

Geol. vjesnik	Vol. 37	str. 97—104	Zagreb 1984.
---------------	---------	-------------	--------------

UDK 552.3(497.13)

Izvorni znanstveni rad

## Novi podaci o vulkanskim stijenama Ivanščice (sliv potoka Železnice)

Vera MARCI<sup>1</sup>, Stjepan ŠCAVNIČAR<sup>1</sup> i Galiba SIJARIC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mineraloško-petrografski zavod, Demetrova 1, Zagreb

<sup>2</sup>Pržrodno-matematički fakultet, Vojvode Putnika 43, Sarajevo

Ovo je prikaz rezultata istraživanja metamornih parageneza vulkanskih stijena iz Šumi potoka, na sjevernom dijelu Ivanščice, koji su jednim dijelom izneseni na X Kongresu geologa Jugoslavije u Budvi 1982. g., a sada nadopunjeni ovim radom.

### UVOD

Prvi podaci o istraživanjima vulkanita Ivanščice, koja se obavljaju u okviru Projekta 14 ugovorenog sa SIZ-III za znanstvena istraživanja u Zagrebu, objavljeni su u Zborniku radova X Jubilarnog kongresa geologa Jugoslavije 1982. g. u Budvi (Marci V., Šćavničar S., Sijarić G. 1982). Istraživanja ovih stijena započela su 1981., pa su za Zbornik poslani tek prvi preliminarni rezultati. U nastavku istraživanja sakupljeni su dodatni podaci o sastavu plagioklasa, koji su izneseni na Kongresu usmeno, a detaljnije će biti iznijeti u ovom radu. Istraživanja još su uvijek u toku, posebno piroklastita, pa će ovaj rad dati samo podatke koji se odnose na stijene svrstane u lave iz profila Šumi potoka.

### STRUKTURNE KARAKTERISTIKE I MINERALNI SASTAV LAVA

Strukture stijena već su opisane (Marci V., Šćavničar S., Sijarić G. (1982) pa se ovdje prilažu snimke najtipičnijih predstavnika (slike 1, 2 i 3, tabla I). To su holokristaline, a vrlo rijetko apohipohijaline strukture sa brojnim nepravilnim šuljinama ameboidalna ili okrugla oblika. Osnova stijene sadrži pravilne štapiće plagioklasa, opake minerale, klorit i produkte alteracije. Kvantitativni omjer ovih minerala varira u širokim razmjerima pa u nekim uzorcima više od 50% otpada na opake minerale među kojima je najobilniji hematit. Separacijom sa teškim tekućinama i na magnetnom separatoru (tip Frantz isodynamic) jednog jako hematitiziranog uzorka lave izdvojena je i analizirana magnetna frakcija na sadržaj  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$  i  $TiO_2$ , pa su dobijeni slijedeći podaci:

	tež %	at %	%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43,28	80	80	hm
FeO	4,24	9	18	il
TiO <sub>2</sub>	4,60	9		

Ovi podaci pokazuju da je mineralni sastojak magnetne frakcije prvenstveno hematit, a da oko 1/5 opakih minerala otpada na ilmenit. Jasno da u raznim varijetetima odnos opakih i ostalih minerala varira. Posve hematitizirani uzorci lava imaju sideronitnu strukturu koja se sastoji gotovo od samih opakih minerala (slika 3, tabla I).

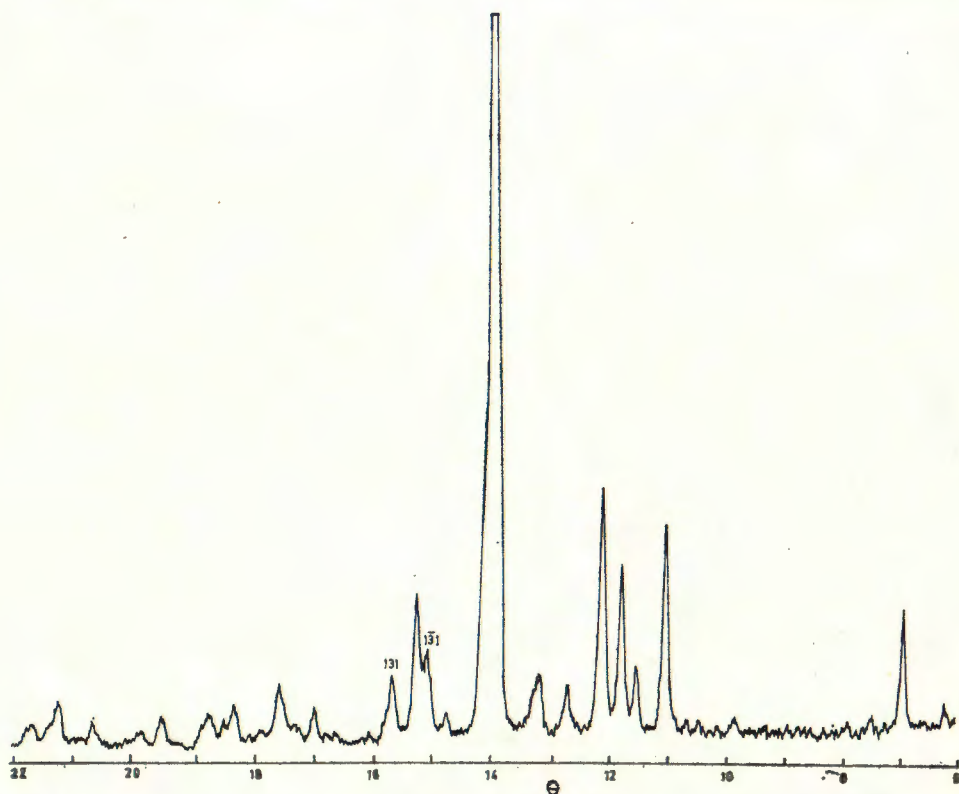
Plagioklasi u osnovi lava, više su ili manje obilno zastupani, razvili su se češće kao štapići samci a rjeđe kao dvojci, pa se kao takovi teško određuju optičkim metodama. U nekim uzorcima određivan je sastav metodom simetrijskog potamnjenja, ali su podaci varirali od 11 do 16 % an.

Mnogo detaljnije određivani su plagioklasi utrusci. Optičkim metodama na teodolitnom mikroskopu nisu dobiveni jednoznačni rezultati, jer su se podaci grupirali između 3—8 % an i 29—38 % an. Prvi rentgenogrami praha snimljeni na bazi nesepariranih uzoraka nisu se mogli dobro interpretirati zbog superpozicije refleksa. Normativni plagioklasi, mada to nije siguran podatak, izračunati su kao andezini, pa su i stijene u prvoj klasifikaciji svrstane u andezite. Međutim neusklađenost i nedorečenost podataka tražila je dodatna istraživanja plagioklasa, pa su glinenci separirani pod lupom i odvojeno istraženi rentgenskim difraktometrom (Philipsov uređaj PW 1730 sa širokokutnim goniometrom i grafitnim monohromatorom), IR spektrometrom (Perkin Elmer 397 uz KBr pastilu). Tabela I sadrži podatke za međumrežne razmake i intenzitete rentgenskih refleksa snimljenog plagioklasa (uzorak 1a). Dobivene vrijednosti jednoznačno ukazuju na albit; to dokumentira i priloženi karakteristični dio iz difraktograma (slika 1) i numeričke vrijednosti u tabeli 1.

Tabela 1. Podaci iz rentgenograma albita (uzorak 1a)  
Table 1. X-ray powder data of albite (sample 1a)

d (Å)	I (rel)	d (Å)	I (rel)
6.353	40	2.8488*	21
4.015	70	2.6367	10
3.847	20	2.5481	17
3.763	55	2.4461	13
3.663	80	2.4219	9
3.493	15	2.3958	11
3.363	19	2.3128	10
3.184	345	2.1849	7
2.9592*	29	2.1260	14
2.9214	49	2.0831	7

Iz razlike dvostrukog Braggovog kuta za reflekske označene zvijezdica, tj. iz  $2\theta_{131} - 2\theta_{1\bar{3}1} = 1,200^\circ$  (za CuK<sub>α</sub> zračenje) slijedi da albit ima niskotemperaturnu varijantu strukture; za čisti albit dobiva se oko 87% niskotemperaturne prirode, a albit sa nekih 7% an pao bi točno



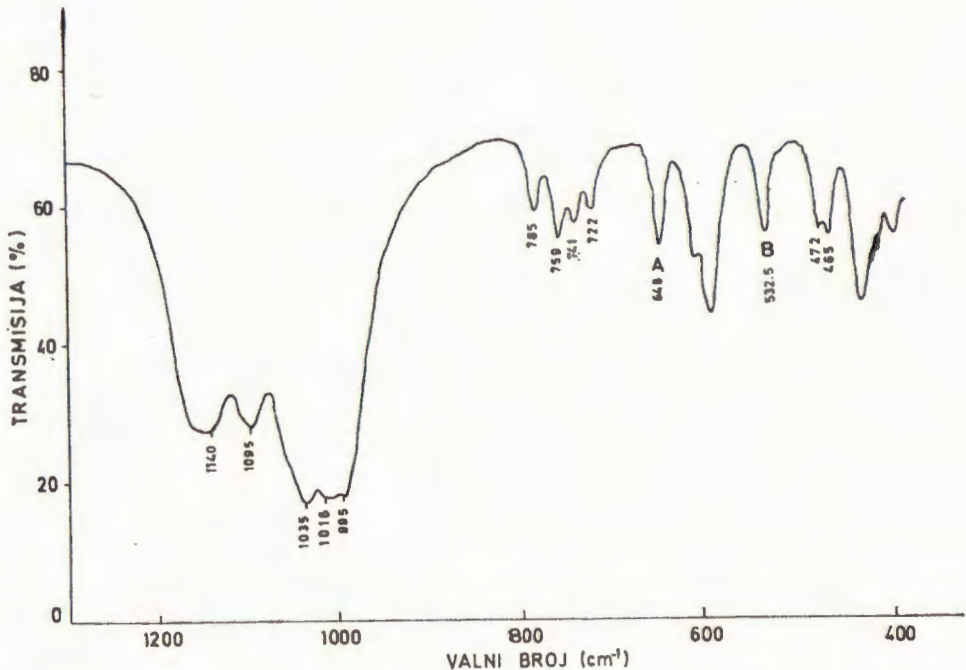
Slika 1. Difraktogram praha albite  
 Fig. 1. X-ray powder diagram of albite

na krivulju za niskotemperaturne feldspate (J. V. Smith, 1956). U prvom slučaju bi gotovo sav (87%), a u drugom praktički sav aluminij bio u strukturi u tetraedrijskom položaju 1 o.

IR spektar istog uzorka (1a) priložen je kao slika 2. Vrijednosti valnih brojeva i dužine valova za A i B apsorpcijske vrpce kod šest snimljenih uzoraka plagioklasa nalaze se u tabeli 2.

Tabela 2 IR spektri — vrijednosti za tzv. A i B apsorpcijske vrpce  
 Table 2 IR spectra — wave numbers of A and B absorption bands of plagioclases

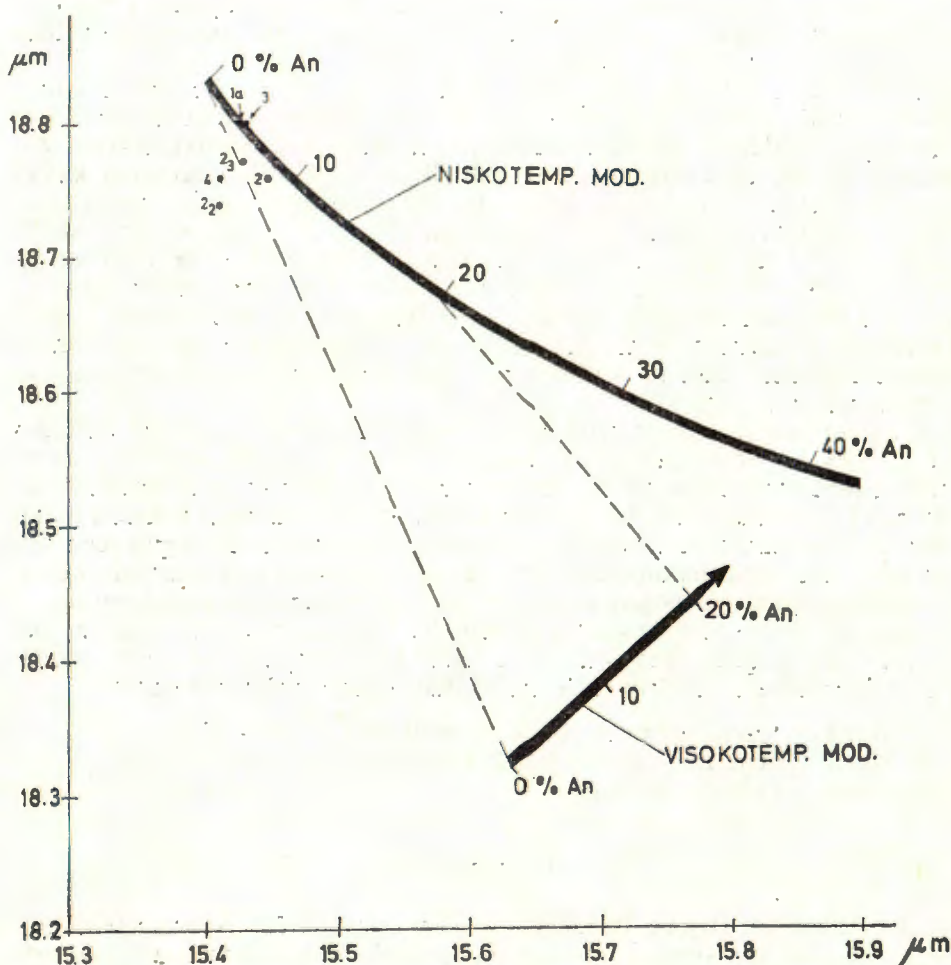
Uzorak Sample	A vrpca A band		B vrpca B band		$\Delta\text{cm}^{-1}$	$\Delta\mu\text{m}$
	$\text{cm}^{-1}$	$\mu\text{m}$	$\text{cm}^{-1}$	$\mu\text{m}$		
1a	648(±2)	15.43(±5)	532(±2)	18.80(±6)	116	3.37
2	647	15.45	533	18.76	114	3.31
2 <sub>2</sub>	649	15.41	533,6	18.74	115	3.33
2 <sub>3</sub>	648	15.43	533	18.76	115	3.33
3	648	15.43	532	18.80	116	3.37
4	649	15.41	533	18.76	116	3.35



Slika 2. IR spektar albite  
Fig. 2. IR spectrum of albite

Podaci iz tabele 2 unešeni u dijagram Hafnera i Lavesa (1957) gomilaju se na krivulji za niske temperature modifikacije plagioklasa (odstupanja su unutar grešaka mjerenja) i to u području od 0 do 10% an (slika 3). Iz opisanih detaljnih istraživanja plagioklasa slijedi da i rentgenski i IR podaci ukazuju na niske temperature albite, pa je prema tome otpala prvobitna neizvjesnost u vezi interpretacije optičkih podataka dobijenih na teodolitu. U prilog činjenici, da su od dvije grupe podataka za % an, dobivenih čitanjem na Nikitinovom dijagramu, realne vrijednosti od 3—8% an govore i zapažanja relativnog određivanja indeksa loma pomoću Beckeove linije, koja pokazuje da su svi indeksi loma niži od indeksa loma kanadskog balzama: prema tome utrusci feldspata u lavama Ivanšćice pripadaju albitima.

Utrusci albite razvijeni su u idiomornim i hipidiomornim oblicima, rijetko alotriomornim. Njihova je građa vrlo nehomogena što se očituje u nejednolikom potamnjenju. Ispunjeni su brojnim uklopcima od kojih svakako najviše pažnje privlače uklopci »stakla« (slike 1 i 2, tabla II). To su nepravilni oblici izraženog indeksa loma, bez analizatora su slabo zelenkasto obojeni (slika 1, tabla II), a među ukrštenim nikolima gotovo stalno tamni (slika 2, tabla II). »Staklo« je mjestimično djelomično ili potpuno devitrificiralo (slika 3, tabla II) uglavnom u sitnozrnaste nakupine kalcedona. Od ostalih uklopaka najčešći je hematit, te rjeđe sitna zrna ili sitnozrnaste nakupine prenita ili kalcita. Uzorci lave koji potječu



Slika 3. Podaci iz Tabele 2 (IR spektri) nanješeni u dijagram Hafnera i Lavesa  
 Fig. 3. Data from Table 2 (IR spectra) plotted on the diagram of Hafner and Laves

iz površinskih dijelova slijeva imaju celularne odnosno mandulaste strukture kad se šupljine ispune sekundarnim mineralima. Najčešći mineral koji ispunjava šupljine je kalcit jer je uticaj  $P_{\text{CO}_2}$  veći u površinskom dijelu, a isto tako uvjetuje veću ili manju kalcitizaciju plagioklasa. Kod većih zrna kalcitizacija je zapažena uz rub (slika 2, tabla III), dok su majni štapići i pladioklasa u osnovi mjestimično potpuno zamijenjeni kalcitom (slika 1, tabla III). U šupljinama su se razvila posve bistra zrna albita zajedno sa sitnim štapićima ili iglicama pumpeliitu slična minerala (slika 3, tabla III) koji međutim radi male koncentracije nije potpuno rentgenski dokazan. Odlikuje se slabim zelenkastim pleohroizmom i nešto višim dvolomom od coisita, za kojeg je s obzirom na veliku optič-

ku podudarnost u početku i smatran; s druge strane uz optiku i rentgen-ski podaci isključuju i coisit i epidot, pa prema tome preostaje velika vjerojatnost da se radi o pumpeliitu.

Ameboidalne šupljine ispunjene su »staklom« ili raznim produktima devitrifikacije (slika 1 i 2, tabla IV). Većina šupljina (slika 1, tabla IV) pokazuje određen raspored formiranja minerala kod devitrifikacije. Započinje uz rub stvaranjem sferulitnih ili sitnozrnastih nakupina kalcedona koje sadrže i nakupine hematita. U centralnom dijelu devitrifikacija u nekim šupljinama vodi formiranju klorita ali se u nekima i dalje zadržalo »staklo« koje se ponaša izotropno. Bez uključenog analizatora slabo je zelene boje. Indeks loma gotovo je isti kao kod kalcedona a po nekim karakteristikama približava se palagonitu (?). Manji broj šupljina građen je kako se vidi (slika 2, tabla IV) od klorita sa vrlo uskom zonom kalcedona uz rub šupljine a u centralnom dijelu mjestimično se razvijaju i zrna prenita.

Metamorfoze feromagnezijskih minerala prikazane su nizom snimaka na tabli IV i V. Pirokseni su u lavama iz Šumi potoka kompletno zamijenjeni sekundarnom asocijacijom minerala. O kojim se primarnim vrstama piroksena radi može se donekle zaključiti iz sačuvanih formi i metamorfne parageneze minerala. Jednostavne pločaste forme ispunjene fibroznim i vlaknatim nakupinama optički neodredivim, te kloritom i hematitom upućuju na vjerojatnost da se radilo o rompskim piroksenima.

Druge polimineralne nakupine nepravilna oblika, ispunjene raznim metamorfnim paragenezama (slike 1 i 2, tabla V), vjerojatno su ostaci monoklinskih piroksena. Najtipičnije su slijedeće asocijacije minerala:

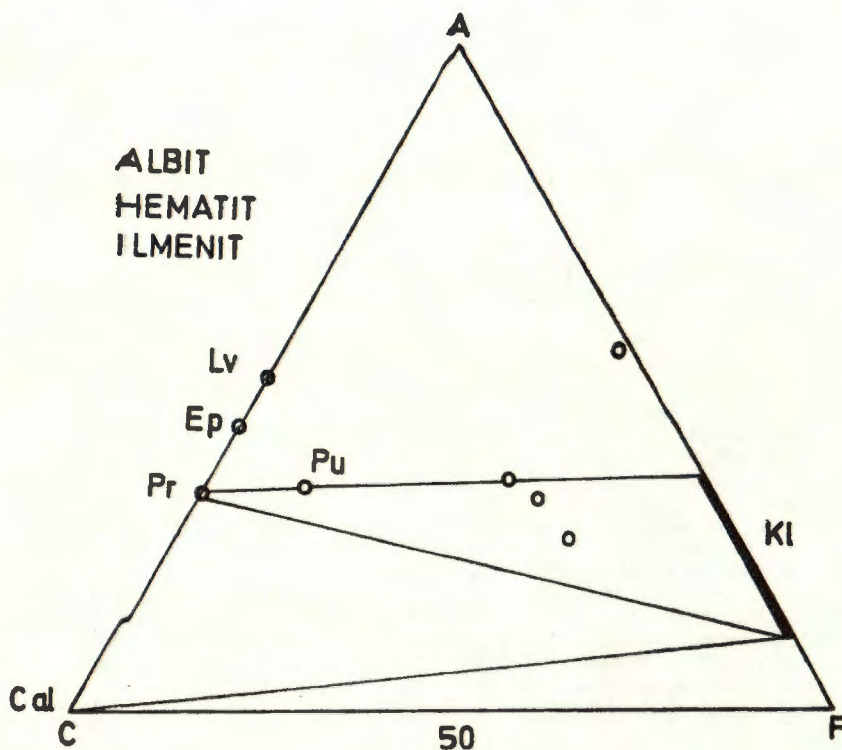
1. klorit + prenit + pumpeliit + hematit (sl. 1, tabla V)
2. klorit + hematit + prenit (sl. 2, tabla V)
3. klorit + kalcit + hematit

#### DISKUSIJA

Ove vulkanske stijene Ivanšćice F. Tućan (1922) svrstao je u porfirite. One su po svom kemizmu na granici između bazalta i andezita ukoliko se koristi čisto kemijska klasifikacija na bazi odnosa  $\text{SiO}_2$  : alk ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) koju predlažu Cox i dr. (1978). Visok sadržaj  $\text{Na}_2\text{O}$  upućuje na albitizaciju koja je uobičajena kod trijaskih vulkanita, međutim, parageneza metamorfnih produkata ne odgovara tipičnoj spilitskoj paragenezji (ab + kl + ep + akt + cal) jer nedostaju epidot i aktinolit. Ako se u ACF dijagram (slika 4) projicira sastav lava korigiran na  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (hm), FeO (mt i il) i CaO (Cal), onda se s obzirom na kemizam istraživanih stijena mogu očekivati slijedeće parageneze:

klorit + prenit + pumpeliit  
klorit + prenit + kalcit

Te su parageneze mikroskopiranjem i utvrđene, pa su prema tome stijene metamorfizirane na vrlo niski stupanj metamorfizma (Winkler, 1976) t. j. metamorfna parageneza odgovara prenit-pumpeliitnom facijesu, odnosno prenit-pumpeliit-kloritnoj zoni. Kako napominje Winkler ova tri minerala bez lomontita, vairakita ili lavsonita slab su in-



Slika 4. Projekcije kemijskog sastava lava sa Ivanščice u ACF dijagramu  
 Fig. 4. Projections of the chemical composition of lavas of the Ivanščica mauntain in the ACF diagram

dikator pritiska i može se jedino zaključiti da je bio ispod 3Kbara. S druge strane pomanjkanje lavsonita ili lomontita može se objasniti prisustvom  $CO_2$  koji i u vrlo malim količinama razara lavsonit i lomontit.

Metamorfne promjene u lavama Ivanščice rezultat su dugotrajnih metamorfnih reakcija koje su se odvijale pod uticajem povišenja temperature i pritiska t. zv. metamorfizma tonjenja.

Primljeno: 6. 5. 1984.

#### LITERATURA

- Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankrust, R. J., (1978): The interpretation of igneous rocks. George Allen and Unwin. p. 450, London.
- Smith, J. V., (1956): The powder patterns and lattice parameters of plagioclase feldspars. I The soda rich plagioclases. *Mineral mag.* 31, 47—68.
- Hafner, St. & Laves, F. (1958): Ordnung/Unordnung und Ultrarotabsorption. II. Variation der Lage und Intensität einiger Absorption von Feldspäten. Zur Struktur von Orthoklas und Adular. *Z. Kristallogr.*, 109, 204—225.
- Marci, V., Ščavničar, S., Sijarić, G. (1982): Petrografija vulkanskih stijena Ivanščice (sliiv potoka Železnice). Zbornik radova, knj. I. p. 329—335, Budva. X Jubilarni kongres geologa Jugoslavije.

- Tučan, F. (1922): Starije eruptivno kamenje u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. *Glasnik Hrv. prir. društva* 34, 169—184. Zagreb.
- Winkler, H. G. F. (1975): Petrogenesis of metamorphic rocks. Springer-Verlag, p. 334, New York.

## The new Data about Volcanic Rocks of Ivanščica Mountain

V. Marci, S. Ščavničar and G. Sijarić

This is the review of new data on the volcanic rocks of Ivanščica mountain obtained by X-Ray and IR technic. Some of them were reported on X Geological Congress in Budva 1982.

A wide variety of metamorphic alteration products occur in volcanic rocks of the Sumi creek. They formed inside the phenocryst of plagioclase or replace completely pyroxene or hornblende. A detail investigation of the paragenesis and mineralogical changes in the rocks was made.

X-Ray and IR technic was used in the investigation of the composition and structural state of albitized feldspars in meta-volcanic rocks. On the basis of the obtained data (Table 1, 8, 2, fig. 1, 2 and 3) we were able to define feldspars as low temperature albite (range 0—10% an).

The former measurement with U-stage technic on plagioclase crystals resulted with the data of 3—8 or 29—38% an. Normative plagioclase were also 34% an, so the volcanic rocks were first determined as andesitic rocks.

Special feature of the volcanic rocks is the presence of rounded or irregular amygdales filled by one or more metamorphic phases. The most common phases are calcedone with haematite and in central part »glas« which resembles by optical characteristics to palagonite (?). Some of amygdales, completely devitri ficated in the chlorite, sometimes in central part contain prehnite.

Pyroxenes and amphiboles are completely replaced by secondary paragenesis of minerals:

1. chlorite + prehnite + pumpellyite + haematite
2. chlorite + haematite + prehnite
3. chlorite + calcite + haematite

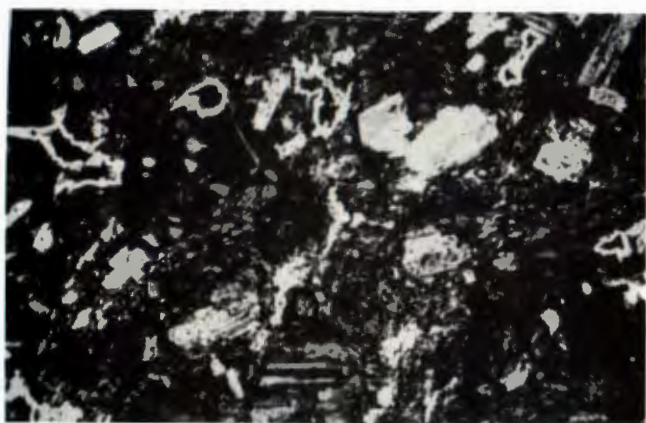
Additional investigation of meta-volcanic rocks of Ivanščica gave as a key mineral association essential for the determination of metamorphic facies.

The presence of very low metamorphic assemblage (Winkler, 1976) and characteristic minerals like prehnite and pumpellyite in volcanic rocks determined prehnite-pumpellyite facies. Lack of lawsonite or laumontite can be explained by influence of high  $P_{CO_2}$  (presence of calcite) which decomposed zeolite and lawsonite.

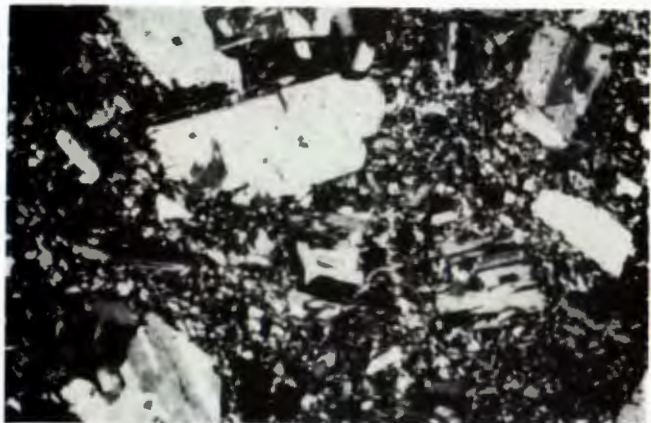
### TABLA I — PLATE I

1. Struktura lava sa utruscima albita i ameboidalnim šupljinama. N+
  2. Porforna struktura sa holokristaliziranom osnovom. N+
  3. Mandulasta struktura površinskih dijelova lava. N+
1. Texture in volcanic rocks with cavities of irregular and arcuate outlines. N+
  2. Holocrystalline porfirc texture of volcanic rocks. N+
  3. Amygdal texture of lavas. N+

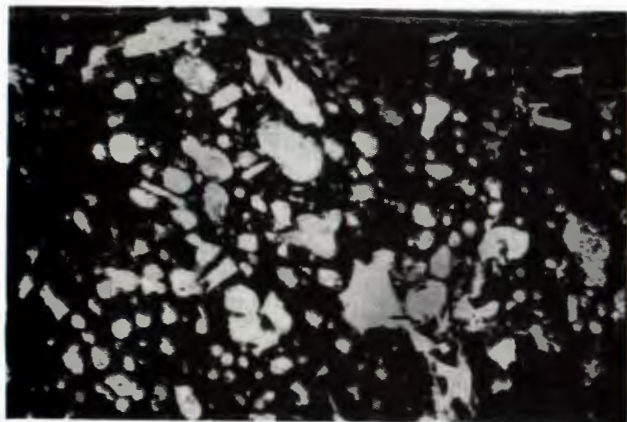




1



2

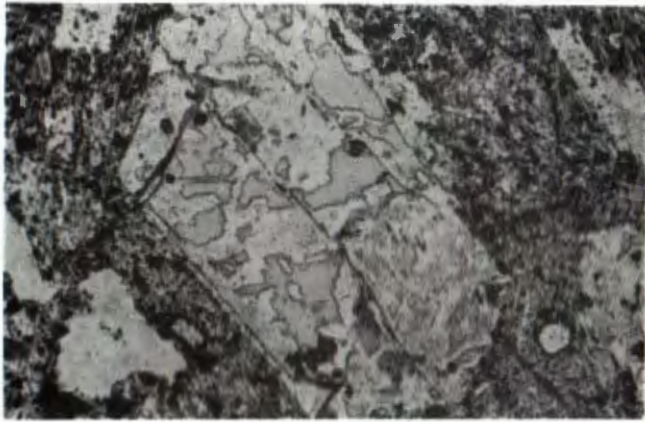


3

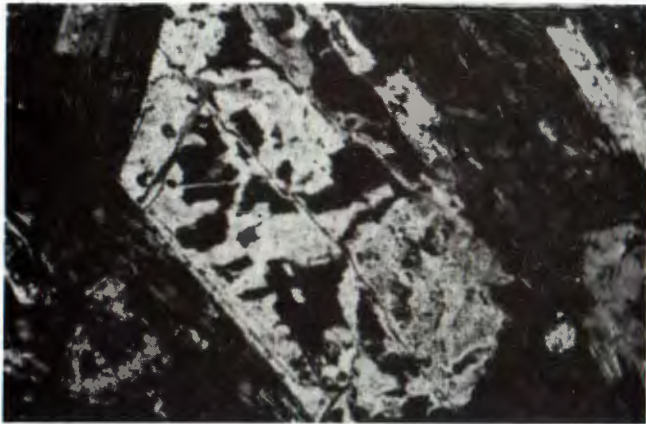
0.1 mm

TABLA II — PLATE II

1. Utrusak albite sa uklopcima »stakla« i prenita. N
  2. Ista slika sa krštenim nikolima.
  3. Devitrifikacija »stakla« u kalcedon. N+
- 
1. Phenocryst of albite with »glassy« inclusions. N
  2. The same picture with crossed nicols.
  3. Devitrification of »glassy« inclusion into calcedony. N+

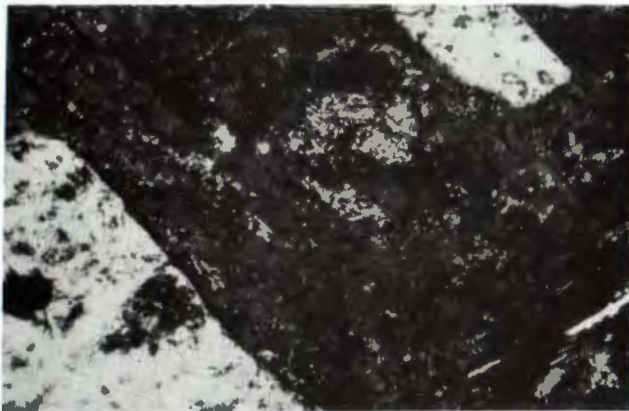


1



2

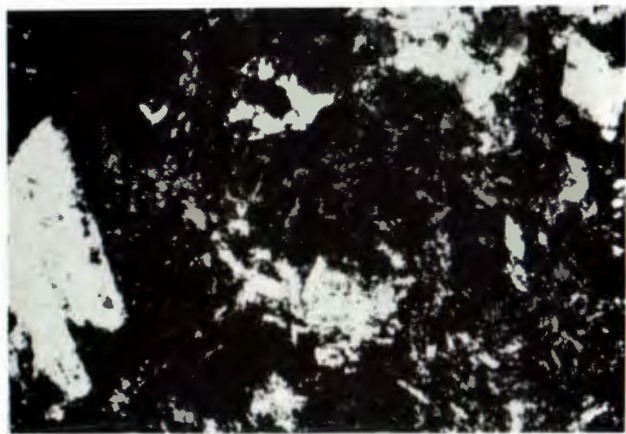
1.0 mm



3

TABLA III — PLATE III

1. Kalcitizacija plagioklasa u osnovi. N+
  2. Početak kalcitizacije utruska albita uz rub. N+
  3. Rast pumpelita u šupljinama. N
- 
1. Calcitization of albite in groundmass. N+
  2. Calcitization of phenocryst of albite on the rim. N+
  3. Amygdale with pumpellyite. N+



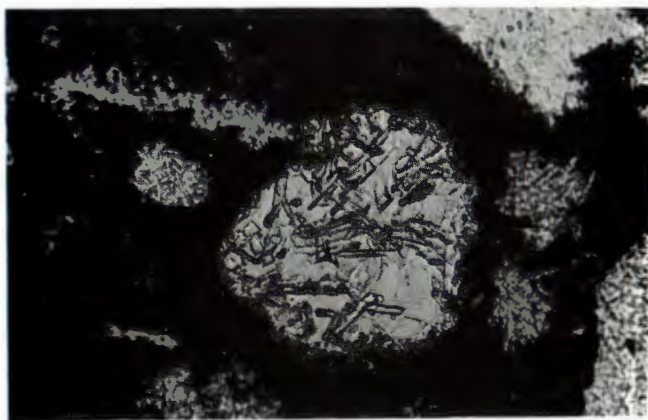
1

0.1 mm



2

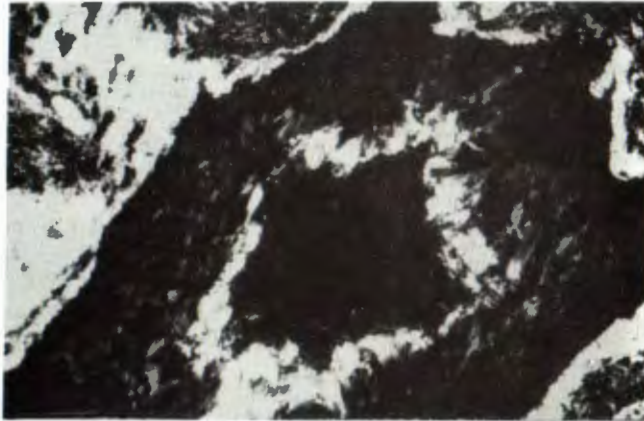
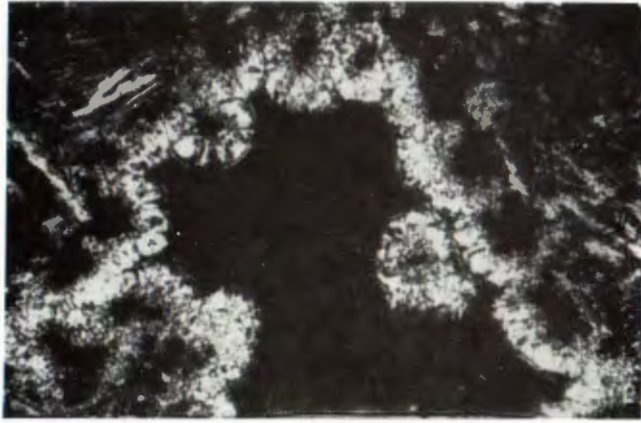
1.0 mm



3

TABLA IV -- PLATE IV

1. Detalj ameboidalne šupljine sa počecima devitrifikacije. Uz rub je kalcedon sa hematitom a u središnjem dijelu se sačuvalo »staklo«. N+
  2. U nekim šuplinama devitrifikacija vodi formiranju klorita a mjestimično i prehnita. N+
  3. Pločaste forme metamorfoziranih rompskih piroksena (?). N+
- 
1. Detail of the ameboidal cavity. Devitrification begins from the rim with formation of calcedony and haematite, but in central part is preserved »glass«. N+
  2. Sometimes devitrification finishes with formation of chlorite and prehnite. N+
  3. Tabular form of metamorphosed rhombic pyroxene. N+



1.0 mm

TABLA V — PLATE V

1. Nepravilne forme sa sekundarnim mineralima; ostaci monoklinskih piroksena. N+
  2. Ostatak monoklinskih piroksena (klorit+preinit+hematit). N
  3. Pravilna forma amfibola ispunjena sekundarnim mineralima (pumpeliit+hematit+albit+klorit). N
- 
1. Irregular forms of the metamorphosed monoclinic pyroxenes with secondary mineral parageneses. N+
  2. Replacement the pyroxenes by chlorite, prehnite and haematite. N
  3. Heksagonal form of the amphibole with secondary assemblages of mineral (pumpellyite+haematite+albite+chlorite). N



