

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

KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET  
EXPLANATION TO THE MAPS OF  
PRE-QUATERNARY ROCKS

LEHTI 3313  
SHEET 3313

Antti Pääjärvi

## Vesannon kartta-alueen kallioperä

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

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS  
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1991



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

Kallioperäkarttojen selitykset. Lehti 3313  
Explanation to the maps of pre-Quaternary rocks. Sheet 3313

Antti Pääjärvi

**VESANNON KARTTA-ALUEEN KALLIOPERÄ**

**Summary: Pre-Quaternary rocks of the Vesanto map-sheet area**

Geologian tutkimuskeskus — Geological Survey of Finland  
Espoo 1991

**Pääjärvi, A., 1991.** Vesannon kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Vesanto map-sheet area. *Geological map of Finland 1:100 000. Explanations to the maps of pre-Quaternary rocks, 3313 Vesanto*, 64 pages, 33 figures, 16 tables.

The Vesanto map sheet area is located about 60 km WNW of Kuopio. The bedrock is early Proterozoic in age representing a marginal part of the Sveco-karelian orogeny bordering the Archaean craton. The geology of the area is characterized by abundant plutonic rocks and numerous fracture zones that cut and divide the crust into blocks. The Nilakka lake basin is located in a northwest — southeast trending fracture zone that dissects the map-sheet area. West of it, plutonic rocks of the large central Finland granite area predominate. In the east, plagioclase-bearing plutonic rocks and metamorphic rocks associated with the Savo schists are dominant. A block that is probably part of the Archaean basement complex extends to the map-sheet area from the northeast.

In the central and western parts of the map-sheet area the mineral parageneses represent amphibolite facies. The blastic fold structures formed during the main stage of metamorphism are deformed by 315° trending foliation. This cataclastic deformation was accompanied by intense recrystallization and granitization. In the middle of the map-sheet area, the 315° foliation is cut by north — south trending mylonites. Metamorphism reached the granulite facies in the eastern parts of the map-sheet area in a zone dominated by pyroxene gabbro intrusives.

Key words: areal geology, explanatory text, bedrock, Proterozoic, Vesanto, Finland.

*Antti Pääjärvi*  
*Geological Survey of Finland*  
*P.O. Box 1237*  
*SF-70701 Kuopio*  
*FINLAND*

ISBN 951-690-433-5

Vammalan Kirjapaino Oy 1992

**Pääjärvi, A., 1991.** Vesannon kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Vesanto map-sheet area. *Suomen geologinen kartta 1 : 100 000*. Kallioperäkarttojen selitykset, 3313 Vesanto, 64 sivua, 33 kuvaa, 16 taulukkoa.

Vesannon kartta-alue sijaitsee noin 60 km Kuopiosta länsiluoteeseen. Kallioperä on iältään varhaisproterotsoista ja se edustaa svekokarjalaisen orogeeniavyöhykkeen arkeiseen kratoniin rajoittuvaa reunaosaa. Alueen geologialle on luonteenomaista syväkivien runsaus ja kallioperää pirstovat ja lohkovat ruhelinjat. Nilakan järviällä sijaitsee luode—kaakkoissuuntaisessa, kartta-alueen kahtia jakavassa murrosvyöhykkeessä. Sen länsipuolella ovat vallalla laajaan Keski-Suomen graniittialueeseen liittyvät syväkivet. Itäpuolella on enimmäkseen plagioklaasivaltaisia syväkiviä ja niin sanottuihin Savon liuskeisiin kuuluvia metamorfisia kiviä. Koillisesta ulottuu kartta-alueelle lohko, joka todennäköisesti kuuluu arkeiseen pohjakompleksiin.

Kartta-alueen keski- ja länsiosissa mineraaliparageneesit edustavat amfiboliittifasiesta. Metamorfoosin päävaiheen aikana syntyneitä blastisia poimurakenteita deformatiivisesti 315°-suuntainen liuskeisuus. Tähän kataklastiseen deformaatioon liittyy voimakas uudelleenkitetyminen ja graniittituminen. Kartta-alueen keskiosissa N—S -suuntaiset myloniitit leikkaavat 315°-suuntaista liuskeisuutta. Metamorfoosi on saavuttanut granuliittifasieksen kartta-alueen itäosissa, vyöhykkeessä, jossa pyrokseenigabrointrusiivit ovat yleisiä.

*Antti Pääjärvi*  
*Geologian tutkimuskeskus*  
*PL 1237*  
*70701 KUOPIO*

## SISÄLTÖ — CONTENTS

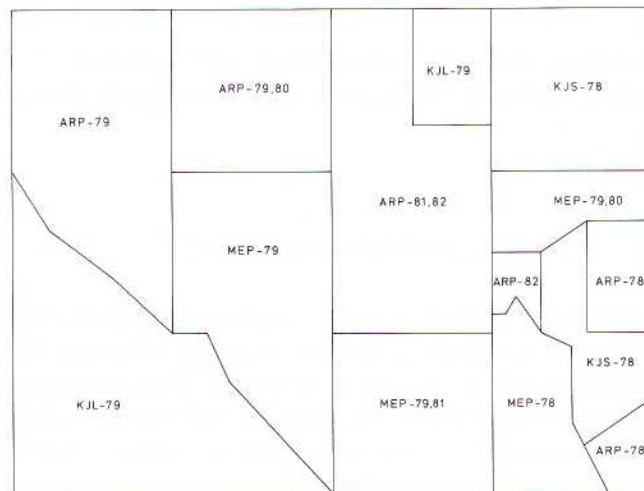
|  |    |
|--|----|
| Tutkimusvaiheet .....  | 5  |
| Kallioperän pääpiirteet .....                                    | 6  |
| Liuskeet .....   | 7  |
| Kvartsimaasälpagneissit .....                                    | 7  |
| Kiillegneissit, pyrokseenigneissit ja karsikivet .....           | 10 |
| Kiillegneissit .....   | 10 |
| Pyrokseenigneissit .....   | 14 |
| Karsikivet .....   | 14 |
| Happamat, intermediaariset ja emäksiset vulkaniitit .....        | 14 |
| Intermediaariset ja happamat vulkaniitit .....                   | 15 |
| Granaattikordieriittiantofylliittigneissit .....                 | 16 |
| Emäksiset vulkaniitit .....                                      | 18 |
| Amfiboliitit ja sarvivälkegneissit .....                         | 19 |
| Syväkivilajit .....  | 21 |
| Piihapporikkaat syväkivilajit .....                              | 21 |
| Tonalitit, granodioriitit ja kvartsidioriitit .....              | 21 |
| Pulkkilanmäen pallokivi .....                                    | 27 |
| Graniitit .....  | 28 |
| Emäksiset ja ultraemäksiset syväkivilajit .....                  | 31 |
| Juonikivilajit .....   | 35 |
| Graniittiset juonet .....  | 35 |
| Gabromaiset juonet .....   | 37 |
| Kivilajien ikäsuhteista, metamorfoosista ja deformaatiosta ..... | 38 |
| Taloudellisia aiheita .....                                      | 43 |
| Retkeilykohteita .....   | 45 |
| Summary .....  | 45 |
| Introduction .....   | 45 |
| Supracrustal rocks .....   | 46 |
| Plutonic rocks .....   | 47 |
| Dyke rocks .....   | 47 |
| Age relations, metamorphism and deformation of the rocks .....   | 47 |
| Viitteet — References .....                                      | 49 |
| Taulukot — Tables .....  | 51 |

## TUTKIMUSVAIHEET

Vesannon 1:100 000 -mittakaavainen kallioperäkartta (Pääjärvi 1985) vastaa Suomen kantakartaston lehteä 3313, johon kuuluu alueita Tervon, Vesannon, Keiteleen, Viitasaaren, Pielaveden, Karttulan ja Maaningan kunnista. Alueen kallioperää on aiemmin kuvattu mm. 1:400 000 -mittakaavaisella Kuopion kivilajikartalla ja siihen liittyvässä selityksessä (Wilkman 1933, 1938).

Maastotyöt kallioperäkarttaa varten on tehty vuosina 1978—1982. Niihin ovat osallistuneet K. Söderholm (1978), M. Pajunen (1978—1981) ja K. Lähteenmäki (1979). Eri henkilöiden maastotyöosuudet on esitetty kartakkeessa (kuva 1). Karttaa laadittaessa on ollut käytettävissä myös GTK:n malmiosaston luovuttamaa aineistoa peruskarttalehdiltä 08 ja 09 sekä Ekdahlin (1974), Makkosen (1981), Rantalan (1983), Mäkitien (1984) ja Pajusen (1985) pro gradu -tutkielmat.

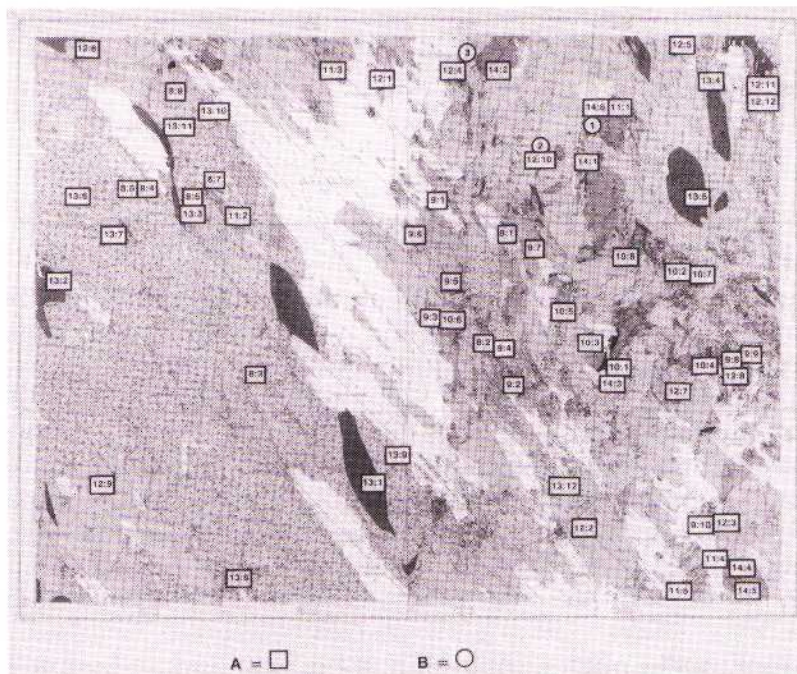
Kallioperäkartan on piirtänyt puhtaaksi A. Vuori. Kemiaaliset analyysit on tehnyt XRF-menetelmällä GTK:n geokemian osastolla V. Hoffrén. Analyysien rauta on määritetty totaalirautana, josta  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  -suhde on laskettu Le Maitren (1976)



Kuva 1. Eri tutkijoiden maastotyöosuudet Vesannon kallioperäkartalla.

*Fig. 1. Field work areas researched by different persons.*

ARP = A. Pääjärvi, KJL = K. Lähteenmäki, KJS = K. Söderholm, MEP = M. Pajunen.



Kuva 2. Vesannon (3313) kartta-alue.

A = kemiallisen analyysin numero (taulukot 8—14), B = isotooppiajoitus (taulukko 15; 1 = A239, 2 = A263, 3 = A237).

*Fig. 2. Area of the Vesanto (3313) map-sheet.*

*A = chemical analysis No. (Tables 8—14), B = isotopic dating (Table 15; 1 = A239, 2 = A263, 3 = A237).*

esittämän menetelmän mukaan. Radiometriset iänmääritykset on tehty GTK:n isotooppigeologian yksikössä. Analyysi- ja iänmääritysnäytteiden paikat selviävät kuvasta 2.

#### KALLIOPERÄN PÄÄPIIRTEET

Vesannon kartta-alueen kallioperä, kuten maamme kallioperä yleensäkin, edustaa kivilajeineen syvää maankuoren leikkausta, jonka kulutus ja kuoren kohoaminen ovat paljastaneet. Se kiinteytyi proterotsooisella maailmankaudella noin 1,9 miljardia vuotta sitten, jolloin svekokarjalainen orogenia synnytti vuorijonoja, jotka poimuttuivat idässä olevaa mannerlaattaa vasten. Tämä mannerlaatta oli kiinteytynyt arkeoisella maailmankaudella jo satoja miljoonia vuosia aikaisemmin.

Alueen geologialle on luonteenomaista syväkivien runsaus ja kallioperää pirstovat ruhjelinjat, joita pitkin maankuori on murtunut lohkoihin. Ruhjeet näky-

vät usein pinnanmuodostuksessa syvinä laaksoina ja ovat veden tai irtainten maalajien peitossa. Nilakan järviällä sijaitsee luode—kaakko -suuntaisessa, kartta-alueen kahtia jakavassa murrosvyöhykkeessä. Sen länsipuolella ovat vallalla laajaan Keski-Suomen graniittialueeseen liittyvät kalirikkaat syväkivet. Itäpuolella on enimmäkseen plagioklaasivaltaisia syväkiviä ja niiden ohella ns. Savon liuskeisiin kuuluvia metamorfisia kiviä.

Kartta-alueen pintasyntyiset kivilajit, liuskeet, ovat alkuperältään tulivuorten purkaustuotteita sekä kiinteytyvän ja kohoavan kuoren rapautumisen tuloksena kerrostuneita sedimenttejä. Ne ovat tektonisissa liikunnoissa joutuneet syvälle maankuoreen, missä ne ovat kovassa paineessa ja kuumuudessa kiteytyneet uudelleen eli metamorfoituneet. Ne ovat paikoin myös alkaneet sulaa. Erotunut granitoidinen sula näkyy metamorfoituneessa kivessä vaaleina, pääasiassa kvartsisista ja maasälvästä koostuvina suonina ja erkaumina. Tällaiset seoskivet eli migmatiitit ovat yleisiä kartta-alueen keski- ja itäosissa.

Liuskeet ovat lähtöaineksen koostumuksesta riippuen kiteytyneet uudelleen kvartsimaasälpägneisseiksi, kiillegneisseiksi, sarvivälkegneisseiksi, amfiboliiteiksi ja pyrokseenigneisseiksi. Kerrostumisen aikaiset rakenteet ovat metamorfoosis- sa usein siinä määrin tuhoutuneet, että on vaikea päätellä onko jokin pintasyntyinen kivilaji alkuperältään sedimentti vai vulkaanisen toiminnan tuote.

Kartta-alueen tasarakeiset pihhaporikkaat syväkivet ovat graniitteja, granodioritteja, tonaliitteja ja kvartsidioritteja. Graniitit on merkitty kallioperäkartalle omalla värillään. Plagioklaasivaltaiset granitoidit on kuvattu yhteisellä pohjavärillä, minkä lisäksi tietyt, selvästi erottuvat muunnokset ovat saaneet päällemerkinnän. Nilakan järviältä länsipuolella on valtakivilajina kalimaasälpäporfyri- rinen granitoidi, jonka kokonaiskoostumus vaihtelee graniittisesta granodioritiseen.

Pihhappoköyhien, väriltään tummien syväkivien joukossa on eniten gabroja. Niitä on erityisesti kartta-alueen itäosassa, missä pintasyntyisten kivien uudelleenkiteytyminen ja migmatiittituuminen ovat edenneet pisimmälle. Gabrot ovat enimmäkseen hypersteenipitoisia ja niiden joukossa on puolipinnallisia, ofiittisia muunnoksia.

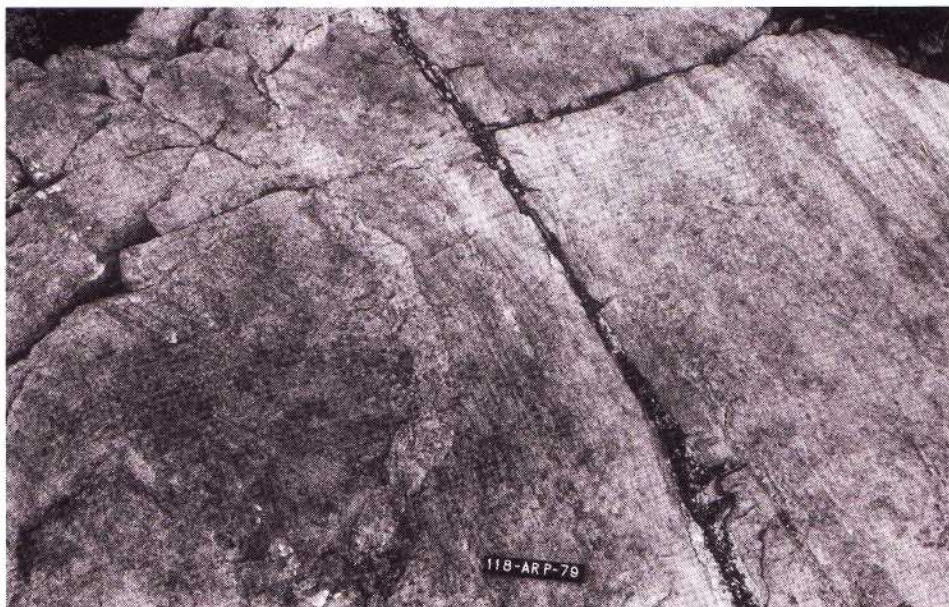
Kallioperän kovettumisen jälkeen avautuneet raot ovat täyttyneet syvemmmältä tulleella, sulalla kiviaineksella. Näin ovat syntyneet graniittiset pegmatiitti- ja ap- liittijuonet sekä niitä hiukan vanhemmat, ofiittisiin gabroihiin liittyvät diabaasi- maiset juonet.

## LIUSKEET

### **Kvartsimaasälpägneissit**

Alkuperältään pääasiassa hiekkasedimenteiksi tulkitut kvartsi- ja maasälpärikkaat gneissit on esitetty kartalla keltaisella värillä. Niiden joukossa on rapautumis-



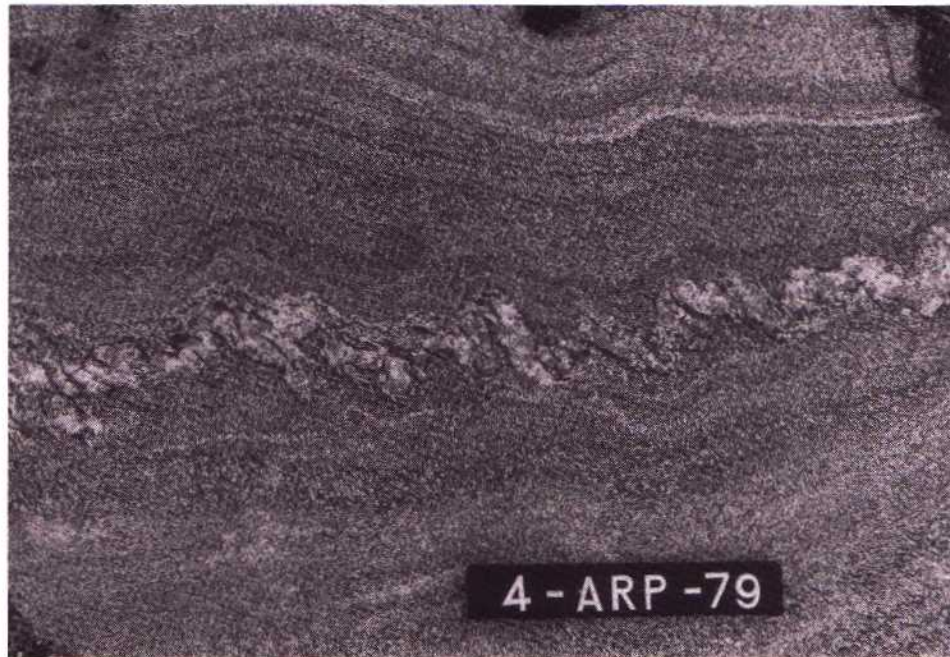


Kuva 3. Kvartsimaasälpägneissi. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 3. Quartz-feldspar gneiss. Length of the label is 12 cm.  
 Leppäselkä, 03C, x = 7001680, y = 3468360

pinnaltaan punertavia, kalimaasälpää sisältäviä sekä harmaita, plagioklaasivaltaisia ja biotiittirikkaampia muunnoksia, joiden materiaalista osa voi olla myös vulkaanista. Kalimaasälpärikkaat gneissit ovat kohtalaisen tasalaatuisia, kun taas happamat biotiittiplagioklaasigneissit ovat paikoin raitaisia, sisältävät tummia sarvivälkerikkaita kerroksia ja vaihtuvat biotiittisarvivälkegneisseiksi. Näiden gneissityyppien välinen ero ei ole kuitenkaan kovin jyrkkä. Sedimenttisyntyisten gneissien lisäksi alueen keski- ja itäosassa on happamia ja intermediaarisia gneissejä, jotka voidaan tunnistaa alkuperältään vulkaanisiksi säilyneiden reliktitrakenteiden perusteella. Ne on esitetty kallioperäkartalla harmaalla pohjaväriellä ja kuvataan tuonnempana.

Pienehkö- tai keskirakeista hapanta gneissia, johon liittyy kiillegneissi- ja sarvivälkegneissivälkerroksia, on kartta-alueen itäosassa, Huosiaisen — Kankaisenmäen paikkeilla (11D, 12C) ja Palosjärven eteläpuolella (12A). Se on paikoin voimakkaasti graniittitunutta, jolloin sitä ei ole kovin helppo erottaa tämän alueen pääkivilajista, juovaisesta tonaliitista. Gneissi koostuu plagioklaasista ( $An_{25}$ ), kvartsista sekä mikrokliinista ja siinä on myös vähän biotiittia ja sarvivälkettä. Aksessoreina on allaniittia, titaniittia ja kohtalaisen runsaasti epidoottia.

Kartta-alueen keskiosien kiillegneisseissä (08A,B,C, 09A) on välikerroksina gneissejä, jotka koostuvat pääasiassa plagioklaasista ( $An_{27-32}$ ) ja kvartsista. Niis-

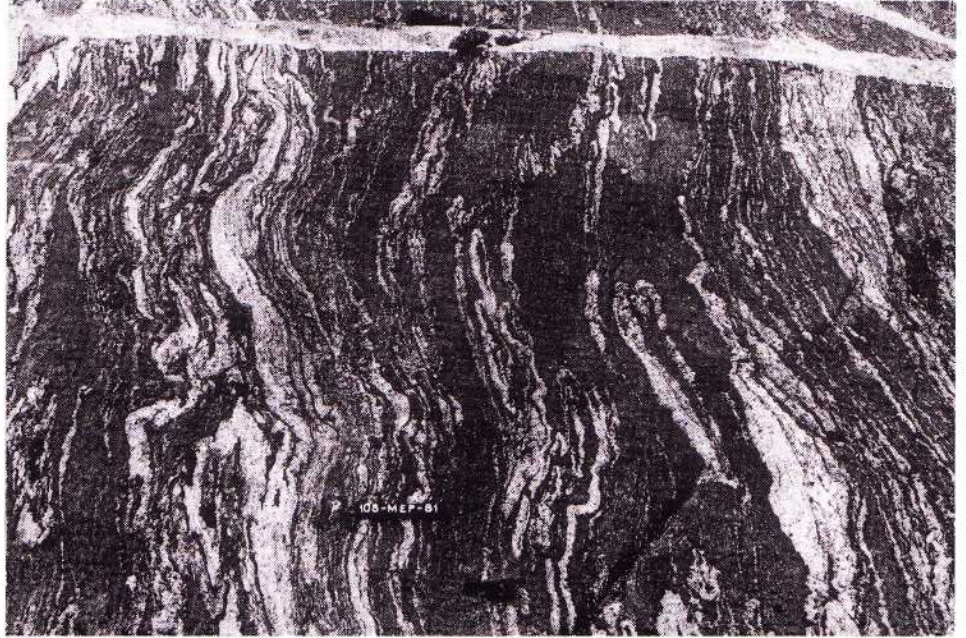


Kuva 4. Leptiittimäinen biotiittiplagioklaasigneissi. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 4. *Leptitic biotite-plagioclase gneiss. Length of the label is 12 cm.*  
 Rajakangas, 03C, x = 7002320, y = 3469780

sä on tummana mineraalina hiukan biotiittia ja aksessoreina epidoottia, apatiittia, allaniittia, zirkonia sekä paikoin kalimaasälpää. Ohuthieistä voi todeta ruhjeliikuntojen aiheuttaman kataklastisuuden. Voimakkaimmin myloniittituneissa vyöhykkeissä biotiitti on muuttunut kloriitiksi. Kataklastista hapanta gneissia on mm. Heinikanmäessä (08D). Siinä on tummia murskaleita, jotka näyttävät tektonisoituneiden amfiboliittikerrosten jäänteiltä.

Kartta-alueen länsiosassa, Viionkylässä (05A), Koutajärvellä ja Leppäselässä (03A,C), on arkosiittimaista kvartsimaasälpäliusketta ja -gneissia. Se on homogeenista tai hämärästi raitaista ja väriltään punertavaa (kuva 3). Täälläkin kataklastisuus peittää alleen vanhemmat rakennepiirteet; eräistä ohuthieistä voi tosin vielä erottaa blastoklastisen rakenteen. Gneissin päämineraaleina on oligoklaasia, kvartsia, kalimaasälpää ja biotiittia sekä aksessoreina serisiittia, apatiittia, epidoottia, magnetiittia ja kloriittia. Leppäselän kvartsimaasälpägneissia leikkaavat pegmatiittiset juonet. Ainakin osa juonista on selvästi ruhjeisia, mikä osoittaa että ne ovat syntyneet jo ennen kataklastista deformaatiota.

Leptiittimäistä, harmaata biotiittiplagioklaasigneissia (kuva 4) on mm. Rajakan-  
 kaalla ja Ikälänkylässä (03C,D, 06A), Hemmingissä (03D), Salmijärvellä (02B) ja  
 Kukertajalla (02C). Tämä gneissi, joka usein erottuu magneettisella kartalla po-



Kuva 5. Suonigneissi. Laatan pituus 12 cm. Photo M. Pajunen.  
 Fig. 5. Veined gneiss. Length of the label is 12 cm.  
 Iivarimäki, 07A, x = 6983440, y = 3483170

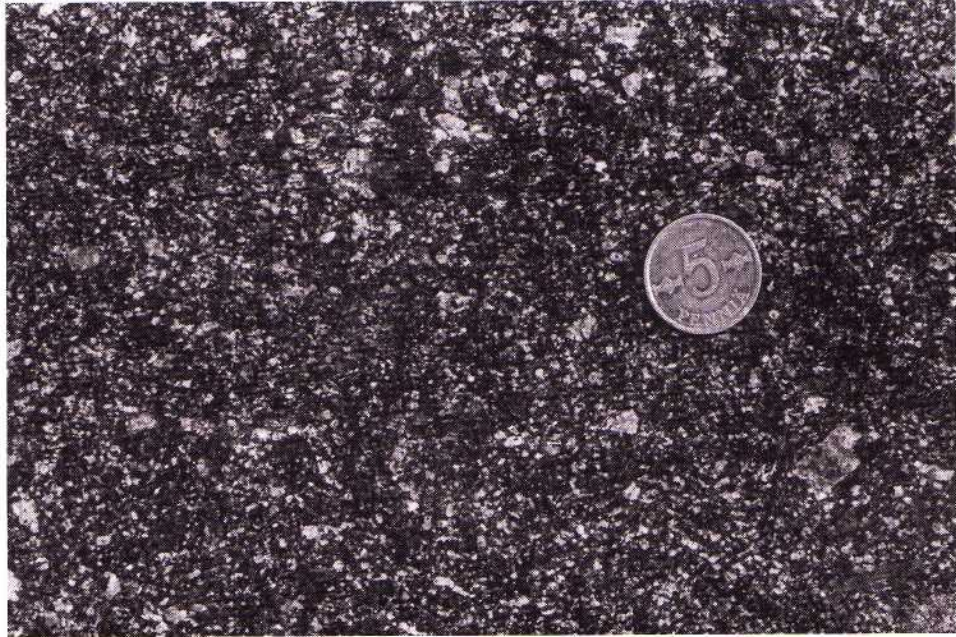
sitiivisena anomaliana, on tavallisesti hiukan migmatiittista, siinä on biotiitti- ja sarvivälkerikkaita välikerroksia ja sen koostumus vaihtuu paikoin happamasta intermediaarisiksi. Rajakankaalla (03C) biotiittiplagioklaasigneississä on välikerroksia, joissa on agglomeraatilta näyttävää rakennetta. Leptiittimäisen gneissin päämineraalit ovat andesiininen plagioklaasi, kvartsi ja biotiitti. Mineraalikoostumukseen kuuluu paikoin lisäksi kalimaasälpä, joka on saattanut syntyä myös graniittiutumisen tuloksena. Yleinen aksessori on magnetiitti, jonka voi joskus tunnistaa rapautumispinnalta paljaalla silmälläkin. Ohuthieissä on tavattu lisäksi epidoottia, allaniittia, titaniittia ja zirkonia.

Taulukot 1 ja 8 esittävät kvartsimaasälpägneissien koostumuksia.

### **Kiillegneissit, pyrokseenigneissit ja karsikivet**

#### **Kiillegneissit**

Kiillegneisseiksi metamorfoituneet kivet ovat alkuperältään hiekan ja saven sekaisia, kartta-alueen keski- ja itäosissa todennäköisesti myös vulkaanista tuffiinesta sisältäviä kerrostumia. Niissä on välikerroksina kvartsimaasälpä-, sar-



Kuva 6. Karkeutunut kiillegneissi. Rahan läpimitta 18 mm.  
*Fig. 6. Coarse-grained mica gneiss. The coin is 18 mm in diameter.*  
 Kalliokangas, 08A, x = 6995000, y = 3481520

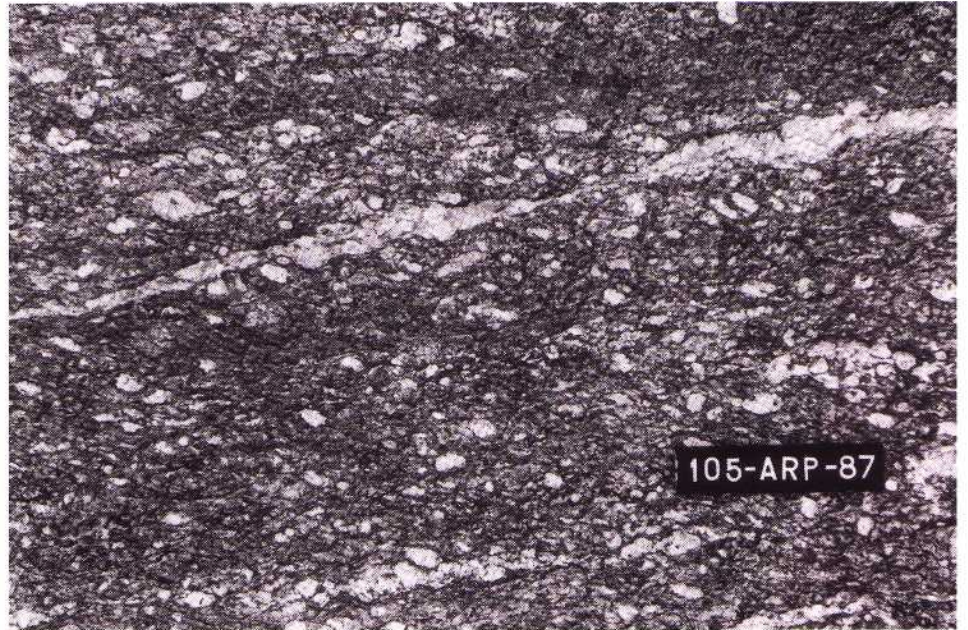
vivälke-, kummingtoniitti- ja pyrokseenigneissejä. Vaaleat, lehtiittimäiset biotiitiplagioklaasigneissit, joissa kiilteen määrä on enimmäkseen alle 15 %, on esitetty kartalla keltaisella värillä ja kuvattu edellä kvartsimaasälpagneissien yhteydessä.

Kiillegneissit ovat usein migmatiittituneet suonigneisseiksi (kuva 5). Vaalea suoniaines on trondhjemiittia tai graniittia. Erityisesti kartta-alueen keskiosien (08) kiillegneisseille on ominaista plagioklaasirakeiden metamorfinen kasvu. Uudelleenkiteytyminen on eräissä tapauksissa niin voimakasta, että kivi muistuttaa asultaan karkeaa grauvakkaa tai syväkiveä (kuva 6).

Raekoon voimakas kasvu edellyttää fluidifaasin aktiivista osuutta metamorfosisissa. Kataklastinen deformaatio on saattanut edistää fluidien ja erityisesti graniitisoivien aineiden liikkumista. Graniittituumisen tuloksena kiillegneissin on kasvanut paikoin myös mikrokliiniporfyroblasteja (kuva 7).

Kartta-alueen keskiosien tyypillinen, hiekkavaltaisesta aineksestä syntynyt kiillegneissi (taulukko 2, 1; taulukko 9, 4) koostuu plagioklaasista ( $An_{30-34}$ ), biotiitista ja kvartsista. Monissa muunnoksissa on biotiitin ohella tummana mineraalina sarvivälkettä ja paikoin (mm. Kuivaniemellä ja Kemilänniemellä, 06C, 09A) kiillegneissi vaihtuu sarvivälkegneissiksi.

Kartta-alueen itäosissa (10, 11) kiillegneissien lähtömateriaalissa on hiekk-

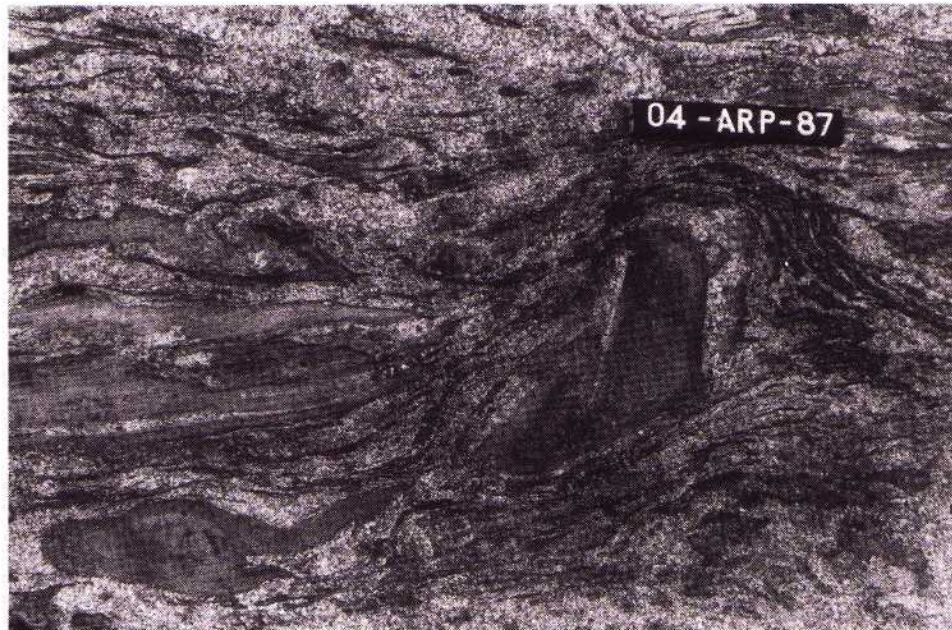


Kuva 7. Graniittiutunut kiillegneissi. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 7. Granitised mica gneiss. Length of the label is 12 cm.  
 Niskalanvuori, 08A, x = 6991280, y = 3484350

jen ohella myös savisten kerrosten osuus ollut merkittävä, ja kiillegneissien mineraalikoostumukseen kuuluvat yleisesti granaatti, kordieriitti ja sillimaniitti. Metamorfoosi ja migmatiittituuminen ovat hyvin usein hävittäneet kerrostumisen aikaiset rakenteet. Parhaiten ovat säilyneet suhteellisen kalkkirikkaat, pyrokseenigneisseiksi metamorfoituneet happamat gneissipatjat. Ohuet, kalkkirikkaat tai emäksiset välikerrokset ja juonet ovat liikunnoissa murtuneet kappaleiksi ja muovautuneet soikeiksi sulkeumiksi.

Tervon Saarisenjärveltä Rakolan kautta Ristiselle kulkevan liuskejakson (11B) kiillegneissit ovat yleensä voimakkaasti migmatiittisia, uudelleenkiteytymisen ja osittaisen sulamisen tuloksena syntyneitä, lähes nebuliittisia gneissejä, joiden syväkivimäinen neosomi sisältää juovina biotiittia ja alumiinirikkaita mineraaleja. Kalimaasälpä, joka on ortoklaasia, on plagioklaasin ohella usein yhtenä päämineraalina. Tämän liuskejakson vähiten migmatiittituneet kiillegneissit löytyvät Iso-Vehmas -järven tienoilta, missä koostumus on hiekkavaltaista. Leväsellä ovat happamat kummingtoniittigneissivälikerrokset yleisiä ja kummingtoniitti kuuluu täällä usein myös kiillegneissin päämineraaleihin.

Talluskylän ympäristön (11C) kiillegneisseille on tyypillistä schollen-migmatiittinen rakenne: hypersteenigneissikappaleita ja kerrosjäänteitä syväkiveä muistuttavassa neosomiaineksessa (kuva 8). Peliittisistä kerroksista tehdyistä ohut-



Kuva 8. Schollen-migmatiitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 8. Schollen migmatite. Length of the label is 12 cm.  
 Talluskylä, 11C, x = 6992670, y = 3496130

hieistä voi tunnistaa kordieriitin ja sillimaniitin, jotka esiintyvät biotiitin ja granaatin ohella tummina mineraaleina; joskus kordieriitin asemesta on hypersteeniä. Vaaleina päämineraaleina on plagioklaasia ja kvartsia, sekä paikoin kalimaasälpää (ortoklaasia). Sillimaniitti on sälöinä tai kuitumaisena fibroliittina. Yleisiä aksessoreja ovat opaakit ja zirkoni. Parista hienäytteestä on löytynyt vihreää spinelliä.

Hirvijärven itäpuolella olevan liuskejakson (10C,D) pääkivilaji on hiekkavaltaisesta sedimentistä syntynyttä pienehkörakeista, toisinaan sarvivälkepitoista biotiittiplagioklaasigneissiiä. Tämäkin on migmatiittista; suonina ja juonina on sekä trondhjemittista että graniittista leukosomia. Migmatiitin gneissiossa sisältää plagioklaasin ohella usein mikrokliinia. Saviainesta sisältäneisiin, peliittisiin kerroksiin on kiteytynyt granaattia, kordieriittia ja sillimaniittia.

Tuppilahden ja Iso-Laihan suonigneissi (11D) eroaa Talluskylän ja Ristisen kiillegneisseistä sekä koostumuksen että metamorfoosiasteen puolesta. Gneissiossa on suhteellisen hyvin säilynyttä hiekkaista biotiittiplagioklaasigneissiiä ja siihen kuuluu myös leptiittisiä osuuksia. Suoniaines on pääasiassa graniittia. Sarvivälke kuuluu usein päämineraaleihin ja tyypillisiä aksessoreja ovat epidootti, allaniitti ja granaatti.

Kartta-alueen länsiosassa on kiillegneissiiä pieninä sulkeumina porfyyrisen gra-

niitin seassa. Kukertajan (02C) migmatiittisen kiillegneissin paleosomi koostuu biotiitista, plagioklaasista ( $An_{25}$ ), kalimaasälvästä ja kvartsista. Leukosomisuonet ovat trondhjemiittia tai graniittia. Aksessoreina on titaniittia, apatiittia, kloriittia ja zirkonia.

### **Pyrokseenigneissit**

Nimike »pyrokseenigneissia välikerroksina» kallioperäkartan merkkien selitysosassa tarkoittaa kerrosjäänteinä ja murskaleina esiintyvää pienirakeista, plagioklaasirikasta gneissia, jonka tummina päämineraaleina ovat orto- ja klinopyrokseeni (taulukko 3, 1; taulukko 10, 4). Näitä kerrosjäänteitä on erityisesti Taluskylän ympäristön kiillegneissimigmatiiteissa (10D, 11C). Ne ovat todennäköisesti alkuperältään vulkaanisia, mihin viittaavat mm. niissä olevat plagioklaasihajarakeet.

Pyrokseenigneissien hypersteeni on osittain muuttunut vihreäksi sarvivälkkeeksi ja kummingtoniitiksi. Biotiitti kuuluu myös usein mineraalikoostumukseen. Se on ohuthieessä voimakkaan pleokroista, punertavaa. Opaakit ja apatiitti ovat tavallisia aksessoreja.

### **Karsikivet**

Hypersteenigneissivälikerrosten lisäksi kiillegneisseissä on myös ruosteisia, karsikivimäisiä kerroksia. Diopsidi- ja tremoliitti-aktinoliittipitoista gneissia on mm. Tallusjärven Viitasaari-nimisessä saassa, Luvelahden tienoilla (11C) ja Heinikanjärven pohjoispuolella (09A). Vaaleana mineraalina näissä gneisseissä on tavallisesti plagioklaasia ( $An_{40-70}$ ), joskin sen määrässä on suurta vaihtelua. Lisäaineksina on karbonaattia (kalsiittia), biotiittia, epidoottia ja rautakiisuja. Kalkkisilikaattimineraaleja sisältävät myös eräät konkreetiomaiset, linsinmuotoiset sulkeumat, jollaisia löytyy syväkivistä ja kiillegneisseistä, mm. peruskarttalehtien 07 ja 08 alueilla (kuva 9). Ainakin osa niistä lienee syntynyt metamorfoosin aikana metasomaattisesti emäksisten kerrosten ja juontien kappaleista.

### **Happamat, intermediaariset ja emäksiset vulkaniitit**

Kartta-alueen keski- ja itäosissa esiintyy kivilajiseurue, joka on tunnistettu vulkaaniseksi säilyneiden reliktirakenteiden perusteella. Siihen kuuluu happamia, intermediaarisia ja emäksisiä gneissejä, joiden joukossa on myös antofylliitti- ja kordieriittipitoisia muunnoksia. Taulukot 3 ja 10 esittävät näiden vulkaniittien koostumuksia. Muut alkuperältään vulkaaniset kivet, joita ei voida lukea tähän seurueeseen kuuluviksi, on kuvattu amfiboliittien ja sarvivälkegneissien sekä kvartsimaasälpagneissien yhteydessä.



Kuva 9. Karsiutuneita sulkeumia kiillegneississä. Kynän pituus on 15 mm.  
*Fig. 9. Skarn-like inclusions in mica gneiss. Length of the pen is 15 mm.*  
 Kalliokangas, 08A, x = 6995000, y = 3481520

Vulkaanisperäisiä gneissejä on Leväniemeltä etelään suuntautuvassa liuskejaksossa (09B), Vauhkolassa (08A), Jokijärven ja Pirttijärven seudulla (08D) sekä Leväseltä Lummekankaan kautta Viitajärvelle ulottuvassa jaksossa (11A,B,D, 08C). Myös Talluskylän ympäristöstä (11C,D) löytyy näitä gneissejä.

### **Intermediaariset ja happamat vulkaniitit**

Vulkaanisen seurueen gneisseille on ominaista koostumusvaihtelu ja kerroksellisuus. Ne ovat tavallisesti raitaisia sisältäen intermediaarisia, emäksisiä ja happamia kerroksia (kuva 10). Intermediaarisia kerroksia on eniten. Ne ovat voitolla mm. Ruostekankaalla ja Lummekankaalla (11B,D), Jokijärven ja Pirttijärven välimailloilla (08D) ja Leväniemeltä etelään suuntautuvassa jaksossa (09B). Homogeenista intermediaarista pyrokseenigneissistä, josta tehdyissä ohuthieissä näkyy blastoporfyyrinen rakenne, on mm. Saarisenjärven ja Kuvelammen välillä (08C).

Intermediaarisen vulkaniitin vaaleina päämineraaleina on plagioklaasia ( $An_{35-60}$ ) ja kvartssia sekä tummina aineksina yhtä tai useampia mineraaleista sarvivälke,





Kuva 10. Raitainen vulkaniitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 10. Banded volcanite. Length of the label is 12 cm.  
 Leväniemi, 09B, x = 7008120, y = 3482720

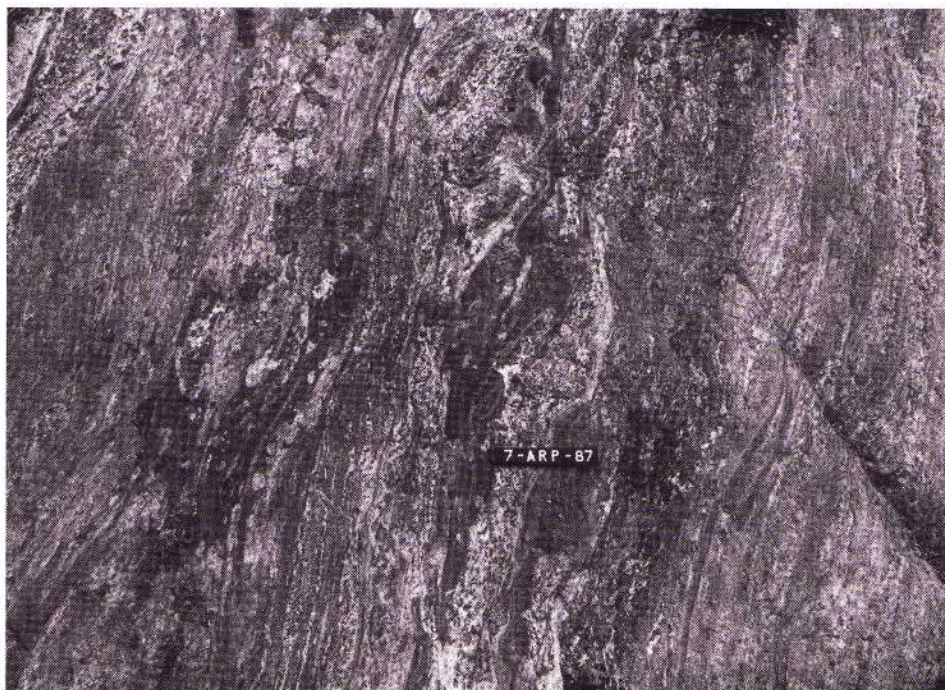
pyrokseeni ja kummingtoniitti. Pyrokseeni on kiteytynyt tavallisesti sekä rombisena että monokliinisena. Yleisimpiä aksessoreja ovat biotiitti, opaakit, apatiitti ja granaatti. Metamorfoosin aiheuttama osittainen mobiloituminen ilmenee plagioklaasirikkaina suonina ja erkaumina (kuva 11).

Hapan koostumus on vulkaniiteissa yleistä mm. Rakolassa ja Ristisellä (11B) sekä Vauhkolan (08A) tienoilla. Osa happamista kerroksista voi olla myös sedimentisyntyisiä.

Happamat, vulkaniiteiksi tulkitut gneissit koostuvat pääasiassa kvartsista ja plagioklaasista ( $An_{30-50}$ ). Tummina mineraaleina on pieniä määriä sarvivälkettä, biotiittia, granaattia ja joskus hypersteeniä. Sarvivälke on usein muuttunut kummingtoniitiksi. Aksessoreista ovat yleisimpiä opaakit, apatiitti ja serisitti.

### **Granaattikordieriittiantofylliittigneissit**

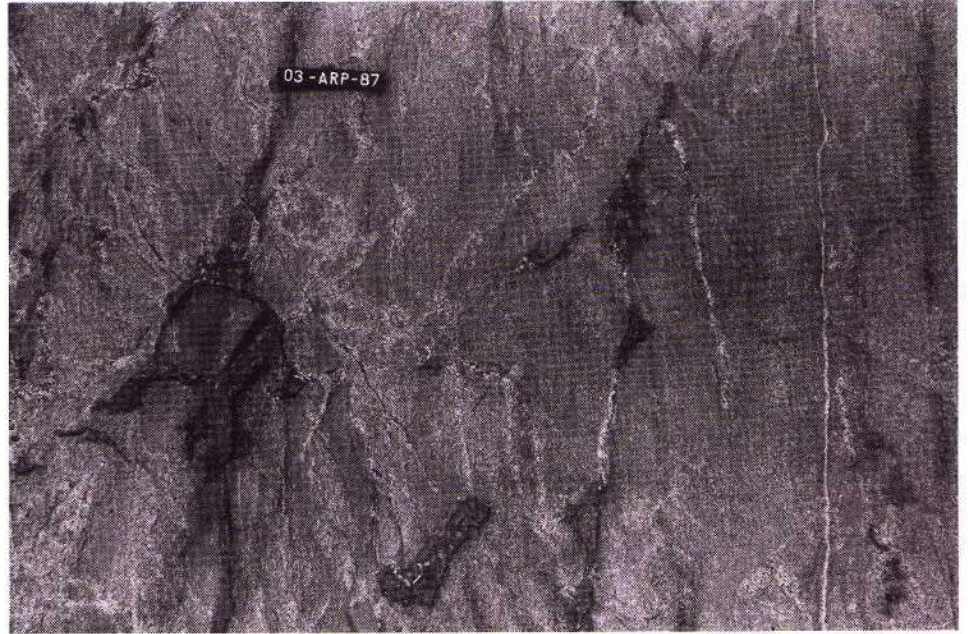
Kartta-alueen keski- ja itäosien vulkaniiteissa on kerroksia, joissa tummina päämineraaleina on vaihtelevin määräsuhtein kordieriittia ja antofylliittia, hyvin usein näiden lisäksi granaattia. Kerrosten kemiallinen koostumus on poikkeava, sillä ne sisältävät »normaaleihin» vulkaniitteihin verrattuna vähemmän kal-



Kuva 11. Metamorfoosin aiheuttamaa mobiloitumista raitaisessa vulkaniitissa. Laatan pituus 12 cm.  
*Fig. 11. Metamorphic mobilisation in banded volcanite. Length of the label is 12 cm.*  
 Leväniemi, 09B, x = 7008120, y = 3482720

siumia ja natriumia, mutta usein enemmän rautaa ja magnesiumia (taulukko 10, 7—8). Granaatti-, kordieriitti- ja antofylliittipitoisia gneissejä tavataan leveinä välikerroksina Leväniemeltä etelään suuntautuvassa vulkaniittijaksossa (09B). Pienempiä esiintymiä on mm. Vauhkolan eteläpuolella (08A), Jokijärven ja Pirttijärven itäpuolella (08D) sekä Ristisellä (11B) ja Lummekankaalla (11D).

Kordieriitti- ja antofylliittipitoisten gneissien synty ja esiintymistapa kiinnostavat erityisesti malminetsijöitä, sillä niihin on havaittu monin paikoin liittyvän arvometallien mineralisaatioita. Leväniemen eteläpuoliset vulkaniitit jatkuvat Pie-laveden kartta-alueelle ja kuuluvat osana ns. Säviän—Laukkalan liuskejaksoon (Salli 1977, 1983). Säviän kordieriitti- ja antofylliittipitoisten gneissien on selitetty syntyneen alueellismetamorfisten, metasomaattisten ja tektonisten prosessien tuloksena erilaisista sedimenttiperäisistä liuskeista (Laitakari 1968). Toisen tulkinnan (mm. Huhtala 1979, Makkonen 1981) mukaan nämä kivet edustavat meren pohjalle purkautuneiden vulkaniittien hydrotermisiä muuttumistuloksia. Kerrostumisen jälkeen vulkaniiteista on liuennut kalsiumia ja natriumia ja niihin on sitoutunut merivedestä magnesiumia. Nämä kemialliset muutokset ovat mahdollistaneet mm. kordieriitin ja antofylliitin kiteytymisen alueellisessa metamorfoosissa.

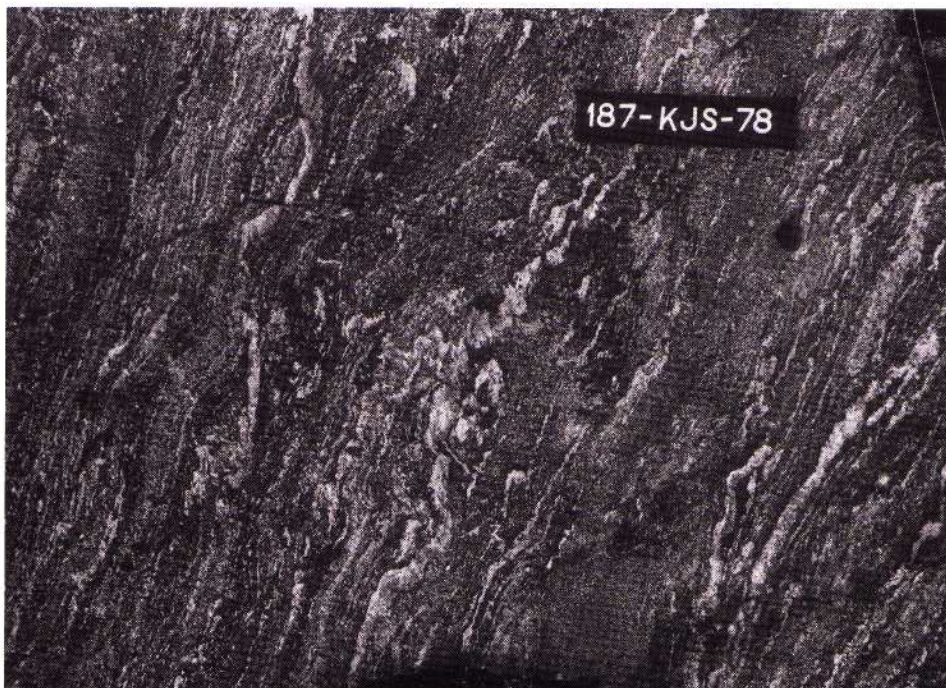


Kuva 12. Emäksinen vulkaniitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 12. Basic volcanite. Length of the label is 12 cm.  
 Lummekangas, 11B, x = 699746, y = 3494530

Kemiallisen koostumuksen vaihtelu näkyy muuttuneiden gneissien mineraaliseurueissa. Tummina päämineraaleina voi olla eri määräsuhtein kordieriittia ja/tai antofylliittia, hypersteeniä, granaattia ja biotiittia. Vaaleina mineraaleina on plagioklaasia ( $An_{10-70}$ ) ja kvartsia. Kordieriittirikkaista muunnoksista plagioklaasi voi puuttua. Tavallisia aksessoreja ovat opaakit, kloriitti, zirkoni ja sillimaniitti. Myös vihreää spinelliä on tavattu.

### Emäksiset vulkaniitit

Amfibolirikkaita gneissejä, joista voi toisinaan tunnistaa blastoporfyyrisen rakenteen, on eniten karttalehden 11 alueella. Niistä on tavattu myös agglomeraateiksi tulkittuja rakenteita. Nämä emäksiset vulkaniitit ovat usein melko heterogeenisiä ja paikoin epäselvästi raitaisia (kuva 12). Ne esiintyvät vulkaanisina pidettyjen intermediaaristen ja happamien gneissien kanssa vuorokerroksina. Mineraalikoostumukseltaan ne ovat amfiboliitteja, kummingtoniittiamfiboliitteja ja pyrokseeniamfiboliitteja. Pyrokseeniamfiboliiteissa on sarvivälkkeen ohella päämineraaleina sekä orto- että klinopyrokseenia. Joukossa on myös raitaisia,



Kuva 13. Migmatiittista sarvivälkegneissii. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 13. Migmatitic hornblende gneiss. Length of the label is 12 cm.  
 Palosjärvi, 12A, x = 7004540, y = 3492420

diopsidirikkaita muunnoksia. Yleisiä aksessoreja ovat opaakki, apatiitti ja biotiitti. Biotiittia voi olla päämineraalinakin.

#### **Amfiboliitit ja sarvivälkegneissit**

Nimikkeen «amfiboliittia ja sarvivälkegneissii» yhteyteen kuuluvat kallioperäkartalla ne emäksiset ja intermediaariset vulkaanisperäisiksi tulkitut kivet, joita ei voi lukea edellä kuvattuun raitaisten vulkaniittien seurueeseen kuuluviksi. Näitä ovat myös ne sarvivälkevaltaiset gneissit, joiden alkuperä on jäänyt epäselväksi, ja joiden joukossa saattaa olla sekä vulkaanisia että sedimentogeenisiä kiviä, mahdollisesti myös gneissiytyneitä syväkiviä. Taulukot 4 ja 11 esittävät amfiboliittien ja sarvivälkegneissien koostumuksia.

Petäjajärven kaakkoispuolella (12B) on suonigneissimäiseksi migmatiittiutunutta sarvivälkegneissii (kuva 13). Siinä on myös homogeenisempia osuuksia, joiden rakenne on tulkittavissa blastoporfyyriseksi. Päämineraaleina on plagioklaasia ( $An_{35-40}$ ), sarvivälkettä, biotiittia ja kvartsia. Plagioklaasi on usein albiittutunutta ja myrmekeittistä. Aksessoreina on apatiittia, opaakkia ja titaniittia. Tä-

män sarvivälkegneissin on selitetty syntyneen andesiittisistä tuffeista ja laavoista (Rantala 1983).

Vulkaaniseksi voi tulkita myös Jauhialassa ja Pikonmäellä (03C, 06A,B) tavattavan, jonkin verran raitaisen, heikosti blastoklastisen ja blastoporfyrisen sarvivälkegneissin, joka vaihettuu paikoin amfiboliitiksi. Sen päämineraalit ovat plagioklaasi ( $An_{36-40}$ ), sarvivälke ja kvartsi, usein lisäksi biotiitti. Aksessoreina on tavattu titaniittia, apatiittia, opaakkia ja zirkonia.

Hemmingissä, Keiteleen kirkonkylän koillispuolella (03D), tavataan kalkkirikkaan, epidoottia ja aktinoliittia sisältävän gneissin välikerroksina amfiboliittia ja sarvivälkegneissia. Idempänä gneissi muuttuu kokonaan amfiboliittiseksi. Se on granoblastista ja voimakkaasti uudelleenkitetyntyyttä. Amfiboliitin plagioklaasi on andesiinia ( $An_{38-48}$ ) ja tummina mineraaleina on sarvivälkettä ja biotiittia. Apatiittia, epidoottia, titaniittia, opaakkia ja zirkonia on tavattu aksessorisina.

Kartta-alueen keski- ja eteläosissa, erityisesti peruskarttalehden 07 alueella, on syväkivien seassa granoblastista sarvivälkegneissia kooltaan vaihtelevina sulkeumina. Paikoin siitä on voimakkaan migmatiittutumisen seurauksena jäljellä vain haamumaisia jäänteitä. Tavallisten päämineraalien, plagioklaasin ( $An_{40-54}$ ), sarvivälkkeen, biotiitin ja kvartsin ohella sarvivälkegneississä on tavattu myös kummingtoniittia ja granaattia. Yleisimmät aksessorit ovat apatiitti, titaniitti, zirkoni, opaakki ja allaniitti; harvinaisempia ovat epidootti, karbonaatti, kloriitti ja hypersteeni.

Leväniemeltä etelään suuntautuvan vulkaniittijakson länsipuolella (09A,B) on sarvivälkerikkaita gneissejä sulkeumina deformatiivisessa tonaliitissa, joka sulkeumineen luetaan kuuluvaksi ns. Säviän pohjagneissikompleksiin. Näistä gneisseistä tehdyissä ohuthieissä on havaittavissa retrogradiseen metamorfoosiin viittaavia piirteitä. Mm. sarvivälkkeellä on paikoin normaalista vihreästä poikkeava sinertävä sävy, kummingtoniitti on yleinen muuttumistuote ja kummingtoniittiraetta kehystää usein epidootista koostuva reunus. Plagioklaasin anortiittipitoisuus ( $An_{27-30}$ ) on kiven modaalisesta koostumuksesta nähden epätavallisen alhainen.

Pielaveden kartta-alueelta (3314 04A,C) ulottuu Vesannon kartta-alueelle intermediaaristen gneissien jakso, jossa on pääkivilajina keskirakeinen, paikoin lähes syväkivimäinen sarvivälkegneissi. Tämä gneissi sisältää kvartsia lähes yhtä paljon kuin plagioklaasia ( $An_{35-45}$ ) ja sarvivälkkeen ohella biotiittia kohtalaisen runsaasti. Yleisimmät aksessorit ovat epidootti, magnetiitti ja apatiitti. Sarvivälkegneississä on välikerroksina biotiittiplagioklaasigneissia, amfiboliittia ja arksiittia. Tämä jakso aiheuttaa aeromagneettisella kartalla positiivisen anomalian, joka jatkuu Kemilänniemelle (09A) ja Kuivaniemelle (06C) asti, missä sarvivälkegneissi vaihettuu kiillegneissiksi.

Sarvivälkerikkaat raidat ja amfiboliittiset välikerrokset ovat tyypillisiä graniittituneille kvartsi- ja maasälpärikkeille gneisseille, jotka liittyvät kiillegneissivaltaiseen, Kemilänniemeltä Utrianlahteen ulottuvaan liuskejaksoon (09A, 08A,B,C). Mm. Sydänmaa-nimisen autioituneen kylän tienoilla on kvartsimaa-sälpägneis-

sissä runsaasti näitä amfiboliittisia osuuksia. Milloin graniittituuminen ei ole kovin voimakasta, amfiboliitissa voi erottaa primaarilta vaikuttavan kerroksellisuuden, mikä ilmenee tummien, sarvivälkerikkaiden ja vaaleampien, diopsidia ja epidootia sisältävien raitojen vuorotteluna.

Ahvenisen ja Hirvijärven välisellä kannaksella (10A,C) on granoblastista amfiboliittia ja sarvivälkegneisiä. Tähän jaksoon kuuluu myös karkearakeisia ja lievästi suuntautuneita amfiboliittiosuuksia, jotka saattavat olla alunperin syväkiviä. Sama jakso jatkuu Hirvijärven itärannalla. Sarvivälkegneisiin liittyy happamia, arkosiittimaisia kerroksia. Emäksisten ja happamien kerrosten välinen raja ei ole kovin jyrkkä. Retrogradiset muutokset rajoittuvat amfiboliitissa hiusrako- ja pitkin edenneeseen kloriittituumiseen.

Kartta-alueen koilliskulmassa (12) on granitoidien seassa amfiboliittisulkeumia, joilla on leveyttä muutamasta metristä kymmeneen metriin. Myös alueen kvartsimaaasälpagneisseissa on sarvivälkerikkaita välikerroksia. Amfiboliiteissa nähtävä raitaisuus johtuu tummien, sarvivälkerikkaiden ja vaaleiden, biotiittia sisältävien kerrosten vaihtelusta. Joskus raitaisuutta aiheuttavat myös ohuet diopsidirikkaat välikerrokset. Pieni-Panka -järven itäpuolella (12D) on jokunen paljas-tuma migmatiittista, raitaista amfiboliittia, missä sarvivälkkeen, klinopyrokseenin ja biotiitin ohella on tummana mineraalina myös ortopyrokseenia.

## SYVÄKIVILAJIT

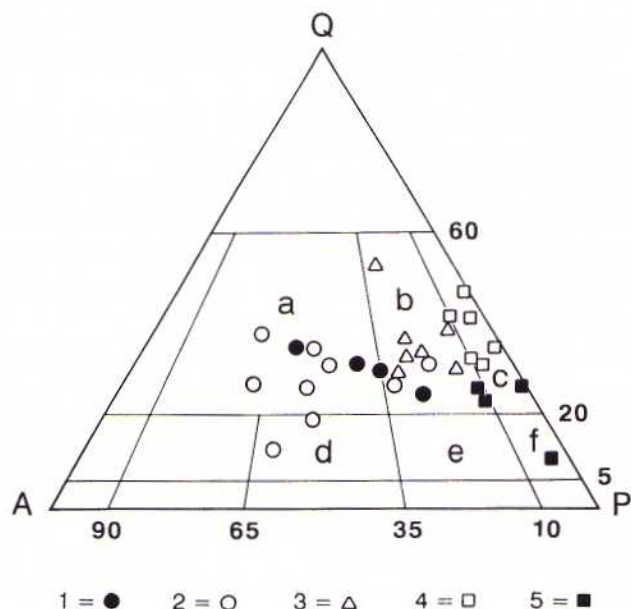
### Piihapporikkaat syväkivilajit

Kolme neljäsosaa kartta-alueen kallioperästä on erilaisia piihapporikkaita syväkivilajeja. Länsiosassa on vallalla porfyrynen graniitti-granodioriitti, Nilakan itäpuolella tasarakeiset plagioklaasivaltaiset granitoidimuunnokset. Tasarakeisia kalirikkaita graniitteja on myös jonkin verran. Kuva 14 esittää i-pöydällä analysoitujen (1000 pistettä/hie) piihapporikkaiden syväkivien koostumuksia Streckeyenin (1976) APQ-diagrammissa.

### Tonaliitit, granodioriitit ja kvartsidioriitit

Plagioklaasivaltaisia granitoideja (taulukot 5 ja 12) ei ole kallioperäkartalla eroteltu, sillä käytettävää aineistoa ei ole ollut riittävästi ja koostumus vaihtelee usein pienelläkin alueella. Tietyt rakenteen tai muun tunnusmerkin perusteella kentällä erottuvat muunnokset on kuitenkin esitetty päällemerkinnöin.

Kartta-alueen lounaiskulmassa (01) on vallitsevana kivilajina suuntautunut, keskirakeinen kvartsidioriitti, joka on muuten homogeenista, mutta sisältää paikoin autoliittimaisia sulkeumia (kuva 15). Kvartsidioriitissa on plagioklaasia ( $An_{30}$ ) 40—50 %, kvartsia 15—20 %, kalimaasälpää 5—8 % ja tummina mineraaleina



Kuva 14. Vesannon kartta-alueen piihapporikkaiden syväkivien koostumus Streckeisenin (1976) mukaisessa kvartsi-kalimaasälpä-plagioklaasi -kolmiossa.

Fig. 14. Compositions of acidic plutonic rocks from the the Vesanto map-sheet area in QAP diagram by Streckeisen (1976).

1. graniitti — granite, 2. porfyyrinen graniitti tai granodioriitti — porphyritic granite or porphyritic granodiorite, 3. granodioriitti — granodiorite, 4. tonaliitti — tonalite, 5. kvartsidioriitti — quartz diorite.

biotiiittiä ja sarvivälkettä. Titaniitti, epidootti ja apatiitti ovat yleisiä aksessoreja. Kontakti porfyyristä graniitti-granodioriittia vastaan on vaihtuva: kvartsidioriittiin ilmestyy mikrokliiniharakeita, ja koostumus muuttuu vähitellen granodioriittiseksi. Vaihtumisvyöhyke voi olla kymmeniä metrejä leveä.

Kartta-alueen luoteisreunalla on suuntautunutta, usein ruhjeisen näköistä granodioriittia ja tonaliittia. Vuonamonsalmen saarissa se on 315°-suuntaisen ruhjeen vaikutuksesta selvästi kataklastista. Tummina mineraaleina on sekä biotiittia että sarvivälkettä. Yleisiä aksessoreja ovat epidootti, apatiitti ja titaniitti, kataklastisissa vyöhykkeissä myös karbonaatti ja kloriitti.

Vuonamonsalmen itäpuolelta (06B) Hirviniemelle (05D) ja Saarisenrantaan (08A) ulottuvassa syväkivivyöhykkeessä on pääasiassa suuntautunutta tonaliittia. Myös Jauhokylässä sekä Korpisaarella ja Lehtosaarella (06 D) on gneissiytyntä tonaliittia. Päämineraaleina on plagioklaasia ( $An_{28-35}$ ) kvartssia, sarvivälkettä ja hiukan biotiittia. Aksessoreina on tavattu kalimaasälpää, titaniittia ja epidoottia.

Tervon kirkonkylän ympäristössä (07) on pääkivilajina tonaliitti, joka sisältää



Kuva 15. Kvartsidioriitti, jossa on autoliittisiä sulkeumia. Vasaran pituus 60 cm.  
*Fig. 15. Quartz diorite with autoliths. Length of the hammer is 60 cm.*  
 Karimäki, 01A, x = 6984380, y = 3460180

paikoin sarvivälkegneissisulkeumia. Se on yleensä gneissiytynyttä ja juovaista (kuva 16) ja siinä on karkearakeisia erkaumia osoituksena metamorfoosin aiheuttamasta mobiloitumisesta. Tummina päämineraaleina on biotiittia ja sarvivälkettä, joskus lisäksi vähän granaattia. Poikiloblastiset rakenteet ovat mineraaleissa tyypillisiä. Plagioklaasi ( $An_{31-38}$ ) on heikosti vyöhykkeistä ja on kiteytynyt hieman muita mineraaleja suuremmiksi rakeiksi. Sekundaariselta vaikuttavaa kalimaasälpää on paikoitellen. Aksessorisina on tavattu titaniitti, apatiitti, zirkoni, kummingtoniitti, epidootti ja karbonaatti.

Haamumainen raitaisuus ja migmatisoivat graniittiset suonet ja juonet ovat tyypillisiä Hirvijärven ja Ahvenisen itäpuolen (10A,C,D) vaaleille granitoideille, joissa tummina mineraaleina on biotiittia ja sarvivälkettä tai pelkästään biotiittia. Sekundaarista kalimaasälpää on paikoitellen. Epidootti, apatiitti ja zirkoni ovat yleisimpiä aksessoreja. Titaniittia, kloriittia, serisiittia ja karbonaattia on myös tavattu.

Kallioveden ja Tallusjärven välisellä alueella (10B, 11A) granitoidien koostumus vaihtelee granodioriittisestä kvartsidioriittiseen. Granodioriittien asu (kuva





Kuva 16. Gneissiytnyt tonaliitti. Laatan pituus 12 cm. Photo M. Pajunen.  
 Fig. 16. Gneissoid tonalite. Length of the label is 12 cm.  
 Kenkäkä, 07C, x = 6983810, y = 3489370

17) on usein porfyyriseen vivahtava, sillä kalimaasälpä ja osittain plagioklaasi ovat kiteytyneet hiukan muita mineraaleja suurempina rakeina. Biotiitin ja sarvivälkkeen ohella tummana mineraalina on usein vähän klinopyrokseenia. Merkkejä metamorfotumisesta ovat mikroskoopissa näkyvät plagioklaasin ( $An_{31-34}$ ) myrmeikiittisyys, rakeiden taipuminen ja granuloituminen ja sarvivälkkeen «rikkaruohorakenne». Tavallisimmat aksessorit ovat apatiitti, granaatti ja zirkoni.

Talluskylän—Saarisen—Pirttijärven vyöhykkeessä (11, 08C,D) on ortopyrokseenipitoisia piihapporikkaita syväkiviä. Ne ovat koostumukseltaan tonaliitteja tai kvartsidioriitteja. Osalla on selvä magmaattinen rakenne, mutta osa näyttää saaneen syväkivimäisen asunsa ja mineraalikoostumuksensa metamorfoosin yhteydessä.

Ortopyrokseenipitoiset granitoidit ovat joko homogeenisia tai haamumaisesti raitaisia ja migmatiittisia (kuva 18). Ne voivat sisältää myös gneissisulkeumia ja välikerroksia. Tummina mineraaleina on biotiittia, sarvivälkettä, ortopyrokseenia ja usein myös klinopyrokseenia. Plagioklaasissa ( $An_{34-38}$ ) ovat antipertiittiset kalimaasälpäsuotaumat yleisiä. Kalimaasälpää on myös erillisinä rakeina, jolloin se on tavallisesti ortoklaasia (joistakin näytteistä on tavattu sekä ortoklaasia että mikrokliinia). Yleisiä aksessoreja ovat apatiitti, opaakki ja zirkoni. Pirt-



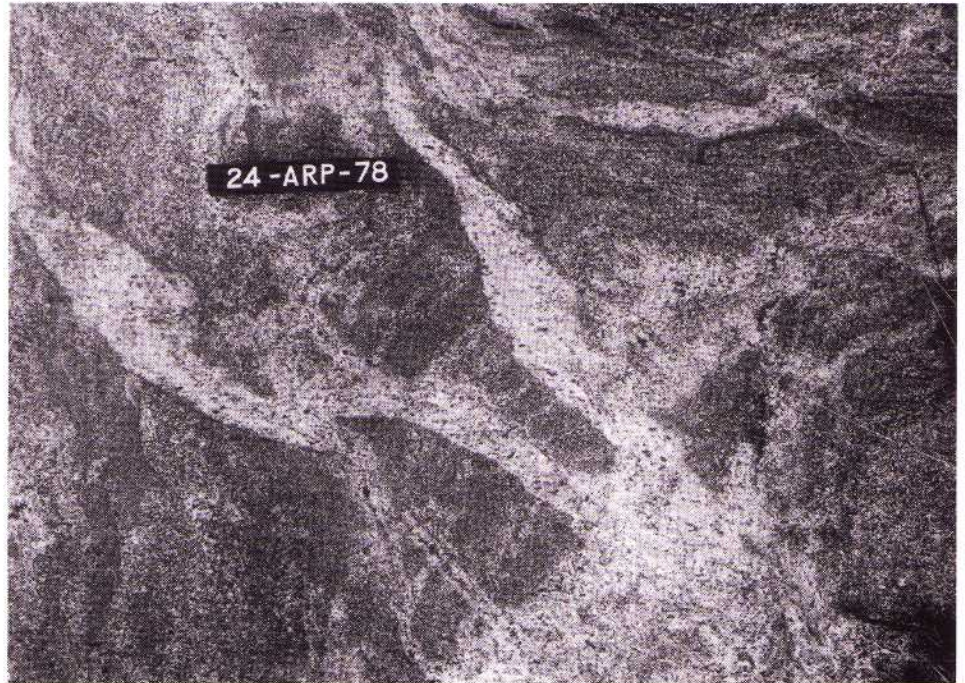
Kuva 17. Granodioriitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 17. Granodiorite. Length of the label is 12 cm.  
 Kylmät mäet, 10B, x = 6989090, y = 3491770

tijärven kaakkoispuolella (08D) on muutamassa paljastumassa karkearakeista hypersteenikvartsidioriittia, jossa on runsaasti granaattia.

Petäjäjärven, Ilkonlammen ja Ohenjärven tienoilla (12A,B, 09C,D) on homogeenista kvartsidioriittia, jossa tummina mineraaleina on biotiittia ja sarvivälkettä, kontaktivyöhykkeessä gabraa vastaan myös pyrokseenia (pääasiassa hypersteeniä). Plagioklaasi ( $An_{31-38}$ ) on usein vyöhykkeistä ja se on kiteytynyt muita mineraaleja suuremmiksi rakeiksi. Kiven sisältämästä kalimaasälvästä suurin osa on antipertiittinä plagioklaasissa. Aksessoreina on tavattu granaattia, apatiittia ja zirkonia. Kahdesta eri näytteestä (Molkanjärvi ja Palokangas) Geologian tutkimuskeskuksen isotooppigeologian yksikössä tehdyt määritykset antoivat zirkonien iäksi 1880 miljoonaa vuotta (taulukko 15; kuvat 30 ja 31).

Säviän liuskejakson itäpuolella (09) on pääkilvilajina jonkin verran heterogeeninen granodioriitti. Sen tummana mineraalina on pääasiassa biotiittia, toisinaan lisäksi sarvivälkettä ja klinopyrokseenia. Granodioriitti on usein ruhjeista ja siinä on myloniittisia »saumoja». Säviän Jyninmäki (09B), josta otetun näytteen zirkonin radiometriseksi iäksi on saatu 1895 miljoonaa vuotta (taulukko 15; kuva 32), edustaa tämän vyöhykkeen granitoideja.

Säviän liuskejakson länsipuolella (09A,B) on gneissimäistä, vaaleaa tonaliittia

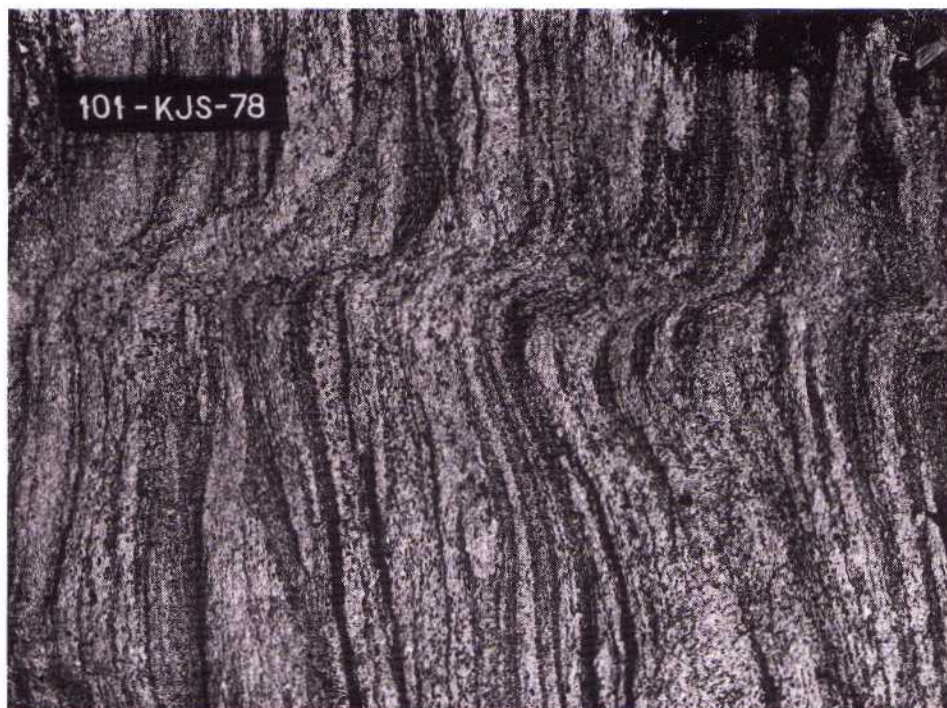


Kuva 18. Heterogeeninen pyrokseenikvartsidioriitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 18. Heterogenic pyroxene quartz diorite. Length of the label is 12 cm.  
 Kiviniemi, x = 6992550, y = 3497260

(taulukko 5, 11; taulukko 12, 4), jossa on sarvivälkegneissi- ja kvartsimaasälpägneissisulkeumia ja -välikerroksia. Tämä kivilajikompleksi sijoittuu stratigrafisesti Säviän liuskejakson alle (Makkonen 1981). Tonaliitin päämineraalit ovat kvartsi ja plagioklaasi ( $An_{27}$ ). Tummia mineraaleja (enimmäkseen sarvivälkettä) on noin 10%. Sarvivälke on muuttunut paikoin diopsidiksi. Yleisiä aksessoreja ovat opaakki, granaatti, apatiitti ja zirkoni.

Peruskarttalehtien 12 ja 11 D alueella on valtakivilajina epähomogeeninen, gneissimäinen tonaliitti (taulukko 12, 5), jolle on ominaista voimakas deformaatio sekä tummien ja vaaleiden aineiden erottumisesta aiheutuva raitainen ja juovainen asu (kuva 19). Epähomogeenisuutta lisäävät graniittiset suonet ja juonet, joiden ansiosta kiven kokonaiskoostumus on muuttunut usein granodioriittiseksi. Päämineraaleina on plagioklaasia ( $An_{27-30}$ ), kvartsi, biotiitti, sarvivälkettä ja toisinaan kalimaasälpää. Tyypillisiä aksessoreja ovat epidootti, titaniitti ja apatiitti. Tätä kivilajia ei ole aina helppo erottaa samalla alueella tavattavista migmatiittituneista, usein tummia raitoja sisältävistä kvartsimaasälpägneisseistä.

Kartta-alueen koillisreunalla (12C,D) leikkaa juovaista tonaliittia ja kvartsimaasälpägneissisiä rapautumispinnaltaan vaalean harmaa, keskirakeinen ja melko homogeeninen kvartsidioriitti. Siihen kuuluu pienirakeisia, puolipinnalliselta vai-



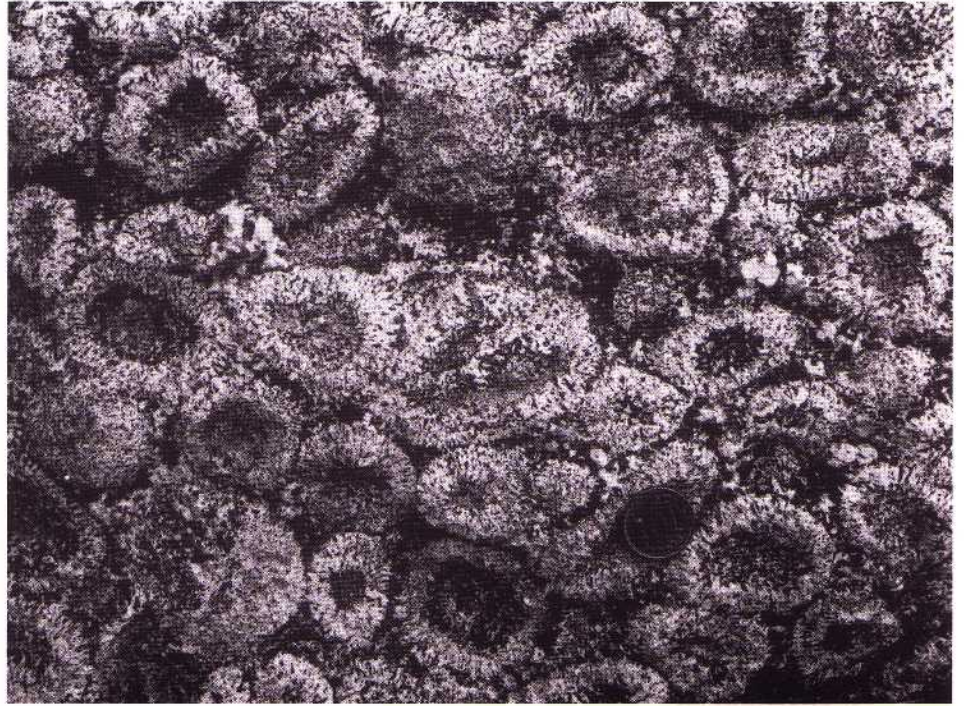
Kuva 19. Juovainen tonaliitti. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 19. Striated tonalite. Length of the label is 12 cm.  
 Nikaransuo, 12B, x = 7009640, y = 3494780

kuttavia reunamuunnoksia. Jäljempänä kuvattu pallokvartsidioriitti liittyy samaan magmatismiin. Kvartsidioriitin pääkomponentit ovat plagioklaasi, sarvivälke ja kvartsi, jota on noin 10 %. Plagioklaasi, joka on koostumukseltaan andesiinia, on usein vyöhykkeistä. Yleisiä aksessoreja ovat titaniitti, apatiitti ja opaakit.

#### Pulkkilanmäen pallokivi

Kallioperäkartoituksen tuloksena löytyi 1978 Maaningan Pulkkilanmäeltä (12D) aikaisemmin tuntematon pallokiviesiintymä. Se sijaitsee homogeenisen kvartsidioriitin ja gneissimäisen granodioriitin kontaktissa. Lähialueen paljastumissa on myös suprakrustisia kiviä, kuten amfiboliittia, raitaista sarvivälkegneissiiä ja kvartsimaasälpagneissiiä. Esiintymä on altaan noin 30 x 150 m ja se on luonnon-suojelulain nojalla rauhoitettu.

Pallokiven (taulukko 12, 12) pallojen koko on 3–8 cm. Ne ovat enimmäkseen kiinni toisissaan (kuva 20). Välejä täyttää kvartsirikas tonaliittinen aines. Tyypillinen pallo on koostumukseltaan dioriittinen ja siinä voi erottaa pienirakeisen keskuksen ja sitä ympäröivän vaaleamman kuoren. Keskus koostuu pla-



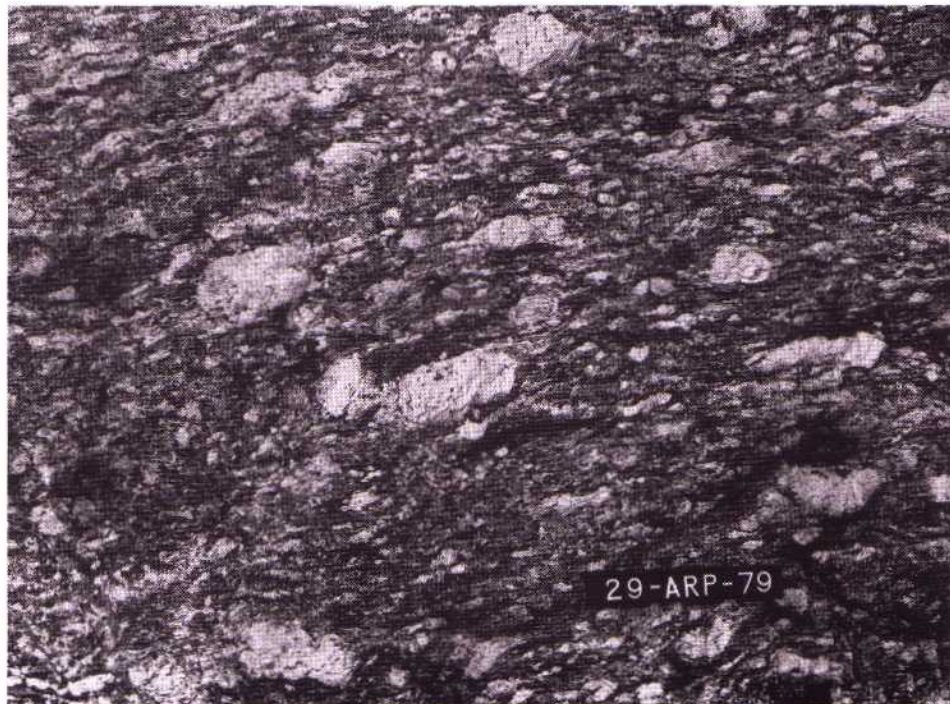
Kuva 20. Pallokvartsidioriitti. Rahan läpimitta 20 mm.  
 Fig. 20. Orbicular quartz diorite. The coin is 20 mm in diameter.  
 Pulkkilanmäki, Maaninka.

gioklaasista ( $An_{45}$ ), biotiitista ja pienestä määrästä kvartsia. Keskukseen ytimenä on usein vielä epidoottikasauma. Joissakin palloissa keskuksena on selvä gneissifragmentti. Kuoren sisempi osa on sarvivälkerikas ja tumma. Ulompi, vaalea osa on kiteytynyt säteittäisesti keskukseen nähden ja koostuu pääasiassa plagioklaasista ( $An_{3-48}$ ) ja sarvivälkkeestä.

Pallokiven vaihettua homogeeniseksi kvartsidioriitiksi pallojen koko pienenee ja niiden ääriiviat tulevat epäselviksi. Kontaktivyöhykkeessä kvartsidioriitti on laikukasta, mutta muuttuu muutaman metrin matkalla tasalaatuiseksi (taulukko 12, 11). Läheltä kontaktia saattaa tasalaatuisesta kvartsidioriitistakin satumoisin löytyä jokunen hyvin kehittynyt pallo.

### Graniitit

Kalimaasälpähajarakeita sisältävät porfyiriset granitoidit ovat pääkivilajina kartta-alueen länsiosassa. Nilakan itäpuolella niitä on hajanaisina esiintyminä liuskeiden ja syväkivien joukossa. Niiden kontaktit muihin kivilajeihin ovat tavallisesti vaihtuvat.



Kuva 21. Porfyyrinen graniitti. Laatan pituus 12 cm.  
*Fig. 21. Porphyritic granite. Length of the label is 12 cm.*  
 Heinäjärvi, 02D, x = 699680, y = 3469440

Kokonaiskoostumukseltaan porfyyriset granitoidit ovat graniitteja tai granodioriitteja (taulukot 6 ja 13). Paikoin kvartsin osuus vaaleista mineraaleista on alle 20 prosenttia, jolloin koostumus on Streckeisenin (1976) luokittelun mukaan kvartsimontsoniittinen tai kvartsimontsodioriittinen. Alueen koillisosassa (12) tavattavat intruusiot ovat jokseenkin homogeenista porfyyristä graniittia.

Tyypillisen porfyyrisen graniitin perusmassa koostuu plagioklaasista ( $An_{20-30}$ ), kvartsista, kalimaasälvästä, biotiitista ja sarvivälkkeestä. Aksessoreina on titaniittia, apatiittia, zirkonia, opaakkia ja epidoottiryhmän mineraaleja. Granodioriittisissa muunnoksissa perusmassa sisältää kalimaasälvää melko vähän ja kalimaasälvän ohella myös plagioklaasi saattaa muodostaa pieniä hajarakeita. Kalimaasälvähajarakeiden koko ja muoto vaihtelevat. Tyypillisimmillään rakeet ovat 2–3 cm:n läpimittaisia, enemmän tai vähemmän kulmistaan pyöristyneitä prismoja. Raetta reunustaa joskus ohut plagioklaasista koostuva kehä.

Kataklastinen liuskeisuus on yleistä porfyyrisissä granitoideissa. Hajarakeet ovat usein deformatuneet soikeiksi «silmiksi» ja kiveä voi monin paikoin nimittää blastomyloniitiksi (kuva 21). Ruhjovat liikunnat ovat ilmeisesti helpottaneet kalirikkaiden ainesten kulkeutumista ja osa porfyyrisistä graniiteista ja granodio-



Kuva 22. Graniittitunutta gabroa läheltä porfyyrisen graniitin kontaktia.  
*Fig. 22. Granitised gabbro near the contact with porphyritic granite.*  
 Kolunvuori, 11D, x = 6996370, y = 3497560

riiteista onkin todennäköisesti syntynyt graniittitumalla. Kartta-alueella on useita paikkoja, missä voi tehdä havaintoja vähittäisestä graniittitumisesta. Eräänä esimerkkinä mainittakoon Talluskylän Asumaisessa (11D) oleva ofiittinen gabro, joka vaihettuu porfyyriseksi graniitiksi muutaman kymmenen metrin matkalla (kuva 22).

Pajunen (1985) on gradussaan määrittänyt porfyyrisen granitoidin kalimaasälpähajarakkeiden trikliinisyyssasteen yhdeksästä peruskarttalehden 07 alueelta valitusta näytteestä. Mittausten mukaan trikliinisyyssaste vaihtelee välillä 0,81—1,00, eli näytteiden kalimaasälpähajarakeet ovat maksimimikrokliinia tai lähellä sitä. Määritystulos puoltaa osaltaan ajatusta hajarakkeiden metasomaattisesta synnystä (op. cit.).

Kartta-alueella on myös tasarakeisia graniitteja (taulukot 6 ja 13). Nilakan länsipuolella porfyyrinen graniitti vaihettuu paikoin keskikarkeaksi, tasarakeiseksi ja pegmatiittisia osueita sisältäväksi graniitiksi, jossa on kataklastisia vyöhykkeitä. Keiteleen Lumimäessä (05 B) on gneissiytyntä graniittia, joka erottuu säteilykartoilla voimakkaana gamma-anomaliana. Säteily aiheutuu normaaliin graniittiin verrattuna poikkeuksellisen korkeasta uraanipitoisuudesta (Äikäs 1986).

Kartta-alueen länsireunalla, Vuorijärven eteläpuolella (02B), on punertavaa, melko vähän tummia mineraaleja sisältävää graniittia, joka jatkuu Viitasaaren (3311) kartta-alueelle (Pipping 1966). Se on suhteellisen karkeaa, tasarakeista ja enimmäkseen suuntautumaton. Graniitin biotiitti on muuttunut usein klooritiksi ja plagioklaasi on serisiittiytynyttä ja pigmenttien värjäämää.

Alueen koillisosassa (12B,D) on gneissimäistä graniittia, jonka kontaktit juovaista tonaliittia vastaan ovat epämääräiset. Graniitissa ovat yleisiä sarvivälkegneissijäänteet ja alkuperältään tunnistamattomat tummat sulkeumat.

### Emäksiset ja ultraemäksiset syväkivilajit

Emäksisten ja ultraemäksisten syväkivien joukossa hypersteenipitoiset gabrot ja dioriitit (taulukot 7 ja 14) muodostavat suurimman ryhmän. Ne ovat luonteenomaisia kartta-alueen itäosassa, liuskeiden ja plagioklaasivaltaisten graniitoidien vallitsemilla alueilla.

Hypersteenipitoiset emäksiset intrusiivikivet ovat tunkeutuneet syvien murren avaamiin rakoihin. Ne ovat raekooltaan enimmäkseen pieni- tai keskiraakeisia ja luonteeltaan usein puolipinnallisia. Niihin liittyy joskus myös karkeita, pegmatoidisia osueita. Gabroilla on usein kumulusemainen tekstuuri ja lähes idiomorfinen plagioklaasi antaa niille ofiittisen tai subofiittisen asun.

Gabrojen mineraalikoostumus vaihtelee. Yleisin on pyrokseenigabro, jonka tummina pääkomponentteina ovat sekä rombinen että monokliininen pyrokseeni. Noriittiset muunnokset, joissa monokliinista pyrokseenia on hyvin vähän, eivät myöskään ole harvinaisia. Toisinaan gabro sisältää pyrokseenien ohella merkittävän määrän oliviinia, jolloin voidaan puhua oliviinigabrosta. Varsinkin ofiittiset gabromuunnokset ovat monesti sarvivälke- ja kummingtoniittirikkaita. Sarvivälke näyttää harvoin primaarilta, useimmiten se lienee syntynyt pyrokseenista uraliittitumalla.

Saarisen länsipuolella (09B,D) on Pielaveden (3314) kartta-alueelle jatkuva emäksinen massiivi, joka on suurimmaksi osaksi keski- tai pienirakeista, koostumukseltaan usein noriittista pyrokseenigabroa. Plagioklaasi on labradoriittia ( $An_{55-65}$ ). Pyrokseenien ohella on tummana mineraalina hiukan biotiittia. Yleisiä aksessoreja ovat opaakit ja apatiitti. Myös vihreää spinelliä on tavattu. Gabrossa on paikoin grafiittipitoisia liuskejäänteitä ja hienorakeisia gabrosulkeumia. Jälkimmäiset ovat todennäköisesti intrusiivin kuoriosasta irronneita kappaleita.

Tervon Saarisenjärven itä- ja eteläpuolella (11A) olevan noin 4,5 km pitkän ja 1 km leveän intrusiivin pääkivilajit ovat pyrokseenigabro, oliviinigabro ja peridotiitti. Ekdahlin (1974) mukaan emäksisten magmojen purkaustieksi on avautunut luode—kaakko -suuntaiseen syvämurrokseen liittyvä lähes N—S -suuntainen tensorako ja intruusio on tapahtunut useassa vaiheessa.

Intrusiivin keskiosassa on peridotiittipatja, jonka päämineraaleina ovat oliviini ja sekä rombinen että monokliininen pyrokseeni. Ohuthieistä voi nähdä, että



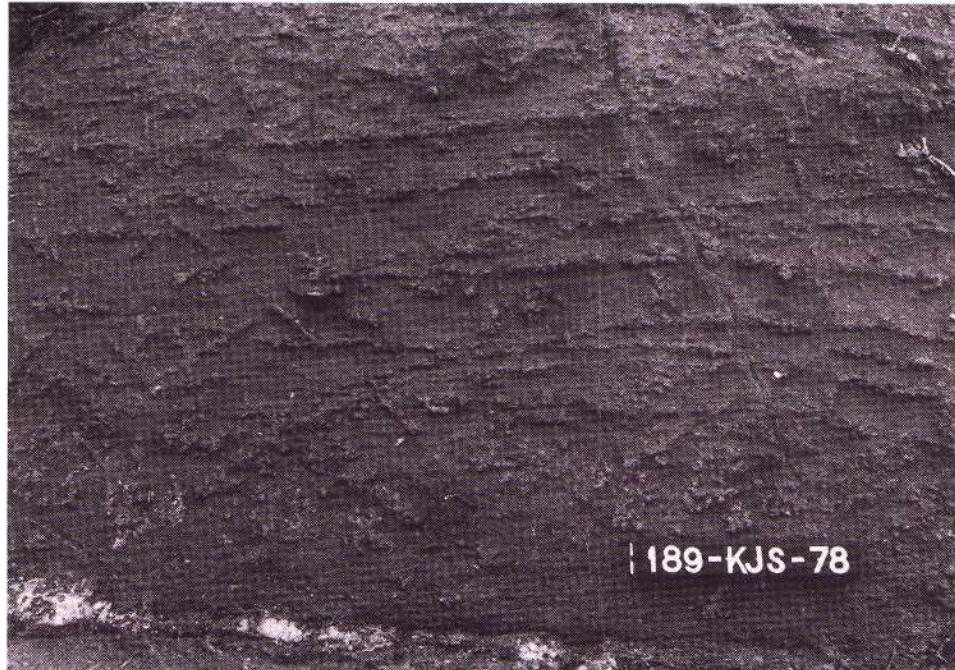


Kuva 23. Ofiittinen gabro. Mittakaavan ruutu 1 cm.  
 Fig. 23. Ophiitic gabbro. Square in the scale is 1 cm.  
 Petäjajärvi, 12B, x = 7006300, y = 3491740

oliviini on alkanut muuttua serpentiiniksi pitkin mineraalin lohkorakoja. Aksessoreista on mainittava sarvivälke, opaakit ja plagioklaasi. Peridotiitissa on osuina karkearakeista pyrokseeniittia, jonka pääkomponenttina on monokliininen pyrokseeni.

Oliviinipitoista gabroa on peridotiittipatjan länsipuolella, Saarisen ja Viitajärven välisellä kannaksella sekä Viitajärven etelärannalla. Pienempiä linssejä on myös peridotiitin itäreunalla. Gabro on keskirakeista, mineraalikoostumukseltaan suhteellisen homogeenista. Liistakkeisen plagioklaasin ( $An_{60-68}$ ) seassa on oliviinirakeita, joiden ympärillä on kelyfiittinen reaktiokehä. Kehän sisäosa on rombista pyrokseenia, ulompi osa on muodostunut sarvivälkkeen ja vihreän spinellin yhteenkasvettumasta. Aksessoreina on monokliinista pyrokseenia, serpentiiniä, opaakkia ja kummingtoniittia (Ekdahl 1974).

Intrusiiviin kuuluvat pyrokseenigabrot vaihtelevat koostumukseltaan. Ne sisältävät tavallisesti sekä orto- että klinopyrokseenia. Paikoin gabron koostumus on noriittinen. Plagioklaasi ( $An_{50-58}$ ) on kiteytynyt lähes omamuotoisina liistakkeina. Myös ortopyrokseeni on toisinaan omamuotoista. Pyrokseenien muuttumistuloksina on kummingtoniittia ja sarvivälkettä. Muuttuminen on erityisen voimakasta gabrojen reunaosissa. Mm. intrusiivin kaakkoislaidalla on leveänä vyöhykkeenä karkeaa gabroa, jossa plagioklaasiliistakkeiden välejä täyttävä inter-



Kuva 24. Pienirakeinen gabro, jossa on granaatin täyttämiä rakoja. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 24. Small-grained gabbro. The cracks are filled with garnet. Length of the label is 12 cm.  
 Petäjäjärvi, 12B, x = 7005680, y = 3492260

kumulusaines on muuttunut sarvivälkkeeksi ja kummingtoniitiksi, ja jossa pyrokseeneja on vain jäänteinä.

Ohenmäen (09 C, 12 A) noin 1,5 x 5 km:n kokoinen gabropahku sisältää dioiriittisia osuuksia. Gabron tummat päämineraalit ovat rombinen ja monokliininen pyrokseeni, sarvivälke ja biotiitti. Aksessoreina on kvartssia, kummingtoniittia, opaakkia ja apatiittia. Varhaisessa vaiheessa syntyneisiin hiusrakoihin on kiteytynyt usein granaattia. Gabroa leikkaavat pienirakeiset, diabaasimaiset juonet, joita puolestaan leikkaavat pegmatiittiset juonet.

Ohenmäen gabrosta pohjoiseen on Petäjäjärven lakkoliittimainen gabroesiintymä (12B). Sen yhteydessä on runsaasti ympäristön kivilajeja lävistäviä diabaasimaisia juonia. Gabro on keski- tai pienirakeista ja usein tekstuurltaan ofiittista (kuva 23). Keskirakeisessa gabrossa on erotettu oliviinipitoinen, hypersteeni-augiittipitoinen ja kummingtoniittipitoinen tyyppi (Rantala 1983). Kaikissa on sarvivälkettä ja usein hiukan biotiittia. Plagioklaasi ( $An_{47-65}$ ) on kiteytynyt vyöhykkeisinä liistakkeina. Pienirakeinen gabro koostuu plagioklaasista ( $An_{45-60}$ ), sarvivälkkeestä, biotiitista, hypersteenistä ja augiitista. Plagioklaasia on paikoin myös hajarakeina. Jäähtymisen varhaisessa vaiheessa gabroon syntyneihin rakkoihin on usein kiteytynyt granaattia (kuva 24).

Talluskylän alueen (11, 10D) emäksisistä magmakivistä suurin osa on suh-



Kuva 25. Pegmatiittijuoni raitaisessa vulkaniitissa. Vasaran pituus 60 cm.  
*Fig. 25. Pegmatitic dyke crosscutting banded volcanite. Length of the hammer is 60 cm.*  
 Kylmälahti, 09B, x = 7007740, y = 3482600

teellisen lähellä pintaa kiteytyneitä juonimaisia tai lakkoliittisiä intrusioita. Koostumukseltaan ne ovat gabroja tai dioriitteja. Ultraemäksinen on Talluskanavan pohjoispuolella (10D) oleva »pahku», joka on pääasiassa serpentiiniytynyttä oliiviinipyrokseeniä.

Talluskylän gabrojen ja dioriittien mikrorakenne vaihtelee ofiittisesta hypidiomorfis-granulaariseen. Niiden päämineraalit ovat plagioklaasi ( $An_{45-65}$ ), orto- ja klinopyrokseeni sekä usein sarvivälke. Pyrokseenien muuttumistuloksena on kummingtoniittia. Graniittisten aineiden vaikutuksesta on syntynyt paikoin kontaminoituneita muunnoksia, joissa on mm. pertiittistä ortoklaasia ja plagioklaasihajarakeita, jotka sisältävät antipertiittisiä suotaumia.

Rantakylän dioriitti (taulukko 7, 1; taulukko 14, 4) kartta-alueen kaakkoiskulmassa (10C) ei kuulu hypersteenipitoisten syväkivien ryhmään. Sen päämineraalit ovat sarvivälke, plagioklaasi ( $An_{45}$ ) ja biotiitti. Aksessoreina on mm. opaakkeja, apatiittia, titaniittia, serisiittia ja karbonaattia. Dioriitti on usein suuntautunutta, raekooltaan keskikarkeaa kiveä. Siinä on paikoin pegmatoidista suoniverkostoa ja osueina tummaa, dioriitin breksioimaa gabroa.



Kuva 26. Amfiboliittia leikkaava emäksinen juoni. Laatan pituus 12 cm.  
 Fig. 26. Basic dyke crosscuts amphibolite. Length of the label is 12 cm.  
 Petäjäjärvi, 12B, x = 7006220, y = 3491160

## JUONIKIVILAJIT

### Graniittiset juonet

Apliittiset ja pegmatiittiset juonet (kuva 25) täyttävät liikuntojen avaamia rakoja ja leikkaavat sekä liuskeita että syväkiviä. Kartta-alueella ne ovat usein ruhjeisia, mikä osoittaa, että liikuntoja on tapahtunut vielä niiden kiteytymisen jälkeenkin.

Leppäselässä (03 C) on pegmatiittista graniittia (taulukko 13, 3) juonina arkosiittimaisessa gneississä. Juonet ovat enimmäkseen liuskeisuuden suunnassa, ja ne ovat gneissin tavoin jonkin verran kataklastisia. Pegmatiitin kalimaasälpä on pääasiassa antipertiittisinä suotaumina plagioklaasissa ( $An_{7-}$ ). Honkasaarilla (06D) ja Kuivaniemellä (06C) on ruhjeista pegmatiittia, joka leikkaa biotiittisarvivälkegneissiiä. Pegmatiitissa on aksessoreina granaattia ja magnetiittia, eräistä juonista on tavattu myös turmaliinia.

Kvartsidioriittia leikkaavat apliitti- ja pegmatiittijuonet ovat yleisiä mm. Tervon Koivujärvellä (10B). Pielaveden Kivimäessä ja Ohenmäessä (09C) on kvartsidioriittia leikaavia pegmatiittisia graniittijuonia, jotka voivat olla jopa kymmeniä metrejä leveitä.

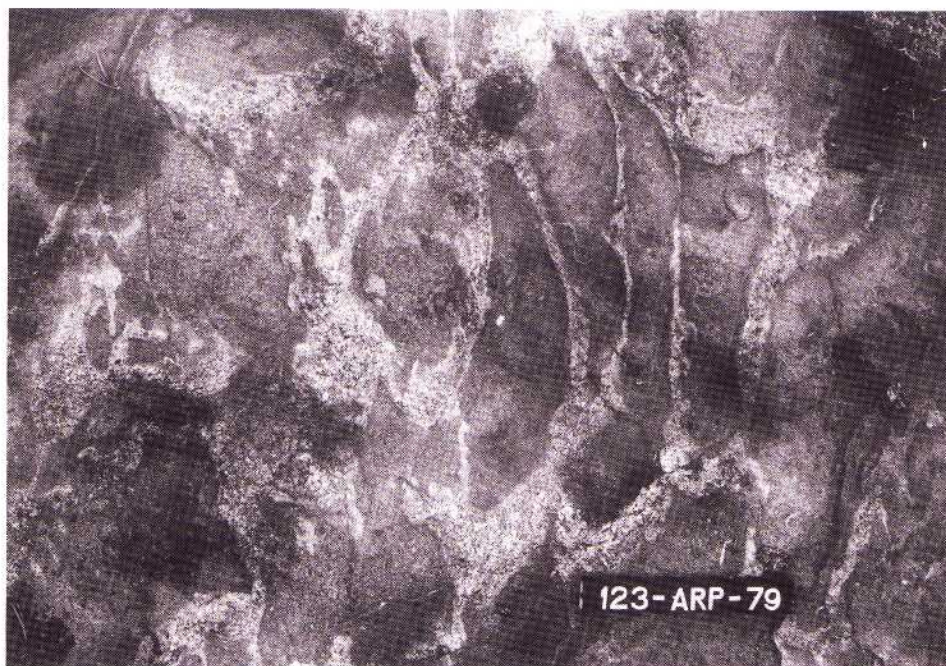


Kuva 27. Kvartsidioriittia leikkaavia apliittijuonia lävistävä gabromainen juoni. Laatan pituus 12 cm.  
*Fig. 27. Gabbroic dyke cutting aplite dykes, which in turn intersect quartz diorite. Length of the label is 12 cm.*

Majakangas, 12A, x = 7004090, y = 3491230

Graniittiset juonet leikkaavat paikoin graniittisia syväkiviä. Lumimäen graniitissa (05B) on tavattu jokunen turmaliinia sisältävä juoni, joissa on tyypillinen vyöhykerakenne: kalimaasälpärikkaat reunat ja pääasiassa kvartsista koostuva keskus. Hamulan Kansanmäessä (05A) leikkaavat porfyyristä graniittia apliittiset juonet. Kiukooaholla (11D), Varpasmaalle vievän metsäautotien varressa, on paljastuma, jossa punaista kirjomaasälpää sisältävä pegmatiitti leikkaa gneissiytynyttä graniittia. Pegmatiittiset juonet eivät ole graniiteissa kuitenkaan kovin yleisiä. Tavallisempia niissä ovat pegmatiittiset, kontakteiltaan epämääräiset osuudet.

Pegmatiittijuonet leikkaavat myös emäksisiä intrusiivikiviä. Partakankaalla (09B) leveä ruhjeinen pegmatiittinen juoni lävistää pyrokseenigabroa. Pegmatiittisia, paikoin vyöhykerakenteisia juonia on myös Saarisjärven (11A), Ohenmäen (12A) ja Petäjäjärven (12B) intrusiiveihin kuuluvissa kivissä. Petäjäjärven alueella on lisäksi apliittisia juonia, jotka ovat intrusiiviin liittyviä gabromaisia juonia vanhempia, mutta leikkaavat kvartsidioriittia (kuva 26).



Kuva 28. Emäksisen juonen »tyynylaavarakenne«. Mobiloitunut kvartsidioriitti. muodostaa välimassan. Laatan pituus 12 cm.

*Fig. 28. »Pillow lava structure» in a basic dyke. The groundmass consists of mobilized quartz diorite. Length of the label is 12 cm.*

Petäjäjärvi, 12B, x = 7006100, y = 3490180

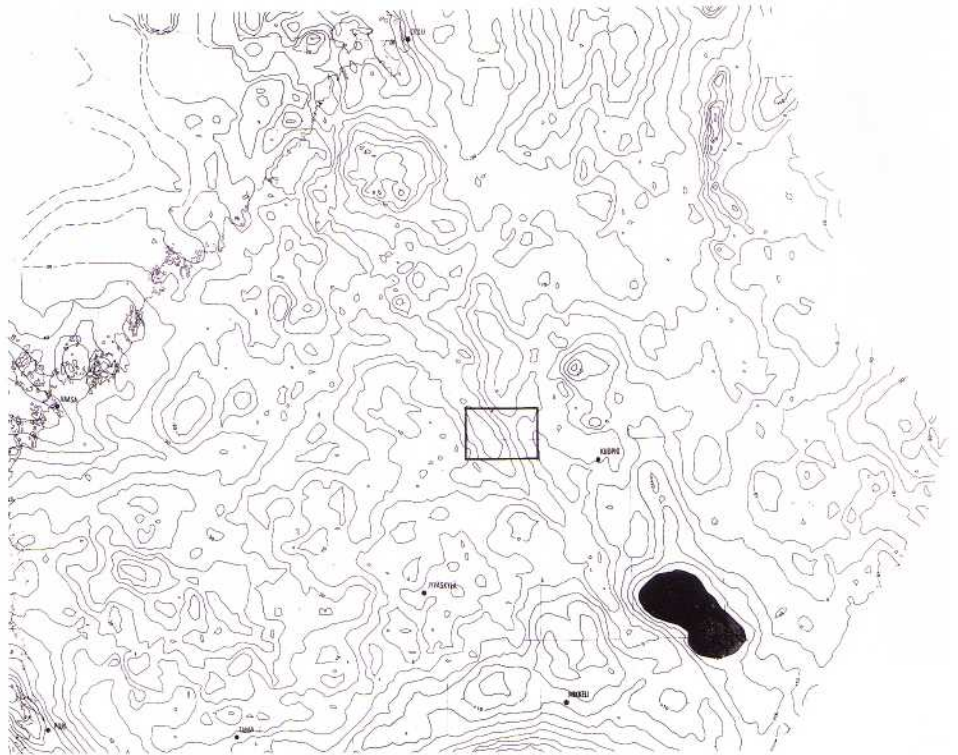
### Gabromaiset juonet

Sama emäksinen magmatismi, joka on tuottanut pyrokseenipitoisia gabroja ja dioriitteja, on synnyttänyt myös puolipinnallisia juonia (taulukko 7, 7; taulukko 14, 6). Maastossa on joskus vaikea ratkaista, täytyisikö pienirakeista emäksistä kiveä nimittää ofiittiseksi gabroksi vai diabaasiksi. Juonet leikkaavat paitsi liuskeita myös syväkiviä kuvat (26 ja 27). Vain porfyysiset graniitit ja eräät pegmatitit ovat emäksisiä juonia nuorempia.

Juonilla ei ole kovin tarkkaan määriteltävää suuntaa eivätkä ne myöskään esiinny selvinä parvina. Niiden leveys vaihtelee puolesta metristä muutamaan metriin. Petäjäjärven eteläpuolella ofiittinen gabro ja siihen liittyvä juonien verkosto muodostavat paikoin eräänlaista jättibreksiaa. Pienirakeisessa gabrossa on kvartsidioriittia metrien tai kymmenien metrien läpimittaisina murskaleina.

Juonessa on tavallisesti ohut, pienirakeinen jäähtymisreuna. Kvartsidioriittiin tunkeutuessaan emäksinen magma näyttää aiheuttaneen paikoin sivukivessä osittaista sulamista. Eikoisia ovat tyynylaavamaiset rakenteet, joissa emäksisten »tyynujen» välimassan muodostaa mobiloitunut kvartsidioriitti (kuva 28).

Juonten perusmassa koostuu plagioklaasista ( $An_{45-60}$ ), sarvivälkkeestä, puna-



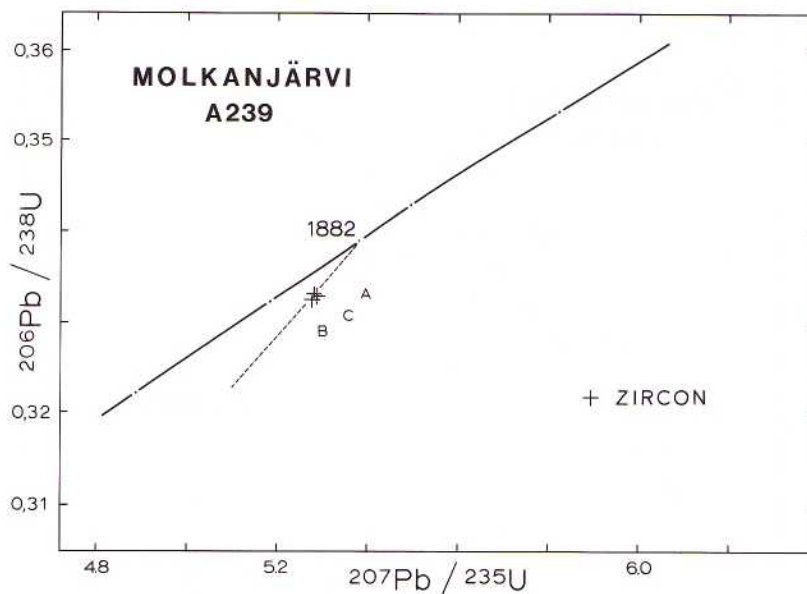
Kuva 29. Vesannon kartta-alueen sijainti painovoimakartalla  
(A. Kiviniemen laatima bouguer-anomaliakartta).

*Fig. 29. Location of the Vesanto map-sheet area on the bouguer-anomaly map compiled by A. Kiviniemi.*

ruskeasta biotiitista ja pyrokseeneista. Uraliittikasaumia ja vyöhykkeistä plagioklaasia on hajarakeina. Yleisiä aksessoreja ovat kvartsi, opaakit ja apatiitti.

#### KIVILAJIEN IKÄSUHTEISTA, METAMORFOOSISTA JA DEFORMAATIESTA

Vesannon kartta-alue kuuluu Laatokasta Perämereen ulottuvaan vyöhykkeeseen, jota luonnehtivat kaakko—luode -suuntaisten siirrostien parvet ja hypersteenipitoiset syväkivi-intruusiot. Tälle vyöhykkeelle on tyypillistä maankuoren lohkorakenne (mm. Marttila 1976, Korsman et al. 1984), mitä ilmentävät mm. jyrkät muutokset metamorfoosiasteessa sekä gravimetrisellä kartalla näkyvät painovoimakentän epäjatkavuudet (kuva 29). Pitkään jatkuneiden liikuntojen seurauksena alue muistuttaa geologialtaan suurimittakaavaista mosaikkia, jonka vierekkäisilläkin lohkoilla saattaa olla erilainen kehityshistoria. Kuori stabiloitui vii-



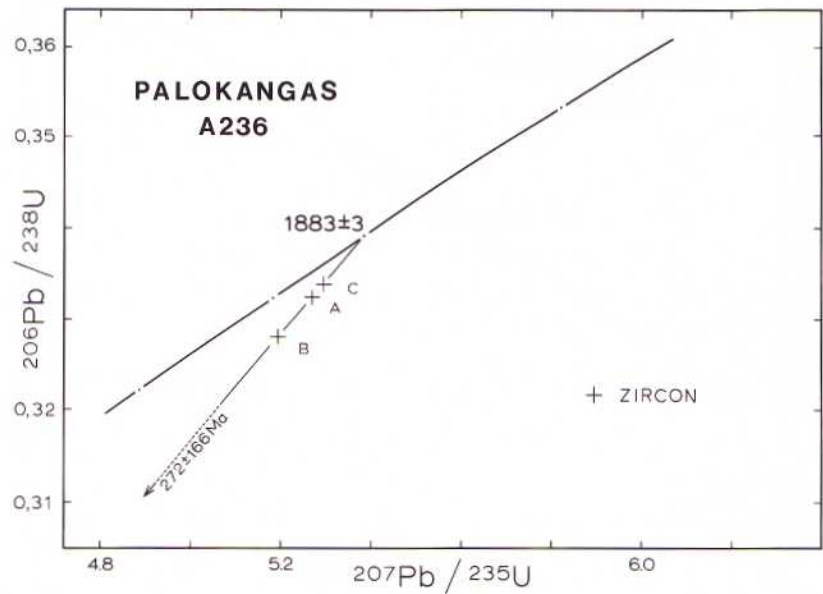
Kuva 30. Konkordiadiagrammi Molkanjärven kvartsidioriitin zirkonifraktioille. Kts. taulukko 15.  
Fig. 30. Concordia plot for zircon fractions from the Molkanjärvi quartz diorite. See table 15.

meistään varhaisproterotsooisen kauden lopulla, mutta maanjäristysmittaukset osoittavat että vanhat siirrokset saattavat «elää» vielä nykyäänkin (Penttilä 1964, Talvitie 1971). Maankuoren kehitys tässä vyöhykkeessä on kompleksinen tapahtuma, jonka vaiheiden selvittämisessä on vasta päästy alkuun (esim. Korsman (ed.) 1986, 1988).

Yleiseltä iältään kallioperä on varhaisproterotsooista. Se edustaa svekokarjalaisen vuorijonovyöhykkeen arkeoiseen kratoniin rajoittuvaa reunaosaa, jonka useat tutkijat rinnastavat laattatektonisen mallin mukaiseen vulkaaniseen saari-kaareen (esim. Koistinen 1981). Pääosa liuskeista on alkuperältään orogenian aikana purkautuneita vulkaniitteja ja näiden rapautumistuotteita, mutta todennäköisesti myös kratoniin kuuluvien kivien rapautuessa syntyneitä sedimenttejä on mukana. Kohoamisen ja kulutuksen tuloksena on nyt esillä maankuoresta leikkauksia, joiden kivilajit ovat kiteytyneet suhteellisen syvällä. Intrusiivikivilajeja on runsaasti ja metamorfoosin jäljiltä liuskekivilajeissa on melko harvoin nähtävissä primaarisia rakenteita.

Kontaktisuhteiden perusteella kartta-alueen nuorimman kivilajiryhmän muodostavat porfyiriset, rakenteeltaan usein blastomyloniittiset graniitit ja grandidioriitit. Niiden sijainti osuu pääpiirteissään yksiin ns. »gravimetrisen haudan» kanssa — alueen, jolla painovoima on poikkeuksellisen alhainen. On ajatelta-





Kuva 31. Konkordiadiagrammi Palokankaan kvartsidioriitin zirkonifraktioille. Kts. taulukko 15.  
 Fig. 31. Concordia plot for zircon fractions from the Palokangas quartz diorite. See table 15.

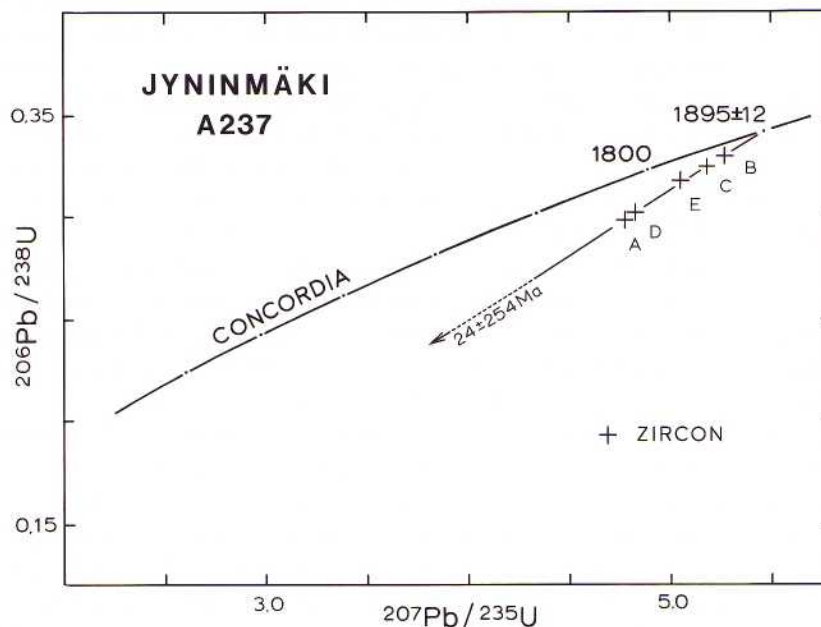
vissa, että läpikotaiset, ruhjovat liikunnat ovat avanneet -kanavat- kalirikkaille aineksille, jotka ovat saaneet aikaan kallioperän graniittutumisen usean kilometrin paksuudelta. Graniittisille kiville ominainen, verraten alhainen keskitiheys selittäisi siten näiltä osin tämän negatiivisen painovoima-anomalian (Elo 1983).

Porfyyrisiä granitoideja vanhempia ovat ofiittiset pyrokseenipitoiset gabrot ja gabroihin liittyvät puolipinnalliset juonet, jotka puolestaan leikkaavat tasarakaisia plagioklaasivaltaisia granitoideja.

Pääosa plagioklaasivaltaisista granitoideista on ns. synkinemaattisia plutoniitteja, jotka ovat tunkeutuneet paikoilleen poimutuksen kulminaatiovaiheessa noin 1,9 miljardia vuotta sitten. Tähän magmaattiseen pulssiin ajoittuneeseen myös pintasyntyisten kivien metamorfoosin päävaihe. Ofiittiset gabrot ovat vain hiukan nuorempia. Gabropegmatoidista separoidun zirkonin ikä Tervon Saarisenjärveltä on 1873 miljoonaa vuotta (Ekdahl 1983).

Orogenian varhaisempaa vaihetta edustaa Leväniemen vulkaniittijakson länsipuolelta (09A,B) löytyvä kivilajikompleksi, johon kuuluu happamia ja emäkisiä gneissejä sekä näitä gneissejä leikkaavaa, deformatunutta tonaliittia. Se on asemansa ja tektonisen rakenteensa puolesta rinnastettavissa Pielaveden Kirkosaaren kvartsidioriittiseen gneissiin, jonka zirkonin iäksi on saatu 1937 mil-

1925 (Ekdahl)



Kuva 32. Konkordiadiagrammi Jyninmäen granodioriitin zirkonifraktioille. Kts. taulukko 15.  
 Fig. 32. Concordia plot for zircon fractions from the Jyninmäki granodiorite.  
 See table 15.

joonaa vuotta (Ekdahl 1983).

Plagioklaasivaltaisten granitoidien ajoittamiseksi on kolmesta näytteestä analysoitu zirkonit Geologian tutkimuskeskuksen isotooppi-geologian yksikössä (taulukko 15; kuvat 30, 31 ja 32).

Molkanjärveltä (12B) ja Palokankaalta (09C) otettujen kvartsidioriittinäytteiden zirkonien ikä on 1880 miljoonaa vuotta. Zirkonien ehdoton omamuotoisuus viittaa niiden kiteytyneen pitkälle differentioituneesta silikaattisulasta. Molkanjärven kvartsidioriitissa neodyymin isotooppisuhdetta kuvaava  $\epsilon_{Nd}$ -arvo on  $-1,4 \pm 0,9$ . Sen on tulkittu merkitsevän sitä, että kivilajin lähtömateriaalissa on mukana pieni komponentti arkeista kuorta, pääosan ollessa peräisin vaipasta ja iältään varhaisproterotsooista (Huhma, 1986).

Säviän Jyninmäen granodioriitista (09B) otetun näytteen zirkonin radiometrisiksi iäksi on saatu 1895 miljoonaa vuotta, mikä on, virherajat huomioon ottaen, sama kuin Molkanjärven ja Palokankaan kvartsidioriitin zirkonien ikä. Myös Jyninmäen zirkonit ovat hyvin idiomorfisia ja läpinäkyvän kirkkaita, mikä osoittaa niiden primaaria luonnetta.

Alueen koilliskulman juovainen ja deformatunut tonaliitti-granodioriitti saattaa edustaa arkeiseen pohjakompleksiin kuuluvaa lohkoa. Se on saman kaltaista kuin Särkimäen—Löytynjärven alueen (3332 01A) tonaliittinen tai kvartsi-

dioriittinen migmatiitti, joka Paavolan (1988) mukaan kuuluu pohjakompleksiin.

Kartta-alueen liuskeet ovat pääosaltaan svekokarjalaisen orogonian aikana kerrostuneita sedimenttejä ja vulkaniitteja. Ne ovat tektonisten liikuntojen seurauksena joutuneet syvälle maankuoreen, missä ne ovat metamorfoituneet eli niiden mineraalit ovat kovassa paineessa ja kuumuudessa kiteytyneet uudelleen. Paikoin ne ovat alkaneet myös sulaa, jolloin on syntynyt migmatiitteja. Kiteytymisen aikainen lämpötila, paine, höyryfaasin osuus ja kiven koostumus ovat määränneet uuden mineraalitasapainon, joten metamorfoosissa syntyneiden mineraalien perusteella voidaan tehdä päätelmiä uudelleenkiteytymisen aikana vallinneista olosuhteista. Orogonian aikana maankuoressa syntyneet jännitykset ovat purkautuneet liikuntoina, jotka ovat aiheuttaneet kivilajien poimuttumista ja liuskettumista. Kiven koostumus, vallitseva paine, lämpötila, jännityksen laatu ja liikunnan nopeus ovat määränneet deformaation.

Metamorfoosin päävaiheen aikainen voimakas deformaatio peittää useimmiten alleen sekä kerrostumisrakenteet että merkit varhaisemmasta deformaatiosta. Poimutus on usein hyvin tiukkaa, lähes isokliinista, ja siihen liittyy voimakas akselitasoliuskeisuus. Synkinemaattiset granitoidit olivat jo mukana tässä deformaatiossa. Puristuksen suunnan vaihtuminen aiheutti paikoin sekundaarista poimutusta. Myöhemmin, kuoren kiinteytyessä, deformaatiotyylly muuttui jäykemmäksi. Se ilmenee blastisia rakenteita leikkaavana ja deformaivana kataklastisena liuskeisuutena, joka näkyy erityisen voimakkaana määrättyissä siirrosvyöhykkeissä. Kartta-alueen keski- ja länsiosissa esiintyy selvä, enemmän tai vähemmän kataklastinen deformaatio suunnassa  $315^\circ$ . Samassa suunnassa ovat usein porfyyrusten, blastomyloniittisten granitoidien kalimaasälpähajarakeet. Liuskettumiseen liittyvä voimakas uudelleenkiteytyminen ja kalimetatomatoosi osoittavat, että tämä deformaatio tapahtui suhteellisen syvällä ja sen aikana liikkui runsaasti granitisoivia aineksia. Kartta-alueen keskiosissa pohjois—eteläsuuntaiset myloniitit leikkaavat  $315^\circ$ -suuntaista liuskeisuutta. Nämä ruhjeet ovat kehittyneet paikoin ultramyloniteiksi (Pajunen 1985).

Kartta-alueen länsiosassa liuskeet ovat sulkeumina porfyyrisen graniitti-granodioriitin joukossa. Emäksisten ja intermediaaristen gneissien tyypillisinä päämineraaleina esiintyvät vihreä sarvivälke ja andesiininen plagioklaasi. Kiillegneissit ovat lievästi migmatiittisia ja koostuvat pääasiassa biotiitista, plagioklaasista ja kvartsista. Mineraaliseurueet osoittavat uudelleenkiteytymisen tapahtuneen amfiboliittifasioksen olosuhteissa, mikä vastaa noin  $650^\circ\text{C}$ :n kiteytymislämpötilaa ja 3—4 kilobaarin painetta. Tällaiset olosuhteet ovat vallinneet kiteytymisen aikana maankuoressa 10—15 km:n syvyydessä (Miyashiro 1973).

Kiillegneisseissä ja happamissa gneisseissä on paikoin muskoviittia, jonka esiintyminen viittaa vesihöyrypitoisen faasin aktiiviin osuuteen ja liittyy ilmeisesti metamorfoosin päävaiheen jälkeen ruhjevyyöhykkeissä tapahtuneeseen uudelleenkiteytymiseen.

Myös kartta-alueen keskiosista tavataan amfiboliittifasiokselle tyypilliset mineraaliseurueet. Kiillegneissit ovat paikoitellen enemmän tai vähemmän migma-



Kuva 33. Migmatiittitunut raitainen vulkaniitti. Kompassi 12 cm.  
 Fig. 33. Migmatized banded volcanite. Compass measures 12 cm.  
 Vehkalampi, 11D, x = 6997540, y = 3495850

tiittisiä biotiittiplagioklaasigneissejä, joille on ominaista plagioklaasirakeiden voimakas metamorfinen kasvu (blasteesis). Granaatti on kiillegneisseissä jokseenkin yleinen aksessori. Migmatiittituneiden vyöhykkeiden suoniaines koostuu enimmäkseen plagioklaasista ja kvartsista, mutta mukana on paikoin myös graniittista leukosomia. Intermediaariset gneissit koostuvat plagioklaasista, sarvivälkkeestä, kvartsista ja biotiitista. Niissä on toisinaan lisäaineksina granaattia ja kummingtoniittia. Eräissä Tervon kirkonkylän ympäristön tonaliiteissa ja pintasyn-tyisissä kivissä (lehti 10) on kummingtoniitissa hypersteenijäänteitä, mistä on päätelty, että metamorfoosin huipentuma on tapahtunut lähes granuliittifasieksen olosuhteissa (Pajunen 1986). Etenkin myloniittivyöhykkeissä voi havaita retrogradista uudelleenkitetyymistä, kuten sarvivälkkeen epidoottiutumista ja biotiitin muuttumista kloriitiksi.

Metamorfoosi on saavuttanut granuliittifasieksen olosuhteet kartta-alueen itäosissa, vyöhykkeessä, jolle ovat tyypillisiä pyrokseenigabrointruusiot ja nebuliittiset, pyrokseeni-, kummingtoniitti- ja sarvivälkepitaisia gneissimurskaleita sisältävät migmatiitit. Korkean asteen metamorfoosilla ja hypersteenipitoisia syväkiviä tuottaneella magmatismilla onkin ilmeinen geneettinen yhteys. Hypers-

teeni indikoi granuliittifasiesta myös tämän vyöhykkeen granitoidisissa syväkivissä. Tonaliteissa tavataan mineraaliseurue, johon kuuluvat plagioklaasi, kvartsi, biotiitti, sarvivälke ja hypersteeni. Vulkaanisperäiset emäksiset ja intermediaariset gneissit ovat osittain migmatiittisia (kuva 33) ja sisältävät ortopyrokseenin ohella klinopyrokseenia, paikoin myös sarvivälkettä ja kummingtoniittia. Hypersteeniä on (jäänteinä) myös granaattikordieriittiantofylliittigneisseissä.

Nebuliittisissa kiillegneisseissä biotiitin ohella yleisiä tummia mineraaleja ovat granaatti, kordieriitti ja paikoin sillimaniitti. Metamorfoosin päävaiheen aikana kiteytynyt kalimaasälpä on ortoklaasia. Myös hypersteeniä on tavattu granaatti- ja kordieriittipitoisista kiillegneisseistä.

Viereisellä Pielaveden (3314) kartta-alueella on metamorfinen lohko, joka kivilajeiltaan ja mineraaliseurueiltaan muistuttaa Vesannon kartta-alueen granuliittifasieksessa metamorfoituneita kiviä ja todennäköisesti kuuluu näiden kanssa samaan tektonis-stratigrafiseen yksikköön. Mineraalireaktioihin perustuvilla mittauksilla Pielaveden lohkon metamorfoosin kulmination on todettu tapahtuneen granuliittifasieksessa 800—880°C:n lämpötilassa ja  $5.5 \pm 1$  kb paineessa (Hölttä 1988).

#### TALOUDELLISIA AIHEITA

Raahan tienoilta Laatokalle ulottuva geologinen vyöhyke, jota malminetsijät ovat sanoneet maamme »sulfidimalmien päävyöhykkeeksi» (esim. Kahma 1973), kulkee Vesannon kartta-alueen kautta. Alueelta onkin löytynyt useita arvometallien mineralisaatiota, jotka antavat viitteitä myös taloudellisesti merkittävien esiintymien mahdollisuudesta.

Pitkään ajankohtaisena säilynyt malminetsintöjen aihe on nikkelin ja kuparin rikastuminen emäksisissä intrusiivikivissä, jollaisia on erityisesti korkean metamorfoosiasteen luonnehtimassa ympäristössä Nilakan itäpuolisilla alueilla. Pieniä kupari- ja nikkelpitoisia kiisuuntumia on löytynyt mm. Talluskanavalta ( $x = 6988910$ ,  $y = 3495920$ ), Luvelahdesta ( $x = 6992640$ ,  $y = 3494130$ ) Saarisenjärveltä ( $x = 6993750$ ,  $y = 3491050$ ) ja Tuliniemestä ( $x = 6991325$ ,  $y = 3486750$ ), jotka kaikki kuuluvat Tervon kuntaan.

Toisena malmitutkimusten erityiskohteena kartta-alueella ovat olleet vulkaanisperäiset kivet ja niiden joukossa erityisesti ne, joiden kemiallinen koostumus on purkautumisen jälkeen hydrotermisesti muuttunut ja joista on sitten metamorfoosissa syntynyt erilaisia, tavallisesti kordieriittipitoisia gneissejä. Näihin muuttuneisiin vulkaniitteihin on todettu liittyvän kuparin ja sinkin mineralisaatioita. Esimerkkinä voi mainita Säviän malmitutumavyöhykkeeseen kuuluvan Leväniemen mineralisaation ( $x = 7008000$ ,  $y = 3482800$ ) Pielaveden kunnassa. Siinä malmin isäntäkivenä on antofylliitti- ja granaattipitoinen kordieriittigneissi.

## RETKEILYKOHTEITA

Karimäki (01A, x = 6984350, y = 3460160). Kvartsidioriitti.  
 Hyödynkylä (02D, x = 6999500, y = 3465180). Porfyyrinen graniitti.  
 Leppäselkä (03C, x = 7001680, y = 3468360). Kvartsimaasälpagneissi.  
 Hanhiselkämä (04D, x = 6986300, y = 3478050). Graniitti.  
 Jauhiala (06A, x = 7000400, y = 3470960). Sarvivälkegneissi.  
 Iivarinmäki (07A, x = 6983620, y = 3483260). Kataklastisia syväkiviä ja liuskeita.  
 Utrianlahti (08C, x = 6991200, y = 3485810). Migmatiittinen kiillegneissi.  
 Kalliokangas (08A, x = 6995000, y = 3481520). Blastiittinen kiillegneissi.  
 Hattumäki (09D, x = 7006170, y = 3486540). Myloniitti.  
 Leväniemi (09B, x = 7008090, y = 3482860). Granaattikordieriittiantofylliittigneissi.  
 Saarisenranta (09B, x = 7008290, y = 3484940). Pyrokseenigabro.  
 Molkanjärvi (09C, x = 7005140, y = 3489560). Emäksisiä juonia kvartsidioriitissa.  
 Rantakylä (10C, x = 6981740, y = 3497800). Dioriitti.  
 Kylmät mäet (10B, x = 6989090, y = 3491770). Tonalitti.  
 Kiviniemi (11C, x = 6992550, y = 3497260). Pyrokseenikvartsidioriitti.  
 Tallusniemi (11C, x = 6992660, y = 3496130). Kiillegneissi (schollen-migmatiitti).  
 Nikaransuo (12B, x = 7009640, y = 3494780). Juovainen granodioriitti.

**Summary:**

## PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE VESANTO MAP-SHEET AREA

**Introduction**

The Vesanto map-sheet area is located in western Savo, about 60 km WNW of Kuopio. The bedrock of the area has previously been described on the 1:400 000 Kuopio map sheet of pre-Quaternary rocks and in the explanation to it (Wilkman 1933, 1938).

The rocks are early Proterozoic in age, and the area represents a marginal part of the Svecokarelian orogenic zone that borders an Archaean craton. The geology is characterized by abundant plutonic rocks, and by fracture zones that divide the crust into blocks. The northwest—southeast trending fracture zone dissecting the map-sheet area forms the basin for Lake Nilakka. In the west of the zone, granitic plutonic rocks of the extensive central Finland granite area predominate, and in the east plagioclase-bearing plutonic rocks and metamorphic rocks of the Savo schists.

The supracrustal rocks have been metamorphosed into quartz-feldspar gneisses, mica gneisses, hornblende gneisses, amphibolites and pyroxene gneisses. The primary structural features have been erased by metamorphism to such an extent that the origin of the rocks can seldom be established.

The silicic plutonic rocks are granites, granodiorites, tonalites and quartz diorites in composition. On the map, the hue of the granites distinguishes them from the plagioclase-predominant granitoids, which are marked with the collective base colour. Only some distinctive granitoid variants are marked with overprints. The porphyritic granitoid with potassium feldspar phenocrysts, which is the dominant rock type in the west of the map-sheet area, varies from granite to granodiorite in total composition.

Gabbros are the dominant mafic plutonic rocks. They are common particularly in the east of the map-sheet area, where metamorphism and migmatization of the supracrustal rocks have advanced farthest. The gabbros, which are mainly hypersthene-bearing, include hypabyssal ophitic variants.

### Supracrustal rocks

The quartz and feldspar-rich gneisses interpreted as deriving from sands formed mainly through weathering are marked with a yellow base colour on the map. They include pink variants containing potassium feldspar and grey variants with plagioclase as the dominant feldspar. The gneisses rich in potassium feldspar are fairly homogeneous, whereas the silicic biotite-plagioclase gneisses, which are in places banded due to dark hornblende-rich layers, grade into biotite-hornblende gneisses. However, the difference between the gneisses is not very sharp.

The rocks metamorphosed into mica gneisses were originally sand and clay sediments, which, in the middle and east of the map-sheet area, were also intermixed with volcanic tuff. Quartz-feldspar, hornblende, cummingtonite and pyroxene gneisses occur as interlayers. The mica gneisses are often migmatized into veined gneisses (Fig. 5); those in the middle of the map-sheet area (08) are characterized by intense growth of plagioclase porphyroblasts (Fig. 6). In the east, in the area of map sheet 11, the pelitic rocks are intensely migmatized, often almost nebulitic gneisses (Fig. 8) with a plutonic neosome containing bands of biotite and aluminosilicates.

In the middle and east of the map-sheet area there is a volcanic rock association as indicated by relict structures. It contains acidic, intermediate and mafic gneisses, together with anthophyllite and cordierite-bearing variants.

The «amphibolite and hornblende gneiss» on the map covers all the mafic and intermediate hornblende gneisses of unknown origin. These may include both volcanic and sedimentary rocks and possibly also gneissoid plutonic rocks.

### Plutonic rocks

Three quarters of the bedrock in the map-sheet area comprises various silicic plutonic rocks. Porphyritic granite-granodiorites predominate in the west, and equigranular plagioclase granitoids east of Nilakka. Equigranular potassium granites are also encountered here and there.

Plagioclase-dominant granitoids (Tables 5 and 12), most of them tonalites, are usually well oriented and equigranular; occasionally the granodiorites exhibit weakly developed porphyritic structure. Biotite and hornblende are the major dark minerals; in the east of the map-sheet area there are also orthopyroxene-bearing variants. Intensely deformed, heterogeneous gneissoid tonalite with a striated structure due to the separation of light and dark minerals into discrete bands (Fig. 19) prevails in the northeast.

Porphyritic granitoids with potassium feldspar phenocrysts are granites or granodiorites in total composition. In places they show blastomylonitic structures in which the phenocrysts are often deformed into oval augen (Fig. 21). As fractures obviously facilitated the migration of potassium-rich fluids, some of the porphyritic granites are probably products of granitization.

Hypersthene gabbros and diorites predominate in the mafic plutonic rocks (Tables 7 and 14). They are common in the east of the map-sheet, in areas of high-grade metamorphism, where they have intruded the joints opened by deep fractures or occur as laccolites. The gabbros, which often exhibit cumulus structure, are ophitic or subophitic due to the presence of almost idiomorphic plagioclase.

### Dyke rocks

Aplitic and pegmatitic dykes (Fig. 25) intrude both schists and plutonic rocks. In the granitic plutonic rocks, pegmatitic portions with ill-defined contacts are more common than the proper dykes. The dykes are often fractured, indicating that movements continued after crystallization. The hypersthene-bearing mafic intrusive rocks are accompanied by hypabyssal dykes (Fig. 27) which are occasionally coarse-grained and ophitic in structure. Some of the pegmatite dykes cut these mafic dykes, while some others are older than them.

### Age relations, metamorphism and deformation of the rocks

The Vesanto map-sheet area is part of the zone extending from Lake Ladoga to the Bothnian Bay, which is characterized by southeast—northwest trending swarms of faults and hypersthene-bearing plutonic intrusions. Typical of the zone is the crustal block structure (Marttila 1976, Korsman et al. 1984) indicated by sharp changes in metamorphic grade and discontinuities in gravity field



on gravimetric maps.

The bedrock, which is early Proterozoic in age, represents the part of the margin of the Svecokarelian orogeny zone that borders an Archaean craton and which several researchers (e.g. Koistinen 1981) have likened to a plate-tectonic volcanic island arc system.

According to contact relations, porphyritic granites and granodiorites, often blastomylonitic in structure and located at the site of a strong negative gravimetric anomaly, constitute the youngest lithological group in the area. It is feasible that penetrative shearing fractures opened channels to potassium-rich solutions that granitized the crust for a thickness of several kilometres (Elo 1983).

Ophitic pyroxene gabbros and the associated hypabyssal dykes predate the porphyritic granitoids but intrude the equigranular plagioclase-predominant granitoids.

Most of the plagioclase-predominant granitoids are synkinematic plutonites that were emplaced at the culmination of the folding and metamorphism. They were dated on zircons from three samples by the isotope laboratory of the Geological Survey of Finland (Table 15; Figs. 30, 31 and 32). The zircons yielded an age of about 1.9 Ga. The ophitic gabbros belong to the same age group; the zircon age of a gabbro pegmatite at Saarisenjärvi, Tervo (11A) is 1873 Ma (Kouvo 1983). An earlier orogenic stage is represented by the lithological complex in the area of map sheets 09 A, B that is composed of acidic and mafic gneisses and the deformed tonalite cutting them. In its stratigraphic position and tectonic structure, the complex can be correlated with the quartz dioritic gneiss on Kirkkosaari, an island in Pielavesi, which has a zircon age of 1937 Ma (Kouvo 1983).

The banded and deformed tonalite-granodiorite in the northeastern corner of the map-sheet area may represent a block of the Archaean craton. However, the lack of datings has prevented this from being verified.

In the middle and western parts of the map-sheet area the mineral parageneses of the metamorphic rocks demonstrate that recrystallization took place mainly under the conditions of amphibolite facies. Green hornblende and andesinic plagioclase are index minerals typical of the amphibolite facies in mafic and intermediate gneisses. The mica gneisses in the middle of the map-sheet area are more or less migmatized biotite-plagioclase gneisses characterized by intense growth of plagioclase crystals. Garnet is a fairly common accessory. The leucosome is composed mainly of plagioclase and quartz although in places granitic leucosome is also encountered. The tonalites and supracrustal rocks around Tervo (map sheet 10) contain cummingtonite with hypersthene relics, suggesting that metamorphism culminated here under conditions approaching those of granulite facies (Pajunen 1986). Retrograde recrystallization resulted in epidotization of hornblende and chloritization of biotite in mylonitic zones in particular.

Metamorphism reached granulite facies conditions in the east of the map-

sheet area, in a zone of pyroxene gabbro intrusions. The mica gneisses of this zone are almost nebulitic migmatites with fragments of pyroxene, hornblende and cummingtonite gneisses. As well as biotite they contain garnet, cordierite and occasionally sillimanite as dark minerals. The potassium feldspar that crystallized during the main stage of metamorphism is orthoclase. Volcanic, mafic and intermediate gneisses are partly migmatic (Fig. 33). Clinopyroxene occurs in association with orthopyroxene and in places there are hornblende and cummingtonite. Orthopyroxene (relics) is also encountered in the garnet-cordierite-anthophyllite gneisses associated with the volcanites.

The deformation that took place during the main stage of metamorphism overprints both the primary layering and the signatures of the earlier deformation. The folding is almost isoclinal with strongly developed axial plane foliation. The change in the direction of compression resulted in secondary folding here and there. As the crust grew more rigid the style of deformation became gradually less elastic. This is manifested by the fracture cleavage that deforms the blastic fold structures in certain fault zones. A clear, more or less cataclastic foliation trending  $315^\circ$  is seen in the middle and western parts of the map-sheet area. The potassium feldspar phenocrysts of the porphyritic, blastomylonitic granitoids often exhibit the same orientation. The potassium metasomatism and intense recrystallization show that the cataclastic deformation took place at a fairly great depth, resulting in the mobilization of granitizing fluids. In the middle of the map-sheet area the north-south trending mylonites cut the  $315^\circ$  striking foliation. Here and there these fractures have developed into ultramylonites (Pajunen 1985).

#### VIITTEET — REFERENCES

- Ekdahl, E., 1974.** Saarisén — Viitajärven emäksinen intrusiivi ja sen tektoninen asema Savon liuskejaksossa, Tervossa. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto.
- Ekdahl, E.,** (in prep.) Karelian and Svecofennian formations and evolution of Raahe — Ladoga ore province, based on the Pielavesi area, central Finland. Academic dissertation.
- Elo, S., 1983.** Painovoima-anomaliaista ja maankuoren rakenteesta Sveka-profililla. Esitelmä geofysiikan neuvottelupäivillä Kuopiossa 2. 11. 1983.
- Huhma, H., 1986.** Sm—Nd, U—Pb and Pb—Pb isotopic evidence for the origin of the Early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 337, 48 s.
- Huhtala, T., 1979.** The geology and zinc-copper deposits of the Pyhäsalmi—Pielavesi district, Finland. *Econ. Geol.* 74, 1069—1083.
- Hölttä, P., 1988.** Metamorphic zones and evolution of granulite grade metamorphism in the early Proterozoic Pielavesi area, central Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 344, 50 s.
- Kahma, A., 1973.** The main metallogenic features in Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 265, 29 s.
- Kiviniemi, A., 1980.** Gravity measurements in 1961—1978 and the results of the gravity survey of Finland in 1945—1978. Publications of the Finnish Geodetic Institute, N:o 91.
- Koistinen, T.J., 1981.** Structural evolution of an early Proterozoic stratabound Cu—Co—Zn deposit, Outokumpu, Finland. *Trans. R. Soc. Edinburgh Earth Sci.* 72, 115—158.

- Korsman, K., Hölttä, P., Hautala, T., & Wasenius, P., 1984.** Metamorphism as an indicator of evolution and structure of the crust in Eastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 328, 40 s.
- Korsman, K., 1986.** (ed.) Development of deformation, metamorphism and metamorphic blocks in eastern and southern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 339, 58 s.
- Korsman, K., 1988.** (ed.) Tectono-metamorphic evolution of the Raahe-Ladoga zone, eastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 343, 96 s.
- Laitakari, A., 1968.** Säviän kupariesiintymän geologiasta. Raportti M17/Plv-68/2, Geologian tutkimuskeskuksen arkisto, 71 s.
- Makkonen, H., 1981.** Säviän liuskejakson granaatti-kordieritti-antofylliittikivistä. Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto.
- Marttila, E., 1976.** Evolution of the Precambrian volcanic complex in the Kiuruvesi area, Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 283, 109 s.
- Miyashiro, A., 1973.** Metamorphism and metamorphic belts. Allen & Unwin, London, 492 s.
- Mäkitie, H., 1984.** Tervon Talluskylän suprakrustisten kivien korkean asteen metamorfoosi. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Paavola, J., 1987.** Kallioperäkartta, lehti 3332, Lapinlahti. Suomen geologinen kartta 1:100 000.
- Paavola, J., 1988.** Lapinlahden kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, 3332 Lapinlahti. 60 s.
- Pajunen, M., 1985.** Tervon alueen geologiasta ja kataklastisista kivistä. Pro gradu -tutkielma, Turun yliopisto.
- Pajunen, M., 1986.** Deformation analysis of cataclastic structures and faults in the Tervo area, Central Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 339, 16—31.
- Penttilä, E., 1964.** Some remarks on earthquakes in Finland. Fennia 89, 25—28.
- Pipping, F., 1966.** Kallioperäkartta, lehti 3311, Viitasaari. Suomen geologinen kartta 1:100 000.
- Pääjärvi, A., 1985.** Kallioperäkartta, lehti 3313, Vesanto. Suomen geologinen kartta 1:100 000.
- Rantala, O., 1983.** Pielaveden Petäjajärven alueen geologiasta. Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto.
- Salli, I., 1977.** Kallioperäkartta, lehti 3314, Pielavesi. Suomen geologinen kartta 1:100 000.
- Salli, I., 1983.** Pielaveden kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, 3314 Pielavesi. 29 s.
- Streckeisen, A., 1976.** To each plutonic rock its proper name. Earth-Sci. Rev. 12, 1—33.
- Talvitie, J., 1971.** Seismotectonics of the Kuopio region, Finland. Bull. Comm. geol. Finlande 248, 41 s.
- Wilkman, W. W., 1933.** Kivilajikartta, lehti C3, Kuopio. Suomen geologinen yleiskartta, 1:400 000.
- Wilkman, W. W., 1938.** Kivilajikartan selitys, lehti C3, Kuopio. Suomen geologinen yleiskartta, 171 s.
- Äikäs, O., 1986.** Aeroradiometristen gamma-anomalioiden maastotarkistukset: 3313 Tervo. Raportti M19/3313/-86/1/60, Geologian tutkimuskeskuksen arkisto, 6 s.

TAULUKOT — TABLES

Taulukko 1. Kvartsimaasälpagneissien mineraalikoostumuksia.  
Table 1. Mineralogical compositions of the quartz-feldspar gneisses.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kvartsi — Quartz                   | 23.7         | 53.6         | 32.1         | 22.3         | 33.6         | 34.8         | 32.7         | 35.7         |
| Kalimaasälpä — Potash feldspar     | 2.6          | 0.2          | 13.7         | 10.4         | 15.0         | 24.2         | 8.5          | —            |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 54.4<br>(28) | 33.6<br>(26) | 37.2<br>(27) | 40.8<br>(30) | 35.6<br>(27) | 21.4<br>(40) | 42.3<br>(35) | 41.9<br>(40) |
| Biotiitti — Biotite                | 10.2         | 7.9          | 8.4          | 20.6         | 14.7         | 9.7          | 10.9         | 11.7         |
| Sarvivälke — Hornblende            | 6.2          | 0.6          | —            | —            | 0.1          | 3.4          | 1.6          | 6.4          |
| Apatiitti — Apatite                | 0.1          | 0.2          | 0.1          | 0.6          | 0.1          | 0.1          | 0.1          | 0.9          |
| Epidootti — Epidote                | 0.9          | 0.9          | 2.5          | 0.1          | 0.1          | 2.9          | 1.4          | 0.1          |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | —            | —            | 0.1          | —            | —            | —            | —            |
| Muskoviitti — Muscovite            | —            | —            | 0.7          | —            | —            | 1.5          | —            | —            |
| Opaakit — Opaques                  | 0.7          | 1.4          | 0.4          | 0.9          | 0.4          | 0.8          | 0.3          | 3.0          |
| Serisiitti — Sericite              | —            | 1.6          | 4.7          | 4.0          | 0.2          | 0.5          | 2.0          | 0.3          |
| Titaniitti — Sphene                | 1.2          | —            | —            | —            | —            | 0.6          | 0.1          | —            |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | —            | 0.2          | 0.2          | 0.2          | 0.1          | 0.1          | —            |
|                                    | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        |

1. Leptiittinen gneissi — *Leptitic gneiss*. Huosiainen, Maaninka. 11D, x = 6999060, y = 3497540
2. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Heinikanmäki, Pielavesi. 08D, x = 6999460, y = 3485340
3. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Rajakorpi, Keitele. 05A, x = 6992120, y = 3471800
4. Leptiittinen gneissi — *Leptitic gneiss*. Rajala, Keitele. 03C, x = 7002020, y = 3465440
5. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Kakkovuoret, Keitele. 03C, x = 7001140, y = 3468440

Taulukko 2. Kiiillegneissien mineraalikoostumuksia.  
Table 2. Mineralogical compositions of mica gneisses.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8        |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| Kvartsi — Quartz                   | 27.4         | 9.1          | 18.2         | 28.5         | 21.1         | 23.5         | 30.0         | 24.0     |
| Kalimaasälpä — Potash feldspar     | 3.0          | 5.6          | —            | —            | —            | 2.0          | 0.1          | 7.1      |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 38.3<br>(35) | 36.8<br>(30) | 20.1<br>(57) | 36.8<br>(27) | 29.5<br>(35) | 32.0<br>(34) | 38.3<br>(36) | 5.2<br>— |
| Biotiitti — Biotite                | 30.3         | 25.2         | 46.6         | 27.7         | 19.6         | 26.4         | 25.3         | 26.5     |
| Sarvivälke — Hornblende            | —            | —            | 12.0         | 5.5          | 9.9          | 10.5         | 1.6          | —        |
| Apatiitti — Apatite                | —            | —            | 0.4          | —            | —            | 1.0          | 0.4          | —        |
| Epidootti — Epidote                | 1.0          | —            | 1.5          | 0.1          | 8.4          | 3.3          | 1.1          | —        |
| Granaatti — Garnet                 | —            | 15.9         | —            | 1.4          | 5.0          | —            | —            | 3.2      |
| Hypersteeni — Hypersthene          | —            | 1.4          | —            | —            | —            | —            | —            | —        |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | —            | —            | —            | 0.1          | —            | —            | —        |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | —            | —            | —            | 2.0          | —            | —            | —        |
| Kordieriitti — Cordierite          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 24.1     |
| Muskoviitti — Muscovite            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 0.3      |
| Opaakit — Opaques                  | —            | 1.5          | —            | —            | 1.5          | 0.3          | 1.1          | 0.2      |
| Serisiitti — Sericite              | —            | —            | 1.2          | —            | 2.9          | 0.8          | 1.7          | —        |
| Sillimaniitti — Sillimanite        | —            | 4.5          | —            | —            | —            | —            | —            | 9.4      |
| Titaniitti — Sphene                | —            | —            | —            | —            | —            | 0.1          | 0.3          | —        |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | —            | —            | —            | —            | 0.1          | 0.1          | —        |
|                                    | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0    |

1. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Mustakaarre, Pielavesi. 09A, x = 7000750, y = 3481300
2. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Kallioharju, Tervo. 11C, x = 6992380, y = 4953300
3. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Tuppilähti, Tervo. 11D, x = 6996100, y = 3499760
4. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Kalliokangas, Pielavesi. 08A, x = 6995000, y = 3481520
5. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Utrianlahti, Tervo. 08C, x = 6991340, y = 3485550
6. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Paanaslahti, Pielavesi. 09A, x = 7001300, y = 3481600
7. Kiiillegneissi — *Mica gneiss*. Pölkki, Karttula. 10C, x = 6984060, y = 3496240
8. Kordieriittikiillegneissi — *Cordierite-mica gneiss*. Loju, Tervo. 11C, x = 6994770, y = 3499240

Taulukko 3. Vulkaanisten kivien mineraalikoostumuksia.

Table 3. Mineralogical compositions of volcanic rocks.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7           | 8     |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|
| Kvartsi — Quartz                   | 10.3         | 9.1          | 46.5         | —            | —            | 0.1          | 26.3        | 30.4  |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 46.8<br>(37) | 40.8<br>(37) | 40.1<br>(32) | 43.1<br>(53) | 56.7<br>(35) | 55.4<br>(36) | 8.5<br>(28) | —     |
| Biotiitti — Biotite                | 3.3          | 1.3          | 7.8          | —            | 9.2          | 8.0          | 22.4        | 9.9   |
| Sarvivälke — Hornblende            | 18.3         | 37.7         | —            | 24.8         | 22.3         | 8.1          | —           | —     |
| Tremoliitti — Tremolite            | —            | —            | —            | —            | 0.6          | —            | —           | —     |
| Antofylliitti — Antbophyllite      | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —           | 11.4  |
| Apatiitti — Apatite                | 0.1          | —            | —            | —            | 0.7          | 0.1          | —           | —     |
| Diopsidi — Diopside                | 9.0          | —            | —            | 29.5         | —            | —            | —           | —     |
| Granaatti — Garnet                 | —            | 4.9          | 4.9          | —            | —            | —            | 3.9         | 2.9   |
| Hypersteeni — Hypersthene          | 10.8         | —            | —            | 1.6          | 8.6          | 25.9         | 1.4         | 17.8  |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | 0.3          | —            | 0.2          | —            | —            | —           | —     |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | —            | 0.1          | —            | —            | —            | —           | —     |
| Kordieriitti — Cordierite          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 35.9        | 26.5  |
| Opaakit — Opaques                  | 1.4          | 4.0          | 0.2          | 0.8          | 0.2          | 2.2          | 1.6         | 1.1   |
| Serisiitti — Sericite              | —            | 1.9          | 0.4          | —            | 1.7          | 0.2          | —           | —     |
|                                    | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0       | 100.0 |

1. Pyrokseenigneissi — *Pyroxene gneiss*. Kiviniemi, Tervo. 11C, x = 6992630, y = 3498160
2. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Pirttijärvi, Tervo. 08D, x = 6995470, y = 3488480
3. Kvartsimaasälpägneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Kalliokangas, Pielavesi. 08A, x = 6994740, y = 3481950
4. Pyrokseeniamfiboliitti — *Pyroxene amphibolite*. Hukkaviita, Tervo. 11A, x = 6992120, y = 3491350
5. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Muurahaiskangas, Tervo. 11B, x = 6997460, y = 3494530
6. Pyrokseenigneissi — *Pyroxene gneiss*. Kuvelampi, Tervo. 08C, x = 6993660, y = 3489890
7. Biotiittikordieriittigneissi — *Biotite-cordierite gneiss*. Luikonlahti, Pielavesi. 11B, x = 6998750, y = 3491140
8. Hypersteenikordieriittigneissi — *Hypersthene-cordierite gneiss*. Pyöreäsuu, Tervo. 11D, x = 6997230, y = 3495370

Taulukko 4. Sarvivälkegneissien ja amfiboliittien mineraalikoostumuksia.

Table 4. Mineralogical compositions of hornblende gneisses and amphibolites.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7           |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Kvartsi — Quartz                   | 10.9         | 17.0         | 27.0         | 22.3         | 7.2          | 25.3         | 6.          |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 32.5<br>(40) | 40.8<br>(36) | 55.2<br>(36) | 46.1<br>(35) | 25.4<br>(38) | 47.0<br>(40) | 29.<br>(50) |
| Biotiitti — Biotite                | 11.4         | 11.7         | —            | 0.6          | —            | 14.3         | 10.         |
| Sarvivälke — Hornblende            | 43.7         | 26.9         | 14.5         | 27.9         | 49.7         | 11.3         | 51.         |
| Apatiitti — Apatite                | 0.2          | 0.1          | 0.1          | —            | 0.1          | 0.4          | 0.          |
| Diopsidi — Diopside                | —            | —            | —            | —            | 10.0         | —            | —           |
| Epidootti — Epidote                | —            | —            | —            | 0.6          | 4.5          | 0.4          | 0.          |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | 0.1          | —            | —            | —            | —            | 0.          |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | 1.2          | —            | 0.9          | —            | —            | 0.          |
| Opaakit — Opaques                  | —            | 1.4          | —            | 0.6          | 2.3          | 0.4          | 0.          |
| Serisiitti — Sericite              | 0.2          | 0.6          | 1.7          | 1.0          | 0.4          | 0.6          | 1.          |
| Titaniitti — Sphene                | 1.1          | 0.1          | 1.4          | —            | 0.4          | —            | —           |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | 0.1          | 0.1          | —            | —            | 0.3          | —           |
|                                    | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0       |

1. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Petäjäjärvi, Pielavesi. 12B, x = 7006220, y = 3491160
2. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Verkkoniemi, Karttula. 10C, x = 6982300, y = 3496550
3. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Kivelä, Keitele. 06A, x = 7000400, y = 3470960
4. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Saukonlahti, Pielavesi. 09B, x = 7005740, y = 3481980
5. Diopsidiamfiboliitti — *Diopside amphibolite*. Sydänmaa, Pielavesi. 08B, x = 6996440, y = 3482600
6. Biotiittisarvivälkegneissi — *Biotite-hornblende gneiss*. Pienilahti, Pielavesi. 06D, x = 7008220, y = 3475960
7. Metagabro — *Metagabbro*. Itälähti, Tervo. 10A, x = 6980000, y = 3494480

Taulukko 5. Plagioklaasivaltaisten granitoidien mineraalikoostumuksia.

Table 5. Mineralogical compositions of with plagioclase predominating granitoids

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kvartsi — Quartz                   | 26.0         | 16.7         | 18.6         | 6.9          | 25.6         | 14.7         | 24.0         | 28.9         | 27.6         | 29.7         | 44.3         | 27.2         |
| Kalimaasälpä — Potash feldspar     | 4.9          | 6.1          | —            | 1.8          | 4.1          | 5.0          | 12.3         | 13.4         | 1.0          | 1.4          | —            | 5.5          |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 35.7<br>(27) | 48.2<br>(28) | 52.5<br>(28) | 55.3<br>(33) | 51.6<br>(32) | 36.7<br>(40) | 35.2<br>(32) | 43.9<br>(27) | 49.8<br>(27) | 39.7<br>(27) | 47.8<br>(27) | 50.7<br>(38) |
| Biotiitti — Biotite                | 5.9          | 14.7         | 18.7         | 22.6         | 12.4         | 9.9          | 18.6         | 10.3         | 17.4         | 10.0         | 0.6          | 13.0         |
| Sarvivälke — Hornblende            | 26.1         | 12.8         | 7.8          | 10.5         | 3.5          | 27.7         | 8.5          | 1.0          | 0.5          | 17.0         | 6.5          | 1.5          |
| Tremoliitti — Tremolite            | —            | —            | —            | —            | —            | 4.9          | —            | —            | —            | —            | —            | —            |
| Apatiitti — Apatite                | 0.2          | 0.3          | 0.4          | 0.5          | 0.1          | 0.2          | 0.1          | 0.1          | 0.2          | —            | —            | 0.4          |
| Diopsidi — Diopside                | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 0.3          | —            | —            | —            | —            | —            |
| Epidootti — Epidote                | 0.9          | 0.1          | 0.2          | —            | —            | —            | —            | 1.0          | 1.9          | 0.4          | —            | 0.2          |
| Granaatti — Garnet                 | —            | —            | —            | 1.3          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            |
| Hypersteeni — Hypersthene          | —            | —            | —            | —            | 2.2          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 1.2          |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | —            | —            | 0.4          | —            | —            | —            | —            | 0.4          | 0.8          | —            | —            |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | —            | 1.0          | —            | —            | 0.1          | —            | 0.1          | —            | —            | —            | —            |
| Opaakit — Opaques                  | —            | —            | —            | 0.1          | 0.3          | 0.3          | 0.1          | 0.4          | 0.2          | —            | 0.6          | 0.1          |
| Serisiitti — Sericite              | —            | —            | 0.3          | 0.6          | 0.2          | 0.5          | 0.8          | 0.6          | 0.8          | 0.7          | 0.2          | 0.2          |
| Titaniitti — Sphene                | 0.3          | 1.0          | 0.4          | —            | —            | —            | —            | —            | 0.2          | 0.3          | —            | —            |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | 0.1          | 0.1          | —            | —            | —            | 0.1          | 0.3          | —            | —            | —            | —            |

100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0

1. Granodioriitti — *Granodiorite*. Murtolahti, Pielavesi. 12D, x = 7009200, y = 3498130
2. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Kivipuro, Viitasaari. 01B, x = 6986340, y = 3463520
3. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Tervaskangas, Tervo. 07C, X = 6983910, y = 3489370
4. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Ilkonsuo, Pielavesi. 09C, x = 7003660, y = 3487120
5. Tonaliiitti — *Tonalite*. Kiviniemi, Tervo. 11C, x = 6992230, y = 3497520
6. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Pulkkilanmäki, Maaninka. 12D, x = 7006860, y = 3499810
7. Granodioriitti — *Granodiorite*. Lamminpää, Tervo. 11A, x = 6991160, y = 3494670
8. Granodioriitti — *Granodiorite*. Heinäselkä, Keitele. 03B, x = 7009500, y = 3462920
9. Tonaliiitti — *Tonalite*. Vanhanjoensuu, Karttula. 10C, x = 6984120, y = 3496820
10. Tonaliiitti — *Tonalite*. Korpisaari, Pielavesi. 06D, x = 7007730, y = 3478630
11. Tonaliiitti — *Tonalite*. Leväniemi, Pielavesi. 09B, x = 7008340, y = 3482480
12. Tonaliiitti — *Tonalite*. Petäjäjärvi, Pielavesi. 12B, x = 7005280, y = 3490040

Taulukko 6. Graniittisten kivien mineraalikoostumuksia.

Table 6. Mineralogical compositions of granitic rocks.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kvartsi — Quartz                   | 25.4         | 25.7         | 21.9         | 32.9         | 33.3         | 23.3         | 16.2         | 20.3         | 31.6         | 22.4         |
| Kalimaasälpä — Potash feldspar     | 20.5         | 27.3         | 17.2         | 32.1         | 35.1         | 42.2         | 36.4         | 31.3         | 35.4         | 19.8         |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 38.5<br>(24) | 29.3<br>(25) | 49.3<br>(26) | 28.7<br>(23) | 26.2<br>(24) | 20.7<br>(26) | 33.0<br>(32) | 26.5<br>(33) | 16.8<br>(27) | 42.4<br>(30) |
| Biotiitti — Biotite                | 8.8          | 16.6         | 3.8          | 5.1          | 2.7          | 10.0         | 11.5         | 16.1         | 12.9         | 13.2         |
| Sarvivälke — Hornblende            | 4.7          | —            | —            | 0.3          | 0.4          | 0.1          | —            | 2.0          | 0.4          | 0.3          |
| Apatiitti — Apatite                | 0.2          | 0.5          | —            | —            | —            | 0.1          | 0.5          | 0.6          | 0.3          | 0.3          |
| Epidootti — Epidote                | 0.6          | —            | —            | —            | 0.2          | 2.2          | 0.1          | 1.4          | 0.9          | 0.4          |
| Granaatti — Garnet                 | —            | —            | —            | —            | 1.9          | —            | —            | —            | —            | —            |
| Pyrokseeni — Pyroxene              | 1.1          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            | 0.2          | —            |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | —            | 0.1          | —            | —            | —            | 0.2          | 0.1          | —            | —            |
| Muskoviitti — Muscovite            | —            | —            | 0.1          | —            | —            | —            | —            | —            | —            | —            |
| Opaakit — Opaques                  | —            | —            | 2.5          | 0.4          | —            | 0.2          | 0.8          | 0.2          | —            | 0.3          |
| Serisiitti — Sericite              | —            | —            | 5.1          | 0.3          | 0.2          | 1.1          | 1.2          | 1.4          | 1.3          | 0.3          |
| Titaniitti — Sphene                | 0.2          | 0.4          | —            | —            | —            | —            | 0.1          | 0.1          | 0.1          | 0.6          |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | 0.2          | —            | 0.2          | —            | 0.1          | —            | —            | 0.1          | —            |

100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0 100.0

1. Graniitti — *Granite*. Panka, Pielavesi. 12D, x = 7009620, y = 3497840
2. Porfyryinen graniitti — *Porphyritic granite*. Päivölä, Keitele. 02B, x = 6999400, y = 3464300
3. Graniitti — *Granite*. Vuorijärvi, Viitasaari. 02B, x = 6997280, y = 3461180
4. Porfyryinen graniitti — *Porphyritic granite*. Salmi, Pielavesi. 12D, x = 7007560, y = 3496320
5. Graniitti — *Granite*. Hanhiselkämä, Tervo. 04D, x = 6986300, y = 3478050
6. Porfyryinen graniitti — *Porphyritic granite*. Repomäki, Pielavesi. 12C, x = 7001420, y = 3495680
7. Porfyryinen kvartsimontsoniitti — *Porphyritic quartz monzonite*. Kotiaho, Keitele. 03D, x = 7006120, y = 3469500
8. Porfyryinen graniitti — *Porphyritic granite*. Kalliokangas, Keitele. 03D, x = 7005320, y = 3467740
9. Porfyryinen graniitti — *Porphyritic granite*. Rantaharju, Tervo. 04D, x = 6987530, y = 3479580
10. Porfyryinen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Honkamäki, Tervo. 11C, x = 6994480, y = 3498600

Taulukko 7. Emäksisten syväkivien ja puolipinnallisten kivien mineraalikoostumuksia.  
 Table 7. Mineralogical compositions of basic plutonic and hypabyssic rocks.

| Mineraalit — Minerals              | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            |
|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kvartsi — Quartz                   | 3.8          | 0.7          | —            | 5.0          | 0.6          | 2.0          | 0.3          |
| Kalimaasälpä — Potash feldspar     | —            | —            | —            | 0.3          | —            | —            | —            |
| Plagioklaasi — Plagioclase<br>(An) | 44.2<br>(44) | 35.9<br>(40) | 42.8<br>(58) | 70.3<br>(40) | 54.7<br>(55) | 35.5<br>(41) | 41.8<br>(45) |
| Biotiitti — Biotite                | 8.4          | 1.1          | 1.3          | 11.0         | 2.7          | 5.9          | 4.5          |
| Sarvivälke — Hornblende            | 40.6         | 52.2         | 24.0         | 5.4          | 1.1          | 51.9         | 25.9         |
| Tremoliitti — Tremolite            | —            | 0.6          | 0.1          | —            | —            | —            | —            |
| Apatiitti — Apatite                | 1.2          | 0.2          | 0.1          | 0.3          | 0.5          | 0.8          | 0.2          |
| Diopsidi — Diopside                | —            | 4.6          | 1.5          | —            | 0.6          | —            | 25.0         |
| Hypersteeni — Hypersthene          | —            | —            | 21.8         | 7.4          | 35.7         | —            | —            |
| Karbonaatti — Carbonate            | —            | 0.2          | —            | 0.1          | —            | 0.3          | 0.4          |
| Kloriitti — Chlorite               | —            | 0.5          | —            | —            | —            | 0.7          | —            |
| Oliiviini — Olivine                | —            | —            | 0.5          | —            | —            | —            | —            |
| Opaakit — Opaques                  | 1.8          | 1.8          | —            | 0.2          | 4.1          | 0.2          | 1.7          |
| Serisiitti — Sericite              | —            | 2.1          | 7.9          | —            | —            | 1.2          | 0.2          |
| Titaniitti — Spene                 | —            | 0.1          | —            | —            | —            | 1.4          | —            |
| Zirkoni — Zircon                   | —            | —            | —            | —            | —            | 0.1          | —            |
|                                    | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        |

1. Dioriitti — Diorite. Rantakylä, Karttula. 10C, x = 6981740, y = 3497800
2. Gabro — Gabbro. Viitajärvi, Tervo. 11A, x = 6992020, y = 3491140
3. Gabro — Gabbro. Kallioharju, Tervo. 11C, x = 6992460, y = 3495080
4. Dioriitti — Diorite. Riista-aho, Pielavesi. 09C, x = 7003400, y = 3489690
5. Noriitti — Norite. Lautaporras, Pielavesi. 09B, x = 7008290, y = 3484940
6. Gabro — Gabbro. Rantakylä, Karttula. 10C, x = 6980140, y = 3498500
7. Metadiabaasi — Metadiabase. Petäjajärvi, Pielavesi. 12B, x = 7006160, y = 3490340

Taulukko 8. Kvartsimaasälpagneissien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.  
 Table 8. Chemical compositions of quartz-feldspar gneisses.

|                                    | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | 5.     | 6.    | 7.     | 8.     |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 75.07 | 76.64 | 70.77 | 71.20 | 61.77  | 71.55 | 60.47  | 63.69  |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.23  | 0.23  | 0.27  | 0.19  | 0.54   | 0.26  | 0.79   | 0.64   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 13.32 | 12.58 | 14.85 | 14.19 | 18.97  | 14.17 | 17.26  | 16.64  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 2.94  | 1.45  | 3.21  | 2.55  | 5.34   | 2.93  | 9.51   | 6.12   |
| MnO                                | 0.05  | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.09   | 0.05  | 0.15   | 0.08   |
| MgO                                | 0.39  | 0.76  | 0.57  | 0.50  | 1.22   | 0.62  | 2.27   | 2.10   |
| CaO                                | 2.22  | 2.38  | 2.29  | 1.87  | 2.85   | 1.96  | 6.06   | 3.54   |
| Na <sub>2</sub> O                  | 3.83  | 4.70  | 4.34  | 4.09  | 4.17   | 3.53  | 3.48   | 3.60   |
| K <sub>2</sub> O                   | 1.86  | 0.57  | 2.88  | 2.81  | 5.29   | 3.88  | 1.05   | 3.86   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.05  | 0.06  | 0.07  | 0.04  | 0.16   | 0.07  | 0.21   | 0.19   |
| Summa                              | 99.96 | 99.42 | 99.30 | 97.51 | 100.40 | 99.01 | 101.25 | 100.46 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 1.06  | 0.53  | 1.10  | 0.88  | 1.64   | 1.01  | 2.87   | 1.92   |
| FeO                                | 1.69  | 0.83  | 1.90  | 1.50  | 3.33   | 1.72  | 5.98   | 3.78   |
| ppm                                |       |       |       |       |        |       |        |        |
| Ba                                 | 1200  | 300   | 900   | —     | 1200   | —     | 700    | 1200   |
| Sr                                 | 110   | 210   | 230   | —     | 380    | —     | 460    | 430    |
| Zr                                 | 130   | 110   | 160   | —     | 180    | —     | 120    | 150    |
| Rb                                 | 60    | 0     | 150   | —     | 180    | —     | 0      | 130    |
| Q                                  | 39.21 | 40.52 | 27.55 | 31.17 | 7.43   | 30.33 | 16.73  | 15.24  |
| C                                  | 0.98  | 0.00  | 0.49  | 1.12  | 1.44   | 0.77  | —      | 0.41   |
| or                                 | 11.57 | 3.62  | 17.58 | 16.61 | 32.05  | 22.93 | 6.78   | 23.61  |
| ab                                 | 32.41 | 39.77 | 36.72 | 34.61 | 35.29  | 29.87 | 29.45  | 30.46  |
| an                                 | 10.69 | 11.42 | 10.90 | 9.02  | 13.10  | 9.27  | 28.09  | 16.32  |
| ol fo                              | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| —                                  | fa    | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| en                                 | 0.97  | 1.89  | 1.42  | 1.25  | 3.04   | 1.54  | 5.54   | 5.23   |
| fs                                 | 1.94  | 0.79  | 2.24  | 1.85  | 4.04   | 1.99  | 7.44   | 4.44   |
| di en                              | —     | —     | —     | —     | —      | —     | 0.11   | —      |
| —                                  | fs    | —     | —     | —     | —      | —     | —      | 0.15   |
| —                                  | wo    | —     | —     | —     | —      | —     | —      | 0.25   |
| mt                                 | 1.54  | 0.77  | 1.60  | 1.27  | 2.37   | 1.47  | 4.15   | 2.79   |
| il                                 | 0.44  | 0.44  | 0.51  | 0.36  | 1.03   | 0.49  | 1.50   | 1.22   |
| hm                                 | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| ap                                 | 0.12  | 0.14  | 0.17  | 0.09  | 0.38   | 0.17  | 0.50   | 0.45   |
| cc                                 | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —      |
| zr                                 | 0.02  | 0.01  | 0.02  | —     | 0.02   | —     | 0.02   | 0.02   |
| fem                                | 5.02  | 4.05  | 5.96  | 4.83  | 10.88  | 5.67  | 19.66  | 14.14  |

1. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Heinikanmäki, Pielavesi. 08D, x = 6999460, y = 3485340. 94-ARP-81
2. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Tiitiskangas, Tervo. 08A, x = 6993660, y = 3484330. 44-ARP-82
3. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Rajakorpi, Keitele. 05A, x = 6992120, y = 3471800. 133-MEP-79
4. Leptiittinen gneissi — *Leptitic gneiss*. Rajala, Keitele. 03C, x = 7001980, y = 3465720. 10-ARP-79
5. Leptiittinen gneissi — *Leptitic gneiss*. Rajala, Keitele. 03C, x = 7002020, y = 3465440. 11-ARP-79
6. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Kakkovuoret, Keitele. 03C, x = 7001140, y = 3468440. 119A-ARP-79
7. Leptiittinen gneissi — *Leptitic gneiss*. Paljaspääkallio, Keitele. 03C, x = 7002140, y = 3469500. 55-ARP-79
8. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Rauhanmäki, Keitele. 03D, x = 7007240, y = 3467440. 64B-ARP-79



Taulukko 9. Kiillegneissien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén

Table 9. Chemical compositions of mica gneisses.

|                                    | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8.     | 9.    | 10.   |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 55.54 | 66.24 | 64.62 | 65.76 | 64.00 | 70.94 | 63.29 | 58.61  | 58.81 | 58.93 |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.76  | 0.56  | 0.74  | 0.67  | 0.75  | 0.52  | 0.70  | 0.86   | 0.76  | 0.94  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 18.25 | 15.96 | 14.99 | 15.05 | 14.99 | 14.09 | 15.62 | 18.64  | 19.23 | 16.96 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 8.78  | 5.38  | 6.78  | 6.48  | 7.15  | 4.34  | 7.40  | 9.07   | 8.48  | 8.42  |
| MnO                                | 0.22  | 0.08  | 0.08  | 0.11  | 0.08  | 0.04  | 0.10  | 0.09   | 0.10  | 0.11  |
| MgO                                | 3.70  | 1.44  | 3.08  | 2.92  | 3.41  | 1.65  | 3.29  | 4.00   | 3.71  | 3.05  |
| CaO                                | 6.13  | 5.82  | 3.33  | 2.79  | 2.73  | 2.61  | 2.55  | 2.35   | 2.73  | 4.40  |
| Na <sub>2</sub> O                  | 2.68  | 1.95  | 3.02  | 3.14  | 2.71  | 3.20  | 3.08  | 3.66   | 3.19  | 2.64  |
| K <sub>2</sub> O                   | 3.35  | 1.54  | 2.31  | 2.39  | 2.69  | 1.79  | 2.58  | 4.06   | 2.42  | 3.11  |
| P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>      | 0.25  | 0.18  | 0.18  | 0.17  | 0.18  | 0.15  | 0.12  | 0.06   | 0.04  | 0.32  |
| Summa                              | 99.66 | 99.14 | 99.12 | 99.47 | 98.68 | 99.32 | 98.72 | 101.40 | 99.46 | 98.87 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 2.47  | 1.75  | 2.16  | 2.09  | 2.26  | 1.49  | 2.31  | 2.66   | 2.50  | 2.48  |
| FeO                                | 5.68  | 3.27  | 4.16  | 3.95  | 4.40  | 2.56  | 4.58  | 5.76   | 5.38  | 5.34  |
| ppm                                |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |
| Ba                                 | 800   | 800   | 700   | 700   | 600   | 600   | 800   | —      | —     | 1100  |
| Sr                                 | 260   | 320   | 240   | 210   | 260   | 110   | 250   | —      | —     | 460   |
| Zr                                 | 90    | 150   | 170   | 140   | 190   | 180   | 160   | —      | —     | 170   |
| Rb                                 | 70    | 70    | 100   | 90    | 120   | 80    | 80    | —      | —     | 100   |
| Q                                  | 5.66  | 32.80 | 24.50 | 26.09 | 24.88 | 36.39 | 22.61 | 7.71   | 16.65 | 15.17 |
| C                                  | —     | 0.83  | 1.81  | 2.55  | 3.01  | 2.44  | 3.32  | 4.10   | 6.50  | 1.88  |
| or                                 | 20.31 | 9.65  | 14.12 | 14.57 | 16.34 | 10.92 | 15.76 | 23.99  | 14.30 | 19.15 |
| ab                                 | 22.68 | 16.50 | 25.56 | 26.57 | 22.93 | 27.08 | 26.06 | 30.97  | 26.99 | 22.34 |
| an                                 | 27.62 | 27.70 | 15.35 | 12.73 | 12.37 | 11.97 | 11.87 | 11.27  | 13.28 | 19.74 |
| ol                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| fo                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| fa                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| en                                 | 8.96  | 3.59  | 7.67  | 7.27  | 8.49  | 4.11  | 8.19  | 9.96   | 9.24  | 7.60  |
| fs                                 | 7.33  | 3.78  | 4.78  | 4.62  | 5.13  | 2.69  | 5.52  | 7.13   | 6.75  | 6.41  |
| di                                 | 0.26  | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| en                                 | 0.21  | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| fs                                 | 0.48  | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| wo                                 | 3.58  | 2.53  | 3.13  | 3.03  | 3.27  | 2.16  | 3.36  | 3.86   | 3.62  | 3.60  |
| il                                 | 1.44  | 1.06  | 1.41  | 1.27  | 1.42  | 0.99  | 1.33  | 1.63   | 1.44  | 1.79  |
| hm                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| ap                                 | 0.59  | 0.43  | 0.43  | 0.40  | 0.43  | 0.36  | 0.28  | 0.14   | 0.09  | 0.76  |
| cc                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —     | —     |
| zr                                 | 0.01  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.03  | 0.02  | 0.02  | —      | —     | 0.02  |
| fem                                | 22.87 | 11.41 | 17.44 | 16.62 | 18.77 | 10.33 | 18.71 | 22.73  | 21.15 | 20.17 |

1. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Paanaslahti, Pielavesi. 09A, x = 7001300, y = 3481600. 17-ARP-82
2. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Utrianlahti, Tervo. 08C, x = 6991340, y = 3485550. 51-ARP-81
3. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Kalliokangas, Pielavesi. 08A, x = 6995000, y = 3481520. 10A-ARP-81
4. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Tiitiskangas, Tervo. 08A, x = 6993400, y = 3484780. 45-ARP-82
5. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Isokivi, Pielavesi. 08B, x = 6997000, y = 3482240. 24-ARP-83
6. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Murrot, Pielavesi. 08B, x = 6999350, y = 3480340. 108-ARP-81
7. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Rytkölä, Pielavesi. 08D, x = 6998640, y = 3486840. 77-ARP-83
8. Granaattikiillegneissi — *Garnet-mica gneiss*. Talluskylä, Tervo. 11C, x = 6992810, y = 3497560. 12-ARP-78
9. Granaattikiillegneissi — *Garnet-mica gneiss*. Ahola, Tervo. 11C, x = 6993020, y = 3498500. 117-ARP-82
10. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Pölkki, Karttula. 10C, x = 6984060, y = 3496240. 320-KJS-78

Taulukko 10. Vulkaanisten kivien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.  
 Table 10. Chemical compositions of volcanic rocks.

|                                    | 1.    | 2.     | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.     | 8.    |
|------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 48.22 | 48.95  | 52.83 | 52.40 | 53.54 | 76.58 | 63.96  | 66.25 |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.71  | 1.15   | 1.10  | 0.85  | 1.25  | 0.29  | 0.63   | 0.67  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 14.36 | 19.43  | 16.86 | 17.41 | 17.21 | 11.38 | 12.32  | 13.15 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 13.29 | 13.39  | 9.63  | 11.94 | 12.92 | 3.61  | 13.97  | 10.64 |
| MnO                                | 0.22  | 0.20   | 0.13  | 0.29  | 0.21  | 0.11  | 0.18   | 0.16  |
| MgO                                | 6.77  | 3.41   | 6.40  | 6.08  | 2.69  | 1.01  | 8.35   | 5.43  |
| CaO                                | 11.88 | 8.55   | 6.78  | 6.53  | 8.11  | 1.07  | 0.22   | 0.70  |
| Na <sub>2</sub> O                  | 2.40  | 3.78   | 4.37  | 3.93  | 2.92  | 4.46  | 1.30   | 1.21  |
| K <sub>2</sub> O                   | 0.76  | 1.42   | 0.92  | 0.13  | 0.75  | 0.29  | 0.35   | 1.00  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.04  | 0.30   | 0.40  | 0.10  | 0.17  | 0.00  | 0.04   | 0.00  |
| Summa                              | 98.64 | 100.58 | 99.41 | 99.66 | 99.77 | 98.79 | 101.32 | 99.20 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 3.35  | 3.41   | 2.61  | 3.21  | 3.53  | 1.32  | 4.41   | 3.45  |
| FeO                                | 8.94  | 8.98   | 6.32  | 7.86  | 8.45  | 2.06  | 8.61   | 6.47  |
| ppm                                |       |        |       |       |       |       |        |       |
| Ba                                 | —     | —      | 700   | —     | 200   | 300   | 300    | —     |
| Sr                                 | —     | —      | 350   | —     | 230   | 70    | 0      | —     |
| Zr                                 | —     | —      | 100   | —     | 100   | 210   | 110    | —     |
| Rb                                 | —     | —      | 0     | —     | 0     | 70    | 0      | —     |
| Q                                  | —     | —      | —     | 1.79  | 9.29  | 44.49 | 36.95  | 42.05 |
| C                                  | —     | —      | —     | —     | —     | 1.75  | 9.48   | 8.80  |
| or                                 | 4.49  | 8.39   | 5.94  | 0.77  | 4.66  | 1.90  | 2.19   | 5.91  |
| ab                                 | 20.31 | 31.28  | 36.98 | 33.26 | 24.71 | 37.74 | 11.00  | 10.24 |
| an                                 | 26.17 | 31.86  | 23.42 | 29.48 | 31.52 | 5.31  | 0.83   | 3.47  |
| ol fo                              | 4.35  | 4.91   | 2.27  | —     | —     | —     | —      | —     |
| fa                                 | 3.66  | 7.73   | 1.24  | —     | —     | —     | —      | —     |
| en                                 | 3.24  | —      | 10.71 | 14.61 | 5.47  | 2.52  | 20.79  | 13.52 |
| fs                                 | 2.48  | —      | 5.29  | 10.53 | 8.92  | 2.41  | 11.46  | 8.21  |
| di en                              | 7.42  | 1.49   | 1.99  | 0.53  | 1.22  | —     | —      | —     |
| fs                                 | 5.67  | 2.13   | 0.99  | 0.38  | 2.00  | —     | —      | —     |
| wo                                 | 13.57 | 3.59   | 3.18  | 0.94  | 3.17  | —     | —      | —     |
| mt                                 | 4.86  | 4.95   | 3.78  | 4.65  | 5.12  | 1.92  | 6.39   | 5.01  |
| il                                 | 1.35  | 2.18   | 2.09  | 1.61  | 2.37  | 0.55  | 1.20   | 1.27  |
| hm                                 | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —      | —     |
| ap                                 | 0.09  | 0.71   | 0.95  | 0.24  | 0.40  | —     | 0.09   | —     |
| cc                                 | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —      | —     |
| zr                                 | —     | —      | 0.01  | —     | 0.01  | 0.03  | 0.01   | —     |
| fem                                | 46.69 | 27.69  | 32.49 | 33.50 | 28.70 | 7.42  | 39.95  | 28.01 |

1. Pyrokseeniamfiboliitti — *Pyroxene amphibolite*. Hukkaviita, Tervo. 11A, x = 6992120, y = 3491350. 88-ARP-83
2. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Muurahaiskangas, Tervo. 11B, x = 6997460, y = 3494530. 30-MEP-80
3. Pyrokseenigneissi — *Pyroxene gneiss*. Kuvelampi, Tervo. 08C, x = 6993660, y = 3489890. 35-ARP-82
4. Pyrokseenigneissi — *Pyroxene gneiss*. Tallusniemi, Tervo. 11C, x = 6992460, y = 3496140. 6-ARP-80
5. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Pirttijärvi, Tervo. 08D, x = 6995470, y = 3488480. 48A-ARP-82
6. Kvartsimaasälpagneissi — *Quartz-feldspar gneiss*. Kalliokangas, Pielavesi. 08A, x = 6994740, y = 3481950. 131-ARP-81
7. Hypersteenikordieritiigneissi — *Hypersthene-cordierite gneiss*. Pyöreäsuu, Tervo. 11D, x = 6997230, y = 3495370. 31-MEP-80
8. Biotiittikordieritiigneissi — *Biotite-cordierite gneiss*. Luikonlahti, Pielavesi. 11B, x = 6998200, y = 3491800. 131A-ARP-82

Taulukko 11. Sarvivälkegneissien ja amfiboliittien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.  
 Table 11. Chemical compositions of hornblende gneisses and amphibolites.

|                                    | 1.    | 2.     | 3.    | 4.    | 5.    |
|------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 53.56 | 67.03  | 59.84 | 55.97 | 51.46 |
| TiO <sub>2</sub>                   | 1.09  | 0.62   | 0.61  | 0.92  | 1.00  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 13.96 | 16.15  | 18.07 | 16.53 | 15.10 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 11.67 | 4.72   | 6.75  | 9.26  | 9.76  |
| MnO                                | 0.20  | 0.10   | 0.09  | 0.13  | 0.15  |
| MgO                                | 5.55  | 2.29   | 2.76  | 4.46  | 7.81  |
| CaO                                | 8.03  | 5.06   | 5.74  | 6.70  | 8.56  |
| Na <sub>2</sub> O                  | 3.03  | 3.82   | 3.30  | 3.54  | 3.26  |
| K <sub>2</sub> O                   | 1.45  | 1.23   | 2.03  | 1.45  | 1.19  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.29  | 0.16   | 0.13  | 0.34  | 0.21  |
| Summa                              | 98.82 | 101.18 | 99.31 | 99.29 | 98.49 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 3.19  | 1.55   | 2.02  | 2.62  | 2.59  |
| FeO                                | 7.63  | 2.85   | 4.26  | 5.97  | 6.45  |
| ppm                                |       |        |       |       |       |
| Ba                                 | —     | 700    | —     | —     | —     |
| Sr                                 | —     | 520    | —     | —     | —     |
| Zr                                 | —     | 130    | —     | —     | —     |
| Rb                                 | —     | 0      | —     | —     | —     |
| Q                                  | 5.03  | 24.70  | 14.41 | 7.67  | —     |
| C                                  | —     | —      | 0.32  | —     | —     |
| or                                 | 8.57  | 7.88   | 12.00 | 8.57  | 7.03  |
| ab                                 | 25.64 | 32.33  | 27.92 | 29.96 | 27.59 |
| an                                 | 20.21 | 22.98  | 27.63 | 24.93 | 23.06 |
| ol fo                              | —     | —      | —     | —     | 2.39  |
| fa                                 | —     | —      | —     | —     | 1.13  |
| en                                 | 9.68  | 5.43   | 6.87  | 9.66  | 11.13 |
| fs                                 | 6.95  | 2.98   | 5.32  | 6.54  | 4.78  |
| di en                              | 4.14  | 0.27   | —     | 1.45  | 4.91  |
| fs                                 | 2.97  | 0.15   | —     | 0.98  | 2.11  |
| wo                                 | 7.41  | 0.45   | —     | 2.54  | 7.53  |
| mt                                 | 4.63  | 2.24   | 2.92  | 3.80  | 3.75  |
| il                                 | 2.07  | 1.18   | 1.16  | 1.75  | 1.90  |
| hm                                 | —     | —      | —     | —     | —     |
| ap                                 | 0.69  | 0.38   | 0.31  | 0.81  | 0.50  |
| cc                                 | —     | —      | —     | —     | —     |
| zr                                 | —     | 0.02   | —     | —     | —     |
| fem                                | 38.54 | 13.10  | 16.58 | 27.53 | 40.12 |

1. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Petäjäjärvi, Pielavesi. 12B, x = 7006220, y = 3491160. 173A-KJS-78
2. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Kivelä, Keitele. 06A, x = 7000400, y = 3470960. 105-ARP-79
3. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Pienilahti, Pielavesi. 06D, x = 7008220, y = 3475960. 114-ARP-79
4. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Verkkoniemi, Karttula. 10C, x = 6982300, y = 3496550. 121B-ARP-82
5. Metagabro — *Metagabbro*. Itälähti, Tervo. 10C, x = 6980000, y = 3494480. 128-ARP-82

Taulukko 12. Plagioklaasivaltaisten granitoidien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.  
Table 12. Chemical compositions of with plagioclase predominating granitoids.

|                                    | 1.     | 2.    | 3.    | 4.    | 5.     | 6.    | 7.     | 8.    | 9.    | 10.   | 11.   | 12.   |
|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 64.59  | 59.88 | 65.15 | 74.42 | 63.26  | 67.77 | 63.75  | 61.03 | 59.24 | 56.66 | 52.84 | 54.06 |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.70   | 0.84  | 0.50  | 0.33  | 0.47   | 0.40  | 0.79   | 0.73  | 0.78  | 0.90  | 0.75  | 0.40  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 16.05  | 16.53 | 16.32 | 12.38 | 13.90  | 15.56 | 15.39  | 16.86 | 16.82 | 18.63 | 18.33 | 20.98 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 5.43   | 7.54  | 5.03  | 3.48  | 8.45   | 4.12  | 6.64   | 7.67  | 7.21  | 8.58  | 8.08  | 6.27  |
| MnO                                | 0.09   | 0.14  | 0.08  | 0.05  | 0.21   | 0.10  | 0.10   | 0.11  | 0.12  | 0.12  | 0.13  | 0.10  |
| MgO                                | 2.44   | 2.92  | 1.83  | 0.94  | 3.36   | 1.04  | 2.44   | 2.21  | 3.06  | 2.65  | 5.93  | 4.99  |
| CaO                                | 4.47   | 5.51  | 3.86  | 3.32  | 5.89   | 2.59  | 3.70   | 4.17  | 5.45  | 5.17  | 7.40  | 8.14  |
| Na <sub>2</sub> O                  | 4.51   | 3.50  | 4.31  | 4.03  | 3.71   | 4.18  | 3.44   | 4.07  | 3.74  | 3.75  | 3.47  | 3.92  |
| K <sub>2</sub> O                   | 1.80   | 2.16  | 1.95  | 0.05  | 1.02   | 3.77  | 4.28   | 2.40  | 2.64  | 2.39  | 1.14  | 1.00  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.14   | 0.18  | 0.17  | 0.07  | 0.12   | 0.09  | 0.20   | 0.22  | 0.24  | 0.33  | 0.21  | 0.13  |
| Summa                              | 100.22 | 99.19 | 99.19 | 99.06 | 100.39 | 99.62 | 100.73 | 99.46 | 99.29 | 99.17 | 98.27 | 99.99 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 1.12   | 1.50  | 1.04  | 0.77  | 1.72   | 0.87  | 1.36   | 1.54  | 1.42  | 1.66  | 1.52  | 1.19  |
| FeO                                | 3.88   | 5.44  | 3.59  | 2.44  | 6.06   | 2.93  | 4.75   | 5.52  | 5.21  | 6.23  | 5.90  | 4.57  |
| ppm                                |        |       |       |       |        |       |        |       |       |       |       |       |
| Ba                                 | 800    | 600   | 700   | 300   | 300    | 1000  | 1000   | 1100  | 1000  | 1000  | —     | —     |
| Sr                                 | 600    | 410   | 480   | 100   | 360    | 290   | 500    | 540   | 600   | 470   | —     | —     |
| Zr                                 | 190    | 170   | 210   | 170   | 100    | 160   | 200    | 270   | 150   | 200   | —     | —     |
| Rb                                 | 0      | 0     | 90    | 0     | 0      | 130   | 130    | 0     | 70    | 0     | —     | —     |
| Q                                  | 16.53  | 12.53 | 19.38 | 40.91 | 18.24  | 19.86 | 13.65  | 12.45 | 8.94  | 7.13  | 1.20  | 0.37  |
| C                                  | —      | —     | 0.39  | —     | —      | —     | —      | 0.37  | —     | 1.13  | —     | —     |
| or                                 | 11.34  | 13.27 | 12.14 | 0.48  | 6.38   | 22.91 | 26.06  | 14.97 | 16.41 | 14.83 | 6.74  | 5.91  |
| ab                                 | 38.16  | 29.62 | 36.47 | 34.10 | 31.39  | 35.37 | 29.11  | 34.44 | 31.65 | 31.73 | 29.36 | 33.17 |
| an                                 | 17.88  | 22.76 | 18.04 | 15.45 | 18.09  | 12.24 | 13.53  | 19.25 | 20.91 | 23.50 | 31.07 | 36.70 |
| ol                                 | —      | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —     |
| fo                                 | —      | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —     |
| fa                                 | —      | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —     |
| en                                 | 5.34   | 6.59  | 4.56  | 2.24  | 6.35   | 2.59  | 5.38   | 5.50  | 6.67  | 6.60  | 13.70 | 11.71 |
| fs                                 | 4.58   | 6.91  | 5.06  | 3.26  | 7.06   | 4.18  | 5.74   | 7.87  | 6.41  | 8.80  | 7.97  | 6.54  |
| di                                 | 0.74   | 0.68  | —     | 0.10  | 2.02   | 0.00  | 0.70   | —     | 0.95  | —     | 1.07  | 0.72  |
| en                                 | 0.63   | 0.71  | —     | 0.14  | 2.25   | 0.00  | 0.75   | —     | 0.91  | —     | 0.62  | 0.40  |
| wol                                | 1.42   | —     | 0.23  | 4.32  | 0.01   | 1.47  | —      | 1.91  | —     | 1.78  | 1.18  | —     |
| il                                 | 1.62   | 2.17  | 1.51  | 1.11  | 2.49   | 1.26  | 1.97   | 2.23  | 2.06  | 2.41  | 2.20  | 1.73  |
| il                                 | 1.33   | 1.60  | 0.95  | 0.63  | 0.89   | 0.76  | 1.50   | 1.39  | 1.48  | 1.71  | 1.42  | 0.76  |
| hm                                 | —      | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —     |
| ap                                 | 0.33   | 0.43  | 0.40  | 0.17  | 0.28   | 0.21  | 0.47   | 0.52  | 0.57  | 0.78  | 0.50  | 0.31  |
| cc                                 | —      | —     | —     | —     | —      | —     | —      | —     | —     | —     | —     | —     |
| zr                                 | 0.03   | 0.02  | 0.03  | 0.02  | 0.01   | 0.02  | 0.03   | 0.04  | 0.02  | 0.03  | —     | —     |
| fem                                | 16.01  | 20.53 | 12.51 | 7.90  | 25.69  | 9.03  | 18.01  | 17.54 | 20.98 | 20.32 | 29.26 | 23.34 |

1. Tonalitti — *Tonalite*. Korpisaari, Pielavesi. 06D, x = 7007730, y = 3478630. 91-MEP-80
2. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Tervaskangas, Tervo. 07C, x = 6983810, y = 3489370. 1-MEP-81
3. Tonalitti — *Tonalite*. Vanhanjoensuu, Karttula. 10C, x = 6984120, y = 3496820. 123-ARP-82
4. Tonalitti — *Tonalite*. Leväniemi, Pielavesi. 09B, x = 7008340, y = 3482480. 202C-ARP-81
5. Tonalitti — *Tonalite*. Nikaransuo, Pielavesi. 12B, x = 7009640, y = 3494780. 101-KJS-78
6. Granodioriitti — *Granodiorite*. Heinäselkä, Keitele. 03B, x = 7009500, y = 3462920. 17-ARP-79
7. Granodioriitti — *Granodiorite*. Lamminpää, Tervo. 11A, x = 6991160, y = 3494670. 115-ARP-82
8. Tonalitti — *Tonalite*. Kiviniemi, Tervo. 11C, x = 6992230, y = 3497520. 116-ARP-82
9. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Kivipuro, Viitasaari. 01B, x = 6986340, y = 3463520. 152-ARP-79
10. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Ilkonsuo, Pielavesi. 09C, x = 7003660, y = 3487120. 186B-ARP-81
11. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Pulkkilanmäki, Maaninka. 12D, x = 7006860, y = 3499810. 98B-ARP-78
12. Pallokvartsidioriitti — *Orbicular quartz diorite*. Pulkkilanmäki, Maaninka. 12D. 65-KJS-78

Taulukko 13. Graniittisten kivien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.

Table 13. Chemical compositions of granitic rocks.

|                                    | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8.    | 9.     | 10.    | 11.    | 12.    |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 76.37 | 76.29 | 75.51 | 75.06 | 70.55 | 68.36 | 65.71 | 71.80 | 69.74  | 61.99  | 64.12  | 65.75  |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.08  | 0.15  | 0.06  | 0.19  | 0.46  | 0.33  | 0.64  | 0.29  | 0.43   | 0.78   | 0.63   | 0.71   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 12.89 | 12.62 | 13.35 | 13.04 | 14.04 | 14.64 | 14.44 | 13.82 | 15.07  | 17.51  | 17.11  | 15.87  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 1.33  | 1.82  | 0.68  | 2.01  | 3.48  | 3.41  | 5.51  | 2.80  | 3.37   | 7.26   | 6.16   | 4.77   |
| MnO                                | 0.03  | 0.00  | 0.04  | 0.03  | 0.04  | 0.04  | 0.06  | 0.04  | 0.05   | 0.12   | 0.10   | 0.06   |
| MgO                                | 0.21  | 0.46  | 0.47  | 0.34  | 0.64  | 0.63  | 1.16  | 0.44  | 0.98   | 1.13   | 0.95   | 1.15   |
| CaO                                | 0.78  | 0.83  | 0.67  | 1.23  | 1.70  | 1.74  | 2.26  | 1.48  | 1.61   | 3.09   | 2.46   | 2.86   |
| Na <sub>2</sub> O                  | 2.95  | 4.08  | 4.12  | 2.65  | 2.65  | 3.06  | 3.64  | 3.10  | 3.31   | 4.13   | 4.01   | 3.66   |
| K <sub>2</sub> O                   | 5.07  | 3.67  | 4.60  | 4.82  | 5.22  | 6.74  | 5.02  | 5.94  | 6.41   | 4.43   | 5.63   | 5.43   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.00  | 0.00  | 0.09  | 0.06  | 0.15  | 0.10  | 0.32  | 0.08  | 0.11   | 0.24   | 0.20   | 0.23   |
| Summa                              | 99.71 | 99.92 | 99.59 | 99.43 | 98.92 | 99.04 | 98.75 | 99.79 | 101.08 | 100.68 | 101.37 | 100.49 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 0.30  | 0.41  | 0.15  | 0.44  | 0.75  | 0.72  | 1.14  | 0.61  | 0.72   | 1.46   | 1.26   | 0.99   |
| FeO                                | 0.93  | 1.27  | 0.48  | 1.41  | 2.46  | 2.42  | 3.93  | 1.97  | 2.39   | 5.22   | 4.41   | 3.40   |
| ppm                                |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
| Ba                                 | 300   | 1100  | —     | 1300  | 1000  | —     | —     | 1100  | 1100   | 2200   | 2700   | 1900   |
| Sr                                 | 90    | 120   | —     | 190   | 160   | —     | —     | 110   | 130    | 280    | 250    | 320    |
| Zr                                 | 150   | 120   | —     | 170   | 280   | —     | —     | 200   | 180    | 320    | 390    | 320    |
| Rb                                 | 170   | 110   | —     | 110   | 160   | —     | —     | 140   | 240    | 80     | 120    | 100    |
| Q                                  | 37.03 | 34.88 | 31.73 | 36.88 | 29.14 | 19.20 | 17.42 | 26.00 | 19.56  | 9.32   | 9.44   | 14.33  |
| C                                  | 1.09  | 0.32  | 0.59  | 1.25  | 1.20  | —     | —     | —     | —      | 0.68   | 0.19   | —      |
| or                                 | 30.20 | 22.25 | 27.18 | 29.17 | 31.41 | 39.83 | 29.67 | 35.67 | 38.49  | 27.28  | 34.56  | 33.10  |
| ab                                 | 24.96 | 34.53 | 34.86 | 22.42 | 22.42 | 25.89 | 30.80 | 26.23 | 28.01  | 34.95  | 33.93  | 30.97  |
| an                                 | 3.87  | 4.12  | 2.74  | 5.71  | 7.45  | 6.31  | 8.24  | 5.97  | 7.03   | 13.76  | 10.90  | 10.34  |
| ol fo                              | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | —      |
| fa                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | —      |
| en                                 | 0.52  | 1.15  | 1.17  | 0.85  | 1.59  | 1.34  | 2.76  | 0.99  | 2.40   | 2.81   | 2.37   | 2.47   |
| fs                                 | 1.39  | 1.75  | 0.72  | 1.96  | 3.21  | 2.89  | 5.08  | 2.46  | 3.11   | 7.30   | 6.20   | 3.77   |
| di en                              | —     | —     | —     | —     | —     | 0.23  | 0.13  | 0.11  | 0.04   | —      | —      | 0.39   |
| fs                                 | —     | —     | —     | —     | —     | 0.49  | 0.25  | 0.26  | 0.06   | —      | —      | 0.60   |
| wo                                 | —     | —     | —     | —     | —     | 0.70  | 0.37  | 0.35  | 0.10   | —      | —      | 0.98   |
| mt                                 | 0.43  | 0.59  | 0.22  | 0.65  | 1.08  | 1.04  | 1.66  | 0.88  | 1.04   | 2.12   | 1.83   | 1.43   |
| il                                 | 0.15  | 0.28  | 0.11  | 0.36  | 0.87  | 0.63  | 1.22  | 0.55  | 0.82   | 1.48   | 1.20   | 1.35   |
| hm                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | —      |
| ap                                 | —     | —     | 0.21  | 0.14  | 0.36  | 0.24  | 0.76  | 0.19  | 0.26   | 0.57   | 0.47   | 0.54   |
| cc                                 | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —      | —      | —      | —      |
| zr                                 | 0.02  | 0.02  | —     | 0.02  | 0.04  | —     | —     | 0.03  | 0.02   | 0.04   | 0.05   | 0.04   |
| fem                                | 2.51  | 3.79  | 2.44  | 3.98  | 7.16  | 7.55  | 12.22 | 5.82  | 7.85   | 14.33  | 12.11  | 11.59  |

1. Graniitti — *Granite*. Hanhiselkämä, Tervo. 04D, x = 6986300, y = 3478050. 3-ARP-812. Graniitti — *Granite*. Vuorijärvi, Viitasaari. 02B, x = 6997280, y = 3461180. 15-KJL-793. Pegmatiitti — *Pegmatite*. Kakkovuoret, Keitele. 03C, x = 7001140, y = 3468440. 119B-ARP-794. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Salmi, Pielavesi. 12D, x = 7007560, y = 3496320. 104-KJS-785. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Repomäki, Pielavesi. 12C, x = 7001420, y = 3495680. 97-ARP-826. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Pulkkiskangas, Keitele. 03A, x = 7001580, y = 3462340. 13-ARP-797. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Päivölä, Keitele. 02B, x = 6999400, y = 3464300. 35A-ARP-798. Porfyriininen granodioriitti — *Porphyritic granodiorite*. Murtomäki, Vesanto. 04A, x = 6981350, y = 3470920. 199-ARP-819. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Rantaharju, Tervo. 04D, x = 6987530, y = 3479580. 110-MEP-7910. Porf. kvartsimontsoniitti — *Porphyritic quartz monzonite*. Kotiaho, Keitele. 03D, x = 7006120, y = 3469500. 56-ARP-7911. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Kalliokangas, Keitele. 03D, x = 7005320, y = 3467740. 68-ARP-7912. Porfyriininen graniitti — *Porphyritic granite*. Väänälä, Tervo. 07D, x = 6985920, y = 3488350. 89-MEP-79

Taulukko 14. Emäksisten syväkivien ja puolipinnallisten kivien kemiallisia koostumuksia. Anal. V. Hoffrén.

Table 14. Chemical compositions of basic plutonic and hypabyssic rocks.

|                                    | 1.    | 2.     | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    |
|------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 57.76 | 49.93  | 48.34 | 55.80 | 49.18 | 49.77 |
| TiO <sub>2</sub>                   | 0.63  | 2.39   | 0.98  | 0.80  | 1.07  | 1.12  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 18.79 | 15.03  | 16.48 | 17.01 | 15.62 | 15.87 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> tot | 7.65  | 16.14  | 13.27 | 8.99  | 11.68 | 11.92 |
| MnO                                | 0.11  | 0.25   | 0.18  | 0.15  | 0.21  | 0.18  |
| MgO                                | 2.39  | 5.72   | 8.27  | 3.75  | 6.29  | 6.93  |
| CaO                                | 5.86  | 8.20   | 9.24  | 7.12  | 9.45  | 9.42  |
| Na <sub>2</sub> O                  | 4.41  | 2.39   | 2.07  | 3.00  | 3.13  | 2.71  |
| K <sub>2</sub> O                   | 1.44  | 0.65   | 0.65  | 1.97  | 1.32  | 0.87  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | 0.24  | 0.41   | 0.23  | 0.31  | 0.29  | 0.17  |
| Summa                              | 99.27 | 101.11 | 99.71 | 98.89 | 98.23 | 98.95 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 1.49  | 2.96   | 2.40  | 1.73  | 2.13  | 3.08  |
| FeO                                | 5.54  | 11.86  | 9.78  | 6.53  | 8.59  | 7.96  |
| Q                                  | 7.52  | 3.46   | —     | 7.83  | —     | —     |
| C                                  | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| or                                 | 8.51  | 3.84   | 3.84  | 11.64 | 7.80  | 5.14  |
| ab                                 | 37.32 | 20.22  | 17.52 | 25.39 | 26.49 | 22.93 |
| an                                 | 27.22 | 28.36  | 33.76 | 27.13 | 24.67 | 28.57 |
| ol fo                              | —     | —      | 3.14  | —     | 6.18  | 0.76  |
| fa                                 | —     | —      | 2.47  | —     | 5.49  | 0.51  |
| en                                 | 5.90  | 12.36  | 13.64 | 8.09  | 2.31  | 11.97 |
| fs                                 | 8.03  | 13.75  | 9.72  | 8.25  | 1.86  | 7.31  |
| di en                              | 0.05  | 1.88   | 2.48  | 1.25  | 4.54  | 4.20  |
| fs                                 | 0.07  | 2.10   | 1.77  | 1.28  | 3.67  | 2.57  |
| wo                                 | 0.12  | 4.03   | 4.42  | 2.58  | 8.48  | 7.12  |
| mt                                 | 2.17  | 4.30   | 3.49  | 2.51  | 3.09  | 4.46  |
| il                                 | 1.20  | 4.54   | 1.86  | 1.52  | 2.03  | 2.13  |
| hm                                 | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| ap                                 | 0.57  | 0.97   | 0.54  | 0.73  | 0.69  | 0.40  |
| cc                                 | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| zr                                 | —     | —      | —     | —     | —     | —     |
| fem                                | 18.10 | 43.92  | 43.52 | 26.20 | 38.34 | 41.43 |

1. Dioriitti — *Diorite*. Riista-aho, Pielavesi. 09C, x = 7003400, y = 3489690. 50A-ARP-86
2. Noriitti — *Norite*. Lautaporras, Pielavesi. 09B, x = 7008290, y = 3484940. 146A-ARP-81
3. Gabro — *Gabbro*. Viitajärvi, Tervo. 11A, x = 6992020, y = 3491140. 134-ARP-86
4. Dioriitti — *Diorite*. Rantakylä, Karttula. 10C, x = 6981740, y = 3497800. 34-ARP-78
5. Gabro — *Gabbro*. Rantakylä, Karttula. 10C, x = 6980140, y = 3498500. 120-ARP-82
6. Metadiabaasi — *Metadiabase*. Petäjäjärvi, Pielavesi. 12B, x = 7006160, y = 3490340. 124B-ARP-79

Taulukko 15. U-Pb analyttiset tulokset, isotooppisuhteet ja radiometriset iät zirkonifraktioille Vesannon kartta-alueen kvartsidioriiteista.

Table 15. U-Pb analytical data for zircons of quartz diorites from the Vesanto map-sheet area.

| Näyte<br>n:o   | Fraktio<br><i>Fraction</i>         | Pitoisuus<br><i>Concentration</i> |                                     | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{201}\text{Pb}}$ | Lyijyn isotooppikoostumus<br><i>Isotopic composition of lead</i> |        |        | Atomisuhteet ja radio-<br>metriset iät Ma.<br><i>Atom ratios and radio-<br/>metric ages, Ma.</i> |  |   |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|--------|--------|--|--|---|
|  |                                    | (g/cm <sup>3</sup> )              | μg                                  |   | $^{206}\text{Pb} = 100$  |        |        | $\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$   | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$ | $\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$ |
| <i>Sample no.</i>  | Ø=raekoko, μm<br><i>grain size</i> | $^{238}\text{U}$                  | $^{206}\text{Pb}$<br><i>radiog.</i> | Mitattu<br><i>Measured</i>                | 204  | 207    | 208    |  |  |   |
| A236   | A d>4.6                            | 335.2                             | 96.43                               | 4813                                      | .02002   | 11.767 | 9.173  | .3325<br>± 17<br>1850  | 5.270<br>± 28<br>1864                    | .11496<br>± 7<br>1879                     |
|  | B 4.2<d<4.6                        | 503.9                             | 143.03                              | 7197                                      | .01336   | 11.668 | 9.325  | .3281<br>± 18<br>1828  | 5.196<br>± 28<br>1851                    | .11487<br>± 4<br>1878                     |
|  | C 4.2<d<4.6<br>Ø>70;HF             | 473.3                             | 136.71                              | 26780                                     | .003016  | 11.546 | 8.805  | .3338<br>± 17<br>1856  | 5.295<br>± 28<br>1868                    | .11505<br>± 4<br>1880                     |
| A237   | A d>4.6<br>Ø>160                   | 290.7                             | 74.96                               | 5929                                      | .01587   | 11.846 | 10.739 | .2981<br>± 15<br>1681  | 4.780<br>± 25<br>1781                    | .11631<br>± 6<br>1900                     |
|  | B d>4.6<br>Ø>160;HF                | 271.5                             | 77.30                               | 7515                                      | .01219   | 11.794 | 10.806 | .3291<br>± 17<br>1833  | 5.277<br>± 28<br>1865                    | .11630<br>± 12<br>1900                    |
|  | C 4.2<d<4.6<br>Ø>70                | 408.7                             | 114.60                              | 7736                                      | .01201   | 11.774 | 10.431 | .3241<br>± 17<br>1809  | 5.189<br>± 28<br>1850                    | .11612<br>± 6<br>1897                     |
|  | D 4.2<d<4.6<br>Ø>70                | 412.5                             | 107.70                              | 5435                                      | .01748   | 11.845 | 10.546 | .3018<br>± 16<br>1700  | 4.830<br>± 28<br>1790                    | .11610<br>± 26<br>1897                    |
|  | E 4.2<d<4.6<br>HF                  | 379.6                             | 104.15                              | 12357                                     | .007088  | 11.647 | 10.472 | .3172<br>± 16<br>1775  | 5.051<br>± 27<br>1827                    | .11551<br>± 5<br>1888                     |
| A239   | A d>4.6                            | 263.2                             | 75.87                               | 17784                                     | .004647  | 11.559 | 9.791  | .3332<br>± 17<br>1853  | 5.281<br>± 28<br>1865                    | .11496<br>± 6<br>1879                     |
|  | B d>4.6<br>HF                      | 230.0                             | 66.18                               | 23381                                     | .002889  | 11.544 | 9.974  | .3326<br>± 17<br>1851  | 5.276<br>± 28<br>1865                    | .11505<br>± 7<br>1880                     |
|  | C 4.2<d<4.6                        | 579.1                             | 166.87                              | 26444                                     | .003272  | 11.561 | 8.905  | .3330<br>± 17<br>1852  | 5.288<br>± 28<br>1866                    | .11517<br>± 4<br>1882                     |
| HF = HF-puhdistus<br><i>preleached in HF</i>                                 |                                    |                                   |                                     |   | $^{238}\text{U} = 1.55125 \times 10^{-10}/\text{a}$              |        |        |  |  |   |
| atomisuhde — <i>atomic ratio</i><br>$^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137.88$ |                                    |                                   |                                     |   | $^{235}\text{U} = 9.8485 \times 10^{-10}/\text{a}$               |        |        |  |  |   |

A263-Palokangas. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Palokangas, Pielavesi. 09C, x=7003660, y=3487120A237-Jyninmäki. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Jyninmäki, Pielavesi. 09B, x=7008910, y=3483390A239-Molkanjärvi. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite*. Molkanjärvi, Pielavesi. 12B, x=7005280, y=3490040

Taulukko 16. Kivilajien tiheksiä.

Table 16. Density of rocks.

| Kivilaji - Rock   | Koordinaatit<br>Co-ordinates |         | Tiheys<br>Density |
|---|------------------------------|---------|-------------------|
|   | x =                          | y =     |                   |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 7000900                      | 3468340 | 2.566             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 6992120                      | 3471800 | 2.583             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 7004050                      | 3492260 | 2.604             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 6998300                      | 3460400 | 2.644             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 7001140                      | 3468440 | 2.655             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 6995320                      | 3492410 | 2.708             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 6995080                      | 3496600 | 2.711             |
| Leptiittinen gneissi — <i>Leptitic gneiss</i>                   | 7002140                      | 3469500 | 2.748             |
| Kvartsimaasälpagneissi — <i>Quartz-feldspar gneiss</i>          | 6995680                      | 3493040 | 2.777             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6982900                      | 3493920 | 2.700             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6998490                      | 3492760 | 2.703             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 7009450                      | 3478010 | 2.719             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6998740                      | 3490430 | 2.722             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6998500                      | 3493180 | 2.723             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6983900                      | 3487870 | 2.741             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6998400                      | 3490000 | 2.744             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6984630                      | 3491500 | 2.752             |
| Sarvivälkekiillegneissi — <i>Hornblende-mica gneiss</i>         | 6981880                      | 3494560 | 2.824             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6988180                      | 3468300 | 2.836             |
| Sarvivälkekiillegneissi — <i>Hornblende-mica gneiss</i>         | 6983980                      | 3483100 | 2.840             |
| Granaattikiillegneissi — <i>Garnet-mica gneiss</i>              | 6993020                      | 3498500 | 2.852             |
| Kordieriittikiillegneissi — <i>Cordierite-mica gneiss</i>       | 6994770                      | 3499240 | 2.860             |
| Kiillegneissi — <i>Mica gneiss</i>                              | 6983510                      | 3483140 | 2.873             |
| Sarvivälkekiillegneissi — <i>Hornblende-mica gneiss</i>         | 6999050                      | 3490160 | 2.881             |
| Pyrokseenigneissi — <i>Pyroxene gneiss</i>                      | 6991040                      | 3494330 | 2.874             |
| Pyrokseenigneissi — <i>Pyroxene gneiss</i>                      | 6992810                      | 3497560 | 2.916             |
| Pyrokseenigneissi — <i>Pyroxene gneiss</i>                      | 6992900                      | 3497250 | 2.923             |
| Pyrokseenigneissi — <i>Pyroxene gneiss</i>                      | 6992630                      | 3498160 | 2.964             |
| Sarvivälkegneissi — <i>Hornblende gneiss</i>                    | 6995420                      | 3491470 | 2.814             |
| Sarvivälkegneissi — <i>Hornblende gneiss</i>                    | 7004770                      | 3492100 | 2.834             |
| Sarvivälkegneissi — <i>Hornblende gneiss</i>                    | 7009200                      | 3475120 | 2.835             |
| Sarvivälkegneissi — <i>Hornblende gneiss</i>                    | 6998980                      | 3492790 | 2.897             |
| Biotiittisarvivdegneissi — <i>Biotite-hornblende gneiss</i>     | 7009220                      | 3474680 | 2.905             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6995120                      | 3491290 | 2.927             |
| Sarvivälkepyrokseenigneissi — <i>Hornblende-pyroxene gneiss</i> | 6995540                      | 3497720 | 2.929             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6995280                      | 3491800 | 2.983             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6996570                      | 3497730 | 2.989             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6998390                      | 3493140 | 3.007             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6992460                      | 3495080 | 3.033             |
| Amfiboliitti — <i>Amphibolite</i>                               | 6998970                      | 3490080 | 3.046             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                            | 6983100                      | 3468400 | 2.605             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                            | 6998770                      | 3497800 | 2.647             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                            | 7002640                      | 3468300 | 2.663             |



Taulukko 16. jatkuu  
Table 16. continued

| Kivilaji - Rock   | Koordinaatit<br>Co-ordinates |         | Tiheys<br>Density |
|---|------------------------------|---------|-------------------|
|   | x =                          | y =     |                   |
| Tonaliitti — <i>Tonalite</i>                                | 7008100                      | 3495970 | 2.665             |
| Tonaliitti — <i>Tonalite</i>                                | 7003660                      | 3491020 | 2.675             |
| Tonaliitti — <i>Tonalite</i>                                | 7009640                      | 3494780 | 2.676             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                        | 6982050                      | 3460150 | 2.677             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                        | 6989750                      | 3490280 | 2.688             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                        | 6981780                      | 3482570 | 2.689             |
| Granodioriitti — <i>Granodiorite</i>                        | 6985080                      | 3489240 | 2.713             |
| Tonaliitti — <i>Tonalite</i>                                | 6988640                      | 3491760 | 2.716             |
| Kvartsidioriitti — <i>Quartz diorite</i>                    | 7004500                      | 3490620 | 2.719             |
| Tonaliitti — <i>Tonalite</i>                                | 7009680                      | 3478540 | 2.721             |
| Pyrokseenikvartsidioriitti — <i>Pyroxene-quartz diorite</i> | 7004380                      | 3490940 | 2.739             |
| Kvartsidioriitti — <i>Quartz diorite</i>                    | 6984050                      | 3463750 | 2.751             |
| Kvartsidioriitti — <i>Quartz diorite</i>                    | 6983760                      | 3483420 | 2.781             |
| Kvartsidioriitti — <i>Quartz diorite</i>                    | 6998500                      | 3478950 | 2.814             |
| Pyrokseenikvartsidioriitti — <i>Pyroxene-quartz diorite</i> | 700480                       | 3491360 | 2.861             |
| Graniitti — <i>Granite</i>                                  | 6986300                      | 3478070 | 2.448             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6987790                      | 3479880 | 2.545             |
| Apliittigraniitti — <i>Aplitic granite</i>                  | 6984910                      | 3461130 | 2.547             |
| Graniitti — <i>Granite</i>                                  | 6997680                      | 3460400 | 2.574             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6990450                      | 3466500 | 2.582             |
| Graniitti — <i>Granite</i>                                  | 6996110                      | 3473080 | 2.585             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6986110                      | 3481080 | 2.588             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6983040                      | 3480680 | 2.632             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6996420                      | 3466160 | 2.642             |
| Graniitti — <i>Granite</i>                                  | 7003880                      | 3467200 | 2.649             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6983800                      | 3471420 | 2.654             |
| Porfyrynen granodioriitti — <i>Porphyritic granodiorite</i> | 6985310                      | 3481430 | 2.655             |
| Porfyrynen granodioriitti — <i>Porphyritic granodiorite</i> | 7005460                      | 3469760 | 2.655             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6987530                      | 3479580 | 2.662             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 7000110                      | 3495600 | 2.671             |
| Porfyrynen graniitti — <i>Porphyritic granite</i>           | 6985930                      | 3488350 | 2.693             |
| Porfyrynen granodioriitti — <i>Porphyritic granodiorite</i> | 6982800                      | 3465800 | 2.705             |
| Dioriitti — <i>Diorite</i>                                  | 6989220                      | 3491080 | 2.817             |
| Metagabro — <i>Metagabbro</i>                               | 6981050                      | 3495000 | 2.837             |
| Gabro — <i>Gabbro</i>                                       | 6993740                      | 3499520 | 2.850             |
| Gabro — <i>Gabbro</i>                                       | 6993610                      | 3499920 | 2.882             |
| Gabro — <i>Gabbro</i>                                       | 6981740                      | 3497800 | 2.899             |
| Diabaasi — <i>Diabase</i>                                   | 7004900                      | 3491530 | 2.915             |
| Gabro — <i>Gabbro</i>                                       | 6986410                      | 3493450 | 2.936             |
| Diabaasi — <i>Diabase</i>                                   | 6998810                      | 3490410 | 2.987             |
| Hornblendiitti — <i>Hornblendite</i>                        | 6993260                      | 3497810 | 3.160             |

**Julkaistut kallioperäkartat (1:100 000) ja selitykset (\*), Tilapäiskartta [ ]**

Published maps of pre-Quaternary rocks (1:100 000) and explanations (\*), Temporary map [ ]

31. 12. 1991

|                                |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| *0034 + 0043 Signilskär, 1978. | *2241 Ähtäri, 1970.            | 3231 Haukivuori, 1984.         |
| 1011 Lågskär, 1978.            | 2313 Alajärvi, 1979.           | 3232 Pieksämäki, 1971.         |
| *1012 Maarianhamina, 1979.     | 2321 Pietarsaari, 1981.        | 3233 Rantasalmi, 1973.         |
| 1013 Kōkar, 1981.              | 2322 Kokkola, 1980.            | *3234 Varkaus, 1980.           |
| 1014 Föglö, 1980.              | 2323 Kaustinen, 1971.          | *3311 Viitasaari, 1966.        |
| *1021 Geta, 1978.              | *2324 Kannus, 1961.            | *3312 Pihtipudas, 1969.        |
| *1023 Kumlinge, 1978.          | 2332 Perho, 1976.              | *3313 Vesanto, 1985.           |
| 1031 Utö, 1983.                | *2334 Kinnula, 1962.           | *3314 Pielavesi, 1977.         |
| 1032 Korppoo, 1987.            | *2341 Lestijärvi, 1964.        | *3323 Kiuruvesi, 1977.         |
| *1033 Nötö, 1954.              | *2342 Sievi, 1962.             | *3332 Lapinlahti, 1987.        |
| *1034 Nagu, 1973.              | *2343 Reisjärvi, 1963.         | *3334 Nilsia, 1980.            |
| 1041 Iniö, 1986.               | *2344 Nivala, 1962.            | *3341 Iisalmi, 1990.           |
| *1242 Korsnäs, 1960.           | *2413 Kalajoki, 1955.          | *3422 Oulujoki, 1983.          |
| 1343 Vexala, 1981.             | *2431 Ylivieska, 1955.         | 3433 Sotkamo, 1981.            |
| 1832 Ropí, 1988.               | *2432 + 2414 Pyhäjoki, 1957.   | 3442 Puolanka, 1990.           |
| 2011 Hanko, 1970.              | *2433 Haapavesi, 1958.         | 3443 Hyrynsalmi, 1989.         |
| 2012 Perniö, 1955.             | *2434 Vihanti, 1958.           | *3511 Kiiminki, 1984.          |
| 2013 Jussarö, 1973.            | *2441 Raahe, 1959.             | 3531 Jonku, 1977.              |
| [2014 Tammisaari]              | *2443 Paavola, 1959.           | 3541 Rytinki, 1979.            |
| *2021 Salö, 1955.              | *2533 Haukipudas, 1986.        | 3543 Loukusa, 1980.            |
| *2022 Marttila, 1957.          | *2541 Kemi, 1971.              | 3642 Pelkosenniemi, 1979.      |
| *2023 Suomusjärvi, 1955.       | *2542 + 2524 Karunki, 1972.    | 3643 Kursu, 1967.              |
| *2024 Somero, 1955.            | *2543 Simo, 1975.              | 3644 Vuotostunturi, 1983.      |
| *2032 Siuntio, 1960.           | *2544 Runkaus, 1971.           | *3713 Sodankylä, 1979.         |
| *2034 Helsinki, 1967.          | 2713 Kolari, 1984.             | *3714 Sattanen, 1980.          |
| *2042 Karkkila, 1953.          | 2714 Kihlanki, 1981.           | 3733 + 4711 Savukoski, 1986.   |
| *2043 Kerava, 1969.            | *2723 Muonio, 1980.            | *4112 + 4111 Imatra, 1966.     |
| *2044 Riihimäki, 1956.         | 2732 Kittilä, 1984.            | *4121 Virtutjoki, 1987.        |
| *2111 Loimaa, 1953.            | *3012 Pellinki, 1965.          | *4123 + 4114 Parikkala, 1982.  |
| *2112 Huittinen, 1976.         | *3021 Porvoo, 1964.            | *4124 + 4142 Punkaharju, 1980. |
| *2113 Forssa, 1954.            | *3022 Lapinjärvi, 1962.        | *4213 Kerimäki, 1975.          |
| *2114 Toijala, 1973.           | *3023 + 3014 Kotka, 1970.      | *4214 Rääkkylä, 1985.          |
| *2121 Vammala, 1967.           | *3024 Karhula, 1965.           | *4222 Outokumpu, 1971.         |
| *2122 Ikaalinen, 1952.         | *3041 + 3043 Haapasaari, 1972. | 4223 Joensuu, 1985.            |
| *2123 Tampere, 1961.           | *3042 Hamina, 1973.            | *4224 Kontiolahti, 1971.       |
| *2124 Viljakkala-Teisko, 1953. | *3044 Vaalimaa, 1979.          | (Polvijärvi)                   |
| *2131 Hämeenlinna, 1949.       | *3111 Lahti, 1964.             | *4231 Kitee, 1973.             |
| *2132 Valkeakoski, 1970.       | *3112 Heinola, 1970.           | *4232 + 4234 Tohmajärvi, 1967. |
| *2133 Kärkölä, 1961.           | *3113 Kouvola, 1963.           | *4241 Kiihtelysvaara, 1971.    |
| *2134 Lammi, 1964.             | *3114 Vuohijärvi, 1969.        | 4242 Eno, 1983.                |
| *2141 Kangasala, 1964.         | *3121 Sysmä, 1977.             | *4243 Oskajärvi, 1975.         |
| 2142 Orivesi, 1986.            | *3122 Joutsa, 1982.            | 4244 + 5222 Ilomantsi, 1973.   |
| 2143 Padasjoki, 1971.          | *3123 Mäntyharju, 1978.        | *4311 Sivakkavaara, 1971.      |
| 2144 Kaipola, 1973.            | 3124 Hirvensalmi, 1988.        | *4411 Ontojoki, 1976.          |
| *2213 Kuru, 1960.              | *3131 Luumäki, 1975.           | *4412 Hiisijärvi, 1973.        |
| *2214 Virrat, 1965.            | *3132 Savitaipale, 1965.       | *4413 Kuhmo, 1978.             |
| 2221 Jalasjärvi 1990.          | *3133 Ylämaa, 1979.            | *4421 Moisiovaara, 1986.       |
| *2222 Seinäjoki, 1991.         | *3134 Lappeenranta, 1964.      | *4423 + 4441 Ala-Vuokki, 1987. |
| *2223 Alavus, 1970.            | *3141 Ristiina 1990.           | 4522 Vasaraperä, 1989.         |
| *2224 Kuortane, 1971.          | *3142 Mikkelä, 1980.           | *4524 + 4542 Kuusamo, 1973.    |
| *2231 Mänttä, 1976.            | *3144 Sulkava, 1966.           | *4613 Rukatunturi, 1982.       |
| *2232 Keuruu, 1963.            | 3224 Karttula                  | 4621 + 4623 Salla, 1967.       |

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:

Geologian tutkimuskeskus (GTK)

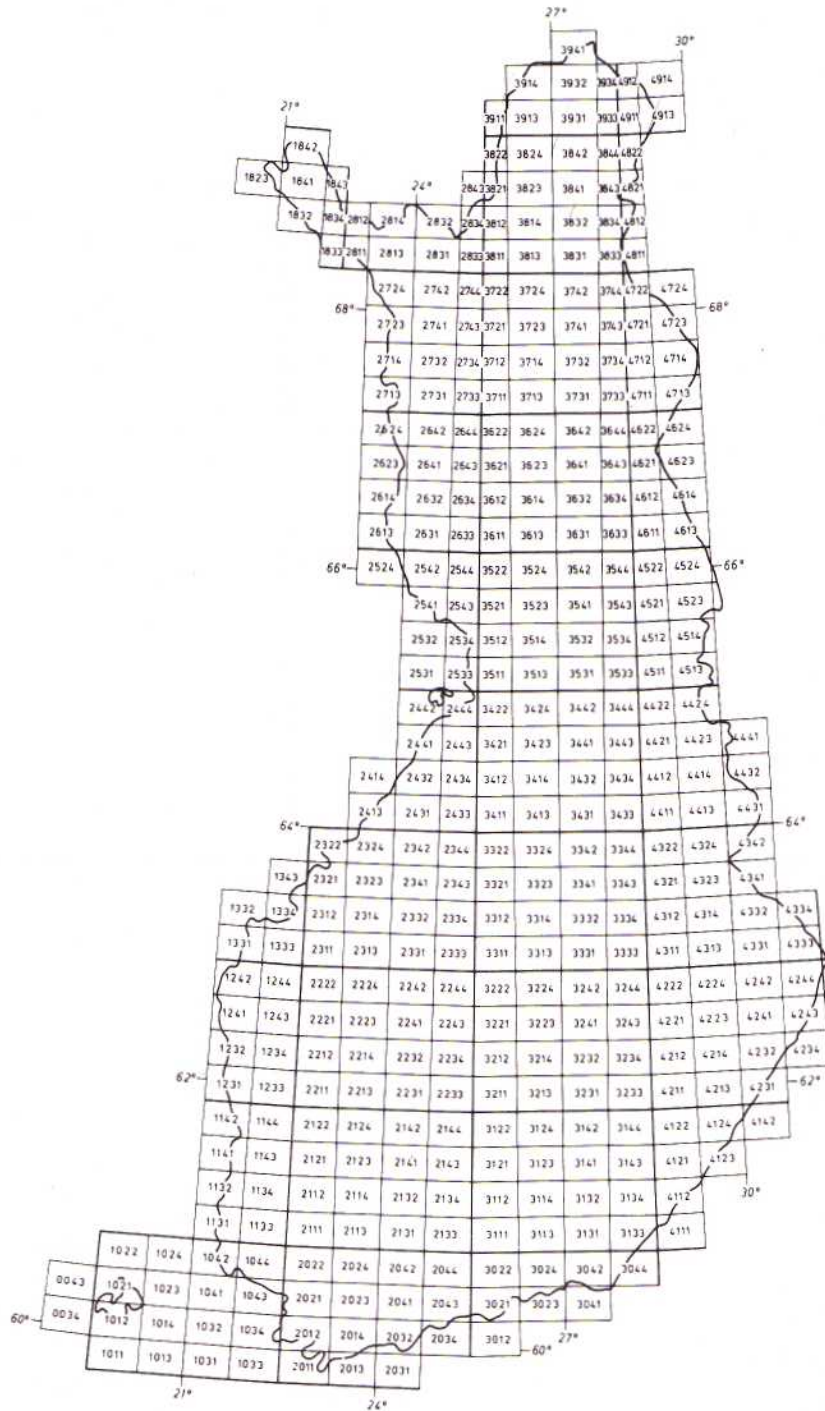
Julkaisumyynti

02150 Espoo

Karttakeskus

PL 85

00521 Helsinki



**Karttaehtijäko 1:100 000**  
**Map division 1:100 000**

ISBN 951-690-433-5