

Geol. vjesnik	Vol. 36	str. 203—218	Zagreb 1983.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 552.323.5(497.15)

Izvorni znanstveni rad

## Dijabaz-spilitske stijene Jasenice iz ofiolitskog kompleksa Mahnjače u Bosni

Jakob J. PAMIĆ

*Geološki zavod, Sachsova 2, P. p. 283, YU - 41000 Zagreb*

U radu se prikazuju osnovne geološke karakteristike dosad malo poznatog ofiolitskog kompleksa Mahnjače u području između Žepča i Teslića u središnjoj Bosni. Zatim se iznose rezultati petrološke obrade vulkanogeno-sedimentne mase Jasenice koja je izgrađena pretežno od spilita s rijetkim prijelazima u keratofire, uz podređene dijabaze. Na kraju se daje prostorni odnos i međusobni odnos raznovrsnih magmatskih i sedimentnih članova te vulkano-sedimentne mase.

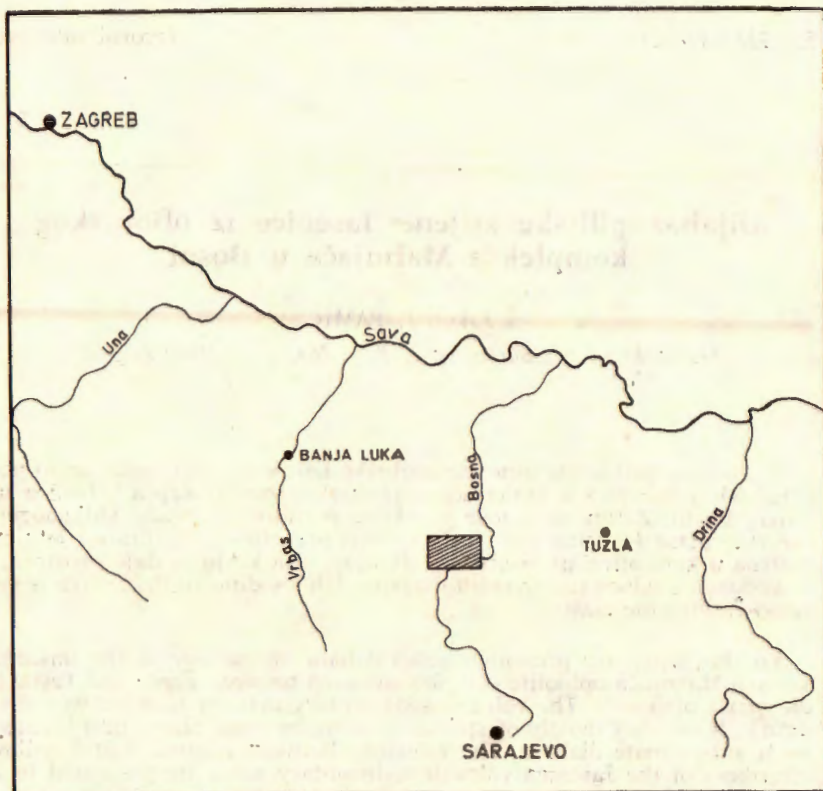
In the paper are presented general data on geology of the insufficiently known Mahnjača ophiolite complex situated between Žepče and Teslić in middle parts of Bosnia. The volcanic-sedimentary mass of Jasenica was studied in detail; it consists mostly of spilites grading in some places into keratophyres, with subordinate diabase. The relations between magmatic and sedimentary members of the Jasenica volcanic-sedimentary mass are presented in the columnar section.

### UVOD

Ofiolitske stijene unutrašnjih Dinarida su u posljednjih dvadesetak godina intenzivno petrološki proučavane na brojnim lokalitetima. Kao što se vidi iz nedavno objavljenog sumarnog rada o ofiolitima Jugoslavije (Karamata et al, 1980), u tom proučavanju se posebna pažnja obrađala na dominantne peridotite i prateće gabre i amfibolite s eklogitima. Dijabaz-spilitske stijene su privlačile manju pažnju i dosad su detaljnije i sistematski obrađene samo u Baniji (Mađer, 1975) i u području krivajsko-konjuškog ofiolitskog kompleksa (Pamić et al, 1977).

Autor ovog rada je, u toku svog 25-godišnjeg istraživanja ofiolitskih kompleksa u Bosni, studirao i dijabaz-spilitske stijene u području Mahnjače koje se nalaze između Žepča i Teslića u središnjoj Bosni. To područje je kartirao, a naknadno vršio i sistematsko uzorkovanje najveće dijabaz-spilitske mase Jasenice kao i laboratorijsku obradu sakupljenog materijala. Cilj ovog rada je da prikaže rezultate te obrade.

Između krivajsko-konjuškog i borjanskog ofiolitskog kompleksa prostiru se također ofiolitski tereni u kojima se ističe nekoliko pojedinačnih vrhova kao što su Palašnica, Veliki smolin, Mahnjača, Veliki vis i drugi (slika 1). Kako oni ne izgrađuju neku zasebnu planinu, to ćemo to po-



Slika 1. Pregledna karta koja pokazuje položaj istraživanog terena (Fig. 1. Index-map showing the location of the investigated area).

dručje označiti po vrhu Mahnjači<sup>1</sup>, kako je to predložio Kišpatić (1897, p. 164) koji je smatrao da »će ovo ime biti najzgodnije za »cio povor«.

Područje Mahnjače je dosad malo istraživano. Prve podatke za te terene dao je Pilar (1879) koji na vrhu Mahnjače spominje prisustvo pršinaca koji u stvari predstavljaju grauvakne pješčenjake. Mojsisovics je to područje prikazao na prvoj preglednoj geološkoj karti i time pokazao njegovu veliku petrografsku raznovrsnost (Mojsisovics et al, 1880).

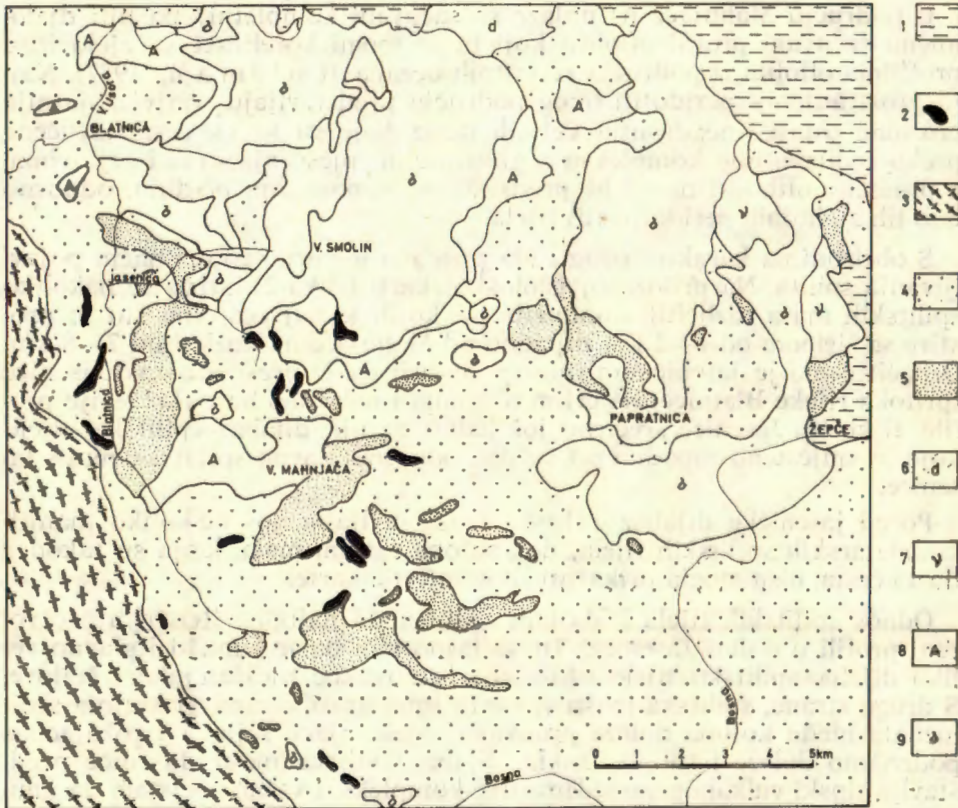
Kišpatić (1897) je u svom istraživanju ofiolitskih terena u Bosni obratio pažnju i na mahnjačke ofiolite. On je opisao »melafir« tiz Papratnice i dijabaze iz okolice Žepča. Iza toga je Katzer (1906 i 1921) prikazao ofiolitske terene Mahnjače na svojim geološkim kartama; ofiolite veže za tufit-jaspisnu (»it«) seriju koja pripada gornjoj juri, djelomično donjoj kredi, a izdvaja i seriju rožnjaka (»ir«) jurske starosti.

<sup>1</sup> Na nekim kartama se ovaj vrh označava Mahnjača, a na nekim Manjača. Da bi se izbjegla konfuzija naglašava se da se u Bosni Manjačom označava planina koja se proteže južno od Banjaluke do Mrkonjićgrada.

Dugo nakon toga je Majer (1962), u svom sumarnom prikazu ofiolitskih stijena u područje između Vrbasa i Bosne, obuhvatio i ofiolitske stijene Mahnjače, istina, ne navodeći nikakvih detalja. Nedavno je Pamić (1978) dao kratak petrološki prikaz o ofiolitskim stijenama područja Borje i Mahnjače u kojem su dijabaz-spilitski članovi ofiolitskog kompleksa praktički sasvim zanemareni.

#### OSNOVNE GELOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA MAHNJAČE

Iz priložene shematizirane geološke karte (slika 2) vidi se da su ofiolitske stijene vezane za sedimentni kompleks u kojem pretežno dolaze grauvakni pješčenjaci i šejlovi, a podređeno i rožnjaci. Od ofiolitskih stijena ovdje se javljaju peridotiti, predstavljeni serpentiniziranim lerc-



Slika 2. Shematizirana geološka karta ofiolitskog kompleksa Mahnjače.

(Fig. 2. Schematized geologic map of the Mahnjača ophiolite complex).

1 — neogeni sedimenti (Neogene sediments); 2 — andeziti i daciti (andesites and dacites); 3 — radiolariti (radiolarites); 4 — pretežno grauvakni pješčenjaci i šejlovi (predominantly graywackey sandstones and shales); 5 — spiliti i podređeno dijabazi (spilites with subordinate diabases); 6 — dijabazi (diabases); 7 — gabro (gabbro); 8 — amfiboliti (amphibolites); 9 — peridotiti (peridotites).

litima, zatim gabri i dijabazi sa spililitima. Uz njih se dosta često nailazi na relativno veća tijela amfibolita; naročito su česti granatni amfiboliti uz koje se negdje sreću i eklogiti.

Starost ofiolita, kao i okolnih grauvaknih pješčenjaka i šejlova nije se mogla pouzdano odrediti u širem području Mahnjače. Na osnovi navedenih Katzerovih podataka, kao i sveukupnih rezultata dosadašnjih istraživanja koje je autor ovog rada provodio u ofiolitskim terenima Bosne, najlogičnije je pretpostaviti da i ofioliti Mahnjače vjerojatno najvećim dijelom pripadaju juri.

Pored navedenih stijena, u jugozapadnim dijelovima šireg područja Mahnjače veliko rasprostiranje imaju i radiolariti koje proslojavaju šejlovi, podređeno i vapnenci. Radiolaritski kompleks, prema najnovijim podacima (Pamić et al, 1981), pripada većim dijelom juri, a manjim i gornjem trijasu.

U području Mahnjače ne nalaze se sačuvani kompletni, pa niti djelomično sačuvani profili ofiolita koji bi se mogli korelirati sa cjelovitim profilima ofiolita iz područja recentnih oceana (Coleman, 1977). Najrasprostranjeniji peridotiti ovog područja predstavljaju najvjerojatnije erozione ostatke negdašnjih velikih masa koje su sa sjevera navučene preko sedimentnog kompleksa s grauvaknim pješčenjacima i šejlovima, a prateći amfiboliti mogli bi predstavljati neposrednu podinu, odnosno dno tih alohtonih peridotitskih tijela.

S obzirom na karakter ovog rada posebno je važno istaći način pojavljivanja spililita. Na priloženoj geološkoj karti (slika 2) ističe se nekoliko spilitskih masa različitih dimenzija od kojih je najveća ona što se prostire sa širinom od 1—2 km zapadno od Mahnjače na dužini od 7—8 km. Označit ćemo je jaseničkom masom budući da je presijeca tok Jasenice (pritoka rijeke Blatnice) na čijim obalama i nalazimo najotkrivenije profile. U koritu Jasenice srećemo još jedno manje dijabaz-spilitsko tijelo koje je smješteno zapadno od velike, odnosno glavne spilitske mase Jasenice.

Pored jaseničke dijabaz-spilitske mase javlja se još nekoliko manjih kilometarskih spilitskih tijela, dok se ona sasvim mala, koja su također dosta česta, nisu mogla prikazati zbog mjerila karte.

Odnos spilitskih tijela i okolnih sedimenata najbolje ilustriraju otvoreni profili u dolini Jasenice. Tu se jasno vidi da je i malo i glavno veliko dijabaz-spilitsko tijelo uloženo u grauvakne pješčenjake i šejlove. S druge strane, spilitska masa je često interstratificirana paketirna sedimentata među kojima dolaze grauvakni pješčenjaci, šejlovi i rožnjaci, a podređeno dolaze i tufovi. Dakle, dijabaz-spilitska masa Jasenice predstavlja tipski vulkanogeno-sedimentni kompleks, i važno je istaći da unutar njega nisu zapaženi kaotični odnosi. Kako među interstratificiranim sedimentima dominiraju marinski grauvakni pješčenjaci i šejlovi isti kao i oni iz neposredne podine i krovine, to se može zaključiti da se izljevane lava odigravalo u submarinskim uvjetima uz istovremene sedimentacijske procese.

## PETROGRAFIJA VULKANOGENO-SEDIMENTNE MASE JASENICE

Vulkanogeno-sedimentna masa Jasenice izgrađena je najvećim dijelom od spilita s rijetkim prijelazima u keratofire. Podređenije se javljaju i dijabaz-doleritske stijene. Vulkanske stijene su interstratificirane s pakovima sedimentata među kojima dominiraju klastiti.

Pri sistematskom uzorkovanju jaseničkog vulkanogeno-sedimentnog kompleksa najviše se pažnje obraćalo na magmatske stijene koje su i detaljno petrografski obrađene. Uzorkovani su i interstratificirani sedimenti i tufovi koji su samo mikroskopski obrađeni.

## Magmaške stijene

*Spiliti s prijelazima u keratofire*

Spiliti su stijene najčešće sivozelenkaste boje, imaju obično sitnozrnastu strukturu, rijetko slabo porfirsku, te masivnu teksturu, često s promjenjivom količinom mandula. Mikroskopskom obradom odvojeno je nekoliko strukturnih varijeteta spilita.

*Ofitski spiliti* su najčešći i na njih otpada oko 2/3 od svih mikroskopskih uzoraka vulkanita. Imaju tipsku ofitsku strukturu promjenljive veličine zrna: najsitnozrniji varijeteti od 0,05 do 0,2 mm, a krupnozrniji od 0,2 do 0,7 mm. Vrlo se rijetko nailazi na male količine opake »staklaste« mase što uvjetuje prelazak u intersertalnu strukturu. Tekstura spilita je masivna, no gotovo redovito sadrže promjenljivu količinu mandula, a često su ispresijecane žilicama sekundarnih minerala.

U mineralnom sastavu ofitskih spilita ističu se albit i klinopiroksen, zatim različiti sekundarni i akcesorni minerali, te sastojci mandula. Albit je uvijek idiomorfan, prizmatičan, i to štapičast do igličast; obično se javlja u kristalima-samcima i sraslacima-dvojcima. Fedorovljevom teodolitno-mikroskopskom metodom određivano je 10 zrna albita na kojima je sastav varirao od 0 do 7% an; srednja vrijednost je 4% an. U izbruscima nekih ofitskih spilita sasvim se pouzdano utvrdilo i prisustvo kiselih oligoklasa.

Albit ofitskih spilita može biti potpuno svjež, a može biti i u potpunosti ispunjen jako sitnim sekundarnim mineralima. Među njima su podređeno prisutni prenit i kalcit, dok izrazito dominira blijedo zeleni mineral sivoplavičastih interferentnih boja; liči na klorit no jasno je višeg reljefa od klorita. Mada nije pouzdano određen, vrlo je vjerojatno da se radi o pumpelitu po analogiji s identičnim zelenkastim uklopocima u albitima trijaskih spilita koji je kao takav pouzdano identificiran (Pamić, 1982).

Međuprostor između feldspata ispunjen je redovito alotriomorfnim zrnima augita koja su većinom bezbojna; sudeći prema ujednačenim optičkim osobinama (kut optičkih osi varira od 34 do 45°) imaju dosta ujednačen kemijski sastav. Rijetko su kad diskretno putenasto obojeni, vjerojatno zbog sadržaja male količine titana (titanoaugit). Augit je samo ponekad potpuno svjež, a većinom je umjereno do znatno, rijetko i u potpunosti, potisnut u klorit i zamućeni epidot. U samo jednom uzorku spilita augit je skoro sasvim uralitiziran.

Od akcesornih sastojaka je najčešći metalan mineral, dok je apatit mnogo podređeniji.

U mineralnom sastavu mandula izrazito pretežu kalcit i klorit; obično dolaze zajedno s jasnim prevladavanjem kalcita, a samo u rijetkim primjercima kalcit je jedini sastojak mandula. U sastavu mandula podređeniji je pumpelit; ima slabo izražen pleohroizam od bezbojnog do blijedo zelenog, prizmatičan je do igličast, interferentne boje su mu plavičaste, a optički je pozitivan. U mandulama nekih spilita dolazi i povećana količina kvarca.

Svi navedeni sastojci mandula javljaju se često i u žilicama i gnijezdima koja neravnomjerno prožimaju spilite. Pored njih, kao sastojak žilica zapažen je još i albit.

*Porfirsko-ofitski spiliti* su mnogo podređenije zastupljeni. Kod njih dominira ofitska masa u kojoj dolaze utrusci augita veličine do 2 mm. To su obično kristali samci, nekad i sraslaci dvojci, koji su većinom potpuno svježi, a u nekim uzorcima malo do umjereno kalcitizirani i kloritizirani. Kod nekih je osnova intersertalna, tj. sadrži manju količinu stakla. Porfirsko-ofitski spiliti su teksturno masivni, no i oni mogu da sadrže promjenjivu količinu mandula.

Osnova ima sastav kao i kod ofitskih spilita, tj. između prizmatičnih do igličastih kristala albita dolaze alotriomorfna zrna augita koja su obično u znatnoj mjeri potisnuta zelenkastim kloritom i sitnim zrnima jako zamućenog epidota. Od akcesornih sastojaka se javljaju metalni minerali i podređenije apatit, a kalcit, klorit, kvarc i pumpelit kao sastojci mandula, kao i žilica i leća što neravnomjerno prožimaju neke stijene.

*Spiliti s divergentno-zrakastom strukturom* se susreću izuzetno rijetko unutar jasičke vulkanske mase. Kod njih se ističu igličasti albiti dužine do skoro 1 mm u jasnom divergentno-zrakastom položaju, a između njih dolazi jako zamućena neodrediva masa, vjerojatno epidotiziranog augita. Teksturno su masivni, a sadrže dosta mandula koje su ispunjene pretežno kalcitom, uz podređeni pumpelit; on je ovdje žućkastosmeđ, prizmatičan s karakterističnim karamelno-smeđkastim interferentnim bojama.

*Afirski spiliti* po učestalosti dolaze unutar jasičke mase odmah iza prikazanih ofitskih varijeteta od kojih su, u pravilu, sitnozrniji. Za njih je karakteristično da im u sastavu pretežu neravnomjerno izmiješani kalcit, zelenkasti klorit i rjeđe zamućena zrna epidota, a u toj masi plivaju podređeniji mikroliti albita obično veličine 0,1 do 0,2 mm. Ovi afirski spiliti također mogu sadržavati promjenjivu količinu mandula, kao i žilice i gnijezda ispunjena kalcitom, kloritom, pumpelitom i kvarcom.

#### *Dijabazi i albitni diabazi*

*Dijabazi* imaju ofitsku strukturu; kod sitnozrnijih varijeteta se veličina zrna kreće najčešće oko 0,2 do 0,4 mm i 0,4 do 0,7 mm, dok kod krupnozrnijih koleba od 0,5 do 1,5 mm s tim da su u nekim uzorcima podređeno prisutna zrna i veličine od 2—3 mm. Tekstura je masivna, obično bez ili s malom količinom mandula.

U mineralnom sastavu se ističu plagioklas i klinopiroksen. Prvi se javlja idiomorfan i prizmatičan, najčešće kao sraslac i redovito je na rubu manje ili više zonalan. Neki su svježi, a neki umjereno do znatno potiš-

snuti prenitom. I kad su svježiji jako se teško određuju teodolitno-mikroskopskom metodom zbog izražene zonalnosti, naročito kod sitnozrnijih varijeteta. Mjereno je 5 krupnijih zrna plagioklasa; sadrže od 67 do 79% an, a srednja vrijednost iznosi 73% an.

Augit je intersticijski mineral i uvijek je jasno alotriomorfan. Obično je diskretne putenaste boje, a ponekad pokazuje i slab pleohroizam od svijetlozelenog do putenastog. Rijetko je svjež, a obično je umjereno do znatno kloritiziran, negdje uz podređenije izdvajanje uralita i kalcita.

Akcesorno često dolazi metalan mineral, podređenije apatit. Neki dijabazi su ispresijecani žilicama koje su ispunjene kvarcom, kalcitom i seladonitom.

*Albitni dijabazi* su makroskopski isti kao i prikazani dijabazi od kojih se nekad teško i mikroskopski odvajaju. Bitna je razlika između njih što albitni dijabazi sadrže albit namjesto bazičnog plagioklasa. Inače imaju identične strukturno-teksturane karakteristike, a i kod albitnih dijabaza je augit primaran femski sastojak koji je redovito, ili zamućen i epidotiziran, ili zelenkast i kloritiziran. Javljaju se većinom kao pojedinačna zrna-sarnoci, a samo u jednom uzorku u vidu člankovitih (perastih) agregata.

I albitni dijabazi su gotovo redovito ispresijecani sekundarnim žilicama i gnijezdima u kojima dolaze kalcit, klorit, kvarc, prenit i albit.

### *Kemizam magmatskih stijena*

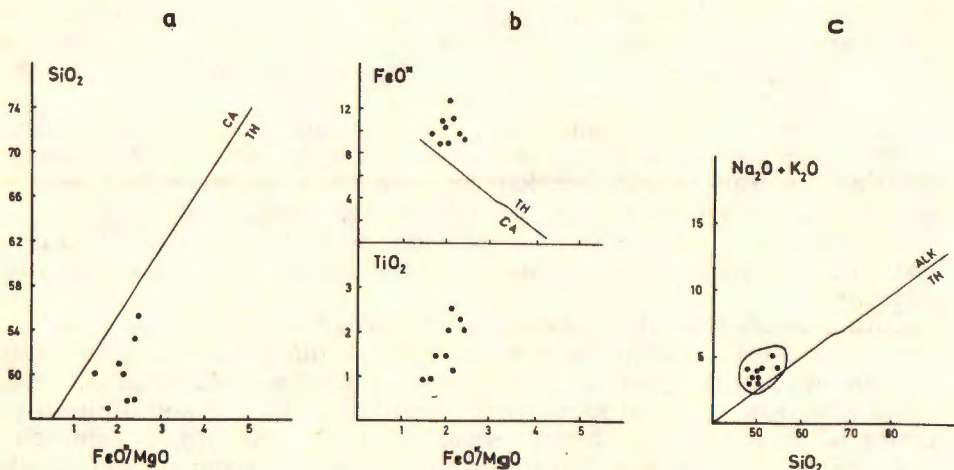
Kemijski sastav ispitivanih magmatskih stijena prikazan je u priloženoj tabeli 1. Sve kemijske analize su preračunate zbog sadržaja sekundarnog kalcita u mandulama, žilicama i gnijezdima;  $\text{CaCO}_3$  je iz analize odstranjen i nakon tog je analiza preračunata i svedena na 100% (analize označene s A). Tako preračunate analize daju mnogo realnije odnose između glavnih komponenti stijena.

Kao što se vidi iz preračunatih analiza, većina stijena ide u grupu bazita jer je sadržaj  $\text{SiO}_2$  manji od 52% (Streckeisen, 1978). Samo je u dvije analize količina  $\text{SiO}_2$  veća od 52% (analize 7 i 8), pa bi po tom kriteriju odgovarale keratofirima. Međutim, u konkretnom slučaju povišen sadržaj  $\text{SiO}_2$  u kemijskoj analizi uvjetovan je uglavnom prisustvom kvarca u mandulama, tj.  $\text{SiO}_2$  je naknadno u stijenu priveden. Zbog toga je opravdanije da se i te stijene označe spilitima ili da se eventualno shvate kao prijelazne spilit-keratofirske stijene.

Od drugih glavnih komponenti važno je istaći dosta visok sadržaj  $\text{CaO}$  i ukupnog željeza ( $\text{FeO}^x$ ), uz relativno niski sadržaj  $\text{MgO}$ , tako da je odnos  $\text{FeO}^x : \text{MgO}$  veći od 1, i najčešće se kreće od 1,5 do 2,5. Sadržaj alkalija, uz izrazito dominiranje natrija nad kalijem, kreće se u okvirima karakterističnim za bazične vulkanske stijene. Konačno, treba istaći i relativno povišen sadržaj  $\text{TiO}_2$  koji u nekim uzorcima prelazi i 2,5%.

Interesantno je podvući da u kemijskom sastavu nema nekih bitnijih razlika između dijabaza (ofitnih bazaltnih stijena s plagioklasima) i spilita (bazaltnih stijena s albitom). To se odnosi čak i na sadržaj alkalija, posebno natrija koji je kod spilita, posmatrano u cjelini, sasvim malo povećan u odnosu na sadržaj u dijabazima.

Ovu ujednačenost u kemizmu dijabaz-spilitskih stijena Jasenice ilustriraju i priloženi dijagrami (slika 3). Na dijagramima  $\text{FeO}^x/\text{MgO} : \text{SiO}_2$ ,



Slika 3. Varijacioni dijagrami  $\text{FeO}^x/\text{MgO} : \text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}^x$  i  $\text{TiO}_2$  (Miyashiro and Shido, 1975) i  $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  (MacDonald and Katsura, 1964).

(Fig. 3. Miyashiro & Shido's and MacDonald & Katsura's variation diagrams).

$\text{FeO}^x$  i  $\text{TiO}_2$  (Miyashiro & Shido, 1975) sve točke jasičićkih dijabaza i spilita padaju u polje stijena toleitne serije. Budući da Miyashiro i Shido nisu u svojim razmatranjima vulkanskih serija uzimali u obzir alkalijske stijene, to su odgovarajući podaci kemijskih analiza jasičićkih dijabaza i spilita ucrtani na  $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  dijagramu (MacDonald & Katsura, 1964). Iz tog dijagrama se vidi (slika 3c) da sve točke padaju u relativno malo polje u području alkalijskih stijena, doduše blizu granične linije s toleitnim stijenama.

Prema njihovom kemijskom kriteriju jasičićki dijabaz-spiliti pripadali bi, dakle, alkalijskoj seriji stijena. Prema Nigglijevoj klasifikaciji jasičićki spiliti pripadaju različitim tipovima gabroidnih magmi, dok po normativnom CIPW sastavu (tabela 1) odgovaraju podjednako alkalijskim bazaltima i toleitima.

Iz svega bi se moglo zaključiti da po svom mineralnom sastavu i kemizmu jasičićki dijabazi (po Streckeisenu, 1978 su to ofitski bazalti) i spiliti pripadaju uglavnom toleitskoj seriji stijena koje su inače karakteristične za područja divergentnih oboda ploča, odnosno za srednjooceanske grebene (Miyashiro & Shido, 1975, Coleman, 1977 i dr.).

#### Sedimentne stijene i tufovi

Različite sedimentne stijene su vrlo često interstratificirane unutar dijabaz-spilitne mase Jasenice.

*Grauvakni pješčenjaci*, dosta ujednačenih karakteristika, najčešće se susreću. Struktura im je psamitska, a veličina detritarnih sastojaka se kreće obično od 0,05 do 0,5 mm. Tekstura je masivna.

Među detritarnim sastojcima pretežu subangularna zrna kvarca, uz manje feldspata (lamelarni oligoklas i samci K-glinenca) i muskovita. Redo-

Tabela 1. 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 (Normative CIPW composition)																			
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <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	or	ab	an	ne	diwo	dien	difs	hyen	hyfs	fo	fa	hm	mt	il	ap	cc	sal	fem
1.	35,72	1,45	13,66	5,40	3,72	0,05	3,51	18,47	2,83	0,93	0,14	2,80	10,50	99,21	82	18	29	45	8	0,18	0,42	—	5,7	24,5	22,8	0,3	1,1	0,4	0,7	—	—	0,7	6,1	—	7,9	2,9	0,3	24,9	53,2	46,8
1A.	46,79	1,91	17,89	7,07	4,87	0,07	4,60	8,07	3,70	1,20	0,18	3,65	—	100,00	117	26	41	22	11	0,18	0,42	—	7,4	27,2	30,0	3,0	4,5	1,8	2,7	—	—	7,2	12,1	—	10,2	3,8	0,4	—	67,6	32,4
2.	47,04	2,17	13,99	3,85	9,22	0,15	5,84	10,10	3,90	0,16	0,20	2,67	1,00	100,29	111	19	46	25	9	0,03	0,45	—	1,0	31,5	20,8	1,3	9,6	4,0	5,6	—	—	7,6	11,6	—	5,6	4,2	0,5	2,3	54,5	45,5
2A.	47,99	2,21	14,26	3,92	9,39	0,15	5,95	9,05	4,00	0,16	0,20	2,72	—	100,00	115	20	47	23	10	0,03	0,45	—	1,0	32,0	21,1	1,6	10,0	4,2	5,8	—	—	7,8	11,8	—	5,9	4,3	0,5	—	55,7	44,3
3.	45,90	0,96	12,85	7,36	2,88	0,11	5,84	13,70	3,10	0,84	0,17	2,50	3,50	99,71	108	18	39	34	8	0,15	0,52	—	5,1	27,2	19,3	—	11,3	5,3	5,8	0,3	0,3	6,7	8,1	2,6	6,9	1,9	0,4	8,3	51,7	48,3
3A.	49,87	1,04	13,98	8,01	3,13	0,11	6,35	10,34	3,37	0,91	0,18	2,73	—	100,02	121	20	44	27	9	0,15	0,52	—	5,6	28,7	21,1	—	12,9	6,1	6,7	7,2	8,8	7,2	8,8	2,9	7,4	2,0	0,4	—	55,8	44,2
4.	47,22	2,49	15,15	5,43	5,67	0,10	4,83	10,63	3,55	0,16	0,19	2,49	2,10	100,01	118	22	40	28	9	0,03	0,45	—	1,0	31,0	25,7	—	5,7	2,5	3,2	6,6	8,4	2,3	3,3	—	7,9	4,9	0,5	4,9	57,7	42,3
4A.	49,54	2,61	15,91	5,70	5,95	0,10	5,07	8,43	3,73	0,16	0,19	2,61	—	100,00	127	24	43	23	10	0,03	0,45	—	1,0	32,6	27,1	—	6,2	2,7	3,5	6,6	8,4	2,6	3,7	—	8,3	5,1	0,5	—	60,6	39,4
5.	48,38	2,68	14,89	5,27	5,67	0,10	5,23	9,84	4,04	0,20	0,25	0,80	3,00	100,35	121	22	41	26	10	0,03	0,47	—	1,2	34,5	22,1	—	2,7	1,2	1,4	9,6	11,0	1,6	2,0	—	7,6	5,1	0,6	6,9	57,8	42,2
5A.	51,60	2,85	15,88	5,60	6,04	0,10	5,57	6,65	4,30	0,21	0,26	0,84	—	99,92	134	24	46	19	11	0,03	0,47	—	1,3	36,9	23,8	—	3,3	1,5	1,8	9,7	11,1	2,0	2,5	—	8,1	5,5	0,6	—	62,0	38,0
6.	43,16	1,45	15,70	5,55	4,99	0,12	6,24	12,70	3,33	0,84	0,20	2,74	3,50	100,52	97	21	40	31	8	0,14	0,52	—	5,1	21,5	26,1	4,0	6,1	2,9	3,1	—	—	9,1	10,5	—	8,0	2,8	0,5	8,2	56,8	43,2
6A.	46,56	1,56	16,91	5,97	5,37	0,12	6,72	9,23	3,51	0,90	0,21	2,94	—	100,00	108	23	44	23	9	0,14	0,52	—	5,5	22,5	28,7	4,5	7,2	3,5	3,6	—	—	4,7	11,1	—	8,7	3,1	0,5	—	61,3	38,7
7.	47,28	1,00	13,66	3,47	5,01	0,08	4,43	13,70	4,31	0,33	0,12	1,04	5,25	99,68	116	20	33	36	11	0,05	0,49	—	2,0	37,1	17,2	—	7,2	3,2	4,0	3,1	3,7	3,4	4,6	—	5,0	1,9	0,3	12,1	56,3	43,7
7A.	53,95	1,14	15,57	3,95	5,71	0,09	5,05	7,95	4,91	0,37	0,13	1,18	—	100,00	142	24	40	22	13	0,05	0,49	—	2,2	42,2	19,7	—	8,2	3,7	4,5	3,8	4,6	3,7	5,0	—	5,7	2,2	0,3	—	64,1	35,9
8.	54,72	2,10	14,68	2,75	6,30	0,13	3,00	7,07	3,95	0,45	0,20	3,43	1,75	100,53	170	27	37	23	13	0,07	0,38	10,6	2,7	34,5	21,7	—	0,7	0,3	0,5	7,4	12,8	—	—	—	4,0	4,1	0,5	4,1	69,5	30,5
8A.	56,38	2,17	15,17	2,84	6,51	0,13	3,09	5,43	4,08	0,46	0,20	3,54	—	100,00	180	29	39	19	14	0,07	0,38	10,4	2,8	35,9	22,6	—	1,7	0,6	1,1	7,4	12,7	—	—	—	4,1	4,3	0,5	—	71,7	28,3
9.	45,16	1,15	14,08	7,02	5,52	0,10	4,61	10,03	3,59	0,45	0,25	4,35	4,55	100,86	113	21	42	27	9	0,08	0,41	—	2,8	31,7	20,2	—	—	—	—	9,3	16,2	1,9	3,6	—	10,1	2,3	0,6	10,8	55,3	44,7
9A.	49,87	1,27	15,55	7,75	6,09	0,11	4,95	4,89	3,96	0,49	0,27	4,80	—	100,00	134	25	50	14	11	0,08	0,41	—	3,1	35,5	23,8	—	—	—	—	9,8	17,5	2,3	4,5	—	11,2	2,6	0,7	—	62,7	37,3

1. klorit-augitni dolerit; 2. klorit-augitni dijabaz; 3. ofitski spilit; 4. klorit-epidotski ofitski spilit; 5. epidot-klorit-augitni ofitski spilit; 6. epidot-klorit-augitni ofitski spilit; 7. ofitski spilit-keratofir; 8. ofitski spilit-keratofir; 9. kalcit-klorit afirski spilit (1—6 and 9 spilites; 7 and 8 spilite-keratophyres)

A — preračunate analize na 100% uz odstranjivanje CaCO<sub>3</sub> (recalculated analyses to 100 per cent by CaCO<sub>3</sub> subtraction).

vito su prisutni u manjoj količini odlomci stijena, najčešće rožnjaka, rjeđe vulkanita i kvarcita. Vrlo se rijetko zapaža tendencija aglomeriranja kvarcnih zrna kao rezultat rekristalizacionih procesa.

Matriks je znatno podređen u odnosu na detritarne sastojke. On je obično izgrađen od sitnozrnog kvarca i zamućenog glinovitog minerala koji je dosta često djelomično rekristalizirao u sericit (ili ilit).

Šejlovi se također dosta često susreću. Sivkasto obojeni šejlovi su izgrađeni pretežno od sitnolistićavog sericita s kojim se miješa malo klorita i opake organske supstance (?). U toj sitnolistićavoj masi plivaju podređenija detritarna zrna kvarca siltnih dimenzija. U rumenkastim šejlovima dolazi još i finodispergirani hematit, a u nekim uzorcima i manja količina kalcita.

Rožnjaci su količinski podređeniji od klastita. Struktura im je najčešće kriptokristalna, i tad su izgrađeni od zamućenog »mikritskog« kvarca. U nekim rožnjacima su zapaženi jasni rekristalizacioni efekti; iz mase zamućenog kriptokristalnog kvarca izdvajaju se gnjezdaste i nepravilne nakupine čistog mikrokristalnog kvarca. U masi stijene se obično izdvaja promjenljiva količina radiolarija koje su izgrađene od vlaknastog kalcedona.

Rožnjaci su rijetko kada čisti i često sadrže primjese rumenkastog hematita i zamućenog glinovitog minerala, a u nekim uzorcima oni dolaze kao sporedni ili čak i bitni sastojci, tako da se vrlo često susreću varijeteti hematitnih ili glinovitih ili hematitno-glinovitih rožnjaka. Vrlo se rijetko iz mase glinovitih minerala izdvajaju listići sericita i zrna kvarca alevritskih dimenzija. Neki rožnjaci su prožeti žilicama i gnjezdima sekundarnog kvarca.

Tufovi se susreću sasvim podređeno. Predstavljeni su vitrokristalnim varijetetima u kojima dolaze detritarni sastojci psamitskih dimenzija. To su fragmenti albita i kvarca, a zapažaju se i odlomci kvarc-kalcitnih mandula. Matriks obično dominira u odnosu na detritarne sastojke. On je redovito kriptokristalan i zamućen, a u njemu se izdvajaju sitni listići klorita, kvarc, feldspat (?) i leukoksen, nastali najvjerojatnije rekristalizacijom iz stakla.

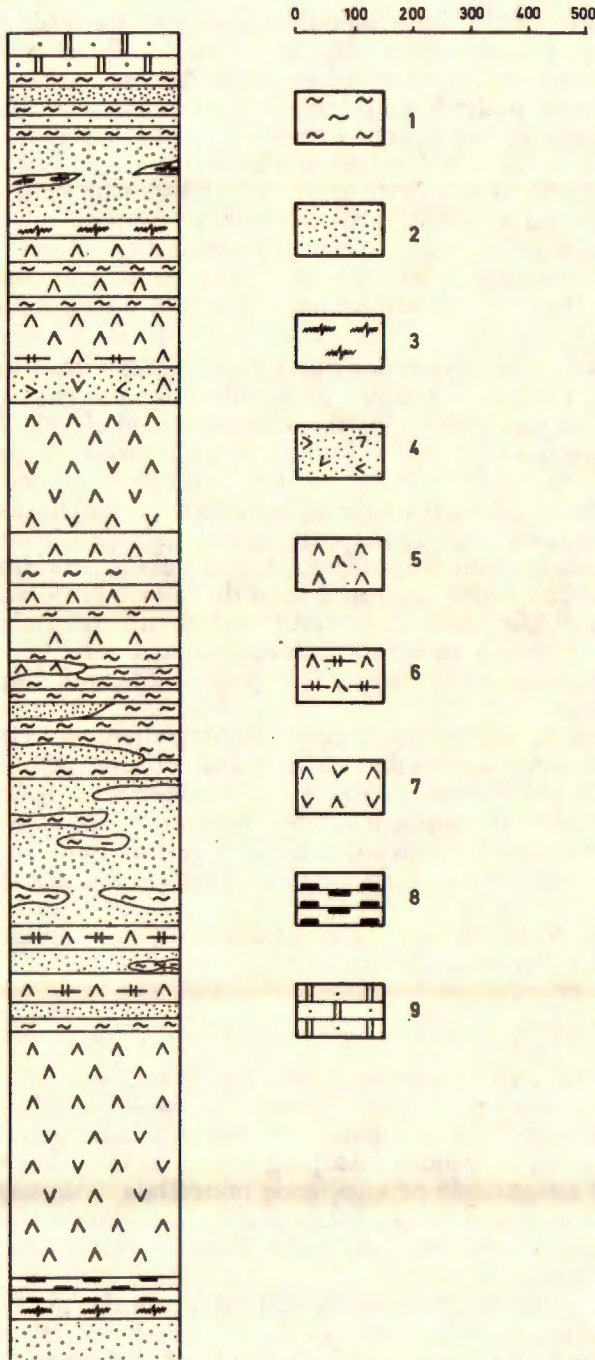
Tufovi, dakle, po svom sastavu odgovaraju okolnim spilitskim stijenama u kojima su i interstratificirani.

#### Unutrašnja građa vulkanogeno-sedimentne mase Jasenice

Unutrašnja građa vulkanogeno-sedimentne mase Jasenice je mnogo složenija negoli to pokazuje shematizirana geološka karta (slika 2). Stvarnu geološku građu najbolje nam ilustrira priloženi lokalni geološki stup (slika 4) koji je urađen na osnovi detaljnog snimanja i uzorkovanja i laboratorijske obrade sistematski prikupljenog materijala. Snimanjem i uzorkovanjem su obuhvaćena obadva tijela, manje niže i glavno više; prvo je sasvim homogeno dok je više veliko tijelo često interstratificirano s nekoliko paketa sedimentata.

Manja i niža spilitska masa uložena je u grauvaknim pješčenjacima, šejlovima s manje rožnjaka, i njena debljina iznosi oko 250 metara. U podinskim sedimentima izrazito prevladavaju klastiti, a u neposrednom kontaktnom području susreću se i rumenkasti rožnjaci.

Duž samog kontakta između podinskih sedimentata i nižeg spilitskog tijela nailazi se na metarsku zonu zelenih škriljavaca. Struktura zelenih

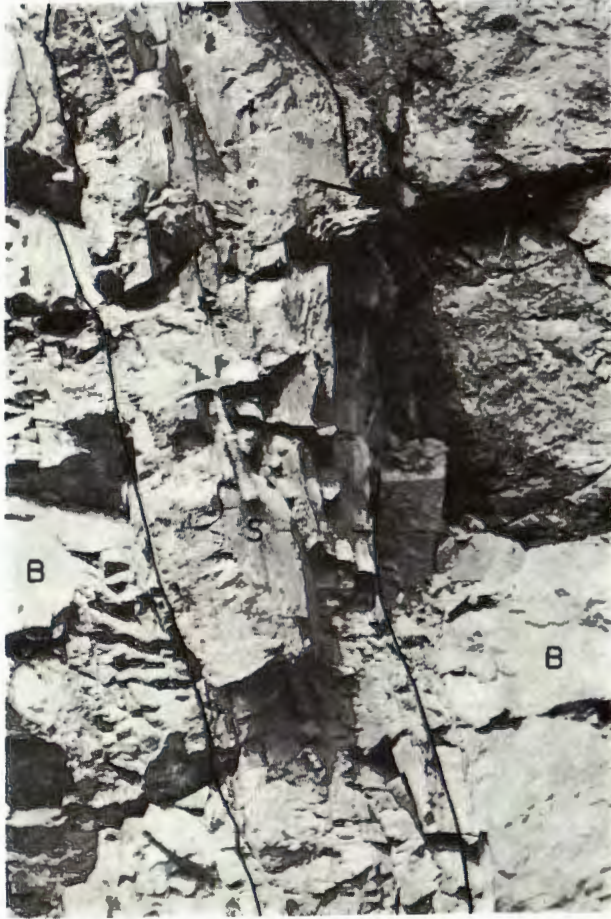


Slika 4. Lokalni geološki stup vulkanogeno-sedimentne mase Jasenice.

(Fig. 4. Geologic column of the Jasenica volcanic-sedimentary complex).

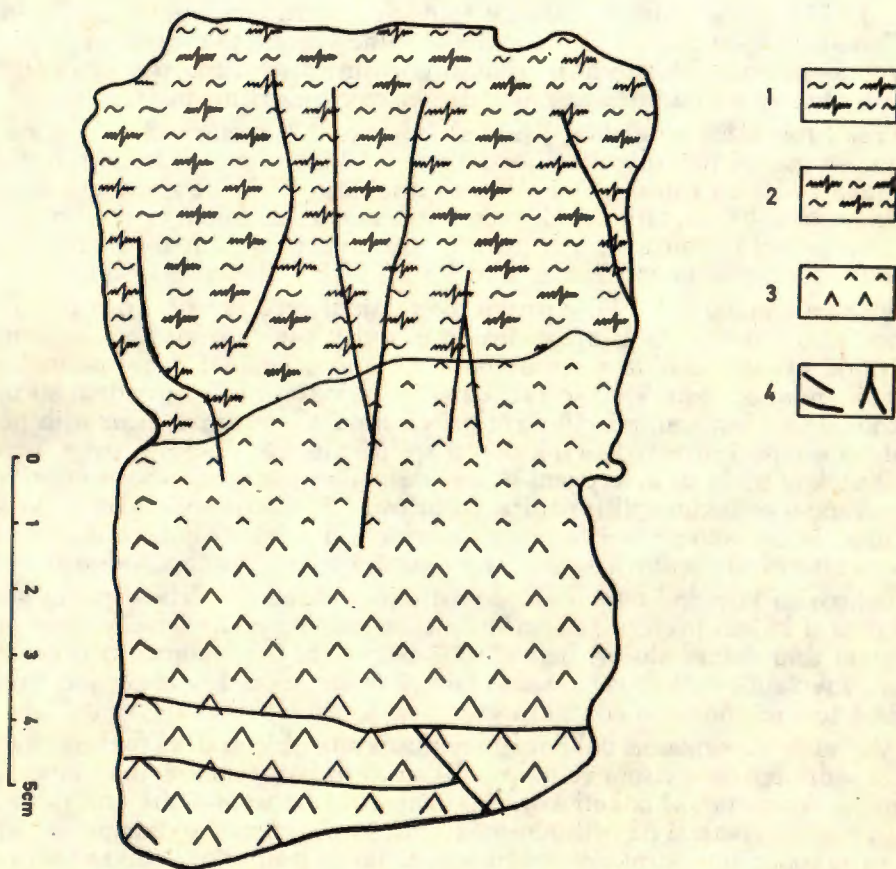
1—šejl (shale); 2—grauvakni pješčenjaci (graywacky sandstone); 3—radiolariti (radiolarite); 4—tufovi (tuff); 5—spiliti (spilite); 6—dijabazi (diabase); 7—spiliti s prijelazima u keratofire (spilite grading into keratophyre); 8—zeleni škriljavci (greenstone); 9—granatni amfibolit (garnet amphibolites).

*Pamić: Dijabaz spilitske stijene Jasenice*



**Slika 5. Interstratificirani paket sedimenata u donjim dijelovima višeg vulkanskog tijela.**

**(Fig. 5. Sediments interstratified within lower parts of the higher volcanic body).  
S — sedimenti (sediments); B — bazični vulkaniti (basic volcanics).**



Slika 6. Detalj sa slike 5 — kontakt sedimenata s podinskim spililitima; skicirano s fotografije.

(Fig. 6. A detail from the Fig. 5 — the contact between sediments and underlying spilites).

1 — silicijski šejlovi (siliceous shale); 2 — glinovito-hematitni rožnjaci (clayish-hematite chert); 3 — spiliti (spilite); 4 — žilice kvarca (quartz veinlets).

škriljavaca je granoblastična i reliktna porfiroblastična, a tekstura izrazito paralelna i ogleda se u folijaciji. Najveći dio stijene je izgrađen od zelenkastog i sitnolistićavog klorita, najvjerojatnije penina (ima indigoplave interferentne boje). U toj sitnolistićavoj masi dolaze zrna albita, nekad slabo milonitizirana, a podređeno i relikti kloritiziranog augita. U stijeni su još prisutni epidot, zamučeni leukoksen i malo gnjezdastih agregata kvarca. Direktni kontakt grinšista s podinskim sedimentima i krovinskim spililitima je pokriven, pa je njihov međusobni odnos nejasan. Vrlo je vjerojatno da grinšisti predstavljaju produkt endometamorfne promjene najnižih, prikontaktiranih dijelova dijabaz-spilitske mase.

U donjim dijelovima niže vulkanske mase pretežu porfirsko-ofitski spiliti s rijetkim prijelazima u keratofire. Kao utrusak dolazi samo augit, a

u osnovi štapićasti albit i sitni alotriomorfni augit. U najnižim dijelovima vulkanskog tijela nailazi se i na intersertalne varijetete u kojima je augit potpuno potisnut kloritom. U njenim gornjim dijelovima pretežu ofitski spiliti, dok su u vršnim zapaženi i afirski kalcit-kloritni spiliti.

Preko tog nižeg spilitskog tijela slijedi oko 170 metara debela zona u kojoj se nailazi na smjenjivanje dekametarskih paketa grauvaknih pješčenjaka i šejlova i uralitnih i albitnih dijabaza. Preko te zone leži kontinuirano oko 400 metara debeli paket sedimenata u kojem u donjim dijelovima pretežu grauvake, a u gornjim šejlovi. U vršnim dijelovima tog sedimentnog paketa zapažen je oko 1,5 m debeli sil augitnog dolerita.

Više vulkansko tijelo koje preko toga slijedi veće je i njegova debljina iznosi oko 700 metara. U njegovim donjim dijelovima se nailazi na izmjenjivanje ofitskih spilita i sedimenata (pretežno šejlovi) u potpuno konkordantnom odnosu. Središnji dijelovi vulkanskog tijela izgrađeni su pretežno od ofitskih spilita s rijetkim prijelazima u keratofire, a uz njih podređeno dolaze i afirski kalcit-kloritni spiliti. Gornji dijelovi ovog većeg vulkanskog tijela su heterogeni i tu se najprije nailazi na tufove in terstratificirane u ofitskim spilitim. Preko tufova leži manje spilitsko tijelo koje nadalje nejasno prelazi (teren je pokriven) u augitni dijabaz, dok preko njega alterniraju spiliti i šejlovi u potpuno konkordantnom odnosu.

U krovini više spilitske mase dolazi oko 200 metara debeo paket sedimenata u kojem pretežu grauvakni pješčenjaci uz podređene šejlove, a u samom dnu dolaze slojevi hematitnog rožnjaka. Ovi sedimenti predstavljaju završetak vulkanogeno-sedimentnog kompleksa Jasenice jer preko njih leže u tektonskom kontaktu granatski amfiboliti s eklogitima.

Važno je napomenuti da, pored spominjanih, obično dekametarskih paketa sedimenata, u višem velikom vulkanskom tijelu dolaze još i tanji, decimetarsko-metarski paketi koji se, s obzirom na upotrijebljeno mjerilo, nisu mogli prikazati na priloženom stupu. Ti decimetarsko-metarski paketi su također interstratificirani u spilitim u potpuno konkordantnom odnosu. Na slici 5 se vidi takav prosljak interstratificiran u donjim dijelovima višeg vulkanskog tijela. Debljina interstratificiranog paketa iznosi oko 80 cm; on je izgrađen u donjim dijelovima od rumenkastih glinovito-hematitnih radiolarita koji navise prelaze u vapnovite šejlove i laporovite vapence. Ovo konkordantno prosljavanje marinskih sedimenata sa spilitim dokazuje submarinski karakter vulkanizma.

Direktan kontakt interstratificiranih sedimenata i spilita detaljno je mikroskopski ispitivan, kako bi se utvrdio karakter samog kontakta. Detalj podinskog kontakta ilustrira slika 6. Spiliti iz podine pokazuju jasne promjene u veličini zrna; u neposrednom kontaktu veličina zrna iznosi 0,1—0,2 mm i idući od kontakta postepeno se povećava, da bi na udaljenosti od 7—8 cm od kontakta iznosila 0,7 mm. Spiliti u neposrednom kontaktu su potpuno nehomogeni: štapićasto-igličasti albiti su sasvim ispunjeni zamućenim sekundarnim mineralom izraženog reljefa (pumpelit?), a intersticijski augit je kloritiziran. Idući od kontakta naniže postepeno se smanjuje stupanj izmijenjenosti i na 7—8 cm udaljenosti od kontakta štapićasti albiti su gotovo potpuno svježi, bez ili s vrlo malo uklopaka sekundarnih minerala, a intersticijski augit je sasvim svjež.

Preko spilita direktno leži glinovito-hematitni rožnjak na kojem se ne zapažaju nikakvi znakovi kontaktno-metamorfni promjena. Karakter

kontakta je, dakle, sedimentacijski. Idući od kontakta naviše gradacijski se smanjuje količina kvarca i radiolarija i središnji dijelovi interstratificiranog paketa sedimentata su izgrađeni od silicijsko-hematitnog šejla. U gornjoj polovici sedimentnog paketa se počinje javljati kalcit i njegova se količina gradacijski povećava, tako da u kontaktu s krovinskim spililitima dolaze rumenkasti hematit-laporoviti vapnenci. Ovi posljednji su u direktnom kontaktu sa spililitima sasvim čisti i jasno rekristalizirani i prešli u sitnozrne mramore. Dakle, dok je podinski karakter kontakta sedimentacijski, dotle su u krovinskom kontaktu jasno izražene kontaktno-metamorfne promjene koje ukazuju na prelivni karakter kontakta.

Navedena faktografija upućuje na zaključak da se nakon submarinskog izljevanja i konsolidiranja podinskih spililita vršila relativna kratkotrajna radiolarijsko-pelitsko-karbonatna sedimentacija u stabilnim uvjetima nakon koje dolazi do naredne faze izljevanja i pri tome krovinske bazične lave u direktnom kontaktnom području mijenjaju vapnence u sitnozrne mramore.

#### DISKUSIJA

Već je ranije naglašeno (Pamić, 1981) da se dijabaz-spilitske stijene unutar ofiolitske zone Dinarida pojavljuju na tri različita načina:

(a) kao velika tijela u vršnim dijelovima sačuvanih ofiolitskih profila koji se mogu korelirati s profilima oceanske kore (geofizički slojevi 3 i 2) i gornjeg plašta u uvjetima recentnih oceana;

(b) kao tijela različitih dimenzija interstratificirana u sedimentima, kada se mogu uspoređivati s prelaznim dijelovima između geofizičkih slojeva 1 i 2 recentnih oceanskih područja,

c) kao fragmenti (obično manjih dimenzija) u dijelovima ofiolitskog kompleksa koji ima kaotičan karakter (tzv. »melanž«).

Iz naprijed prikazanih podataka proizlazi da dijabaz-spilitska masa Jasenice predstavlja tipičnog predstavnika druge (b) grupe. U konkretnom slučaju Jasenice, oba vulkanska tijela, manje niže, i veće više, uloženi su konkordantno u grauvaknim pješčenjacima, šejlovima i rožnjacima, s jedne strane, a isti ti sedimenti dolaze kao manji, obično metarsko-dekametarski paketi, interstratificirani unutar vulkanskih tijela, s druge strane. Pri tome je važno naglasiti da unutar vulkanogeno-sedimentne mase nisu zapaženi kaotični odnosi. Rezultati obrade jaseničke vulkanogeno-sedimentne mase, gdje nalazimo vulkanska tijela relativno većih dekakilo-metarskih dimenzija, pokazuju da je proslojavanje sedimentata i bazičnih vulkanita na malim razmacima (metarsko-dekametarska područja) karakteristično za vršne dijelove vulkanogeno-sedimentnog kompleksa. Isto to je zapaženo i na nekim drugim spilitskim masama interstratificiranim u sedimentima koje se javljaju u ofiolitskoj zoni Dinarida, kao npr. na južnom obodu ljubičkog peridotitskog masiva (Pamić, 1980).

Utvrdjivanje ovakvih neporemećenih vulkanogeno-sedimentnih kompleksa kao što je jasenički vrlo je važno za objašnjenje postojanja dijabaz-spilitskih stijena treće (c) grupe. Naime, kaotični, odnosno melanžni facijesi unutar ofiolitskih kompleksa, bez obzira na to da li oni predstavljaju olistostromske ili tektonijske tvorevine (Dimitrijević & Dimi-

trije vić, 1973), mogli su nastati samo iz već ranije postojećih masa vulkanogeno-sedimentnih jasieničkog tipa, naročito kada su u melanžu dijabaz-spiliti fragmenti uloženi u sedimentnom matriksu.

Geološki odnosi unutar mahnjačkog ofiolitskog kompleksa idu u prilog ranije iznesenom mišljenju (Pamić, 1977) da su grauvakni pješčenjaci i šejlovi s interstratificiranim bazičnim efuzivnim stijenama nastajali najvjerojatnije negdje u području kontinentalne padine i žlijeba (trench), dakle, u području konvergentnih oboda ploča. Naime, jugozapadno od mahnjačkog ofiolitskog kompleksa otkrivena je prostrana zona radiolarit-skih sedimenata koji su mogli nastati u uvjetima otvorenog oceana, odnosno u području između žlijeba i divergentnog oboda ploča.

U zaključnim razmatranjima treba dodati i problem geneze spilita, odnosno međusobnog odnosa dijabaza i spilita. Taj je problem u nas dosta detaljno razmatran, no ne i riješen, na brojnim primjerima trija-skih spilita (Pamić, 1982). Kako su jurski dijabaz-spiliti ofiolitskih kompleksa Dinarida relativno malo i nedovoljno istraživani, to je i geneza spilita malo razmatrana. U stvari, jedino je Majer (1975) iznio mišljenje da su albiti u spilitima ofiolitskog kompleksa Banije vjerojatno primarni minerali, tj. da su nastali direktnom kristalizacijom iz magme. Treba objektivno istaći da u najnovije vrijeme većina istraživača ofiolitskih kompleksa smatra da su spiliti nastali iz primarnih toleitnih bazalta kao produkt tzv. hidrotermalnog metamorfizma oceanskog dna (Coleman, 1977). Mada tom mišljenju »statističke većine« idu u prilog eksperimentiranja na interakciji morske vode i bazalta (Bischoff & Dickinson, 1975), sasvim sigurno da smo još jako daleko od definitivnog rješenja tog složenog problema.

U konkretnom slučaju jasieničkih spilita treba objektivno istaći da se ni u jednom izbrusku napravljenom od stotinjak sakupljenih uzoraka vulkanita nije naišlo na čvrste dokaze da su albiti spilita nastali albitizacijom bazičnih plagioklasa iz dijabaza, ili obrnuto, ni u jednom izbrusku bazalta nisu zapaženi tragovi albitizacije bazičnih plagioklasa. Jasno, s iznošenjem ove činjenice ne želi se osporiti mogućnost da su albiti mogli nastati na račun primarnih bazičnih plagioklasa.

Neke činjenice ukazuju da su albiti mogli nastati iz ranije obrazovanih bazičnih plagioklasa. U prvom redu treba naglasiti često prisustvo sitnih uklopaka pumpelita u kristalima albita. S druge strane, u vršnim dijelovima jasieničke vulkanogeno-sedimentne mase, gdje se često smjenjuju paketi sedimenata i bazičnih vulkanita, zapaženo je jedno dekametarsko tijelo vulkanita čiji su gornji dijelovi izgrađeni od spilita, a donji od dijabaza. Uzorkovanje nije dovoljno gusto obavljeno tako da se, u irrače dosta pokrivenom terenu, nije mogao uhvatiti prijelazni dio iz dijabaza u spilit. No, za genetska razmatranja je vrlo važna baš ta činjenica da su spiliti i dijabazi prisutni unutar geološki jedinstvenog dekametarskog izljevskog tijela. Upravo takva tijela u kojima dolaze zajedno spiliti i dijabazi trebala bi predstavljati objekt za detaljna proučavanja njihovih međusobnih genetskih odnosa.

Za genetska razmatranja je također važno podvući i prisustvo tufova spilitskog sastava, tj. s fragmentima albita. Ukoliko se prihvati pretpostavka da su albiti u spilitima nastali albitizacijom bazičnih plagioklasa iz dijabaza, onda bi to automatski značilo da i fragmenti albita u tufovima predstavljaju produkte albitizacije, tj. da su i tufovi albitizirani.

Konačno, smatramo da je posebno važno naglasiti činjenicu da niti u jednom od interstratificiranih paketa sedimenata nisu nađeni nikakovi znakovi albitizacije, čak niti u onim koji su uzimani na direktnom kontaktu s krovinskim ili podinskim vulkanitima. Detalj na slici 6 pokazuje da su i spiliti i interstratificirani sedimenti ispresijecani žilicama kvarca u kojima nigdje nije zapažen albit. To bi govorilo, sve ako se i prihvati mišljenje da su albiti nastali albitizacijom bazičnih plagioklasa, da nije bilo nikakvog privođenja natrijskih otopina izvana. Obrnuto, to dokazuje da se eventualna pretvorba bazičnog plagioklasa u albit morala odigrati u »zatvorenom sistemu«, tj. unutar pojedinačnih izljevnihi tijela, bez obzira na njihovu veličinu.

Smatramo da su navedene činjenice vrlo važne za donošenje konačnog suda o genezi albita u spilitima. No, svakako su one još uvijek nedovoljne da se u tom smislu mogu povući neki iole određeniji zaključci.

Primljeno 21. 6. 1982.

#### LITERATURA

- Bishoff, J. L., & F. W. Dickinson (1975): Seawater-basalt interaction at 200°C and 500 bars. *Earth and Plan. Sci. Lett.*, 25, 387—397.
- Coleman, R. G. (1977): *Ophiolites*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Dimitrijević, M. D., & M. N. Dimitrijević (1973): Olistostrome melange in the Yugoslavian Dinarides and late Mesozoic plate tectonics, *Jour Geol.*, 81, 328—340.
- Karamata, S., V. Majer and J. Pamić (1980): Ophiolites of Yugoslavia. In G. Rocci (Ed.) »Tethyan Ophiolites«, Sp. Issue *Ofioliti*, 1, 105—125.
- Katzer, F. (1906): Geologische Uebersichtskarte Bosnien und Hercegovina, Blatt: Sarajevo. Wien.
- Katzer, F. (1921): Geologische Uebersichtskarte Bosnien und Hercegovina, Blatt: Banjaluka. Wien.
- Kišpatić, M. (1897): Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni. *Rad JAZU*, 133, 95—231.
- MacDonald, G. A., & T. Katsura (1964): Chemical composition of Hawaiian lavas. *Jour. Petrol.*, 5, 82—133.
- Majer, V. (1962): Rezultati dosadašnjih novijih istraživanja u tzv. »serpentinskoj zoni« u Bosni između rijeka Vrbas i Bosne. Ref. V. Sav. geol. SFRJ, 20, 109—116, Beograd.
- Majer, V. (1975): Stijene »dijabaz-spilit-keratofirske asocije« u području Abec-Lasinja u Pokuplju i Baniji (Hrvatska, Jugoslavija). *Acta geol.*, 9, 137—158.
- Miyashiro, A. & F. Shido (1975): Tholeiitic and calc-alkalic series in relation to the behaviors of titanium, vanadium, chromium, and nickel. *Amer. Jour. Scie.*, 275, 265—277.
- Mojsisovičs, E., E. Tietze und A. Bittner (1880): Grundlinien der Geologie von Bosnien und der Herzegowina. Jahrb. Geol. Reichsan., Wien.
- Pamić, J. (1977): Variation in geothermometry and geobarometry of peridotite intrusions in the Dinaride Central Ophiolite zone, Yugoslavia. *Amer. Mineral.*, 62, 874—886.
- Pamić, J. (1978): Područje Borje i Mahnjače. U »Geologija BiH«, 4, 191—206, Sarajevo.
- Pamić, J. (1979): Ofiolitski kompleks Ljubića, Čavke i Snjegotine u Bosni. Geol. Macedonica, u štampi.
- Pamić, J. (1981): »Ofioliti i ofioliti« Dinarida. Jubil. simp. 20 godina LMGK, Bilten 3, 175—184, Beograd.
- Pamić, J. (1982): Trijaski magmatizam Dinarida. Poseb. izd. Nafta, 1—232, Zagreb.
- Pamić, J., O. Sunarić-Pamić, J. Olujčić i R. Antić (1977): Petrografija i petrologija krivajsko-konjuškog ofiolitskog kompleksa i njegove osnovne geološke karakteristike. *Acta geol.*, 9, 59—135.

- Pamić, J., O. Sunarić-Pamić i J. Olujić (1981): Tumač za OGK 1:100.000, list Teslić, Beograd.
- Pilar, D.J. (1879): Geološka opažanja u zapadnoj Bosni. *Rad JAZU*, 61, 1—68.
- Streckeisen, A. (1978): Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophires, carbonatites and melilitic rocks. *N. Jb. Miner., Abh.*, 134(1), 1—14.

### Diabase-spilite mas of Jasenica within the Mahnjača ophiolite complex in Bosnia (Yugoslavia)

J. Pamić

The Mahnjača ophiolite complex is situated between the ultramafic massifs of Borje to the west and Krivaja—Konjuh to the east in the middle parts of the Dinarides (Figure 1). The Mahnjača ophiolite complex comprises peridotites represented mostly by serpentized lherzolites, gabbros and diabases with spilites. They are accompanied with garnet amphibolites with subordinate eclogites. The ophiolites and amphibolites are surrounded by graywacky sandstones and shales (Figure 2). The age of the ophiolites and associated sediments is presumed to be Jurassic. Southwest of the ophiolites stretches a series of radiolarites which belongs mostly to the Jurassic and partially to the Triassic.

The Mahnjača ophiolite complex includes several diabase-spilite masses and the largest Jasenica one is situated western of the Mahnjača peak. It consists of two separated masses which are conformably inserted in graywacky sandstones and shales. On the other hand, spilite masses are interlayered with packets of the same sediments and no traces of any chaotic relations could be observed. This is a typical undisturbed volcanic-sedimentary complex.

Volcanic rocks of the complex are represented mostly by spilites grading in some places into keratophyres. Several textural varieties of the spilite can be distinguished. Ophitic spilites are most frequent, and the porphyritic, and aphyric ones are subordinate. All these varieties consist of albite and augite, and various secondary minerals. Diabases (ophitic basalts) are not as frequent as spilites; the former consists predominantly of calcic plagioclase and augite.

Chemical composition both of spilites and diabases is presented in Table 1. According to normative CIPW composition and Miyashiro & Shido's diagrams all these rocks show tholeiitic affinity (Figure 3).

The Jasenica volcanic-sedimentary complex is diagrammatically presented in a columnar section (Figure 4). A narrow zone of greenschists was found along the contact of the lower spilite mass being 250 m thick and the underlying sediments. The spilite body is overlain by a packet 170 m thick and it is characterized by alternating sediments and smaller diabase bodies.

The lower spilite body is separated from the upper one by a packet about 400 m thick which consists from graywacky sandstones grading upwards into shales. The upper spilite complex being about 700 m thick is more heterogeneous, and particularly its upper parts are characterized by alternating tuffs, shales and comparatively thinner lava flows. Some of the latter consist of spilite in upper parts and diabase in lower parts.

Extrusive diabase-spilite bodies occur in 3 different ways in the Dinaride ophiolite zone: (a) as caps in uppermost parts of normal and/or partially dismembered ophiolite sections (peridotite tectonites → cumulate gabbro and peridotite → sheeted complex → pillow lavas); (b) interstratified within sediments, and (c) as fragments in melangé facies of ophiolite complexes. The Jasenica diabase-spilite mass is a typical representative of the group (b).

The problem of albite genesis in spilites has not been studied in detail. Some facts point to a presumption that albite might have originated on account of primary calcic plagioclases by hydrothermal ocean-floor metamorphism.