

Geol. vjesnik	33	181—193	3 slike u tekstu, 1 tabela	Zagreb, 1981
---------------	----	---------	-------------------------------	--------------

551.761:552.3

## Srednjotrijaski vulkaniti iz okolice Tjentišta i Sutjeske (JI Bosna i SZ Crna Gora)

Jakša PAMIĆ i R. BUZALJKO

*Institut za geologiju, Ilidža, YU—71210 Sarajevo*

U radu se daje po prvi puta cjelovit prikaz trijaskih vulkanskih stijena iz područja Sutjeske i sjevernih padina Zelengore u JI Bosni. Nakon kratkog geološkog prikaza slijedi detaljan petrološki opis dijabaz-spilit-keratofira i tufova čiji je međusobni prostorni odnos ilustriran s dva petrološka stupa. Obrađene vulkanske stijene predstavljaju krajnji JI dio prostrane dijabaz-spilitске zone Vareš—Igman—Treskavica—Zelengora koja se petrološki jasno odvaja od susjedne andezit-keratofirske zone sjeverne Crne Gore.

Oblast Tjentišta i Sutjeske izgrađena je najvećim dijelom od raznovrsnih trijaskih sedimenata s kojima se zajedno javljaju i vulkanske stijene. Ovo trijasko vulkanogeno područje, koje dosad nije sistematski izučavano, veoma je interesantno i važno za regionalna petrološka razdvajanja raznovrsnih tipova srednjotrijaske vulkanske aktivnosti. Naime, prema dosad objavljenim podacima, velike mase trijaskih vulkanskih stijena šireg područja Ljubišnje, istočno i jugoistočno od Tjentišta i Sutjeske, predstavljene su pretežno andezitima i daciditima (Marić & Golub, 1965), odnosno keratofirima i kvarcnim keratofirima (Đorđević & Knežević, 1972). Takav intermedijarno-kiseli trend diferenciranja očituje se i dalje na jugoistok u područje Sinjajevine, Bjelasice i Visitora u sjevernoj Crnoj Gori na dužini od oko 110 km (Knežević, 1975). S druge strane, zapadno i sjeverozapadno od Tjentišta srednjotrijaski vulkanizam predstavljen je pretežno bazičnim vrstama, uglavnom spilitima s malo keratofira i podređeno dijabazima koji su utvrđeni u okolici Kalinovika, izvorištu Željeznice, na Igrnanu (Pamić, 1957, 1960. i 1962), u okolici Čevljanovića i Vareša (Karamata, 1952, 1960; Pamić, 1963, Simić, 1966). Ova zona rasprostranjenja spilitских stijena dugačka je oko 120 km. Dakle, u širem području Sutjeske i Tjentišta, u graničnim dijelovima jugoistočne Bosne i sjeverozapadne Crne Gore, sučeljavaju se dva petrološki raznovrsna kompleksa trijaskih vulkanskih stijena.

Cilj ovog rada je da daje geološko-petrološke karakteristike trijaskih vulkanita šireg područja Tjentišta i da na taj način fiksira granicu između dva petrološki raznovrsna kompleksa, spilitskog (Tjentište—Kalinovik—Igman—Vareš) i andezitsko-keratofirskog (Ljubišnja—Sinjajevina—Visitor).

Oba autora su radili u širem području Tjentišta od 1968. do 1970. godine kroz izradu OGK list Foča, a u 1977. i 1978. godini vršena su dopunska uzorkovanja i istraživanja. Završetak ovog rada je omogućen od strane Zajednice za naučni rad SR BiH u Sarajevu koja finansira temu Srednjotrijaski magmatizam BiH.

#### PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Trijaske tvorevine okolice Tjentišta i Sutjeske opisali su austrijski geolozi (Mojsisovicz et al., 1880) i ono je prikazano na njihovoj preglednoj geološkoj karti. K a t z e r (1907) na svojoj geološkoj karti označava vulkanske stijene okolice Tjentišta kao melafire. Iza toga je H a v e l k a (1929) bogato paleontološki dokumentirao različite odjeljke trijasa tog područja. S i m i ć et al. (1938) iznose kratko rezultate geološkog kartiranja sjevernog dijela lista Mostar 1:200.000 koje obuhvaća šire područje Tjentišta. Na kasnije objavljenom listu Mostara (J o v a n o v i ć, 1955) vulkanske stijene šireg područja Tjentišta prikazane su kao melafiri.

Noviji podaci objavljeni su u posljednjih desetak godina. T r u b e l j a & S l i š k o v i ć (1967) iznose kratak geološki prikaz vulkanskih stijena iz doline Hračvke. Njih smatraju članovima porfirir-rožnjačke serije ladinčke starosti, mada ne isključuju mogućnost da je vulkanizam započeo i pri kraju anizika. Od vulkanskih stijena su odredili andezite i mandulaste dijabase. Nešto kasnije izlazi rad Trubelje & Miladinovića (1969) u kojem se daju sasvim kratko osnovne geološko-petrološke karakteristike Nacionalnog parka Perućice u području Tjentišta. D i m i t r i j e v i ć et al. (1968) dali su sedimentno-petrografski i stratigrafski prikaz okolnih gornjokrednih flišnih tvorevina.

Poslije toga slijede radovi koji baziraju uglavnom na podacima osnovne geološke karte listova Plevlja, Gacko i Foča. Najprije M i r k o v i ć (1970) obrađuje trijaske terene Volujka, Maglića i Zelengore; u području srednjih tokova Sutjeske određuje spilite, a andezite i keratofire u oblasti Volujka i Maglića. B u z a l j k o (1974) daje geološke karakteristike područja između Drine, Čehotine i Sutjeske.

#### GEOLOŠKI PRIKAZ

Vulkanske stijene šireg područja Tjentišta javljaju se vezane s trijaskim sedimentima koji i izgrađuju najveći dio terena. Male mase karbonskih i permotrijaskih sedimenata nalaze se u sjeveroistočnim dijelovima istraživanog terena (vidi kartu na slici 1), uglavnom na obje obale Drine. Jursko-kredne flišne tvorevine otkrivene su u izvorišnom dijelu Hračvke, odakle se nastavljaju na jugoistok u dolinu Sutjeske. Donja jura u karbonatnom facijesu razvijena je na desnoj obali Bistrice u području njenog ušća u Drinu.

#### Okolne trijaske stijene

*Donji trijas* je predstavljen terigenim sedimentima. Tu se odvajaju dva facijesa: (a) rumenkasto-zelenkasti glinci s pješčarima, koji često pred-

stavljaju najniže dijelove donjeg trijasa; sadrže fosile *Anodontophora fas-saensis* (Wissm.) i (b) kvarciti, kvarcni pješčari i konglomerati ogra-ničenijeg rasprostranjenja, koji su redovito afosilni.

*Anizijski kat* je predstavljen pretežno svjetlosivim masivnim krečnja-cima koji sadrže fosile: *Macroporella alpina* (Pia), *Solenopora* sp., *Pi-lamina densa* (Pantić) i druge. U podini im negdje dolaze tamnosivi pločasti krečnjaci koji vjerojatno predstavljaju prelazne dijelove iz do-njeg trijasa u anizik.

*Ladinički kat* je zastupljen s dva litofacijelna razvoja. U jednom nala-zimo alterniranje pločastih krečnjaka, laporaca, rožnjaka i tufova u ko-jima dolaze *Daonella lommelli* (Wissm.) i *Daonella badiotica* (Mojš.). Drugi razvoj je predstavljen sprudnim krečnjacima koji sadrže obilje algi.

*Srednji i gornji trijas* se negdje nisu mogli razdvojiti. Tu su uvršteni organogeno-detritični krečnjaci koji u sebi sadrže fosilne ostatke anizika, ladinika i gornjeg trijasa, tako da im starost nije poblize određena.

*Gornji trijas* je izdvojen samo u južnim dijelovima istraživanog terena. Gornjem trijasu pripadaju masivni, negdje dolomitni krečnjaci koji sa-drže gornjotrijaske foraminifere.

## Vulkanske stijene

Vulkanske stijene su predstavljene s tri nejednako velika tijela. Naj-veća je vulkanska masa koja se proteže od gornjih tokova Hrčavke na dužini od 7 km sve do Pašine poljane na jugoistočnim obroncima Zelen-gore. Kako joj je širina oko 2 km, to ona pokriva površinu od oko 14—15 km<sup>2</sup>. Druga dva vulkanska tijela su sasvim malena i pokrivaju površinu manju od 1 km<sup>2</sup>. Jedno se nalazi u dolini Vrbnice, a drugo u srednjim tokovima Sutjeske na području lista Gacko (Mirković, 1974).

Najbolje je otkrivena najveća vulkanska masa Hrčavke — Pašina po-ljana. U tektoniziranoj podini joj se nalaze anizijski krečnjaci, a u krovini krečnjaci, rožnjaci, glinci i tufovi koji pripadaju ladiniku. Mi nismo nigdje zapazili proslojavanje tufova u lokalno razvijenim rumenkastim hanbu-loškim krečnjacima, nego smo njih našli kao anklave u samoj vulkanskoj masi. Zbog toga smatramo da je vulkanska aktivnost postanizijska i naj-vjerojatnije odgovara ladiniku jer se u ladiničkoj seriji sedimenata nailazi na proslojavanje tufova.

Samo vulkansko tijelo Hrčavka — Pašina poljana predstavlja vulkanski štit, odnosno složeni vulkanski izliv. U njegovim jugoistočnim i središnjim dijelovima mogla su se pratiti dva metarska paketa interstratifici-ranih rumenih glinaca, rožnjaka i krečnjaka koji markiraju dva prekida vulkanske aktivnosti.

Glavna efuzivna masa Hrčavke nalazi se u tektonskom prozoru u kraj-njim, sjevernim dijelovima durmitske navlake. Na nju su na sjevero-istoku navučeni anizički krečnjaci koji se sreću i na samoj vulkanskoj masi u vidu malih navlačaka. Na jugozapadnom kontaktu vulkanska masa Hrčavke stoji u normalnom kontaktu s pločastim krečnjacima, rožnja-cima, glincima i tufovima ladiničke starosti, a koji pripadaju autohtonu.

## PETROGRAFSKI PRIKAZ

Sve vulkanske stijene u istraživanom području imaju u osnovi iste petrološke karakteristike i pripadaju pretežno bazičnim stijenama koja pokazuju relativno mala variranja u strukturno-teksturnom pogledu, mineralnom i kemijskom sastavu.

## Mineralni sastav, strukture i teksture

U mineralni sastav ulaze feldspati i klinopiroksen, kao bitni sastojci, a uz njih i različiti sekundarni i akcesorni minerali.

Od feldspata su utvrđeni plagioklasi i albit. Plagioklas je razvijen uvijek idiomorfno u prizmatičnim formama i javlja se najčešće u sraslacima, obično dvojcima sraslim po albitskom i karlovarskom zakonu. Teodolitno-mikroskopskom metodom je utvrđeno na 7 zrna variranje sastava od 62 do 71,5% an, srednja vrijednost 68,5% an. U nekim stijenama je plagioklas potpuno svjež, a u nekim je znatno potisnut sitnozrnim agregatom sekundarnih minerala među kojima dominiraju prenit i klinocoizit.

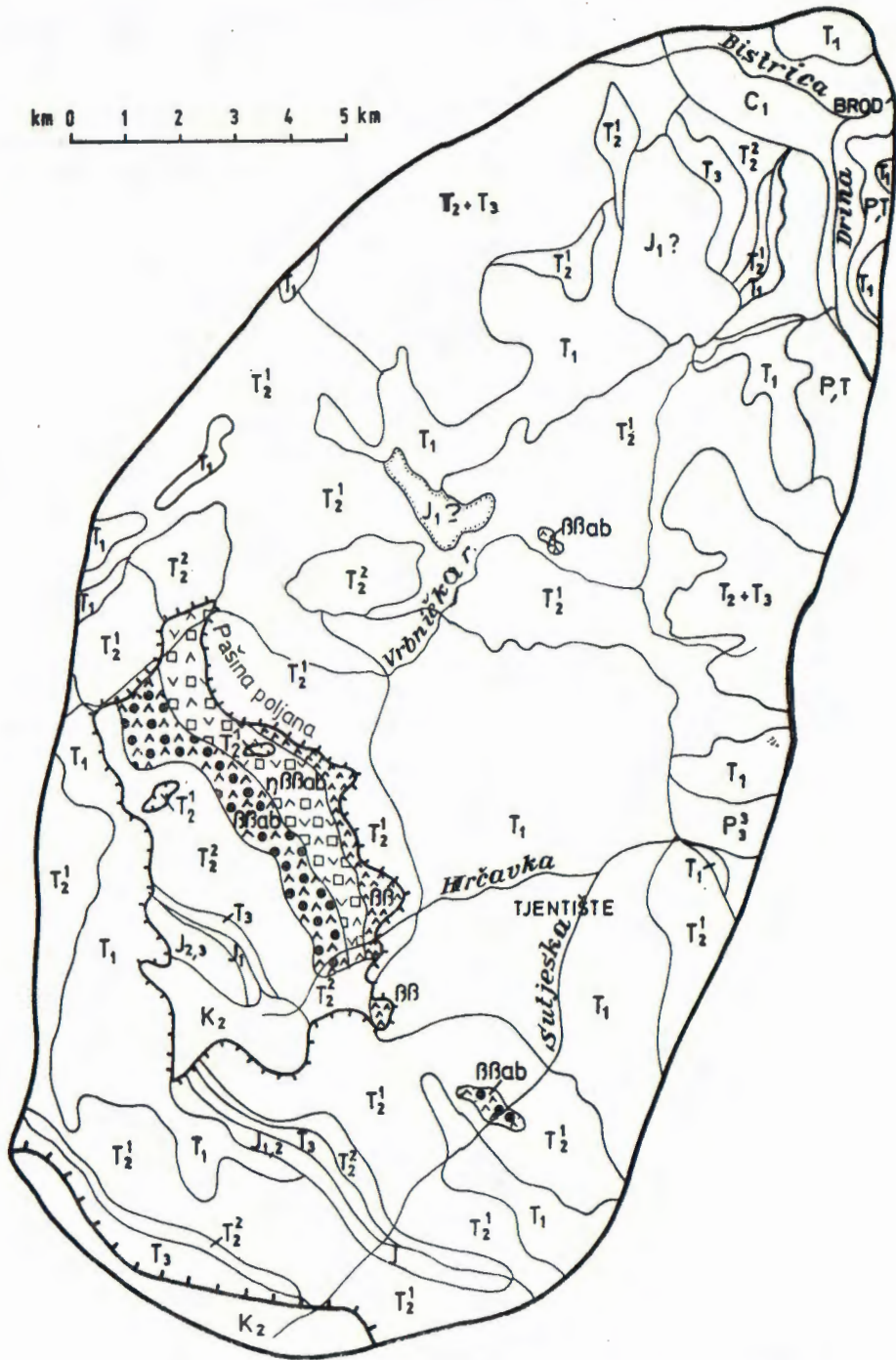
*Albit* je češći od bazičnih plagioklasa. I on je uvijek idiomorfan, prizmatičan, štapičast do igličast. On se češće javlja kao samac, rjeđe u sraslacima dvojcima, sraslim po karlovarskom i kompleksnim sraslačkim zakonima. Teodolitno-mikroskopskim putem je utvrđeno da sadržaj anortitske supstance varira od 0 do 9%, no najčešće od 0 do 5%. U tri stijene u kojima je albit detaljno određivan srednji sastav iznosi po 3% an (ukupno 18 zrna). Albit je u nekim stijenama sasvim svjež, no obično sadrži malu do znatnu količinu sitnih sekundarnih minerala među kojima se naročito ističe klorit.

*Klinopiroksen* je predstavljen uvijek augitom koji se javlja u zasebnim, najčešće alotriomorfim zrnima. Ujednačenog je sastava, bilo da se javlja s albitom, bilo s bazičnim plagioklasom što dokazuju ujednačena optička svojstva. Teodolitno-mikroskopska određivanja u konvergentnom svjetlu u presjecima s dvije optičke osi pokazuju da kut optičkih osi koleba u malom intervalu:  $V_1V_2 = +53\frac{1}{2}^{\circ}-54^{\circ}$ , a srednja vrijednost za kut potamnjenja  $c:Z = 38^{\circ}$  (na 9 zrna). Augit je najčešće svjež, ali u nekim stijenama djelimično potisnut kloritom.

*Klorit* se javlja u sitnolističavim agregatima, obično u intersticijama između feldspata, često bez reakcionih odnosa s augitom. Ima pleohroizam od žućkaste do tamnozeleno boje i niske interferentne boje.

Slika 1. Geološka karta područja Tjentišta  
(Fig. 1. Geologic map of the area of Tjentište)

1. karbonatni fliš (carbonate flysch), 2. masivni krečnjaci (massive limestone), 3. masivni krečnjaci (massive limestone), 4. masivni i pločasti krečnjaci (massive and platy limestone), 5. krečnjaci, rožnjaci i tufovi (limestones, chert and tuff), 6. dijabazi (diabase), 7. spiliti (spilite), 8. spilit-keratofiri (spilite-keratophyre), 9. masivni krečnjaci (massive limestone), 10. pješčari, glinci i laporci (sandstone, shale), 11. pješčari, konglomerati i gips (sandstone, conglomerate, gypsum), 12. krečnjaci i argilolisti (limestone and argillite), 13. grauwake i filite (graywacke and phyllite).



- |   |                 |   |                  |   |         |    |       |    |         |    |              |    |       |
|---|-----------------|---|------------------|---|---------|----|-------|----|---------|----|--------------|----|-------|
| 1 | $K_2$           | 2 | $J_{2,3}$        | 3 | $J_1$   | 4  | $T_3$ | 5  | $T_2^2$ | 6  | $\beta\beta$ |    |       |
| 7 | $\beta\beta ab$ | 8 | $\eta\beta\beta$ | 9 | $T_2^1$ | 10 | $T_1$ | 11 | $P,T$   | 12 | $P_3^3$      | 13 | $C_1$ |

Od akcesornih minerala najčešći su metalni minerali među kojima su određeni magnetit i ilmenit, rijetko i hematit, te sekundarni leukoksen. Od prozirnih minerala zapažen je samo apatit.

Struktura vulkanskih stijena okolice Tjentišta je dvovrsna. Najčešće je ona ofitska, sitnozrnija (veličina zrna 0,2 do 0,4 mm) i krupnozrnija (veličina zrna 0,5 do 0,8 mm). Rjeđi su varijeteti s porfirskom strukturom; najčešće je to intersertalna, rjeđe hijalopilitiska struktura s kristalima veličine 0,1 do 0,8 mm.

Tekstura je obično masivna, rijetko fluidalna. Gotovo sve vulkanske stijene sadrže promjenljivu količinu mandula u čiji sastav ulaze: kalcit, seladonit, klorit, epidot, kvarc, odnosno kalcedon i hematit. Od ovih minerala je seladonit detaljno određivan termogravimetrijskim, rentgenskim i kemijskim metodama (Trubelja & Barić, 1970). U mandulama se najčešće nalaze zajedno kalcit i klorit, odnosno seladonit. U tom slučaju je nekad jasan koncentričan raspored koji se ogleda u tom da se kalcit nalazi u središtu, a klorit, odnosno seladonit u perifernim dijelovima mandula.

### Petrografija

U petrografskom pogledu se mogu odvojiti 4 osnovne grupe vulkanskih stijena: (a) dijabazi, (b) spiliti, (c) keratofiri i (d) tufovi.

(a) *Dijabazi* su utvrđeni u nižim dijelovima najvećeg vulkanskog tijela u dolini Hrčavke. To su ofitske stijene s labradorom i augitom kao bitnim sastojcima. Dosta su često izmijenjeni, naročito, plagioklas i prelaze u metadijabaze. Sadrže promjenljivu količinu mandula koje su najčešće ispunjene kalcitom i kloritom.

Kemijski sastav dijabaza prikazuju analize 1 do 3 u tabeli 1. One pokazuju da se radi o bazičnim stijenama koje se po kemizmu ne razlikuju od normalnih dijabaza; odlikuju se ujednačenim sadržajem željeza i magnezija (po oko 8—9%), relativno visokim sadržajem CaO (10—11%) i niskim sadržajem alkalijskih metala (3—4%). Po Nigglijevoj klasifikaciji idu u grupe gabroidnih magmi, a po normativnom CIPW sastavu pripadaju olivinskim bazaltima.

(b) *Spiliti* su najčešće stijene u istraživanom terenu; oni izgrađuju središnje i najviše dijelove najveće vulkanske mase Hrčavka — Pašina poljana, a podređeno dolaze i u donjem dijabaznom paketu. Mala vulkanska tijela u dolini Vrbnice i Sutjeske izgrađena su u cjelosti od spilita.

U strukturnom pogledu se mogu razlikovati ofitski i hipokristalno-porfirski spiliti. Prvi su redovito zelene boje i imaju ofitsku strukturu, jednako kao i dijabazi. No, od njih se razlikuju jer sadrže albit namjesto bazičnih plagioklasa, a obično i veću količinu mandula. Ofitski spiliti sadrže nekad potpuno svježe i homogene albite, no često u njima dolaze navedeni sekundarni minerali među kojima dominira klorit. Nekad ih ima toliko da ih se jedva može odvojiti od spomenutih metadijabaza. Tako miješanje dijabaznih, spilitskih i metadijabaznih stijena zapaženo je u najdubljim dijelovima vulkanske mase u Hrčavki.

Hipokristalni spiliti su podređeniji od ofitskih. Oni su obično rumeno-smeđe do ljubičaste boje i u pravilu sadrže više mandula. Kako imaju

intersertalnu do hijalopilitsku strukturu, to sadrže promjenljivu količinu stakla. Zbog toga koleba i količina albitskih mikrolita koji su svježiji i homogeniji nego li u ofitskim spilitima.

Kemijski sastav spilita prikazuju analize 4 do 12 u tabeli 1, koje se u mnogo većem broju odnose na češće ofitske varijetete. Kao što se iz nje vidi, oni imaju u osnovi isti kemizam kao i dijabazi što se tiče sadržaja silicija, željeza, magnezija i kalcija, s tim što se količina ovog posljednjeg obično osjetno smanjuje nakon preračunavanja kemijskih analiza i odstranjivanja kalcitnog sadržaja mandula. Razlikuju se, međutim, u sadržaju natrija, i to ne uvijek jako mnogo. Naime, ofitski spiliti s relativno malo uklopljenih sekundarnih minerala sadrže oko 5%  $\text{Na}_2\text{O}$ , a oni s mnogo oko 3%, dakle, kao i dijabazi. Kod hipokristalnih spilita je natrijski karakter redovito jače izražen, i neki od njih sadrže i do 6%  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Prema Nigglijevoj klasifikaciji svi spiliti odgovaraju tipovima magmi iz grupe gabro-diorita i natrijskih gabra (mudžieriti). Po CIPW klasifikaciji spiliti odgovaraju podjednako često alkalijskim bazaltima i olivinskim bazaltima, dakle, sve su to silicijem nezasićene stijene.

(c) *Keratofiri* se javljaju podređeno u odnosu na spilita. Utvrđeni su i u dolini Hrčavke i na Pašinoj poljani u paketima ljubičastih hipokristalnih spilita. Naime, i keratofiri su hipokristalne strukture, sadrže mikrolite albita i promjenljivu količinu stakla, te malu do umjerenu količinu mandula. Dakle, oni su po strukturi, teksturi i mineralnog sastavu identični hipokristalnim spilitima. U stvari, razliku između hipokristalnih spilita i keratofira ne bi bilo moguće utvrditi mikroskopski da nisu vršene kemijske analize.

Keratofiri se dosta teško klasificiraju po Nigglijevim parametrima. Neki od njih idu u grupu kvarcno dioritskih magmi, a neki se ne mogu uopšte klasificirati. U posljednjem slučaju najviše odgovaraju tipovima magmi iz grupe natrijskih gabra s tim da im je vrijednost *si* dosta povećana. U normativnom CIPW sastavu se jasno razlikuju od spilita po tome što su svi oni silicijem zasićeni (ne sadrže normativno olivin), uz malo prisustvo normativnog kvarca (obično 4—5%). Kemijski sastav keratofira ilustriraju analize 13 do 15, tabela 1. Bitnija razlika u odnosu na spilita je u povišenom sadržaju silicija i natrija.

(d) *Tufovi* imaju znatno manje rasprostranjenje od prikazanih vulkanita. Oni se pojavljuju obično u vidu tanjih cm-dcm slojeva interstratificirani unutar većih izlivnih masa, ili u samim ladiničkim sedimentima, kao što je slučaj na profilu u dolini Hrčavke. To su kristalni, litični i litokristalni tufovi od kojih su, izgleda, najčešći ovi posljednji. Po mineralnom sastavu, u prvom redu po vrsti feldspata, odgovaraju prikazanim spilitima s prelazima u keratofire.

Dva priložena parcijalna stuba (slika 2) ilustriraju prostorni raspored navedenih vulkanskih stijena. Profil u Hrčavki je otvoren od podine do krovine vulkanskog tijela. U donjem dijelu vulkanske mase se jasno individualizira paket debljine oko 300 m u kojem dominiraju dijabazi i prelazne dijabaz-spilitne stijene s malo ofitskih spilita. Unutar tog paketa dolazi i dcm zona interstratificiranih tufova i sedimenata. U gornjem paketu debljine oko 400—500 m nailazimo na miješanje ofitskih spilita i hipokristalnih spilita s prelazima u keratofire. U središnjim dijelovima i ovog paketa je interstratificiran metarski paket u kojem se miješaju

tufovi i sedimenti, a preko njih leži dekametarska zona hipokristalnih keratofira. Preko vulkanskog tijela dolaze konkordantno, najprije masivni rožnjaci s proslojcima krečnjaka i alevrolita, a preko njih u smjeni pločasti krečnjaci, rožnjaci i tufovi.

Interesantno je istaći da su gotovo identični prostorni odnosi zapaženi i na nekim drugim dijabazno-spilitskim masama unutar zone Tjentište—Zelengora—Kalinovik—Igman—Vareš. Tako je Karamata (1960 i 1978) utvrdio u donjem dijelu vareške vulkanske mase dijabazno-spilitske ofitske stijene, a u gornjem ljubičaste hipokristalne spilite s kojima se miješaju ofitski spiliti, uz mnogo piroklastičnog materijala. I u isto tako velikoj vulkanskoj masi iz okolice Dobrog Polja, između Kalinovika i Sarajeva, u njenom donjem dijelu dolaze zeleni dijabazi i ofitski spiliti, a u višim dijelovima pretežno ljubičasti hipokristalni spiliti s rijetkim prelazima u keratofire. Vulkansko tijelo konkordantno prekriva heksametarski paket u kojem se smjenjuju pločasti krečnjaci, rožnjaci, glinci i tufovi (Pamić, 1978).

#### DISKUSIJA

Iz prikazanog faktografskog materijala slijedi zaključak da srednjotrijaske vulkanske stijene u široj okolici Tjentišta i istočnim obroncima Zelengore pripadaju pretežno bazičnim vrstama, i to dijabazima, a češće ofitskim spilitima i hipokristalnim spilitima, od kojih ovi posljednji mjestimično prelaze u keratofire. Ovakav sastav srednjotrijaskih vulkanita se manifestira i dalje na sjeverozapad, preko Kalinovika, Dobrog Polja i Igrnana (Pamić, 1957, 1960 i 1978) sve do Vareša (Karamata, 1960 i 1978). S druge strane, taj sastav je bitno drugačiji od trijaskih magmatita susjedne oblasti Velike Ljubišnje i Šuplje Stijene u kojem nema spilite i dijabaza, a dominiraju andeziti i daciti (Marić & Golub, 1965), odnosno keratofiri i kvarcni keratofiri (Đorđević & Knežević, 1972). Važno je istaći da istočni i sjeveroistočni obod priložene geološke karte (slika 1) predstavlja granicu između ta dva, petrološki toliko raznovrsna kompleksa.

Pored navedene dokumentacije, razliku u petrološkom sastavu između trijaskih vulkanita Velike Ljubišnje i okolice Tjentišta ilustriraju i priloženi Nigglijevi dijagrami jer se podaci na njima bitno razlikuju od po-

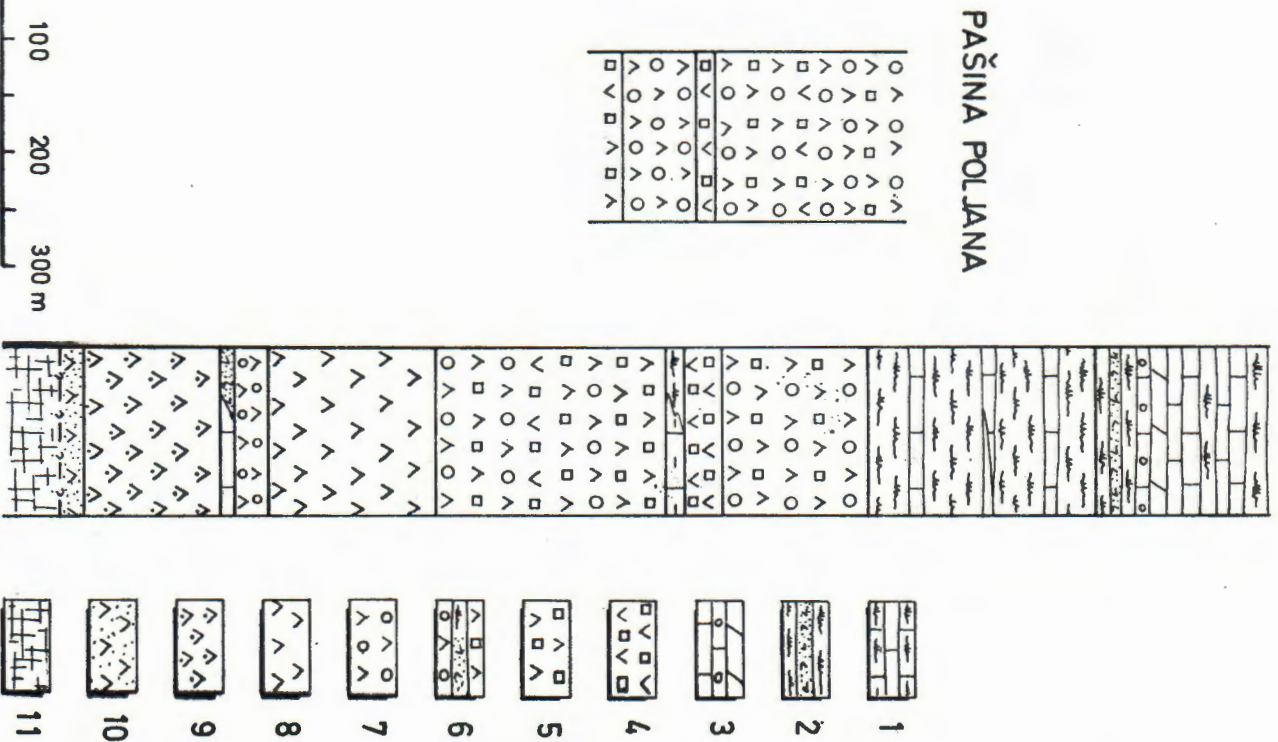
Slika 2. Parcijalni stubovi u dolini Hrčavke i na Pašinoj poljani

(Fig. 2. Geologic columns in the Hrčavka valley and on Pašina poljana)

1. pločasti krečnjaci i rožnjaci (platy limestone and chert), 2. rožnjaci i tufovi (chert and tuff), 3. krečnjaci s rožnjačkim kvrgama i dolomiti (limestone with chert nodules and dolomite), 4. hipokristalni keratofiri (hypocrystalline keratophyre), 5. hipokristalni spiliti (hypocrystalline spilite), 6. proslojci sedimenata i tufova u vulkanitima (sediments and tuffs interlayered within the volcanics), 7. ofitski spiliti (ophitic spilite), 8. dijabazi (diabase), 9. dijabaz-spiliti (diabase-spilite), 10. metadijabazi (metadiabase), 11. masivni anizijski krečnjaci (massive Anisian limestone).

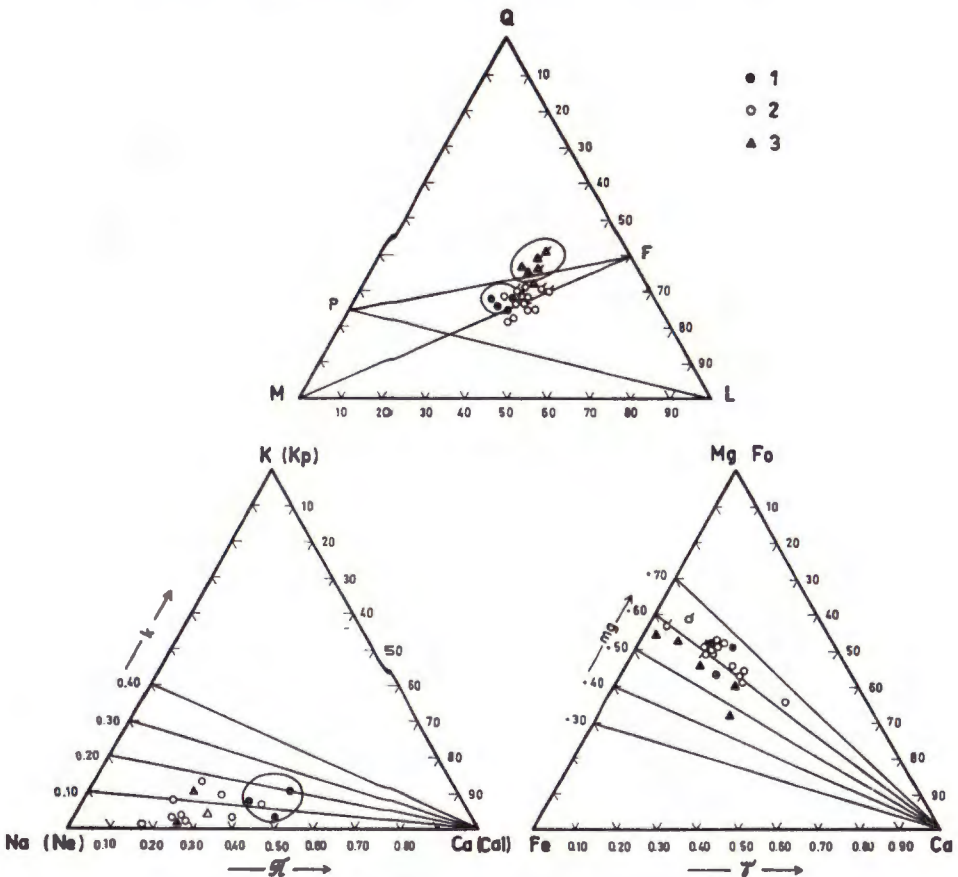


## HRČAVKA



dataka koje su prezentirali Marić & Golub (1965). Na QLM trokutu su sve tačke grupirane u relativno malenom području. Tačke dijabaza su smještene u središnjim dijelovima trokuta, no jasno pomaknute od raspolovnice u pravcu pola M. Tačke spilite se nalaze desno od raspolovnice; interesantno je istaći da tačke za nepreračunate analize spilite leže ispod ili duž linije MF, dok tačke za preračunate analize bez  $\text{CaCO}_3$  leže iznad te linije zasićenja. Tačke keratofira su još više udaljene od linije MF u pravcu pola Q.

I na  $k-\pi$  trokutu se tačke dijabaza jasno grupiraju u sredini donjeg dijela trokuta, dok se tačke spilite i keratofira malo rasipaju pri čemu je ipak jasan natrijski trend diferenciranja. Takođe su veoma instruktiv-



Slika 3. Nigglijevi trokomponentni dijagrami QLM,  $k-\pi$  i  $\gamma\text{-mg}$

(Fig. 3. Niggli's triangle diagrams QLM,  $k-\pi$  and  $\gamma\text{-mg}$ )

1. dijabaz (diabase), 2. spilite (spilite), 3. keratofiri (keratofiri).

Oznake s repicama odnose se na analize preračunate na 100% bez kalcitskog sadržaja mandula. (Marks with tails relate to analyses re-calculated to 100 per cent by subtraction of calcite content)

ni podaci i na  $\gamma$ -mg trokutu; i tu su dijabazi grupirani u relativno uskom području, dok se tačke spilita i keratofira rasipaju zbog većeg variranja vrijednosti  $\gamma$ . Međutim, vrijednosti  $\gamma$  su ujednačene, variraju uglavnom od 0,55 do 0,65 za sve tri vrste stijena. Prihvatimo li da nam odnos MgO/FeO definira diferencijacijski stupanj neke magme (Miyashiro, 1973) onda bismo mogli zaključiti u konkretnom slučaju da se dijabazi i spiliti s rijetkim prelazima u keratofire nalaze na istom evolutivnom stupnju pri diferenciranju neke primarne magme, odnosno parcijalnom taljenju stijena kontinentalne kore ili njenog gornjeg omotača koje su se nalazile u podlozi sedimentacijskog bazena trijasko karbonatne platforme.

Područje Tjentišta je od posebnog interesa za genetska razmatranja jer tu u najvećoj vulkanskoj masi Hrčavke i Pašine poljane dolaze zajedno dijabazi i spiliti s rijetkim prelazima u keratofire, pri čemu se među spilitima jasno razdvajaju ofitski varijeteti strukturno identični dijabazima, i hipokristalni spiliti s promjenljivom količinom stakla. Dijabazi i ofitski spiliti, te prelazne dijabazno-spilitske stijene javljaju se u donjim dijelovima mase, dok u gornjim dijelovima nema dijabaza nego se miješaju ofitski spiliti i hipokristalni spiliti s prelazima u keratofire. Da li ova dva strukturna tipa spilita predstavljaju, možda, i dvije genetske kategorije spilita i nemamo li ovdje možda »spilite i spilite«? Nema potrebe naglašavati delikatnost ovog petrološkog problema koji prelazi okvire ovog rada.

#### LITERATURA

- Buzaljko, R. (1974): Geološke odlike terena u području između Drine, Cehotine i Sutjeske (jugoistočna Bosna). *Geol. glas.*, 18/19, 49—83, Sarajevo.
- Dimitrijević, M., Pantić, S., Radoičić, R., Stefanovska, D. (1968): Litostratigrafski i biostratigrafski stubovi mezozoika u oblasti Gacko—Sutjeska—Drina. *Vesnik za geol. i geof. istraž.*, 36, A, 39—70, Beograd.
- Đorđević, P. i Knežević, V. (1972): Trijasko magmatske stene planine Ljubišnje (Crna Gora). *Geol. an. Balk. poluos.*, 37 (2), 199—218, Beograd.
- Hawelka, V. (1929): Geologische Reiseskizzen aus der Herzegovina, Südostbosnien und dem angrenzenden Teile der Crna Gora (Montenegro). *Glas. Zem. muz. u BiH*, 41, 101—145, Sarajevo.
- Jovanović, R. (1953): Geološka pregledna karta Bosne i Hercegovine. 6 (šestina) Mostar. Geokarta, Beograd.
- Karamata, S. (1952): Opšta karakteristika melafira okoline Vareša (Bosna). *Spom. Miše Kišpatića*, 237—243, Zagreb.
- Karamata, S. (1960): Melafiri Vareša. *Simp. prob. alp. inic. magm. Ref.* 5, 1—17, Ilidža—Vareš.
- Karamata, S. (1978): Magmačke stijene područja Borovica—Vareš—Cevljano-vići—Bjelašnica—Kalinovik. U »*Geologija BiH*«, knj. 4 »Magmatizam i metalogenija«, 69—82, Sarajevo.
- Katzer, F. (1907): Formationsumriss — Spezialkarten. Blatt 4, Jeleč und Tjentište, 1:75.000, Wien.
- Knežević, V. (1975): Trijasko magmatske stene Crne Gore. *Acta geol.*, 8, 107—147, Zagreb.
- Marić, L. i Golub, Lj. (1965): Magmatizam Šuplje Stijene, Velike Ljubišnje i donjeg slivnog područja Tare i Pive u Crnoj Gori. *Acta geol.*, 4, 111—166, Zagreb.
- Mirković, M. (1970): Prilog poznavanju razvika trijasa i jure na Volujaku, Magliču i Zelengori. *Geol. glas.*, 6, 197—211, Titograd.
- Mirković, M. (1974): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Gacko, Beograd.

- Miyashiro, A. (1973): The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. *Earth and Plan. Scie. Letters*, 19, 218—224.
- Mojšisovičs, E., Tietze, E., Bittner, A. (1880): Grundlinien der Geologie von Bosnien und der Herzegovina, mit der geologischen Übersichtskarte 1:576.000. Jahrb. d. geol. Reichsanst., 30, 159—166, Wien.
- Pamić, J. (1957): Petrološka studija efuzivnih stijena u oblasti Ilidža—Kalinovik. I dio: Područje Igmana i sjeveroistočnih padina Bjelašnice. *Geol. glas.*, 3, 171—180, Sarajevo.
- Pamić, J. (1960): Osnovne karakteristike trijaskih vulkanita u širem području Kalinovika. *Simp. probl. alp. iricij. magm.* 1—12, Ilidža—Vareš.
- Pamić, J. (1962): Petrološka studija efuzivnih stijena u oblasti Ilidža—Kalinovik. II dio: Područje izvorišta rijeke Željeznice. *Geol. glas.*, 6, 45—59, Sarajevo.
- Pamić, J. (1963): Trijaski vulkaniti okolice Čevljanovića i kratak osvrt na trijaski vulkanizam u zoni Borovica—Vareš—Čevljanovići. *Geol. glas.*, 7, 9—20, Sarajevo.
- Pamić, J. (1978): Srednjotrijaski vulkaniti u području Kalinovika i Dobrog Polja, južno od Sarajeva. *Geol. glas.* (u štampi).
- Simić, M. (1966): Petrološke karakteristike trijaskih vulkanita u okolini Sarajeva. *Ref. 4 Savj. geol. SFRJ*, 2, Ohrid.
- Simić, V., Čubrilović, V., Mikičić, V. i Jovanović, R. (1939): Izvještaj o geološkom snimanju VI. lista geološke karte Bosne i Hercegovine 1:200.000, severni deo. *Godišnjak Geol. inst. Kralj. Jugoslavije*, 1 (1938), 23—36, Beograd.
- Trubelja, F. i Barić, Lj. (1970): Glaukonit iz doline Hrčavke u području Tjentišta. *Geol. vjes.*, 23, 265—272, Zagreb.
- Trubelja, F. i Miladinović, M. (1969): Pregled geološke građe šireg područja Tjentišta i Sutjeske u jugoistočnoj Bosni. *Pos. izd. ANUM BiH*, 11 (3), 31—38, Sarajevo.
- Trubelja, F. i Slišković, T. (1967): The stratigraphic position and mineralogical composition of the igneous rocks of Sutjeska National park. *Bull. Scie.*, A, 12 (7/8), 182—183, Zagreb.

### Middle Triassic volcanic rocks from the area of Tjentište and Sutjeska (SE Bosnia and NW Montenegro)

J. Pamić and R. Buzaljko

The area of Tjentište and Sutjeska consists mostly of the Triassic sedimentary rocks which are in some places associated with volcanics. The largest volcanic mass of Hrčavka and Pašina poljana covers an area of about 15 km<sup>2</sup>. It is underlain by the Anisian limestone and overlain by alternating platy limestone, chert, shale and tuff of the Ladinian age (Figure 1).

The volcanic rocks are represented by diabase, spilite with subordinate keratophyre and tuff. Diabase is made up of labradorite and augite, the former being frequently metamorphosed into fine-grained aggregate of secondary minerals with predominant clinozoisite (Table 1, analyses 1 to 3). Spilites which are the most predominant rocks are represented by two textural varieties. The ophitic spilites are of the same structure and texture as the diabase, but the former consist for the most part of albite and augite. Albite is fresh in some rocks, but it is more frequently filled by fine-grained secondary minerals with predominant chlorite. Such transitional diabase-spilite rocks are also very frequent. The ophitic spilites contain larger quantities of amygdaloids than the diabase; amygdaloids from both spilite and diabase are filled mostly by calcite, chlorite and seladonite. The hypocrystalline spilites consist for the most part of albite microlites, varying quantity of glass and amygdaloids filled by the same minerals. Chemical analyses of the spilites are presented on Table 1, Nos. 4 to 12. Keratophyres which are quite sub-

ordinate are also of hypocrySTALLINE texture and consist of albite, glass and small quantity of amygdaloids (Table 1, analyses 13 to 15). Tuffs which are interlayered within the volcanic body or overlay it together with sediments are of spilite-keratophyre composition.

Columnar sections (Figure 2) illustrate spational distribution of the rock types within the largest Hrčavka — Pašina poljana volcanic body. Its lower part is made up of diabase, ophitic spilites and transitional diabase-spilite rocks, whereas its upper part consists of ophitic spilites and hypocrySTALLINE spilites grading into keratophyres. Niggli's triangle diagrams for all these rocks are presented in Figure 3.

The Middle Triassic volcanic rocks of the area of Tjentište and Sutjeska are represented for the most part by diabases and spilites as distinguished from andesites + dacites and keratophyres + quartz keratophyres, respectively of the adjacent area of the Mount Velika Ljubišnja. The eastern margin of the presented map (Figure 1) represents in fact the contact line between these two areas consisting of different volcanic rocks. The Middle Triassic volcanics which can be traced for about 110 km further to the southeast through the northwestern Montenegro belong also for the most part to andesites + dacites and keratophyres + quartz keratophyres, respectively. On the other hand, the Middle Triassic volcanics which stretch from Tjentište for about 120 km further to the northwest, in the zone Zelengora—Kalinovik—Igman—Vareš, are mostly represented by spilites associated with diabases and quite subordinate keratophyres.

Kemijski sastav, Nigglijeve vrijednosti i normativni CIPW sastav  
(Chemical composition, Niggli's values and CIPW norms)

Kemijski sastav — Chemical composition														Nigglijeve vrijednosti — Niggli's values										Normativni CIPW sastav — CIPW norms																											
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	suma		si	al	fm	c	alk	k	mg	Q	L	M	π	γ	μ	α	qz	Q	C	or	ab	an	lc	ne	di wo	di en	di fs	hy en	hy fs	fo	fa	il	ru	ap	cc	sal	fem	mt	hm	
1.	46.30	1.12	15.65	3.19	6.81	0.13	7.43	11.17	2.63	1.00	0.13	3.80	1.20	100.56	106	21	44	27	7	0.20	0.57	26.5	36.1	37.4	0.49	0.23	0.44	0.20	-23.1	—	—	6.1	22.4	29.0	—	0.3	8.2	4.3	3.7	—	—	10.4	10.1	2.2	—	0.3	2.8	57.9	42.1	4.6	—
2.	48.53	1.09	14.48	4.55	5.25	0.09	9.20	9.48	2.98	0.24	0.11	2.53	1.90	100.43	112	20	50	23	7	0.05	0.63	28.1	33.3	38.6	0.47	0.17	0.52	0.46	-16.1	—	—	1.5	25.9	26.1	—	—	3.8	2.2	1.5	13.6	9.2	5.4	4.0	2.1	—	0.3	4.4	53.4	46.6	6.6	—
3.	49.31	1.29	15.97	3.04	4.16	0.12	8.21	10.13	3.80	0.73	0.12	3.62	0.17	100.67	116	22	43	26	10	0.11	0.68	27.5	38.2	34.3	0.39	0.23	0.52	0.17	-23.1	—	—	4.5	27.7	25.2	—	3.0	10.4	6.4	3.4	—	—	10.3	6.0	2.5	—	0.3	0.4	60.3	39.7	4.4	—
4.	50.10	0.18	13.19	2.85	6.45	0.11	7.93	9.18	4.84	0.29	0.18	2.72	2.26	100.28	119	19	46	23	12	0.04	0.61	25.9	36.2	37.9	0.23	0.26	0.45	0.15	-27.0	—	—	1.8	42.1	13.8	—	0.1	7.2	3.8	3.1	—	—	11.6	10.6	0.4	—	0.4	5.3	57.6	42.4	4.2	—
4'	52.66	0.19	13.87	2.99	6.79	0.12	8.34	6.61	5.09	0.30	0.19	2.85	—	100.00	129	20	50	17	13	0.04	0.61	28.3	37.3	34.5	0.23	0.16	0.51	0.30	-21.3	—	—	1.8	44.5	14.6	—	—	7.5	4.0	3.3	0.1	0.1	12.2	11.2	0.4	—	0.5	—	60.9	39.1	4.3	—
5.	51.13	1.04	13.87	3.74	4.26	0.11	6.53	9.43	4.66	0.44	0.07	2.72	2.40	100.31	130	21	41	26	12	0.06	0.60	29.0	37.4	33.6	0.26	0.29	0.43	0.36	-18.5	—	—	2.7	40.6	16.1	—	—	6.5	3.5	2.7	6.5	5.0	4.7	4.0	2.0	—	0.2	5.6	59.3	40.7	5.4	—
5'	53.84	1.09	14.61	3.94	4.49	0.12	6.88	6.72	4.91	0.46	0.08	2.86	—	100.00	142	23	45	19	13	0.06	0.60	31.4	38.6	30.0	0.26	0.17	0.50	0.57	-11.4	—	—	2.8	42.9	17.0	—	—	7.1	3.8	3.0	6.5	5.0	5.2	4.4	2.1	—	0.2	—	62.8	37.2	5.7	—
6.	49.26	0.60	16.35	5.62	2.68	0.06	7.80	7.94	4.72	1.66	0.18	1.32	1.50	99.51	118	23	43	20	13	0.19	0.64	25.0	42.8	32.2	0.26	0.19	0.52	0.33	-36.3	—	—	10.0	29.6	19.0	—	6.1	4.9	2.8	1.9	—	—	12.0	9.1	1.2	—	0.4	3.1	64.7	35.3	7.1	0.7
7.	50.12	0.56	15.87	6.37	2.63	0.03	7.31	7.25	5.66	0.95	0.32	2.06	1.10	100.23	122	23	44	19	15	0.10	0.61	25.0	43.2	31.8	0.21	0.19	0.49	0.36	-37.4	—	—	5.8	36.7	15.5	—	6.7	5.1	2.7	2.2	—	—	11.2	9.8	1.1	—	0.8	2.6	64.6	35.4	6.9	1.6
8.	49.68	0.54	15.42	5.08	3.16	tr.	7.01	11.40	4.00	0.34	0.19	1.08	2.09	99.90	117	21	40	29	10	0.05	0.62	27.9	37.4	34.7	0.38	0.29	0.44	0.26	-21.3	—	—	2.0	34.4	23.5	—	—	8.1	4.4	3.4	1.6	1.2	8.3	6.9	1.0	—	0.5	4.8	59.9	40.1	7.4	—
8'	52.34	0.57	16.18	5.33	3.32	tr.	7.36	9.01	4.20	0.36	0.20	1.13	—	100.00	127	23	43	23	11	0.05	0.62	30.3	38.5	31.2	0.38	0.19	0.50	0.45	-14.8	—	—	2.2	36.1	24.6	—	—	8.1	4.4	3.4	2.6	2.0	8.1	6.8	1.1	—	0.5	—	62.9	37.1	7.7	—
9.	50.46	0.61	16.24	4.20	3.48	tr.	7.22	8.62	4.26	1.16	0.18	1.49	1.70	99.62	125	24	42	23	12	0.15	0.64	28.4	40.9	30.7	0.33	0.20	0.51	0.11	-23.5	—	—	7.0	36.9	22.3	—	—	3.9	2.2	1.5	1.6	1.1	10.2	7.7	1.2	—	0.5	3.97	66.2	33.8	6.1	—
10.	47.47	1.31	14.78	3.36	5.85	0.13	8.97	7.73	5.12	0.14	0.15	1.51	3.50	100.02	111	20	49	19	12	0.02	0.64	23.4	39.2	37.4	0.27	0.18	0.53	0.22	-36.5	—	0.6	0.8	44.1	15.5	—	—	—	—	1.4	0.9	15.0	10.6	2.5	—	0.4	8.1	61.1	38.9	4.9	—	
10'	51.55	1.42	16.04	3.65	6.35	0.14	9.74	3.56	5.56	0.15	0.16	1.64	—	100.00	124	23	55	9	13	0.02	0.64	26.9	40.1	33.0	0.25	0.00	0.64	0.02	-28.6	—	0.6	0.9	48.0	17.0	—	—	—	—	1.5	0.9	16.3	11.6	2.7	—	0.4	—	66.5	33.5	5.3	—	
11.	45.47	0.87	16.26	3.07	4.15	0.24	6.04	12.06	3.40	0.65	0.44	2.72	4.26	99.63	110	23	36	31	9	0.11	0.60	27.0	39.6	33.4	0.44	0.30	0.42	0.06	-25.7	—	—	4.0	29.8	28.1	—	—	1.2	0.7	0.5	7.3	5.7	5.3	4.5	1.7	—	1.0	10.0	61.9	38.1	4.5	—
11'	50.56	0.97	18.06	3.41	4.64	0.27	6.71	7.37	3.78	0.72	0.49	3.02	—	100.00	129	27	42	20	10	0.11	0.60	31.7	42.0	26.3	0.44	0.04	0.57	0.43	-13.4	—	—	4.4	33.1	31.2	—	—	1.4	0.7	0.6	8.2	6.4	5.9	5.0	1.9	—	1.2	—	68.7	31.3	4.9	—
12.	45.83	0.91	13.81	3.77	2.53	0.06	5.90	12.67	5.83	0.10	0.23	1.36	7.12	100.12	111	20	33	33	14	0.01	0.64	21.7	40.9	37.4	0.17	0.44	0.36	0.45	-44.3	—	—	0.6	46.8	11.4	—	1.8	2.2	1.3	0.8	—	—	9.6	6.8	1.8	—	1.6	16.5	60.5	39.4	5.5	—
12'	54.61	1.08	16.45	4.49	3.01	0.07	7.03	4.31	6.94	0.12	0.27	1.62	—	100.00	145	26	44	12	18	0.01	0.64	29.2	45.2	25.6	0.18	0.08	0.59	0.10	-27.0	—	—	0.7	55.9	13.7	—	2.2	2.7	1.5	1.0	—	—	11.4	8.1	2.1	—	0.7	—	72.5	27.5	6.5	—
13.	53.30	0.97	13.06	5.05	2.65	0.07	5.74	8.65	4.85	0.14	0.15	1.96	3.54	100.08	147	21	40	25	13	0.02	0.58	32.5	36.3	31.2	0.24	0.30	0.41	0.80	-5.5	3.9	—	0.8	41.6	14.0	—	—	2.5	1.3	1.1	13.3	10.9	—	—	1.9	—	0.4	8.2	60.3	39.7	5.9	0.9
13'	57.92	1.05	14.19	5.49	2.88	0.08	6.24	4.51	5.21	0.15	0.16	2.13	—	100.00	169	24	46	14	15	0.02	0.58	36.5	38.1	25.4	0.24	0.08	0.54	1.32	8.9	4.2	—	0.9	45.4	15.2	—	—	2.8	1.5	1.2	14.5	11.9	—	—	2.0	—	0.4	—	65.7	34.3	6.5	1.0
14.	55.90	0.56	13.81	5.37	3.16	tr.	5.82	6.33	4.32	1.18	0.29	0.99	2.10	99.83	159	23	44	19	14	0.15	0.56	35.0	37.5	27.5	0.24	0.17	0.47	1.09	2.6	4.7	—	7.1	37.2	15.1	—	—	0.6	0.3	0.3	14.4	13.7	—	—	1.1	—	0.7	4.9	64.0	36.0	7.8	—
14'	58.81	0.59	14.53	5.65	3.32	tr.	6.13	3.83	4.54	1.23	0.13	1.04	—	100.00	173	25	47	12	15	0.15	0.56	37.4	38.5	24.1	0.24	0.02	0.55	1.46	11.8	5.0	—	7.4	39.1	15.8	—	—	0.6	0.3	0.3	15.2	14.4	—	—	1.1	—	0.7	—	67.3	32.7	8.2	—
15.	53.68	1.01	13.43	4.02	3.41	0.08	3.63	10.03	3.94	0.35	0.25	3.18	3.19	100.20	158	23	33	32	12	0.06	0.48	36.4	35.7	27.9	0.32	0.37	0.30	1.35	10.1	9.2	—	2.1	34.5	18.6	—	—	4.3	1.9	2.4	7.4	9.4	—	—	2.0	—	0.6	7.5	64.4	35.6	5.8	—
15'	57.67	1.09	14.43	4.32	3.66	0.09	3.90	6.34	4.23	0.38	0.27	3.42	—	100.00	181	27	38	21	14	0.06	0.48	40.3	37.3	22.4	0.32	0.16	0.40	2.07	26.4	10.0	—	2.3	37.3	20.0	—	—	4.6	2.0	2.6	8.1	10.2	—	—	2.1	—	0.7	—	69.7	30.3	6.3	—
16.	68.76	0.47	13.83	2.31	1.32	0.02	2.03	0.72	1.89	5.93	0.04	2.90	—	100.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Dijabazi: 1 do 3 iz Hrčavke; Spiliti: 4, 5 i 12 iz Hrčavke, 6 do 9 s Pašine poljane, 10 iz Vrbičke rijeke, 11 iz srednjih tokova Sutjeske; Keratofiri: 13 i 15 iz Hrčavke, 14 s Pašine Poljane; Tuf: 16 iz Hrčavke.

Analize: 3 i 15 — Trubelja & Slišković (1967); 16 — Trubelja & Miladinović (1969), Ostale analize dosad neobjavljene, Analitičar Z. Smoljan,

proračuni: J. Pamić. Analize s više od 2% CO<sub>2</sub> su preračunate na 100% uz odstranjivanje kalcitskog sadržaja mandula (analize 4', 5', 8', 10', 11', 12', 13' i 14'). (Diabases: 1 to 3; Spilites: 4 to 12; Keratophyres: 13 to 15; Tuff: 16. Analyses containing more than 2 percent of CO<sub>2</sub> are recalculated to 100% by subtraction of the calcite content from the amygdaloids; analyses Nos. 4', 5', 8', 10', 11', 12', 13', 14' and 15').