

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

**KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET
EXPLANATION TO THE MAPS OF
PRE-QUATERNARY ROCKS**

**LEHDET 4524 + 4542 ja 4613
SHEETS 4524 + 4542 and 4613**

Ahti Silvennoinen

Kuusamon ja Rukatunturin kartta-alueiden kallioperä

**Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kuusamo and Rukatunturi
map-sheet areas**

**GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND**

ESPOO 1991



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

Kallioperäkarttojen selitykset, Lehdet 4524+4542 ja 4613
Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, Sheets 4524+4542 and 4613

Ahti Silvennoinen

**KUUSAMON JA RUKATUNTURIN KARTTA-ALUEIDEN
KALLIOPERÄ**

**Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kuusamo and Rukatunturi
map-sheet areas**

Geologian tutkimuskeskus - Geological Survey of Finland

Espoo 1991

Silvennoinen, Ahti, 1991. Kuusamon ja Rukatunturin kartta-alueiden kallio-perä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kuusamo and Rukatunturi map-sheet areas. *Geological map of Finland 1:100 000. Explanation to the Maps of Pre-Quaternary Rocks, 4524+4542 Kuusamo and 4613 Rukatunturi.* 63 pages, 18 figures and 12 tables.

The area covered by the map-sheets Kuusamo and Rukatunturi is located in northeastern Finland 15 - 75 km south of Arctic Circle. The bedrock in the south is composed of Archaean granite gneisses and separated by the first order unconformity from them, the northern part is composed of Early Proterozoic sedimentary and volcanic rocks of the Kuusamo schist area.

The Early Proterozoic sequence is composed of cratogenic sediments, intercalated by four volcanic units, one of which directly overlies the basal formation. The deposition was controlled by tectonism in the Svecokarelian foreland and thus the characteristics of the formations are quite variable. The Upper part of the sequence shows a steady course of sedimentation forming a typical orthoquartzite-karbonate association. This association is overlain by tuffitic amphibole schists with dolomite and black schist intercalations. The section was intruded by differentiated mafic sills 2200 and 2080 B.y. ago.

The Svecokarelian folding of the sequence about 1800 b.y. ago, was controlled by resistant basement blocks in the east, against which the sedimentary-volcanic cover was thrust from the west.

The uppermost part of the Early Proterozoic section (Dolomite Formation and Amphibole Schist Formation) is readily correlative with the marine Jatulian formation in southeastern and eastern Finland and southern Karelia of the USSR. Similar marine Jatulian formation is seen in Kemi area, too.

Key words: areal geology, explanatory text, bedrock, Precambrian, Rukatunturi, Kuusamo, Finland

Ahti Silvennoinen
Geological Survey of Finland
Regional Office for North Finland
PO.BOX 77 SF 96101 Rovaniemi

ISBN 951-690-444-0

Rovaniemi 1991, Lapin Maakuntapaino Ky

Silvennoinen, Ahti, 1991. Kuusamon ja Rukatunturin kartta-alueiden kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kuusamo and Rukatunturi map-sheet areas. *Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, 4524+4542 Kuusamo ja 4613 Rukatunturi.* 63 sivua, 18 kuvaa ja 12 taulukkoa.

Kuusamon ja Rukatunturin kartta-alueet sijaitsevat Oulun läänin koillisosassa, Suomen itärajan tuntumassa ja 15 - 75 km etelään napapiiriltä. Valtaosa alueesta kuuluu Kuusamon kuntaan, vain pieni osa pohjoisessa ulottuu Sallan kuntaan.

Eteläosa alueen kallioperästä on arkeista Itä-Suomen graniittigneissikompleksia. Gneissikompleksin pohjoispuolella, pohjakonglomeraattien siitä erottamana, kallioperä koostuu varhaisproterosoisista Kuusamon liuskealueen sedimenteistä ja vulkaniiteista. Arkeisen kratonin lohkoliiikunnot kontrolloivat varhaisproterosoisten sedimenttien ja vulkaniittien syntymistä, joten muodostumien luonne on vaihteleva. Kerrostuman yläosissa näkyy sedimentaation selkeä kehitys siten että on muodostunut tyypillinen ortokvartsiitti-karbonaattiassoiaatio (Rukatunturin kvartsiittimuodostuma ja Dolomiittimuodostuma). Tämän assosiaation päällä on tuhkasyntyyisiä amfiboliliuskeita, joissa on dolo-miitti- ja mustaliuskevälikerroksia (Amfiboliliuskemuodostuma). Liuskealueen muodostumien yhteispaksuus on yli 2500 m. Kratonisten sedimenttien muodostamassa kerrostumassa on emäksisiä ja intermediaarisia vulkaniitteja neljässä eri tasossa, yksi niistä suoraan pohjakonglomeraattien päällä. Kerrostumiin tunkeutui 2200 ja 2080 miljoonaa vuotta sitten emäksistä magmaa muodostaen differentioituneita kerrosjuonia eri tasoille.

Kuusamon liuskealueen muodostumat poimuttuivat Svekokarjalaisessa orogeniassa noin 1800 miljoonaa vuotta sitten. Poimujen akselitasot ovat kaarevia ja poimutus tapahtui graniittigneissilohkojen kontrolloimana lännestä itään suuntautuneen työnnon luonnehtimana.

*Ahti Silvennoinen
Geologian tutkimuskeskus
Pohjois-Suomen aluetoimisto
PL 77 96101 Rovaniemi*

SISÄLLYS - CONTENTS

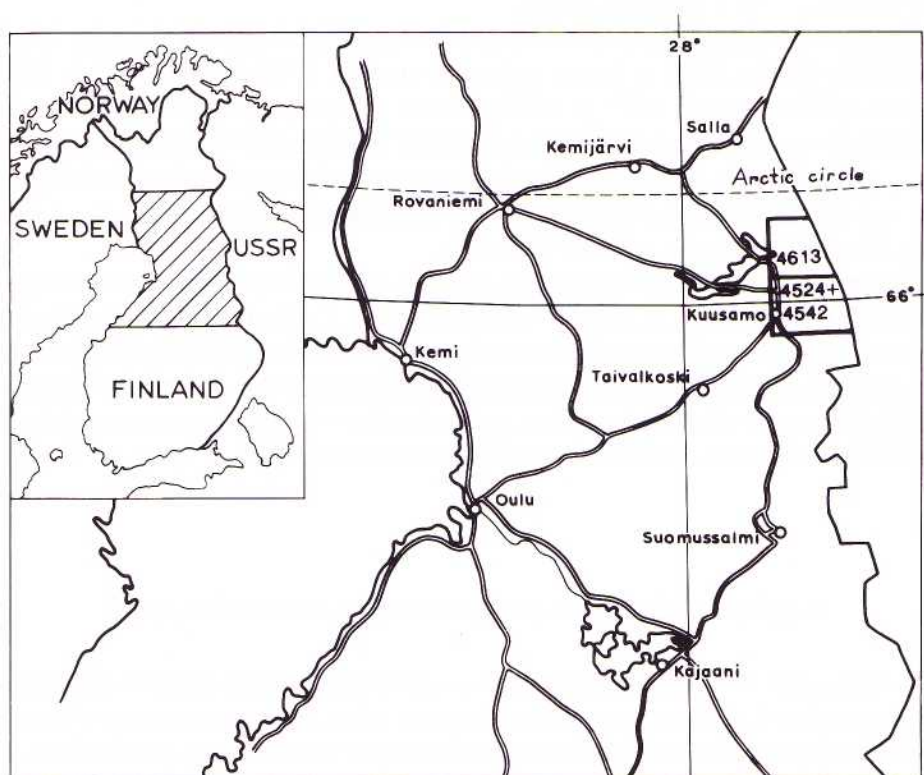
1. Alue ja tutkimusvaiheet	5
2. Kallioperän yleispiirteet ja stratigrafia	6
3. Itä-Suomen graniittigneissikompleksi	13
4. Itä-Suomen graniittigneissikompleksia nuoremmat kivet	14
4.1. Suprakrustiset kivet	14
4.1.1. Pohjamuodostumat	14
4.1.2. Vihreäkivimuodostuma I	18
4.1.3. Serisiittikvartsiittimuodostuma	19
4.1.4. Serisiittiliuskemuodostuma	22
4.1.5. Kvartsiittiliuskemuodostuma	25
4.1.6. Vihreäkivimuodostuma II	27
4.1.7. Silttimuodostuma	28
4.1.8. Vihreäkivimuodostuma III	30
4.1.9. Rukatunturin kvartsiittimuodostuma	32
4.1.10. Dolomiittimuodostuma	35
4.1.11. Amfiboliliuskemuodostuma	36
4.2. Intrusiivikivet	38
4.2.1. Albiittidiabaasi	39
4.2.2. Hornblendiitti	40
5. Rakenne ja metamorfoosi	40
6. Radiometriset iät	42
7. Ruhjeet, rapautuminen ja morfologia	55
8. Taloudellisia aiheita	56
9. Summary	59
10. Kirjallisuutta	62

1. ALUE JA TUTKIMUSVAIHEET

Kuusamon (4524+4542) ja Rukatunturin (4613) karttalehdet sijaitsevat Oulun läänin koillisosassa, Suomen itärajan tuntumassa ja 15 - 75 km etelään napapiiriltä (kuva 1). Valtaosa alueesta kuuluu Kuusamon kuntaan, vain pieni osa pohjoisessa ulottuu Sallan kuntaan.

Kartta-alueen eteläosaa luonnehtivat pitkät itä-läntiset järvet ja loivapiirteiset vaaramaisemat. Pohjoisosa on paljon vaihtelevampaa. Suurimmat korkeuserot ja jyrkimät topografian vaihtelut nähdään Pyhätunturilta Rukatunturin kautta pohjoiseen jatkuvassa vaarajonossa. Korkein kohta, Valtavaara on 492 m merenpinnan yläpuolella, kun taas eteläosan järvet ovat noin 250 m merenpinnan yläpuolella.

Jääkauden aikainen jäätikön pääasiallinen liike lännestä itään aiheutti sen, että kalliopaljastumia löytyy usein vaarojen ja mäkien länsirinteillä ja itärinteet ovat tavallisesti moreenin ja muiden maaperämuodostumien peittämiä. Paikoin kalli-



Kuva 1. Kartta-alueiden 4524+4542 ja 4613 sijainti.
 Fig. 1. Location of Map-Sheets 4524+4542 and 4613.

paljastumia on riittävästi suhteellisen tarkan kallioperäkartan piirtämiseksi, mutta paljastumat eivät ole jakautuneet tasaisesti koko alueelle.

Jo vuonna 1876 Inberg julkaisi hyvin yleistetyn geologisen kartan ja sen selityksen Kuusamon ja Kemi-Rovaniemen liuskealueista, mutta systemaattinen kartoitus Kuusamon alueella aloitettiin vasta vuonna 1899. Hackmanin ja Wilkmanin tekemät geologinen yleiskartta (D6) ja sen selitys julkaistiin vuosina 1925 (kartta) ja 1929 (selitys). Nykyisin tämän Kuolajärven karttalehden itäosa kuuluu Neuvostoliiton alueeseen, joten monia yksityiskohtia ja kannanottoja ei ole tämän työn yhteydessä voitu tarkistaa.

Sittemmin Kuusamon liuskealue oli ajoittain malminetsinnän kohteena, mutta mitään laajempaa geologista kartoitusta ei tehty ennen tässä selostettavien 1:100000-mittakaavaisen kallioperäkartan valmistamiseen tähtäävien tutkimusten aloittamista vuonna 1965. Malmi- ja mineraalivarojen etsinnän ja muiden tutkimusten tuloksia on esitetty useissa pro gradutöissä Oulun ja Helsingin yliopistoissa (Paakkola, 1964; Airas, 1965; Pekkala, 1967; Lestinen, 1969; Manninen, 1976). Myöhemmin on alueen kallioperää käsitelty myös väitöskirjoissa (Piispanen, 1972, Silvennoinen, 1972, Pekkala, 1985).

Kenttätöitä nyt käsillä olevia 1:100 000 mittakaavaisia kallioperäkartoja varten aloitettiin vuonna 1966 ja kartat painettiin vuosina 1973 (4524+4542) ja 1982 (4613) (Silvennoinen, 1973 ja 1982). Tässä selityksessä annettuja kuvauksia voidaan soveltaa myös vuonna 1989 julkaistuun Vasaraperän (4522) kallioperäkartaan (Silvennoinen, 1989). Tekijän ja geologian tutkimuskeskuksen vakinaisen henkilöstön lisäksi alueen kenttätöihin osallistui kausiapulaisina Pekka Lestinen, Matti Kortesuoma ja Pertti Väänänen.

Karttojen laadinnassa on koko ajan käytetty hyväksi ilmakuvia mittakaavoissa 1:60 000 (stereopeitto) ja 1:20 000 (suurenokset). Työn aikana oli käytettävissä vain aerogeofysikaalinen korkealentomittausaineisto, joten geofysikaalisia maastomittauksia käytettiin runsaasti karttakuvan tarkentamiseksi. Karttojen valmistamisen jälkeen on alueella suoritettu geofysikaalinen matalalentomittaus, joka ei kuitenkaan ole tuonut esille sanottavampia virheitä kartoissa.

2. KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET JA STRATIGRAFIA

Vuosisadan alun tutkimusten aikana liuskeitten ikäjaottelu perustui graniittien leikkaussuhteisiin. Geologisessa yleiskartassa onkin siksi graniittien leikkaamat kvartsiitit katsottu vanhemmiksi (kalevalaisiksi) ja kvartsiitit, joita graniittien ei ole havaittu leikkaavan, on esitetty nuorempina (jatulisina). Kun myöhemmin on todettu, että prejatulisiksi oletetut graniitit leikkaavat myös jatulisia kvartsiitteja,

eli ovat siis myös postjatulisia, on muutoin ansiokkaan Kuolajärven geologisen yleiskartan katsottava olevan kvartsiittien ikäjaon osalta sekavan.

Hackman ja Wilkman kuvaavat Kuusamon liuskealueen rakennetta seuraavasti: "liuskealue on vajonnut metabasiittialueeseen verraten" (Sallan vihreäkivialue) "ja vajoamista on jatkunut pengermäisesti eteläpuolella olevaa suurta vajoamisaluetta kohti, joka käsittää suurimman osan Pohjois Kuusamosta. Tähän kuuluvat Oulankajoen laakso ja Paanajärvi" (Neuvostoliiton puolella oleva pitkä, kapea ja syvä järvi muutaman kilometrin päässä nykyisen rajan itäpuolella) "sekä lounaassa koko Kitkajärven alue, joka rajoittuu lännessä suureen postkalevaiseen graniittimassiviin ja etelässä, kaakossa ja idässä graniittigneissialueeseen. Tämä suurin piirtein kolmion muotoinen, itää kohti suippeneva vajoamisalue, jota lyhyesti nimitämme Kitkan-Oulangan vajoamisalueeksi, kuuluu vanhan geosynkliinin itäisiin haarakkeisiin."

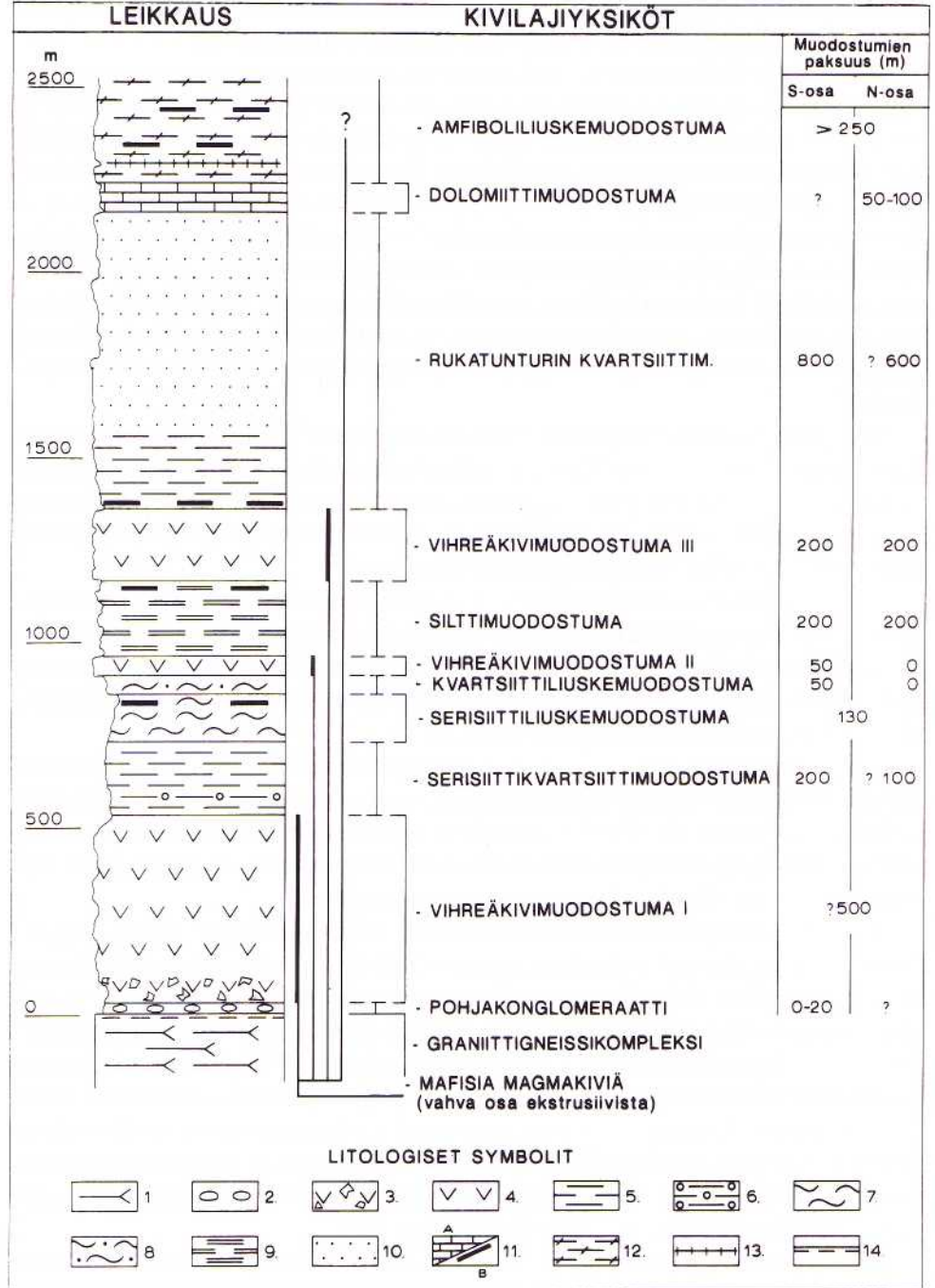
Väyrynen käsittelee kirjassaan "Suomen kallioperä" Kuusamon liuskealuetta Lappilaisen pääalueen Taka-Kainuun liuskealueeksi nimitettynä osa-alueena, jonka kerrostumasarjaa hän pitää tyypillisiin karjalaisiin muodostumiin kuuluvana (Väyrynen, 1954, s. 190). Kerrostumasarjat vastaavat hänen mukaansa eteläisempien karelidialueiden jatulisia muodostumasarjoja.

Karttalehden 4524+4542 eteläosan arkeinen graniittigneissikompleksi on toiminut kerrostumispohjana Kuusamon liuskealueen sedimenteille ja vulkaniiteille. Selväpiirteisen kulmadiskordanssin erottamana kerrostumasarja alkaa emäksisillä ja intermediäärisillä vulkaniiteilla (Vihreäkivimuodostuma I) ja jatkuu transgressiivisella sedimenttikivilajisarjalla (kuva 2).

Transgressiivinen kehitys katkesi vulkaaniseen vaiheeseen, jossa purkautui emäksistä tyynylaavaa ohueksi, mutta laajalle levittäytyneeksi kerrostumaksi (Vihreäkivimuodostuma II). Tämä vulkaaninen vaihe osoittaa tektonisesti aktiivista vaihetta kratonilla. Seuraava kerrostuma, Silttimuodostuma, on luonteeltaan regressiivinen ja on yläosiltaan jo saavuttanut veden pinnan.

Regressio päättyi mittavaan laakiobasalttien (Vihreäkivimuodostuma III) purkautumiseen ja alue peittyi kauttaaltaan noin 200-400 m paksun laavakerrostuman alle. Vulkaaninen vaihe ilmentää jälleen tektonista aktiviteettia alueella ja sen jälkeinen sedimentaatio jatkui kiihtyvän transgression luonnehtimana (Rukatunturin kvartsiittimuodostuma ja Dolomiittimuodostuma). Ylimpinä muodostumina ovat mustaliuskeet yhdessä vulkaanisperäisten amfiboliliuskeiden kanssa (Amfiboliliuskemuodostuma) osoittavat transgression edenneen varsin syvään euksiiniseen vaiheeseen. Amfiboliliuskeiden kanssa vuorottelevat kiilleliuskeet viittaavat siihen, että kehitys eteni kohti Svekokarjalaisen orogeenian flysch-vaihetta, mutta nämä kerrostumat ovat alueelta kuluneet pois.

Ennen poimutusta, noin 2080 Ma sitten, kerrostumasarjaan intrudoitui vielä mittava määrä emäksistä magmaa muodostaen aina 200 m paksuja kerrosjuonia eri stratigrafiatasoille. Nämä intruusioidit differentioituivat ilmeisesti kerrostumasarjas-



ta saamansa fluidilisän ansiosta paikoin hyvin albiittirikkaiksi vaaleiksi muunnoksiksi ja aiheuttivat ympäristöönsä paikoin hyvin voimaperäisen albiittituumisilmion.

Kerrostumasarjan poimutus tapahtui Svekokarjalaisen poimutuksen päävaiheessa, jolloin muodostuivat myös laajat graniitti-intruusiot liuskealueen luoteisosissa.

Graniittigneissin ja liuskealueen välissä on pohjamuodostumia, joten tämä Kouvon ja Tiltonin (1966) mukaan 2600 - 2800 miljoonaa vuotta vanha kompleksin on ollut sedimentaatiopohjana Kuusamon liuskealueen sedimenteille ja vulkaniiteille. Toisaalta suhteellisen luotettava liuskeitten minimi-ikä, 1800 miljoonaa vuotta on saatu uraniniitista, jota on liuskeita leikkaavan albiittidiabaasin yhteydessä Jyrävällä, karttalehdellä 4613 Juuman kylän itäpuolella (Lauerma ja Piispanen, 1967).

Seuraava geologinen kuvaus on rakennettu siten, että ensin kuvataan graniittigneissikompleksi ja sen jälkeen sedimentit ja vulkaniitit muodostumittain noudattaen kerrostumisjärjestystä alhaalta ylöspäin. Liuskealueen intrusiivikivien kuvaus annetaan viimeisenä.

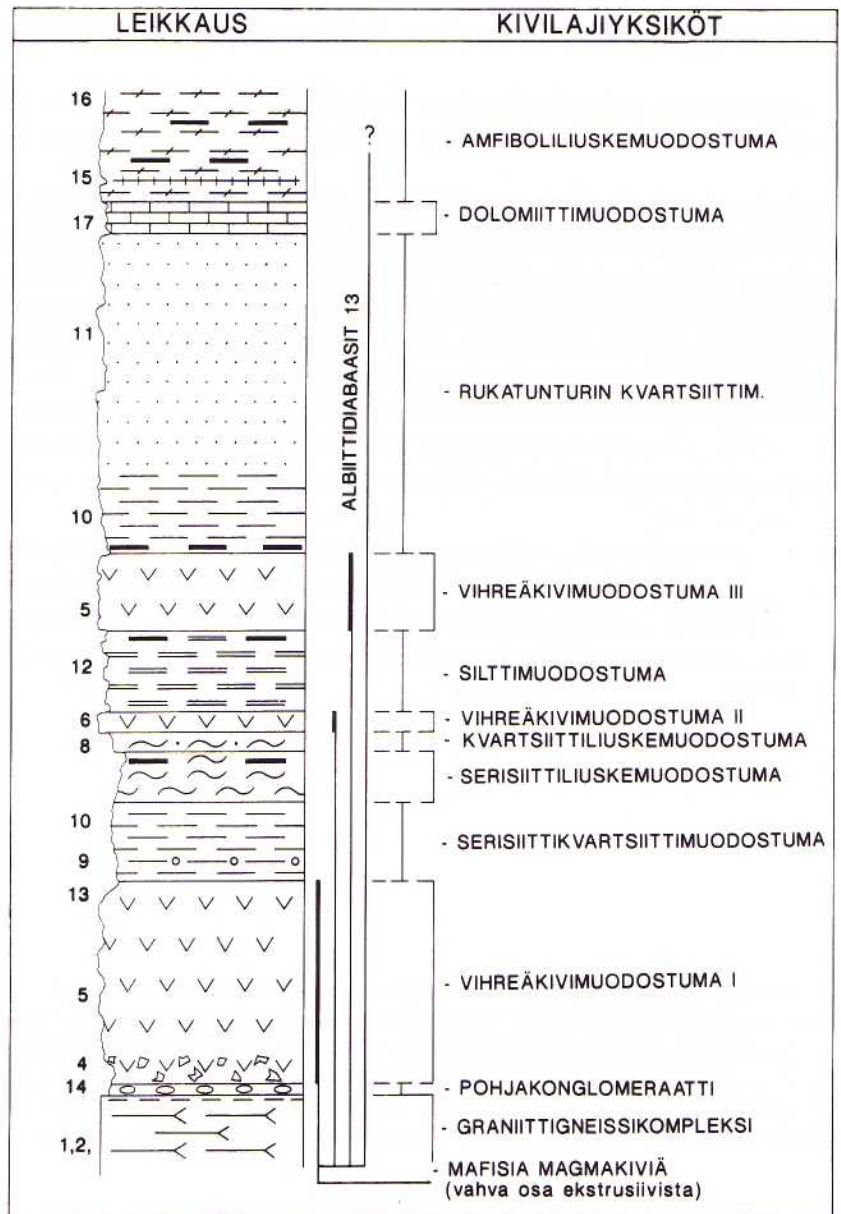
Koska selostettavat kallioperäkartat on painettu litologisin symbolein, annetaan kuvassa 3 avain, jonka avulla litologiset symbolit voidaan tulkita muodostumiksi. Lähes koko tässä käsiteltävän alueen kattava muodostumakartta on esitetty alueen stratigrafiaa ja rakennetta käsittelevässä Englanninkielisessä julkaisussa (Silvennoinen, 1972).

Kuva 2. Kuusamon liuskealueen kivilajien ja muodostumien kerrosjärjestys.

1. Arkeinen graniittigneissikompleksi. 2. Varhaisproterotsooinen pohjakonglomeraatti. 3. Vulkaaninen breksia. 4. Emäksisiä ja intermediaarisia vulkaniitteja. 5. Serisiittikvartsiitti. 6. Arkoosikonglomeraatti. 7. Serisiittiliuske. 8. Kvartsiittiliuske. 9. Hienorakeista arkoosista, ortokvartsiittista, fylliittistä ja dolomiittista liusketta. 10. Ortokvartsiittia. 11. Dolomiittia (A) ja dolomiittivälikerroksia (B). 12. Amfiboliliusketta. 13. Mustaliusketta. 14. Ensimmäisen asteen epäjatkavuuspinta.

Fig. 2. Stratigraphic column for the Kuusamo schist area.

1. Archaean granite gneiss complex. 2. Early Proterozoic basal conglomerate. 3. Volcanic breccia. 4. Mafic and intermediate volcanics. 5. Sericite quartzite. 6. Arkose conglomerate. 7. Sericite schist. 8. Quartzite schist. 9. Arkosic, argillaceous and dolomitic schists of siltsized grain. 10. Orthoquartzite. 11. Dolomite (A) and dolomite intercalations (B). 12. Amphibole schist. 13. Black schist. 14. First order unconformity.

















Kuva 3a. Painetuilla kivilajikartoilla käytettyjen merkintöjen yhteys kuvassa 2 esitettyihin muodostumiin. Numerot viittaavat kuviin 3b ja 3c..

Fig. 3a. Connections between the lithological symbols printed on the maps and the formations in figure 2. Numbers refer to figs. 3b and 3c.

MERKKIEN SELITYS

4524 + 4542

LIUSKEALUE - SCHIST AREA

15		Ortokvartsittia Orthoquartzite
14		Arkoosi- ja serisiittikvartsittia Arkose and sericite quartzite
7		Arkoosikonglomeraattia Arkose conglomerate
10		Kvartsitiiliusketta Quartzose schist
9,12		Hienorakeisia arkoosisia ja serisiittirikkaita liuskeita Fine-grained feldspathic and sericitic schists
12		Dolomiittipitoisuutta Dolomite bearing rocks
3		Konglomeraattia Conglomerate
11		Agglomeraattia Agglomerate
5		Mantelikiveä Amygdaloidal rock
4		Vulkaanista breksiaa Volcanic breccia
6		Tuffia ja tuffiittia Tuff and tuffite
19		Intrusiivista vihreäkiveä, yleensä kerrosjuonina Intrusive greenstone, mainly as sills
2		Granodioriittista ja kvartsidioriittista gneissia (graniittigneissia) Granodioritic and quartzdioritic gneiss (granite gneiss)
1		Vihreäkivi- ja amfiboliittijuonia graniittigneississä Greenstone and amphibolite dikes in granite gneiss















Kuva 3b. Karttalehdellä 4524+4542 käytettyjen kivilajimerkintöjen yhteys stratigrafisiin yksiköihin kuvassa 3a.

Fig. 3b. Connection between the lithological symbols printed in the sheet 4524+4542 and the stratigraphic units in fig. 3a.

MERKKIEN SELITYS

4613

PINTASYNTYISIÄ KIVILAJEJA
SUPRACRUSTAL ROCKS

15		Ortokvartsiittia Orthoquartzite
14		Arkoosi- ja serisiittikvartsiittia Arkose and sericite quartzite
7		Arkoosikonglomeraattia Arkose conglomerate
10		Kvartsiittiliusketta Quartzose schist
9,12		Hienorakeisia arkoosisia ja serisiittirikkaita liuskeita Fine-grained feldspathic and sericitic schist
16		Dolomiittia Dolomite
12		Dolomiittipitoisuutta Dolomite-bearing rocks
18		Kiilleliuskevälikerroksia Interbeds of mica schist
17		Mustaliusketta Black schist
11		Agglomeraattia ja tyynylaavaa Agglomerate and pillow lava
5		Mantelikiveä Amygdaloidal rock
4		Vulkaanista breksiaa Volcanic breccia
6		Tuffia ja tuffiittia Tuff and tuffite
JUONIKIVILAJEJA DIKE ROCKS		
19		Albiittidiabaasia, yleensä kerrosjuonina Albite diabase, mainly as sills

Kuva 3c. Karttalehdellä 4613 käytettyjen kivilajimerkintöjen yhteys stratigrafisiin merkintöihin kuvassa 3a.

Fig. 3c. Connection between the lithological symbols printed in the sheet 4613 and the stratigraphic units in fig. 3a.

3. ITÄ-SUOMEN GRANIITTIGNEISSIKOMPLEKSI

Tutkimusalueen etelä-, kaakkois- ja itäosan muodostaa Itä-Suomen graniittigneissikompleksi, johon kuuluu synnyltään ja koostumukseltaan vaihtelevia kivilajeja. Tämä suurissa puitteissa melko yhtenäinen kompleksi on ollut kerrostumis- pohjana Kuusamon liuskealueen sedimenteille ja vulkaniiteille.

Graniittigneissikompleksi koostuu paragneisseistä, joita ortogneissit lävistävät. Ortogneissit ovat useimmiten gneissiytyneitä ja kataklastisia kvartsidioriitteja, granodioriitteja ja trondhjemiiitteja. Kivet ovat yleensä keski- tai karkearakeisia ja monin paikoin nähdään porfyyrisiä muunnoksia. Paragneissit ovat amfiboliitteja ja kiillegneissejä, joissa voi paikoin nähdä viitteitä alkuperäisistä rakennepiirteistä. Graniittigneissikompleksia leikkaavia, aivan ilmeisesti monen ikäisiä diabaaseja on varsin runsaasti.

Tutkimusalueella graniittigneissin eri muunnokset ovat makroskooppisesti suuressa määrin samanlaisia, joten niiden erottelu maastossa on vaikeata. Eri tyyppisiä on lisäksi hajanaisesti ja vähitellen toisikseen muuttuen, joten graniittigneissikompleksin rakenteiden ja sisäisen stratigrafian selvittely ei ole tässä työssä mahdollista.

Itä-Suomen graniittigneissikompleksin gneissit ovat tavallisesti kiilleköyhiä. Maasälpä on punertavan tai vihertävän harmaa ja kvartsi on usein tummanharmaata, paikoin sinistä. Tummina aineksina on biotiittia ja paikoitellen runsaastikin amfibolia. Maasälpä on tavallisimmin albiittia tai oligoklaasia, jonka ohella nähdään vaihtelevassa määrin kalimaasälpää. Kvartsin määrä vaihtelee.

Graniittigneississä on paikoitellen jopa usean senttimetrin läpimittaisia maasälpäporfyroblasteja, jotka erottuvat selvästi paljastumissa. Porfyroblastit ovat albiittia tai mikrokliinia. Hyvänä esimerkkinä tällaisesta graniittigneissityypistä mainittakoon kartta-alueen itäosassa Iso-Kuukkaan eteläpuolella (4524 09) olevat usean hehtaarin alueella nähtävät kalliopaljastumat, missä porfyroblasteja on runsaasti.

Graniittigneissi on usein voimakkaasti liuskeista ja ruhjoutunutta. Tällaista tummaa, kiille- ja kloriittirikasta liusketta on Koverusjärven pohjakonglomeraatin itä- ja eteläpuolella (4524 09). Myös Kapustavaaran länsireunalla ja koillispuolella ja Saapungissa (4524 02) on voimakkaasti liuskeista graniittigneissisiä. Liuskealuetta näyttää reunustavan muutaman kilometrin levyinen ruhjeisten ja liuskeisten graniittigneissien alue.

4. ITÄ-SUOMEN GRANIITTIGNEISSIKOMPLEKSIA NUOREMMAT KIVET

4.1. Suprakrustiset kivet

4.1.1. Pohjamuodostumat

Itä-Suomen graniittigneissikompleksin ja varhaisproterotsooisten liuskeiden kontakti kulkee kartta-alueen halki lounaasta koilliseen. Kontakti muodostaa pitkiä, itää kohti suuntautuvia polvekkeita. Saapunkijärven (4524 02) kohdalla oleva polveke on ilmeisesti matala ja pohjoisempänä, Määttälänvaaran länsipuolella (4524 06) oleva polveke syvempi synkliini.

Koverusjärvellä (4524 09), Vuotungista tulevan maantien ojassa, on tienyhteydessä paljastunut konglomeraattia noin 5 m²:n alalla. Kaksikymmentä metriä itäänpäin konglomeraattipaljastumasta on graniittigneissipaljastumia, joita on muutaman sadan metrin matkalla maantien varressa. Konglomeraatin länsipuolella on muutamissa paljastumissa vulkaanista breksiaa ja runsaammin sitä on noin 500 metrin päässä lännempänä tien ojissa. Konglomeraattikerroksen paksuus rajoittuu ympärillä olevien paljastumien perusteella alle kymmeneen metriin. Kartalla konglomeraattikerros on esitetty liioitellun paksuna. Samaan konglomeraattikerrostumaan kuuluvia paljastumia on myös Koverusjärven itäisen lahden pohjoisrannalla. Kerroksellisuuden kulku on itä-läntinen ja kaade noin 40° pohjoiseen.

Kuntijärven etelärannalla (4524 09) on noin hehtaarin alalla konglomeraattipaljastumia ja kerrostuman jatkeet näkyvät paljastumina myös Kuntijärven pohjoisrannalla. Kerroksellisuuden kulku on Kuntijärven rannoilla noin pohjois-eteläinen ja kaade loivasti länteen. Järven pohjoisrannalla nähdään graniittigneissin ja konglomeraatin kontakti (kuva 4). Fragmentit ovat aluksi teräväsärmäisiä ja selvästi vain breksioitunutta graniittigneissiiä, mutta muuttuvat muutaman kymmenen senttimetrin matkalla pyörityneiksi palloiksi. Alaosassa pallot ovat suoraan alustasta lähtöisin, mutta ylempänä joukkoon ilmaantuu graniittigneissityyppejä, joita ei ole lähipaljastumissa. Iskos on noin metrin paksuudelta graniittigneissiaineksestä rapautumalla syntynyt. Ylempänä iskos muuttuu tummaksi, ilmeisesti tuffinsekaiseksi (kuva 5). Konglomeraattikerroksen paksuus on täälläkin vain kymmenen metrin luokkaa.

Liuskealueen eteläreunalla konglomeraattia on havaittu vain lohkaraina Kolvankijärven itäpuolella (4524 02). Lohkareiden perusteella on karttaan merkitty konglomeraattikerros tälle paikalle.

Konglomeraatin pallojen koko vaihtelee noin 50 cm:n läpimittaisesta aina iskos-



Kuva 4. Arkeaisen graniittigneissin ja varhaisproterotsooisten liuskeiden kontakti. Konglomeraatti kuvan yläosassa. Kuntijärven pohjoisranta (4524 09). Kontaktissa kuvan keskellä olevan rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 4. Contact between the Archaean granite gneiss and the Early Proterozoic schists.. Conglomerate is seen in the upper half of picture. North shore of Kuntijärvi (4524 09). The diameter of the coin on the contact is 16 mm.

aineksen raekokoon saakka. Suuret graniittigneissipallot ovat kohtalaisen pyörityneitä ja pienistäkin fragmenteista ovat kulmat pyörityneet. Koverusjärven etelärannan konglomeraattipaljastuman itäreunalla on palloina graniittigneissisiä ja iskos on harmaata, kvartsi- ja kiillerikasta. Iskos muuttuu lännempänä tummaksi kloriittimäärän kasvaessa ja on lopulta selvästi tuffiittista. Paljastumaryhmän länsiosassa on graniittigneissipallojen seassa vihreäkivifragmentteja. Graniittigneissipallot ovat useimmiten dioriittia tai kvartsidioriittia, joissa plagioklaasi on albiittia. Albiittia on myös porfyroblastena fragmenteissa.

Konglomeraatin pallojen joukossa on Kuntijärven etelärannan kerrostumassa sekä Koverusjärvellä palloja, jotka vastaavat Hackmanin ja Wilkmanin kuvaamaa kvartsi- porfyryä (Hackman ja Wilkman, 1929, ss. 28-31) (kuva 5). Näissä palloissa on tiiviissä perusaineksessa muutaman millimetrin suuruisina hajarakeina kvartsia, albiittia ja kalimaasälpää (kuva 6). Kvartsirakeet ovat voimakkaasti ruhjoutuneita ja soikeita tai aivan pyöreitä. Maasälvät ovat usein lähes omamuotoisina kiteinä. Kvartsi- porfyryipallojen perusaines koostuu hienorakeisesta kvartsi- maasälpä- ja kiilleaineksista. Tällaisia kaikista päätellen vulkaanisia kvartsi- porfyryjä on Hackmanin ja Wilkmanin (1929) mukaan useissa paikoissa Kuntijärven koillispuo-



Kuva 5. Varhaisproterotsooinen tuffiitti-iskoksinen pohjakonglomeeraatti. Kulmikas fragmentti oikeassa alakulmassa on kvartsi-porfyryä. Kuntijärven pohjoisranta (4524 09). Rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 5. Early Proterozoic basal conglomerate with tuffitic matrix. Angular fragment in the lower right corner is of quartz-porphry. North shore of Kuntijärvi. Diameter of the coin is 16 mm.

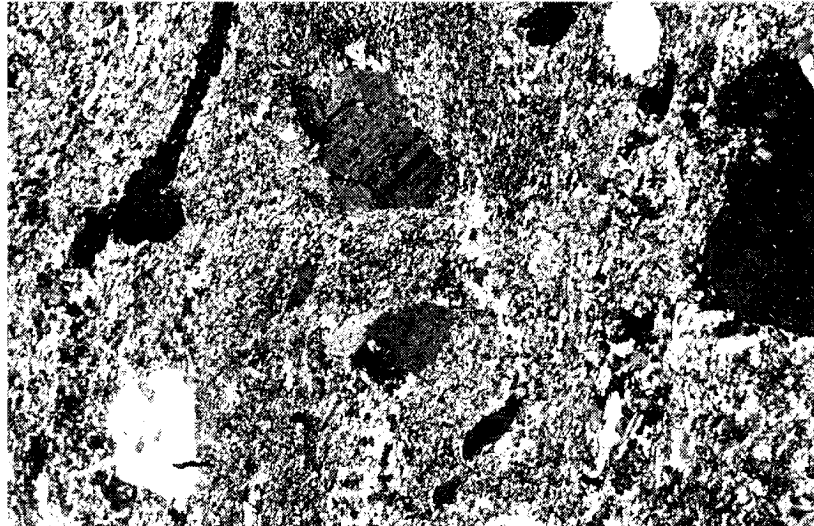
lelta Paanajärvelle kulkevassa jaksossa. Esiintymät ovat kuitenkin nykyisin Neuvostoliitolle kuuluvalla alueella eikä niitä ole siten voitu tämän tutkimuksen yhteydessä tarkastella.

Ohuthieissä voidaan tarkastella vain konglomeeraatin pienimpiä fragmentteja. Pienet fragmentit ovat kvartsi-maasälpäkasaukia, kvartsikasaukia ja biotiittikasaukia. Biotiittikasaukat näkyvät makroskooppisesti tummina, usein linssimäisinä osueina.

Kvartsi-maasälpäfragmentit ovat sameita ja sulautuvat iskosainekseen ilman teräviä rajoja. Raekoko vaihtelee keskirakeisesta karkeaan. Maasälpä on hyvin sameaa albiittia. Kvartsi on joko pieninä rakeina maasälpärakeitten väleissä tai granoblastisena maasälvän kanssa.

Kvartsi-maasälpäfragmentit ovat ilmeisesti, pieniä rapautuneita graniittigneisipalloja, joten niissä on luonnollisesti rajatapauksina kvartsifragmentteja ja maasälpäfragmentteja, joita molempia nähdään.

Kvartsikasaukat ovat useimmiten pieniä, vain muutaman millimetrin läpimittaisia, granoblastisia ja useimmiten litistyneitä. Raekoko kasauksissa on pieni ja niissä on usein konglomeeraatin iskosainesta. Kvartsikasaukat muistuttavat ruhjou-



Kuva 6. Pohjakonglomeraatin kvartsiporfyryripallon mikroskooppikuva. Kuntijärven eteläranta (4524 09). Nikolit ristissä, suurennus 16.5 x. Kuvannut Erkki Halme.

Fig. 6. Quartz-porphry fragment in basal conglomerate. South shore of Kuntijärvi. Crossed nicols, 16.5 x. Photo by Erkki Halme.

tuneen ja kataklastisen graniittigneissin raoissa esiintyvää kvartsiainesta ja tuntuu-kin luonnolliselta olettaa nämä kasaumat graniittigneissistä lähtöisin oleviksi.

Biotiittikasaumat ovat linssimäisiä, muutaman millimetrin - senttimetrin pituisia sulkeumia, jotka erottuvat selvästi konglomeraatissa. Ohuthieessä havaitaan sulkeumien rajojen olevan usein vähittäisiä ja kvartsirakeita on kasaumissa vaihtelevassa määrin. Biotiittikasaumia on joskus myös kvartsimaaäpällosten sisällä.

Diabaasia on muutamia pieniä palloja ja niissä erottuu selvä ofiittinen rakenne. Mahdollisesti nämä fragmentit ovat lähtöisin graniittigneissikompleksissa olevista vanhemmista emäksisistä sulkeumista tai diabaasijuonista. Koska konglomeraatti muuttuu yläosissaan vulkaaniseksi breksiaksi, voi tällaisia emäksisiä fragmentteja hyvin pitää myös kyseisen vulkanismin tuotteina.

Konglomeraatin iskos muodostuu kvarttsista, albiitista, biotiitista ja vaihtelevasta määrästä karbonaattimineraalia. Lisäaineksina on magnetiittia (paikoin kasaumina kuten kvartsi ja biotiitti), tummaa pigmenttiainesta (ilmeisesti hienorakeista magnetiittia), kloriittia, turmaliinia ja apatiittia. Iskosaines on yleensä keskirakeista ja kerroksellisuuden esiintyminen on harvinaista. Konglomeraattikerrostumien ylemmissä osissa iskosaines on tummaa, kloriittirikasta ainesta. Tummassa iskosaineksessa on monesti muutaman millimetrin läpimittaisia rikkikiisukiteitä.

4.1.2. Vihreäkivimuodostuma I

Graniittigneissikompleksin pohjoispuolella, heti pohjamuodostumien päällä on intermediäärisiä ja emäksisiä vulkaniitteja. Nämä Vihreäkivimuodostuma I:n laavat ja tuffiitit muodostavat laajoja alueita liuskealueen etelä- ja kaakkoisosissa. Pienempiä alueita on myös liuskealueen keskellä olevissa antikliinivyöhykkeissä. Tällaisia ovat Särkivaarasta (kl 4524 06) länsilounaaseen aina karttalehden länsirajalle jatkuva jakso ja Säckilänjärven länsipuolella (4613 02) oleva jakso. Vihreäkivimuodostuma I:een on rinnastettu myös kl:n 4613 pohjoisosassa oleva laaja Sallan vihreäkivikompleksi.

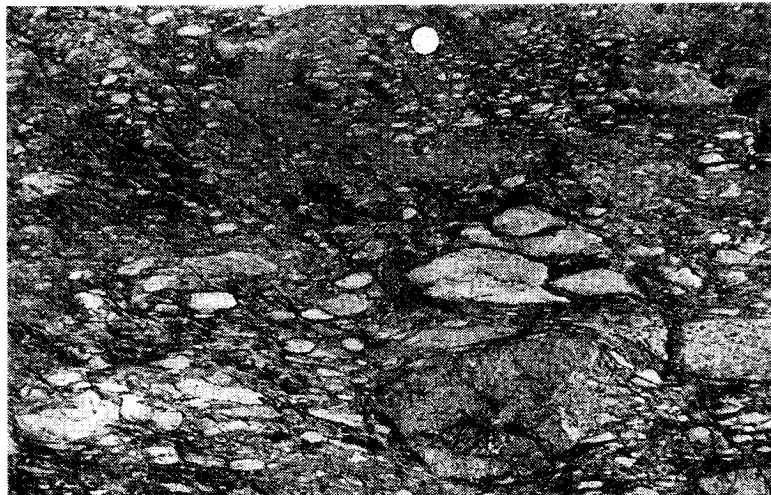
Vihreäkivimuodostuma I:n alimpana jäsenenä on vulkaanista breksiaa, jonka tyyppipaljastumia on Kuntijärven pohjoisrannalla (kl 4524 09). Vulkaanista breksiaa on yleisesti heti pohjamuodostumien päällä ja yläpuolella on paksuja laava- ja tuhkerrostumia. Vulkaanisen breksian fragmentit ovat hienorakeisia, emäksisiä ja intermediäärisiä laavakiviä, joiden joukossa on vaihtelevassa määrin graniittigneissipalloja ja -fragmenteja. Välimassa on useimmiten tuffiittia (kuva 7).

Vihreäkivimuodostuma I:n pääosa on homogeenisia laavoja ja mantelikivilaavoja. Tyypillisiä paljastumia on Juurikkavaarassa (4514 02-03) ja Palovaarassa (4524 05-06). Siellä vaalean harmaanvihreä laava koostuu kloriitista, vaaleanvihreästä amfibolista ja albiitista. Kvarsi on tärkein aksessorinen aines. Manteleita on runsaimmin laavapatjojen rajoilla ja niiden avulla kerroksellisuutta voidaan helposti seurata. Mantelit ovat useimmiten kvartsia yhdessä kalsiitin, epidootin tai amfibolin kanssa.

Vihreäkivimuodostuma I:n ylimpänä jäsenenä on tuffiittiliusketta, joka pehmeänä ja helposti rapautuvana on heikosti paljastunutta. Kontakti yläpuoliseen Serisiittikvartsiittimuodostumaan on vain vaivoin löydettävissä Juurikkavaaran länsipään paljastumissa. Tuffiittiliusketta on laajalla alueella Juurikkavaarasta Piskamojärven kautta Suininkijärven länsipäähän kulkevassa jaksossa karttalehdellä 4524. Myös liuskealueen keskellä olevissa antikliinivyöhykkeissä Hukkavaaran-Särkivaaran jaksossa (4524 06) ja Säckilänjärven länsipuolella (4613 02) nähdään näitä tuffiliuskeita.

Tuffiittiliuskeet ovat karbonaattipitoisia tai karbonaattirikkaita harmaanvihreitä liuskeita, jotka ovat useimmiten voimakkaasti liuskeisia ja paikoitellen voimakkaasti laahuspöimuttuneitä. Päämineraaleina on kloriittia, karbonaattia, albiittia ja kvartsia. Titaniitti ja apatiitti ovat yleisiä aksessorisia aineksia. Serisiitin määrä vaihtelee, mutta yleisesti se lisääntyy yläosissa vaihettumisvyöhykkeessä serisiittikvartsiittiin. Tuffiittiliuskeessa on myös dolomiittivälikerroksia, joita on havaittu Juurikkavaaran länsirinteellä. Ohuehkot dolomiittivälikerrokset ovat tuoreelta pinaltaan vaaleanharmaita ja ne rapautuvat tyypillisesti punaruskeiksi.

Vihreäkivimuodostuma I:n paksuuden arviointi on vaikeaa, koska kerroksellisuushavaintoja on melko harvoin saatavilla. Karttakuvasta voidaan päätellä, että



Kuva 7. Vihreäkivimuodostuma I:n tuffiitti-iskoksinen vulkaaninen breccia. 2.5 kilometriä etelään Pyhäjärvestä (4524 03). Rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 7. Volcanic breccia with tuffitic matrix in the Greenstone Formation I. 2.5 km south of Pyhäjärvi (4524 03). Diameter of the coin is 16 mm.

muodostuma ohenee länteenpäin ja että paksuus vaihtelee paikasta toiseen. Strati-grafiataulukossa esitetty 500 metrin paksuus on siten korkeintaan suuntaa antava. Näyttäisi todennäköiseltä, että nämä alimmat vulkaniitit täyttivät laaksoja paksuinakin kerrostumina ja ylimmät maastokohdat saivat vain ohuen vulkaniittipeitteen. Selvien veteenkerrostumisrakenteiden puuttuminen pohjakonglomeraatista ja yleensä Vihreäkivimuodostuma I:n päämassasta antaa olettaa, että kerrostuminen tapahtui pääosin kuivalle maalle.

4.1.3. Serisiittikvartsiittimuodostuma

Serisiittikvartsiittia on Suininkijärven länsipuolella olevan laajan vihreäkivi-kerrostuman päällä Juurikkavaaran pohjois- ja länsirinteillä. Suininkijärven länsipäästä serisiittikvartsiittikerros kääntyy luoteeseen ja paljastumia on Erivaaran koillisrinteillä ja luoteispuolella (4524 06). Hukkavaarassa ja Suolavaarassa, Erivaarasta luoteeseen, on runsaasti serisiittikvartsiittipaljastumia. Hukkavaarassa on hyvin loivaa kerroksellisuutta, joka kuitenkin jyrkkenee vaaran pohjoispuolella. Kaade on pohjoiseen. Hukkavaaran länsipuolella serisiittikvartsiittia on paljastuneena Suolavaaran ja Särkivaaran etelä- ja pohjoispuolilla, ympäröiden keskellä olevaa

vihreäkiveä. Särkivaarasta serisiittikvartsiittikerros jatkuu länsilounaaseen Pyhäjärven eteläpuolelle (4524 03).

Serisiittikvartsiittimuodostuman alla olevan vulkaanisen muodostuman (Vihreäkivimuodostuma I) ylimpänä osana on usein tuffiliusketta, joka on paikoitellen karbonaattirikasta. Mahdollisesti tällainen tuffiliuske on vulkaniittien rapautumistuotetta ja muutos serisiittikvartsiitiksi näyttää olevan vähittäinen. Yläosissa serisiittikvartsiitti muuttuu vähitellen dolomiittirikkaaksi Serisiittiliuskemuodostuman fylliitiksi (kuva 8).

Serisiittikvartsiitti on väriltään useimmiten harmaata, joskus kellertävää ja siinä on vaihtelevassa määrin karbonaattiporfyroblasteja. Muodostumassa on paikoin myös sinivihreitä kerroksia, jotka saavat värinsä heikosti kromipitoisesta kiilteestä, fuksiitista. Kerroksellisuus on vain harvoin erotettavissa rapautumis- ja murrospinnoilla, mutta sahauksen ja lievän kiilloituksen jälkeen voidaan usein nähdä kvartsi- ja serisiittirikkaiden kerrosten vuorottelua. Kerrosten rajat ovat yleensä epäterävät. Serisiittikvartsiitin raekoko on yleensä 0.2 - 2.0 mm.

Serisiittikvartsiitin päämineraalina on kvartsi, jonka ohella on vaihtelevassa määrin kalimaasälpää ja plagioklaasia. Iskosaineksena on serisiitti. Lisäaineksina on zirkonia, apatiittia ja turmaliinia. Karbonaattimineraalin (dolomiitti) määrä vaihtelee ja se on usein porfyroblasteina.

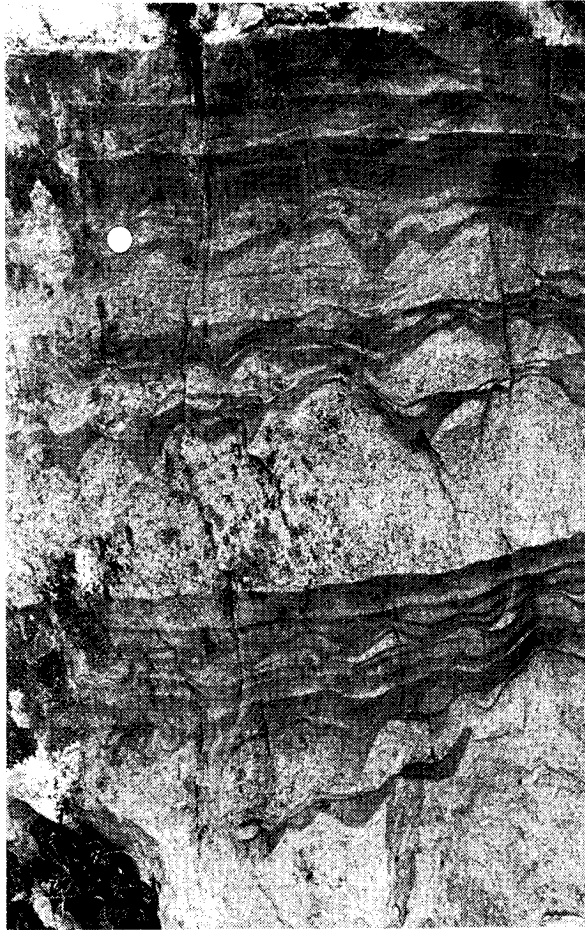
Analyysin mukaan (taulukko 1) molekyylinormiin saadaan 4.5 % korundia (C). Tämä alumiiniylimäärä sisältyy serisiittiin, jota on modaalisessa koostumuksessa 34 %. Molekyylinormin enstatiittia vastaava magnesiummäärä sisältyy dolomiittiin ja/tai kloriittiin.

Serisiittikvartsiitin iskos on lähes yksinomaan serisiittiä, joka on liuskeisuuden suuntaisina suomuina. Serisiitti-iskosta on usein niin paljon, että kvartsi- ja maasälpärakeet ovat täysin erillään toisistaan. Iskosaineksessa on monin paikoin runsaasti karbonaattimineraalia.

Serisiittikvartsiittimuodostumassa on paikoin karkeitä konglomeraattiosia, joissa fragmentit ovat pääasiassa kvartsia. Tällaisia konglomeraatteja on nimetty arkoosikonglomeraateiksi Krumbeinin ja Slossin mukaisesti, jolloin myös serisiittikvartsiitin ja arkoosikonglomeraatin väliseksi raekorajaksi on otettu 2 mm (Krumbein ja Sloss, 1963, ss. 161 - 165).

Hukkavaarassa ja Suolavaaran etelärinteellä (4524 06) on useita arkoosikonglomeraattipaljastumia. Hukkavaaran huippu on muodostunut loivakerroksisista serisiittikvartsiitti- ja arkoosikonglomeraattikerroksista, joten ohutkin arkoosikonglomeraattikerrostuma saattaa olla laajalla alalla paljastuneena.

Suolavaaran etelärinteellä on arkoosikonglomeraattia useissa paljastumissa. Kivi on voimakkaasti liuskeista, mutta paikoin kuitenkin voidaan havaita kerroksellisuutta. Eräässä muutaman neliömetrin suuruudessa paljastumassa on epämääräistä kerrallisuutta, josta on todettu sedimentaatiopohjan suunnaksi luode, kerroksellisuuden kulun ollessa 40° ja kaateen 80° kaakkoon.



Kuva 8. Serisiittikvartsiittimuodostuman ja Serisiittiliuskemuodostuman välinen vaihtumiskontakti Erivaarassa, karttalehdellä 4524 06.

Nuoremmat kerrostumat ovat kuvassa ylhäällä. Rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 8. Graded bedding in the contact zone between the Sericite Quartzite Formation and the Sericite Schist Formation at Erivaara (4524 06). Diameter of the coin is 16 mm.

Väriiltään arkoosikonglomeraatti on harmaata ja siinä on yleisesti sinertäviä kvartsirakeita sekä magnetiittikasaumia, jotka erottuvat kivessä selvästi myös makroskooppisesti. Mikroskooppitutkimuksessa havaitaan arkoosikonglomeraatin koostuvan kvartsi- ja maasälpärikaasta perusaineksesta, jossa on muutaman millimetrin läpimittaisia, heikosti pyöristyneitä fragmentteja. Suuremmat rakeet ovat useimmiten granoblastista kvartsia tai kvartsia ja maasälpää. Varmoja havaintoja

Taulukko 1. Serisiittikvartsiitin kemiallinen ja mineraalikoostumus. Juurikkavaaran luoteisrinne. Analysoinut P. Ojanperä.

Table 1. Chemical and mineralogical composition of sericite quartzite. Northwestern slope of Juurikkavaara. Analyst, P. Ojanperä.

		Mineraalikoostumus	
		Mineral composition	
SiO ₂	84.52 %		
TiO ₂	0.10 "		
Al ₂ O ₃	8.30 "		
Fe ₂ O ₃	0.88 "		
FeO	0.29 "	Kvartsi (<i>quartz</i>)	53 %
MnO	trace	Maasälvät (<i>feldspars</i>)	12 "
MgO	0.88 "	Serisiitti (<i>sericite</i>)	34 "
CaO	0.03 "	Aksessoriset (<i>accessories</i>)	1 "
Na ₂ O	0.07 "		
K ₂ O	3.87 "		100 %
P ₂ O ₅	0.02 "		
CO ₂	0.00 "		
H ₂ O+	1.28 "		
H ₂ O-	0.04 "		
	100.28 %		

liuskepalloista ei ole. Eräät hienorakeisesta kvartsisista koostuvat sulkeumat ovat ilmeisesti rapautuneen kvartsin kasaumia. Muutamissa kvartsikasaumissa nähdään kiven iskosaineksen jatkuvan hiukan vähäisempänä myös kasaumien sisään. Samalla tavalla nähdään paikoin magnetiittikasaumia.

Arkoosikonglomeraatin iskos koostuu serisiitistä, kvartsisista ja maasälvistä. Usein iskosaineksessa on runsaasti karbonaattia.

Kemiallisesta analyysistä (taulukko 2) ja arkoosikonglomeraatin muista ominaisuuksista nähdään rapautumisen olleen vähäisempää kuin samassa kerrostumassa olevan serisiittikvartsiitin. Tähän viittaavina seikkoina on piin ja alumiinin pienempi määrä konglomeraattiosissa ja rakeitten vaihtelevampi koko konglomeraatissa. Arkoosikonglomeraatin koostumus lähenee rapautumistuotteiden lähtökiivilajien koostumusta. Lähtökohtana on aivan ilmeisesti graniittikoostumuksinen kivilaji.

4.1.4. Serisiittiliuskemuodostuma

Serisiittikvartsiittimuodostuma vaihettuu yläosissaan hienorakeiseksi ja karbonaattirikkaaksi liuskeeksi, Serisiittiliuskemuodostumaksi. Vähittäinen muutos vie

Taulukko 2. Arkoosikonglomeraatin kemiallinen koostumus. Hukkavaara. Analysoinut P. Ojanperä.

Table 2. Chemical composition of arkose conglomerate of the Sericite Quartzite Formation. Hukkavaara. Analyst, P. Ojanperä.

SiO ₂	69.99 %	Na ₂ O	0.12 "
TiO ₂	0.92 "	K ₂ O	3.20 "
Al ₂ O ₃	7.49 "	P ₂ O ₅	0.08 "
Fe ₂ O ₃	4.51 "	CO ₂	4.07 "
FeO	1.90 "	H ₂ O+	1.77 "
MnO	0.06 "	H ₂ O+	1.77 "
MgO	1.02 "		
CaO	4.63 "		99.79 %

fylliittiin, jota on säännöllisesti serisiittikvartsiitin yhteydessä. Laajimmat esiintymisalueet ovat Juurikkavaarasta, Nissinjärven itäpuolelta alkaen Suininkijärven länsipäähän saakka, josta kerros kääntyy luoteeseen Erivaaran kautta Hukkavaaran, Suolavaaran ja Särkivaaran eteläpuolille. Sieltä kerros jatkuu edelleen kartta-alueelta länteen.

Toinen pitkä jakso Serisiittiliuskemuodostumaa alkaa Impolammelta, Pyhäjärven eteläpuolelta (4524 03) ja jatkuu itä-koilliseen Antinvaaran, Särkivaaran ja Hukkavaaran pohjoispuolitse.

Erivaarassa (4524 06) nähdään paljastuneena serisiittikvartsiitin ja fylliitin kontaktivyöhyke (kuva 8), jossa kvartsiitti muuttuu noin 10 metrin matkalla fylliitiksi. Välimuotona on vuorokerroksista ainesta, jossa fylliittikerrosten osuus kasvaa etelää kohti. Jokainen erillinen kerros on pohjoisreunaltaan karkeampi kuin eteläreunaltaan. Lisäksi fylliittikerrokset paksuntuvat ja niitä on yhä tiheimmässä etelää kohti mentäessä, kunnes kvartsiittikerroksia ei enää esiinny lainkaan. Kerroksellisuuden kulku on itä-läntinen ja kaade 80° etelään. Edelläkuvatusta vuorokerroksellisuudesta päätellen sedimentaatiopohja on pohjoisessa, siis serisiittikvartsiitin puolella.

Stratigrafiassa Serisiittiliuskemuodostuman fylliittien ja niiden yhteydessä olevien dolomiittien päällä on vihertävää kvartsiittiliusketta (Kvartsiittiliuskemuodostuma) ja muutos fylliitistä kvartsiittiliuskeeksi tapahtuu vähittäin karbonaatin ja kiilteen vähentyessä. Kvartsiittiliuske on hienorakeista, joten muutos ei näy raekoeroina, vaan lähinnä värin muuttumisena vihertäväksi.

Fylliitti on väriltään harmaata ja rapautuspinta on dolomiittipitoisuudesta johtuen ruosteeneruskea, joskus hyvin tumma. Liuskeisuus on fylliitissä yleensä voimakasta, joten kerroksellisuutta voidaan havaita vain harvoin. Kerroksellisuus ilmenee lähinnä kiilteen määrän vaihteluna. Pienoispoimutus on yleistä.

Taulukko 3. Serisiittiliuskeen kemiallinen ja mineraalikoostumus. Juurikkavaaran luoteisrinne. Analysoinut P. Ojanperä.

Table 3. Chemical and mineralogical composition of sericite schist. Northwestern slope of Juurikkavaara. Analyst, P. Ojanperä.

SiO ₂	53.21 %	Mineraalikoostumus	
TiO ₂	0.49 "	<i>Mineral composition</i>	
Al ₂ O ₃	9.64 "		
Fe ₂ O ₃	0.44 "	Dolomiitti (<i>dolomite</i>)	32 %
FeO	0.80 "	Kvartsi (<i>quartz</i>)	30 "
MnO	0.04 "	Serisiitti (<i>sericite</i>)	29 "
MgO	7.27 "	Aksessoriset (<i>accessories</i>)	9 "
CaO	8.54 "		
Na ₂ O	0.08 "		100 %
K ₂ O	3.59 "		
P ₂ O ₅	0.09 "		
CO ₂	13.34 "		
H ₂ O+	2.28 "		
H ₂ O-	0.04 "		
	<hr/>		
	99.85 %		

Fylliitin raekoko on pieni (0.05 - 0.20 mm) ja päämineraaleina ovat serisiitti, kvartsi ja dolomiitti. Lisäaineksina on zirkonia, titaniittia ja paikoin runsaastikin opaakkeja mineraaleja pieninä kiteinä ja pigmenttinä, jota on varsinkin hienorakeisissa kerroksissa.

Juurikkavaaran länsipään fylliitistä tehty kemiallinen analyysi (taulukko 3) osoittaa, että fylliitissä on runsaasti kvartsia ja dolomiittia. Kun molekyylinormissa korundina nähtävä alumiiniylimäärä lasketaan serisiitiksi, saadaan sitä noin 22 % ja ortoklaasin osuus laskee 5,5 %:iin. Molekyylinormissa enstatiittina oleva magnesiumimäärä sisältyy ilmeisesti hienojakoiseen kloriittiin. Kiillemineraalin osuus (n. 30%) analysoidussa näytteessä on samaa luokkaa kuin eräissä serisiittikvartseiteissa.

Dolomiitin määrä Serisiittiliuskemuodostumassa on usein niin suuri, että kivilajia on nimitettävä dolomiitiksi. Dolomiittikerroksia on havaittu Juurikkavaarassa (4524 02-03), Määttälänvaaran länsipuolella, Erivaarassa, Hukkavaaran etelärinteellä ja Särkivaaran pohjoisrinteellä (4524 06) sekä Antinvaaran luoteisrinteellä (4524 03). Antinvaarasta dolomiittikerrokset jatkuvat länteen Rönninginvaaraan. Erivaaran dolomiitista tehdystä karbonaattianalyysistä (taulukko 4) ilmenee, että karbonaattimineraali on nimenomaan dolomiittia.

Taulukko 4. Serisiittiliuskemuodostuman dolomiittivälikerroksen kemiallinen koostumus. Erivaara. Analysoinut R. Saikkonen.

Table 4. Chemical composition of dolomite of the Sericite Schist Formation. Erivaara. Analyst, R. Saikkonen.

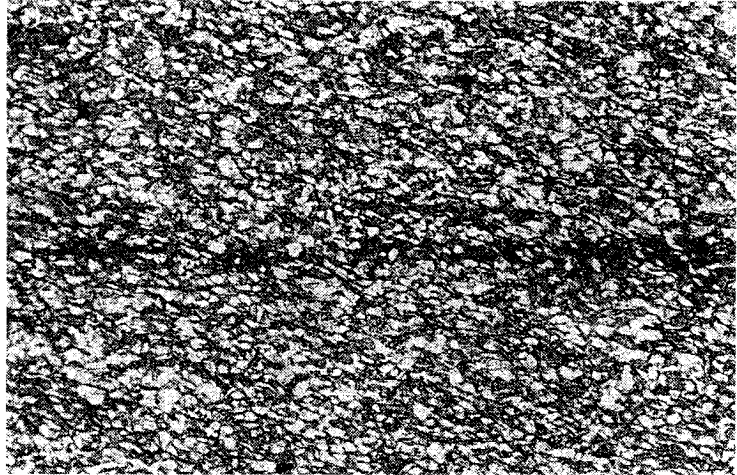
	Wt. %	Mol. %
FeO	1.42	2.26
MnO	0.11	0.23
MgO	8.85	25.06
CaO	11.54	23.36
CO ₂	18.21	46.94
Al ₂ O ₃	0.98	2.15
Liukenematon (<i>insoluble</i>)	59.04	0.00
	100.15	100.00

4.1.5. Kvartsiittiliuskemuodostuma

Hienorakeista ja vihertävää kvartsiittiliusketta on kartta-alueen etelä- ja keskiosassa. Vaikka muodostuma on suhteellisen ohut, noin 50 m, sitä on paljastumina yleisesti. Sitä on Piskamojärven länsipäässä (4524 03) olevan Vihreäkivimuodostuma II:n tyynylaavan eteläpuolella ja Piskamojärven keskipaikkeilla olevassa niemessä sekä niemen pohjoispuolella olevilla matalilla kallioluodoilla. Kerros jatkuu Piskamojärveltä itään Veskelvaaran huipulle ja länsirinteelle (4524 06), missä on suuria paljastumia. Erivaaran lounaispuolella (4524 06) tienojissa on kvartsiittiliusketta, jossa on hienorakeisia kiillerikkaita sulkeumia kerroksellisuutta muistuttavasti liuskeisuuden suuntaisessa tasossa. Nämä sulkeumat ovat ilmeisesti katkeileita kiillerikkaitten kerrosten pätkiä. Läheisen Hukkavaaran etelärinteellä on ohuita kvartsiittiliuskekerroksia.

Hietavaaran, Petäjävaaran, Särkivaaran ja Antinvaaran pohjoisrinteillä (4524 06-03) on kvartsiittiliusketta yhtenäisenä kerroksena, joka jatkuu länteenpäin Impolammen koillis- ja etelärannoille saakka. Rönninvaaran itä- ja pohjoisrinteillä (4524 02) on kvartsiittiliusketta matalina silokallioina.

Useissa edellämainituissa paikoissa on paljastuneena myös tyynylaavaa (Vihreäkivimuodostuma II), jonka alla on kloriittirikasta kerroksellista tuffiittia ja kvartsirikkaita välikerroksia 5-6 m paksusti. Alla on vaaleita kvartsiittiliuskekerroksia noin kymmenen metrin vahvuisena kerrostumana ja tämän alla tavanomaista vihertävää kvartsiittiliusketta.



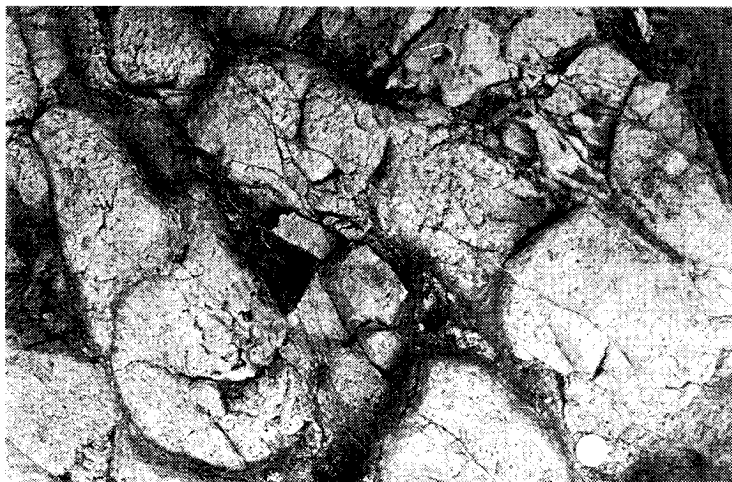
Kuva 9. Kvartsiittiliuskeen mikroskooppikuva. Kuvan keskellä on serisiitti- ja turmaliinirikas kerros. Piskamojärven eteläranta (4524 03). Suurennus 18 kertainen. Kuvannut Erkki Halme.

Fig. 9. Quartzite schist. Bed rich in sericite and tourmaline appears horizontally in middle of picture. South shore of Piskamojärvi (4524 03). One nicol, 18 x. Photo by Erkki Halme.

Kvartsiittiliuskeessa nähdään samoja sedimenttirakenteita kuin allaolevassa serisiittiliuskeessa ja alakontakti on vähittäinen. Tärkein ero kvartsiittiliuskeen ja serisiittiliuskeen välillä on se, että edellämäinittussa ei ole karbonaattimineraaleja. Tämä ero ilmeisesti heijastaa muutosta sedimentaatioaltaan olosuhteissa.

Kvartsiittiliuske on klastista, hyvin homogeenista ja hieno- tai keskirakeista (kuva 9). Klastisina, heikosti pyörityneinä rakeina on useimmiten yksinomaan kvartssia, harvoin sameita maasälpärakeita. Klastisten rakeitten väleissä on serisiittistä ja kloriittista muodostuva iskosaines. Joskus klastiset rakeet puuttuvat kokonaan ja kivi on hyvin hienorakeista serisiitti-kloriittimassaa, joka on silloin useimmiten hyvin voimakkaasti liuskeista. Turmaliinia on runsaasti varsinkin hienorakeisissa kerroksissa. Ilmeisesti turmaliini on alunperin klastista, mutta myös uudelleen kiteytyminen on yleistä. Klastiset kvartsirakeet ovat pitkulaisia, litteitä ja asettuneet kerroksellisuus- tai liuskeisuustasoon. Kerroksellisuus ilmenee aivan kapeina kiille- ja kloriittirikkaina kerroksina ja transverssiliuskeisuus on monesti voimakasta.

Koska kvartsiittiliuske on homogeenista ja liuskeisuus on usein hyvin kehittynyt, sitä louhitaan yleisesti laattakiviksi. Aikaisemmin siitä tehtiin pääasiassa käsityönä liippoja (kovasimia), joita kaupattiin lähiympäristön ja Suomen lisäksi Keski-Eurooppaan saakka.



Kuva 10. Vihreäkivimuodostuma II:n pienityynyinen tyynylaava.
Tahkolampi, Särkivaarasta pohjoiseen (4524 03). Rahan läpimitta on 16 mm.
Fig. 10. Pillow lava of Greenstone Formation II.
Tahkolampi, north of Särkivaara (4524 03). Diameter of the coin is 16 mm.

4.1.6. Vihreäkivimuodostuma II

Vihreäkivimuodostuma II:n vulkaniitit purkautuivat transgression syvimmissä vaiheessa merenalaisina laavoina, joissa on säännöllisesti pienityynyistä tyynyra-kennetta. Vaikka kerrostuma on ohut, 30-50 m, sitä on hämmästyttävän laajasti Kuusamon liuskealueella.

Vihreäkivimuodostuma II rajautuu alaspäin tuffiitteihin ja Kvartsiittiliuske-muodostumaan ja ylöspäin Silttimuodostumaan, joka on tulkittu luonteeltaan regressiiviseksi. Muodostuman tyyppipaljastumat ovat karttalehtien rajalla Petäjävaa-ran luoteispuolella, Rukatunturista 8 km itään. Paljastumia on yleisesti muuallakin liuskealueella noin 100 km x 60 km alueella. Koska muodostuma rajautuu huomattavasti helpommin rapautuviin muodostumiin (Serisiittiliuskemuodostuma ja Silttimuodostuma) on se usein laajoilla alueilla ainoa paljastunut kivilaji yhdessä kvartsiittiliuskeen kanssa.

Tyynylaava koostuu konsentrisista 10-30 cm:n läpimittaisista pallukoista (kuva 10), joissa näkee usein räjähtämISRakenteita. Harvoin nähdään massiivisia laavakie-lekkeitä. Laavojen väri on voimakkaan vihreä tai harmaanvihreä ja paljastumien pinnat ovat erikoisen rakenteen vuoksi epätasaisia. Päämineraaleina on kloriittia ja

vaalean vihreää amfibolia yhdessä vaihtelevan plagioklaasi- ja kvartsimäärän kanssa. Epidootia, titaniittia ja magnetiittia on yleisesti aksessorisena aineksena.

Vihreäkivimuodostuma II rajoittuu molemmilta puoliltaan vedenalaiseen kerrostumiin ja se on koostunut tynyrakenteisista laavoista, jotka eivät varmastikaan ole virranneet pitkiä matkoja. Kun se lisäksi on ohut ja laajalle levinnyt, voidaan päätellä, että purkauskanavat olivat pitkiä rakoja, joita on täytynyt olla useita rinnan tai ristikkäin.

4.1.7. Silttimuodostuma

Silttimuodostumaksi on nimetty kerrostuma, jossa on hyvin vaihtelevan koostumuksisia sedimenttikiviä ja joiden yhteisenä piirteenä on hieno raekoko. Kerrostumassa on ortokvartsiittia, arkoosia, fylliittia ja dolomiittia puhtaina jäseninä ja eriasteisina sekoituksina.

Silttimuodostumaa nähdään Määttälänvaarasta (4524 06) kartta-alueen länsireunan kautta länteen jatkuvassa synkliinijaksossa ja laajoilla alueilla kl 4613:n keskiosassa. Kurikkalammen pohjoisrannalla (4524 06) on silttikiveä voimakkaasti breksioituneina paljastumina ja Veskelvaaran länsipuolella (4524 06) on runsaasti laajoja hajanaisia paljastumia. Synkliini jatkuu länteen Vaimojärven itäpuolelle, missä on suuria paljastumia. Vaimojärven länsipuolella on myös runsaasti paljastumia. Yleensä Silttikivimuodostuma on suhteellisen helposti rapautuvaa, joten se ilmenee alavina alueina.

Kivi-Piskamojärven itäpäässä (4524 06) on voimakkaasti rypytyneitä ja deformatuneita kallionhuippuja silttikiveä ja Ruukinvaaran etelärinteellä (4524 03) on pitkä paljastuma, jonka eteläreunalla on runsaasti kiillerikkaita välikerroksia ja pohjoisreunalla karkeampaa arkoosista silttikiveä. Piskamojärven länsipuolella Vuotungin maantien reunalla (4524 03) on suuria paljastumia.

Ruukinvaaran länsipuolella Koverinjärven molempien itään suuntautuvien lahtien päissä on fylliittistä ja tämän itäpuolella tavallista karkeampaa arkoosista silttikiveä. Nissinjärven ja Pikku-Nissin välillä (4524 02-03) on hyvin voimakkaasti liuskeista silttikiveä, joka on itäisimmissä paljastumissa hyvin hienorakeista. Tästä pohjoiseen Silttimuodostumaa on Impolammen länsipäästä Rukajärven kaakkois- ja koillispuolille jatkuvassa vyöhykkeessä, joka pohjoisempana avautuu Juuman ympäristössä laajaksi Kitkajokivarren paljastuma-alueeksi karttalehdellä 4613 05.

Silttikivi on yleensä hienorakeista ja väriltään punertavaa ja siinä on koostumuserojen sekä raekokoerojen ilmentämää teräväräjäistä kerroksellisuutta. Kerroksellisuus on breksioitumisen ja poimuttumisen johdosta usein sekavaa. Lähes säännöllisesti on linssimäisiä kvartsisuonia, jotka risteilevät kaikkiin suuntiin. Kvartsisuonten yhteydessä on hematiittia, jota on myös erillisinä ohuina suonina ja sulkeumina.

Taulukko 5. Silttimuodostuman erilaisten jäsenten mineraalikoostumuksia.
1. Nissijärvestä 2 km länteen. 2. Soukkeloharju. 3. Ruukinvaaran etelärinne.

Table 5. Mineralogical compositions of members of the Siltstone Formation.
1. Two km west of Lake Nissi. 2. Soukkeloharju. 3. Southern slope of Ruukinvaara.

	1.	2.	3.
Kvartsi (<i>quartz</i>)	28 %	36 %	30 %
Maasälvät (<i>feldspars</i>)	51 "	22 "	27 "
Karbonaatit (<i>carbonate minerals</i>)	11 "	-	14 "
Kiillemineraalit (<i>mica minerals</i>)	-	35 "	27 "
Aksessoriset (<i>accessories</i>)	10 "	7 "	2 "
	100 %	100 %	100 %

Kvartsisuonten paksuus on yleensä alle viisi millimetriä.

Maasälpä- ja karbonaattirikkaissa tyypeissä on rapautuminen tapahtunut jopa kahden senttimetrin syvyyteen kallion pinnasta ja rapautumispinta on vaalentunut, joskus valkoinenkin, mutta syvemmällä kivi on normaalia punertavaa.

Ohuthieissä havaitaan silttikivien päämineraaleiksi kvartsi, maasälvät ja usein karbonaattimineraali (taulukko 5). Kiillemineraaleja on vaihtelevassa määrin, joskus niin paljon, että kivi on fylliittiä. Aksessorisina aineksina on hematiitti pigmenttinä ja kiteinä, turmaliini, zirkoni, apatiitti ja titaniitti. Raekoko on yleensä pieni (0.05 - 0.5 mm), vastaten silttiä. Paikoitellen on karkeita kerroksia, joissa kvartsirakeet ovat hyvin pyörityneitä ja läpimitaltaan aina 1 millimetriin saakka. Hienorakeiset osat ovat uudelleenkiteytyneet, eikä niissä näy enää klastisia piirteitä, vaan kvartsi ja maasälvät muodostavat granoblastisen massan. Varsinkin hienorakeisissa osissa on paljon opaakkimineraalipigmenttiä (hematiittia), josta ilmeisesti johtuu kiven punertava väri.

Silttikivissä on yleisesti tapahtunut ainesten uudelleenkiteytymistä albiittidiabaasien vaikutuksesta. Tällöin havaitaan haamumaisia plagioklaasikiteitä kasvaneina hienorakeiseen liuskeeseen kvartsi-albiitti- tai albiitti-karbonaattijuonista lähtien. Tällaisia breksioita on useissa paikoissa Silttimuodostumaa leikkaavien albiittidiabaasisillien rajoilla.

Dolomiittia on silttikivien yhteydessä puhtaina kerrostumina Kurikkalammen pohjoisrannalla ja Vaimojärven itäpäässä (4524 06). Kurikkalammella dolomiittiosueet ovat muutaman kymmenen senttimetrin läpimittaisia ja Vaimojärvellä voimakkaasti poimuilevan dolomiittikerroksen vahvuus on ilmeisesti myös pieni. Täällä dolomiittipaljastuma on kuitenkin kallioseinämän pohjoisreunalla ja kerros saattaa olla vahvempikin.

Taulukko 6. Silttimuodostuman dolomiittivälikerroksen kemiallinen koostumus. Neljä kilometriä luoteeseen Suininkijärvestä. Analysoinut R. Saikkonen.

Table 6. Chemical composition of dolomite of the Siltstone Formation. Four km northwest of Lake Suininki. Analyst, R. Saikkonen.

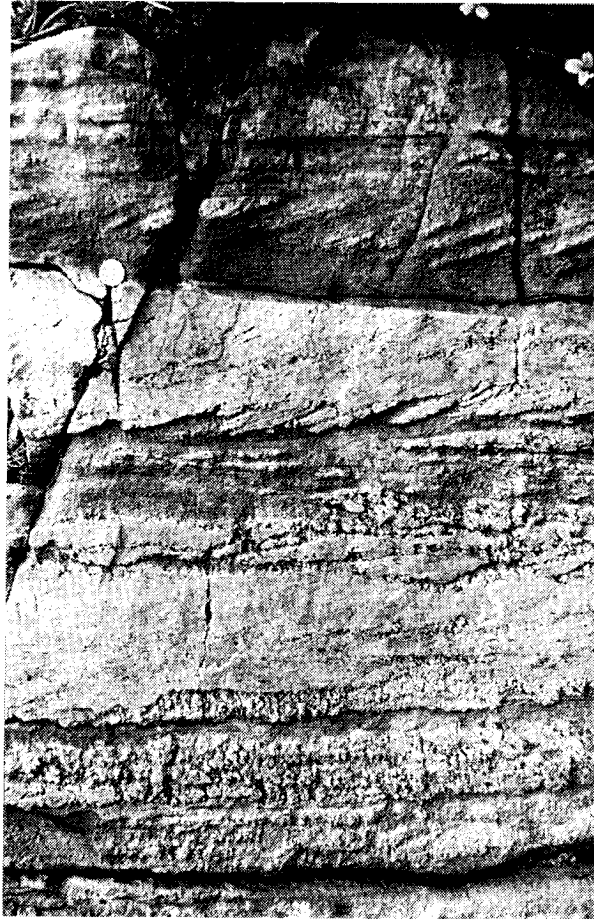
	Wt. %	Mol. %
FeO	1.14	0.79
MnO	0.19	0.15
MgO	20.26	25.17
CaO	28.52	25.27
CO ₂	42.75	48.26
Al ₂ O ₃	0.36	0.35
Liukenematon (<i>insoluble</i>)	6.64	0.00
	99.86	100.00

Silttimuodostuman dolomiittiosueet ovat tuoreelta pinnaltaan vaalean harmaita ja rapautumispinta on ruosteensuskea. Päämineraalina on dolomiitti ja sen ohessa nähdään aksessorisesti albiittia, kvartssia, malmimineraalia, muskoviittia ja turmalinia. Rakenne on granoblastinen ja kivi on keskirakeista. Taulukossa 6 esitetystä kemiallisesta analyysistä nähdään näiden dolomiittien olevan hyvin puhtaita, poiketen serisiittikvartsiittien päällä olevasta dolomiitista, joka on kvartsi- ja kiilleri-kasta.

Silttimuodostuma kerrostui veteen, mutta yläosassa olevat kuivumisraot osoittavat, että kerrostumisallas täyttyi ja kerrostumistaso saavutti vedenpinnan. Kokonaisuudessaan muodostuma on siten regressiivinen.

4.1.8. Vihreäkivimuodostuma III

Karta-alueen hallitseva kivilajiyksikkö on laaja-alainen vulkaaninen kerrostuma, joka purkautui tasaiselle alustalle. Tätä 200–400 metriä paksua laakiobasaltti-sarjaa kutsutaan Vihreäkivimuodostuma III:ksi. Nämä vulkaniitit ovat kestäviä rapautumista vastaan, joten paljastumia on runsaasti. Alakontakti Silttimuodostumaan on paljastuneena Ruukinvaarassa (4524 03) (kuva 11), missä on myös hyvä tyyppileikkaus muodostumasta. Yläkontakti Rukatunturin kvartsiittimuodostumaan on paljastuneena useissa paikoissa, esimerkiksi 2.5 km itään Vuosselijärvestä (4613 01), missä kontakti on avattu kaivurilla. Hyvä leikkaus muodostuman yläosista nähdään Meriojan laaksossa karttalehdellä 4613 06.



Kuva 11. Silttimuodostuman karkeita kerrostumia Vihreäkivimuodostuma III:n alakontaktin lähetyvillä. Kuvan ylin kerros on tuffiittinen. Ruukinvaara (4524 03). Rahan läpimitta 16 mm.

Fig. 11. Cross bedded coarse quartzite about one meter below the contact of the Siltstone Formation and Greenstone Formation III. The uppermost bed is tuffitic. Ruukinvaara (4524 03). Diameter of the coin is 16 mm.

Alakontaktin lähellä vulkaniitit ovat hienorakeisia tuffeja, mutta pääosa muodostumasta koostuu tasalaatuisista laavavirroista. Laavavirtojen paksuudet vaihtelevat muutamasta metristä jopa sataan metriin ja virtojen rajoilla on ohuita kerroksia mantelilaavaa. Vulkaaniset rakenteet ovat yleensä harvoin nähtävissä, koska paljastumissa on yleensä laavapatjojen homogeenisia ja karkearakeisia keskiosia.

Vihreäkivimuodostuma III:n laavojen päämineraaleina on vaaleanvihreää am-

fibolia, albiittia ja monin paikoin kloriittia. Aksessoreina on epidootia, magnetiittia ja titaniittia. Mantelena on kvartssia, karbonaattia tai epidootia.

Vihreäkivimuodostuma III:n laaja levinneisyys koko Kuusamon liuskealueelle ja sen ulkopuolellekin on tärkeä piirre. Laakiobasalttimuodostuman suhteellisen vähän vaihteleva paksuus osoittaa, että alue oli hyvin laajalti tasainen laavojen purkautuessa maanpinnalle. Muodostuman allaolevissa sedimenteissä on kuivumisrakoja samoin kuin päälläolevissakin sedimenteissä, joten laavat purkautuivat joko kuivalle maalle tai hyvin matalaan veteen tulvalaakioille.

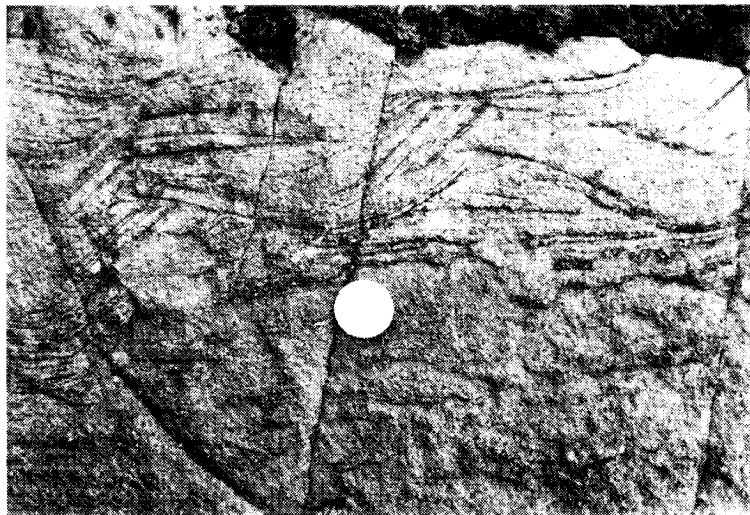
4.1.9. Rukatunturin kvartsiittimuodostuma

Erityisesti kartta-alueen pohjoisosassa esiintyy laajoilla alueilla kerrostuma, jossa on voittopuolisesti ortokvartsiittia. Kerrostuman alaosassa on kuitenkin myös serisiittikvartsiittia ja dolomiittisia välikerroksia. Kerrostumaan kuuluu lisäksi arkoosivälikerroksia. Alueen korkeimmat vaarat ovat tätä Rukatunturin kvartsiittimuodostumaa, joka kerrostui Vihreäkivimuodostuma III:n laakiobasalttien päälle. Rukatunturin kvartsiittimuodostuman päällä on dolomiittikerrostuma. Muodostuman paksuus on 600-800 m.

Eteläisimmät Rukatunturin kvartsiittimuodostuman esiintymät ovat Kivi-Piskamojärvellä (4524 03), missä sitä on kapean itä-läntisen synkliinin keskellä. Pyhätunturilta Rukatunturin kautta pohjoiseen jatkuvassa synkliinissä on laajat paljastuneet alueet ja Rukatunturin itäpuolella on toinen synkliinijakso Rukatunturin kvartsiittimuodostumaa. Kartta-alueen pohjoisosassa Oulankajoen-Liikasen vaaran alueella on samoin laajat alueet Rukatunturi kvartsiittimuodostumaa.

Rukatunturin kvartsiittimuodostuma jakautuu suhteellisen selvästi eri jäseniin seuraavasti:

- Ortokvartsiitti, jossa muutamia kuivumisrakoisia kerrallisia liuskekerroksia, paksuus noin 600 m.
- Serisiittikvartsiitti, väri vaihtelee kellertävästä valkeaan, serisiitin määrä vähenee ylöspäin ja koostumus vaihtuu arkoosiseksi, paksuus 100-200 m.
- Serisiittirikas, keski-karkearakeinen kellertävä tai vaaleanpunainen kvartsiitti, jossa kerrallisia, kuivumisrakoisia, punaisia tai punertavia liuskevälikerroksia. Yleisesti aallonmerkkejä, savibreksioita ja pienikulmaista virtakerroksellisuutta. Paksuus 20-50 m.
- Karkea, useimmiten vaaleanpunainen dolomiitti ja hiekkakivimäinen virtakerroksellinen kvartsiitti. Paksuus 5-15 m.
- Tumma, hienorakeinen, kerrallinen ja virtakerroksellinen tuffiittiliuske. Paksuus 0-20 m. (Vanhin)



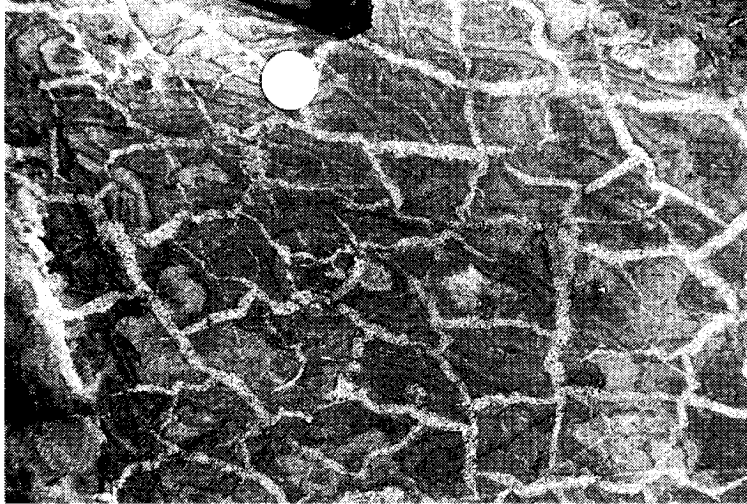
Kuva 12. Jyrkkäkulmaista virtakerroksellisuutta Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosan tuffiittisessa sedimentissä. Porontimajärven Pitkäniemi (4613 01). Rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 12. Cross bedded tuffitic member near the lower contact of Rukatunturi Quartzite Formation. Pitkäniemi, Porontimajärvi (4613 01). Diameter of the coin is 16 mm.

Rukatunturin kvartsiittimuodostuma alkaa tavallisesti muutaman metrin vahvuisella kerrostumalla tuffiittia (kuva 12) ja dolomiittia, muuttuen vähittäin serisiittikvartsiitiksi. Punainen, usein violetinpunainen sävy on tyypillinen alaosalle ja tämän jäsenen yläosa on kellanvalkea. Punaisia välikerroksia kuitenkin on kauttaaltaan. Pienikulmaista virtakerroksellisuutta, aallonmerkkejä ja kuivumisrakoja (kuva 13) nähdään yleisesti. Kuivuneet savikerrosten kappaleet ovat paikoin tuulen liikuttelemia.

Serisiittikvartsiitti koostuu klastisista kvartsi- ja maasälpärakeista, jotka ovat yleensä hyvin pyörityneitä. Raekoko on 0.5 - 2.0 mm. Iskos koostuu hienorakeisesta serisiitistä, kvartseista ja maasälvästä.

Ortokvartsiitti on punertavaa, lasimaista ja yleensä voimakkaasti ruhjoutunutta. Kerrostuman alaosassa on selvästi klastisia ja kerroksellisia kvartsiitteja, joissa on vaihtelevassa määrin serisiitti-iskosta sekä maasälpärakeita. Kerrostuman yläosassa kerroksellisuuden havaitseminen on vaikeaa, koska kvartsiitti on uudelleenkietytynyt lasimaiseksi, eikä erillisiä klastisia rakeita voi erottaa makroskooppisesti. Lisäksi ortokvartsiitti on yleensä voimakkaasti ruhjeista ja breksioitunutta. Ruhjoutumisen tuloksena on kvartsiittiin syntynyt runsaasti muutaman millimetrin vahvuisia kvartsisuonia, jotka ovat usein linssimäisiä. Yleensä breksialohkot ovat



Kuva 13. Kuivumisrajoja Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosan serisiittikvartsiitissa. Verkasjärven länsipää (4613 04). Rahan läpimitta on 16 mm.

Fig. 13. Mud cracks in the sericite quartzite member of the Rukatunturi Quartzite Formation. Western end of Lake Verkas (4613 04). Diameter of the coin is 16 mm.

olleet jäykkiä, mutta joskus havaitaan tapahtuneen myös plastista deformaatiota.

Puhtaimmat ortokvartsiitit koostuvat lähes yksinomaan kvarttsista. Kuitenkin kalimaasälpää on yleensä aksessorisessa määrin. Kvartsi on usein uudelleenkitetytynyt granoblastiseksi massaksi, jossa alkuperäisen rakenteen erottaminen on mahdotonta. Tällaisissa lasimaisissa tyypeissä mikroskooppiset breksioitumisraot kulkevat suoraviivaisesti raerajoista piittaamatta. Iskosaines on hienorakeista kvartsia, joskus kalimaasälvän keralla. Arkoosisissa osissa on myös serisiittiä iskosaineena.

Rukatunturin kvartsiittimuodostumassa yleisesti nähtävät kuivumisraot ja aallonmerkit osoittavat, että erityisesti alaosat kerrostuivat laajoille laakioille, joille vesi ajoittain tulvi. Yläosan ortokvartsiitit osoittavat, että kerrostuminen oli hidasta ja sedimentaatioallas vajosi hitaasti. Vajoamisnopeuden vaihtelua voidaan päätellä tapahtuneen, koska muodostumassa on karkeasti erotettavissa kolme rytmää serisiitti- tai arkoosikvartsiiteista ortokvartsiitteihin. Muodostuman yläosa on transgressiivinen luonteeltaan ja kehitys vei Dolomiittimuodostuman kerrostumiseen merellisissä olosuhteissa.

4.1.10. Dolomiittimuodostuma

Erityisesti alueen pohjoisosassa, karttalehdellä 4613, on marmoria, joka on useimmiten dolomiittista, mutta myös kalsiittimarmoria esiintyy. Tämä Dolomiittimuodostumaksi nimetty kerrostuma on selvästi ohuempi Rukatunturin synkliinissä kuin Juumajärven alueella ja Liikasenvaarassa. Paksuus kasvaa pohjoiseen päin, mikä on yhteydessä Rukatunturin kvartsiittimuodostuman havaittuun vastaavaan ohentumiseen. Parhaimmillaan muodostuman paksuuden voidaan arvioida olevan sadan metrin luokkaa.

Oulankajoen yläjuoksulla sijaitsevan Taivalkönkään seudulla (4613 03) on Rukatunturin kvartsiittimuodostuman ja Dolomiittimuodostuman kontaktivyöhykkeessä kvartsi- ja dolomiittipalloista konglomeraattia, jossa iskos on tummanharmaata kiille ja kvartsirikasta sedimenttiainesta. Useimmiten vain heikosti pyörityneitten pallojen koko vaihtelee muutamasta millimetristä aina 50 senttimetriin ja kerroksellisuutta nähdään selvästi pienipalloisissa osissa. Samassa stratigrafisessa asemassa on myös konglomeraattia, jonka pallot ovat vain kvartsiittia tai kvartsiittia ja tummaa fylliittiä.

Kiutakönkäällä (4613 03-06) Rukatunturin kvartsiittimuodostuman yläosassa nähdään rakoilua ja breksiaa ja päälläoleva Dolomiittimuodostuma alkaa punaisella dolomiitilla. Breksiat ovat mahdollisesti kerrostumisen aikaisia residuaalibreksioita, mutta myös tektoninen alkuperä on mahdollinen, koska tämä kerrosraja on varmasti ollut otollinen purkautumisreitti liikunnoille poimutuksen aikana. Kiutakönkään leikkaus jatkuu punaisella dolomiittimarmorilla, jossa on vaihtelevasti terävärajaisia laminaarisia kvartsirikkaita kerroksia. Leikkauksen yläosa koostuu kellanvalkeasta, harmaasta tai punertavasta dolomiittimarmorista.

Ylä-Juumajärven synkliinissä on Kuopunkijärven etelärannalla (4613 05) paljastuneena leikkaus samankaltaista dolomiittimarmoria kuin Kiutakönkäällä. Täällä kuitenkin ei nähdä muodostuman alakontaktia, vaan muodostuman yläosan leikkaus aina Amfiboliliuskemuodostumaan saakka. Marmori on harmaan valkeaa, selvästi kerroksellista ja siinä on laminaarisia, kvartsirikkaita kerroksia. Rapautumiskuori on ruosteensuskea. Taulukossa 7 on annettu Dolomiittimuodostuman kemiallisia koostumuksia, jotka Hackman ja Wilkman julkaisivat v.1929 (s. 102).

Dolomiittimuodostuman syntyyn liittyviä seikkoja on käsitelty Yrjö Pekkalan julkaisussa vuodelta 1985. Yleisesti voidaan todeta, että sedimentaatio tapahtui merellisissä olosuhteissa. Vastaavista merijatulin dolomiiteista on löydetty stromatoliittirakenteita esim. Kemin liuskealueella ja Neuvostokarjalassa, mutta Kuusamon alueen Dolomiittimuodostumasta niitä ei ole havaittu.

Taulukko 7. Dolomiittimuodostuman karkearakeinen punainen marmori Kiutakönkäältä (I) ja vaaleanpunainen marmori Ylä-Juumajärven itäpäästä (II). (Hackman ja Wilkman, 1929 p. 102).

Table 7. Chemical composition of coarse-grained red dolomite at Kiutaköngäs (I) and light red dolomite at southeastern end of Lake Ylä-Juuma (II). (Hackman and Wilkman, 1929, p. 102).

	I	II
CaO	28.66 %	36.78 %
MgO	17.30 "	12.40 "
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	2.30 "	0.68 "
CO ₂ + H ₂ O	44.95 "	44.00 "
Liukenematon (<i>insoluble</i>)	8.88 "	6.84 "
	102.09 %	100.70 %

4.1.11. Amfiboliliuskemuodostuma

Kartta-alueen ja koko Kuusamon liuskealueen ylimpänä suprakrustisena muodostumana on emäksisistä tuffeista, tuffiiteista ja mustaliuskeista koostuva kerrostuma, jota on nimetty Amfiboliliuskemuodostumaksi. Muodostumassa on edellämainittujen jäsenten lisäksi kalkkikivivälikerroksia, jotka saattavat olla paksujakin. Muodostumaa leikkaa säännöllisesti tavattava karkearakeinen hornblendiittisilli.

Amfiboliliuskemuodostuman eteläisin esiintymisalue on Rukatunturin synkliinissä (4613 01). Malminetsintöjen yhteydessä sitä on löydetty kairaamalla Rukajärven eteläpuolella (4524 03) olevassa synkliinissäkin. Tätä esiintymää ei kuitenkaan ole merkitty kartalle, koska kairaus tehtiin kartan painamisen jälkeen. Toinen laajempi Amfiboliliuskemuodostuman alue on keskellä karttalehteä 4613, Juumajärvien lounaispuolella. Laajimmat Amfiboliliuskemuodostuman alueet ovat karttalehden 4613 pohjoisosassa Liikasenvaarassa ja sieltä luoteeseen suuntautuvissa jaksoissa.

Amfiboliliuskeet ovat kerrostuneet Dolomiittimuodostuman päälle ja kontakti on vähittäinen. Kuopunkijärven etelärannalla nähtävässä leikkauksessa Amfiboliliuskemuodostuman sisäinen kerrosjärjestys on seuraava:

- Amfiboliliuske, jossa muutamia kiilleliuskekerroksia (kerrostuma jatkuu)
- hornblendiittisilli, paksuus noin 40 m,
- amfiboliliuske, paksuus noin 20 m,
- mustaliuske, paksuus noin 20 m,
- amfiboliliuske, paksuus noin 20 m,
- Dolomiittimuodostuma. (Vanhin)

Taulukko 8. Hienorakeisen amfiboliliuskeen mineraalikoostumus. Kilometri länteen Valtavaarasta.

Table 8. Mineral composition of fine-grained amphibole schist. One km west of Valtavaara.

Amfiboli (<i>amphibole</i>)	81 %	Amfiboli: $c \wedge \gamma = 19^\circ$
Kvartsi ja plagioklaasi (<i>quartz and plagioclase</i>)	15 "	heikko pleokroismi: (<i>weak pleocroism</i>)
Aksessoriset (<i>accessories</i>)	4 "	α = kellanvihreä (<i>yellowish green</i>)
	100 %	γ = sinivihreä (<i>bluish green</i>)

Amfiboliliuskeet ovat vihreitä pääväriltään ja kerroksellisuus näkyy selvästi värisävyeroina. Raekoko on tavallisesti pieni, mutta paikoin amfibolikitteet ovat kasvaneet suuriksi porfyroblasteiksi ja kivi on silloin tyypillistä sädekiviliusketta. Kerrallisuus on yleistä ja toppisuunnan määrittäminen on yleensä helppoa. Kerroksellisuus on yleensä ohutlaminaarista ja kerroksien paksuus on vaihtelevaa, mutta kerrokset ovat jatkuvia. Kaikista ominaisuuksista päätellen amfiboliliuskeet ovat emäksisiä tuffeja ja tuffiitteja.

Amfiboliliuskeiden päämineraaleina on vaaleanvihreä amfiboli, plagioklaasi ja kvartsi (taulukko 8). Kvartsi ja plagioklaasi muodostavat granoblastisen massan, jossa amfiboli on neulasmaisina kiteinä. Grafiittipigmenttiä on yleisesti aksessorisena mineraaliaineksena. Paikoin nähdään myös magnetiitti- ja ilmeniittiporfyroblasteja aksessorisessa määrin.

Mustaliusketta on amfiboliliuskeessa välikerroksina. Mustaliuske on hyvin hienorakeista, tavallisesti pyriittipitoista ja kontaktit sivukiveen ovat vähittäiset. Juumajärven lounaispuolisessa synkliinissä ja Rukatunturin synkliinissä voidaan erottaa kaksi erillistä mustaliusketasoa. Ilmeisesti tilanne on sama Liikasenvaaran alueella, mutta siellä mutkikkaampi poimutus aiheuttaa sen, että mustaliuskevälikerrosten asema ei ilmene yhtä selvästi.

Amfiboliliuskeessa on yleisesti dolomiittivälikerroksia. Välikerrosten vahvuus on 10-50 cm ja ne ovat paikoin kuristuneet ellipsoidin muotoisiksi sulkeumiksi (kuva 14). Tällaisia sulkeumia on kuvan mukaisesti samassa kerroksessa ja paikoin nähdään tällaisen sulkeumia sisältävän kerroksen jatkuvan yhtenäisenä dolomiittivälikerroksena. Tällainen "budinaasirakenne" syntyy kaikesta päätellen kerrostuman diageneesin aikana.



Kuva 14. Karbonaattikivikonkreetioita Amfiboliliuskemuodostumassa Rukatunturin synkliinin keskellä, noin 1 km luoteeseen Valtavaarasta. Kompassin lyhempi syrjä on 65 mm.

Fig. 14. Dolomite inclusions in amphibole schist. The center of the Rukatunturi syncline about 1 km northwest of Valtavaara. Shorter side of the compass is 65 mm.

Sekä välikerrosten, että sulkeumien dolomiitti on uudelleenkiteytynyttä marmoria, jossa dolomiitin lisäksi on neulasmaisia, vaaleanvihreitä amfibolikiteitä ja vähän albiittia. Dolomiitin väri riippuu grafiittipitoisuudesta, joka on hienorakeisissa ja tummissa dolomiittikerroksissa ja sulkeumissa paikoin suuri.

Amfiboliliuskemuodostuman paksuus Rukatunturin synkliinissä on 250 m, mitä on pidettävä muodostuman minimipaksuutena. Muodostuma syntyi transgressiokehityksen loppuvaiheessa tapahtuneen vulkaanisen toiminnan yhteydessä ja aivan ilmeisesti syvänmeren olosuhteissa. Euksiinisistä olosuhteista kertovat mustaliuskevälakerrokset osoittavat sedimentaatioaltaan vedenkierron rajoittuneen ajoittain. Klastisen aineksen pääsy sedimentaatioaltaaseen on ollut estyneenä Dolomiittimuodostuman ja Amfiboliliuskemuodostuman synnyn aikana.

4.2. Intrusiivikivet

Itä-Suomen graniittigneissialueeseen kuuluvia intrusiivisia graniitteja ja diabaaseja ei käsitellä tässä yhteydessä. On kuitenkin syytä todeta, että graniittigneissikompleksin alueella ei ole havaittu svekokarjalaisia graniitteja. Toisaalta graniittigneissikompleksia leikkaavista diabaaseista voidaan hyvällä syyllä osan olettaa olevan varhaisproterotsooisia, mutta niitä ei ole kyetty erottamaan maastossa eikä

siten ole voitu erottaa myöskään kartalla. Seuraava käsittely onkin rajattu alueellisesti koskemaan varhaisproterotsooisen Kuusamon liuskealueen intrusiivikiviä.

Kartta-alueen varhaisproterotsooisella liuskealueella on yleisesti differentioituneita albiittidiabaasisillejä. Näitä on eri stratigrafisilla tasoilla. Toinen, myöskin silleinä esiintyvä intrusiivikivilaji on Amfiboliliuskemuodostumaa leikkaava hornblenditti.

4.2.1. Albiittidiabaasi

Differentioituneita diabaaseja on yleisesti silleinä kartta-alueen liuskeissa eri stratigrafisilla tasoilla aina dolomiittimuodostumaan saakka. Tällaiset intrusiot ovat laajasti levinneitä varhaisproterotsooisten muodostumien alueella Itä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa. Niille on annettu monia eri nimityksiä (esimerkiksi gabro-wehrlitti, karjaliitti) eri alueilla. Tässä niitä nimitetään albiittidiabaaseiksi.

Albiittidiabaasin tyyppipaljastumana voidaan esittää Rukatunturin synkliinin luoteiskulmassa oleva Viipuksen maantieleikkaus, jossa differentioitunut juoni on lähes koko leveydeltään louhittu auki. Tämä diabaasi on tunkeutunut Rukatunturin kvartsiittimuodostumaan, aivan lähelle sen alakontaktia. Yli kymmenen kilometrin mittaisen sillin paksuus on tällä kohtaa noin 200 metriä. Selkeästi ilmenevä differentioitumissarja alkaa alakontaktin hienorakeisesta, tummasta diabaasista, joka vaihtuu vähittäin juonen keskiosassa nähtävään raekooltaan jopa 1-2 cm:een albiittikiveen. Yläkontaktin tummaan hienorakeiseen diabaasiin vaihtuminen tapahtuu lyhyemmällä matkalla. Viipuksen tieleikkauksessa nähtävästä diabaasista on tehty Geologian tutkimuskeskuksen isotooppigeologian laboratoriossa ikäys, jonka tulos esitetään luvussa 6. Näytteenottoaikat ovat noin 1 km ja 1.5 km lounaaseen Viipuksen tieleikkauksesta.

Albiittidiabaasin väri vaihtelee tummanvihreästä punertavan valkeaan amfibolipitoisuudesta riippuen. Raekoko on yleensä 2-5 mm ja ofiittinen rakenne on selvästi näkyvää keskirakeisissa harmaanvihreissä differentiaateissa. Vaaleat muunnokset ovat karkeampia kuin tummat. Päämineraaleina on albiittia, vaaleanvihreää amfibolia ja paikoin epidootia. Magnetiittipitoisuus on korkea varsinkin vaaleissa differentiaateissa. Magnetiitissa on tavallisesti leukokseenilamelleja. Karbonaatti on tavallinen aksessorinen aines ja vaaleissa differentiaateissa se on albiitin lisäksi usein ainoa päämineraali. Pyriitti on yleistä karbonaattirikkaissa differentiaateissa, joissa on myös kuparikiisua.

Kuten luvussa 6 todetaan, albiittidiabaseja intrudoitui liuskeisiin kahdessa vaiheessa, noin 2200 ja 2080 miljoonaa vuotta sitten. Kerrosjuonet tunkeutuivat paikoilleen ennen poimutusta ja saivat differentioitumiseen tarvittavan fluidilisan aivan ilmeisesti ainakin osittain kivettymättömien sedimenttien huokosliuoksista. Albiittidiabaasien ei ole havaittu leikkaavan amfiboliliuskemuodostumaa, joten on

mahdollista, että nuorempien albiittidiabaasien edustama magmatismi olisi tuottanut vulkaanisena faasina amfiboliliuskeina nähtäviä tuhkia. Vanhemmat albiittidiabaasit voivat kuulua samaan purkaussarjaan kuin Vihreäkivimuodostuma III:n laakiobasaltit.

4.2.2 Hornblendiitti

Amfiboliliuskemuodostumassa on karkearakeista hornblendiittiä kerrosjuonina, jotka eivät ole differentioituneita. Kerrosjuonet ovat muutaman kymmenen metrin paksuisia ja niillä on määrätty asema alimman mustaliuskevälikerroksen yläpuolella ainakin Rukatunturin synkliinissä ja Juumajärven synkliinissä. Kuopusjärven läheisyydessä (4613 05) juonen nähdään jatkuvan samassa stratigrafisessa asemassa ainakin muutaman kilometrin matkan.

Hornblendiittijuonten kontaktit ovat haamumaisia sivukivenä olevan amfiboliliuskeen uudelleen kiteytymisen johdosta. Lukkolaisjärven etelärannalla (4613 02) kontaktivyöhyke on muutaman metrin levyinen ja siinä on haamumaisia amfiboliliuskeen jäännöksiä hieno- ja keskirakeisessa hornblendiitissä. Juonen keskiosa on karkearakeista (0.5-1.5 cm) ja homogeenista hornblendiittiä. Hornblendiitti koostuu suurista amfibolikiteistä, joissa on saussuriittituneita plagioklaasiliistakkeita. Epidoottia, kvartssia, biotiittia ja oksidimineraaleja on aksessorisena aineksena.

Hornblendiittijuonet tunkeutuivat liuskeisiin ennen poimutusta kuten albiittidiabaasitkin. Intrusioiden iästä ei ole esitettävissä määrityksiä, mutta voidaan tietenkin päätellä, että ikä on sama tai nuorempi kuin albiittidiabaasien (2080 milj. vuotta), mutta vanhempi kuin pääpoimutusvaiheen alku noin 1900 miljoonaa vuotta sitten.

5. RAKENNE JA METAMORFOOSI

Kartta-alue koostuu kahdesta aivan erilaisesta osasta. Eteläinen, arkeinen graniittigneissialue muodostui kratoniksi noin 2700 miljoonaa vuotta sitten päättyneessä perusteellisessa uudelleen kiteytymisessä. Tämä kratoni toimi sitten jäykkänä lohkona Svekokarjalaisen orogeenin poimutuksessa, joka muodosti kartta-alueen pohjoisosassa nähtävät varhaisproterotsoisten liuskeiden poimumuodot noin 1800 miljoonaa vuotta sitten. Arkeisen graniittigneissialueen rakenteisiin ei tässä kartoitustyössä ole perehdytty siten, että siitä voitaisiin esittää tarkempaa analyysiä, joten seuraavassa käsittelyssä keskitytään varhaisproterotsoisen liuskealueen rakenteen kuvaamiseen.

Svekokarjalainen poimutus tuotti varsin monimutkaisen rakenteen, jonka sel-

vittäminen olisi ollut vielä paljon vaikeampaa, ellei alueella olisi selkeitä geofysikaalisin menetelmin seurattavia kivilajijyksiköitä. Vihreäkivimuodostuma III on tässä suhteessa ollut avainkerrostuma. Sitä on voitu seurata magneettisilla mittauksilla. Karttojen laadinnan aikaan käytettävissä oli korkealentomittaustulokset, joiden antamaa informaatiota täydennettiin runsailla maastomittauksilla. Kun lisäksi Vihreäkivimuodostuma III:n ja Rukatunturin kvartsiittimuodostuman kontaktissa olevat serisiittikvartsiitit ja karbonaattipitoiset sedimentit ovat useimmiten rapautuneet ympäristöönsä syvemmälle, on tätä kontaktia voitu paikoin hyvinkin helposti seurata ilmakuvatulkintaa ja geofysikaalisia menetelmiä hyväksikäyttäen.

Tulkinnan eriasteista varmuutta on kartoilla esitetty yhtenäisen kontaktiviivan ja katkoviivan käytöllä, joten kartan lukija voi saada käsityksen karttakuvan luotettavuusasteesta eri paikoissa. Kartan laadinnassa on lisäksi pidetty erityisen huolellisesti silmällä stratigrafian ja rakenteen yhteensopivuutta, joten kaikki esitetyt rakenteet ovat kolmiulotteisesti ymmärrettäviä.

Varhaisproterotsooisen liuskealueen eteläosaa luonnehtii lähes itä-läntinen poimutus (80° - 110°). Tällä alueella on runsaasti siirroksia suunnissa 50° - 70° ja 80° - 110° , joiden kaade on 60° - 80° pohjoiseen. Nämä siirrokset ovat aiheuttaneet selvän suuntauksen (shear cleavage) tällä alueella. Tämän poimutuksen luonteen säätelijänä on aivan ilmeisesti ollut graniittigneissipohjakompleksin siirrokset ja ylitönnöt. Pohjakonglomeraattien kontaktisuhteista voidaan nähdä, että liuskeet eivät ole irronneet ja liikkuneet pohjakontaktista, vaan ovat muodostaneet lohkoja yhdessä graniittigneissipohjakompleksin kanssa.

Liuskealueen keski- ja pohjoisosaa luonnehtii poimutus, jonka luonteenpiirteet nähdään erittäin hyvin Pyhäjärveltä (4524 03) Rukatunturin (4613 01) kautta alueen luoteiskulmaan kulkevassa poimurakenteessa, jota tässä kutsutaan Rukatunturin synkliiniksi. Tällä avoimella synkliinillä on kaareva akselitaso, jonka kaade on 50° - 80° länteen. Poimuakseli kääntyy eteläosan lähes itä-läntisestä pohjois-eteläisen kautta luoteeseen suuntautuvaksi kartta-alueen luoteiskulmassa. Rukatunturin synkliinissä on kaksi suurempaa akselidepressiota (Rukatunturin pohjoispuolella ja Juumajärvien kaakkoispuolella), joissa on alueen ylintä kerrostumaa, Amfiboli-luskemuodostumaa. Rukatunturin synkliini on pyöreämuotoinen ja se on aivan ilmeisesti "decollement" tyyppinen (Douglas, 1950). Rukatunturin synkliinin tyyppiä poimuja nähdään Rukatunturista itään ja koilliseen olevilla alueilla. Tämä lännessä kaareva poimutus puristuu idässä tiukempaan kulmaan, mistä johtuu, että rakennekuva muodostuu varsin mutkikkaaksi.

Poimusrakenteiden voidaan kokonaisuudessaan selittää syntyneen kaakossa ja koillisessa olleita kiinteitä graniittigneissilohkoja vasten lännessä tapahtuneen tönnön seurauksena. Poimutuksen päävaihe on varmastikin yhteydessä kartta-alueen länsipuolella olevan svekokarjalaisen graniitin synty tapahtumiin.

Suurin osa alueen siirroksista liittyy poimutukseen. Tärkein tällainen siirrossarja on selvästi erottuva ristikkäinen sarja suunnissa itäkoillinen ja länsiluode. Näihin

suuntiin liittyy useita ylityöntösiirroksia kuten esimerkiksi Suorajärven ja Kuusijärven seuduilla. Näiden siirrostien lisäksi esimerkiksi liuskealueen keskellä Juumajärvillä näkyy selvästi itä-läntinen siirrossarja.

Arkeisen graniittigneissialueen osalta voidaan todeta, että se on polymetamorfinen. Se on toisin sanoen käynyt läpi ainakin gneissien syntymiseen liittyneen korkean metamorfoosin vaiheen ja myöhemmin matalamman Svekokarjalaisen orogeenin päävaiheen metamorfoosin. Svekokarjalaista metamorfista vaihetta ei kuitenkaan ole voitu erottaa graniittigneissialueella, koska se on huomattavasti matalampaa tasoa.

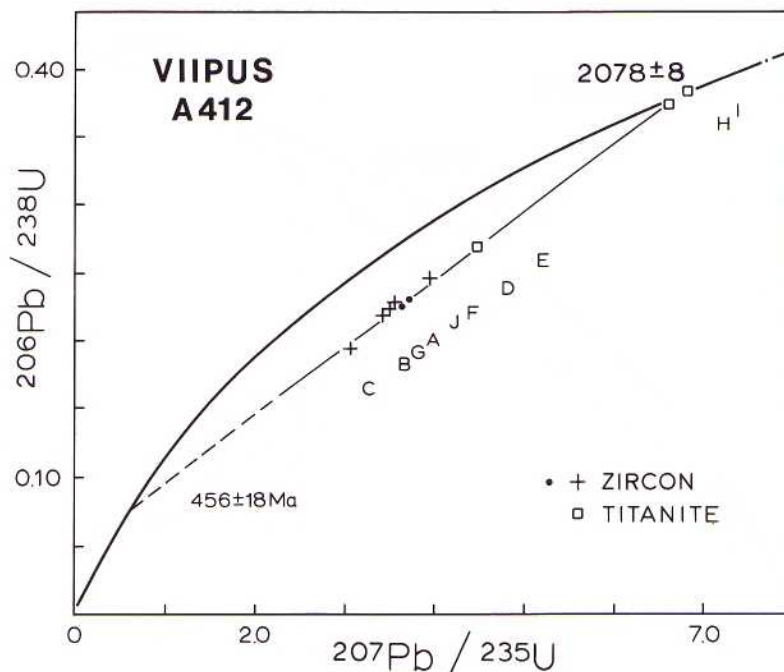
Varhaisproterotsooisien liuskealueen päämetamorfoosi tapahtui Svekokarjalaisen orogeenin aikana noin 1900-1700 miljoonaa vuotta sitten. Varsinkin liuskealueen eteläosissa metamorfoosi tapahtui kuitenkin varsin matalissa paine- ja lämpötilaoloissa. Vihreäliuskefasieksen alhaisen paineen ja lämpötilan olosuhteita vastaavat mineraaliseurueet löydetään kaikista liuskealueen eteläosan kivistä. Aivan pohjoisessa metamorfoosiaste kohoaa ja biotiittia ja granaattia on paikoitellen. Näiden alueiden kohonneeseen metamorfoosiasteeseen liittyy aivan ilmeisesti myös siellä nähtävä skapoliittiporfyroblastimuodostus.

Karbonaattipitoisissa sedimenteissä luonteenomainen mineraaliseurue on dolo-miitti-kvartsi. Serisiittikvartsiiteissa on mineraaliseurue kvartsi-muskoviitti tyyppillinen ja emäksisissä vulkaniiteissa on säännöllisesti seurue albiitti-kloriitti-epidootti. Nämä mineraaliparageneesit syntyvät Turnerin ja Verhoogenin (1960) mukaan vihreäliuskefasieksen kvartsi-albiitti-muskoviitti-kloriittialafasieksen olosuhteissa. Albiittidiabaasien kontakteissa on usein talkkia ja/tai tremoliittia, jotka osoittavat kontaktimetamorfisen albiitti-epidootti-hornfelsfasieksen olosuhteita.

6. RADIOMETRISET IÄT

Kuusamon ja Rukatunturin karttalehtien alueelta on tehty radiometrisiä ajoituk-sia albiittidiabaasien ja pohjakonglomeraatin kvartsiporfyyripallojen zirkoneista U-Pb menetelmällä. Seuraavassa käsitellään myös Vasaraperän karttalehdellä (4522) olevasta albiittidiabaasista tehtyjä ikämääryksiä. Määrytykset on tehty geologian tutkimuskeskuksen isotooppi-geologian laboratorioissa ja seuraavassa annettava selostus perustuu Olavi Kouvon antamiin julkaisemattomiin kallioperäo-saston raportteihin.

Albiittidiabaasien happamissa pegmatiittisissa differentiaateissa oleva zirkoni on tarjonnut hyvän tilaisuuden määrittää intruusioiden kiteytymisen iäkiä. Nyt käsi-teltävinä olevilta karttalehtialueilta määrytyksiä on tehty Matosuon diabaasista (K1 4524 03, x = 7334.36, y = 4466.74), Viipuksen diabaasista (K1 4613 01, x = 7345.45., y = 4460.30) ja Jäkälämutkan diabaasista (K1 4613 08, x = 7355.05, y =



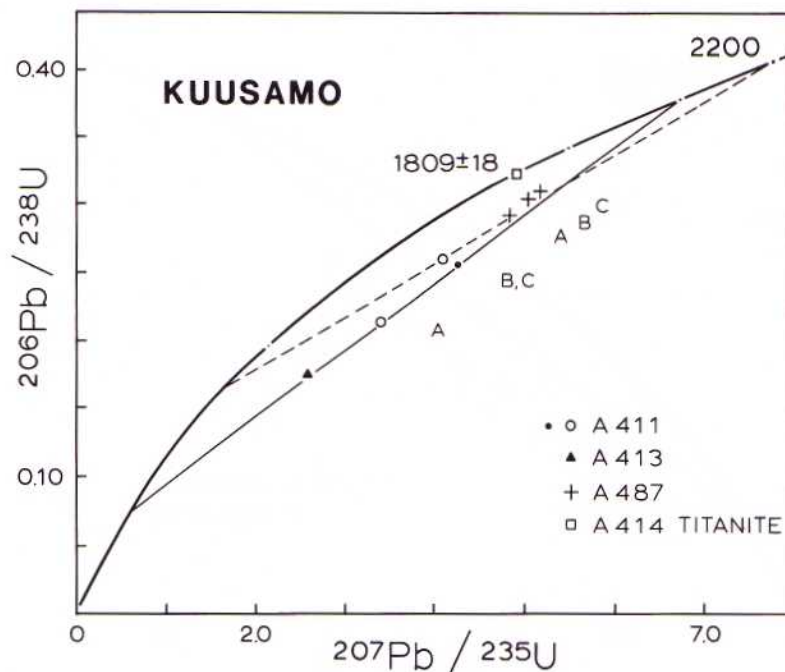
Kuva 15. Konkordiadiagrammi zirkonifraktoille Viipuksen albiittidiabaasista (A412), joka leikkaa kerrosmyötäisesti Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosaa. $X = 7345.48$, $y = 4460.26$ (209/AAS-70). + = samea zirkoni, ● = kirkas zirkoni.

Fig. 15. Concordia diagram for zircons of an albite diabase cross-cutting Rukatunturi Quartzite Formation, $x = 7345.48$, $y = 4460.26$. + = turbid zircon, ● = transparent zircon.

4483.55. Mielenkiintoista lisätietoa antavat nyt selostettavan alueen länsipuolella sijaitsevalla Vasaraperän karttalehdellä Jäkäläniemen pohjoispuolella (4522 09, $x = 7338.38$, $y = 4444.43$) olevasta albiittidiabaasista tehdyt määritykset.

Näytteet edustavat eri stratigrafisilla tasoilla olevia intruusioita: Matosuon diabaasi leikkaa Silttimuodostuman alaosaa, Viipuksen diabaasi leikkaa Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosaa, Jäkälämutkan diabaasi leikkaa Rukatunturin kvartsiittimuodostuman ylintä osaa ja Jäkäläniemen diabaasi leikkaa Vihreäkivimuodostuma II:sta ja Silttimuodostumaa.

Viipuksen diabaasista otettu näyte A412 on sisältää yleensä pigmentin läpikotaisin samentamaa zirkonia. Analyysitaulukosta (taulukko 9) näkyy, että ne ovat yleensä rikkaita uraanista. Vain fraktiot F ja D poikkeavat tästä säännönmukaisuudesta. Konkordiadiagrammista (kuva 15) nähdään, että titaniitit ja kirkas zirkonifraktio F antavat regressiosuoran, jonka yläleikkauksen mukaan iäksi saadaan

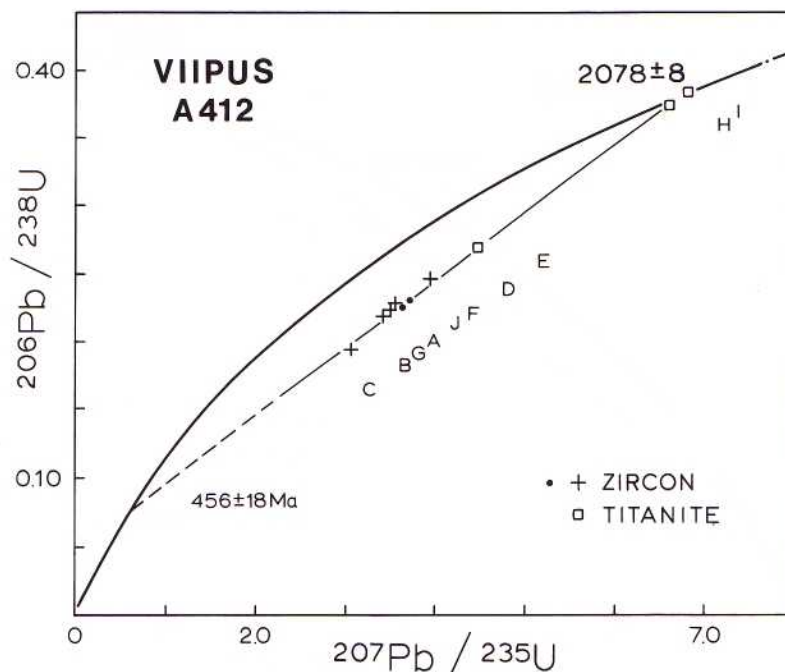


Kuva 16. Konkordiadiagrammi Matosuon (A411) albiittidiabaasin zirkoneille (o = samea, ● = kirkas), Jäkälämutkan (A413) albiittidiabaasin zirkonille (▲), Viipuksen albiittidiabaasin toisen näytteen zirkonille (+) ja Meriojan Vihreäkivimuodostuma III:n laavan (A414) titaniitille (□). Diagrammiin on merkitty myös Viipuksen ensimmäisen näytteen (A412) fraktioiden muodostama suora (kuva 15) ja Jäkäläniemen diabaasin (A847) fraktioiden muodostama suora (kuva 17).

Fig. 16. Concordia diagram showing the U-Pb isotopic relationships of zircons from albite diabases A411 Matosuo (o = turbid, ● = transparent), A413 Jäkälämutka (▲), A487 Viipus (+) and of titanite from mafic volcanite of Greenstone Formation III at Merioja (A414) (□). The diagram also includes the chords through zircon points of sample A412 (fig. 15) and of sample A847 (fig. 17).

2078±4 Ma. Jos lisätään läpikuultava zirkonifraktio J saadaan ikäarvoksi 2078±8 Ma. Tämä määrittys antaa muodostumien minimi-ään Rukatunturin kvartsiittimuodostumaan saakka.

Matosuon diabaasin (A411), Jäkälämutkan diabaasin (A413) ja Viipuksen diabaasin toisen näytteen (A487) määrittymiset on koottu samaan diagrammiin kuvassa 16. Tähän diagrammiin on sijoitettu myös Meriojalta (4613 06, x = 7362.43, y = 471.35) otetun Vihreäkivimuodostuma III:n laavan titaniittinäyte. Analyysitulokset on annettu taulukossa 10. Näytteen A487 kolmen samean zirkonifraktion



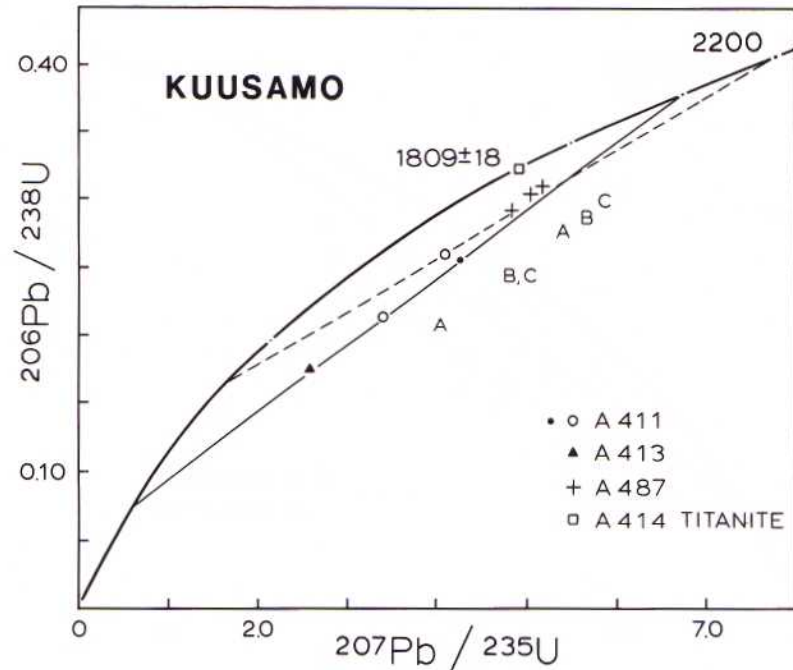
Kuva 15. Konkordiadiagrammi zirkonifraktioille Viipuksen albiittidiabaasista (A412), joka leikkaa kerrosmyötäisesti Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosaan. $X = 7345.48$, $y = 4460.26$ ($209/\text{AAS}-70$). + = samea zirkoni, • = kirkas zirkoni.

Fig. 15. Concordia diagram for zircons of an albite diabase cross-cutting Rukatunturi Quartzite Formation, $x = 7345.48$, $y = 4460.26$. + = turbid zircon, • = transparent zircon.

4483.55. Mielenkiintoista lisätietoa antavat nyt selostettavan alueen länsipuolella sijaitsevalla Vasaraperän karttalehdellä Jäkäläniemen pohjoispuolella ($4522\ 09$, $x = 7338.38$, $y = 4444.43$) olevasta albiittidiabaasista tehdyt määritykset.

Näytteet edustavat eri stratigrafisilla tasoilla olevia intruusioita: Matosuon diabaasi leikkaa Silttimuodostuman alaosaan, Viipuksen diabaasi leikkaa Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosaan, Jäkälämutkan diabaasi leikkaa Rukatunturin kvartsiittimuodostuman ylintä osaa ja Jäkäläniemen diabaasi leikkaa Vihreäkivimuodostuma II:sta ja Silttimuodostumaa.

Viipuksen diabaasista otettu näyte A412 on sisältää yleensä pigmentin läpikotaisin samentamaa zirkonia. Analyysitaulukosta (taulukko 9) näkyy, että ne ovat yleensä rikkaita uraanista. Vain fraktiot F ja D poikkeavat tästä säännönmukaisuudesta. Konkordiadiagrammista (kuva 15) nähdään, että titaniitit ja kirkas zirkonifraktio F antavat regressiosuoran, jonka yläleikkauksen mukaan iäksi saadaan

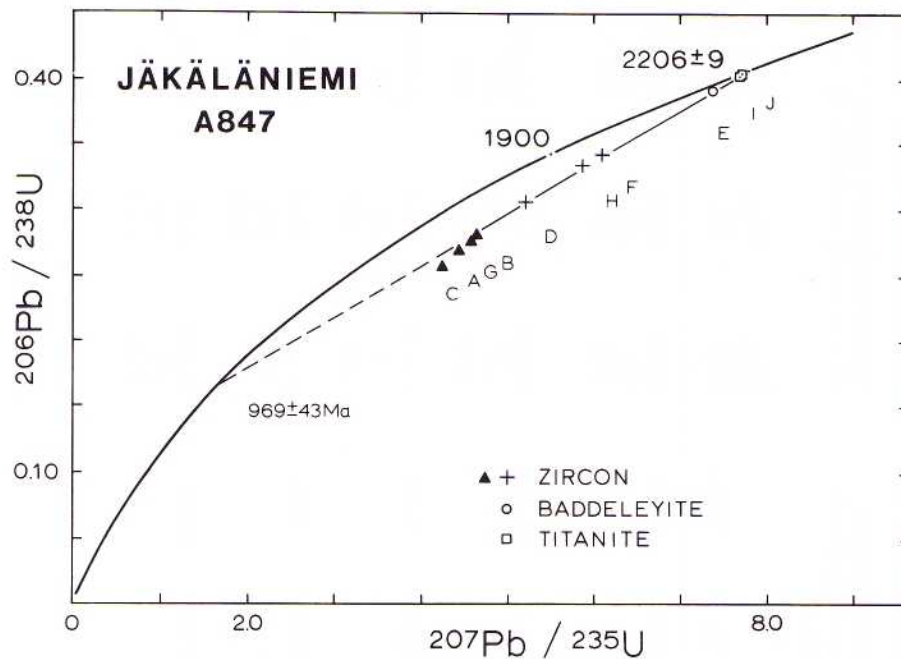


Kuva 16. Konkordiadiagrammi Matosuo (A411) albiittidiabaasin zirkoneille (o = samea, ● = kirkas), Jäkälämutkan (A413) albiittidiabaasin zirkonille (▲), Viipuksen albiittidiabaasin toisen näytteen zirkonille (+) ja Meriojan Vihreäkivimuodostuma III:n laavan (A414) titaniitille (□). Diagrammiin on merkitty myös Viipuksen ensimmäisen näytteen (A412) fraktioiden muodostama suora (kuva 15) ja Jäkäläniemen diabaasin (A847) fraktioiden muodostama suora (kuva 17).

Fig. 16. Concordia diagram showing the U-Pb isotopic relationships of zircons from albite diabases A411 Matosuo (o = turbid, ● = transparent), A413 Jäkälämutka (▲), A487 Viipus (+) and of titanite from mafic volcanite of Greenstone Formation III at Merioja (A414) (□). The diagram also includes the chords through zircon points of sample A412 (fig. 15) and of sample A847 (fig. 17).

2078±4 Ma. Jos lisätään läpikuultava zirkonifraktio J saadaan ikäarvoksi 2078±8 Ma. Tämä määrittys antaa muodostumien minimi-ään Rukatunturin kvartsiittimuodostumaan saakka.

Matosuo diabaasin (A411), Jäkälämutkan diabaasin (A413) ja Viipuksen diabaasin toisen näytteen (A487) määritykset on koottu samaan diagrammiin kuvassa 16. Tähän diagrammiin on sijoitettu myös Meriojalta (4613 06, x = 7362.43, y = 471.35) otetun Vihreäkivimuodostuma III:n laavan titaniittinäyte. Analyysitulokset on annettu taulukossa 10. Näytteen A487 kolmen samean zirkonifraktion



Kuva 17 Konkordiadiagrammi Jäkäläniemen albiittidiabaasin (A847) zirkonifraktioille (\blacktriangle = samea, $+$ = kirkas), baddeleyiitille ja titaniitille. Regressiosuoraan ei ole huomioitu samaita zirkonifraktioita.

Fig. 17. Concordia diagram showing the zircon (\blacktriangle = turbid, $+$ = transparent), baddeleyite and titanite U-Pb data for the Jäkäläniemi albite diabase (A847).

The chord does not include the most discordant turbid fractions A, B, C and G.

antama tulos on sopusoinnussa paremmin tutkitun ensimmäisen näytteen (A412, kuva 15) kanssa. Suhdepisteet ovat ylempänä kuin A412 näytteen vastaavat pisteet, mutta kuitenkin niiden antaman suoran nuoremmalla puolella. Tämä on tavanno- maista albiittidiabaasien sameille zirkoneille.

Jäkälämutkan diabaasin näytteestä A413 saatiin määritetyksi vain yksi diskordantti fraktio, joten tuloksen merkitys on vähäinen. Piste kuitenkin asettuu Viipuk- sen näytteiden antamalle suoralle.

Matosuon diabaasin (A411) eri fraktiot asettuvat Viipuksen näytteen (A412) antamalle suoralle (A ja C) ja 2200 Ma edustavalle suoralle. Tämän ristiriitaisen tilanteen selvittäminen edellyttää jatkotutkimuksia.

Vihreäkivimuodostuma III:n laavasta otetusta näytteestä (Merioja, A414) saa- tiin määritetyksi vain titaniitti. Tuloksena saatu melkein konkordantti 1.8 Ga

Taulukko 9. Viipuksen albiittidiabaasin U-Pb analyysitulokset ja niistä lasketut isotooppisuhteet ja radiometriset iät. Hajoamisvakiot: Jaffey et al. (1971).

Table 9. U-Pb analytical data, isotopic relations and radiometric ages for albite diabase at Viipus. Decay constants: Jaffey et al. (1971).

Näyte Sample	Fraktio Fraction (d=g/cm ³) r=raekoko, µm r=grain size	Pitoisuus Concentration µg/g		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometriset iät (Ma) Atom ratios and radiometric ages (Ma)		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
A412A zirkoni zircon	ruskea brown r>160 borax fusion	1011	199.62	622.2	0.15025	13.288	21.790	0.2282 ±14 1325	3.541 ±25 1536	0.11255 ±29 1841
B zirkoni zircon	ruskea brown 130<r<160	1016	192.90	819.7	0.11182	12.810	21.612	0.2195 ±13 1279	3.419 ±23 1508	0.11297 ±29 1847
C zirkoni zircon	keltainen yellow	986.5	165.46	229.3	0.42531	17.157	36.816	0.1939 ±12 1142	3.051 ±23 1420	0.11415 ±42 1866
D zirkoni zircon	d<4.2	402.0	85.79	767.9	0.12022	13.211	24.031	0.2467 ±16 1421	3.942 ±58 1622	0.1159 ±13 1894
E titaaniitti titanite		32.9	7.688	167.8	0.5660	19.660	109.8	0.2692 ±33 1536	4.48 ±14 1727	0.1207 ±29 1967

F zirkoni <i>zircon</i>	d<4.2 läpinäk. <i>transp.</i>	108.8	21.70	702	0.12497	13.391	56.560	0.2306 ±12 1337	3.722 ±32 1576	0.11708 ±61 1912
G zirkoni <i>zircon</i>	d<4.2 samea <i>turbid</i>	740.4	143.23	3170	0.2488	11.662	16.2233	0.2236 ±12 1300	3.491 ±21 1525	0.11326 ±21 1852
H titaani <i>titanite</i>	r>160, NM abr 10 min	19.9	6.46	123.7	0.7998	23.450	149.5	0.3746 ±23 2050	6.63 ±12 2063	0.21284 ±20 2076
I titaani <i>titanite</i>	r>160, M abr 10 min	19.7	6.56	110.6	0.8967	24.758	190.1	0.3848 ±23 2098	6.83 ±10 2089	0.1287 ±16 2080
J zirkoni <i>zircon</i>	läpikuultava <i>dull</i> d>4.0	942.2	184.00	342.1	0.2896	15.577	36.973	0.2257 ±12 1311	3.636 ±26 1557	0.11686 ±45 1908

abr = puhdistettu abraasiolla - *grains abraded*

N/NM = magneettinen/epämagneettinen - *magnetic/nonmagnetic*

Taulukko 10. Matosuo albiittidiabaasin (A411), Jäkälämutkan albiittidiabaasin (A413) ja Viipuksen albiittidiabaasin toisen näytteen (A487) sekä Meriojan Vihreäkivimuodostuma III:n laavan (A414) U-Pb analyysitulokset ja niistä lasketut isotooppisuhteet ja radiometriset iät.

Hajoamisvakiot: Jaffey et al. (1971).

Table 10. U-Pb analytical data, isotopic relations and radiometric ages for albite diabases at Matosuo (A411), Jäkälämukka (A413), Viipus (A487) and mafic volcanite of Greenstone Formation III at Merioja (A414). Decay constants Jaffey et al. (1971).

Näyte Sample	Fraktio Fraction (d=g/cm ³) r=raekoko, µm r=grain size	Pitoisuus Concentration µg/g		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometriset iät (Ma) Atom ratios and radiometric ages (Ma)		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
A411A zirkoni zircon	täyd. booraksiutos total borax fusion	559.5	103.53	131.3	0.7501	21.630	76.650	0.2139 ±13 1249	3.394 ±27 1502	0.11508 ±45 1881
B zirkoni zircon	d>4.2	360.0	80.94	174.3	0.5694	19.126	75.958	0.2599 ±14 1489	4.097 ±26 1653	0.11437 ±32 1870
C zirkoni zircon	4.0<d<4.2 kirkas transparent abr 3h	1105	245.57	160.3	0.6190	20.369	49.597	0.2569 ±14 1474	4.290 ±50 1691	0.1211 ±11 1972
A413A zirkoni zircon	r>160 täyd. booraksiutos total borax fusion	973.6	146.65	814.3	0.08630	11.885	27.961	0.1741 ±10 1034	2.571 ±26 1292	0.10710 ±62 1750
A414A titaniitti titanite		26.08	7.28	784.6	0.09040	12.291	30.709	0.3225 ±18 1801	4.918 ±66 1805	0.11062 ±98 1809

A487A zirkoni <i>zircon</i>	d>4.1	654.2	165.02	1087	0.07996	13.081	82.144	0.2915 ±18 1649	4.827 ±35 1789	0.12009 ±36 1957
B zirkoni <i>zircon</i>	d>4.2 abr täyd. booraksiuutos <i>total borax fusion</i>	314.5	82.70	2120	0.04452	12.606	25.268	0.3039 ±16 1710	5.033 ±28 1824	0.12011 ±13 1958
C zirkoni <i>zircon</i>	d>4.2 r<70	296.7	79.60	4076	0.01909	12.360	21.700	0.3101 ±17 1741	5.175 ±30 1848	0.12104 ±16 1971

abr = puhdistettu abraasiolla - *grains abraded*

Taulukko 11. Jäkäläniemen albiittidiabaasin (A847) U-Pb analyysitulokset ja niistä lasketut isotooppisuhteet ja radiometriset iät. Hajoamisvakiot: Jaffey et al. (1971).

50

Table 11. U-Pb analytical data, isotopic relations and radiometric ages for albite diabase at Jäkäläniemi (A487). Decay constants: Jaffey et al. (1971).

Näyte <i>Sample</i>	Fraktio <i>Fraction</i> (d=g/cm ³) r=raekoko, µm <i>r=grain size</i>	Pitoisuus <i>Concentration</i> µg/g		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ mitattu <i>measured</i>	Lyijyn isotooppikoostumus <i>Isotopic composition of lead</i> ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometriset iät (Ma) <i>Atom ratios and radiometric ages (Ma)</i>		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
A847A zirkoni <i>zircon</i>	d>4.2	295.5	68.59	1596	0.05840	12.826	87.237	0.2683 ±14 1531	4.454 ±24 1722	0.12043 ±4 1962
B zirkoni <i>zircon</i>	4.0<d<4.2	526.5	127.63	1435	0.06628	12.956	103.169	0.2802 ±15 1592	4.661 ±26 1760	0.12067 ±13 1966
C zirkoni <i>zircon</i>	3.8<d<4.0	756.9	168.02	1413	0.06629	12.958	109.682	0.2566 ±13 1472	4.270 ±31 1687	0.12069 ±51 1966
D zirkoni <i>zircon</i>	kirkas <i>transparent</i> d>4.2 abr 5h	302.6	79.94	670	0.14390	14.306	73.823	0.3053 ±16 1717	5.214 ±30 1854	0.12388 ±21 2012
E baddeleiitti <i>baddeleyite</i> (+zirk.)	0.5 mg	273.8	92.66	68.5	1.432	32.435	60.263	0.3912 ±24 2128	7.37 ±4 2157	0.1367 ±20 2185

F	kirkas	689.3	203.76	2466	0.03853	13.458	107.704	0.3417	6.099	0.12948
zirconi	<i>transparent</i>							±20	±37	±7
zirconi	4.0<d<4.2 abr 3h							1894	1990	2091
G	d>4.3	279.2	66.71	1201	0.07805	13.116	86.412	0.2762	4.597	0.12074
zirconi	abr 3h							±14	±26	±22
zirconi								1571	1748	1967
H	täyd. booraksiutos	709.2	204.42	2741	0.03227	13.203	116.60	0.3331	5.868	0.12776
zirconi	<i>total borax fusion</i>							±19	±35	±12
zirconi	kirkas <i>transparent</i>							1853	1956	2067
	d>4.0 abr 3h									
I	tumma <i>dark</i>	37.83	13.21	352.3	0.27907	17.443	74.623	0.4035	7.671	0.13789
titaniitti	3.5<d<3.6							±23	±46	±20
titanite	NM, abr 15 min							2185	2193	2201
J	tumma <i>dark</i>	27.68	9.68	312.9	0.31317	17.901	79.515	0.4041	7.689	0.13802
titaniitti	3.5<d<2.6							±24	±49	±23
titanite	NM, abr 15 min							2187	219X	2202

abr = puhdistettu abraasiolla - *grains abraded*

M/NM = magneettinen/epämagneettinen - *magnetic/nonmagnetic*

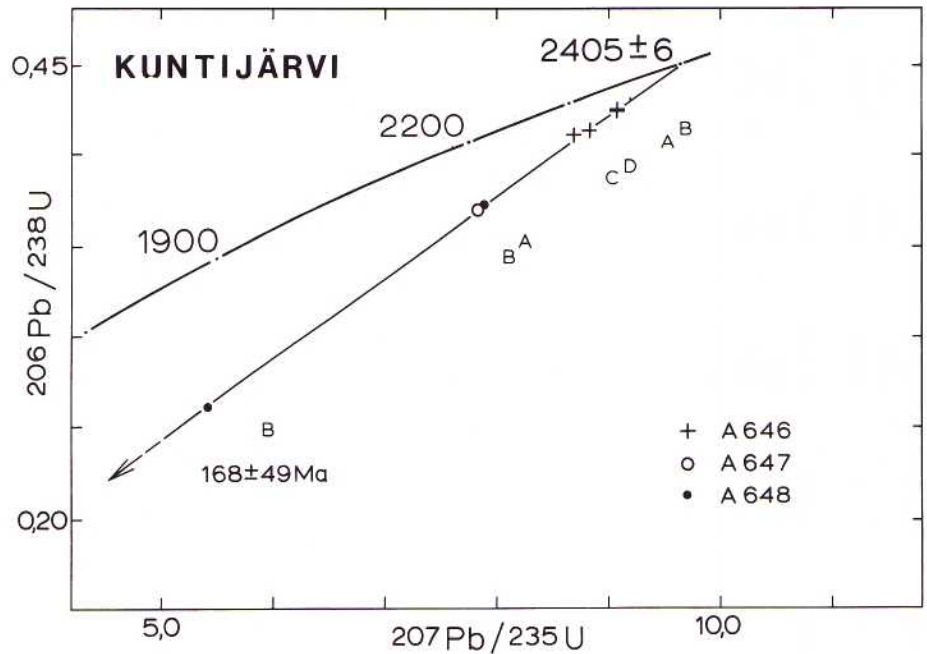
Taulukko 12. Kuntijärven Pohjakonglomeraatin kvartsi-porfyyripallojen (A646, A647 ja A648) U-Pb analyysitulokset ja niistä lasketut isotooppisuhteet ja radiometriset iät. Hajoamisvakiot: Jaffey et al. (1971).

Table 12 U-Pb analytical data, isotopic relations and radiometric ages for quartz-porphry pebbles in the basal conglomerate at Kuntijärvi (A646, A647 and A648). Decay constants Jaffey et al. (1971).

Näyte Sample	Fraktio Fraction (d=g/cm ³) r=mekoko, µm r=grain size	Pitoisuus Concentration µg/g		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometriset iät (Ma) Atom ratios and radiometric ages (Ma)		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb	²⁰⁸ Pb	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
A646A zirkoni zircon	d>4.6	22.54	8.276	734.6	0.1288	17.158	30.100	0.4244 ±24 2280	9.077 ±58 2345	0.15512 ±38 2403
B zirkoni zircon	4.2<d<4.6	21.35	7.856	348.5	0.2785	19.036	35.233	0.4253 ±27 2284	9.077 ±75 2345	0.15479 ±70 2399
C zirkoni zircon	4.0<d<4.2	24.61	8.744	352.6	0.2736	18.833	38.607	0.4107 ±29 2218	8.682 ±71 2305	0.15333 ±53 2383
D zirkoni zircon	4.2<d<4.6 abr 5h	22.65	8.096	431.7	0.2220	18.346	33.519	0.4131 ±22 2229	8.835 ±52 2321	0.15511 ±29 2403
A647B zirkoni zircon	4.2<d<4.6	64.66	20.61	383.6	0.3684	18.711	34.711	0.3684 ±19 2021	7.827 ±50 2211	0.15412 ±47 2392

A648A zirkoni zircon	d>4.6	27.54	8.884	203.7	0.4855	21.562	43.894	0.3728 ±20 2042	7.890 ±48 2218	0.15351 ±37 2385
B zirkoni zircon	4.2<d<4.6	35.09	7.925	116.6	0.8542	26.015	58.156	0.2611 ±16 1495	5.417 ±36 1887	0.15049 ±40 2351

abr = puhdistettu abraasiolla - *grains abraded*



Kuva 18. Konkordiadiagrammi zirkonifraktioille Kuntijärven eteläpuolen varhaisproterotsooisien pohjakonglomeraatin kvartsi-porfyryripalloista. Kolme eri palloa, A646 = 22A/AAS-81, A647 = 22B/AAS-81, A648 = 22C/AAS-81, $x = 7336.70$, $y = 4484.10$.

Fig. 16. Concordia diagram for zircons of three quartz-porphyry pebbles from the Early Proterozoic basal conglomerate at southern shore of Kuntijärvi (A646, A647 and A648).

merkitsee metamorfoosin ajankohtaa svekokarjalaisen orogeenin kehityskulussa.

Jäkäläniemen diabaasin (A847) zirkoni on vaalean kellertävää ja rakeet ovat useimmiten täysin sameita. Sameassa zirkonissa esiintyy saarekkeina kirkasta zirkonia, mutta useimmiten samea kiteen osa on ulkopuolella. Fraktiossa, jonka tiheys ylittää 4.6 on hyvin vähän baddeleyiittiä. Analyysiä varten sitä saatiin erotetuksi vain 0.5 mg.

Jäkäläniemen diabaasin määrittystulokset on annettu taulukossa 11 ja konkordiadiagrammi kuvassa 17. Konkordiadiagrammiin on merkitty erikseen sameat ja kirkkaat zirkonityypit, mutta piirrettyyn regressiosuoraan on huomioitu vain kirkkaat zirkonit yhdessä baddeleyiitin ja titaniitin kanssa. Näin muodostettu regressiosuora antaa luotettavan lopputuloksen 2209 ± 9 Ma Jäkäläniemen albiitti-diabaasin iäksi.

Kuusamon liuskealueen pohjakonglomeraateissa olevista kvartsi-porfyryripal-

loista kerättiin määrittystä varten kolme näytettä (A646, A647 ja A648) Kuntijärven eteläpuolella olevista paljastumista (KI 4524 09, $x = 7336.60$, $y = 484.10$). Analyysitulokset on annettu taulukossa 12. Kaikkien näytteiden antaman konkordiadiagrammin mukainen ikä on 2405 ± 6 Ma (kuva 18). Jos hieman poikkeava fraktio A646C jätetään huomioimatta tulokseksi saadaan 2407 ± 4 Ma. Näitä lukuja voidaan käyttää liuskealueen alimpien muodostumien maksimi-ikäinä.

Aiemmin mainittu uraniniittimääritykseen perustuva 1800 miljoonan vuoden ikä Jyrävältä (Lauerma ja Piispanen, 1967) antaa viitteitä svekokarjalaisen poimuksen yhteydessä tapahtuneesta uudelleenkiteytymisestä.

7. RUHJEET, RAPAUTUMINEN JA MORFOLOGIA

Kuusamon ja Rukatunturin kartta-alueilla on useita maisemassa selvästi erottuvia siirroksia ja ruhjeita. Graniittigneissialueella olevat jyrkänneet ovat yleensä ruhjeiden aiheuttamia. Ne erottuvat selvästi muutoin luonteenomaisessa laakeassa maisemassa. Tällä osalla myös vesistöjen pitkulaiset muodot ovat kallioperän ruhjeiden kontrolloimia.

Selkeimmin maisemakuvaan vaikuttavat siirrokset sijaitsevat Rukatunturin karttalehdellä. Helpoimmin tällaisiin ruhjeisiin voi tutustua Juuman seudulla (4613 05), missä on useita ruhjeita, joihin liittyy myös horisontaalisiirtymää. Erittäin selvä maisemallinen vaikutus on myös Liikasenvaaran ylityöntösiirroksella Rukatunturin karttalehden pohjoisosassa.

Kartta-alueiden kivilajien väliset rapautumiskestävyyserot näkyvät selkeästi morfologiassa. Eteläosan arkeinen graniittigneissialue on tyyppillistä, pehmeästi kumpuilevaa itäsuomalaista vaaramaisemaa. Proterotsooisen liuskealueen alimmat muodostumat, Vihreäkivimuodostuma I ja Serisiittikvartsiittimuodostuma eivät morfologisesti eroa graniittigneissialueesta, mutta kasvillisuus muuttuu näiden muodostumien alueille siirryttäessä huomattavasti rehevämmäksi, mikä johtuu ennenkaikkea karbonaattimineraalien runsaudesta niissä.

Silttimuodostuman alueet ovat alavia alueita, koska muodostuman kivilajit ovat helposti rapautuvia. Silttimuodostuman alapuolinen Vihreäkivimuodostuma II on rapautumista kestävämpänä usein jäänyt maastosta kohoaviksi mataliksi nypylöiksi.

Korkeimmat vaarat ovat Rukatunturin kvartsiittimuodostuman ortokvartsiittia, joka on hyvin kestävä sekä kemiallista että mekaanista rapautumista vastaan. Rukatunturin kvartsiittimuodostuman alaosat ovat kuitenkin helposti rapautuvaa dolomiittipitoista serisiittikvartsiittia ja muodostuman alakontakti Vihreäkivimuodostuma III:a vastaan onkin usein syvien laaksojen, järvien, lampien ja purojen luonnehtima. Topografia onkin näillä alueilla hyvin vaihtelevaa, kuten alueen korkein vaarajono Pyhätunturilta Rukatunturin kautta Valtavaaralle osoittaa. Ruka-

tunturin kvartsiittimuodostuman alakontaktia seurailee myös selvä kasvillisuusrehevöitymä, kun kalkinsuosijakasvit ovat hakeutuneet dolomiittipitoisten kivilajien alueelle.

Kuusamon liuskealueen stratigrafisesti ylimmät muodostumat, Dolomiittimuodostuma ja Amfiboliliuskemuodostuma, ovat heikkoja rapautumista vastaan ja niiden alueet ovatkin alavia maita kuten Rukatunturin synkliinin keskusta ja Juumajärvien eteläpuolella oleva synkliini osoittavat. Näiden muodostumien dolomiitti näkyy myös kalkinsuosijakasvien esiintyminä ja yleisenä rehevyytenä.

Kartta-alueella on myös jääkausien edellä syntyneitä rapaumia. Näitä paikallensrapautuneita kaoliiniesiintymiä on esimerkiksi useissa paikoissa Liikasenvaaran alueella. Jääkauden vähäisestä vaikutuksesta kertoo se, että kaoliinirapautumaa nähdään Rukatunturin länsirinteen alaosassa ja aivan Rukatunturin huipulla.

8. TALOUDELLISIA AIHEITA

Kuusamon alueelta on jo viime vuosisadan puolella louhittu kansainvälisille markkinoille toimitettua liippakiveä. Toiminnalla on varmasti ollut aikanaan tärkeä merkitys, mutta keinotekoiset liipat korvasivat nämä luonnontuotteet. Liippoiksi louhittiin, hakattiin ja hiottiin Kvartsiittiliuskemuodostuman tarkasti valittuja osia. Sopivasti transverssiliuskeisissa osissa louhoksesta irroitettuja aihioita saatiin lohkeamaan liippoiksi suhteellisen helposti. Kvartsiittiliusketta louhitaan erilaisiksi rakennus- ja pihalaatoiksi nykyäänkin.

Hackman ja Wilkman (1929) kuvasivat liippojen valmistamiseen ja louhimiseen liittyviä seikkoja seuraavasti (ss. 138 - 140).

“Kovasinkivilouhoksia on ainoastaan Kuusamon pitäjässä, missä kuitenkin on ennättänyt kehittyä jokseenkin elinvoimainen kovasinteollisuus. Kovasinkiveä louhitaan täällä hienorakeisista serisiittirikkaista kvartsiittiliuskekalioista. Useimmat louhokset ovat Vuotungin kylässä, noin 20 km kirkolta pohjoiseen, noin 5 - 6 km pituisella W - E suuntaisella Rukajärven ja Vuotunkijärven välisellä vyöhykkeellä. Louhoksia on 9 ja merkitään ne seuraavien paikkojen mukaan:

-Hietavaara, vaaran pohjoisrinteellä melkein keskikohdalla.

-Näätäkumpu, pohjoisrinteellä huipun lähellä.

-Horsmanvaara, Petäjälammen kaakkoispuolella, vaaran luoteisrinteellä.

-Petäjävaara, Petäjälammen lounaispuolella, vaaran pohjoisrinteellä.

-Kummunpuro. Louhos on puron tekemän jyrkän mutkan länsipuolella, noin 5 km Rukajärveltä itäkoilliseen.

Tästä paikasta itäkoilliseen on vielä kaksi kovasinkivilouhosta Paanajärven

maantien lähellä. Nämä ovat:

-Salmipuro, eräässä Salmipuron mutkassa noin 5 km Ylivuotungin järveltä pohjoiskoilliseen ja n. 1/2 km Paanajärven maantieltä.

-Laajusvaara, vaaran lounaisrinteellä Laajusvaaran ja Hämeenvaaran välisen kapean laakson pohjoislaidalla.

Noin 25 km Ylivuotungista itäkoilliseen ovat:

-Kuivajärvi, louhokset ovat tämän järven itäkoillispuolella olevalla niemellä, noin 8 km Watajärveltä koilliseen ja n. 8 km Nuorusesta luoteeseen.

Lopuksi on vielä:

-Ruukinvaara, louhos on Kivipiskamojärveen laskevan Koverinjoen suun lounaispuolella, n. 1.5 km Ruukin talosta länteen Paanajärven maantien lähellä. Paikka on noin 14 km Kuusamon kirkolta pohjoiskoilliseen ja n. 6 km etelälounaaseen viidestä ensiksi mainitusta Vuotunkijärven länsipuolella olevasta kovasinkivilouhoksesta.

Viimeksi mainittu Ruukinvaaran louhos on jo hyljätty. Kivilaji on täällä verrattain karkearakeista hiekkakivimäistä klastillista kvartsiittia, kun taas kaikki muut kovasinkivilouhokset ovat kvartsiittiliuskeissa. Tämä on hyvinhienorakeista ja väriltään tavallisesti vaaleanvihertävän harmaata, paikoitellen kellertävänharmaata. Melkein kaikkialla näkee kivilajissa poikittaisliuskeisuutta, joka muodostaa noin 20° kulman kivilajin kulkusuunnan kanssa. Hyvän kovasinkiven ominaisuuksia ilmeisevät kivilajissa: kvartsirakeet, jotka yleensä ovat teräväsärmäisiä, eivät ole lujasti liittyneet toisiinsa, vaan niitä erottaa välissä oleva serisiittisementti. Vaihtelevan, mutta useimmiten runsaan serisiittipitoisuutensa takia kivilaji on tarpeeksi pehmeätä, kun taas hiomiskykyä edistäviä kovia mineraaliaineksia edustavat sekä lukuisat kvartsirakeet että jokseenkin runsain määrin lisäaineksina esiintyvät pienet mineraalirakeet, kuten turmaliini, zirkoni, rutili ja zoisiitti, jotka kvartsin ohella kuuluvat kivilajin irrallisempiin mineraaleihin ja helposti irtaantuvat kovasinta käytettäessä sekä lisäävät sen tehoa. Magnetiitti puuttuu tästä kvartsiittiliuskelajista melkein kokonaan.

Kvartsiittiliuske ei kyseenalaisissa louhoksissa kuitenkaan ole kaikkialla yhtä hyvää, vaan kovasimiin sopivien lajien joukosta voi kaikissa louhoksissa erottaa laadultaan parempia ja huonompia, jos kohta niiden välinen ero onkin hyvin hieno ja tottumattoman sitä vaikeata huomata. Parhaimman laatuselta kovasinkiveltä vaaditaan, että serisiittipitoisuus on tarpeeksi suuri, kovat ainekset ovat tasaisesti jakaantuneita, rakeisuus mahdollisimman hieno ja liuskeisuus mahdollisimman suoraviivainen. Käytännössä on havaittu, että parhaimmat kivilaadut ovat louhosten poikittaisliuskeisissa kohdissa. Kivilaatu, joka täyttää kaikki nämä vaatimukset merkitään ensilaatuisiksi. Sellainen kovasin on aina verrattain pehmeä, varsinkin kun sitä

kostutetaan. Kun rakeet tulevat hiukan suuremmiksi ja esiintyvät epätasaisemmin jakautuneina ja eri suuruisina, ja pieniä punaisia tai mustia rautaoksiditäpliä ilmestyy kiveen ja se muuttuu kovemmaksi tai näyttää hiukan poimuttuneelta liuskeisuussuunnassa, niin tullaan vähitellen laatuihin 2, 3 ja 4. Mikroskoopilla ei aina näe selvästi lajin vaihtumista, sillä voi sattua että jotkut hyvät ominaisuudet, kuten runsas serisiittipitoisuus ja tasarakeisuus, säilyvät, kun taas toiset tekijät, kuten epätasainen liuskeisuus, täplämuodostus ja poimuisuus, jo ovat alkaneet huonontaa kovasinkiven laatua.”

Liikasenvaaran kaoliinirapaumia on aikojen kuluessa hyödynnetty muurauslaastina, myllynkiviä on louhittu ja muutakin vähäistä kivien kotitarvekäyttöä on tapahtunut, mutta mittavampaa louhintatoimintaa ei alueella ole ollut. Geologian tutkimuskeskus on 1960 luvulla tutkinut Liikasenvaaran kalkkikiviä varsin seikka-peräisesti mahdollista hyödyntämistä varten. Tutkimusraportteja on saatavana Geologian tutkimuskeskuksessa.

Metallisten malmien etsintää on Kuusamon liuskealueella harjoitettu vuosikymmenien ajan. Pieniä kuparikiisuesiintymiä löytyy nyt selostettavalla alueella usein. Esimerkiksi Vihreäkivimuodostuma III:ssa on lähes säännöllisesti kvartsi-kuparikiisujuonia, mutta määrät ovat osoittautuneet vähäisiksi. Pieniä uraanesiintymiä on myös selvitelty esimerkiksi Jyrävän lähetyvillä (4613 05), Säckkilänvaaran ympäristössä (4613 02) ja Kalliojäven seudulla (4613 04). Nämä tutkimukset eivät kuitenkaan ole johtaneet jatkotoimenpiteisiin.

Kultatutkimuksia on Kuusamon ja Rukatunturin karttalahtien alueilla tehty viime vuosina menestyksekkäästi. Käylästä Kantojoelle kulkevassa antiiklinijaksossa on löydetty useita kultaesiintymiä, joiden tutkimukset jatkuvat geologian tutkimuskeskuksessa, josta valmistuneita raportteja on saatavana.

Kuusamon liuskealueen tunnettujen malmiesiintymien luonteen perusteella niiden synty voidaan nähdä osana geologisten muodostumien yleistä kehitystä. Täten voidaan myös saada käsitys alueen malmitutkimusten kannalta potentiaalisimmista kohteista. Varhainen ja hyvin tärkeä malmimuodostukseen vaikuttava tekijä on aivan ilmeisesti ollut ilmakehän happipitoisuuden kehitys suhteessa sedimenttien ja vulkaniittien syntymiseen. Kerrostumien alimmat muodostumat aina Vihreäkivimuodostuma II:een ovat ilmeisesti syntyneet vähähappisen ilmakehän olosuhteissa enemmän kuin 2200 Ma sitten. Tällöin uraani, kromi, kulta ja wolframi ovat voineet rikastua liukenemattomina raskasmineraaleina. Sedimenttien ainekset olivat lähtöisin graniittigneissialueelta, jossa oli paikoin vulkaniitteja. Fuksiittipitoiset kvartsiitit antavat selvästi viitteen siihen, että rapautumisen kohteena oli myös komatiittisia vulkaniitteja. Nämä rikastumat saivat myöhemmin mahdollisuuden liikkua ja rikastua uudelleen esimerkiksi Vihreäkivimuodostuma II:n edustaman merenalaisen vulkanismin yhteydessä vallinneissa hydrotermisissä olosuhteissa, albiittidiabaasikerrosjuonten tunkeutumisen yhteydessä ja svekocarjalaisen oroge-

nian poimutuken ja metamorfoosin yhteydessä.

Merenalainen vulkanismi (Vihreäkivimuodostuma II) saattoi rikastaa malmiaineksia alakontaktinsa seutuville, koska laavojen alapuolisiin kerrostumiin syntyi varmasti voimakas hydrotermien kiertäminen kiveytymättömissä sedimenteissä. Myös albiittidiabaasikerrosjuonet aiheuttivat monipuolisen hydrotermisen systeemin kehittymisen koko kerrostumaan ainakin Rukatunturin kvartsiittimuodostuman yläosaan saakka ja malmiainesten mahdollisen kerääntymisen erilaisiin kemiallisiin tai mekaaniskemiallisiin pidätyskohteisiin kuten eri kivilajien rajapinnoille. Svekkarjalaisen orogeenin metamorfoosi ja poimutus vaikutti alueeseen läpikotaisin ja malmiainekset saattoivat liukehtyä ja rikastua esimerkiksi poimurakenteiden määrättyihin osiin, lähinnä antiklinien huippuihin.

Kaikista edellämainituista tapahtumista nähdään esimerkkejä ja malminetsinnän kannalta kaikkein tärkeimmäksi kohteeksi on osoittautunut Vihreäkivimuodostuma II:n alapuolinen Lapponisuperryhmän sedimenttien alue.

9. Summary

PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE KUUSAMO (4524+4542) AND RUKATUNTURI (4613) MAP-SHEET AREAS

Introduction

The area of the Kuusamo and Rukatunturi map-sheets is in the central part of Finland near to the Soviet border (fig. 1). The area covers northern part of Kuusamo parish and a small portion of Salla parish in the north. Geologically the area is situated at the northern limit of the Archaean East Finland granite gneiss basement. The contact with the early Proterozoic Kuusamo schist area goes roughly north-easterly in the middle of the map sheet Kuusamo. Between these major units there is a first order unconformity represented by basal conglomerates.

The granite gneiss complex is composed of trondhjemitic, quartz-dioritic, granodioritic and granitic gneisses, which grade into each other. Mica gneiss and hornblende gneiss were found to be present as inclusions of varying size. Granite, pegmatite and diabase occur as intersecting dykes, and epidote and quartz veins are common. Near the contact of the early Proterozoic schists, the granite gneiss alters in many instances into strongly foliated chlorite and sericite-rich schists.

The early Proterozoic section starts with basal conglomerates which gradually change to volcanic breccias of Greenstone Formation I. Under the basal conglomerate there was a weathering crust on the basement gneiss. In the basal conglome-

rate there is a peculiar type of boulder which is interpreted to be acidic volcanite. This quartz porphyry occurs as large masses under the Greenstone Formation I in the territory of the Soviet Union, but not found in the map area in Finland. Datings of zircons (U-Pb) of three separate boulders gave age of 2405 Ma. (fig. 18, table 12). This figure can be used as a maximum age for the Early Proterozoic deposits in the Kuusamo schist area. The dating was done by Olavi Kouvo in the isotope laboratory of the Geological Survey of Finland.

Volcanites of Greenstone Formation I are mafic and intermediate in composition and they extruded mainly on land. The formation is composed mostly of lavas and tuffs. Volcanites of Greenstone Formation I are covered by tuffite schists which were weathering products of volcanites. Tuffite schists change gradually to overlying sericite quartzites.

Sedimentation represented by Sericite Quartzite Formation, Sericite schist Formation and Quartzite Schist Formation was transgressive. Dolomite beds and dolomite cemented quartzites indicate that conditions extended to normal marine. Deposition of carbonate material ceased when sedimentation of the material of quartzite schists (Quartzite Schist Formation) started and this change was obviously due to a change in pH-Eh conditions in the deposition basin.

Pillow lavas of Greenstone Formation II mark deep fractures, through which the basaltic magma welled up on to the surface of the sediments. This rather thin (30 - 50 m) formation is met all around the area and it marks a change in the development in the deposition basin from transgressive to regressive.

Rather inhomogeneous Siltstone Formation is composed of arkosic, orthoquartzitic, phyllitic and dolomitic sediments rapidly changing to each other. One of the typical features of the formation is occurrence of hematite as veinlets and pigment which make the colour reddish. Emergence happened before lavas of Greenstone Formation III erupted. Constant thickness (about 400 m) of the plateau basalt type pile of lavas indicate that the area was flat at that time.

Rukatunturi Quartzite Formation started with dolomite containing sericite quartzites. Red mud intercalations, mud cracks, ripple marks and cross bedds are common. The formation changes through arkoses to orthoquartzites in the upper section. Most of the formation is composed of glassy orthoquartzites which is the topmost member of the formation. Orthoquartzites are overlain by dolomite constituting the orthoquartzite-dolomite association in the sense of Pettijohn (1957, p. 611). This association indicates that the area became flat, and the amount of clastic material entering the basin became negligible.

The Amphibole Schist Formation is uppermost in the Kuusamo schist area. The material of the formation is basaltic tuff and tuffite together with euxinic black schist intercalations. Dolomite is common as intercalations, too. The Amphibole Schist Formation together with the underlying Dolomite Formation, is in good correlation with the Marine Jatulian formation elsewhere in the Karelidic belt

(Metzger, 1924; Hausen, 1930; Härme, 1949; Nykänen, 1971). Mica schists in the upper part of the formation indicate the oncoming flysch period of the Svecokarelian orogeny.

The sedimentary-volcanic sequence was cut by differentiated diabase sills (albite diabases) 2206 Ma and 2078 Ma ago as is verified by datings of diabases at Jäkäläniemi (fig. 17, table 11) and at Viipus (fig 15, table 9). Datings were done by Olavi Kouvo in the isotope laboratory of Geological Survey of Finland. Albite diabase sill at Jäkäläniemi cuts Greenstone Formation II and Siltstone Formation. Viipus diabase sill cuts Rukatunturi Quartzite Formation near to its lower contact. Intrusions took place before the main folding of the schist belt and the differentiation to albite rich types was presumably due to pore fluids in at least partly nonlithified sediments. Hornblenditic sills are met in the Amphibole Schist Formation.

The early Proterozoic sequence was folded during the Svecokarelian orogenesis 1900 - 1700 Ma ago. The forms of folds indicate that there was a force acting from the west pushing the sedimentary-volcanic cover in partly decollement folds and partly fault-controlled folds against two blocks, one to the northeast, the other to the southeast of the area. The southeasterly block was the Archaean granite gneiss complex. The same complex seems to have acted as another block on the northeastern side of the folded belt as well, since the greenstone complex of Salla rests in the east on the Archaean granite gneiss complex.

KIRJALLISUUTTA

- Airas, K., 1965.** Kuusamon Apajalahden kultamalmin ja sen lähiympäristön geologiaa. Pro gradu, Helsingin yliopisto.
- Douglas, R. J., 1950.** Callum Creek, Langford Creek, and Gap Map-areas, Alberta. Geol. Surv. Canada Mem. 255.
- Hackman, V. & Wilkman, W. W., 1925.** Kivilajikartta, lehti D6 Kuolajärvi. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000.
- Hackman, V. & Wilkman, W. W., 1929.** Kivilajikartan selitys, lehti D6 Kuolajärvi. Suomen geologinen yleiskartta 1:400 000, 142 s.
- Hausen, H., 1930.** Geologie des Soanlahtigebietes im sudlichen Karelien. Bull. Comm. geol. Finlande 90.
- Härme, M., 1949.** On the stratigraphical and structural geology of the Kemi area, northern Finland. Bull. Comm. geol. Finlande 147.
- Inberg, I. J., 1876.** Uleåborgs läns geognosi. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk 20.
- Jaffey, A. H., Flynn, K. F., Glendenin, L. E., Bentley, W. C. & Essling, A. M., 1971.** Precision measurement of half-lives and specific activities of ²³⁵U and ²³⁸U. Phys. Rev. C 4, 1889-1906.
- Kouvo, O. ja Tilton, G. R., 1966.** Mineral ages in the Finnish Precambrian. Journal of Geology 74:4, s. 421-442.
- Krumbein, W. C. ja Sloss, L. L., 1963.** Stratigraphy and sedimentation. Freeman and Company, San Francisco.
- Lauerma, R. & Piispanen, R., 1968.** Worm-shaped cast in Precambrian quartzite from Kuusamo, Northeastern Finland. C. R. Soc. Geol. Finlande 39.
- Lestinen, P., 1969.** Kuusamon liuskealueen eteläpuoleisen graniittigneissikompleksin geologiasta. Pro gradu, Helsingin yliopisto.
- Manninen, E., 1976.** Kuusamon liuskejaksion stratigrafiasta ja rakenteesta Liikasenvaaran alueella. Pro gradu, Helsingin yliopisto.
- Metzger, A. A. Th., 1924.** Die Jatulischen Bildungen von Suojärvi in Ostfinland. Bull. Comm. geol. Finlande 64.
- Nykänen, O., 1971.** On the Karelides in the Tohmajärvi area, eastern Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 43, ss. 93 - 108.
- Paakkola, J., 1964.** Kuusamon pitäjän Viranniemen-Vallioniemen alueen kallioperä. Pro gradu, Oulun yliopisto.
- Pekkala, Y., 1967.** Karbonaattikivien koostumus, rakenne ja geologinen asema Liikasenvaaran-Taivalkönkään alueella Pohjois-Kuusamossa. Pro gradu, Helsingin yliopisto.
- Pekkala, Y., 1985.** Petrography, geochemistry and mineralogy of the Precambrian metasedimentary carbonate rocks in North Kuusamo, Finland. Geol. Survey Finland Bull. 332, 62 s.
- Pettijohn, F. J., 1957.** Sedimentary rocks. Harper and Brothers, New York.
- Piispanen, R., 1972.** On the spilitic rocks of the Karelidic belt in western Kuusamo, Northeastern Finland. Acta universitatis Ouluensis ser. A, No 4. 73 s.
- Silvennoinen, A., 1972.** On the stratigraphic and structural geology of the Rukatunturi area, northeastern Finland. Geol. Survey Finland Bull. 257, 48 s.
- Silvennoinen, A., 1973.** Suomen geologinen kartta. Geological map of Finland. Kallioperäkartta. Pre-Quaternary rocks. Lehti 4542+4542 Kuusamo, 1:100 000.
- Silvennoinen, A., 1982.** Suomen geologinen kartta. Geological map of Finland. Kallioperäkartta. Pre-Quaternary rocks. Lehti 4613 Rukatunturi, 1:100 000.
- Silvennoinen, A., 1989.** Suomen geologinen kartta. Geological map of Finland. Kallioperäkartta. Pre-Quaternary rocks. Lehti 4522 Vasaraperä, 1:100 000.
- Turner, F. J. & Verhoogen, J., 1960.** Igneous and metamorphic petrology. McGraw-Hill, London.
- Väyrynen H., 1954.** Suomen Kallioperä. Otava, Helsinki.

Julkaistut kallioperäkartat (1:100 000) ja selitykset (*)
Published maps of pre-Quaternary rocks (1:100 000) and explanations (*)

1. 10. 1991

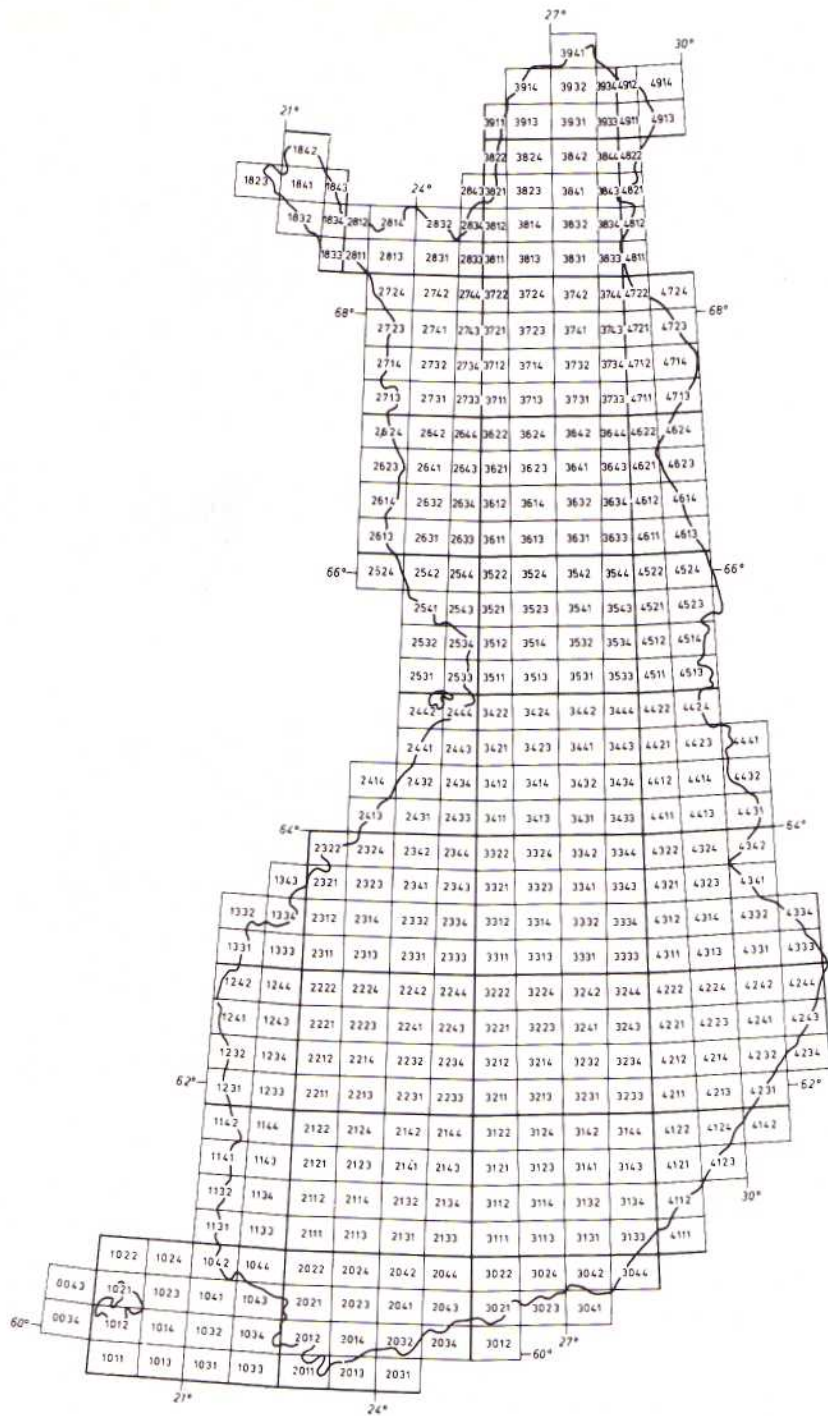
*0034 + 0043 Signilskär, 1978.	2313 Alajärvi, 1979.	3233 Rantasalmi, 1973.
1011 Lågsjär, 1978.	2321 Pietarsaari, 1981.	*3234 Varkaus, 1980.
*1012 Maarianhamina, 1979.	2322 Kokkola, 1980.	*3311 Viitasaari, 1966.
1013 Kökar, 1981.	2323 Kaustinen, 1971.	*3312 Pihtipudas, 1969.
1014 Föglö, 1980.	*2324 Kannus, 1961.	*3313 Vesanto, 1985.
*1021 Geta, 1978.	2332 Perho, 1976.	*3314 Pielavesi, 1977.
*1023 Kumlinge, 1978.	*2334 Kinnula, 1962.	*3323 Kiuruvesi, 1977.
1031 Utö, 1983.	*2341 Lestijärvi, 1964.	*3332 Lapinlahti, 1987.
1032 Korppoo, 1987.	*2342 Sievi, 1962.	*3334 Nilsia, 1980.
*1033 Nötö, 1954.	*2343 Reisjärvi, 1963.	*3341 Iisalmi, 1990.
*1034 Nagu, 1973.	*2344 Nivala, 1962.	*3422 Oulujoki, 1983.
1041 Iniö, 1986.	*2413 Kalajoki, 1955.	3433 Sotkamo, 1981.
*1242 Korsnäs, 1960.	*2431 Ylivieska, 1955.	3442 Puolanka, 1990.
1343 Vexala, 1981.	*2432 + 2414 Pyhäjoki, 1957.	3443 Hyrynsalmi, 1989.
1832 Ropi, 1988.	*2433 Haapavesi, 1958.	*3511 Kiiminki, 1984.
2011 Hanko, 1970.	*2434 Vihanti, 1958.	3531 Jonku, 1977.
2012 Perniö, 1955.	*2441 Raahe, 1959.	3541 Rytinki, 1979.
2013 Jussarö, 1973.	*2443 Paavola, 1959.	3543 Loukusa, 1980.
*2021 Salo, 1955.	*2533 Haukipudas, 1986.	3642 Pelkosenniemi, 1979.
*2022 Marttila, 1957.	*2541 Kemi, 1971.	3643 Kursu, 1967.
*2023 Suomensjärvi, 1955.	*2542 + 2524 Karunki, 1972.	3644 Vuotostunturi, 1983.
*2024 Somero, 1955.	*2543 Simo, 1975.	*3713 Sodankylä, 1979.
*2032 Siuntio, 1960.	*2544 Runkaus, 1971.	*3714 Sattanen, 1980.
*2034 Helsinki, 1967.	2713 Kolari, 1984.	3733 + 4711 Savukoski, 1986.
*2042 Karkkila, 1953.	2714 Kihlanki, 1981.	*4112 + 4111 Imatra, 1966.
*2043 Kerava, 1969.	*2723 Muonio, 1980.	*4121 Virtutjoki, 1987.
*2044 Riihimäki, 1956.	2732 Kittilä, 1984.	*4123 + 4114 Parikkala, 1982.
*2111 Loimaa, 1953.	*3012 Pellinki, 1965.	*4124 + 4142 Punkaharju, 1980.
*2112 Huittinen, 1976.	*3021 Porvoo, 1964.	*4213 Kerimäki, 1975.
*2113 Forssa, 1954.	*3022 Lapinjärvi, 1962.	*4214 Rääkkylä, 1985.
*2114 Toijala, 1973.	*3023 + 3014 Kotka, 1970.	*4222 Outokumpu, 1971.
*2121 Vammala, 1967.	*3024 Karhula, 1965.	4223 Joensuu, 1985.
*2122 Ikaalinen, 1952.	*3041 + 3043 Haapasaari, 1972.	*4224 Kontiolahti, 1971.
*2123 Tampere, 1961.	*3042 Hamina, 1973.	(Polvijärvi)
*2124 Viljakkala-Teisko, 1953.	*3044 Vaalimaa, 1979.	*4231 Kitee, 1973.
*2131 Hämeenlinna, 1949.	*3111 Lahti, 1964.	*4232 + 4234 Tohmajärvi, 1967.
*2132 Valkeakoski, 1970.	*3112 Heinola, 1970.	*4241 Kiihtelysvaara, 1971.
*2133 Kärkölä, 1961.	*3113 Kouvola, 1963.	4242 Eno, 1983.
*2134 Lammi, 1964.	*3114 Vuohijärvi, 1969.	*4243 Oskajärvi, 1975.
*2141 Kangasala, 1964.	*3121 Sysmä, 1977.	4244 + 5222 Ilomantsi, 1973.
2142 Orivesi, 1986.	*3122 Joutsa, 1982.	*4311 Sivakkavaara, 1971.
2143 Padasjoki, 1971.	*3123 Mäntyharju, 1978.	*4411 Ontojoki, 1976.
2144 Kaipola, 1973.	3124 Hirvensalmi, 1988.	*4412 Hiisijärvi, 1973.
*2213 Kuru, 1960.	*3131 Luumäki, 1975.	*4413 Kuhmo, 1978.
*2214 Virrat, 1965.	*3132 Savitaipale, 1965.	*4421 Moisiovaara, 1986.
2221 Jalasjärvi, 1990.	*3133 Ylämaa, 1979.	*4423 + 4441 Ala-Vuokki, 1987.
2222 Seinäjoki, 1961.	*3134 Lappeenranta, 1964.	4522 Vasaraperä, 1989.
*2223 Alavus, 1970.	3141 Ristiina, 1990.	*4524 + 4542 Kuusamo, 1973.
*2224 Kuortane, 1971.	*3142 Mikkeli, 1980.	*4613 Rukatunturi, 1982.
*2231 Mänttä, 1976.	*3144 Sulkava, 1966.	4621 + 4623 Salla, 1967.
*2232 Keuruu, 1963.	3231 Haukivuori, 1984.	
*2241 Ähtäri, 1970.	3232 Pieksämäki, 1971.	

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:

Geologian tutkimuskeskus (GTK)

Julkaisumyynti
02150 Espoo

Karttakeskus
PL 85
00521 Helsinki



Karttaehtijä 1:100 000
Map division 1:100 000

ISBN 951-690-444-0