

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

---

KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET  
EXPLANATION TO THE MAPS OF  
PRE-QUATERNARY ROCKS

LEHDET 3713 ja 3714

SHEETS 3713 and 3714

Aimo Tyrväinen

## Sodankylän ja Sattasen kartta-alueiden kallioperä

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Sodankylä and  
Sattanen map-sheet areas



---

GEOLOGINEN TUTKIMUSLAITOS  
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1983

---

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

Kallioperäkarttojen selitykset, Lehdet 3713 ja 3714  
Explanation to the maps of pre-Quaternary rocks, Sheets 3713 and 3714

Aimo Tyrväinen

**SODANKYLÄN JA SATTASEN KARTTA-ALUEIDEN  
KALLIOPERÄ**

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Sodankylä and Sattanen map-sheet areas

Geologinen tutkimuslaitos — Geological Survey of Finland  
Espoo 1983

**Tyrväinen, A., 1983.** Sodankylän ja Sattasen kartta-alueiden kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the map sheet areas of Sodankylä and Sattanen. *Suomen geologinen kartta 1 : 100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, 3713 Sodankylä, 3714 Sattanen.* 59 pages, 16 figures and 6 tables.

The combined area of the map sheets is located in central Finnish Lapland at an average distance of 130 km NNE from Rovaniemi.

The main part of the area is covered by supracrustal rocks, which belong to the schist belt of central Lapland running across the area from SE to NW and consisting of mafic and ultramafic volcanic rocks, quartzites, phyllites, mica schists and mica gneisses. They are Lapponian rocks of the Archean era with the exception of one younger quartzite in the SW-part of the sheet 3714, which must be classified as a Jatulian rock of the Lower Proterozoic era. The basement of the schist series, consisting of gneissose granodiorites, occurs on both sides of the schist belt in the southern and northwestern parts of the area contained in the map. Younger plutonic rocks are represented by peridotites and gabbros, which form at least two groups differing slightly in age. Associated with an older gabbro, there occurs a granophyre of granodioritic composition falling into the NE corner of the map. Associated with the younger gabbros, there occur some albitic rocks. The youngest plutonic rocks are the granites marked on sheet 3713 which occur in association with the non-gneissose granodiorite met with in the SW corner of the sheet. Near the NW corner of the same sheet, there are some quartz porphyry dikes of uncertain age. Further, albitic diabase and albitite dikes occur here and there over the area, and hypabyssal mafic dikes are found on the eastern side of sheet 3713, some of the last-mentioned having plagioclase of an extremely high An content. The grade of metamorphism in the area varies from amphibolite to greenschist facies.

The text is in Finnish, with figure and table captions and a summary in English.

Key words: areal geology, explanatory text, Archean, Proterozoic, Sodankylä, Sattanen, Finland.

*Aimo Tyrväinen, Geological Survey of Finland, SF-02150 Espoo 15, Finland*

ISBN 951-690-176-X

Helsinki 1983. Valtion painatuskeskus

SISÄLTÖ — CONTENTS

Tutkimusvaiheet .....	5
Kallioperän yleispiirteet .....	8
Pintakivilajit	
Kvartsiitit .....	10
Serisiittiliuskeet .....	18
Fylliitit, kiilleliuskeet ja kiillegneissit .....	19
Dolomiitit ja muut karbonaattikivet .....	24
Mustaliuskevälikerrokset .....	24
Ultraemäksiset vulkaniitit .....	24
Emäksiset vulkaniitit .....	28
Amfiboliitit .....	33
Syväkivilajit	
Peridotiitit .....	34
Gabrot .....	34
Granodioriitit .....	36
Gneissirakenteiset granodioriitit .....	38
Porfyyrinen kvartsidioriitti .....	40
Graniitit .....	40
Juonikivilajit	
Puolipinnalliset emäksiset juonet lehdellä 3713 .....	41
Albiittidiabaasit ja albitiitit .....	42
Kvartsiporfyyrin .....	43
Stratigrafiaa ja tektoniikkaa .....	44
Metamorfoosi .....	50
Malmimineralisaatioita ja viitteitä teollisuuden raaka-aineiksi .....	51
Retkeilykohteita .....	51
Summary: Pre-Quaternary rocks of the Sodankylä and Sattanen map-sheet areas	
Introduction .....	52
Supracrustal rocks .....	52
Infracrustal rocks .....	54
Dike rocks .....	55
Stratigraphy .....	56
Metamorphism .....	56
Ore mineralization .....	57
Kirjallisuutta — Literature .....	58

## TUTKIMUSVAIHEET

Sodankylän (3713) ja Sattasen (3714) kartta-alueen on aikaisemmin kartoittanut Erkki Mikkola osana Sodankylän 1 : 400 000 -mittakaavaista kivilajikarttaa C 7 (Mikkola 1937).

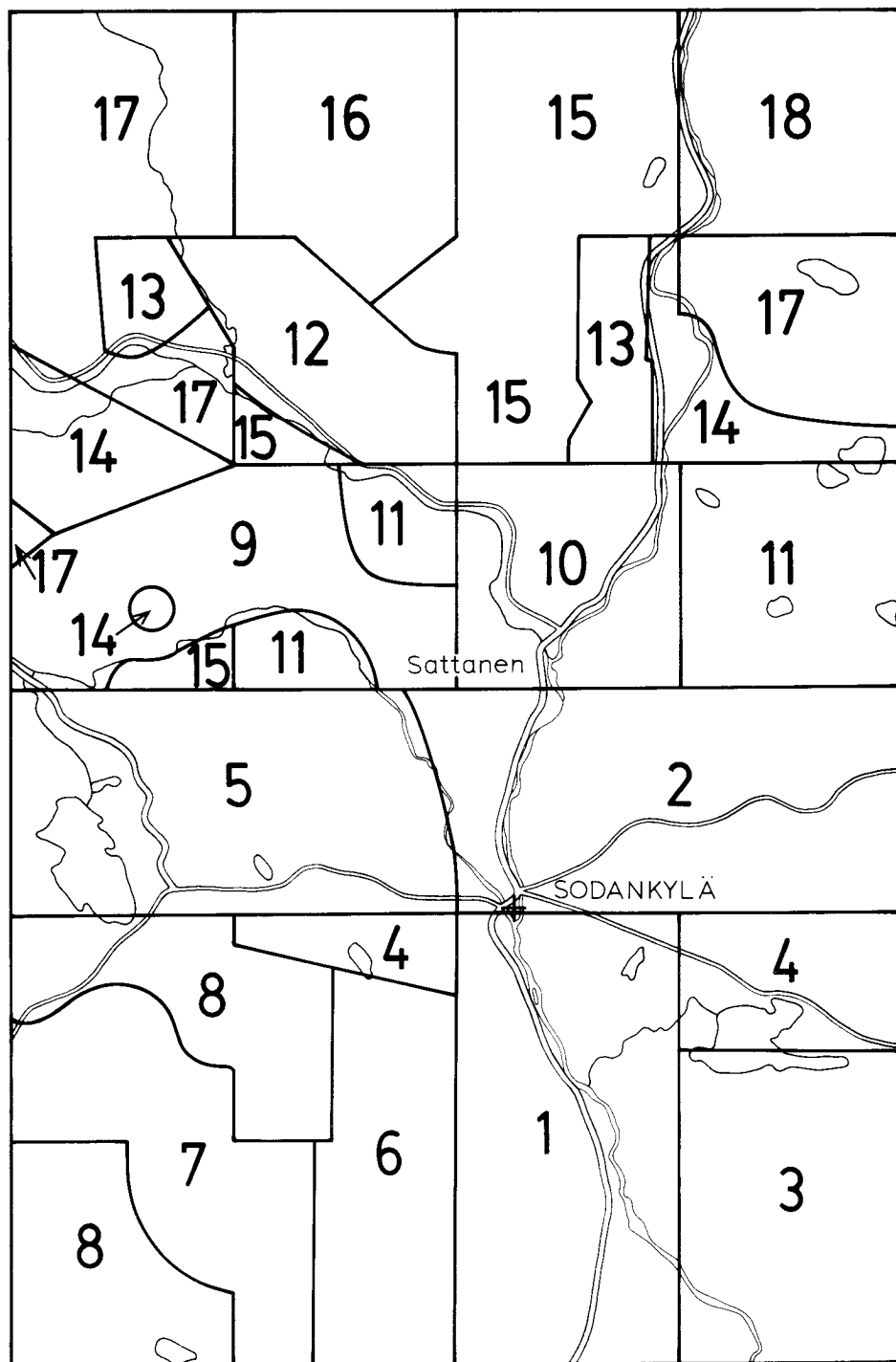
Myöhemmin on Outokumpu Oy suorittanut Oraniemen seudun kartoitusta, mikä on ulottunut osittain myös tälle alueelle (Vormisto 1968, Inkinen 1971). Myös Rautaruukki Oy on suorittanut alueella malmitutkimuksia. Niiden yhteydessä on tutkimusraporttien lisäksi valmistunut yksi pro gradu -tutkielma (Kinnunen, 1974).

Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosasto on suorittanut tutkimuksia Koitelaisen gabrokompleksin alueella, ja näihin liittyy yksi pro gradu -tutkielma (Iso-maa 1978) koskien kartan 3714 alueella lehtiä 09 ja 12. Malmiosaston teollisuusmineraaliryhmä on suorittanut Al-silikaattitutkimuksia Keski-Lapissa. Niiden yhteydessä on valmistunut yksi pro gradu -tutkielma (Rask 1978), jossa käsitelty alue ulottuu lehdille 3713 ja 3714 Sodankylän kirkonkylän itä- ja koillispuolella.

Maastotutkimukset 1 : 100 000 -mittakaavaisen kallioperäkartan laatimiseksi suoritettiin Sodankylän kartta-alueella (3713) vuosina 1970—72 sekä Sattasen kartta-alueella (3714) vuosina 1973—76. Myöhemmin kirjoittaja suoritti alueella useita lyhytaikaisia tarkistusmatkoja. Maastotutkimuksiin osallistui lisäksi Erkki Lehto vuonna 1970 sekä Jorma Räsänen ja Matti Saverikko vuosina 1971—75 (kuva 1). Kaksi jälkimmäistä laativat myös pro gradu -tutkielmansa tutkimus-alueelta.

Toinen niistä (Räsänen 1977) on Sattasen (3714) länsiosasta, Kaarestunturin ja Rajalan kylän ympäristöstä. Varsinkin Kaarestunturin kvartsiitin osalta karttakuva myötäilee Räsänen laatimaa karttaa. Toinen (Saverikko 1977) on Sodankylän (3713) kaakkoisosasta ja Orajärven ympäristöstä ja ulottuu itäosassaan myös käsiteltävän kartta-alueen ulkopuolelle.

Sodankylän kirkonkylän läheisyydessä (3713) sekä Askan kylän luona kairattiin kaikkiaan seitsemän keskimäärin 10 m:n syvyistä reikää kallioperän laadun selvittämiseksi tällä paljastumaköyhällä alueella. Alustavat seismiset luotaukset kairauskohteissa suoritti Paavo Järvimäki geologisen tutkimuslaitoksen geofysiikan osastolta vuonna 1974. Geofysiikan osasto on mitannut lisäksi eri puolilla aluetta useita magneettisia ja sähköisiä profiileja.



Kuva 1. Eri tutkijoiden kartoittamat alueet Sodankylän ja Sattasen karttalehdillä.

*Fig. 1. Areas mapped by different researchers.*

1. A. Tyrväinen 1970, 2. E. Lehto 1970, 3. M. Saverikko 1971,
4. J. Räsänen 1971, 5. A. Tyrväinen 1971, 6. A. Tyrväinen 1972,
7. M. Saverikko 1972, 8. J. Räsänen 1972, 9. A. Tyrväinen 1973,
10. M. Saverikko 1973, 11. J. Räsänen 1973, 12. A. Tyrväinen 1974,
13. M. Saverikko 1974, 14. J. Räsänen 1974, 15. A. Tyrväinen 1975,
16. M. Saverikko 1975, 17. J. Räsänen 1975, 18. A. Tyrväinen 1976.

Kenttätutkimusten pohjakarttoina käytettiin 1 : 20 000 -mittakaavaisia topografikarttoja. Alueelta on ollut myös käytettävissä 1 : 60 000 -mittakaavaiset stereoilmakuvat sen pohjoisinta osaa lukuun ottamatta, aeromagneettiset ja aerosähköiset korkealentokartat mittakaavassa 1 : 20 000 sekä myöhemmässä vaiheessa aeromagneettiset matalalentokartat mittakaavassa 1 : 50 000 lehdeltä 3714 sen osalehteä 03 lukuun ottamatta. Lehdeltä 3714 oli sen valmistumisen loppuvaiheessa käytettävissä 1 : 50 000 -mittakaavainen painovoimakartta.

Kallioperäkarttojen valmistumisen jälkeen ja tämän selityksen laatimisen loppuvaiheessa sain tutustua geologisen tutkimuslaitoksen geofysiikan osastolla matalalentoihin perustuvaan aeromagneettiseen 1 : 100 000 -mittakaavaisen ns. harmaasävykarttaan, joka olisi joissakin kohdissa antanut aiheen karttakuvan muotoilemiseen jossain määrin toisenlaiseksi.

Geologisen tutkimuslaitoksen geokemian osastolta on saatu käyttöön litogeokemiallinen 1 : 50 000 -mittakaavainen pistekartta ja kivilajinäytteet muutamien tutkimuskuoppien pohjilta lehden 3713 alueelta. Kartta-alueelta 3714 on saatu 1 : 20 000 -mittakaavaiset kairauspistekartat kivilajinäytteineen. Näitä on käytetty hyväksi karttaa laadittaessa ja kaikki kallioperäkartalle merkityt kairauspisteet eli ”iskuporareiat” ovat kyseisiltä kartoilta. Viimeksi mainitun lehden valmistumisen loppuvaiheessa saatiin käyttöön myös sen alueen käsittävä litogeokemiallinen pistekartta mittakaavassa 1 : 50 000.

Outokumpu Oy:stä sain käyttööni muutamia paljastumakarttoja lehden 3713 alueelta ja Kemijoki Oy:ssä tilaisuuden tutustua syväkairaustuloksiin Kitisen Kelukoskelta.

Äänmääritykset on tehty geologisen tutkimuslaitoksen massa-analyttisessä laboratoriossa, kemialliset analyysit sen kivilajianalytiikan laboratoriossa. Äänmäärityksiä koskevat tiedot on tarkistanut Olavi Kouvo. CIPW-normit kemiallisista analyyseistä ovat laskeneet Juha Karhu ja Reijo Niemelä.

Niiden havaintopaikkojen sijainti, joista on otettu näyte kemiallista analyysyä, mineraalikoostumusmäärittystä tai äänmäärittystä varten ovat osoitetut kuvassa 2 sekä tarkemmin lisäksi asianomaisessa taulukossa.

Sodankylän (3713) kallioperäkartan on piirtänyt puhtaaksi Anni Vuori ja Sattasen (3714) Ritva Forsman. Käsikirjoituksen on ennakotarkastanut Kauko Meriläinen.

Esitän kaikille työhön osallistuneille ja siinä avustaneille parhaimman kiitokseni.

## KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

Paljastumaolot käsiteltävillä karttalehdillä ovat hyvin vaihtelevat. Jotkin muodostumat ovat paikoin hyvin paljastuneina, kun taas välillä on laajoja paljastumaköyhiä alueita, joiden kivilajirajat on jouduttu piirtämään ja kivilajien läsnäolo päättämään geofysikaalisten karttojen sekä kairaustulosten perusteella. Kaikkialla ei näistäkään ole ollut apua, vaan rajat on jouduttu määrittämään suurpiirteisesti. Lie-nee tässä yhteydessä syytä huomauttaa, että lehdellä 3713 on käytetty katkoviivaa merkitsemään oletettua kivilajirajaa, mutta lehdellä 3714 tekijä katsoi aiheelliseksi luopua tämän merkinnän käytöstä, vaikka kivilajirajat sielläkin on katsottava suurelta osin oletetuiksi.

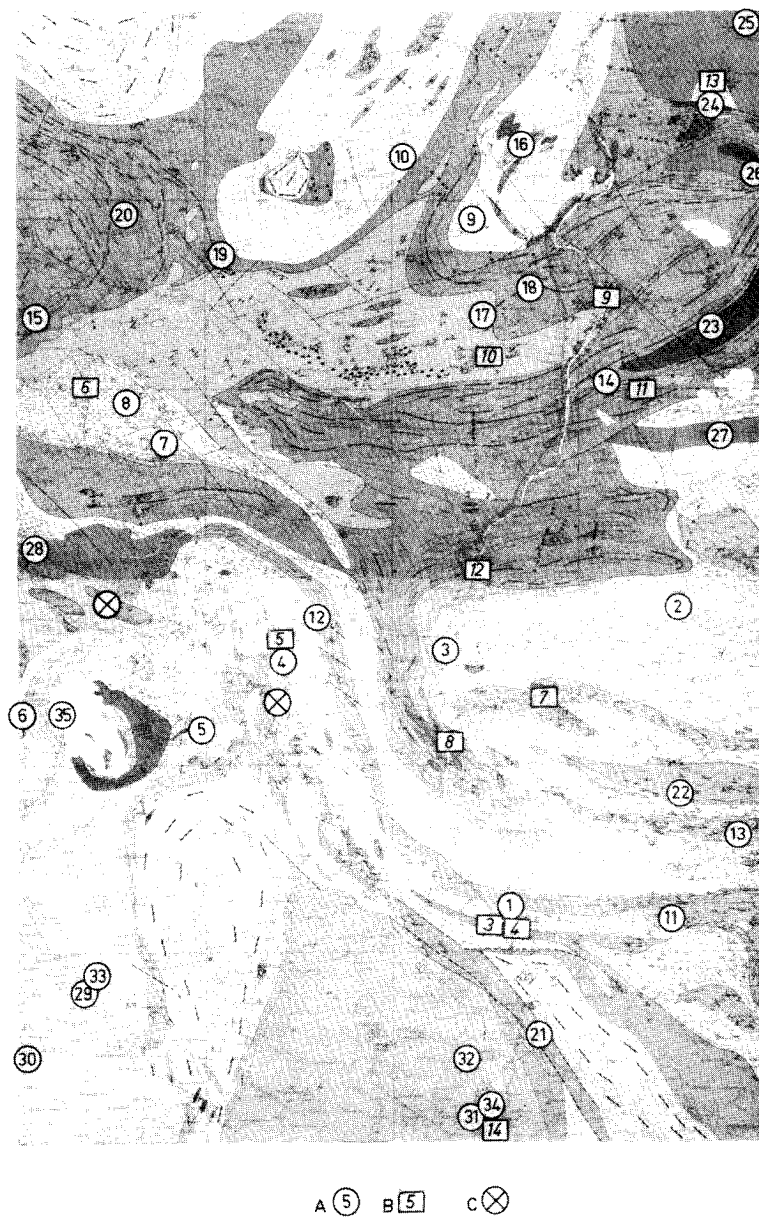
Pääosa kartta-alueiden 3713 ja 3714 kallioperästä kuuluu Sallasta Enontekiölle ulottuvan Keski-Lapin liuskealueen muodostumiin. Näistä puolestaan vihreäkivi-muodostuma peittää ainakin puolet lehden 3714 alasta, ulottuu myös lehden 3713 puolelle ja käsittää ultraemäksisiä ja emäksisiä laavakiviä sekä tuffiitteja. Tuffiitteihin liittyy mustaliuske- ja kiilleliuskevälikerroksia, ja myös Sodankylän kirkonkylän kohdalla oleva kiilleliuske liittyy läheisesti tuffiittimuodostumaan eroten selvästi mm. koostumukseltaan ympäristönsä sinisellä merkityistä liuskeista. Epävarmaa on, liittyvätkö lehden 3713 itä- ja kaakkoisosassa vihreällä merkityt alueet sekä Vaalajärven seudun amfiboliitti ikänsä puolesta vihreäkivimuodostumaan vai ovatko ne sitä vanhempia.

Molemmiin puolin vihreäkivimuodostumaa on kvartsiitteja, joiden yhteydessä esiintyy alumiinirikkaita liuskeita. Vihreäkivialueen eteläpuolella nämä kvartsiitit ja liuskeet luettiin aikaisemmin — ainakin osittain — nuorempaan ns. Kumpu—Oraniemi-sarjaan erotukseksi lapponisiksi nimetyistä vanhemmista muodostumista. Vihreäkivimuodostuman ympäröimä Kaarestunturin kvartsiitti sijoittuu vihreäkiven päälle ja on ilmeisesti seudun nuorin sedimenttimuodostuma. Se luetaan nykyisin keskijatuliryhmään kuuluvaksi, kun taas edellä mainitut kvartsiitit ja liuskeet lienevät kaikki vanhempia ja ne on luettava edelleenkin lapponisiin ryhmiin.

Gneissirakenteisten granodioriittien kuuluminen arkeiseen pohjakompleksiin lehdellä 3713 Suonivaaran ja toisaalla Porttikosken seudulla on oletettua ja perustuu pääasiassa gneissirakenteiseen ulkonäköön. Jälkimmäisen on nyttemmin Pohjois-Suomen stratigrafisen kartan laatinut työryhmä (Silvennoinen ym. 1980) rinnastanut iältään seudun graniitteihin ja siten nuorimpiin karjalaisiin muodostumiin. Kirjoittajan tiedossa ei ole, millä perusteella sijoittaminen näin nuoreen ikäryhmään on tapahtunut. Sen sijaan lehden 3714 luoteiskulmassa olevan gneissin kuulumista arkeiseen pohjakompleksiin voitaneen pitää todennäköisenä, vaikka sekin on merkitty oletetuksi karttamerkkien selityksessä.

Kartta-alueen koilliskulmassa lehdellä 3714 ulottuu alueelle pieneltä osaltaan Koitelaisen gabromassiivi. Pienemmät gabrot ja peridotitit lävistävät liuskeita eri puolilla kartta-aluetta. Niihin liittyy myös albiitteja, albiittidiabaaseja sekä puolipinnallisia emäksisiä juonikiviä.





Kuva 2. Sodankylän (3713) ja Sattasen (3714) kartta-alueet.  
 A = pistelaskuanalyysin/kemiallisen analyysin nro,  
 B = valokuvan nro, C = iänmääritys.  
 Fig. 2. Areas of the Sodankylä (3713) and Sattasen (3714) map sheets.  
 A = point counter analysis/chemical analysis No.,  
 B = fig. No., C = age determination.

Sodankylän (3713) kartta-alueen lounaisosasta etelään alkaa laaja Keski-Lapin graniittialue, joka on koostumukseltaan osittain granodioriittista. Yhdessä Vaalajärven pohjoispuolella olevan pienen graniittiesiintymän kanssa sen voidaan katsoa edustavan alueen nuorimpia muodostumia.

Vaalajärven seudulla esiintyy myös muutamia kvartsi-*porfyry*juonia. Niiden ikää ei tämän työn puitteissa ole selvitetty.

## PINTAKIVILAJIT

### Kvartsiitit

Sodankylän karttalehden (3713) eteläosaan kaakosta pistävät kaksi kvartsiittikielekettä on piirretty jatkeina Pelkosenniemen karttalehdeltä (3642) siellä työskennelleen kartoittajan näkemyksen mukaisesti. Ne eivät esiinny täällä paljastumina eivätkä edes lohkareina. Alueen kvartsiitit ovat pääasiassa arkoosi- ja serisiittikvartsiitteja. Ortokvartsiittia esiintyy hyvin vähän, vaikka koostumus on usein sellaista lähellä.

Sodankylän kartta-alueen (3713) arkoosikvartsiiteista tunnetuin on ns. Orakosken tyyppi, jota on samannimisen kosken ympärillä Kitisen varrella (3713 08 C). Porttikosken yläpuolella Välisuvannon alapäässä nähdään kvartsiitin kerrostuneen vulkaniitin päälle, välissä n. 10 m:n kerros biotiittipläistä, magnetiittipitoista serisiittiliusketta. Samankaltaista ainesta on kerros mainittujen kivilajien välissä myös ylempänä Kitisen varrella Orajärven maantien lossin (08) yläpuolella. Tämä arkoosikvartsiitti on yleensä kerroksellista ohuiden vaaleaa kiillettä sisältävien horisonttien erottaessa 5—20 cm:n vahvuisia kvartsimaa-sälpäkerroksia toisistaan. Virtakerroksellisuus on sangen yleistä, ja sen perusteella on voitu monessa kohtaa määrittää kerrosjärjestys. Kiven väri vaihtelee vaaleanharmaasta vaaleanpunertavaan riippuen maasälpien laadusta. Maasälpä on 20—40 %.

Biotiittia ja sekundaarista kloriittia (taulukko 1, nro 1) on vain aksessoreina, jollaisina tavataan lisäksi opaakkia, epidootia, hiukan apatiittia ja titaniittia. Rakennne on enimmäkseen blastoklastinen, paikoin voimakkaasti granuloitunut. Kvartsi-rakeet ovat heikosti pyörityneitä, yksi- tai monikiteisiä ja reunoiltaan hampaallisia (kuva 3). Maasälpärakeissa esiintyy vaihtelevassa määrässä saussuriittituumista ja serisiittiytymistä. Raekoko vaihtelee hienorakeisesta keskirakeiseen. Suurimpien kvartsi-rakeiden läpimitta on noin 2 mm.

Aivan Orakosken alapuolella Kitisen länsirannalla on muutaman kymmenen metrin välikerros sarvivälke-pitoista kvartsiittia, jossa sarvivälke esiintyy neulasmaisina kiteinä (kuva 4) ja plagioklaasi on andesiinia  $An_{37}$ . Orakoskelta jatkuu ”Orakosken” arkoosikvartsiittia luoteeseen pitkän fyliittijakson sivua pitkin Paksuselän ja Uhriselän (3713 08 A) kautta Lintuselkään (3713 06 C) Sodankylän—Kittilän maantielle. Vielä tavataan sitä lehden 3714 puolella Utsamonlampien

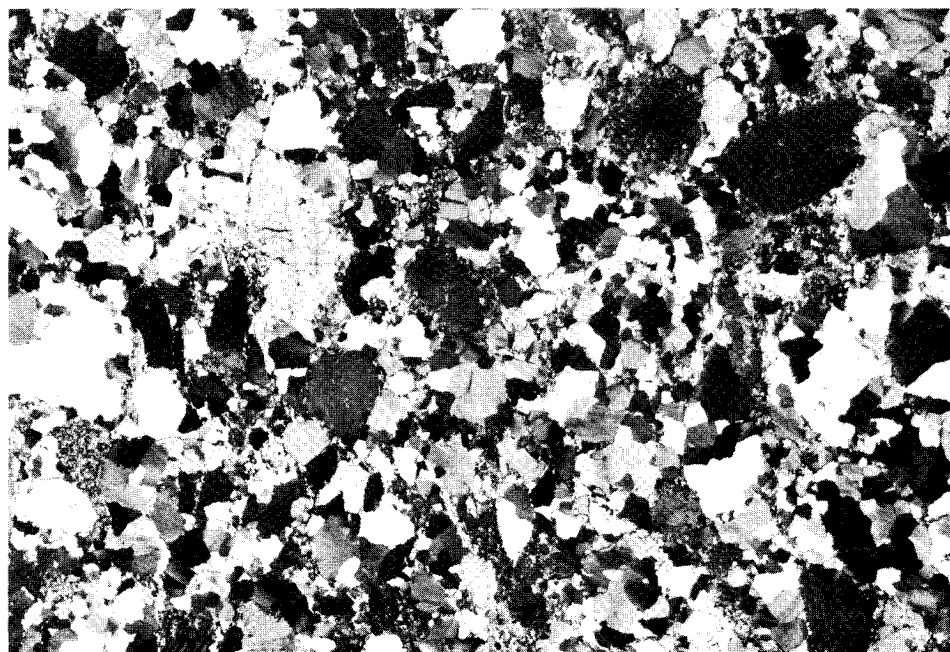
Taulukko 1. Sodankylän ja Sattasen kartta-alueen kvartsiittien mineraalikoostumuksia. Määritykset pistelaskimella. Laskenut R. Kesola.  
*Table 1. Mineralogical compositions of the quartzites of the map sheet areas of Sodankylä and Sattanen. Determined by the point counting method.*

Mineraalit — Minerals	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Kvartsi — Quartz	54,5	51,1	46,1	70,8	48,2	73,3	64,1	67,3	78,5	83,2
Kalimaasälpä — <i>Potash feldspar</i>	3,4	15,4	21,7	—	—	5,6	—	5,0	—	—
Plagioklaasi — Plagioclase (An)	32,1 (10—15)	23,1 (20)	14,0 (10)	8,2 (?)	—	6,9 (25)	—	13,5 (10)	20,2 (5)	16,7 (5)
Serisiitti & Muskoviitti — <i>Sericite &amp; Muscovite</i>	7,1	8,1	11,9	20,5	51,5	8,7	35,4	11,6	—	—
Biotiitti — Biotite	0,1	1,1	4,9	—	—	5,3	0,1	—	0,5	—
Epidootti — Epidote	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aksessorit — Accessories	1,7	1,2	1,4	0,5	0,3	0,2	0,4	2,6	0,8	0,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1. Arkoosikvartsiitti — *Arkose quartzite*. Orakoski, Sodankylä, 3713 08 C, x = 471,37, y = 486,79
2. Arkoosikvartsiitti — *Arkose quartzite*. Viiankiaapa, Sodankylä, 3713 12 D, x = 488,60, y = 495,60
3. Arkoosikvartsiitti — *Arkose quartzite*. Kelukoski, Sodankylä, 3713 09 B, x = 485,32, y = 482,80
4. Serisiittikvartsiitti — *Sericite quartzite*. Pittiövaara, Sodankylä, 3713 06 B, x = 485,10, y = 473,90
5. Serisiittikvartsiitti — *Sericite quartzite*. Saittävaara, Sodankylä, 3713 03 C, x = 481,68, y = 469,40
6. Kvartsiitti — *Quartzite*. Kalkojoki, Sodankylä, 3713 03 A, x = 482,20, y = 460,20
7. Serisiittikvartsiitti — *Sericite quartzite*. Kaarestunturi, Sodankylä, 3714 01 D, x = 7496,70, y = 467,70
8. Kvartsiitti — *Quartzite*. Kaarestunturi, Sodankylä, 3714 01 D, x = 7498,70, y = 466,00
9. Kvartsiitti — *Quartzite*. Postoaavankuusikko, Sodankylä, 3714 08 B, x = 7509,05, y = 484,10
10. Kvartsiitti — *Quartzite*. Kannusselkä, Sodankylä, 3714 09 A, x = 7512,75, y = 480,48

(01 C, 04 A) tienoilla. Kahden viimeksi mainitun paikan välillä Pittiöavaan ja Korusvaaran (3713 06) seudulla kvartsiitti on myös lähinnä arkoosista, vaikka maasälpien osuus on siinä pienempi kuin Orakosken tyyppissä ja mukana on runsaasti serisiittiä. Sen rakeet ovat myös pyörityneempiä. Näin kivi sekä koostumukseltaan että rakenteeltaan lähenee viereisen Pittiöavaan (3713 06 A—B) tyyppiä.

Orakoskelta itään ja kaakkoon jatkuu Orakosken tyyppistä kvartsiittia Routusvaaraan, Martinvaaraan ja Lapaselkään (3713 10 B—D, 11 A—C). Orakosken kaakkoispuolella Kurkiaavan Huhtakummussa (3713 10 B) liittyy kvartsiittiin konglomeraattiesiintymä 100—150 m paksuna välikerroksena. Mukuloina se sisältää vain kvartsia sekä mahdollisesti vähän kvartsiittia. Tiiviisti pakkautuneita mukuloita sisältävät ja serisiittirikkaan arkoosikvartsiitin kerrokset vuorottelevat siinä keskenään 15—20 cm:n vahvuksina. Orakosken tyyppinen kvartsiitti on vallitsevana myös Orajärven koillispuolella Ruoni- ja Seunuvaarain (3713 11 D) välissä



Kuva 3. Arkoosikvartsiiitti. Nik. +, 8 x.

*Fig. 3. Arkose quartzite Nic. +, 8 x.*

Orakoski, 3713 08 C, x = 7471,37, y = 486,79. Valok. E. Halme Photo.

sekä jälkimmäisen pohjoispuolella olevan vulkaniittijakson molemmin puolin Upsalonlammelle, Kommattivaaraan ja Kuolpuvaaraan saakka (3713 09 C), mutta sitä ei enää tavata Kommattivaaran—Kuolpuvaaran fylliittijakson pohjoispuolelta. Kvartsiiitti käsittää yleensä mainittujen vaarojen alarinteet, kun taas niiden ylempät osat ovat Al-rikasta liusketta. Pieni, vulkaniitin joka puolelta rajoittama kvartsiiitti Vuollosvaaran ja Rovajoenvaaran (3713 11 D) välillä on myös Orakosken tyyppistä arkoosikvartsiiittiä.

Orajärven itäpuolella Tepsanniemellä ja Ruonivaarasta (3713 11 A—C) etelään on Orakosken tyyppiä hienompirakeista arkoosikvartsiiittiä, joka on myös sitä kiillerikkaampaa ja sisältää serisiitin ohella biotiittia. Orajärven pohjoispuolella Sarviniemestä länteen tavataan hyvin epäpuhdasta arkoosikvartsiiittiä, jota on nähtävissä mm. maantienleikkauksessa Hirveänkurun luona. Samankaltaista kiveä on vielä Orajärven kaakkoispuolella Järvenperänlahdesta (3713 11 C) itään. Nämä epäpuhtaat muunnokset ovat koostumukseltaan vaihtelevia. Lisäaineksena saattaa olla amfibolia, paikoin on runsaasti epidoottia, paikoin taas karbonaattia tai skapoliittia. Plagioklaasi, jota on paikoin runsaasti, on albiittia.

Kvartsiiittijakson jatkuminen Orajärven kohdalta länteen ja myöhemmin luoteeseen kartan esittämällä tavalla pitkän fylliittijakson rinnalla perustuu pääasiassa otaksumaan, jolle ovat heikkona tukena vain muutamat lohkahavainnot sekä yksi



Kuva 4. Sarvivälkepitoinen arkoosikvartsiitti. Nik. —, 16x.  
 Fig. 4. Hornblende-bearing arkose quartzite. Nic. —, 16x.  
 Orakoski, 3713 08 C, x = 7471,83, y = 485,96. Valok. E. Halme Photo.

erittäin epävarma paljastumahavainto Sodankylän kirkonkylästä lounaaseen — mahdollisesti lohkare sekin. Samalla jaksolla Sodankylän lehden (3713) pohjoisreunalla Jeesiöjoen (3713 06 D) lähellä olevissa paljastumissa tavataan hienorakeista, harmaata arkoosikvartsiittia, joka muistuttaa koostumukseltaan jossain määrin edellä mainittuja Orajärven tienoon epäpuhtaita muunnoksia ja on siten täysin erilaista kuin viereisen fyliittijakson länsipuolella oleva. Tämän Jeesiöjoen arkoosikvartsiitin kvartsin, maasälpjen, kiilteiden ja karbonaatin muodostamassa hienorakeisessa perusmassassa on harvassa pyörityneitä kvartsi- ja maasälpjyväsiä. Maasälpä on enimmäkseen albiittia. Aksessoreina on opaakkia, epidootia, zirkonia sekä oma-muotoista turmaliinia. Karbonaattipitoisuus kasvaa viereistä tuffiittimuodostumaa lähestyttäessä. Selvää kerroksellisuutta ja varsinkaan virtakerroksellisuutta ei ole havaittavissa, minkä vuoksi kerrosjärjestystä ei ole voitu määrittää.

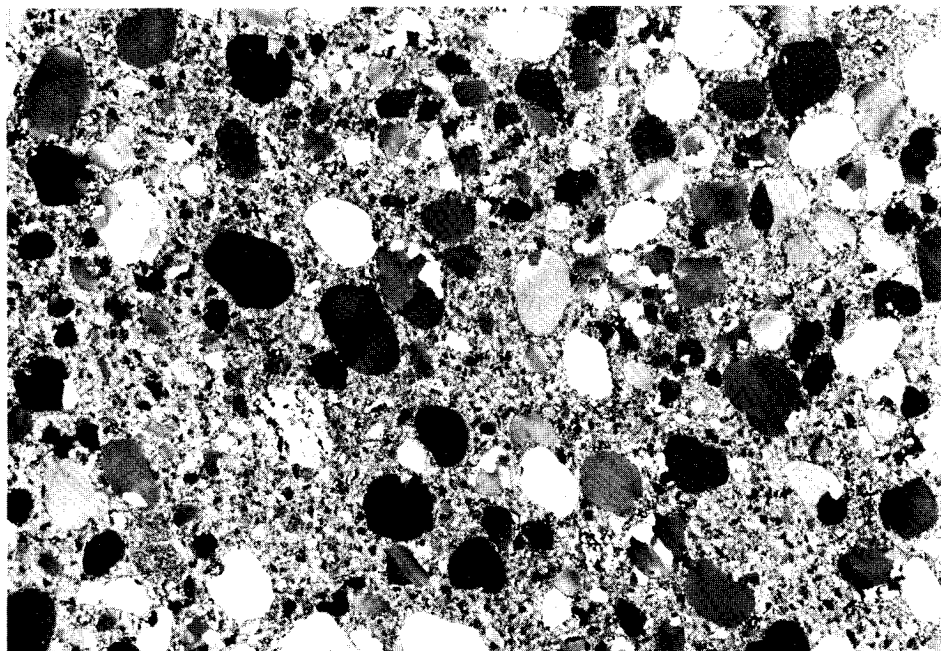
Edellä kuvatun jakson jatkuminen edelleen luoteeseen Sattasen lehden (3714) länsireunaan Perttamovaaraan saakka perustuu myös otaksumaan. Kaarellän tienoilla on paljastuneena epäpuhdas, albiittirikas ja karbonaattipitoinen serisiittikvartsiitti. Sen lähellä oleva erillinen kvartsiittisaareke konglomeraatteineen liittyy Kaarestunturin kvartsiittimuodostumaan (s. 15). Perttamovaarassa tavataan hienohkorakeista, melko puhdasta serisiittikvartsiittia, jossa on aksessoreina plagioklaasia, kloriittia, biotiittia, opaakkia ja turmaliinia. Kiven rakenne on klastinen.

Arkoosikvartsiitti Sodankylän kirkonkylästä koilliseen Kitisen Kelukoskella (3713 09 B) (nimeä ei ole kartalla — koski on vähän Kelujoen suusta ylöspäin) on enimmäkseen hienorakeista ja harmaasävyistä. Sen raakoissa ja värissä on kerroksellista vaihtelua ja paikoin esiintyy myös virtakerroksellisuutta. Kitisen varrella olevia paljastumia lukuun ottamatta tämä kvartsiitti on hyvin heikosti paljastunut ja pääasiassa vain lohkareina tavattavissa. Kvartsiitissa on runsaasti plagioklaasia ja kalimaasälpää. Joskus niiden ja muiden lisämineraalien yhteinen määrä saattaa olla suurempi kuin kvartsin, vaikka kvartsi lieneekin keskimäärin niukasti enemmistönä (taulukko 1, nrot 2 ja 3). Serisiitin ja muskoviitin ohella biotiittia on aina kaikkialla. Aksessoreina on opaakkia, apatiittia, epidootia, turmaliinia ja paikoin karbonaattia. Rakenne on blastoklastinen. Kvartsi esiintyy usein, maasälvät harvoin hienorakeista perusmassaa ( $\varnothing = 0,05 - 0,5$  mm) vähän suurempina ( $\varnothing = 1$  mm), pyörityneinä jyväsina.

Kvartsiitti lehden 3714 kaakkoiskulmassa Hiivana-aavalla on tavoitettu vain kairauksilla. Se on enimmäkseen hienorakeista, osaksi edellisen kaltaista arkoosikvartsiittia, osaksi serisiittikvartsiittia.

Pittiövaarassa (3713 06 A—B) Sodankylän—Kittilän maantieltä pohjoiseen Pittiölamelle saakka esiintyy hyvin paljastuneena kvartsiittia (taulukko 1, nro 4), jolle ovat tunnusomaisia usein jo paljaalla silmällä näkyvät hyvin pyörityneet kvartsirakeet vaaleassa iskoksessa (kuva 5). Tässä kvartsiitissa on sekä kerrallisuutta että suurempimittakaavaista kerroksellisuutta. Molemmat ilmenevät hienorakeisen iskoksen ja klastisten kvartsiijyvästen paljousuhteiden vaihteluna. Kerrokset, jotka sisältävät tiiviisti pakkautuneita kvartsirakeita ja niukasti iskosainesta, ovat olleet paremmin kulutusta kestäviä ja kohoavat matalina harjanteina korkeammalle kuin enemmän iskosainesta sisältävät, enimmäkseen lohkareikoiksi rikkoutu- neet kerrokset. Kerrosten paksuus vaihtelee 3:sta 5 m:iin. Paikoin on muutaman senttimetrin levyisiä, syvälle syöpyneitä, ilmeisesti karbonaattipitoisia kerroksia. Virtakerroksellisuutta on tavattu vain itäisestä Sarvilammesta itään jatkuvan rotkon eteläreunalla (3713 06 A,  $x = 7482,10$ ,  $y = 473,90$ ). Toppi on kyseisellä paikalla idässä. Paikoin — hyvin harvoin — kvartsin ohella esiintyy pyörityneinä jyväsina maasälpä. Välimassassa on kvartsin lisäksi serisiittia ja albiittista plagioklaasia. Aksessoreina on opaakkia, zirkonia ja turmaliinia.

Pittiövaaran tyypistä kvartsiittia on myös Utsamovaaran (3713 03 D) länsiosassa. Saman vaaran itäosa sekä muu jäljellä oleva kvartsiittialue Vaalajärven koillis- ja itäpuolella sekä etelämpänä Lintujängän ja Akkalanselän (3713 05) seudulla on enimmäkseen hienorakeista serisiittikvartsiittia, jollaiseksi vaihtuminen edellisestä tapahtuu pyörityneiden kvartsiijyvästen vähitellen hävitessä. Väri on enimmäkseen vaaleanharmaa, paikoin vihertävä, mikä johtuu ilmeisesti kiilteen kromipitoisuudesta. Liuskeisuus on usein voimakasta. Kerrallisuutta ja virtakerroksellisuutta esiintyy hyvin harvoin. Mineraalikoostumuksessa esiintyy kerroksellista vaihtelua, ja kivi muuttuu paikoin serisiittiliuskeeksi. Opaakki, turmaliini ja zirkoni ovat tavallisimmat aksessorit.



Kuva 5. Serisiittikvartsiitti. Nik. +, 8x.  
 Fig. 5. *Sericite quartzite*. Nic. +, 8x.  
 Pittiövaara, 3713 06 A, x = 7485,10, y = 473,90. Valok. E. Halme Photo.

Pieni erillinen fylliitin ympäröimä kvartsiittialue Katajavaarassa Pittiövaaran lounaispuolella on piirretty pelkästään magneettisen kartan perusteella.

Gneissirakenteisen granodioriitin itäpuolella Löytömannikössä (3713 04 B) esiintyy muutamassa rakassa hienorakeista arkoosikvartsiittia, joka sisältää molempia maasälpäjä sekä lisäksi muskoviittia ja biotiittia. Samankaltaista on vielä aivan pieni kvartsiittipaljastuma kүүлigneissin ympäröimänä edellisestä lounaaseen Kulkavakkoselässä.

Vaalajärven länsipuolella sijaitseva kvartsiitti on hienorakeista ( $\varnothing$  0,05 — 0,3 mm) ja juovaista. Mikrorakenteeltaan se on granoblastinen. Sen mineraalikoostumus on esitetty taulukossa 1. nro 6.

Kaarestunturin kvartsiittimuodostuma Sattasen lehden (3714) lounaisosassa käsittää sekä serisiitti- että arkoosikvartsiittia (taulukko 1, 7 ja 8). Ne eivät erotu erillisiksi alueiksi niin selvästi kuin karttaan on merkitty, mutta arkoosikvartsiittia on mahdollisesti jossain määrin enemmän muodostuman reunaosissa. Alinna on 200—300 m:n vahvuudelta konglomeraattia, joka näkyy muodostuman etelä- ja pohjoispuolella sekä mahdollisesti siirrosten seurauksena myös sen keskellä Kiimalaen ja Ristilaen (3714 01 D) pohjoispuolella. Eteläreunalla, Kiimalaen kohdalta länteen Sorvusselkään (3714 01 B) tavataan monin paikoin ilmeistä vulkaniittista pohjaa vasten grauvakkaisessa väliaineksessa mukuloina pohjan vulkaniittia, al-

biittikiviä, gabroja, kvartsiitteja ym. enintään 10—20 m:n vahvuudelta. Mukulat ovat yleensä pyörityneitä ja läpimitaltaan alle 10 cm, kerrosten alaosissa suurempiäkin. Aivan konglomeraattikerrostuman pohjalla mukulat ovat kooltaan vaihtelevia, joskus jopa metrin läpimittaisia ja pyörityttömiä. Väliaineksessa on kvartsin ohella maasälpä (pääasiassa plagioklaasia,  $An_{10-20}$ ) sekä serisiittia. Aksessoreina on turmaliinia, zirkonia, titaniittia, biotiittia ja opaakkia. Rakenne on klastianen. Kvartsi esiintyy 2—5 m:n läpimittaisina kulmikkaina tai pyörityneinä jyväsina. Ylöspäin mentäessä kivi vaihtuu väriltään harmaaksi tai vihertävänharmaaksi kvartsiitiksi, jossa on mukuloina harvaksen etupäässä erilaisia kvartsiitteja sekä juonikvartseja. Ne ovat ryhmittyneet jossain määrin mukularikkaammiksi kerroksiksi. Muunlaista kerroksellisuutta ei ole havaittavissa. Vielä ylempänä konglomeraattimukulat vähitellen loppuvat ja jäljelle jää kvartsiitti, jonka raekoko pienenee alle 1 mm:iin. Asultaan kivi muuttuu kerrokselliseksi ja kerralliseksi (kuva 6) ja sille on tyypillistä kerrosten suuntainen etevä lohkeavuus.

Kaarestunturin kvartsiitin jatkeella Sukuvaarassa (3714 04 C) kvartsiittiin liittyy vielä konglomeraattia, vaikka sen merkintä on jäänyt pois kartalta. Vaaran laella ja lounaisella rinteellä tavataan konglomeraattia ainakin kolmena 5—10 m:n leveänä kerroksena kvartsiitissa. Mukulat ( $\emptyset =$  alle 10 cm) käsittävät kvartsiitteja, karbonaattia, hienorakeista diabaasia ym. Hienorakeinen klastianen väliaines on kvartseja, albiittia, kloriittia, serisiittia ja karbonaattia. Itse kvartsiitti Sukuvaaranseudulla on serisiittikvartsiittia, jossa kvartsi on serisiitti-iskoksessa enemmän tai vähemmän pyörityneinä jyväsina,  $\emptyset =$  alle 2 mm. Lisäksi on vähän plagioklaasia sekä aksessoreina opaakkia, turmaliinia ja epidootia.

Aivan Kaarestunturin kvartsiitin eteläreunalla sijaitsevat kaksi pientä erillistä kvartsiittisaarekettä lienevät tulleet siirrosten ja vyörymien kautta nykyisille paikoilleen. Läntisempi niistä on juovaista ja muistuttaa ylempänä olevaa kvartsiittia, kun taas itäisempi vastaa alempien osien konglomeraattista tyyppiä harvassa olevine mukuloinen.

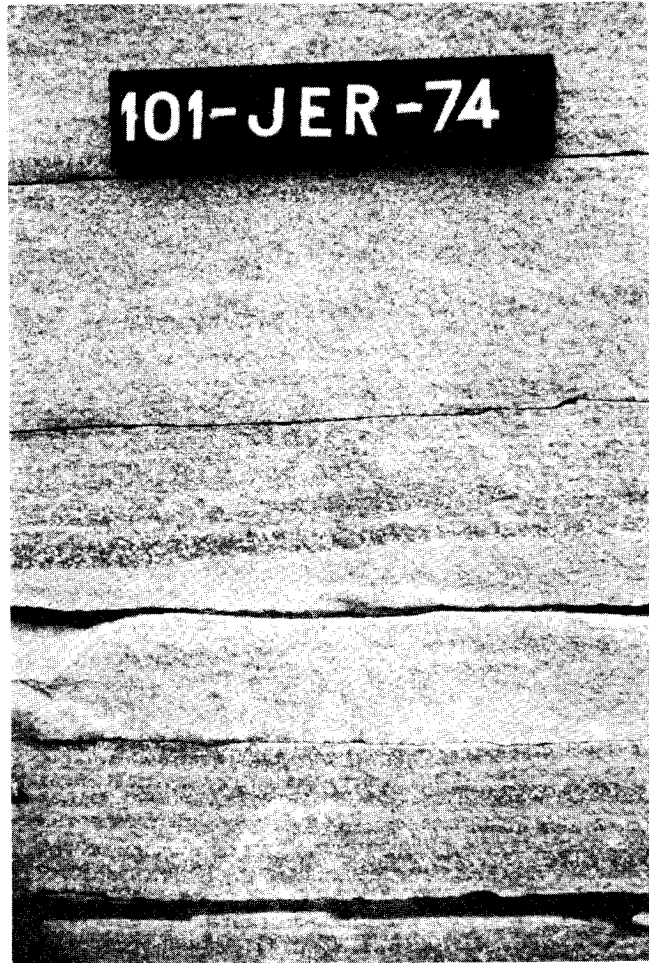
Vielä etelämpänä Kaaresselässä on pieni erillinen esiintymä karkeahkorakeista arkoosikvartsiittia. Sen alla — tuffiittista pohjaa vasten — on konglomeraatti, jossa on karbonaattirikkaassa, alaspäin yhä enemmän vihreäkivimäiseksi muuttuvassa iskoksessa mukuloina edellä mainitun tuffiitin ohella kvartsiittia ja jaspiskvartsiittia. Ilmeisesti tämä Kaareselän kvartsiitti on rinnastettavissa Kaarestunturikvartsiitin alempiin osiin.

Pienet erilliset kvartsiittiesiintymät Kaarestunturin itä- ja pohjoispuolella Syömälänselässä (3714 04), Kurkiaavalla (3714 07) ja Saittajoen (3714 02) varressa on tavattu vain muutamassa rakassa sekä lohkarikoissa ja kairauksissa. Näiden kvartsiittien ikäsuhteista ei ole tietoa. Sekä Kurkiaavan että Syömälänselän kvartsiitit ovat hienorakeisia, etupäässä serisiittikvartsiitiksi luokiteltavia, vaikka vaihtelua niiden koostumuksessa esiintyykin. Molemmista on myös paikoin konglomeraattimukuloita, pääasiassa juonikvartseja, mutta lisäksi joitakin liuskemukuloita.

Saittajoen varressa on lohkarikkona ruskehtavanharmaata keskirakeista arko-



Kuva 6. Serisiittikvartsiitti. Mittakaavan pituus 12 cm.  
*Fig. 6. Sericite quartzite.*  
*Length of scale: 12 cm.*  
 Kaarestunturi, 3714 02  
 A, x = 7500,00,  
 y = 463,20.  
 Valok. J. Räsänen  
*Photo.*



sikvartsiittia. Rajalan kylän luoteispuolella Kivipurnuvaarassa (3714 02 B) on pieni vulkaniitin ympäröimä kvartsiitti, johon liittyy myös polymiktinen konglomeeraatti. Koostumukseltaan tämä kvartsiitti on ortokvartsiittia ja sisältää kvartsin lisäksi niukasti muita mineraaleja. Niitä ovat kloriitti, biotiitti, vihreä amfiboli ja opaakki. Kvartsi esiintyy enimmäkseen 0,5—1 mm:n läpimittaisina pyöreäköinä monikiteisinä rakeina edellä mainittujen mineraalien ja kvartsin muodostamassa niukassa iskoksessa.

On joskus otaksuttu (Räsänen 1977), että kyseinen kvartsiitti olisi kemiallinen sedimentti ja liittyisi geneettisesti Kittilän kvartsiraitaisiin rautamalmeihin. Muodostumaan liittyy kuitenkin selvää virtakerroksellisuutta, joten kysymyksessä on täytynyt olla alkuaan mekaaninen kerrostuma.

Kvartsiitit Sattasen karttalehden (3714) pohjoisosassa ovat pääasiassa hienorakeista, kerrallista, punertavan- tai harmaanvalkeaa.

Kannuslehdossa ja Potsokkelma-aavalla (3714 03 B) on graniittigneissin päällä satroliittinen rapautumiskuori, joka vaihettuu vähitellen arkoosikvartsitiksi. Pohjakonglomeraatteja ei ole näkyvissä. Kvartsiitin kerrallisuus ilmenee kirkkaiden lasimaisten, lähes pelkkää kvartsia sisältävien kertojen vuorotteluna arkoosisten kertojen kanssa. Kertojen paksuus on 1—20 mm, mutta myös suurempimittakaavaista kerroksellista vaihtelua esiintyy. Virtakerroksellisuutta tavataan hyvin harvoin. Raekoko on enimmäkseen alle 1 mm:n. Kvartsin ohella päämineraalina on usein vain albiittia. Kalimaasälpä puuttuu laajoilta alueilta lähes kokonaan. Aksessoreina on opaakkia, muskoviittia, biotiittia ja kloriittia. Amfibolia on paikoin harvakseltaan 2—5 mm:n läpimittaisina kasaumina (taulukko 1, nrot 9 ja 10). Rapautumispinnassa on näiden tilalla ruosteisia kuoppia.

Kitisen varressa Petkulan (3714 12 B) pohjoispuolella on myös serisiitti- ja kloriittirikasta kvartsiittityyppejä — ilmeisesti välikerroksina. Mikroskooppinen rakenne on enimmäkseen granoblastinen, vaikka jälkiä klastisistakin piirteistä tavataan.

### Serisiittiliuskeet

Sodankylän kirkonkylän koillispuolella Kitiselä itään kartta-alueen ulkopuolelle jatkuva heikosti paljastunut serisiittiliuske on vihertäväharmaata ja hienorakeista. Kerrallisuutta esiintyy usein, ja se ilmenee 1—5 mm:n paksuisten vaaleampien kvartsirikkaiden ja tummempien serisiittirikkaiden kertojen vuorotteluna. Leimaa antavaa on biotiitin esiintyminen porfyroblastien luonteisina suomupinkkoina, jotka näkyvät kiven pinnassa pieninä, alle 1 mm:n läpimittaisina mustina täplinä. Serisiitti ja kvartsi ovat päämineraalit. Lisäksi on biotiittia, plagioklaasia ( $An_{10-20}$ ) ja kloriittia. Aksessoreina on opaakkia, epidootia, apatiittia, turmaliinia ja zirkonia. Kartta-alueen ulkopuolella tehtyjen havaintojen perusteella (Rask 1978) serisiittiliuske on kerrosjärjestyksessä sen eteläpuolella olevan Al-rikkaan liuskeen päällä ja edustaa jälkimmäistä Al- ja Fe-köyhempänä mutta toisaalta Mg-, Na- ja K-rikkaampana kemialliselta koostumukseltaan grauvakkamaista sedimenttiä.

Kitisen varrella Orakoskella ja Porttikosken yläpuolella, Orakosken kvartsiitin ja sen alla olevan vulkaniitin välissä olevat kapeat serisiittiliuskekerrokset muistuttavat edellä kuvattua biotiittitäplineen sekä myös mineraalikoostumukseltaan, mutta sisältävät lisäksi runsaasti magnetiittia ja aiheuttavat magneettisille kartoille selvät häiriöt.

Kapeat serisiittiliuskejaksot Al-rikkaan fylliitin ympärillä Pittiövaaran (3713 06 B) ja Katajavaaran (3713 06 A) seudulla ovat vaiheutumisyöhykkeitä fylliitin ja serisiittikvartsiitin välillä.

Serisiittiliuske Vaalajärven itäpuolella (3713 03) Kotamaan tienoilla on paikoin gneissimäistä ja sisältää serisiitin ohella runsaasti muskoviittia. Sen väri on melko tumma, mikä johtuu biotiitti- ja kloriittipitoisuudesta. Skapoliittia on monin

paikoin runsaasti. Lisäksi esiintyy vaihtelevassa määrin kvartssia ja plagioklaasia ( $An_{10}$ ).

Serisiittiliuske lehden 3714 kaakkoisosassa Moskujärvien kohdalla on tullut vain kairauksissa esiin. Lähinnä se on samankaltaista kuin fylliittiin rajoittuva seri-  
siittiliuske Sodankylän kirkonkylän koillispuolella.

### Fylliitit, kiilleliuskeet ja kiillegneissit

Kartta-alueilla tavataan sellaisia liuskeita fylliitistä kiillegneissiin, joille on yhteistä korkea Al-pitoisuus sekä magnetiitin runsaus lisämineraalina niin, että niiden alueita magneettisilla kartoilla vastaavat yleensä selvät häiriöjaksot. Tähän ryhmään kuuluvat kaikki fylliiteiksi merkityt kivilajit lehdellä 3713 sekä kiilleliuske ja kiillegneissi saman lehden länsiosassa Suonivaaran graniittigneissialueen ympärillä (01, 02, 04, 05). Lehdellä 3714 tähän ryhmään kuuluvat edelliseltä lehdeltä jatkuva fylliittijakso Liikkuvankankailla (04), kvartsiittiin rajoittuvat kiilleliuskeet lehden pohjoisosassa Kuopusselän ja Ilmakkiaavan seuduilla (06, 08, 09) sekä kiillegneissi lehden kaakkoisosassa Puolakkovaarassa (10).

Fylliittijaksoissa Kitisen itäpuolella (3713, 09, 11, 12) on leimaa antavaa andalusiitin esiintyminen porfyroblasteina, jotka näkyvät rapautumispinnassa 1—3 cm:n läpimittaisina koholle jääneinä myhkyinä. Tosin niiden esiintymisessä on melkoista vaihtelua, ja ne saattavat laajoilta aloilta puuttuakin mikä merkitsee Al-köyhempää ainesta kts. taulukko 2, nrot 13, 14. Andalusiitin ohella on stauroliittia — tosin vähemmän näkyvästi. Myös fylliittijaksoissa Orajärven pohjois- ja eteläpuolella (11) esiintyy stauroliittia yleensä siellä missä andalusiittiakin, mutta sitä ei ole merkitty kartalle. Kyaniittia saattaa olla vähäisessä määrässä edellisten joukossa, mutta sekin on jäänyt pois kartalta. Myös plagioklaasia ( $An_{30-40}$ ) esiintyy porfyroblastien luonteisina 1—3 mm:n läpimittaisina pyöreäköinä rakeina, jotka näkyvät tuoreessa murtopinnassa valkoisina täplinä. Serisiitti ja kloriitti muodostavat suomuisen perusmassan, jonka joukossa on kvartssia. Lisäksi on magnetiittia verrattain runsaasti 0,1—1 mm:n läpimittaisina, tavallisesti vierasmuotoisina ja usein repalereunaisina rakeina. Aksessoreina on biotiittia, turmaliinia, titaniittia ja apatiittia. Väri on rapautumispinnassa harmaa tai vaaleanharmaa, tuoreessa pinnassa tummanvihreä. Kerrallisuus on yleistä (kuva 7) ja ilmenee hienompirakeisen kiillerikkaamman ja hiukan karkeampirakeisen kvartsirikkaamman aineksen vuorotteluna. Kertojen paksuus on 0,5—2 cm. Perusmassan raesuuruus on enimmäkseen alle 0,2 mm.

Fylliittijakson jatkuminen Orajärven eteläpuolelta Martinvaarasta (3713 11) länteen ja myöhemmin luoteeseen Kissansuvannonkankaille (3714 04) saakka on päätelty verrattain voimakkaan ja yhtenäisen magneettisen häiriöjakson perusteella. Kitisen länsipuolella olevissa paljastumissa (3713 05, 06; 3714 04) kivistä puuttuvat Al-mineraali- ja plagioklaasiporfyroblastit, mikä johtuu länttä kohti alenevasta



Kuva 7. Fylliitti, jossa andalusiittiporfyroblasteja. Mittakaavan pituus 12 cm.

*Fig. 7. Phyllite with andalucite porphyroblasts. Length of scale 12 cm.*

Kommattilampi, 3713 09 C, x = 7483,1, y = 487,4. Valok. E. Lehto *Photo*.

metamorfoosiasteesta ja hieman pienemmästä Al-pitoisuudesta (vrt. taulukko 2, nrot 11 ja 12). Myös litogeokemiallinen kartta osoittaa Al-pitoisuuden olevan keskimäärin hiukan alhaisempi sanotun jakson länsi- ja luoteisosassa kuin Kitisen itäpuolella. Porfyroblasteja lukuun ottamatta mineraalikoostumus on muuten sama kuin Kitisen itäpuolella ja kivi on kauniisti kerrallista.

Jälkimmäisen kaltaisia asultaan ja koostumukseltaan ovat fylliitit kartta-alueen 3713 länsiosassa (05 ja 06). Päämineraalit ovat serisiitti, kloriitti ja kvartsi ja lisämineraalina on kaikkialla magnetiittia. Ahvenvaarasta (3713 02 D) lounaaseen kivi muuttuu kiilleliuskeeksi raesuuruuden kasvaessa ja kerrallisuuden hävitessä. Ete-lämpänä, Kulvakkoselässä (3713 01), on kiillegneissia, jonka mineraaleina ovat plagioklaasi ( $An_{20-30}$ ), kvartsi, isosuomuinen biotiitti ja muskoviitti. Niiden ohella tavataan andalusiittia ja stauroliittia tai kordieriittia. Aksessoreina on magnetiittia (runsaasti), zirkonia ja apatiittia. Rakenne on granoblastinen ja raesuuruus 1—10 mm. Kiillegneissi Kiekeröselän itäpuolella gneissigraniitin itäreunalla (3713 04, 05) on suureksi osaksi piirretty magneettisen häiriön perusteella. Kivi on Kulvakkoselän kiillegneissia vähän hienompirakeista, kiilleliusketta lähenevää. Löytömännikössä (3713 04 B) se sisältää porfyroblasteina andalusiittia ja granaattia.

Kiillegneissi Sattasen karttalehden (3714) kaakkoiskulmassa Puolakkovaarassa vastaa asultaan ja koostumukseltaan edellä kuvattua Kulvakkoselän gneissia, paitsi

Taulukko 2. Sodankylän ja Sattasen kartta-alueen fylliittien ja kiilleliuskeiden kemiallisia koostumuksia. XRF-menetelmällä määrittänyt V. Hoffren.

Table 2. Chemical compositions of the phyllites and mica schists of the map sheet areas of Sodankylä and Sattanen. Analyzed by XRF-method by V. Hoffren.

	11.	12.	13.	14.	15.	16.
SiO <sub>2</sub> .....	57,66	60,28	61,35	53,69	62,85	55,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	22,40	20,42	18,12	14,47	18,43	24,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	9,74	7,69	9,23	16,76	6,60	9,31
MgO .....	1,17	1,54	2,16	5,74	2,73	1,59
CaO .....	0,40	1,46	0,72	0,33	0,24	0,46
Na <sub>2</sub> O .....	2,33	2,22	0,99	2,52	3,55	2,46
K <sub>2</sub> O .....	2,80	3,09	2,83	1,98	2,78	2,01
MnO .....	—	0,03	0,04	0,10	—	—
TiO <sub>2</sub> .....	0,86	0,88	0,80	1,42	0,67	0,98
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,16	0,14	0,13	0,09	0,14	0,17
	97,53	97,74	96,38	96,83	98,00	96,71
Q .....	28,95	28,96	38,01	17,81	26,24	28,54
or .....	16,55	18,26	16,72	11,70	16,43	11,88
ab .....	19,72	18,79	8,38	21,32	30,04	20,82
an .....	0,94	6,33	2,72	1,05	0,28	1,17
ne .....	—	—	—	—	—	—
C .....	15,19	11,10	12,43	7,80	9,48	17,37
of .....	—	—	—	—	—	—
fa .....	—	—	—	—	—	—
en .....	2,91	3,84	5,38	14,30	6,80	3,96
fs .....	5,03	3,42	5,17	10,18	2,49	5,06
wo .....	—	—	—	—	—	—
di .....	—	—	—	—	—	—
en .....	—	—	—	—	—	—
fs .....	—	—	—	—	—	—
wo .....	—	—	—	—	—	—
mt .....	5,64	4,62	5,17	8,98	4,28	5,09
il .....	1,63	1,67	1,52	2,70	1,27	1,86
hm .....	—	—	—	—	—	—
ap .....	0,38	0,33	0,31	0,21	0,33	0,40
cc .....	—	—	—	—	—	—
fem .....	15,60	13,87	17,54	36,37	15,17	16,38
Qu .....	44,40	43,87	60,23	35,03	36,09	46,61
Or .....	25,37	27,67	26,50	23,02	22,59	19,40
Ab100 .....	30,23	28,46	13,27	41,95	41,32	34,00
Qu .....	43,77	40,04	57,74	34,33	35,96	45,73
Or .....	25,01	25,25	25,40	22,55	22,51	19,03
Ab .....	29,80	25,97	12,72	41,10	41,16	33,36
An100 .....	1,42	8,75	4,14	2,02	0,38	1,88

11. Andalusitifylliitti — *Andalusite phyllite*.

Martinvaara, Sodankylä 3713 11 A, x = 471,63, y = 494,84

12. Fylliitti — *Phyllite*. Korusvaara, Sodankylä 3713 06 D, x = 486,85, y = 476,64

13. Fylliitti — *Phyllite*. Seunuvaara, Sodankylä 3713 11 D, x = 476,10, y = 497,15

14. Fylliitti — *Phyllite*. Kotalampi, Sodankylä 3714 11 A, x = 500,24, y = 491,40

15. Kiilleliuske — *Mica schist*. Sattasköngäs, Sodankylä  
3714 02 A, x = 503,52, y = 461,08

16. Kiilleliuske — *Mica schist*. Koivikkolaki, Sodankylä 3714 09 C, x = 512,77, y = 486,73

että siinä tavataan andalusiitin ja stauroliidin ohella kyaniittia sekä sillimaniittia.

Kvartsiitin ympäröivät kiilleliuskeet kartta-alueen 3714 pohjoisosassa (06, 09) ovat verrattain ohuita kerroksia loivakaateisen kvartsiitin päällä tai välissä. Vaikka nämä liuskeet ovatkin selvästi magneettisia, ohuina kerroksina ne näkyvät magneettisilla kartoilla vain heikkoina anomalioina.

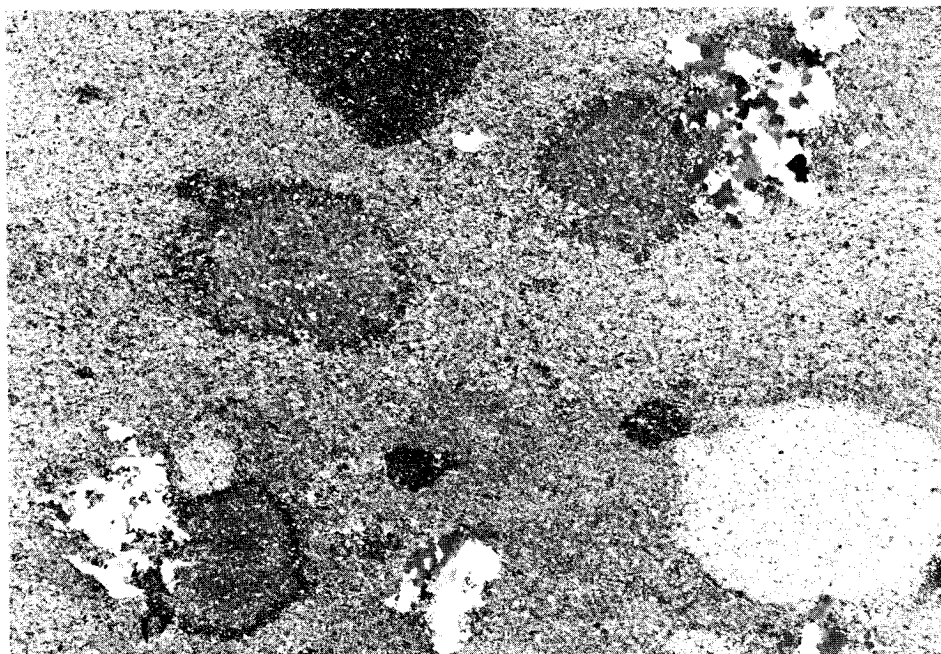
Ilmakkiselässä Petkulan länsipuolella (3714 09 C) oleva liuske muistuttaa ulkonäöltään suuresti lehden 3713 itäosan fylliittejä andalusiitti- ja kyaniittiporfyroblastineen sekä ryynimäisine plagioklaasirakeineen. Kivi on myös kerrallista ja melko hienorakeista kuten fylliitit. Kloriitti, serisiitti ja muskoviitti muodostavat sen perusmassan, jossa on runsaasti myös kloritoidia pieninä, alle 0,5 mm:n pituisina prismoina. Kvartsia on hyvin vähän ja todennäköisesti etupäässä sekundaarisina juonina. Al-pitoisuus on tässä kivessä melko korkea (taulukko 2, nro 16).

Kiilleliusketta edellisestä kaakkoon Petkulan kylän lounaispäässä (08 D, 09 C) ei ole löydetty kartoituksen yhteydessä, mutta Mikkola (1941, s. 52) mainitsee Laakson talon kaivoa tehtäessä tavatun liusketta, joka sisältää harvassa andalusiittirakeita sekä runsaasti mikroskooppista kloritoidia.

Kiilleliuske-esiintymät edellisestä luoteeseen kartta-alueen pohjoisreunassa Rännikoskenkuusikossa ja Kuopusselässä (3714 06 D, 09 B) ovat edellä kuvattua Ilmakkiselän liusketta selvästi voimakkaammin metamorfoituneita. Raesuuruus on 0,1—0,5 mm, paikoin enemmänkin. Liuskeisuus on yleensä voimakas ja rakenne myloniittinen. Andalusiittia ei ole enää porfyroblasteina. Stauroliidia sen sijaan on paikoin runsaasti ja se näkyy joskus kiven rapautumispinnassa usean cm:n läpimitteinä koholle jääneinä ristikaksoiskiteinä. Stauroliidin ohella on porfyroblasteina granaattia ja kyaniittia. Muskoviitti, kloriitti ja kvartsi ovat perusmassan päämineraalit. Plagioklaasia ( $An_{30-40}$ ) on vain paikoin. Aksessoreina on magnetiittia, biotiittia, paikoin turmaliinia, epidootia, zirkonia ja rutiilia.

Sodankylän kirkonkylän kohdalla oleva, siitä kaakkoon sekä toisaalla pohjoiseen ja koilliseen jatkuva kiilleliuske (3713 08 B, D, 09 A, B, D) eroaa koostumukseltaan ja asultaan selvästi edellä kuvatuista liuskeista. Litogeokemiallinen kartta osoittaa Sodankylän kiilleliuskeen olevan selvästi näitä Al-köyhempää sekä myös Fe-köyhää. Koska Sodankylän kiilleliuske heikon paljastuneisuuden lisäksi ei aiheuta geofysikaalisilla kartoilla anomalioita, on sen alue suureksi osaksi oletettu. Kivi on enimmäkseen hyvin hienorakeista ( $\varnothing = 0,05-0,3$  mm). Selvää kerrallisuutta tai kerroksellisuutta ei ole havaittavissa. Sen sijaan esiintyy heikko, usein kiharainen liuskeisuus, ja sensuuntaisina suonina ja linsseinä ympäristöään karkeampirakeista ainesta. Monin paikoin on skapoliittia pyöreinä, 3—8 mm:n läpimitteinä seulamaisina, kiven kaikkia muita mineraaleja täynnä olevina rakeina (kuva 8). Plagioklaasi ( $An_{7-12}$ ) ja biotiitti ovat päämineraalit. Lisäksi on kvartsia, karbonaattia, muskoviittia ja kalimaasälpää, enimmäkseen ympäristöään karkeampirakeisina suonina. Aksessoreina on opaakkia, epidootia, apatiittia ja turmaliinia.

Samankaltaista kuin edellä on kiilleliuske kartta-alueen eteläosassa lehdellä 3713 07 ja 08. Myös skapoliittia esiintyy täällä vähäisessä määrin.



Kuva 8. Skapoliittia kiilleliuskeessa. Nik. +, 5,3x.  
*Fig. 8. Scapolite in mica schist. Nic. +, 5,3x.*  
 Sodankylä kk., 3713 09 A, x = 7481,22, y = 483,02. Valok. E. Halme Photo.

Kartta-alueen 3714 keskiosan laajalla vulkaniittialueella etupäässä tuffiittien välikerroksina esiintyvät fylliitit ja kiilleliuskeet ovat kaikki hienorakeisia, enemmän tai vähemmän kerrallisia, kerroksellisia ja liuskeisia kiviä. Päämineraalit ovat biotiitti, kvartsi ja plagioklaasi ( $An_{10-30}$ ). Lisäksi on paikoin kalimaasälpää, muskoviittia ja kloriittia. Aksessoreina on opaakkia, turmaliinia, apatiittia ja epidoottia. Grafiittia esiintyy kerroksittain vaihtelevassa määrin. Koostumus on taulukossa 2, nro 15.

Kiillegneissillä kartta-alueen länsireunalla Vaalajärven kohdalla (3713 02, 03) on voimakkaasti migmatiittinen luonne. Juonina ja suonina on graniittia sekä sen ohella vielä porfyyrasta plagioklaasia sisältävää kvartsidioriittia. Monin paikoin on graniitti assimiloinut liuskeainesta niin, että siitä on näkyvissä vain haamumaisia jäännöksiä. Paikoin taas liuskeainesta on paremmin säilynyttä, ja siinä on nähtävissä ilmeistä alkuperäistä kerroksellisuutta ja kerrallisuuttakin taipulleena ja kiharaisena juovaisuutena. Raesuuruus vaihtelee 0,05:stä 2 mm:iin. Plagioklaasi ( $An_{15-30}$ ), kvartsi ja biotiitti ovat päämineraalit. Kalimaasälpää ja muskoviittia esiintyy vaihtelevia määriä. Sen sijaan ei ole tavattu mineraaleja, jotka viittaisivat tämän gneissin liittyvän Al-rikkaisiin liuskeisiin. Aksessoreina on opaakkia, apatiittia, epidoottia ja zirkonia. Mikroskooppinen rakenne on granoblastinen.

## Dolomiitti ja muut karbonaattikivet

Sodankylän kirkonkylän luoteispuolella Jeesiönjoen varressa (3713 06 C—D) esiintyy dolomiittia tuffiitissa yhtenä tai mahdollisesti useampana välikerroksena. Kartalle piirretty alue saattaa esiintymän kokoon nähden olla ylisuuri. Toisaalta samanlaisia dolomiittivälikerroksia saattaa olla tuffiitissa muuallakin. Aines on väriltään tummanharmaata, heikosti kerroksellista. Epäsäännöllisinä juonina siinä on valkoista karbonaattia ja kvartsia. Röntgenmäärityksen mukaan päämineraaliaineksesta on 60 % dolomiittia, loput kalsiittia. Lisäksi on kloriittia, muskoviittia, opaakia ja titaniittia.

Kitisen varressa Sattasen kylän seudulla tavataan tuffiitissa karbonaattipitoista liusketta pieninä konkreettion kaltaisina muodostumina — ilmeisesti pienten karbonaattivälikerrosten jäännöksinä.

Mikkolan kivilajikartalla (1937, C7) on pieni karbonaattikiviesiintymä Petkulan kylän (3714 12) lounaispuolella Ala-Postojoen etelärannalla Koserusjoen suusta vähän alaspäin. Paljastumalla tavataan vaaleaa, hienorakeista, juovaista ja kerroksellisen näköistä karbonaattikiveä kvartsiitin ja albiittikiven välissä enintään muutaman metrin vahvuudelta. Sitä ei ole merkitty karttaan.

Albiittikivien yhteydessä esiintyy usein vaaleaa karbonaattikiveä vaihtelevan leveysinä juonina.

## Mustaliuskevälikerrokset

Kartalla mustaliuskeeksi nimetyt välikerrokset ovat grafiittipitoisia kerroksia tuffiittisissa kivissä. Koostumukseltaan ne ovat vaihtelevia, joskus kiilleliuskemaisia, mutta usein samankaltaisia tuffiitin grafiittittomien kerrosten kanssa. Paikoin ne sisältävät vähän kiisuja. Mahdollisesti ne ovat alkuperältään osittain sapropeli-sedimenttejä, mutta osittain lienevät rinnastettavissa grafiittipitoisiin liuskeisiin, joita Paakkola (1971) mainitsee olevan Porkosen—Pahtavaaran alueella — kartta-alueen länsipuolella — tuffiittisissa liuskeissa ja joiden grafiittia hän pitää kokonaan epäorgaanisesti syntyneenä.

## Ultraemäksiset vulkaniitit

Sattasen lehdellä (3714) ultraemäksisen vulkaniitin rajat on suurelta osalta piirretty aeromagneettisen kartan perusteella, koska ultraemäksinen vulkaniitti on runsaasti magnetiittia sisältävänä yleensä ympäristöään voimakkaammin magneettista. Ultraemäksiseksi merkityssä kivilajissa saattaa esiintyä myös vaihtelua niin, että se vaihtuu paikoin emäksiseksi eli piihappomäärä ylittää 45 %. Näin näyttää asia olevan GTL:n geokemian osaston laatiman litogeokemiallisen kartan perus-



teella. Joka tapauksessa ultraemäksiseksi merkitylle kivilajille on kaikissa paljastumisissaan tunnusomaista vaaleiden mineraalien, maasälprien ja kvartsin täydellinen puuttuminen.

Ultraemäksinen vulkaniitti on laajoilla alueilla melko hyvin säilynyttä, massaista tai heikosti liuskeista, vaikka myös voimakkaasti deformatuneita muunnoksia esiintyy. Kentällä havaittavana tuntomerkinä on lähes kaikkialla ruskeansävyinen rapautumispinta. Tuore pinta on yleensä harmaanvihreää ja tuntuu hakattaessa pehmeältä.

Ultraemäksisten vulkaniittien päämineraalit ovat väritön tai enintään hyvin heikosti vihreä amfiboli, tremoliitti-aktinoliitti ja väritön kloriitti sekä serpentiini. Lisäksi on magnetiittia lähes kaikkialla melko runsaasti pirotteena sekä paikoin pieninä risteilevinä juonina. Paikoin on enemmän tai vähemmän liuskeista, joskus melko karkeaa, mineraalikoostumukseltaan edellisestä hiukan poikkeavaa kiveä, jossa on vihreän amfibolin ohella talkkia, karbonaattia, kloriittia ja opaakkia. Tällaista on mm. Pahtavaaran lounaisrinteellä (3714 05 A) mantelirakenteiseen emäksiseen laavakiveen rajoittuvana sekä pienessä erillisessä esiintymässä Sovasjoen varressa olevan kämpän kohdalla (3714 02 D). Ultraemäksisen vulkaniitin kemiallisesta koostumuksesta on analyysi 17 taulukossa 3. Jokseenkin samanlainen koostumus on myös Sattasvaarassa (Rankama 1939, s. 8; Mikkola 1941, s. 235). Tämän perusteella kivi on luokiteltavissa peridotiittiseksi komatiitiksi (Arndt ym., 1977; Hanski 1979).

Ultraemäksinen vulkaniitti on hyvin paljastuneena useissa vaaroissa ja selissä lähtien Sattasvaarasta lännessä (3714 05 A) lähelle Sodankylän—Ivalon maantietä idässä (3714 08 A). Täällä siinä on myös runsaasti näkyvissä vulkaanisia rakenteita, vaikka näitä on varmasti laajemmaltikin kuin karttaan on merkitty. Agglomeraattirakenne ilmenee 3—10 cm:n läpimittaisina enemmän tai vähemmän pyörityneinä ja usein kehärakenteisina mukuloina kuonamaisessa välimassassa (kuva 9). Tyynylaavassa Kota-Vanttioselän ja Paloseljänrollin eteläpuolella (3714 08 A ja C) tyynyt ovat läpimitaltaan 0,2—2 m ja paksuudeltaan 0,1—0,8 m (kuva 10). Mantelit Vanttion Kotavaarassa (3714 08 A) ovat 5—10 mm:n läpimittaisia, ympäristöään karkeampirakeisen värittömän amfibolin osittain tai kokonaan täyttämää onteloita. Jälkimmäisiä läpimitaltaan pienemmät ( $\varnothing$  0,5—3 mm) kuplat tai rakkulat ovat sängen luonteenomaisia kiven mikroskooppiselle rakenteelle siellä, missä alkuperäisrakenteet ovat parhaiten säilyneet. Täytteenä niissä on hienorakeinen, mikroskooppisesti usein melkein isotrooppinen serpentiini-kloriittimassa, josta erotuu heikkoa ruskeaa tai syvänsinistä interferenssiväriä antavia suomuja. Enimmäkseen kivi on erittäin hienorakeista, mutta paikoin saattaa raeisuus nousta 1 mm:iin saakka.

Kemialliselta koostumukseltaan lähellä Sovasjoen ja Sattasvaaran vulkaniittia ovat Sattasen kartta-alueen itäosassa (3714 11, 12) sijaitsevat syväkiveä muistuttavat tai ainakin puolipinnalliset peridotiitit lukuun ottamatta gabron keskellä sijaitsevaa peridotiittia Keivitsansarven kohdalla. Samanlainen lienee karttalehden

Taulukko 3. Kemiällisiä koostumuksia ultraemäksisestä ja emäksisestä vulkaniitista sekä edelliseen liittyvästä puolipinnallisesta muunnoksesta (peridotiitti). XRF-menetelmällä määrittänyt V. Hoffren.

Table 3. Chemical compositions of ultramafic and mafic volcanites and of the hypabyssal rock (peridotite) connected with the former. Determined by the XRF-method by V. Hoffren.

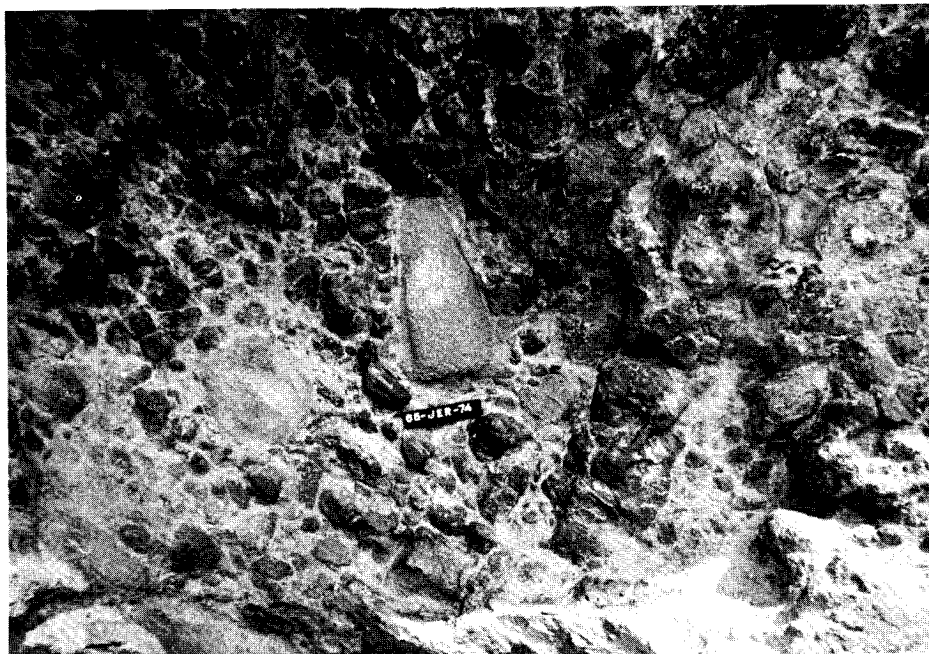
	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
SiO <sub>2</sub> .....	41,64	47,19	47,69	52,00	54,22	49,54	39,69	40,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	6,54	11,11	9,79	12,86	11,67	14,74	4,07	3,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	14,35	12,49	13,83	13,37	9,99	15,32	11,78	12,75
MgO .....	24,05	12,12	12,80	5,66	10,17	4,97	30,34	30,20
CaO .....	5,54	10,09	9,16	8,23	7,48	10,49	2,44	2,47
Na <sub>2</sub> O .....	0,57	2,00	3,14	3,41	2,25	1,97	0,20	0,24
K <sub>2</sub> O .....	—	0,04	0,13	0,14	0,93	0,22	—	—
MnO .....	0,16	0,19	0,21	0,24	0,14	0,18	0,17	0,19
TiO <sub>2</sub> .....	0,61	0,88	0,73	1,57	0,61	1,68	0,29	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,06	0,08	0,07	0,18	0,11	0,21	—	0,05
Summa .....	93,51	96,19	97,56	97,66	97,57	99,32	88,97	90,02
Q .....	—	—	—	6,53	7,15	7,08	—	—
or .....	—	0,24	0,77	0,83	5,50	1,30	—	—
ab .....	4,82	16,92	26,57	28,86	19,04	16,67	1,69	2,03
an .....	15,29	21,22	12,23	19,37	19,00	30,73	10,21	9,24
ne .....	—	—	—	—	—	—	—	—
c .....	—	—	—	—	—	—	—	—
Ol fo .....	26,29	5,07	14,01	—	—	—	36,87	36,35
fa .....	7,04	1,95	5,38	—	—	—	7,66	8,28
en .....	18,80	14,88	2,55	9,10	20,18	8,14	22,35	22,51
fs .....	4,56	5,19	0,89	5,55	5,78	7,46	4,21	4,65
Wo .....	—	—	—	—	—	—	—	—
di en .....	3,60	8,07	9,34	5,00	5,15	4,24	0,60	0,84
fs .....	0,87	2,82	3,26	3,05	1,47	3,89	0,11	0,17
wo .....	4,93	11,82	13,68	8,47	7,26	8,33	0,79	1,12
mt .....	4,95	5,27	6,39	6,64	4,98	6,74	2,96	3,23
il .....	1,16	1,67	1,39	2,98	1,16	3,19	0,55	0,40
hm .....	—	—	—	—	—	—	—	—
ap .....	0,14	0,19	0,17	0,43	0,26	0,50	—	0,12
Z .....	—	—	—	—	—	—	—	—
cc .....	—	—	—	—	—	—	—	—
f .....	—	—	—	—	—	—	—	—
fem .....	72,34	53,93	57,06	41,22	46,24	42,49	76,10	77,67
Qu .....	—	—	—	18,03	22,56	28,27	—	—
Or .....	—	1,38	2,81	2,29	17,35	5,19	—	—
Ab 100 .....	100,0	98,62	97,19	79,69	60,09	66,54	100,0	100,0
Qu .....	—	—	—	11,75	14,11	12,70	—	—
Or .....	—	0,62	1,94	1,49	10,84	2,33	—	—
Ab .....	23,99	44,10	67,14	51,92	37,57	29,89	14,22	18,02
An 100 .....	76,02	55,29	30,92	34,85	37,48	55,09	85,78	81,98

17. Ultraemäksinen vulkaniitti — *Ultramafic rock*. Vanttion Kotavaara, Sodankylä 3714 08 A, x = 503,65, y = 484,95

18. Emäksinen vulkaniitti — *Mafic volcanic rock*. Enonkotavaara, Sodankylä 3714 08 D, x = 505,43, y = 487,40

19. Emäksinen vulkaniitti — *Mafic volcanic rock*. Sovasjoki, Sodankylä 3714 05 B, x = 506,82, y = 470,65

20. Emäksinen vulkaniitti — *Mafic volcanic rock*. Sökkapetäjänvaara, Sodankylä 3714 02 D, x = 508,90, y = 465,18



Kuva 9. Agglomeraattirakennetta ultraemäksisessä vulkaniitissa. Mittakaavan pituus 12 cm.  
 Fig 9. Ultramafic volcanic rock with agglomerate structure. Length of scale 12 cm.  
 Kitisen ranta, 3714 11 A, x = 7504,98, y = 491,66. Valok. J. Räsänen Photo.

21. Emäksinen vulkaniitti — *Mafic volcanic rock*. Käyräsaapa, Sodankylä  
 3713 07 D, x = 465,25, y = 487,80
22. Emäksinen vulkaniitti — *Mafic volcanic rock*. Vuollosvaara, Sodankylä  
 3713 11 D, x = 478,20, y = 495,30
23. Peridotiitti — *Peridotite*. Moskuvaara, Sodankylä 3714 11 C, x = 503,04, y = 496,64
24. Peridotiitti — *Peridotite*. Miljoonakämpä, Sodankylä 3714 12 D, x = 515,05, y = 497,05

Näytteiden ottopaikat on esitetty kuvassa 2. — *Sampling sites are indicated in Fig. 2.*

luoteiskulmassa pohjoisesta alueelle pistävä esiintymä Kannuslehdon kohdalla (3714 03 D). Siten sillekin olisi oikeampi peridotiitin väri.

Vaalajärven koillispuolella (3713 03 D) gabron reunassa sijaitseva pieni paljastuma on subvulkaanista, rapautumispinnaltaan edellisten tavoin ruskeansävyistä ja jossain määrin liuskeista kivilajia, jonka mineraaleina ovat diopsidi, oliviini, väritön ja ruskea sarvivälke, opaakki sekä muuttumistuloksena serpentiini ja kloriitti. Raesuuruus on 0,1—1 mm. Näkyvissä ei ole kontaktia gabroa vastaan, josta tämä kivi kuitenkin eroaa melkoisesti asultaan ja koostumukseltaan. Mahdotonta ei tosin ole, että se sittenkin kuuluu gabron yhteyteen sen hienorakeisena ja emäksisempänä reunamuunnoksena, joten se olisi pitänyt merkitä peridotiitiksi.

Orajärven eteläpuolella (3713 10 B, 11 A) liittyy emäksiseen vulkaniittiin ultraemäksisiä osueita. Mineraalit ovat väritön amfiboli sekä melkein väritön, rus-



Kuva 10. Tyynylaavarakennetta ultraemäksisessä vulkaniitissa. Mittakaavan pituus 12 cm.

Nuoli osoittaa pohjan suuntaa.

*Fig. 10. Ultramafic rock with pillow lava structure. Length of scale: 12 cm.*

*Arrow points to bottom of formation.*

Kota-Vanttiöselkä, 3714 08 C, x = 7502,12, y = 486,48, Valok. M. Saverikko *Photo*

kehtavan interferenssivärin antava kloriitti. Hienorakeisesta, neulaisesta tai suomisesta perusmassasta erottuu 1—4 mm:n läpimittaisia porfyyrisiä amfibolirakeita. Lisämineraalina on magnetiitti. Rapautumispinta on täälläkin ruskea.

### Emäksiset vulkaniitit

Eniten on emäksistä vulkaanista kivilajia Sattasen (3714) kartta-alueella. Sen kartalla vihreäksi merkityllä, suureksi osaksi hyvin paljastumaköyhällä alueella on tuffiitin runsas levinneisyys päätelty osittain sähkömagneettisten anomaliakarttojen perusteella olettaen, että niiden anomaliat ovat peräisin grafiittipitoisista kerroksista, jollaisia tuffiitissa on todettu olevan. Samoin perustein on myös päätelty tuffiittien ulottuminen etelään (3713 06 D, 09 A, B) Sodankylän kirkonkylään kartan esittämällä tavalla. Kartta-alueen 3714 pohjoisreunaan pistävät kaksi vulkaanisen kivilajin kielekettä, toinen Näätäselkään (06 B) ja toinen Takaltama-aavalle (09 D), ovat piirretyt pääasiassa painovoima- ja aeromagneettisen kartan perusteella, joissa niitä myötäilevät heikot anomaliat. Itäisemmän kielekkeen tukena ovat lisäksi GTL:n geokemian osaston suorittamien iskukairausten tulokset. Painovoimamit-

tausten tulkintojen perusteella vulkaniittimuodostuma on kyseisten kielekkeiden kohdalla hyvin ohut ja sijoittuu stratigrafisesti ympäröivän kvartsiitin päälle.

Emäksistä laavakivilajia laavarakenteineen on lehden 3714 vulkaniittialueella verrattain niukasti. Otaksuttavasti sitä kuitenkin on välipatjina kaikkialla tuffiitin joukossa. Ultraemäksisen vulkaniitin sisällä emäksistä vulkaniittia on kartalle piirrettyjen saarekkeiden lisäksi lukuisina pienempinä esiintyminä. Raja ultraemäksistä vulkaniittia vastaan on usein terävä, vaikka vähittäistäkin vaihettumista saattaa esiintyä.

Emäksisen vulkaniitin rapautumispinnan ja myös tuoreen pinnan yleisin väri on tummanvihreä tai vihreä. Kivi on enimmäkseen massamaista, mutta siinä saattaa olla myös voimakkaasti liuskeisia osueita kapeina vyöhykkeinä. Raesuuruus on yleensä 0,05—0,3 mm. Paikoin on epidootin ja karbonaatin täyttämiä 2—20 mm:n läpimittaisia manteleita. Ultraemäksisen vulkaniitin sisällä muutamat pienet esiintymät, joita ei ole merkitty kartalle, ovat ilmeisesti juonia, ympäristöään karkeampirakeisia ja asultaan diabaasimaisia. Niistä puuttuvat silloin mantelit. Vallitsevana mineraalina on vihreä amfiboli, jota on 75—85 %. Seuraavaksi runsaiten on albiittia. Paikallisesti esiintyy runsaasti titaniittia ja leukokseenia, toisaalla taas kloriittia, epidoottia ja karbonaattia. Opaakkia, mm. magnetiittia, on yleensä vähemmän kuin ultraemäksisissä vulkaniiteissa. Mikroskooppinen rakenne on yleensä pilotaksinen, vaikka tavataan myös porfyryristä muunnosta, jossa albiitti esiintyy porfyryrisinä rakeina. Emäksisten laavojen kemiallisesta koostumuksesta ovat taulukon 3 nrot 18—22.

Möykkelmän itärinteellä (3714 06 A), tavataan mantelikiveä pienessä erillisessä esiintymässä, joka näyttää sijoittuvan suoraan graniittigneissikompleksin kivilajien päälle ja kvartsiitin alle. Mantelikiven hienorakeisessa, voimakkaasti liuskeisessa perusmassassa olevia 0,5—2 mm:n läpimittaisia manteleita täyttää vaaleanvihreä kloriittimainen mineraali tiukkoina suomupinkkoina. Vallitseva mineraali on vihreä sarvivälke. Lisäksi on kvartssia ja plagioklaasia (An yli 40 %) sekä aksessoreina biotiittia, titaniittia ja apatiittia.

Laajempi emäksisten vulkaniittien alue Möykkelmästä itään (3714 06 C) — saman gneissipuhkeaman itäpuolella — on piirretty yksinomaan iskukairaustulosten perusteella. Kivet ovat erilaisia sarvivälkerikkaita liuskeita. Tarkemmin ei esiintymän luonnetta ole ollut mahdollista selvittää, eikä myöskään joukossa tavattavan kiilleliuskeen suhdetta ympäristöönsä.

Tuffiitissa Petkulan itä- ja koillispuolella (3714 12) ovat päämineraaleina vihreä amfiboli ja epidootti (pistasiiitti). Lisäksi on albiittia ja kvartssia sekä aksessoreina titaniittia ja opaakkia. Raesuuruus on alle 0,3 mm. Päämineraalien paljousuhteiden vaihtelu saattaa ilmetä kerrallisuutena kertojen paksuuden ollessa 1—10 mm. Näin on mm. Ison Väiskonjärven (12 C, x = 7514,7, y = 496,7) etelärannan loivakaateisissa tuffiiteissa, joiden toppi on ylös päin.

Keivitsan laella (3714 12 C) tavataan kiveä, jossa on vallitsevana hyvin hienorakeinen väritön amfiboli. Sen lisäksi on talkkia ja kloriittia, skapoliittia 0,3—

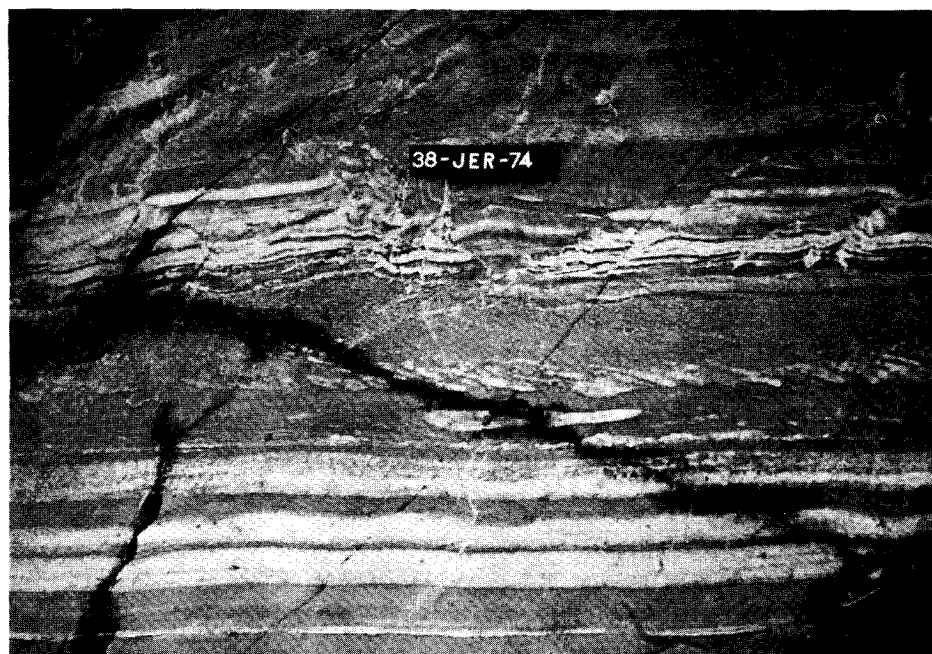
1 mm:n läpimittaisina pyöreäköinä rakeina sekä harvassa pieniä albiitti- ja kvartsi-siruja. Aksessoreina on opaakkia, biotiittia ja turmaliinia.

Samalla Petkulan koillis- ja itäpuolisella tuffiittialueella tavataan siellä täällä hienorakeista, jaspismaista kvartsia vähäisinä pahkuina, joita ei ole merkitty kartalle ja joista ei ole tavattu rautaoksidimuodostumia. Yksi niistä on näkyvässä n. 15 m paksuna patjana Kitisen länsirannan kalliassa Petkulan kylän yläpuolella (3714 12 A) Vajukosken alapäässä.

Tuffiittiset kivet Sattasen karttalehden länsiosassa (3714 02, 03) Rajalan kylän länsi- ja pohjoispuolella ovat myös kerroksellista, raitaista kiveä. Päämineraaleina on vaihtelevissa suhteissa vihreää amfibolia, kloriittia, albiittia, kvartsia, epidoottia ja joskus karbonaattia. Niitä sementtaa usein grafiittipöly. Raesuuruus on hyvin pieni, yleensä alle 0,05 mm. Välikerroksina tässä kivessä on kiilleliusketta ja agglomeraattia. Agglomeraattisessa kivessä (3714 05 B) mukulat ovat enimmäkseen pieniä, 2—6 cm:n läpimittaisia pyörityneitä tai kulmikkaita, vailla kehäarakenteita ja tummanvihreää välimassaa vähän vaaleampia. Päämineraalit sekä mukuloissa että välimassassa ovat vihreä sarvivälke ja albiitti, aksessoreina on opaakkia ja epidoottia. Raesuuruus näyttää väliaineksessa olevan suurempi kuin mukuloissa. On epävarmaa, onko kysymyksessä todella pyroklastinen kivi. Samalla alueella esiintyy myös oikeaa laava-ainesta, ja tällaisesta on tehty kemiallinen analyysi (taul. 3, nro 19).

Tuffiittisessa kivessä lehden 3714 kaakkoisosassa ja myös lehden 3713 puolella on vallitsevana hienorakeinen fylliittimäinen kivilaji ( $\emptyset$  alle 0,05 mm), joka on kerroksellista (kuva 11). Paikoin esiintyy myös kerrallisuuden näköistä rakennetta, jossa tummat ja niitä vähän vaaleammat kerrokset vuorottelevat ”kertojen” paksuuden vaihdellessa välillä 0,5—10 mm. Mikroskoopissa on todettavissa tummien kerrosten sisältävän runsaasti opaakkia, ilmeisesti yksinomaan grafiittia, josta näiden kerrosten tummuuskin johtuu. Toisaalta kiven sisältämät vaaleat mineraalit, plagioklaasi ja kvartsi, ovat myös pääasiassa sijoittuneet näihin kerroksiin. Ne ovat lisäksi yleensä vähän karkeampirakeisia kuin niiden kanssa vuorottelevat, kiven pinnassa vaaleampina näkyvät kerrokset. Tummien ja vaaleiden kerrosten vaihtuminen toisikseen on yleensä terävä tai sellainen, että kerrostumissuuntaa niistä ei ole voinut määrittää. Mineraaleina esiintyvät vaihtelevissa suhteissa kloriitti, amfiboli, plagioklaasi ( $An_{3-30}$ ), kvartsi, biotiitti, karbonaatti ja opaakkia. Ne ovat joskus grafiittipölyn sementamia.

Kitisen varrella Matarakosken yläpuolella (3714 11 B) on tuffiittikerroksia, jotka sisältävät porfyyrista sarvivälkettä neulasmaisina ja prismamaisina rakeina tai raekimppuina. Porfyyrinen sarvivälke on vihreää, mutta sen reunoilla on joskus väritön vyöhyke. Perusmassa on fylliittimäistä ja samalla tavalla kuin edellä kuvattu, kerrallista. Porfyyriset sarvivälkerakeet ovat kasvaneet kertojen läpi. Kitisen länsirannalla n. 1 km Sattasen kylästä alaspäin (3714 07 A) samanlaisessa tuffiitissa tavataan myös karbonaattia 5—15 cm:n läpimittaisina konkreetiomaisina sulkeumina (kuva 12), jotka ovat ilmeisesti särkyneiden karbonaattivälikerrosten jään-



Kuva 11. Tuffiitti. Mittakaavan pituus 12 cm.

*Fig. 11. Tuffite. Length of scale: 12 cm.*

Kotajärvi, 3714 11 A, x = 7500,16, y = 493,4C. Valok. J. Räsänen *Photo*

nöksiä. Kitisen varrella Sattasen kylän yläpuolella Myllymaan kohdalla (3714 07 A) tavataan vähän karkeampirakeista tyyppiä ( $\varnothing$  0,05—0,3 mm), joka on kerroksellista. Sen mikroskooppisessa rakenteessa on selviä pyroklastisia piirteitä.

Lehden 3713 kaakkoisosan vulkaniittijaksossa ei juuri esiinny vulkaanisia rakenteita. Tosin monin paikoin tavataan etupäässä kvartseja mutta myös epidoottia sisältäviä mantelimaisia muodostumia. Ne lienevät kuitenkin — ainakin suurimmaksi osaksi — liikunnoissa särkyneiden juonien jäännöksiä. Vulkaanisessa breksiassa Kitisen länsipuolella (3713 07 C) Askan kylästä kaakkoon esiintyy laava-ainekseen sivukivestä (gneissigraniittista) tempautuneita murskaleitä. Kartta-alueen itäpuolella — lehdellä 3731 — samaan vulkaniittijaksoon kuuluu laaja agglomeraattinen osue (Saverikko 1977). Kaakossa — lehden 3642 puolella — samassa jaksossa on sekä mantelirakenteista laavaa että tuffiittia (Mielikäinen 1979). Kivi on kauttaaltaan liuskeista, mutta liuskeisuuden etevyys on hyvin vaihtelevaa. Voimakkasta se on yleensä vain kapeissa vyöhykkeissä. Sekä tuoreen että rapautumispinnan väri on tummanvihreä tai vihertävänmusta. Raesuuruus on tavallisesti 0,05—0,3 mm, mutta saattaa joskus nousta 2 mm:iin saakka. Vallitseva mineraali on vihreä sarvivälke, jota on yleensä kaikkialla yli 70 %, kiven kemiallinen koostumus on taulukossa 3, n:o 21. Plagioklaasia — albiitista andesiiniin — on vaihtelevia määriä. Kvartseja on paikoin runsaasti, mutta pääasiassa juonina ja siten sekundaar-



Kuva 12. Amfiboliliuske, jossa karbonaattisulkeumia.  
 Fig. 12. Amphibole schist with carbonate inclusions.  
 Sattanen, 3714 07 A, x = 7490,04, y = 484,70.

rina. Epidootti on yleinen lisämineraali. Biotiittia ja kloriittia tavataan paikoin, toisaalla taas talkkia. Aksessoreina on opaakkia ja titaniittia. Mikroskoopissa sarvivälke näkyy pääasiassa sälöisenä, suuntautuneena massana, jossa tapaa paikoin ympäristöönsä vähän suurempia pyörityneitä plagioklaasirakeita, ilmeisesti porfyyristen rakeiden granuloituneita jäännöksiä. Kiven magneettisuus on niin heikko, ettei kuvattu vulkaniittijakso aiheuta merkittäviä häiriöitä magneettisella kartalla.

Koivikkomaassa (3713 10 C) samaan vulkaniittijaksoon kuuluu myös rakkana tai oikeastaan vain lohkariekkona esiintyvä konglomeraatti, jonka ulottuvuudet ja suhde ympäristöönsä ovat lähemmin tuntemattomat. Se on polymiktinen, sisältäen vulkaanisperäisessä, amfibolirikkaassa, paikoin skapoliittipitoisessa välimassassa tiiviisti pakkautuneina mukuloina pohjan gneissiiä, vulkaniittia sekä erilaisia liuskeita.

Orajärven pohjoispuolella Upsalonlammesta (3713 09 C) itään kartan ulkopuolelle jatkuva jakso on edellisen kaltaista. Vulkaanisia rakennepiirteitä on täälläkin niukasti. Liuskeisuus on vaihtelevaa, joskus hyvin voimakasta, mutta tavallisesti vain kapeissa vyöhykkeissä. Raesuuruus vaihtelee pääasiassa välillä 0,05—0,3 mm, vaikka joskus saattaa olla suurempikin. Vallitsevana mineraalina on täälläkin vihreä sarvivälke, jota on 60—70 %. Sen ohella on plagioklaasia koostumukseltaan oligoklaasista andesiiniin ( $An_{0-40}$ ). Lisämineraalina on paikoin epidoottia. Kvartsia esiintyy etupäässä juonaiineksena. Aksessoreina on opaakkia, apatiittia,



paikoin biotiittia, toisaalla karbonaattia. Kiven kemiallisesta koostumuksesta on analyysi 22 taulukossa 3. Täälläkin sarvivälke esiintyy enemmän tai vähemmän säällisenä suuntautuneena massana, jossa on ympäristöönsä vähän suurempia, porfyrimäisiä, enemmän tai vähemmän granulituneita plagioklaasirakeita. Kaikkialla paljastumisissaan kiven magneettisuus on hyvin heikko, vaikka jaksoa magneettisella kartalla myötäileekin voimakas häiriöjakso tai oikeammin kapeiden ja katkonaisten häiriöjaksojen parvi.

Lähellä kartan itäreunaa Vuollosvaaran ja Rovajoenvaaran välissä (3713 11 D) paikassa, jossa on merkitty kartalle vulkaanista breksiaa, tavataan voimakkaasti liuskeista kiveä ja siinä litistyneitä mukuloita, jotka ovat keskenään likimäärin samaa ainesta. Kysymyksessä saattaa olla yhtä hyvin agglomeraatti kuin breksia. Paikoin tavataan heikkoja merkkejä uraliitti- tai plagioklaasiporfyriittirakenteesta. Etupäässä lohkaraina, mutta joskus myös kalliossa tavataan mantelikiven näköistä tyyppiä epidootin täyttämin ”mantelein”. Viimeksi mainitut ovat kuitenkin usein kulkimikkaita ja suoraviivisia, ja itse kiven voidaan paikoin havaita esiintyvän juonena. Ilmeisesti kysymyksessä on hyvin Ca-rikasta plagioklaasia sisältänyt porfyriitti, jonka porfyriset rakeet ovat kokonaan muuttuneet. Runsaimpana muuttumistuloksena on epidoottia. Samanlaista kiveä tavataan muutamassa juonessa käsiteltävän muodostuman ulkopuolellakin (s. 41).

Kapeassa vulkaniittijaksossa Orajärven itäpuolella Järvenperänlahdesta itään (3713 11 C) on vihreän sarvivälkkeen ohella runsaasti epidoottia (pistasiiittia) sisältävää kivilajia. Muina mineraaleina on albiittia, kvartssia ja kloriittia. Aksessoraina on opaakkia, titaniittia ja apatiittia.

Pieni, erillinen vulkaniittiesiintymä maantien varressa n. 5 km Sodankylän kirkolta Kittilään päin (3713 06 C) on vain lohkariekkona, eikä sen suhdetta ympäröivään kvartsiittiin ole todettu. Kivi on väriltään tummanvihreää, heikosti liuskeista tai massamaista, ja siinä on paikoin havaittavissa vulkaanisen breksian piirteitä. Mineraalit ovat sarvivälke, plagioklaasi ( $An_{20-30}$ ), biotiitti ja kvartsi, aksessoraina opaakkia, epidoottia ja titaniittia. Mikroskoopilla näkyy pyroklastinen rakenne.

### Amfiboliitit

Vaalajärven (3713 02, 03) amfiboliittimuodostuman esittäminen kartalla perustuu suurimmaksi osaksi lohkariehavaintoihin. Kivi on asultaan gneissimäistä ja juovaista, mikä ilmenee raesuuruuden ja koostumuksen vaihteluna. Mikroskooppinen rakenne on granoblastinen, raesuuruus yleensä 0,3—2 mm. Runsain mineraali on vihreä sarvivälke, jota on keskimäärin 60—70 %. Plagioklaasia ( $An_{30-50}$ ) on seuraavaksi runsaiten. Kvartssia esiintyy enimmäkseen juonina tai linsseinä, ja se lie-nee ainakin suurimmaksi osaksi sekundaarista. Aksessoraina on epidoottia, titaniittia, opaakkia, apatiittia, karbonaattia ja zirkonia.

Pienet amfiboliittiesiintymät Vaalajärveltä eteläkaakkoon (3713 01, 02) kartta-alueen etelärajalle saakka ovat edellisen kaltaista gneissirakenteista kiveä.

## SYVÄKIVILAJIT

## Peridotiitit

Sattasen kartta-alueen koillisosan (3714 11—12) peridotiiteissa on kahta tyyppiä. Toinen, enemmistönä esiintyvä, muistuttaa puolipinnallista juonikiveä. Suurin tätä tyyppiä edustava esiintymä Moskuvaaran kohdalla (3714 11) koostuu mahdollisesti useista kerrosmyötäisistä tuffiitti—kiilleliuske—mustaliuskemuodostumaan tunkeutuneista juonista. Rapautuessaan leveimmät juonet ovat jääneet osittain koholle ja näkyvät nyt esiintymän suuntaisina, joskus yli 100 m:n leveinä rakkaharjanteina. Peridotiittien rapautumispinta on ruosteenruskea. Tuore pinta on tavallisesti vihertävänmusta. Asultaan kivi on massamainen tai heikosti liuskeinen. Kemialliselta (taulukko 3, nro 23) sekä paljolti myös mineraalikoostumukseltaan se muistuttaa Sattasvaaralta Kitiselle ulottuvaa ultraemäksistä vulkaniittia. Mineraalit ovat serpentiini, oliiviini, kloriitti, väritön amfiboli ja opaakki. Paikoin on myös hypersteeniä. Raesuuruus on yleensä 0,3—2 mm. Rakeet ovat tavallisesti hyvin repaleisia. Usein esiintyy perusmassasta erottuvia n. 5 mm:n läpimittaisia pyöreähköjä rakeita, jotka antavat kivelle uraliittiporfyyriittia muistuttavan ulkonäön. Ne koostuvat mustan pigmentin samentamasta hienorakeisesta massasta, minkä ohella niissä on pigmentitöntä oliiviinia ja sen muuttumistulosta serpentiiniä. Täysin edellisen kaltaisia asultaan ja koostumukseltaan ovat pienet peridotiitit lehdellä 3714 12 (taulukko 3, nro 24).

Toista peridotiittityyppiä edustaa yksi esiintymä Keivitsansarven kohdalla (3714 12 C) keskellä pientä gabromassiivia, johon se välittömästi liittyy sen emäksisimpänä osana. Se on hypidiomorfinen. Oliiviini ja pyrokseenit ovat sen vallitsevat mineraalit. Lisäksi siinä on biotiittia, sarvivälkettä ja opaakkia. Oliiviini on osittain muuttunut serpentiiniksi.

## Gabrot

Kartta-alueen 3714 huomattavin gabroesiintymä on sen koilliskulmassa, johon sijoittuu pieneltä osaltaan Koitelaisen laaja gabromassiivi. Vallitsevana on uraliittiuutunut, massamainen, tasa- ja keskirakeinen pyrokseenigabro (taulukko 4, n:o 25). Plagioklaasi esiintyy omamuotoisina, vyöhykkeellisinä liistakkeina. Aksessorit ovat kvartsi, biotiitti, kloriitti, opaakki, titaniitti ja epidootti. Magneettisilla kartoilla ei Koitelaisen gabron alueella ole merkittäviä häiriöitä.

Saman gabron alueella Iso Vaiskonselässä tavataan edellisestä poikkeavaa tyyppiä, jossa esiintyy kerroksellisuutta ja suuntautuneisuutta. Päämineraalit ovat vihreä sarvivälke ja plagioklaasi ( $An_{0-15}$ ). Jälkimmäinen esiintyy voimakkaasti saussuriittiutuneina omamuotoisina liistakkeina. Muuttumistuloksena on epidoottia. Tämä gabrotyyppi vaihettuu vähittäin granofyyriksi (kartalla granodioriitin värillä) plagioklaasin ja kvartsin määrän kasvaessa ja kalimaasälvän ilmestyessä sen mineraalien joukkoon.

Lähinnä jälkimmäisen kaltaista, Iso Vaiskonselän tyyppiä, esiintyy Koitelaisen gabroalueen eteläreunan läheisyydessä vihreäkiven ympäröimänä kahdessa pienessä gabropahkussa sekä muutamissa vielä pienemmissä esiintymissä, joita ei ole kartalle merkitty.

Etelämpänä, Keivitsansarven kohdalla (12 C) oleva gabro, johon liittyy myös peridotiittinen osa, on niin ikään keskirakeista ja massamaista tai heikosti suuntautunutta, mutta eroaa koostumukseltaan melkoisesti Koitelaisen gabrotyypeistä (taulukko 4, n:o 26). Sen sarvivälke on osaksi ruskeaa, osaksi vihreää tai väritöntä. Tämä gabro näkyy magneettisilla kartoilla voimakkaana anomaliana. Pienempiä, erillisiä anomaliaita jatkuu myös gabrosta lounaaseen, joten on mahdollista, että esiintymä on sillä suunnalla laajempi kuin kartalla esitetty.

Särkivaarassa (3714 10) on uraliittitunutta pyrokseenigabroa (taulukko 4, nro 27). Sen epidootti on zoisiittia. Aksessorina on pääasiassa titaniittia. Samankaltaista ja niin ikään skapoliittia sisältävää gabroa on vielä Kitisen varressa aivan kuin Särkivaaran jatkeena, mutta se on piirretty kartalle siitä erillään olevaksi.

Muut pienet erilliset gabrot kartta-alueen 3714 itäpuoliskolla, useat vain kairauksilla tavoitetut, ovat sarvivälkegabroja ja sisältävät vihreän sarvivälkkeen ohella verrattain anortiittiköyhää (An<sub>5-30</sub>) plagioklaasia, joka on tavallisesti myös voimakkaasti saussuriittitunutta.

Taulukko 4. Sodankylän ja Sattasen kartta-alueiden syväkivien mineralogisia koostumuksia. Määritykset pistelaskimella. Laskenut A. Tyrväinen.

Table 4. Mineralogical compositions of the plutonic rocks of the map sheet areas of Sodankylä and Sattanen. Determined by the point counting method.

	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.
Kvartsi — <i>Quartz</i>	0,8	—	—	1,5	28,8	17,1	32,2	41,1
Kalimaasälpä — <i>Potash feldspar</i>	—	—	—	—	18,5	11,7	28,0	30,3
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i> (An)	54,6 (60—63)	7,5 (50—55)	32,6 (54)	40,9 (55)	51,3 (12—17)	66,3 (23)	31,6 (10)	25,3 (6)
Muskoviitti — <i>Muscovite</i>	—	—	—	—	—	—	2,7	3,1
Biotiitti — <i>Biotite</i>	—	—	—	—	1,0	4,3	4,0	—
Oliiviini & serpentiini — <i>Olivine &amp; serpentine</i>	—	8,2	—	—	—	—	—	—
Pyrokseeni — <i>Pyroxene</i>	33,9	51,8	8,7	—	—	—	—	—
Sarvivälke — <i>Hornblende</i>	9,9	18,6	45,7	55,4	—	—	—	—
Epidootti — <i>Epidote</i>	—	—	3,5	1,1	—	—	—	—
Skapoliitti — <i>Scapolite</i>	—	—	6,3	—	—	—	—	—
Opaakki — <i>Opaque</i>	—	3,2	2,6	—	—	—	—	—
Aksessorit — <i>Accessories</i>	0,8	0,7	0,6	0,7	0,4	0,6	1,5	0,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

25. Gabro — *Gabbro*. Marakurta, Sodankylä, 3714 12 D, x = 519,58, y = 497,50  
 26. Gabro — *Gabbro*. Keivitsa, Sodankylä, 3714 12 C, x = 511,38, y = 499,45  
 27. Gabro — *Gabbro*. Särkivaara, Sodankylä, 3714 10 D, x = 497,30, y = 997,10  
 28. Gabro — *Gabbro*. Kiviharju, Sodankylä, 3714 01 A, x = 491,52, y = 460,78  
 29. Granodioriitti — *Granodiorite*. Ristonselkä, Sodankylä, 3713 01 B, x = 468,20, y = 463,80  
 30. Granodioriitti — *Granodiorite*. Sulavaara, Sodankylä, 3713 01 A, x = 464,70, y = 460,20  
 31. Graniitti — *Granite*. Käyräsvaara, Sodankylä, 3713 07 A, x = 461,45, y = 484,70  
 32. Graniitti — *Granite*. Näätäselkä, Sodankylä, 3713 07 A, x = 464,40, y = 483,75

Gabrot kartta-alueen länsiosassa Vaalajärven pohjoispuolella (3713 03, 3714 01) ovat massamaisia ja keskirakeisia. Ofiittista rakennetta esiintyy yleisesti muualakin kuin lehden 3713 03 diabaasiksi merkityssä kivessä, joka ei eroa olennaisesti gabrosta. Analyysi 28 taulukossa 4 on Kiviharjun (3714 01 A) gabrosta. Gabrojen omamuotoisten plagioklaasiliistakkeiden välipaikkoja täyttää sarvivälke vähemmän omamuotoisina, joskus repaleisina rakeina, joiden reunat ovat vihreät mutta keskustasta usein väritön. Aksessoreina on kloriittia, biotiittia, karbonaattia ja apatiittia. Kiven magnetiittipitoiset esiintymät näkyvät selvästi magneettisella kartalla. Näiden gabrojen yhteydessä tai niiden läheisyydessä on myös albiittikiviä (s. 42).

Vaalajärven luoteispuolella (3713 03 A, B) vain yhdessä rakassa esiintyvä, mutta kartta-alueen ulkopuolelle länteen jatkuva pyrokseenigabro sisältää sekä hypersteeniä että diopsidia ja vain vähän sarvivälkettä muuttumistuloksena. Edellisestä poiketen se ei myöskään aiheuta merkittäviä magneettisia häiriöitä.

Jäljellä olevat pienet gabroesiintymät kartta-alueen 3714 eteläosassa sekä kartta-alueella 3713 ovat hieno- tai keskirakeisia, massamaisia tai heikosti suuntautuneita sarvivälkegabroja. Päämineraalit ovat vihreä sarvivälke ja plagioklaasi ( $An_{34-44}$ ). Aksessoreina esiintyy biotiittia, kvartsia, opaakkia, titaniittia, epidootia ja apatiittia. Sarvivälke on tavallisesti repaleisina sälinä ja plagioklaasi pienirakeisena massana. Useimmat näistä pienistä gabroista ovat magneettisia ja näkyvät siten magneettisilla kartoilla. Paikoin niiden yhteydessä tavataan vähäisiä kiisumalmiaiheita.

Kallioperäkartan painamisen jälkeen valmistuneiden entistä tarkempien magneettisten karttojen perusteella näyttää ilmeiseltä, että Sodankylän kirkonkylän kohdalta (3713 08) jatkuu kohti eteläkaakkoa kokonainen parvi pieniä gabrointruusioita aina pitkään fylliittijaksioon saakka. Vähän etelämpänä, Askan kylän kohdalla (3713 07 D) gneissirakenteiseen granodioriittiin rajoittuva gabro, joka on rakenteeltaan jossain määrin ofiittinen ja diabaasia muistuttava, liittyy ilmeisesti — toisin kuin kartalla on esitetty — itä-länsisuuntaisiin kapeisiin juonimaisiin muodostumiin. Niitä näyttää olevan useita gneissirakenteisen granodioriitin pohjoisosassa ja ne ulottuvat sen länsiosasta myös sen ulkopuolelle mutta ei enää läheisen graniitin alueelle.

### Granodioriitit

Granodioriitti Sodankylän lehden (3713) lounaisosassa on pääasiassa massamaista ja keskirakeista ja crottuu siten viereisestä gneissirakenteisesta granodioriitista. Tosin siihen liittyy myös vähäisiä gneissirakenteisia osueita — ilmeisesti sulkeumina. Viereisestä graniitista se eroaa hyvin vähän, vaikka se onkin luokiteltu granodioriitiksi (taulukko 4, nrot 29 ja 30). Eräiden kemialliseen koostumukseen perustuvien luokittelumenetelmien mukaan (Streckeisen & Le Maitre 1979; De la Roche *et al.* 1980; Alapieti 1981) lienee mahdollista lukea myös tämä kivi graniitteihin (taulukko 5, nro 33).

Taulukko 5. Kemialliset koostumukset granodioriitista ja graniitista Sodankylän karttalehden lounais- ja eteläosasta sekä kvartsiporfyyrista Vaalajärven seudulta.  
Analyysit 1.—2. Mervi Wiik, 3. P. Ojanperä.

Table 5. Chemical compositions of granodiorite and granite in the southwestern and southern areas of the Sodankylä map sheet and of a quartz porphyry from Vaalajärvi district.

	33.	34.	35.
SiO <sub>2</sub> .....	72,49	74,71	68,44
TiO <sub>2</sub> .....	0,07	0,30	0,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	16,00	13,02	14,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,32	1,22	3,29
FeO .....	0,19	0,63	2,41
MnO .....	0,02	0,01	0,11
MgO .....	0,09	0,37	1,27
CaO .....	1,36	0,61	0,62
Na <sub>2</sub> O .....	5,10	3,45	3,32
K <sub>2</sub> O .....	3,75	4,93	4,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,01	0,04	0,07
CO <sub>2</sub> .....	—	—	0,02
H <sub>2</sub> O+ .....	0,29	0,35	0,49
H <sub>2</sub> O— .....	0,01	0,13	0,05
Q .....	25,45	34,03	27,56
or .....	22,16	29,13	28,13
ab .....	43,16	29,19	28,09
an .....	6,68	2,77	30,59
ne .....	—	—	—
c .....	1,10	1,00	2,61
Ol fo .....	—	—	—
fa .....	—	—	—
en .....	0,22	0,92	3,16
fs .....	0,01	—	0,84
Wo .....	—	—	—
di en .....	—	—	—
fs .....	—	—	—
wo .....	—	—	—
mt .....	0,46	1,19	4,77
il .....	0,13	0,57	1,23
hm .....	—	0,40	—
ap .....	0,02	0,10	0,17
z .....	—	—	—
cc .....	—	—	0,05
f .....	—	—	—
fem .....	0,84	3,18	10,22
Qu .....	28,04	36,85	32,90
Or .....	24,41	31,54	33,57
Ab 100 .....	47,55	31,61	33,53
Qu .....	26,12	35,78	31,95
Or .....	22,74	30,63	32,60
Ab .....	44,29	30,69	32,56
An 100 .....	6,86	2,91	2,89

33. Granodioriitti — *Granodiorite*. Ristonelkä, Sodankylä, 3713 01 B, x = 468,20, y = 463,80

34. Graniitti — *Granite*. Käyräsvaara, Sodankylä, 3713 07 A, x = 461,45, y = 484,70

35. Kvartsiporfyryri — *Quartz porphyry*. Vaalajärvi, Sodankylä,  
3713 03 A, x = 482,34, y = 462,13

Näytteiden ottopaikat on esitetty kuvassa 2. — *Sampling sites are indicated in Fig. 2.*

Pienet erilliset granodioriitit Vaalajärven länsi- ja luoteispuolella (3713 03) ovat edellistä tummempaa kivilajia ja sisältävät runsaasti biotiittia. Niiden plagioklaasi on edellistä emäksisempää, andesiinia  $An_{30-35}$ .

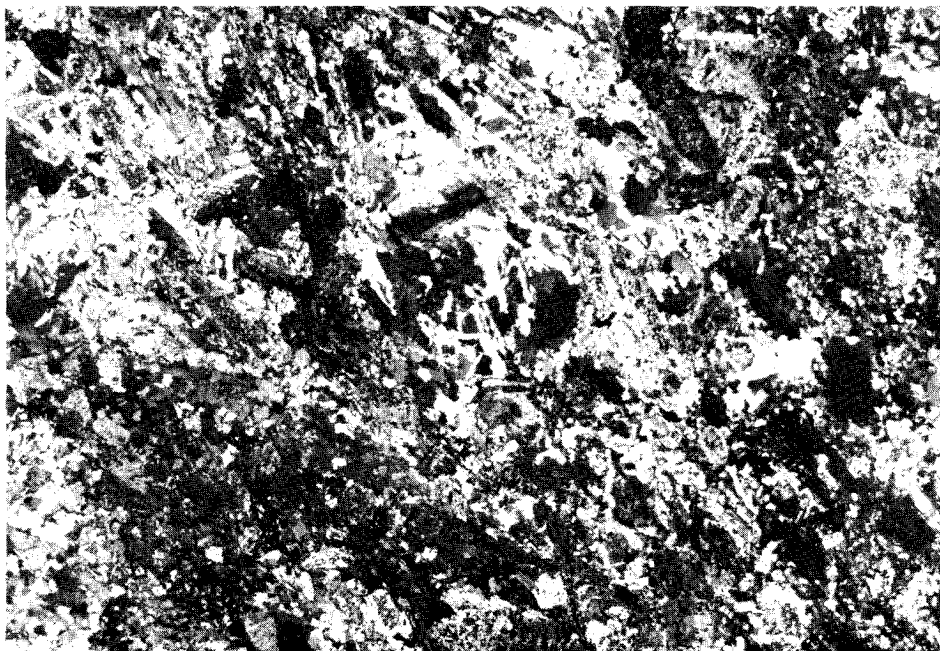
Karttalehdellä 3714 12 D tavataan granofyyriksi nimettyä kiveä, joka liittyy Koitelaisen gabromuodostumaan sen happamimpana differentiaatiotuotteena. Kartalle se on merkitty granodioriitiksi, jota sen mineraalikoostumus ja vastaavanlaisesta kivistä kartta-alueen ulkopuolelta tehty kemiallinen analyysi (Mikkola 1941, s. 268) vastaa. Ympäröivästä gabrosta tapahtuu vaihtuminen tällaiseksi granofyyriksi ilmeisesti vähitellen, kuitenkin melko lyhyellä matkalla. Granofyyri on harmaata tai punertavanharmaata, massamaista tai heikosti liuskeista, hienorakeista kiveä, jossa joskus erottuu porfyyrinen luonteisia plagioklaasirakeita. Päämineraalit ovat albiittinen plagioklaasi ( $An_{4-7}$ ), kalimaasälpä, kvartsi ja vihreä sarvivälke, paikoin myös biotiitti. Muuttumistuloksena on epidoottia, aksessorina titaniittia. Plagioklaasi on saussuriittiutunutta ja se esiintyy ympäristöönsä suurempina hajarakeina tai perusmassassa yhteen kasvaneena kvartsin kanssa kuten kalimaasälpäkin (kuva 13). Pieni erillinen paljastuma pääalueen eteläpuolella Vaiskonpalossa (3714 12 C) on samanlaista kiveä.

### Gneissirakenteiset granodioriitit

Kaikki gneissirakenteiset granodioriitit molempien karttalehtien alueilla edustavat ilmeisesti Keski-Lapin liuskemuodostuman kerrostumis pohjaa, mukaan luettuna pieni esiintymä Möykkelmässä lehdellä 3714 06, josta oletetun arkeisen pohjakompleksin merkki puuttuu.

Porttikosken—Kitisenvarren granodioriitti kartta-alueen 3713 kaakkoisosassa on parhaiten paljastuneena Kitisen Porttikoskella (07 D) sekä muutamissa paljastumissa sen itäpuolella. Kauempana kaakossa se on heikosti paljastunut ja sen rajat ovat summittaisesti piirretyt. Kivi on enimmäkseen keskirakeista ja sangen epähomogeenista granodioriittia. Sen väri vaihtelee harmaasta punaiseen. Liuskeisen tai pilsteisen muunnoksen ohella on paikoin lähes massamaista graniittista, paikoin taas pegmatiittista kiveä, jotka antavat tälle gneissimäiselle granodioriitille jossain määrin migmatiittisen leiman. Ilmeisesti tässä on nuoremman graniitin vaikutusta. Sulkeumina on amfiboliittia. Alueen sisälle sijoittuva gabro Askan kylän kohdalla on ympäristöönsä nuorempi päätellen sen hienorakeisesta jäähtymisraudoista gneissirakenteista granodioriittia vasten.

Gneissirakenteinen granodioriitti kartta-alueen 3713 länsiosassa on kauttaaltaan suuntautunutta, liuskeista tai pilsteistä. Raekoko vaihtelee hienorakeisesta keskirakeiseen, väri koostumuksesta riippuen harmaasta vaaleanpunertavaan. Nämä vaihtelut ovat kuitenkin enimmäkseen vähittäisiä. Granodioriitin läntinen raja on jossain määrin mielivaltainen, sillä siihen rajoittuvan kiilleliuske-kiillegneissijakson länsipuolellakin kivi on paikoin heikosti gneissirakenteista.



Kuva 13. Granofyyri. Nik. +, 13x.

Fig. 13. Granophyre. Nic. +, 13x.

Miljoonakämpä, 3714 12 D, x = 7516,20, y = 496,08. Valok. E. Halme Photo.

Sattasen kartta-alueen (3714) luoteisosassa oleva ja siitä kartan ulkopuolelle jatkuva alue on edellisen kaltaista heikosti liuskeista tai pilsteistä granodioriittia. Raekoko vaihtelee hienosta keskikarkeaan ja väri koostumuksesta riippuen harmaasta vaaleanpunertavaan. Vaihtelut ovat kuitenkin enimmäkseen vähittäisiä. Maaston peitteisyyden vuoksi granodioriitin raja ympäröivää kvartsiittia vasten on suureksi osaksi summittaisesti piirretty. Kuitenkin kahdessa kohdassa — aivan lehden länsirajalla sekä sen pohjoisrajan tuntumassa — on nähtävissä kontakti ja vaihtuminen satroliittisen rapautumiskuoren kautta kvartsiitiksi.

Pieni granodioriitti edellisestä kaakkoon Möykkelmän tienoilla (3714 06 A) näkyy kahdessa paljastumassa. Toisen läheisyydessä Möykkelmän rinteessä tavataan lohkarina satroliittista rapautumiskuorta. Itse gneissirakenteinen granodioriitti on biotiittijuovaista ja liuskeisuudeltaan vaihtelevaa. Se sisältää myös massamaisia pegmatiittisia osueita.

Plagioklaasi ( $An_{15-25}$ ) ja kvartsi ovat kaikkialla gneissirakenteisen granodioriitin päämineraalit. Mikrokliinia, muskoviittia ja biotiittia on vaihtelevia määriä. Mikrokliini on ilmeisesti ainakin osittain sekundaarista. Paikoin tavataan myös hiukan sarvivälkettä. Aksessoreina esiintyy opaakkia, kloriittia, epidoottia, apatiittia ja zirkonia. Kataklastinen rakenne näkyy kaikkialla enemmän tai vähemmän voimakkaana.

## Porfyyrinen kvartsidioriitti

Lehdellä 3713 03 C, D Vaalajärven koillispuolella sijaitsee pieni paljastuma hienorakeista porfyyrista kvartsidioriittia. Se sisältää runsaasti liuskesulkeumia. Sitä lävistää ympäröivä graniitti ja kvartsi-porfyyrijuoni Kivi on heikosti suuntautunutta. Hienorakeisessa ( $\varnothing = 0,3-1$  mm) perusmassassa esiintyy plagioklaasia omamuotoisina hajarakeina läpimitaltaan aina 3 cm:iin saakka. Perusmassa käsittää plagioklaasin lisäksi kvartsia, biotiittia ja muskoviittia. Aksessoreina on opaakkia, kloriittia, epidootia, apatiittia ja zirkonia. Plagioklaasi,  $An_{10-20}$ , on hajarakeina voimakkaasti vyöhykkeellinen.

## Graniitit

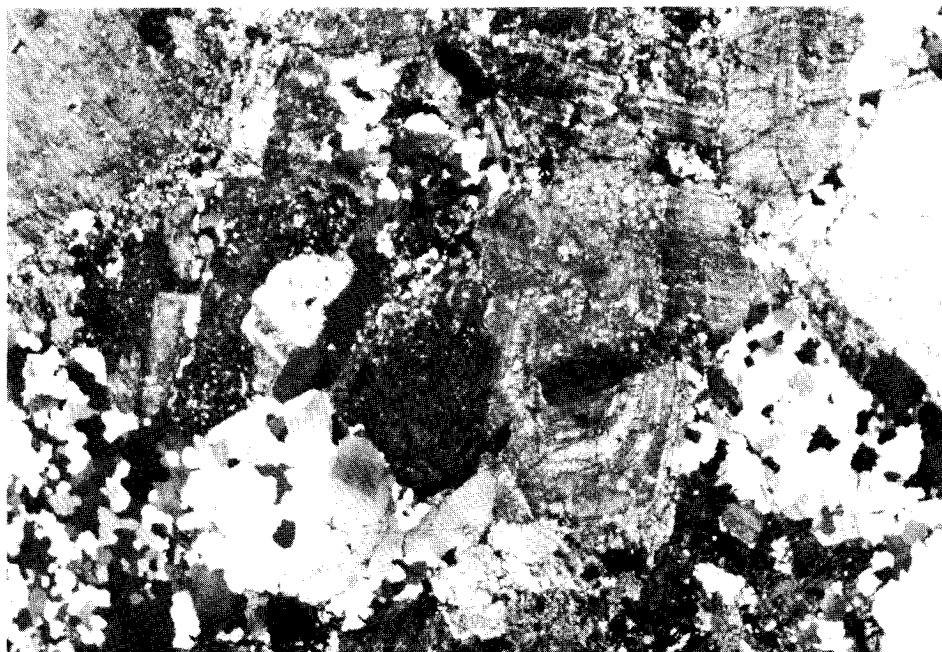
Karttalehdelle 3713 ulottuu etelästä laaja Keski-Lapin graniittialue, joka tulee esiin monina vaaroina ja selänteinä. Graniitti on pääasiassa massamaista, mutta paikoin esiintyy heikkoa suuntausta. Paikoin on myös sulkeumina gneissirakenteista kiveä, jonka koostumus lähenee granodioriittia. Graniitin (taulukko 4, nrot 31 ja 32 ja taulukko 5, nro 34) väri on tavallisimmin vaaleanpunertava, ja sille on tyypillistä kaikkialla tummien mineraalien vähäinen määrä. Rakenne on granoblastinen ja raekoko vaihteleva (kuva 14). Alueen pohjoisosassa on porfyyrista tyyppiä, jonka kalimaasälpärakeiden läpimitta nousee jopa 2 cm:iin saakka. Kivi on kauttaaltaan melko Na-rikasta, ja kalimaasälpää on usein vähemmän kuin plagioklaasia. Aksessoreina on opaakkia, apatiittia, zirkonia ja titaniittia.

Graniitti Vaalajärven pohjoispuolella (3713 03) on kaikin puolin edellisen kaltaista tummista mineraaleista köyhää ja verrattain Na-rikasta. Asultaan se on pääasiassa massamaista, tasarakeista ja keskirakeista. Aksessorina tavataan edellä mainittujen lisäksi karbonaattia.

Samanlaista graniittia on myös erilliseksi merkitty alue Kotamaassa (3713 03 C—D) sekä kaksi juonta, toinen Utsamonvaaran tuntumassa (3713 03 D) kvartsiitin keskellä ja toinen Vaalajärven länsipuolella (3713 03 A). Viimeksi mainitut esiintyvät etupäässä rakkoina ja lienevät 10—20 m leveitä. Kiillegneississä Vaalajärven seudulla (3713 02, 03) tavattava graniittinen suontaines on laadultaan sangen vaihtelevaa ja on mahdollisesti osittain veniittistä alkuperää, osittain lähtöisin edellä mainitusta graniitista.

Tässä yhteydessä on aiheellista huomauttaa, että mainitut kaksi graniittijuonta ja kaikki graniittiset suonet erottuvat täysin Vaalajärven alueella tavattavista kvartsi-porfyyrijuonista. Minkäänlaisia merkkejä vaihtumisesta graniitista kvartsi-porfyyriksi ei ole havaittu.





Kuva 14. Graniitti. Nik. +, 5,3x.  
 Fig. 14. Granite. Nic. +, 5,3x.  
 Käyräsvaara, 3713 07 A, x = 7461,43, y = 484,71. Valok. E. Halme Photo.

## JUONIKIVILAJIT

### Puolipinnalliset emäksiset juonet lehdellä 3713

Edellä (s. 33) mainittiin kartta-alueen 3713 itäosassa Orajärven pohjoispuolella Vuollosvaaran vulkaniittijakson yhteydessä esiintyvistä plagioklaasiporfyyritista. Sanoitusta jaksosta pohjoiseen Tuohenkiskomamaassa (12 C) sijaitseva, n. 120 m pitkänä ja 20 m leveänä rakkana esiintyvä juoni on myös plagioklaasiporfyyriittia, jonka porfyriset rakeet ( $\varnothing = 5\text{--}10$  mm) ovat hyvin Ca-rikasta plagioklaasia ( $An_{75-80}$ ). Se on muuttunut osittain — muutamat rakeet kokonaan — klinoisitiksi ja vähäiseksi määräksi muskoviittia ja kloriittia. Perusmassa on pääasiassa vihreää sarvivälkettä, lisäksi on hiukan plagioklaasia ja kvartsia.

Samankaltaista kiveä on eteläisempi kahdesta juonesta Orajärven pohjoispuolella Sodankylän—Kemijärven maantien lähellä (11 B) sillä erotuksella, että porfyriininen plagioklaasi on kokonaan muuttunut ja kivi muistuttaa mantelikiveä. Karttakuvasta poiketen mainittu juoni on kvartsiitin ja Al-rikkaan fylliitin välissä ja on parhaiten näkyvissä Hirviänkurunlammen itärannan kalliossa. Muut Orajärven ympäristön (11) puolipinnalliset emäksiset juonet ovat kaikki Al-rikkaan fylliitin sisässä. Ne ovat kooltaan, asultaan ja koostumukseltaan vaihtelevia. Pääasiassa ne

ovat liuskeisuuden suuntaisia. Niitä saattaa olla myös huomattavasti enemmän kuin kartalle on merkitty. Eräät juonet ovat hienorakeisia ja liuskeisia ja sisältävät vihreää sarvivälkettä, vähän plagioklaasia ja kvartsia, joskus runsaasti epidoottia. Toiset juonet ovat niitä karkeampirakeisia ja vähemmän liuskeisia, joskus massamaisia ja lähenevät rakenteeltaan gabroa ja liittyvät ilmeisesti Orajärven kaakkoispuolelta (10) kartan alueelle idästä pistävään gabroon.

### Albiittidiabaasit ja albitiitit

Sattasen lehdellä (3714) on esitetty samalla merkinnällä albiittidiabaasit ja albitiitit. Yhteistä näille on albiitin esiintyminen vallitsevana mineraalina, vaikka muuten nämä kaksi kivilajia ovat peräti erilaisia.

Albiittidiabaasia edustavat kaksi esiintymää Ilmakkiselässä ja Ilmakkijärven rannalla (3714 09 C). Ne näkyvät vain rakkoina, jotka eivät anna selvää kuvaa esiintymien luonteesta ja ulottuvuuksista, mutta otaksuttavasti ne ovat jäännöksiä lähes vaaka-asentoisesta juonesta tai juonista. Ne ovat massamaista, väriltään punertavanharmaata kiveä, raesuuruus 0,3—2 mm. Mikroskooppinen rakenne on hypidiomorfinen tai jossain määrin ofiittinen. Albiittia ( $Al_2SiO_5$ ) on noin 70 %, loput vihreää sarvivälkettä, kvartsia, epidoottia ja titaniittia, aksessoreina opaakkia ja apatiittia.

Kaikki jäljellä olevat samalla merkinnällä varustetut alueet lehdellä 3714 ovat albitiittia. Niiden lisäksi sitä on vielä lehden koillisosassa aivan sen itäreunassa Vaiskonpalosta itään (12 C) sijaitsevan pienen gabroalueen eteläinen, erilliseksi rajattu osa, josta päällemerkintä on jäänyt pois. Saman lehden lounaisosassa Jeesiöjoen varrella (01 C) gabron keskellä sijaitseva albitiitti on melko hajanainen, ja karttakuva saattaa olla jossain määrin virheellinen.

Albitiitit ovat leukokraattisia kiviä. Rapautumispinnan väri vaihtelee punertavanruskeasta kellertävänvalkoiseen riippuen etupäässä kiven sisältämän karbonaatin määrästä. Tuore pinta on lähes valkoinen. Rakenne on yleensä massamainen. Raesuuruudessa esiintyy vaihtelua, mutta vallitsevana on hienorakeinen kivi. Mineraaleina on albiittisen plagioklaasin ohella kvartsia sekä vaihtelevassa määrässä karbonaattia. Muuttumistuloksena esiintyy serisiittia, kloriittia ja epidoottia. Aksessoreina tavataan apatiittia, titaniittia, turmalinia ja zirkonia.

Sivukiven muuttuminen on ollut usein voimakasta. Gabrot ja emäkiset vulkaaniitit ovat albitiitin läheisyydessä muuttuneet kloriittiliuskeeksi, jollaista tavataan myös albitiitin sisällä haamumaisina sulkeumina. Sivukivissä on myös sekundaarista albiitin muodostumista eli adinoliutumista.

Kitisen Matarakoskella (3714 11 B) sijaitsevien kahden albitiitin koostumus poikkeaa suuresti edellisestä. Mikkola (1941) on käyttänyt siitä nimitystä leptiittinen liuske; myöhemmin sitä on kutsuttu graniittiporfyyriksi. Kirjoittaja on katsonut aiheelliseksi lukea sen albiittikivien joukkoon, koska albiittinen plagioklaasi

( $An_{3-5}$ ) on sen vallitseva mineraali. Sitä on ainakin 60 %. Sen sijaan kalimaasälpää ei esiinny lainkaan, sikäli kuin mikroskoopilla on ollut mahdollista todeta. Kivi on voimakkaasti liuskeinen ja deformatunut. Mikroskooppinen rakenne on blastoporfyyrinen. Sangen hienorakeisessa ja raitaisessa perusmassassa on melko hyvin muotonsa säilyttäneitä albiittirakeita, läpimitaltaan 1,5 mm:iin saakka. Sen ohella on myös hieman kvartssia, enimmäkseen linssimäisinä monikiteisinä rakeina. Perusmassa käsittää edellisten lisäksi biotiittia ja serisiittia, aksessoreina opaakkia ja apatiittia.

Sodankylän kartta-alueella (3713) on kaksi albiittidiabaasiksi merkittyä juonta. Toinen näistä — Huoneselässä n. 11 km Sodankylän kirkolta etelään (07 B) — on ainakin 10 m leveä ja väriltään ruskeanharmaata, massamaista, subofiittista kiveä, ( $\varnothing = 0,5-3$  mm). Albiittia on ainakin 70 %. Lisäksi on kvartssia, verrattain runsaasti opaakkia sekä hieman kloriittia. Aksessoreina on karbonaattia ja apatiittia.

Toinen albiittidiabaasiksi merkitty juoni, Sodankylän kirkolta n. 9 km länsiluoteeseen itäisemmän Sarvilammen itäpäässä (06 A), on myös n. 10 m leveä ja lävistää Pittiövaaran kvartsiittia. Mikkola (1941) on käyttänyt tästä kivistä nimitystä plagioklaasigraniitti. Sopivin nimitys sille lienee albitofyyri. Se on täysin massamaisista ja väriltään punertavanharmaata. Mikroskooppinen rakenne on osaksi hypidiomorfinen, osaksi granofyyrinen. Hienorakeisessa ( $\varnothing = 0,3-1$  mm), hypidiomorfinisessa perusmassassa on granofyyrisesti yhteen kasvanutta albiittia ja kvartssia porfyyrimäisinä rakeina. Lisäksi on biotiittia, muskoviittia ja serisiittia, aksessoreina opaakkia, karbonaattia, epidootia, apatiittia, titaniittia ja zirkonia. Tämän kiven iäksi on saatu 2132 milj. vuotta (Kouvo, kuva 15).

### Kvartsiporfyyrit

Vaalajärven seudun (3713 02, 03) kvartsiporfyyrijuonista kaksi on sen länsipuolella ja kolmas koillispuolella porfyyrisen kvartsidioriitin keskellä rakkoina. Niistä on pääteltävissä, että ne edustavat kolmea noin 10 m leveätä juonta, joiden suunta on myös likimäärin todettavissa. Neljäs esiintymä Vaalajärven Isossasaareissa on vain lohkariekkoa, ja sen juoniluonne ja juonen suunta ovat vain otaksuttuja. Juonet poikkeavat jossain määrin toisistaan ulkonäöltään ja koostumukseltaan.

Kvartsiporfyyri Vaalajärven länsirannan niemessä on väriltään vaaleanharmaata. Hienorakeisesta kvartsin ja maasälpien muodostamasta perusmassasta ( $\varnothing = 0,02-0,1$  mm) erottuu omamuotoisten porfyyristen kvartsi-, plagioklaasi- ja kalimaasälpärakeiden ( $\varnothing = 1-3$  mm) lisäksi suuntautuneita biotiitti- ja muskoviittisuomuja, jotka antavat kivelle jossain määrin liuskeisen ulkonäön. Kiven plagioklaasi on albiittia ( $An_{5-10}$ ), aksessorina on apatiittia ja melko runsaasti opaakkia, joka on pääasiassa magnetiittia. Kemiallista koostumusta kuvaa analyysi 35 taulukossa 5.

Vaalajärven länsipuolella Kalkojoen varressa tavattu kvartsiporfyyrijuoni eroaa muista sekä rakenteeltaan että koostumukseltaan melkoisesti. Väri on tummanhar-

maa. Perusmassa on edellisiä karkeampirakeista  $\varnothing = 0,1—0,5$  mm. Kvartsia esiintyy melko vähän sekä perusmassassa että porfyirisina rakeina, joten nimitys kvartsi-porfyryri on tässä tapauksessa vähemmän sopiva. Kivi on melkoisen K-rikasta ja siksi kalimaasälpää esiintyy runsaasti sekä hajarakeina että perusmassassa. Sen ohella on albiittia, diopsidia ja sarvivälkettä. Aksessoreina on opaakkia, biotiittia, hema-tiittia, apatiittia ja titaniittia.

Kvartsi-porfyryri Vaalajärven koillispuolella on päämineraaliensa osalta ensiksi mainitun Vaalajärven niemessä olevan kvartsi-porfyryrin kaltaista. Biotiitti on jos-sain määrin kloriittiutunutta. Myös asu on samanlainen muuten, paitsi että mitään suuntautuneisuutta ei esiinny. Väri on vaaleanpunertava.

Kvartsi-porfyryri Isossasaassa (3713 02—03) on vaaleanharmaata ja jossain määrin liuskeista. Edellisistä se poikkeaa plagioklaasinsa puolesta, joka on An-rikkaampaa ( $An_{20—30}$ ). Sen vyöhykkeellisyys on voimakasta ja An-määrän vaihte-lun johdosta usein oskilloivaa. Kalimaasälpä ei esiinny porfyirisina rakeina, mutta sitä on runsaasti perusmassassa. Muuten ovat mineraalit samat kuin edellisissä, pait-si että muskoviitti esiintyy vain aksessorina. Muita aksessoreja ovat sarvivälke, klo-riitti, epidootti, titaniitti ja zirkoni.

Mikkola (1941) lukee Vaalajärven Isosaassa tapaamansa kvartsi-porfyryrin (käyttäen nimitystä ”graniittiporfyryri”) läheisten suurten graniittimassojen perifee-risiin tunkeumiin. Kuitenkin on huomattava, että graniittia esiintyy juonina samal-la alueella ja joskus aivan lähellä kvartsi-porfyryria, mutta silti ei ole tavattu mitään selviä välimuotoja ja merkkejä vaihtumisesta. Koostumukseltaan kvartsi-porfyryrit jossakin tapauksessa kuitenkin muistuttavat graniittia. Kvartsi-porfyryrin ja alueen graniittien geneettinen sukulaisuus on joka tapauksessa ratkaisematta.

## STRATIGRAFIAA JA TEKTONIIKkaa

Kartta-alueen liuskeiden ikäsuhteiden selvittämistä vaikeuttaa paljastumien niukkuus eräillä tämän selvittämisen kannalta kriittisillä alueilla. Kartoitustyössä koo-tun aineiston perusteella ei ole mahdollista laatia yhtenäistä ja luotettavaa kerros-tumisjärjestystä eikä myöskään seikkaperäistä selvitystä alueen poimurakenteista.

Pääosa kartta-alueesta kuuluu Keski-Lapin liuskejaksoon. Kartta-alueen 3714 luoteisosassa on nähtävissä gneissirakenteisen granodioriitin olevan kyseisen liuske-jakson pohjana. Sen päällä on ensin satrolittinen rapautumiskuori ja sitten kvartsiit-ti, joka on koostumukseltaan arkoosi- ja ortokvartsiitin välimuunnos. Kvartsiitti puolestaan siinä olevien Al-rikkaiden liuskevälikerrosten kanssa näyttää sijoittuvan vihreäkivikompleksin alle. Muilla kartta-alueen gneissirakenteisilla granodioriiteilla ei ole tavattu kontaktia liuskejakson kivilajien kanssa, mutta otaksuttavasti myös ne kaikki edustavat liuskejakson kerrostumis-pohjaa.

Pienen erillisen gneissipuhkeaman reunalla Möykkelmässä (3714 06 A) näyttää suoraan pohjan päälle purkautuneen vulkaniittia, joka edustaa ilmeisesti vihreäkivi-

muodostuman syntymistä tai ainakin sen päävaihetta vanhempaa vulkaanista toimintaa.

Liuskejakson eteläpuolella kartta-alueen kaakkoisosassa (3713 07, 10) on karttakuvassa pohjagneessin päällä vulkaniittia. Tosin näiden kontaktia ei ole missään näkyvissä, mutta myöskään mitään muuta kivilajia ei ole niiden välissä kartta-alueella tavattu. Vulkaniittia seuraa kerrosjärjestyksessä Orakosken tyyppinen arkoosikvartsiitti, joka sijoittuu myös Vuollosvaaran Rovajoenvaaran (3713 11 B—D) vulkaniittijakson päälle. Arkoosikvartsiitin päällä on Al-rikas fylliitti.

Orajärven itäpuolella Järvenperästä itään (3713 11 C) fylliittijakson päällä on vähäinen vulkaniittimuodostuma ja tämän päällä vuorostaan kvartsiitti, joka eroaa mainitusta Orakosken tyyppistä. Myös saman fylliittijakson luoteisosassa Korusvaaran seudulla ja Jeesiöjoen varrella (3713 06 C—D) kvartsiitit eroavat liuskejakson molemmin puolin melkoisesti toisistaan. Liuskejakson lounaispuoleinen kvartsiitti sijoittuu fylliitin alle, koillispuolella ei topin suuntaa ole voitu todeta, mutta otaksuttavasti se on kohti koillista. Kommattivaaran—Muotkattivaaran (3713 09 A—C, 12 A—C) fylliittijakso on samalla tavalla ”epäsymmetrinen”. Eteläosassaan se on Orakosken tyyppisen arkoosikvartsiitin päällä, pohjoiseen päin se vaihettuu aluksi serisiittiliuskeeksi ja sitten Kelukosken tyyppiseksi arkoosikvartsiitiksi. Näin näyttäisi siltä, että kyseiset fylliittijaksot eivät edusta synkliinejä, vaan ne niiden päälle sijoittuvine liuskeineen ja kvartsiitteineen painuvat vihreäkivikompleksin alle kuuluen osana sitä kohti kaatuvien poimujen sivuihin. Poimutuskuvioiden tämä merkitsisi sitä, että eräs Orajärven itäpuolelta alkava synkliini kulkee aluksi luoteeseen ja sitten Sodankylän kirkonkylän kohdalla (3713 09 A) olevaa kiilleliuskejaksoa noudatellen pohjoiseen ja jatkuu ilmeisesti lehdellä 3714 09 koillista kohti Takaltama-aavalle ulottuvaa vulkaniittikielekettä seuraten. Vuollosvaaran—Rovajoenvaaran (3713 11) vulkaniittijakso sekä kvartsiitti- ja fylliittijaksot sen molemmin puolin edustavat puolestaan edellä mainitun synkliinin vierellä olevaa vähäistä antiklinia, joka myös kääntyy pohjoiseen ja jatkuu kartta-alueella 3714 08—09 Ilmalakiaavan kvartsiitin kohdalla.

Kartta-alueen 3713 itäosassa näyttää näin gneissirakenteisen granodioriitin päällä olevan aluksi vulkaniittia, joka edustaa vihreäkivimuodostumaa vanhempaa vulkaanista toimintaa. Sitä seuraa kerrosjärjestyksessä Orakosken tyyppinen arkoosikvartsiitti ja sitten Al-rikas fylliitti. Jälkimmäisen päällä Orajärven itäpuolella (3713 11 C) oleva vähäinen vulkaniittimuodostuma edustanee jotakin varhaisvaihetta vihreäkivikompleksiin liittyvässä vulkaanisessa toiminnassa. Sitten seuraa jälleen kvartsiittia — usein epäpuhdasta, karbonaattia, epidoottia tai sarvivälkettä sisältävää — ja tämän päällä Sodankylän kirkonkylän kohdalla (3713 09 A) oleva skapoliittipitoinen kiilleliuske. Ylinnä ovat varsinaisen vihreäkivikompleksin kivilajit. Kaikkia näitä kivilajeja ei tavata vihreäkivikompleksin pohjoispuolella kartta-alueella 3714. Kenties pohjoiseen mentäessä tapahtuu kerrosten ohenemista ja häviämistä.

Samaa kerrosten ohenemista ja häviämistä näyttää tapahtuvan myös kartta-

alueen 3713 länsiosaa kohti mentäessä. Siellä Suonivaaran gneissin päälle sijoittuu hienorakeinen arkoosikvartsiitti ja tämän päälle Al-rikas fylliitti, joka on osittain metamorfoitunut kiillegneissiksi saakka.

Vaalajärven seudun karttakuvaa on paljastumien vähäisyyden vuoksi melko suurpiirteinen. Järven länsipuolella oleva kvartsiitti sekä mahdollisesti sen viereinen kiillegneissi edustanevat lähinnä pohjaa sijaitsevia kerrostumia, mutta täysin epäselvää on, kuuluuko seudulla tavattava amfiboliitti pohjagneissikompleksiin vai onko se samanikäistä kuin Orakosken kvartsiitin alla oleva vulkaniitti.

Liuskejakson nuorimpia kiviä molempien karttalehtien alueella edustaa Kaarentunturin kvartsiitti kartta-alueen 3714 lounaisosassa. Se sijaitsee selvästi vihreäkivikompleksin päällä ja sisältää konglomeraattimukuloina liuskejakson kaikkia muita kiviä.

Kartta-alueen syväkivistä vihreäkivikompleksin alueella oleva Moskuvaaran (3714 11) peridotitiittijakso sekä muutamat pienet peridotitiittiesiintymät pohjoisempaan Vaiskonpalossa (3714 12) ovat ilmeisesti rinnastettavissa iältään saman kompleksin ultraemäksiseen vulkaniittiin.

Edellisiä sekä myös gneissirakenteista granodioriittia lukuunottamatta ovat kartta-alueen vanhimpia magmakiviä Koitelaisen gabro sekä siihen liittyvä granofyyri, joista edelliselle on saatu Zr-ikäsi 2435 Ma ja jälkimmäiselle 2390 Ma (Puustinen, K. 1977). Varsinaisen Koitelaisen gabroalueen ulkopuolella, noin 0,5 km sen eteläreunasta, esiintyy Koitelaisen tyyppistä gabroa (s. 34) ja granofyyriä pieninä erillisinä intruusioina vihreäkiven keskellä, mikä osoittaa, että gabrot ja granofyyrit ovat ainakin vihreäkivikompleksiin kuuluvaa tuffiittista liusketta nuorempia. Edellisiä nuorempia ikä on saatu eräille molempien karttalehtien alueilla sijaitseville tai niille ulottuville gabroille. Moskujärven eteläpuolella (3714 10) sijaitsevan Särkivaaran gabrojakson iäksi on saatu  $2130 \pm 30$  Ma (Patchett ym. 1981, A900-Rantavaara). Orajärven kaakkoispuolella (3713 10 D) on aivan kartta-alueen rajalla olevan gabron ikä  $2060 \pm 2$  Ma (Patchett ym. 1981, A820-Rovasvaara). Vaalajärven pohjoispuolella olevista gabroista (3713 03) on yksi iänmääritys (A892-Haaskalehto, näytteen ottanut Heikki Pankka vuonna 1978). Sen ikä on  $2220 \pm 11$  Ma (kuva 16, isotooppianalyysit taulukossa 6). Näyte on differentioituneesta gabroperidotitiittimassiivista.

Samaan ikäryhmään nuorempien gabrojen kanssa kuuluvat todennäköisesti myös kaikki albiittidiabaasit ja albiittikivet sekä kartta-alueen 3713 itäosassa tavattavat puolipinnalliset emäksiset juonet.

Pittiövaaran (3713 06,  $x = 7483,10$ ,  $y = 473,90$ ) albiittidiabaasista separoituista zirkonifraktioista on analysoitu neljä. Analyttiset tulokset ovat oheisessa taulukossa ja tulositydin/lähtöydin-suhteet on piirretty kuvassa 15 olevaan konkordia-diagrammiin. Muodostuneen isokronin jatkeen yläleikkaus konkordiakäyrällä antaa tälle albiittidiabaasille iäksi  $2132 \pm 30$  Ma (2 sigma). Alemman leikkauspisteen ikäarvo on  $355 \pm 193$  Ma. Tästä päätellen isokroni ei ole kallistunut kovinkaan paljon, ja koska melko suuresta uraanipitoisuuden vaihtelusta huolimatta ei ole syntynyt

Taulukko 6. U-Pb analyttiset tulokset ja radiometriset iät Pittiövaaran albiittidiabaasin ja Haaskalehdon gabron zirkoneille.  
 Table 6. U-Pb analytical data and radiometric ages for zircons from the Pittiövaara albite diabase and Haaskalehto gabbro.

Näyte nro	Fraktio/Fraction d = g/cm <sup>3</sup>	<sup>238</sup> U ppm	Radiogeeninen lyijy, ppm Radiogenic lead, ppm			<sup>206</sup> Pb <sup>204</sup> Pb	Radiometriset iät, Ma Radiometric ages, Ma		
			<sup>206</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb	<sup>208</sup> Pb		mitattu measured	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$
Sample no.	o = raekoko/ grain size, μm								
A841A	3,8 < d < 4,0 Ø < 70	1029	290,33	37,86	116,56	5251	1818±11	1951±6	2095±3
B	4,0 < d < 4,2 Ø > 70	814,1	230,66	30,06	75,42	1539	1826±11	1954±6	2093±6
C	4,2 < d < 4,6	596,6	175,88	23,23	45,53	4097	1890±10	2000±6	2117±6
D	3,6 < d < 3,8	883,8	236,66	30,65	87,40	5110	1738±10	1900±5	2083±3
E	3,6 < d < 3,8	945,0	235,98	30,39	86,61	4342	1634±11	1835±7	2072±3
F	4,2 < d < 4,6	630,7	179,02	23,22	46,25	1865	1828±10	1952±8	2085±11
A892A	d > 4,0	1028	343,84	47,36	146,81	5091	2106±10	2149±5	2190±3
B	3,8 < d < 4,0	2321	679,36	91,42	307,76	4252	1885±21	2014±11	2150±4
C	4,2 < d < 4,6	525,6	180,87	25,25	66,39	4357	2158±18	2186±9	2213±3
D	d > 4,6	300,8	100,91	14,07	31,13	2595	2100±15	2157±7	2211±5
E	d > 4,6	338,7	116,40	16,18	31,11	9893	2155±9	2181±5	2206±3
F	d > 4,6; HF	311,1	108,43	15,14	28,89	35386	2181±9	2198±5	2214±2

HF = puhdistettu fluorivetyhappossa —  
 preleached in hydrofluoric acid

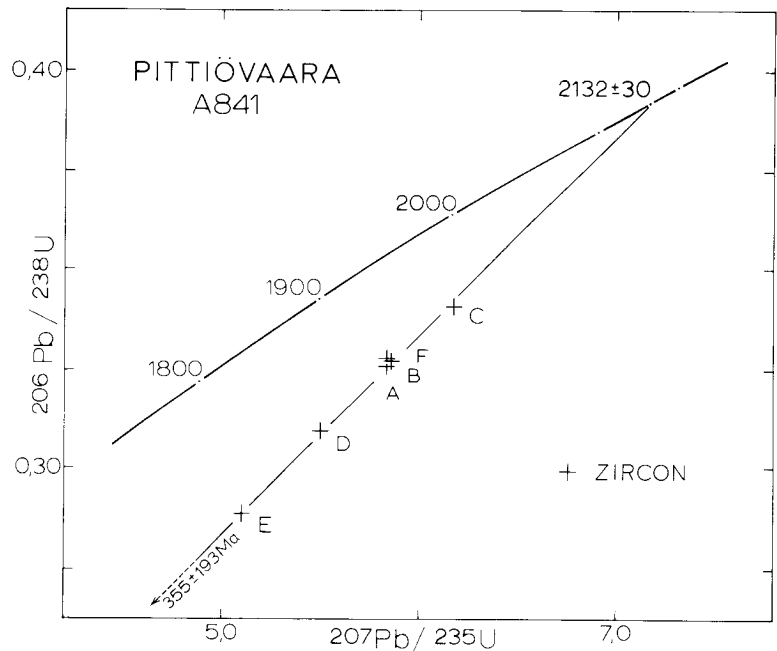
A841-Pittiövaara Albiittidiabaasi — *Albite diabase*.  
 Pittiövaara, Sodankylä.  
 3713 06, x = 7483,21, y = 473,71.

A892-Haaskalehto Karkearakeinen gabro — *Coarse grained gabbro*.  
 Haaskalehto, Sodankylä.  
 3713 03, x = 7488,49, y = 464,70.

$$\lambda_{^{238}\text{U}} = 1,55125 \times 10^{-10} / \text{a}$$

$$\lambda_{^{235}\text{U}} = 9,8485 \times 10^{-10} / \text{a}$$

atomisuhde — *atomic ratio*  $^{238}\text{U} / ^{235}\text{U} = 137,88$



Kuva 15. Tulosydin/lähtöydin-suhteet ja konkordiadiagramma Pittiövaaran albiittidiabaasin zirkoneille.  
 Fig. 15. Concordia diagram and U-Pb isotopic ratios for zircon fractions from the Pittiövaara albite diabase. Each zircon fraction has a letter referred to in Table 6. Error is quoted at 2 sigma.

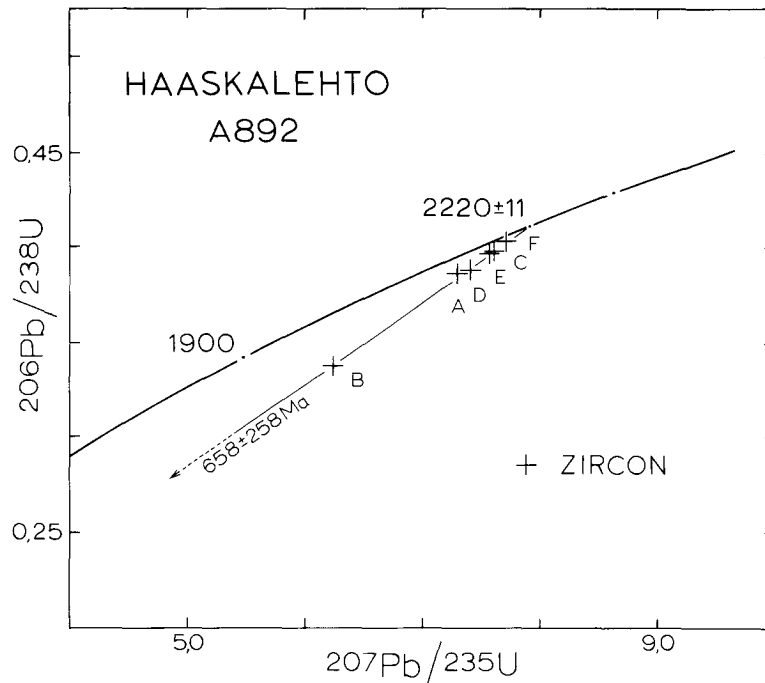
enempää hajontaa analysipisteiden välille, voidaan päätellä, että Pittiövaaran albiittidiabaasi ei ole kärsinyt erikoisen voimakkaista metamorfisista muutoksista myöhemmin. Sen zirkonista ei myöskään ole tapahtunut poikkeuksellisen suurta episodista lyijyn menetystä.

Pittiövaaran albiittidiabaasin zirkonin  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  initiaalisuhdetta ovat tutkineet Patchett *et al.* (1981).

Nuorimpia kivilajeja ovat kartta-alueelle 3713 lounaasta pistävä graniitti ja siihen liittyvä granodioriitti sekä pieni graniittialue Vaalajärven pohjoispuolella.

Kartta-alueella on erotettavissa ainakin kaksi poimutusvaihetta, jotka ovat tapahtuneet vihreäkivikompleksin muodostumisen jälkeisenä aikana. Ensimmäisessä vaiheessa puristus on ollut itä-länsisuuntainen ja poimuakselisuunta pohjois-eteläinen. Tätä suuntaa edustavat edellä (s. 45) mainitut synkliini ja antikliini, joskin ne eteläosissaan kääntyvät lähes itä-länsisuuntaisiksi. Mainitun synkliinin länsipuolella voidaan ajatella antikliinin kulkevan Porttikosken gneissiltä aluksi luoteeseen, sitten pohjoiseen Paksuselän ja Pittiövaaran kautta (3713 07 D, 05 D, 06 A, B). Lehdellä 3714 06 sanotun antikliinin kulminaatiopiste sattuu Möykkelmän gneissipuhkeaman kohdalle. Lännempänä on ajateltavissa antikliinin kulkevan Suonivaaran (3713 02 C, D) gneissiltä Vaalajärven kautta pohjoiseen Matinselkään (3714 03 B—D).





Kuva 16. Tulosydin/lähtöydin suhteet ja konkordiadiagrammi Haaskalehdön gabbron zirkoneille.  
 Fig. 16. Concordia diagram and U-Pb isotopic ratios for zircon fractions from the Haaskalehto gabbro. Error is quoted at 2 sigma.

Toisessa poimutusvaiheessa on puristus ollut pohjois-eteläinen ja poimuakselisuunta siten itä-läntinen. Tämä poimutussuunta näkyy ennen muuta lehdellä 3714 vihreäkivikompleksin alueella. Kaarestunturin kvartsiittimuodostuma on ilmeisesti myös ollut mukana tässä poimutuksessa, mutta ei edellisessä.

Yleisin ruhjesuunta näyttää olevan NW—SE ja toinen likimäärin ENE—WSW. Ruhjeet näkyvät yleensä ilmakuvilla ja topografikartoilla kapeina laaksoina. Useimmat kartalla näkyvät vaakasuunnassa tapahtuneet siirrokset on todettu magneettisten karttojen avulla. Kuten näkyy, niitä on sekä oikea- että vasenkätisiä ja molemmat ovat joskus verrattain lähellä toisiaan. Ilmeisesti ne ovat keskenään eri-ikäisiä.

Kartta-alueen ulkopuolella lännessä Pirttiövaaran seudulla on nyttemmin havaittu siirrosvyöhyke (Kallio ym., 1980), jonka WNW—ESE-suuntaisena pitäisi pistää kartta-alueen puolelle Jeesiöjoen kohdalla lehdellä 3714 01 lounaiskulmassa. Vyöhykkeen eteläpuolella kerrostumispohja on kohonnut lähellä pintaa, mikä mainitun kirjoittajan esittämän kaavion mukaan merkitsee ainakin kahden kilometrin siirrostapystysuorassa suunnassa. Kartta-alueen 3714 puolella ei sanotusta siirrosvyöhykkeestä ole havaintoja.

## METAMORFOOSI

Metamorfoosia on kartta-alueella tapahtunut useammassa vaiheessa. Ainakin on ennen liikuntoja tai niiden yhteydessä tapahtuneen alueellisen metamorfoosin ohella havaittavissa liikuntojen jälkeen tapahtunutta, ilmeisesti lähinnä kontaktimetamorfoosin piiriin kuuluvaa paikallisten lämpötilan nousujen aiheuttamaa muuttamista.

Alkaen kartta-alueen 3713 kaakkois- ja itäosasta, vulkaniittijaksoissa Kitisen seudulla ja Vuollosvaarassa ovat selvästi metamorfoituneita, ja päämineraaleina esiintyvät sarvivälke ja oligoklaasi osoittavat metamorfoosia amfiboliittifasiyksessä (Turner & Verhoogen 1960, Turner 1981). Al-riikkaissa fylliiteissä saman lehden itäreunalla mukaan luettuna kiillegneissi lehdellä 3714 10 liuskeisuuden mukaan suuntautuneet staurolitti ja kyaniitti viittaavat myös amfiboliittifasiykseen, kun taas andalusiitti on syntynyt myöhemmin, liikuntovaiheen jälkeen tapahtuneen verrattain lyhytaikaisen lämpötilan nousun seurauksena kyaniitin kustannuksella. Samanlaisen ja kenties saman lämmönnousun seurauksena lienee syntynyt myös skapoliitti Sodankylän kirkonkylän kohdalla (09) olevassa kiilleliuskejaksossa. Kuolpuvaarasta, Kommattivaaran—Muotkattivaaran fylliittijakson läntisimmästä osasta (3713 09 A—C) Rask (1978) on tavannut kloritoidia, mikä merkitsee metamorfoosiasteen alenemista vihreäliuskefasieykseen. Sama tutkija on myös todennut metamorfoosiasteen alenevan länttä kohti tultaessa sanotulle seudulle idästä karttalehden ulkopuolelta.

Kitisen länsipuolella kartta-alueella 3713 Al-riikkaissa liuskeissa ei ole tavattu varsinaisia Al-mineraaleja — lukuun ottamatta muutamia tapauksia alueen lounaisosassa. Niissä ei ole tavattu myöskään kloritoidia. Kun näissä liuskeissa on kloriittia, serisiittia ja epidootia ja niiden plagioklaasin koostumus on joskus albiittia, mutta enimmäkseen oligoklaasia, ovat ne metamorfoituneet korkea-asteisen vihreäliuskefasieyksen olosuhteissa. Alueen lounaiskulmaa lähenevän jakson eteläosassa (01) andalusiitin ja kordieriitin esiintyminen viittaavat liikuntojen jälkeen tapahtuneeseen kontaktimetamorfiseen vaikutukseen.

Vaalajärven seudulla (3713 02—03) amfiboliitti, kiillegneissi sekä täysin uudestikiteytynyt kvartsiitti niiden länsipuolella kuuluvat mineraalikoostumustensa puolesta selvästi amfiboliittifasiykseen.

Lehdellä 3714 vihreäkivikompleksissa esiintyvät mineraaliseurueet osoittavat metamorfoosia vihreäliuskefasieyksessä. Biotiitin ja sarvivälkkeen esiintyminen paikoin yhdessä albiitin kanssa viittaa amfiboliittifasiykseen tai korkea-asteiseen vihreäliuskefasieykseen (vrt. Turner 1981, 351).

Vihreäkivikompleksin pohjoispuolella näyttää metamorfoosiaste jälleen kasvavan. Sitä osoittavat lehdillä 06 ja 09 kiilleliuskeiden Al-mineraalit staurolitti ja kyaniitti sekä mahdollisesti granaatti, vaikka viimeksi mainitun koostumusta ei ole selvitettykään.

## MALMIMINERALISAATIOITA JA VIITTEITÄ TEOLLISUUDEN RAAKA-AINEIKSI

Suoritetun kartoitustyön aikana ei ole löytynyt uusia malmiaiheita. Vanhastaan tunnettuja ovat vihreäkivikompleksiin liittyvät talkki-, serpentiini- ja rautamalmiaiheet sekä vähäiset kiisumalmimineraalisaatiot mustaliuskeiden ja emäksisten intruusioiden yhteydessä. Niitä on myös useampien yhtiöiden toimesta tutkittu.

Kivilajikarttojen valmistumisen jälkeen on GTL:n malmiosasto tavoittanut kairauksilla Koitelaisen gabroon liittyvän laajan kromimalmiesiintymän myös lehden 3714 alueella sen koilliskulmassa.

GTL:n teollisuusmineraaliryhmä on kartoittanut Al-rikkaita liuskeita lehden 3713 alueella laajemman Keski-Lapin alumiiniumsilikaattitutkimuksen puitteissa. Al-rikasta fylliittiä on Paraisten Kalkki Oy menneinä vuosina käyttänyt Kolarin sementtitehtaallaan raaka-aineena saven asemesta sementin valmistuksessa. Sitä on louhittu pienestä louhoksesta Mantovaarassa Sodankylän kirkolta itään.

## RETKEILYKOHTEITA

Lehti 3713:

Porttikoski (07 D,  $x = 7467,6$ ,  $y = 487,2$ ). Kitisen varrella ”vanhaa pohjaa”, gneissirakenteista granodioriittia.

Orakoski (08 C,  $x = 7472,0$ ,  $y = 486,0$ ). Arkoosikvartsiittia, Orakosken tyyppiä.

Martinvaara (11 A,  $x = 7471,6$ ,  $y = 494,2$ ). Orakosken tyyppistä arkoosikvartsiittia ja sen päälle sijoittuvana Al-rikasta fylliittiä.

Kommattilampi (09 C,  $x = 7482,2$ ,  $y = 487,4$ ). Fylliittiä, jossa andalusiitti- ja staurolitiittiporfyroblasteja (kuva 7).

Sodankylän pappila, Kitisen ranta (09 A,  $x = 7480,0$ ,  $y = 482,9$ ) Skapoliittipitoista kiilleliusketta.

Lehti 3714:

Sattanen, Kitisen ranta (07 A,  $x = 7490,0$ ,  $y = 484,7$ ). Amfiboliliusketta, jossa karbonaattisulkeumia (kuva 12).

Kotajärvi (11 A,  $x = 7500,16$ ,  $y = 493,40$ ). Tuffiittia (kuva 11).

Kitisen ranta (11 A,  $x = 7504,98$ ,  $y = 491,66$ ). Agglomeraattirakennetta ultraemäksisessä vulkaniitissa (kuva 9).

Kota-Vanttioselkä (08 C,  $x = 7502,12$ ,  $y = 485,48$ ). Tyynylaavarakennetta ultraemäksisessä vulkaniitissa (kuva 10).

Vanttion Kotavaara (08 A—C,  $x = 7503,7$ ,  $y = 484,9$ ). Ultraemäksistä (ruskea rapautumispinta) ja emäksistä (vihreä rapautumispinta) vulkaanista ainesta rinnatusten.

### Summary:

## PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE SODANKYLÄ AND SATTANEN MAP-SHEET AREAS

### Introduction

The region contained in the foregoing map sheets is located in the central part of Finnish Lapland (see the map sheet division on the back cover) approximately 150 km north of Rovaniemi. Previously, it was mapped by Erkki Mikkola (1937, 1941) as part of Map Sheet C 7 on the scale of 1 : 400 000.

Most of the rocks occurring in the region belong to the schist sequence of central Lapland, which runs from the Salla area in the southeast to the Enontekiö area in the northwest. In the region shown on the map, the schist sequence includes quartzites, phyllites, mica schists and mica gneisses as well as rocks of volcanic origin belonging to and possibly even antedating the greenstone formation of Kitilä. All the granodiorites with a gneissic structure evidently represent the floor of the deposition of the schist sequence.

In the northeastern corner of the area included in the map (3714) is located a small portion of the Koitelainen gabbro massif. On the southern side of the schist sequence, there extends the broad granite area of central Lapland, the material of which is partially granodioritic.

### Supracrustal rocks

The quartzites are mainly arkose or sericite quartzites or their transitional varieties (Table 1). The structure is most commonly clastic (Figs. 3 and 5) and in some cases exhibits granularity produced during movements. Completely recrystallized granoblastic quartzite occurs in places in the marginal zones of the schist sequence in the neighborhood of the southwestern granite-granodiorite formation of area 3713 as well as in the northern part of area 3714. On the southwestern side of the latter part (01, 02), a conglomerate with rock fragments from the basement complex joins the quartzite formation of Kaarestunturi. Another conglome-

rate, located in area 3713 10 B (Huhtakumpu) on the map, contains as cobbles only veined quartz, and it is merely an intercalation in the quartzite. In some places, there occur impure intercalations containing hornblende (Fig. 4) and other dark minerals, carbonate, etc.

The sericite schists are fine-grained, gray rocks, over half the content of which is sericite and muscovite, the remainder being quartz, biotite, chlorite and plagioclase. A characteristic feature is the occurrence of biotite in the form of heaps of flakes resembling porphyroblasts, which appear on the surface of the rock as black specks 0.5—1 mm in diameter.

For the most part, the areas marked blue comprise aluminumrich phyllites, mica schists and mica gneisses, which contain as porphyroblasts andalusite, kyanite and staurolite, present prominently in the most metamorphosed portions (Fig. 7). In addition, also plagioclase ( $An_{30-40}$ ) occurs as small, roundish porphyroblasts of extraneous form. The basic mass consists of sericite, chlorite and quartz. Present in places is chloritoid. The mica gneisses consist of biotite, muscovite, quartz and plagioclase ( $An_{20-30}$ ). Characteristic of the rocks belonging to this group is the occurrence of magnetite as an accessory mineral in relative abundance so that all the formations of the rocks in question are clearly visible as anomalies on magnetic maps. Table 2 gives the chemical compositions of the phyllites and mica schists. The scapolite-bearing mica schist formation occurring on sheet 3713 at the location of the parish center of Sodankylä (3713 09 A) is distinctly poorer in aluminum and iron than the foregoing rocks. Plagioclase ( $An_{5-12}$ ) and biotite are its principal mineral constituents. In addition, quartz, carbonate, muscovite and potash feldspar are present as vein material and scapolite as porphyroblasts (Fig. 8).

Among the ultrabasic volcanogenic rocks, there occur both pyroclastic material with an agglomerate structure (Fig. 9) and lava material with lava structures (Fig. 10). For the most part, they are finegrained and scoriaceous rocks. Tremolite-actinolite, chlorite and serpentine are the chief minerals. In certain parts of the occurrence, the principal mineral is a green amphibole, which is accompanied by talc and chlorite. The rock is then also coarser of grain than the foregoing. Magnetite is everywhere present as an accessory mineral.

A basic, volcanogenic rock derived from lava found in association with the greenstone formation contains amphibole and albite as the principal minerals. In addition, in places there are abundant occurrences of sphene and leucoxene and in other places chlorite, epidote and carbonate. The tuffitic material (Fig. 11) varies somewhat in composition in different parts of the formation. Generally, green amphibole and albite are its main minerals; but in some places there is abundant epidote (pistacite), and elsewhere chlorite. There are also carbonate-bearing and abundantly graphite-bearing intercalations. The graphite is likely in the case of the latter to be at least partly of inorganic origin. There are also intercalations bearing amphibole in abundance as porphyroblasts (Fig. 12).

The separate volcanogenic formations marked on sheet 3713 and the amphi-

bolite in its northwestern part contain as their chief minerals green hornblende and plagioclase, which is generally richer in An than the afore-mentioned rocks of the greenstone formation on sheet 3714.

The chemical composition of the volcanogenic rocks is presented in Table 3, Nos. 17—22.

### Infracrustal rocks

The peridotites in the eastern part of sheet 3714 consist of two different types. The more numerous type occurs in nearly hypabyssal sills or dikes, which contain olivine, serpentine and chlorite as the main mineral constituents. These rocks evidently are closely associated with the ultrabasic portion of the greenstone formation. For their chemical composition, see Table 3, Nos. 23, 24.

The other type, which occurs inside a small gabbro massif at Keivitsansarvi (3714 12 C), is a true plutonic rock. Olivine and pyroxene are the predominant minerals. It is directly associated with the surrounding gabbro as its most basic portion.

The gabbros in the northeastern and eastern parts of map sheet 3714 are uralitized pyroxene gabbros, which are even- and medium-grained as well as massive or, in some instances, weakly oriented. In the western part of the region, on the north side of Vaalajärvi (3713 03, 3714 01), there occurs a medium-grained, completely uralitized gabbro with an ophitic texture. (Table 4, Nos. 25—28). The small gabbros are medium- and fine-grained hornblende gabbros, in which green hornblende and, in some instances, a conspicuously saussuritized plagioclase ( $An_{5-44}$ ) of varying composition are the principal minerals.

Among the granodiorites, the type exhibiting a gneissic structure evidently represents one of the oldest in the region included in the map. They are banded, more or less schistose or foliated rocks, the microscopic fabric of which is cataclastic. Plagioclase ( $An_{15-25}$ ) and quartz are the chief minerals. Microcline is present in varying amounts, evidently at least partly as a secondary constituent. Varying amounts of biotite, muscovite and hornblende occur in addition.

In the northeastern corner of sheet 3714, the granodiorite present in association with the gabbro represents, along with the small, separate deposit on its south side, the most acid differentiation product of the gabbro magma. Its mineral constituents are albitic plagioclase ( $An_{1-7}$ ), microcline, quartz and green hornblende, with epidote present as an alteration product. The microscopic texture is granophyric (Fig. 13).

The granodiorite in the southwestern part of sheet 3713 differs in composition very little from the closely situated granite, with which it represents one of the youngest varieties of rock in the region (Table 4, Nos. 29 and 30, and Table 5, No. 33).

The porphyritic quartz diorite met with northeast of Vaalajärvi (3713 03) contains plagioclase ( $An_{10-20}$ ) as porphyritic, idiomorphic and conspicuously zoned grains situated in a fine-grained matrix composed of plagioclase, quartz, biotite and muscovite.

The granite in the southern part of sheet 3713 is mostly a massive, medium-grained rock, but partly also porphyritic with porphyritic microcline grains measuring as much as 2 cm in diameter (Table 4, Nos. 31 and 32, and Table 5 No. 34). The microscopic fabric is granoblastic (Fig. 14). The granite in the north-western corner of the same map sheet is also of the same variety.

### Dike rocks

The hypabyssal mafic dikes at the eastern margin of area 3713 are mostly even-grained rocks resembling in composition local gabbros, but some of them are plagioclase porphyrite containing An-rich plagioclase ( $An_{75-80}$ ). The best example of the last-mentioned type is the northernmost dike (3713 12 C).

On sheet 3714, there appear with the same marking albite diabase and albitite. The former is represented by two closely situated deposits in the upper part of the sheet, at Ilmakkiselkä and on the shore of Ilmakkijärvi (3714 09 C). The rock is massive and medium-grained. In addition to albite, it contains green hornblende, quartz, epidote and titanite. The texture is hypidiomorphic or slightly ophitic. Albitites are leucocratic rocks of varying grain size. In addition to albite, they contain quartz and, in varying amounts, carbonate. They are represented by the remaining occurrences and dikes in the area of sheet 3714. In the southwestern part, this rock is closely associated with gabbro.

On sheet 3713, one of the two dikes identified as albite diabase, located about nine km to the south from the church at Sodankylä (07 C), is a medium-grained, subophitic rock, which, in addition to albite, contains quartz, chlorite and a fair abundance of opaques. The other dike, located about nine km to the west-northwest from Sodankylä (06 A), might be called albitophyre. In the rather fine-grained basic mass occur albite and quartz in the form of granophyrically intergrown porphyritic grains. Present in addition to the foregoing are biotite, muscovite and sericite. An age determination has also been made from this rock, and the age arrived at is 2132 Ma.

There occur in the Vaalajärvi area (3713 02, 03) a few quartz porphyritic dikes averaging 10 m in width, which differ from each other to some extent in composition. They contain quartz, plagioclase ( $An_{5-10}$  and in one case  $An_{20-30}$ ) as well as microcline. The matrix contains in addition biotite, muscovite and, in some places, hornblende. It is by no means certain that the dikes in question have a connection with the local granites, although in composition they do in some instances resemble each other (Table 5, No. 35).

## Stratigraphy

On the basis of the material collected in connection with the present mapping operations it is not possible to produce a consistent and reliable stratigraphic system for the schists occurring in the region. One difficulty is the scantiness of exposures in many areas of critical importance to the task involved. Probably the granodiorites with a gneissic fabric marked on both map sheets represent the sedimentation base of the schists.

Closest to the basement, quartzites are met with, and, in places, volcanic rocks. They are apparently older than the main portion of the Kittilä greenstone formation. Such are the areas marked in green in the eastern and southeastern parts of map sheet 3713 as well as, possibly, the amphibolite in the northwestern part of the same sheet. On top of them lie quartzites and Al-rich schists. All these are evidently situated underneath the greenstone formation of Kittilä. The quartzite formation of Kaarestunturi, in the southwestern part of sheet 3714, again, is situated on top of the greenstone and represents probably the youngest rocks of sedimentary origin in the region.

The gabbro of Koitelainen in the northeastern part of the area included in map sheet 3714 penetrates the rocks of the greenstone formation. According to age determinations made outside the (map-sheet) area, the radiometric age of the zircon from the Koitelainen gabbro is 2435 Ma (Puustinen 1977). The rest of the gabbros in the region contained in the map appear to belong to a younger age group. Also belonging to it are evidently all the albite diabases and albitites. An age determination was made of the gabbro N of (lake) Vaalajärvi. This age (2220 Ma) appears in Table 6 and on the diagram in Fig. 16 (A892-Haaskalehto). The age of an albite diabase dike occurring some nine kilometers to the west-northwest from the Sodankylä church is given in Table 6 (A841-Pittiövaara). In addition, outside the eastern margins of the map sheets, ages have been determined (Patchett *et al.* 1981) for a couple of gabbros located partly inside the map-sheet areas. One of them (A900-Rantavaara) is  $2130 \pm 30$  Ma. This gabbro occurs inside map sheet area 3714 in its SE-corner. The other (A820-Rovasvaara) is  $2060 \pm 2$  Ma old, and this gabbro is located at the eastern margin of map-sheet area 3713 SE of Orajärvi.

The youngest formations are represented by the granites marked on sheet 3713, but no age determinations have as yet been made of them.

## Metamorphism

Metamorphism has taken place in the southern part of the region surveyed, in the area of map sheet 3713, mainly in the amphibolite facies. Shifting northward to sheet 3714 and the area of the greenstone complex, the degree of metamorphism lowers to the green schist facies. Farther north, close to the northern margin of the



region included in the map, it again commences to rise. Besides the regional metamorphism, there can be perceived the influence of local contact metamorphoses.

### **Ore mineralization**

No new ore prospects of economic importance have been discovered during the mapping operations. Previously known are the talc, serpentine and iron ore prospects connected with the greenstone complex as well as the minor pyrites-ore mineralizations associated with black schists and basic intrusions. These have been investigated too.

Since the completion of the geological maps, the Exploration Department of the Geological Survey of Finland has discovered an extensive chromium-ore deposit associated with the gabbro that runs over into the area included in map sheet 3714.

The aluminum-rich schists of the region have been mapped by the Geological Survey, in the framework of a broader aluminum silicate survey conducted in central Finnish Lapland. The phyllite belonging to the category of industrial minerals under investigation has been used by the Paraisten Kalkki (Partek) company for years as a raw material at its cement works at Kolari in lieu of clay in the production of cement.

## KIRJALLISUUTTA — LITERATURE

- Alapieti, Tuomo, 1981. Silikaattianalyysien käytöstä kivilajien luokittelussa. *Geologi* 33, (4—5), 53—56.
- Arndt, N. T., Naldrett, A. J., & Pyke, D. R., 1977. Komatiitic and ironrich tholeiitic lavas of Munro Township, Northeast Ontario. *J. Petrol.* 18, 319—369.
- De la Roche, H., Leterrier, P., Grandclaude, P. & Marchal, M., 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using  $R_1R_2$  — diagram and majorelement analyses — its relationship with current nomenclature. *Chem. Geol.* 29, 183—210.
- Hanski, Eero, 1979. Komatiitit ja tholeiittiset vulkaniitit Siivikkovaaran alueella Kuhmon arkeaisella vihreäkivivyöhykkeellä. Oulun yliopisto, Kuhmon-Kittilän malmiprojektit, rap. 15, 106 s.
- Inkinen, Osmo, 1971. Oraniemen alue. Raportti 001/3713, 731/I/71. Julkaisematon. Outokumpu Oy:n malminetsintäarkisto, Espoo.
- Isomaa, Jorma, 1978. Keski-Lapin liuskemuodostuma Petkulan alueella Sodankylän pohjoispuolella. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Oulun yliopiston geologian laitos.
- Kallio, M., Kärkkäinen, N. & Sarapää, O., 1980. Keski-Lapin liuskealue Itä-Kittilän ja Länsi-Sodankylän osalta. Oulun yliopisto, Kuhmon ja Kittilän malmiprojektit, rap. 28—30.
- Kinnunen, Aulis, 1974. Keski-Lapin liuskealue Sodankylässä Rajalan kylän ympäristössä. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Oulun yliopiston geologian laitos.
- Mielikäinen, Pekka, 1979. Kallioperäkartta — Pre-Quaternary rocks. Suomen geologinen yleiskartta, 1 : 100 000. Lehti 3642 — Pelkosenniemi.
- Mikkola, Erkki, 1937. Kivilajikartta — Pre-Quaternary Rocks, Lehti — Sheet C 7, Sodankylä. Suomen geologinen yleiskartta, 1 : 400 000.
- Mikkola, Erkki, 1941. Kivilajikartan selitys — Explanation to the map of rocks. Lehdet — Sheets B 7 — C 7 — D 7, Muonio — Sodankylä — Tuusajoki. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000. 286 s.
- Mutanen, Tapani, 1976. Komatiites and komatiite provinces in Finland. *Geologi* 28 (4—5), 49—56.
- Paakkola, Juhani, 1971. The volcanic complex and associated manganiferous iron formation of the Porkonen—Pahtavaara area in Finnish Lapland. *Bull. Comm. Géol. Finlande* 247. 83 s.
- Patchett, P. J., Kouvo, O., Hedge, C. E. & Tatsumoto, M., 1981. Evolution of continental crust and mantle heterogeneity: evidence from Hf isotopes. *Contrib. Mineral. Petrol.* 78, 279—297.
- Puustinen, Kauko, 1977. Exploration in the northeast region of the Koitelainen gabbro complex. Sodankylä, Finnish Lapland. In (ed. by) GR Davis *Prospecting in areas of glaciated terrain*. Inst. Min. Met., London, 6—13.
- Rankama, K., 1939. On the composition of the residue from silica in rock-analysis. *Bull. Comm. Géol. Finlande* 126, 3—35.
- Rask, Markku, 1978. Kivilajeista ja metapeliittien progressiivisesta metamorfoosista Sodankylän Kelujärven alueella Keski-Lapissa. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopiston geologian laitos.

- Räsänen, Jorma, 1977. Kaarestunturi-muodostuma ja sen stratigrafinen sijainti Keski-Lapin liuskejaksoissa. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopiston geologian laitos.
- Saverikko, Matti, 1977. Oraniemen liuskeiden kerrosjärjestys. Julkaisematon pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopiston geologian laitos.
- Silvennoinen, A., Honkamo, M., Juopperi, H., Lehtonen, M., Mielikäinen, P., Perttunen, V., Rastas, P., Räsänen, J., & Väänänen, J. 1980. Finland. Main features of the stratigraphy of North Finland. In Jatulian geology in the eastern part of the Baltic shield. 153—162. Proceedings of a Finnish-Soviet Symposium held in Finland 21st — 26th August 1979, ed. by Ahti Silvennoinen. The Committee for Scientific and Technical Co-operation between Finland and the Soviet Union, Rovaniemi 1980.
- Streckeisen, A. & Le Maitre, R. W. 1979. A chemical approximation to the modal QAPF classification of the igneous rocks. N. Jb. Miner. Abh. 136, 169—206.
- Turner, Fr. J., 1981. Metamorphic petrology. 2nd edition Hemisphere Publ., Washington, 524 s.
- Turner, Fr. J. & Verhoogen, J., 1960. Igneous and metamorphic Petrology. Second edition. McGraw-Hill, New York, 694 s.
- Vormisto, Kauno, 1968. Tutkimusraportti I. Sodankylä, Oraniemen alue, Sdk/8. Julkaisematon rap. 020/3713, 3731Kv/68, Outokumpu Oy:n malminetsintäarkisto, Rovaniemi.

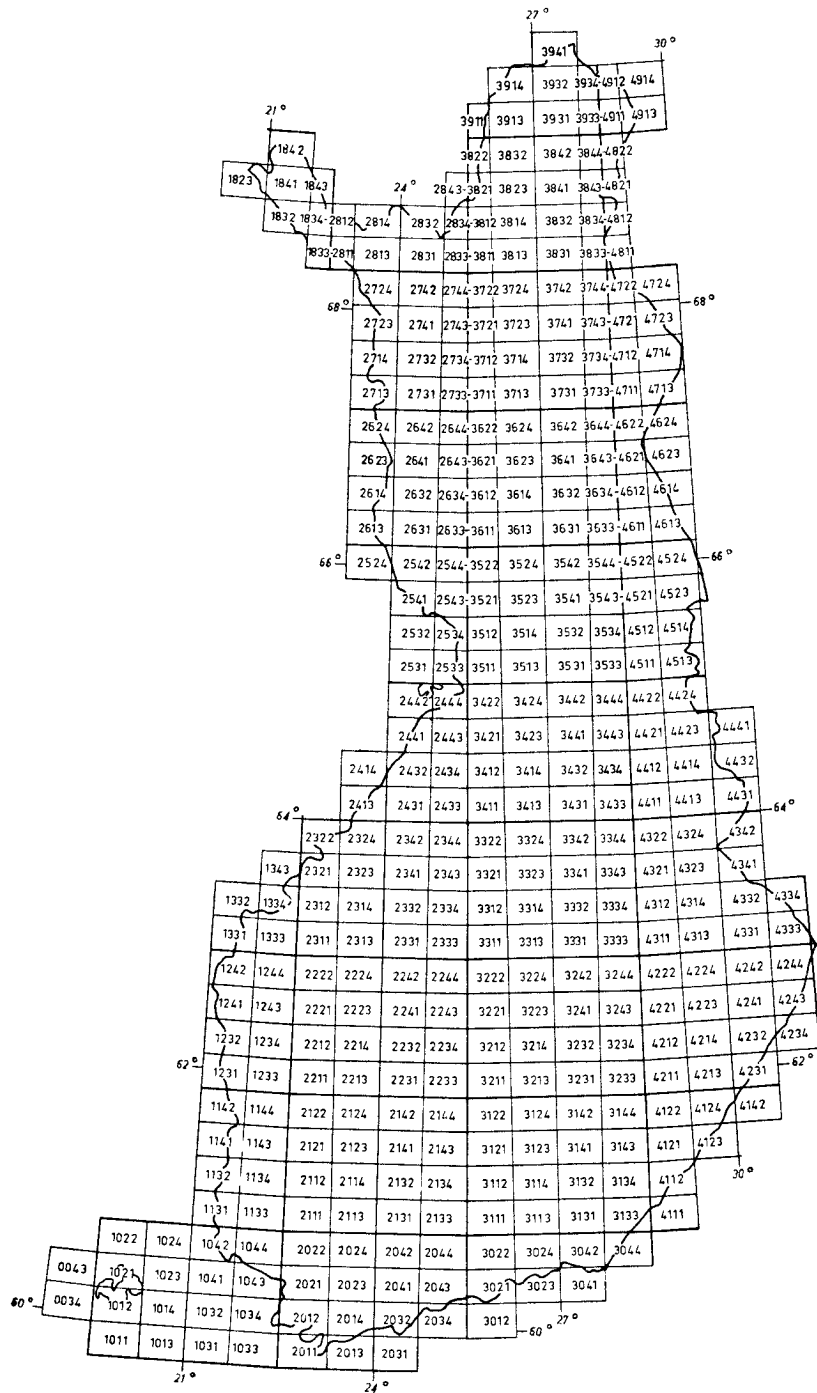
**Julkaistut kallioperäkartat (1:100 000) ja selitykset (\*)**  
Published maps of pre-Quaternary rocks (1:100 000) and explanations (\*)

1. 4. 1983

- |                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| *0034+0043 Signilskär. 1978.   | *2443 Paavola. 1959.         |
| 1011 Lågskär. 1978.            | 2541 Kemi. 1972.             |
| *1012 Maarianhamina. 1979.     | 2542+2524 Karunki. 1972.     |
| 1013 Kökar 1981.               | 2543 Simo. 1975.             |
| 1014 Föglö. 1980.              | 2544 Runkaus. 1971.          |
| *1021 Geta. 1978.              | 2714 Kihlanki 1981.          |
| *1023 Kumlinge. 1978.          | 2723 Muonio. 1980.           |
| *1033 Nötö. 1954.              | 3012 Pellinki. 1965.         |
| 1034 Nagu. 1973.               | 3021 Porvoo. 1964.           |
| *1242 Korsnäs. 1960.           | *3022 Lapinjärvi. 1962.      |
| 1343 Vexala 1981.              | 3023+3014 Kotka. 1970.       |
| 2011 Hanko. 1970.              | 3024 Karhula. 1965.          |
| 2012 Perniö. 1955.             | 3041 Haapasaari. 1972.       |
| 2013 Jussarö. 1973.            | 3042 Hamina. 1973.           |
| *2021 Salo. 1955.              | 3044 Vaalimaa. 1979.         |
| *2022 Marttila. 1957.          | *3111 Lahti. 1964.           |
| *2023 Suomusjärvi. 1955.       | *3112 Heinola. 1970.         |
| *2024 Somero. 1955.            | 3113 Kouvola. 1963.          |
| *2032 Siuntio. 1960.           | 3114 Vuohijärvi. 1969.       |
| 2034 Helsinki. 1967.           | *3121 Sysmä. 1977.           |
| *2042 Karkkila. 1953.          | 3122 Joutsa. 1982.           |
| *2043 Kerava. 1969.            | *3123 Mäntyharju. 1978.      |
| *2044 Riihimäki. 1956.         | 3131 Luumäki. 1975.          |
| *2111 Loimaa. 1953.            | *3132 Savitaipale. 1965.     |
| *2112 Huittinen. 1976.         | 3133 Ylämaa. 1979.           |
| *2113 Forssa. 1954.            | *3134 Lappeenranta. 1964.    |
| *2114 Toijala. 1973.           | *3142 Mikkeli. 1980.         |
| *2121 Vammala. 1967.           | *3144 Sulkava. 1966.         |
| *2122 Ikaalinen. 1952.         | 3232 Pieksämäki. 1971.       |
| *2123 Tampere. 1961.           | 3233 Rantasalmi. 1973.       |
| *2124 Viljakkala—Teisko. 1953. | 3234 Varkaus. 1980.          |
| *2131 Hämeenlinna. 1949.       | *3311 Viitasaari. 1966.      |
| *2132 Valkeakoski. 1970.       | *3312 Pihtipudas. 1969.      |
| *2133 Kärkölä. 1961.           | *3314 Pielavesi. 1977.       |
| *2134 Lammi. 1964.             | *3323 Kiuruvesi. 1977.       |
| *2141 Kangasala. 1964.         | 3334 Nilsia 1981.            |
| 2143 Padasjoki. 1971.          | 3433 Sotkamo 1981.           |
| 2144 Kaipola. 1973.            | 3531 Jonku. 1977.            |
| *2213 Kuru. 1960.              | 3541 Rytinki. 1979.          |
| *2214 Virrat. 1965.            | 3543 Loukusa. 1980.          |
| 2222 Seinäjoki. 1961.          | 3642 Pelkosenniemi. 1979.    |
| 2223 Alavus. 1970.             | 3643 Kursu. 1967.            |
| 2224 Kuortane. 1971.           | 3713 Sodankylä. 1979.        |
| 2231 Mänttä. 1976.             | 3714 Sattanen. 1980.         |
| *2232 Keuruu. 1963.            | 4112+4111 Imatra. 1966.      |
| 2241 Ähtäri. 1970.             | *4123+4114 Parikkala. 1982.  |
| 2313 Alajärvi. 1979.           | *4124+4142 Punkaharju. 1980. |
| 2321 Pietarsaari 1981.         | *4213 Kerimäki. 1975.        |
| 2322 Kokkola. 1980.            | *4222 Outokumpu. 1971.       |
| 2323 Kaustinen. 1971.          | *4224 Kontiolahti. 1971.     |
| *2324 Kannus. 1961.            | *4231 Kitee. 1973.           |
| 2332 Perho. 1976.              | *4232+4234 Tohmajärvi. 1967. |
| *2334 Kinnula. 1962.           | *4241 Kiihtelysvaara. 1971.  |
| *2341 Lestijärvi. 1964.        | 4243 Oskajärvi. 1975.        |
| *2342 Sievi. 1962.             | 4244 Ilomantsi. 1973.        |
| *2343 Reisjärvi. 1963.         | *4311 Sivakkavaara. 1971.    |
| *2344 Nivala. 1962.            | 4411 Ontojoki. 1976.         |
| *2413 Kalajoki. 1955.          | 4412 Hiisijärvi. 1973.       |
| *2431 Ylivieska. 1955.         | 4413 Kuhmo. 1978.            |
| *2432 Pyhäjoki. 1957.          | 4524+4542 Kuusamo. 1973.     |
| *2433 Haapavesi. 1958.         | 4613 Rukatunturi. 1982.      |
| *2434 Vihanti. 1958.           | 4621+4623 Salla. 1967.       |
| *2441 Raahе. 1959.             |                              |

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:

Maanmittaushallituksen kartanmyynti,  
Eteläesplanadi 4, SF-00130 Helsinki 13



Karttalehtijako 1 : 100 000  
 Map division 1 : 100 000

ISBN 951-690-176-X