

Trijaski vulkaniti Gornje Ljuboviđe

Petrološka istraživanja trijaskih vulkanita Gornje Ljuboviđe izvedena su u cilju boljeg razumevanja i geotektonskog smeštaja ovih stena na bazi njihovih petroloških i petrohemijskih karakteristika. Na osnovu ovih karakteristika magma je određena kao bazično-andezitskog karaktera koji odgovara magmi vulkanskih lukova.

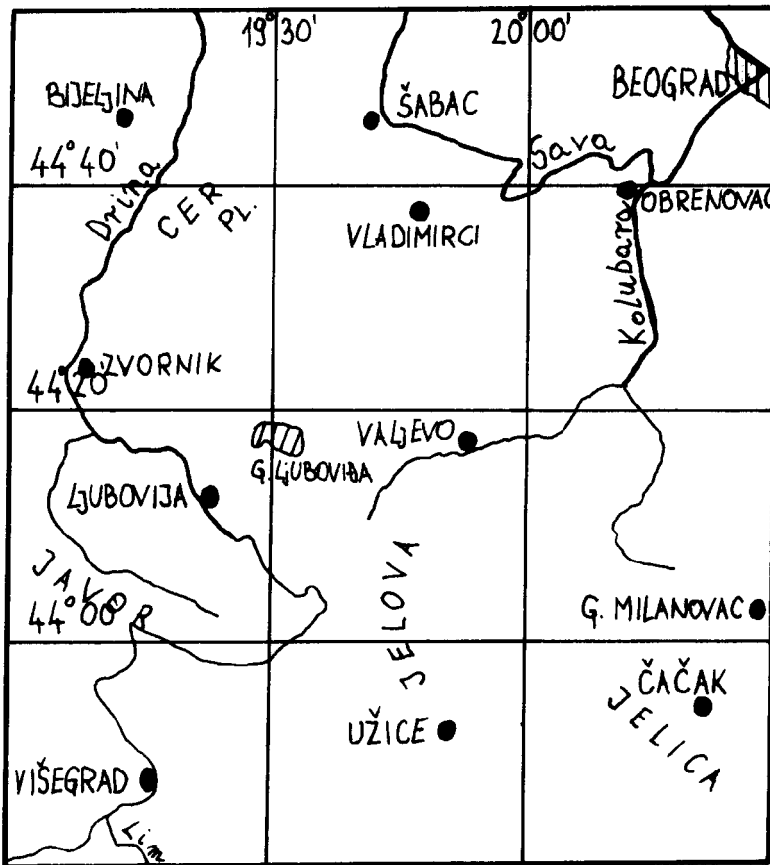
1. Uvod

Vulkanske stene trijaskе starosti javljaju se na više lokalnosti u zapadnoj Srbiji. Mada ove pojave po svojim dimenzijama nisu velike iz dosadašnjih istraživanja može se videti da je njihov značaj veliki u tumačenju geotektonskih odnosa u vreme nastanka ovih stena.

Trijaski vulkaniti obrađeni u ovom radu pripadaju trijaskoj vulkano-geno-sedimentnoj seriji, popularno nazvanoj „porfirit-rožnačka serija”. Nagli porast interesovanja za ove formacije vezan je za sedamdesete godine kada se njihov značaj, postanak i razvoj počeo objašnjavati prema rešenjima koja nudi teorija o globalnoj tektonici ploča. Izlivi lava i vulkano-geno-sedimentna serija pominju se kao članovi srednjeg trijasa debljine nekoliko desetina metara. Lave su izlučivane submarinski, a postoje i brojne pojave skladova ili žica intrudiranih u već konsolidovane dolomitične krečnjake. Vulkanizam je bio pretežno eksplozivan i zbog toga su lave praćene prostranim masama tufova i manjih slivova vulkanita.

Profili trijaskih vulkanita nalaze se na lokalitetu Đelik, 10 km severo-istočno od Ljubovije u Gornjoj Ljuboviđi (slika 1). Na profilima se mogu uočiti pored vulkanita (keratofira, porfirita) sočiva barita koji je genetski vezan za trijasku vulkano-geno-sedimentnu seriju. Trijaski vulkaniti su profilirani sa detaljnim uzrokovanjem i mikroskopskim preparatima reprezentativnih uzoraka stena. Petrohemijskim istraživanjima određen je sadržaj makroelemenata i nekih elemenata u tragovima.

*Damir Đorđević (1978),
Beograd, Braće Lukić
78, učenik 4. razreda,
Geološke i hidrome-
teorološke škole „Milutin
Milanković” u Beogradu*



Slika 1.
Geografski položaj
istraživanog terena
(prema tumaču OGK,
list Valjevo)

Figure 1.
Geographic location
of the explored area.

Osnovni zadatak istraživanja je bio da se što potpunije istraži trijaski vulkanizam na prostorima Gornje Ljubovide. Značaj ovih istraživanja za rekonstrukciju postanka i njenih zakonitosti ne bi trebalo posebno isticati.

2. Pregled literaturnih podataka

Prema podacima ranijih istraživanja autori su na ovim terenima istraživali pojavu barita, kao i šire delove terena na kojim se javlja trijaski vulkanizam u cilju geotektonskog smeštaja ovih tvorevina. Podaci iz literature datiraju iz osamdesetih godina ka ovamo.

O trijaskoj vulkanogeno-sedimentnoj seriji Bobije pisali su Jovanović, Knežević i Milojković (1) koji ističu da su pojave barita genetski vezane za horizont sa stenama intermedijalnog do kiselog hemizma koje po sastavu odgovaraju keratofirima, kvarckeratofirima, do porfiritima; da su formirani u plitkim depresijama, submarinski, i zbog zoga imaju ograničeno rasprostranjenje. Na visoku potencijalnost na barit ukazuje i izuzetno visok sadržaj barijuma u trijaskim vulkanitima.

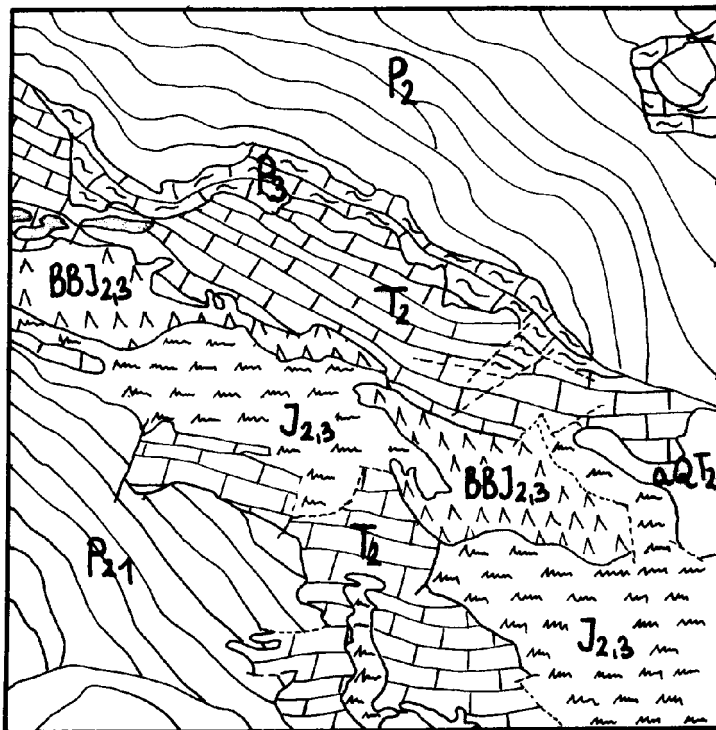
O petrologiji trijaskih vulkanita Podrinja pišu Jovanović i Mrđa (1995) ističući da se u toku srednjeg trijasa vulkanizam odvijao u procesu riftovanja kontinentalne kore, duž paralelnih razloma i ograničenog je trajanja, tako da su njegovi produkti svedeni uglavnom na lokalne pojave.

Podaci o sastavu i građi terena dobijeni su za izradu osnovne geološke karte, list Valjevo (Mojsilović i dr. 1975) i njenog tumača. Pojave ovih vulkanita su uglavnom vezane za severozapadne delove terena i svedene su uglavnom na lokalne pojave. Pored vulkanskih stena na ovim područjima se javljaju i raznobojni rožnaci, glinci i dolomitični krečnjaci (4).

3. Geološka građa terena

Istraživani teren leži u nekoliko tektonskih jedinica (slika 2) koje se međusobno razlikuju litološki, stratgrafski, po svom tektonskom sklopu i paleogeografskoj evoluciji. To su Drinska oblast na jugozapadu i Jaderska na severu i severoistoku između kojih se pruža kao posebna jedinica izdužena zona mezozojskih ultrabazita i dijabaz-rožnačke formacije (DRF).

Drinskoj oblasti pripadaju pešćarsko-škriljasti paleozojski kompleksi u slivu reke Drine i Seča reke. Ova oblast se karakteriše linearnim rasporedom sedimenata i veoma složenom, tipično kraljušastom građom.



Slika 2.
Geološka karta šire okoline istraživanog terena (prema OGK, list Valjevo)

LEGENDA:
J_{2,3} – dijabaz-rožnačka formacija;
BBJ_{2,3} – dijabazi, spiliti i doleriti;
aQT₂ – porfiriti i piroklastiti;
T₂ – kristalasti krečnjaci;
P₃ – krečnjaci sa glinama;
P₂ – glineni škriljci i peščari;
P₂₁ – metamorfisani peščari, filiti, argilošisti

Figure 2.
Geological map of the explored area.

Jadarska oblast obuhvata široko rasprostranjene paleozojske sedimente u slivu reke Jadra i Kolubare i mezozojske krečnjačke tvorevine. Za razliku od Drinske oblasti, ova oblast se odlikuje znatno jednostavnijom geološkom građom.

Kao posebna geološko-tektonska jedinica izdvojena je izdužena zona mezozojskih sedimentnih stena, zatim bazita, ultrabazita, kao i vulkanogeno-sedimentna tvorevina DRF. Ona leži između Jaderske i Drinske oblasti, a njeno pružanje je paralelno sa vencem Valjevsko-podrinjskih planina. Rasprostranjenje jurskih tvorevina vezano je za labilnu zonu duž koje je došlo na ovom području do izbijanja bazita i ultrabazita. Najrasprostranjenije su vulkanogeno-sedimentne tvorevine DRF, čija je stratigrafska pripadnost utvrđena nalazima lijaskih krečnjaka u podini i sprudnih krečnjaka u povlati. Bazične i ultrabazične stene takođe pripadaju ovoj formaciji.

4. Fiziografija stena

Vulkanske stene u trijasu pojavljuju se u okviru vulkanogeno-sedimentne serije. Izlivi i manji proboji vulkanita konstatovani su u rejonu pojave barita (Đelik) čija je geneza vezana upravo za trijasku vulkanogeno-sedimentnu seriju. Od vulkanskih stena trijasko starosti ovde su zastupljeni uglavnom keratofiri, porfiriti i spiliti. Vulkanizam je bio praćen većim količinama vulkanoklastičnog materijala, čijom dijagenozom su nastali tufovi pelitske ili psamitske strukture.

4.1. Keratofiri

Keratofiri su stene zelene boje, mada se pojavljuju i crvenomrki i ljubičasti varijeteti čija boja je verovatno posledica konsolidacije u plićim nivoima prilikom koje je došlo do intenzivne oksidacije dvovalentnog gvožđa. Često su ispresecani žilicama kalcita, a ređe kvarca, hlorita ili epidota. Njihove teksture su uglavnom mandolaste. Mandole su ispunjene pretežno hloritom ili kalcitom, a znatno ređe kvarcom. Struktura keratofira je porfiriska i to hipokristalasta. Izgrađeni su od albita, hlorita, relikata primarnih bojenih minerala, kalcita, epidota, leukoksena i metaličnih minerala. Mestimično se javlja kvarc i to kao bitni mineral.

Albit se javlja kao fenokristal, ali i kao mikrolit u osnovnoj masi. Lamelarno je građen. Većina zrna albita je dobrim delom alterisana, a produkti alteracije su najčešće sericit i minerali glina.

Hlorit je zastupljen u visokom sadržaju u ovim stenama, pa se može reći da je upravo to razlog intenzivno zelene boje koja preovlađuje kod keratofira. Svetlo zelene je boje. Interferira u plavoj boji. Izuzetak je hlorit iz mandola, kod koga se ponekad pojavljuju smeđe interferentne boje.

U podređenim količinama u keratofirima se pojavljuju i *relikti primarnih bojenih minerala* i to obično klinopiroksena. Bezbojan je sa svetlo sivim do bledožutim interferentnim bojama.

Epidot je znatno ređi sastojak od hlorita. Pojavljuje se u obliku sitnih prizmatičnih kristala u osnovnoj masi i ređe u žilicama. Bezbojan je do sasvim svetlo zeleno obojen, sa slabo izraženim polihroizmom u zelenim bojama. Pomračuje paralelno.

O sadržaju *kalcita* u ovim stenama je teško govoriti zbog razlike u obogaćenju ovim mineralom u zavisnosti od intenziteta hidrotermalne aktivnosti. Kalcit kao bitni mineral pojavljuje se u agregatima sa hloritom i epidotom. Pojavljuje se i kao ispuna u mandolama.

Kvarc se u ovim stenama javlja u različitim vidovima. Najčešće kao ispuna o pukotinama i prslinama, a može graditi i gnezda. Ponekad su i mandole ispunjene kvarcom. U retkim slučajevima sadržaj kvarca prelazi 5 %, pa se te stene nazivaju kvarckeratofiri.

Leukoksen se javlja u vidu sitnozrnih agregata u osnovi stene i verovatno je produkt alteracije primarnih titanskih minerala.

Sadržaj *metaličnih minerala* varira. Kod stena crvenomrke boje čitava masa je prekrivena mineralima gvožđa, dok se kod stena zelene boje pojavljuju pojedinačna izolovana zrna metaličnih minerala.

4.2. Porfiriti

Između najzastupljenijih trijaskih vulkanita na ovom području, keratofira i porfirita, prilikom terenskih istraživanja teško se mogu uočiti neke razlike. Ovo otežava rešavanje pitanja međusobnih odnosa ovih stena. Porfiriti su stene zelene boje, sa manje izraženom mandolastom teksturom nego keratofiri. Mahom su ispresecani žilicama kalcita ili kvarca. Struktura im je izrazito porfirska. U mineralnom sastavu stene učestvuju plagioklasi, relikti piroksena, epidot, hlorit, kalcit i metalični minerali.

Plagioklas je najčešće zastupljen kao fenokristal. Svugde je jako alterisan i pretvoren u minerale glina i sericit.

Osim plagioklasa, u ovim stenama se kao fenokristali uglavnom pojavljuju *pirokseni*. Bezbojni su, živih interferentnih boja. Ponekad je, u uzorcima intenzivnije alterisanih stena, moguće videti samo njihove relikte ili su potpuno pretvoreni u agregat kalcita i epidota.

Epidot se javlja u vidu agregata sitnih prizmatičnih kristala, obično sa kalcitom, kada zamenjuje primarne bojene minerale. Bezbojan je, slabo polihroičan u svetlo zelenim nijansama. Pomračuje paralelno.

Hlorit je takođe produkt preobražaja primarnih bojenih minerala, ali se pojavljuje i kao ispuna u prslinama i kao sastojak retkih mandola. Obično je svetlo zelene boje i izraženog polihroizma. Interferira u ljubičastoj boji.

Kalcit je, kao kod keratofira, većim delom prinešen u stenu hidrotermalnim rastvorima posle izvršene konsolidacije.

Od *metaličnih minerala* provlađuju oksidi gvožđa.

4.3. Spiliti

Spiliti su zelene, ređe mrkocrvene boje, mandolaste teksture. Mandole su ispunjene hloritom ili kalcedonom.

Struktura im je uglavnom oligofirska sa intersertalnom ili intergranularnom, ređe ofitskom osnovom. Izgrađeni su od albita, hlorita, epidota, kalcita, leukoksena, relikata piroksena i metaličnih minerala. Ovaj mineralni sastav odgovara i keratofirima, ali postoje razlike u strukturi i hemizmu. Kod keratofira se u osnovnoj masi ne javlja ofitska rešetka.

Albit se pojavljuje dvojako: kao fenokristal, u vidu krupnih zrna i kao sastojak osnovne mase kada je izdužen i gradi ofitsku rešetku. U oba slučaja kristali albita su zahvaćeni alteracijom.

Hlorit se javlja u sitnozrnim agregatima između albitskih pritki ili u obliku krupnijih kristala u mandolama kada je ponekad udružen sa kalcitom. Svetlo zelene je boje, izraženog polihroizma u zelenim bojama. Interferira u ljubičastoj boji.

Sitni kristali *epidota* grade agregate sa kalcitom, a katkada ispunjava pukotine i prsline.

Sadržaj *kalcita*, kao i kod ostalih vulkanita, varira od uzorka do uzorka i zavisi od intenziteta hidrotermalne aktivnosti. Pojavljuje se u agregatima sa hloritom ili epidotom i predstavlja bitan mineral.

Leukoksen je zastupljen u vidu sitnozrnih agregata.

Relikti primarnih bojenih minerala su ređi nego kod keratofira.

Metalični minerali u ovim stenama su najčešće oksidi gvožđa i titana.

4.4. Tufovi

Vulkanoklastične stene se na ovom terenu pojavljuju oko baritske pojave na brdu Đelik i zapadno od njega. Obično su zeleni, a u oksidacionoj zoni sulfidne pojave kada su zahvaćeni limonitizacijom znatno su trošnji.

Tekstura tufova je masivna ili škrljava. Struktura im je pelitska, alvritska. Po hemizmu odgovaraju keratofirima ili porfirinitima. Izgrađeni su najčešće od hlorita, sericita, epidota, plagioklasa, kvarca, metaličnih minerala i vulkanskog stakla.

Hlorit je najčešći mineral koji se ovde pojavljuje i njegovo prisustvo daje stenama njihovu karakterističnu boju. Obično su to sitne ljuspice, svetlo zelne do zelenosmeđe boje, u različitoj meri izraženog polihroizma. Sličan je i način pojavljivanja *sericita* (u vidu ljuspica rasutih u osnovi stene).

Epidot se pojavljuje u izolovanim zrnima ili u agregatima sa kvarcom.

Kristali *plagioklasa* su zahvaćeni alteracijom.

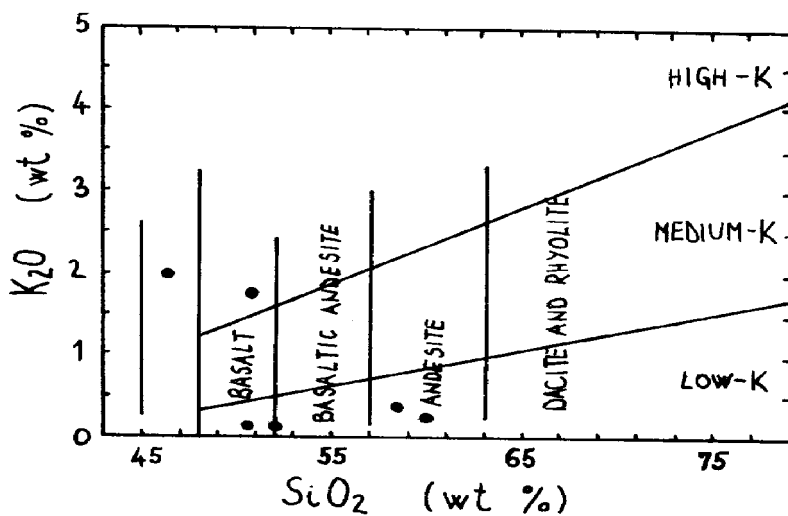
Kvarc se javlja u vidu odlomaka ili agregata sa epidotom u masi stene ili unutar brojnih žilica koje je presecaju.

Sadržaj *metaličnih minerala* varira.

Deo vulkanoklastičnog materijala je istaložen u sredinu u kojoj je bila u toku sedimentacija karbonatno-glinovitog materijala, što je rezultiralo stvaranjem tufita.

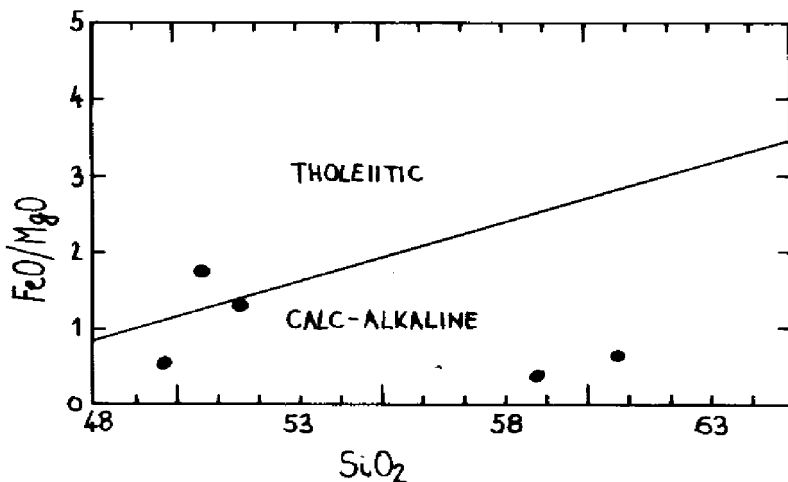
5. Hemijski sastav trijaskih vulkanita

Hemijske analize trijaskih vulkanita rađene su na reprezentativnim uzorcima stena (Jovanović 1994). Na osnovu sadržaja pojedinih elemenata vulkaniti su pripadali andenzitima (sl. 3), kalkoalkalnog tipa (sl. 4).



Slika 3.
Dijagram odnosa
 SiO_2 - K_2O (Le Maitre
1989)

Figure 3.
Diagram relations
 SiO_2 - K_2O (Le Maitre
1989)



Slika 4.
Dijagram
 SiO_2 - FeO/MgO
(Myashiro 1974)

Figure 4.
Diagram
 SiO_2 - FeO/MgO
(Myashiro 1974)

Keratofiri imaju sadržaj silicijum-oksida kolji varira u rasponu od 49.86–50.55%. Kod ovih stena procenat ugljen-dioksida kreće se u velikom rasponu od 0.37–4.80%. Takođe postoji variranje u sadržaju barijuma od 280–838 ppm (LJ-11, LJ-16).

Procenat silicijum-dioksida kod porfiritita je 58.80%. U ovim stenama se sreće povećan sadržaj rubidijuma od 64 ppm, takođe imaju povećan sadržaj maganovog oksida (LJ-143).

Tabela 1. Hemijski sastav trijaskih vulkanita

Uzorak	LJ-143	LJ-11	LJ-25	LJ-102	D-37	LJ-16
SiO ₂	58.80	50.55	46.28	51.62	60.71	49.86
TiO ₂	0.43	1.01	2.18	2.36	0.34	0.73
Al ₂ O ₃	11.83	18.30	13.50	13.02	16.56	20.77
Fe ₂ O ₃	2.28	0.78	6.30	5.43	1.65	1.35
FeO	2.68	6.15	1.42	7.55	3.70	4.92
MnO	0.19	0.11	0.11	0.16	0.02	0.12
MgO	9.10	3.14	2.70	5.68	6.80	9.58
CaO	5.62	11.19	11.23	7.48	5.20	2.40
Na ₂ O	0.66	1.82	3.31	1.80	1.25	3.90
K ₂ O	0.40	0.03	2.00	0.03	0.25	1.80
P ₂ O ₅	0.11	0.22	0.40	0.27	2.20	0.45
H ₂ O ⁺	3.05	2.12	3.23	4.10	6.46	3.91
H ₂ O ⁻	0.06	0.33	0.14	0.05	0.00	0.34
CO ₂	2.60	4.80	6.90	0.15	–	0.37
Suma	99.80	100.55	99.70	99.70	99.14	100.48

Tabela 2. Sadržaj elemenata u tragovima u vulkanitima

uzorak	LJ-143	LJ-11	LJ-25	LJ-102	LJ-16
Ba	305	280	90	153	838
Rb	64	–	20	7	54
Sr	57	191	55	97	61
Nb	7	21	54	42	31
Y	20	21	30	40	30
Zr	80	101	180	135	93
V	54	296	18	291	292
Cr	86	248	80	151	203
Ni	95	81	35	99	146
Co	32	30	12	41	47
Cu	56	62	25	638	72
Ga	18	11	8	25	35
Sc	17	39	30	30	30

Kod spilita postoji povećan sadržaj vanadijuma i cirkonijuma. Postoji variranje u sadržaju gvožđe-(III)oksida od 1.42–7.55%. Procenat silicijumdioksida takođe varira u rasponu od 48.28–51.62% (LJ-25, LJ-102).

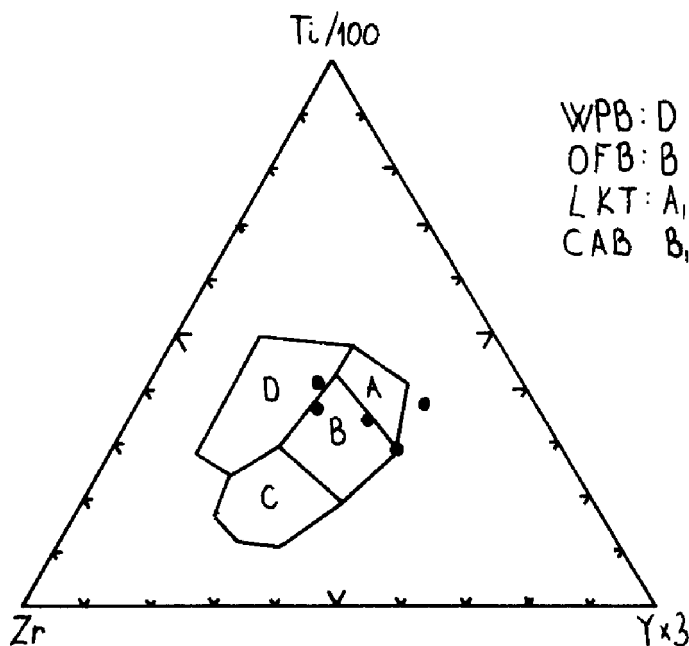
Tufovi imaju povišen sadržaj silicijumdioksida (60.71%), kao i sadržaj aluminijumoksida od 16.56% (D-34).

6. Geotektonski smeštaj

Geotektonski smeštaj magmi analiziranih stena dat je na osnovu karakterističnih tektonomagnatskih diskriminacionih dijagrama.

Kalkoalkalni karakter magme analiziranih stena na prisutnim dijagramima ukazivao je na stvaranje vulkanita karakterističnih za područja iznad subdukcionih sistema.

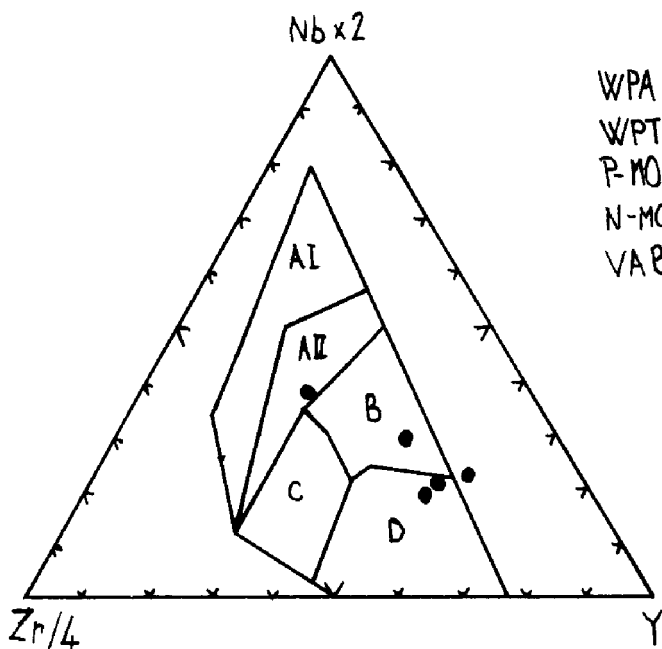
Dogovorom između autora koji su proćavali trijaski vulkanizam vardske zone utvrđeno je, da je razlamanje kontinentalne kore došlo do stvaranja ovih vulkanita u srednjem i donjem trijasu. Ovim istraživanjem došlo se do podataka da je trijaski vulkanizam vezan za duboku subdukcionu zonu koja je promenila karakter magme, i umesto alkalnog ili toleitskog tipa, stene su pripadale kalkoalkalnom tipu karakterističnom za subdukcione sisteme (sl. 5-6).



Slika 5.
 Trokomponentni
 dijagram
 $Zr-Y \times 3-Ti/100$
 (Pearce & Cann
 1973);

WPB – alkalni bazalti ploča
 OFB – bazaltiokeanskogdna
 LKT – niskokalijski toleitii
 CAB – kalkoalkalni bazalti

Figure 5.
 Diagram
 $Zr-Y \times 3-Ti/100$.



WPA : AI
 WPT : AII
 P-MORB : B
 N-MORB : C
 VAB : D

Slika 6.
 Trokomponentni
 dijagram
 Zr/4--NbX2--Y
 (Meshede 1986)

WPA - alkalni bazalti ploča
 WPT- toleiti ploča
 P-MORB - „plume
 bazalti
 srednje okeanskog grebena
 N-MORB - normalni
 bazalti srebneokeanskog
 grebena
 VAB - bazalti vulkanskih
 lukova

Figure 6.
 Diagram
 Zr/4--NbX2--Y.

7. Zaključak

Proučavanjem karakteristika trijaskih vulkanita došlo se do interesantnih podataka o geotektonskom smeštaju ovih tvorevina.

Ovaj vulkanizam je vezan za srednji trijas i odvijao se u procesu razlamanja kontinentalne kore i ograničenog je trajanja, tako da je vezan za lokalne pojave.

Od vulkanskih stena trijasko starosti u Gornjoj Ljubovidi zastupljeni su keratofiri, porfiriti, spiliti sa dosta vulkanoklastičnog materijala.

Keratofiri se pojavljuju kao stene mandolaste teksture, zelene boje. Ispresecani su žilicama kalcita, kvarca, hlorita ili epidota. Mandole su ispunjene ovim mineralima. Struktura im je porfiriska. Izgrađeni su od albita, hlorita, primarnih bojenih minerala, kalcita, epidota, leukoksena i metaličnih minerala. Kvarc se ponegde pojavljuje kao bitni mineral.

Porfiriti su takođe zelene boje i teško se makroskopski mogu razlikovati od keratofira. Struktura im je izrazito porfiriska. Ispresecani su žilicama kalcita ili kvarca. U mineralnom sastavu stene učestvuju plagioklasi, piroksen, epidot, hlorit, kalcit i metalični minerali.

Spiliti su stene mandolaste teksture, zelene, a ređe mrkocrvene boje. Mandole su ispunjene hloritom ili kvarcom. Struktura im je oligofirska sa intersertalnom ili intergranularnom. Mineralni sastav je sledeći: albit, hlorit, epidot, kalcit, leukoksen, piroksen i metalični minerali.

Tufovi su zeleni ili crvenomrki. Tekstura im je masivna ili škriljava, dok su uglavnom pelitske ili psamitske strukture. Po hemizmu odgovaraju keratofirima ili spilitima. Izgrađeni su od hlorita, sericita, epidota, plagioklasa, kvarca, metaličnih minerala i vulkanskog stakla.

S obzirom da je do nastanka ovih stena došlo u fazi razlamanja kontinentalne kore u srednjem i donjem trijasu moguće je uzrok riftovanja vezati za duboku subdukcionu zonu koja je promenila karakter magmi, pa umesto alkalnog ili toleitskog tipa imamo stene kalkoalkalnog tipa karakteristične za područja subdukcionihi sistema.

Zahvalnost. Veliku pomoć u realizaciji ovog rada pružili su mi docent dr Velimir Jovanović dipl. inž. geologije, rukovodilac programa geologije Radisav Golubović dipl. inž. geologije, kao i profesori geološke i hidrometeorološke škole „Milutin Milanković“, na čemu im se najtoplije zahvaljujem.

Literatura

- [1] Jovanović V., Knežević V., Milojković R. 1990. Trijaska vulkanogeno sedimentna serija Bobije (zapadna Srbija). U *XII kongres na geoložite na Jugoslavija*, knj. 1. Ohrid, pp. 257-66.
- [2] Jovanović V. I., Mrđa V. 1995. *Petrology of triassic volcanites from Podrinje (Western Serbia)*. Beograd: RGF.
- [3] Jovanović V. 1994. Petrologija mezozojskih vulkanita planine Bobije kod Ljubovije. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [4] Mojsilović et al. 1975. Tumač osnovne geološke karte – list Valjevo.

Damir Đoređević

Triassic volcanites from Gornja Ljuboviđa

Petrological investigations of Triassic volcanites Gornje Ljubovide are just a part of a recent regional study of rocks from Vardar zone. The goal of these investigations is to enable better understanding of geotectonic conditions of these rocks, on basis of their petrological and petrochemical features. On the basis of these characteristic magmas was determined as basalt-andesite character in a volcanic arc regions.

