

## KATAKLAZIRANI I RETROGRADNO METAMORFOZIRANI TONALITI KOD SELA VUČJAK KAMENSKI (PAPUK, HRVATSKA)

Neven TADEJ i Mihovil VRAGOVIĆ

**Ključne riječi:** kataklazirani i retrogradno metamorfozirani tonalit, Ravna gora, sericit-kloritni gnajs

**Key words:** dynamic and retrograde metamorphic tonalite, Ravna gora, sericite-chlorite gneiss

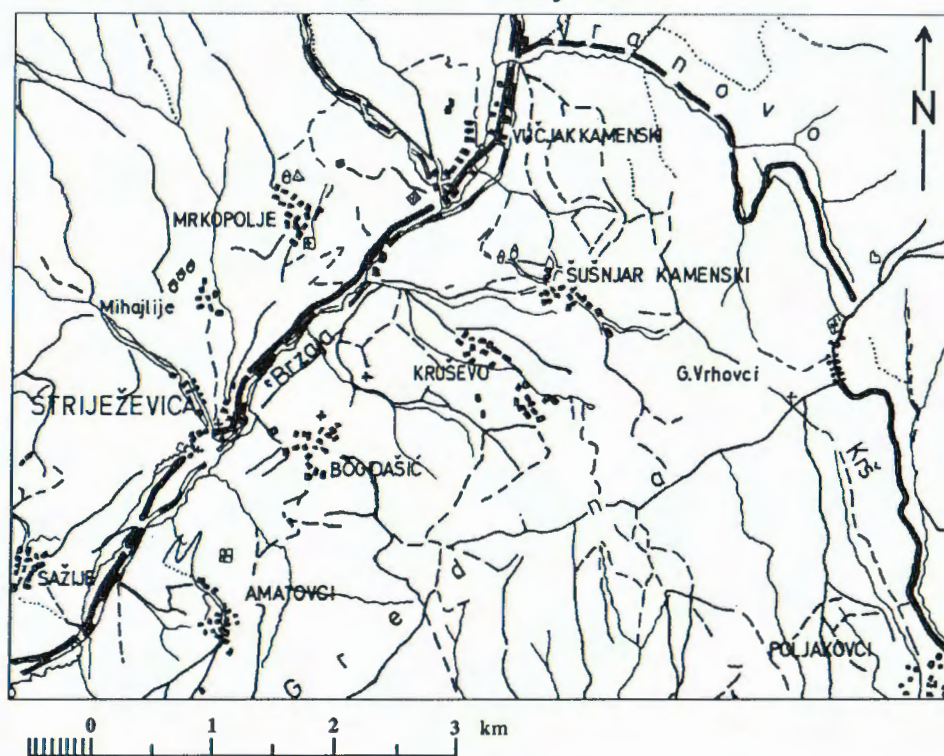
Izdanke kataklaziranih i retrogradno izmijenjenih tonalita nalazimo na više lokaliteta u području sela Vučjak Kamenski (istočni dio Ravne gore, gorje Papuk, Hrvatska). Proučeni su mineralni sastav, teksture, strukture, kemizam te stupanje izmjene nekih uzoraka.

Outcrops of tonalites that have undergone cataclasis and retrograde metamorphism are found in the vicinity of Vučjak Kamenski village (eastern part of Ravna gora, Mt. Papuk, Croatia). Mineral composition, structures, textures, chemical composition, and grade of alteration were analysed.

### 1. UVOD

Izdanke kataklaziranih i retrogradno metamorfoziranih tonalita (tonalitskih ortognajsa) nalazimo na više lokaliteta u području sela Vučjak Kamenski, gdje ove stijene izgrađuju brežuljke pretežno na lijevoj, a kod sela Vučjak Kamenski i na desnoj strani korita Brzaje (sl. 1). Izdanci tih stijena najljepše su otkriveni uz cestu Slavonska Požega - Kamensko - Zvečevo - Voćin na mjestu gdje se nalazi spomenik koji je izradio Edo Murtić te u blizini tog spomenika u malom napuštenom

kamenolomu ("majdanu") prije sela Vučjak. KOCH (1935) je te stijene na geološkoj karti označio kao gnajsove. RAFFAELLI (1965) izričito ih ne spominje, a na njegovoj geološkoj karti na tom mjestu označeni su kvarc-sericitski škriljavci. U svojoj disertaciji JAMIČIĆ (1988) ih spominje kao kataklazirane i retrogradno izmijenjene biotitske tonalite, ali ih na geološkoj karti nije posebno odvojio od okolnih klorit-sericitskih škriljavaca.



## 2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Promatrajući brojne izdanke gnajsa (retrogradno izmijenjenog granitoida) može se zapaziti da su to manje ili više kataklazirane, svijetlosive do sive, mjestimice zelenkasto do plavkastosive i zbog trošenja žutosmede stijene. U jače trošnim izdancima makroskopski se može primijetiti zapunjavanje pukotina limonitom. Uz spomenik se pojavljuju kao masivne stijene slične izmijenjenim granitoidima u kojima se zapaža kataklastična struktura i mjestimice slabo izražena flazer tekstura. U napuštenom kamenolomu, a pogotovo na izdancima povrh spomenika može se uočiti sve jače izražena škriljavost i slabije izražena flazer tekstura. Uz promjene stupnja škriljavosti, zapažaju se i promjene u krupnoći mineralnih zrna.

Na izdancima uz šumski put, na lijevoj strani potoka Brzaja, još se bolje mogu promatrati promjene tekstura, struktura i količinskog odnosa mineralnih sastojaka. Ponekad su te stijene više slične slabo kataklaziranim leukokraskim granitoidima, a ponekad manje ili više škriljavim gnajsima i klorit-sericitskim škriljavicima.

Glavni mineralni sastojci koji sačinjavaju oko 85 % stijene su kvarc i albit. Značajni su muskovit i klorit. Albit je obilatiji od kvarca, dok se muskovit i klorit nalaze u podjednakim količinama, ali zajedno ih ima manje od kvarca. Osim sericita i klorita, kao značajni produkti retrogradne izmjene dolaze coisit, epidot, pirit, rutil i leukoksen. Akcesorni su granat, apatit i cirkon, a produkti površinskog trošenja kalcit i limonit.

Struktura je lepidogranoblastična, kataklastična, mjestimično s obilježjima mortar strukture (tabla I, sl. 1).

**Kvarc** je obilato zastupljen u stijeni. Posve je ksenoblastičan te često tvori nepravilne do malo izdužene, ponekad lečaste nakupine koje su uklještene među zrnima feldspata (tabla I, sl. 2, 3). U tim nakupinama ksenoblasti kvarca su izometrični do malo izduženi, često s jako neravnim, ponekad i nazubljenim rubovima, duboko prodirući jedni u druge. Ti agregati podsjećaju na metakvarcine strukture. U nekim nakupinama primjećuju se i počeci stvaranja mortar strukture. Pojedinačni ksenoblasti kvarca odlikuju se izrazitim undulatornim potamnjenjem i često su znatno raspucani. U stijeni se mjestimično zapaža i kvarc koji je nastao nakon procesa kataklastične metamorfoze. U njema nema prslina i potamnjuje jenolično.

**Albit** je najobilatiji sastojak. Pojavljuje se u obliku izometričnih, malo izduženih do pločastih ksenoblasta, u kojima se vrlo često primjećuje sraslačka lamelarna građa po albitskom, rjeđe periklinskom zakonu. Ponekad se nalaze složeni sraslaci po albit-periklinskom zakonu. Pojedini granoblasti albita (i kvarca) duboko prodiru jedni u druge. Veći indeksi loma u presjecima približno okomitim na prvu os [100] manji su ili jednaki indeksu loma kanadskog balzama što ukazuje na albit s malim sadržajem anortita. Rendgenskom difrakcijskom analizom na prahu određeno je, prema BAMBAUER -u & al., 1965 (cit. TROGER, 1967), da se u stijeni nalazi albit

$$\frac{I(002)+I(004)}{I(003)} = 5.61$$

koji sadrži od 4 do 7 % an. Albit neravnomjerno uklapa obilje produkata hidrotermalne izmjene primarnih plagioklasa među kojima su najčešći heteroblastični, neorijentirani muskovit (sericit), coisit, klorit, rijeđe epidot i kalcit (tabla I, sl. 3). Coisit se pojavljuje kao mikro do kriptokristalasta pojedinačna zrna i sitne nepravilne nakupine, u kojima ponekad dolaze neorijentirani, radijalni i subparalelni nizovi (tabla II, sl. 1).

**Muskovit** je jedini tinjac primijećen u svim analiziranim uzorcima. Razlikuju se dvije generacije muskovita. Primarni muskovit kristalizirao je prije kataklastične i hidrotermalne izmjene. Uklješten je među zrnima kvarca i albita, a ponekad dolazi zajedno s listićima klorita (bivšeg biotita) duž pukotina smicanja. Često se nalazi manje ili više isavijen duž pukotina kataklaze i mikroklizanja (tabla I, sl. 4). Muskovit druge generacije je sitnolističav i nalazi se najčešće u obliku neorijentiranog sericita u albitu. Ponegdje se primjećuje orijentiranost sericita paralelno pukotinama kalavosti u albitu i duž pukotina mikroklizanja.

**Klorit** se također javlja u dvije generacije: jedan je nastao, kao što je ranije navedeno, hidrotermalnom izmjenom iz biotita, a drugi kristalizacijom iz hidrotermalnih otopina u postkinematskoj fazi. Postkinematski klorit je najčešće neorijentiran; ponekad se nalazi između pojedinih zrna albita, često je uklopljen u njima i tada, kao i sericit, neorijentiran, a ponekad potiskuje granat. Klorit nastao iz biotita u sebi često uklapa leukoksen, hematit i limonit. Njegovi listići uklještani su i povijeni između zrna albita i kvarca te duž ploha mikroklizanja. Kloriti ovih stijena su slabog pleohroizma u zelenim do blijedozelenim bojama i interferiraju u anomalnim ljubičastomodrim do indigomodrim bojama. Frakcija u kojoj dominira klorit izdvojena je iz stijene pomoću Frantzovog izodinamskog magnetskog separatora te je analizirana primjenom rendgenske difrakcije na prahu. Iz međumrežnih razmaka odgovarajućih refleksa izračunati su parametri c sin  $\beta$  i b jedinične ćelije koji iznose:

$$\begin{aligned} c \sin \beta &= 14,14 \text{ (1) } \text{ \AA} \\ b &= 9,312(5) \text{ \AA} \end{aligned}$$

Omjer relativnih intergralnih inteziteta refleksa 002, 003, 004 iznosi:

Pomoću poznatih vrijednosti fizičkih parametara dobiveni su neki orijentacijski podaci o kemijskom sastavu klorita:

- opća željezovitost  $f = 57,18 \text{ at. } \%$ , određena po b i c sin  $\beta$  pomoću jednadžbe regresije prema KEPEŽINSKAS-u (1965).
- broj atoma  $Al^{IV} = 1,34$ , određen po c sin  $\beta$  iz jednadžbe regresije prema KEPEŽINSKAS-u (1965).
- broj atoma Fe (Mn) = 2,5, određen po b pomoću

dijagrama prema SHIROZU-u, 1958. (cit. KEPEŽINSKAS 1965).

- broj atoma Fe + Mn + Cr = 2,5, određen po odnosu  $[I(002) + I(004)] / I(003)$  pomoću dijagrama po PETRUK-u, 1964. (cit. KEPEŽINSKAS 1965).

- broj atoma  $Al^{IV} + Al^{VI} + Cr = 2,54$ , određen po  $d(001)$  pomoću dijagrama po ALBEE-u, 1962. (cit. KEPEŽINSKAS 1965).

U skladu s dobivenim podacima, a prema KEPEŽINSKAS-u (1965) koji je 14 Å klorite klasificirao na paragenetskoj osnovi prema vrijednosti  $f$  i broju atoma Si odnosno Al, istraživani klorit pripadao bi grupi magnezijско-željeznih klorita, vrsta **ripidolit** i po tome bi odgovarao kloritima zelenih škrljevaca, kvarcnih žila i granita. Prema klasifikaciji po HEY-u (1954) također pripadaju istoj vrsti. Ovu vrstu klorita u granitoidima Papuka odredio je i SLOVENEK (1988). Opisujući procese alteracije biotita u klorit spomenuti autor navodi da se hidrotermalni proces zbivao na temperaturama višim od 150 - 200° C. Vjerojatno je i klorit (bivši biotit) iz tonalita opisanog u ovom radu nastao u sličnim uvjetima. Na rendgenskim difrakcijskim slikama ne mogu se razlučiti dvije vrste klorita te se može pretpostaviti da i klorit koji je kristalizirao iz otopine pripada istoj ili njoj bliskoj vrsti.

**Granat** se pojavljuje u obliku ksenoblasta i samo ponekad je djelomično idioblastičan. Neravnomjerno je raspoređen u stijeni. Povremeno se nalaze i skeletasti oblici granata. Redovito je jako izmijenjen u sitnolistićavi zeleni klorit i oksidne minerale željeza. U jače izmijenjenim dijelovima stijene granati su duž pukotina toliko jako izmijenjeni u klorit da se njihovi relikti, poput malih otočića, nalaze u koritskoj osnovi (tabla II, sl.4).

**Apatit i Cirkon** dolaze kao sitni idioblasti do ksenoblasti i najčešće su uklopljeni u glavnim sastojcima stijene. Cirkon je ponekad uklopljen i u apatitu.

Za kemijsku analizu odabran je uzorak iz napuštenog kamenoloma prije sela Vučjak, jer je najmanje površinski trošan u odnosu na ostale uzorke. U tablici 1 prikazani su rezultati kemijske analize, normativni sastav po C.I.O.W. sistemu i Nigglijeve vrijednosti.

Prema Nigglijevim vrijednostima analizirani uzorak odgovarao bi trondhjemske do leukokvartcioritske magmi.

Postoje i odstupanja normativnog sastava u odnosu na modalni sastav. Naime, obzirom da mikroskopskim i rendgenskim analizama u stijeni nije utvrđen kalijski feldspat, to se normativni ortoklas, zajedno s dijelom normativnog korunda, treba vezati u muskovit koji je u stijeni prisutan. Normativni plagioklas sadrži 17,42 % anortitske komponente, a u stijeni se nalazi albit s 4 - 7 % an. Stoga razliku normativnog anortita treba vezati za druge modalne minerale koji sadrže ione Ca i Al kao npr. coisit i epidot. Komponente potrebne za izračunavanje normativnih piroksena treba vezati za klorit.

### 3. ZAKLJUČAK

Glavni mineralni sastojci analiziranog uzorka i okolnih stijena su albit, kvarc, klorit i muskovit (sericit). Značajni su coisit i epidot stoga što uz klorit ukazuju da analizirana stijena pripada kloritskom facijesu metamorfnih stijena, odnosno niskom stupnju metamorfizma. S obzirom da uz karakteristične strukturne i teksturne osobine u svojem sastavu sadrži više od 20 % feldspata (albita) to, prema preporuci WINKLER-a (1979), analiziranu stijenu treba klasificirati kao cericit-kloritski flazer gnajs. U bližoj okolini prevladavaju varijeteti u koje ove stijene postupno prelaze, a odlikuju se manje ili više uočljivom škrljavom teksturom i flazer strukturom pa je i to vjerojatno bio razlog da ih KOCH (1935) na karti naznači kao gnajse. Porijeklo analiziranog gnajsa treba tražiti u stijeni eduktu iz koje je metamorfozom nastao. Na primarnu stijenu ukazuju relikti zrnaste strukture. Kao primarni glavni sastojci bili su kvarc, kiseli plagioklas i biotit. Na sastav primarnog plagioklasa ukazuje sastav normativnog plagioklasa (17,4 % an.). Ovdje treba posebno istaknuti da ni u jednom optički analiziranom uzorku okolnih gnajseva nije zapažen kalijski feldspat, što ukazuje da su primarne stijene pripadale skupini plagiogranita, odnosno trondhjemit, odnosno leukokratskih tonalita (STRECKEISEN, 1967, 1973, 1976). Stoga bismo analiziranu stijenu mogli klasificirati i kao tonalitski ortognajs, odnosno kataklazirani i retrogradno metamorfozirani tonalit, ili još jednostavnije metatonalit. Koliki je udio tonalitskog ortognajsa u ukupnoj masi okolnih klorit-sericitskih škrljevaca pokazat će daljnja istraživanja.

### 4. LITERATURA

- HEY, M.H. (1954): A new review of the chlorites. - *Min. Mag.*, 30, 277-292.
- JAMIČIĆ, D. (1988): Strukturni sklop slavonskih planina (sjeverni Psunj, Papuk, Krndija). - Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 147 str., Zagreb.
- KEPEŽINSKAS, K. B. (1965): Statističeskie analiz hloritov i ih paragenetičeskie tipi. - *Nauka*, p. 134 str., Moskva.
- KOCH, F. (1935): Geološkakarta kralj. Jugoslavije List Požega - Nova Gradiška, 1 : 75000, Beograd.
- RAFFAELLI, P. (1965): Metamorfizam paleozojskih škrljevaca u području Ravne gore (Papučko gorje - Slavonija). - *Geološki vjesnik*, 18/1, 61-111, Zagreb.
- SLOVENEK, D. (1988): Transformacija biotita u klorit u granito - metamorfnim stijenama Papuka. - *Geološki vjesnik*, 41, 87-98, Zagreb.
- STRECKEISEN, A. L. (1967): Classification and Nomenclature of Igneous Rock. - *N. Jb. Miner. Abh.*, 107, 144-240, Stuttgart.

TRECKEISEN, A. L. (1973): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks Recommendations. N. Jb. Miner. Abh., 149-164, Stuttgart.  
 STRECKEISEN, A. L. (1976): To each plutonic rock its proper name.- Earth Science Reviews, 12,1-33, Amsterdam.

TROGER, W. E. (1967) : Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil 2 Textband.- E. Schweizerbart - sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), 822 str., Stuttgart.  
 WINKLER, H.G.F. (1979): Petrogenesis of Metamorphic Rocks (Fifth Edition).- Springer - Verlag, 320 str., Berlin - Heidelberg - New York.

## THE DYNAMIC AND RETROGRADE METAMORPHIC TONALITES NEAR VUČJAK KAMENSKI (MT. PAPUK, CROATIA)

N. Tadej & M. Vragović

Outcrops of dynamic and retrograde metamorphic tonalites are found in the vicinity of the village Vučjak Kamenski. Most of the outcrops lie on the left bank of the Brzaja creek, but some are found on the right bank near the village (fig. 1).

The observed outcrops of the rocks exhibit more or less intensive cataclasis and colours that vary from light-gray to gray and sporadically green to blue-gray, and yellow-brown colour as result of weathering. In highly weathered outcrops the fissures are filled with limonite. Cataclastic texture and flaser structure are main features of the rocks. Variation of these features is displayed by changes in the grade of schistosity and grain size. This is best observed on the left bank of the Brzaja creek where the altered tonalites in parts are like poorly cataclastic leukocratic granitoides whereas other parts are like more or less schistose gneiss and chlorite-sericite schist.

The main mineral constituents are quartz and albite, muscovite, and chlorite. Albite predominates over quartz whereas muscovite and chlorite are represented in equal proportions, but subordinate to quartz. The main products of retrograde alteration are muscovite (sericite) and chlorite; the other are zoisite, epidote, pyrite, rutile, and leucoxen. Accessories are garnet, apatite, zircon whereas calcite and limonite are weathering products.

Quartz is xenoblastic and often forms irregular to elongated and in some places lens-like composite grains

between the albit grains. Xenoblasts of quartz are isometric to slightly elongated, frequently with sutured rims (Plate I, Fig. 1, 2, 3). These aggregates look like a metaquartzite. The early stage of mortar texture formation is only sporadically present. Undulose extinction of this quartz is marked. Undeformed quartz without fissures and undulose extinction is also present. As inclusions in quartz there are apatite and zircon and sometimes chlorite in the fissures and garnet on the contact planes of quartz granoblasts.

Albite forms isometric, slightly elongated to plane-like xenoblasts, with abundant twinning lamellae of the albite law and rarely pericline law. The complex twinning of the albite-pericline law is also present. Albite is hydrothermal alteration product of more basic plagioclase and it fills its contours. The products of hydrothermal alteration, unorientated muscovite (sericite), zoisite, chlorite, rarely calcite are abundant in the albite grains (Plate I, Fig. 3; Plate II, Fig. 1). The albite has 4 to 7 % of the anorthite component (determined by method of X-ray diffraction on powder).

Two generations of muscovite can be distinguished: the coarse-bladed muscovite (Plate I, Fig. 4), which crystallized before the cataclastic and hydrothermal alteration and the fine-bladed muscovite which mainly forms unorientated sericite.

Chlorite is also present in two generations, as an alteration product of biotite and as a product of crys-

### TABLA - PLATE I

Kataklazirani i retrogradno metamorfozirani tonalit Dynamic and retrograde metamorphic tonalite

Slika 1. Kataklastična struktura. N+;

Fig. 1. Cataclastic texture. N+

Slika 2. Lečasti polikristalni kvarc - flazer struktura. N+

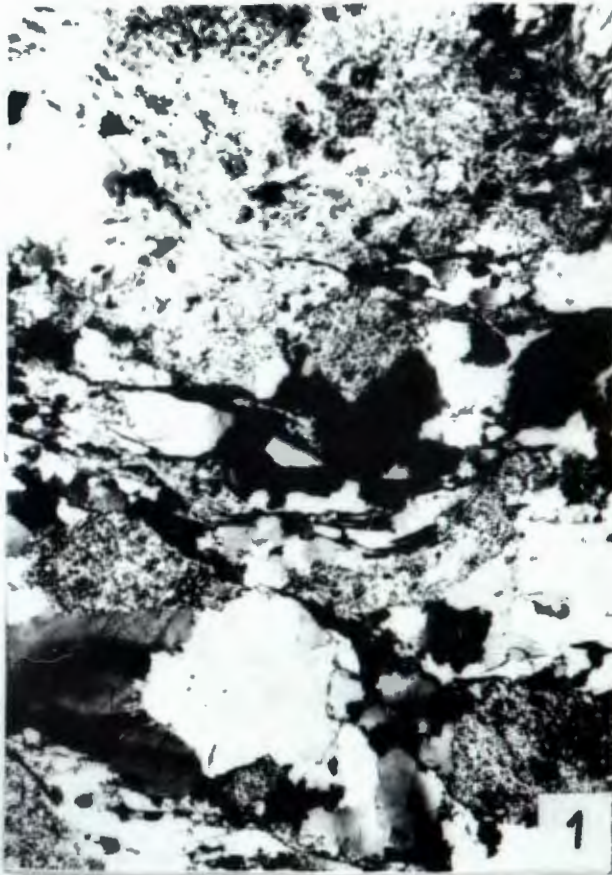
Fig. 2. Lens-like polycrystalline quartz - flaser texture. N+

Slika 3. Deformirani polikristalni kvarc i neoblastični albit s produktima hidrotermalne izmjene primarnog plagioklasa. N+

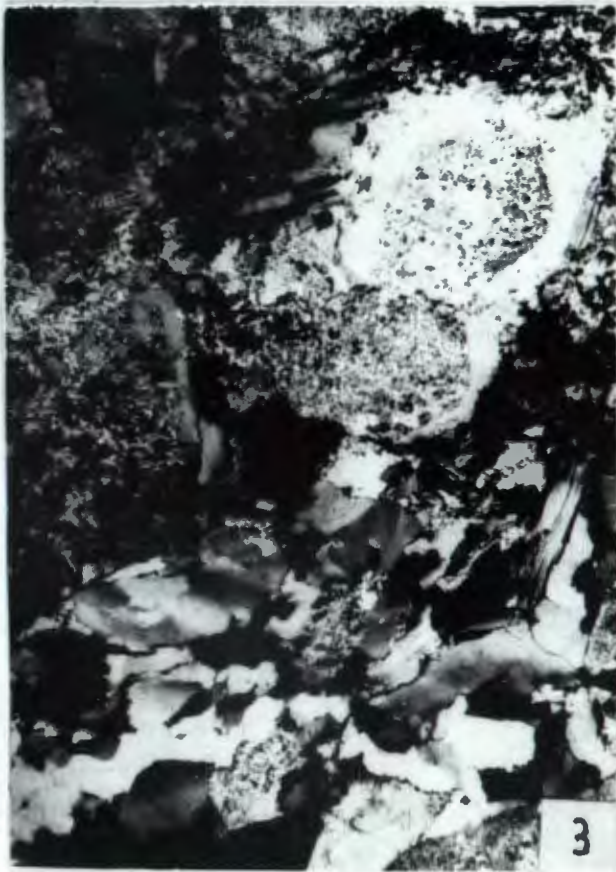
Fig. 3. Deformed polycrystalline quartz and neoblastic albite with hydrothermally altered products of primary plagioclase. N+

Slika 4. Deformirani primarni muskovit. N+ ;

Fig. 4. Pre-deformational muscovite. N+



1mm



1mm



1mm

tallization from a hydrothermal fluid in the postkinematic phase. This chlorite is unorientated and present in contact with albite grains, also inside of them and subordinately replacing garnet. Chlorite that is the alteration product of biotite has often inclusions of leucocene, hematite, and limonite. It is bended and wedged between grains of albite and quartz. The chlorites exhibit weak pleochroism in green to pale green colours and anomalous interference colour ranging from purple-blue to indigo-blue. By the X-ray diffraction on powder, after separation, the chlorite was determined as **ripidolite**.

**Garnet** is commonly xenoblastic and only sporadically partly idioblastic, unevenly distributed in the rock mass. The garnet is more or less altered to chlorite and iron oxides (Plate II, Fig. 2).

**Apatite** and **Zircon** form minute idioblasts and xenoblasts in grains of albite, quartz, and chlorite. Zircon is sporadically present in apatite.

The results of the chemical analysis of this rock, including C.I.P.W. norms and Niggli-s values are presented in Table 1.

The presence of chlorite, zoisite, and epidote indicates that the analysed rock belongs to the chlorite metamorphic facies of the low-grade metamorphism. Based on the mineral constituents and amount of feldspar (over 20 %), the rock can be classified as low metamorphic gneiss or sericite-chlorite gneiss. Taking in account the structural and textural features of the analysed rock, it can be defined as a dynamic and retrograde metamorphosed tonalite (tonalitic gneiss). In the vicinity are present varieties of rocks with more or less visible schistose structure and flaser texture which grade into the analysed variety. This probably led KOCH (1935) to map them as gneiss. The relict textures of analysed rocks indicate that the majority of these gneisses can be classified as orthogneiss.

---

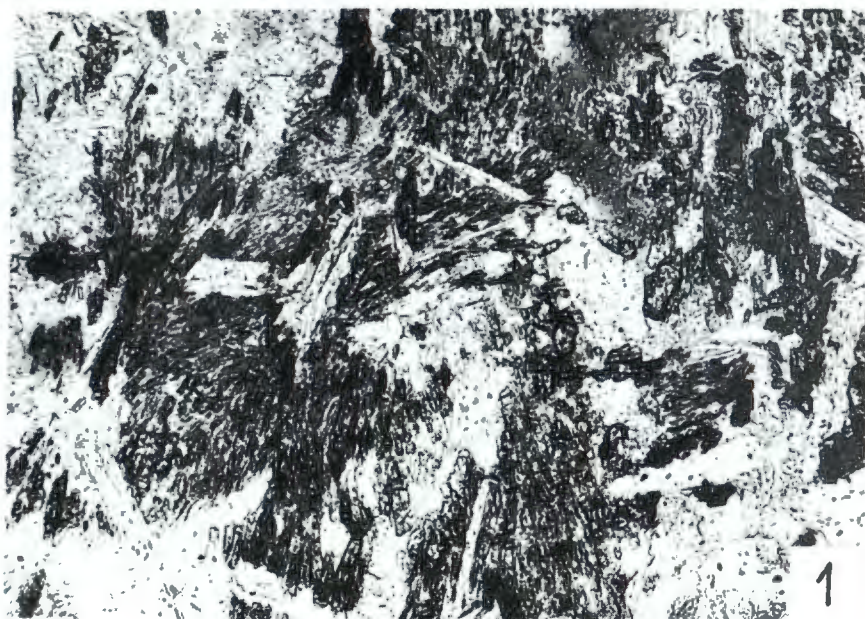
#### TABLE - PLATE II

Slika 1. Radijalno orijentirani nizovi coisita u albitu. N-;

Fig. 1. Radially oriented rows of zoisite in albite. N-

Slika 2. Izmjena granata u klorit. N+ ;

Fig. 2. Garnet altered into chlorite. N-



0.1mm



0.1mm