

KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET
EXPLANATION TO THE MAPS OF
PRE-QUATERNARY ROCKS

LEHTI 3122

SHEET 3122

Jarmo Kallio

Joutsan kartta-alueen kallioperä

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



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1986

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

Kallioperäkarttojen selitykset, Lehti 3122
Explanation to the maps of pre-Quaternary rocks, Sheet 3122

Jarmo Kallio

JOUTSAN KARTTA-ALUEEN KALLIOPERÄ

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

Geologian tutkimuskeskus — Geological Survey of Finland

Espoo 1986

Kallio, J. 1986. Joutsan kartta-alueen kallioperä. Summary: pre-Quaternary rocks of the Joutsa map-sheet area. *Suomen geologinen kartta 1:100 000, Kallioperäkartojen selitykset, 3122 Joutsa*, 56 pages, 18 figures and 10 tables.

The area covered by the map-sheet is located in southern Finland, and its rocks, Precambrian in age, belong to the Svecokarelidic orogenic belt. The supracrustal rocks are deformed and metamorphosed at least in two phases, namely in the areal metamorphism during the Svecokarelidic orogeny (1900—1800 Ma) and in its later stages by the contact metamorphism of the syn- and latekinematic granitoids piercing the supracrustal rocks. The supracrustal rocks, especially metapelites, usually are migmatitized, sometimes so highly homogenised that they have an appearance of plutonic rock. The crystallization during the metamorphism took place partly under PT-conditions of the amphibolite facies and partly under those of the granulite facies. Gabbros, granodiorites, porphyritic granodiorites (1892 ± 3 Ma) and granites form plutons of different sizes and they cut through the schists, sometimes making breccia with them. Some diabase dykes intersect the bedrock representing the youngest rock unit. The bedrock has been broken up into mosaic by shear zones and fractures. Some of the shear zones, especially the deeper ones, may be very old descending from the era before the mobile phase of the orogeny.

The text is in Finnish, but a summary as well as figure and table captions in English have been added.

Key words: areal geology, explanatory text, bedrock, Proterozoic, Joutsa, Finland
Jarmo Kallio, Geological Survey of Finland PB 237, SF-70101 Kuopio 10, Finland

SISÄLTÖ—CONTENTS

Tutkimusvaiheet	1
Kallioperän yleispiirteet	3
Pintakivilajit	5
Kvartsimaasälpäliuskeet ja -gneissit	5
Serisiittiliuske	6
Metagrauvakka, kiilleliuske, -gneissi ja suonigneissi	7
Amfiboliitit ja emäksiset metavulkaniitit	14
Syväkivilajit	16
Gabrot ja dioriitit	17
Kvarts- ja granodioriitit sekä kvartsimontsoniitit	20
Kalimaasälpäporfyyrinen granodioriitti	23
Kalimaasälpäporfyyrinen graniitti	29
Graniitit	31
Juonikivilajit	35
Graniitti-, apliitti-, pegmatiitti- ja kvartsijuonet	35
Diabaasijuonet	36
Tektoniikkaa ja stratigrafiaa	38
Metamorfoosi	41
Malmimineralisaatioita	45
Summary: Pre-Quaternary rocks of the Joutsa map-sheet area	46
Introduction	46
Supracrustal rocks	46
Plutonic rocks	47
Diabase dikes	49
Stratigraphy and tectonics	49
Viitteet—References	51

TUTKIMUSVAIHEET

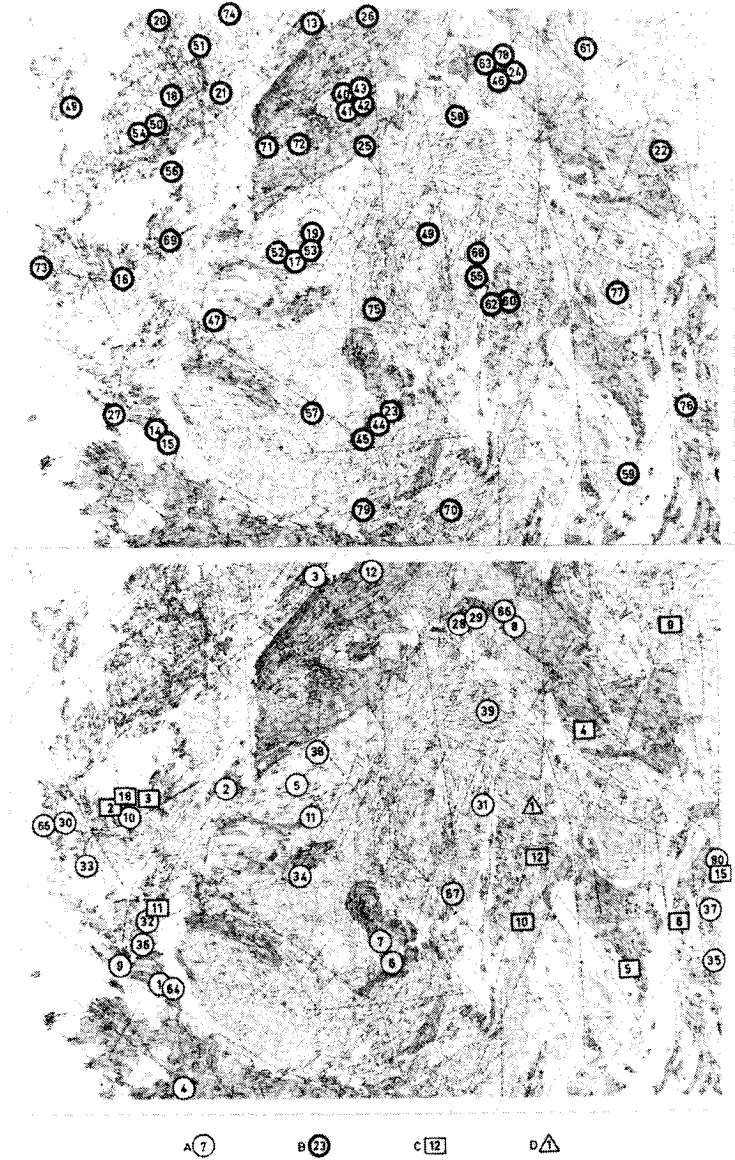
Joutsan kartta-alue sisältyy kokonaisuudessaan 1 : 400 000-mittakaavaiseen vuorilajikarttaan C2 Mikkeli (Frosterus 1900) ja sen selitykseen (Frosterus 1903). Muita aikaisempia tutkimuksia ovat Tammijärven—Luhangan liuskeita käsittelevä pro gradu -tutkielma (Karppanen 1970) ja Judinsalon—Onkisalons kallioperää ja rautamuodostumaa koskeva luonnontieteiden kandidaatin -tutkielma (Poukka 1979). Helsingin yliopiston porfyriprojekti suoritti näytteenottoa ja detaljikartoitusta Sydänmaan porfyrisesta graniitista ja Hernemäen granodioriitti—dioriitti—gabro-massiivista kesällä 1981 (Nurmi et al. 1984). Geologian tutkimuskeskuksen malmiosasto on tutkinut Tammijärven liuskeyvyöhykettä. Näitä tutkimuksia on myös raportoitu.

Kirjoittaja sai vastuulleen Joutsan kartta-alueen (3122) keväällä 1979. Sitä ennen kartta-alueelta olivat kallioperähavainnot tehneet tutkimusassistentit Kari Vuorio (1974) osa-alueelta 04, ja Reijo Niemelä (1976, 1977 ja 1978), osa-alueelta 04, 07, 10, 11 ja 12. Kesällä 1979 Joutsan kartta-alueella työskentelivät kirjoittajan lisäksi tutkimusassistentti Reijo Niemelä osa-alueella 09 ja geologian ylioppilas Juhani Nylander osa-alueella 05. Seuraavana kesänä kirjoittajan apuna olivat luonnontieteiden kandidaatti Kai Lähteenmäki osa-alueilla 04 ja 05 sekä geologian ylioppilas Ari Linna osa-alueella 08. Kesällä 1981 apulaisina olivat luonnontieteiden kandidaatti Ari Linna osa-alueilla 03 ja 06 sekä geologian ylioppilas Henry Vallius osa-alueilla 02, 03 ja 06. Kirjoittaja on tehnyt havainnot ja revidoinut koko kartta-alueella. Vuodesta 1981 alkaen on myös tutkimusapulainen Keijo Kinnunen ollut karttalehtityössä mukana suorittamassa moninaisia tehtäviä.

Tutkimusassistentti Reijo Niemelä ja luonnontieteiden kandidaatti Jukka Kousa sekä geologian ylioppilas Kari-Jukka Jokela ovat tehneet kivilajien mineraalikoostumusmäärittämiä pistelaskimella.

Kemialliset kokokivianalyysit on tehty Geologian tutkimuskeskuksen geokemian osastolla ja Rautaruukki Oy:n Raahen laboratoriossa, osa on saatu Helsingin yliopiston porfyriprojektilta. Geologian tutkimuskeskuksen kallioperäosaston massa-analyyttinen laboratorio on tehnyt porfyrisesta granodioriitista iänmäärittämiä. Kuvassa 1 on merkittynä ne havaintopisteet, joista on tehty kemiallinen analyysi, mineraalikoostumusmäärittämiä tai iänmäärittämiä.

Kuva kallioperästä osa-alueella 06 perustuu paljolti Tapio Karppasen (1970) tekemään tarkkaan kartoitukseen, jota on kuitenkin täydennetty Geologian tutkimuskeskuksen malmiosaston havainnoilla ja kirjoittajan revidoinnilla.



Kuva 1. Joutsan (3122) kartta-alue A = pistelaskuanalyysin numero, B = kemiallisen analyysin numero, C = valokuvan numero, D = iänmääritys.

Fig. 1. Area of the Joutsa (3122) map-sheet. A = point counting analysis No., B = chemical analysis No., C = fig. No., D = age determination.

Joutsan kallioperäkartan on piirtänyt puhtaaksi rouva Anni Vuori, ja se julkaistiin vuonna 1982. Käsikirjoituksen on tarkastanut ennakkoon Kauko Meriläinen. Suomen kielen tarkastuksen on tehnyt Aino Kangas ja englanninkielen Paul Sjöblom.

Merkinnät 01A, 01B, 01C, 01D, . . . 06B, . . . 12D jne paikannimien yhteydessä osoittavat kyseisen paikan sijainnin kallioperäkartan ja peruskartan (1 : 20 000) osa-alueella.

Kaikille karttatyöhön osallistuneille haluan lausua parhaat kiitokseni.

KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

Joutsan karttalehtialue sijaitsee Keski-Suomessa Päijänteen itäpuolella Keski-Suomen granitoidikompleksin kaakkoiskulmassa. Lisäksi alue on granitoidikompleksin ja itä—länsisuuntaisen svekofennialaisen liuskejakson (Simonen 1980) kontaktivyöhykkeellä.

Joutsan kartta-alueella vallitsevat syväkivilajit, kun taas sen eteläpuolella, Sysmän kartta-alueella (Lehijärvi 1977 ja 1980), pääkivilajeina ovat eriasteisesti migmatiittituotteet ja metamorfoituneet peliittiset liuskeet. Sysmän kartta-alue onkin jo itä—länsisuuntaista, svekokarjalaisen orogeenian aikana metamorfoitunutta (1900—1800 Ma), svekofennialaista liuskevyöhykettä. Samaan vyöhykkeeseen kuuluvan Tampereen liuskejakson (esim. Matisto 1977) itäisiä jatkeita ovat Joutsan kartta-alueen pohjoisosan, Tammijärven, liuskeet.

Joutsan kartta-alueen kivilajit, niin syväkivet kuin liuskeetkin, jatkuvat Päijänteen länsipuolelle Kaipolan kartta-alueelle (Laitakari 1973).

Joutsan alueen emäksiset ja intermediaariset syväkivilajit ovat svekokarjalaisen orogeenian synkinemaattisia intruusioita, lukuunottamatta ehkä graniitteja, jotka kuulunevat myöhäiskinemaattiseen vaiheeseen. Myös porfyirisessa granodioriitissa on piirteitä, jotka osoittavat sen kehityksen jatkuneen synkinemaattisen vaiheen jälkeen, ehkä pääasiassa myöhäiskinemaattisessa vaiheessa.

Karttalehden syväkivet muodostavat aukottoman sarjan vanhimmasta nuorimpaan, emäksisestä happamaan ja gabrosta graniittiin. Onkin todennäköistä, että eri tyytit ovat keskenään komagmaattisia. Gabrossa, granodioriitissa ja porfyirisessä granodioriitissa on havaittu sisäistä erilaistumista, differentiaatiota.

Porfyyrisen granodioriitin ja granodioriitin yhteistä kehitystä, deformatumista, osoittavat mm. kummankin kivilajin yhteneväiset lineaatiot (kuva 16) sekä keskinäisen kontaktin yli jatkuva, suuntaansa muuttamaton liuskeisuus (usein fracture cleavage), jota on paikoin havaittu.

Kontaktisuhteet osoittavat porfyyrisen granodioriitin intrudoituneen melko ylös suhteellisen kylmään, jäähtyneeseen kuoreen (Kallio 1983).

Kartta-alueen suprakrustiset kivilajit ovat pääasiassa peliittisiä liuskeita, jotka ovat saaneet nykyisen asunsa ja rakenteensa svekocarjalaisen orogeenian alueellismetamorfosisissa sekä intruusioitten aiheuttamassa kontaktimetamorfosisissa. Metamorfosiaste kasvaa suurissa puitteissa etelään päin kohti liuskejakson keskusta.

Kartta-alueen pohjoisosan metavulkaaniitit näyttävät olevan suoraviivaisella heikkousvyöhykkeellä, ehkä tensiomurroksella.

Joutsan kartta-alueen morfologia heijastaa kivilajien alueellista jakautumaa. Korkeimmat mäet ja kukkulat ovat syväkiveä, kun taas alavat alueet ja notkot ovat yleensä metapeliittiä. Parhaiten paljastunutta on luonnollisesti kartta-alueen länsiosan saaristo, heikommin paljastuneita itä- ja kaakkoisosat. Kivilajien alueellisen jakautumisen selvittämiseksi on paljastumia ollut riittävästi; sen sijaan kontaktien tarkkaan paikantamiseen yleensä liian vähän. Tällöin kontaktien paikat on arvioitu käyttämällä apuna aeromagneettisia ja aerosähköisiä 1 : 20 000-mittakaavaisia korkealentokarttoja sekä 1 : 60 000-mittakaavaisia ilmakuvia. Matalalentokarttaa ei karttalehtialueelta ole.

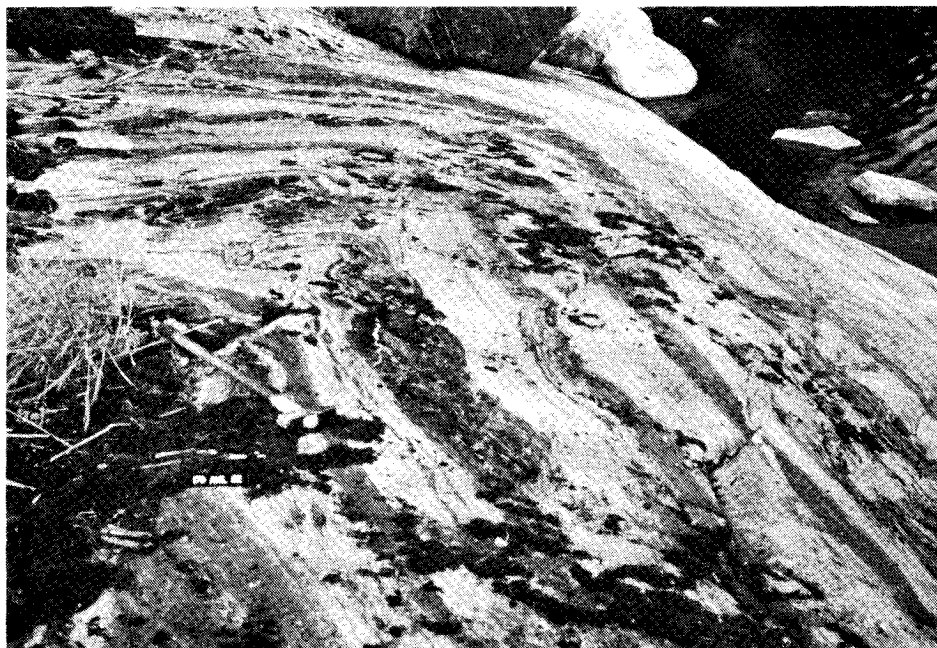
PINTAKIVILAJIT

Kvartsimaasälpäliuskeet ja -gneissit

Näitä kivilajeja on kartta-alueen pohjoisosassa (03C ja 06B, D) NE—SW-suuntaisella vyöhykkeellä sekä Kotkatselän eteläpuolella (02D) (kuva 2). Lisäksi kvartsimaasälpäliusketta ja -gneissia on välikerroksina ja kerrospätkinä kaikkialla kiilleliuskeessa ja -gneississä. Alueilla, joilla migmatiittituminen on ollut voimakkaampaa ja deformaationen plastisempaa, nämä happamat välikerrokset ovat katkeilleet (budinoituneet) ympäristöään kompetentimpina (kuva 3). Ne ilmenevät usein soikeina konkreetiomaisina jäänteinä, vieläpä jonossa alkuperäistä kerrosta seuraten. Myös kartta-alueen granitoideissa on siellä täällä happamia liuske- ja gneissisulkeumia, joista osa on voimakkaasti deformaatioituneita, lähes nebuliittisia, osa taas hyvin säilyneitä, terävästi rajautuneita murskaleita.

Kvartsimaasälpäliuskeet ja -gneissit ovat vaaleita, vaalean harmaita ja yleensä pieni—keskirakeisia. Parhaiten säilyneissä tyypeissä on nähtävissä virtakerroksellisuutta ja laminaatiota samoin kuin klastisuutta. Toisaalla taas primaarirakenteet ovat hävinneet liikuntojen ja graniittitutumisen seurauksena; tällöin rakenne on granoblastinen.

Havaitut rakenteet viittaavat sedimentogeeniseen syntyyn. Paikoin happamassa liuskeessa, jota voitaneen nimittää myös leptiitiksi, on omamuotoisia kalimaasälpä- ja plagioklaasihajarakeita hienorakeisessa perusmassassa. Näitä ei kuitenkaan voida kiistatta pitää porfyyreina (Karppanen 1970, s. 25).



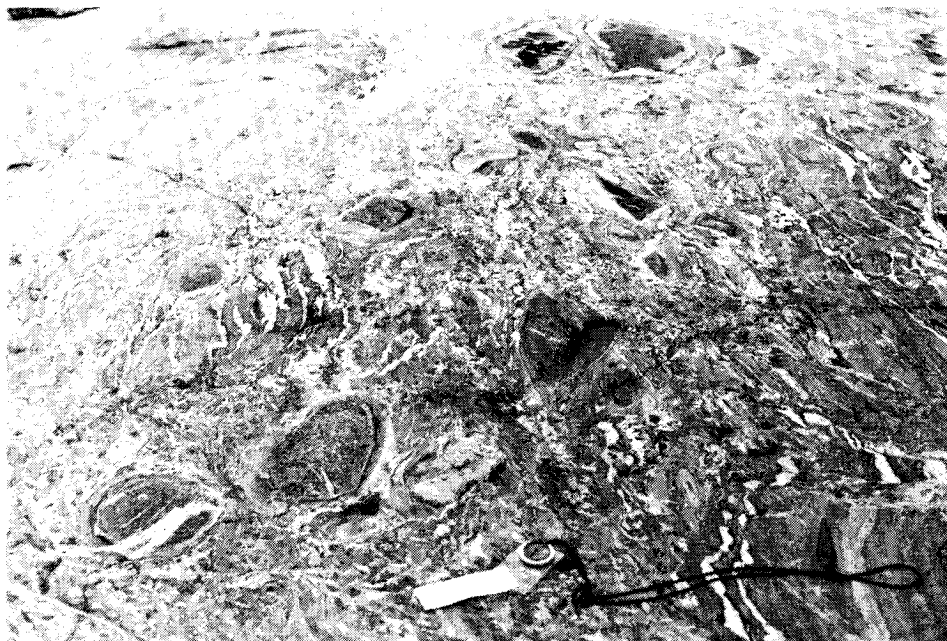
Kuva 2. Kvartsimaasälpagneissi-kerroksia metapeliitissä. Laatta 12 cm.
 Fig. 2. *Interbeds of quartz-feldspar gneiss in the metapelite. Scale 12 cm.*
 Ahonaluksenlahti. Luhanka. 3122 02D x = 6846,5, y = 425,5
 Valok. — Photo A. Linna

Päämineraalit ovat kalimaasälpä, kvartsi, plagioklaasi, muskoviitti ja biotiitti (taulukko 1). Aksessoriset mineraalit ovat apatiitti, kloriitti, epidootti, titaniitti, granaatti, sillimaniitti, karbonaatti, amfiboli ja zirkoni sekä satunnaisesti turmaliini. Kalimaasälvän määrä vaihtelee suuresti. Yleensä se on kirkasta ja esiintyy suonimaisina konsentroitumina, mikä viittaa kalimetasomatoosiin. Plagioklaasi, useimmiten oligoklaasi, saattaa olla voimakkaasti serisiittiytynyttä. Kvartsirakeet ovat yleensä pyöristyneitä. Sillimaniittiporfyroblastit ovat reunoiltaan muuttuneet muskoviitiksi ja kvartsiksi, ja usein sillimaniitti on täysin muuttuneina pseudomorfeina.

Paikoin liuskeessa on "silmä" tai linssejä, jotka sisältävät runsaasti Ca-mineraaleja (silikaatteja). Näitä tavataan paitsi Tammijärven (06) liuskealueen psammiittisissa liuskeissa myös Kotkatselän pohjoisosan ja Siikaniemen (03C) kvartsimaasälpagneisseissä. Linssejä ja "silmä" on erityisesti voimakkaasti deformatiivisissa tyypeissä, mikä antanee viitteen niiden synnystä.

Serisiittiliuske

Osa-alueella 06D metagrauvakassa on serisiittiliuskepatja, joka on voimakkaasti liuskettunut. Primaarirakenteita ei niin ollen ole siinä säilynyt. Liuskepatja on



Kuva 3. Rikkoutuneita happaman gneissin välikerroksia voimakkaasti deformoituneessa metapeliitissä.
Laatta 15 cm.

Fig. 3. Fragments of acid gneiss in deformed metapelite. Scale 15 cm.

Pirttilahti. Luhanka. 3122 02D, x = 6846,82, y = 427,76.

Valok. — *Photo* A. Linna

muutamia metrejä paksu. Serisiittiliuskeen päämineraalit ovat kvartsi, muskoviitti ja oligoklaasi (Karppanen 1970, s. 19). Eräällä paljastumalla serisiittiliuskeessa (-kvartsiitissa) ja ympäröivässä metapsammiitissa on kapeita kvartsi-malmijuonia, joissa on arseenikiisua (Karppanen 1970, s. 22).

Konglomeraatin symbolit Joutsan kallioperäkartan keltaisella värikentällä tarkoittavat mukulamaisia, hienorakeisia linssejä, jotka erottuvat perusmassaa vaaleampina tai tummempina. Tällaiset karkeat jaksot edustanevat intraformationaalisia konglomeraatteja. Mukuloiden koko vaihtelee muutamasta senttimetristä kymmeneen senttimetriin. Niiden kivilajeina on lehtiä, kiilleliusketta tai karsikiveä. Konglomeraattikerrosten lomassa on psammiittisia ja miltei peliittisiä, jopa grauakkamaisia patjoja (Karppanen 1970, s. 30). Paikoin mukulat ovat puristuneet linssimäisiksi ja kivi on rakenteeltaan granoblastista.

Taulukko 1. Joutsan kartta-alueen suprakrustisten kivilajien mineraalikoostumuksia. Määritykset on tehty pistelaskimella.

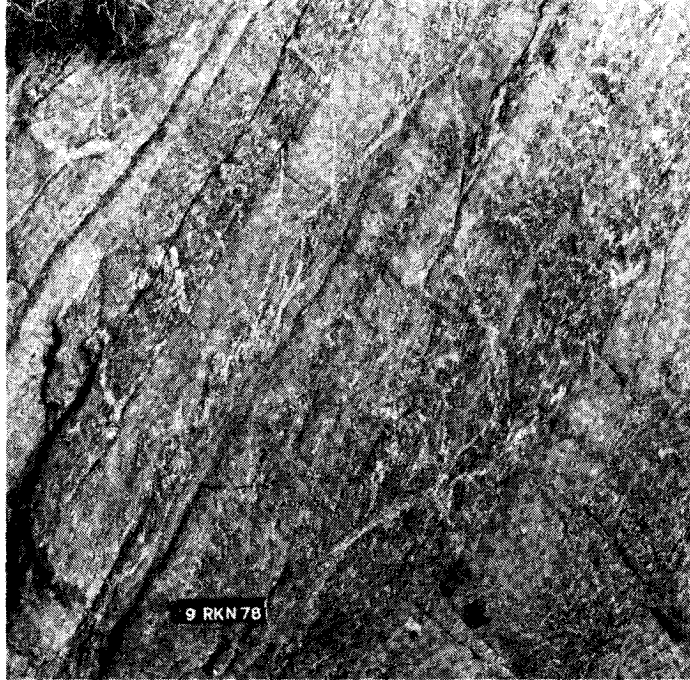
Table 1. Mineralogical compositions of the supracrustal rocks in the Joutsa map-sheet area. Determined by point counting method.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Kvartsi — <i>Quartz</i>	37,6	13,4	31,7	17,1	29,2	22,4	33,0	31,6
Kalimaasälpä — <i>Potash feldspar</i>	—	52,8	16,2	20,0	4,5	—	—	10,2
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	34,3	8,0	5,8	19,2	22,0	33,7	39,8	27,1
Saussuriitti/serisiitti — <i>Saussurite/sericite</i>	—	8,9	8,3	2,3	2,1	2,0	—	5,5
Biotiitti — <i>Biotite</i>	1,9	—	5,5	—	—	—	2,2	0,5
Muskoviitti — <i>Muscovite</i>	25,0	14,1	22,1	29,0	32,4	41,3	23,9	24,1
Sillimaniitti — <i>Sillimanite</i>	—	—	—	7,0	—	—	—	—
Kordieriitti — <i>Cordierite</i>	—	—	—	3,4	—	—	—	—
Granaatti — <i>Garnet</i>	—	1,2	—	—	—	—	—	—
Sarvivälke — <i>Hornblende</i>	0,1	—	—	—	6,5	—	—	—
Epidootti — <i>Epidote</i>	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	0,2	—	1,1	—	0,8	0,4	0,2	0,4
Apatiitti — <i>Apatite</i>	0,3	0,1	0,3	—	0,8	0,1	0,7	0,4
Opaakit — <i>Opaques</i>	—	0,6	8,7	2,0	—	—	—	0,2
Titaniitti — <i>Sphene</i>	—	0,8	—	—	1,7	—	—	—
Zirkoni — <i>Zircon</i>	0,2	—	—	—	—	0,1	0,2	—
Turmalini — <i>Tourmaline</i>	—	—	0,3	—	—	—	—	—
Yhteensä — <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1. Metapsammiiitti — *Metapsammite*. Vehkasalo, Sysmä. 01D, x = 6836,44, y = 428,09. (124B-JJK-80)
2. Meta-arkoosi — *Meta-arkose*. Terriölampi, Luhanka. 05B, x = 6847,34, y = 432,22. (76C-JEN-79)
3. Subgrauvakka — *Subgraywacke*. Tammijärvi, Luhanka. 06D, x = 6859,05, y = 436,94. (169-JJK-79)
4. Kordieriittisillimaniittigneissi — *Cordierite-sillimanite gneiss*. Myllyntaus, Sysmä. 01C, x = 6830,28, y = 429,11. (93-JJK-80)
5. Biotiittiplagioklaasigneissi — *Biotite-plagioclase gneiss* (intermediaarinen kidetuffi — *intermediate crystal tuff*). Lähdekorpi, Luhanka. 05D, x = 6847,34, y = 436,03. (28B-JEN-79)
6. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Leppäkoski, Hartola. 07B, x = 6837,30, y = 441,34. (47-RKN-77)
7. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Sydänpelto, Hartola. 07B, x = 6838,70, y = 440,74. (71-RKN-77)
8. Grauvakkagneissi — *Graywacke gneiss*. Mäntylä, Joutsa. 09D, x = 6856,26, y = 448,20. (314-RKN-78)

Metagrauvakka, kiilleliuske, kiillegneissi ja suonigneissi

Karttalehden biotiittipitoiset, peliittiset liuskeet ovat pääasiassa kartta-alueen keskellä olevan porfyyrisen granodioriittimassiivin ympärillä, mutta joitakin, usein epämääräisen muotoisia kiillegneissivyöhykkeitä on myös sen keskiosissa. Näissä kivi on voimakkaasti migmatiittista, suonigneissimäistä tai jopa niin pitkälle graniittitunut, että paleosomi on enää ohuina biotiittipitoisina juovina (raitoina) graniittis—granodioriittisessa neosomissa. Lisäksi kartta-alueen granitoideille ovat tyypillisiä paikoin runsaatkin breksiamaiset, peliittiset sulkeumat ja murskaleet. Nämä jäänteet saattavat olla niin voimakkaasti graniittituneita, että kiven asu on nebuliittinen.



Kuva 4. Kerroksellisuutta metagrauvakassa. Laatta 6 cm.

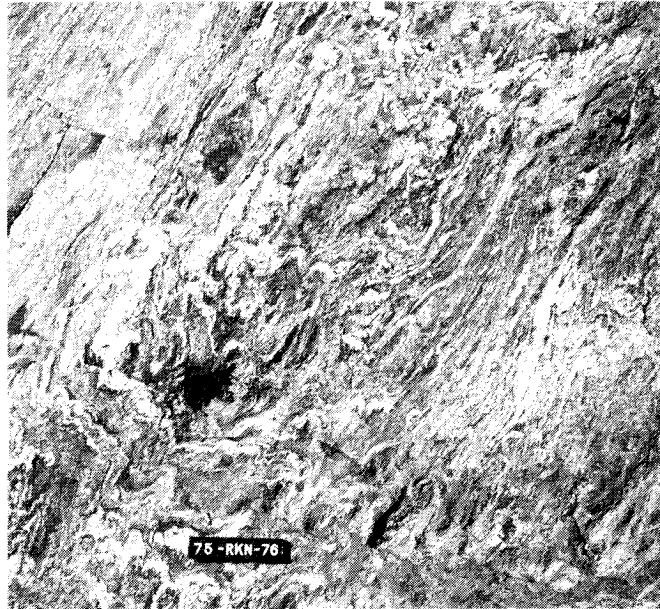
Fig. 4. Bedding in the metagraywacke. Scale 6 cm.

Tammilampi. Joutsa. 3122 12A, x = 6850,46, y = 452,26.

Valok. — *Photo* R. Niemelä

Voimakkaimmin metamorfoitunutta ja migmatiittitunutta kiillegneisiä tavataan kartta-alueen kaakkois-, etelä- ja länsiosissa sekä porfyyrin granodioriittimassiivin sisällä Leppälahden etelä- ja länsipuolella (05C ja 07B). Yleisesti voidaan todeta, että graniittitumisen ja uudelleenkitetyymisen aste kasvaa etelään päin. Pohjoisosan kiilleliuskeet ovat pienempirakeisia ja niissä on vähemmän graniittista ainesta migmatisoivina suonina kuin eteläosan peliittisissä liuskeissa. Pohjoisosassa tavataan primaarirakenteita, esim. kerroksellisuutta (kuva 4). Eteläosissa primaarirakenteet ovat harvinaisia ja liuske on vahvasti migmaattista (kuva 5), suonigneisiä tai schlierenmigmatiittia, paikoin schollenmigmatiittia, jossa neosomi vallitsee (kuva 6). Eteläosien metapeliiteille ovat lisäksi tyypillisiä runsaat konkreettiset osueet. Ne on tulkittu deformaatioissa katkeilleiksi kompetenteiksi "hiekkapitoisiksi" välikerroksiksi.

Voimakkaimmin migmatiittituneissa metapeliiteissä tavataan granaattia ja kordieriittia sekä etenkin kartta-alueen lounais- ja länsiosissa myös sillimaniittia sekä satunnaisesti andalusiittia ja stauroliaittia.



Kuva 5. Suonigneissi. Laatta 12 cm.

Fig. 5. Veined metapelite. Scale 12 cm.

Niemistenkylä. Hartola. 3122 10B, x = 6837,17, y = 454,82.

Valok. — Photo R. Niemelä

Osalehden 10 alueella liuskeet ovat kauttaaltaan voimakkaasti migmatiittituneita ja metamorfoituneita, Jääsjärven itäpuolella (10C) kuitenkin vähemmän migmatiittisia. Granaattia ja konkreettiomaisia osueita on runsaimmin osa-alueen 10 pohjoisosassa.

Osa-alueen 07 luoteis-, etelä- ja keskiosien kiillegneissit ovat hyvin pitkälle migmatiittituneita, pääasiassa suonigneissejä, joissa neosomi usein vallitsee jopa siinä määrin, että kivilaji on paikoin syväkivimäistä, granodioriittista. Tällaisissa tapauksissa liuskevyöhykkeen kontaktin määrittäminen on tulkinnallinen ja voidaankin vaihtumisen todeta olevan asteittainen.

Samaa pitkälle graniittitunutta migmatiittia, suonigneissia tai schlieren- ja schollenmigmatiittia, ovat myös osa-alueiden 01, 02, 03, 04 ja 05 kiilleliuske- ja suonigneissit. Varsinkin porfyyrisen granodioriitin kontaktin läheisyydessä liuskeet ovat olleet hyvinkin mobiilissa tilassa (plastisia). Alueen 01 keskiosassa tavataan klastista ja kerroksellista metagrauvakkaa. Osa-alueiden 04 ja 05 kiilleliuskeissa ja suonigneisseissä ei primaarirakenteita ole havaittu. Konkreettiomaisia sulkeumia (kerrospätkiä) sensijaan tavataan kauttaaltaan.



Kuva 6. Voimakkaasti migmatiittitunutta metapeliittiä. Laatta 12 cm.

Fig. 6. Highly migmatitized mica gneiss. Scale 12 cm.

Puraankangas. Joutsa. 3122 10D, x = 6839,82, y = 457,55.

Valok. — *Photo* R. Niemelä

Voimakkainta granitisaatiota ja migmatiittituumista on kartta-alueen länsiosassa Kotkatselän ympärillä (02 ja 03), jossa P—T-olot ovat paikoin synnyttäneet anateksista. Näiden alueitten liuskeet ovat Tammijärven (06) metapsammiittien, -peliittien ja -grauvakkujen läntisiä jatkeita. Graniittituumisessa ja metamorfoosissa tapahtuu jyrkkä muutos siirryttäessä Pilkanselän (06A, B) yli idästä länteen. Läntisen, siis Kotkatselän (02D, 03 C), liuskealueen korkeampaa metamorfoosia indikoi granaatin, kordieriitin ja sillimaniitin yleinen esiintyminen sekä palingeenisen aineksen runsaus. Pilkanselkä onkin tulkittu pohjois—eteläsuuntaiseksi vertikaalisiirroksi ja näin ollen siirroksen itä- ja länsipuoli edustavat erisyyvistä leikkausta.

Tammijärven liuskekompleksi ja kartta-alueen koilliskulman (12) pohjoisesta itään kaartuva kiillegneissivyöhyke ovat hyvinsäilyneitä liuskealueita, joiden metamorfoosiaste on ollut alhaisempi kuin Kotkatselän alueella ja primaarirakenteet kuten klastisuus, kerroksellisuus, slumping-liukumat ja sedimentaation aikaiset siirrokset (sedimentary faults) ovat myöskin säilyneet. Karppasen (1970) mukaan Tammijärven kompleksin sedimentit edustavat geosynkliinisedimentaation flysch-vaihetta ja tähän

käsitykseen on helppo yhtyä. Hän on erottanut alueella seuraavat päätyypit: 1. grauvakkaliuskeet, joihin kuuluu psammiittisia ja peliittisiä horisontteja sekä intraformationaalisia pienipalloisia (\varnothing 15 mm) konglomeraatteja (psefiittejä), 2. arkosiitti—leptiitti (kvartsi—maasäpäliuske), joka vallitsee kompleksin luoteisosassa.

Vaikka Tammijärven sedimenttikompleksi on kauttaaltaan hyvin säilynyt, havaitaan sen granodioriitin sekä porfyyrisen granodioriitin kontaktialueilla migmatiittituumista ja etenkin suonigneissin syntyä. Vaikuttaa siltä, että neosomi on pääasiassa syntynyt kontaktimetamorfoosin lämmön ja liikuntojen aiheuttamasta primaariaineksen uudelleenjärjestäytymisestä (segretoitumisesta). Tällöin vaaleat ainekset ovat erottuneet muodostaen suonina ja raitoja. Toisaalta on myös luonnollista olettaa, että osa neosomista on lähtöisin syväkivien kiteytyessä syntyneistä kalirikkaista jäännösluoksista.

Pohjoisosan kiillegneissien ja -liuskeitten päämineraalit ovat plagioklaasi (An_{20-30}), biotiitti, kvartsi, kalimaasäpä, muskoviitti ja kloriitti (taulukko 1). Aksessoriset mineraalit ovat apatiitti, zirkoni, epidootti ja opaakki. Kvartsi on poikkeuksetta aaltosammuvaa ja plagioklaasi usein saussuriittituumista. Kalimaasäpä on ilmeisesti sekundaarista, sillä se muodostaa ”tuoreen” näköisiä poikiliittisiä rakeita.

Metamorfisena indeksimineraalina on paikoin syväkiven kontaktin läheisyydessä granaattia. Joutsan pohjoispuolella olevissa kapeissa kiillegneissivyöhykkeissä (11B, D ja 12A) on havaittu kordieriittia ja sillimaniittia.

Kartta-alueen kaakkoisosan liuskeille on tyypillistä runsas granaattipitoisuus, muutoin päämineraalit ovat samat kuin pohjoisosan kiilleliuskeissa ja -gneisseissä.

Porfyyrisen granodioriitin ympäröimissä kiilleliuske- ja kiillegneissivyöhykkeissä on indeksimineraaleina granaattia ja kordieriittia. Migmatiittituumisesta johtuen kiven kokonaiskoostumus on usein granodioriittinen.

Hyvin voimakkaasti mobiloituneita ja metamorfoituneita ovat porfyyrisen granodioriitin eteläreunalla (04A, C) sekä Kotkatselän ympärillä (02B, D) olevat metapeliittit. Näillä alueilla graniittis-granodioriittista neosomia on runsaasti eikä primaarirakenteita juuri tavata. Metamorfisina indeksimineraaleina on granaattia, kordieriittia ja sillimaniittia; satunnaisesti on andalusiittia lähinnä pseudomorfeina. Onkisalossa liuske on (02D) porfyyrisen granodioriitin kontaktin läheisyydessä voimakkaasti uudelleenkiteytyntä kordieriitti-sillimaniittigneissia, jonka rakenne on nebuliittinen tai agmatiittinen. Päämineraalit ovat kvartsi (30 — 40 %), biotiitti (15 %), plagioklaasi (10 — 20 %), ja piniittiytynyt kordieriitti (15 — 20 %) biotiitin yhteydessä sekä sillimaniitti (5 — 10 %) sälokasaumina ja sulkeumina kordieriitissa. Kalimaasäpää on 1 — 5 % ja aksessoriset mineraalit ovat muskoviitti, kloriitti, titaniitti ja magnetiitti (Poukka 1979, s. 10). Voimakkaasti deformatunut kordieriitti-sillimaniitti-gneissi erottuu selvästi omaksi tyyppikseen porfyyrisen granodioriitin kontaktista kauempana olevista kiillegneisseistä ja -liuskeista, joissa saattaa erottaa primaarirakenteita kuten kerroksellisuutta. Kvartsi- ja plagioklaasirakeet ovat yleensä muita rakeita suurempia, etenkin grauvakkamaisissa tyypeissä. Raekoko porfyroblastit mukaan lukien on 1—5 mm. Runsassavisissa metasedimenteissä on usein ellipsimäisiä konkreetioita, joiden

pituus on 5—30 cm ja leveys 3—15 cm. Konkreetiot saattavat olla kehällisiä, jolloin vaaleata psammiittista keskustaa ympäröi ohuehko (1 — 2 cm) tummempi reunus, joka on usein syöpynyt kuopalle. Reunuksen väri johtuu epidootista, amfibolista ja karbonaatista (kalsiitti).

Paikoin metapeliiteissä tavataan amfiboliittisia ja karsimaisia välikerroksia ja sulkeumia. Viimeksi mainitut lienevät sedimentaation aikaisia merkelivälikerroksia, jotka deformaatioissa plastisesti käyttäytyvän peliitin ympäröiminä ovat katkeilleet kulmikkaiksi murskaleiksi.

Välikerroksina metapeliiteissä on paikoitellen mustaliusketta tai kiisupitoista liusketta. Nämä erottuvat selvästi aerosähköisillä ja -magneettisilla kartoilla. Tällaiset jaksot sisältävät rikkikiisua, magneetikkiisua ja grafiittia. Kyseiset, pinnaltaan ruosteiset jaksot ovat ilmeisesti melko kapeita, mutta leveitäkin saattaa löytyä, sillä voimakkaita sähköisiä anomaliaita on peitteisillä alueilla, varsinkin Tammijärven (06) alueella.

Tammijärven liuskealueella on paikoin konglomeraatin merkintöjä metagrauva-koissa. Karppanen (1970) on kyseisistä kerroksista käyttänyt nimitystä psefiitti. Kivilaji on klastista; välimassa on runsaskiilteistä ja yleensä uudelleen kiteytyntä. Raekoko on suurimmillaan 15 mm. Suurimmat rakeet ovat kvartssia, leptiittia, kvartsiittia, granitoidia sekä kiilleliusketta ja -gneissia (Karppanen 1970, s. 11). Kvartsimukulat ovat kulmikkaita, maasälpärakeet taas pyörityneitä. Peliittiset mukulat ovat muita selvemmin deformatuneita, usein pitkiksi linsseiksi venyneitä. Perusmassa on grano-blastinen ja suuntautunut. Sekundaarisen kalimaasälvän osuus on suuri.

Päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi, biotiitti ja kalimaasälpä. Joskus tavataan lisäksi kloriittia, muskoviittia ja sarvivalkettä. Aksessoriset mineraalit ovat epidootti, apatiitti, titaniitti ja opaakit sekä satunnaisesti turmaliini. Välimassa koostuu pääasiassa yhteensulautuneista mukuloista.

Tammijärven liuskeyöhykkeen kaakkoisosasta on pieneltä alueelta löydetty runsaasti polymiktisia suuria konglomeraattilohkareita (Karppanen 1970, s. 17), joiden mukulat ovat halkaisijaltaan jopa yli puoli metriä. Mukuloitten kivilajeina on grauvakkamaista kiilleliusketta, kvartsiittia, kvartssia ja amfiboliittia. Vaikkei konglomeraattilohkareitten lähtöpaikkaa ole löydetty, olettaa Karppanen (1970, s. 17) niiden kuuluvan grauvakkamuodostumaan.

Amfiboliitit ja emäksiset metavulkaniitit

Amfiboliitteja ja emäksisiä vulkaanisia kivilajeja on kauttaaltaan kartta-alueen syväkivissä sulkeumina ja jäänteinä. Juonina ja kerroksina metavulkaniittia on osa-alueilla 01, 02, 03 ja etenkin 06, jossa on 300 — 400 m leveä pystyasentoinen patja metagrauvakan ja happaman liuskeen välissä.

Selvästi juonia ovat eräät kartta-alueen länsiosan (01 ja 02) uraliittiporfyyriitti-, eräässä paikassa (01D) plagioklaasiporfyyriittijuonet. Viimeksi mainitun, andesiittisen juonen päämineraalit ovat plagioklaasi (andesiini), biotiitti ja kvartsi. Aksessoriset

mineraalit ovat granaatti, apatiitti ja opaakki. Plagioklaasihajarakeet ovat vyöhykkeisiä ja muuttuneita. Juonissa on selvästi havaittavaa virtausrakennetta.

Uraliittiporfyriittia, jäänteitä deformaatiossa katkeilleista juonista, lienevät myös monet länsiosan liuskeissa ja syväkivissä olevat vihreät sulkeumat.

Tammijärven metavulkaniittivyöhykkeessä on vain satunnaisesti jäljellä primaarirakenteita, sillä liuskeutumisen (puristuminen) on ollut erittäin voimakasta. Vyöhyke koostuu uraliitti- ja plagioklaasi-uraliittiporfyriiteista, amfiboliiteista ja karsimaisista kivilajeista. Paikoin tavataan agglomeraattisia ja tuffiittisia osueita.

Uraliittiporfyriitissa sarvivälkehajarakeita on yleensä harvassa. Niiden halkaisija on muutamia millimetrejä. Joidenkin rakeiden keskustassa saattaa olla vielä pyrokseenia jäänteenä. Perusmassa muodostuu plagioklaasista ja sarvivälkkeestä sekä joskus biotiitista. Aksessoriset mineraalit ovat kloriitti, titaniitti, opaakit, karbonaatti, serisiitti, kvartsi ja epidootti sekä satunnaisesti granaatti. Osa uraliittiporfyriiteista on lohkarlaavatyyppisiä (block-lava). Niissä on melko niukassa välimassassa lievästi venyneitä mutta usein kuitenkin kulmikkaita murskaleita, joiden tummuusaste vaihtelee. Uraliittihajarakeita on sekä välimassassa että murskaleissa. Eräissä uraliittiporfyriiteissa on vaaleita leptiittimaisia raitoja, joissa on myös hajarakeita.

Uraliittiporfyriittien rakenne on yleensä blastoporfyyriinen. Plagioklaasi (andesiini) voi olla vyöhykkeistä ja joskus serisiittiytynyttä.

Plagioklaasi-uraliittiporfyriitissa on plagioklaasihajarakeita enemmän kuin uraliittirakeita. Pisimmät liistakkeet ovat yli 1 cm pitkiä. Ne ovat labradoriittia, joka on yleensä vyöhykkeistä. Perusmassa on granoblastinen, suuntautunut ja hienorakeinen. Se koostuu plagioklaasista, sarvivälkkeestä, biotiitista, kvartsista ja kloriitista. Aksessorija ovat apatiitti, opaakit, titaniitti ja zirkoni.

Kartta-alueen amfiboliitit ovat usein Ca-valtaisia ja paikoin niitä voikin nimittää karsiamfiboliiteiksi. Välikerroksina esiintyessään ne edustanevat sellaista sedimentaation vaihetta, jolloin kalsiumia on ollut saatavilla runsaasti. Luonteenomaista on lisäksi kerroksellisuutta muistuttava raitaisuus — varsinkin Tammijärven vulkaniittipatjan luoteisreunalla (06D). Samalla alueella se lisäksi vuorottelee happamien liuskeitten kanssa. Toiset kerrosmyötäisistä amfiboliiteista lienevät olleet alunperin intrusiivisia kerrosmyötäisiä laattoja (sill), ortoamfiboliitteja.

Karsiamfiboliiteille ovat ominaisia vaihtelevan kokoiset ja muotoiset runsaasti karbonaattia ja epidoottia sisältävät myhkyvät ja sarvivälkeaggregaatit (Karppanen 1970, s. 39). Näiden usein pyöreitten osueitten keskus koostuu karbonaatista, diopsidista ja epidootista. Lisäksi on lähes väritöntä amfibolia ja aksessorisina mineraaleina titaniittia, opaakkeja ja kvartsia. Reunuksessa on titaniittia, epidoottia ja sarvivälkettä.

Kartta-alueen syväkivissä olevat amfiboliittiset murskaleet ja jäänteet vaikuttavat enimmäkseen ortoamfiboliiteilta, sillä niissä on usein heikosti havaittavaa porfyriisuutta. Varmoissa tulkinnoissa tällaiset sulkeumat on merkitty kallioperäkartalle uraliittiporfyriitin symbolilla.

Amfiboliittien ja joidenkin metavulkaniittien mineraalikoostumuksia on esitetty taulukossa 2. Taulukossa 3 puolestaan on esitetty suprakrustisten kivilajien kemiallisia koostumuksia.

Taulukko 2. Joutsan kartta-alueen amfiboliittien ja metavulkaniittien mineraalikoostumuksia. Määritykset on tehty pistelaskimella.

Table 2. Mineralogical compositions of the amphibolites and metavolcanics in the Joutsa map-sheet area. Determined by the point-counting method.

	9	10	11	12
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	28,3	39,1	43,1	22,2
(An %)	(15)	(43)	(45)	(60)
Kvartsi — <i>Quartz</i>	6,6	—	1,0	1,3
Amfiboli — <i>Amphibole</i>	40,7	25,8	20,0	62,5
Pyrokseeni — <i>Pyroxene</i>	0,9	28,7	12,8	—
Biotiitti — <i>Biotite</i>	12,2	1,6	16,6	10,8
Epidootti — <i>Epidote</i>	—	—	3,0	—
Apatiitti — <i>Apatite</i>	0,5	—	—	0,3
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	0,6	—	—	1,7
Titaniitti — <i>Sphene</i>	4,5	—	—	—
Kalimaasälpä — <i>Potash feldspar</i>	1,2	—	—	—
Serisiitti — <i>Sericite</i>	4,5	—	—	—
Opaakit — <i>Opaques</i>	—	4,8	3,5	1,2
Yhteensä — <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

9. Amfiboliittisulkeuma/*Amphibolitic inclusion*. Lakusalo, Sysmä. 01D, x = 6837,42, y = 425,64. (60-JJK-80)
10. Sarvivalke-pyrokseenigneissi/*Hornblende-Pyroxene gneiss*. Jutilanjärvi, Luhanka. 02D, x = 6845,62, y = 426,94. (21-JJK-81)
11. Uraliittiporfyyriitti/*Uralite porphyrite*. Porolankangas, Hartola. 05D, x = 6845,48, y = 436,69. (115C-JEN-79)
12. Plagioklaasiporfyyriitti/*Plagioclase porphyrite*. Tammijärvi, Luhanka. 09B, x = 6859,92, y = 440,17. (235A-RKN-79)

Taulukko 3. Joutsan kartta-alueen suprakrustisten kivilajien kemiallisia koostumuksia. Analyysit XRF-menetelmällä

Table 3. Chemical composition of the supracrustal rocks of the Joutsa map-sheet area, determined by the XRF-method.

	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	60,38	69,12	59,38	57,46	63,07	52,67	49,57	63,80
TiO ₂	2,14	0,54	0,61	0,78	0,79	0,76	1,52	0,56
Al ₂ O ₃	14,93	13,63	18,24	18,87	15,43	19,66	14,53	16,81
Fe ₂ O ₃	11,28	5,05	7,62	6,18	6,91	10,00	11,07	3,62
MnO	0,19	0,07	0,08	0,11	0,10	0,18	0,21	0,05
MgO	1,41	2,06	3,72	2,18	1,62	2,92	7,29	1,19
CaO	2,50	1,89	0,84	4,14	3,48	4,88	7,65	2,06
Na ₂ O	1,55	2,97	2,36	4,51	2,87	2,95	2,41	3,07
K ₂ O	4,54	3,07	4,93	4,54	4,71	4,85	3,43	7,36
P ₂ O ₅	0,18	0,15	0,10	0,50	0,27	0,37	0,37	0,32
S	0,06	0,04	0,02	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00
Summa	99,17	98,59	97,90	99,28	99,28	99,25	98,05	98,85

Taulukko 3 jatk. — Table 3 cont.

	13	14	15	16	17	18	19	20
As	30	70	10	0	20	10	0	20
Sb	0	0	0	10	10	0	10	0
Zn	300	60	80	80	80	120	120	50
Sn	0	0	0	0	0	0	0	0
Mo	0	0	0	0	0	0	0	10
La	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr	80	110	140	20	30	10	330	20
Ni	20	40	50	20	10	20	160	20
Ba	870	1289	1620	1350	890	2160	359	2130
Cs	30	10	10	10	30	10	30	20
Rb	200	100	160	130	160	89	179	160
Ta	10	20	0	0	10	10	10	20
U	0	0	0	0	0	0	0	0
Th	10	10	20	10	20	0	10	10
Cu	20	0	20	20	0	0	10	30
Sr	290	220	170	920	320	900	260	829
V	170	110	110	170	110	179	200	70
Zr	210	190	170	120	190	150	170	150
Pb	40	30	40	30	40	20	10	40
Q	22,19	30,72	15,57	—	15,86	—	—	10,04
or	27,44	18,84	29,95	28,01	28,46	30,14	20,65	44,94
ab	13,12	25,13	19,97	38,16	24,29	24,96	20,39	25,98
an	11,23	8,42	3,51	17,25	15,00	21,78	18,51	8,11
C	3,24	2,21	7,59	—	—	1,31	—	0,56
ac	—	—	—	—	—	—	—	—
wo	—	—	—	—	—	—	—	—
di wo	—	—	—	0,01	0,22	—	7,12	—
en	—	—	—	0,01	0,08	—	4,20	—
fs	—	—	—	0,01	0,12	—	2,57	—
en	3,51	5,13	9,26	4,68	3,95	2,98	1,56	2,96
fs	9,74	4,83	7,92	5,27	6,59	4,48	0,96	3,31
ol fo	—	—	—	0,52	—	3,01	8,69	—
fa	—	—	—	0,64	—	4,98	5,86	—
mt	3,30	1,58	2,21	1,78	2,06	2,76	2,98	1,09
he	—	—	—	—	—	—	—	—
il	4,06	1,03	1,16	1,48	1,50	1,44	2,89	1,06
ru	—	—	—	—	—	—	—	—
ti	—	—	—	—	—	—	—	—
ap	0,42	0,35	0,24	1,18	0,63	0,88	0,87	0,77
cc	—	—	—	—	—	—	—	—
cm	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00
pr	0,12	0,07	0,04	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
zr	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Summa	98,42	98,36	97,48	99,05	98,88	98,75	97,34	98,85
DI	62,74	74,69	65,50	66,17	68,61	55,10	41,04	80,96
COL	20,61	12,57	20,55	14,41	15,54	19,65	36,82	8,42
en/op	26,50	51,49	53,91	47,04	37,48	39,97	62,03	47,25
fs/op	73,50	48,51	46,09	52,96	62,52	60,03	37,97	52,75
fo/ol	—	—	—	44,63	—	37,67	59,72	—
fa/ol	—	—	—	55,37	—	62,33	40,28	—
wo/di	—	—	—	50,26	49,60	—	51,27	—
en/di	—	—	—	23,40	18,89	—	30,23	—
NMT P	46,14	25,09	14,94	31,13	38,18	46,59	47,58	23,80
MDI	80,12	83,46	78,29	76,24	79,78	68,95	58,22	87,87
MCI	11,42	9,96	9,55	16,81	14,17	21,74	32,15	8,09

DI = differentiatioindeksi = *differentiation index*COL = väri-indeksi = *colour index*NMT P = normatiivinen plagioklaasi = *normative plagioclase*MDI = modifioitu differentiatioindeksi = *modified differentiation index*MCI = modifioitu kiteytymisindeksi = *modified crystallisation index*

Taulukko 3 jatk. — Table 3 cont.

13. Metapsammiitti — *Metapsammite*. Tammijävi, Luhanka. 06D, x = 6859,05, y = 436,94. Anal. Rautaruukki Oy (843752)
14. Hapan liuske — *Acid schist*. Kurjenselkä, Sysmä. 01D, x = 6836,44, y = 428,09. Anal. Rautaruukki Oy (843753)
15. Metagrauvakka — *Metagraywacke*. Kurjenselkä, Sysmä. 01D, x = 6836,06, y = 428,38. Anal. Rautaruukki Oy (843754)
16. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Judinsalo, Luhanka. 02C, x = 6844,65, y = 426,14. Anal. Rautaruukki Oy (843755)
17. Kiilleliuske — *Mica schist*. Vesanoja, Luhanka. 05D, x = 6845,42, y = 436,15. Anal. Rautaruukki Oy (843758)
18. Kiillegeneissi — *Mita gneiss*. Vahervuori, Luhanka. 03D, x = 6855,20, y = 429,14. Anal. Rautaruukki Oy (843759)
19. Kiilleliuske — *Mica schist*. Papinmäki, Luhanka. 05D, x = 6847,04, y = 436,85. Anal. Rautaruukki Oy (843760)
20. Kiillegneissi — *Mita gneiss*. Juurikkavuori, Luhanka. 03D, x = 6859,63. Anal. Rautaruukki Oy (843761)

	21	22	23	24	25	26	27
SiO ₂	61,19	68,72	64,33	70,44	58,87	49,26	52,99
TiO ₂	0,60	0,61	0,71	0,49	0,56	1,31	1,11
Al ₂ O ₃	17,16	13,66	14,49	13,28	12,15	16,93	14,76
Fe ₂ O ₃	6,26	4,97	6,67	4,18	5,76	13,55	10,64
MnO	0,11	0,06	0,09	0,06	0,06	0,20	0,17
MgO	2,18	2,45	3,37	1,86	2,01	5,51	4,60
CaO	3,86	1,75	2,34	1,85	2,20	8,38	7,58
Na ₂ O	3,25	3,58	3,29	2,89	3,04	2,58	2,94
K ₂ O	4,28	2,06	3,16	2,98	2,65	2,04	2,52
P ₂ O ₅	0,27	0,13	0,12	0,11	0,07	0,24	0,31
S	0,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,01
Summa	99,16	97,99	98,57	98,11	87,37	99,99	97,63
As	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
Sb	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
Zn	70	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	170
Sn	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
MO	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
La	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
Cr	50	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	130
Ni	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	30
Ba	1700	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	670
Cs	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
Rb	110	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	110
Ta	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
U	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0
Th	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
Cu	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10
Sr	860	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	450
V	130	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	210
Zr	160	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	140
Pb	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	20

Taulukko 3 jatk. — Table 3 cont.

	21	22	23	24	25	26	27
Q.....	11,39	30,83	20,38	33,98	20,85	—	2,10
or.....	26,57	12,17	18,67	17,61	15,66	12,06	15,49
ab.....	27,50	30,29	27,84	24,45	25,73	21,83	24,88
an.....	17,39	7,83	10,83	8,46	10,46	28,59	19,34
C.....	0,58	2,67	1,69	2,20	0,45	—	—
ac.....	—	—	—	—	—	—	—
wo.....	—	—	—	—	—	—	—
di wo.....	—	—	—	—	—	4,77	6,79
en.....	—	—	—	—	—	2,29	3,38
fs.....	—	—	—	—	—	2,43	3,37
en.....	5,43	6,10	8,39	4,63	5,01	5,55	8,07
fs.....	6,42	4,71	6,62	3,99	5,89	5,86	7,79
ol fo.....	—	—	—	—	—	4,12	—
fa.....	—	—	—	—	—	4,79	—
mt.....	1,85	1,53	1,98	1,30	1,64	3,59	2,95
hc.....	—	—	—	—	—	—	—
il.....	1,14	1,16	1,35	0,93	1,06	2,49	2,11
ru.....	—	—	—	—	—	—	—
ti.....	—	—	—	—	—	—	—
ap.....	0,64	0,31	0,28	0,26	0,17	0,57	0,73
cc.....	—	—	—	—	—	—	—
cm.....	0,01	—	—	—	—	—	0,03
pr.....	0,01	—	—	—	—	—	0,02
zr.....	0,02	—	—	—	—	—	0,02
Summa.....	98,93	97,61	98,05	97,82	86,91	98,91	96,94
DI.....	65,46	73,30	66,90	76,05	62,23	33,89	42,46
COL.....	14,84	13,49	18,35	10,85	13,61	35,86	34,35
en/op.....	45,83	56,45	55,89	53,73	45,93	48,68	50,91
fs/op.....	54,17	43,55	44,11	46,27	54,07	51,32	49,09
fo/ol.....	—	—	—	—	—	46,26	—
fa/ol.....	—	—	—	—	—	53,74	—
wo/di.....	—	—	—	—	—	50,37	50,53
en/di.....	—	—	—	—	—	24,16	25,19
NMT P.....	38,74	20,55	28,00	25,70	28,90	56,70	43,74
MDI.....	75,44	82,45	77,86	83,96	81,07	53,18	61,90
MCI.....	16,79	10,32	14,26	9,63	12,90	34,15	26,70

21. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Luhankajärvi, Luhanka. 06B, x = 6855,35, y = 431,64. Anal. Rautaruukki Oy (843763)
22. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Ruokoranta, Joutsa. 12C, x = 6852,07, y = 456,62. Anal. V. Hoffren
23. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Leppäkoski, Hartola. 07B, x = 6837,30, y = 441,34. Anal. V. Hoffren
24. Metagrauvakka — *Metagraywacke*. Tammimäki, Joutsa. 09D, x = 6856,26, y = 448,20. Anal. V. Hoffren
25. Mustaliuske — *Black schist*. Vehmaa, Luhanka. 09A, x = 6852,12, y = 440,06. Anal. V. Hoffren
26. Plagioklaasiporfyyriitti — *Plagioclase porphyrite*. Tammijärvi, Luhanka. 09B, x = 6859,91, y = 440,18. Anal. V. Hoffren.
27. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Lakusalo, Sysmä. 01D, x = 6837,42, y = 425,64. Anal. Rautaruukki Oy (843777)

SYVÄKIVILAJIT

Joutsan kartta-alueen kallioperä koostuu suurimmaksi osaksi syväkivilajeista — pääasiassa intermediaarisista ja happamista tyypeistä (kuvat 7 ja 8). Vähemmistönä olevia emäksisiä syväkivilajeja on kartta-alueen eri puolilla pieninä pahkuina ja intruusioina.

Syväkivet ovat kontaktisuhteitten perusteella nuorempia kuin liuskeet. Intermediaariset syväkivet ovat nuorempia kuin emäksiset; paikoin kuitenkin havaitaan asteittaista vaihtumista gabrosta dioriittiin, kvartsidioriittiin ja jopa granodioriittiin. Ilmeisesti eri syväkivilajien keskinäiset ikäerot ovat pienet. Kun vielä nuoreminen tapahtuu emäksisestä happamaan suuntaan, saattavat tietyt tyypit, mahdollisesti kaikki, olla lähtöisin samasta alkumagmaasta eli ne ovat komagmaattisia.

Kiille- ja suonigneisseissä esiintyvät emäksiset murskaleet edustanevat sedimentteihin intrudoituneita emäksisiä juonia, jotka ovat katkeilleet deformatiivissaan.

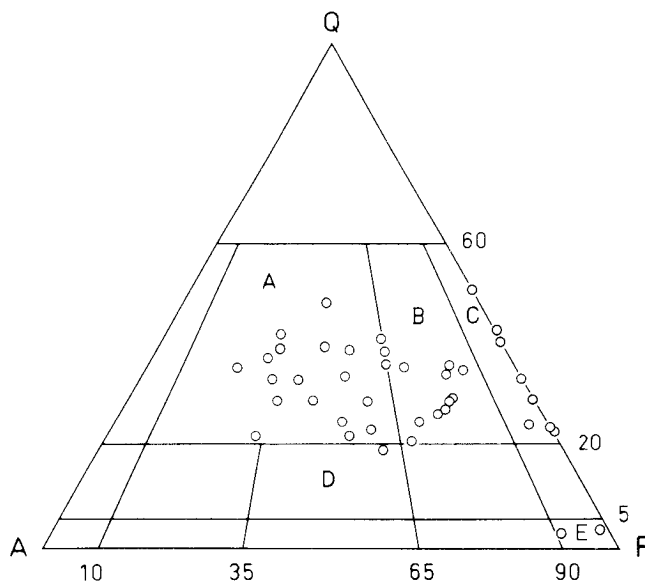
Gabrot ja dioriitit

Pieniä gabropahkuja on kartta-alueen koilliskulmassa (12A). Kivi on hyvin tummaa ja keskirakeista, paikoin heterogeenista. Koostumus vaihtelee dioriittisestä peridotittiseen, joitakin osia voi nimittää kvartsigabroksi.

Päämineraalit ovat sarvivälke, plagioklaasi (An_{50}), orto- ja klinopyrokseeni, biotiitti ja joskus kvartsi. Aksessoreja ovat opaakit, titaniitti, apatiitti, zirkoni, karbonaatti, muskoviitti ja serisiitti. Sarvivälke on usein poikiliittistä. Rakenne on hypidiomorfinen. Siellä missä kontakti sivukiveen, granodioriittiin, on näkyvä, havaitaan sen breksioivan gabroa.

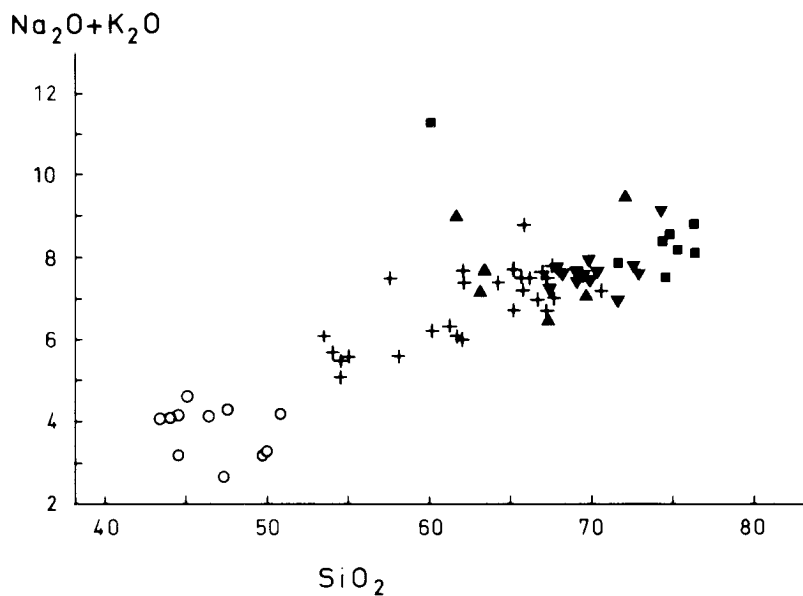
Osa-alueen 11 pohjoisosan isohko gabrointruusio on hyvin emäksistä, peridotittista. Päämineraalit ovat sarvivälke, plagioklaasi (An_{52}), kvartsi ja satunnaisesti serisiitti. Aksessorisina mineraleina on opaakkeja, titaniittia, apatiittia, karbonaattia ja zirkonia. Sarvivälke muodostaa suuria kasaumia (\varnothing 1 cm), jotka antavat kivelle laikukkaan asun. Rakenne on hypidiomorfinen.

Osa-alueen 09 keskiosassa on n. 2 km² alan peittävä gabrointruusio. Tämä Pappisten gabro on tummaa, yleensä keskirakeista ja rakenteeltaan hypidiomorfinen ja ofiittista. Kivi on yleensä suuntautumaton, massamaista ja heterogeenista. Koostumus vaihtelee dioriittisestä peridotittiseen, paikoin anortosiittiseen, jolloin rapautumispinta on vaalea. Toisaalla kivi on taas kvartsigabroa. Päämineraalit ovat plagioklaasi (An_{35-60}), sarvivälke, klino- tai ortopyrokseeni, biotiitti ja joskus kvartsi (taulukko 4). Aksessoriset mineraalit ovat opaakit, titaniitti, apatiitti, zirkoni, karbonaatti, muskoviitti ja serisiitti. Ympäröivä porfyryinen granodioriitti leikkaa gabroa ja



Kuva 7. Joutsen kartta-alueen syväkiviä APQ-diagrammissa. A = graniitti, B = granodioriitti, C = tonaliitti, D = kvartsimontsoniitti, E = dioriitti/gabro/anortosiitti.

Fig. 7. Plutonic rocks of the Joutsen map-sheet area on the APQ-diagram. A = granite, B = granodiorite, C = tonalite, D = quartz monzonite, E = diorite/gabbro/anorthosite.



Kuva 8. Joutsen kartta-alueen syväkiviä $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (%) verrattuna SiO_2 -määrään (%). o = gabro/dioriitti, + = intermediaariset syväkivet, ▲ = porfyryinen granodioriitti, ▼ = porfyryinen graniitti, ■ = graniitti.

Fig. 8. Alkali-silica plot for the plutonic rocks of the Joutsen map-sheet area. o = gabbro/diorite, + = intermediate rocks, ▲ = porphyritic granodiorite, ▼ = porphyritic granite, ■ = granite.

muodostaa paikoin breksiaa. Porfyyrisen granodioriitin kontaktin läheisyydessä gabrossa saattaa olla sekundaarista kalimaasälpää ilmeisenä seurauksena syväkiven aiheuttamasta kalimetasomatoosista. Gabrossa on metapeliittisulkeumia ja -murskaleita. Paikoitellen gabro on ruhjeista.

Taulukko 4. Joutsan kartta-alueen syväkivien mineraalikoostumuksia. Määritykset on tehty pistelaskimella.
Table 4. Mineralogical compositions of the plutonic rocks in the Joutsa map-sheet area. Determined by the point-counting method.

	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Kvartsi —												
<i>Quartz</i>	1,5	2,6	26,6	16,4	15,5	30,1	26,2	28,2	18,6	23,5	16,2	18,2
Kalimaasälpä—												
<i>Potash feldspar</i>	4,4	0,3	1,1	—	—	0,3	—	9,1	11,0	11,9	25,8	16,0
Plagioklaasi —												
<i>Plagioclase</i>	45,0	67,6	52,9	53,9	36,9	42,7	24,5	41,9	38,6	45,8	41,2	36,0
An	(46)	(54)	(27)	(40)	(34)	(37)	(25)	(35)	(35)	(37)	(35)	(26)
Muskoviitti—												
<i>Muscovite</i>	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
Serisiitti —												
<i>Sericite</i>	—	—	—	—	1,7	—	3,9	0,9	—	—	—	—
Biotiitti —												
<i>Biotite</i>	15,4	12,4	0,3	22,7	41,1	22,5	36,8	17,1	20,3	17,1	8,9	24,8
Pyrokseeni —												
<i>Pyroxene</i>	24,7	—	0,8	4,5	—	—	—	1,7	—	1,4	—	0,2
Amfiboli —												
<i>Amphibole</i>	4,2	8,5	15,7	1,5	0,6	3,5	6,0	—	6,2	—	7,1	2,3
Kloriitti —												
<i>Chlorite</i>	—	0,2	—	—	—	—	0,5	1,0	2,3	—	—	—
Epidootti —												
<i>Epidote</i>	—	—	—	—	0,5	—	—	—	0,4	0,1	—	—
Titaniitti —												
<i>Sphene</i>	—	—	0,4	—	1,9	—	0,3	—	1,1	—	0,5	0,4
Apatiitti —												
<i>Apatite</i>	1,8	0,6	0,3	0,4	1,4	0,5	1,0	—	1,2	0,2	0,3	0,5
Graniitti —												
<i>Garnet</i>	—	—	—	0,1	0,6	—	0,5	—	0,3	—	—	—
Zirkoni —												
<i>Zircon</i>	0,1	0,1	—	—	0,4	0,1	—	—	—	—	—	0,3
Karbonaatti —												
<i>Carbonate</i>	0,5	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
Opaakit —												
<i>Opaques</i>	1,4	2,1	1,9	0,5	—	0,3	0,3	0,1	—	—	—	0,9
Yhteensä —												
<i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

28. Dioriitti — *Diorite*. Pappinen, Joutsa. 09D, x = 6856,58. y = 455,14. (32-RKN-79)

29. Kvartsigabro — *Quartz gabbro*. Pappinen, Joutsa. 09D, x = 6856,74 y = 445,47. (33-RKN-79)

30. Tonalitti — *Tonalite*. Judinsalo, Luhanka. 02B, x = 6845,66. y = 422,92. (136-JJK-81)

31. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Kauhtue, Hartola. 08D, x = 6846,45, y = 446,39. (44B-AML-80)

32. Tonalitti — *Tonalite* (porfyyrinen granodioriitin välimassaa — *matrix of the porphyritic granodiorite*). Vehkasalo, Sysmä. 01D, x = 6840,00, y = 427,35. (223-JJK-80)

Taulukko 4 jatk.— *Table 4 cont.*

33. Tonalitti — *Tonalite* (porfyriksen granodioriitin välimassaa — *matrix of the porphyritic granodiorite*). Herjaanselkä Luhanka. 02A, x = 6843,04, y = 423,97. (102-JJK-81)
34. Tonalitti — *Tonalite* (porfyriksen granodioriitin välimassaa — *matrix of porphyritic granodiorite*). Siitme, Hartola. 05C, x = 6842,20, y = 435,88. (126-JEN-79)
35. Granodioriitti — *Granodiorite* (pyrokseenipitoinen/*pyroxenebearing*). Kaituanjärvi, Joutsa. 10D, x = 6837,66, y = 459,78. (51-RKN-76)
36. Granodioriitti — *Granodiorite*. Huhkaimenvuori, Sysmä. 01D x = 6838,76, y = 427,23. (153-JJK-80)
37. Granodioriitti — *Granodiorite*. Taipale, Joutsa. 11C, x = 6840,57, y = 459,24. (82-RKN-77)
38. Kvartsimontsoniitti — *Quartz monzonite*. Lempää, Luhanka. 05D, x = 6849,46, y = 436,96. (19-JEN-79)
39. Porfyriksen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Kaitue, Joutsa. 09C, x = 6851,70, y = 446,58. (78-RKN-79)

Osa-alueiden 04 ja 07 rajalla olevan koillis—lounaissauntaisen pitkäkhön kapean gabron koostumus vaihtelee, etenkin dioriittiseen suuntaan. Kivi on lähes kauttaaltaan pyrokseenipitoista. Gabro on joskus deformatiivista, liuskeista. Ympäröivä porfyriksen granodioriitti leikkaa myös tätä gabroa.

Kartta-alueen pohjoisosassa, 06 ja 09 rajalla, on pyöreähkö dioriitti-gabrointruusio, jota ympäröi rengasmaisesti granodioriitti. Kivilajien välinen kontakti on terävä ja granodioriitti leikkaa dioriitti-gabroa. Päämineraalit ovat sarvivälke, plagioklaasi (An_{35–60}), biotiitti, kvartsi ja titaniitti. Aksessoreja ovat apatiitti, granaatti, opaakit ja zirkoni. Rakente on hypidiomorfinen. Titaniittirakeet ovat isohkoja ja idiomorfisia ja plagioklaasi on paikoin serisiittiyntynyt. Tyypillistä on myös vaaleitten, ”pilvimäisten” plagioklaasihajarakeita sisältävien laikkujen esiintyminen muutoin tummassa kivilajissa. Laikkujen ja tumman aineksen raja on yleensä vähittäinen. Dioriitti-gabro on paikoitellen subofiittista. Plagioklaasi on voimakkaasti vyöhykkeistä ja keskeltä serisiittiyntynyt. Biotiitti on osittain sarvivälkkeen muuttumistulos.

Osa-alueen 06 länsiosassa on pieniä gabro-dioriittisia aloja, jotka näyttävät seuraavan kallioperän murrosvyöhykkeitä. Kivi on paikoin breksioitunut, jolloin rakopinnoilla saattaa olla epidootia. Graniitti-pegmatiittijuonet leikkaavat gabroa.

Kartta-alueen luoteisosassa (03) on laajahkoilla alueilla dioriittia ja gabroa. Osa-alueella 03D dioriitti on hieno-keskirakeista, usein massamaista ja heterogeenista. Koostumus vaihtelee granodioriittisesta gabro-amfiboliittiseen. Kivelle ovat ominaisia siellä täällä olevat kalimaasälpähajarakeet, joitten koko on 0,5—1 cm. Tällaiset hajarakeet ovat aivan ilmeisesti seurausta ympäröivien nuorempien granitoidien aiheuttamasta kalimetatasomatoosista. Tätä tukee havainto siitä, että hajarakeet ovat suurempia graniitti- ja pegmatiittijuonien läheisyydessä. Toinen, tälle dioriitille myös tyypillinen piirre on tummien ja vaaleitten mineraalien läiskittäinen esiintyminen. Vaaleat läiskät ovat karkeampirakeisia kuin tummat. Granodioriitti breksioi dioriittia; breksian asu vaihtelee teräväsräjäisestä nebuliittiseen. Tektoniikan, lähinnä kaadehavaintojen perusteella, on päätelty dioriitin olevan laattamainen (sill) ja edustavan mahdollisesti magman varhaista, emäksisempää kiteytymää, ehkä reunafaasia (chilled

margin), jota myöhäisemmät, alta intrudoituneet graniitit ja granodioriitit breksioivat. Edellisen perusteella nykyinen eroosioleikkaus olisi lähellä granodioriitti-intruusioitten kattoa.

Osa-alueen 03 eteläosassa on ison juonen kaltainen, keskikarkearakeinen ja subofiittinen gabro. Tummana päämineraalina on sarvivälke ja lisäksi on biotiittia. Plagioklaasia (An_{40-60}) on yleensä yhtä paljon kuin amfibolia. Kvartsia on paikoin runsaasti, minkä vuoksi kivilajia voitaisiinkin nimittää kvartsigabroksi. Aksessoreja ovat apatiitti, opaakit, granaatti ja zirkoni. Rakenne on hypidiomorfinen.

Lopuksi voidaan todeta kartta-alueen dioriittien ja gabrojen jakautuvan kahteen päätyyppiin: pyrokseenipitoisiin ja sarvivälkevaltaisiin. Edelliset sijoittuvat kartta-alueen itäpuoliskolle, sarvivälkegabrot ja pyrokseenittomat dioriitit taas länsi- ja luoteisiin. Taulukossa 5 on esitetty gabrojen ja dioriittien kemiallisia koostumuksia.

Kvartsi- ja granodioriitit sekä kvartsimontsoniitit

Kvartsi- ja granodioriitit sekä kvartsimontsoniitit eivät ole toisiinsa terävin kontaktien rajautuvia erillisiä kivilajyksiköitä, vaan kvartsidioriitti ja kvartsimontsoniitti ovat ilmeisiä sisäisen erilaistumisen tuloksia vallitsevasta tyypistä, granodioriitista. Vaiheutumisen tyypistä toiseen tapahtuu vähittäisesti.

Kivi on massamaista tai pilsteistä ja enimmäkseen tasarakeista. Raekoko on keskimäärin 1—3 mm. Tietyillä alueilla kivi on kuitenkin heterogeenista, jolloin siinä on 5—10 mm:n kalimaasälpä- ja plagioklaasihajarakeita (03A, 04C, 05B, D, 06C, D, 09A, B, 11B ja 12).

Päämineraalit ovat plagioklaasi (An_{25-40}), kalimaasälpä, kvartsi, biotiitti ja amfiboli (taulukko 4). Kartta-alueen itäosassa (11A, C, 10D) ja keskellä (05) granodioriitissa on klino- tai ortopyrokseenipitoisia aloja, joissa kivi on ruskehtava ja erottuu selvästi normaalista tyypistä. Aksessoriset mineraalit ovat titaniitti, zirkoni, apatiitti, epidootti, serisiitti, karbonaatti, kloriitti ja opaakit. Plagioklaasi on usein subhedraalista ja vyöhykkeistä. Kalimaasälpä on anhedraalista tai subhedraalista ja sisältää sulkeumina biotiittia, plagioklaasia, amfibolia ja kvartsia. Maasälvät ovat yleensä kaksostuneita ja kvartsi on aaltosammuvaa. Biotiitti on osittain amfibolin muuttumistulos, amfiboli puolestaan ainakin osaksi pyrokseenin muuttumistulos. Kalimaasälvän ja plagioklaasin kontaktissa on usein myrmeikiittä. Rakenne on hypidiomorfinen.

Ruhjeisuutta ja ruhjeliuskeisuutta ilmenee suunnissa WNW-ESE, NW-SE, N-S, NEN-SWS ja NE-SW eli samoissa suunnissa kuin alueelta kartoitetut ja tulkitut ruhjevyyhykkeet. Tällainen leikkaava ruhjeisuus, paikoin myloniittiutumisen, osoittaa deformaation tapahtuneen melko kiinteässä olomuodossa magman jo suurelta osin jäädyttyä. Vastaavaa ruhjeisuutta on myös kartta-alueen muissa syväkivissä.



Kuva 9. Dioriittisulkeumia granodioriitissa. Sulkeumiin on kasvanut maasälpäkiteitä metasomaattisesti. Laatta 12 cm.

Fig. 9. Dioritic inclusions in the granodiorite. Feldspar megacrysts have been grown in the inclusions metasomatically. Scale 12 cm.

Nurmaanjärvi. Joutsa. 3122 12D, x = 6856,43, y = 457,14.

Valok. — *Photo* R. Niemelä

Kvartsi- ja granodioriitissa on liuske- ja gabro-dioriittisulkeumia, jotka vaihtelevat terävästi rajautuvista aina epämääräisesti rajautuviin nebuliittisiin jäänteisiin. Pääsääntöisesti gabro-dioriittia tavataan murskaleina, kun taas peliittiset sulkeumat ovat voimakkaimmin deformatuneita ja graniittiutuneita. Näistä on paikoin enää jäljellä tummia biotiittivaltaisia juovia osoituksena tapahtuneesta assimiloitumisesta. Amfiboliittiset sulkeumat ovat myös poikkeuksetta selvästi rajautuvia samoin kuin usein happaman (kvartsi—maasälpä-) liuskeen sulkeumatkin.

Hapettuneita läiskii ja ruosterapautuneita kapeita (alle 5 m) vyöhykkeitä tavataan granodioriitissa osa-alueella 05. Ruosteisuus johtuu magneetikiisusta.

Gabro-dioriittisulkeumiin on joissakin tapauksissa kasvanut metasomaattisesti maasälpäkiteitä (kuva 9). Paikoin murskaleita on niin paljon, että kivi on intrusiivibreksiaa. Oman sulkeumatyyppinsä muodostavat granodioriitissa olevat tummat

Taulukko 5. Joutsan kartta-alueen gabrojen ja diorittien kemiallisia koostumuksia. Analyysit XRF-menetelmällä.

Table 5. Chemical compositions of the gabbros and diorites of the Joutsa map-sheet area. Determined by the XRF-method.

	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
SiO ₂	46,26	44,90	43,30	44,40	49,82	47,33	50,80	44,47	50,11	47,51
TiO ₂	1,92	2,15	2,03	2,07	1,31	1,24	2,17	1,90	0,76	0,77
Al ₂ O ₃	15,50	16,10	17,10	15,40	16,41	13,40	14,52	14,46	13,01	15,26
Fe ₂ O ₃	13,67	13,89	14,56	14,00	12,39	13,23	13,98	13,44	11,61	14,59
MnO	0,18	0,16	0,18	0,17	0,20	0,20	0,19	0,18	0,20	0,17
MgO	7,20	7,45	6,59	7,95	7,36	10,15	5,30	8,38	8,59	4,79
CaO	9,43	9,74	10,70	10,60	10,39	11,26	8,39	10,80	10,66	6,71
Na ₂ O	2,09	2,37	1,97	2,12	2,66	1,85	2,83	2,07	2,54	2,64
K ₂ O	2,00	2,25	1,94	1,97	0,66	0,88	1,33	1,10	0,77	1,70
P ₂ O ₅	0,399	0,493	0,919	0,653	0,260	0,290	0,700	0,370	0,180	0,770
S	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,080	0,140	0,130
ZrO ₂	0,022	0,018	0,018	0,020	n.d.	n.d.	n.d.	0,007	0,009	0,024
SrO	0,089	0,104	0,117	0,099	n.d.	n.d.	n.d.	0,011	0,035	0,050
BaO	0,063	0,070	0,067	0,051	n.d.	n.d.	n.d.	0,076	0,023	0,054
Summa ...	98,76	99,70	99,49	99,50	101,46	99,83	100,21	97,34	98,64	95,17
Q	—	—	—	—	—	2,25	—	—	—	—
or	12,53	14,11	12,34	12,36	3,90	5,20	7,86	6,84	4,82	10,51
ab	17,69	11,03	9,89	10,20	22,51	15,65	23,95	15,85	21,49	22,34
an	26,65	26,24	31,65	26,33	30,89	25,66	22,99	26,75	21,69	24,54
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
wo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
di wo	7,32	7,88	6,44	9,18	7,92	11,82	5,87	10,19	12,54	1,56
en	4,00	4,36	3,30	5,17	4,44	7,14	2,86	5,92	7,46	0,66
fs	3,06	3,21	2,97	3,64	3,16	4,04	2,92	3,80	4,44	0,91
en	0,50	—	—	—	8,41	4,97	10,34	—	8,77	10,18
fs	0,38	—	—	—	5,99	2,81	10,55	—	5,22	13,98
ol fo	9,41	9,94	9,19	10,25	3,84	9,23	—	10,48	3,62	0,77
fa	7,94	8,06	9,12	7,96	3,02	5,75	—	7,41	2,37	1,16
mt	3,53	3,54	3,67	3,56	3,29	3,45	3,75	3,42	3,09	3,81
hm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
il	3,65	4,08	3,86	3,93	2,49	2,36	4,12	3,61	1,44	1,46
ap	0,95	1,17	2,18	1,55	0,62	0,69	1,66	0,88	0,43	1,82
pr	—	—	—	—	—	—	—	0,15	0,26	0,24
zr	0,02	0,02	0,02	0,02	—	—	—	0,01	0,01	0,02
Summa ...	97,62	98,53	98,29	98,34	100,46	98,76	99,11	96,20	97,65	93,94
DI	30,21	30,03	25,90	26,75	26,41	20,85	34,06	23,59	26,32	32,85
COL	39,79	41,08	38,55	43,69	42,55	51,56	40,40	44,83	48,95	34,47
en/op	56,64	—	—	—	58,41	63,88	49,50	—	62,70	42,14
fs/op	43,36	—	—	—	41,59	36,12	50,50	—	37,30	57,86
fo/ol	54,24	55,24	50,19	56,30	56,03	61,61	—	58,56	60,40	39,79
fa/ol	45,76	44,76	49,81	43,70	43,97	38,39	—	41,44	39,60	60,21
wo/di	50,91	50,98	50,64	51,04	51,03	51,39	50,43	51,19	51,31	49,92
en/di	27,81	28,25	25,97	28,72	28,60	31,05	24,54	29,72	30,53	21,10
NMT P	60,11	65,74	72,71	67,85	57,85	62,11	48,98	62,08	50,23	52,34
MDI	49,50	43,72	41,70	41,85	43,96	40,11	55,91	42,26	45,72	57,38
MCI	38,54	38,94	41,05	40,90	40,49	44,97	30,90	43,31	39,22	30,13

DI = differentiatio indeksi — *differentiation index*COL = väri-indeksi — *colour index*NMT P = normatiivinen plagioklaasi — *normative plagioclase*MDI = modifioitu differentiatioindeksi — *modified differentiation index*MCI = modifioitu kiteytymisindeksi — *modified crystallisation index*

40. Dioriitti — *Diorite*. Luhanka, Tammijärvi. 06D, x = 6885.15, y = 439.19. Anal. Hy:n Porfyriiprojekti (Rautaruukki OY)
41. Gabro — *Gabbro*. Luhanka, Tammijärvi. 06C, x = 6854.63, y = 439.54. Anal. Hy:n Porfyriiprojekti (Rautaruukki OY)
42. Gabro — *Gabbro*. Luhanka, Tammijärvi. 06D, x = 6855.10, y = 437.77. Anal. Hy:n Porfyriiprojekti (Rautaruukki OY)
43. Gabro — *Gabbro*. Luhanka, Tammijärvi, 06D, x = 6855.36, y = 439.69. Anal. Hy:n Porfyriiprojekti (Rautaruukki OY)
44. Noriitti — *Norite*. Leppäkoski, Hartola. 07B, x = 6836.60, y = 440.46. Anal. V. Hoffren
45. Gabro — *Gabbro*. Rajamäki, Sysmä. 04D, x = 6836.06, y = 439.70. Anal. V. Hoffren
46. Gabro — *Gabbro*. Pappinen, Joutsa. 09D, x = 6856.18, y = 447.78. Anal. V. Hoffren
47. Gabro — *Gabbro*. (sulkeuma — inclusion). Jalaanvuori, Sysmä. 05A, x = 6842.72, y = 431.37. Anal. Rautaruukki OY (843779)
48. Gabro — *Gabbro*. Taivassalo, Jämsä. 03A, x = 6854.69, y = 423.35. Anal. Rautaruukki Oy (843772)
49. Gabro — *Gabbro*. Mielenge, Hartola. 08B, x = 6847.27, y = 443.50. Anal. Rautaruukki Oy (843771)

emäksiset ja massamaiset linssit, jotka ovat granodioriitin suuntauksen kanssa konformeja ja joiden koostumus on dioriittinen. Näiden linssien päämineraalit ovat plagioklaasi (An_{30-50}), biotiitti, sarvivälke, pyrokseeni, kvartsi ja joskus kloriitti. Pyrokseeni saattaa puuttua, jolloin tummina mineraaleina on sarvivälkettä ja biotiittia. Aksessorit ovat titaniitti, opaakit, apatiitti, kalimaasälpä, zirkoni ja epidootti. Rakenne on hypidiomorfinen. Plagioklaasi on vyöhykkeistä, pyrokseeni on muuttunut reunoiltaan amfiboliksi.

Edellä kuvattujen emäksisten sulkeumien alkuperä on todennäköisesti seuraava: ne ovat rikkoutuneita varhaisia emäksisiä juonia ja pahkuja taikka magman kiteytymiseen kuuluvia emäksisempiä varhaiserkaumia, mahdollisesti jäänteitä emäksisestä reunafaa-sista (chilled margin). Metasomaattisen basifikaation seurauksena sulkeumat ovat mahdollisesti muuttuneet alkuperäistä emäksisemmiksi.

Osalehden 03 granodioriitti eroaa kartta-alueen muista granodioriiteista, sillä se sisältää runsaasti eriasteisesti muuttuneita metapeliitti-, kvartsi—maasälpägneissi-, amfiboliitti- ja massamaisia emäksisiä sulkeumia. Oleellista on lisäksi runsas graniitti—pegmatiittiaineksen esiintyminen. Tästä kaikesta on seurauksena gneissimäinen asu: kivi on polymigmatiittia ja muistuttaa paikoin Itä-Suomen arkeista gneissigraniittia. Kontakti Kotkatselän (03C) liuskealueen ja kuvatun gneissimäisen granodioriitin välillä on yleensä asteittainen. Monet granodioriitin liuskesulkeumista ovat graniittituneet ja assimiloituneet siinä määrin, että niistä on enää jäljellä vain tummien mineraalien muodostamia juovia, — kivi on tällöin nebuliittista migmatiittia. Gneissimäiset granodioriitit vaihettuvat idempänä aikaisemmin kuvatuksi massamaisemmaksi granodioriitiksi. Tätä tyyppiä on myös Huhdanmäen (03C) alueella.

Leikkaavina juonina on havaittu graniittia ja pegmatiittia. Porfyyrinen granodioriitti breksioi gneissimäistä granodioriittia samoin kuin massamaista granodioriittia.

Kaiken kaikkiaan vaikuttaa siltä, että gneissimäinen granodioriitti ja karttalehden muut granodioriitit ovat samanikäisiä ja samaan kehitysvaiheeseen kuuluvia synkine-maattisia syväkiviä.

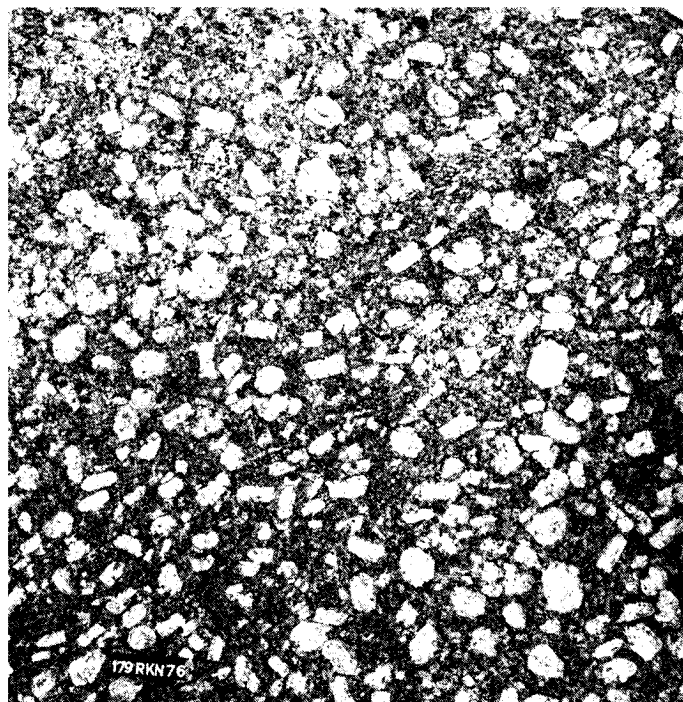
Kalimaasälpäporfyyrinen granodioriitti

Kalimaasälpäporfyyrinen granodioriitti on kartta-alueen nuorimpia kivilajeja, sillä se leikkaa liuskeita ja muita syväkivilajeja graniitteja lukuun ottamatta. Sitä nuorempia ovat kartta-alueen oliiviinidiabaasijuonet. Sen sijaan porfyyrissä granodioriitissa olevat graniittipegmatiittijuonet eivät kaikki ole ehdottomasti sitä oleellisesti nuorempia, sillä joillakin juonilla on epäselvät, asteittaiset kontaktit, ja lisäksi ne saattavat olla plastisesti deformatuneita. Tällaiset synplutoniset juonet, jotka usein ovat kapeampia kuin kiistatta nuoremmat leikkaavat graniittijuonet, kuuluvat magman kiteytymishistorian loppuvaiheeseen, jolloin jäännössula on tunkeutunut jo suurelta osin jähmettyneeseen, mutta plastiseen massaan. Porfyyrinen graniitti näyttää samoin liittyvän läheisesti porfyyriseen granodioriittin, ja on mahdollisesti myös granodioriittisen magman myöhäinen kiteytymistuote. Tämä selittäisi sen, että paikoin porfyyrinen graniitti rajoittuu terävästi porfyyriseen granodioriittiin, kun taas toisaalla vaihettuminen vaikuttaa asteittaiselta. Myös porfyyrissä granodioriittimassiivissa on selvästi graniittisia aloja, joitten kontaktit pääkiveen ovat edellä kuvatun kaltaiset.

Porfyyrinen granodioriitti (kuva 10) on väritään harmaa tai punaharmaa riippuen koostumuksesta ja raekoosta sekä pinnan rapautumisasteesta. Pyrokseenipitoiset tyyppit ovat ruskehtavia. — Porfyyristä granodioriittia luonnehtivat kalimaasälpämegakrystit, joiden määrä vaihtelee paljon; paikoin niitä on niin runsaasti, että hajarakeet ovat lähes kiinni toisissaan, toisaalla taas niitä on epätasaisesti ja harvassa. Megakrystit ovat yleensä harmaita, mutta paikoitellen ne ovat punaisia, etenkin jos kivi on ruhjeista. Megakrystien koko vaihtelee paljon, se on 1—10 cm. Kummatkin ääriarvot ovat harvinaisia, yleisin koko on 3—6 cm. Alueelliset vaihtelut ovat huomattavia. Muodoltaan megakrystit ovat euhedraalisia tai subhedraalisia. Karkeissa tyypeissä hajarakeet ovat pääasiassa euhedraalisia. Myös pyöreitä ja soikeita megakrystejä tavataan. Joissakin paikoin kiteitä ympäröi ohut myrmeikiittimantteli.

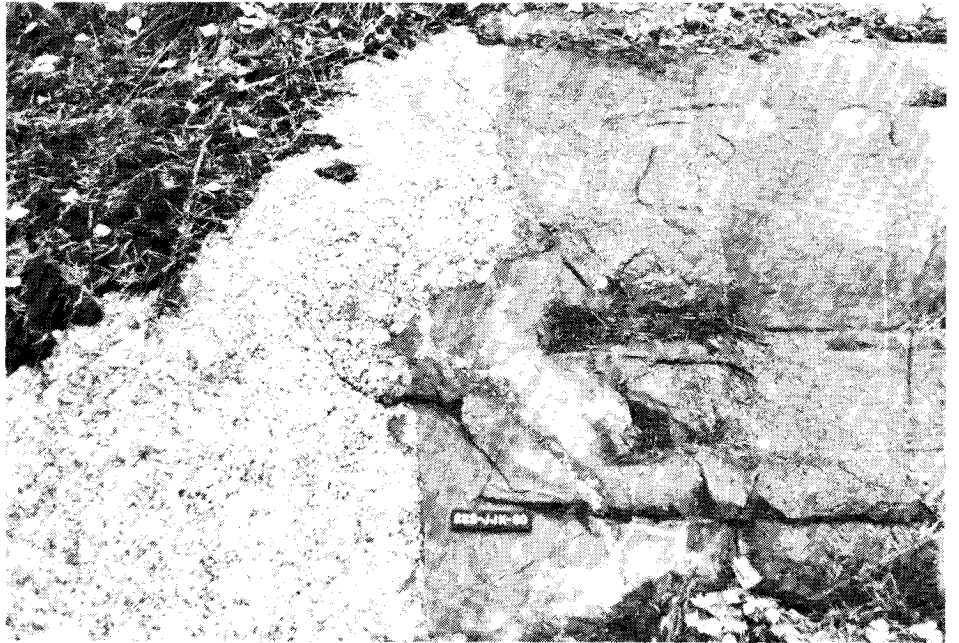
Porfyyrisen granodioriitin välimassa on keski -karkearakeista. Se riippuu paljolti megakrystien koosta. Kun ne ovat suuria, on myös välimassa karkeampaa. Porfyyrinen granodioriitti voi olla sekä suuntautunutta, joskus voimakkaastikin, että massamaista. Suuntautuneisuus saattaa ilmetä sekä hajarakeissa että välimassassa; hajarakeisissa pituusakseliin yhdensuuntaisuutena, välimassassa taas tummien mineraalien samansuuntaisuutena. Biotiittisuomut näyttävät ikäänkuin kiertävän kalimaasälpämegakrystejä. Megakrystit ovat sekä mikrokliinia että ortoklaasia, useimmiten mikrokliinia. Hajarakeitten määrän suuri vaihtelu, 10—50 % kivistä, aiheuttaa porfyyrisen granodioriitin kokonaiskoostumukseen melkoista vaihtelua. Runsaasti megakrystejä sisältä-

euhedraalinen = täysin omamuotoinen = idiomorphic
 subhedraalinen = osaksi omamuotoinen = hypidiomorphic
 anhedraalinen = vierasmuotoinen = xenomorphic
 megakrysti = muita huomattavasti suurempi rae, megarae (K.M.)



Kuva 10. Kalimaasälpäporfyyrista granodioriittia. Laatta 6 cm.
 Fig. 10. *Granodiorite with porphyritic potassium feldspar. Scale 6 cm.*
 Kirkkola. Hartola. 3122 07D, x = 6839,92, y = 448,78.
 Valok. — Photo R. Niemelä

vät tyypit ovat koostumukseltaan graniittisia tai kvartsimontsoniittisia. Koska kuitenkin yleisimmin hajarakeitten määrä on 10—25 %, koostumus on pääasiassa granodioriittinen. Välimassassa kalimaasälpää on vain harvoin ja silloinkin pieniä määriä. Juuri kalimaasälvän puuttumista tai niukkuutta porfyyriseen granodioriitin välimassassa on pidetty pääkriteerinä eroteltaessa kartta-alueen porfyyrisiä graniitteja ja granodioriitteja. Välimassan päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi, biotiitti, amfiboli ja joskus pyrokseeni (taulukko 4). Kvartsin ja biotiitin määrissä ilmenee melkoista vaihtelua; paikoin biotiittia on enemmän kuin kvartssia. Aksessorit ovat apatiitti, kloriitti, titaniitti, serisiitti, zirkoni, opaakit, epidootti, granaatti, karbonaatti ja joskus turmaliini. Välimassan mineraloginen koostumus on melkein poikkeuksetta granodioriittis-tonaliittinen. Kalimaasälpämegakrystit ovat poikiliittisiä ja usein kaksostuneita (ristikko, Carlsbad). Niissä on sulkeumina plagioklaasia, joka saattaa olla lähes euhedraalista sekä biotiittia ja kvartssia. Paikoin sulkeumien pituusakselit ovat asettuneet megakrystien kidepintojen (sivujen) suuntaisesti, jolloin ne ikään kuin kiertävät kehämäisesti kiteen keskusta. Plagioklaasi on oligoklaasia tai andesiinia (An_{20-40}), satunnaisesti on identifioitu albiittia. Plagioklaasikiteet ovat tavallisesti anhedraalisia



Kuva 11. Porfyyrin granodioriitin ja metapeliitin kontakti. Laatta 12 cm.
 Fig. 11. A contact between porphyritic granodiorite and metapelite. Scale 12 cm.
 Mäkäraisiinemi. Sysmä. 3122 02C, x = 6840,33, y = 427,94.
 Valok. — Photo J. Kallio



Kuva 12. Porfyyrinen granodioriittijuoni leikkaa granodioriittia. Laatta 12 cm.
 Fig. 12. A dyke of porphyritic granodiorite intersecting granodiorite. Scale 12 cm.
 Marttilanlampi. Hartola. 3122 08C, x = 6843,5, y = 449,6.
 Valok. — Photo R. Niemelä

tai subhedraalisia, joskus kuitenkin lähes euhedraalisia. Usein rakeissa on jonkinasteista vyöhykkeisyyttä ja paikoin plagioklaasi on serisiittiytynyttä. Plagioklaasi on myös kaksostunut (Carlsbad, albiitti-Carlsbad, albiitti-periklaasi).

Kvartsi on anhedraalista ja se täyttää muitten kiteitten jättämiä välitiloja. Suuret rakeet ovat usein aaltosammuvia, joskus voimakkaastikin.

Biotiitti on vaihtelevan muotoisina, usein reunoiltaan repaleisina suomuina. Sulkeumina siinä on apatiittia, titaniittia, zirkonia ja opaakkia. Usein biotiitissa näkyy deformaatiosta osoittavia piirteitä kuten kidepinkkojen taipumista ja kinkband-vyöhykkeitä. Paikoin se on kloriittiutunut.

Amfiboli, pääasiassa sarvivälke, on usein biotiitin yhteydessä. Rakeet ovat pieniä, repaleisia ja poikiliittisiä. Sarvivälke on ainakin paikoin selvästi pyrokseenin muuttumistulos.

Porfyrisessa granodioriitissa ilmenevä pyrokseenipitoisuus on yleensä vähäistä, alle 5 % tilavuudesta. Pääasiassa se on hypersteeniä, joka usein on muuttumistulosten ympäröimää.

Porfyriinen granodioriitti sisältää kauttaaltaan vaihtelevassa määrin sulkeumia ja murskaleita, jotka rajoittuvat selvin rajoin pääkiveen. Hyvin yleisiä ovat liuskesulkeumat, joiden koko vaihtelee muutamasta senttimetristä useisiin metreihin. Niiden muoto vaihtelee pyöreästä kulmikkaaseen ja venyneeseen, voimakkaasti deformaatiuneeseen nebuliittiseen tyyppiin. Sulkeumien pituus akseli on asettunut porfyrisen granodioriitin mineraalisen suuntauksen mukaisesti. Liuskesulkeumat ovat pääasiassa biotiittivaltaisia, siis kiilleliusketta ja -gneissia, mutta myös amfiboliittisia sulkeumia on havaittu. Voidaankin todeta, että porfyrisessa granodioriitissa on sulkeumina kaikkia kartta-alueen liuskeita.

Myös vanhempia syväkivilajeja on sulkeumina. Nämä ovat enimmäkseen teräväsärmäisiä murskaleita. Kivilajeina tavataan gabroa ja dioriittia sekä grano- ja kvartsidioriittia. Viimeksimainittu on tasarakeista ja usein pyrokseenipitoista. Joitakin tummia sulkeumia on vaikea tunnistaa tarkasti, mutta koostumukseltaan nekin vaikuttavat emäksisiltä. Paikoin murskaleita on niin tiheässä, että kivi on intrusiivibreksiaa.

Porfyrisen granodioriitin happamimmista graniittisista muunnoksista sulkeumat näyttävät puuttuvan.

Porfyrisen granodioriitin kontaktit sivukiviin ovat enimmäkseen selvät ja terävät (kuva 11). Kontaktin lähellä hajarakeet saattavat hävitä, ja kiveen ilmaantuu kontaktia myötäilevä liuskeisuus. Porfyrisesta granodioriitista lähtee juonia gabro-dioriittiin ja granodioriittiin (kuva 12). Se myös breksioi gabroa.

Kontakti kiillegneissin kanssa on tietyillä alueilla asteittainen (02D, 05A, 07B ja 08A), jolloin kontaktivyöhyke on mobiloitunut. Siinä kivi on schlieren-, wild- tai schollenmigmatiittia, jonka neosomi on graniittis-granodioriitista, mahdollisesti ana-

kinkband-vyöhyke = niksausvyöhyke
 schlieren migmatiitti = suikalerakenteinen migmatiitti
 schollen migmatiitti = laikkurakenteinen migmatiitti
 wild migmatiitti = sekavarakenteinen migmatiitti
 nebuliittinen migmatiitti = haamurakenteinen migmatiitti (K.M.)

Taulukko 6. Joutsan kartta-alueen intermediaaristen syväkiviä kemiallisia koostumuksia. Analyysit XRF-menetelmällä.

Table 6. Chemical compositions of the intermediate plutonic rocks in the Joutsa map-sheet area. Determined by the XRF-method.

	50	51	52	53	54	55	56	57
SiO ₂	54,48	53,66	54,53	61,88	58,12	57,52	67,26	69,61
TiO ₂	1,29	1,27	1,18	0,78	0,64	0,80	0,70	0,33
Al ₂ O ₃	16,49	16,85	17,17	16,38	16,48	19,61	14,71	14,94
Fe ₂ O ₃	11,13	10,67	9,92	6,19	8,55	5,65	6,16	3,73
MnO	0,15	0,18	0,15	0,08	0,17	0,10	0,09	0,07
MgO	2,74	2,61	3,23	1,43	2,88	2,29	1,28	0,69
CaO	6,40	5,52	7,35	3,88	6,50	5,02	2,26	2,62
Na ₂ O	3,42	3,98	2,96	3,14	2,81	4,27	2,70	3,46
K ₂ O	2,03	2,07	2,12	4,51	2,78	3,23	3,79	3,62
P ₂ O ₅	0,47	0,43	0,45	0,25	0,30	0,35	0,10	0,13
S	0,04	0,01	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Summa	87,51	86,58	89,17	92,34	90,70	93,21	92,91	95,48
Zr	390	410	450	300	700	1790	270	250
Cr	10	10	40	30	20	80	40	10
V	80	70	200	100	179	100	60	20
Ni	10	10	20	20	10	40	20	10
Sr	390	410	450	300	700	1790	270	250
Ba	550	530	490	770	1190	1460	1630	570
Rb	80	100	130	200	60	70	120	120
Cs	30	30	20	10	0	10	10	10
Q	6,02	3,39	6,40	13,64	10,35	3,43	27,31	27,35
or	12,50	12,75	13,06	27,22	17,38	20,84	23,27	21,82
ab	28,94	33,68	25,05	26,57	23,78	36,13	22,85	29,28
an	23,40	21,74	27,04	17,00	23,67	22,59	10,53	12,13
C	—	—	—	—	—	0,49	2,15	0,81
ac	—	—	—	—	—	—	—	—
wo	—	—	—	—	—	—	—	—
di wo	2,22	1,19	2,71	0,25	2,76	—	—	—
en	0,85	0,45	1,20	0,10	1,21	—	—	—
fs	—	—	—	—	—	—	—	—
en	5,97	6,05	6,84	3,46	5,96	5,70	3,19	1,72
fs	9,81	10,09	8,46	5,82	7,63	5,42	5,93	3,77
ol fo	—	—	—	—	—	—	—	—
fa	—	—	—	—	—	—	—	—
mt	3,09	2,94	2,78	1,83	2,47	1,62	1,89	1,16
he	—	—	—	—	—	—	—	—
il	2,45	2,41	2,24	1,48	1,22	1,52	1,33	0,63
ru	—	—	—	—	—	—	—	—
ti	—	—	—	—	—	—	—	—
ap	1,10	1,01	1,07	0,60	0,71	0,84	0,25	0,31
cc	—	—	—	—	—	—	—	—
pr	0,07	0,01	0,06	0,01	0,03	0,03	0,04	0,01
zr	0,05	0,06	0,06	0,04	0,09	0,24	0,04	0,03
Summa	97,88	96,53	98,47	98,19	98,81	98,87	98,77	99,02
Di	47,46	49,81	44,51	67,43	51,50	60,40	73,43	78,45
COL	25,79	23,89	25,73	13,11	22,79	14,26	12,34	7,27
en/op	37,84	37,46	44,69	37,31	43,87	51,28	34,94	31,30
fs/op	62,16	62,54	55,31	62,69	56,13	48,72	65,06	68,70
fo/ol	—	—	—	—	—	—	—	—
fa/ol	—	—	—	—	—	—	—	—
wo/di	49,63	49,60	50,10	49,59	50,04	—	—	—
en/di	19,06	18,88	22,30	18,81	21,92	—	—	—

Taulukko 6 jatk. — *Table 6 cont.*

	58	59	60	61	62	63
mt	2,09	2,48	2,05	1,84	1,83	3,59
he	—	—	—	—	—	—
il	1,65	1,80	1,56	1,37	1,04	4,33
ru	—	—	—	—	—	—
ti	—	—	—	—	—	—
ap	0,64	0,76	0,52	0,43	0,28	1,92
cc	—	—	—	—	—	—
pr	—	—	—	—	—	—
zr	—	—	—	—	—	—
Summa	97,84	98,91	98,23	97,52	99,18	100,46
DI	70,66	68,98	71,67	61,71	76,11	47,80
COL	14,25	16,72	15,15	14,91	15,15	33,11
en/op	34,83	33,44	37,21	46,39	45,75	42,06
fs/op	65,17	66,56	62,79	53,61	54,25	57,94
fo/ol	—	—	—	—	—	—
fa/ol	—	—	—	—	—	—
wo/di	—	—	49,58	—	50,17	49,92
en/di	—	—	18,76	—	22,80	21,06
NMT P	29,72	27,38	28,00	41,76	23,50	39,51
MDI	82,93	82,31	83,82	72,41	86,12	68,50
MCI	11,36	11,99	11,34	18,95	9,73	22,07

58. Porfyriininen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Pehketlampi, Joutsa. 09C, x = 6854,10, y = 445,25. Anal. V. Hoffren
59. Porfyriininen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Vehkasalo, Hartola. 10A, x = 6833,82, y = 454,77. Anal. V. Hoffren
60. Porfyriininen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Kurjenlahti, Hartola. 08C, x = 6843,66, y = 448,15. Anal. V. Hoffren
61. Granodioriitti — *Granodiorite*. Ahola, Joutsa. 12B, x = 6857,82, y = 452,63. Anal. V. Hoffren
62. Granodioriitti — *Granodiorite*. (sulkeuma — *inclusion*). Vesala, Hartola. 08C, x = 6843,60, y = 447,55. Anal. V. Hoffren
63. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite* (dioriitin muunnos — *a variety of diorite*). Pappinen, Joutsa. 09D, x = 6856,92, y = 446,82. Anal. V. Hoffren

tektista ainesta. Toisaalla taas kontaktissa on pitkälle homogenisoitunut nebuliittinen migmatiitti, joka on syväkivimäistä, lähinnä granodioriittista.

Porfyrisessa granodioriitissa ilmenee maafisten päämineraalien alueellista vaihtelua. Biotiittia tavataan kauttaaltaan, mutta sarvivalke näyttää puuttuvan massiivin keski-, etelä- ja länsiosista (Kallio 1983, s. 22). Pyrokseenia, pääasiassa hypersteeniä, tavataan massiivin itäosassa tyypeissä, joissa megakrystit ovat ortoklaasia. Tämä indikoi korkeampaa kiteytymislämpötilaa ja veden vähyyttä magmassa. Vaikuttaa siltä, että pelkkää biotiittia on porfyrisen granodioriitin suurihajarakeisissa ja happamissa muunnoksissa.

Myös kalimaasälpämegakrystien koossa on alueellista vaihtelua (Kallio 1983, s. 23). Massiivin itä- ja kaakkoisosissa ne ovat keskimäärin pienempiä kuin muualla, 1–3,5 cm. Pohjoissuunnassa megakrystien koko kasvaa 3–6 cm:iin. Pieniä hajarakeita on lisäksi Onkisalon alueella (02D ja 03C). Megakrystit ovat selvästi suurempia länsisuunnassa ja etenkin koillisesta lounaaseen. Suurimmat hajarakeet löytyvät Herjaanselältä (02A, C), 4–8 cm. Megakrystien keskimääräinen koko pienenee myös massiivin keskustasta reunoihin päin.

Porfyryista granodioriittia leikkaavat apliitti-, graniitti-, pegmatiitti- ja kvartsijuonet. Joissakin paikoissa, varsinkin topografisesti korkeilla alueilla, porfyryinen granodioriitti on rapautunut moroksi. Taulukossa 6 on esitetty porfyryisen granodioriitin samoin kuin muidenkin intermediaaristen syväkivien kemiallisia koostumuksia.

Geologian tutkimuskeskuksen isotooppiogeologian yksikössä on määritetty porfyryisen granodioriitin zirkonin radiometrinen ikä (taulukko 7). Neljän analysoidun fraktion muodostaman isokronin yläleikkaus on 1892 Ma (kuva 13), mikä on myös kiven todennäköinen ikä. Porfyryinen granodioriitti kuuluu siten synorogeeniseen ikäryhmään (1880 ± 20 Ma). Kiven sisältämä zirkoni, jota on runsaasti, on kauttaaltaan omamuotoista ja huomattavan pitkäprismaista. Se on lisäksi hyvin puhdasta, primaarista. Uraanipitoisuus on alhainen, mikä viittaa maafysiin, mahdollisesti kvartsidioriittisiin sukulaiskiviin. Kaiken kaikkiaan porfyryisen granodioriitin magmaa voitaneen pitää juvoniilisenä ja ilmeisesti kuoren alaosista lähtöisin olevana; täten porfyryinen granodioriitti kuuluisi I -granitoideihin.

Taulukko 7. Analyysitulokset ja niistä lasketut radiometriset iät zirkonifraktioille.
Table 7. U-Pb analytical data and radiometric ages for zircon fractions.

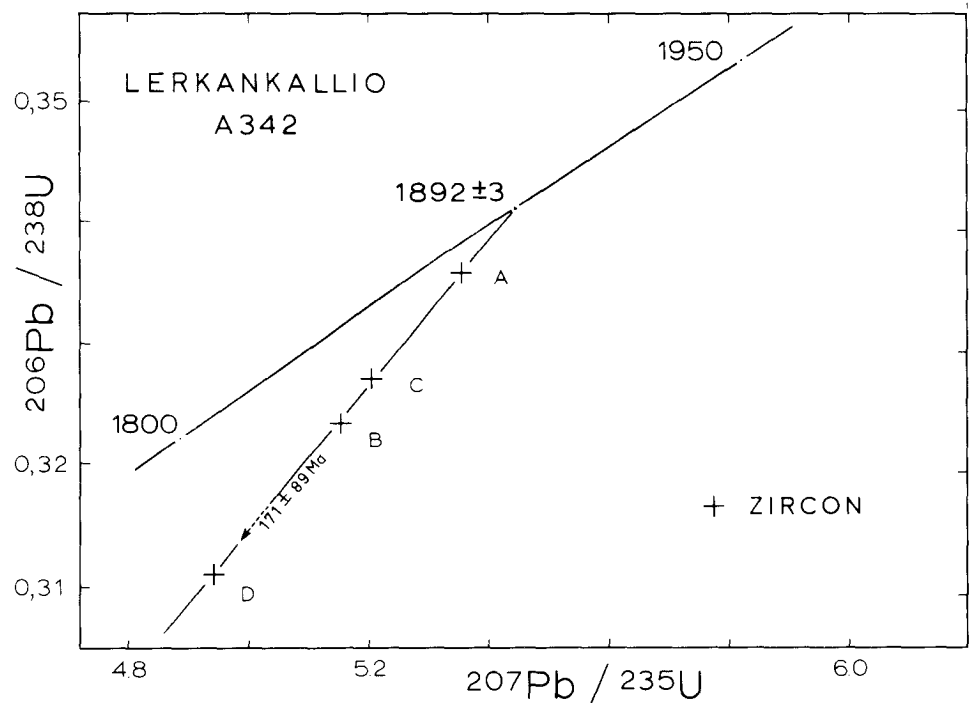
Näyte nto Sample no.	Fraktio Fraction (g/cm ³) ø = raekoko, µm grain size	Pitoisuus Concentration µg/g		²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometri- set iät, Ma — Atom ratios and radiometric ages, Ma		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		204	207	208	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb
A342A	4.3 < d < 4.6 ø < 160; HF murskattu crushed	318,2	92,41	52 895	.0008718	11,581	6,556	.3356 ± 18 1865	5,353 ± 29 1877	.11569 ± 13 1890
A342B	4.3 < d < 4.6	352,8	98,71	21 770	.003634	11,604	7,148	.3233 ± 20 1904	5,151 ± 33 1844	.11555 ± 10 1888
A342C	4.2 < d < 4.3 HF ei murskattu uncrushed	483,5	136,79	26 645	.003013	11,580	6,362	.3270 ± 27 1823	5,202 ± 44 1852	.11539 ± 22 1886
A342D	4.2 < d < 4.3	506,9	136,39	12 025	.007413	11,622	7,028	.3110 ± 19 1745	4,940 ± 31 1809	.11522 ± 9 1883

$$\lambda(238\text{U}) = 1.55125 \times 10^{-10} / \text{a}$$

$$\lambda(235\text{U}) = 9.8485 \times 10^{-10} / \text{a}$$

atomisuhde — atomic ratio

$$^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137.88$$



Kuva 13. Joutsan porfyrisen granodioriitin zirkonin konkordiagrammi.
 Fig. 13. Concordia plot for the zircons of the porphyritic granodiorite.

Kalimaasälpäporfyriininen graniitti

Porfyrista graniittia on laajemmin osa-alueilla 03D, 06A, 07A, C ja 09B. Lisäksi osa-alueella 08 porfyrista graniittia on linssimäisinä, pystytköinä laattoina porfyrisessa granodioriitissa. Kuten jo porfyrisen granodioriitin kuvauksessa todettiin, se ja porfyriininen graniitti vaihtuvat joko vähittäin toisikseen tai toisaalla taas niiden keskinäiset kontaktit ovat terävät ja porfyriininen graniitti vaikuttaa hiukan nuoremmalta. Ne lienevät saman magman vähän eriaikaisia kiteytymistuotteita. Porfyriininen graniitti erottuu porfyrisesta granodioriitista sitä selvästi happamampana (kuva 8) ja väriltään punaisena. Porfyrisesta granodioriitista poiketen sen välissä on graniittinen. Maafisia mineraaleja on niukasti. Kalimaasälpämegakrystit ovat kooltaan keskimäärin 1 — 2 cm. Sydänmaan porfyriininen graniitti (06A, C) on graniittis-granodioriittista. Porfyrisen graniitin päämineraalit ovat kalimaasälpä, kvartsi, plagioklaasi, (An_{15-30}), biotiitti ja paikoin kloriitti (taulukko 8). Aksessoreja ovat muskoviitti, apatiitti, granaatti, sarvivälke, kloriitti, epidootti, zirkoni, titaniitti ja opaakit. Kalimaasälpä on ristikko- ja pertiittirakenteista, useimmiten mikroklina. Se on antai subhedraalista ja sisältää plagioklaasi- ja kvartsisulkeumia, mikä osoittaa megakrystitien suhteellisen myöhäistä kiteytymistä. Kvartsi on anhedraalista ja aaltosammuvaa.

Raekoko on 0,1 — 5 mm ja kvartsin mosaiikkimainen, pesäkemäinen esiintyminen on yleistä. Plagioklaasi on anhedraalista tai subhedraalista, jopa euhedraalista, kaksostunutta ja vyöhykkeistä. Myös antipertiittiä tavataan. Myrmekeittirakenne on yleinen kalimaasälvän kontaktissa. Biotiittirakeet ovat repaleisia, voimakkaasti pleokrooisia (vaaleasta kellanruskeasta tummanruskeaan) suomuja ja sisältävät apatiitti- ja zirkonisulkeumia. Paikoin ilmenee symplektiittistä rakennetta. Biotiitti on joskus kloriittiutunutta tai sarvivälkkeen muuttumistulosta. Porfyyrin graniitin mikrorakenne on hypidiomorfinen.

Porfyyrinen graniitti on usein suuntautunutta, mikä ilmenee megakrystien samansuuntaisuutena aivan kuin porfyyrisessa granodioriitissa.

Porfyyrisessa graniitissa on sulkeumia huomattavasti vähemmän kuin porfyyrisessa granodioriitissa; usein ne puuttuvat tyystin. Toisaalta kivessä saattaa olla granaattia, mikä viittaa sivukiven, ilmeisesti peliitin, assimiloitumiseen.

Porfyyrin graniitin kontaktivaikutus sivukiveen on kauttaaltaan vähäinen.

Graniitit

Graniittia on erikokoisina ja -muotoisina massiiveina Joutsan kartta-alueella. Lisäksi sitä on juonina ja suonina alueen kaikissa kivilajeissa, mikä osoittaa sen olevan nuorin syväkivilaji.

Graniitti on punertavaa tai punaharmaata, raekooltaan keskirakeista ja rakenteeltaan massamaista tai suuntautunutta, pilsteistä.

Taulukko 8. Joutsan kartta-alueen graniittien mineraalikoostumuksia. Määritykset on tehty pistelaskimella.
Table 8. Mineralogical compositions of the granites in the Joutsa map-sheet area. Determined by the point-counting method.

	64	65	66	67
Kvartsi — <i>Quartz</i>	29,0	34,6	35,1	39,4
Kalimaasälpä — <i>Potash feldspar</i>	38,0	46,2	26,6	34,2
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	19,9	15,4	26,1	18,5
(An)	(20)	(15)	(12)	(25)
Muskoviitti — <i>Muscovite</i>	7,1	0,7	0,7	—
Serisiitti — <i>Sericite</i>	—	—	4,5	1,2
Biotiitti — <i>Biotite</i>	4,3	—	4,4	6,3
Amfiboli — <i>Amphibole</i>	—	—	—	0,2
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	1,3	2,3	0,9	—
Epidootti — <i>Epidote</i>	—	0,2	—	0,1
Apatiitti — <i>Apatite</i>	0,4	—	—	—
Fluorisälpä — <i>Fluorite</i>	—	—	0,3	—
Zirkoni — <i>Zircon</i>	—	—	—	0,1
Opaakit — <i>Opaques</i>	—	0,6	1,4	—
Yhteensä — <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

64. Graniitti — *Granite*. Vehkasalo, Sysmä. 01D, x = 6836,46, y = 428,71.

65. Leukograniitti — *Leuco-granite*. Judinsalo, Luhanka. 02B, x = 6845,50, y = 421,64.

66. Graniitti — *Granite*. Tammimäki, Joutsa. 09D, x = 6857,20, y = 447,74

67. Porfyyrinen graniitti — *Porphyritic granite*. Putkijärvi, Hartola. 08A, x = 6841,44, y = 444,70.

Viskaalin (11) kaarevan massiivin graniitti on vaaleanharmaata, keskirakeista ja suuntautunutta. Se on yleensä homogeenista, mutta keskiosasta kuitenkin heterogeenista. Päämineraalit ovat plagioklaasi (oligoklaasi), kvartsi, kalimaasälpä ja biotiitti. Aksessorit ovat serisiitti, opaakit, apatiitti, kloriitti, zirkoni ja karbonaatti. Plagioklaasissa on myrmeekiittirakennetta, ja kalimaasälpä on ristikkorakenteista mikrokliinia. Kloriitti on biotiitin muuttumistulos ja kvartsi on aaltosammuvaa. Rakenne on hypidiomorfinen.

Paikoitellen tavataan kiillegneissisulkeumia ja emäksisiä sulkeumia. Havaittu granaattipitoisuus on peräisin ilmeisesti assimiloituneista peliittisulkeumista. Graniitti breksioi dioriittia, gabroa ja granodioriittia. Massiivin muodosta päätellen se on deformatunut poimuttamalla yhdessä ympäröivän granodioriitin kanssa svekokarjalaisen orogeenian myöhäiskinemaattisessa vaiheessa (taipuen) pystyn akselin ympäri.

Osa-alueen 10D Laitjärven todennäköisesti pyöreähkö graniittimassiivi on mineralogisesti edellä kuvatun Viskaalin graniitin kaltainen, paitsi että siinä granaatti kuuluu päämineraaleihin. Plagioklaasi on saussuriittiutunutta, kvartsi omamuotoista. Rakenne on hypidiomorfinen. Kivi on punertavaa tai vaaleanharmaata, keskirakeista ja heikosti pilsteistä. Peliittisiä sulkeumia löytyy etenkin massiivin kaakkoisosasta, kontaktin läheltä. Laitjärven intruusio on noussut diapiirimaisesti vielä plastiseen kiilleliuskevyyhykkeeseen svekokarjalaisen orogeenian myöhäisvaiheessa.

Tammimäen graniitti (09D) on punertavaa, keskirakeista ja massamaista, joskus kuitenkin pilsteistä. Se rajoittuu lännessä porfyyriseen graniittiin. Kontakti ei ole näkyvässä, mutta vaihtuminen tapahtuu hyvin lyhyellä matkalla, joten terävä kontakti lienee todennäköinen. Graniitin päämineraalit ovat kalimaasälpä, oligoklaasi, kvartsi, biotiitti ja muskoviitti (taulukko 8). Aksessorit ovat fluorisälpä, opaakit, zirkoni, apatiitti ja karbonaatti. Rakenne on hypidiomorfinen, kvartsi usein idiomorfista. Heikkoa deformatumista osoittaa kvartsin aaltosammuminen. Mineraalikoostumuksesta päätellen Tammimäen graniitti on kiteytynyt volatiilirikkaasta (muskoviitti, fluorisälpä) magmasta ja se edustaa niin ollen orogeenian myöhäistä magmatismia. Paikoin graniitti on ruhjeista, etenkin kiilleliuskeen kontaktin lähellä.

Osalehden 03 alueella on graniittia laajoilla aloilla. Riilahden ja Ison Kalliojärven (03D) graniitti on punaista, keskirakeista ja massamaista, joskus suuntautunutta. Paikoin on karkeahkorakeisia pegmatiittisiä muunnoksia. Tyypillistä graniitille on nebuliittisuus, mikä johtuu assimiloituneista liuskesulkeumista. Niiden nykykoostumus on granodioriittinen. Myös emäksisempiä dioriittisiä sulkeumia löytyy. Ison Kalliojärven graniitti rajautuu eteläpuolella olevaan porfyyriseen graniittiin siten, että kontakti on terävä. Nämä mainitut graniitit lienevät kuitenkin melko samanikäisiä.

Taivassalon graniitti (03B) on nebuliittista ja heterogeenista. Koostumus on paikoitellen granodioriittista. Sulkeumina tavataan granodioriittia, dioriittia, gabroa, amfiboliittia, peliittistä liusketta ja hapanta gneissia. Graniitti muodostaa usein breksiaa dioriitin kanssa, liuskesulkeumat taas saattavat olla pitkälle assimiloituneita nebuliittisia jäänteitä. Tällöin kivi on gneissimäistä, gneissigraniittia. Paikoin graniit-

tiin on muodostunut isompia maasälpärakeita (\varnothing 5 — 10 mm). Vaikuttaa siltä, että nämä rakeet ovat syntyneet pääasiassa aggretoitumalla.

Judinsalon graniitissa (02 A—B) on runsaasti palingeenista ainesta ja se on kauttaaltaan nebuliittinen. Tätä osoittavat eriasteisesti assimiloituneet liuskesulkeumat, jotka ovat ilmeisesti olleet alkujaan peliittejä ja happamampia psammiitteja. Itäosissaan nebuliittinen graniitti ja migmatiittinen metapeliitti vaihtuvat asteittaisesti toisikseen. Judinsalon graniitti on kontaktisuhteitten perusteella porfyyrista granodioriittia nuorempi. Judinsalon lounaisosassa nebuliittisen graniitin liuskeisuuden (= juovaisuuden) kaateet ovat paikoin loivat. Onkin ajateltu, että porfyyrinen granodioriitti intrudoituessaan on lämpönsä, liikuntojensa ja happamien graniittisten jäännösluostensa avulla muuttanut sivukiveä, peliittejä ja psammiitteja, syväkivimäiseksi. Lopputuloksena on magmaattisista liuoksista ja graniittituneista sedimenteistä koostuva hybridigraniitti. Näin ollen Judinsalon lounaisosan nebuliittinen graniitti edustaisi porfyyrisen granodioriitin päällä olevaa kattofasiesta. Kuvattu nebuliittinen graniitti on lohenpunaista, massamaista, pienirakeista ja apliittista, ja siinä on myös pegmatiittisia osueita. Itäosissa on amfiboliitti- ja metapeliittimurskaleita sisältävää breksiaa. Graniitin pohjoisosassa paleosomista on paikoitellen jäljellä vain tummien mineraalien muodostamia kasaumia ja juovia. Juovaisuuden suunnassa saattaa ilmetä ruhjeisuutta ja uudelleenkitetyistä. Lounaisosassa graniitissa tavataan porfyyrisia aloja, joitten suhde pääkiveen on ilmeisesti kahdenlainen: kontaktit voivat olla terävät tai vaihtuminen toisikseen on vähittäistä. Graniitin päämineraalit ovat mikrokliini, plagioklaasi (An_{8-30}) ja kvartsi sekä paikoin biotiitti (taulukko 8). Aksessorit ovat muskoviitti, kloriitti, epidootti, opaakit, zirkoni, apatiitti, titaniitti ja satunnaisesti granaatti. Mikrokliini on anhedraalista ja särmikästä. Rakeet ovat yleensä opaakkipölyn samentamia. Plagioklaasi on myös anhedraalista sekä melko vahvasti muuttunutta, saussuriittiutunutta. Kvartsirakeista suurimmat ovat särmikkäitä ja aaltosammuvia, pienimmät taas ovat pyöreitä tai polygonisia. Biotiitti (pleokroismi: vaalea kellanruskea — tummanruskea) on reunoiltaan repaleista ja jonkin verran kloriittiutunutta. Mikrorakenne on allotriomorfin-granulaarinen.

Vehkasalon graniitti (01D) on punaharmaata, tasarakeista ja massamaista. Raekoko on 1—3 mm. Toisin kuin kartta-alueen muissa graniiteissa Vehkasalon graniitissa on runsaammin muskoviittia (taulukko 8). Osa muskoviitista on suunnilleen itä—länsisuuntaisilla rakopinnoilla, mikä antaa kivelle heikon suuntauksen. Vehkasalon leukograniitti lohkeilee kauniin kuutiollisesti. Paikoin siinä on karkeahkoja, pegmatiittisia osueita (onteloita?) sekä tummia kvartsijuonia. Vehkasalon graniitin kontaktit sivukiven, metapeliitin, kanssa ovat pääasiassa terävät, mutta joillakin alueilla kuitenkin asteittaiset. Sivukivessä, kiillegneississä ja -liuskeessa, graniitin läheisyys on aiheuttanut paikoin voimakastakin graniittiutumista, mikä ilmenee migmatiittiutumisenä ja esimerkiksi kalimetatomatoosina. Graniitissa on lähes kauttaaltaan liuskesulkeumia, joista jotkut ovat pitkälle graniittiutuneita nebuliitteja, toiset taas teräväsärmäisiä murskaleita.

Graniittien kemiallisia koostumuksia on esitetty taulukossa 9.

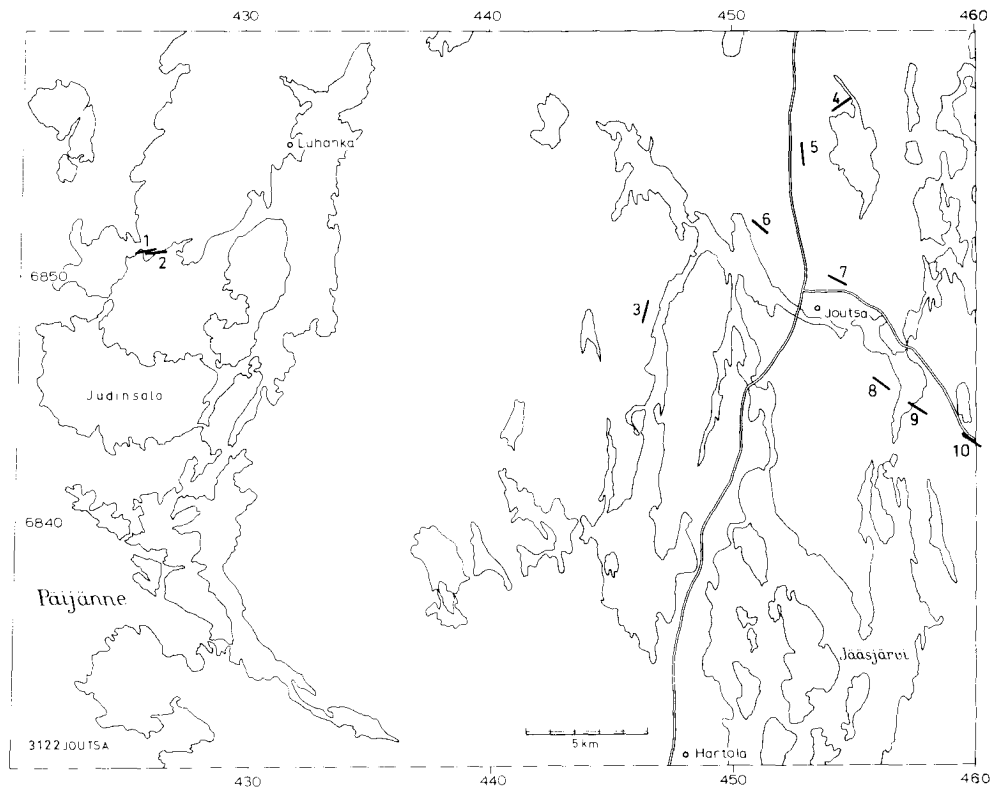
Taulukko 9. (jatkoa) CIPW-normit — Table 9. (cont.) CIPW-norms.

	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
ti	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ap	0,18	0,14	0,14	0,54	0,47	0,02	0,06	0,08	0,04	0,11	—	0,24
cc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pr	0,01	0,01	—	—	—	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	—	—
zr	0,02	0,03	—	—	—	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	—	—
Summa	99,07	98,41	100,43	98,26	98,44	99,24	98,69	99,07	99,11	99,23	99,31	99,65
DI	84,95	87,04	91,70	77,95	79,95	94,33	91,04	91,29	92,17	87,68	92,64	83,54
COL	4,91	3,78	4,30	9,60	8,44	1,86	2,36	2,38	1,55	4,07	2,19	6,10
en/op	37,82	28,88	35,03	30,10	30,48	23,32	13,39	26,16	—	26,47	53,26	50,59
fs/op	62,18	71,12	64,97	69,90	69,53	76,68	86,61	73,84	100,00	73,53	46,74	49,41
fo/ol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
fa/ol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
wo/di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50,50
en/di	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,04
NMT P	27,36	16,88	13,37	30,64	29,06	10,31	15,52	16,33	12,96	19,49	9,72	22,08
MDI	89,37	91,54	94,55	87,12	88,04	96,62	94,44	94,15	94,60	91,69	94,51	87,60
MCI	6,93	4,49	3,81	8,37	7,76	1,91	3,49	3,63	3,16	5,30	3,20	8,69

68. Porfyriinen graniitti — *Porphyritic granite* (muunnos porfyirisessa granodioritissa — *a variety in porphyritic granodiorite*). Uusi Pihtilä, Hartola. 08D, x = 6846,28, y = 446,17. Anal. Rautaruukki Oy (843762)
69. Porfyriinen graniitti — *Porphyritic granite*. Onkikorkkin, Luhanka. 02D, x = 6847,16, y = 428,91. Anal. Rautaruukki Oy (843774)
70. Porfyriinen graniitti — *Porphyritic granite*. Mataristo, Hartola. 07A, x = 6831,86, y = 444,68. Anal. V. Hoffren.
71. Porfyriinen graniitti — *Porphyritic granite*. Lähdenperä, Luhanka. 06A, x = 6852,25, y = 434,52. Anal. HY:n Porfyriprojekti (Rautaruukki Oy)
72. Porfyriinen graniitti — *Porphyritic granite*. Sydänmaa, Luhanka. 06C, x = 6852,50, y = 436,27. Anal. HY:n Porfyriprojekti (Rautaruukki Oy)
73. Leukograniitti — *Leucogranite*. Judinsalo, Luhanka. 02B, x = 6845,50, y = 421,64. Anal. Rautaruukki Oy (843764)
74. Graniitti — *Granite*. (juoni — *dike*). Hörhänkorpä, Luhanka. 06B, x = 6859,83, y = 432,34. Anal. Rautaruukki Oy (843765)
75. Graniitti — *Granite*. (juoni — *dike*). Putkijärvi, Hartola. 08A, x = 6843,10, y = 440,53. Anal. Rautaruukki Oy (843766)
76. Graniitti — *Granite*. Laitjärvi, Hartola. 10D, x = 6837,58, y = 458,12. Anal. Rautaruukki Oy (843818)
77. Graniitti — *Granite*. Viskaali, Joutsa. 11A, x = 6843,95, y = 454,12. Anal. Rautaruukki Oy (843819)
78. Graniitti — *Granite*. Tammimäki, Joutsa. 09D, x = 6857,20, y = 447,74. Anal. V. Hoffren
79. Graniitti — *Granite*. (juoni — *dike*). Ylemmäinen, Hartola. 04C, x = 6831,98, y = 439,84. Anal. V. Hoffren

JUONIKIVILAJIT

Joutsan kartta-alueella on graniitti-, apliitti-, pegmatiitti- ja kvartsijuonia sekä joitakin diabaasijuonia (kuva 14). Graniitti-, apliitti-, pegmatiitti- ja kvartsijuonet ovat syntyneet syväkivien kiteytymisessä syntyneistä jäännösluoksista. Jotkut graniitti-apliittijuonista, yleensä kapeimmat, ovat deformatiivisia, mikä osoittaa synplutonista syntymää. Nämä juonet ovat tunkeutuneet syväkiviin niiden jo olemassa olleita pitkiä kiteytyneitä, jolloin niihin on voinut syntyä rakoja. Syväkivi-intruusiot ovat aiheuttaneet liuskeisiin noustessaan tensio- ja shear-rakoja, joihin happamat liuokset ovat tunkeutuneet. Synplutoniset juonet ovat usein vain muutaman senttimetrin levyisiä, kun taas myöhäisemmät graniitti- ja pegmatiittijuonet ovat niitä leveämpiä. Paikoin pegmatiittijuonet leikkaavat graniittijuonia ja ovat siis siten näitä nuorempia. Joissakin pegmatiittijuonissa on turmaliinia (esim. 06:lla).



Kuva 14. Joutsan kartta-alueen diabaasijuonia.

Fig. 14. Diabase dikes in the Joutsen map-sheet area.

Kvartsijuonet ovat myös ainakin kahdenikäisiä: syntektonisia, usein liuskeissa konformisesti olevia budinoituneita ja poimuttuneita tai deformatumattomia suoria juonia, jotka voivat leikata graniitti- ja pegmatiittijuonia. Deformatuneet kvartsijuonet ovat paikoin malmimineraalipitoisia (Karppanen 1970).

Diabaasijuonet

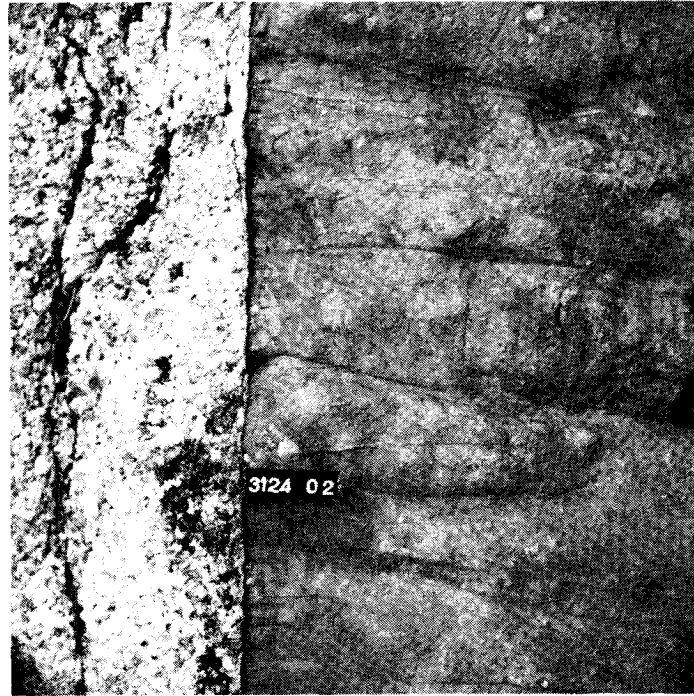
Diabaasijuonet leikkaavat kaikkia kartta-alueen kivilajeja, nuorimpiakin granitoideja. Juonet ovat todennäköisesti ainakin kahdenikäisiä: vanhemmat ovat deformatuneita metadiabaaseja, nuoremmat taas oliviinidiabaaseja. Oliiviinidiabaasit ovat svekokaarjalaisen orogeenian kinemaattista vaihetta nuorempia ja edustavat ikäryhmää 1500—1650 Ma. Tällaisia juonia ovat kuvan 14 juonet 6—10. Jotkut diabaasit ovat kuitenkin muuttuneita (juonet 1 — 5), mikä näkyy sekä makro- että mikrorakenteessa. Kyseiset juonet saattavat deformatumisestaan huolimatta kuulua em. ikäryhmään (juonet 3 ja 5), sillä ne ovat erisuuntaisia kuin hyvin säilyneet diabaasijuonet. Saattaa nimittäin olla niin, että basalttisen magman intrudoitumisen aikana tietyn suuntaisissa ruhjeissa on tapahtunut liikuntoja, kun taas toisen suuntaisissa ei.

Toinen mahdollinen ikäryhmä, johon deformatuneet juonet voivat kuulua, on 1800—1900 Ma. Tällöin ne liittyisivät lähinnä myöhäiskinemaattiseen vaiheeseen.

Diabaasijuonten suunnat noudattavat Joutsan alueelta kartoitettuja maankuoren murros- ja ruhjevyöhykkeitä, joista ainakin osa on vanhempia kuin diabaasit, ehkä jopa arkeisia.

Oliiviinidiabaasien leveys on 10—30 m, ja kaade on pysty. Raekoko vaihtelee tiivistä aina kymmeneen millimetriin. Myös juonen sisäistä differentioitumista on tapahtunut. Kontaktit sivukiveen ovat veitsenterävät (kuva 15). Päämineraalit ovat plagioklaasi (andesiini tai labradori), pyrokseeni (basalttinen augiitti), oliiviini (Ferikas), biotiitti ja sarvivälke (taulukko 10). Aksessorit ovat opaakit, kvartsi, apatiitti ja zirkoni sekä satunnaisesti kalimaasälpä, serpentiini ja karbonaatti. Serpentiiniä ja opaakkia on oliiviinin raoissa, sarvivälkettä taas pyrokseenin reunoilla usein hienosuomuisena massana. Karttalehden oliiviinidiabaasijuonet ovat rinnastettavissa Hämeen oliiviinidiabaaseihin (Laitakari 1969).

Muuttuneiden diabaasijuonien, metadiabaasien, päämineraalit ovat sarvivälke, andesiini, muskoviitti tai/ ja serisiitti ja kloriitti. Aksessorit ovat kalimaasälpä, opaakit, kvartsi, titaniitti, apatiitti ja zirkoni. Plagioklaasi on lähes kokonaan serisiittiytyntä. Ofiittisuus on miltei hävinnyt deformatumisen seurauksena. Myös metadiabaasien kontaktit sivukiveen ovat terävät. Jotkut juonista ovat rikkoutuneet deformatuessaan. Tällöin niistä on enää jäljellä murskaleita, jotka saattavat olla jonossa alkuperäisen juonen suunnassa. Metadiabaasijuonten kaade vaikuttaa pystyiltä.



Kuva 15. Oliivindiabaasijuonen ja pieniporfyryisen graniitin veitsenterävä kontakti. Laatta 6 cm.

Fig. 15. A knife-sharp contact between olivine-diabase dyke and a granite with small feldspar-megacrysts. Scale 6 cm.

Haminanmäki. Joutsa. 3124 02A, x = 6843,07, y = 460,04.

Valok. — Photo R. Niemelä

Taulukko 10. Oliivindiabaasin mineraalikoostumus. Määritys on tehty pistelaskimella. Liisala, Joutsa. 11C, x = 6843,26, y = 459,94.

Table 10. Mineralogical composition of an olivine diabase in the Joutsa map-sheet area. Determined by the point-counting method. Liisala, Joutsa. 11C, x = 6843,26, y = 459,94.

Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	55,7
(An)	(60)
Kvartsi — <i>Quartz</i>	0,1
Saussuriitti — <i>Saussurite</i>	11,1
Oliiviini — <i>Olivine</i>	9,7
Pyrokseeni — <i>Pyroxene</i>	13,6
Amfiboli — <i>Amphibole</i>	0,9
Biotiitti — <i>Biotite</i>	0,8
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	0,4
Serpentiini — <i>Serpentine</i>	2,7
Opaakit — <i>Opaques</i>	5,0
Yhteensä — <i>Total</i>	100,0

TEKTONIIKKAA JA STRATIGRAFIAA

Joutsan kartta-alueella vallitsevat syväkivilajit. Emäksiset ja intermediaariset (ainakin tasarakeiset tyypit) kuuluvat svekokarjalaisen orogeenin synkinemaattiseen vaiheeseen (1850—1900 Ma), kun taas graniitit ja porfyriininen granodioriitti sekä porfyriininen graniitti kuuluvat ilmeisesti osittain myöhäisempään mahdollisesti myöhäiskinemaattiseen kehitysvaiheeseen. Porfyriininen granodioriitti nimittäin leikkaa terävästi, paikoin breksioiden, mainittuja tasarakeisia emäksisiä ja intermediaarisia syväkivilajeja. Porfyriisella granodioriitilla ja sitä vanhemmalla tasarakeisella granodioriitilla täytyy olla melkoinen ikäero, sillä jälkimmäisen on täytynyt olla täysin kiteytyntä ja jäähtynyttä porfyriinisen granodioriitin intrudoitumisen aikoihin.

Koska suprakrustiset kivilajit ovat syväkiviä vanhempia, ne ovat deformatuneet useassa vaiheessa paikoin hyvinkin plastisessa, mobiilissa tilassa. Tätä osoittavat disharmoninen poimutus ja voimakas venytys (budinoituminen), josta on seurannut huomattava kerrospaksuuden oheneminen sekä etenkin kvartsin ja biotiitin suuntautunut uudelleenkiteytyminen.

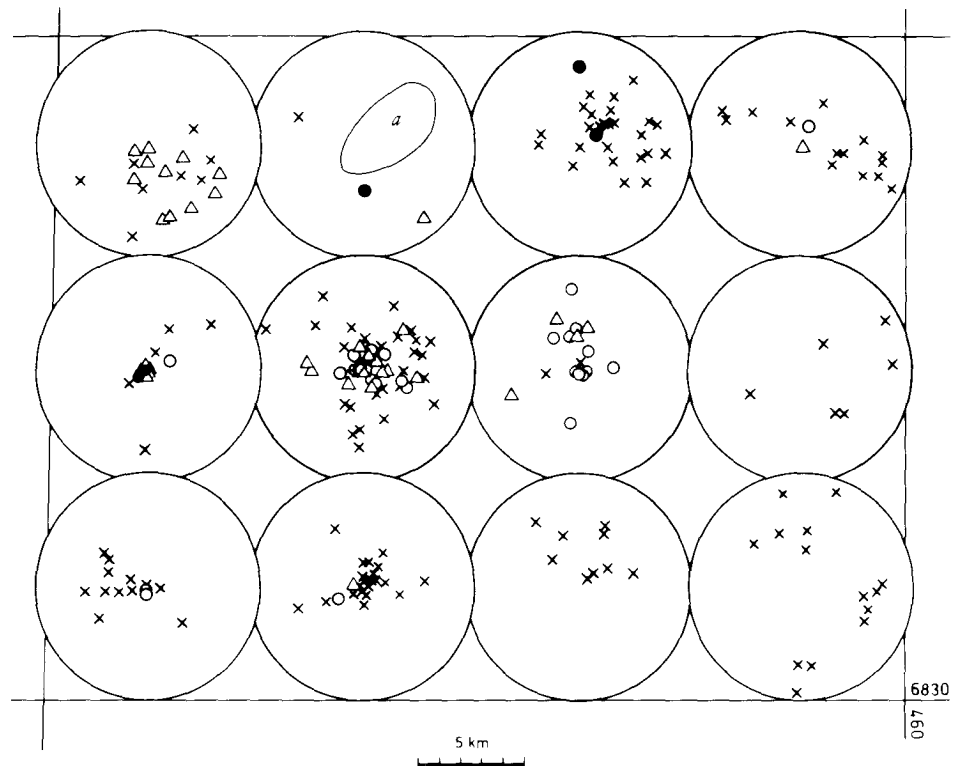
Kuvassa 16 nähdään sekä syväkivien että suprakrustisten kivilajien viivaussuuntia osalehdittäin esitettynä. Syväkivien viivauskaateiden huomattava jyrkkyys on ilmeistä seurausta magman vertikaalisesta liikkeestä. Liuskeitten lineaatioitten suunnissa on suurempaa hajontaa plastisen deformaation johdosta.

Suprakrustiset kivilajit ovat deformatuneet svekokarjalaisen orogeenin W-E -suuntaisessa poimutuksessa, ja ilmeisesti niissä on jälkiä myös orogeenin itäisen alueen likimain N-S -suuntaisesta poimutuksesta. Joutsan kartta-aluehan on lähellä Savon liuskealuetta, jossa viimeksimainittu suunta on vallitseva. Lisädeformoitumista on aiheuttanut synkinemaattisten ja myöhäiskinemaattisten granitoidien intrudoituminen, mikä on muuttanut aikaisempia rakennesuuntia etenkin kontaktin läheisyydessä.

Eri syväkivilajeissa, erityisesti granodioriiteissa ja porfyriisissa granodioriiteissa on yhteisen deformatumisen merkkejä, kuten paikoin havaittava, kumpaakin kivilajia samansuuntaisena leikkaava (ruhje-) liuskeisuus. Yhteneväiset lineaatiot voivat johtua myös siitä. Deformoitumista lienee tapahtunut vielä melko myöhäisessä vaiheessa, sillä graniitti-intruusiot, kuten Viskaalin (11A, C) ja Tammimäen (09B, D) graniitit, näyttävät poimuttuneen melko jyrkän akselin suhteen.

Granitoidi-intruusiot ovat aiheuttaneet kohotessaan suprakrustisissa kivilajeissa pystyä hiettoa ja uudelleenkiteytymistä sekä poimutuksen puristumista isokliiniseksi. Seurauksena on ollut sedimenttien primaarirakenteiden — harvaa poikkeusta lukuunottamatta — täydellinen häviäminen. Näin ollen suprakrustisten kivilajien stratigrafiaa ei voida varmasti määrittää. Koska kartta-alueen liuskeet ovat kuitenkin Tampereen liuskejakson (Simonen 1953, 1980) itäisiä jatkeita ja pääpiirteittäin niiden kanssa samanlaisia, voidaan olettaa Simosen (1953, 1980) esittämän stratigrafian pätevän myös Joutsan kartta-alueella.

Hyvin säilynyt Tammijärven liuskeallas edustanee ylempää eroosiotasoa kuin kartta-alueen eteläiset alueet, koska siellä on tapahtunut graben-tyyppistä vajoamista

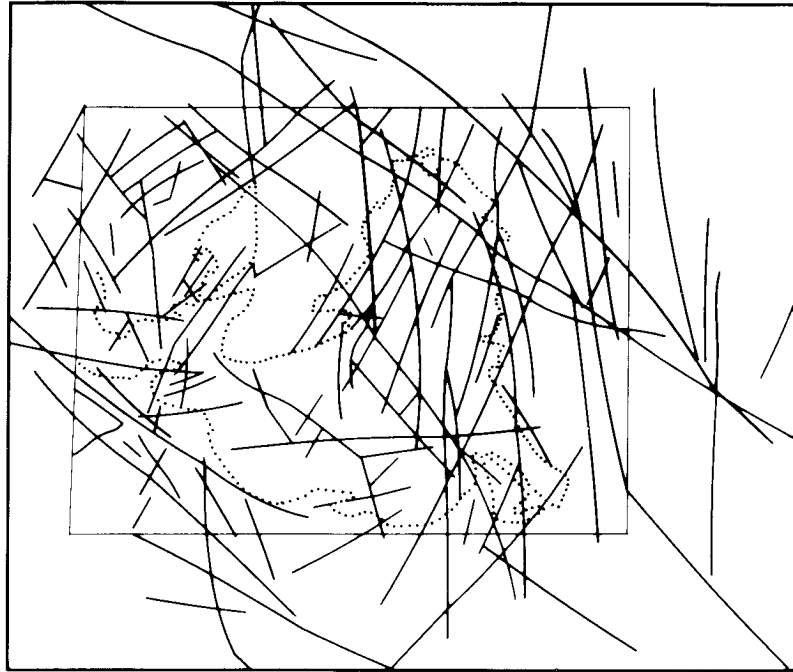


Kuva 16. Eri kivilajien viivauksia Joutsan karttalehdeltä stereografisessa projektiossa (alapallo). ● = graniitti, Δ = granodioriitti, ⊙ = porfyriininen granodioriitti ja x = suprakrustiset kivilajit. ⊕ = Karppasen (1970) mukaan.

Fig. 16. Lineations in different rocks on the Joutsa map-sheet area, presented in stereographic projection (lower sphere). ● = granite, Δ = granodiorite, ⊙ = porphyritic granodiorite and x = supracrustal rocks. ⊕ = according to Karppanen (1970).

(Kallio 1983). Syväkivissä kapeina luirina olevat migmatittivyöhykkeet taas ovat jäänteitä kattokivistä, jotka ovat magman intrudoituessa deformatuneet polyfaasisesti ja kehittyneet rim-synkliineiksi.

Edellisessä sivuttiin jo myös Tammijärven liuskekompleksin haurasta deformaatiota. Kallioperäkartalle piirretyt ruhjeet, siirrokset ja ruhjevyyöhykkeet edustavat alueellisessa mittakaavassa tällaista deformaatiota. Kartalle piirretyt ruhjevyyöhykkeet (kuva 17) on tulkittu satelliitti- ja ilmakuvilta sekä geofysikaalisilta kartoilta. Murrosten olemassaolo on pyritty vahvistamaan lisäksi maastotarkistuksin. Murrosten pääsuunnat ovat NEN-SWS, WNW-ESE, NE-SW ja suunnilleen N-S. Nämä maankuoren heikkousvyöhykkeet ovat ilmeisesti syväkiviä vanhempia, sillä mainitut suunnat ovat suurelta osin samoja kuin Karjalan pohjagneissialueella, missä niissä on metadiabaasi-juonia (2,1 Ga. Kallio 1976). Joutsan karttalehden alueella syvämurrosten on tulkittu



Kuva 17. Satelliitti- ja ilmakuvilta tulkittuja ruhjevyöhykkeitä Joutsan karttalehdellä. ... = porfyyrinen granodioriitti.

Fig. 17. Fracture zones interpreted from satellite — and airphotos on the Joutsa map-sheet area. ... = porphyritic granodiorite.

ohjanneen ainakin porfyyrisen granodioriitin magman nousua kuoren ylempiin osiin pääasiassa stoping-mekanismilla (Kallio 1983). Porfyyrisen granodioriittimassiivin muoto on nimittäin polveileva, polygoninen, ja se muodostuu toisiaan leikkaavista suoraviivaisista murroksista (kuva 17). Se että päämurrossuunnat esiintyvät myös itse porfyyrisessä granodioriitissa ja graniitissa, osoittaa liikuntoja tapahtuneen samoissa suunnissa ja ruhjeissa myöhemmin — samat heikkousvyöhykkeet ovat "eläneet" useasti. Mahdollisten siirtymien määristä horisontaali- ja vertikaalisuunnissa ei tiedetä, mutta merkkejä kummastakin liikekomponentista on havaittavissa.

Paikoin edellä mainituissa ruhjeissa on myloniittiutumista, varsinkin plutonisissa kivilajeissa. Tummat, lasimaiset (afaniittiset) myloniittisaumat rajoittuvat yleensä terävästi muuhun kiveen. Mikroskoopissa myloniitissa näkyy hyvin hienorakeisessa, biotiitista ja kvartsista koostuvassa välimassassa suurempia deformatuneita ja rikkoutuneita maasälpä- ja kvartsirakeita. Välimassassa on liikuntoja osoittavia piirteitä, kuten flow-rakennetta ja mm. kvartsin ja biotiitin deformatumisesta ja mobiloitumisesta seurannutta venymistä (ribbon-like structure). Tällaiset myloniittisaumat osoittavat liikuntojen tapahtuneen magman jo jähmetyttyä. Jännitykset ovat laenneet

tiettyjä, melko kapeita saumoja pitkin, joitten välissä kiven rakenne on pysynyt muuttumattomana.

Porfyirisessa granodioriitissa olevat liuskeisuusmerkit kuvaavat pääasiassa megakrystien suuntausta, tasarakeisissa syväkivissä olevat puolestaan yleistä mineraalisuuntausta. Nämä mainitut suunnat myötäilevät yleensä sivukiven kontaktia intrusiiville tyypillisesti.

rim synkliini = diapiirisesti kohonneen magman ympärille liuskeisiin kehittynyt kehämäinen paikallinen synkliini.

stoping mekanismi = intruusiomekanismi, jossa magma murtaa tiensä ylöspäin murtamalla sivukivistä isohkoja kappaleita, jotka puolestaan vajoavat alaspäin.

flow rakenne = juoksurakenne

ribbon like = raitainen (K.M)

METAMORFOOSI

Karttalehden suprakrustiset kivilajit ovat metamorfoituneet ainakin kahdessa vaiheessa: alueellismetamorfoosissa ja kontaktimetamorfoosissa, jonka synkinemaattiset granitoidit, etenkin porfyyrinen granodioriitti, sekä myöhäiskinemaattiset graniitit ovat aiheuttaneet.

Granitoideissa puolestaan on nähtävissä autometamorfisia ilmiöitä, jotka liittyvät magman kiteytymisen loppuvaiheisiin.

Kartta-alueen pohjoisosan liuskeet ovat yleensä hyvin säilyneitä. Niissä on primaarirakenteita kuten klastisuutta, kerrallisuutta ja kerroksellisuutta (kuva 4). Tällaisissa usein grauvalkamaisissa metapeliiteissä ei uudelleenkiteytyminen ole merkittävää. Kuitenkin syväkivien, granodioriitin ja porfyyrisen granodioriitin, kontaktin läheisyydessä graniittituumista ilmenee, ja liuske on muuttunut granoblastiseksi migmatiitiksi, lähinnä suonigneisiksi, jossa neosomia on paikoin runsaastikin. Neosomin koostumus on graniittis-granodioriittinen ja se on ilmeisesti ainakin osittain lähtöisin syväkivien magmasta. Metamorfisena indeksimineraalina esiintyy paikoin syväkiven kontaktin lähellä granaattia. Joutsan taajaman pohjoispuolisista kiillegneissivyöhykkeistä (11B ja D) on tavattu kordieriittia ja sillimaniittia.

Graniittituumien ja migmatiittituumien kasvavat etelää kohden. Voimakkaimmin migmatiittituumia kiillegneissia on kartta-alueen kaakkois-, etelä- ja länsiosissa sekä granitoidien sisällä olevissa metapeliittivyöhykkeissä, joita ehkä voisi nimittää megasulkeumiksi. Kun pohjoisosan metapeliitit ovat yleensä pienirakeisia, ovat eteläosan liuskeet voimakkaasti graniittituumia, granoblastisia migmatiitteja, joissa ei juuri primaarirakenteita ole, vaan kivi on suonigneissia tai joko schlieren- tai schollenmigmaattia (kuvat 5, 6 ja 18).

Kartta-alueen kaakkoiskulmassa Jääsjärven itäpuolella (10C, D) kiilleliuske on kuitenkin vähemmän migmatiittista kuin saman vyöhykkeen luoteisosassa, jossa on runsaasti granaattia ja paikoin kordieriittia.

Granodioriitin ja porfyyrisen granodioriitin sisällä olevat metapeliittivyöhykkeet ovat lähinnä suonigneissia, jossa neosomi vallitsee ja kokonaiskoostumus on niin ollen



Kuva 18. Voimakkaasti migmatiittista metapeliittiä. Laatta 15 cm.

Fig. 18. Highly migmatitized metapelite. Scale 15 cm.

Judinkallio. Luhanka. 3122 02D, x = 6846,9, y = 426,3.

Valok. — Photo A. Linna

granodioriittinen. Metamorfisina Al-mineraaleina niissä on granaattia ja paikoin kordieriittia ja sillimaniittia. Hyvin voimakkaasti metamorfoituneita ovat porfyrisen granodioriittimassiivin eteläreunalla (04A, C) sekä karttalehden länsiosassa Kotkatselän ympärillä olevat metapeliitit. Näillä alueilla graniittis-granodioriittisen neosomin osuus on suuri eikä primaarirakenteita juuri tavata. Kiven rakenne on suonigneissimäinen tai joko schlieren- tai schollenmigmatiittinen plastisen deformaation seurauksena. Metamorfisina indeksimineraaleina on granaattia, kordieriittia ja sillimaniittia. Onkisalossa (02D) porfyrisen granodioriitin kontaktin lähellä peliitti on voimakkaasti uudelleenkiteytyntä kordieriitti-sillimaniittigneisiä, jonka rakenne on nebuliittinen tai agmaattinen. Kokonaiskoostumus on kvartsi- tai granodioriittinen. Piniittyntä kordieriittia on biotiitin yhteydessä ja sillimaniittia sälökasumina ja sulkeumina kordieriitissa. Kontaktista etämmällä liuskeessa on granaattia ja kordieriittia huomattavasti vähemmän tai ne puuttuvat kokonaan. Kordieriitti-sillimaniittigneisi on metamorfoitunut amfiboliittifasioksen korkean lämpötilan alafasioksessa eli keskias-teen metamorfoosin korkeassa lämpötilassa ja suhteellisen alhaisessa paineessa, mikä onkin tyypillistä kontaktimetamorfoosille. Siellä missä kivi on kinzigüittimäistä, lienee varsinkin lämpötila vastannut granuliittifasioksen P-T -olosuhteita, sillä anatektiset

ilmiöt ovat yleisiä. Koska laajemminkin tarkastellen sedimenttien migmatiittituuminen ja anatektiset ilmiöt ovat rajoittuneet granitoidien kontaktien läheisyyteen, on näissä tapauksissa selvästi kyseessä kontaktimetamorfoosi; alunperinhän liuskeet ovat metamorfoituneet svekkorjalaisen orogenian alueellismetamorfoosissa.

Edellä kerrotun perusteella voidaan todeta yleistäen, että kartta-alueella metamorfoosiaste kasvaa enimmäkseen etelään päin, mutta myös lounaaseen, etenkin Tammijärven liuskejaksossa.

Suprakrustiset kivilajit ovat metamorfoituneet keskiasteen P-T-oloissa; kartta-alueen pohjoisosassa metamorfoosiaste on ollut alhaisempi, keskiasteen ja alhaisen rajalla (biotiiitti + stauoliitti/kloriitti + muskoviitti). Synkinemaattisten mutta etenkin myöhäskinemaattisten granitoidien intrudoituminen on aiheuttanut kontaktimetamorfoosia läheisissä liuskeissa. Tällöin metamorfoosi on vaihdellut keskiasteen korkean lämpötilan metamorfoosista korkean asteen metamorfoosiin paineen kuitenkin pysyessä suhteellisen alhaisena tai kohtalaisena.

Kotkatselän ympärillä (02D) ja Liikolanlahden eteläpuolella (04A, C) on alueita, joilla metamorfoosiaste on noussut korkeaksi (granuliittifasies) aiheuttaen anateksista peliiteissä. Anateksin syntymään on osaltaan varmasti vaikuttanut sedimenteissä syntynyt, suhteessa kokonaispaineeseen korkea P_{H_2O} , mikä on aiheuttanut sulamista tavallista alhaisemmassa lämpötilassa.

Retgressiivisesta metamorfoosista on paikoitellen jälkiä Kotkatselän alueella, missä kordieriitti on piniittiytynyt, ja Tammijärven liuskealueen luoteisreunalla, missä sillimaniitista on usein jäljellä kvartseja ja muskoviittia sisältäviä pseudomorfeja.

MALMIMINERALISAATIOITA

Geologian tutkimuskeskuksen malmiosasto on suorittanut malmitutkimuksia Tammijärvi—Lempään alueella (06) 1940-luvulta alkaen. Tutkitut aiheet ovat olleet Cu-, Zn-, Ni-, Ag- ja Au-anomaalisia. Mineralisaatiot näyttävät liittyvän metagrauvakka-kompleksin kvartsijuoniin, mustaliuskeisiin ja serisiittikvartsiittiin (Pääkkönen 1947, 1950 ja 1951, Oivanen 1958). Viimeaikaisissa, maisteri Marjatta Virkkusen (1981) johtamissa tutkimuksissa on lisäksi selvitetty Sn- ja W-mineralisaatioita. Pääkkönen (1950) on jäljittänyt Judinsalossa (02) magnetiittilohkareita löytämättä niiden lähtöpaikkaa. Rautaruukki Oy puolestaan on tutkinut Kotkatselän itäreunalla (02D) pientä rautamuodostumaa (Poukka 1979). Nämä mineralisaatiot ovat osoittautuneet vähäisiksi ja taloudellisesti merkityksettömiksi.

Aerosähköisellä kartalla voimakkaina häiriöinä näkyviä, usein peitteisiä mustaliuskejakoja on myös tutkittu niiden grafiittipitoisuuden selvittämiseksi (Sarapää 1981, 1982) (osalehden 06 alueella).

Kallioperäkartoituksen yhteydessä ei ole ilmennyt uusia mineralisaatioita, sen sijaan vähäisiä merkkejä kiisuista (Fe, Cu), on havaittu eri puolilta kartta-aluetta. Aeromagneettisen ja aerosähköisen kartan anomalioiden on havaittu aiheutuvan magneettikiisusta ja mustaliuskeesta.

Summary
PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE JOUTSA MAP-SHEET AREA

Introduction

The area covered by the Joutsa map-sheet is located in southern Finland, with its western margin bordering on Lake Päijänne.

The bedrock belongs to the Proterozoic Svecokarelidic mountain range and consists mostly of intermediate and acid plutonic rocks, such as granodiorites, porphyritic granodiorites and granites as well as minor bodies of basic plutonic rocks.

The most abundant variety among the supracrustal rocks is pelitic gneiss, which is often strongly migmatitized. In places, interbeds of acid schist and gneiss occur in the metapelites.

The basic schists are for the most part amphibolites; in only a few places do uralite and plagioclase porphyrites occur. The youngest rock unit is olivine diabase, which intersects all the other rocks in the area.

Supracrustal rocks

Mica gneisses and veined gneisses are the most typical supracrustal rocks in the Joutsa area. They are often so strongly migmatitized that most of the primary structures and textures have been destroyed (Figs. 5 and 6). However, in the northern parts of the map area, the metapelites have preserved their original sedimentary structural features, like stratification (Fig. 4). The grade of metamorphism seems to be higher in the southern and western parts of the map-area than elsewhere. In those parts, there are porphyroblasts of garnet, cordierite, sillimanite and potash feldspar. Otherwise, the metapelites are composed of plagioclase (An_{20-30}), biotite, quartz, potash feldspar, muscovite and chlorite (Table 1). Accessories are apatite, zircon, epidote, sphene and opaques.

The quartz-feldspar schists and gneisses are often granoblastic, being composed of potash feldspar, quartz, plagioclase, muscovite and biotite (Table 1). Accessories are apatite, chlorite, epidote, sphene, garnet, sillimanite, carbonate, amphibole and zircon. In places, the schist has "eyes," which are rich in Ca-minerals. In one place, the acid schist is the variety called sericite schist, which is composed of quartz, muscovite and oligoclase.

Basic schists, which are mostly amphibolites and uralite porphyrites, occur as minor inclusions in plutonic rocks and as interbeds in psammitic and pelitic schists.

Those of them that are rich in Ca can be called skarn-amphibolites. Primary structures other than porphyry are rare, and the amphibolites are often heavily pressed. The main minerals are usually plagioclase (An_{30-50}), hornblende, quartz and biotite (Table 2) and sometimes diopside. Accessories are chlorite, sphene, epidote, carbonate, opaques and zircon.

The chemical compositions of the supracrustal rocks are presented in Table 3.

Plutonic rocks

Plutonic rocks take up most of the Joutsa map-sheet area. They grade in composition from gabbro to granite and penetrate the supracrustal rocks. The intermediate granitoids are dominant. They consist of quartz diorites, granodiorites, and porphyritic granodiorites with potash feldspar megacrysts (Fig. 10). The size of the megacrysts varies from 3 to 6 cm, and their total amount from 10 to 50 % of the volume. The main minerals of the intermediate granitoids are plagioclase (An_{25-40}), potash feldspar, quartz, biotite and amphibole (Table 4). In places, there are pyroxene-bearing varieties, especially in the eastern parts. Accessories are sphene, zircon, apatite, epidote, sericite, carbonate, chlorite and opaques. The texture is hypidiomorphic. In the northwestern parts of the map-sheet, the granodiorites are rich in schist inclusions.

The basic plutonic rocks, diorites and gabbros, form minor, mostly rounded bodies but also angular fragments in other rocks. The gabbros and diorites are composed of hornblende, plagioclase (An_{35-60}), pyroxene (ortho-/clino-), biotite and sometimes quartz (Table 4). Accessories are opaques, sphene, apatite, zircon, carbonate, muscovite and sericite. There are roughly two varieties among the diorites and gabbros: pyroxene-bearing and hornblende-bearing types. The pyroxene-bearing varieties lie in the eastern parts. In places, the texture is weakly ophitic.

Granite forms small plutons all around the map-sheet. Some types are porphyritic with potash feldspar and plagioclase megacrysts, which are 1–2 cm in size. The granites consist of potash feldspar, quartz, plagioclase (An_{15-30}), biotite and, in places, chlorite (Table 8). Accessories are muscovite, apatite, garnet, hornblende, chlorite, epidote, zircon, sphene and sometimes fluorite.

The plutonic rocks have sharp contacts with each other; and their age succession, ranging from the oldest, is: gabbro, quartz diorite, granodiorite, porphyritic granodiorite/granite and granite.

Tables 5, 6 and 9 show the chemical compositions of some of the plutonic rocks.

Diabase dikes

Narrow metadiabase and olivine diabase dikes penetrate the bedrock of the Joutsa map-sheet (Fig. 14). Those olivine diabase dikes that run NW-SE belong to the set of Häme olivine diabases (Laitakari 1969). The main minerals of the olivine diabases are plagioclase (andesine/labradorite), pyroxene, olivine (Fe-rich), biotite and hornblende

(Table 10). Accessories are opaques, quartz, apatite, and zircon, occasionally potash feldspar, serpentine and carbonate in addition.

The metadiabases are composed of hornblende, andesine, muscovite/sericite and chlorite. The accessories are potash feldspar, opaques, quartz, titanite, apatite and zircon. The plagioclase has been sericitized almost wholly. These dikes have been deformed.

Stratigraphy and tectonics

The bedrock of the Joutsa map-sheet evolved during the Svecokarelidic orogeny (1900—1800 Ma). The supracrustal rocks have been deformed by W-E folding and by intrusions of plutonic rocks. Because of the isoclinal folding, it is impossible to decide the stratification, but obviously the psammitic and pelitic metasediments are older (lying under) than the basic schists.

The trend of the foliation varies a great deal, as do the directions of lineation as a consequence of plastic deformation (Fig. 16). The intruded granitoids have deformed schists around them, giving the supracrustal rocks a great mobility and migmatitic structure (Kallio 1983). The grade of metamorphism is also higher near the intrusions (contact metamorphism).

VIITTEET — REFERENCES

- Frosterus, B.**, 1900. Vuorilajikartta, lehti C 2, Mikkeli. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000.
- , 1903. Vuorilajikartan selitys, C 2, Mikkeli. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000. 102 s.
- Kallio, J.**, 1976. Metadiabasernas tektoniska ställning i Huhtilampi—Mustalampi-området. Pro-gradu-tutkielma. Geol.-miner.inst., Åbo Akademi. 46 s.
- , 1983. Den porfyriska granodioriten i Joutsa, dess intrusionsmekanism och tektoniska ställning. Lis.-tutk. Geol.-miner.inst. Åbo Akademi. 73 s.
- Karppanen, T.**, 1970. Tampereen liuskejaksion geologiaa Luhangan Tammijärvellä. Pro-gradu-tutkielma. Geologian laitos. Helsingin yliopisto. 75 s.
- Laitakari, I.**, 1969. On the set of olivine diabase dikes in Häme, Finland. Bull. Comm. Geol. Finlande 241. 65 s.
- , 1973. Kallioperäkartta, lehti 2144, Kaipola, Suomen geologinen kartta 1 : 100 000.
- Lehijärvi, M.**, 1977. Kallioperäkartta, lehti 3121, Sysmä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000.
- , 1980. Sysmän kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3121. 25 s.
- Matisto, A.**, 1977. Tampereen kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta. Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 2123. 50 s.
- Nurmi, P.A. & al.** 1984. Etelä-Suomen svekocarjalaiset porfyryityypiset molybdeeni- ja kupariesiintymät, niiden granitoidi-isäntäkivet ja litogeokemiallinen esintä. Tutkimusraportti 67, Geologian tutkimuskeskus. 88 s.
- Oivanen, P.**, 1958. Raportti malmitutkimuksista Luhangan Tammijärvellä kesäkuussa 1956. Käsikirjoitus M/17/Lhk 56/2 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 2 s.
- Poukka, S.**, 1979. Luhangan Judinsalon rautamuodostuman geologiasta. Luk-tutk., Turun yliopiston geologian ja mineralogian laitos. 35 s.
- Pääkkönen, V.**, 1947. Geologisen tutkimuslaitoksen malmitutkimukset Luhangalla kesällä 1947. Käsikirjoitus M/17/Lhk 47/1 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 3 s.
- , 1950a. Luhangan Sydänmaan alue. Käsikirjoitus M/17/Lhk-50/1 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 2 s.
- , 1950b. Tutkimukset Luhangan Judinsalossa. Käsikirjoitus M/17/Lhk-50/2 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 2 s.
- , 1951. Loppuselostus malmitutkimuksista Luhangan Sydänmaan alueella. Käsikirjoitus M/17/Lhk 51/1 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 2 s.
- Sarapää, O.**, 1981. Väli­raportti grafiitin esitutkimuksista vuonna 1981. M81/1981/1 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 22 s. 4 liitettä.
- , 1982. Grafiitin käyttömahdollisuudet energiantuotannossa ja tarkoitukseen soveltuvien grafiittiesiintymien löytymismahdollisuudet Suomessa. M81/1982/1, Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 45 s. 4 liitettä.
- Simonen A.**, 1952. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, lehti 2124 Viljakkala—Teisko. Kallioperäkarttojen selitykset. 74 s.
- , 1980. The Precambrian in Finland. Geol. Survey Finland, Bull. 304. 58 s.
- Virkkunen, M.**, 1981. Väli­raportti Sn-W-mineralisaation tutkimuksista Luhangan Tammijärvellä. Käsikirjoitus M19/3122/-81/1/10 Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 3 s.

Julkaistut kallioperäkartat (1:100 000) ja selitykset (*)
Published maps of Pre-Quaternary rocks (1:100 000) and explanations (*)
1.1.1986

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

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:
Maanmittaushallituksen karttapaino, Karttakeskus Pasila
Käyntiosoite: Pasilan virastokeskus, Opastinsilta 12 B
Postiosoite: PL 85, 00521 Helsinki
tai/or
Maanmittaushallituksen kartanmyynti,
Eteläesplanadi 4, SF-00130 Helsinki

