

J. PAMIĆ, V. MARCI, G. SIJARIĆ i M. STUDEN-ŠIBENIK*

*DIJABAZ-DOLERITI, BAZALTI I METABAZALTI IZ
OFIOLITSKOG KOMPLEKSA OKOLINE MAGLAJA U BOSNI
(JUGOSLAVIJA)*

DIABAZE-DOLERITIS, BASALTS AND METABASALTS FROM THE
OPHIOLITE COMPLEX OF THE AREA OF MAGLAJ IN BOSNIA
(YUGOSLAVIA)

Abstract

The paper deals with petrology of two volcanic masses included within the Jurassic (?) ophiolite complex of the area of Maglaj. The body from the neighbourhood of the village Jablanica consists of massive and pillowed metabasalts in which primary plagioclases are replaced by albite-oligoclase, calcite and analcime. The northern volcanic body the neighbourhood of the village Paklenica, underlain by diabases and dolerites, is made up of four packets going upwards: (1) volcanic breccias with fragments of analcimized and albitized metabasalt; (2) massive basalts; (3) brecciated pillow lavas with fragments of spilite and analcimized metabasalts, and (4) pillowed metabasalts whose secondary paragenesis includes analcime, natrolite, tomposonite, calcite, smectite and chlorite.

The volcanics from the area of Maglaj have tholeiitic and olivine-tholeiitic character and most of them were affected after solidification by intensive hydrothermal ocean-floor metamorphism under PT-conditions of zeolite facies.

Izvod

U radu se daje petrološki prikaz dvije mase bazičnih vulkanita koji se javljaju u jurskom (?) ofiolitskom kompleksu okoline Ma-

* Dr Jakša Pamić et al.
Geološki zavod
Zagreb

glaja. Vulkanska masa kod sela Jablanice izgrađena je od masivnih i jastučastih metabazalita u kojima su primarni plagioklasi zamijenjeni albit-oligoklasom, kalcitom i analcimom. U podini sjevernije vulkanske mase kod sela Paklenice dolaze dijabaz-doleritske stijene, a zatim, od njenog dna prema vrhu: (1) vulkanske breče s fragmentima analcimiziranih metabazalita; (2) masivni bazalti; (3) brečaste jastučaste lave s fragmentima spilita i analcimiziranih metabazalita, i (4) jastučaste lave predstavljene metabazaltima u kojima u novonastaloj mineralnoj paragenezi dolaze: analcit, natrolit, tomsonit, kalcita, smektita i klorita.

Sve te stijene imaju tolcitni i olivin-tolcitni karakter i one su nakon očvršćavanja bile zahvaćene procesima hidrotermalnog metamorfizma oceanskog dna u PT-uvjetima zeolitskog facijesa.

UVOD

O vulkanskim stijenama okolice Maglaja objavljeno je nekoliko radova, naročito o andezitsko-dacitskim na kojima leži i stari maglajski grad. Prvi ih je opisao John (1880) kao trahite, a kasnije Kišpatić (1904) kao andezite. Trubelja i Pamić (1956) detaljno su ih obradili i odredili kao različite varijetete dacita.

Bazične vulkanske stijene okolice Maglaja koje se pojavljuju u okviru ofiolitskog kompleksa malo su proučavane. Istina, Kišpatić (1897) detaljno je opisao dijabaz iz područja ušća Jablanice u Bosnu, te Iercolite, gabre i dijabaze iz šire okolice Maglaja, naročito one koji se javljaju na južnim obroncima susjednog Ozrena.

Bazične vulkanske stijene okolice Maglaja obrađivane su zatim, mnogo kasnije, kroz izradu osnovne geološke karte lista Zavidovići (Pamić et al., 1973). One su kartografski izdvojene kao spiliti, kao i ostale bazične vulkanske stijene iz ofiolitskog kompleksa šire okolice Maglaja. No, u okviru tih radova one se nisu detaljnije petrološki izučavale.

U toku rada na studiji »Strukturna stanja alkalijskih gline-naca u trijaskim i jurskim vulkanitima Bosne i Hercegovine« izučavali smo i pojave bazičnih vulkanita koje se nalaze u ofiolitskom kompleksu sjeverno od Maglaja. Cilj ovog rada jeste da se dade prikaz ove petrološke obrade koja je pokazala da su bazične stijene područja Maglaja predstavljene dijabaz-doleritima, bazaltima i metabazaltima u kojima su jako izraženi procesi zeolitizacije.

OSNOVNI GEOLOŠKI PODACI

Bazične vulkanske stijene okolice Maglaja predstavljaju članove ofiolitskog kompleksa tzv. centralne ofiolitske zone Dinarida (Pamić et al., 1973). Od ofiolitskih stijena tu su najraspro-

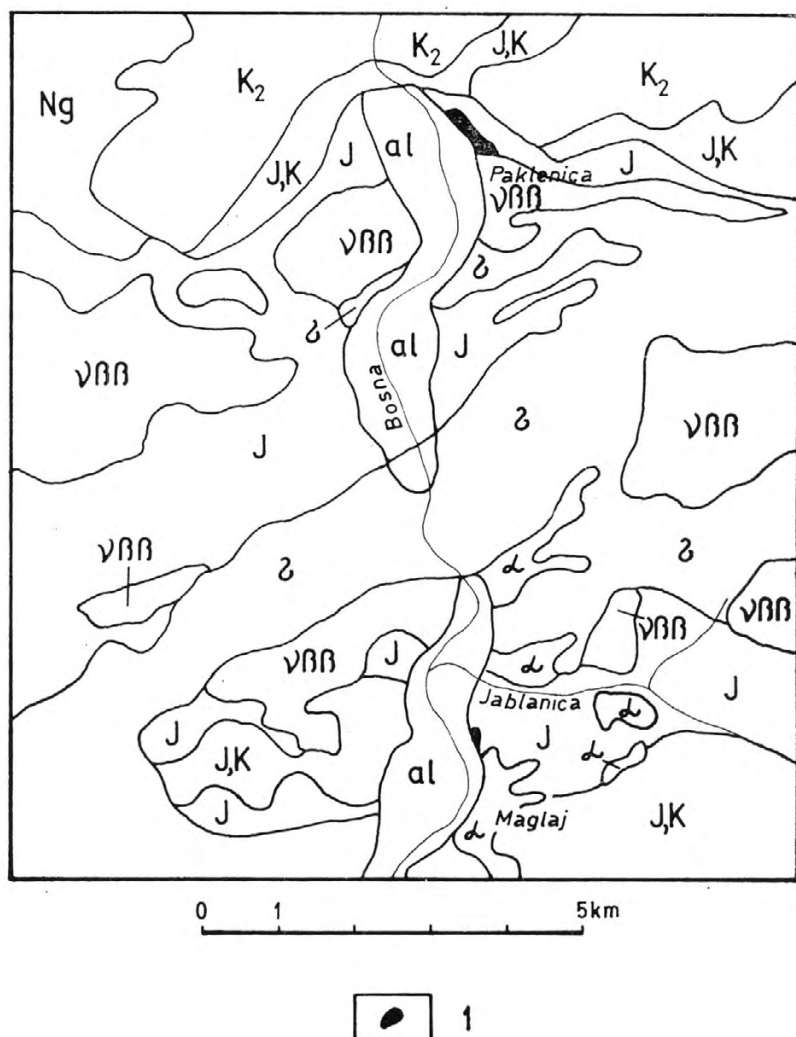
stranjeniji ultramafiti predstavljeni s više ili manje serpentiniziranim lercolitima, koji izgrađuju susjednu planinu Ozren. Uz ultramafite se podređenije javljaju različiti varijeteti gabra i prijelazne plagioklas-peridotitske stijene (donji tokovi Paklenice). Također se nailazi i na dijabaz-doleritna tijela, nekad kilometarskih dimenzija (dolina Rakovca).

Sedimentne stijene-pratioci navedenih ofiolita predstavljene su pretežno grauvaknim pješčenjacima i šejlovima, rjeđe radiolaritskim rošnjacima. Bazične vulkanske stijene javljaju se u navedenim sedimentima u vidu manjih izljevenih masa. Istina, izravni kontakt sedimenata i vulkanita nismo našli nigdje otkriven. No, na brojnim lokalitetima u ofiolitskoj zoni u Bosni utvrđeno je da su tijela bazičnih vulkanita interstratificirana u pješčenjacima, šejlovima i rošnjacima, a u većim vulkanskim masama dolaze navedeni sedimenti u vidu konkordantnih proslojaka. Ovakvo konkordatno proslojavanje bazičnih vulkanita i marinskih sedimenata dokazuje da se vulkanska aktivnost odigravala u submarinskim uvjetima, i da su vulkaniti iste starosti kao i prateći sedimenti.

Međutim, pratećim sedimentima u okolici Maglaja nismo mogli odrediti starost jer u njima nismo našli nikakve fosilne ostatke. No, mi smatramo da su bazični vulkaniti okolice Maglaja jurske starosti, kako je to već davno utvrdio Katzer (1906), i kako je prodiskutirano u drugim radovima koji tretiraju problematiku ofiolita u Bosni (Pamić, 1963. i 1964. i dr.).

Bazične vulkanske stijene javljaju se u dolini rijeke Bosne na dva lokaliteta sjeverno od Maglaja (sl. 1). Prvi se nalazi pred ušćem rijeke Jablanice u Bosnu, na ulasku u *selo Jablanicu*, gdje se vulkaniti javljaju u škarpi ceste. Otkriveni su na dužini od 20 m; tu se miješaju masivne i jastučaste, zelene i ljubičaste lave u kojima se zapažaju decimetarske enklave rumenkastih vapnenaca. Anklave su izgrađene od neravnomjerno rekristaliziranog kalcita i u njima nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci. Jastučaste lave su dvovrsne: (a) loptasto-eliptične, brečaste, dimenzije do 50×70 cm i izgrađene od bazaltnih fragmenata centimetarskih dimenzija, i (b) cjevasto-trupčaste do 100×30 —40 cm.

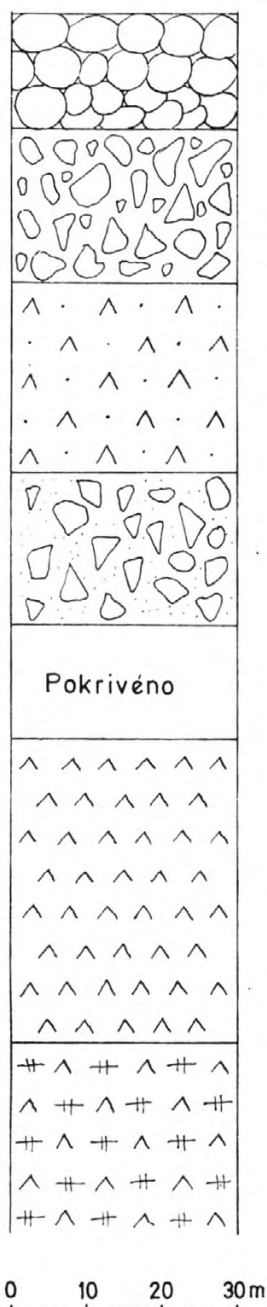
Drugi, sjeverniji lokalitet nalazi se kod *sela Paklenice*, gdje su otkriveni izdanci gotovo kontinuirano u zasjeku ceste koja vodi od Maglaja za Doboj. Niži dijelovi ovog bazičnog tijela izgrađeni su od hipabisalnih dijabaz-dolerita debljine oko 65 m. Preko njih slijede, poslije 100 m pokrivenog poteza, bazične vulkanske stijene debljine oko 80 m. U tom vulkanskom izljevu mogu se odvojiti, idući odozdo naviše, 4 paketa: (a) vulkanske breče s bazaltnim fragmentima i malo tufnog materijala, (b) masivni bazalti, (c) brečaste jastučaste lave i (d) loptasto-eliptične jastučaste lave (sl. 2). Svi navedeni paketi padaju na sjeverozapad; u najnižem paketu pad je $315/35^\circ$, a u višem jastučastom $320/45^\circ$.



Slika 1. Shematizirana geološka karta okolice Maglaja.

(Figure 1. Schematized geological map of the area of Maglaj)

al aluvijalni sedimenti (river sediments); a andeziti i daciti (andesites and dacites); Ng neogeni slatkovodni sedimenti (Neogene fresh-water sediments); K₂ gornjokredni vapnenci (Upper Cretaceous limestones); J, K jursko-kredni klasični sedimenti (Jurassic-Cretaceous clastic sediments); J grauakni pješčenjaci, šejlovi i radiolariti (graywacky sandstones, shales and radiolarites); γββ nerasčlanjene bazične magmatske stijene (undifferentiated basic igneous rocks); δ ultramafiti (ultramafics). 1 uzorkovana tijela bazita (sampled basic bodies).



Slika 2. Lokalni stup u dijabaz-bazalnoj masi Paklenice.
 (Figure 2. Partial columnar section in diabase-basalt mass of Paklenica).
 Prikaz stupa je dat u tekstu (The description of the column is in the text).

Zbog velike pokrivenosti nisu se mogli promatrati međusobni odnosi dijabaz-dolerita i bazalita. Također nije otkriven ni kontakt dijabaz-doleritskih stijena s podinom, kao ni kontakt bazalta s krovinom. U pokrivenom podinskom i krovinskom kontaktnom području nailazi se na kršje pješčenjaka koji, prema podacima mikrosopske obrade, potpuno odgovaraju grauvaknim pješčenjacima, inače najčešćim pratiocima ofiolitskih stijena ovog područja. Na pješčenjacima iz izravnog kontaktnog područja nismo zapazili nikakve kontaktnometamorfne promjene.

REZULTATI PETROGRADSKE OBRADE

Bazični vulkaniti iz sela Jablanice

Ovdje se jasno odvajaju masivni i jastučasti metabazaliti.

Masivni metabazalti imaju ofitsku strukturu s veličinom zrna obično do 0,5 mm, te masivnu i mandulastu teksturu.

U mineralnom sastavu se ističu samci, rjeđe dvojci štapićastih glinenaca. Većinom su nehomogeni s mnogo sitnih uklopaka, no na homogenijim zrnima određeno je Beckeovom linijom da im je indeks loma približno jednak kao i kod kanadskog balzama po čemu bi odgovarali kiselom oligoklasu. Intersticijski prostor izgrađen je od zamućenih zasebnih zrna i perasto-člankovitih agregata augita, te malo klorita i akcesornog metalnog minerala. U mandulama dolazi samo kalcit koji se javlja i u sekundarnim žilicama s manje kvarca i analcima.

Jastučasti metabazalti pokazuju izvjesne razlike unutar pojedinačnih jastuka, naročito loptasto-eliptičnih, što smo utvrdili određivanjem metabazalita iz jezgre, središnje i površinske lupine jastuka. Istina, svi oni imaju ofitsku strukturu veličine zrna 0,5 do 1 mm s malo utrusaka. No, strukturne razlike ipak postoje i one se ogledaju u tom što su u jezgri glinenci štapićasti, u središnjoj ljusci igličasti, dok na samoj periferiji te iglice pokazuju jasan divergentno-zrakast raspored.

Rijetki su utrusci izgrađeni od mješavine kalcita i analcima (tabela 1, sl. 1) kao pseudomorfoze po primarnom bazičnom plagioklasu koji se javlja kao rezultat u metabazaltima iz jezgre jastuka. Dominantniji štapićasti i igličasti plagioklasi većinom su puni sitnih uklopaka, a na svježijim zrnima utvrđeno je teodolitnom metodom da sadrže 5 do 15 % An. Idući od periferije prema jezgri jastuka, albit-oligoklas je sve homogeniji. Intersticijski prostor izgrađen je od perasto-člankovitog augita koji je također svježiji u jezgri negoli na periferiji jastuka.

Jastučaste lave često presijecaju žilice u kojima je rendgenoskopskim putem utvrđeno prisustvo albita, analcima, kalcita i natrolita.

Tabela 1. Sadržaj makroelemenata i mikroelemenata u maglajskim bazičnim vulkanitima

(Table 1. Major and trace element contents of basic volcanics from the Maglaj area)

	1	2	3	4	5	6	7	
SiO ₂	42,31	43,20	47,62	50,91	46,26	46,84	50,83	
TiO ₂	1,93	1,05	1,01	0,95	1,26	0,88	0,86	
Al ₂ O ₃	18,30	14,71	13,82	14,38	13,34	15,80	15,70	
Fe ₂ O ₃	9,49	5,58	2,67	2,34	4,86	4,15	3,02	
FeO	0,39	2,47	6,05	6,27	3,25	0,93	1,98	
MnO	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	
MgO	3,61	3,60	8,70	8,01	2,25	2,91	3,80	
CaO	7,61	13,50	9,89	9,92	16,92	12,34	11,57	
Na ₂ O	3,20	2,52	2,36	1,51	2,48	2,41	2,29	
K ₂ O	0,80	0,75	0,43	0,40	0,63	0,52	0,38	
P ₂ O ₅	0,12	0,16	0,14	0,14	0,16	0,02	0,01	
H ₂ O+	8,73	6,56	5,44	2,90	5,93	4,57	5,96	
K ₂ O—	1,60	1,36	0,73	0,51	0,60	1,46	1,34	
CO ₂	1,99	4,40	0,74	1,22	1,29	6,64	2,98	
	100,13	99,87	99,71	99,55	99,30	99,59	100,77	
						Granica os- jetljivosti (Minimal de- tection limit)		
Ba	174	243	—	33	232	158	147	48
Co	90	90	—	90	90	90	90	90
Cr	517	405	—	616	103	202	293	9
Ga	32	39	—	30	34	39	34	3
Nb	151	139	—	28	138	179	181	23
Ni	60	79	—	171	85	171	100	9
Sr	184	170	—	205	161	338	243	2
V	362	290	—	290	290	290	290	290
Zr	90	105	—	85	70	130	100	20
Y	42	26	—	21	39	26	33	2

Okolica Jablanice (the area of Jablanica): 1 metabazalt iz periferije jastuka (metabasalt from the outer pillow shell); 2 metabazalt iz jezgre jastuka (metabasalt from the central part of the pillow);

Okolica Paklenice (the area of Paklenica): 3 profirni dijabaz (porphyric diabase); 4 porfirni dolerit (porphyric dolerite); 5 metabazalt iz brečastih lava (metabasalt from brecciated pillow lavas); 6 metabazalt iz periferije jastupa (metabasalt from the outer pillow shell); 7 metabazalt iz jezgre jastuka (metabasalt from the central parts of the pillow).

Tabela 2: Nigglijeve vrijednosti i normativni CIPW sastav za maglajske vulkanite

(Table 2: Niggli's valnes and CIPW norms of volcanics from the Maglaj area)

	1	2	3	4	5	6	7
si	119	114	115	128	120	140	151
al	30	23	20	21	20	28	27
fm	36	31	48	48	25	25	28
c	23	38	26	27	47	39	37
alk	10	8	6	4	7	8	7
k	0,14	0,16	0,11	0,15	0,14	0,12	0,10
π	0,50	0,50	0,52	0,66	0,47	0,55	0,58
mg	0,42	0,46	0,65	0,63	0,34	0,52	0,59
γ	0,06	0,42	0,19	0,16	0,57	0,44	0,37
Q	46	37	37	32	33	39	36
L	24	34	38	30	37	25	24
M	30	29	30	36	30	36	40
Q	—	0,9	—	7,1	—	16,1	12,8
C	3,6	—	—	—	—	4,61	—
or	5,3	4,8	2,7	2,5	4,0	3,3	2,4
ab	30,5	23,3	21,4	13,3	21,3	21,9	20,8
an	27,4	29,1	27,7	32,6	25,4	20,5	33,7
ne	—	—	—	—	0,8	—	—
diwo	—	5,3	7,9	4,0	18,5	—	3,2
dien	—	2,2	4,6	2,3	6,1	—	1,7
difs	—	3,0	2,9	1,6	13,0	—	1,3
hyen	7,7	7,6	13,7	18,5	—	7,8	8,4
hyfs	11,5	10,1	8,8	12,9	—	7,7	6,5
fo	4,4	—	3,5	—	—	—	—
fa	2,7	—	2,5	—	4,7	—	—
il	4,1	2,2	2,1	1,9	2,6	1,8	1,7
ap	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	—	—
cc	5,1	10,9	1,8	2,9	3,2	16,2	7,3

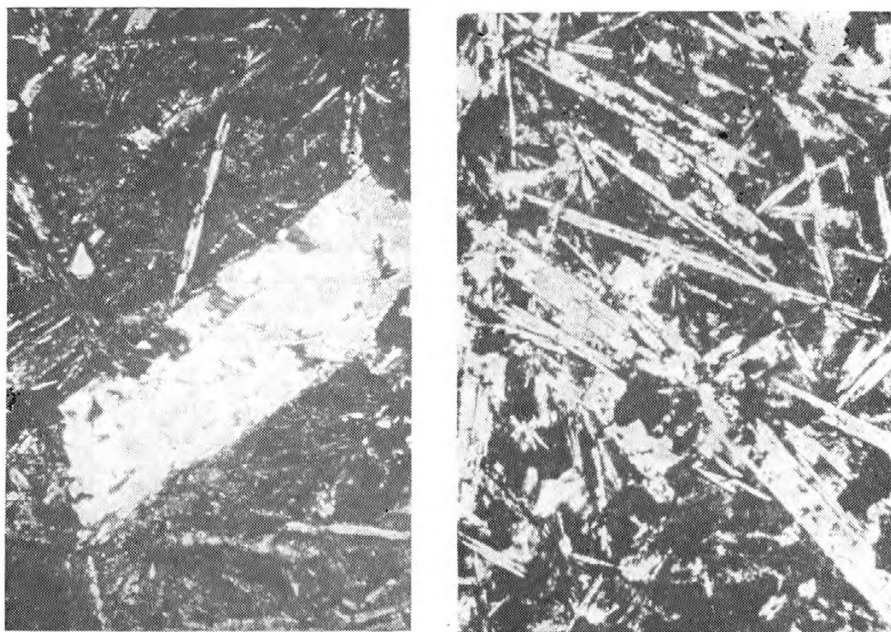


Tabela 1. Slika 1. Kalcitiziran i analicimiziran utrusak plagiokolaca; x nik., x 75.

(Plate 1. Figure 1. Calcitized and analcimized plagioclase phenocryst — x nic., x 75).

Slika 2. Bazalt s nehomogenim kristalima plagioklasa; II nik., x 12.

(Figure 2. Basalt with unhomogenous plagioclase crystals — II nic., x 12).

Kemijski sastav jastučastih metabazalta pokazuju analize i (periferija jastuka) i 2 (jezgra jastuka) na tabeli 1. Mada su sadržaji nekih glavnih komponenti dosta ujednačeni (SiO_2 , MgO i K_2O), ipak neke od njih pokazuju dosta velika kolebanja. Metabazalti iz periferije imaju u odnosu na metabazalte iz jezgre jastuka povećan sadržaj TiO_2 , Al_2O_3 , ukupnog željeza (uz izrazito povećanje feri-željeza), Na_2O i H_2O , a smanjen sadržaj CaO i CO_2 .

Baziti iz okolice Paklenice

Uzvodno od sela Paklenice makadamskim putem od Maglaja za Doboj, u području prelaska ceste preko željezničke pruge, nalazi se u zasjecima i pruge i ceste na dužini od kojih 200—300 m na izdanke dijabaz-dolerita i bazalta (slika 2).

Dijabaz-doleriti izglađuju niže dijelove bazičnog tijela. Imaju ofitsku i profirno-ofitsku strukturu i masivnu teksturu. Kod dijabaza veličina zrna seže do 1 mm, a kod dolerita i 2—3 mm.

Kao utrusak dolazi plagioklas, idiomorfan, prizmatičan i pločast, nekad jasno zonalan, u pravilu svjež. I u ofitskoj osnovi je plagioklas idiomorfan, no štapičast, obično svjež, a nekad prešao u zamućeni klinocoizit; na rubu je nekad zonalan. Teodolitno-mikroskopskom metodom određen je na 5 zrna variranje sastava od 56 do 70% An; srednja vrijednost 63% An.

Intersticijski mineral je altotriomorfni augit. Rijetko je kad svjež, obično zamućeni (epidotiziran), ili potisnut kloritom s manje klorita, a i listićavim agregatom hidročinca (?).

Od akcesornih minerala dolazi često skeletasti ilmenit, a rjeđe prizmatiski apatit. Dijabaz-doleritske stijene presijecaju bjeličaste žilice u čijem su sastavu utvrđeni rendgenoskopski i infracrvenih spektroskopijom: kalcit, analcim, albit, natrolit i klorit.

Kemijski sastav i petrokemijski preračuni za dijabaz-dolerite prikazani su na tabelama 1 i 2 (analize 3 i 4).

Bazalti i metabazalti leže preko prikazanih dijabaz-dolerita. Kao što se vidi iz priloženog stupa (sl. 2), tu se odvajaju četiri paketa:

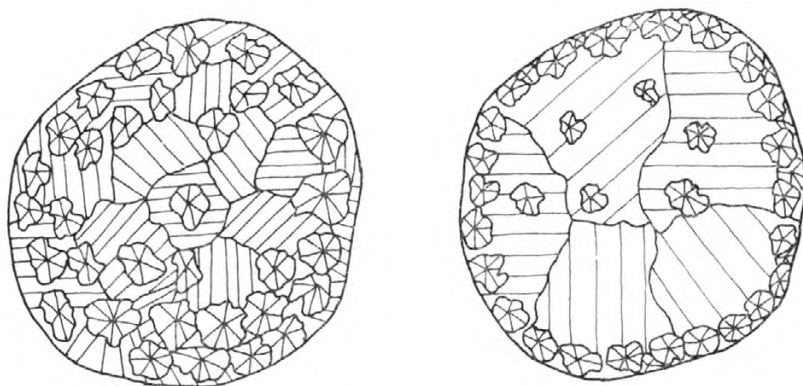
(1) U dnu dolaze vulkanske breče s fragmentima analcimiziranih i albitiziranih metabazalta s jako malo rastresitog tufnog materijala. Metabazalti imaju ofitsku strukturu s veličinom zrna oko 0,5 mm. Tekstura je masivna i slabo mandulasta.

Idiomorfni prizmatiski glinenac nije se mogao određivati mikroskopski. Rendgenoskopska istraživanja pokazuju da je on potisnut, ili analcimom ili, češće, albitom, uz koje dolazi malo reliktnog bazičnog plagioklasa. Intersticijski je prostor sasvim zamućen i ponaša se izotropno, izuzev u rubnim i istanjenim dijelovima izburska gdje se jasno uočava perasto-člankoviti i zamućeni augit. Prema rendgenskopskim podacima, ova zamućena masa izgrađena je pretežno od mantmorillonita (smektita) i klorita. U mandulama dolazi samo kalcit koji dolazi i u žilnoj paragenezi, zajedno s kvarcom, analcimom i stilbitom (?).

(2) Slijedeći viši paket izgrađen je od masivnih bazalta također ofitske, rijetko porfirsko-ofitske strukture s veličinom zrna najčešće oko 0,5 mm. Tekstura je masivna s malom do umjerenom količinom mandula.

U mineralnom sastavu dominiraju plagioklas i augit. Plagioklas je idiomorfan, letvast, najčešće je svjež. To je labrador u kojem, prema podacima teodolitno-mikroskopskog mjerenja, sadržaj anorita varira od 60 do 70%; srednja vrijednost 64% An. Ponekad su izmijenjeni, »granulirani« (tabla I, sl. 2) a u nekim su uzorcima pojedina zrna skoro potpuno potisnuta analcimom. U intersticijama dolaze zasebna zrna augita s malo seladonita.

Mandule su izgrađene od kalcita i blijedozelenog pumpelita (?) koji se javlja u grozdastim nakupinama, a unutar svakog bobičastog tijela jasno se zapaža divergentno-štapičasta do igličasta građa. Količinski odnos i prostorni raspored ta dva minerala u mandulama varira, što pokazuje slika 3.



Slika 3. Mandule ispunjene kalcitom i pumpelinom.

(Figure 3. Amygdules filled by calcite and pumpellyite).

U žilnoj paragenezi dolaze kalcit, kvarc i analcim.

(3) Slijedeći viši paket izgrađen je od brečastih zastučastih lava čije fragmente izgrađuju dvije vrste stijena. Prve su ofitski metabazalti u kojima je primaran bazičan plagioklas skoro potpuno analcimiziran, a intersticijski prostor sasvim je zamućen i izgrađen od smjese montmorilonita (smektita) i klorita. Druga vrsta fragmenata predstavljena je spilitima u kojima dolaze štapići dosta homogenih albita koji sadrže, prema podacima teodolitno-mikroskopskog određivanja, 2 do 8% An. Uronjeni su u zamućenu »izotropnu« masu također izgrađenu od mješavine smektita i klorita.

(4) U najvišem paketu dolaze loptasto-eliptične lave. Po sastavu su to također metabazalti u kojima su procesi zeolitizacije najraznovrsnije izraženi. Neki su uzroci, promatrajući makroskopski, brečastog izgleda i izgrađeni od bjeličastog »cementa« i zelenih fragmenata. Taj cement sastoji se od neravnomjerno izmiješanog kalcita i analcima. Fragmenti su izgrađeni od zeolitiziranog metabazalta u kojima, u zamućenoj smektit-kloritskoj osnovi, plivaju prizmatična zrna glinenaca koja su neravnomjerno potisnuta izotropnim analcimom, zatim radijalnozrakastim natrolitom, te tomsonitom. U nekim se fragmentima zapažaju mandule izgrađene od kalcita, seladonita, pumpelita (?), natrolita i tomsonita.

Međutim, većina jastuka nema ovakvu brečastu strukturu već je izgrađena od manje zeolitiziranih metabazalta. To su porfirske stijene s utruscima veličine do 5 mm koji su zagnjurenjeni u sitnozrniju ofitsku osnovu. U perifernim dijelovima jastuka je više utrusaka negoli u jezgri. Utrusci su predstavljeni analcimiziranim i albitiziranim bazičnim plagioklasima koji su sačuvani kao reliktni. U pseudomorfim agregatima pojavljuju se, uz analcim, još kalcit i tomsonit. Intersticijski prostor sasvim je zamućen, mi-

kroskopski neodrediv, a rendgenoskopska ispitivanja pokazuju da je izgrađen od smjese smektita i klorita. Interesantno je da mikroskopski ovdje nisu zapažene razlike u sastavu metabazalta iz periferije i jezgre jastuka. U žilnoj mineralnoj paragenezi utvrđeno je rendgenoskopski i infracrvenih spektroskopijom prisustvo kalcita, analcima, lomonitita i tomsonita.

Kemijski su analizirani metabazalti iz periferije i jezgre jastuka (tab. 1, analize 6 i 7). Valja istaći da ovdje nisu tako izražene promjene kemizma unutar jastuka kao što je to bio slučaj s jastučastim lavama iz okolice Jablanice. Idući od jezgre prema periferiji smanjuje se u manjoj mjeri sadržaj silicija, magnezija i vode, a povećava količina feri-željeza, dok su količine ostalih komponenti uglavnom ujednačene.

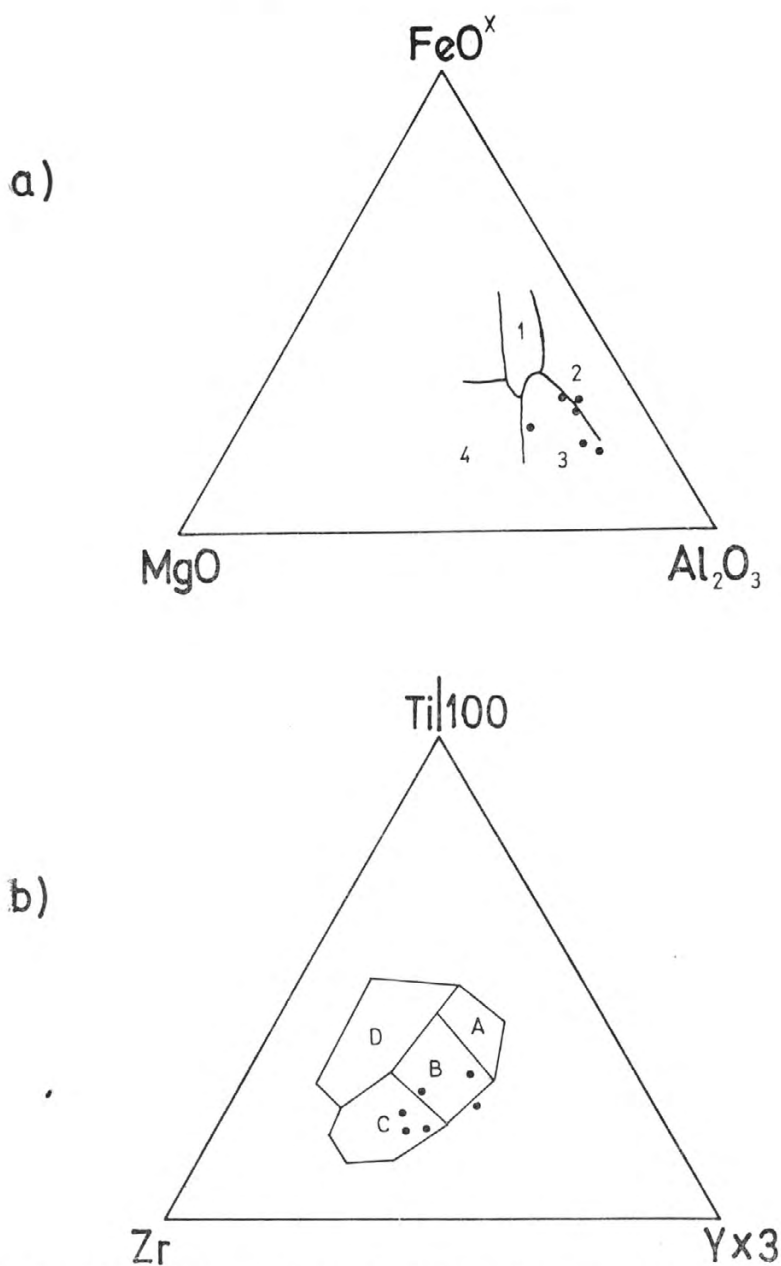
GEOKEMIJSKE KARAKTERISTIKE

Kemijski sastav ispitivanih maglajskih bazita prikazan je na tabeli 1, a podaci petrokemijskih preračunavanja na tabeli 2. Iz tabele 1 vidi se da sadržaji makroelemenata (prikazani u težinskim procentima) variraju u intervalima karakterističnim za bazične stijene. Sadržaj SiO_2 koleba od 42 do 51%, i snižene vrijednosti silicija karakteristične su jače zeolitizirane stijene. Od ostalih komponenti ističu se relativno viši sadržaji ukupnog željeza u odnosu na MgO (odnos $\text{FeO}^\times$:MgO veći je od 1), zatim promjenljiva količina CaO (uvjetovana promjenljivim sadržajem kalcita u mandulama) i relativno niski sadržaj alkalija, uz dominiranje natrija nad kalijem. Povećan sadržaj H_2O uvjetovan je prisustvom povećane količine sekundarnih minerala, posebno smektita, klorita i zeolita.

Iz tabele 2 treba istaći Nigglijeve vrijednosti koje pokazuju da ispitivane stijene, mada naknadno jako izmijenjene, idu uglavnom u grupe gabroidnih magmi. Prema normativnom CIPW sastavu, većina ispitivanih bazičnih vulkanita pripada toleitnim i olivintoleitnim bazaltima, a samo jedna (uzorak 5) slabo alkaljskim bazalitima.

Na trokomponentnom dijagramu $\text{FeO}^\times - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ (slika 4a) sve točke ispitivanih bazičnih stijena iz okolice Maglaja padaju u polje 3, karakteristično za vulkanite orogenetskih pojava. (Pearce et al., 1977). Valja podvući da se po tom kriteriju bazični vulkaniti okolice Maglaja ne mogu korelirati s toleitnim bazaltima oceanskog dna koji su obično karakteristični za bazične vulkanite drevnih ofiolitskih kompleksa.

Na mnogo upotrebljavanom dijagramu $\text{Ti}/100 : \text{Zr} : \text{Y}$ (Pearce i Cann, 1973) za određivanje geotektonskog položaja bazičnih vulkanita točke maglajskih bazalta i metabazalta nalaze se samo djelomice u području abisalnih toleita, koje je karakteristično i za bazalte drevnih ofiolitskih kompleksa, a djelomice i u susjednom području bazalta subdukcionih zona. Ovakvo rasipanje to-



Slika 4. . Diskriminacioni trokomponentni dijagrami: a) $\text{FeO}^x\text{—MgO—Al}_2\text{O}_3$; b) Ti—Zr—Y .

(Figure 4. Discrimination triangular diagrams: a) $\text{FeO}^x\text{—MgO—Al}_2\text{O}_3$; b) Ti—Zr—Y)

1 kontinentalna područja (continental volcanics); 2 orogena područja (orogenic belts); 3 srednjooceanski grebeni (oceanic ridges and floors); 4 oceansko otočje (oceanic islands)

A oceansko otočje (oceanic islands); B abisalni toleiti (abyssal tholeiites); C bazaliti otočnih lukova (island arc basalts); D bazaliti kontinentalnih područja (within-plate basalts).

čaka uvjetovano je činjenicom što su sadržaji TiO_2 u nekim maglajskim bazaltima niži od srednjih sadržaja tog elementa u bazaltima ofiolitskih kompleksa alpsko-himalajskog područja (Beccaluva et al., 1980).

U tabeli 1 prikazani su i sadržaji mikroelemenata (u ppm) koji su dobiveni rendgenoskopskom fluorescencijom u Institutu »Ruđer Bošković« (od strane dra Valkovića i suradnika, na čemu im mnogo hvala). Mi smo se nekim od tzv. imobilnih mikroelemenata pokušali koristiti za konstrukciju nekih dijagrama koji se u novije vrijeme upotrebljavaju u rješavanju petrogenetskih problema.

Mnogo upotrebljavani dijagram $\text{Ti}/100\text{Zr}:\text{Yx}_3$, kojeg su predložili Pearce i Cann (1973) za određivanje geotektonskog položaja vulkanita ne omogućava povlačenje nekog određenijeg zaključka. Na tom se dijagramu točke maglajskih bazita gomilaju izvan područja karakterističnih za bazalte određenih geotektonskih pozicija. Takav položaj točaka na tom dijagramu uvjetovan je činjenicom što su sadržaji Zr u maglajskim bazitima dosta niži od prosječnih sadržaja tog elementa u bazaltima ofiolitskih kompleksa (Beccaluva et al., 1980).

DISKUSIJA

Na temelju naprijed prikazanih geoloških podataka moglo bi se pretpostaviti da bazične magmatske stijene iz okolice Paklenice kod Maglaja predstavljaju hektametarski fragment koji je uložen, vjerojatno tektonski, u okolne pješčenjake, šejlove i rožnjake. Ukoliko bi se željelo definirati ishodište, odnosno primarni položaj tog fragmenta, moglo bi se pretpostaviti da se radi o dijelu normalnog ofiolitnog profila koji odgovara najvišim partijama kompleksa konjutiranih žila dijabaza (tzv. »sheeted complex«) i najnižim dijelovima horizonta jastučastih bazaltnih lava (Coleman, 1977). Ovu pretpostavku temeljimo na činjenici što na profilu u Paklenici u dnu leže dijabaz-doleriti, a preko njih jastučaste bazaltne lave.

Prikazani pretrološko-geokemijski podaci pokazuju da maglajski baziti, mada znatno izmijenjeni, imaju jasno izražen toleitni, odnosno olivin-toleitni karakter. Te su primarne bazaltne stijene nakon konsolidacije bile podvrgnute procesima tzv. hidrotermalnog metamorfizma ocenaskog dna koji je karakterističan za bazične vulkanite drevnih ofiolitskih kompleksa (Coleman, 1977).

Ne ulazeći na ovom mjestu detaljnije u genetske probleme tih postkonsolidacionih promjena, napomenimo da one daju kao najčešće sekundarne minerale: lomontit, analcim i natrolit. Ta se tri zeolita karakteristično pojavljuju, zamijenjujući primarne bazične plagioklase, u većini bazaltnih stijena okolice Maglaja. U njima su procesi albitizacije znatno manje izraženi.

Dominiranje lomontita, analcima i natrolita kao sekundarnih minerala po primarnim bazičnim plagioklasima, kao i smektita (montmorilonita) i klorita u osnovama tih vulkanita, predstavlja dokaz da su oni metamorfozirani u PT-uvjetima zeolitskog facijesa (Coleman, 1977). Ovaj je zaključak usklađen sa zaključkom izvedenim za PT-uvjete formiranja žilne mineralne parageneze koja se karakteristično javlja u bazičnim vulkanitima ofiolitskih kompleksa u Bosni (Pamić et al., 1979) i u kojoj karakteristično dolaze i navedeni zeoliti. Iz tog proizlazi logičan zaključak da se postkonsolidacione promjene u bazičnim stijenama okolice Maglaža vremenski podudaraju s formiranjem žilne parageneze.

LITERATURA

- Beccaluva, L., Piccardo, G. B., and Serri, G., (1980): Petrology of northern Apennine ophiolites and comparison with other Tethyan ophiolites. »Ophiolites«, Proceed. Intern. Ophiol. Symp., Cyprus, 314—331, Nicosia.
- Coleman, R. G., (1977): Ophiolites. Mineral and Rocks, 12, Springer Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- John, v. C., (1880): Über kristallinische Gesteine Bosniens und der Hercegovina. Anhang der »Grundlinien etc.«, Jahrb. Geol. Reichsan., 30, 439—462, Wien.
- Katzer, F., (1906): Über die historische Entwicklung und den heutigen Stand der geologischen Kenntnis Bosniens und der Hercegovina. Glas. Zem. muz. u BiH., 18, 37—68. Sarajevo.
- Кишпатић, М., (1897): Кристаллинско камење серпентинске зоне у Босни. Рад ЈАЗУ, 34, 95—213, Загреб.
- Кишпатић, М., (1904): Антензити и дацити уз обалу Босне. Ибид., 159, 28—33, Загреб.
- Памић, Ј., (1983): Осврт на проблем мезозојских вулканогено-сидиментних формација у Динаридима на подручју Босне и Херцеговине. Геол. глас., 8, 5—27, Сарајево.
- Памић, Ј., (1964): Магматске и тектонске структуре у ултрамафитима босанске серпентинске зоне. Пос. изд. Геол. глас., 2, 3—108, Сарајево.
- Памић, Ј., Сунарић-Памић, О., Олвић, Ј., и Капелер, И., (1973): Основна геолошка карта СФРЈ 1:100.000, тумач за лист Завидовићи. Савезни геолошки завод, Београд.
- Памић, Ј., Шибеник-Студен, М., и Сијарић, Г., (1979): Постконсолидационе промјене у бazičним стijenама из офиолитске зоне у Босни. Glas. Zem. muz. u BiH., 25—36, Сарајево.
- Pearce, J. A., and Cann, J. R., (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth and Plan. Scie. Lett., 19, 290—300, Amsterdam.
- Pearce, T. H., Gorman, B. E., and Birkett, T. C., (1977): The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanics. Ibid., 36, 121—132.
- Трубеља, Ф., и Памић, Ј., Нови прилог познавању дацитских стijenа околице Маглажа. Геол. глас., 2, 59—66, Сарајево.

J. PAMIĆ, V. MARCI, G. SIJARIĆ AND M. ŠIBENIK-STUDEN

*Summary*DIABASE-DOLERITES, BASALTS AND METABASALTS FROM THE
OPHIOLITE COMPLEX OF THE AREA OF MAGLAJ IN
BOSNIA (YUGOSLAVIA)

Diabase-dolerites and metabasalts associated with gabbros and predominante lherzolites occur in graywacky sandstones and shales with subordinate radiolarites of presumed Jurassic age (Fig. 1). Basic rocks are sampled in the neighbourhood of the villages Jablanica and Paklenica.

Volcanics from the neighbourhood of the village *Jablanica* are represented by massive and pillowed metabasalts. The massive metabasalts consist of unhomogeneous sodic oligoclase and augite, and amygdules filled by calcite with subordinate quartz and analcime. The pillowed metabasalts are ophitic in texture with some phenocrysts consisting of calcite and analcime with relics of calcic plagioclase (Table 1, Fig. 2). Plagioclases from the ophitic mass containing 5 to 15 percent of anorthite display differences in shape in different parts of the pillow. They are thick-prismatic in its core, needle-like in its middle shell and divergent-radial in the most peripheral shell of the pillow. Interstices are made up of feather-shaped augite transformed into chlorite and smectite. Metabasalts from peripheral parts of the pillow when compared with its core are enriched in TiO_2 , Al_2O_3 , total iron (with a distinct increase in Ferri-ion), Na_2O and H_2O , and contain a decreased quantity of CaO (Table 1, ans. 1 and 2).

The basic body from the neighbourhood of *Paklenica* can be divided in two parts (Fig. 2). The lower part is made up of diabasedolerites consisting of plagioclase (An_{56-70}) and interstitial augite frequently transformed into epidote, uraltite and chlorite. Chemical composition of diabase-dolerites is illustrated by analyses 3 and 4 (Tables 1 and 2).

Four zones of volcanics can be distinguished in the higher part of the body. (1) The deepest zone consists of volcanic breccias with fragments of analcimized and albitized basalts with relics of calcic plagioclases and interstitial feather-shaped augite metamorphosed into smectite and chlorite. Amygdules are filled up only by calcite, and the vein paragenesis includes quartz, calcite, analcime and stibite. (2) The next higher zone consists of massive ophitic basalts containing calcic plagioclase (An_{60-70}) and augite with some celadonite (Table, Fig. 2). Amygdules are filled up by calcite and spherulitical aggregates of pumpellyite (Fig. 3), whereas the vein paragenesis includes calcite, quartz and analcime. (3) The next higher zone is made up of brecciated pillow lavas represented by metabasalts in which primary calcic plagioclases are albitized and analcimized. (4) The uppermost zone is made up of pillowed metabasalts frequently brecciated. Matrix of these

varieties consists of analcime and calcite whereas metabasalt fragments are made up of smectite-chlorite cloudy groundmass in which are embedded plagioclase phenocrysts unevenly replaced by analcime, natrolite and thompsonite. Some fragments contain amygdules filled up by calcite, celadonite, pumpellyite, natrolite and thompsonite. Chemical composition of less brecciated and zeolitized pillow lavas are illustrated by analyses 6 and 7 in Table 1.

Petrochemical data of basic igneous rocks are presented in Table 2. According to Niggil's values all of them belong to the groups of gabbro-magmas, and according to CIPW norms they are represented by tholeiite and olivine tholeiite. The discrimination $\text{FeO-MgO-Al}_2\text{O}_3$ triangle indicates that the examined basic rocks can be correlated with volcanics of orogenic belts but not with tholeiitic basalts from MOR that are characteristic for ophiolite complexes. There is also a negative correlation when the Ti:Zr:Y diagram is used and it is caused by decreased Zr contents of basalts from the area of Maglaj.

It is very probable that the basic igneous body from the neighbourhood of Paklenica represent a fragment which is tectonically included within Jurassic sediments. It can be correlated with those parts of normal ophiolite sections which range from the uppermost levels of the sheeted complex and lower horizons of basaltic pillow lavas.

Basic igneous rocks after thier solidification were affected by intensive hydrothermal ocean-floor metamorphism what is shown in the formation of analcime, natrolite and thompsonite with some albite on account of primary calcic plagioclases as well as in the formation of smectite chlorite on account of primary augite.

