihe (Tiainen et al. 2013). Jakson koillisosassa on vulkaniittien sisään jäävä porfyyrinen tonaliitti, johon liittyy Kedonojakulman Cu-Au esiintymä (Tiainen et al. 2012).



Kuva 4. Plagioklaasihajarakeita sisältävä breksiarakenteinen felsinen vulkaniitti. Laatan pituus 16 cm. y=6759220;x=311654.



Kuva 5. Felsinen tuffi. Laatan pituus 16 cm. y= 6757246;x=311309.



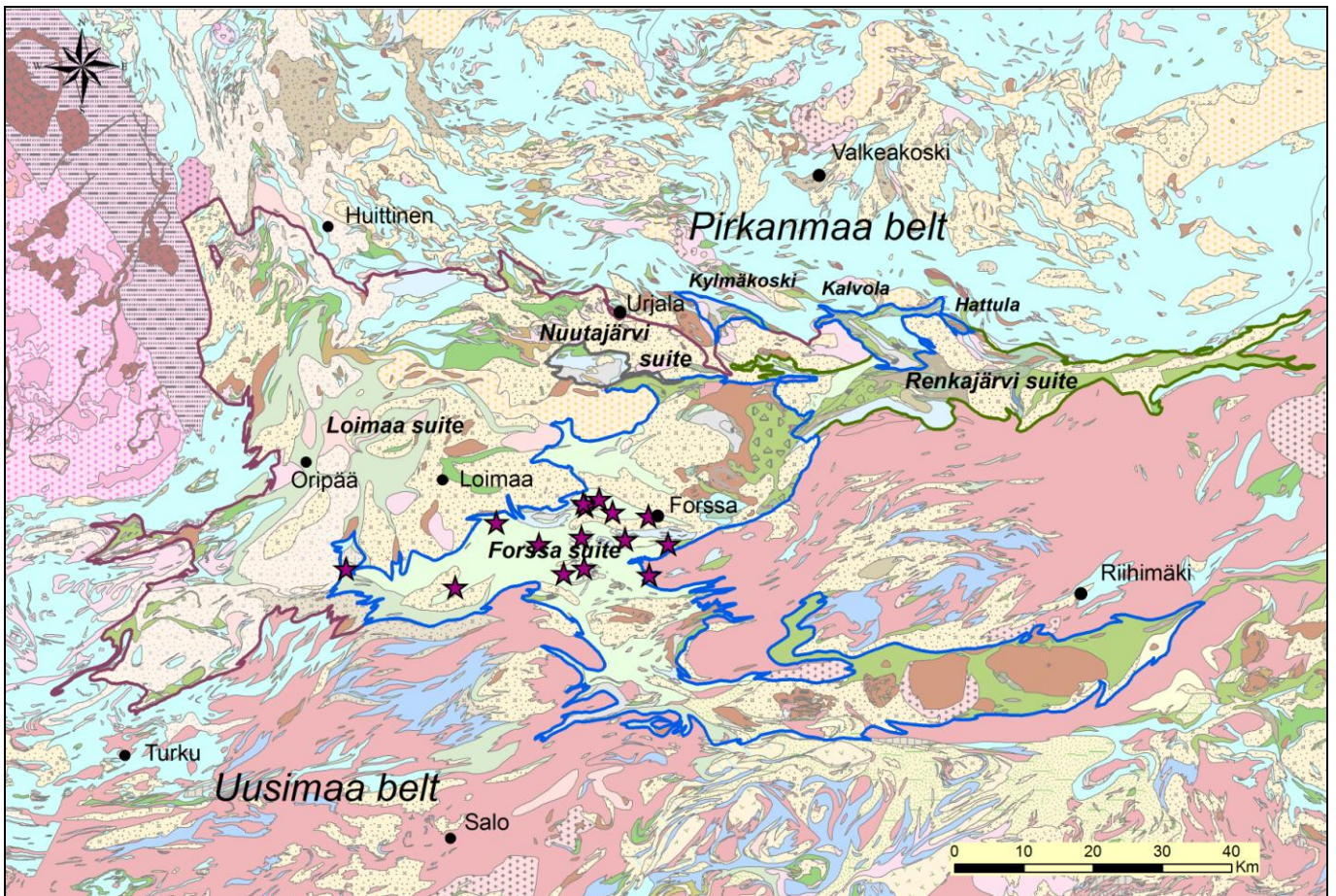
Kuva 6. Intermediäärinen plagioklaasiporfyriitti. Laatan pituus 10 cm. y=6756914;x=308248.



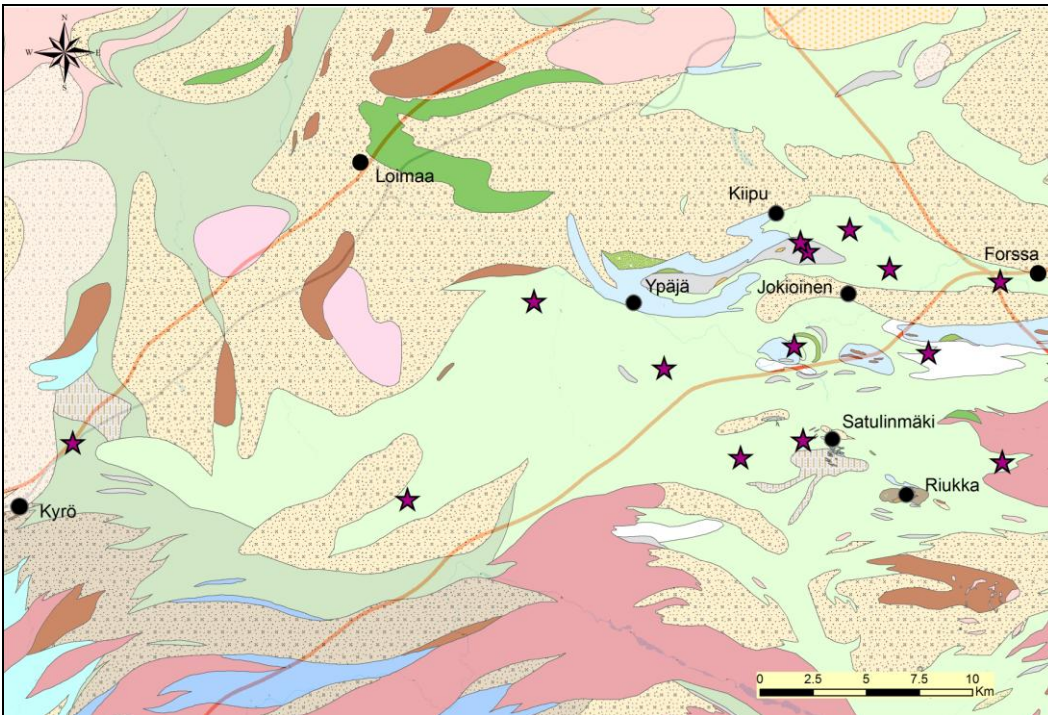
Kuva 7. Massamainen mafinen uraliittiporfyyriitti. Laatan pituus 16 cm. y= 6757275;x=300123.

LIITE 10. Forssan seurue, Jokioisten vulkaniitit

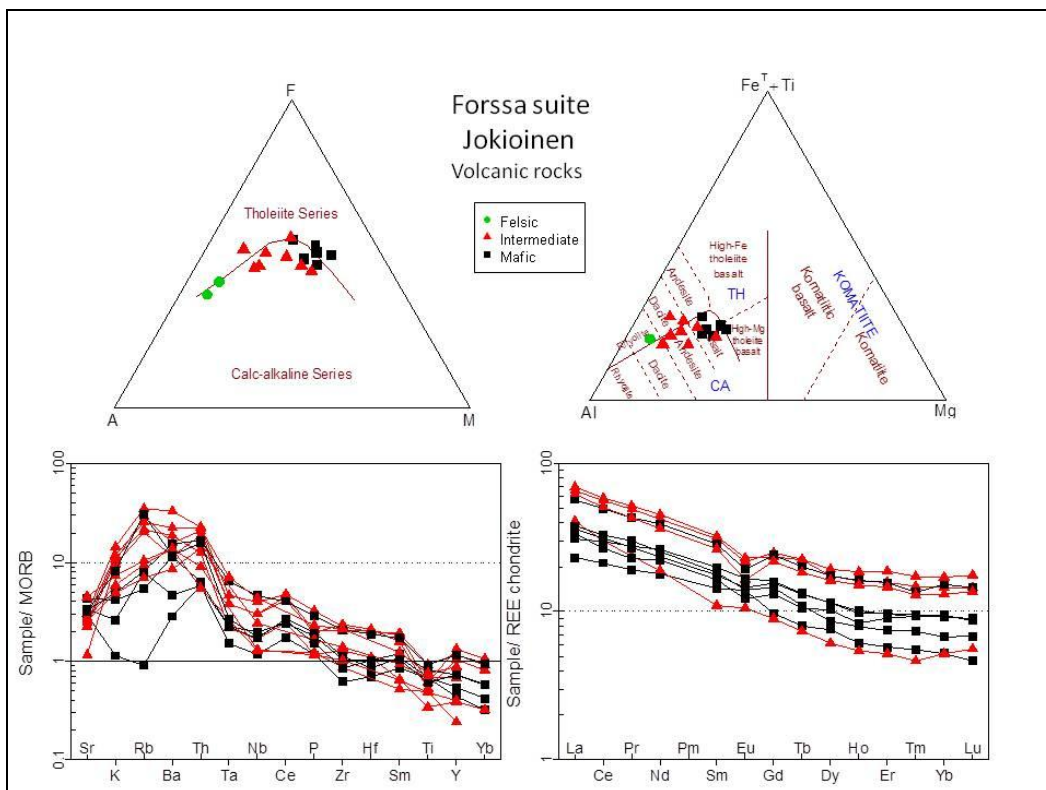
Jokioisten itä- länsi -suuntainen vajaan 50 km pitkä vulkaniittijakso sijoittuu Forssan kaupungin ja Kyrön taajaman väliselle alueelle (Kuvat 1 ja 2). Tässä yhteydessä maastohavaintojen teko alueelta jäi vähäiseksi. Vuonna 2003 opiskelijoille suunnattu kallioperäkartoituksen jatkokurssi järjestettiin Forssan ympäristössä ja sen tulokset olivat käytössä, lähinnä alueen vanhojen kallioperäkarttojen uudistamisessa (Nironen 2006). Käytävissä oli myös useita opinnäytteitä ja malminetsintäraportteja liittyen lähinnä kohteellisiin malminetsintätutkimuksiin. Hakkaraisen (1989 ja 1994) profiilikartoituksen mukaan alueen vulkaniitit ovat pääosin saarikaariympäristön kalkkialkalisia andesiittisiä laavoja, agglomeraatteja ja tuffeja. Ryoliittiset laavat ja tuffit ovat yleisiä basalttisten kivien ollessa harvinaisempia. Useiden stratovulkaanien väliin altaisiin on rapautumisen seurauksena kerrostunut hienorakeisia vulkaniittien rapaumasedimenttejä. Simosen (1956) mukaan Someron pohjoisosan agglomeraateissa on paikoin konglomeraattisia kerroksia, joiden iskos on aina amfiboliittia. Mafinen iskos on yleistä kaikkialla Hämeen vyöhykkeen pyroklastiiteissa ja vulkaanisissa konglomeraateissa.



Kuva 1. Jokioisten vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Jokioisten vulkaanisten kiven analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

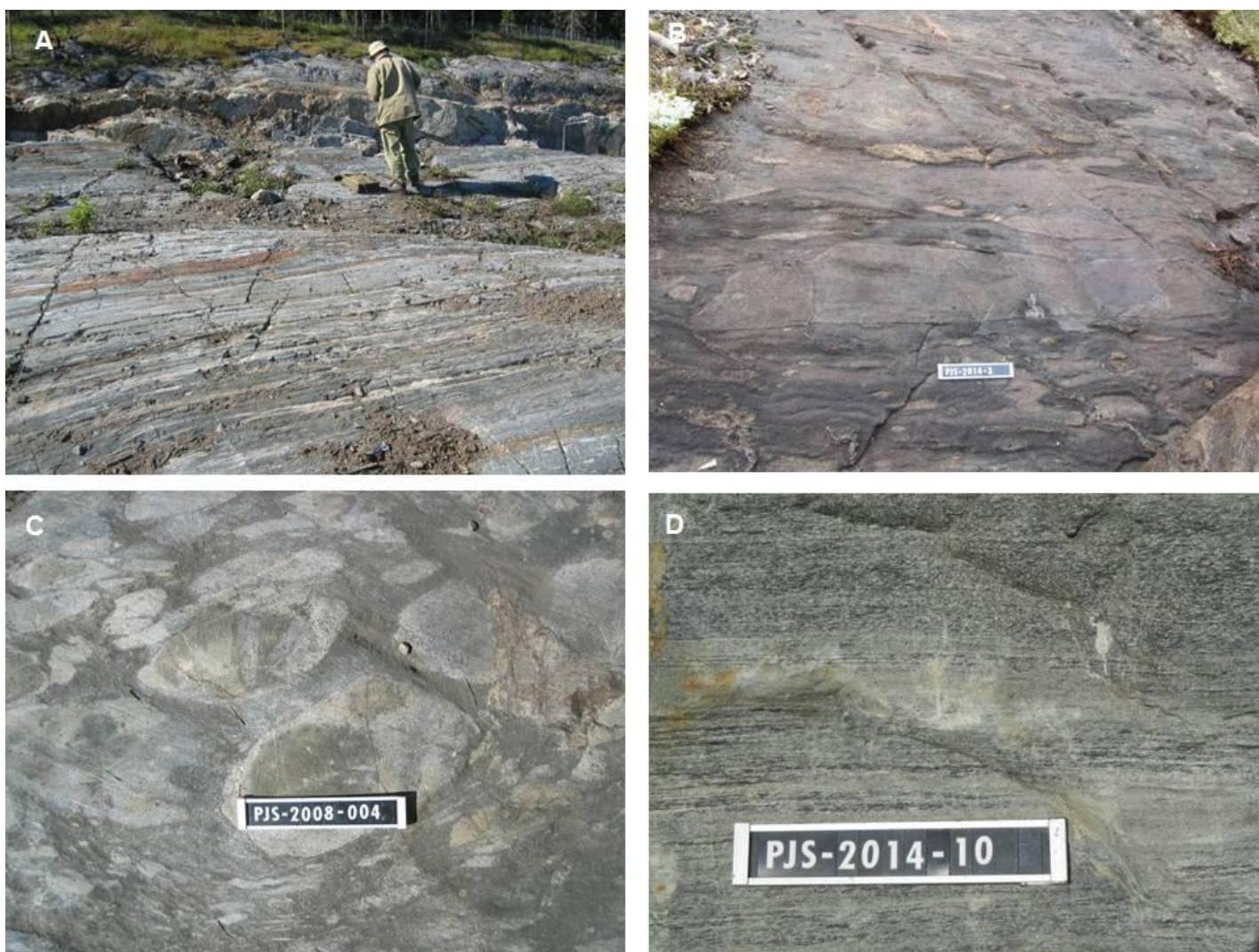


Kuva 3. Yläkuvissa Jokioisten vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Oheiset diagrammit on laadittu pääosin Lahtisen 1996 ja GTK:n kalliogeokemian 2008 aineistoista (Kuva 3). Kolmiodiagrammeissa kiteytymistrendi on kalkkialkalinainen. Sama trendi on havaittavissa myös yksittäisissä kohteellisissa tutkimuksissa, kuten Perälän (2003) ja Etelämäen (2007) pro graduissa Someron

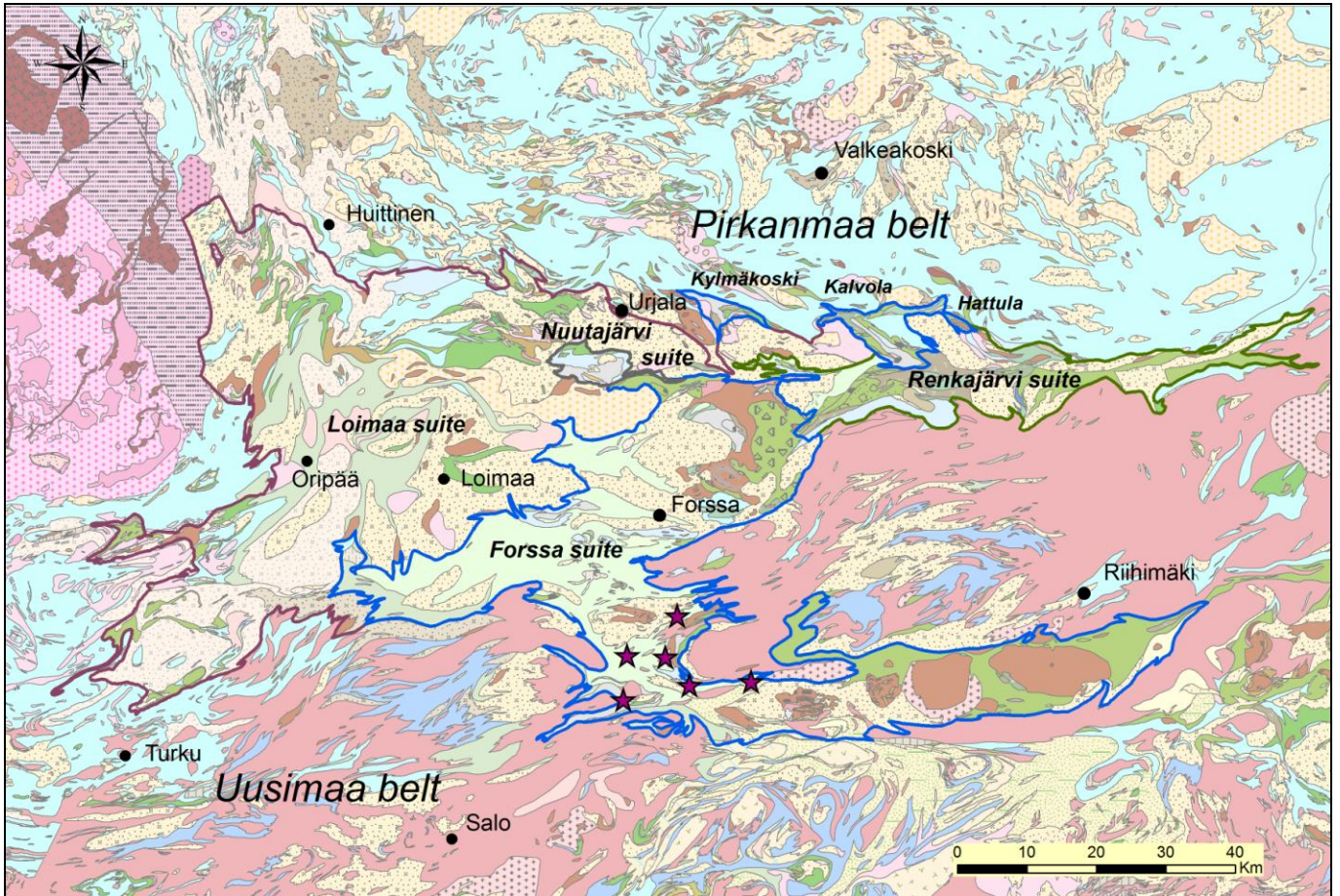
Satulinmäen ja Tammelan Riukan kultamineralisaatioiden ympäristön kivissä, sekä Lindroosin (1980) pro gradussa Ypäjän ja Jokioisten alueelta. MORB-normalisoidun hivenainediagrammin kohtalaisen selvä Ta-Nb minimi ja jyrkkä Zr-Y trendi ovat tyypillisiä saarikaarityypin vulkaniiteille, samoin korkeat K, Rb ja B sekä kondriittinormalisoidun REE diagrammin korkea La/Yb suhde.

Jokioisten alueella on useita tutkittuja malmiaiheita. Outokumpu Oy on tutkinut Ypäjän pohjoispuolista Kiipun felsisiin vulkaniitteihin liittyvää Zn-mineralisaatiota aktiivisimmin 1980- ja 1990-luvuilla (Mäkelä, 1980a; Lindroos, 1980; Ruskeeniemi 1991). Jokioisten kaakkoisosassa on kaksi kulta-aihetta, toinen OKU:n ja GTK:n tutkima Satulinmäen esiintymä andesiittisten metavulkaniittien hiertovyhykkeessä (Perrälä 2003; Kärkkäinen et al. 2010) ja toinen GTK:n tutkima Riukan esiintymä intermediääristen vulkaniittien muuttumisvyöhykkeessä (Etelämäki 2007; Kärkkäinen et al. 2007). Synnyltään nämä kultamalmit on luettu metamorfoutuneiksi epitermisiksi tai orogeenisiksi tyypeiksi. Jokioisten ja sen eteläpuolisen Some-ron alueella, osittain myös Tammelan alueella, on lituimpitoisten pegmatiittien kenttä (Alviola 1993a, 1993b).



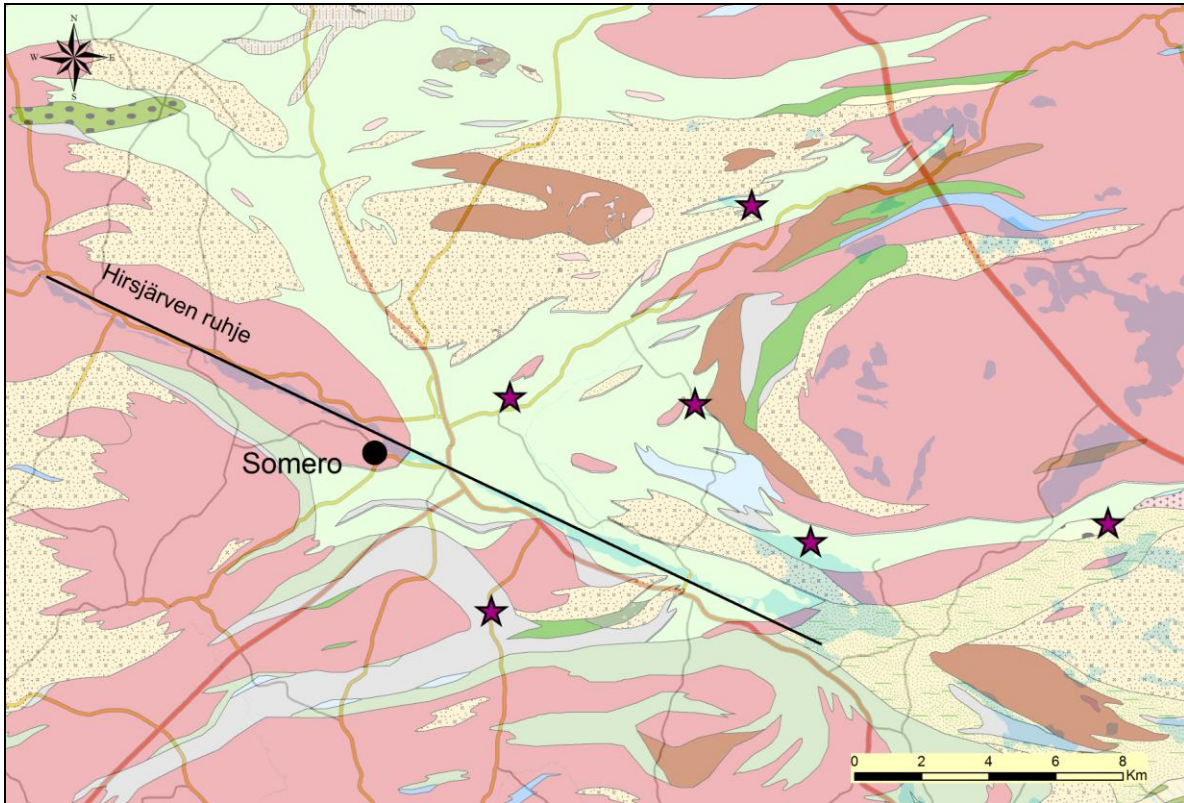
Kuva 4. Jokioisten vulkaniittityyppejä. (A) Forssan keskustan itä-läntiseen ruhjeeseen sijoittuva voimakkaan raitainen vulkaanisperäinen kivi, $y=6748109;x=314301$. (B) Pyroklastinen breksia, jossa mafisessa perusmassassa litistyneitä intermediäarisä fragmentteja, $y=6744570;x=315850$. (C) Intermediäärinen pyroklastiitti, jossa mafisemmassa perusmassaa pyöreähköjä felsisempiä fragmentteja, osin konsentrisiä. Kaatopaikan tie, $y=6744906;x=314441$. (D) Intermediäärinen voimakkaasta deformaatiosta johtuva koostumusraitainen vulkaniitti, mahdollisesti uudelleenkerrostunut ja liuskettunut tuhka. Tieleikkaus, $y=6743684;x=317186$. Laatan pituus 16 cm.

LIITE 11. Forssan seurue, Someron vulkaniitit



Kuva1. Someron vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

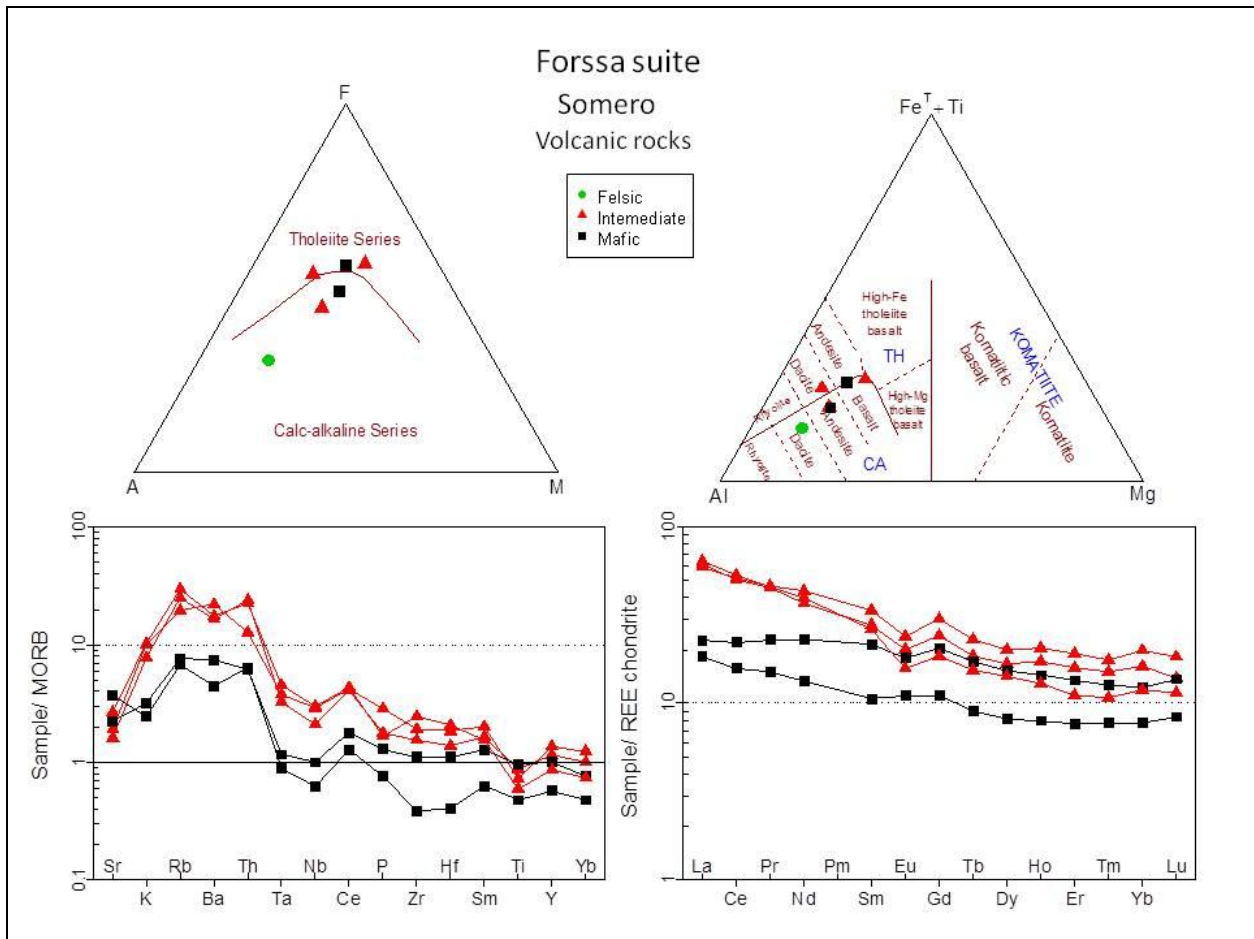
Someron vulkaniittijakso sijaitsee Someron keskustan itäpuolella, missä se haarautuu kahdeksi, noin 20 km pitkäksi haarakkeeksi, joista toinen ulottuu koilliseen ja toinen kaakkoon. Niiden väliin jää Etelä-Suomen graniittiseurueeseen kuuluvia mikrokliingraniitteja. (Kuvat 1 ja 2) Luoteis-kaakko suuntainen Hirsjärven ruhje jakaa Someron vulkaniittijakson kahteen litologisesti erilaiseen osaan lounaispuolella andesiittiset vulkaniitit ovat vallitsevia ja siellä on laaja felsisten vulkaniittien alue. Ruhjeen koillispuolella andesiittien (Kuva 3) lisäksi tavataan mafisia vulkaniitteja sekä turbidiittisiä peliittejä ja gneissejä. Mm. Mäkelä (1989) ja Stel ym. (1989) ovat kuvanneet tarkemmin Someron alueen geologiaa, geokemiaa ja rakennetta.



Kuva 2. Someron vulkaniittijakson vulkaanisten kivien analyysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Kerroksellinen intermediäärinen, ilmeisesti uudelleenkerrostunut tuhkasedimentti. Laatan pituus 16 cm. y=6729739;x=312061.



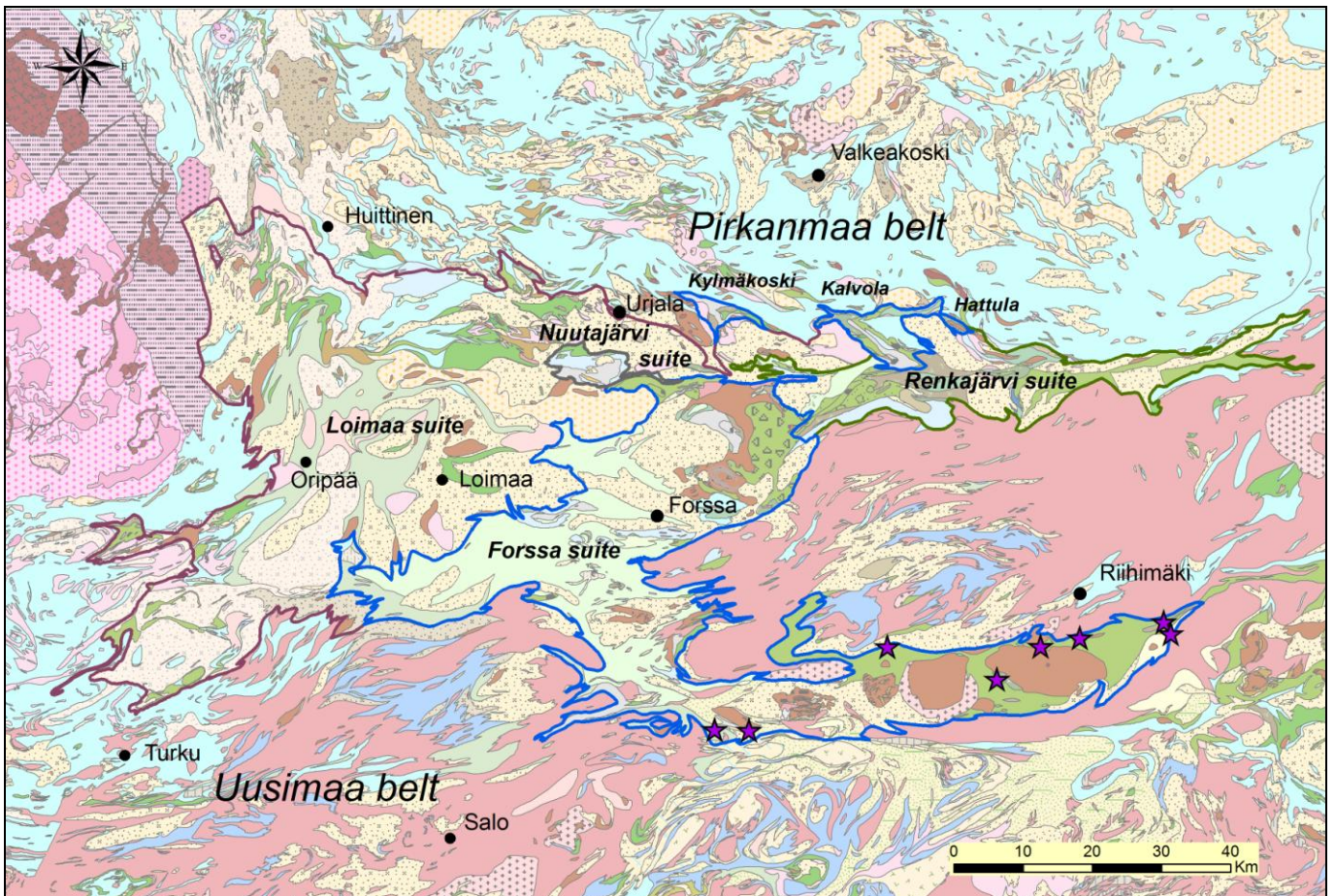
Kuva 4. Yläkuivissa Someron vulkaniittijakson vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuivissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Oheisten diagrammien (Kuva 4) mafisten ja intermediääristen vulkaniittien koostumus on GTK:n kalliogeokemian aineistosta, felsinen vulkaniitti on tästä tutkimuksesta. Kolmiodiagrammeissa kiteytymistrendi on kalkki-alkalinen. MORB normalisoidussa hivenainediagrammissa Ta-Nb minimi on selvä sekä mafisilla että intermediäärillä kivillä, joskin tasoero on selvä. Rb, Ba ja Th ovat koholla, mikä on yleinen piirre Forssan vulkaniittiseurueen vulkaniiteille. Kondriitinormalisoidussa REE-diagrammissa tulee esille eroavuus mafisten ja intermediääristen kivien kesken. Vähäisen näytemäärän perusteella johtopäätösten teko on epävarmaa. Joka tapauksessa mafisten kivien loiva REE käyrä on Forssan vulkaniittiseurueen mafisille vulkaniiteille poikkeuksellinen. Toisaalta mafisten kivien REE pitoisuuksien osalta rinnastus voidaan tehdä Renkajärven seurueeseen, mutta MORB normalisoidut Ta-Nb minimi ovat Someron vulkaniiteissa syvempiä.

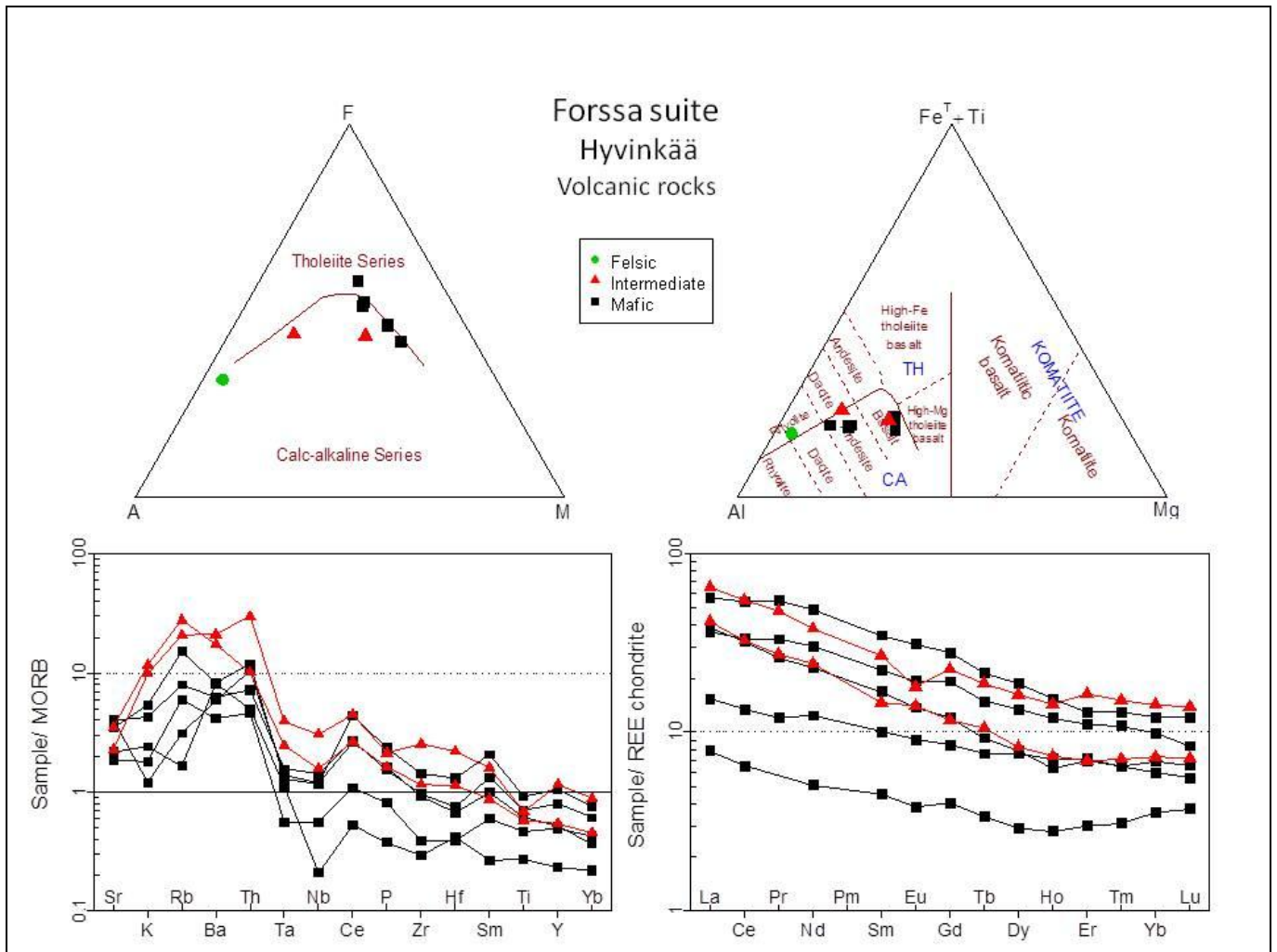
Someron keskustan kaakkoispuolella on Malmikaivos Oy:n vuonna 1954 paikallistama Tupalan sinkki-lyijy-hopea esiintymä (Heiskanen 1957; Mäkelä 1983; Isomäki 1984). Sen isäntäkinä ovat felsiset, intermediääriset ja mafiset vulkaniitit esiintymän ollessa laava- ja pyroklastisten kivien kontaktissa. Vuonna 1979 Tupalan esiintymä siirtyi Outokumpu Oy:n hallintaan. Yhtiö teki esiintymästä malmiarvion kokonaismäärän ollessa 0.76 Mt malmin, jonka pitoisuudet ovat 3.86% Zn, 0.71% Pb ja 39 ppm Ag. Osittain samassa Someron vulkaniittijaksossa, sekä sen pohjoispuolella olevien Jokioisten ja Tammelan alueilla, on litiumpitoisten pegmatiittien kenttä (Aurola 1963; Alviola 1993a, 1993b; Virkkunen 1962). Niitä ei ole hyödynnetty, joskin ne ovat Tammela Minerals Oy:n ja GTK:n aktiivisen tutkimuksen kohteena. Alueelta on tavattu myös W-viitteitä (Lempiäinen 1987).

LIITE 12. Forssan seurue, Hyvinkään vulkaniitit

Hyvinkään vulkaniittijakso ulottuu Someron itäpuolelta Somerniemeltä aina Hyvinkään-Riihimäen seudulle itään. Basalttisten ja andesiittisten vulkaniittien lisäksi on vain vähän felsisiä vulkaanisia kiviä. Härmeen (1954) mukaan vulkaniittivyöhyke on kauttaaltaan varsin epähomogeenista vaihdellen sedimenttirakenteisista tuffiiteista magmattisiin tyypeihin. Samassa jaksossa vulkaniittien kanssa on useita gabrointrusioita. Kontaktit ovat joko tektoniset tai leikkaavat ja paikoin on sivukivikappaleita sulkeumana gabroissa (Härme 1954, Vuori 1999). Kontaktisuhteiden perusteella vulkaniitteja on pidetty gabroja vanhempana. Sama on todettavissa myös Raitalan (1997) kuvaamista Hyvinkään gabron ja sivukivien kontaktimetamorfisista ilmiöistä. Karkkilan kerrosintrusion yhteydessä Bergström (2000) kuvaa vaihtumista gabroidisista syväkivistä mafisiksi vulkaniiteiksi, tosin sielläkin kontaktit ovat pääosin tektoniset. Vastaavaa vaihtumista on Härmeen (1954) mukaan myös Hyvinkään gabrossa Kytäjärven länsipuolella. Tämän hankkeen yhteydessä ei ollut mahdollista tehdä kenttätöitä tällä alueella.



Kuval.Hyvinkään vulkaniittien analysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Yläkuivissa Hyvinkään vulkaniittijakson kiven koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

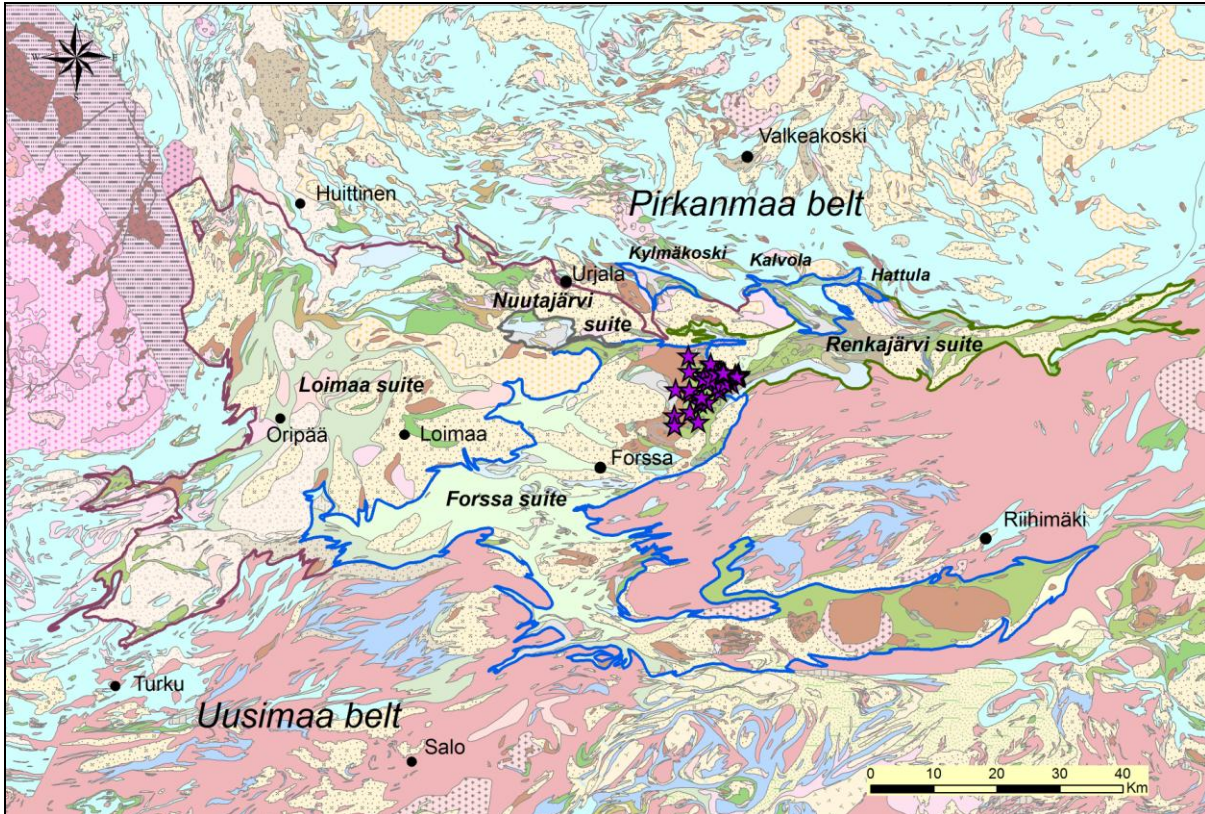
Geokemialliset diagrammit on laadittu GTK:n kalliogeokemian 2008 aineistosta. Hajonta eri näytteiden välillä on suuri, mikä tulee selvimmän esille mafisten vulkaniittien spiderdiagrammeissa. Niissä kaksi alinta käyrää ovat raitaisista amfiboliiteista jakson pohjoisosista. AFM diagrammissa kiteytymistrendi mafisten vulkaniittien osalta näyttäisi olevan tholeiittinen, toisaalta Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammeissa pikemminkin kalkkialkalinen. MORB normalisoidussa hivenainediagrammissa Ta-Nb minimi on selvä sekä mafisilla että intermediäärisillä kivillä. Näillä vulkaniiteilla Rb, Ba ovat koholla, mikä on yleinen piirre Forssan vulkaniittiseurueen saarikaarityypin vulkaniiteille. Samoin Zr-Y sekä La-Yb trendit ovat suhteellisen jyrkät. Koostumuksellisesta heterogeenisuudesta huolimatta nämä vulkaniitit ovat verrattavissa muihin Forssan vulkaniittiseurueen kiviin.

Näistä vulkaniiteista ei ole tavattu merkittävää malminmuodostusta.

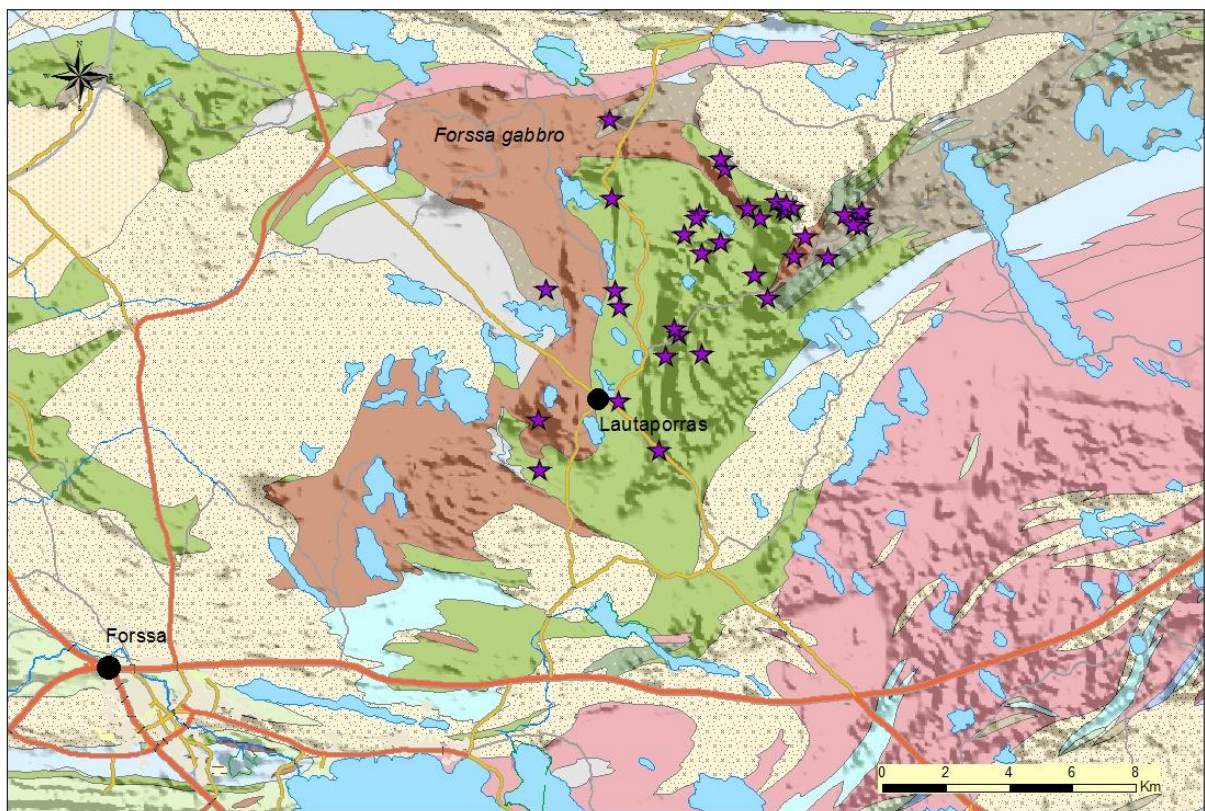
LIITE 13. Forssan seurue, Lautaportaan vulkaniitit

Forssan gabron (Liite 20) itäpuolella on laaja Lautaportaan vulkaniittien alue, joka muodostaa Forssan seurueen itäisimmän osan (Kuvat 1 ja 2) ja on laajin mafisten vulkaniittien alue ko. seurueen alueella. Gabron ja vulkaniittien välillä ei ole selvää kontaktia, sen sijaan gabron on todettu vähittäin vaihtuvan vulkaniiteksi (Neuvonen 1956)(Liite 21). Kontaktivyöhykkeessä ja myös muualla vulkaniittien alueella on puolipinnallisia, ofiittisia plagioklaasiporfyriittejä. Myös uraliittiporfyriittijuonia tavataan. Gabron länsipuolisella Kulonmäen alueella on laaja massiivinen uraliittiporfyriitti, jonka koostumus on identtinen gabron länsipuolisten vulkaniittien kanssa. Vulkaniittialueen itäosassa erottuu magneettisella kartalla laaja kerroksellinen rakenne, joka on poimuttunut ja myös liuskettunut kaakkoispuolista granitoidia vastaan. Kontakti itäpuolista Renkajärven vulkaniittiseuruetta vastaan on osittain nuoren siirroksen rajaama. Muutoin raja on määritetty mafisten vulkaniittien geokemian perusteella. Raja ei kuitenkaan ole suoraviivainen, ja koostumukseltaan Forssan seurueen vulkaniitteja vastaavia kiviä tavataan myös Renkajärven vulkaniittiseurueen länsiosissa. Litodeemien rajalla vulkanismin luonne vaihtuu kalkkialkalisesta saarikaarityypistä enemmän riftiympäristöä muistuttavaksi, koostumukseltaan transitionaaliseksi tai tholeiittiseksi Renkajärven seurueen puolella.

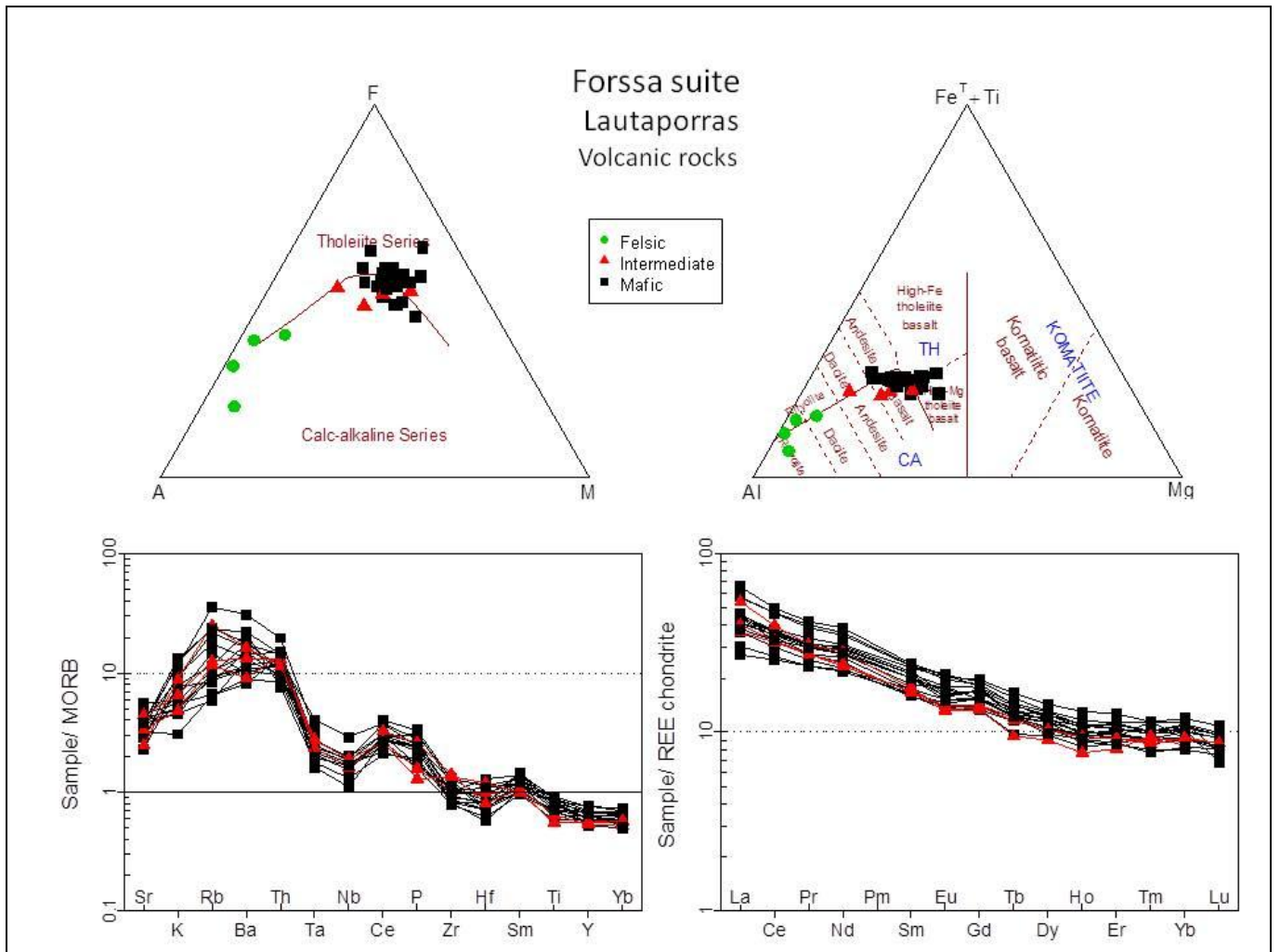
Lautaportaan vulkaniittialueella heterogeeniset pyroklastiset kivet ja vulkaaniset breksiat ovat vallitsevia (Kuvat 4 - 7). Niiden mafisessa perusmassassa on kooltaan vaihtelevia, yleensä kulmikkaita ja usein epidoottiutuneita vulkaanisia kivilajifragmentteja ja harvemmin vulkaanisia pommeja. Massamaiset laaja-alaiset uraliittiporfyriitit ovat yleisiä. Ne on tässä yhteydessä tulkittu pääosin kidetuffeiksi, kuitenkin laava-alkuperäkään ei ole pois suljettu. Mafisten hienorakeisten tuffien määrä on vähäinen. Intermediäärisiä tuffeja on tavattu parin paljastuman lisäksi laajemmalti aivan alueen lounaisosasta maakerrosten alta kairausten yhteydessä. Pienellä alalla alueen koillisosassa Kotkan granitoidimassiivin kontaktin tuntumassa on felsisiä massamaisia kiviä, joita on aiemmin pidetty felsisinä vulkaniitteina, mutta on todennäköistä, että ne ovat syntyneet hydrotermisen muuttumisen kautta mafisista vulkaniiteista. Vulkanismi on alueen lounaisosia lukuun ottamatta ollut pääosin ilmanalaista. Vedenalaiset rakenteet, kuten tyynylaavat ovat harvinaisia ja laaja-alaiset kerrokselliset ja kerralliset vulkaanisperäiset rapaumasementit puuttuvat muualta kuin alueen lounaisosista.



Kuva 1. Lautaportaan vulkaniittien analysispisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Lautaportaan vulkaniittien analysispisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella. Kallioperäkartan pohjalla aeromagneettinen matalalentokartta.



Kuva 3. Yläkuivissa Lautaportaan vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kolmiodiagrammeissa (Kuva 3) Lautaportaan mafiset ja intermediääriset vulkaniitit muodostavat heikosti differentioituneen ryhmän tholeiittisen ja kalkkialkalisen kentän rajalla. Jansenin (1976) diagrammissa kiteytymistrendi on tulkittavissa kalkkialkaliseksi. Pearcen (1983) MORB-normalisoidussa spider-diagrammissa on saarikaarille tyypillinen selvä Ta-Nb minimi. Saarikaariympäristöä kuvastavat myös suhteellisen jyrkät Zr-Y sekä La-Yb trendit (Kuva 3).

Geologian tutkimuskeskus on tutkinut alueen koillisosassa Pirttikosken Cu-esiintymää Kotkan granitoidin kontaktista (Lindmark 1996). Se on GTK:n tutkimuskohteena myös 2014. Alueelta on myös lupaavia lohkkarelöytöjä ja alueellisen moreenigeokemian tutkimuksissa on tullut esille useita Cu ja Au anomalioita ja Pirttikosken eteläpuolinen monimetallianomalia.



Kuva 4. Karkeahko pyroklastistinen breksia, mafinen vulkaniitti. Laatan pituus 16 cm. y=6756175;x=331761



Kuva 5. Vulkaaninen pommi on taivuttanut alapuolista tuhkakerrosta. Laatan pituus 16 cm. y=6756154;x=332667



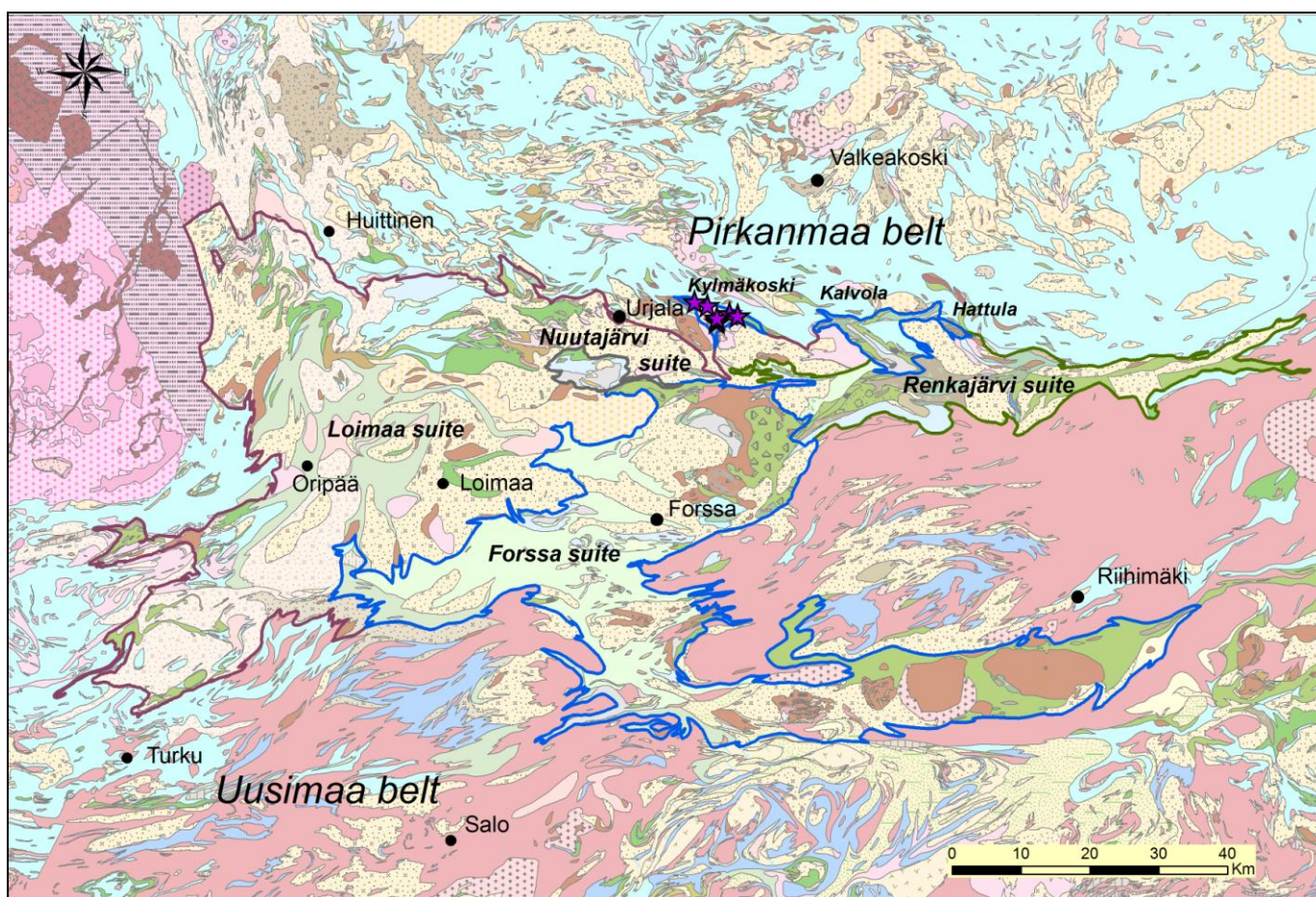
Kuva 6. Kidetuffin yksittäiset rakeet ovat vajonneet alapuoliseen hienorakeiseen tuhkaan.
y=6756175;x=331761.



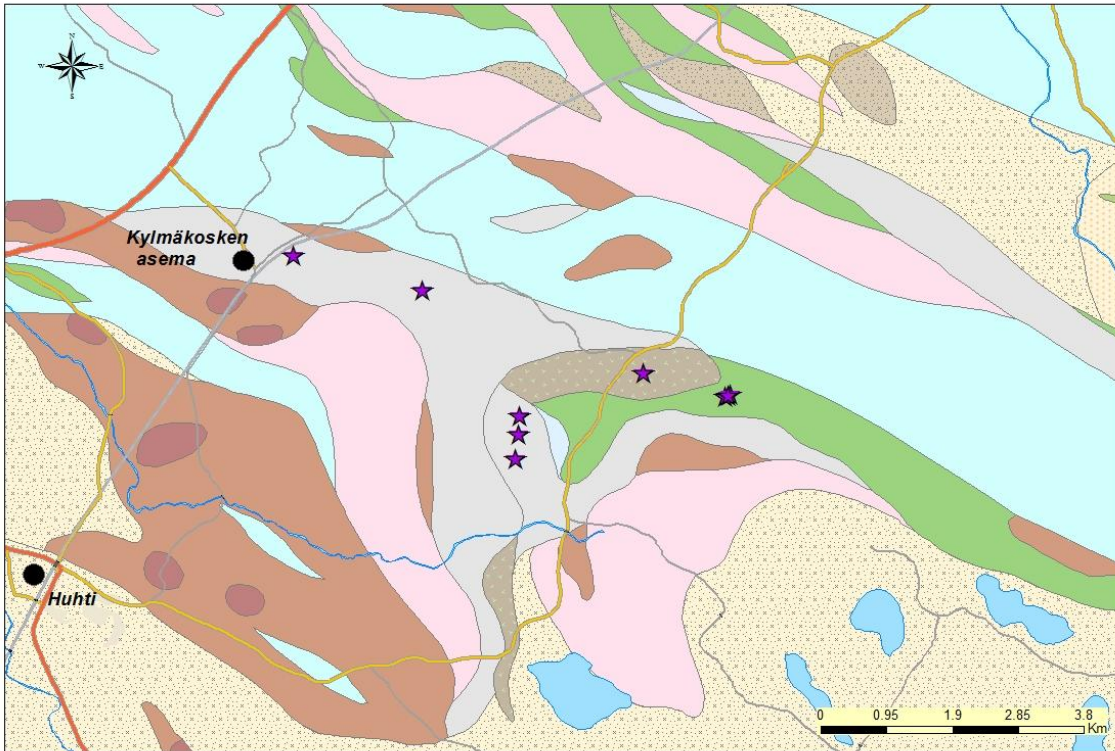
Kuva 7. Mafinen laavakivi, mahdollisesti tyynylaavarakenteinen. Laatan pituus 16 cm.
y=6756215;x=332193.

LIITE 14. Forssan seurue, Kylmäkosken vulkaniitit

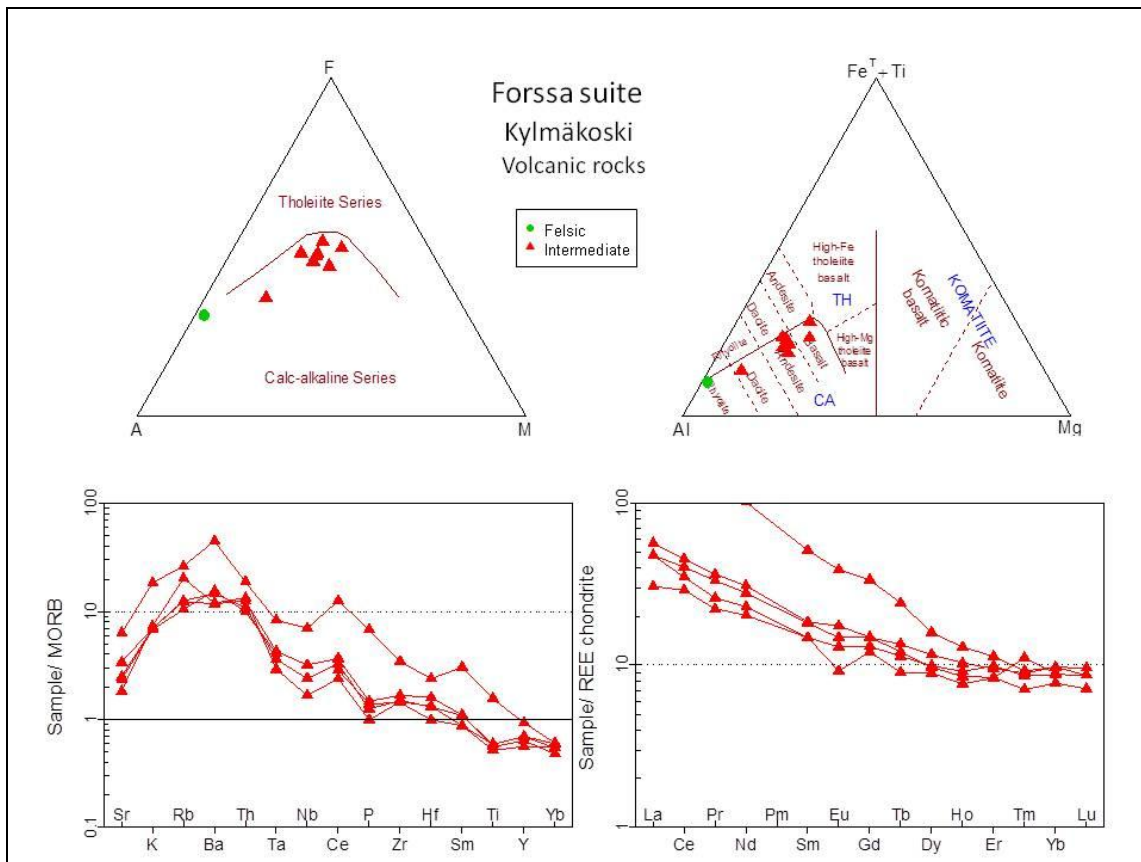
Kylmäkosken runsaat 10 km pitkä luoteis-kaakkosuuntainen vulkaniittijakso sijaitsee saarekkena Kylmäkosken aseman kaakkoispuolella Hämeen vyöhykkeen pohjoisreunalla, Pirkanmaan migmatiittivyöhykettä vasten (Kuvat 1 ja 2). Vulkaniittien geokemian ja litologian perusteella se on yhdessä itäpuolisen Kalvolan ja Hattulan vulkaniittien kanssa luettu osaksi Forssan seuruetta. Kylmäkosken vulkaniitit ovat alkuperältään pääosin pyroklastisia intermediäärisiä ja felsisisiä tuffeja ja lapillituffeja kiteytymistrendin ollessa kalkkialkaline. Kaarityypin vulkaniiteille tunnusomaisesti niillä on MORB normalisoiduissa diagrammissa selvä Ta-Nb minimi ja jyrkkä Zr-Y trendi samoin kuin jyrkkä La-Yb trendi kondriittinormalisoiduissa diagrammissa (Kuva 3). Alueen keskiosassa on laaja-alainen puolipinnallinen ja homogeenien plagioklaasiporfyriitti (Kuva 4).



Kuva1. Kylmäkosken vulkaanisten kivien analyysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Kylmäkosken vulkaanisten kivien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuvissa Kylmäkosken vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

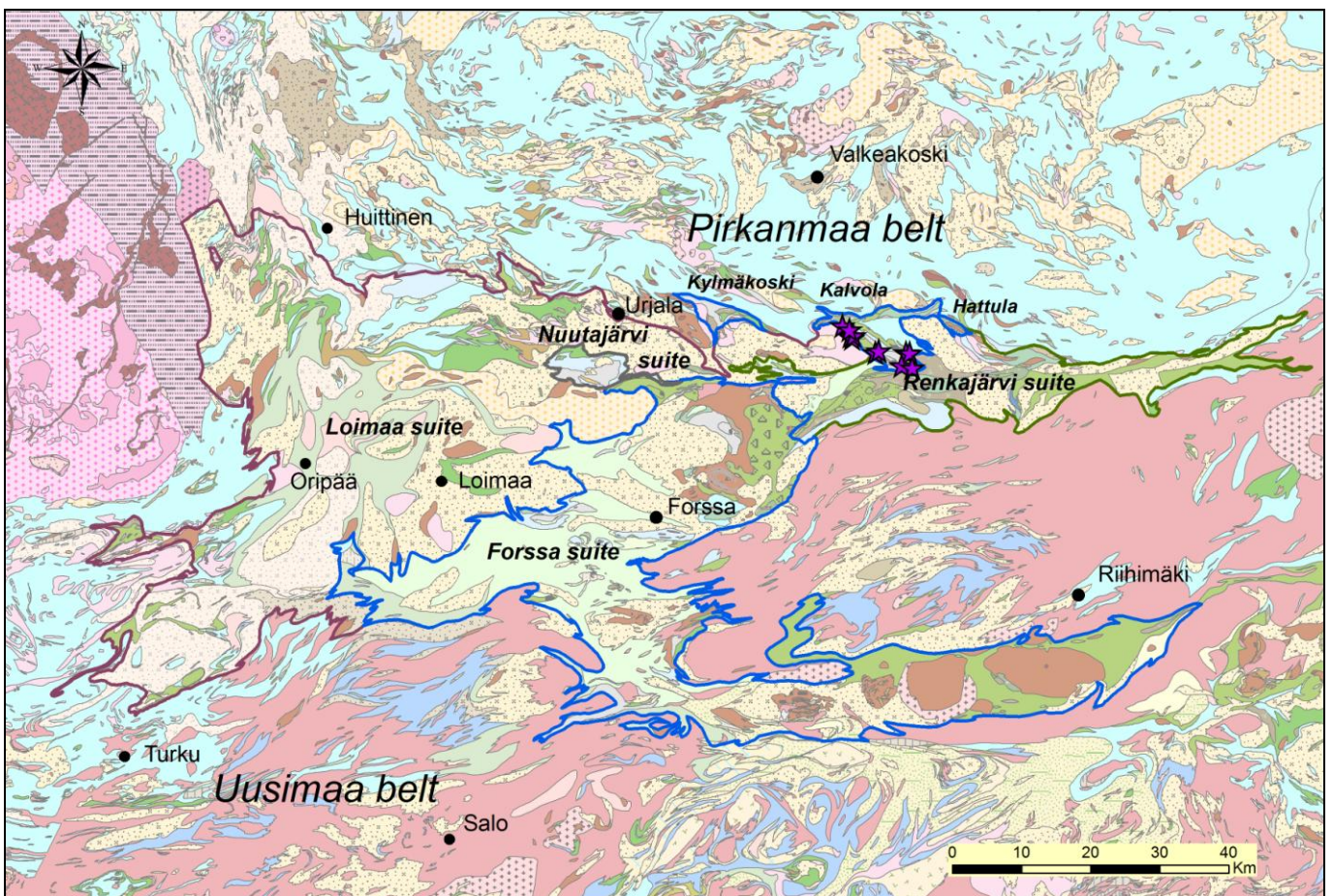


Kuva4. Muutamia Kylmäkosken vulkaniittijakson kivityyppejä. (A) Massamainen suuntautumaton felsinen kivi, jossa harvakseltaan plagioklaasihajarakeita. Mahdollisesti juonikivi Laatan pituus 16 cm. $y=6779424;x=321609$. (B) Raitainen tektonisoitunut sarvivälkegneissi, tummissa raidoissa sarvivälke, vaaleat pääosin plagioklaasia ja kvartsia. Numerolapun pituus 10 cm. $y=6776490;x=324817$. (C) Massamainen puolipinnallinen plagioklaasiporfyyriitti. Avaimen pituus 4 cm. $y=6777721;x=326657$.

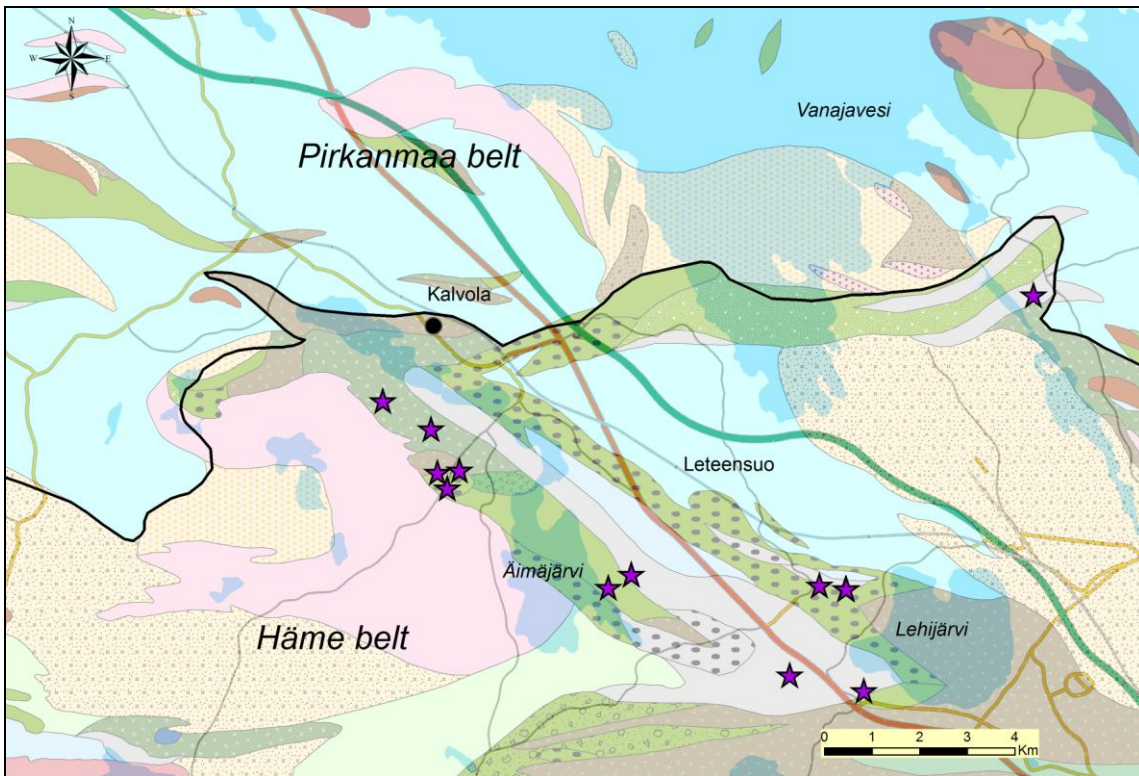
LIITE 15. Forssan seurue, Kalvolan vulkaniitit

Kalvolan noin 30 km pituinen vulkaniittijakso sijoittuu Kylmäkosken ja Hattulan vulkaniittien tavoin Hämeen vyöhykkeen pohjoisosaan Pirkanmaan migmatiittivyöhykettä vasten, Kalvolan keskustan kaakkois- ja itäpuolelle. Geokemian ja litologian perusteella jakso on verrattavissa Forssan seurueeseen, josta se on ilmeisesti tektonisesti erillään sijoittuen Etelä- ja Keski-Suomen terraaniin kontaktiin. Hakkarainen (1994) tulkitsee Kalvolan vulkaniittien purkautuneen Hämeen vulkaniittiseurueen synnyn myöhäisessä vaiheessa, mahdollisesti eri magmalähteestä. Jakson vulkaniitit ovat koostumukseltaan pääosin mafisia ja intermediäärisiä, felsisten määrän ollessa runsain eteläosassa. Matiston (1976) mukaan mafiset ja intermediääriset kivet ovat uraliitti- ja plagioklaasiporfyyriittejä tai amfiboliitteja ja niissä on tavattu manteli-, breksia- ja tyynylaavarakenteita (Kuva 4). Felsiset vulkaniitit ovat pääosin tuffiitteja. Myös massamaisia hienorakeisia felsisiä variaatioita tavataan, joiden alkuperää on vaikea määrittää. Vulkaniittijakson itäpuolella on kordieriitti-andalusiitti kiilleliuske, jossa on vähäisiä vulkaniittivälikerroksia.

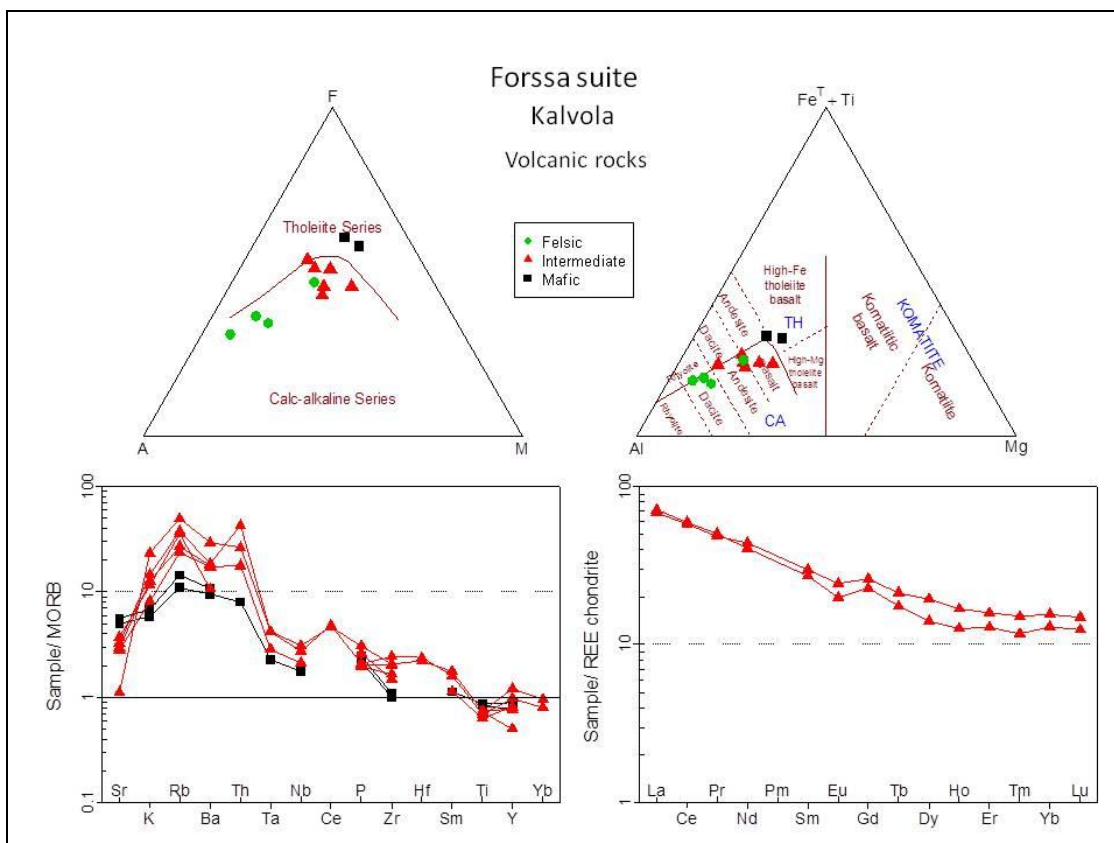
Outokumpu Oy:n 1970-luvulla tutkima (Mäkelä 1980b) Leteensuon Kuroko tyyppinen kupari-sinkki mineralisaatio sijaitsee Kalvolan vulkaniittijakson itäpuolisella kiilleliuskealueella. Malmiutuman sivukiviä ovat andesiittiset ja basalttiset metavulkaniitit, kiillegneissit ja vähemmässä määrin myös felsiset metavulkaniitit. Vulkanismi on selvästi kalkkialkainen (Papunen 1990).



Kuva1. Kalvolan vulkaanisten kivien analysispisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Kalvolan vulkaanisten kivien analysypisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuivissa Kalvolan vulkaniittijakson vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

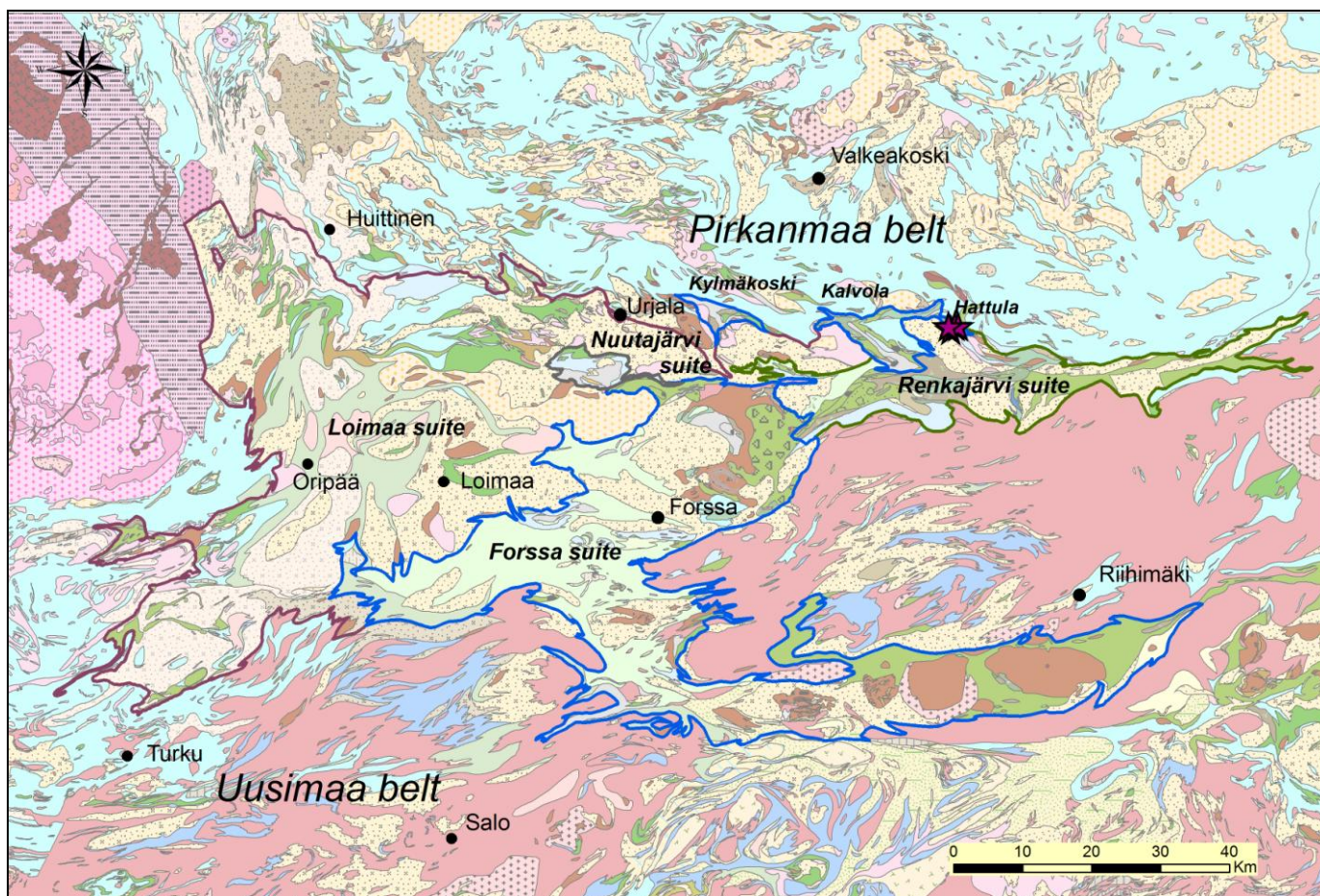
Kuvan 3 kolmiodiagrammeissa Kalvolan vulkaniittien kiteytymistrendi on kalkkialkalinen. Ta-Nb minimi on selvä ja Zr-Y sekä La-Yb trendit ovat jyrkähköt. Kaikki piirteet tyypillisiä saarikaariympäristön vulkanismille. Koholla olevat kevyet hivenaineet Rb ja Th johtunevat subduction kontaminaatiota.



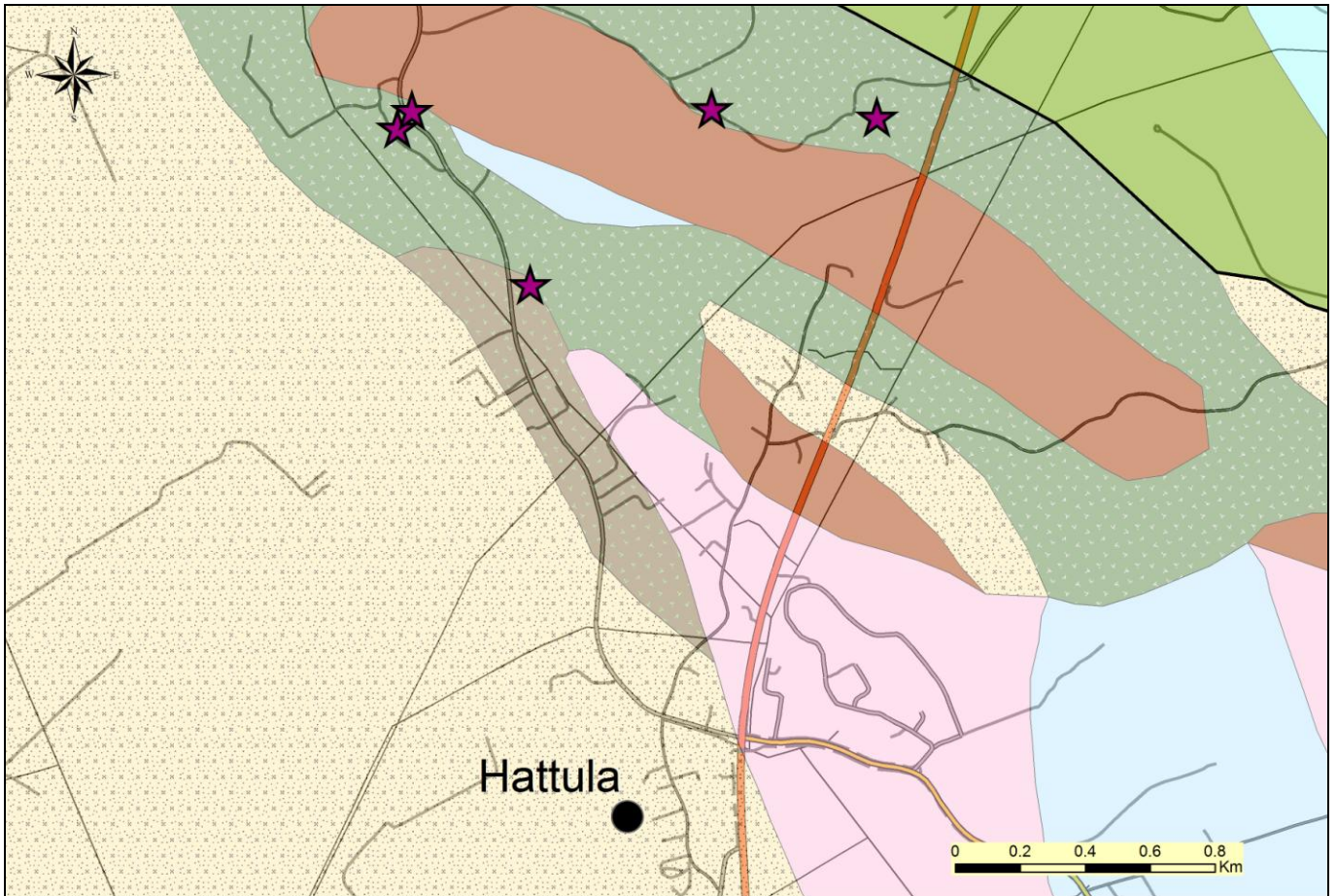
Kuva 4. Primäärirakenteita Kalvolan vulkaniittijaksolta. (A) Hienorakeinen kerroksellinen tuhkerakos leikkautuu karkempiraikaisen kidetuffin alla. (B ja C) tyynylaavarakenteita mafisessa kivessä. Levyn pituus 16 cm. Kaikki kuvat samasta paljastumasta. Havainto MET-2009-010. y=6771718;x=352838.

LIITE 16. Forssan seurue, Hattulan vulkaniitit

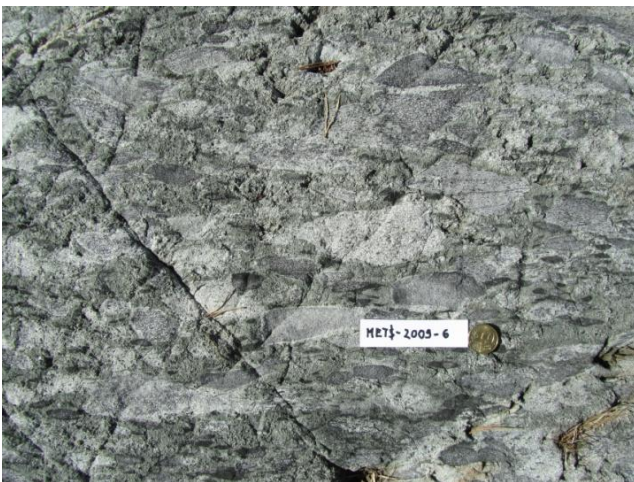
Hattulan vajaan 5 km:n pituinen luoteis-kaakko suuntainen vulkaniittijakso on Hattulan keskustasta 3 km pohjoiseen kantatien 57 molemmin puolin (Kuvat 1 ja 2). Se sijoittuu Kalvolan vulkaniittijakson itäpuolelle ja on erotettu omakseen enemmän tholeiittisen luonteensa takia. Vulkaniiitit ovat pääosin andesiittisiä pyroklastiitteja, tuffeja ja lapillituffeja, joissa massamaiset, osittain voimakkaan liuskeiset sillimäiset plagioklaasiporfyyriitit ovat välikerroksina. Jakson itäosissa Pirkanmaan vyöhykettä vastaan kivessä on voimakas venymä (Kuva 3).



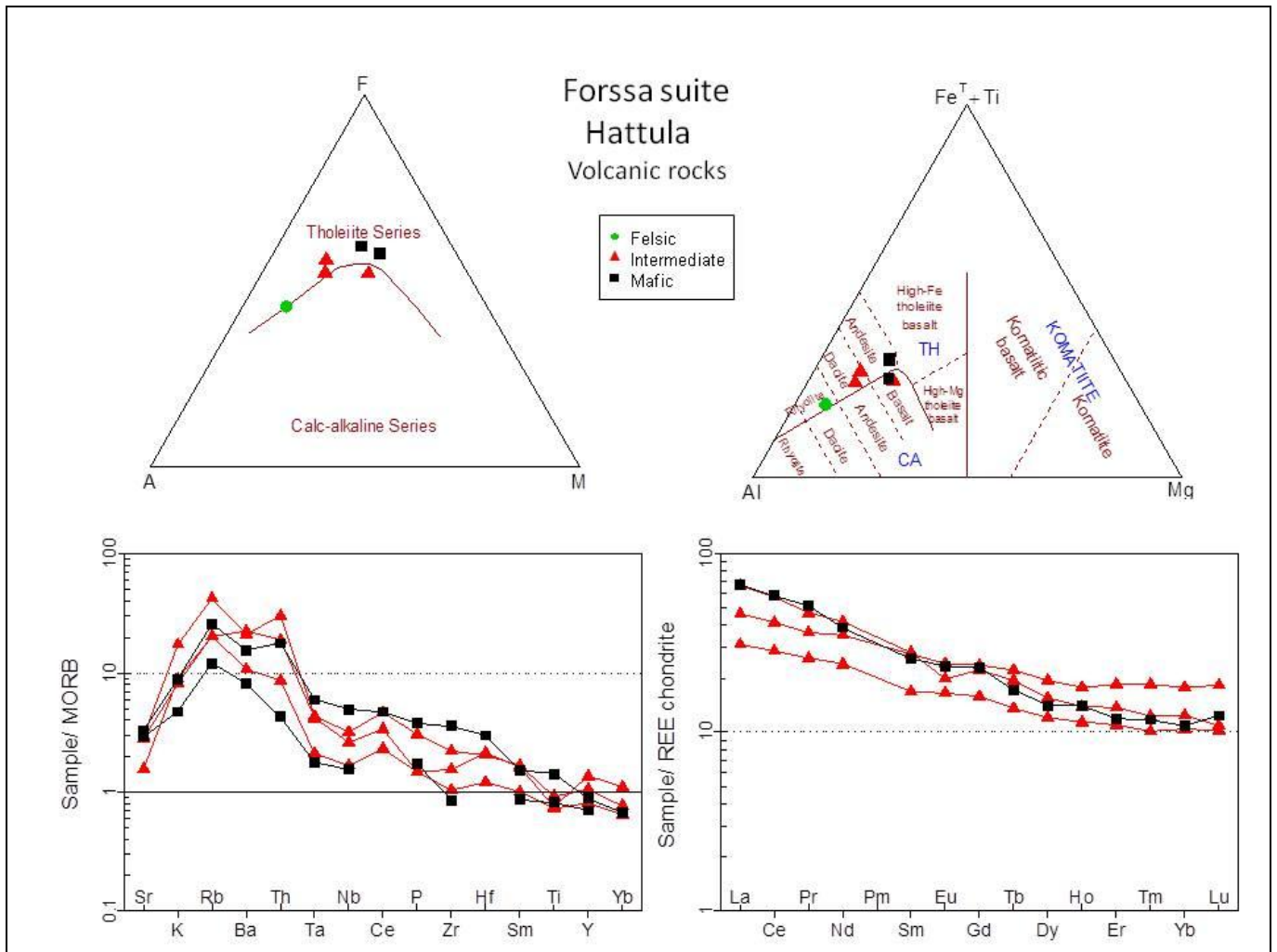
Kuva1. Hattulan vulkaanisten kivien analysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Hattulan vulkaanisten kivien analysispisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella



Kuva 3. Pyroklastinen breksia, jossa on voimakas venymä. Vasemmassa kuvassa fragmenttien päätyleikkaus, oikealla poimuakselin suuntainen leikkaus. Paikallinen lohkare. Mittalaatan pituus 10 cm. $y=6775601$; $y=359702$.



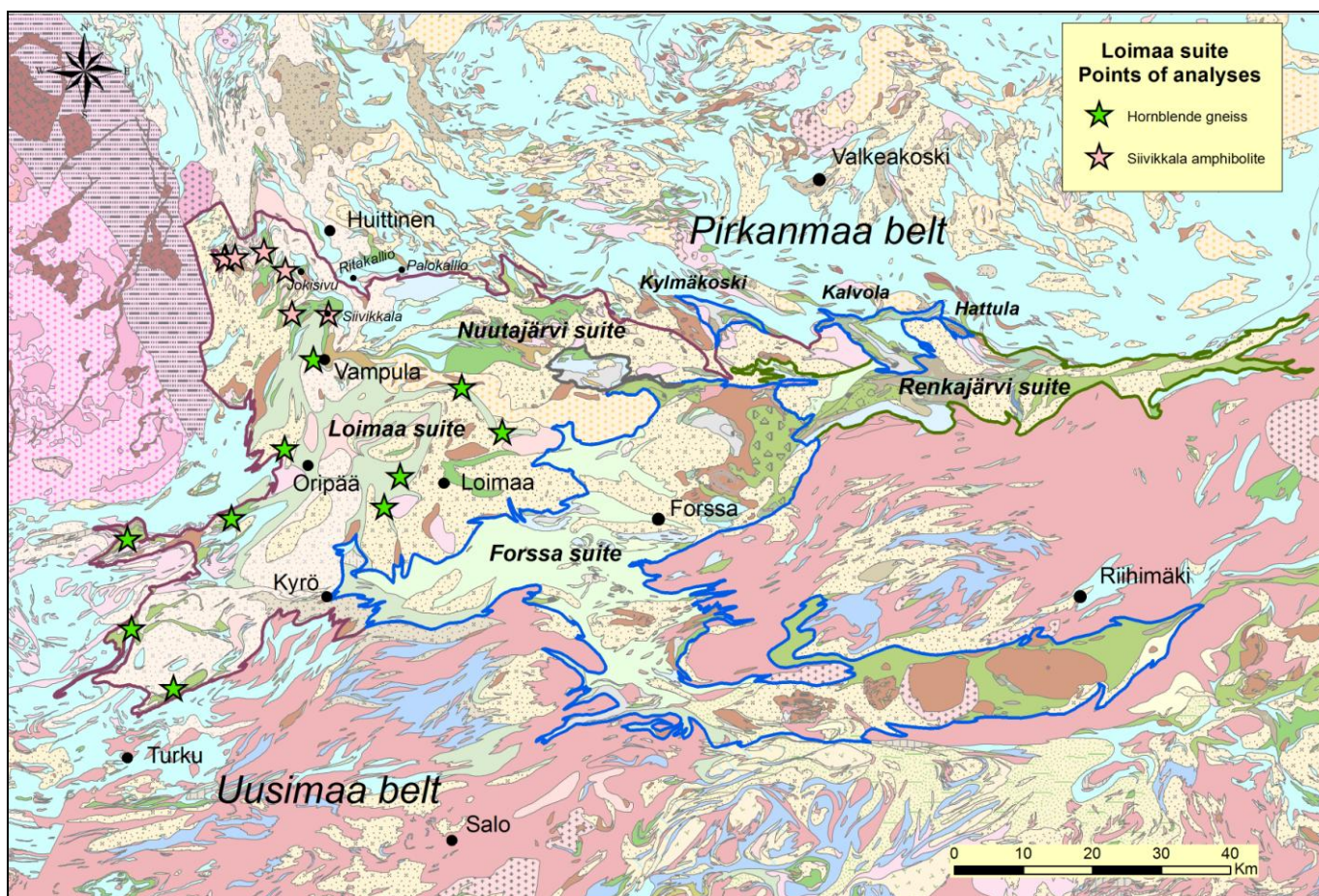
Kuva 4. Yläkuivissa Hattulan vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearce'n (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kemialliselta koostumukseltaan Hattulan vulkaniitit muistuttavat osaksi Renkajärven ja osaksi Forssan vulkaanisten seurueiden kiviä (Kuva 4). Litologiansa perusteella ne on tässä yhteydessä rinnastettu kuuluvan osaksi Forssan seuruetta, vaikkakin niillä on selvästi tholeiittisempi luonne verrattuna esim. länsipuolisiin Kalvolan selvemmin kalkkialkalisiin kiviin. Samoin vulkaniittien kondriitinormalisoidut REE-pitoisuudet ja MORB-normalisoidut hivenainepitoisuudet muistuttavat osittain myös Renkajärven seurueen kiven koostumusta.

1980 -luvulla Rautaruukki Oy ja Outokumpu Oy tutkivat Hieronmäen (Kinnunen 1988) ja Eskolan (Kinnunen 1986d) sheeliittipitoisia esiintymiä. Ne osoittautuivat kuitenkin taloudellisesti kannattamattomaksi.

LIITE 17. Loimaan seurue, sarvivälkegneissit ja Siivikkalan amfiboliitti

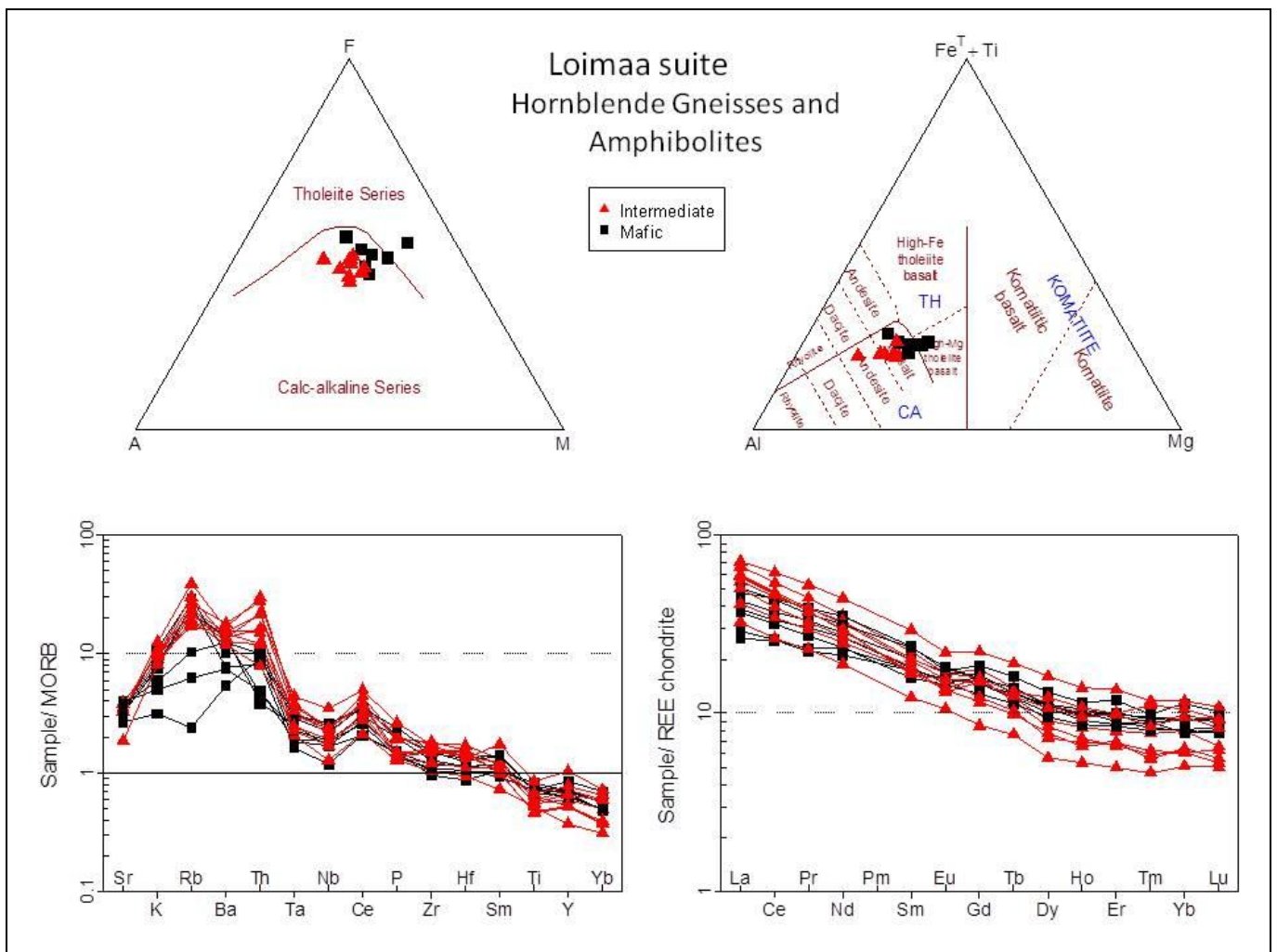
Hämeen vyöhykkeen länsiosassa on runsaiden granitoidisten syväkivien joukossa laajalla alueella (Kuva 1) koostumukseltaan varsin homogeenisia mafisia ja intermediäärisiä sarvivälkegneissejä ja amfiboliitteja. Sarvivälkegneissien joukossa on sekä orto- että paragneissejä. Siivikkalan raitaiset amfiboliitit alueen pohjoisosissa Huittisten länsipuolella ovat ilmeisesti vulkaanisperäisiä. Vampulan eteläpuolella on osin myös pyrokseenipitoisia amfiboliitteja (Salli 1953). Alkuperältään felsisiä vulkaniitteja on hyvin vähän, joskin alueen eteläosassa Kyrön seudulla on Huhman (1959) mukaan yksi felsinen vulkaniittiesiintymä. Itä- ja lounaisosistaan Loimaan seurueen sarvivälkegneissit rajautuvat paremmin säilyneisiin Forssan seurueen pääosin intermediäärisiin vulkaniitteihin. Sedimenttisyntyiset kivet ovat alueella vähemmistönä. Granaatti- ja biotiittipitoisia kiillegneissejä tavataan alueen pohjoisosassa Punkalaitumen eteläpuolella sekä Oripään lounaispuolella, missä niissä on myös kordieriittia (Salli 1953). Alueen pohjoisosassa Punkalaitumen länsi- ja lounaispuolella on hyvin säilyneitä turbidiittisedimenttejä, joiden tektonostratigrafinen asema on epäselvä.



Kuva1. Loimaan seurueen sarvivälkegneissien ja Siivikkalan amfiboliittien analysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.

Huittisissa on aktiivista kaivostoimintaa Jokisivussa ja Vampulassa. Jokisivussa on Dragon Mining yhtiön kultakaivos ja Vampulassa Nordkalk Oy louhii kalkkikiveä kahdesta louhoksesta. Jokisivun orogeniatyyppin kultamalmin koostuu kahdesta dioriitissa olevasta malmiosta, Kujankalliosta ja Arpolasta (www.dragon-mining.com.au). Ne ovat 200 metrin etäisyydellä toisistaan. Niitä kontrolloi kaksi luoteis-

kaakko suuntaista ruhjevöhykettä. Malmiot koostuvat useista kultapitoisista kvartsijuoniverkostoista. Vuoden 2011 loppuun mennessä Jokisivun malmia oli louhittu 0.207 miljoonaa tonnia, sen kultapitoisuus oli 3.1 g/t ja tuotettu kultamäärä 644 kg. Koko esiintymän malmivaroiksi on arvioitu 1.90 miljoonaa tonnia kultapitoisuuden ollessa 5.8 g/t. Vampulassa on kolme Nordkalk Oy:n (www.nordkalk.com) omistamaa kalkkikivikaivosta, Putkinotko (Punola), Siivikkala ja Matkusjoki. Putkinotkon karbonaattikivi on amfiboliitin ja granodioriitin kontaktivyöhykkeessä ja osaksi myös linseinä amfiboliitissa. Esiintymä on lähes pystyasentoinen. Vuonna 2012 Putkinotkon kokonaislouhinta oli 33 574 t, josta kalkkikiveä 15 446 t ja sivukiveä 18 128 t. Matkusjoen esiintymä sijaitsee vajaat 2 km Putkinotkosta lounaaseen. Vuoden 2012 louhintamäärä oli 33 025 t, joka oli kokonaisuudessaan kalkkikiveä. Jokisivun kaivoksesta noin xxx km itään on GTK tutkinut Ritakallion (Lahtinen 2006) ja Palokallion (Voipio 2008, Grönholm ja Voipio 2011) gabro-dioriittikiviin liittyviä kultamineralisaatioita. Ne sijoittuvat terraanirajan tuntumaan, kuitenkin Pirkanmaan vyöhykkeen puolelle.



Kuva 2. Yläkuivissa Loimaan seurueen sarvivälkegneissien ja amfiboliittien koostumuksia AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuivissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kolmiodiagrammeissa kiteytymistrendi on kalkkialkainen. MORB- normalisoidussa spiderdiagrammissa on selvä Ta-Nb minimi ja Zr-Y trendi on jyrkkä (Zr/Y), samoin kuin kondriittinormalisoidun REE diagrammin La-Yb trendi (La/Yb). Kaikki ovat tyypillisiä piirteitä saarikaariympäristön kalkkialkaiselle vulkanismille. Toisaalta Rb-Th rikastuminen viittaisi kuorelliseen kontaminaatioon eli kyseessä voisivat olla repeymäkivet, jotka ovat kontaminoituneet.



Kuva 3. Raitainen, osittain migmatiittutunut amfiboliitti. Havainto JAMA-2009-77. y= 6777634; x= 268380. Vanha kalkkilouhos.

LIITE 18. Loimaan seurue, Punkalaitumen alue: Huhtamon, Kauniston, Keskimaan, Punkalaitumen keskustan ja Myllykulman vulkaniitit

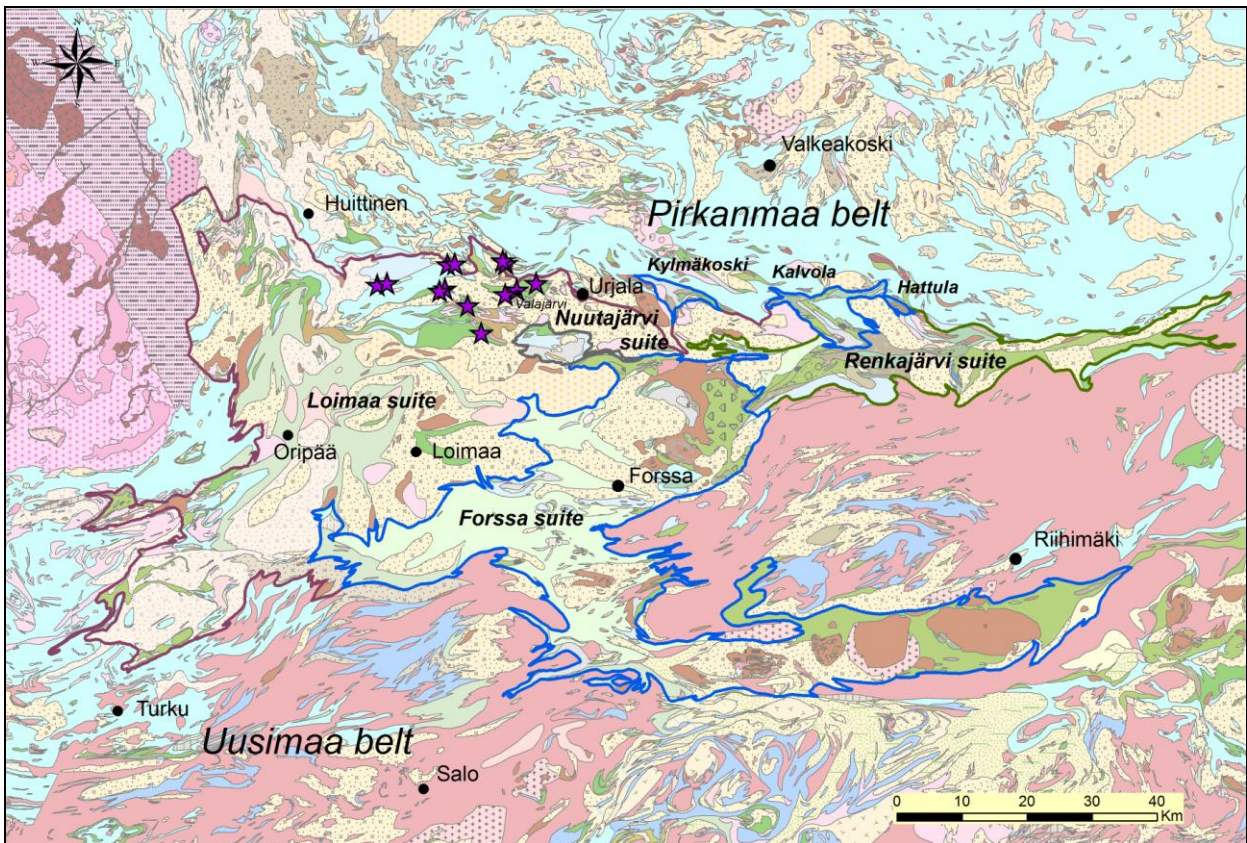
Punkalaitumen taajaman ympäristössä on vulkaanisperäisiä kiviä useana granitoidisten syväkivien ja graniittimigmatiittien toisistaan erottamina esiintyminä tai erillisinä ryppäinä Hämeen vyöhykkeen alueella (Kuvat 1 ja 2). Ne muodostavat viisi litodeemia, joilla on eroavuuksia koostumuksessa ja litologiassa. Litodeemit on nimetty paikannimien mukaan seuraavasti: Huhtamon vulkaaninen konglomeraatti, Kauniston mafinen vulkaniitti, Keskimaan amfiboliitti, Punkalaitumen keskustan amfiboliitti ja Myllykulman amfiboliitti. Vulkaniitit ovat yleensä asultaan raitaisia, samoin kuin Siivikkalan amfiboliittit, mutta myös primäärirakenteet ovat osassa säilyneet. Pirkanmaan vyöhykkeen tonaliittimigmatiittien ja eteläpuolisten graniittimigmatiittien väliin jää Punkalaitumen keskustan länsi- ja lounaispuolelle turbidiittisedimenttien kieleke, joka ei ole migmatiittitunut ja jossa primäärirakenteet ovat paikoin hyvin säilyneet. Sen tektonostratigrafinen asema on epäselvä.

Huhtamon andesiittiset vulkaniitit sijoittuvat kapeana kielekkeenä graniittimigmatiittien ja hyvin säilyneiden turbidiittien rajalle. 2-tien kalliroleikkauksen vieressä on suuria paikallisia vulkaanisia konglomeraattilohkareita, joiden klastit ovat voimakkaasti venyneet (Kuva 8), mikä on osoituksena rajalla tapahtuneista tektonisista liikunnoista. Kemialliselta koostumukseltaan Huhtamon vulkaniitit muistuttavat Loimaan sarvivälkegneissejä ja aamfiboliitteja. Ne ovat selvästi kalkkiakalisia, niissä on Ta-Nb minimi ja ne ovat rikastuneet kevyistä hivenalkuaineista (Kuva 3).

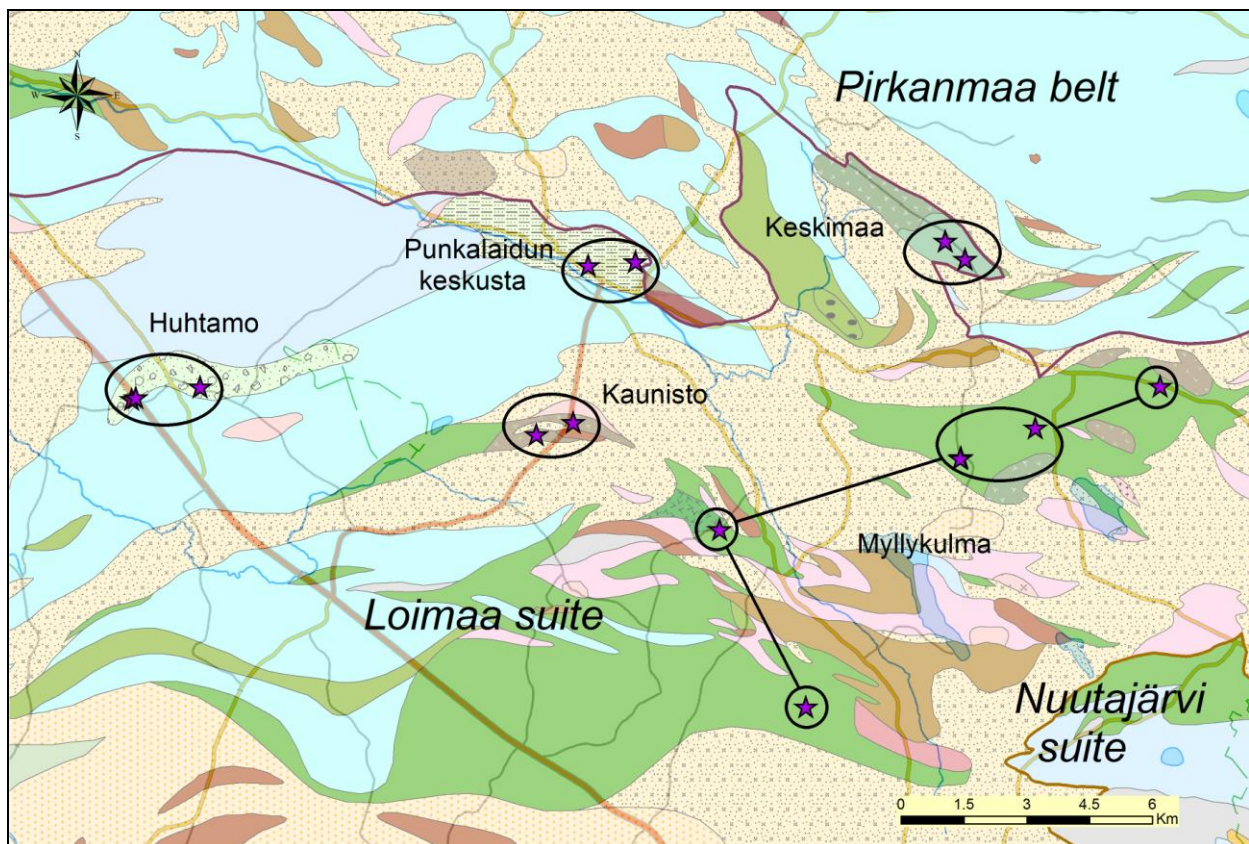
Kauniston ja Keskimaan mafiset vulkaniitit ovat kemialliselta koostumukseltaan lähes identtisiä. (Kuvat 4, 5, 10 ja 12) Ne ovat selvästi tholeiittisia, niistä puuttuu Ta-Nb minimi ja kondriittinormalisoitu REE käyrä on loivahko. Koostumuksensa perusteella niiden alkuperä on rinnastettavissa lähinnä repeymäympäristöstön vulkanismiin. Myös Punkalaitumen keskustan (Kuvat 6 ja 11) vulkaniiteilla on samankaltainen koostumus, kuitenkin mafinen vulkaniitti on raskaiden alkuaineiden osalta vielä primitiivisempi. Kaikille näille on yhteistä MORB-normalisoidun diagrammin kevyen pään rikastuminen. Punkalaitumen keskustan pikriittisen basaltin kanssa samalla paljastuma-alueella on paljastuneena myös felsistä vulkaniittia, mikä osoittaa vulkanismin olleen bimodaalista. Kaikki Kauniston, Keskimaan ja Punkalaitumen keskustan mafiset vulkaniitit ovat asultaan raitaisia ja muistuttavat Loimaan seurueen vastaavia kiviä. Kauniston jakson itäosasta on tehty analyysi kahdesta kalliosta, joista itäisemmässä primäärirakenteet ovat hyvin säilyneet ja kiven raitaisuus voidaan tulkita kerroksellisuudeksi (Kuva 9). Läntisempi on näyte on tektonisoitunut, ja sen primäärirakenteet ovat tyystin hävinneet (Kuva 10). Koostumuseroa niillä ei juurikaan ole.

Punkalaitumen taajaman kaakkoispuolella on useita erillisiä vulkaniittiesiintymiä granitoidisten syväkivien keskellä (Myllykulman amfiboliittit; Kuvat 2 ja 13). Kaikki ne ovat asultaan raitaisia ja ovat kemialliselta koostumukseltaan transitionaalisia. Itäpuoliset Nuutajärven vulkaniitit (Liite 19) muistuttavat sekä koostumukseltaan että asultaan tätä ryhmää. Myllykulman esiintymästä poiketen Nuutajärvellä on kuitenkin laaja sedimenttikivien ja felsisten vulkaniittien alue.

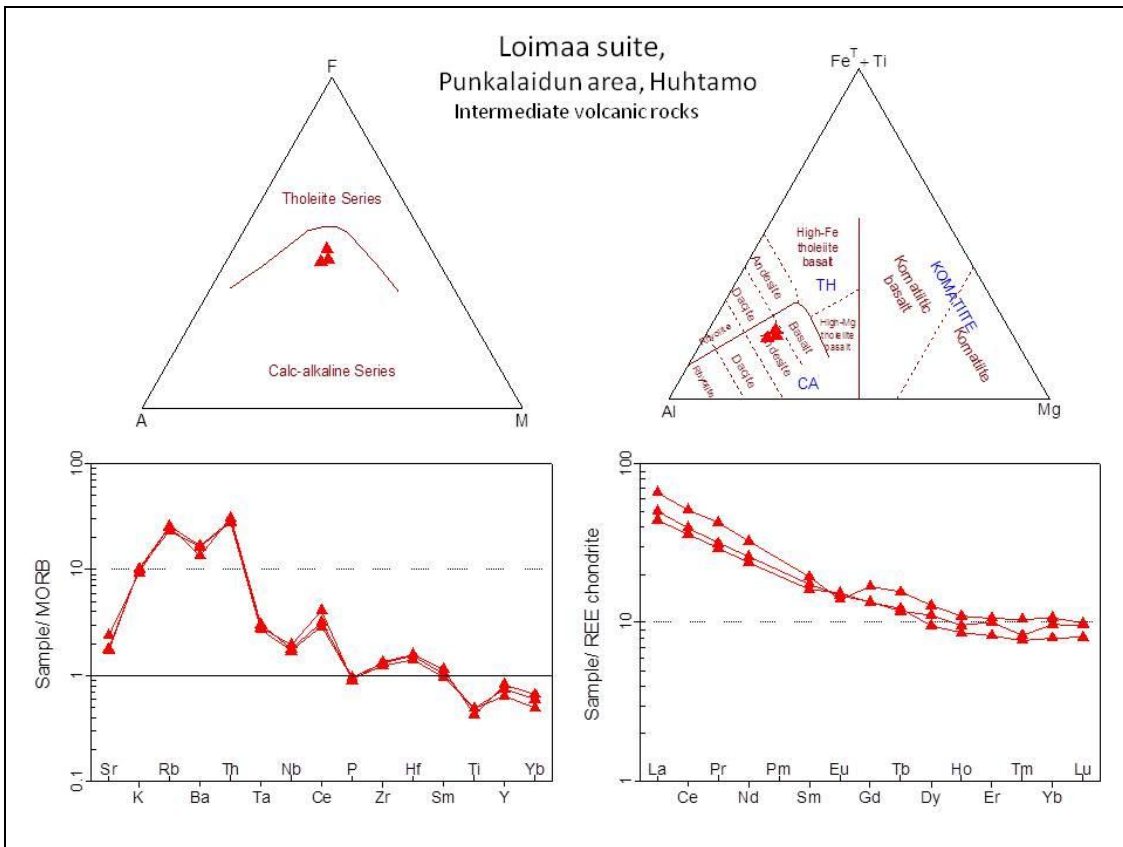
Myllykulman litodeemin alueella, Urjalan Valajärven pohjoispuolella on Rautaruukki Oy tutkinut sheelliittipitoisten lohcareiden alkuperää (Kinnunen 1985b), jota ei kuitenkaan löytynyt.



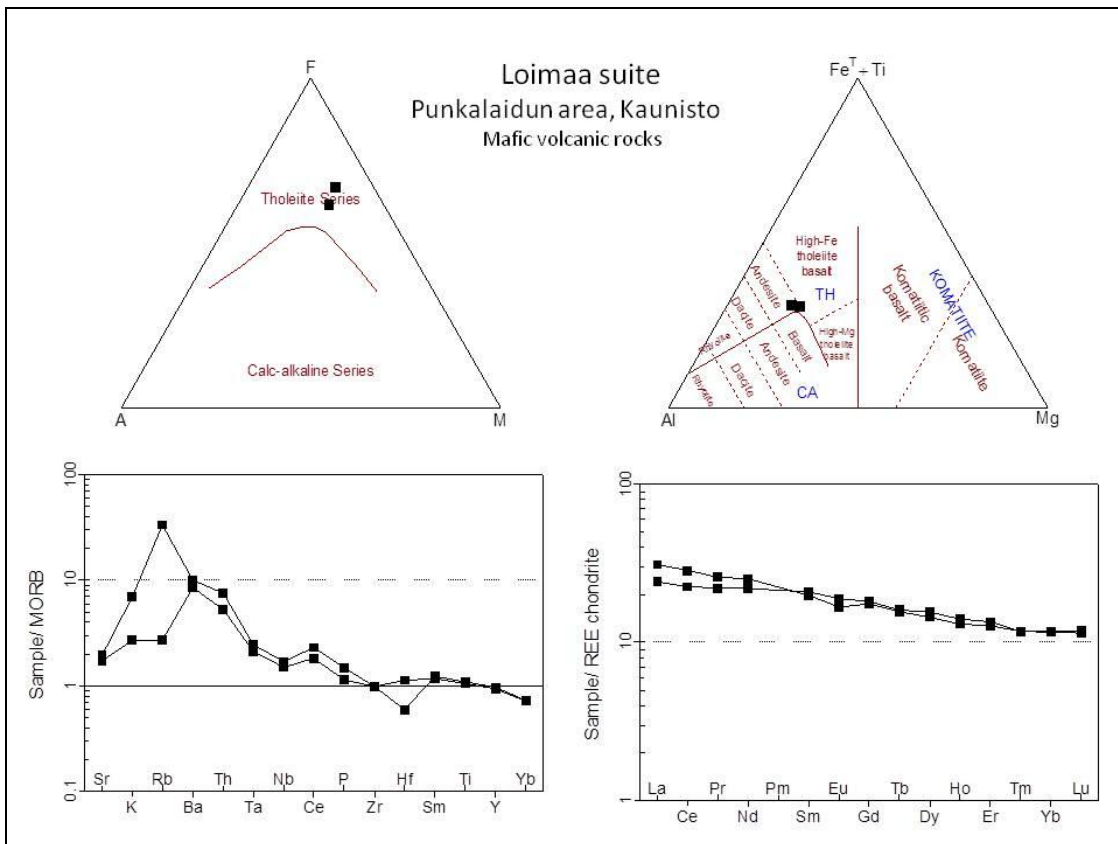
Kuva 1. Punkalaitumen ympäristön vulkaniittien analysipisteiden sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



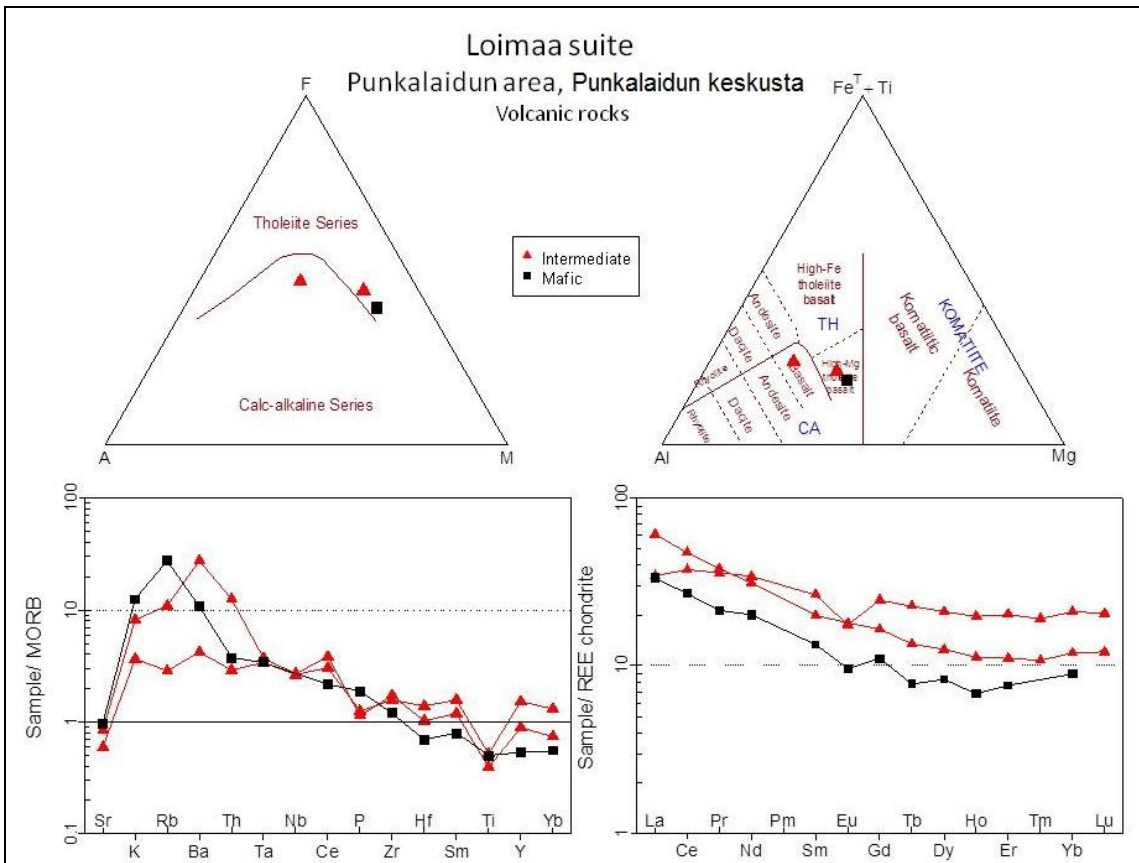
Kuva 2. Punkalaitumen ympäristön vulkaniittien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



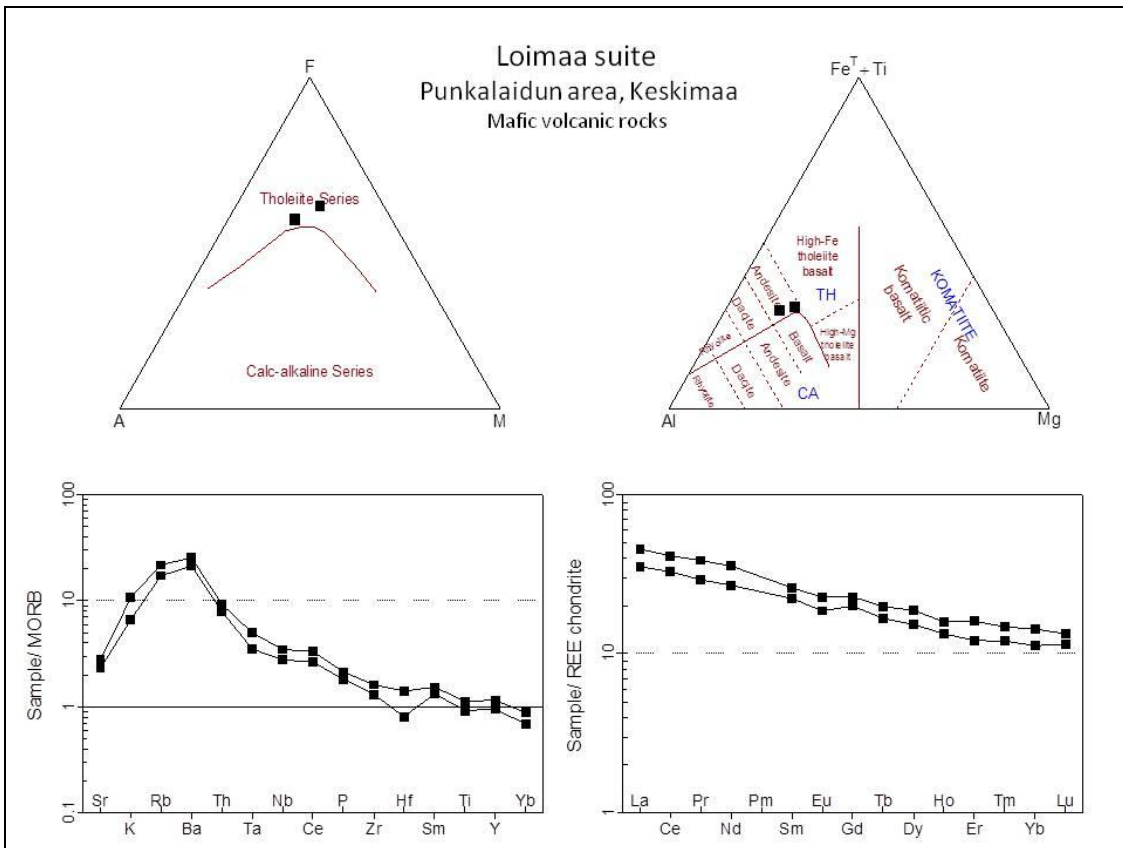
Kuva 3. Punkalaidun Huhtamo.



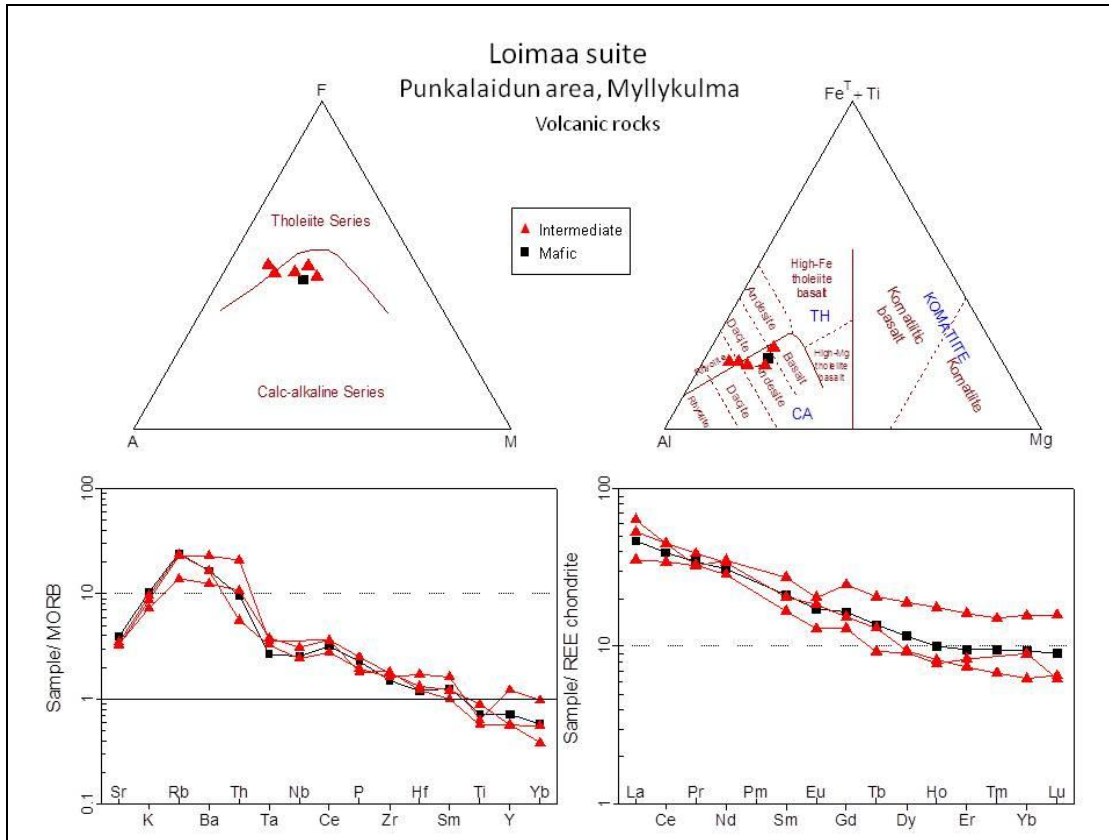
Kuva 4. Punkalaidun Kaunisto.



Kuva 5. Punkalaidun keskusta.



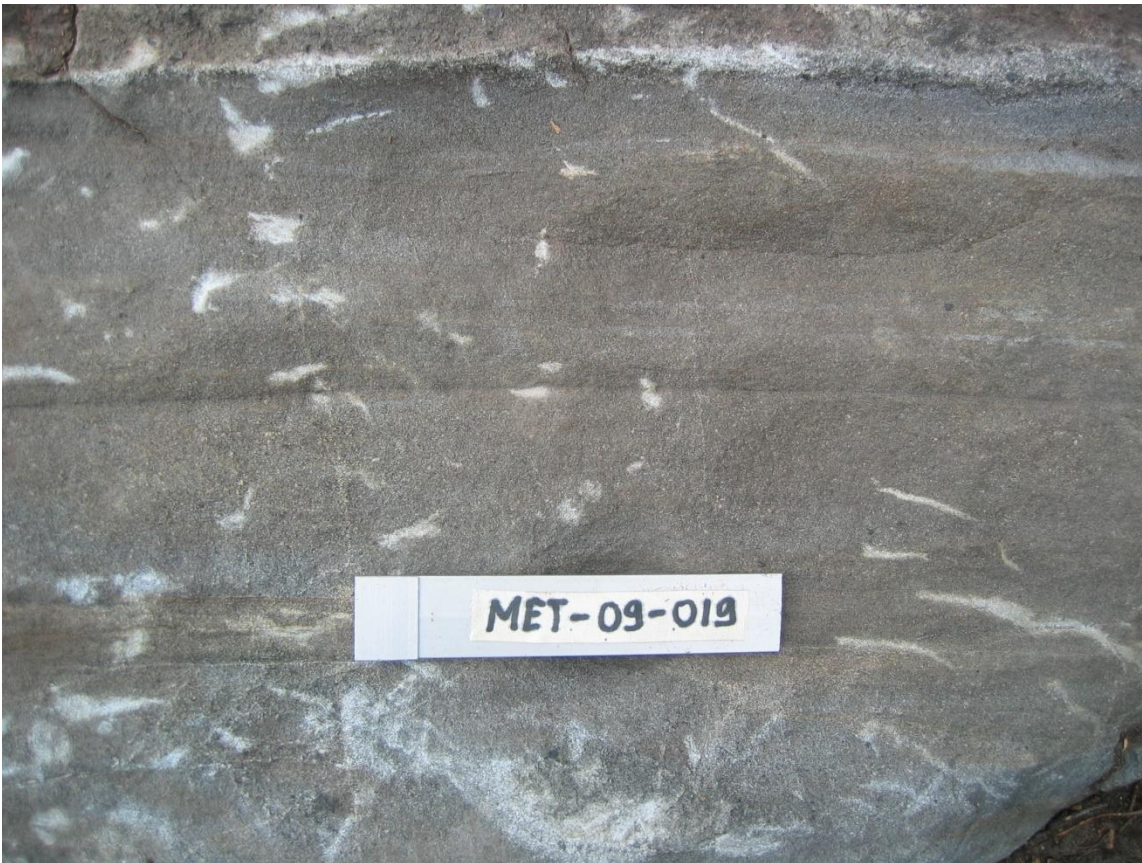
Kuva 6. Punkalaidun Keskimaa.



Kuva 7. Punkalaidun Myllykulma.



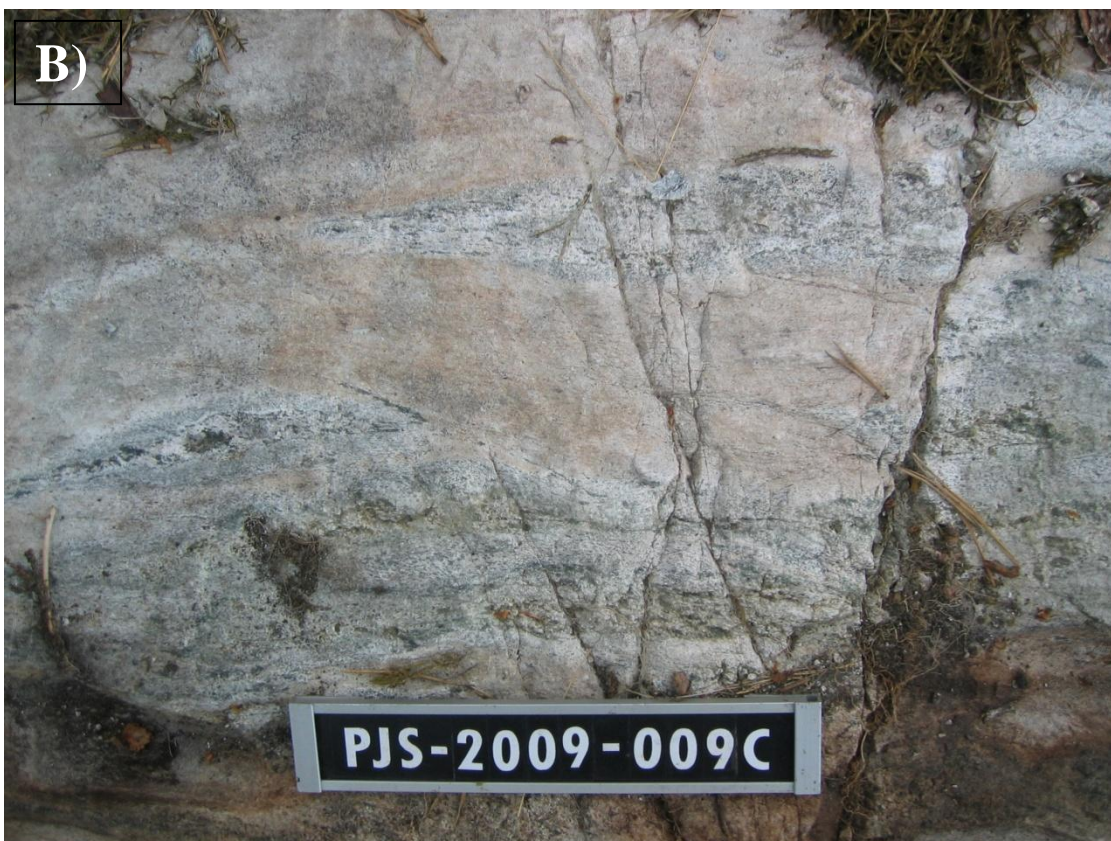
Kuva 8. Punkalaidun, Huhtamo. Voimakas venymä vulkaanisessa konglomeraatissa. Klastit ovat pääosin intermediääristä vulkaniittia, jonkin verran on myös felsisiä ja mafisia. Kuva paikallisesta lohkarresta 2-tien kalliioleikkauksen itäpuolelta. Merkkilapun pituus 11 cm. y= 6778681; x= 279101.



Kuva 9. Punkalaidun Kaunisto. Mafinen tuffi. Merkkilapun pituus 11 cm. Huom! Kivi on naarmuinen.
y= 6778097; x= 289536.



Kuva 10. Punkalaidun Kaunisto .Amfiboliitti, y= 6777803; x= 288655.
Merkkilapun pituus 10 cm.



Kuva 11. Punkalaidun keskusta. A) Raitainen amfiboliitti. B) Felsinen vulkaniitti. Laatan pituus 16 cm. $y=6781930;x=291020$.



Kuva 12. Punkalaidun Keskimaa. Raitainen amfiboliitti. Laatan pituus 16 cm. $y=6782417;x=298415$.



Kuva 13. Punkalaidun Myllykulma. Raitainen amfiboliitti. Laatan pituus 16 cm. $y= 6777236;x= 298766$.

LIITE 19. NUUTAJÄRVEN SEURUE

Nuutajärven noin 10 x 5 km:n itä-länsisuuntainen vulkaanis-sedimenttinen kivilajijakso sijaitsee välittömästi Nuutajärven taajaman ja järven eteläpuolella (Kuvat 1 ja 2). Se koostuu intermediääristä ja mafisista vulkaniiteista ja laajasta felsisten vulkaniittien alueesta sekä sedimenttikivistä. Nuutajärven vulkaanis-sedimenttiselle seurueelle on luonteenomaista felsisten vulkaniittien ja sedimenttien runsaus, mafisten ja intermediääristen vulkaniittien osuuden jäädessä vähemmistöön. Seurueen länsi- ja pohjoisosissa sedimenttikivet ovat migmatiittiutuneet ja vulkaniitit ovat amfiboliittiutuneet kun taas itä- ja lounaisosissa metamorfoosiaste on ollut alhaisempi, eikä migmatiittituumista ole tapahtunut (Kuva 9). Mafisia ja intermediäärisiä vulkaniitteja on vain alueen pohjois- ja länsiosissa, felsisiä sen sijaan on kummallakin puolella.

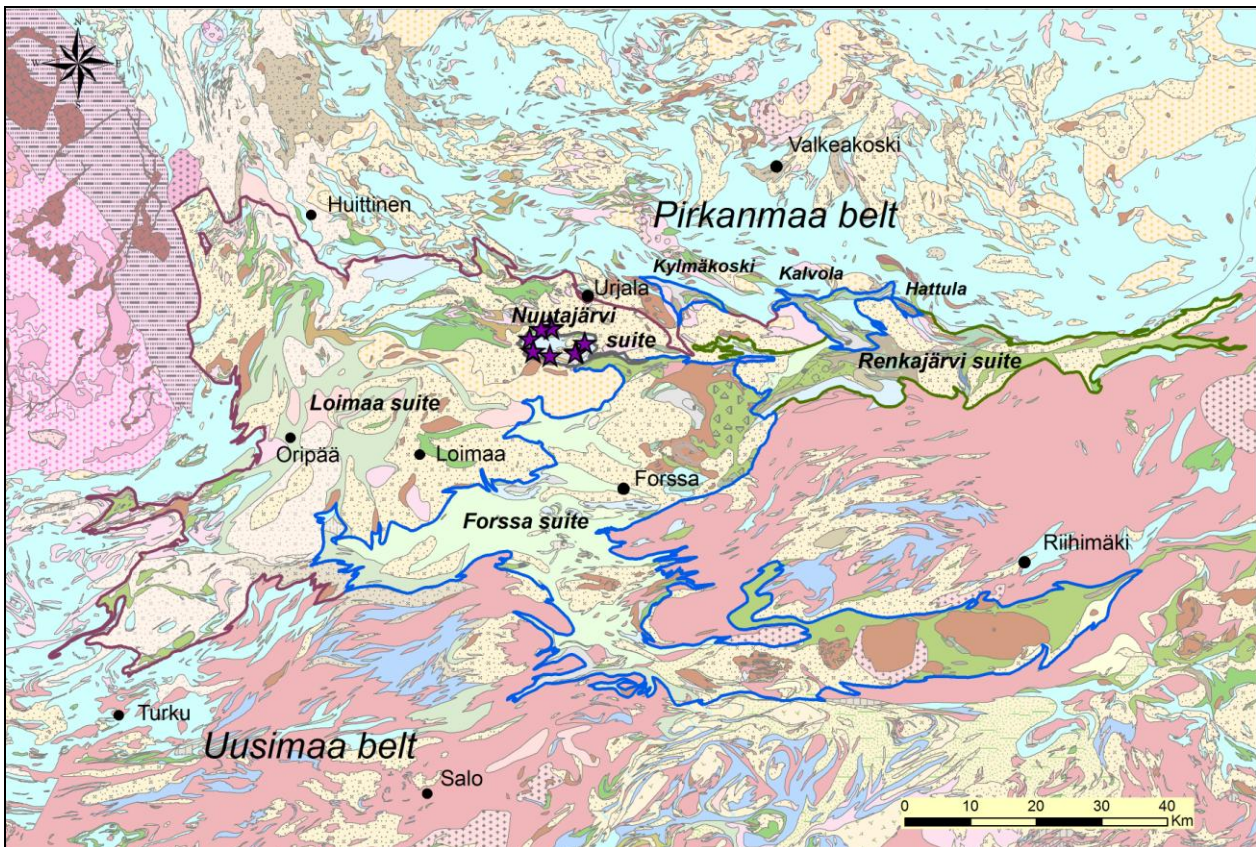
Finstrati-luokittelun mukaan Nuutajärven seurue koostuu neljästä litodeemista, jotka ovat: Aittankankaan amfiboliitti, Menosen felsinen vulkaniitti, Kalkkimäen epäpuhdas karbonaattikivi ja Riihuhdan biotiitti paragneissi.

Aittankankaan intermediääriset ja mafiset amfiboliitit (Kuvat 4, 5, 6 ja 7) ovat asultaan raitaisia ja muistuttavat koostumukseltaan länsipuolisia Loimaan seurueen Myllykulman amfiboliitteja. Menosen felsisten vulkaniittien laaja (Kuva 8) alue on itä-länsi suunnassa noin 9 km pitkä ja pohjois-etelä suunnassa 1-2,5 km leveä. Neuvosen (1956) mukaan kyseinen kivi on ilmeisesti grauvakka, Hakkarainen (1994) taas pitää sitä ryoliittisena vulkaniittina. Tämän felsisen kiven yhteydessä on vähäinen Kalkkimäen epäpuhdas karbonaattikivi siihen liittyvine diopsidigneisseineen. Länsiosistaan felsinen vulkaniitti on migmatiittisen kiillegneissin kontaktissa ja on selvästi liuskettunut, näin mm. Rappukallion louhoksella. Idempänä alhaisemman metamorfoosisteen alueella felsiset vulkaniitit ovat lähes deformatumattomia ja sisältävät yleisesti fragmentteja, jotka myös ovat felsisiä ja joista osa on pyörityneitä. Myös mafisempia kappaleita tavataan, mutta ne ovat harvinaisia. Suurimmat felsiset fragmentit ovat liki metrin kokoisia alueen itäosissa, missä myös purkausaukko on oletettavasti ollut. Kartoituksessa ei felsisestä vulkaniitista löydetty selviä merkkejä kerrosrakenteista tai muistakaan primäärirakenteista, fragmentteja lukuun ottamatta. Fragmenttisen ulkoasun sekä paikoin tiiviin perusmassan perusteella kivi on ilmeisesti syntynyt pyroklastisten virtausten tuloksena. Riihuhdan biotiitti paragneissi on seurueen länsi- ja pohjoisosissa migmatiittinen, mutta itä- ja lounaisosien alhaisemman metamorfoosisteen alueella migmatiittituumista ei ole tapahtunut.

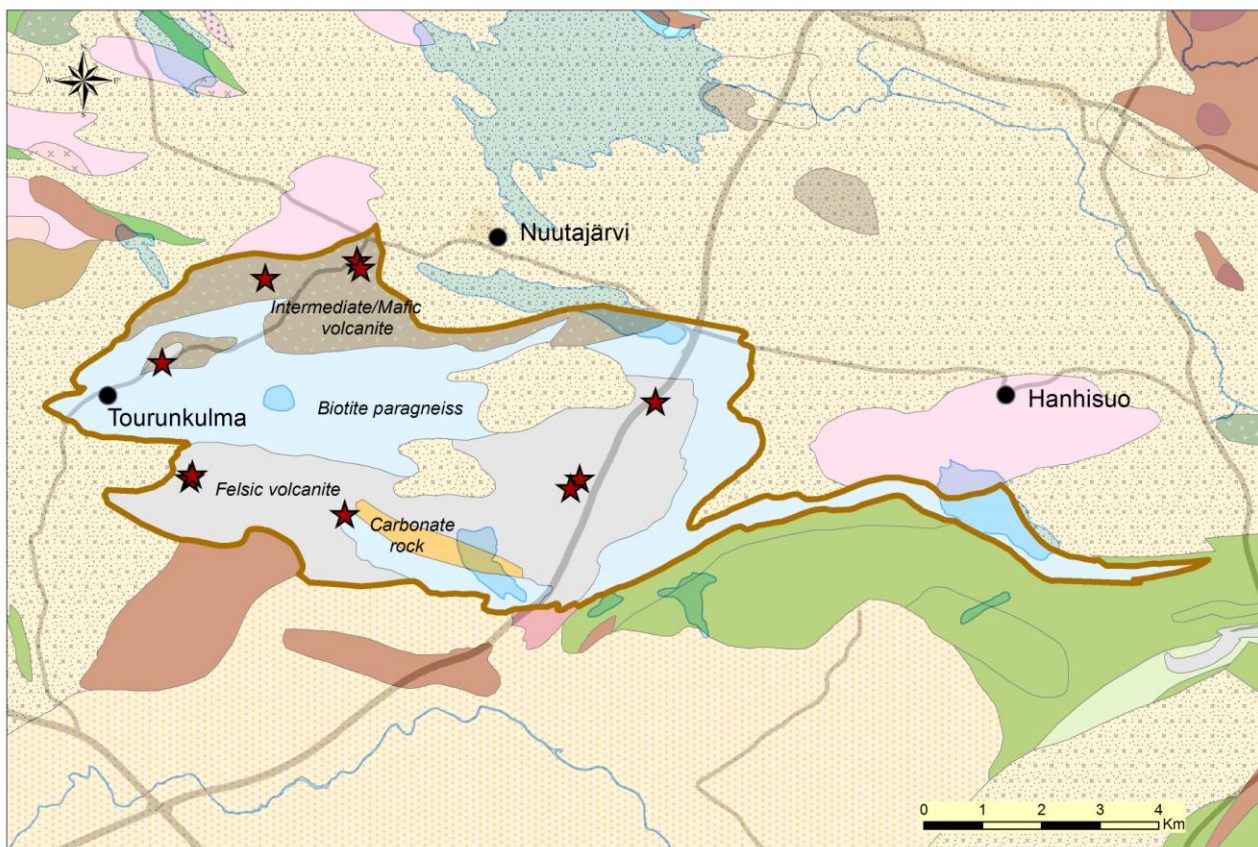
Neuvosen (1954) mukaan alueen kivilajit muodostavat antikliinin. Kerrosjärjestyksessä alimpana on hänen grauakkana pitämänsä felsinen kivi. Sen päällä on kiilleliuskeita ja mafisia tuffiitteja ja edelleen ylempänä kahden kilometrin vahvuinen mafisten laavakivien kerrostuma. Hakkaraisen (1994) kerrosjärjestys on likimain samanlainen, alimpana vain on ryoliitteja. Kyseinen mafisten laavakivien kerrostuma on tässä yhteydessä luettu kuuluvan Forssan seurueen Kokonjärven vulkaniittijaksoon, jossa primäärirakenteet ovat hyvin säilyneet verrattuna raitaisiin Nuutajärven ja Loimaan amfiboliittisiin vulkaniitteihin.

GTK on tutkinut vuosina 2011-2012 Urjalan Tourunkulman pegmatiittien Li-pitoisuuksia (Kuusela et al. 2014). Pitoisuudet jäivät kuitenkin niin alhaisiksi, että niillä ei ole talodellista merkitystä. Kokkojoen graniitin ja Nuutajärven liuskeiden kontaktista GTK on paikallistanut scheeliittimineralisaation, johon liittyy myös arseeni- ja vismuttipitoisuuksia.

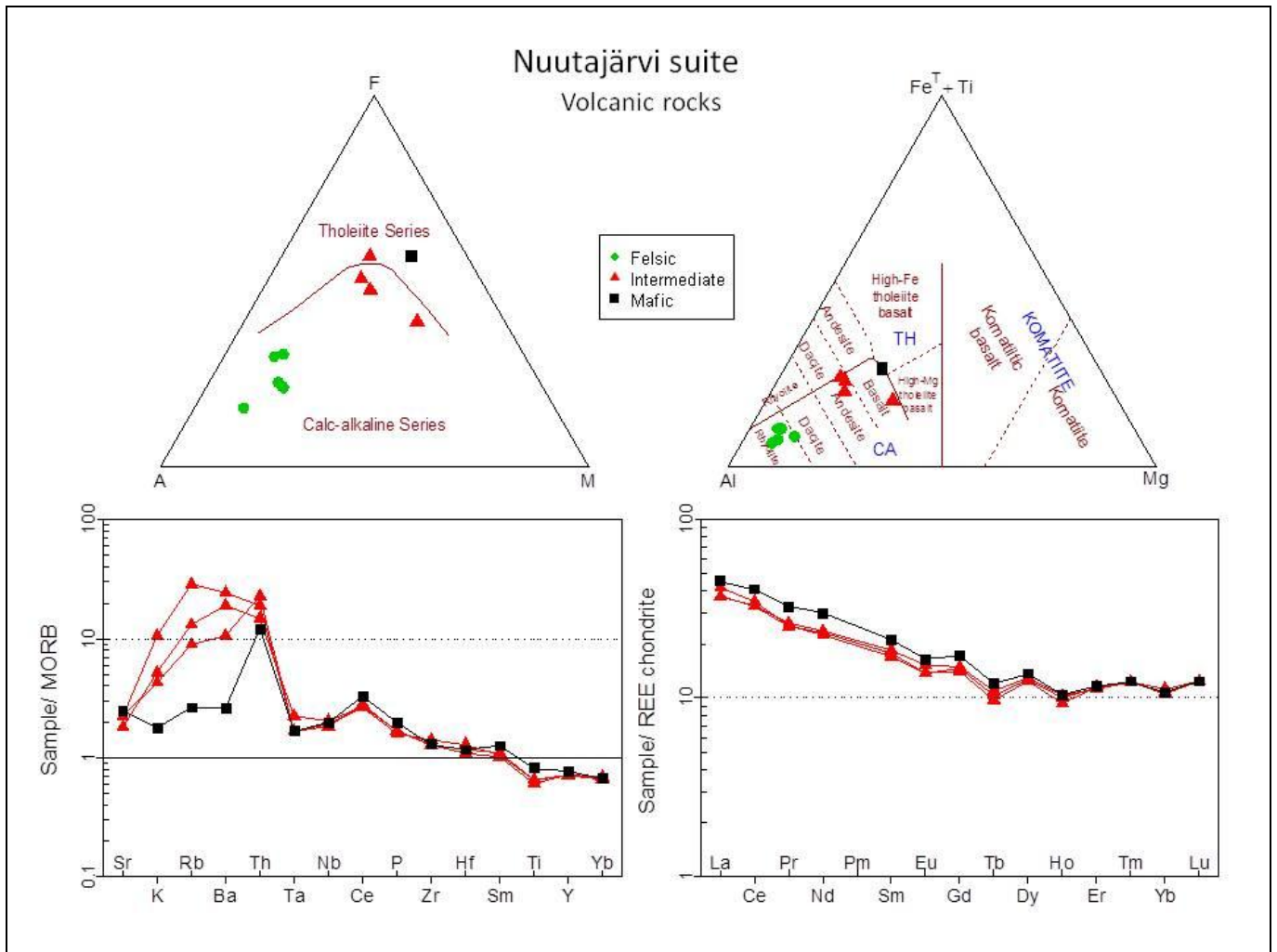




Kuva 1. Nuutajärven vulkaniittijakson analysipisteiden sijainti Häme vyöhykkeen alueella.



Kuva 2. Nuutajärven vulkaniisten kivien analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Yläkuivissa Nuutajärven vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976). Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcen (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan.

Kolmiodiagrammien mukaan Nuutajärven vulkanismi on ollut kalkkialkalista. Spider diagrammien Zr-Y ja La-Yb trendit ja Ta-Nb minimi ovat samankaltaisia kuin osalla Renkajärven seurueen vulkaniiteilla. Kuitenkin Nuutajärvi poikkeaa selvästi litologialtaan. Sedimenttikivet ja felsiset vulkaniitit ovat Nuutajärvellä vallitsevia ja mafiset ja intermediääriset vulkaniitit vain vähemmistönä.



Kuva 4. Raitainen hiertynyt plagioklaasihajarakeinen amfiboliitti, intermediäärinen. Laatan pituus 16 cm. y= 6772480; x= 305157.



Kuva 5. Plagioklaasi-uraliittiporfyriitti, intermediäärinen. Laatan pituus 16 cm. y= 6772354; x= 305213.



Kuva 6. Raitainen amfiboliitti, intermediäärinen. Laatan pituus 16 cm. y= 6772176; x= 303592.



Kuva 7. Raitainen amfiboliitti, mafinen. Laatan pituus 16 cm. y= 6770744;x= 301841.



Kuva 8. Fragmenttinen felsinen vulkaniitti. Alueen itäosa. Laatan pituus 10 cm. $y=6769668$; $x=310349$.



Kuva 9. Massamainen peliittinen sedimentti. Laatan pituus 10 cm. Alueen kaakkoisososa. $y=6767894$; $x=310259$.

LIITE 20. Forssan gabro

Forssan gabro on yleisnimitys Forssan ja Tammelan pohjoispuolelta aina Koijärven koillispuolelle ulottuville heterogeenisille gabro-dioriitti-kvartsidioriittiluokan syväkiville. Tässä tutkimuksessa gabrosta tehtiin havaintoja ja otettiin muutamia näytteitä alueilta, joilla on ollut malminetsinnällistä aktiivisuutta Etelä-Suomen mineraalipotentialin arviointihankkeessa sen alkuaikana (Kuvat 1 ja 2). Lisäksi hyödynnettiin alueelta olevaa GTK:n valtakunnallista kalliogeokemian näyteaineistoa. Havainnot jäivät valitettavan vähäisiksi ja laajempi systemaattinen kartoitus ja näytteenotto olisi välttämätöntä gabron sisäisten rakenteiden ja kemiallisen koostumusvaihtelun selvittämiseksi. Samalla tulisi selvittää tarkemmin gabron alueelta olevat lukuisat malmivihjeet (Ni, Cu, Au) ja sitoa ne gabron rakenteisiin. Tutkimusten ulkopuolelle jäi kokonaan mm. gabron eteläosan kerroksellinen ultramafisia osia sisältävä magnetiittigabro.

Forssan gabron heterogeenisuus ilmenee myös tutkittujen näytteiden kemiallisesta koostumuksesta (Kuva 3). Osa näytteistä sijoittuu gabrodioriittien ja montsodioriittien kenttiin (Middlemost 1985). Kaikissa kuvan 3 diagrammeissa näytteet muodostavat kaksi kenttää. Gabro_1 ryhmä koostuu hypidiomorfisista ja kumulusrakenteisista tasarakeisista kivistä. Gabro_2 ryhmän kivet ovat kumulusrakenteisia ja niissä on paljastumilla havaittavissa heikkoa magmaattista kerroksellisuutta (Kuva 4). SiO₂ - K₂O -diagrammissa gabron kiteytymistrendi on kalkkialkalininen. Myös AFM -diagrammissa suurin osa näytteistä sijoittuu kalkkialkaliseen kenttään. Selvimpänä poikkeuksena ovat Mäyrän alueen kaksi näytettä, joissa Fe/Mg suhde on selvästi korkein. Myös kaikkien näytteiden selvä Ta-Nb minimi viittaa gabron kalkkialkaliseen luonteeseen.

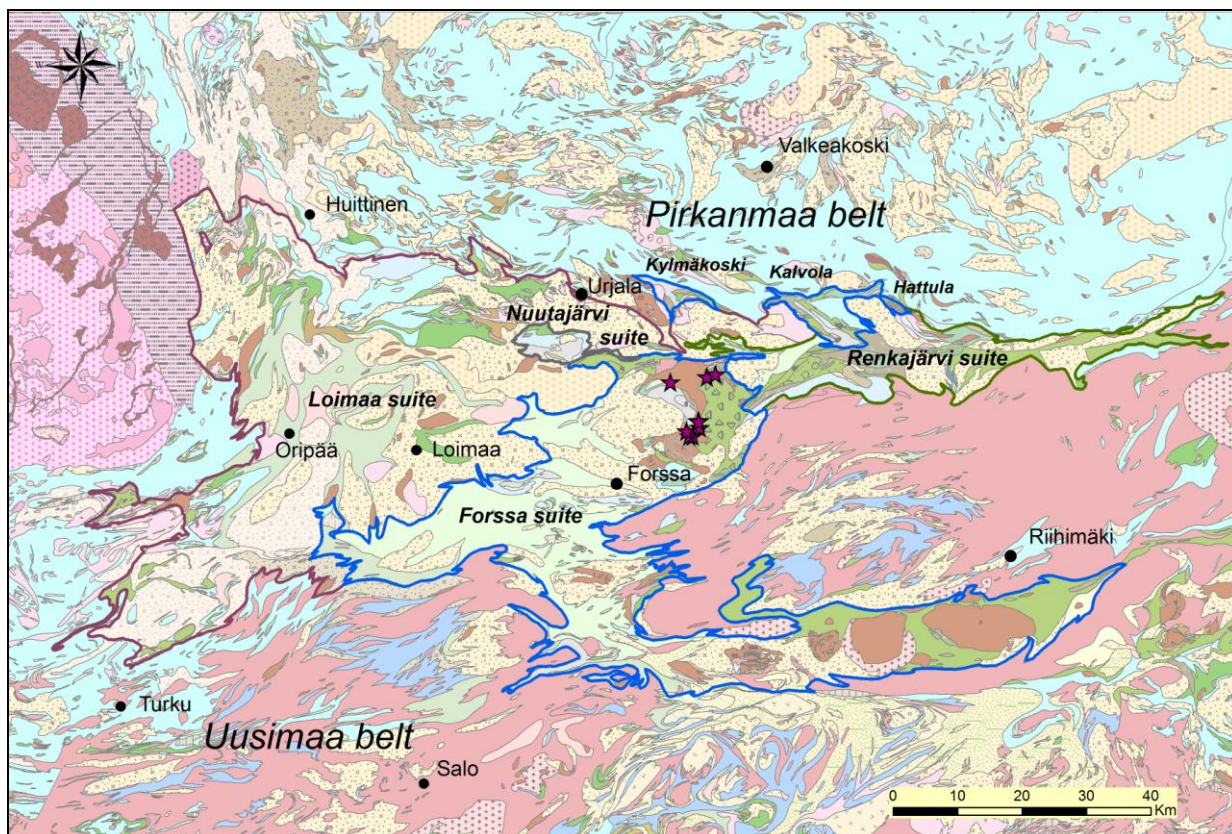
Gabro_1 ryhmän näytteet ovat massamaisista, sekä hypidiomorfisista että kumulusrakenteisista gabrodioriittiluokan kivistä gabron keski- ja pohjoisosista. Kumulustyyppissä plagioklaasi on sekä kumulus- että interkumulusmineraalina. Klinopyrokseeni ja basalttinen sarvivälke ovat interkumulusfaasia. Hypidiomorfisissa kivissä vihreä sarvivälke ja plagioklaasi ovat runsaimmat mineraalit, lisäksi niissä on pieniä määriä biotiittia ja myös kvartseja. Ilmeniitti on yleinen aksessorinen mineraali kummassakin tyyppissä. Kuva massamaisesta tasarakeisesta Forssa gabrosta liitteessä 21.

Kaikki kolme Gabro_2 ryhmän näytettä ovat Tammelan Lautaportaasta. Gabro_2 ryhmän kerrokset ovat häiriintyneitä, vahvuudeltaan 10-20 cm. Pölkkymäisten plagioklaasirakeiden välitiloissa on interkumulusmineraalina klinopyrokseeni, joka on vaihtelevassa määrin muuttunut vaalean vihertäväksi amfiboliksi ja jonkin verran biotiitiksi. Yksi näyte on malmitunut. Siinä magneettikiisuus on selvästi interkumulusmineraalina, lisäksi kivessä on vähän kupari- ja arseenikiisua. Ilmeniitti on yleinen aksessorinen mineraali. Rikkiä kivessä on 1,5 % ja kuparia 0,3 %. Myös kulta on koholla 20 ppb, samoin Se 3320 ppb ja Te 228 ppb.

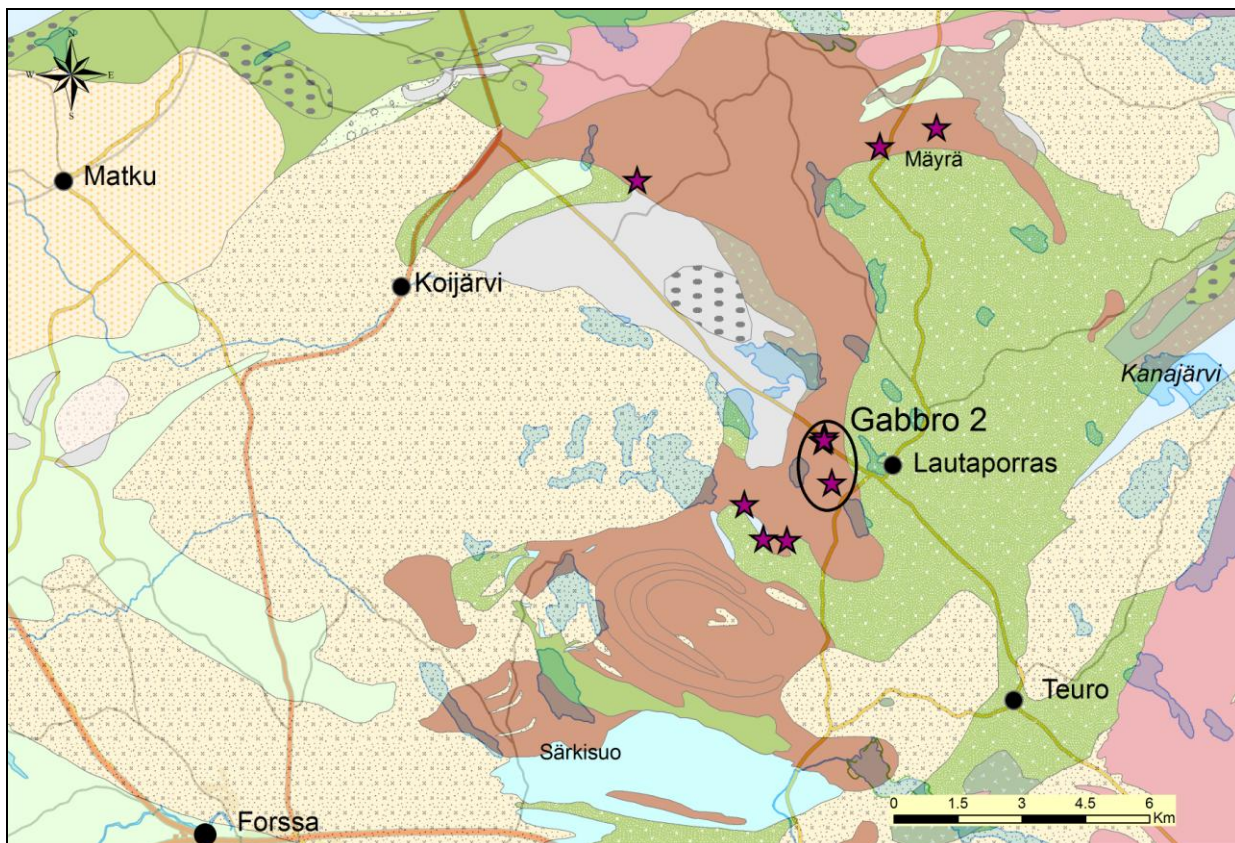
Gabron ja sen itäpuolisten vulkaniittien välillä ei ole selvää kontaktia, sen sijaan gabron on todettu vaihettuvan vähittäin vulkaniiteksi (Neuvonen 1956). Kontaktivyöhykkeessä ja myös muualla vulkaniittien alueella on puolipinnallisia, rakenteeltaan ofiittisia plagioklaasiporfyriittejä (Kuvassa 5) ja myös leikkaavia uraliittiporfyriittijuonia.

Malmikaivos Oy:n vuosina 1975-1977 tutkima Särkisuon Cu-Ni mineralisaatio gabron eteläreunalla osoittautui heikkolaatuiseksi. Kolmesta yhteispituudeltaan 194,6 m:n kairanreiästä yhdessä oli 5,8 m:n

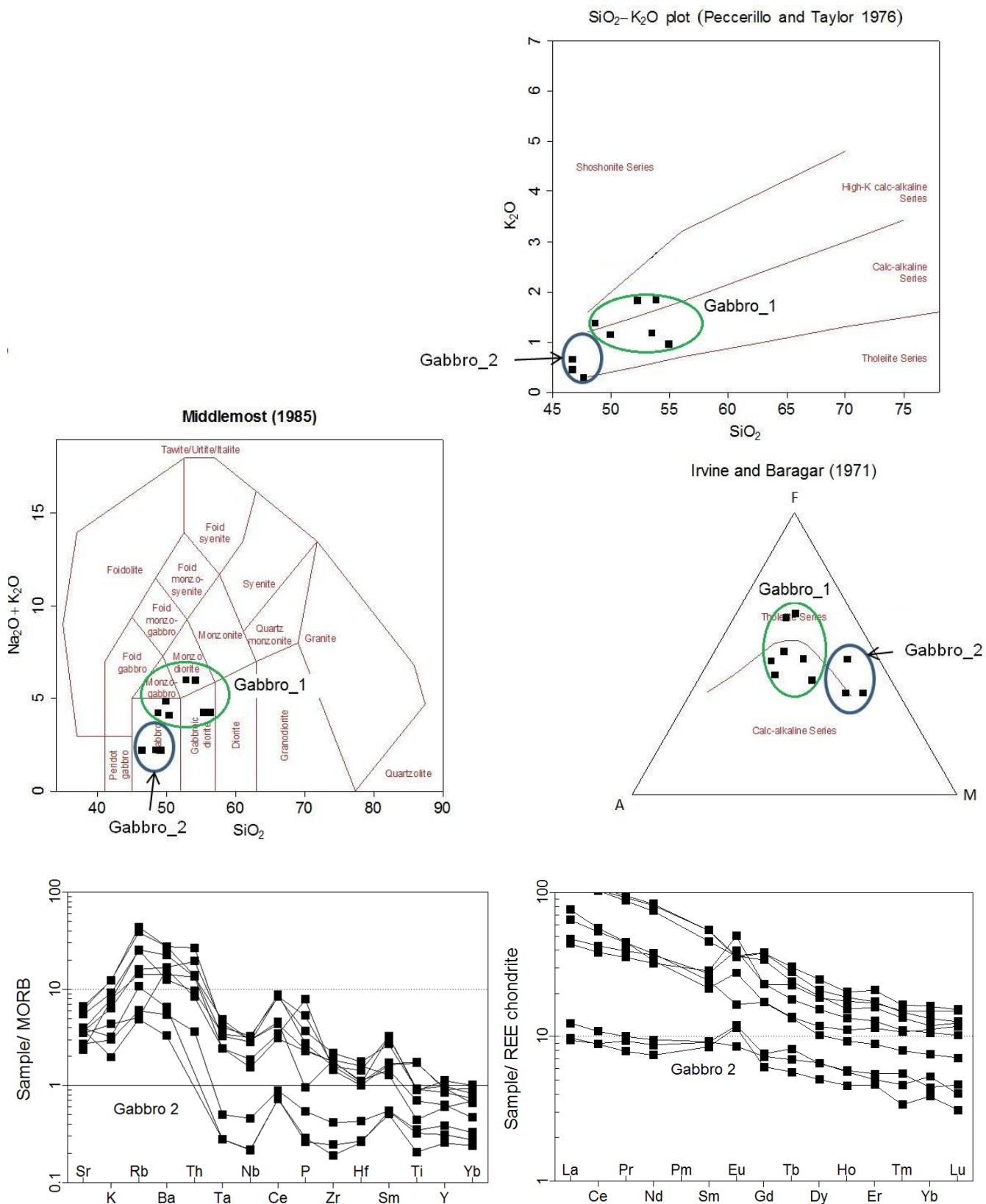
matkalla vähäistä mineralisoitumista. GTK jatkoi vuodesta 2013 alkaen Särkisuoan Ni-potentiaalin tutkimuksia mm. geofysiikan tulkinnoilla ja kairausilla. Alueelta on tavoitettu lupaavia Ni-läivistyksiä.



Kuva 1. Forssan gabron analysipisteet Hämeen vyöhykkeellä.



Kuva 2. Forssan gabron analysipisteiden tarkempi sijainti Hämeen vyöhykkeen alueella.



Kuva 3. Forssan gabron koostumusdiagrammeja. Alakuvissa vasemmalla MORB-normalisoitu hivenainejakauma Pearcein (1983) mukaan, oikealla kondriitinormalisoitu REE-jakauma Boyntonin (1984) mukaan. Gabbro 2 erottuu kummassakin alimmaisina kolmena käyränä.



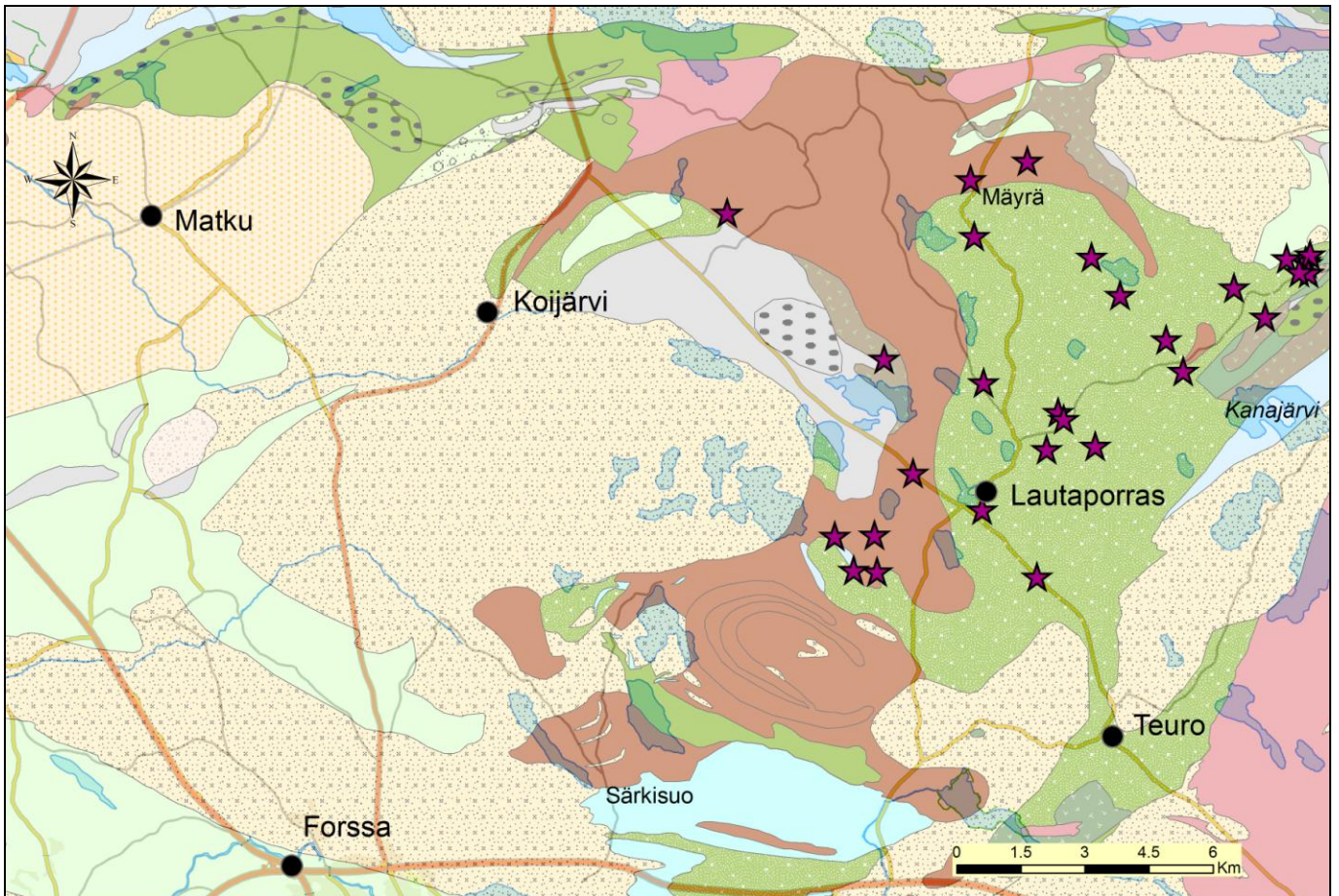
Kuva 4. Heikko kerrosrakenne gabrossa. Tammela, Lautaporras. Laatan pituus 16 cm. $y= 6756550;x= 328989$.



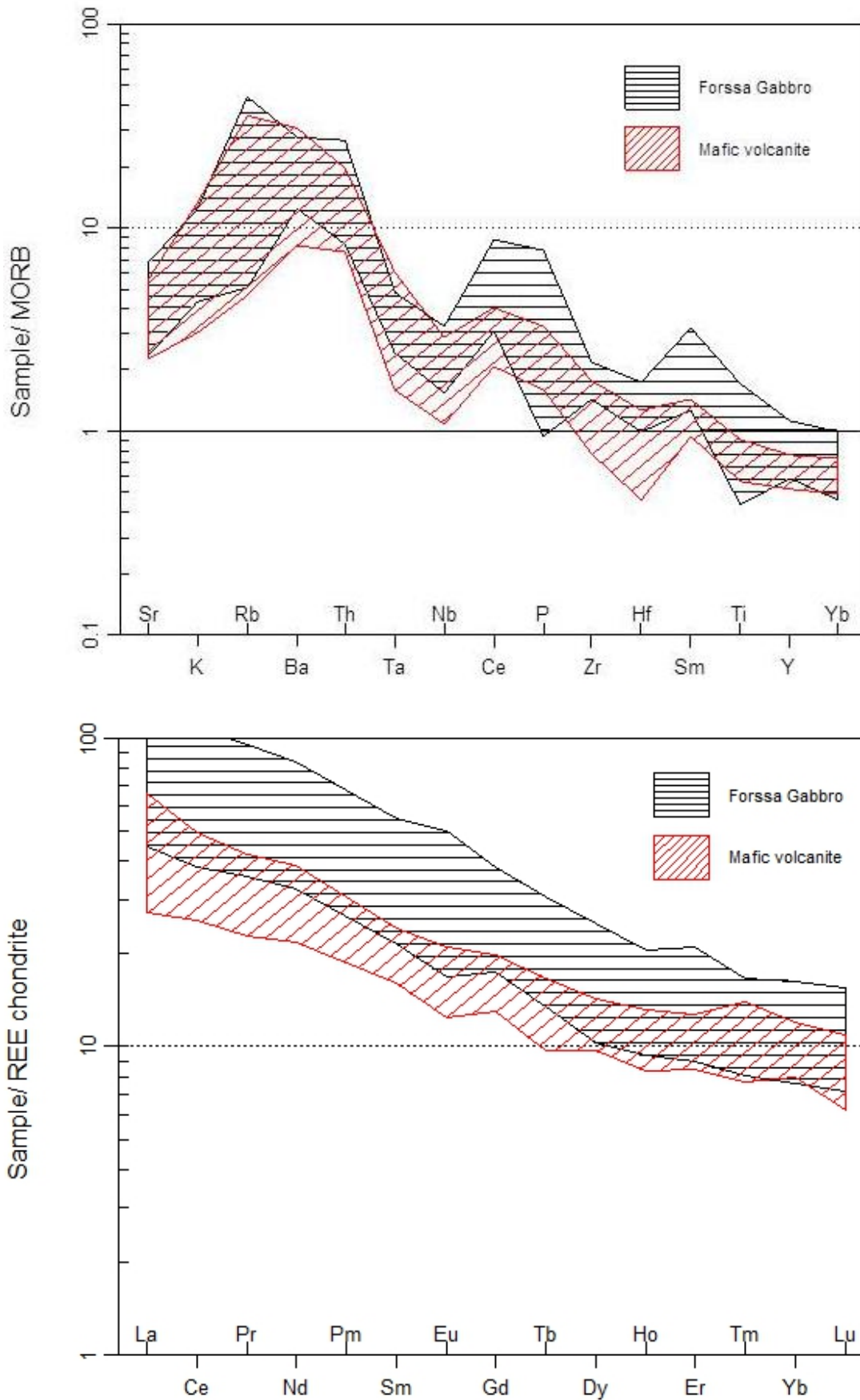
Kuva 5. Kuva Forssan gabron ja sen itäpuolisten mafisten vulkaniittien kontaktivyöhykkeestä. Tummia tuffiliuskesulkeumia dioriittisessä kivessä, johon on tunkeutunut ofiittinen diabaasi (laatan yläpuolella, valkeat laikut hometta). Laatan pituus 16 cm. $y= 6755208;xy= 327930$.

LIITE 21. Tasarakeinen Forssan gabro ja Lautaportaan mafiset vulkaniitit, koostumusvertailu

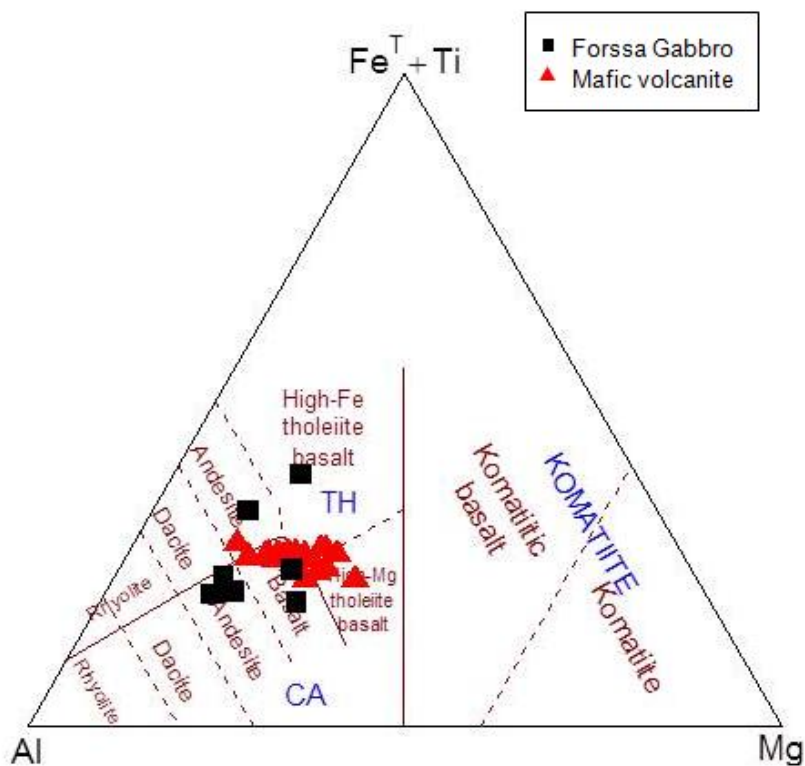
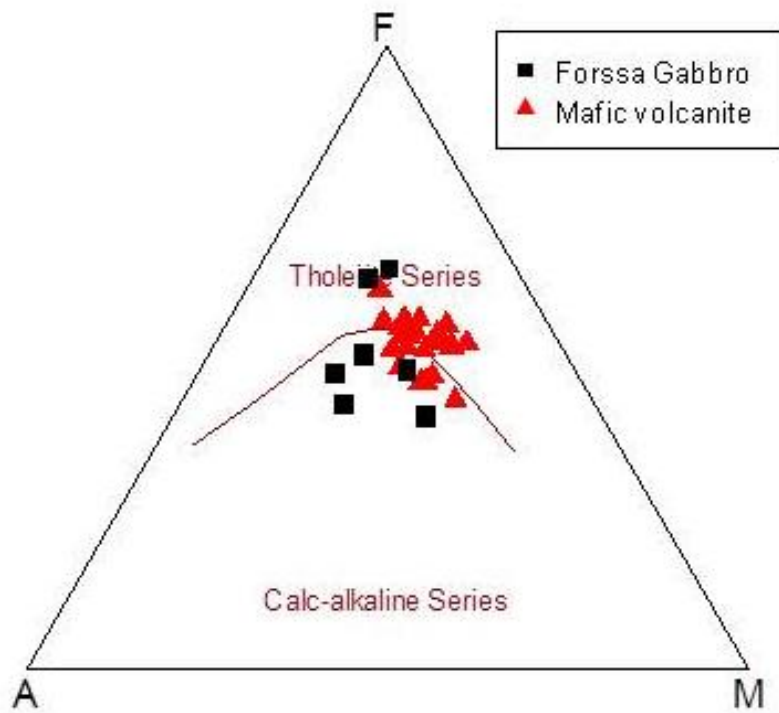
Kuvassa 1 on Forssan gabrosta ja Lautaportaan mafisista vulkaniiteista analysoitujen näytteiden sijainti geologisella kartalla. Gabronäytteet ovat tasarakeisesta tyypistä. Oheisten diagrammien perusteella Forssan gabro ja Lautaportaan vulkaniitit ovat syngeneettisiä (Kuvat 2 ja 3). MORB-normalisoiduissa spiderdiagrammeissa kevyet päät (Sr-Nb) ovat lähes identtiset. Raskaan pään (Ce-Y) osalta hajonta on gabronäytteissä selvästi suurempi ja vulkaniiteilla on keskimäärin alhaisemmat pitoisuudet. Kondriitti-normalisoiduissa REE-diagrammeissa vulkaniittien REE arvot ovat lähempänä kondriittikoostumusta ja hajonta gabronäytteissä on kauttaaltaan selvästi suurempi. AFM diagrammissa suurin osa koostumuspiisteistä sijoittuu kalkkialkaliseen kenttään. On ilmeistä, että gabro on syntynyt fraktioivan kiteytymisen kautta vulkaniittimagmasta, mitä osoittavat myös gabronäytteiden korkeammat alkali- ja alumiinipitoisuudet. Poikkeuksena ovat Mäyrän kaksi rautarikasta näytettä gabron pohjoisosien itäisestä haarakkeesta.



Kuva1. Tasarakeisen Forssan gabron ja Lautaportaan mafisten vulkaniittien analyysipisteiden sijainti.



Kuva 2. Tasarakeisen Forssan gabbron ja Lautaportaan mafisten vulkaniittien koostumusten yhdistelmädiagrammit. MORB-normalisointi Pearcen (1983) mukaan ja REE -normalisointi Boyntonin (1984) mukaan.



Kuva 3. Forssan gabron ja Lautaportaan mafisten vulkaniittien koostumus AFM diagrammissa (Irvine + Baragar 1971) sekä Al-(Fe+Ti)-Mg diagrammissa (Jensen 1976).



Kuva 4. Tasarakeinen tyyppi Forssan gabrosta, Tammela, Kumpula. Hypidiomorfinen plagioklaasi-.sarvivälkegastro. Numelevyn pituus on 16 cm. y=6755242; x=327384.



Kuva 5. Breksiarakenteinen uraliitti-plagioklaasiporfyyriitti. Tammela, Pikonkorpi. Numerolevyn pituus on 16 cm. y=6759635; x=330422.

Liite 22. Geokemian analyysyjä. Renkajärven seurue. Pirttikosken, Kanajärven ja Kautionkulman profiilit.

Näyte	JKKL-2011-115.1	JKKL-2011-181.1	PJSS-2011-71.1	JKKL-2011-261.1	JAMA-2009-103.1	JAMA-2009-120.1
Northing	6769913	6768028	6762131	6760010	6764994	6762914
Easting	333950	331302	339074	336990	342692	343226
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti
Asema	Pirttikoski_N	Pirttikoski_S	Kanajärvi	Kanajärvi	Kautionkulma	Kautionkulma
SiO2 %	49.40	48.20	48.00	49.50	52.20	51.80
TiO2	0.95	1.16	1.01	1.19	1.20	0.97
Al2O3	17.90	13.50	14.80	17.10	17.20	16.40
Fe2O3	11.40	11.30	12.10	11.00	11.40	10.80
MnO	0.22	0.18	0.19	0.12	0.18	0.16
MgO	5.50	6.21	7.83	4.40	5.23	6.87
CaO	11.49	14.38	11.29	9.87	8.89	10.24
Na2O	1.65	2.40	2.61	2.72	2.97	1.94
K2O	0.11	0.37	0.63	0.98	0.21	0.23
P2O5	0.07	0.16	0.16	0.23	0.26	0.20
Total	98.69	97.85	98.62	97.11	99.74	99.61
As ppm	<20	<20	<20	<20	<0.5	0.5
Ba	118	201	191	313	186	86
Be	n.d.	n.d.	2.55	1.75	<0.5	<0.5
Cd	<20	<20	<20	<20	0.15	0.16
Cl	210	440	<60	<60	80	<60
Co	36	32	42	42	31	34
Cr	<30	268	202	102	56	130
Cu	<20	<20	39	134	65	100
Ga	<20	22.0	20.0	20.0	24.0	<20
Hf	1.38	1.88	0.89	1.78	1.05	1.78
Li	<50	<50	<50	<50	12.5	16.7
Mo	<10	<10	<10	<10	<0.5	<0.5
Nb	2.62	4.72	2.64	4.14	5.03	4.93
Ni	<20	34	52	37	18	34
Pb	<20	<20	<20	92	4	7
Rb	1.74	6.05	13.00	20.30	3.47	4.95
S	<60	126	<60	790	<60	1096
Sc	28.60	36.80	36.30	29.30	38.20	45.80
Sn	n.d.	n.d.	<20	<20	<2	<2
Sr	350	270	260	425	331	267
Ta	0.20	0.33	0.18	0.28	0.27	0.36
Th	0.54	0.48	0.39	0.81	0.53	1.15
U	0.21	0.37	0.24	1.80	0.20	0.55
V	178	256	223	251	239	249
Y	16.90	16.30	16.20	18.30	17.00	19.10
Zn	97	134	88	91	94	83
Zr	46	70	46	62	50	64
Au ppb	1.0	0.9	<0.5	<0.5	<20	<20
Bi	5.99	7.64	<2	2.48	<100	<100
Sb	12.20	36.20	30.20	127.00	430.00	870.00
Se	<5	<5	7.2	142	<100	<100
Te	<2	7.3	<2	2.8	<100	<100
La ppm	3.71	6.05	4.09	6.37	5.59	6.53
Ce	9.98	15.50	10.50	15.60	13.90	15.90
Pr	1.48	2.20	1.57	2.24	2.07	2.34
Nd	7.67	10.90	8.05	10.60	9.87	10.30
Sm	2.26	2.83	2.33	2.91	2.35	2.79
Eu	0.79	1.01	0.86	1.09	0.93	0.99
Gd	3.00	3.64	3.05	3.75	2.84	3.17
Tb	0.50	0.57	0.50	0.58	0.45	0.51
Dy	3.29	3.50	3.28	3.74	2.65	3.33
Ho	0.69	0.69	0.68	0.77	0.55	0.61
Er	2.08	1.95	1.93	2.21	1.62	1.85
Tm	0.30	0.28	0.28	0.32	0.22	0.25
Yb	2.06	1.80	1.90	2.18	1.38	1.75
Lu	0.29	0.25	0.27	0.30	0.20	0.26

Liite 22. Geokemian analyysijä. Renkajärven seurue. Parolan ja Halkkokorven profiilit.

Näyte	95002314	PJS\$-2013-27.1	PJS\$-2013-28.1	JAMA-2009-121.1	JAMA-2009-123.1	JAMA-2009-124.1
Northing	6768579	6766291	6767959	6768003	6768292	6768270
Easting	350661	354071	352262	346868	346662	346527
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti
Asema	Parola	Parola	Parola	Halkkokorpi	Halkkokorpi	Halkkokorpi
SiO₂ %	50.90	49.40	44.60	49.90	50.40	51.70
TiO₂	1.01	0.92	1.03	1.31	0.98	1.18
Al₂O₃	17.80	16.50	16.40	18.90	17.30	17.70
Fe₂O₃	9.94	11.40	12.40	11.40	11.10	11.60
MnO	0.17	0.16	0.15	0.20	0.16	0.15
MgO	5.36	5.64	3.47	5.30	5.49	5.45
CaO	7.76	8.47	12.61	8.45	7.66	6.50
Na₂O	3.05	3.49	3.36	2.87	3.54	4.09
K₂O	0.45	0.89	0.36	0.92	1.12	0.90
P₂O₅	0.25	0.21	0.30	0.31	0.30	0.41
Total	96.68	97.08	94.67	99.56	98.05	99.68
As ppm	<3	<2	<2	3.20	2.88	4.02
Ba	256	177	49	131	442	222
Be	n.d.	n.d.	n.d.	<0.5	<0.5	0.86
Bi	<0.04	<30	<30	<0.1	<0.1	<0.1
Cd	n.d.	n.d.	n.d.	0.43	0.10	0.34
Cl	46	190	110	<60	<60	70
Co	31	45	44	32	33	33
Cr	40	225	74	52	37	39
Cu	27	59	81	265	68	58
Ga	27.3	20.0	20.0	20.0	22.0	23.0
Hf	1.23	2.39	1.52	1.52	2.60	3.71
Li	13.7	n.d.	n.d.	18.8	14.3	15.6
Mo	<2.6	<10	<10	<0.5	0.6	2.7
Nb	5.49	5.83	5.28	7.20	11.20	14.80
Ni	25	68	22	22	25	25
Pb	16	<20	<20	4	4	6
Rb	9.8	33.1	6.3	23.5	25.1	17.1
S	<70	310	180	150	90	310
Sb	n.d.	<100	<100	1.47	1.49	0.54
Sc	25.8	32.2	32.4	42.5	36.2	34.1
Sn	n.d.	<2	<2	<2	<2	<2
Sr	358	170	290	355	434	368
Ta	0.27	0.30	0.22	0.48	0.71	0.87
Th	0.42	1.54	1.20	0.64	1.51	1.63
Tl	n.d.	n.d.	n.d.	<0.1	0.11	<0.1
U	0.26	0.25	0.45	0.25	0.77	0.92
V	201	237	283	211	197	202
Y	17.5	18.1	20.2	21.4	22.7	28.1
Zn	109	122	105	113	104	108
Zr	75	90	80	72	122	154
Au ppb	<2.5	n.d.	n.d.	<10	<10	<10
La ppm	7.21	8.62	9.34	7.70	12.10	15.80
Ce	15.1	19.3	22.2	19.3	28.6	37.0
Pr	2.26	2.29	2.77	2.72	3.72	4.83
Nd	9.32	10.90	13.50	13.20	16.80	22.00
Sm	2.72	2.75	3.29	3.31	3.86	5.05
Eu	0.91	0.95	1.09	1.18	1.45	1.61
Gd	2.91	3.02	3.46	3.87	4.33	5.11
Tb	0.45	0.39	0.43	0.61	0.64	0.82
Dy	2.48	3.49	3.85	3.64	3.91	4.59
Ho	0.50	0.58	0.64	0.70	0.74	0.95
Er	1.57	2.06	2.23	2.01	2.07	2.86
Tm	0.23	0.34	0.37	0.27	0.29	0.37
Yb	1.58	1.92	2.17	1.83	1.92	2.44
Lu	0.23	0.34	0.38	0.28	0.30	0.38

Liite 22. Geokemian analyysijä. Renkajärven seurue. Mafiset juonet ja konglomeraatin klastit.

Tilaaajan	METS-2008-16.1	HPIŠ-1986-142.J	HPIŠ-1988-42.3	METS-2008-20.2	METS-2008-20.3	METS-2008-51.1
Northing	6761236	6765286	6761512	6761355	6761355	6761436
Easting	339880	340431	339807	339891	339891	339835
Kivilaji	Uraliittiporfyriitti	Uraliittiporfyriitti	Uraliittiporfyriitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti
Asema	Mafinen juoni	Mafinen juoni	Mafinen juoni	Kongl. klasti	Kongl. klasti	Kongl. klasti
SiO2 %	47.50	48.67	46.93	57.60	56.00	53.00
TiO2	0.83	1.07	0.89	1.00	1.02	1.27
Al2O3	10.40	15.63	18.44	18.00	18.40	19.00
Fe2O3	12.70	10.91	11.13	8.53	8.17	9.22
MnO	0.19	0.17	0.16	0.15	0.21	0.18
MgO	12.60	5.60	5.48	1.23	2.05	2.96
CaO	11.07	8.85	11.25	8.46	8.06	8.31
Na2O	0.66	1.90	2.01	3.02	4.81	4.98
K2O	0.82	2.03	1.10	0.82	0.49	0.49
P2O5	0.14	0.35	0.25	0.29	0.42	0.22
Total	96.92	95.18	97.64	99.09	99.63	99.63
As ppm	14.1	n.d.	n.d.	1.5	0.8	6.5
Ba	150	405	240	145	313	128
Be	<0.5	n.d.	n.d.	0.68	1.20	1.21
Bi	0.12	n.d.	n.d.	<0.1	<0.1	<0.1
Cd	0.26	n.d.	n.d.	<0.1	0.13	0.18
Cl	<60	n.d.	n.d.	<60	<60	<60
Co	66	n.d.	n.d.	20	29	33
Cr	621	80	90	7	8	72
Cu	113	n.d.	n.d.	10	35	47
Ga	<20	n.d.	n.d.	30.0	20.0	30.0
Hf	0.99	n.d.	n.d.	1.56	3.19	1.75
Li	32.7	n.d.	n.d.	21.3	13.8	14.7
Mo	0.6	n.d.	n.d.	0.59	<0.5	<0.5
Nb	3.49	n.d.	n.d.	7.50	22.70	7.63
Ni	167	46	38	7	13	24
Pb	4	n.d.	n.d.	2	3	3
Rb	34.0	66.0	31.0	24.8	9.8	10.8
S	270	n.d.	n.d.	<60	<60	70
Sb	0.90	n.d.	n.d.	1.59	1.01	1.37
Sc	44.5	n.d.	n.d.	23.7	18.9	34.8
Sn	10.70	n.d.	n.d.	<2	<2	<2
Sr	194	413	446	528	673	640
Ta	0.23	n.d.	n.d.	0.41	1.22	0.43
Th	0.64	n.d.	n.d.	0.83	2.39	1.39
Tl	0.37	n.d.	n.d.	<0.1	<0.1	<0.1
U	0.39	n.d.	n.d.	0.55	0.98	0.66
V	289	280	270	190	157	263
Y	16.90	23.00	16.00	15.30	16.90	15.50
Zn	100	n.d.	n.d.	62	110	96
Zr	55.0	124.0	70.0	86.0	180.0	80.0
Au ppb	<10	n.d.	n.d.	<10	<10	<10
La ppm	4.75	n.d.	n.d.	9.27	20.2	8.67
Ce	11.8	n.d.	n.d.	22.0	45.9	20.2
Pr	1.73	n.d.	n.d.	2.95	5.58	2.88
Nd	8.14	n.d.	n.d.	13.00	21.90	13.00
Sm	2.45	n.d.	n.d.	3.06	4.48	3.27
Eu	0.88	n.d.	n.d.	1.13	1.37	1.12
Gd	2.85	n.d.	n.d.	3.21	4.21	3.27
Tb	0.50	n.d.	n.d.	0.54	0.63	0.53
Dy	3.25	n.d.	n.d.	3.14	3.39	3.18
Ho	0.67	n.d.	n.d.	0.67	0.67	0.63
Er	2.00	n.d.	n.d.	1.90	1.95	1.85
Tm	0.28	n.d.	n.d.	0.26	0.26	0.25
Yb	1.86	n.d.	n.d.	1.84	1.78	1.69
Lu	0.27	n.d.	n.d.	0.28	0.26	0.25

Liite 22. Geokemian analyysijä. Forssan seurue. Kokonjärven ja Humppilan vulkaniitit.

Näyte	95002006	95001999	PJS\$-2013-37.1	MET\$-2009-48.1	95001995	MET\$-2009-57.2
Northing	6767369	6767399	6767723	6759227	6756823	6756173
Easting	323112	315225	312059	310522	304440	310025
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Intermed vulkaniitti	Intermed vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Intermed vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti
Asema	Kokonjärvi	Kokonjärvi	Kokonjärvi	Humppila	Humppila	Humppila
SiO2 %	47.00	55.50	62.70	50.90	52.30	74.10
TiO2	1.15	1.18	0.66	1.21	0.97	0.23
Al2O3	16.50	15.40	17.20	15.60	16.30	14.00
Fe2O3	10.30	9.39	5.79	11.00	9.35	2.44
MnO	0.15	0.16	0.11	0.19	0.18	0.02
MgO	7.50	2.46	1.70	5.42	3.83	0.68
CaO	7.02	6.99	5.96	9.70	10.00	2.72
Na2O	1.85	2.62	4.91	2.18	2.45	3.82
K2O	0.91	1.96	0.42	1.46	0.64	1.47
P2O5	0.32	0.57	0.28	0.50	0.24	0.06
Total	92.69	96.23	99.73	98.16	96.26	99.53
As ppm	<3	<3	<20	2.5	<3	3.0
Ba	227	434	230	604	269	830
Bi	<0.04	<0.04	n.d	1.48	<0.04	0.22
Ce	29.30	55.00	28.40	65.9	31.30	42.0
Cl	<45	77	128	<60	<45	<60
Co	38.1	20.5	29.80	29.8	28.1	2.08
Cr	89	28	<20	91	91	16
Cu	128	78	39	57	32	26
Ga	27.5	30.8	20	<20	22.3	<20
Hf	2.04	4.65	2.13	2.77	2.79	3.94
Li	24.9	27.9	n.d	24.6	10.8	13.2
Mo	<2.6	<2.6	<10	1.1	<2.6	4.9
Nb	8.36	11.70	15.00	11.00	7.34	7.79
Ni	47	<14	<20	44	29	<4
Pb	20	30	<20	13	16	14
Rb	31.1	51.1	7.6	25.1	15.5	44.3
S	103	280	345	10920	132	1830
Sb	n.d	n.d	<100	2.29	n.d	0.49
Sc	28.7	24.5	13.8	31.3	25.5	6.3
Se	<0.055	0.098	n.d	n.d	0.070	n.d
Sn	n.d	n.d	<20	2.4	n.d	2.4
Sr	489	327	378	441	404	168
Ta	0.47	1.21	0.54	0.67	0.43	0.86
Th	1.58	5.95	2.25	5.33	2.04	14.8
U	0.93	2.96	0.86	2.60	1.36	6.48
V	240	138	117	212	189	24
Y	19.10	38.80	10.20	23.20	22.40	16.20
Zn	109	128	72	146	106	37
Zr	91.7	199.0	105.0	160.0	123.0	121.0
Au ppb	<2.5	<2.5	n.d	<10	<2.5	<10
Te	<5	<5	n.d	n.d	<5	n.d
La ppm	13.40	25.20	12.00	29.30	14.30	22.60
Pr	3.92	7.23	2.95	8.25	4.06	4.47
Nd	16.20	30.10	11.80	33.90	17.00	15.30
Sm	3.79	7.04	2.35	6.13	3.89	2.63
Eu	1.26	1.64	0.88	1.89	1.15	0.70
Gd	3.96	6.94	2.26	5.75	3.91	2.65
Tb	0.57	1.13	0.17	0.80	0.60	0.43
Dy	3.29	6.68	1.95	3.99	3.84	2.38
Ho	0.65	1.25	0.17	0.73	0.75	0.51
Er	1.78	3.78	0.98	2.09	2.16	1.58
Tm	0.27	0.51	0.18	0.27	0.32	0.24
Yb	1.70	3.37	0.97	1.93	2.17	1.61
Lu	0.26	0.53	0.19	0.26	0.33	0.27

Liite 22. Geokemian analyysijä. Forssan seurue. Jokioisten ja Someron vulkaniitit.

Näyte	95001983	92008788	JAMA-2009-92.1	92008794	92008785	JAMA-2009-93.1
Northing	6750256	6739520	6749652	6727455	6727655	6721289
Easting	307728	302590	305416	316975	311457	310901
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti
Asema	Jokioinen	Jokioinen	Jokioinen	Somero	Somero	Somero
SiO2 %	50.50	61.00	70.40	48.30	56.90	64.20
TiO2	1.37	0.51	0.48	1.44	1.08	0.61
Al2O3	16.00	16.60	13.70	17.10	15.70	16.70
Fe2O3	11.00	6.24	5.32	11.30	8.80	4.51
MnO	0.19	0.14	0.09	0.22	0.19	0.07
MgO	4.17	2.14	1.03	3.97	2.25	2.24
CaO	8.21	6.04	1.30	8.47	6.53	4.03
Na2O	3.32	2.74	5.20	3.47	3.04	4.73
K2O	0.73	1.65	2.03	0.48	1.51	2.32
P2O5	0.35	0.14	0.08	0.16	0.35	0.19
Total	95.84	97.20	99.63	94.90	96.34	99.60
As ppm	<3	3.43	0.85	<3	3.70	0.59
Ba	307	376	555	148	442	664
Bi	<0.04	<0.04	<0.1	<0.04	0.06	1.44
Cl	363	<45	140	83	46	100
Co	35	14	2	37	17	14
Cr	79	35	4	43	23	46
Cu	150	38	5	147	44	<2
Ga	28	28	<20	23	29	30
Hf	4.50	2.59	9.25	2.64	4.42	4.28
Li	7.1	21.4	15.0	46.0	22.5	75.1
Mo	<2.6	<2.6	<0.5	<2.6	<2.6	<0.5
Nb	16.20	5.86	16.10	3.48	10.20	9.15
Ni	38	<14	<4	24	<14	32
Pb	23	21	7	21	20	11
Rb	16.2	43.3	36.6	15.2	39.0	70.8
S	136	569	<60	167	554	<60
Sb	n.d.	n.d.	0.65	n.d.	n.d.	0.62
Sc	29.9	7.8	18.2	36.6	23.9	10.1
Se	<0.055	<0.055	n.d.	0.183	0.088	n.d.
Sn	n.d.	n.d.	3.2	n.d.	n.d.	2.4
Sr	393	293	114	266	230	600
Ta	1.15	0.39	1.08	0.21	0.68	0.76
Th	3.35	2.52	7.43	1.23	2.55	5.77
U	2.08	1.18	4.11	0.51	1.73	4.16
V	211	56	2	284	94	65
Y	34.30	11.50	52.30	30.10	41.10	16.40
Zn	138	86	93	142	120	67
Zr	185	116	280	99	172	160
Au ppb	<2.5	<2.5	<10	<2.5	<2.5	<10
Te	<5	<5	n.d.	13.00	7.92	n.d.
La ppm	17.70	12.70	24.60	7.06	18.40	21.30
Ce	40.20	24.40	55.60	17.90	41.70	42.80
Pr	5.29	2.91	7.07	2.79	5.66	4.95
Nd	23.60	11.40	29.70	13.80	26.10	19.20
Sm	5.59	2.15	6.52	4.22	6.59	3.38
Eu	1.43	0.78	1.48	1.33	1.76	1.19
Gd	6.24	2.33	7.19	5.32	7.78	3.23
Tb	0.96	0.35	1.25	0.82	1.09	0.47
Dy	5.64	1.98	7.09	4.94	6.51	2.39
Ho	1.17	0.39	1.59	1.04	1.48	0.46
Er	3.30	1.09	4.80	2.84	4.02	1.37
Tm	0.44	0.15	0.69	0.41	0.57	0.21
Yb	3.19	1.09	4.77	2.59	4.19	1.55
Lu	0.47	0.18	0.75	0.44	0.59	0.24

Liite 22. Geokemian analyysijä. Forssan seurue. Lautaportaan ja Hyvinkään vulkaniitit.

Näyte	PJS\$-2011-16.1	PJS\$-2011-1.2	PJS\$-2011-26.1	JKKL-2011-256.1	92009257	92009259
Northing	6754480	6761683	6759635	6761858	6724207	6728975
Easting	327907	333616	330422	336283	365225	371552
Kivilaji	Intermed. vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti
Asema	Lautaporras	Lautaporras	Lautaporras	Lautaporras	Hyvinkää	Hyvinkää
SiO2 %	54.50	51.00	52.20	48.50	55.70	46.60
TiO2	0.83	1.24	1.02	1.22	0.86	1.06
Al2O3	16.70	14.90	15.30	18.30	15.00	17.40
Fe2O3	8.81	12.20	10.80	12.40	8.12	7.99
MnO	0.12	0.16	0.17	0.22	0.13	0.14
MgO	4.25	6.24	4.54	5.44	5.43	7.05
CaO	7.52	8.44	10.43	8.79	6.54	12.00
Na2O	3.78	4.20	2.77	3.46	2.42	2.31
K2O	1.33	1.19	0.81	0.76	1.75	0.64
P2O5	0.16	0.23	0.20	0.30	0.20	0.19
Total	97.99	99.81	98.25	99.39	96.14	95.37
As ppm	<20	<20	<20	<20	<3	5.02
Ba	326	432	214	231	349	126
Bi	0.008	0.004	0.011	0.006	0.048	<0.04
Cl	<60	<60	0	0	67	50
Co	29	39	28	42	29	43
Cr	90	92	134	<20	197	117
Cu	45	38	92	93	70	117
Ga	<20	<20	21.0	25.0	21.5	25.7
Hf	2.85	1.37	2.04	3.06	2.71	1.79
Li	<50	<50	<50	<50	35	11.5
Mo	<10	<10	<10	<10	<2.6	<2.6
Nb	6.57	4.56	5.65	10.10	5.52	5.00
Ni	0	51	41	<20	73	83
Pb	<20	<20	<20	<20	20	21
Rb	50	23.2	17.3	18.1	55.5	15.9
S	<60	<60	<60	79	931	979
Sb	0.014	0.077	0.042	0.130	n.d.	n.d.
Sc	20.4	32.6	24.9	30.8	19.8	43.0
Se	<0.005	0.020	0.022	0.031	0.178	0.250
Sn	<20	<20	<20	<20	n.d.	n.d.
Sr	293	273	382	490	418	482
Ta	0.49	0.32	0.42	0.73	0.44	0.28
Th	2.29	1.53	2.3	2.55	2.03	1.44
U	1.22	0.62	1.19	1.32	1.62	0.62
V	168	259	191	281	174.0	242.0
Y	16.40	17.50	16.50	20.30	16.30	23.70
Zn	71	131	123	126	91	80
Zr	121	73	98	90	104	87
Au ppb	<0.5	4.8	0.8	1.7	<2.5	<2.5
Te	4.3	10	<2	<2	22.0	8.7
La ppm	11.4	8.45	11.3	17.9	13.00	11.30
Ce	26.0	20.7	24.3	37.7	26.50	27.00
Pr	3.35	2.87	3.12	4.71	3.35	4.07
Nd	14.6	13.4	13.7	21.0	14.60	18.20
Sm	3.26	3.41	3.12	4.58	2.87	4.35
Eu	0.97	1.12	1.04	1.55	1.04	1.43
Gd	3.63	4.01	3.61	4.96	3.03	4.98
Tb	0.55	0.59	0.57	0.74	0.50	0.71
Dy	3.33	3.66	3.44	4.22	2.66	4.35
Ho	0.68	0.73	0.70	0.84	0.53	0.86
Er	1.94	2.06	1.96	2.37	1.46	2.33
Tm	0.29	0.29	0.28	0.33	0.23	0.35
Yb	1.94	1.94	1.92	2.33	1.53	2.07
Lu	0.28	0.28	0.26	0.32	0.23	0.27

Liite 22. Geokemian analyysijä. Forssan seurue. Kylmäkosken, Kalvolan ja Hattulan vulkaniitit.

Näyte	METS\$-2009-40.1	PJS\$-2009-15.1	11005	METS\$-2009-15	METS\$-2009-2	95002334
Northing	6777721	6779424	6773700	6771587	6775134	6775616
Easting	326657	321609	344459	352846	358615	358208
Kivilaji	Intermed. vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti
Asema	Kylmäkoski	Kylmäkoski	Kalvola	Kalvola	Hattula	Hattula
SiO2 %	61.10	72.60	45.87	53.20	60.30	50.00
TiO2	0.84	0.10	1.31	1.03	1.12	2.13
Al2O3	15.40	15.40	17.00	18.20	15.40	16.10
Fe2O3	7.46	2.65	14.87	10.70	10.20	13.10
MnO	0.09	0.02	0.22	0.17	0.20	0.18
MgO	3.32	0.20	5.04	3.71	2.18	3.90
CaO	6.59	3.27	11.27	6.88	4.89	5.99
Na2O	3.65	4.65	2.80	3.34	3.79	2.86
K2O	1.05	0.78	0.88	2.18	1.34	1.33
P2O5	0.18	0.04	0.30	0.26	0.18	0.46
Total	99.68	99.71	99.56	99.67	99.60	96.05
As ppm	1.78	<0.5	0.80	2.55	1.27	3.70
Ba	235	197	191	370	453	309
Be	<0.5	0.69	4.60	0.80	<0.5	n.d.
Bi	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	<0.1	0.10
Cd	0.16	<0.1	n.d.	<0.1	0.36	n.d.
Cl	220	<60	703	70	70	119
Co	21.5	0.7	38.6	23.1	16.4	27.9
Cr	88	6	79	71	31	65
Cu	15	<2	8	6	50	45
Ga	20.0	30.0	19.0	32.0	20.0	27.2
Hf	3.84	3.31	n.d.	5.72	5.09	7.18
Li	27.6	37.7	9.3	22.0	41.6	46.7
Mo	<0.5	<0.5	n.d.	<0.5	1.0	<2.6
Nb	11.2	9.40	6.18	9.63	9.17	17.40
Ni	55	<4	40	26	15	32
Pb	6	4	19	9	8	17
Rb	24.8	22.0	22.0	76.0	40.6	51.5
S	<60	<60	420	<60	810	1760
Sb	0.30	<0.1	0.12	3.77	0.58	n.d.
Sc	19.2	<0.3	31.6	24.8	36.0	29.8
Se	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.30
Sn	<2	<2	1	2.13	2.43	n.d.
Sr	405	404	595	393	187	391
Ta	0.77	0.77	0.41	0.75	0.75	1.07
Th	2.50	1.33	1.61	8.59	3.79	3.56
Tl	0.10	0.20	n.d.	0.78	0.28	n.d.
U	1.4	0.7	0.7	3.4	2.1	1.0
V	131	2	383	172	132	176
Y	19.00	0.54	26.80	29.30	40.60	26.20
Zn	94	107	198	108	142	168
Zr	150	110	98	219	139	320
Au ppb	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<2.5
Te	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	12.50
La ppm	17.60	6.29	9.82	22.20	14.40	20.90
Ce	36.8	15.4	n.d.	48.2	33.6	47.0
Pr	4.46	1.68	n.d.	6.16	4.44	6.25
Nd	18.70	7.11	n.d.	24.40	21.00	23.20
Sm	3.64	1.62	3.72	5.30	5.35	5.04
Eu	1.29	0.94	n.d.	1.46	1.79	1.73
Gd	3.89	1.11	n.d.	5.91	6.16	5.96
Tb	0.57	0.09	n.d.	0.83	1.06	0.82
Dy	3.14	<0.1	n.d.	4.53	6.32	4.58
Ho	0.61	<0.05	n.d.	0.91	1.28	1.01
Er	1.77	<0.15	n.d.	2.71	3.92	2.51
Tm	0.23	<0.05	n.d.	0.38	0.60	0.38
Yb	1.62	<0.1	n.d.	2.71	3.72	2.29
Lu	0.23	<0.05	n.d.	0.40	0.59	0.40

Liite 22. Geokemian analyysijä. Loimaan seurue. Sarvivälkgneissit ja Siivikkalan amfiboliittit.

Näyte	JAMA-2009-62.1	JAMA-2009-77.1	92008862	92009098	92008918	92008939
Northing	6785711	6777635	6777655	6747996	6771037	6754104
Easting	253293	268380	263076	254330	266155	278720
Kivilaji	Amfiboliitti	Amfiboliitti	Amfiboliitti	Sarvivälkgneissi	Sarvivälkgneissi	Sarvivälkgneissi
Asema	Siivikkala	Siivikkala	Siivikkala	Sarvivälkgneissi	Sarvivälkgneissi	Sarvivälkgneissi
SiO ₂ %	62.20	54.60	46.50	51.30	56.70	49.20
TiO ₂	0.70	1.27	1.07	1.07	0.96	1.23
Al ₂ O ₃	16.20	15.80	17.00	14.50	15.80	16.80
Fe ₂ O ₃	6.94	9.41	10.50	9.46	7.74	11.00
MnO	0.11	0.12	0.18	0.16	0.12	0.20
MgO	2.87	4.98	5.51	6.58	4.94	4.44
CaO	5.89	7.80	9.27	9.04	6.55	8.18
Na ₂ O	3.07	3.27	3.22	2.83	3.37	3.56
K ₂ O	1.44	1.42	1.23	0.47	1.62	1.18
P ₂ O ₅	0.18	0.32	0.17	0.25	0.25	0.18
Total	99.60	98.99	94.65	95.66	98.04	95.97
As ppm	n.d.	n.d.	<3.0	<3.0	12.4	<3.0
Ba	362	307	262	108	253	283
Bi	n.d.	n.d.	0.09	0.10	0.05	0.06
Cl	160	190	860	<45	84	358
Co	16.2	28.2	40.6	35.3	26.9	36.1
Cr	82	123	38	302	225	58
Cu	16	40	122	<17	<17	25
Ga	25.0	20.0	29.3	26.1	30.4	22.9
Hf	3.64	3.19	2.52	3.20	3.37	2.40
Li	44.0	25.4	42.4	15.0	25.7	25.9
Mo	n.d.	n.d.	<2.6	<2.6	<2.6	<2.6
Nb	8.33	12.2	6.44	7.82	8.59	5.77
Ni	30	49	30	68	90	17
Pb	n.d.	n.d.	17.0	20.0	21.0	18.0
Rb	53.2	47.3	49.0	4.8	43.0	44.1
S	<60	780	149	<70	<70	125
Sb	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sc	17.3	31.0	33.7	31.6	20.9	31.3
Se	n.d.	n.d.	0.102	<0.055	<0.055	<0.055
Sn	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sr	393	306	405	321	408	378
Ta	0.69	0.79	0.41	0.52	0.56	0.46
Th	5.54	4.31	0.95	1.83	2.41	0.77
U	1.74	1.68	1.03	0.92	1.68	0.82
V	99	161	346	219	140	273
Y	15.8	30.9	18.70	25.50	15.70	21.20
Zn	71	108	123	108	118	87
Zr	140.0	154.0	97.5	130.0	139.0	92.9
Au ppb	n.d.	n.d.	5.0	<2.5	<2.5	<2.5
Te	n.d.	n.d.	6.8	<5	<5	<5
La ppm	18.4	22.1	11.40	14.80	17.20	8.17
Ce	38.10	49.90	25.70	35.70	36.20	20.70
Pr	4.52	6.45	3.31	4.78	4.74	2.84
Nd	17.80	26.60	14.10	21.10	19.80	13.80
Sm	3.24	5.72	3.07	4.65	3.97	3.42
Eu	1.14	1.61	1.07	1.27	1.23	1.14
Gd	3.19	5.75	3.34	4.82	4.12	3.80
Tb	0.49	0.91	0.54	0.76	0.55	0.61
Dy	2.35	5.20	3.08	4.25	2.72	3.63
Ho	0.49	1.00	0.62	0.83	0.52	0.76
Er	1.45	2.85	1.78	2.48	1.38	2.05
Tm	0.18	0.38	0.26	0.32	0.19	0.31
Yb	1.33	2.45	1.70	2.37	1.26	1.91
Lu	0.18	0.35	0.27	0.33	0.17	0.30

Liite 22. Geokemian analyysijä. Loimaan seurue. Kauniston, Huhtamon ja Keskimaan vulkaniitit.

Näyte	METS-2009-19	JAMA-2009-82.1	METS-2009-21	METS-2009-20	METS-2009-18	PJS-2009-8.1
Northing	6778097	6777804	6778682	6778941	6781988	6782418
Easting	289536	288656	279099	280631	298889	298416
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. Vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti	Mafinen vulkaniitti
Asema	Kaunisto	Kaunisto	Huhtamo	Huhtamo	Keskimaa	Keskimaa
SiO2 %	45.60	50.20	60.70	57.60	48.70	47.00
TiO2	1.62	1.57	0.73	0.73	1.69	1.38
Al2O3	16.50	15.80	17.00	18.00	16.90	14.70
Fe2O3	13.80	13.70	6.83	8.83	12.30	12.30
MnO	0.19	0.19	0.06	0.11	0.17	0.19
MgO	4.27	4.83	3.48	4.09	3.39	3.99
CaO	15.45	9.23	6.50	5.66	10.05	15.16
Na2O	1.50	1.86	2.80	3.00	3.32	2.06
K2O	0.41	1.05	1.52	1.54	1.62	1.00
P2O5	0.14	0.18	0.11	0.12	0.26	0.22
Total	99.48	98.61	99.74	99.67	98.40	98.00
As ppm	1.1	<0.5	16.1	<0.5	1.0	7.9
Ba	171	201	328	270	513	426
Bi	0.11	0.34	<0.1	0.27	0.15	0.12
Cl	200	150	80	<60	190	320
Co	38.3	35.1	24.6	20.7	29.1	32.9
Cr	53	62	182	178	63	130
Cu	50	56	8	38	45	88
Ga	<20	30	<20	30	30	<20
Hf	1.43	2.70	3.38	3.69	3.40	1.94
Li	44.6	105.0	34.9	35.1	26.8	29.0
Mo	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.68
Nb	5.27	5.96	5.99	6.23	12.1	9.72
Ni	31	19	35	30	17	39
Pb	5.0	3.4	11.8	10.0	5.2	5.2
Rb	5.42	67.6	46.4	51.1	43.5	34.5
S	80	<60	430	<60	<60	760
Sb	0.48	0.20	0.74	0.44	0.50	0.58
Sc	41.6	44.1	30.9	30.3	40.4	36.4
Se	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sn	2.5	2.2	<2	<2	<2	5.8
Sr	207	233	215	206	331	277
Ta	0.38	0.44	0.49	0.55	0.90	0.63
Th	1.05	1.52	5.62	6.23	1.83	1.58
U	0.61	0.96	1.92	1.52	1.30	1.21
V	314	355	106	107	286	252
Y	29.1	28.1	19.1	22.3	34.7	28.6
Zn	125	119	77	90	121	122
Zr	89.0	89.0	111.0	118.0	145.0	117.0
Au ppb	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Te	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
La ppm	7.52	9.62	13.7	15.6	14.2	11.0
Ce	18.20	23.00	29.10	31.90	33.50	26.50
Pr	2.69	3.15	3.59	3.87	4.73	3.58
Nd	13.20	15.20	14.30	15.60	21.50	16.20
Sm	4.07	3.88	3.15	3.41	5.07	4.35
Eu	1.39	1.23	1.13	1.09	1.67	1.37
Gd	4.71	4.56	3.47	3.50	5.91	5.20
Tb	0.76	0.74	0.58	0.56	0.94	0.79
Dy	5.00	4.66	3.08	3.57	6.03	4.92
Ho	1.01	0.94	0.62	0.69	1.14	0.96
Er	2.83	2.68	1.73	2.11	3.37	2.55
Tm	0.38	0.38	0.25	0.27	0.48	0.39
Yb	2.46	2.44	1.67	2.03	3.00	2.35
Lu	0.38	0.37	0.26	0.31	0.43	0.37

Liite 22. Geokemian analyysijä. Loimaan seurue. Myllykulman ja Punkalaitumen keskustan vulkaniitit.

Näyte	92008935	92008877	PJS\$-2013-5.1	PJS\$-2009-9.1	METS\$-2009-16	PJS\$-2009-9.2
Northing	6771307	6775546	6777236	6781931	6781840	6781931
Easting	295083	293024	298767	291021	289893	291021
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Ultramafinen vulkaniitti
Asema	Myllykulma	Myllykulma	Myllykulma	Punkalaidun Centre	Punkalaidun Centre	Punkalaidun Centre
SiO2 %	50.10	54.60	60.20	62.30	62.20	44.30
TiO2	1.08	0.94	0.85	0.59	0.77	0.75
Al2O3	18.90	18.40	18.60	10.70	13.80	15.70
Fe2O3	9.28	7.38	7.35	7.08	8.52	9.28
MnO	0.17	0.12	0.07	0.17	0.13	0.22
MgO	4.07	2.61	1.41	6.08	4.12	10.20
CaO	7.25	7.19	5.83	9.76	5.44	11.54
Na2O	4.36	3.20	3.87	0.77	4.07	0.88
K2O	1.56	1.44	1.32	1.22	0.55	1.88
P2O5	0.28	0.24	0.22	0.14	0.15	0.23
Total	97.05	96.12	99.72	98.81	99.75	94.98
As ppm	<3	<3	<20	1.1	<0.5	<20
Ba	332	333	460	550	84	216
Bi	0.15	0.10	n.d.	0.26	<0.1	n.d.
Cl	70	73	122	130	140	280
Co	24.3	18.2	37.0	15.6	22.1	44.2
Cr	28	21	<20	47	16	252
Cu	38	52	<20	15	30	70
Ga	28.5	28.8	21	<20	24	26
Hf	2.88	4.14	2.92	2.46	3.32	1.65
Li	41.5	52.5	n.d.	13.0	10.9	n.d.
Mo	<2.6	<2.6	<10	<0.5	<0.5	<0.1
Nb	8.91	8.53	4.50	9.33	9.19	n.d.
Ni	8	<14	<20	34	23	80
Pb	23.0	20.0	n.d.	5.8	4.8	<20
Rb	48.8	47.8	45.90	21.8	5.74	55.10
S	116	<70	<60	550	230	160
Sb	n.d.	n.d.	n.d.	0.40	0.13	n.d.
Sc	25.7	23.0	12.70	18.4	31.8	28.20
Se	0.056	0.063	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sn	n.d.	n.d.	<20	<2	<2	24.0
Sr	471	413	386	101	71	116
Ta	0.48	0.59	0.64	0.67	0.61	0.61
Th	1.94	1.12	4.19	2.51	0.58	0.75
U	1.51	0.85	2.14	1.46	0.56	0.82
V	208	94	125	76	175	159
Y	21.50	36.50	16.90	26.5	45.3	16.00
Zn	111	106	60	161	97	97
Zr	134.0	146.0	164.0	154.0	141.0	107.0
Au ppb	<2.5	<2.5	n.d.	<10	<10	n.d.
Te	6.9	<5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
La,ppm	14.50	11.00	19.70	18.9	10.7	10.40
Ce	31.80	27.80	36.30	38.30	30.20	21.80
Pr	4.20	3.98	4.01	4.65	4.39	2.62
Nd	18.60	21.10	17.20	18.70	20.50	12.10
Sm	4.14	5.35	3.27	3.90	5.19	2.61
Eu	1.27	1.50	0.95	1.32	1.29	0.71
Gd	4.29	6.40	3.37	4.30	6.40	2.86
Tb	0.65	0.98	0.44	0.64	1.08	0.37
Dy	3.76	6.13	2.96	4.03	6.80	2.67
Ho	0.72	1.27	0.56	0.81	1.42	0.49
Er	2.00	3.40	1.75	2.33	4.26	1.61
Tm	0.31	0.49	<0.144	0.35	0.62	0.36
Yb	1.96	3.29	1.88	2.50	4.41	1.87
Lu	0.29	0.51	0.20	0.39	0.66	0.15

Liite 22. Geokemian analyysijä. Nuutajärven seurue ja Forssan gabro.

Näyte	PJS\$-2013-36.1	PJS\$-2013-34.1	JAMA-2009-88.1	PJS\$-2009-54.3	PJS\$-2011-20.1	PJS\$-2011-56.1
Northing	6770745	6772176	6768601	6768830	6755242	6756549
Easting	301842	303594	308791	302351	327384	328989
Kivilaji	Mafinen vulkaniitti	Intermed. vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti	Felsinen vulkaniitti	Tasarakeinen gabro	Kumulusgablo
Asema	Nuutajärvi	Nuutajärvi	Nuutajärvi	Nuutajärvi	Forssan gabro	Forssan gabro
SiO₂ %	50.00	55.10	68.00	70.30	48.60	47.60
TiO₂	1.22	0.97	0.22	0.21	1.33	0.31
Al₂O₃	16.10	17.80	16.90	15.80	16.90	22.20
Fe₂O₃	11.90	9.53	2.00	2.80	10.80	5.37
MnO	0.21	0.13	0.04	0.08	0.13	0.08
MgO	5.69	3.67	1.30	1.01	5.80	6.44
CaO	9.82	7.03	6.23	4.40	8.89	14.03
Na₂O	2.19	3.13	4.04	4.08	3.35	1.87
K₂O	0.27	1.59	0.83	0.91	1.37	0.30
P₂O₅	0.24	0.20	0.18	0.09	0.34	0.03
Total	97.64	99.15	99.73	99.68	97.51	98.22
As ppm	<20	<20	3.67	0.60	<20	<20
Ba	52	488	421	462	249	66
Be	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.64	1.26
Bi	n.d.	n.d.	0.100	0.082	0.069	0.025
Cd	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<20	<20
Cl	78	117	73	<60	454	88
Co	n.d.	n.d.	4.90	6.32	56.0	40.2
Cr	140	48	53	10	76	250
Cu	71	53	3	5	117	102
Ga	22	23	<20	<20	29	<20
Hf	2.78	3.10	2.75	1.31	3.41	0.64
Li	n.d.	n.d.	30.0	44.7	53.8	<50
Mo	<10	<10	<0.5	0.84	<10	<10
Nb	6.89	6.65	10.90	5.65	11.10	0.75
Ni	39	<20	11	5	70	110
Pb	<20	<20	6	10	<20	<20
Rb	5.3	57.4	20.9	29.9	49.9	9.7
S	200.0	69.0	0.0	<60	0.1	0.0
Sb	<0.01	<0.01	0.170	0.092	0.040	0.032
Sc	34.5	25.8	9.1	4.3	18.8	17.1
Se	n.d.	n.d.	n.d.	0.061	0.077	0.094
Sn	26	21	<2	<2	<2	<2
Sr	298	265	383	540	659	458
Ta	0.31	0.32	0.71	0.38	0.62	0.05
Th	2.42	3.82	3.65	1.37	1.91	<0.5
U	1.45	1.03	1.68	0.68	1.51	<1
V	279	222	52	31	250	100
Y	23.00	21.20	7.32	4.25	33.7	7.63
Zn	120	115	38	53	127	40
Zr	116	126	96	66	140	22
Au ppb	n.d.	n.d.	<10	0.37	<0.5	1.1
Te	n.d.	n.d.	n.d.	2.78	13	9.0
La ppm	14.00	11.60	20.00	8.07	37.10	3.05
Ce	32.80	26.40	39.60	15.00	87.30	7.20
Pr	3.99	3.10	4.40	1.70	11.60	0.97
Nd	18.00	14.00	15.10	6.10	50.20	4.48
Sm	4.14	3.48	2.30	1.03	10.70	1.66
Eu	1.22	1.01	0.73	0.37	2.62	0.85
Gd	4.47	3.79	2.17	1.01	9.85	1.60
Tb	0.57	0.49	0.26	0.15	1.45	0.27
Dy	4.42	4.08	1.11	0.84	8.06	1.63
Ho	0.75	0.72	0.23	0.16	1.47	0.33
Er	2.45	2.42	0.59	0.47	4.42	0.98
Tm	0.39	0.39	0.10	0.07	0.54	0.11
Yb	2.25	2.25	0.76	0.46	3.41	0.81
Lu	0.40	0.41	0.12	0.08	0.50	0.10