# Suomen geologinen kartta

1 : 100 000

## Kallioperäkartan selitykset

2141 Kangasala

**Kangasalan kartta-alueen kallioperä**

Summary:
Precambrian rocks of the Kangasala map-sheet area

**Kirjoittanut — by**
**ARVO MATISTO**

Geologinen tutkimuslaitos
Espoo 1976

# Suomen geologinen kartta

1 : 100 000

## Kallioperäkartan selitykset

2141 Kangasala

**Kangasalan kartta-alueen kallioperä**

Summary:

Precambrian rocks of the Kangasala map-sheet area

**Kirjoittanut — by**

**ARVO MATISTO**

Geologinen tutkimuslaitos
Espoo 1976

**Matisto, A. 1976.** Kangasalan kartta-alueen kallioperä. Summary: Precambrian rocks of the Kangasala map-sheet area. *Suomen Geologinen kartta, 1: 100 000. Kallioperäkartan selitykset, 2141 Kangasala.* 27 pages, 12 figures and one appendix.

In the current classification the Precambrian bedrock in the area of the Kangasala map-sheet is regarded as a part of the Svecokarelian orogenic belt (Simonen 1971). In the classic division by Sederholm (1897) it was included in the Prebothnium, except for some minor Bothnian schists in the northwestern corner of the area. Approximately two thirds of the bedrock in the area is composed of mica and veined gneisses that typically exhibit black schists, greywacke schists and tuffites as intercalations, as well as abundant calcareous concretions. In some places, quartzite, kinzigitic varieties and small limestone and diopside gneiss intercalations are met with in gneiss. Metavolcanites are more rare than gneisses. The plutonic rocks that are younger than schists constitute a series ranging from peridotites to granites. The internal compositional grading within the intrusives is suggestive of magmatic differentiation, although granodiorites in particular show varieties that obviously derive from schists. Several veins of complex pegmatites have been noted in association with granites. The rocks of the area are cut by one metadiabase dyke and, in the northeastern corner, by several dykes of olivine diabase.

The text is in Finnish, the figure captions and summary in English.

*Arvo Matisto, Geological Survey of Finland, 02150 Espoo 15, Finland.*

ISBN 951-690-051-8

Helsinki 1976. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS — CONTENTS


Tutkimusvaiheet ..... 5
Kallioperän yleispiirteet ..... 5
Pintakivilajit ..... 6
  Kerrostuneet kivilajit ..... 6
    Fylliitit ja kiilleliuskeet ..... 6
    Kiille- ja suonigneissit ..... 7
    Grauvakkaliuskeet ..... 8
    Kinzigiitit ..... 10
    Mustaliuskeet ..... 12
    Kvartsiitit ..... 12
    Diopsidigneissit ..... 12
    Kalkkikivet ..... 13
  Vulkaaniset kivilajit ..... 13
Syväkivilajit ..... 13
  Emäksiset syväkivilajit ..... 14
  Kvartsi- ja granodioriitit ..... 16
  Graniitit ..... 17
Diabaasijuonet ..... 20
Rakennetta ja stratigrafiaa ..... 20
Taloudellisia aiheita ..... 22
Summary: Precambrian rocks of the Kangasala map-sheet area ..... 24
  Introduction ..... 24
  Schists ..... 24
  Plutonic rocks ..... 25
  Tectonics ..... 25
Kirjallisuutta — References ..... 26

## TUTKIMUSVAIHEET

Kangasalan kallioperäkartta käsittää Suomen kantakartaston lehden 2141 alueen. Varhaisimmat tiedot tämän alueen kallioperästä, eteläistä reunamaa lukuun ottamatta, sisältyvät jo Sederholmin (1897) klassiseen tutkimukseen SW-Suomen arkeeisesta sedimenttimuodostumasta. Kuvaukset alueen länsi- ja itäosien kallioperästä sisältyvät Tampereen (Sederholm 1903, 1913) ja Mikkelin (Frosterus 1900, 1903) vuorilajikarttoihin ja niiden selityksiin.

Kuhmalahden kalkkikivestä ja Kangasalan sekä Eräjärven pegmatiittimineraaleista on lisäksi olemassa sekä vanhempaa että uudempaa kirjallista tietoa, johon osittain viitataan a.o. kivilajien yhteydessä ja joista viitteitä on löydettävissä myös Laitakarin (1967) mineraalihakemistosta.

Maastotutkimukset 1: 100 000-kaavaisen kallioperäkartan laatimista varten suoritettiin vuosina 1961—63. Tähän työvaiheeseen osallistuivat kirjoittajan lisäksi Seppo Aaltonen (1962), W. K. Fletcher (Englannista, 1962), Erkki Halme (1961—62), Kalevi Hokkanen (1963), Kari Kemppainen (1961 ja 1963), Kari Laakso (1962), Mauno Laaninen (1962), Reijo Niemelä (1963), Eero Pokki (1961—62), Markus Torssonen (1961) ja Kari Vuorio (1961). Alueella työskennelleiden kartoittajien lukuisuus johtuu siitä, että työmaa toimi samalla uusien tutkimusapulaisten koulutuskenttänä.

V. 1964 ilmestyneen kallioperäkartan on piirtänyt puhtaaksi rouva Kyllikki Konkola. Osan kivilajien mikroskooppisista tutkimuksista on suorittanut maist. Matti Lehtonen. Niin karttaa kuin sen selitystä laadittaessa ovat tutkimusassistentit Reijo Niemelä ja Kari Vuorio olleet monipuolisena apuna.

Kaikille työhön osallistuneille sekä siinä avustaneille esittää kirjoittaja parhaimmat kiitoksensa.

## KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

Kangasalan karttalehtialueen vallitsevia kivilajeja ovat rapautumisaineksista koostuneet liuskeet ja gneissit sekä granitoidiset syväkivilajit. Emäksisiä syväkivilajeja sekä metavulkaniitteja on alueella edellisiin verraten varsin vähän. Kaikki nämä Sederholmin klassisen luokituksen pre-botniset kivilajit NW-kulmauksen vähäisine botnisine liuskeineen luetaan nykyään svekokarelidiseen vuorijonovyöhykkeeseen (Simonen 1971).

Liuskeita ja gneissejä on laajalti Sahalahden, Kuhmalahden ja Eräjärven alueilla, runsaasti myös Kangasalan länsi- ja pohjoisosissa sekä Kukkian seuduilla Luopioisissa. Niille ovat luonteenomaisia lukuisat grauvakka- ja mustaliuskevälikerrokset sekä kalkkikonkreetiot. Näiden liuskeiden miogeosynkliinistä alkuperää ilmentävät lisäksi vulkanogeenisten kivilajien vähyys, pari selkeää, joskin ohutta kvartsiittikerrosta, niiden kanssa samaan stratigrafiseen horisonttiin osuvat kalkkikivet sekä eräät kinzigiittiset gneissimuunnokset.

Syväkivilajit, pääasiallisena esiintymisalueenaan lounais- ja eteläosat, muodostavat verraten yhtenäisen sarjan peridotiiteista graniitteihin. Viimeksi mainittuja lukuun ottamatta eivät pyrokseenipitoiset muunnokset ole harvinaisia. Graniiteista laajimmat ovat SW-osan pääosiltaan porfyyriset ja NE-osan apliittiset muunnokset, molemmat kuuluja mineraaliharvinaisuuksia sisältävistä pegmatiittiesiintymistään. Poikkeava on myös nuorin, pegmatiittejakin lävistävä, alueen W-reunalla ja etelässä Pälkäneveden tuntumassa esiintyvä harmaa graniitti.

Alueen W-reunalla leikkaa metadiabaasijuoni gabro-peridotiitti-intruusioita ja koilliskulmauksessa muutamat oliviinidiabaasijuonet leikkaavat sekä liuskeita että graniitteja ja pegmatiitteja.

## PINTAKIVILAJIT

Runsaasti yli puolet karttalehtialueen kallioperästä koostuu pintasyntyisistä kivilajeista. Näissä vallitsevat rapautumisaineksista syntyneet liuskeet ja gneissit, vulkaanisten muunnosten ollessa varsin pienenä vähemmistönä.

Kerrosrakenteisia fylliittejä ja kiilleliuskeita on vain alueen NW-kulmauksessa sekä vähäisinä relikteinä gneisseissä. Nämä puolestaan jakaantuvat lähes tasaveroisesti kiillegneisseihin ja suonigneisseihin, jotka esiintyvät säännöttömästi toistensa lomissa. Niissä molemmissa on välikerroksina musta- ja grauvakkaliuskeita, muutama ohut kvartsiittijakso sekä jokunen kalkkikivi-, diopsidigneissi- tai kinzigiittikerrostuma.

Metavulkaniitteja edustavat pienet, joskin lukuisat uraliittiporfyriitti- ja amfiboliittilinssit, jotka esiintyvät joko sulkeumina syväkivissä tai välikerroksina liuskeissa ja gneisseissä.

### Kerrostuneet kivilajit

#### Fylliitit ja kiilleliuskeet

Selvästi kerrosrakenteista ja alkuperäiset rakennepiirteensä hyvin säilyttänyttä fylliittiä ja kiilleliusketta tavataan vain alueen NW-kulmauksessa Aitolahden ja Kangasalan rajavyöhykkeelle ulottuvassa Tampereen botnisen grauvakkaliuskeen reunamassa. Rakenteeltaan vastaavanlaista liusketta on vähäisinä relikteinä siellä täällä kiille- ja suonigneissien yhteydessä.

## Kiille- ja suonigneissit

Kiille- ja suonigneisseillä on runsaasti yhteisiä ominaisuuksia. Mineraalikoostumus on samansuuntainen, paikoin esiintyy Al-rikkaita muunnoksia, joissa on granaatti, ja/tai andalusiittiporfyroblasteja sekä kinzigiittisiä osueita. Molemmissa on lisäksi runsaasti kalkkikonkreetioita, sapropelisyntyisiä mustaliuskevälikerroksia sekä paksukerroksisia, karkearakeisia grauvakkaliuskeita. Harvinaisempia, mutta miogeosynkliinimuodostumille luonteenomaisia ovat lisäksi muutamat ohuet kvartsiittijaksot sekä diopsidigneissi- ja kalkkikivikerrokset.

Molempien muunnosten kivi on asteeltaan vaihdellen suunnittunutta tai gneissiytynyttä. Mikrorakenne on granoblastinen. Metamorfoosissa ja liikunnoissa ovat karkeimmat rakeet granuloituneet ja muu aines taas on uudelleenkiteytynyttä. Keskinäisiltä paljoussuhteiltaan vaihtelevan mineraalikoostumuksen muodostavat kvartsi, biotiitti, plagioklaasi ($An_{20-35}$) ja kalimaasälpä. Raekoko on 0,2—0,7 mm, mutta paikoin varsinkin maasälpien osalta jopa 2 mm. Tavanomaisia, mutta vähäisiä aksessoreja ovat epidootti, apatiitti, opaakki ja zirkoni. Kiven plagioklaasi on usein serisiittiytynyttä. Biotiitti on lähes aina hieman kloriittiutunutta. Liikkuneimmissa vyöhykkeissä on kivi saanut jopa myloniittisen kloriittiliuskeen luonteen.

Suonigneissi eroaa kiillegneissistä ohuiden, kerrosmyötäisesti kaartelevien kvartsi- ja maasälpärikkaiden suoniensa ansiosta. Pääasiassa nämä ovat peräisin pienistä

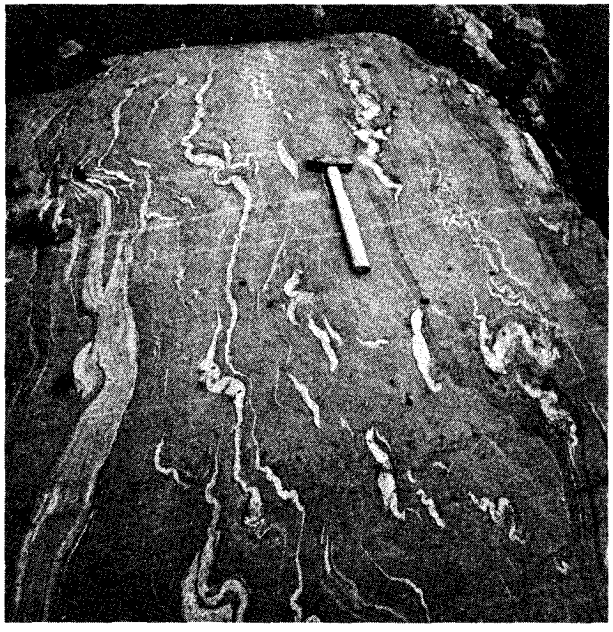
Kuva 1. Pienoispoimuinen suonigneissi. Nuolen pituus 10 cm.
*Fig. 1. Minor folds in veined gneiss. Length of arrow 10 cm.*
Sahalahti Haapasaari.

Kuva 2. Agmatiittista suonigneissiä. Mittakaavana tulitikkurasia.
*Fig. 2. Agmatitic veined gneiss. Match box as scale.*
Sahalahti, Pakkala.

gneissiin intrudoituneista graniittiplutoneista. Suonet ovat tavallisimmin vain 1—2 cm:n paksuisia ja seurailevat gneissin monesti mutkikkaita poimurakenteita (kuva 1). Paikoin muodostaa graniitti liuskeen kanssa isomittaisempaakin migmatiittia, eivätkä agmatiittiset rakennepiirteet näissä ole harvinaisia (kuva 2). Mineraaliainekseltaan hyvin samantapaisia, graniittisia, ovat molemmista päistään päättyvät, ilmeisesti veniittiset, liuskeesta itsestään metamorfisen differentiaation tietä syntyneet suonet (kuva 3). Oman tyyppinsä muodostavat paikoin kontaktivyöhykkeillä tavattavat gneissimuunnokset, jotka ovat saaneet suoniaineksensa granodioriiteista.

## Grauvakkaliuskeet

Gneissien välikerroksina sijaitsevat grauvakkaliuskeet ovat usein, kvartsirikkaina ja karkearakeisina, säilyttäneet isäntäkiveään paremmin alkuperäiset rakennepiirteensä, kerroksellisuuden ja kerrosten sisäisen lajittuneisuuden. Vain muuttuneimmissa vyöhykkeissä ovat niin iskos kuin rakeetkin uudelleenkiteytyneet niin, että koko kivi lähentelee asultaan ja ainekseltaankin suunnittunutta granodioriittia.

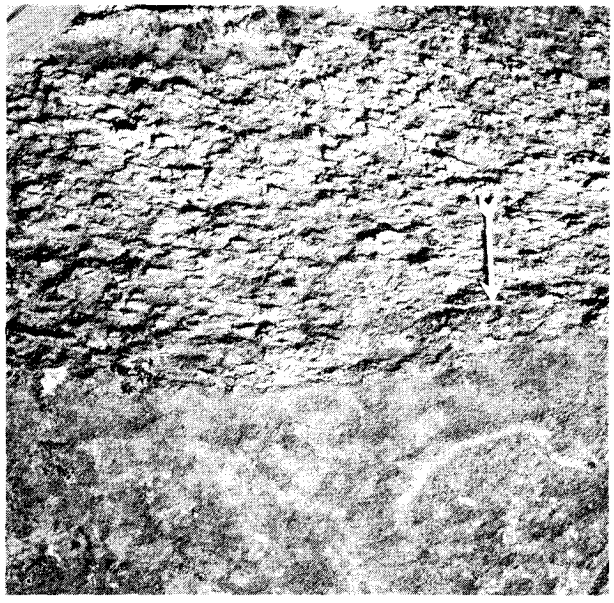


Kuva 3. Veniittistä suonigneissiä.
*Fig. 3. Venitic veined gneiss.*
Kuhmalahti, Vähä-Pento.

Hyvin säilyneitä grauvakkaliuskekerrostumia on Sahalahden, Kuhmalahden ja Eräjäven gneisseissä. Yhtenäisimmät ja karkearakeisimmat näistä ovat Mutikon jakso Vesijärven ja Ponsanselän välisellä kannaksella ja Verkkojärven jakso Kuhmalahden ja Pälkäneen rajan tuntumassa.

Mutikon liuskeessa vaihtelevat kerrospaksuudet 1—11 metriin. Sille ovat luonteenomaisia siellä täällä tavattavat muutamien metrien paksuiset, granaatteja sisältävät amfiboliittivälikerrokset sekä 1—2 metriä paksut ruosteiset, metamorfoituneet mustaliuskekerrokset. Vähäiset leikkaavat graniittijuonet eivät liioin ole harvinaisia. Kerrosten pienirakeinen pintaosa on aina, joskus paljonkin, karkearakeista pohjaosaa mittavampi, ja niiden välinen raja on aina terävä (kuva 4). Pintaosa, raekooltaan 0,3—3,0 mm, ei juuri eroa alueen kiillegneisseistä. Pohjaosassa täysin saman kaltainen aines muodostaa iskoksen runsaille mineraaliraeaggregaateille ja kivilajifragmenteille, joiden koko vaihtelee 2 × 5 mm:stä 8 × 15 mm:iin. Mineraaliaggregaatit ovat kvartsia tai maasälpiä, kivilajifragmentit taas vaihtelevat fylliitistä metamorfiseen gneissiin, karkeimmat muistuttavat granodioriittista ortogneissiä. Saattaapa osa fragmenteista alkuaan ollakin syväkiveä.

Pääpiirteiltään ei Verkkojärven grauvakka eroa Mutikon vastineestaan. Kerrospaksuudet ovat täällä pienempiä, rajoittuvat 0,5—4,0 metriin. Pintaosia ja pohjaosien iskosta lukuun ottamatta on täällä raekoko kuitenkin suurempi. Monissa kerroksissa



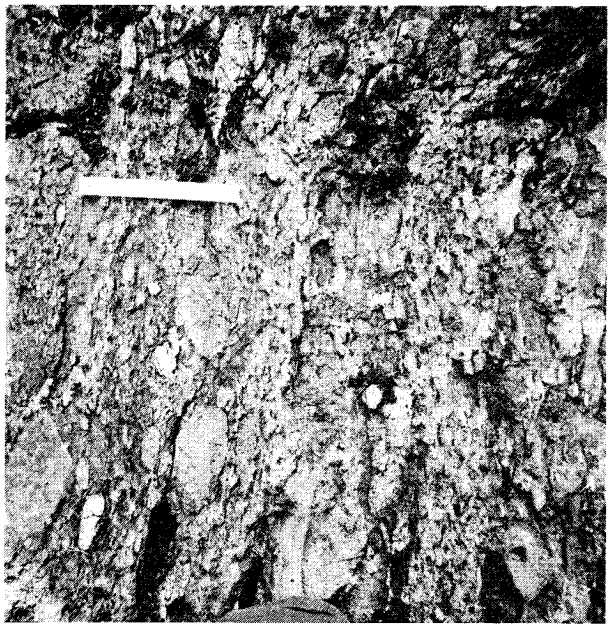
Kuva 4. Karkearakeisen grauvakan terävä kerrosraja. Nuolen pituus 10 cm.
*Fig. 4. A sharp contact between layers in coarse-grained greywacke. Length of arrow 10 cm.*
Kangasala, Mutikko.

ovat rakeiden läpimitat 0,3—3,0 cm tavanomaisia, joissakin eivät esim. 3×6 cm:n kokoiset ole aivan harvinaisia, ja muutamissa karkeimpien kerrosten konglomeraattisissa pohjaosissa on tavattu jopa 5×15 cm:n suuruisia kivilajifragmentteja (kuva 5). Muutoin ei rakeiden laatu juuri poikkea siitä, mitä edellä on Mutikon liuskeesta mainittu.

## Kinzigiitit

Kiillegneisseissä on paikoin kinzigiittisiä muunnoksia. Siihen viittaa megaskooppisesti granaatti- ja joskus sillimaniittipitoisuus, kordieriitti sen sijaan jää lähes aina mikroskooppisesti tunnistettavaksi (kuva 6). Karttalehdellä todetut kinzigiitit sijaitsevat Kangasalla Pelisalmen E-puolella ja Roineen N-rantamalla, Pälkäneellä Jouttenselän ja Luopioisissa Kukkian W-rantaman tuntumassa.

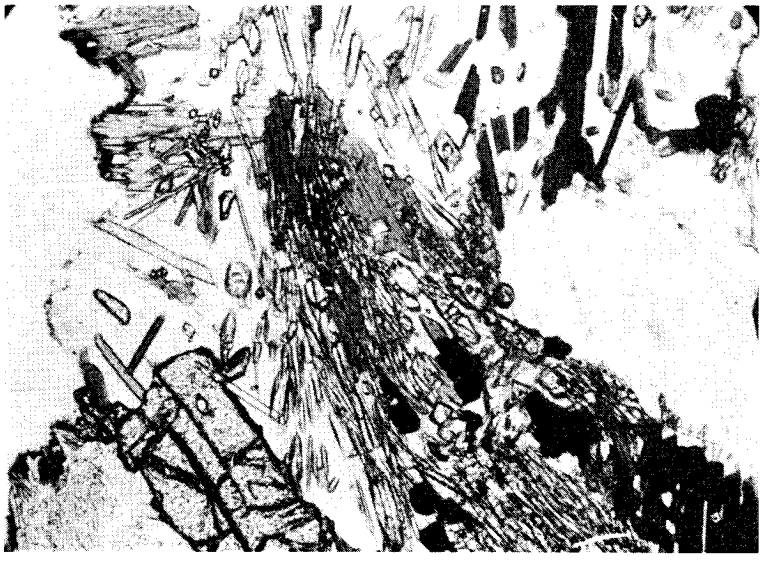
Nämä liuskeet ovat selvästi suunnittuneita, usein gneissimäisiä ja mikrorakenteeltaan granoblastisia. Keskimääräinen raekoko on 0,3—2,0 mm. Päämineraaleina on pertiittistä kalimaasälpää, kvartsia, plagioklaasia ($An_{15-20}$), granaattia, biotiittia ja kordieriittia. Niiden keskinäisissä paljoussuhteissa on melkoista vaihtelua. Yleisiä muuttumistuloksia ja aksessoreja ovat sillimaniitti, zirkoni, muskoviitti ja opaakki sekä kordieriitin pienet sulkeumat pleokroisine kehineen.



Kuva 5. Karkearakeisen grauvakkakerroksen konglomeraattinen pohjaosa. Mittaviivain 10 cm.

*Fig. 5. The conglomeratic basal part of a coarse-grained greywacke layer. Scale rule 10 cm.*

Sahalahti, Verkkojärvi.



Kuva 6. Sillimaniittikuituja kinzigiitissä. 60x, Nic. //.

*Fig. 6. Sillimanite fibres in kinzigite. 60x, Nic. //.*

Pälkäne, Salmentaka.

### Mustaliuskeet

Mustaliuskevälikerrokset ovat tavanomaisia kautta koko kiille- ja suonigneissialueiden. Itäosissa niitä kuitenkin on selvästi vähemmän kuin keski- ja länsiosissa. Niiden paksuus vaihtelee jopa alle metristä muutamiin kymmeniin metreihin. Koostumukseltaan ne eivät kovin suuresti eroa kiillegneissistä. Ne ovat kuitenkin pienirakeisempia ja sisältävät lisäksi vähän grafiittia ja yleensä ruostuneita rautakiisuja, joista yleisimmin on vielä magneettikiisu tunnistettavissa. Tavanomaisia, joskin määrältään vähäisiä ovat sekundaarinen muskoviitti ja ortoklaasiksi määritetty kalimaasälpä. Samoin kuin Tampereen lehden alueella, esim. Nokialla, voidaan näidenkin liuskeiden katsoa edustavan alkuperäisiä sapropelikerrostumia.

### Kvartsiitit

Karttalehtialueella on Eräjärven ja Kuhmalahden rajan tuntumassa ja Sahalahden SE-kulmauksessa muutama useiden kilometrien mittainen kvartsiittijakso ja näiden jatkeilla kiille- ja suonigneississä joitakin vähäisiä kvartsiittivälikerroksia. Leveyssuunnissaan ovat jaksot vain yhden paljastuman indikoimia ja leveimmillään vain pariksi kymmeneksi metriksi arvioituja.

Samankin jakson puitteissa on kvartsiitin koostumuksessa vaihtelua. Puhtaimmillaan se sisältää 60 % kvartsia, 15—20 % plagioklaasia ($An_{25-30}$) ja kalimaasälpää, lisänä muskoviittia, aktinoliittia sekä aksessoreina joskus granaattia ja kummingtoniittia tai rutiilia sekä usein vielä opaakkia, apatiittia, osittain kloriittiutunutta biotiittia ja paikoin karbonaattia ja zirkonia.

Kvartsiitin rakenne vaihtelee klastisesta granoblastiseen ja suuntautumattomasta liuskeiseen. Tavanomainen raekoko on 0,2—0,3 mm, pienimmillään 0,1 ja uudestikiteytyneimmissä muunnoksissa jopa 0,7 mm. Plagioklaasi on yleensä hyvin serisiittiytynyttä, biotiitti, jos sitä on, paljolti kloriittiutunutta. Kalimaasälpä on monesti aivan kirkasta ja ilmeisesti kokonaan uudelleen kiteytynyttä.

Kvartsiittijaksot esiintyvät samoissa horisonteissa diopsidigneissien ja kalkkikivikerrostumien kanssa ja kertovat pitkästä ja rauhallisesta evoluutiovaiheesta.

### Diopsidigneissit

Pälkäneen, Kangasalan ja Saarioisten rajaliittymän S-puolisessa syväkivilajien ympäröimässä gneissijaksossa on eräiden kvartsiittisten pienten välikerrosten ohella myös muutamia diopsidigneissivälikerroksia. Nämä ovat pienempiä ja vähemmän selvästi kerroksellisia kuin esim. Vammalan karttalehden vastaavat muunnokset, mutta lienevät silti alkuaan kalkkihiekkasedimenttejä, jotka liittyvät toisaalta kvartsiitteihin, toisaalta kalkkikivihorisontteihin ja kuuluvat pitkän rapautumisvaiheen ja hitaan evoluution sedimentteihin. Kiven pääminéraalina on kvartsi, jonka määrä saattaa nousta yli 50 %:n. Anortiittirikasta plagioklaasia ($An_{55-60}$) on keskimäärin

30 % ja väritöntä diopsidia 5—15 %. Yleisiä aksessoreja ovat opaakki, titaniitti, sarvivälke ja apatiitti. Rakenne on granoblastinen ja verraten suuntautumaton. Raekoko on pieni, 0,1—0,2 mm O.

**Kalkkikivet**

Vastaavissa horisontaalisissa asemissa kuin kvartsiitit ja diopsidigneissit on karttalehtialueella tavattu myös kalkkikiveä. Koillisen kvartsiittijakson läntisellä jatkeella on Kuhmalahden Kivisalmen kylässä pieni kalkkilouhos, joka on tunnettu jo 1700-luvulla (Laitakari 1967). Varsinainen kalkki on louhittu pois. Louhoksen reunamilla on vähäisten kalsiittisten osueiden ohella diopsidirikasta karsikiveä, joka 2—20 cm:n paksuisin kerroksin vuorottelee kiilleliuskeen kanssa. Diopsidikarressa on diopsidin lisäksi kalsiittia sekä kvartsia, sarvivälkettä ja anortiittirikasta plagioklaasia. Aksessoreja ovat titaniitti, epidootti, tremoliitti sekä plagioklaasin muuttumistulos serisiitti. Rakenne on granoblastinen, yleensä massamainen, mutta paikoin näkyy myös vähäistä suunnittuneisuutta. Raekoko on 0,5—1,0 mm.

Pälkäneen NE-nurkkauksessa on useita valkeita kiteisen kalkkikiven lohkareita täysin asumattomassa ja tiettömässä seudussa. On todennäköistä, että lohkareet ovat kulkeutuneet mannerjään mukana Saarioisten kvartsiitin läntisellä jatkeella olevasta, mutta vielä tuntemattomasta kalkkikiviesiintymästä.

### Vulkaaniset kivilajit

Muihin verraten on koko alueella synnyltään vulkaanisia kivilajeja huomattavan vähän. Koostumukseltaan ne kaikki ovat emäksisiä.

NW-nurkkauksen vähäinen uraliittiporfyriittilinssi agglomeraattirakenteisine reunamuunnoksineen on täysin analoginen Viljakkala-Teiskolehden (Simonen 1952, 1953) S-reunan vastaavien kivilajien kanssa ja kuuluu ilmeisesti Tampereen pohjoispuoliseen »botniseen» liuskejaksoon.

Pääosa alueen vähäisistä vulkaniiteista esiintyy tuffiittivälikerroksina gneisseissä. Näiden ohuiden, vain harvoin hieman kookkaampien kerrostumien aines on granoblastista, liuskeista amfiboliittia, jossa joskus erottuu reliktistä kerrosrakennetta. Poikkeuksen tekee länsireunan vähäinen metabasalttilinssi.

Paikoin nämä kerrokset, samoin kuin osa granodioriittien amfiboliittisulkeumista, esiintyvät breksiamaisina murskaleina, joiksi ne plastisia gneissejä vastustuskykyisempinä ovat liikunnoissa särkyneet.

## SYVÄKIVILAJIT

Alueen määrältään pintakivilajeja vähäisemmät syväkivilajit sijaitsevat verraten yhtenäisenä osueena lounaiskulmauksessa. Lisäksi niitä on lukuisina pienehköinä intruusioina eri puolilla gneisseissä ja hieman laajempina alueina SE-kulmauksessa ja N-reunamalla.

Vallitsevat syväkivilajit ovat kvartsi- ja granodioriitteja porfyyrisine ja pyrokseenipitoisine muunnoksineen. Laajimmat graniitit sijaitsevat NE-kulmauksessa Eräjärvellä sekä SW-osan syväkivialueella. Graniitteihin kuuluu tavanomaisen punaisen ja tasarakeisen ohella karkearakeisia, porfyyrisiä, apliittisia, pegmatiittisia ja harmaita muunnoksia.

Emäksisimmät syväkivilajit hornblendiitista dioriittiin pyrokseenipitoisine muunnoksineen sijaitsevat pienehköinä, joskin lukuisina muodostumina niin gneissi- kuin syväkiviympäristössä.

Kokonaisuudessaan syväkivilajit muodostavat melko yhtenäisen sarjan emäksisistä happamiin. Niin emäksisissä kuin granitoidisissakin, vähänkään kookkaammissa intruusioissa on emäksisempiä osueita, jotka ilman jyrkkää rajaa vaihettuvat happamempiin. Tämä antaa vaikutelman magmaattisesta differentiaatiosta. Kuitenkin on alueen SE-kulmauksessa Luopioisissa ja NW-kulmauksessa Vesijärven N-puolella niin koostumukseltaan kuin asultaankin granodioriittimaisia kivilajeja, jotka paikoin sisältävät nebuliittisia liuskejäänteitä (kuva 7) ja joskus vielä tunnistettavia kalkkikonkreetioita osoituksena kiven liuskealkuperästä.

## Emäksiset syväkivilajit

Emäksiset syväkivi-intruusiot vaihtelevat koostumukseltaan ultraemäksisistä dioriittisiin ja usein niin, että samassa muodostumassa liittyy emäksiseen ydinosaan vähittäisinä vaihteluina useita happamempia differentiaatteja.

Kuva 7. Nebuliittisia reliktejä liuskesyntyisessä granodioriitissa.
*Fig. 7. Nebulitic relics in granodiorite that derives from schist.*
Luopioinen, Holja.

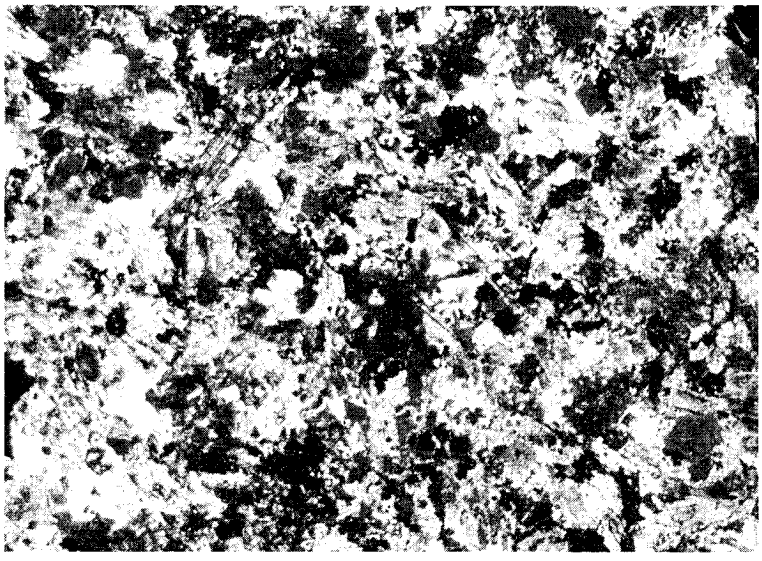
Hornblendiittia on yleensä joko verraten pieninä muodostumina tai joidenkin kookkaampien ydinosueina. Päämineraalia, sarvivälkettä, on siinä aina yli 70, useimmiten 80—90 %. Lisäaineksena on plagioklaasia ($An_{55-65}$) ja muutamissa tyypeissä poikkeuksellisesti vähän kvartsia. Kuhmalahden —Sahalahden rajalla sekä Kangasalan Kirkkoharjun S-reunan muodostumissa on lisänä hivenen hypersteeniä. Aksessoreina ovat tavanomaisia kvartsi, ilmeniitti, titaniitti, zirkoni ja apatiitti sekä muuttumistuloksina biotiitti, serisiitti, kloriitti ja joskus karbonaatti. Kivi on mustahkoa, suunnittumatonta, mirkorakenteeltaan granoblastista, ja keskimääräinen raekoko on 1,0—3,0 mm (kuva 8).

Muutamin paikoin, runsaimmillaan Luopiosten Niemikunnan kylässä (x = 6805,26 y = 536,70), on hornblendiitissa tavattu jonkin verran rautakiisuja, pyrhotiittia ja pyriittiä.

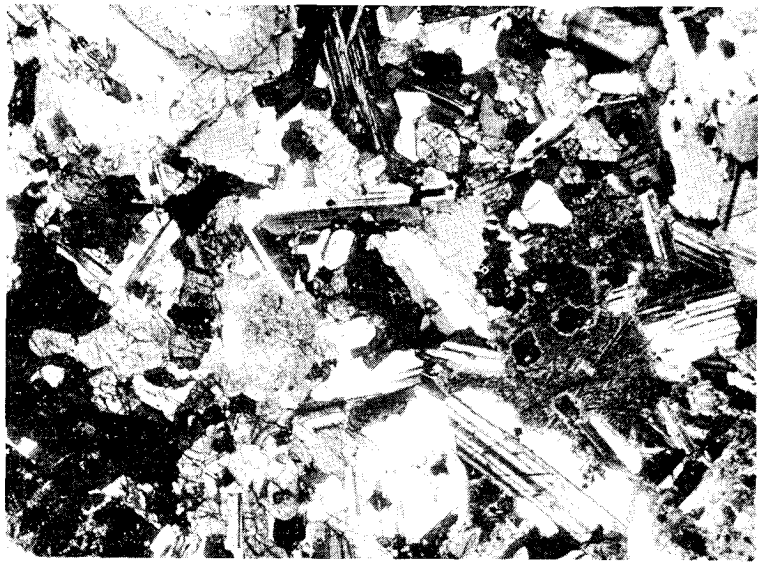
Gabrojen esiintymistapa on hyvin samanlainen kuin hornblendiittien, mutta niitä on alueella selvästi enemmän. Ne jakautuvat hypersteenipitoisiin noriitteihin ja tavanomaisiin gabroihin.

Noriittien mineraalikoostumuksen muodostavat plagioklaasi ($An_{40-70}$, 60 %), hypersteeni (n. 30 %), sarvivälke ja joskus kvartsi sekä aksessoreina apatiitti, opaakki, zirkoni ja muuttumistuloksina serisiitti, biotiitti ja karbonaatti. Rakenne on hypidiomorfinen ja suunnittumaton. Keskimääräinen raekoko on pienehkö, 0,5—1,0 mm.

Tavanomaiset gabrot poikkeavat noriiteista vain siinä, että plagioklaasia, $An_{45-55}$, on noin puolet mineraaliaineksesta ja se antaa sälömäisenä kivelle ofiittisen leiman.



Kuva 8. Hypersteenipitoinen hornblendiitti. 14x, Nic. + .
*Fig. 8. Hypersthene-bearing hornblendite. 14x, Nic. + .*
Kangasala, Suorama.



Kuva 9. Hypersteenipitoinen, ofiittisrakenteinen dioriitti. 14x, Nic. + .
*Fig. 9. Hypersthene-bearing ophitic diorite. 14x, Nic. + .*
Pälkäne, Iso Arajärvi

Toisena pääaineksena on reunoiltaan biotiittiutunut sarvivälke ja lisänä tavanomaiset aksessorit.

Pyrokseenidioriitti asettuu emäksisten ja intermediääristen syväkivilajien vaihettumisrajalle. Vähäisinä differentiaatteina sitä voi tavata siellä täällä, mutta selvemmin alueellisina sitä on todettu, tärkeimmät mainiten, Kangasalan Majaalahden seudulla, Pälkäneveden W-puolella Isokankaan—Kirpun alueella ja Pälkäneen Iso-Arajärven pohjoispuolella. Raekoon, rakenteen ja ulkonäön muutos edellisiin verraten on vähäinen. Tosin niille on moroutuminen usein ominaista. Mikroskooppisesti on todettavissa plagioklaasimäärän väheneminen ja An-pitoisuuden aleneminen. Kuitenkin se antaa vielä tällekin muunnokselle selvähkön ofiittisen rakenteen (kuva 9). Pyrokseenin koostumus vaihtelee hypersteenistä diopsidiin tai augiittiin, jotka vaihdellen ovat reunaosiltaan muuttuneet sarvivälkkeeksi.

## Kvartsi- ja granodioriitit

Vähäisin vaiheuttumin siirrytään edellisestä ryhmästä intermediäärisiin syväkiviin, pyrokseenipitoisiin, porfyyrisiin tai tasarakeisiin kvartsi- ja granodioriitteihin. Nämä muunnokset esiintyvät useimmiten toistensa yhteydessä samoissa intruusioissa. Näistä emäksisintä edustavat orto- tai klinopyrokseenia sisältävät kvartsidioriitit, jotka näissä vaaleammissa kivilajeissa helposti erottuvat pyrokseenin niille antaman ruseh-

tavan värisävyn perusteella. Isompialaisina näitä on tavattu Längelmäveden eteläosan itäpuolella Heposelän ja Pelisalmen välillä.

Kvartsidioriitti eroaa edellisistä olennaisimmin vain pyrokseenittomuutensa perusteella. Plagioklaasin määrä on 30—45 % ja An-pitoisuus n. 35 %. Kvartsimäärä vaihtelee 10—30 %:iin. Lisänä on sarvivälkettä, joka yleensä on paljolti muuttunut biotiitiksi ja tämä edelleen kloriitiksi. Joskus siinä on vielä tunnistettavissa pyrokseenin pseudomorfooseja. Raekoko vaihtelee 0,5—1,0—2,0 mm:iin. Mirkoskoopissa kivi on suunnittumatonta ja hypidiomorfista, mutta kvartsissa on kuitenkin tunnistettavissa heikkoa aaltoavaa sammumista. Megaskooppisesti siinä onkin erotettavissa selvähköä suuntausta. Koostumuksessa on vaihteluita, joista toiset viittaavat selvästi trondhjemiittiseen suuntaan vaikka An-% jääkin liian korkeaksi, toiset taas edustavat välivaiheita granodioriitteihin.

Granodioriitit ovat koko karttalehtialueen yleisin syväkivilajiryhmä. Siinäkin on tavanomaisen tasarakeisen lisäksi tavattavissa rusehtavia hypersteenipitoisia sekä porfyyrisia muunnoksia.

Granodioriitteihin siirryttäessä on plagioklaasin määrä laskenut 25—35 %:iin ja koostumus oligoklaasiin. Siinä ovat myrmekiittiset reunat ja vyöhykkeisten rakeiden serisiittiytyneet keskustat yleisiä. Kvartsia on 15—25 %, samassa mitassa sarvivälkettä, joka tavallisesti on osittain biotiittiutunut ja tämä edelleen kloriittiutunut. On kuitenkin muunnoksia, joissa sarvivälke ja biotiitti ovat selvästi erillään ja ilmeisesti molemmat primaarisia. Kivi on rakenteeltaan hypidiomorfisuutta tavoittelevaa, mutta reunavyöhykkeissä gneissejä vasten muuttuu rakenne granoblastiseksi ja suunnittuneisuus voimistuu.

Porfyyrisissa muunnoksissa, joista niistäkin jotkut ovat vähäisen hypersteenin rusehtavaksi sävyttämiä, on poikkeavia tyyppejä. Toisissa on asu lähinnä pienoisporfyyrinen, ja n. 6 × 10 mm:n kokoiset porfyroblastit ovat plagioklaasia. Varsinaisissa porfyyrigranodioriiteissa sen sijaan on perusmassa tavanomaista granodioriittia ja siinä olevat runsaat hajarakeet (kuva 10) mikrokliinia. Tämän ansiosta on kiven modaalinen koostumus graniittinen, mutta kartalle se on merkitty granodioriitin pohjavärillä erotetuksi niistä porfyyrisista kivistä, joissa myös perusmassa on graniittia.

Tampereen karttalehtiselityksessä (Matisto 1976) on jo viitattu Simosen (1960) tulkintaan porfyyristen granodioriittien hajarakeiden autometasomaattisesta luonteesta. Samaan on kirjoittaja viitannut kirjoituksessaan porfyyristen granodioriittien maasälvistä, joissa juuri tämän lehden alueelta on esimerkki porfyroblastien muodostumisesta vasta sitten kun pegmatiittijuonet jo ovat plastisesti lävistäneet pääkiveä ja hajarakeita on muodostunut myös tähän pegmatiittiin (Matisto 1962).

### Graniitit

Kautta karttalehtialueen on graniittia lukuisina pieninä, SW- ja NE-osissa hieman kookkaampinakin intruusioina niin gneisseissä kuin granodioriittisissa syväkivila-

Kuva 10. Porfyyrinen granodioriitti. Nuolen pituus 10 cm.
*Fig. 10. Porphyritic granodiorite. Length of arrow 10 cm.*
Kangasala, Peliniemi.

jeissa. Huomattavat määrät graniittia on lisäksi gneissien suoniaineksena. Mainittavia ovat myös Eräjärven ja Kangasalan pegmatiittiesiintymät ja Pälkäneveden harmaa graniitti.

Tavanomaisin graniittimuunnos on tasarakeinen ja punertava. Siihen liittyy siellä täällä sekä väriltään että raekooltaan poikkeavia muunnoksia. Näistä selvimmin oman tyyppinsä muodostavat Kangasalan keski- ja lounaisosien porfyyrigraniitti, Eräjärven apliitti-pegmatiittigraniitti, Kangasalan Varalan pegmatiitin isäntäkivi, Aitoon karkeahko, punaruskea muunnos ja vielä lähinnä Pälkäneellä yleinen harmaa graniitti.

Alueella pieninä intruusioina tavanomainen tasarakeinen graniitti sisältää keskimäärin 35 % kvartsia ja saman verran mikrokliinia. Plagioklaasia ($An_{5-15}$) on n. 25 % ja lisänä vähän biotiittia. Tavanomaisia aksessoreja ovat apatiitti, zirkoni ja opaakki. Plagioklaasi on serisiittiytynyttä, kalimaasälpä pertiittistä ja biotiitti osittain kloriittiutunutta. Rakenne on hypidiomorfinen ja suunnittumaton, raekoko 1,0—3,0 mm. Biotiittimäärän noustessa yli 5 % muuttuu kiven väri harmahtavaksi ja rakenne heikosti pilsteiseksi, kuten Eräjärvellä karttalehtialueen pohjoisreunan ja Längelmäellä koilliskulmauksen graniiteissa.

Eräjärven ja Enonselän tuntumassa oleva graniitti on rakenteeltaan ja koostumukseltaan vaihteleva. Sen itäosa on karkeahkoa, liuskeista muskoviittigraniittia, joka kuitenkin paikoin vaihtuu apliittiseksi biotiittigraniitiksi. Se sisältää pilsteisyyden

suuntaisia pahku- ja juonimaisia pegmatiittiosueita, joilla on vähittäiset vaihettumat pääkiveen. Länsiosa on pääasiassa karkeaa, massamaista muskoviittigraniittia, joka sekin paikoin vaihettuu pegmatiitiksi. Näiden graniittien ympäristöalueella on pegmatiittijuonia ja pahkuja myös muissa syväkivissä ja liuskeissa. Tämän alueen pegmatiitit jakautuvat yksinkertaisiin turmaliinipegmatiitteihin ja komlpeksisiin beryllija litiumpegmatiitteihin (Volborth 1954, Vesasalo 1956a, Virkkunen 1964, Lahti 1974).

Tasarakeista karkeampaa, sävyltään punaruskeata graniittia on yhtenäisimpinä osueina Kangasalan kaakkoisrajalla ja Luopiosten Aitoossa. Sen mineraalikoostumuksen muodostavat kalimaasälpä (35—50 %), kvartsi (20—30 %) ja plagioklaasi (15—20 %), ja sille antaa erikoisleimansa 5—15 %:n sarvivälkepitoisuus. Plagioklaasi ($An_{10-15}$) on samentunutta, kalimaasälpä pertiittistä ja sarvivälke osin biotiittiutunutta. Rakenne on hypidiomorfinen ja raekoko 2,0—3,0 mm, kalimaasälvällä joskus jopa 5,0 mm. Tällaisessa graniitissa on Kangasalan Varalan pegmatiitti. Siinä graniitti muuttuu ensin apliitiksi. Edettäessä kohti pegmatiittia ilmaantuu tähän ikään kuin ofiittisesti asettuneita kookkaita biotiittilaattoja ennen kuin kivi muuttuu karkeaa kalimaasälpää sisältäväksi pegmatiittierkaumaksi, jonka ydin on kvartsia. Täältä on aikoinaan louhittu maasälpää, ja louhoksen seinämässä on tummia ortiittipitoisia laikkuja (Aartovaara 1925, 1927, Lokka 1935, 1943, 1950, Vesasalo 1956b).

Kuohenmaan ympäristön graniitissa alueen lounaiskulmauksessa on puolet aineksesta kalimaasälpää, loppu jakautuu lähes tasan kvartsin ja plagioklaasin ($An_{15}$) kesken. Tavanomaisin raekoko on n. 2,0 mm. Kangasalan keskiosissa ja isoillakin aloilla Kuohenmaan graniittia on porfyyrista muunnosta. Siinä on paikoin tasaisesti jakaantuneina paralleelipipedimäisiä mikrokliiniporfyroblasteja, joiden suurin lävistäjä on 1,0—2,0 cm. Kun perusmassa pysyttelee edellä kuvatun graniitin kaltaisena ja porfyroblastien määrä on suurehko, on tämä muunnos huomattavan kalimaasälpärikasta. Mainittakoon, että juuri tässä graniitissa sijaitsee Tampereen karttalehden puolella mineraaliharvinaisuuksistaan tunnettu, nykyään hylätty Pyörönmaan pegmatiittilouhos (Vesasalo 1956b, Vorma *et. al.* 1966, Siivola 1975). Poikkeuksena on lisäksi Sahalahden Lahdenkulman S-puolella tavattu leveähkö pegmatiittijuoni, jossa on joitakin yli desimetrin mittaisia piniittiytyneitä kordieriittikasaumia ja näitä runsaammin useiden senttimetrien mittaisia muuttumattomia andalusiittikiteitä.

Omalaatuista muunnosta alueen graniiteissa edustaa sen länsiosassa ja eritoten Pälkäneveden tuntumassa esiintyvä harmaa graniitti. Ulkonäöltään se muistuttaa paljon Kurun harmaata ja myös tätä on jossain määrin louhittu rakennus- ja monumenttikiveksi. Pälkäneen kivi eroaa kuitenkin Kurun kivestä. Tässä on päämineraalina kvartsi, toisena pertiittinen kalimaasälpä ja sitten lähes albiittinen ($An_{\leq 14}$) plagioklaasi. Molemmissa on muutama prosentti biotiittia. Kurun kivi (Matisto 1961 a, 1961 b) näyttäisi ainakin moodinsa ja plagioklaasinsa perusteella olevan muita sikäläisiä tasarakeisia graniittimuunnoksia varhaisempi differentiaatti. Pälkäneen harmaa sen sijaan on alueen graniiteista happamin, ja sen on todettu monin paikoin leikkaavan juonina sekä gneissejä ja granodioriittejä että punaisen graniitin monia, myös pegmatiittisia muunnoksia.

## DIABAASIJUONET

Alueella on muutamia niin syvä- kuin pintakivilajejakin jyrkästi leikkaavia diabaasijuonia (kuva 11).

Eräjärven ja Längelmäveden tuntumassa olevat juonet ovat oliviinidiabaasia. Ne ovat pienirakeisia, mikrorakenteeltaan ofiittisia ja koostuvat labradoriitista, augiitista ja oliviinista (kuva 12). Luonteenomaista niille ovat kookkaat, porfyyriset plagioklaasihajarakeet (Laitakari 1969).

Karttalehtialueen W-reunalla emäksistä intruusiota lävistävä juoni on Tampereen alueella tavanomainen metadiabaasi. Se koostuu vyöhykkeellisistä plagioklaasiliistakkeista ($An_{35\ 65}$) ja vahvasti biotiittiutuneista sarvivälkesälöistä. Tavanomaisia aksessoreja ovat kvartsi, zirkoni, titaniitti, apatiitti ja opaakki. Kivi on pienirakeinen ja mikroskooppiselta rakenteeltaan ofiittinen.

## RAKENNETTA JA STRATIGRAFIAA

Karttalehtialueen kallioperän ruhjevyöhykkeet ja näiden rajoittamat lohkot ilmenevät selvästi alueen topografiassa notkelmina, syvänteinä, seinäminä ja vesistölinjoina. Syväkivialueiden särkyneisyys on verraten niukkaa ja säännötöntä, liuskealueilla sen sijaan huomattavan runsasta. Varsinkin alueen keskiosassa saattaa ilmiötä korostaa samansuuntainen mannerjään muinainen liikuntasuunta, mutta ilmeistä kuitenkin on, että ruhjeet pääosaltaan seuraavat kiinteästi liuskeisuuden kulkusuuntia. Lisäksi on niin maastossa kuin kartoilta helposti havaittavissa, että syväkivilajien ja liuskeiden kontaktilinjat hyvin yleisesti korostuvat topografiassa (kartta 1).

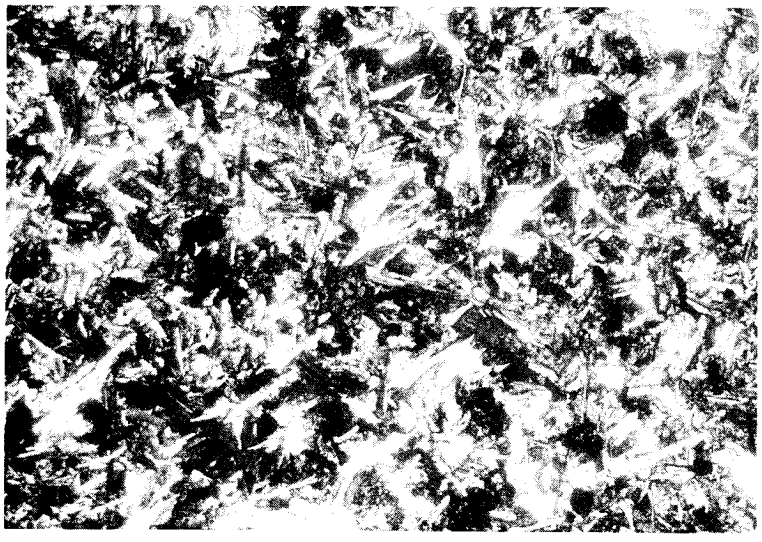
Kiille- ja suonigneissivyöhyke on hyvin intensiivisesti poimuttunutta. Liuskeisuuden kulkusuunnat, pohjansuunnat ja pystyhköt kaateet vaihtelevat niin, että poimuntumisen luonne ei kohtalaisista paljastumasuhteista huolimatta ole yksityiskohtaisesti konstruoitavissa. Vaaka-asentoisen poimuakselin pääsuunta seurailee kuitenkin suuntia W-E tai NNW-SSE ja jyrkähköt venymänsuunnat näyttävät enimmäkseen asettuvan kohtisuoraan poimuakselia vastaan.

Syväkivilajeissa on emäksisimmistä aina dioriittiin asti vallalla hypidiomorfinen ja suunnittumaton rakenne, jos tosin eräät suurimmat intruusiot rajauksiltaan myötäilevät ympäristön suuntausta. Kvartsi- ja granodioriitit sen sijaan ovat rakenteeltaan granoblastisia ja eritoten kontaktivyöhykkeillä selvästi suunnittuneita.

Graniiteissa puolestaan ovat vallalla hypidiomorfiset ja massamaiset rakenteet, ell i gneissien graniittista suoniainesta oteta huomioon. Lisäksi on varsinkin Eräjärven pegmatiitti-apliittigraniitin ja Pälkäneveden harmaan graniitin esiintymisalueilla runsaasti näiden graniittien muita kivilajeja leikkaavia juonia.

Liuskeet edustavat alueen vanhinta ainesta. Vain niiden vähäinen luoteiskulmaus kuuluu Tampereen pohjoispuoliseen eugeosynkliinijaksoon. Muu osa vastaa Tampereen S-puolitse leviävää gneissivyöhykettä. Sille on luonteenomaista vulkaniittien

Kuva 11. Graniittipegmatiittia leikkaava oliviinidiabaasijuoni.
*Fig. 11. An olivine diabase dyke cutting granite pegmatite.*
Eräjärvi.



Kuva 12. Ofiittisrakenteiden oliviinidiabaasi. 31x, Nic. //.
*Fig. 12. Ophitic olivine diabase. 31x, Nic. //.*
Kuhmalahti, Mattilanniemi.

niukkuus, mustaliuskevälikerrokset, muutamat, joskin ohuet kvartsiitti- ja kalkkikivijaksot sekä konkreettioiden muodossa esiintyvä kalkkipitoisuus. Nämä ominaisuudet viittaavat botnisia eugeosykliiniliuskeita rahallisemmissa olosuhteissa muodostuneisiin miogeosynkliinisedimentteihin.

Vähäisistä emäksisistä vulkaniiteista kuuluu NW-kulmauksen pieni uraliittiporfyriitti-agglomeraattilinssi Tampereen eugeosynkliinimuodostumaan, muut ovat ohuina välikerroksina gneisseissä tai sulkeumina happamissa syväkivilajeissa.

Syväkivilajit muodostavat lähes yhtenäisen differentiaatiosarjan hornblendiiteista pegmatiittijuoniin. Poikkeuksen tekevät kuitenkin eräät gneissien yhteydessä tavatut muunnokset, jotka erehdyttävästi ovat karkeahkojen, heikosti suunnittuneiden granodioriittien kaltaisia, mutta jotka välivaiheita seuraten ovat osoittautuneet alkuperältään rapautumissedimenteiksi.

Muutamissa granodioriitin voimakkaasti liikkuneissa ruhjeissa, esim. Hauhon ja Luopioisten rajavyöhykkeellä Arajärvellä, on termaalisena muuttumistuloksena laumontiittia (Eskola 1960).

## TALOUDELLISIA AIHEITA

Alueen kallioperän nykyään tunnetut taloudelliset aiheet eivät juuri viittaa hyväksikäytön mahdollisuuksiin. Eräät niistä kuitenkin ansaitsevat mielenkiintoisuutensa vuoksi maininnan.

Pälkäneveden Luikalan saaresta, Yli-Mikkolan talon NW-puolisesta kalliosta (x = 6808,94 y = 519,60) löysi silloinen ylioppilas Eero Pokki kartoitustyön yhteydessä metallista kultaa. Löytöpaikka sijaitsee mustaliuske- ja tuffiittivälikerroksia sekä harmaan graniitin juonia sisältävässä suonigneississä. Kivessä on hydrotermisiä, kvartsia, albiittia, prehniittiä, kalsiittia ja analsiittia sisältäviä rakojuonia, joista yhdessä oli n. 30 cm:n pituudelta, sentin verran koholla kiven pinnasta ja kymmenkunnan sentin syvyyteen ulottuvana, n. 0,1 mm:n vahvuista, hieman repaleista kultalevyä. Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston alueella suorittamat lisätutkimukset osoittivat esiintymällä olevan lähinnä rariteettiarvoa (gtl:n vuosikertomus 1962).

Kiille- ja suonigneisseissä on siellä täällä todettu vähäisiä määriä rikki- ja/tai magneettikiisua, jotka kallioiden pintaosissa, eritoten metamorfisissa mustaliuskeissa, näkyvät vain ruosteisuutena. Myös aikaisemmilta ajoilta on alueelta tiedossa joitakin yksittäisiä hajahavaintoja malmimineraalien esiintymisestä (Laitakari 1967).

Muita mielenkiintoisempi on Luopioisten Niemikunnan magneettikiisupitoinen ultraemäksinen intruusio (x = 6805,26 y = 536,70). Tosin se on kooltaan pieni ja pitoisuudeltaan riittämätön, mutta se edustaa samaa tyyppiä kuin Kylmäkosken ja Tyrvään nikkelimalmit ja muutamat analogiset malmiaiheet tässä samassa Tampereen eteläpuolisessa, »prebotnisessa» gneissijaksossa.

Kuhmalahden Kivisalmen pienellä, jo 1700-luvulla tunnetulla, loppuun louhitulla kalkkikivilinssillä (Laitakari 1967 lisäviitteineen) sekä Pälkäneen NE-kulmauksesta

kartoitustyön yhteydessä löydetyillä kalkkikivilohkareilla on enemmän sedimenttifasieksellista kuin taloudellista merkitysta.

Vuosisadan alkupuolella löytyneet Eräjärven ja Kangasalan pegmatiitit olivat pitkään, vilkkaimmillaan 30-luvulla, louhinnan kohteina, mutta viimeisissäkin taukosivat työt kannattamattomina 60-luvun puoliväliin mennessä (Luoto 1967, Lahti 1974). Louhinnan pääkohteena oli kalimaasälpä, joissain määrin myös kvartsi. Lisäksi on eräistä Eräjärven pegmatiiteista saatu useita kymmeniä tonneja berylliä ja kymmeniä kiloja tantaliittia. Taloudellisen antinsa lisäksi ovat Eräjärven pegmatiitit tulleet kuuluisiksi lukuisista mineraaliharvinaisuuksistaan (Volborth 1954, Lahti 1974, Vesasalo 1956a, Virkkunen 1964) ja Kangasalan Varalan louhos mm. ortiittimineraaleistaan (Aartovaara 1925, 1927, Lokka 1935, 1950, Vesasalo 1956b).

Summary

# PRECAMBRIAN ROCKS OF THE KANGASALA MAP-SHEET AREA

## Introduction

The area covered by the map-sheet is located in SW Finland, east of the town of Tampere. Its Precambrian bedrock belongs entirely to the Svecokarelian orogenic belt (Simonen 1971) although in the classic division by Sederholm (1897) it was included in the Prebothnian formation, with the exception of some minor Bothnian schists in the northwestern corner of the area.

The area is occupied predominantly by mica and veined gneisses whose diverse characteristic features together with the scarcity of metavolcanites suggest that they are products of miogeosynclinal sedimentation during slow evolution.

Most of the coherent plutonic rocks that are younger than the schists are located in the southwestern corner of the area, where they form a fairly continuous series from peridotites to granites. The granitoids, particularly the members of the granodiorite group, predominate. Not only are the granites marked by diversity, but they also contain several pegmatite occurrences that are famous for their rare minerals.

The area includes a metadiabase dyke that crosscuts the mafic plutonic rocks. In the northeastern corner some younger dykes of olivine diabase have been noted that are younger than all the other rocks.

## Schists

The schists deriving from weathering sediments have been largely metamorphosed into mica and veined gneisses by orogenic movements. Consequently, they have lost their primary structural features, so much so that well-preserved features are only visible in the coarse-grained greywacke intercalations. The veins in the veined gneisses are granitic in composition and mainly arteritic in origin although venitic veins are locally encountered that derive from the schist itself through the action of metamorphic differentiation.

Both schists are characterised by black schist and tuffitic intercalations, as well as by numerous epi- and syngenetic calcareous concretions. Owing to the slow evolution the sediments have had time to undergo selective sorting. Hence, quartzitic or quartz-rich layers are encountered locally in the same stratigraphic horizons together with limestone lenses and diopside gneisses. Clay-rich sediments are represented by some kinzigitic gneiss portions.

## Plutonic rocks

Crosscutting and contact relations show that the plutonic rocks are younger than the schists. The former occur as minor intrusives throughout the schists, but as more coherent and large bodies especially in the southwestern and southern parts of the area. The plutonic rocks form a fairly continuous series from peridotites to granites, and except for the latter they also contain pyroxene-bearing varieties.

The ultramafic varieties, gabbros and norites are seldom homogeneous. They contain several differentiates and tend to occur in the rocks of the quartz diorite and granodiorite series as a crystallisation nucleus grading into more silicic variants. Similar phenomena can also be observed in the predominant granitoidic plutonic rocks, which also include equigranular and porphyritic variants. All of these refer to magmatic differentiation. In the northwestern and southeastern corners of the area, however, there are granodiorites that contain nebulitic remnants of schists as well as some still recognisable calcareous concretions indicating that these rocks were derived from schists through metamorphic processes.

Although rare, the granites of the area exhibit widely diversified composition. Several pegmatites, from which feldspar and to some extent also beryl and tantalite used to be extracted, are associated with the aplitic variants in the northeastern corner and the equigranular varieties in the southwestern corner (Volborth 1954; Lokka 1935, 1950; Vorma, 1966; Siivola 1975). A further peculiarity is the fine-grained and equigranular grey granite south of the centre of the area, which, younger than the others, has been noted to crosscut the pegmatites of the other granites as well.

## Tectonics

The bedrock of the area is broken into blocks bordered by fracture lines (Map 1) that are visible in the terrain and topography as valleys, steep slopes and waterways; these fractures follow the contacts of plutonic and sedimentary rocks, but in the latter, also the strike of schistosity.

The mica and veined gneisses have undergone intense folding and many of the plutonic intrusives have elaborated their tectonic trends. At the same time orogenic movements have granulated the larger grains and brought about the recrystallisation of the fine-grained material, and thus the primary structures are only locally recognisable as minor relics.

The mafic plutonic rocks have generally preserved their idiomorphic and massive structure. The synkinematic plutonic rocks of the granodiorite series and particularly their contact zones are distinctly granoblastic and orientated. The orientation is naturally best developed in the granodioritic varieties that derive from schists. Most of the late orogenic tend to be fairly massive, with subidiomorphic texture.

Laumontite, brought about by thermal alterations, has been observed in some fractures in granodiorite.

## KIRJALLISUUTTA — REFERENCES


**Aartovaara, G. A.** (1925) Hieman maasälpälöydöksestä Kangasalan Waralassa. Suomen teollisuus, 89—91.

—»— (1927) Lisätietoja suomalaisten mineraalien kemiallisen koostumuksen tuntemiseksi. Teknillinen aikakauslehti 5—6, 317—321.

**Eskola, P.** (1960) Laumontite in Finland. With contr. by Y. Hentola. Indian Mineral. 1, No. 1, 29—41.

**Frosterus, Benj.** (1900) Vuorilajikartta lehti C2 Mikkeli. Suomen geologinen yleiskartta 1: 400 000.

—»— (1903) Vuorilajikartan selitys, lehti C2 Mikkeli. Suomen geologinen yleiskartta 1: 400 000. 102 s.

**Geologinen tutkimuslaitos** (1963) Kertomus toiminnasta vuonna 1962. 46 s.

**Lahti, S.** (1974) Eräjärven seudun pegmatiittien mineralogiasta ja rakenteesta. Käsikirjoitus (Manuscript), Helsingin Yliopiston geol. mineral. laitos. 116 s.

**Laitakari, A.** (1967) Suomen mineraalien hakemisto. Index of Finnish minerals with bibliography. Bull. Comm. géol. Finlande 230. 842 s.

**Laitakari, I.** (1969) On the set of olivine diabase dikes in Häme, Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 241. 65 s.

**Lokka, L.** (1935) Über den Chemismus der Minerale eines Feldspatbruches in Kangasala, SW-Finnland. Bull. Comm. géol. Finlande 111. 39 s.

—»— (1943) Beiträge zur Kenntnis der Chemismus der finnischen Minerale. Bull. Comm. géol. Finlande 129. 72 s.

—»— (1950) Contributions to the knowledge of the chemistry of the radioactive minerals of Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 149. 76 s.

**Luoto, K.** (1967) Eräjärven maasälpälouhoksesta. PK (Paraisten Kalkki Oy) No. 2, 7—8.

**Matisto, A.** (1961a) Kallioperäkartta, lehti 2123, Tampere. Suomen geologinen kartta 1: 100 000.

—»— (1961b) Kallioperäkartan selitys, lehti 2213, Kuru. English summary: Explanation to the map of rocks. Suomen geologinen kartta 1: 100 000. 40 s.

—»— (1962) Ortoklaasipitoisista porfyyrisistä granodioriiteista. English summary: On some orthoclasebearing porphyritic granodiorites. Geologi 14, 118—121.

—»— (1976) Kallioperäkartan selitys, lehti 2123, Tampere. English summary: Precambrian rocks of the Tampere map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1: 100 000. (Painossa.)

**Sederholm, J. J.** (1897) Über eine archäische Sedimentformation im südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Enstehungsweise des Grundgebirges. Bull. Comm. géol. Finlande 6. 254 s.

—»— (1903) Vuorilajikartta, lehti B2 Tampere. Suomen geologinen yleiskartta 1: 400 000.

—»— (1913) Vuorilajikartan selitys, lehti B2 Tampere. Suomen geologinen yleiskartta 1: 400 000.

**Siivola, J.** (1975) The lanthanoid content of some minerals from the Pyörönmaa pegmatite in Kangasala, Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 276. 17 s.

**Simonen, A.** (1952) Kallioperäkartan selitys, lehti 2124, Viljakkala-Teisko. English summary: Explanation to the map of rocks. Suomen geologinen kartta 1: 100 000. 74 s.

—»— (1953) Kallioperäkartta, lehti 2124, Viljakkala—Teisko. Suomen geologinen kartta 1: 100 000.

—»— (1960) Plutonic rocks of the Svecofennides in Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 189. 101 s.

—»— (1971) Das finnische Grundgebirge. Geol. Rundschau 60, 1406—1421.

**Vesasalo, A.** (1956a) Selostus Eräjärvellä kartoitetusta alueesta. Raportti [Report], geologisen tutkimuslaitoksen arkisto, M17/Er-64/1/85.

—»— (1956b) Raportteja Kangasalan pegmatiittiesiintymistä. Raportti [Report], geologisen tutkimuslaitoksen arkisto, M17/Kg-57/1/60.

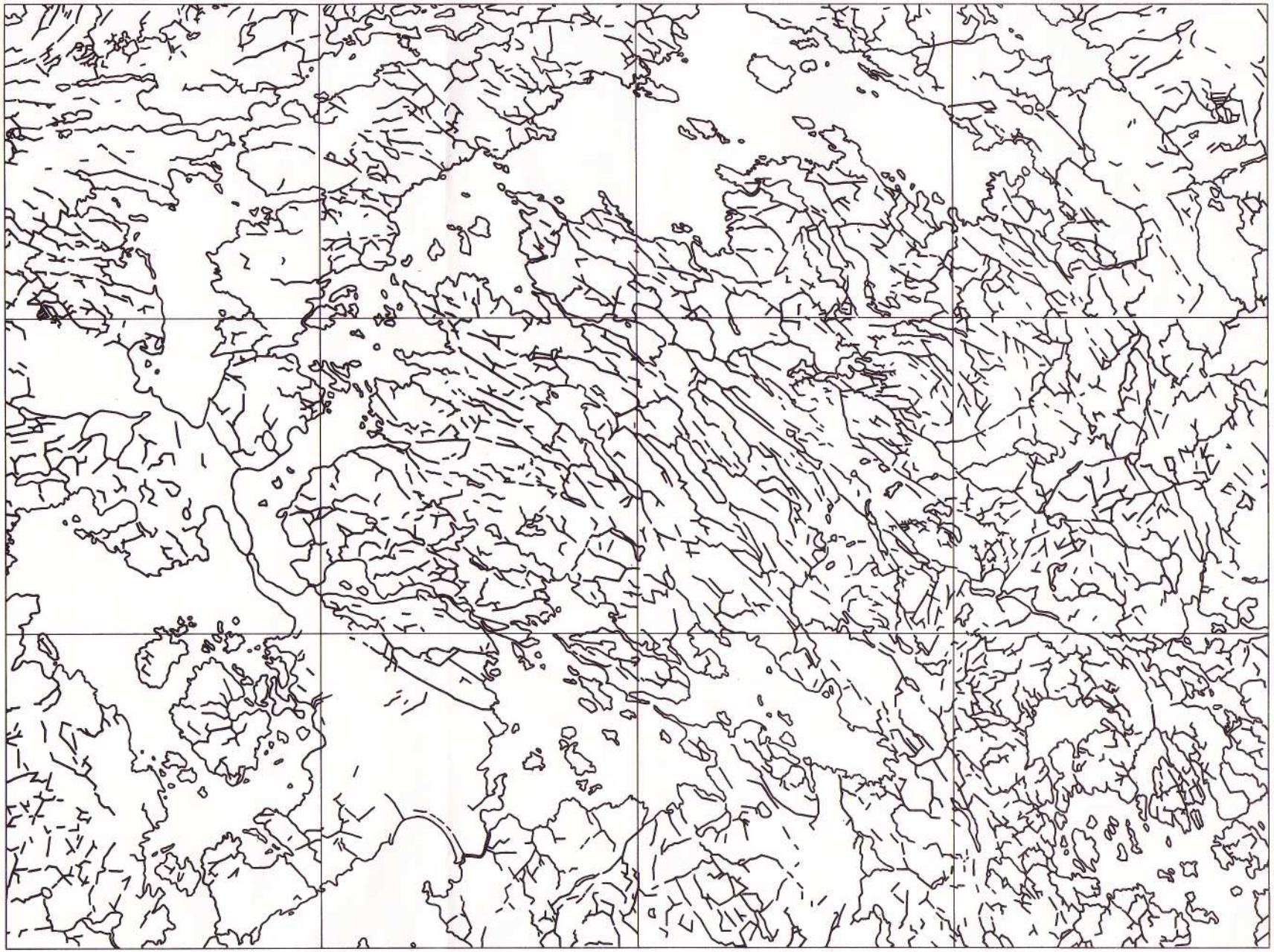
**Virkkunen, M.** (1964) Pegmatiittitutkimuksia Eräjärvellä. Raportti [Report], geologisen tutkimuslaitoksen arkisto, M17/Er-64/1/85.

**Volborth, A.** (1954) Phosphatminerale aus ein Lithiumpegmatit von Viitaniemi, Eräjärvi, Zentral-Finnland. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A III, 39. 90 s.

**Vorma, A., Ojanperä, P., Hoffrén, V., Siivola, J. & Löfgren, A.** (1966) On the rare earth minerals from the Pyörönmaa pegmatite in Kangasala, SW-Finland. C.R. Soc. géol. Finlande 38, 241—274; *also* Bull. Comm. géol. Finlande 222.

Karttalehtialueen kallioperän ruhjelinjat ja lohkot ilmakuvien, topografikarttojen sekä maastohavaintojen mukaan.

*Fractures and blocks in the map sheet area according to aerial photos, topographic maps and field observations.*



Kallioperäkartan selitys, 2141 Kangasala

10 km

11701—76/12