

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

KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET
EXPLANATION TO THE MAPS OF
PRE-QUATERNARY ROCKS

LEHTI 3323

SHEET 3323

Erkki Marttila

Kiuruveden kartta-alueen kallioperä

Summary: Pre-Quaternary rocks of the
Kiuruvesi map-sheet area



GEOLOGINEN TUTKIMUSLAITOS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1981

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

Kallioperäkarttojen selitykset, Lehti 3323
Explanation to the maps of pre-Quaternary rocks, Sheet 3323

Erkki Marttila

KIURUVEDEN KARTTA-ALUEEN KALLIOPERÄ

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kiuruvesi map-sheet area

Geologinen tutkimuslaitos — Geological Survey of Finland
Espoo 1981

Marttila, E. 1981. Kiuruveden kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kiuruvesi map-sheet area. *Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, Kallioperäkartan selitykset, 3323 Kiuruvesi.* 48 pages, 20 figures and 5 tables.

The area of the Kiuruvesi map sheet in Central Finland comprises rocks of the Precambrian basement complex and the Svecokarelidic orogenic belt.

The oldest rocks in the area are para- and orthogneisses of the basement complex. The complex constitutes a depositional basement for the volcanic rock sequence with basic lavas, agglomerates, amphibolites and leptites. The volcanogeneous rocks grade into sedimentogeneous rocks, mica gneisses and hornblende gneisses. Owing to tectonic block movements, both sequences have in many places undergone intensive high-grade metamorphism. The cordierite-bearing rocks may be considered to have derived from these volcanites and pelites containing some volcanic material.

The orogeny was marked by the emplacement of synorogenic hypersthene-bearing dioritic rocks and purely intrusive late orogenic granites.

A younger sedimentary sequence, composed of the erosion product of earlier rocks, begins with conglomerates that grade upwards into greywackes and pelitic sediments. This sequence is metamorphosed into the schists.

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

Key words: metamorphism, cordierite, stratigraphy, basement, volcanic rocks, igneous rocks, dikes, Precambrian, Finland.

Erkki Marttila, Institute of geology and mineralogy, University of Turku, SF-20500 Turku 50, Finland.

ISBN 951-690-148-4

Helsinki 1981. Valtion painatuskeskus

SISÄLTÖ — CONTENTS

Tutkimusvaiheet	5
Kallioperän yleispiirteet	7
Pintakivilajit	8
Yleistä	8
Kiilleliuskeet	8
Biotiitti- ja sarvivälkepitoiset kiillegneissit sekä suonigneissit	9
Sarvivälkegneissit	10
Mustaliuskeet ja grafiittipitoiset gneissit	11
Konglomeraatti	11
Karsi- ja kalkkikivet	13
Laavakivet	14
Pyroklastiset kivilajit	17
Kordieriittipitoiset kivilajit	23
Syvä- ja syväkivimäiset kivilajit	27
Yleistä	27
Ultraemäksiset ja emäksiset syväkivilajit	29
Dioriitit ja kvartsidioriitit	29
Graniitit ja granodioriitit	31
Pohjagneissikompleksi	33
Juonikivilajit	34
Ofiittiset gabrot ja diabaasit	34
Pegmatiitti- ja apliittijuonet	35
Kallioperän stratigrafia, rakenne ja metamorfoituminen	36
Kallioperän stratigrafia ja rakenne	36
Metamorfoosi	38
Taloudellisia aiheita	38
Malmiaiheita	38
Teollisuusmineraaleja ja rakennuskiviä	39
Ekskursiokohteita	40

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kiuruvesi map-sheet area	42
Introduction	42
Supracrustal rocks	42
Cordierite-bearing rocks	43
Infracrustal rocks	44
Basement gneiss complex	44
Dike rocks	44
Stratigraphy, structures and metamorphism	45
Ore mineralization	46
Kirjallisuutta — Literature	47

TUTKIMUSVAIHEET

Suomen kantakartaston Kiuruveden 3323 kartta-alue kuuluu Ylä-Savoon ja käsittää pääosan Kiuruveden ja osia Pielaveden, Pyhäjärven Ol. ja Vieremän kunnista sekä Iisalmen kaupungista.

Kartta-alueella on aikaisemminkin suoritettu geologista kartoitusta. Mäkinen (1916) on tutkimuksessaan julkaissut 1 : 800 000 -mittakaavaisen Keski-Pohjanmaan geologisen kartan, mihin Kiuruveden kartta-alueesta kuuluu suurin osa. 1 : 400 000 -mittakaavaisilla kivilajikartoilla alueen pohjoisosa on Kajaanin karttalehdellä (Wilkman 1929, 1931) ja eteläosa Kuopion karttalehdellä (Wilkman 1935, 1938).

Kiuruveden kartta-alueella suoritettujen malminetsintöjen yhteydessä on varsinkin Outokumpu Oy:n Malminetsinnän toimesta tehty geologisia tutkimuksia ja laadittu detaljikarttoja ja tutkimusraportteja (mm. Helovuori 1962), pro gradu -tutkielmia (Talvitie 1959, Marjonen 1965, Parkkinen 1966, Nikander 1976 ja Karvinen 1978) ja useita tutkimusjulkaisuja (Savolahti 1965, 1966, Savolahti & Marjonen 1966, Gaál *et al.* 1973, Marttila 1976a, 1976b, Huhtala *et al.* 1978 ja Huhtala 1979).

Outokumpu Oy:n Malminetsinnän kesäapulaisina ovat edellä mainittujen lisäksi toimineet lyhyemmän tai pitemmän ajan kartoitustehtävissä Heikki Kauppinen, Taisto Kukonlehto, Erkki Rantala, Jaakko Rimminen ja Eero Rintala. Oulun yliopiston opiskelija, luonnontieteen kandidaatti Eero Rintala työskenteli alueella 1967—69 valmistellen pro gradu -tutkielmaansa Aittojärven—Niemisjärven ympäristöstä. Työ jäi kuitenkin kesken Rintalan kuoltua auto-onnettomuudessa v. 1970. Paikallisena alueen tuntijana ja Outokumpu Oy:n pitkäaikaisena työntekijänä malminetsijä Kalle Kainulaisen apu kotipaikkakuntansa geologisissa tutkimuksissa on ollut myös merkittävä. Kaikkia edellä mainittujen geologisia havaintoja olen käyttänyt tutkimuksissani ja Kiuruveden kallioperäkarttaa (Marttila 1977) ja tätä selitystä laatiessani.

Väitöskirjassani »Evolution of the Precambrian volcanic complex in the Kiuruvesi area, Finland» (Marttila 1976a) olen jo yksityiskohtaisesti kuvannut kartta-alueen kivilajit ja niiden synnyn, tektoniikan, stratigrafian, malmimineralisaatiot ja Kiuruveden alueen geologisen kehityksen. Tässä Kiuruveden kallioperäkartan selityksessä kuvaankin vain suppeasti alueen kivilajit, tektoniikan ja stratigrafian ottaen kuitenkin huomioon uusien tutkimusten tulokset.

Vuonna 1977 ilmestyneen Kiuruveden kallioperäkarttalehden on piirtänyt puhtaaksi pääkartanpiirtäjä Elsa Järvimäki. Outokumpu Oy:n Malminetsinnän kemisti

Irja Rautiainen on määrittänyt taulukoiden 1 (analyysit 1—8), 2 (analyysit 1—5), 3 (analyysit 1—7) ja 4 (analyysit 1—3) SiO_2 -, TiO_2 -, Al_2O_3 -, Fe_2O_3 -, FeO -, MnO -, P_2O_5 -, H_2O^+ - ja H_2O^- - pitoisuudet sekä hivenaineet Cu, Zn, Ni, Pb ja S. Edellä mainittujen alalyysien MgO, CaO, Na_2O ja K_2O määritykset ovat allekirjoittaneen tekemät. Kaikille karttalehtityössäni avustaneille esitän parhaat kiitokseni.

Turussa 28. 11. 1980

Erkki Marttila

KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

Kiuruveden kartta-alueen kallioperä on arkeisen kratonin ja svekokarjalaisen vuorijonovyöhykkeen raja-alueella, ns. Savon liuskejakson luoteisosassa (Väyrynen 1954, s. 154; Marttila 1976a, s. 6; Simonen *et al.* 1978, s. 10; Simonen 1980, s. 11). Sen kallioperälle antaa oman leimansa Laatokka—Perämeri-suuntainen murtumavyöhyke (Talvitie 1977), jonka kivilajeissa on voimakkaita metamorfoosin aiheuttamia muutoksia, kuten osittaista ja täydellistä sulamista sekä uudelleenkiteytymistä (Marttila 1976a, s. 99). Kallioperän särkyneisyys ja lohkoutuminen murtumavyöhykkeessä näkyy mm. melko suoraviivaisina laaksoina, joki- ja järvirikkautena sekä kivilajien breksiarakenteina ja kallioperää leikkaavina juonikivinä. Vieremän—Haajaisten kiilleliuske-konglomeraattisarja on metamorfoitunut sitä vastoin heikosti. Muualla kartta-alueella ovat kiillegneissit, suonigneissiset migmatiitit ja keskirakeiset gneissit valitsevia.



Kuva 1. Pyrokseenigraniittista kallioselännettä.

Fig. 1. Pyroxene granitic rocky terrain.

Jokimäen pohjoisosa—The Northern part of Jokimäki, Salmenkylä, Kiuruvesi,
x = 7040,94 y = 481,70

Hyvä paljastuneisuus varsinkin karttalehden keskialueella johtunee syväkivien runsaudesta. Pyrokseeni- ja porfyrygraniitit muodostavat ympäristöään korkeampia seläniteitä (kuva 1). Myös pohjagneissikompleksin keskirakeiset gneissit ovat kestäneet kulutusta liuskeita ja hienorakeisia gneissejä paremmin ja jääneet avokallioina maa-kerrosten yläpuolelle.

Kartta-alueelle ovat tyypillisiä vulkaanista alkuperää olevat kivilajit primaarirakenteensa säilyttäneistä tyyny-laavoista pyroklastisiin liuskeisiin. Tällaisten alueiden — lohkojen — sisäosissa metamorfoosiaste on korkein pyrokseenipitoisine kivilajeineen. Niiden reuna-alueilla sijaitsevat isoina massoina intrudoituneet karkearakeiset pyrokseeni- ja porfyrygraniitit. Kordieriiittipitoiset kivilajit ovat lohkojen väleissä ja intrusiivikivien kontaktivyöhykkeissä.

PINTAKIVILAJIT

Yleistä

Suurin osa alueen kallioperästä on sedimenttistä ja vulkaanista alkuperää olevia kivilajeja. Sedimenttipäiset kivilajit ovat pääasiassa peliittistä, psammiittista ja psefiittistä aineksista metamorfoituneita, kuten kiilleliuskeita, biotiitti- ja sarvivälkepitaisia kiillegneissejä, suonigneissejä, sarvivälkegneissejä ja konglomeraatteja. Niiden joukossa on ollut ohuina kerroksina mätäliejua ja kalkkipitoisuutta. Ne ovat nyt mustaliuskeina ja grafiittipitoisina gneisseinä sekä kalkkisilikaattipitoisina raitoina gneisseissä ja vulkaniiteissa.

Vulkaanisia kivilajeja on alle kilometrin levyisinä epäyhtenäisinä jaksoina eri puolilla aluetta. Näihin kivilajeihin kuuluu emäksisiä laavakiviä, pyroklastisia kivilajeja kuten agglomeraatteja, emäksisiä ja intermediaarisia tuffiliuskeita (amfiboliitteja, uraliitti- ja plagioklaasiporfyriittejä) sekä happamia tuffi- ja tuffiittiliuskeita (leptiittejä).

Kiilleliuskeet

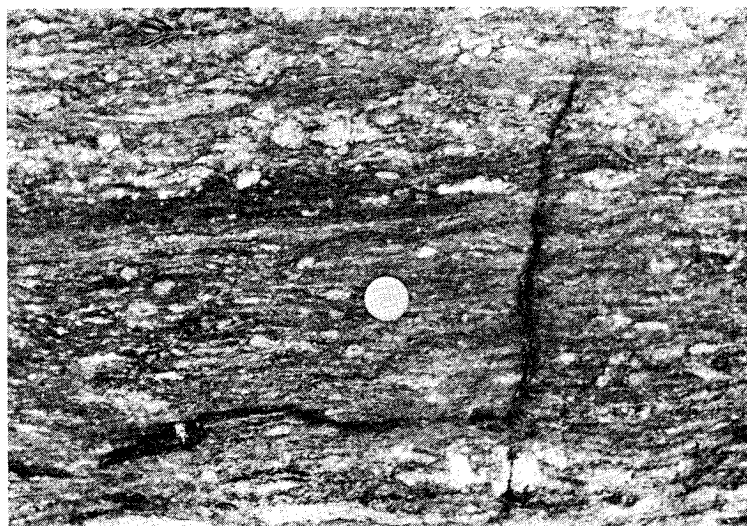
Kiilleliusketta on vain Vieremän—Haajaisten kiilleliuske-konglomeraattijaksossa. Se on hienorakeista ja selväliuskeista. Vieremälle johtavan maantien kallioliikkauksissa Petäjälässä siinä on havaittavissa 1—2 cm:n vahvuisten harmaiden psammiittisten ja 3—4 cm:n vahvuisten tummanharmaiden peliittisten kerrosten vuorottelua. Kiilleliuskeessa on myös paikoin läpimitaltaan 3—6 mm:n granaattiporfyroblasteja. Joissakin isoissa irtokivissä on 5—50 cm:n vahvuissa kerroksissa noin yhden senttimetrin pituisia staurolittiporfyroblasteja. Lohkareet saattavat olla lähtöisin paikallisesta maapeitteisestä kallioperästä tai ne ovat kulkeutuneet pohjoisesta kartta-alueen ulkopuolelta, missä on staurolittipitoista kiilleliusketta (Savolahti 1965, s. 31).

Biotiitti- ja sarvivälkepitoiset kiillegneissit sekä suonigneissit

Kiillegneissit ovat mineraalikoostumukseltaan heterogeenisiä. Ne voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) biotiittiplagioklaasigneissit
- 2) porfyroblastiset kiillegneissit ja
- 3) sarvivälkepitoiset biotiittigneissit, joissa sarvivälkkeen määrä on selvästi pienempi kuin biotiitin.

Biotiittiplagioklaasigneissit muodostavat valtaosan kiillegneisseistä. Ne ovat vaaleanharmaita, rackooltaan vaihtelevia ($\varnothing = 0,5-2$ mm), selvästi liuskeisia ja liuskeisuuden suuntaan raitaisia gneissejä. Kivessä vuorottelevat vaaleat kvartsimaasälpävaltaiset ja kapeammat tummat, runsaasti biotiittia sisältävät raidat. Happamien tuffi- ja tuffiittiliuskeiden (leptiittien) läheisyydessä biotiittiplagioklaasigneisseissä on yleensä vähän biotiittia. Kiven päämineraalit ovat deformatunut kvartsi, plagioklaasi ($An_{25}-An_{40}$), biotiitti ja paikoin kalimaasälpä, jonka määrä on kuitenkin pienempi kuin plagioklaasin. Kalimaasälpä on ristikkorakenteista mikrokliinia. Vain yhdessä näytteessä, Sulkavanjärvellä, on tavattu ortoklaasia. Aksessoreina on apatiittia, zirkonia, titaniittia, epidoottia ja muskoviittia sekä opaakkeina grafiittia ja oksidi- ja sulfidimineraaleja.



Kuva 2. Granaatti- ja sillimanüittiporfyroblasteja kiillegneississä. Rahan läpimitta 2 cm.

Fig. 2. Garnet and sillimanite porphyroblasts in mica gneiss. Diameter of coin 2 cm.

Ruotaanmäki, Iisalmi, $x = 7042,92$, $y = 499,27$.

Porfyroblastiset kiillegneissit sisältävät porfyroblasteina almandiinia ja sillimaniittia. Almandiinia on erikoisesti kordieriittipitoisten kivilajien läheisyydessä olevissa kiillegneisseissä. Kiteet ovat kooltaan 2—15 mm ja rikkonaisia. Sillimaniittia on silmin nähtävänä porfyroblasteina Pienen Sulkavanjärven ($x = 7042,75$ $y = 489,60$) ja Ruotaanmäen kiillegneisseissä (kuva 2). Mikroskooppisen pieninä porfyroblasteina sillimaniittia on lisäksi Taipaleenlahden pohjoispuolen ja Perhonsiiven alueen kiillegneisseissä. Sillimaniitin ohella on melkein aina myös almandiinia.

Sarvivälkepitoiset biotiittigneissit ovat verraten yleisiä. Sarvivälkettä biotiittigneisseissä on runsaammin amfiboliittien ja sarvivälkegneissien läheisyydessä. Sarvivälkesälöt ovat yleensä repaleisia ja niiden pleokroismi vaihtelee kellanvihreästä sinivihreään. Plagioklaasi on useimmiten hieman anortiittirikkaampaa kuin biotiittiplagioklaasigneisseissä. Epidootti on näissä gneisseissä verraten yleinen aksessori.

Biotiittiplagioklaasigneissit ja sarvivälkepitoiset biotiittigneissit ovat alkuperältään pääasiallisesti grauvalkamaisia sedimenttejä, joihin on sekoittunut pyroklastista ainesta. Porfyroblastiset kiillegneissit ovat peltiittisiä sedimenttejä, joita luonnehtii korkea Al_2O_3 -pitoisuus.

Sarvivälkegneissit

Sarvivälkegneissejä on kapeina vyöhykkeinä ja linsseinä emäksisten tuffi- ja tuffiittiliuskeiden (amfiboliittien) ja kiillegneissien yhteydessä. Selvää rajaa sarvivälkegneissien ja kiillegneissien välillä ei ole. Amfiboliittien ja sarvivälkegneissien välinen raja on myös hyvin usein vähittäinen. Relikteinä sarvivälkegneisseissä on amfiboliittisia luoroja. Rakenereliktit ovat kuitenkin usein kokonaan hävinneet migmatiittituumisen yhteydessä tapahtuneessa uudelleen kiteytymisessä.

Kvartsimaasälpääineksen erottuminen ja tunkeutuminen kapeina liuskeisuuden myötäisinä juonina ja suonina kiille- ja sarvivälkegneisseihin on synnyttänyt niihin suonigneissirakenteen (kuva 3). Suonet muodostavat usein ptygmaattisia pienoispoimuja. Gneisseissä on lisäksi monin paikoin 1—10 cm:n kvartsipahkuja sekä soikeiksi kuroutuneita tai katkenneita ja Z-muotoisiksi taipuneita kalkkisilikaattisia kerroksia (kuva 4).

Sarvivälkegneissit ovat tummanharmaita ja vihreäsävyisiä sekä selvästi suuntautuneita ja usein raitaisia, jolloin sarvivälke- ja biotiittipitoiset kerrokset vuorottelevat. Kiven raekoko vaihtelee 0,2 mm:stä 3 mm:iin. Plagioklaasi voi olla paikoin sitä suurempinakin rakeina. Päämineraalit ovat plagioklaasi ($An_{30}—An_{40}$), sarvivälke ja kvartsi. Sarvivälkkeen ohella on usein biotiittia ja kummingtoniittia. Porfyryri- ja pyrokseenigraniittien yhteydessä olevissa sarvivälkegneisseissä on tavallisesti erillisiä kalimaasälpärakeita. Aksessoreina on epidoottia, titaniittia ja opaakkia sekä monin paikoin granaattia ja omamuotoisia, pieniä apatiittikiteitä. Epidootti on tavallisesti sarvivälkkeen ja biotiitin yhteydessä pienirakeisina kasaumina. Zirkoni on harvinainen sarvivälkegneisseissä.



Kuva 3. Kiharapöimäistä suonigneissia. Laatta 15 cm.
Fig. 3. Folded and veined gneiss. Plate 15 cm.
 Salmenkylä, Kiuruvesi, x = 7041,34, y = 483,32.



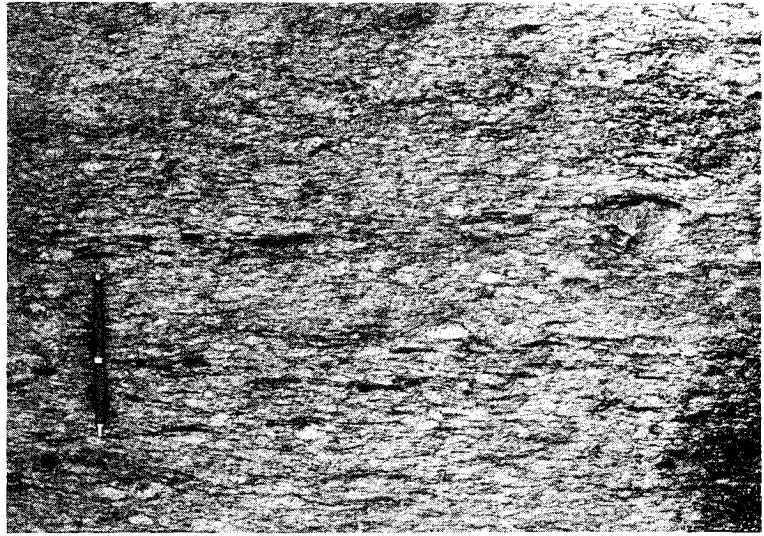
Kuva 4. Katkenneita kalkkisilikaattikerroksia migmaattisessa kiillegneississä. Numerolapun pituus 13 cm.
Fig. 4. Twisted and segregated calc-silicate layers in migmatitic mica gneiss. Length of number slip, 13 cm.
 Sulkavanjärven itäpuoli—Eastern side of Sulkavanjärvi, Kiuruvesi, x = 7040,40, y = 487,60.

Mustaliuskeet ja grafiittipitoiset gneissit

Mustaliuskeita ja grafiittipitoisia gneissejä on melko vähän. Useat niistä on todettu sähköisten häiriöiden perusteella. Mustaliuskeet ovat välikerroksina biotiitti-plagioklaasigneisseissä ja amfiboliiteissa. Mustaliuskeiden mineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, grafiitti, kalimaasälpä ja rautakiisut. Aksessoreina on apatiittia, leukoseenititaniittia, zirkonia ja muskoviitti-serisiittia. Grafiittipitoisuutta on lisäksi siellä täällä sarvivälkepitöissä kiillegneisseissä ja granaattikiillegneisseissä sekä mm. Hirvimäen luontaispuolella graniittigneisseissä.

Konglomeraatti

Vieremän—Haajaisten kiilleliuske-konglomeraattijaksossa voidaan erottaa seuraava kivilajien kerrosjärjestys ylimmästä alimpaan: kiilleliuske, grauvakkaliuske, silmägneissi tai -liuske ja konglomeraatti.



Kuva 5. Polymiktistä konglomeraattia. Kynän pituus 13 cm.

Fig. 5. Polymictic conglomerate. Length of pen 13 cm.

Haajainen, Viermä, x = 7059,40, y = 499,80.

Konglomeraatti on polymiktinen ja sisältää erilaisia kivilajifragmentteja, kvartsi- ja maasälpärakeita sekä peliittisen iskoksen (kuva 5). Kivilajifragmentit ovat kooltaan yhdestä useampaan senttimetriin ja Kiuruveden kartta-alueen pohjoispuolella yksittäisten fragmenttien koko voi olla jopa 15 cm (Wilkman 1931, s. 163; Savolahti 1965, s. 9 ja 24). Ne ovat petrograafisesti samoja kivilajeja, joita tavataan ympäristön kallio-perässä, kuten pohjagneissikompleksin apliittigraniittia ja gneissia sekä happamia tuffi- ja tuffiittiliuskeita (leptiittejä), kiillegneissejä ja -liuskeita. Konglomeraatin kivilajifragmentit ovat liuskettuneet ja valssautuneet voimakkaasti pohjagneissia vasten venymän suuntaan pitkänomaisiksi sauvoiksi. Niissä on tapahtunut lisäksi kloriittiutumista. Osa näistä fragmenteista on saattanutkin syntyä amfiboliteista. Leptiittiset liuskefragmentit ovat hienorakeisia ja tiiviitä, väriltään vaalean- ja tummanharmaita tai punertavia. Isommissa fragmenteissa on heikko raitaisuus. Kvartsi-, kalimaasälpä- ja plagioklaasirakeiden koko vaihtelee; suurimmat ovat 5–10 mm. Karkeat kvartsi- ja maasälpärakeet ovat yleensä sekoittuneet kivilajifragmenttien joukkoon, mutta muodostavat myös kerroksia konglomeraattiin psammiittisen (hiekkaisen) aineksen kanssa. Rakeet ovat paikoin deformatuneet silmämaisiksi linsseiksi. Konglomeraatti muuttuukin länsilaidallaan vähitellen voimakkaasti deformatuneeksi silmägneissiksi tai -liuskeeksi, jolla on selvä kataklastinen rakenne. Kivi muistuttaa tällöin myös myloniittia. Silmägneissin länsipuolelta alkaa harmaa grauvakkaliuske, joka koostuu särmikkäistä kvartsi- ja maasälpärakeista, siellä täällä olevista pienistä kivilajifragmenteista, hienorakeisesta kvartsi- ja maasälpä- sekä

kiillematriksesta. Kerrostumasarjan päälle sijoittunut hienoin sedimenttiaines on metamorfoitunut kiilleliuskeeksi (ks. s. 8).

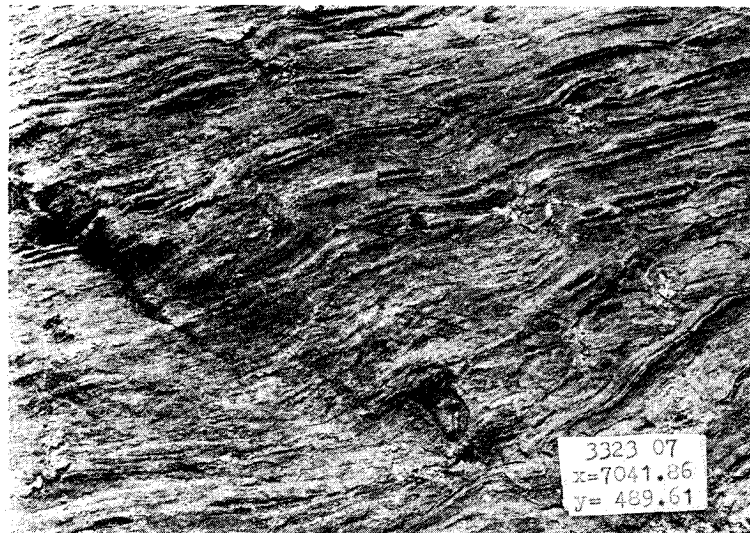
Konglomeraatti-silmäliuskekerrostuma on paljastumahavaintojen perusteella noin yhden kilometrin vahvuinen, ja koko liuskejakson leveys on noin kolme kilometriä.

Karsi- ja kalkkikivet

Kalkki- ja karsikivet liittyvät toisiinsa ja ovat kapeina kerroksina ja linsseinä lehtiä ja lehtiä yhteydessä olevissa migmatiittisissa kiillegneisseissä. Muutamien senttimetrin levyisiä karsiraitoja on vulkaanista alkuperää olevissa amfiboliiteissa. Nämä karsivälikerrokset ovat usein budinoituneet (kuva 6).

Niemiskylässä Kippolanmäen etelärinteessä ($x = 7061,20$ $y = 477,38$) on noin 30×10 metrin karsi-kalkkikivilinssi lehtiä ja amfibolisoitua sisältävässä migmatiittisessa kiillegneisissä. Wollastoniittipitoisessa metamorfoituneessa kalkkikivessä, johon liittyy raitainen karsi, on vanha, hylätty kalkkikivilouhos (Wilkman 1931, s. 49; Marttila 1976a, s. 38).

Koivujärven alueen kalkkikivi- ja karsiesiintymiä ovat kuvanneet Wilkman (1938, s. 46), Talvitie (1959), Marttila (1976a, s. 39) ja Nikander (1976, s. 47–55). Huutasaassa ja sen koillispuolisella luodolla on puhdasta kalkkikiveä näkyvässä 0,2–5 m:n vahuisina linssimäisinä kerroksina ja pahkuina karressa lehtiä ja kiillegneisissä kontaktissa. Epäpuhtaassa kalkkikivessä on kalsiitin ohella tremoliittia, kondrodiittia, diopsidia ja kloriittia. Kalsiitin määrä vaihtelee välillä 40–80 %.



Kuva 6. Budinoituneita kalkkisilikaattikerroksia amfiboliitissa. Numerolapun pituus 13 cm.

Fig. 6. Calc-silicate layers as boudinages in amphibolite. Length of number slip 13 cm.
Pieni Sulkava, Kiuruvesi, $x = 7041,86$, $y = 489,61$.

Karsikiviä esiintyy koko järvalueen vulkaanisessa jaksossa. Ne ovat diopsidi- ja tremoliittikarsia, joista edellistä on Huutsaaren lisäksi mm. Vuohensaaressa ja sen lounaispuolisilla saarilla. Koivujärven pohjoispuolella on 2–3 m:n vahvuisia karsikerroksia leptiiteissä. Karsikerrosten pinta on rosainen ja sulfidimineraalien johdosta ruosteinen. Leptiiteissä on karsiraitoja lisäksi mm. Niemisjärven länsirannalla, Lavapuron pohjoispuolella ja Jynkänjärven itärannalla, missä karsiraitoja on myös amfiboliiteissa.

Erikoinen esiintymistapa on Tommonmäen diopsidikarrella pyrokseenigraniitin ja pyrokseenikvartsidioriitin välissä Rytkenjärven kaakkoispuolella ($x = 7046,90$ $y = 481,20$). Sen karsimineraalit ovat pesäkemäisesti pieninä ryhminä ja erillisinä kiteinä plagioklaasivaltaisessa kivessä. Titaniittia on paikoin runsaasti 2–15 mm:n suuruisina omamuotoisina kiteinä. Geologisen tutkimuslaitoksen massa-analyytissä laboratoriossa on titaniitin iäksi saatu 1870 Ma (Marttila 1976a, s. 40).

Siikalahdessa Haapajärven lounaisosassa on sarvivälkegneissisiä ja amfiboliittia leikkaava 50 cm:n levyinen karsi ($x = 7046,14$ $y = 499,08$). Sen mineraalikoostumus on Tommonmäen karsikiven kaltainen.

Alueen karsikivien tyypilliset mineraalit ovat diopsidi, tremoliitti-aktinoliitti, plagioklaasi ja skapoliitti. Aksessoreja ovat titaniitti, epidootti, granaatti, sarvivälke, kloriitti ja opaakit. Skapoliitti on usein plagioklaasin muuttumistuote.

Laavakivet

Emäksisiä laavakiviä on paljastuneena Honkaperän Vantunmäessä ja Palekankaalla sekä Äyhynkorvessa. Honkaperän laavoissa on murskelaavaa (kuva 7), jonka vaaleanvihertävät tyynymäiset murskaleet ovat deformatuneet tuffikerrosten kanssa. Lisäksi niissä on tyynylaavaa. Muskalelaava sisältää runsaasti diopsidia, sarvivälkettä ja epidoottia, vähän plagioklaasia ja karbonaattia sekä aksessoreina melko runsaasti titaniittia ja hieman kvartsia. Tyynylaavoja, jotka Karvinen (1978) löysi karttalehden valmistumisen jälkeen, on Honkaperän Palekankaalla ($x = 7066,67$ $y = 465,69$) (kuva 8) ja Honkaperän tienhaaran luona vulkaniittijaksoissa ($x = 7065,14$ $y = 466,10$). Tyynyt ovat niissä hieman venyneitä ja pituudeltaan 20–50 cm. Koostumukseltaan intermediaaristen tyynyjen keskus on vaaleampaa kuin väliaines. Tyynyjä ympäröi tavallisesti sentin tai parin paksuinen ruosteinen epidootti- tai kvartsi-kuori. Tyynylaavassa on paikoin runsaasti epidoottipalloja, jotka ovat joko kokonaan muuttuneita tyynyjä tai heitteleitä. Tyynylaavojen päällä on agglomeraattia. Koko vulkaniittipatjan vahvuus Palekankaalla on 30–50 m (Karvinen 1978, s. 32).

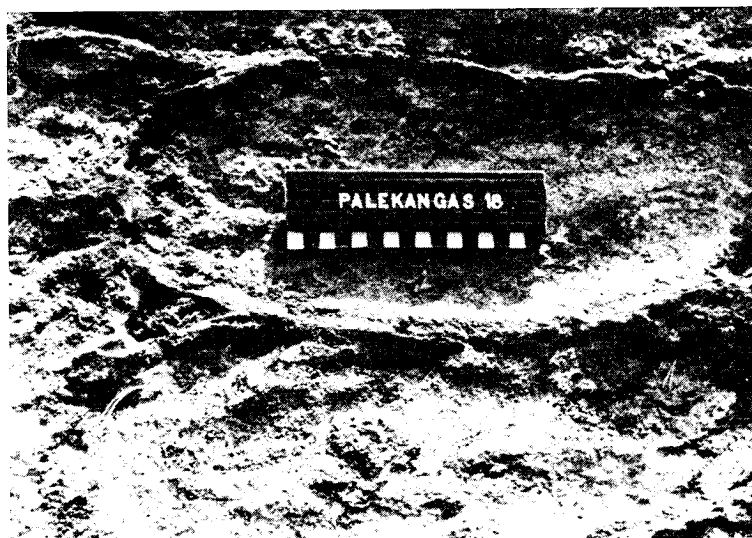
Äyhynkorven laavakivi ($x = 7068,56$ $y = 460,35$) on hienorakeinen, massa-mainen ja rapautumispinnaltaan vaalean kellanvihreä. Sen rapautumispinnassa erottuu heikosti virtausmaisia piirteitä, joissa tummat mineraalit ovat pitkänomaisina linsseinä. Kivessä on runsaasti diopsidia, epidoottia ja plagioklaasia (An_{60}) sekä aksessoreina titaniittia ja opaakkia. Kiven kemiallinen koostumus osoittaa korkeaa CaO- ja MgO-pitoisuutta ja alhaista alkali- ja alumiiniumpitoisuutta (taulukko 1, analyysi 2).



Kuva 7. Murskalclaavaa. Kynän pituus 13 cm.

Fig. 7. Fragmentary lava. Length of pen, 13 cm.

Vantunmäki, Honkapärä, Kiuruvesi, x = 7065,38, y = 466,24.



Kuva 8. Tyynylaavaa. Laatta 16 cm.

Fig. 8. Pillow lava. Plate 16 cm.

Palekangas, Honkapärä, Kiuruvesi, x = 7066,67, y = 465,69 (Foto: Karvinen 1978, kuva 14—fig. 14).

Taulukko 1. Intermediaaristen ja emäksisten vulkaniittien kemiallisia koostumuksia.
 Table 1. Chemical compositions of intermediate and basic volcanites.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
SiO ₂	53,66	50,18	51,04	50,09	47,49	53,74	48,76	51,96	54,93	51,1	48,2
TiO ₂	0,40	0,28	1,58	0,48	1,28	0,66	0,56	0,41	1,53	0,5	0,6
Al ₂ O ₃ . . .	15,20	10,03	14,20	15,40	15,03	17,92	17,59	14,87	14,43	15,2	17,4
Fe ₂ O ₃ . . .	1,36	0,99	0,90	1,84	1,02	2,02	1,26	1,60	7,11	8,5 ⁺	8,6 ⁺
FeO	6,51	8,07	12,80	7,82	11,34	6,62	9,50	7,26	7,83	—	—
MnO	0,23	0,15	0,20	0,17	0,19	0,15	0,19	0,19	0,20	0,2	0,2
MgO	7,26	8,29	5,41	8,52	7,59	3,68	7,48	7,36	4,91	6,7	7,9
CaO	10,51	18,85	8,46	10,00	11,03	7,69	10,64	11,03	5,50	10,9	11,0
Na ₂ O	3,52	0,94	2,94	3,77	2,70	4,97	2,73	3,64	3,03	1,3	2,6
K ₂ O	0,44	0,29	0,20	0,17	0,26	0,55	1,08	0,53	0,02	1,5	2,1
P ₂ O ₅	0,09	0,14	0,16	0,11	0,11	0,22	0,10	0,08	0,13	—	—
H ₂ O ⁺	0,82	0,84	1,42	1,54	1,68	1,14	1,42	1,52	0,34	—	—
H ₂ O ⁻	0,06	0,07	0,17	0,07	0,21	0,18	0,19	0,12	0,01	—	—
	100,06	99,12	99,48	99,98	99,93	99,54	101,50	100,57	99,97	95,9	98,6
Cu ppm . . .	61	110	81	42	137	87	62	2	CO ₂	0,0	
Zn ppm . . .	148	90	127	80	108	78	98	82	F	0,06	
Ni ppm . . .	78	346	82	71	135	15	95	79	Cl	0,01	
Pb ppm . . .	69	74	45	44	34	38	74	37		100,04	
S ppm	160	12 034	3 982	355	1 240	572	399	104		0,03	
									—O	100,01	
Q	—	0,14	1,53	—	—	—	—	—		15,76	
or	2,60	1,71	1,18	1,00	1,54	3,25	6,38	3,13		0,12	
ab	29,79	7,95	24,88	31,58	22,85	42,05	21,28	30,80		25,64	
an	24,37	22,29	24,96	24,60	28,12	24,96	32,55	22,67		25,71	
ne	—	—	—	0,18	—	—	0,99	—		—	
C	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
fo	0,88	—	—	10,61	8,86	0,63	10,05	6,52		—	
fa	0,57	—	—	6,81	9,41	0,73	9,41	4,58		—	
en	10,04	3,84	10,81	—	0,87	5,91	—	1,37		12,04	
fs	5,89	2,57	16,46	—	0,84	6,24	—	0,87		6,25	
wo	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
di en	6,78	16,81	2,67	6,07	5,39	2,35	4,29	7,66		0,19	
fs	3,98	11,25	4,06	3,54	5,19	2,48	3,65	4,88		0,10	
wo	11,35	29,36	6,67	10,14	10,81	4,91	8,18	13,16		0,30	
mt	1,97	1,44	1,30	2,67	1,48	2,93	1,83	2,32		10,31	
il	0,76	0,53	3,00	0,91	2,43	1,25	1,06	0,78		2,91	
hm	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
ap	0,21	0,33	0,38	0,26	0,26	0,52	0,24	0,19		0,31	
z	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
cc	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
fem	42,43	66,12	45,35	41,03	45,54	27,97	38,70	42,34		32,41	
Qu	—	1,43	5,56	—	—	—	—	—		37,95	
Or	8,03	17,47	4,28	3,08	6,30	7,17	23,07	9,23		0,29	
Ab 100 . . .	91,97	81,10	90,16	96,92	93,70	92,83	76,93	90,77		61,76	
Qu	—	0,44	2,92	—	—	—	—	—		23,44	
Or	4,58	5,34	2,25	1,76	2,93	4,63	10,60	5,53		0,17	
Ab	52,48	24,78	47,34	55,22	43,51	59,85	35,34	54,42		38,14	
An 100 . . .	42,94	69,44	47,49	43,02	53,56	35,52	54,06	40,05		38,25	

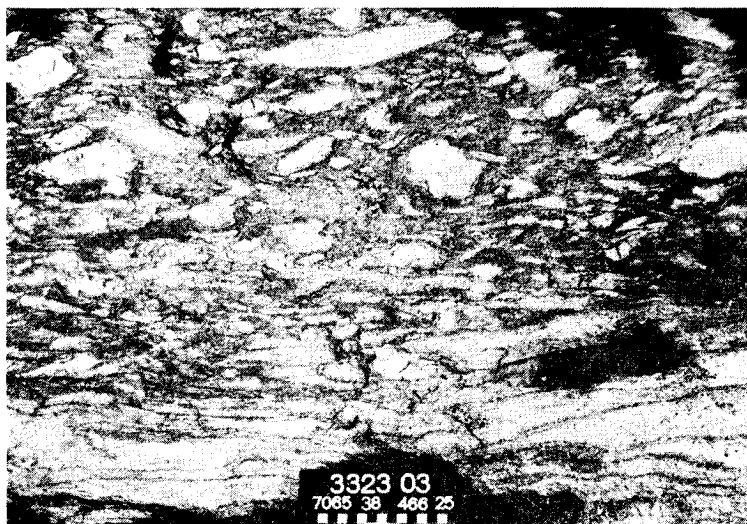
+ Kokonaisrauta laskettuna Fe₂O₃:na — total iron calculated as Fe₂O₃.

1. Emäksinen tuffilaava (murskalelaava) — *Basic tuff lava (fragmentary lava)*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,38, y = 466,24 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
2. Emäksinen laavakivi — *Basic lava rock*. Pyhäjärvi Ol, Äyhynkorpi, x = 7068,56, y = 460,35 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
3. Emäksinen tuffipitoinen liuske (amfiboliitti) — *Basic tuffaceous schist (amphibolite)*. Kiuruvesi, Hautajärven eteläpuoli — south of Lake Hautajärvi, x = 7053,28, y = 482,46 (kartta — map 08). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
4. Emäksinen tuffipitoinen liuske (amfiboliitti) — *Basic tuffaceous schist (amphibolite)*. Kiuruvesi, Kalliojärven luoteispuoli — northwest of Lake Kalliojärvi, x = 7054,30, y = 469,81 (kartta — map 02). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
5. Emäksinen tuffipitoinen liuske (amfiboliitti) — *Basic tuffaceous schist (amphibolite)*. Kiuruvesi, kirkosta 2,5 km lounaaseen — 2,5 km southwest of the church, x = 7059,60, y = 480,10 (kartta — map 08). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
6. Intermediaarinen tuffipitoinen liuske — *Intermediate tuffaceous schist*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,38, y = 466,25 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
7. Uraliittituffiliuske (uraliittiporfyyriitti) — *Uralite tuffaceous schist (uralite porphyrite)*. Kiuruvesi, Laukkala, x = 7041,38, y = 467,70 (kartta — map 01). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
8. Plagioklaasituffiliuske (plagioklaasiporfyyriitti) — *Plagioclase tuffaceous schist (plagioclase porphyrite)*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,38, y = 466,32 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
9. Kvartsipitoinen amfiboliitti — *Quartz-bearing amphibolite*. Kiuruvesi, Toiviaiskylä, Juurikkajärvi, piste 4 — *Lake Juurikka, point 4*. Anal. A. Heikkinen (Savolahti 1966, s. 350, taulukko 1 — p. 350, Table 1).
10. Sarvivälke-kummingtoniittiamfiboliitti — *Hornblende-cummingtonite amphibolite*. Kiuruvesi, Koivujärvi, Vuohensaari, x = 7041,35, y = 463,77 (kartta — map 01). Anal. J. Nikander (Nikander 1976, taulukko 2 — Table 2).
11. Uraliittiporfyyriitti — *Uralite porphyrite*. Kiuruvesi, Koivujärvi, Vuohensaari, x = 7041,41, y = 463,78 (kartta — map 01). Anal. J. Nikander (Nikander 1976, taulukko 2 — Table 2).

Pyroklastiset kivilajit

Pyroklastiset kivilajit vaihtelevat koostumukseltaan agglomeraateista lapillituffi- ja tuffiliuskeisiin. Äyhynkorven agglomeraatti sisältää pyöristyneitä 1—5 cm:n lehtiitteitteileitä pyroklastisessa välimateriaalissa. Sen itäpuolella on lehtiittiä ja lounaispuolella emäksistä laavakiveä. Kirkonkylästä noin kolme kilometriä lounaaseen on agglomeraattia, jonka heitteleet ovat vaaleita hienorakeisia lehtiitteitä ja niitä tummempia amfiboliitteja. Heitteleet ovat 1—10 cm:n pituisia sukkuloita ja muodostavat amfiboliittiin 5—10 cm:n vahvuisia kerroksia liuskeisuuden suunnassa. Honkaperän Vantunmäen agglomeraatin heitteleistä suurimmat ovat noin 15 cm:n pituisia ja niiden koostumus vaihtelee murskalelaavan aineksesta intermediaariseen tuffiliuskeeseen (kuva 9). Agglomeraatin länsipuolella on murskalelaavaa ja itäpuolella se vaihtuu vähitellen tuffiliuskeiksi. Palekankaan agglomeraatti liittyy tyynylaavaan ja sisältää sen fragmentteja (Karvinen 1978, s. 27).

Emäksiset ja intermediaariset tuffiliuskeet (amfiboliitit) muodostavat usein happeamien tuffi- ja tuffiittiliuskeiden (lehtiittien) kanssa vuorottelevia kerroksia. Lisäksi



Kuva 9. Agglomeraattia. Laatta 15 cm.

Fig. 9. Agglomerate. Plate 15 cm.

Vatunmäki, Honkaperä, Kiuruvesi, x = 7065,38, y = 466,25.

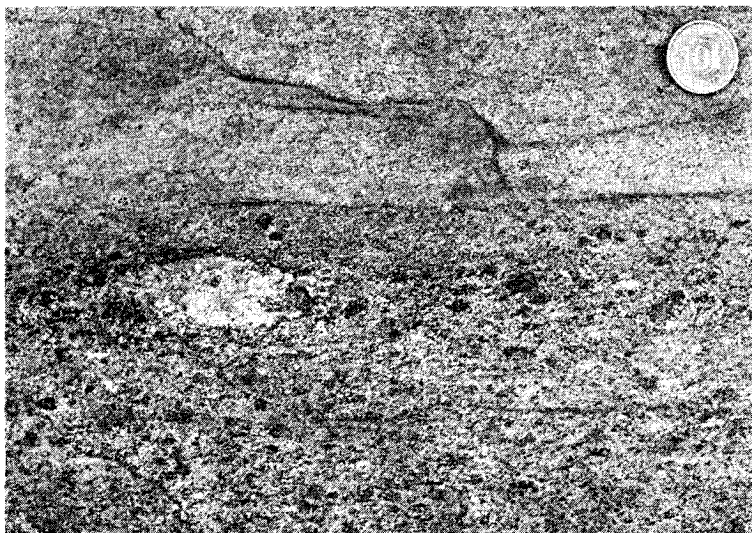
niihin liittyy usein sarvivälke- ja kiillegneissejä. Amfiboliittien koostumus on varsin heterogeeninen. Mineraalikoostumuksensa perusteella ne voidaan jakaa seuraavasti:

- 1) sarvivälke- ja sarvivälke-kummingtoniittiamfiboliitit
- 2) diopsidiamfiboliitit
- 3) granaattipitoiset amfiboliitit ja
- 4) kvartsisuonia ja -juonia sisältävät kvartsiutuneet amfiboliitit.

Tavallisesti ne esiintyvät yhdessä muodostaen kiveen raitaisuutta. Amfiboliittien päämineraalit ovat plagioklaasi ($An_{43}-An_{58}$) ja sarvivälke. Lisäksi on vaihtelevia määriä granaattia, kummingtoniittia ja diopsidi-augiittia. Granaatin määrä saattaa paikoin ylittää päämineraaliksi. Aksessorcina on epidoottia ja säännöllisesti titaniittia kiilamaisina kiteinä tai opaakkisydämen omaavina leukokseenirakeina. Opaakit ovat sulfidi- ja oksidimalmineraaleja sekä paikoin grafiittia.

Amfiboliitteihin liittyy uraliittikidetuffeja, uraliittiporfyyriittejä, joissa uraliittiuutuneet augiittikiteet ($\varnothing = 2-7$ mm) ovat säilyttäneet paikoin hyvin kidemuotonsa (kuva 10).

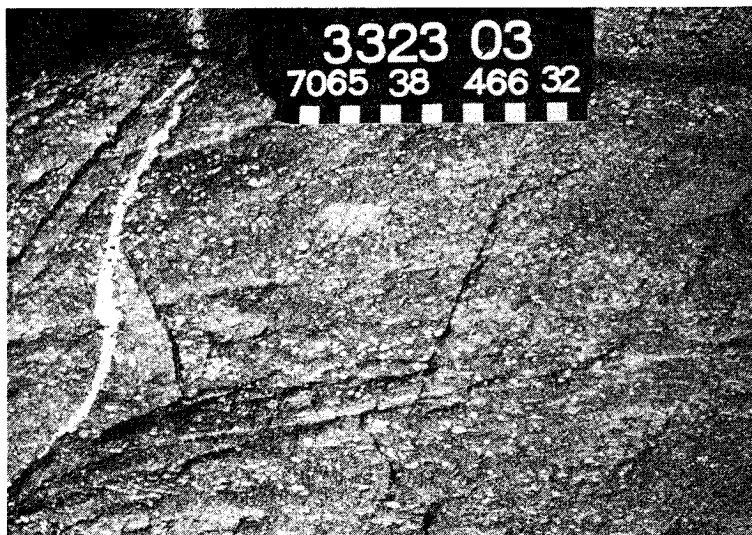
Plagioklaasikidetuffiliusketta, plagioklaasiporfyyriittiä, on kapeana kerroksena emäksisen ja happamen tuffipitoisen liuskeen välissä Honkaperän Vatunmäessä. Kivessä yhtenäisiltä näyttävät 1—8 mm:n pituiset plagioklaasiliistakkeet koostuvat pienistä andesiiniraekasaumista (kuva 11).



Kuva 10. Uraliittihajarakcita intermediaarisessa tuffiliuskekerroksessa (uraliittikidetuffiliuske). Rahan läpimitta 2 cm.

Fig. 10. Uralite phenocrysts in an intermediate tuffaceous schist layer. Diameter of coin 2 cm.

Laukkala, Kiuruvesi, x = 7041,40, y = 467,72.



Kuva 11. Plagioklaasiraekasauomia intermediaarisessa tuffiliuskessa (plagioklaasikidetuffiliuske). Laatta 15 cm.

Fig. 11. Plagioclase aggregates in an intermediate tuffaceous schist. Plate 15 cm.

Vantunmäki, Honkaperä, Kiuruvesi, x = 7065,38, y = 466,32.

Taulukko 2. Happamien tuffi- ja tuffiitiliuskeiden (leptiittien) kemiallisia koostumuksia.
 Table 2. Chemical compositions of acid tuffaceous and tuffite schists (leptites).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
SiO ₂	77,90	75,69	75,98	74,85	77,73	72,7	75,0	63,3	72,9	66,1
TiO ₂	0,09	0,20	0,15	0,36	0,15	0,36	0,27	0,38	0,3	0,5
Al ₂ O ₃	11,42	12,15	11,95	11,28	11,02	12,5	14,0	11,2	15,8	15,8
Fe ₂ O ₃	1,41	0,95	0,17	0,70	1,45	4,01 †	1,63 †	5,00 †	2,5 †	5,6 †
FeO	1,10	2,80	2,56	2,80	1,12	—	—	—	—	—
MnO	0,02	0,06	0,04	0,08	0,03	0,06	0,05	0,15	0,0	0,6
MgO	0,25	0,83	0,51	1,01	0,21	1,64	0,46	7,26	3,0	3,2
CaO	0,90	2,24	1,92	1,41	3,85	1,15	3,08	9,07	2,8	7,4
Na ₂ O	5,22	4,28	3,88	3,16	4,34	2,62	2,91	2,91	2,0	0,2
K ₂ O	1,30	1,25	0,70	1,86	0,27	1,99	0,66	1,24	0,8	2,7
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,02	0,08	0,01	—	—	—	—	—
H ₂ O ⁺	0,96	0,70	0,70	0,84	0,36	—	—	—	—	—
H ₂ O ⁻	0,21	0,15	0,12	0,18	0,09	—	—	—	—	—
	100,83	101,35	98,70	98,61	100,63				100,1	102,1
Cu ppm ..	16	33	45	0	9	ZrO ₂ 0,03	0,04	0,03		
Zn ppm ..	9	95	130	76	13	SrO 0,01	0,03	0,02		
Ni ppm ..	24	31	19	15	15	Rb ₂ O —	—	—		
Pb ppm ..	17	20	18	27	6					
S ppm ..	92	1 290	10 818	171	214	97,07	98,13	100,29		
Q	40,12	38,35	43,92	43,17	44,61					
or	7,68	7,39	4,14	10,99	1,60					
ab	44,17	36,22	32,83	26,74	36,72					
an	3,89	10,25	9,39	6,47	9,79					
ne	—	—	—	—	—					
C	—	—	1,37	1,70	—					
fo	—	—	—	—	—					
fa	—	—	—	—	—					
en	0,58	1,99	1,27	2,52	—					
fs	0,69	3,98	4,39	4,12	—					
wo	—	—	—	—	2,67					
di en	0,05	0,08	—	—	0,52					
fs	0,06	0,15	—	—	0,67					
wo	0,10	0,22	—	—	3,86					
mt	2,04	1,38	0,25	1,01	2,10					
il	0,17	0,38	0,28	0,68	0,28					
hm	—	—	—	—	—					
ap	0,12	0,12	0,05	0,19	0,02					
z	—	—	—	—	—					
cc	—	—	—	—	—					
fem	3,80	8,31	6,24	8,52	7,46					
Qu	43,62	46,79	54,30	53,36	53,79					
Or	8,35	9,01	5,11	13,59	1,93					
Ab 100 ...	48,03	44,20	40,59	33,05	44,28					
Qu	41,85	41,59	48,64	49,41	48,11					
Or	8,01	8,01	4,58	12,58	1,72					
Ab	46,08	39,28	36,37	30,60	39,61					
An 100 ...	4,06	11,12	10,41	7,41	10,56					

† Kokonaisrauta laskettuna Fe₂O₃:na — total iron calculated as Fe₂O₃.

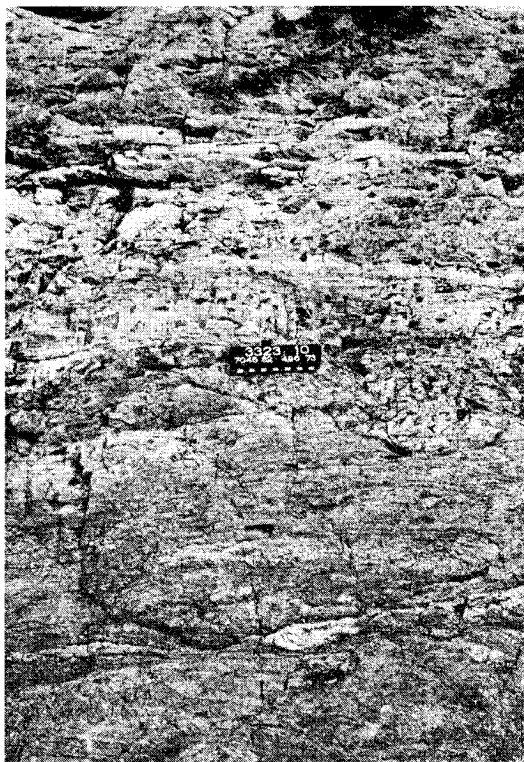
1. Hapan tuffipitoinen liuske (leptiitti) — *Acid tuffaceous schist (leptite)*. Pyhäjärvi Ol, Äyhynkorpi, x = 7069,08, y = 460,90 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
2. Hapan tuffiittiliuske (leptiittigneissi) — *Acid tuffite schist (leptite gneiss)*. Pyhäjärvi Ol, Honkaperä, Hanskankangas, x = 7068,02, y = 464,40 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
3. Hapan tuffipitoinen liuske (leptiitti) — *Acid tuffaceous schist (leptite)*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,38, y = 466,35 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
4. Hapan tuffiittiliuske (suoninen leptiittigneissi) — *Acid tuffite schist (veined leptite gneiss)*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,40 y = 466,36 (kartta — map 03). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
5. Hapan tuffipitoinen liuske (leptiitti) — *Acid tuffaceous schist (leptite)*. Kiuruvesi, Tuomijoki, x = 7045,68, y = 474,57 (kartta — map 04). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
6. Hapan tuffiittiliuske (leptiitti) — *Acid tuffite schist (leptite)*. Kiuruvesi, Palekangas, x = 7066,68, y = 465,68 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 3 — Table 3).
7. Leptiittigneissi — *Leptite gneiss*. Kiuruvesi, Lammingangas, x = 7068,98, y = 465,78 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 3 — Table 3).
8. Kummingtoniittileptiitti — *Cumingtonite leptite*. Kiuruvesi, Tempunkangas, x = 7060,92, y = 472,66 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 3 — Table 3).
9. Leptiitti — *Leptite*. Kiuruvesi, Koivujärvi, Vuohensaari, x = 7041,69, y = 464,06 (kartta — map 01). Anal. J. Nikander (Nikander 1976, taulukko 3 — Table 3).
10. Hapan tuffiittiliuske — *Acid tuffite schist*. Pielavesi, Koivujärvi, Lamposaari, x = 7040,81, y = 462,99 (kartta — map 01). Anal. J. Nikander (Nikander 1976, taulukko 3 — Table 3).

Kiuruveden amfiboliiteissa on veteen kerrostumisesta johtuvaa tuffi- ja tuffiittitisyntyistä kerroksellisuutta esimerkiksi Honkaperällä ja Hautajärven pohjoispuolella (Marttila 1976a, s. 19).

Happamat kvartsi-maasälpärikkaat tuffi- ja tuffiittiliuskeet, leptiitit, liittyvät yleensä muihin vulkaanisiin kivilajeihin. Ne koostuvat sekä pyroklastisesta että sedimenttisesti materiaalista (kuva 12). Leptiittien väri vaihtelee vaaleanpuncrtavasta punertavanharmaaseen. Eräät hornfelsiset hienorakeiset ja tiiviit muunnokset ovat harmaita ja juovaisia. Tyypillistä näille kiville on vaalea 5—10 mm:n vahvuinen rapautumispinta. Leptiittien rackoko vaihtelee karkeasta hienorakeiseen (0,5 mm:stä alle 0,01 mm:iin). Eräissä kohteissa on pieniä lapillejakin (x = 7069,08 y = 460,90) (kuva 13).

Leptiittien päämineraalit ovat kvartsi sekä plagioklaasi, joka on oligoklaasia tai andesiinia. Kalimaasälpää on yleensä vähän. Amfiboliittien yhteydessä olevissa leptiiteissä on usein kummingtoniittia ja karsien yhteydessä olevissa leptiiteissä karbonaattia. Pyroklastisten leptiittien yleiset aksessorit ovat rikki- ja magnectikiisu, epidootti, titaniitti (usein leukokseeni), muskoviitti-serisiitti ja apatiitti. Sedimenttisissä osissa on lisäksi zirkonia, mikä näyttää puuttuvan pyroklastisista leptiiteistä.

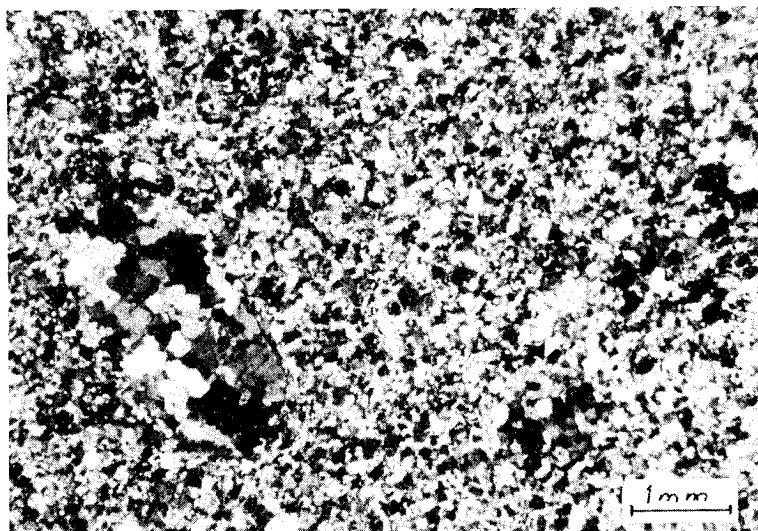
Taulukoissa 1 ja 2 on vulkaanisten kivilajien kemiallisia koostumuksia.



Kuva 12. Tuffi- ja tuffiittikerroksellista leptiittiä. Laatta 15 cm.

Fig. 12. Leptite containing tuff and tuffite layers. Plate 15 cm.

Riitamäen itäpuoli—The eastern side of Riitamäki, Iisalmi, x = 7045,82, y = 496,73.



Kuva 13. Hapan lapillituffiliuske (leptiitti). Nic. +.

Fig. 13. Acid lapilli tuff schist (leptite). Nic. +.

Äyhynkorpi, Pyhäjärvi OI—Pyhäjärvi (county of Oulu), x = 7069,08, y = 460,90.

KORDIERIITTIPITOISET KIVILAJIT

Kordieriittikivilajeja on pääasiassa Sulkavanjärven länsipuolen—Majoonjärven—Hautajärven—Niemisjärven ympäristön—Kalliojärven luoteispuolen—Tuomijoen—Sulkavanjärven rajoittamalla, niin sanotulla Sulkavanjärven—Niemisjärven lohkon alueella. Joitakin esiintymiä on lisäksi tämän alueen ulkopuolella, esimerkiksi Lavapurolla ja Hallaperällä. Kordieriittikivet esiintyvät pyrokseenipitoisten kivilajien joukossa ja varsinkin pyrokseenigraniittien reunavyöhykkeissä. Ne muodostavat myös hyvin karkearakeisia raitoja amfiboliittien, lehtiittien ja kiillegneissien kanssa samalla breksioiden niitä. Kordieriittipitoiset kivilajit näyttävät olevan mainittujen kivilajien osittain tai kokonaan sulaneita ja uudelleen toisissa olosuhteissa kiteytyneitä tuotteita.

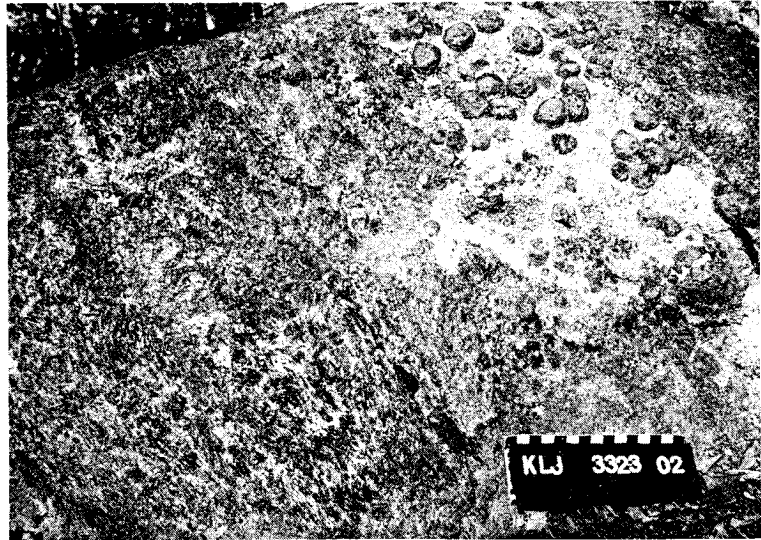
Mineraaliseurucidensa perusteella alueen kordieriittikivet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) kordieriitti-granaatti-biotiittikivet
- 2) kordieriitti-granaatti-antofylliittikivet ja
- 3) kordieriitti-granaatti-hypersteenikivet.

Kordieriitti-granaatti-biotiittikivet ovat voimakkaasti metamorfoituneita, poimuttuneita ja karkearakeisia kivilajeja, joita migmatisoivat vaaleat apliitti- ja graniitoidijuonet ja suonet. Tummat kordieriitti-granaatti-biotiittijuovat ja luivot vuorottelevat niissä säännöttömästi samansuuntaisten graniitoidijuovien kanssa. Graniitoidisessa materiaalissa on yleisesti granaatteja erillisinä rakeina tai kasaumina. Graniitoidiaineksen runsaus koko kivessä on hyvin olennaista. Kiven kokonaiskuvaan kuuluvat lisäksi hienorakeiset, tiiviit lehtiitti- ja kiillegneissiraidat, jotka ovat katkeilleet ja budinoituneet. Ne viittaavat kordieriitti-granaatti-biotiittikivien peliittisvulkaniseen alkuperään.

Kordieriitti-granaatti-biotiittikivien päämineraalit ovat plagioklaasi ($An_{25}-An_{40}$), kvartsi, biotiitti, kordieriitti ja granaatti. Ne ovat jakaantuneet kiveen epätasaisesti. Kordieriitin, biotiitin ja granaatin kanssa esiintyvää sillimaniittia on joskus niin runsaasti, että se voidaan tällöin lukea päämineraaleihin. Sillimaniitti on sälöinä ja pienineulaisina, fibroliittisina kasaumina. Kalimaasälpä — jos sitä on kivessä — on mikrokliinia ja sen määrä vaihtelee aksessorista yksittäisiin hajarakeisiin. Aksessorina on yleisesti zirkonia ja oksidi- ja sulfidimalmimineraaleja sekä harvinaisina ruskeaa rutiilia ja vihreää herkyniittia. Apatiittia on myös jonkin verran.

Kordieriitti-granaatti-antofylliittikivien kivilajiseurueeseen kuuluvat amfiboliittit, lehtiittit ja sarvivälkegneissit. Itse kordieriitti-granaatti-antofylliittikiville ovat tyypillisiä lähes monomineraaliset selvästi erottuvat raidat. Paikoin kivi on hyvin karkearakeista ja massamaista ja muistuttaa syväkiveä. Kalliojärven Ruosteenmäen paljastumissa kiven mineraalit ovat erittäin karkearakeisia ja muodostavat siellä täällä pegmatiittisia mineraalikasumia (kuva 14). Ryppäinä esiintyvät tummanpunaiset, rikkonaiset granaattikiteet voivat olla läpimitaltaan jopa 3—5 cm ja viuhkamaiset



Kuva 14. Karkearakeinen kordieriitti-granaatti-antofylliittikivi. Laatta 15 cm.

Fig. 14. Coarse-grained cordierite-garnet-anthophyllite rock. Plate 15 cm.

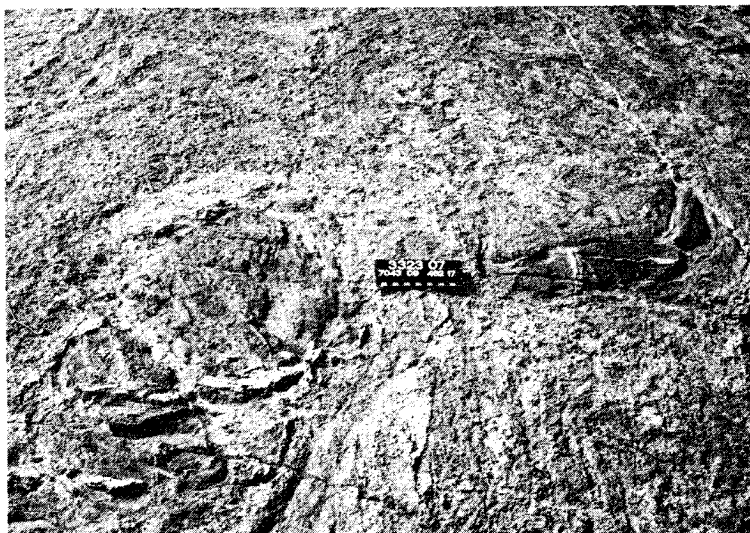
Kalliojärvestä noin 1,5 km luoteeseen—*Ca. 1,5 km NW of Lake Kalliojärvi, Ruostemäki, Kiuruvesi, x = 7055,60, y = 468,48,*

antofylliittisälöt yli 5 cm:n pituisia ja väriltään mustia. Kordieriitti on granaattira-
keiden ja antofylliittisälöjen väleissä niitä pienempinä rakeina tai isoina pesäkkeinä.
Pesäkkeiden kordieriitti saattaa olla omamuotoista. Kordieriitti on väriltään vaalean-
tai tummansinistä.

Yleensä kordieriitti-granaatti-antofylliittikivet ovat mineraalikoostumukseltaan,
asultaan ja rakenteeltaan hyvin vaihtelevia. Tyypmineraalien lisäksi niissä on aina
kvartsia, tavallisesti biotiittia ja paikoin plagioklaasia (An_{27} — An_{35}) joko itse kivessä
tai suonina siinä. Aksessoreina on yleisesti sillimaniittia, paikoin rutiilia, herkyniittia
ja apatiittia sekä vähäisessä määrin zirkonia. Opaakkeina on oksidi- ja sulfidimine-
raaleja.

Kordieriitti-granaatti-hypersteenikivet muistuttavat ulkonaisesti edellä mainittuja
kordieriittikiviä, joiden joukossa niitä tavataan erikoisesti pyrokseenipitoisten
kivien alueella. Kauneimmat hypersteenipitoiset kordieriittikivet ovat Salmenkylän
Sahinperän tien varrella (kuvat 15 ja 16).

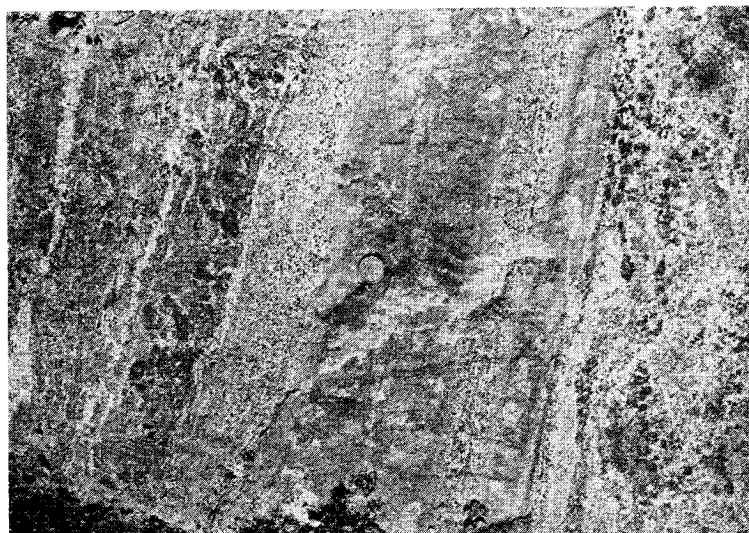
Kordieriitti-granaatti-hypersteenikivet ovat hyvin heterogeenisiä, raitaisia kivi-
lajeja, joissa karkearakeiset ($\varnothing = 1,5$ — $2,5$ cm) raidat vaikuttavat syväkivimäisiltä.
Hienorakeiset ja massamaiset raidat ovat koostumukseltaan pyrokseenidioriittisia
ja -kvartsidioriittisia gneissejä, jotka ovat usein budinoituneet ja katkeilleet vääristy-
neiksi sauvoiksi. Niitä on myös murtokappaleina kuten amfiboliittejakin. Breksioiva
kordieriitti-granaatti-hypersteenikivi ja sen pyrokseenigneissiset raidat vaikuttavat
sulaneelta ja uudelleen kiteytyneeltä amfiboliitilta.



Kuva 15. Amfiboliittifragmentteja kordieriitti-granaatti-antofylliitti-hypersteenikivessä. Laatta 15 cm.

Fig. 15. Fragments of amphibolite in cordierite-garnet-anthophyllite-hypersthene rock. Plate 15 cm.

Sahinperä, Salmenkylä, Kiuruvesi, x = 7043,09, y = 482,17.



Kuva 16. Raitainen kordieriitti-granaatti-hypersteenikivi. Rahan läpimitta 25 mm.

Fig. 16. Banded cordierite-garnet-hypersthene rock. Diameter of coin 25 mm.

Sahinperä, Salmenkylä, Kiuruvesi, x = 7043,04, y = 482,15.

Taulukko 3. Kordierittipitoisten kivilajien kemiallisia koostumuksia.
 Table 3. Chemical compositions of cordierite-bearing rocks.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
SiO ₂ ..	62,10	62,91	55,08	43,61	62,29	60,00	55,39	72,50	68,2	52,0	56,8	53,0
TiO ₂ .	0,69	0,59	1,42	0,95	0,62	0,72	1,05	0,62	0,60	0,68	1,20	2,1
Al ₂ O ₃ .	17,02	15,80	16,20	17,92	13,44	15,83	11,68	13,50	12,3	12,0	14,0	11,9
Fe ₂ O ₃ .	0,91	0,73	1,10	2,54	0,80	1,41	4,56	1,07	10,19+	13,56+	16,34	19,2
FeO ..	6,68	7,54	15,28	23,04	10,49	14,03	14,62	4,06				
MnO .	0,09	0,11	0,15	0,45	0,37	0,50	0,37	0,10	0,08	0,25	0,10	0,2
MgO .	4,03	3,64	7,48	7,71	6,45	5,29	5,19	4,41	6,03	7,63	6,96	6,0
CaO ..	2,44	0,96	0,83	0,26	0,51	0,64	3,08	0,97	0,59	7,81	1,15	5,5
Na ₂ O .	3,58	1,99	1,40	0,49	0,47	1,35	2,83	0,84	0,43	2,37	3,46	1,3
K ₂ O ..	1,66	2,13	0,14	1,19	0,36	0,46	0,13	0,97	1,70	0,30	0,19	0,6
P ₂ O ₅ .	0,07	0,10	0,17	0,15	0,00	0,05	0,06	0,04	---	---	---	---
H ₂ O +	1,64	1,62	1,78	2,30	0,74	0,62	0,60	0,66	---	---	---	---
H ₂ O -	0,27	0,29	0,11	0,14	0,25	0,17	0,19	0,02	---	---	---	---
	101,18	98,41	101,14	100,75	96,79	101,07	99,75	99,76				99,8
Cu ppm	29	10	0	31	8	14	9	CO ₂ 0,05	ZrO ₂ 0,04	0,02	0,02	0,02
Zn ppm	118	87	44	188	267	160	362	F 0,05	SrO 0,01	0,01	---	---
Ni ppm	79	124	24	38	17	26	24	Cl 0,01	Rb ₂ O	---	---	---
Pb ppm	45	34	27	44	20	38	32					
S ppm	1 138	175	295	2 121	842	437	328	99,87		100,16	98,61	100,22
								-O 0,02				
								99,85				
Q ...	19,08	30,30	22,53	6,60	39,15	30,19	14,23	52,89				
or ...	9,81	12,59	0,83	7,03	2,13	2,72	0,77	5,73				
ab ...	30,29	16,84	11,85	4,15	3,98	11,42	23,95	7,11				
an ...	11,65	4,11	3,01	0,31	2,53	2,85	14,89	4,23				
ne ...	---	---	---	---	---	---	---	---				
C	5,07	8,71	12,64	15,71	11,35	12,07	1,43	9,52				
fo	---	---	---	---	---	---	---	---				
fa	---	---	---	---	---	---	---	---				
en ...	10,04	9,07	18,63	19,20	16,06	13,17	12,93	10,98				
fs	10,54	12,47	25,08	39,48	18,27	24,34	22,03	5,73				
wo ...	---	---	---	---	---	---	---	---				
di en .	---	---	---	---	---	---	---	---				
fs ..	---	---	---	---	---	---	---	---				
wo	---	---	---	---	---	---	---	---				
mt ...	1,32	1,06	1,59	3,68	1,16	2,04	6,61	1,55				
il	1,31	1,12	2,70	1,80	1,18	1,37	1,99	1,18				
hm ...	---	---	---	---	---	---	---	---				
ap ...	0,17	0,24	0,40	0,36	---	0,12	0,14	0,09				
z	---	---	---	---	---	---	---	---				
cc ...	---	---	---	---	---	---	---	---				
fem ..	23,38	23,96	48,41	64,53	36,67	41,05	43,71	19,66				
Qu ..	32,25	50,74	64,00	37,13	86,51	68,10	36,54	80,47				
Or ...	16,57	21,07	2,35	39,55	4,70	6,13	1,97	8,72				
Ab 100	51,18	28,19	33,65	23,32	8,79	25,77	61,49	10,81				
Qu ..	26,94	47,47	58,96	36,49	81,93	63,99	26,43	75,60				
Or ...	13,85	19,71	2,17	38,88	4,45	5,76	1,43	8,19				
Ab ..	42,77	26,38	31,00	22,92	8,32	24,12	44,48	10,16				
An 100	14,44	6,44	7,87	1,71	5,30	6,04	27,66	6,05				

.. Kokonaisrauta laskettuna Fe₂O₃:na — total iron calculated as the Fe₂O₃.

1. Kordieriitti-granaatti-biotiittikivi — *Cordierite-garnet-biotite rock*. Kiuruvesi, Rapakkojoki, x = 7052,60, y = 482,22 (kartta — map 08). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
2. Kordieriitti-granaatti-sillimaniitti-biotiittikivi — *Cordierite-garnet-sillimanite-biotite rock*. Kiuruvesi, Iso Hanhilammesta kaakkoon — *southeast of Iso Hanhilampi*, x = 7042,64, y = 489,66 (kartta — map 07). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
3. Kordieriitti-granaatti-antofylliittikivi — *Cordierite-garnet-anthophyllite rock*. Kiuruvesi, Aittojärvi, rautatieleikkaus — *railway cutting*, x = 7062,60, y = 471,05 (kartta — map 06). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
4. Kordieriitti-granaatti-antofylliittikivi — *Cordierite-garnet-anthophyllite rock*. Kiuruvesi, Majoonjärvestä pohjoiseen — *north of Majoonjärvi*, x = 7048,66, y = 488,77 (kartta — map 07). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
5. Kordieriitti-granaatti-hypersteenikivi — *Cordierite-garnet-hypersthene rock*. Kiuruvesi, Salmenkylä, Sahinperä, x = 7043,02, y = 481,44 (kartta — map 07). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
6. Kordieriitti-granaatti-hypersteenikivi — *Cordierite-garnet-hypersthene rock*. Kiuruvesi, Salmenkylä, Sahinperä, x = 7043,06, y = 482,18 (kartta — map 07). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
7. Kordieriitti-granaatti-hypersteenikivi — *Cordierite-garnet-hypersthene rock*. Kiuruvesi, Tuomijoki, x = 7045,70, y = 474,50 (kartta — map 04). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
8. Heterogeeninen kordieriittigneissi — *Heterogeneous cordierite gneiss*. Kiuruvesi, Toiviaiskylä, Juurikka(järvi), piste 1 — *Lake Juurikka, point 1*. Anal. A. Heikkinen (Savolahti 1966, p. 369, Table 9).
9. Kordieriittigneissi — *Cordierite gneiss*. Kiuruvesi, Murronkangas, x = 7062,04, y = 474,07 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 4 — Table 4).
10. Kordieriitti-antofylliitti-hypersteenikivi — *Cordierite-anthophyllite-hypersthene rock*. Kiuruvesi, Niemisjärvi, Murronmäki, x = 7061,79, y = 473,50 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 4 — Table 4).
11. Kordieriitti-granaatti-antofylliittikivi — *Cordierite-garnet-anthophyllite rock*. Kiuruvesi, Lavapuro, Laakonsaari, x = 7063,88, y = 465,73 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 4 — Table 4).
12. Kummingtoniitti-antofylliitti-granaattigneissi — *Cummingtonite-anthophyllite-garnet gneiss*. Piela-vesi, Koivujärvi, Kajansaari, x = 7040,93, y = 465,20 (kartta — map 01). Anal. J. Nikander (Nikander 1976, taulukko 4 — Table 4).

Hypersteenipitoisissa kordieriittikivissä on aina kordieriitin, granaatin ja hypersteenin lisäksi plagioklaasia ($An_{30}-An_{48}$), kvartseja, biotiittia ja joskus kalimaasälpää (sekä mikrokliinia että ortoklaasia). Antofylliittiä on vaihtelevasti. Kiven aksessoreina on sillimaniittia, apatiittia, herkyniittia, rutiilia ja zirkonia sekä opaakkeina oksidi- ja sulfidimineraaleja. Kalliojärven malmion kairausten porasydännäytteiden (Klj-1 syvyys 121,36 m ja Klj-82 syvyys 55,33 m) kordieriittikivistä on löydetty safiriinia (Marttila 1976a, s. 50).

Taulukossa 3 on kartta-alueen kordieriittipitoisten kivilajien kemiallisia koostumuksia.

SYVÄ- JA SYVÄKIVIMÄISET KIVILAJIT

Yleistä

Alueen syväkivissä on kivilajeja ultraemäksisistä kivistä graniitteihin. Syväkivimäisiin kivilajeihin kuuluu mm. pyrokseenipitoisia dioriitteja ja kvartsidioriitteja, jotka vaikuttavat anatektisilta. Niiden rakenteissa on vielä paragneissin piirteitä,

Taulukko 4. Syvä- ja syväkivimaisten kivilajien kemiallisia koostumuksia.
 Table 4. Chemical compositions of plutonic rocks and gneisses resembling plutonic rocks.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
SiO ₂ ...	59,38	67,35	59,69	73,8	70,2	70,2	65,6	75,0	73,3	58,1	48,1	
TiO ₂ ...	0,95	0,47	0,60	0,04	0,39	0,17	0,81	0,30	0,31	0,74	0,21	
Al ₂ O ₃ ...	16,59	16,72	14,50	14,7	15,9	16,5	16,0	12,4	12,4	16,5	12,1	
Fe ₂ O ₃ ...	0,45	0,45	1,09	0,64	2,66	1,76	5,43	2,60	4,54	7,10	7,63	
FeO ...	7,48	2,35	5,81									
MnO ...	0,09	0,04	0,13	0,01	0,04	0,03	0,09	0,05	0,12	0,14	0,19	
MgO ...	1,34	1,11	2,18	0,15	0,91	0,29	1,67	0,91	1,63	2,26	8,38	
CaO ...	3,50	3,08	5,38	0,73	2,14	0,92	3,33	2,49	2,24	6,24	12,04	
Na ₂ O ...	3,76	5,10	3,98	2,78	3,65	3,05	3,20	3,67	5,46	5,31	2,41	
K ₂ O ...	3,18	1,95	1,43	5,43	3,06	5,86	3,06	1,09	0,84	1,43	0,77	
P ₂ O ₅ ...	0,26	0,13	0,20	—	—	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O ⁺ ...	0,66	0,68	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O ⁻ ...	0,17	0,22	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—	
	97,81	99,65	95,92						100,90	97,84	93,12	
Cu ppm	38	10	0	ZrO ₂ 0,02	0,05	0,06	0,11	0,05	Cu ppm 18	15	82	
Zn ppm	156	65	105	SrO 0,01	0,05	0,03	0,06	0,04	Zn ppm 38	82	32	
Ni ppm	35	26	29	Rb ₂ O 0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	Ni ppm 11	30	42	
Pb ppm	41	23	23						Co ppm 14	22	18	
S ppm	1 068	94	389		98,32	99,05	98,98	99,36	98,60	Pb ppm 13	26	18
Q	11,13	20,86	14,45									
or	18,79	11,52	8,45									
ab	31,82	43,15	33,68									
an	15,66	14,43	17,48									
ne	—	—	—									
C	1,22	0,93	—									
fo	—	—	—									
fa	—	—	—									
en	3,34	2,76	4,17									
fs	11,96	3,24	6,93									
wo	—	—	—									
di en ..	—	—	1,26									
fs ..	—	—	2,09									
wo ..	—	—	3,30									
mt	0,65	0,65	1,58									
il	1,80	0,89	1,14									
hm	—	—	—									
ap	0,62	0,31	0,47									
z	—	—	—									
cc	—	—	—									
fem	18,37	7,86	20,95									
Qu	18,02	27,61	25,55									
Or	30,44	15,26	14,93									
Ab 100 .	51,54	57,13	59,52									
Qu	14,38	23,18	19,52									
Or	24,28	12,81	11,41									
Ab	41,10	47,97	45,47									
An 100 .	20,24	16,04	23,60									

+ Kokonaisrauta laskettuna
 Fe₂O₃;na — total iron calculated
 as Fe₂O₃

1. Porfyryinen pyrokseenigraniitti — *Porphyritic proxene granite*. Kiuruvesi, Jynkänmäki. x = 7046,50, y = 485,20 (kartta — map 07). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
2. Pyrokseenigranodioriitti — *Pyroxene granodiorite*. Kiuruvesi, Paljakkavuoresta pohjoiseen — *north of Paljakkavuori*, x = 7051,66, y = 484,60 (kartta — map 08). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
3. Pyrokseenikvartsidioriitti — *Pyroxene quartz diorite*. Kiuruvesi, Toiviais kylä, x = 7051,60, y = 477,45 (kartta — map 05). Anal. I. Rautiainen & E. Marttila.
4. Graniitti — *Granite*. Kiuruvesi, Laminkangas, x = 7068,80, y = 465,91 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
5. Porfyrygraniitti — *Porphyry granite*. Kiuruvesi, Kultavuori, x = 7065,37, y = 468,58 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
6. Graniittijuoni — *Granite dike*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,31, y = 466,23 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
7. Graniittigneissi — *Granite gneiss*. Pyhäjärvi Ol, Honkaperä, Hanskan kangas, x = 7068,17, y = 463,89 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
8. Granodioriitti — *Granodiorite*. Kiuruvesi, Niemismäki, x = 7063,61, y = 474,63 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
9. Suuntautunut granodioriitti — *The oriented granodiorite*. Kiuruvesi, Niemismäki, x = 7064,03, y = 474,56 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
10. Syväkivimäinen sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss resembling plutonic rock*. Kiuruvesi, Aittovuori, x = 7064,12, y = 470,10 (kartta — map 06). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).
11. Gabro — *Gabbro*. Kiuruvesi, Honkaperä, Vantunmäki, x = 7065,87, y = 466,09 (kartta — map 03). Anal. A. Karvinen (Karvinen 1978, taulukko 5 — Table 5).

mutta ne ovat intrudoituneet lävistäen vanhempia ja samanikäisiä gneissejä. Pohja-gneissikompleksin paragneissit ovat myös useissa paikoissa saaneet uudelleen kiteytyessään syväkivimäisen asun. Alueen syvä- ja syväkivimäisten kivilajien kemiallisia koostumuksia on taulukossa 4.

Ultraemäksiset ja emäksiset syväkivilajit

Saarisperällä Sulkavanjärven länsipuolella on serpentiniittia ja peridotiittia kolmessa muutaman neliömetrin suuruisessa paljastumassa ($x = 7045,06$ $y = 482,18$ ja $x = 7045,16$ $y = 482,22$). Kivilajit ovat hyvin tummia ja rapautumispinnoiltaan rosaisia. Paljastumien pohjoisosassa on jonkin verran ruhjeisuutta, mutta muuten kivet ovat suuntautumattomia.

Serpentiniitin mineraaleista oliviini (Fo_{75}) on serpentiiniytynyt verkkomaisesti. Oliiviinin ohella on väritöntä tai melkein väritöntä kummingtoniittia. Aksessoreina kivessä on pentlandiittipitoista magneettikiisua ja satunnaisesti kuparikiisua. Kiisut näyttävät keskittyneen ruhjeisiin. Paljastuma-alueen pohjoisosassa sitä on jopa 10 cm:n levyisenä raitana, sen eteläosan rakopinnoilla 6—7 cm:n levyisenä täyteenä. Lisäksi kivessä on jonkin verran kiisua pirotteena.

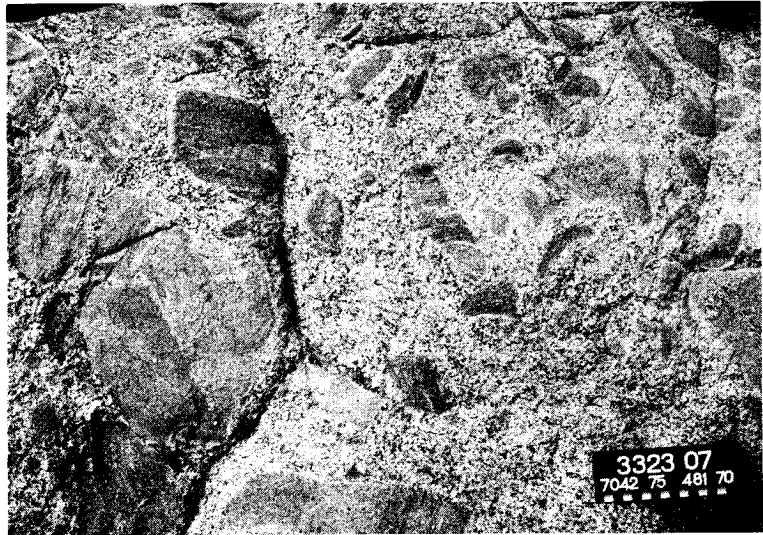
Peridotiitteja on muutamasta neliömetristä kymmenien neliömetrien laajuisiin pahkumaisiin esiintymiin Sulkavanjärven ja Niemisjärven välisellä alueella. Savolahden (1966, s. 373) mukaan Juurikkajärven ja Rytynjärven välillä peridotiittien mineraalit ovat osittain kloriitiksi ja serpentiiniksi muuttunut oliviini (Fo_{75}), osaksi amfibleiksi muuttuneet hypersteeni ja diopsidi-augiitti, sarvivälke ja siellä täällä plagioklaasi (An_{30} — An_{80}) isohkoina rakeina. Aksessoreja ovat apatiitti, karbonaatti, epidootti ja opaakki.

Sulkavanjärven ja Niemisjärven pohjoisosissa pienet karkearakeiset ultraemäksiset pahkut ovat pääasiassa sarvivälkettä. Niinimäen ja Kalliojärven välimaastossa on noin 200 m leveä, pohjoiskoillisuuntaan yli 2 km pitkä juonimainen esiintymä suuntautumaton hornblendiitti-peridotiittikiveä (mm. $x = 7051,60$ $y = 464,24$ ja $x = 7053,05$ $y = 464,74$), jonka rae koko on 5—7 mm ja väri vihertävänmusta. Vieremän—Haajaisten konglomeraatin ja pohjagneissin välissä on useiden kymmenien neliömetrien laajuisia peridotiitti- ja gabrolinssejä ja -pahkuja (mm. $x = 7065,76$ $y = 498,70$). Paljastumissa kiviaines vaikuttaa homogeeniselta, mutta eri paljastumien mineraalikoostumus vaihtelee kuitenkin hornblendiitista sarvivälkegabroon (Marttila 1976a, s. 61).

Ofittiset gabrot on kuvattu diabaasien kanssa juonikivien yhteydessä (s. 34).

Dioriitit ja kvartsidioriitit

Dioriitit ja kvartsidioriitit ovat pyrokseenipitoisia, massamaisia tai gneissimaisia intrusiivikiviä. Ne sijaitsevat alueen Sulkavanjärvi—Hautajärvi—Niemisjärvi—Kalliojärvi—Sulkavanjärvi sisäpuolella.



Kuva 17. Runsaasti särmikkäitä biotiittisarvivalkegneissimurskaleita sisältävää pyrokseenikvartsidioriittia. Laatta 15 cm.

Fig. 17. Pyroxene quartz diorite containing abundant angular biotite-bornblende gneiss fragments. Plate 15 cm.

Salmenkylä, Kiuruvesi, x = 7042,75, y = 481,70.

Kivilajit ovat vihertävänharmaita tai -ruskeita. Niiden rapautumispinta on vaaleampi kuin terve murrospinta. Tavallisesti ne ovat laikkuisia mineraalikoostumuksen vaihdellussa jonkin verran, mutta usein myös juovaisia, jolloin ne ovat hienorakeisia ja massamaisen tiiviitä.

Tavallisesti pyrokseenidioriitit ja -kvartsidioriitit ovat keski- ja tasarakeisia ja muistuttavat syväkiviä. Porfyry- ja pyrokseenigraniittien sekä -granodioriittien läheisyydessä dioriittisissa kivissä voi havaita isohkoja kalimaasälpähajarakeita.

Pyrokseenidioriittien ja -kvartsidioriittien päämineraalit ovat plagioklaasi, joka on dioriiteissa koostumukseltaan An_{38} — An_{50} ja kvartsidioriiteissa An_{30} — An_{40} , hypersteeni joko yksinään tai diopsidi-augiitin kanssa ja biotiitti. Kvartsidioriiteissa on lisäksi harmaata tai sinertävää kvartsia ja pyrokseenin muuttumistuloksena usein sarvivalkettä. Aksessoreina on molemmissa kivilajityypeissä apatiittia, zirkonia ja opaakkimineraaleja.

Dioriittiset kivilajit sisältävät relikteinä runsaasti alueen vanhempia kivilajeja kuten gneissigraniitteja, suonigneissejä, kiille- ja sarvivalkegneissejä sekä amfiboliittia (kuva 17). Runsaaimmin näitä murtokappaleita on murrosvyöhykkeissä ja kivilajimassojen reunaosissa. Pyrokseenidioriitteja ja -kvartsidioriitteja leikkaavat ikäjärjestyksessä vanhimmasta nuorimpaan diabaasijuonet, pyrokseeni- ja porfyrygraniitit sekä apliitti- ja pegmatiittijuonet.

Graniitit ja granodioriitit

Porfyryri- ja pyrokseenigraniitteja on Sulkavanjärven ympäristössä, sen länsipuolelta luoteeseen Kangaslammille suuntautuvassa graniittijaksossa, Rapakkojoella ja Hautajärveltä luoteeseen olevassa selänteessä. Koivujärven länsipuolella on punertavaa, paikoin pilsteistä porfyyrigraniittia.

Punertava porfyyrigraniitti on joko suuntautumaton tai — varsinkin massiivien reunaosissa — selvästi puristussuuntautunut, jolloin maasälpärakeet ovat asettuneet yhdensuuntaisiksi. Suorakaiteen muotoiset mikroklüinirakeet ovat kooltaan yleensä $1,5-2 \times 2,5-3,5$ cm ja väriltään vaaleanharmaista kellertävän ja punertavan harmaisiin. Karlsbadin kaksoset ovat niissä tavallisia. Tumma, biotiittirikas välimassa sisältää pieniä kalimaasälpä- ja plagioklaasi ($An_{n,28}$)-rakeita, harmaata kvartssia ja paikoin hieman sarvivälkettä. Plagioklaasin reunaosassa on runsaasti myrmeikiittä. Biotiitti on muuttunut paikoin kloriitiksi. Aksessoreja ovat apatiitti ja zirkoni.

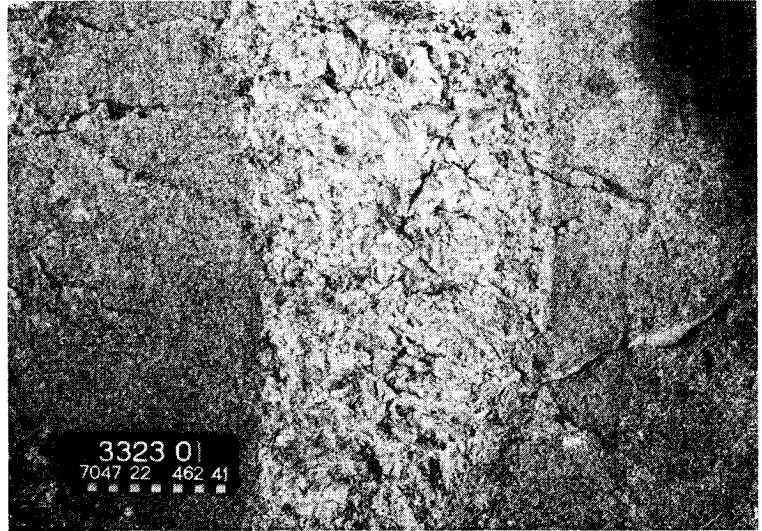
Pyrokseenigraniitin tuntee helposti väristään ja voimakkaasta pintarapautumasta. Rapautumiskerros saattaa olla paikoin 40—80 cm:n vahvuinen. Rapautumaton pyrokseenigraniitti (kuva 18) on väriltään likaisen harmaanruskea, mutta siinä on joskus lisäksi vihertävä sävy. Yleensä se on väriltään paljon tummempaa kuin pyrokseenittomat porfyyriset tai tasarakeiset graniitit. Pyrokseenigranodioriitteja on pyrokseenigraniittien reunavyöhykkeissä. Ne ovat yleensä tasa- ja keskirakeisia ja niissä on pyrokseenigraniitteihin verraten runsaammin kalimaasälpää kuin plagioklaasia.



Kuva 18. Pyrokseenigraniittia. Rahan läpimitta 2,5 cm.

Fig. 18. Pyroxene granite. Diameter of coin 2,5 cm.

Tuomijoki, Kiuruvesi, 7045,25, y = 473,70.



Kuva 19. Graniitti-apliittia, jota leikkaa pegmatiittijuoni. Laatta 15 cm.

Fig. 19. Granite-aplite with pegmatite dike. Plate 15 cm.

Koivujärven pohjoispuoli—Northern side of Koivujärvi, Kiuruvesi, x = 7022,22,
y = 462,11.

Epidoottipitoista graniittia tai paremminkin unakiittista syeniittia on Saarisjärven itäpuolella (Wilkman 1928, s. 14 ja 1931, s. 35). Punertavat plagioklaasirakeet ja niiden välissä oleva kellanvihreä epidoottikloriittimassa antavat koko kivelle punavihreän värin. Kiven päämineraaleihin kuuluvat plagioklaasi, sarvivälke, kloriitti ja epidootti sekä lisäksi paikoin mikrokliini ja biotiitti. Plagioklaasi on epidootin, kloriitin ja serisiitin täyttämää albiittia. Aksessoreja ovat leukokseeni-titaniitti, apatiitti ja magnetiitti. Mikrokliinin lisääntyessä kiveen tulee usein myös kvartssia, joten kiven koostumus vaihtelee graniittisesta syeniittiseen. Kivessä on joitakin kiillegneissisulkeumia, ja sitä leikkaa noin 15 cm leveä metadiabaasijuoni.

Biotiittigraniittia on pohjagneissikompleksin doomien keskusgraniittimassiiveissa Valkeisjärven ja Haapajärven välissä sekä Vaaxskankaalla Vaaksjärven itä- ja koillispuolella (Wilkman 1931, s. 144; Marttila 1976a, s. 62). Kivilaji on massiivien keski-osissa hieman porfyyristä, mutta muuten keskirakeista, suuntautumaton tai heikosti suuntautunut. Sen päämineraaleina on kvartssia, mikrokliinia, oligoklaasia ja biotiittia sekä aksessoreina epidoottia, apatiittia ja opaakkimineraaleja. Kiven väri vaihtelee massiivien eri puolilla vaaleanharmaasta hieman punertavaan. Biotiittigraniitti leikkaa terävin kontaktein pohjagneissikompleksin grano- ja kvartsidioritteja ja niitä lävistäviä graniittisuonia. Biotiittigraniittia leikkaavat puolestaan terävin kontaktein karkearakeiset pegmatiittijuonet.

Graniittiapliittia on Liittovuoren eteläpuolella, Honkaperällä, Vaaksjärven ja Koivujärven pohjoispuolella ja Vuohensaaressa. Se on vaaleanharmaata ja keski-

rakeista. Kivessä on näkyvissä magman virtausrakenteita. Kiven rapautumispinta on »jyvämäisen» rosainen. Sen mineraalit ovat paljousjärjestyksessä mikrokliini, kvartsi, plagioklaasi (An_{15-16}) ja biotiitti. Aksessoreina on kloriittia, muskoviitti-serisiittia, epidoottia ja apatiittia. Alueen tavallisesta apliittista (s. 36) graniittiapliitti eroaa väriältään ja »jyvämäisen» asunsa takia. Graniittiapliitti leikkaa diskordantisti happamia ja emäksisiä vulkaniitteja ja Vaaksjärven pohjoispuolella se breksioi kiillegneissisiä ja amfiboliittia. Graniittiapliittia leikkaavat puolestaan karkearakeiset graniittipegmatiittijuonet (kuva 19). Wilkman (1931, s. 144) on yhdistänyt biotiittigraniitteihin myös alueen »jyvämäiset» graniittiapliitit.

POHJAGNEISSIKOMPLEKSI

Alueen pohjagneissikompleksia ei ole merkitty kallioperäkartaan, koska tarkkojen rajojen vetäminen erilaisten syväkivimäisten gneissien välille on alueen kivilajien korkean metamorfoosiasteen vuoksi hyvin vaikeaa. Kallioperäkarta on litologistektoninen, ja siinä on migmatiittitunut kiillegneissi merkitty sinisellä pohjavärillä punaisin päällemerkinnöin. Korkeampi metamorfoosiaste muuttaa kivet syväkivimäisiksi, jolloin niiden alkuperän tunnistaminen vaikeutuu. Kartassa vaaleanruskea pohjaväri sisältää syväkivimäisiä paragneissejä ortogneissien ohella. Paikoin pohjagneissikompleksiin kuuluvat kivilajit on voitu todeta stratigrafian perusteella.

Laajahko pohjagneissialue ulottuu Haapajärven länsipuolelta Kiuruveden itä- ja koillispuolelle. Kiuruveden ja Valkeisjärven välinen osa koostuu kahdesta perättäisestä doomimaisesta selänneestä. Doomimainen muoto on myös Niinimäen alueella kartan länsireunalla. Kolmannesta pohjagneissikupolista näkyy vain eteläosa kartan luoteisnurkassa. Näiden doomimaisten alueiden keskus on pääasiassa graniittia, jonka kalimaasälpä on lievästi porfyryistä. Doomien reunaosat ovat grano- ja kvartsidoriittisiä.

Pohjagneissikompleksi koostuu para- ja ortogneisseistä, joista edelliset ovat yleisempiä. Paragneissit ovat selvästi juovaisia ja hyvin poimuisia ja kiharia. Lisäksi paragneissit ovat migmatiittituneita ja graniittituneita. Haamumaiset, tummat murtokappaleet viittaavat kiviaineksen sulaneen ja muuttuneen korkeassa metamorfoosiasteessa. Selvimmissä tapauksissa paragneissit ovat osoittautuneet muuttuneiksi amfiboliiteiksi ja sarvivälke- ja kiillegneisseiksi.

Ortogneissit ovat pääasiallisesti gneissitytneitä kvartsi- ja granodioriitteja sekä graniitteja. Viimeksi mainittuja voidaan kutsua gneissigraniiteiksi. Ne ovat yleensä selvästi puristussuuntautuneita, mikä ilmenee ohuthieissä taipuneina plagioklaasikaksoislamelleina ja biotiittisuomuina. Alueen gneissigraniitit ovat yleensä harmaita, mutta Vieremän—Haajaisten konglomeraatin itäpuolella gneissigraniitti on vaaleanpunertavaa ja apliittista sekä konglomeraattia vasten hyvin voimakkaasti suuntautunut. Gneissigraniittien raekoko on 2—5 mm, mutta nuorempien graniittien vai- kutuksesta niihin on kehittynyt myös sitä suurempia maasälpäsilmakkeita.

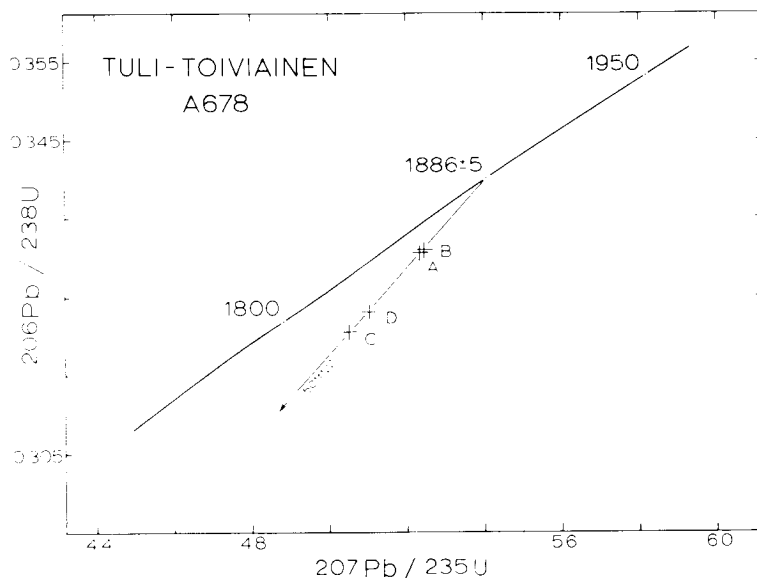
Harmaata, suuntautumaton tai melkein suuntautumaton, keski- ja tasarakeista granodioriittia on Haapajärven luoteispuolella. Zirkoni-¹⁸⁷⁰Ma Lammasahon (lehti 11 B) pohjagneissikompleksin granodioriittista osoittanee sen mobiloituneen svekokarjalaisen poimutuksen myöhäisorogeenisessä vaiheessa (Marttila 1976a, s. 8 ja 40).

Pohjagneissikompleksia, sekä para- että ortogneissejä, leikkaavat erisuuntaiset pegmatiitti-, apliitti- ja graniittijuonet sekä diabaasijuonet. Näitä juonia on nähtävissä kallioleikkauksissa Pyhäsalmi—Iisalmi-välisellä tieosuudella.

JUONIKIVILAJIT

Ofiittiset gabrot ja diabaasit

Alueen emäksiset juonet ovat leveitä ofiittisia gabroja, jotka muodostavat kerrosjuonia tai lakkoliitteja ja selvästi muita kivilajeja leikkaavia diabaaseja. Diabaasijuonien leveydet vaihtelevat alle metristä 200—300 metriin ja ne laajenevat usein lakkoliiteiksi. Juonet ovat jopa 3—4 km:n pituisia. Kapeat juonet ovat yleensä hienorakeisia ja usein massamaisia. Leveimmät juonet ja lakkoliitit ovat kontaktin lähellä hienorakeisia tai tiiviitä, mutta niiden raekoko kasvaa juonen keskustaa kohden. Rakenne on selvästi ofiittinen plagioklaasiliistakkeinen.



Kuva 20. Konkordia-diagramma Tuli-Toiviaisen gabron zirkoneille. Tulostydin-lähtöydinsuhteet on laskettu taulukon 5 analyysistä.

Fig. 20. Concordia diagram and isotope ratios for zircon fractions from the Tuli-Toiviainen gabbro.

Tehnyt — by O. Kouvo

Taulukko 5. Analyysitulokset sekä niistä lasketut radiometriset iät Tuli-Toiviaisen gabron zirkonifraktiolle.

Table 5. Isotope data on zircons from the Tuli-Toiviainen gabbro.

Anal. O. Kouvo.

Näyte no Sample no.	Fraktio Fraction (g.cm ⁻³) raakoko, μm grain size, μm)	²³⁸ U ppm	Radio- geeninen Radio- genic ²⁰⁶ Pb, ppm	²⁰⁶ Pb ²⁰³ Pb mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Radiometriset iät, Ma Radiometric ages, Ma		
								²⁰⁶ Pb ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb ²⁰⁶ Pb
					204	207	208			
A678A	d > 4.2 m > 160 tummat-dark	508,8	145,5	5 725 ,01019	11,679	15,829	1841 ± 47	1858 ± 26	1877 ± 6	
A678B	d > 4.2 m > 160 vaaleat-light	290,8	83,29	4 742 ,00953	11,684	14,843	1843 ± 35	1860 ± 21	1879 ± 15	
A678C	3.8 < d < 4.0	1 109	307,7	6 306 ,00076	11,496	13,190	1792 ± 26	1827 ± 15	1869 ± 8	
A678D	4.0 < d < 4.2	1 061	296,8	6 241 ,00835	11,628	15,626	1804 ± 42	1836 ± 23	1873 ± 6	

Alueen diabaasien ja ofiittisten gabrojen mineraaleina on plagioklaasia (yleisesti An₆₂—An₇₁), hypersteeniä ja/tai diopsidi-augiittia, sarvivälke-kummingtoniittia ja biotiittia sekä aksessoreina opaakkimineraaleja, apatiittia ja paikoin titaniittia. Nikkelipitoista magneettikisua on tavattu ofiittisissa gabroissa mm. Niemiskylässä (x = 7057,00 y = 474,35) ja Osmanginjärven eteläpuolella (x = 7066,50 y = 473,94).

Erittäin karkearakeista emäksistä gabropegmatoidia on Tuli-Toiviaisen-järven pohjoispuolella, Rytynjärven länsipuolella (ks. s. 40). Tämän pegmatoidin mineraaleina ovat 5—10 cm:n plagioklaasiliistakkeet (An_{n,40}) ja sarvivälke-kummingtoniittiyhteenkasvettumat sekä 2—3 cm:n magnetiittirakeet. Aksessoreina on zirkonikiteitä, joista Kouvon (Geologinen tutkimuslaitos 1978, s. 16) tekemä iänmääritys antoi n. 1885 Ma (kuva 20, taulukko 5).

Diabaasijuonet leikkaavat pohjamuodostuman gneissejä, pyrokseenipitoisia grana- ja kvartsidioriitteja ja dioriitteja sekä paikoin myös voimakkaasti migmatiittituneita kiille- ja sarvivälkegneissejä ja kordieriittipitoisia kivilajeja. Pyrokseenigraniittien alueella porfyrygraniitti ja karkearakeinen pyrokseenigraniitti puolestaan lävistävät terävin kontaktein diabaaseja ja ofiittisia gabroja. Nämä graniitit sisältävät usein särmikkäitä tai pyöristyneitä diabaasimurtokappaleita. Diabaasijuonia leikkaavat lisäksi apliittiset ja pegmatiittiset graniittijuonet.

Pegmatiitti- ja apliittijuonet

Pegmatiitit muodostavat enintään kymmenen metrin levyisiä erisuuntaisia juonia tai pienehköjä 5—50 m²:n pesäkkeitä. Ne lävistävät alueen muita kivilajeja ja ovat lävistysuhteista päätellen purkautuneet eri orogeenivaiheessa kuin viimeksi mainitut. Kontaktit sivukiviin ovat aina terävät. Pegmatiitit ovat yksinkertaisia graniittipegmatiitteja, joiden päämineraalit ovat vaalea tai vedenharmaa, joskus savunharmaa kvartsi ja vaaleanpunertava kirjorakenteinen mikrokliini. Lisäksi on usein biotiittia tai musko-

viittia. Selvästi tunnistettavaa plagioklaasia on harvoin. Näiden tyyppillisten mineraalien lisäksi on paikoin mustaa turmaliinia ja almandiini-granaattia sekä pienikiteisiä apatiittikasamia. Ekonomisia pegmatiittiesiintymiä alueelta ei ole löydetty.

Apliittijuonet ovat hieno- tai keskirakeisia ja koostuvat kvartsista ja maasälvästä. Apliitti- ja pegmatiittijuonet leikkaavat toisiaan.

KALLIOPERÄN STRATIGRAFIA, RAKENNE JA METAMORFOITUMINEN

Kallioperän stratigrafia ja rakenne

Kartta-alueen kallioperä on varhaisprekambrisen kratonin ja svekokarjalaisten muodostumien vaihettuma-alueita. Sen presvekokarjalainen pohja on paljastunut paikoin svekokarjalaisten, alkuperältään vulkaanisten ja sedimenttisten kivilajien välistä kupolimaisina antikliineina.

Kivilajien stratigrafinen kerrosjärjestys voidaan yksinkertaistaen ilmaista kaaviolla, jossa kivilajien järjestys nuorimmasta (ylhällä) vanhimpaan on seuraava:

Vierevän—Haajaisten sarja Kiilleliuske Grauvakkaliuske Konglomeraatti	Todennäköisesti kalevainen

Sedimenttinen sarja Kiille- ja sarvivälkegneissejä Grafiittipitoisia gneissejä ja mustaliuskeita Karsi- ja karbonaattikiviä	
Vulkaaninen sarja (kivilajijärjestys vaihteleva) Emäksisiä, intermediaarisia ja happamia tuffi- ja tuffiittiliuskeita Agglomeraatteja Tyyny- ja muita laavoja Grafiitti- ja karsipitoisuutta	
Metamorfoituneita pohjan rapautumissedimenttejä Kvartsi-maasälpärikkaita gneissejä	

Pohjagneissikompleksi	

Pohjagneissikompleksi on muodostanut geosynkliinialtaassa kerrostumisalustan alueen vulkaanisen sarjan kivilajeille. Selvää rajaa niiden välillä ei ole aina todettavissa, sillä pohjagneissin ilmeinen *in situ*-rapautuma on muodostanut ohuen, vaalean, kvartsi-maasälpävaltaisen, myöhemmin kiillegneissiksi metamorfoituneen kerroksen vulkaniittisarjan alle. Tähän rapautumaan on usein sekoittunut tuffiainesta ja niistä syntynyt metasedimentti on nyt leptiittigneissisiä.

Vulkaaniseen sarjaan kuuluu happamia ja emäksisiä pyroklastisia liuskeita (tuffi- ja tuffittiliuskeita, kidetuffi- ja lapillituffiliuskeita ja agglomeraatteja) ja laavakiviä (murskale- ja tyynylaavoja), joiden kerrosjärjestys vaihtelee. Sarjan alaosassa on usein karsi- ja kalkkikiviraitoja ja grafiittipitoisia välikerroksia. Malmimineralisaatiota on useimmiten happamien ja emäksisten tuffittiliuskeiden kontaktissa lähellä vulkaanisen sarjan pohjaa.

Vulkaanisen toiminnan heiketessä on vulkaanisen sarjan yläosaan kerrostunut geosynkliinisiä rapautumissedimenttejä (sedimenttinen sarja), jotka ovat nyt migmatiittisia kiille- ja sarvivälkegneissejä. Sedimenttisen sarjan alaosassa on myös grafiittipitoisia välikerroksia sekä karsi- ja karbonaattikiviä.

Laatokka—Perämeri-vyöhykkeessä tapahtuneissa tektonisissa liikunnoissa syntyneeseen vajoamaan, miogeosynkliiniin, kerrostuivat myöhemmin kiille- ja sarvivälkegneissien päälle Vieremän—Haajaisten sedimentit (ks. s. 11). Metamorfoiduttuaan ne muodostivat pohjalta ylöspäin laskien sarjan: konglomeraatti-grauvakkaliuske-kiilleliuske. Tämä niin sanottu Vieremän—Haajaisten konglomeraatti-kiilleliuskesarja kuuluneen kalevaisiin sedimentteihin (Simonen *et al.* 1978, s. 12).

Svekokarjalaisen orogenian aikana syvälle vajonneiden lohkojen vulkaaniset ja sedimenttiset sekä pohjagneissikompleksin kivilajit metamorfoituivat myöhemmin uudelleen, sulivat osittain tai kokonaan ja muodostivat yhdessä migmatiitteja tai purkautuivat intrusiivikivilajeina ympäristöönsä.

Alueen vanhimmat svekokarjalaiset intrusiivikivilajit ovat pyrokseenidioriitteja ja -kvartsidioriitteja. Ne sisältävät murtokappaleina vulkaanisen ja sedimenttisen sarjan kivilajeja.

Pyrokseenidioriitteja ja -kvartsidioriitteja, pohjagneissikompleksia sekä vulkaanisen ja sedimenttisen sarjan kivilajeja leikkaavat diabaasit ja ofiittiset gabrot, joiden zirkoni-ikä on 1885 Ma (ks. s. 34). Diabaasien ja ofiittisten gabrojen ei ole todettu leikkaavan Vieremän—Haajaisten sedimenttisarjan kivilajeja.

Pyrokseenigraniitit ja niiden kanssa samanikäiset porfyrygraniitit lävistävät diabaaseja ja ofiittisia gabroja. Nekin sisältävät murtokappaleina vanhempia vulkaanisia ja sedimenttisiä kivilajeja eivätkä eroa iältään sanottavasti pyrokseenidioriiteista ja -kvartsidioriiteista.

Laatokka—Perämeri-vyöhykkeen vastaavat pyrokseenikivilajit ovat iältään n. 1880 Ma (Simonen *et al.* 1978, s. 15 ja 17) ja vyöhykkeeseen liittyvä vulkanismi on vain hivenen vanhempaa kuin alueen plutonismi (Simonen *et al.* 1978, s. 12—13), joten syntektonisen magmatismien ikä on noin 1880 ± 20 Ma (Kouvo 1976, s. 8) myös Kiuruveden alueella.

Svekokarjalaisen orogenian aikana ovat kehittyneet myös karret (titaaniitti-ikä 1870 Ma) ja kordieriittikivet.

Pegmatiitti- ja apliittijuonet leikkaavat alueen kaikkia kivilajeja ja toisiaan. Niitä on syntynyt svekokarjalaisen orogenian eri vaiheissa.

Pohjagneissikompleksia ja vulkaanisia sekä sedimenttisiä sarjoja lävistävien intrusiivikivilajien ikäsuhteet ovat nuorimmasta vanhimpaan seuraavat:

pegmatiitti- ja apliittijuonet (lävistävät myös Vieremän—Haajaisten sarjan)	
porfyrigraniitit	
pyrokseenigraniitit	~ 1880 Ma
ofiittiset gabrot ja diabaasit	~ 1885 Ma
(eivät lävistä Vieremän—Haajaisten sarjaa)	
pyrokseenigranodioriitit ja -kvartsidioriitit	
pyrokseenidioriitit	1880 ± 20 Ma

Metamorfoosi

Suurin osa kartta-alueen kivilajeista on metamorfoitunut hyvin voimakkaasti, mikä on hävittänyt niiden alkuperäiset rakennepiirteet. Fasiykselliset olosuhteet ovat vaihdelleet alueellismetamorfoosista kontakti- ja dislokaatiometamorfoosiin. Alueellis-metamorfoosin amfiboliittifasiyksessä on metamorfoitunut Vieremän—Haajaisten konglomeraattiliuskesarja, jossa myöhempää kataklastista metamorfoosia edustavat sen silmäliuskeet, ja vulkaanis-sedimenttinen sarja, johon kuuluvat happamat ja emäksiset vulkaniitit sekä migmatiittituneet kiille- ja sarvivälkegneissit. Alueellis-metamorfoosin pyrokseenigabro-granuliittifasiyksien olosuhteissa ovat metamorfoituneet Sulkavanjärven—Niemisjärven lohkon anatektisistä sulista kiteytyneet pyrokseenipitoiset dioriitit ja kvartsidioriitit.

Dislokaatiometamorfoosia on tapahtunut pitkissä, erisuuntaisissa ja suhteellisen kapeissa liikuntovyöhykkeissä. Näissä murtumalinjoissa, jotka ovat voineet ulottua aina mantteliin saakka, lämpötila on voinut kohota ympäristöönsä selvästi korkeammaksi. Paine ja lämpötila näissä dislokaatiovyöhykkeissä lienee vastannut kontakti-metamorfoosista hornfelsfasiesta.

Kontakti-dislokaatiometamorfoosin sarvivälkehornfelsfasiyksien olosuhteissa ovat syntyneet kordieriitti-granaatti-biotiittikivet peliittis-vulkaanisista kerrossarjoista ja kordieriitti-granaatti-antofylliittikivet emäksisten vulkaniittien kerrossarjoista. Osa näistä kivilajeista on saattanut muodostua myös dislokaatiometamorfoosissa. Dislokaatiometamorfoosin pyrokseenihornfelsfasiyksien olosuhteissa ovat muodostuneet Sulkavanjärven—Niemisjärven lohkon sisässä olevat emäksisistä vulkaniiteista peräisin olevat kordieriitti-granaatti-hypersteenikivet, joiden SiO₂-puutteisia horisontteja edustavat Kalliojärven safriinipitoiset parageneesit, ja kalkkirikkaista kerroksista diopsidi-skapoliittikarret.

TALOUDELLISIA AIHEITA

Malmiaiheita

Kiuruveden karttalehtialueella on kaksi Outokumpu Oy:n tutkimaan ja inventoimaan malmiesiintymää: Kalliojärven ja Hallaperän malmiot. Kalliojärven malmiot (Helovuori 1962; Huhtala *et al.* 1978, s. 118; Huhtala 1979, s. 1076) sijaitsevat Kallio-

järvestä 1—1,5 km luoteeseen. Siellä on kiillegneississä tuffiittiliuskealue, joka koostuu happamista leptiittisistä gneisseistä, intermediaarisista sarvivälkegneisseistä ja emäksistä raitaisista amfiboliiteista. Vulkaaniset kivilajit ovat paikoin muuttuneet kordieriitti-granaatti-antofylliittikiviksi. Malmiot, jotka sisältävät kupari- ja sinkkipitoisia rautakiisuja, sijaitsevat pääasiassa happamien ja emäksisten tuffiittiliuskeiden kontaktissa lähellä vulkaanisen sarjan pohjaa.

Kalliojärven malmin inventoidut malmivarat, jotka jakaantuvat viiden malmion osalle, ovat 2,6 milj. tonnia. Malmi sisältää keskimäärin: 0,27—0,59 % Cu, 0,06—2,47 % Zn, 20,9—27,3 % S ja 29,2—37,3 % Fe.

Ekonomiseksi osoittautui malmioista vain Ruostesuon malmio, jonka malmivarat on laskettu 1,5 milj. tonniksi sisältäen 0,37 % Cu, 2,47 % Zn, 27,3 % S ja 34,4 % Fe.

Hallaperän malmio (Huhtala 1979 s. 1076) sijaitsee Niemisjärven pohjoispuolella Pyhäsalmi—Kiuruvesi-maantien läheisyydessä. Se on kapea, noin 2 kilometrin pituinen esiintymä, jolla on terävä kontakti sivukiviin. Sivukivinä ovat kordieriitti-granaatti-biotiitti- ja -antofylliittikivet ja granaatti-sillimaniittipitoiset kiillegneissit. Malmiaineksena ovat rautakiisut, joissa on kupari- ja sinkkipitoisuutta.

Hallaperän malmin lasketut malmivarat ovat 3,5 milj. tonnia jakaantuneena siiroksen vaikutuksesta kahteen osaan: Pohjoismalmio 2,4 milj. tonnia ja Etelämalmio 1,1 milj. tonnia. Malmi sisältää 0,48 % Cu, 1,14 % Zn, 17,11 % S ja 22,85 % Fe.

Alueella on lisäksi useita kohteita, joissa on merkkejä kupari- ja sinkkipitoisuudesta. Koivujärven alueen malmiutuminen on pääasiassa happamien vulkaniittien yhteydessä (Nikander 1976, s. 69). Karsi- ja karbonaattikivissä on hyvin heikko magneetti- ja rikkikiisupirote. Kallionpinnassa ruosteisuutena esiintyvää malmimineralisaatiota on Lavapuroilta ja Honkaperältä Niemisjärven (Karvinen 1978, s. 78) kautta Hautajärven eteläpuolelle ulottuvassa vulkaanisia kivilajeja sisältävässä vyöhykkeessä, Sahinperällä Sulkavanjärven länsipuolella ($x = 7042,88$ $y = 482,00$) ja Tuomijoella ($x = 7045,65$ $y = 474,50$). Niiden malmimineralisaation muodostavat rauta-, kupari- ja sinkkisulfidit. Tunnusomaisena piirteenä alueen tämän tyyppisille malmimineralisaatioille on niiden liittyminen vulkaanisiin ja usein myös kordieriittipitoisiin kivilajeihin.

Nikkelipitoisuutta on tavattu serpentiniitissä Saarisenlammen pohjoisrannalla Sulkavanjärven luoteispuolella (s. 29) sekä ofiittisissa gabroissa Suolammen eteläpuolella Niemiskylässä (s. 35) ja Osmanginjärven eteläpuolella (s. 35).

Teollisuusmineraaleja ja rakennuskiviä

Taloudellisesti käyttökelpoisia teollisuusmineraaleja alueelta ei ole tavattu. Niemiskylän Kippolanmäen etelärinteessä (s. 13) on vanha hylätty wollastoniittikalkkikivilouhos, jonka louhittu ala on noin 5×10 metriä (Wilkman 1931, s. 49).

Kivijalkojen, navettojen ja siltojen rakentamiseen on käytetty useista eri paikoista louhittua biotiittigraniittia. Mm. Toiviaismäki ($x = 7065,55$ $y = 480,75$) noin 4 km kirkonkylästä pohjoiseen, Valkeismäki ($x = 7068,5$ $y = 481,1$) Valkeisjärven kaak-

koispuolella ja Vaaksjärven itäpuolen kallioselänne ($x = 7060,7$ $y = 469,95$) ovat olleet tällaisia kivenlouhintapaikkoja. Kivilaji on niissä ehittyä, hieno- tai pienirakeista ja se on ollut pengermäisen rakoilunsa vuoksi helposti louhittavissa (Wilkman 1931, s. 144 ja 245—246).

Rakennuskivenä, varsinkin uunikivenä, on käytetty karkearakeista pyrokseenigraniittia, jota paikkakuntalaiset ovat nimittäneet »hammaskiveksi» (Wilkman 1931, s. 141). Sitä on louhittu kotitarpeiksi Salmenkylässä ja todennäköisesti myös Paljakanvuoresta.

Tuli-Toiviaisen pohjoispuolen emäksistä pegmatoidia (gabropegmatoidia s. 35) olisi tutkittava, soveltuisiko se kiviteollisuudelle esimerkiksi sisätilojen verhou-laattojen valmistukseen. Kivilaji olisi hiottuna kaunista. Esiintymä olisi kokonsa ja maantien läheisyyden ansiosta louhintakelpoinen.

EKSKURSIOKOhteita

Koivujärven pohjoispuoli (lehti 01 B): Navettakummussa ($x = 7047,22$ $y = 462,41$) lähes 100 m Huutoperälle vievän tien eteläpuolella on breksiaa, missä on murtokappaleina amfiboliittia ja karsiraitaista leptiittia ja intrudoivana kivenä »ryy-nimäinen» graniittiaplitti (s. 32). Graniittipegmatiitti leikkaa nuorimpana kaikkia näitä kivilajeja (kuva 19).

Kalliokylä (lehti 02 C): Ruosteenmäen kallioalue (keskus $x = 7054,50$ $y = 468,64$) on kiintoisa kohde karkearakeisine, vivahderikkaine kordieriitti-granaatti-antofylliittikivineen (kuva 14). Opastus paikalle metsäteitä pitkin on vaikeaa, mutta sunnista-jalle noin kilometrin taival rämeen läpi Niinimäki—Kiuruvesi- tai Aittojärvi—Kallio-kylä-maantieltä ei tuottane vaikeuksia.

Honkaperä (lehti 03 D): Kyntölänkankaan kohdalla Pyhäsalmi—Kiuruvesi-maan-tien kallioleikkauksessa ($x = 7065,11$ $y = 466,16—22$) on migmatiittista kiille-gneissia ja sen päällä vulkanogeenista amfiboliittia. Leikkauksen pohjoissivustassa, kallion päällä, on tyynylaavaa ja lohkarelaavaa. Tasarakeisessa graniitissa on lisäksi nähtävissä sulkeumana ympäristön kerroksellista tuffiittiliusketta.

Niemisjärvi (lehti 06 A): Pyhäsalmi—Kiuruvesi-maantien noin 350 m pitkässä kallioleikkauksessa ($x = 7064,10$ $y = 474,20—55$) on keskirakeista granodioriittia (paragneissia), jota leikkauksen keskivaiheilla lävistää diabaasi. Leikkauksen länsi-päässä on biotiittiplagioklaasigneissia.

Tuli-Toiviaisen (lehdet 05 C ja 04 D): Tuli-Toiviaisen-järven pohjoispuolella, Kiuruvesi—Laukkala-maantiestä noin 200 m länteen, talotien varressa ($x = 7050,10$ $y = 478,90$), on gabropegmatoidia (s. 35). Samanlaista gabropegmatoidia on nähtävissä myös siitä etelään lähellä järveä olevissa paljastumissa.

Salmenkylän kohteet (lehti 07 A): Sahinperän tienristeyksen luoteispuolella ($x = 7042,75$ $y = 481,70$) on sarvivälke- ja kiillegneissimurtokappaleita sisältävää intru-siivibreksiaa keskirakeisessa pyrokseenikvartsidioriitissa (kuva 17).

Sahinperälle vievän tien itäreunalla ($x = 7043,04$ $y = 482,15$), on karkearakeista, raitaista kordieriitti-granaatti-hypersteenikiveä (kuva 16) ja sen länsipuolella ($x = 7043,09$ $y = 482,17$) amfiboliittifragmentteja sisältävää kordieriitti-granaatti-antofylliittikiveä (kuva 15).

Mäkilahdenmäessä ($x = 7041,76$ $y = 483,14$), maantien pohjoispuolella on karkearakeista, porfyyristä pyrokseenigraniittia.

Jynkänmäki (lehti 07 D): Kiuruvesi—Pielavesi-maantien länsipuolen kallioleikkauksessa ($x = 7046,66$ $y = 485,20$) on rinnakkain porfyyrigraniittia ja porfyyristä pyrokseenigraniittia (s. 31).

Haajainen (lehti 11 D): Haajaistenkylän koulusta noin 200 m pohjoiskoilliseen, Murtomäessä ($x = 7059,38$ $y = 499,86$), on polymiktistä konglomeraattia (s. 12).

Petäjäselkä (lehti 12 D): Haajaisista Vieremälle johtavan maantien länsipuolen kallioleikkauksessa ($x = 7066,68$ $y = 497,88$) on poimuttunutta kiilleliusketta (s. 8).

Lammasaho (lehti 11 B): Konolanmäestä Runnille johtavan maantien vieressä Kumpukallion länsipuolella ($x = 7058,80$ $y = 492,60$) on keskirakeista, harmaata granodioriittia (ortogneissia), joka ilmeisesti on mobiloitunutta pohjakompleksia (s. 34).

Summary

PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE KIURUVESI MAP-SHEET AREA

Introduction

The area of map sheet 3323, Kiuruvesi is located in the region of Ylä-Savo (= Upper Savo) in Central Finland. Most of the area falls inside Mäkinen's (1916) geological map of Keski-Pohjanmaa (= Central Finnish Bothnia) drawn to a scale of 1 : 800 000. In 1 : 400 000-scale petrological maps, the area is divided into two sheets: the northern part lies in the C 4 Kajaani sheet (Wilkman 1929, 1931) and the southern part in the C 3 Kuopio sheet (Wilkman 1935, 1938).

The studies carried out in the area of the Kiuruvesi map sheet have previously produced a publication in the English language (Marttila 1976a), which describes in detail the local rocks and their genesis, tectonics, stratigraphy and ore mineralization as well as the geological evolution of the Kiuruvesi area. In the present explanatory text accompanying the map of the local bedrock, these matters are only cursorily dealt with, though taking into account the results of the most recent investigations.

Supracrustal rocks

For the most part, the bedrock of the area consists of rocks of volcanic and sedimentary origin. The transition from volcanogeneous to sedimentogeneous rocks is gradual.

The sedimentogeneous rocks have metamorphosed into mica schists, gneisses and conglomerates. A slightly metamorphosed series is to be found in the north-eastern part of the map, in the district of Vieremä—Haajainen, where the stratigraphic sequence of layers is as follows, moving upward from the bottom: conglomerate, augen gneiss, greywacke schist and mica schist. The conglomerate contains rocks of the volcanic series and the basement consists of pebbles (Fig. 5).

Included among pelitic mica gneisses are the biotite plagioclase gneisses, porphyroblastic (sillimanite and almandine) mica gneisses (Fig. 2) and hornblende-bearing biotite gneisses. In addition to the pelitic material, the hornblende gneisses contain pyroclastic material.

Synorogenic and late orogenic, mainly granitic intrusions have changed the gneisses into veined gneisses and migmatites of a brecciated structure (Figs. 3 and 4).

Volcanic rocks compose a varying series of pillow and fragmentary lavas, agglomerates and basic, intermediary and acid tuffaceous and tuffitic schists.

Pillow and fragmentary lavas occur in the Honkaperä area (Figs. 7 and 8). The pillows are somewhat elongated, measuring between 20 and 50 cm in length. Their center is intermediary in composition and lighter of color than the matrix. The pillows are generally enveloped by a rusty epidote or quartz shell a centimeter or two thick.

In the pyroclastic rocks, volcanic disseminations 1—15 cm long form agglomerate layers in the fine-grained tuffaceous material (Fig. 9). The tuffaceous material has metamorphosed into amphibolites, which are characterized by bands consisting predominantly of hornblende and diopside. Associated with them in places are tuffaceous plagioclase- and uralite-bearing schists. (Figs. 10 and 11). The calc-silicate-bearing layers in the amphibolite are in places boudinaged (Fig. 6). The acid tuffaceous and tuffitic material is leptite (Figs. 12 and 13), with cummingtonite present in many of the amphibolitic bands. The leptites of tuffaceous origin lack zircon as an accessory, which is a general occurrence in sedimentary quartz-feldspar schists.

The chemical compositions of the intermediate and basic volcanites are given in Table 1. Table 2 shows the chemical compositions of the acid tuffaceous and tuffitic schists (leptites).

Associated with both the sedimentary and volcanic series are slight occurrences of graphite-bearing schists and gneisses as well as calcareous skarn bands.

Cordierite-bearing rocks

The cordierite-bearing rocks of the area are in many instances associated with pyroxene-bearing rocks. Occurring together with them, in addition, are metamorphosed, basic and acid volcanites, such as amphibolites and leptites as well as sedimentogeneous mica- and hornblende gneisses. The cordierite-bearing rocks form in conjunction with them bands and nests as well as brecciating them (Figs. 15 and 16). With regard to their origin, the cordierite-bearing rocks appear to be partly or totally melted products of the rocks mentioned. Characteristic of the cordierite-bearing rocks is a coarseness of grain, in some instances even a pegmatoid texture, which gives them the appearance of plutonic rocks (Fig. 14).

On the basis of their mineral assemblages, the cordierite-bearing rocks of the area can be divided into three types: cordierite-garnet-biotite rocks, cordierite-garnet-anthophyllite rocks and cordierite-garnet-hypersthene rocks. In addition to these mineral assemblages quartz and plagioclase are regularly present. Accessory constituents are generally sillimanite, apatite and in slight amounts, zircon as well as, in spots, rutile and hercynite. The opaques are oxide and sulphide ore minerals.

Table 3 shows the chemical compositions of different cordierite-bearing rocks.

Infracrustal rocks

The intrusive rocks include, as small occurrences, ultrabasic and basic rocks, such as serpentinite, hornblendite and peridotite as well as non-ophitic gabbro.

The diorites and quartz diorites occur in massive or gneissoid form. They contain hypersthene, either alone or together with diopside-augite. Hornblende is present in many cases as an alteration product. The dioritic rocks contain an abundance of gneiss granite, veined gneiss, and mica and hornblende gneiss (Fig. 17) as fragments as well as amphibolite.

Belonging to the acid intrusive rocks are rather large tracts of porphyritic granite, pyroxene granite (Fig. 18) and pyroxene granodiorite. The pyroxene granite contains potassium feldspar, quartz, plagioclase, hypersthene and diopside-augite as well as biotite and hornblende. The granitic rocks include, in addition, epidote-rich granite (unakite), biotite granite and granite aplite (Fig. 19).

Table 4 gives the chemical compositions of some plutonic rocks and gneiss with a plutonic appearance.

Basement gneiss complex

The basement gneiss complex comes into view from between metavolcanites and metasediments, in many cases dome-shaped forms. The rocks of the basement gneiss complex consist of para- and orthogneisses, of which the former are the more common. The paragneisses are migmatized and granitized metamorphic amphibolites, and hornblende and mica gneisses, which contain ghost-like, dark fragments. The identification of the original rocks is generally difficult on account of the alteration that has taken place. The orthogneisses are mainly gneissose quartz diorites and granodiorites as well as granites, or gneiss-granites. In the middle of the domes, there have crystallized, through the influence of the younger granites, feldspar porphyroblasts.

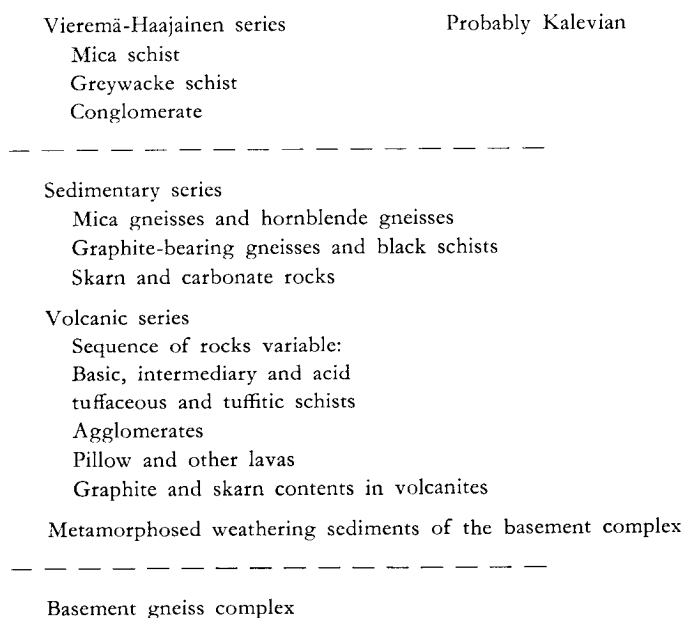
Dike rocks

The basic dikes of the area are extensive ophitic gabbros, which appear to form sills or laccoliths, and diabases conspicuously cutting across other varieties of rock. The diabase dikes vary in width from less than a metre to 200—300 metres, and they broaden out in many instances into laccoliths. The dikes are as much as three to four kilometres in length. The age calculated for the Tuli-Toiviainen gabbro-pegmatoid from zircon fractions is c. 1885 Ma (Fig. 20, Table 5).

Pegmatites form dikes at most ten metres broad and trend in different directions as well as nests measuring between 5 and 50 sq. m in diameter. They intersect all the rocks in the area and each other. The pegmatites are simple granite pegmatites, which in places contain tourmaline and almandine. The aplite dikes composed of quartz and feldspar are fine- and medium-grained. They and the pegmatite dikes crosscut each other.

Stratigraphy, structures and metamorphism

The original structural features of the rocks stratified in the area of the Kiuruvesi map sheet are in many places hard to distinguish on account of their high grade metamorphism. Working out their stratigraphy is therefore difficult. The stratigraphic sequence of the rocks can, however, be depicted in simplified form by means of a diagram, in which the rocks fall into the following order from the youngest (on top) to the oldest (at the bottom):



The basement gneiss complex and the volcanogenic and sedimentogenic series are penetrated by intrusive rocks, the age relations of which from the youngest to the oldest are as follows:

Pegmatite and aplite dikes	
(also penetrate the Vieremä-Haajainen series)	
Porphyry granite	
Pyroxene granite	~1880 Ma
Ophitic gabbros and diabases	~1885 Ma
(do not penetrate the Vieremä-Haajainen series)	
Pyroxene granodiorite and quartz diorite	
Pyroxene diorite	1880 ± 20 Ma

The corresponding pyroxene-bearing plutonic rocks of the Laatokka-Perämeri (Ladoga—Bothnian Bay) zone are 1880 Ma of age and the volcanism of this zone is only slightly older (Simonen *et al.* 1978, pp. 15 and 17); hence the age of the syn-tectonic intrusions is 1880 ± 20 Ma (Kouvo 1976, p. 8) also in the Kiuruvesi area.

It was during the time of the Svecokarelidic orogeny that also the skarn rocks (titanite age: 1870 Ma) and cordierite-bearing rocks formed.

For the most part, the rocks occurring in the area of the map sheet have undergone a strong metamorphism, which has destroyed their original structural features. The Vieremä-Haatainen mica schist-conglomerate series, which has preserved part of its primary structures, metamorphosed under conditions in the lower part of the amphibolite facies during the regional metamorphism. Cataclasis subsequently produced the augen-schist present in it. The volcanogeneous leptites and amphibolites as well as sedimentogeneous, migmatic mica and hornblende gneisses metamorphosed in a somewhat higher temperature.

The pyroxene-bearing granodiorites and quartz diorites as well as diorites of the middle section of the area formed from the partly or totally molten volcano-sedimentary rocks and the basement gneisses by recrystallization under conditions of pyroxene gabbro-granulite facies. The cordierite-garnet-biotite-bearing rocks at the margins of the section referred to as well as in shear zones are products of contact-dislocation metamorphism of pelitic-volcanic rocks, the conditions of the genesis of which probably correspond to the hornblende-hornfels facies. The cordierite-garnet-anthophyllite rocks originated from basic volcanites under the same conditions. On the other hand, the formation of the cordierite-garnet-hypersthene rocks took place in a high-grade pyroxene-hornfels facies.

Ore mineralization

Ore showings are encountered at several sites in the area under investigation (Marttila 1976a, p. 82). Uneconomic sulphide occurrences are located 1—1.5 km northwest of Kalliojärvi (the Kalliojärvi ore deposit) and at Hallaperä on both sides of the Pyhäsalmi-Kiuruvesi road (the Hallaperä ore deposit) (Huhtala 1979, p. 1076). The ore deposits in the Kiuruvesi area belong to the main sulphide ore belt of Finland between Lake Ladoga and the Bothnian Bay (Kahma 1978).

KIRJALLISUUTTA — LITERATURE

- Gaal, G., Helovuori, O., Huhma, A., Marttila, E., Parkkinen, J., Pehkonen, E., Saastamoinen, J. & Viluksela, E., 1973.** On the stratigraphy of Ostrobothnia, Savo and North Karelia, Finland. XI Nordiska geologiska vintermötet Oulu/Uleåborg 1974 January 3—5, B. Abstracts, 59—60.
- Geologinen tutkimuslaitos, 1978.** Kertomus toiminnasta vuonna 1977. 76 s.
- Helovuori, Olavi., 1962.** Kalliojärven malmi. Raportti, Käsikirjoitus [manuscript], Outokumpu Oy, Malminetsintä.
- Huhtala, Tauno., 1979.** The geology and zinc-copper deposits of the Pyhäsalmi-Pielavesi district, Finland. *Econ. Geol.* 74, 1069—1083.
- Huhtala, T., Mäkelä, T. & Rauhamäki, E., 1978.** Vihannin—Pyhäsalmen alueen sinkkimalmien vulkaanis-stratigrafinen asema. 111—120. Laatokan—Perämeren malmivyöhyke-symposio 16. 02. 1978, Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y., 167 s.
- Kahma, Aarno, 1978.** The main sulphide ore belt of Finland between Lake Ladoga and the Bothnian Bay. *Bull. Geol. Soc. Finland* 50, 39—43.
- Karvinen, Antero, 1978.** Kiuruveden Niemisjärvi-Honkaperä -vyöhykkeen geologiasta ja kiisu-esiintymistä. Käsikirjoitus [manuscript], Turun yliopiston geol. & mineral. os., 111 s.
- Kouvo, Olavi, 1976.** Kallioperämme kronostratigrafiasta. Stratigrafia-symposio 08. 09. 1976, 1—13. Suomen Geologinen Seura — Geologiliitto r.y., Koulutusmoniste 2. 111 s.
- Marjonen, Reino, 1965.** Kiuruveden Hautajärven ympäristön liuskeiden petrografiaa. Käsikirjoitus [manuscript], Helsingin yliopiston geol. laitos. 59 s.
- Marttila, Erkki, 1976a.** Evolution of the Precambrian volcanic complex in the Kiuruvesi area, Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 283. 109 s.
- , 1976b. Kiuruveden alueen stratigrafiasta. 33—37. Stratigrafia-symposio 08. 09. 1976, Suomen Geologinen Seura — Geologiliitto r.y., Koulutusmoniste 2. 111 s.
- Mäkinen, Eero, 1916.** Öfversikt av de precambrisk bildningarna i mellersta Österbotten i Finland. Summary: On the Pre-Cambrian geology of Central Österbotten in Finland. *Bull. Comm. géol. Finlande* 47. 132 s.
- Nikander, Jarmo, 1976.** Pielaveden-Koivujärven jakson karsi- ja karbonaattikivien ja vulkaniittien stratigrafiasta. Käsikirjoitus [manuscript] Turun yliopiston geol. & mineral. os., 88 s.
- Parkkinen, Jyrki, 1966.** Tutkimuksia Kiuruveden malmiaiheista. Käsikirjoitus [manuscript], Helsingin yliopiston geol. laitos. 105 s.
- Savolahti, Antti, 1965.** On the schists and associated intrusive rocks of the Vieremä-Kiuruvesi region. *Bull. Comm. géol. Finlande* 218. 83 s.
- , 1966. On the rocks containing garnet, hypersthene, cordierite and gedrite in the Kiuruvesi region, Finland. Part I: Juurikkajärvi. *Bull. Comm. géol. Finlande* 222, 343—386.
- Savolahti, A. & Marjonen, R., 1966.** On the petrography of the metamorphic schist belt of Hautajärvi, Kiuruvesi commune, Finland. *Bull. Comm. géol. Finlande* 222, 199—217.
- Simonen, Ahti, 1980.** The Precambrian in Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 304. 58 s.
- Simonen, A., Helovuori, O. & Kouvo, O., 1978.** Laatokan—Perämeren -vyöhykkeen kallioperän erikoispiirteistä ja iästä. 10—19. Laatokan-Perämeren malmivyöhyke-symposio 16. 02. 1978, Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y. 167 s.

- Talvitie, Jouko, 1959.** Koivujärven kiteisistä liuskeista ja eruptiivikivistä Savon liuskealueella, Luoteis-Savossa. Käsikirjoitus [manuscript], Helsingin yliopiston geol. laitos. 85 s.
- , **1977.** The Ladoga-Bothnian Bay fracture zone. 113—120. Caj Kortman (ed.). Fault tectonics in the eastern part of the Baltic shield, Proceeding of a Finnish-Soviet Symposium 20—24. 09. 1976. The Committee for Scientific and Tectonical Co-operation between Finland and the Soviet Union, Helsinki. 120 s.
- Wahl, Walter, 1963.** The hypersthene granites and unakites of Central Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 212, 83—100.
- Wilkman, W. W., 1928.** Über Unakite in Mittelfinnland. Fennia 50 (15). 20 s.
- , **1929.** Kivilajikartta, lehti C 4, Kajaani. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000.
- , **1931.** Kivilajikartan selitys, lehti C 4, Kajaani. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000. 247 s.
- , **1935.** Kivilajikartta, lehti C 3, Kuopio. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000.
- , **1938.** Kivilajikartan selitys, lehti C 3, Kuopio. English summary. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000. 171 s.
- Väyrynen, Heikki, 1933.** Über die Stratigraphie der karelischen Formationen. Bull. Comm. géol. Finlande 101, 54—78.
- , **1954.** Suomen kallioperä, sen synty ja geologinen kehitys. Otava, Helsinki. 260 s.

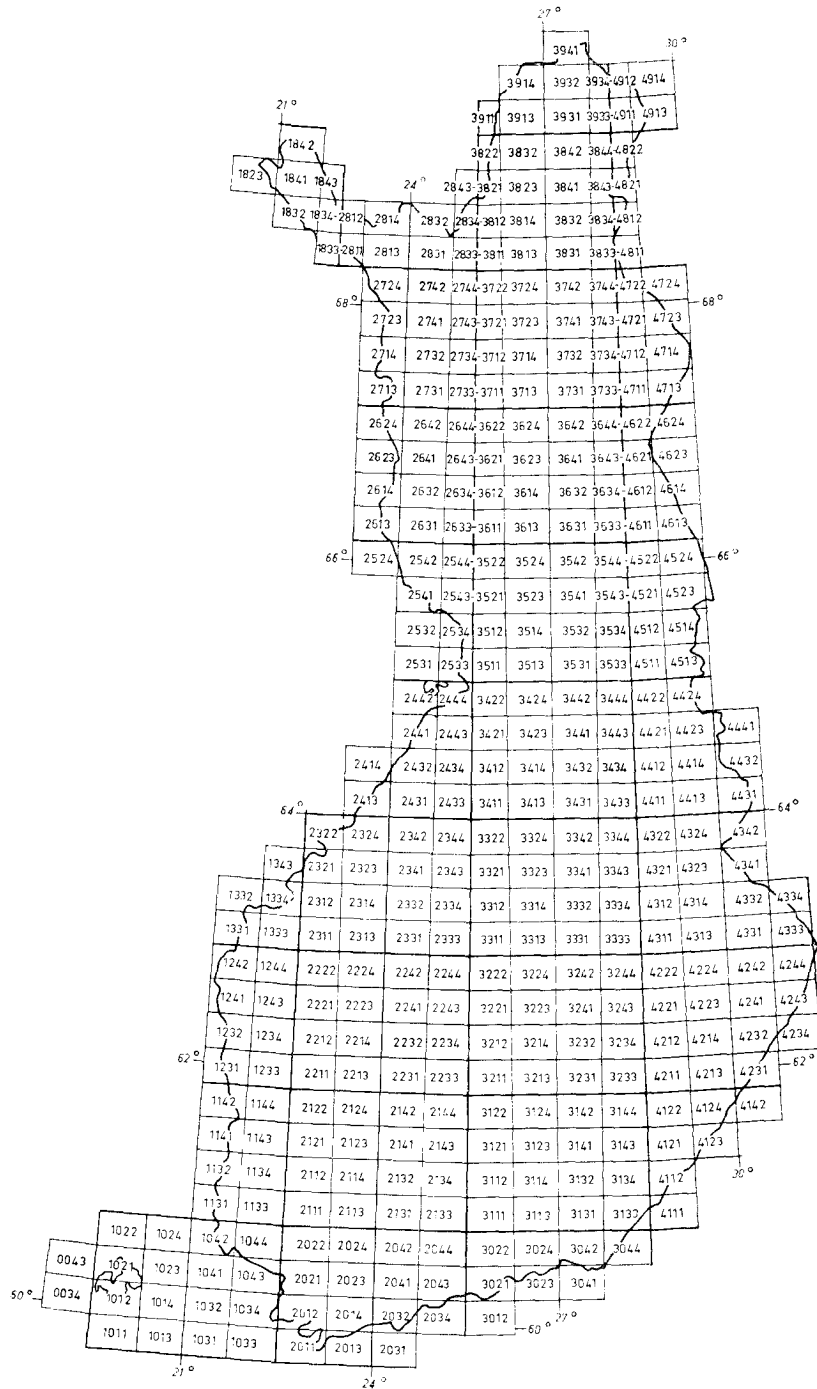
Julkaistut kallioperäkartat (1 : 100 000) ja selitykset (*)
 Published maps of pre-Quaternary rocks (1 : 100 000) and explanations (*)

1. 12. 1981

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| *0034+0043 Signilskär. 1978. | *2434 Vihanti. 1958. |
| 1011 Lägskär. 1978. | *2441 Raahel. 1959. |
| *1012 Maarianhamina. 1979. | *2443 Paavola. 1959. |
| 1013 Kökar 1981. | 2541 Kemi. 1972. |
| 1014 Föglö. 1980. | 2542+2524 Karunki. 1972. |
| *1021 Geta. 1978. | 2543 Simo. 1975. |
| *1023 Kumlinge. 1978. | 2544 Runkaus. 1971. |
| *1033 Nötö. 1954. | 2714 Kihlanki 1981. |
| 1034 Nagu. 1973. | 2723 Muonio. 1980. |
| *1242 Korsnäs. 1960. | 3012 Pellinki. 1965. |
| 1343 Vexala 1981. | 3021 Porvoo. 1964. |
| 2011 Hanko. 1970. | *3022 Lapinjärvi. 1962. |
| 2012 Perniö. 1955. | 3023+3014 Kotka. 1970. |
| 2013 Jussarö. 1973. | 3024 Karhula. 1965. |
| *2021 Salo. 1955. | 3041 Haapasaari. 1972. |
| *2022 Marttila. 1957. | 3042 Hamina. 1973. |
| *2023 Suomensjärvi. 1955. | 3044 Vaalimaa. 1979. |
| *2024 Somero. 1955. | *3111 Lahti. 1964. |
| *2032 Siuntio. 1960. | *3112 Heinola. 1970. |
| 2034 Helsinki. 1967. | 3113 Kouvola. 1963. |
| *2042 Karkkila. 1953. | 3114 Vuohijärvi. 1969. |
| *2043 Kerava. 1969. | *3121 Sysmä. 1977. |
| *2044 Riihimäki. 1956. | 3123 Mäntyharju. 1978. |
| *2111 Loimaa. 1953. | 3131 Luumäki. 1975. |
| *2112 Huittinen. 1976. | 3132 Savitaipale. 1965. |
| *2113 Forssa. 1954. | 3133 Ylämaa. 1979. |
| *2114 Toijala. 1973. | *3134 Lappeenranta. 1964. |
| *2121 Vammala. 1967. | 3142 Mikkeli. 1980. |
| *2122 Ikaalinen. 1952. | *3144 Sulkava. 1966. |
| *2123 Tampere. 1961. | 3232 Pieksämäki. 1971. |
| *2124 Viljakkala—Teisko. 1953. | 3233 Rantasalmi. 1973. |
| *2131 Hämeenlinna. 1949. | 3234 Varkaus 1980. |
| *2132 Valkeakoski. 1970. | *3311 Viitasaari. 1966. |
| *2133 Kärkölä. 1961. | *3312 Pihlupudas. 1969. |
| *2134 Lammi. 1964. | 3314 Pielavesi. 1977. |
| *2141 Kangasala. 1964. | *3323 Kiuruvesi. 1977. |
| 2143 Padasjoki. 1971. | 3334 Nilsä 1981. |
| 2144 Kaipola. 1973. | 3433 Sotkamo 1981. |
| *2213 Kuru. 1960. | 3531 Jonku. 1977. |
| *2214 Virrat. 1965. | 3541 Rytinki. 1979. |
| 2222 Seinäjoki. 1961. | 3543 Loukusa 1980. |
| 2223 Alavus. 1970. | 3642 Pelkosenniemi. 1979. |
| 2224 Kuortane. 1971. | 3643 Kursu. 1967. |
| 2231 Mänttä. 1976. | 3713 Sodankylä. 1979. |
| *2232 Keuruu. 1963. | 3714 Sattanen. 1980. |
| 2241 Ähtäri. 1970. | 4112+4111 Imatra. 1966. |
| 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. | 4621+4623 Salla. 1967. |

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:

Maanmittaushallituksen kartanmyynti,
 Eteläesplanadi 10, SF-00130 Helsinki 13



Karttaehtijako 1: 100 000
 Map division 1: 100 000

ISBN 951-690-148-4