

Geol. vjesnik	30/2	699—709	Zagreb, 1978
---------------	------	---------	--------------

552.3:551.76(161.16/17.45)

Mezozojski magmatizam unutrašnjih Dinarida (odnosno ofiolitne zone) u području Pokuplja i Banije u Hrvatskoj i njegovo petrološko i geološko značenje — prikaz i problemi

Vladimir MAJER

*Zavod za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju,
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta, Pierottijeva 6, YU—41000 Zagreb*

Prostor u kojemu sam zadnjih godina vršio intenzivna istraživanja obuhvaća Pokuplje i Baniju u Hrvatskoj između rijeka Kupe i Une, i Pastirevo u sjeverozapadnoj Bosni, koje se geografski neposredno nastavlja iz Banije prema jugoistoku preko rijeke Une prema Kozari, otprilike do linije Bosanska Gradiška—Prijedor. Nema dvojbe da je taj prostor geološki i petrološki veoma kompliciran, ali i značajan. Nasuprot tome značenju bio je taj prostor, pa još uvijek i jest, geološki i petrološki slabo istražen.

Kada sam poslije 1970. g. započeo intenzivna istraživanja petrološke građe i geneze osobito magmatskih, ali i metamornih i sedimentnih stijena u tome prostoru, jedini opsežniji petrografski rad bio je onaj Kišpatića iz 1899. g. o nastavku bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj. Neki podaci o magmatskim stijenama nalaze se zabilježeni u radovima Stura (1863), Tietzea (1871) i Pilara (1873). Nekoliko manjih radova iz novijeg doba potječu od Vragovića (1957), Majera (1960), te Raffaellija & Z. Magdalenića (1970). Dio sistematskih, još uvijek nezavršenih, istraživanja magmatskih stijena prikazan je u radovima Majera (1973, 1974a, b, 1975a, b, 1976), Tišljara (1973) te Majera & Tišljara (1973a, b).

Cinjenica da za to područje ne postoji Osnovna geološka karta dodatno otežava rad i genetsku analizu i zaključke o evoluciji magmatizma. Izrada nekih listova osnovne geološke karte Karlovac i Bosanski Novi tek je u početku. Nije mi, naravno, bilo vremenski moguće da vršim sistematska kartiranja, pa je načelo pri istraživanjima u ovoj osnovnoj fazi bilo da se posjete i ispituju sve poznate pojave ili registrirani lokaliteti magmatskih stijena. Na taj je način od Kupe do Pastireva, dijelom bar informativno, pregledano oko stotinjak različitih većih ili manjih pojava ili tijela, i sakupljen osnovni materijal. Do sada je mikroskopski pregledan i ispitan gotovo sav taj do sada sakupljen materijal i izrađeno oko 180 kvantitativnih kemijskih analiza magmatskih stijena i minerala u njima i oko 40 kvantitativnih kemijskih analiza metamornih stijena. U toku su i geo-

kemijska ispitivanja, osobito analize mikroelemenata, i analize minerala u stijenama mikrosondom i drugim analitičkim metodama. Time se ostvaruju svi uvjeti da uskoro ovo područje, odnosno magmatske i s njima povezane prateće metamorfne stijene, bude petrološki jedno od najkompletnije dokumentiranih u Jugoslaviji.

Petrološko i geotektonsko značenje ofiolitnih zona, odnosno »ofiolitnih« ili magmatsko-sedimentnih kompleksa, koji se i u svijetu i u nas katkada različito nazivlju, a o tome je ovdje riječ, ogromno je. Znatan dio nekadašnjeg međunarodnog programa »Projekt gornji omotač« (»Upper mantle project«), odnosno novog velikog projekta »Geodinamski projekt« (»Geodynamic project«), bio je i jest posvećen upravo, uvjetno da ih nazovemo, »ofiolitima«. Kažem uvjetno, jer je i taj termin u mnogom još sporan, odnosno različito se primjenjuje. Nema gotovo ni jednog broja bilo kojeg časopisa koji prikazuje rezultate petroloških, geokemijskih ili geotektonskih istraživanja, domaćeg ili stranog, u kojemu se ne bi nalazio koji članak o tome, o problemima ofiolita s najrazličitijom tematikom i sadržajem, često i veoma kompleksnim. Ti problemi, kako je poznato, bili su tretirani i na nekim našim skupovima, kongresima, simpozijima, a u Hrvatskoj su njima znatnim dijelom bile posvećene »Panel diskusija o pregibnoj zoni Unutrašnjih Dinarida« 1974, i II znanstveni skup Znanstvenog savjeta za naftu JAZU 1975. g. Toj je temi dalje npr. bio posvećen i poseban međunarodni simpozij u Moskvi 1973, zatim poznata Penrose konferencija 1972. u USA, a i mnogi drugi. Rješavanju problema ofiolita posvećen je i jedan od najvećih projekata internacionalnog geološkog korelacionog programa (IGCP) UNESCO-a, u okviru kojega je i u Jugoslaviji formirana posebna radna grupa.

Iz svih do sada poznatih materijala jasno proizlazi da je znatan dio problematike ofiolita, geotektonski, petrološki, geokemijski sporan, odnosno da gotovo o svim brojnim problemima postoje različita mišljenja, ponekad posve suprotna, pa se katkada o tome, u inozemstvu i u nas, vode žestoke polemike. Literatura koju sam pregledao, konzultirao ili proučio u vezi s ofiolitima obuhvaća preko hiljadu naslova i, naravski, iz tehničkih razloga, nije je moguće navoditi, ali je, jamačno, svi oni koje problem ofiolita imalo zanima bar donekle poznaju.

Ima tako, npr., mišljenja da ofioliti dolaze isključivo u jednoj geološkoj jedinici ili stijenskom kompleksu koji bi bio ofiolitni melanž olistostromskog tipa ili geneze (npr. Dimitrijević, 1973, 1975). U drugu grupu idu mišljenja o ofiolitima kao tektonskom melanžu različite građe i sastava. Niz autora zastupa mišljenje i interpretiraju ofiolite kao komplekse u kojima dominiraju navlačne strukture (Brookfield, 1977). Daljnju grupu mišljenja tvore ona kojima se ofioliti tumače kao autohtoni kompleksi, odnosno klasične magmatsko(vulkanogeno)-sedimentne serije ili »formacije« (poput tzv. »dijabaz-rožnjačke formacije«) koje su se razvijale u geosinklinalnom prostoru (Čirić, 1975; Pamić, 1969).

Osim geotektonskog karaktera, i starost ofiolitnih kompleksa je sporna, pa i unutar istih prostora odnosno geografskih regija, što vrijedi i za nas u Jugoslaviji, na Balkanu i cijelom Mediteranu ili Bliskom Istoku, ali i za analogne komplekse u svijetu, npr. u Iranu, Dalekom Istoku odnosno Pacifiku, u USA, itd.

Tako npr. pretežan dio autora smatra ofiolite orogenih zona u Mediteranu jurskim, ali ima mišljenja o samo trijaskoj, samo krednoj, pa i miješanoj starosti, odnosno da se proteže kroz više geoloških perioda, ili pak da postoje, unutar mezozoika, dvije ili čak tri odvojene ili različite magmatsko-sedimentne »formacije«, odnosno kompleksa. Dodamo li tome da se, osobito u posljednje vrijeme, na osnovi nove globalne tektonike ploča u mnogočemu mijenja slika geotektonske situacije i evolucije, kao i činjenicu da se, u novije vrijeme, mogu čitati brojni radovi ili čiti izlaganja u kojima se mijenja klasična slika o geotektonskoj građi Jugoslavije i posebno Dinarida, o različitim podjelama na pojedine tektonske jedinice, dobit ćemo sliku o kompleksnoj geološkoj i općoj problematici ofiolita (Grubić, 1974; Sikošek & Vukašinić, 1975; Karamata, 1975).

Ne manje razlike postoje u interpretaciji petrografske građe, geneze, porijekla, evolucije i definitivnog smještaja, položaja i odnosa magmatskih ofiolitnih masa, odnosno tijela i njihovih asocijacija. Jednu grupu čine mišljenja da su to cjelovite sukcesije jednog jedinstvenog akta od ultramafita do najkiselijih stijena (npr. plagiogranita) i tipičnih vulkanita (npr. pillow-lava). Dio autora razdvaja ofiolitne magmatske stijene na genetski različite grupe ili asocijacije, a za iste ili analogne asocijacije u različitim područjima daju se i različite geneze. Znatno dio, svakako većina, autora smatra da se ofiolitni kompleksi razvijaju u oceanskim grebenima, i u skladu s teorijom o kontinuiranom širenju oceanskog dna, bočno transportiraju sve do suturnih granica s kontinentalnim rubovima i tamo u zoni subdukcije/obdukcije transformiraju u ofiolitni olistostromski ili tektonski melanž. Ili oni nastaju, bar dijelom, u korijenskim zonama otočnih lukova ili u međulučnim bazenima. Sporna je, zatim, geneza ultramafita odnosno peridotita s pratećim stijenama, piroksenitima, granatskim piroksenitima (»eklogitima«) i amfibolitima odnosno hornblenditima, pa zatim geneza bazita, posebno spilita, i keratofira. Ima mišljenja da se metamorfizam, odnosno metamorfne stijene koje se javljaju u ili uz ofiolitne zone, razvija već u oceanskom grebenu. Na temelju mikroelemenata i sadržaja izotopa različito se tumači evolucija i geneza odnosno porijeklo magmatskih stijena ili grupa, pa zatim i procesi serpentinizacije. Da ne duljim, otvorenih problema ima mnogo.

Zadržimo se sada, nakon ovog općenitog uvoda o problemima ofiolita, na ofiolitnoj zoni u Baniji i problemima koji su do sada uočeni ili se mogu postavljati u vezi s dosadašnjim rezultatima istraživanja.

O geotektonskoj rajonizaciji Jugoslavije, pa i Dinarida, a tome prostoru pripada i Banija, nema jedinstvenog kriterija pa ni interpretacija prema kojima bi se odredile jedinice istih kategorija. Prema različitim autorima i prostor Banije se različito interpretira kao jedna jedinstvena »dijabaz-rožnjačka formacija« mezozoika, zatim kao prostor gdje se klinasto spajaju dvije pa čak i tri tektonske jedinice ili zone eruptivno-sedimentnih kompleksa, kojima se daju nazivi kao ofiolitni kompleks ili melanž vardarske zone, vardarsko-savske zone, ili centralne ofiolitne zone. Sakupimo li, dakle, sve podatke iz naše literature, mogli bi imati u Jugoslaviji, pa i u Baniji, tri magmatsko-sedimentna kompleksa (srednjotrijaski, jurski i kredni). Za postojanje krednih ofiolita kao argument dijelom služe i

stajališta da postoje kredni ofioliti u Samoborskoj gori, Zagrebačkoj gori i Ivanščici (Herak, 1956, 1960; Crnković, 1963), i u sjevernoj Bosni. Nastavak ovih ofiolitnih kompleksa prema sjeverozapadu prekinut je poprečnim (zagrebačkim) rasjedom. Navode se i indicije da dio područja u sjevernoj Bosni od Tuzle na zapad ima karakteristike otočnog luka. Lokalno prostor Banije karakteriziraju uzdužni i poprečni razlomi i blokvska građa (Oluić, 1975).

Da li je sve to moguće, i kako, primijeniti u Baniji, odnosno što se od toga može primijeniti na Baniju, ostaje da se istražuje. To svakako nije lak zadatak, s obzirom i na činjenicu da je ofiolitna zona, odnosno mezozojski magmatsko-sedimentni kompleks Banije, sužen između paleozojsko-trijaske zone Unutrašnjih Dinarida na jugozapadu i Panonskog bazena na sjeveroistoku. Cijela se stvar dodatno komplicira činjenicom da je to sjeverozapadni završetak ofiolitne zone Dinarida, presječen približno na liniji rijeke Kupe. Šta je s nastavkom u Sloveniji i kakav je njegov odnos prema analognim asocijacijama u Hrvatskom Zagorju i Sloveniji?

Stijenski mezozojski magmatsko-sedimentni kompleks ofiolitne zone u Baniji izgrađen je, kao uostalom svuda u Jugoslaviji, pretežno od sedimentnih stijena, i to daleko najviše od klastičnih sedimenata. Nema sumnje da je točno poznavanje sedimentne građe, vrsta stijena i njihove količine ili udjela, pa i njihovih strukturno-mineraloških karakteristika, od bitnog značenja, ali o svemu tome ima premalo radova. Poznato nam je da glavnu masu sedimenata čine šejlovi i pješčenjaci subgrauvakno-grauvknog tipa, manje ima čertova ili rožnaca, vrlo malo lapora i vapnenaca, a ponegdje i manganom bogatih oligonitskih kemogenih ili drugih sedimenata. Ali o njihovim sekvencijama, o pravoj količini, odnosima, karakteristikama, mineraloškom sadržaju, nema većih sistematskih radova, već su oni najčešće sumarno-preglednog karaktera, popraćeni shematiziranim profilima. Ne treba posebno ni isticati važnost i značenje dovoljne dokumentacije o sedimentima kao glavnim stijenama ofiolitnih kompleksa za njihovu pravilnu interpretaciju. A mi danas još ne znamo ni koliki je količinski omjer sedimenata i magmatita u ofiolitnoj zoni, kao ni prisutnost metamorfita, koji svi zajedno sudjeluju u građi ofiolitne zone, kompleksa ili »melanža«. Zadnja istraživanja sedimenata, odnosno jurskih naslaga u Baniji, obavili su i prikazali Šimunić & Šparica (1975) i njihovu genezu protumačili kao ofiolitni melanž.

Među magmatskim stijenama Banije, Pokuplja i Pastireva možemo razlikovati dvije grupe:

Jednu grupu čini ultramafitski kompleks (Majer, 1975a, b). Glavni dio u njemu čine peridotiti, zastupljeni pretežno lercolitom, te nešto pratećih stijena, piroksenita, granatskih piroksenita i amfibolita odnosno hornblendita. Drugu grupu čine stijene »dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije«. Među njima najčešći su spiliti različitih tekstura i struktura i mineralnog sastava, zatim hipoabisalni oligoklas-andezin amfibolski dijabazi, plagiograniti, granofiri, keratofiri i kvarckeratofiri.

Mi bismo se prvo, s tim u vezi, morali zapitati da li te magmatske stijene pripadaju »ofiolitnoj sekvenciji« ili »ofiolitima«. Iz radova i prikaza na citiranim međunarodnim skupovima o ofiolitima u Moskvi i Penrose konferenciji (»field meeting«) u USA, ali i iz brojnih drugih radova i pri-

kaza, trebalo bi prihvatiti ili pretpostaviti da tipična ofiolitna sekvencija počinje u bazi s ultramafitima, i to uglavnom peridotitom harzburgitskog tipa tektonitske strukture, pa preko kumulus peridotita, kao što su npr. verlitski peridotiti i feldspatski peridotiti, zatim gabroidnih stijena dijabaza i »žilnog kompleksa« (»sheeted dike complex«) do tipičnih efuziva odnosno pillow-lava, među kojima su i spiliti, a u nekima čak i granofirski i plagiogranitni leukokratski diferencijati. Keratofiri i kvarceratofiri nisu tipični članovi ofiolitnih sekvencija. Mi doista u Baniji imamo gotovo sve ovdje navedene tipove stijena, odnosno članova sekvencija, ali nigdje kao cjelovitu sekvenciju već isključivo kao izolirane mase pojedinih stijena, i to, koliko bar do sada znamo, raspoređene bez ikakvih pravilnosti, premda se zapažaju neka grupiranja. Da li je to razbijena ofiolitna sekvencija izmiješana bez ikakva reda? Uostalom, takvih kompletnih sekvencija gotovo i nema na svijetu, pa niti igdje u Jugoslaviji, već samo njihovih dijelova, i to često s veoma reduciranim udjelom pojedinih dijelova, odnosno članova u sekvenciji.

No, i ako bismo prihvatili da se radi o ofiolitnoj sekvenciji, postoji s time u vezi niz problema. U tipičnim ofiolitnim sekvencijama u bazi se nalaze obično harzburgitski peridotit s piroksenima s nižim sadržajem aluminija. Peridotiti Banije su gotovo bez iznimke lercoliti izrazite tektonitske odnosno kataklazitne strukture i sa piroksenima s visokim sadržajem aluminija. Takvi lercoliti gotovo su identični onima koji se javljaju npr. u kontinentalnim dijelovima Evrope, u zapadnoj i centralnoj Evropi uključeni u kristalinske komplekse, i prema kategorizaciji Nicolasa & Jacksóna (1972) odgovaraju neofiolitnim ultramafitima »zapadno-mediteranskog tipa«. Takvi peridotiti ne bi nastajali u oceanskim grebenima s visokim toplinskim gradijentom i tokom, već potječu iz nižih dijelova odnosno dubljih dijelova i nivoa u gornjem omotaču nego ofiolitni peridotiti »istočno-mediteranskog tipa«. Ovaj, dakle, problem uključuje u sebi i pitanje porijekla i geneze peridotita, mehanizam njegova dizanja i smještaja u gornje dijelove litosfere i u koru, koji bi mogao i morao biti različit od onoga u ofiolitnim sekvencijama. Nema, nažalost, prostora da se ovo pitanje detaljnije razmatra, ali je sigurno da peridotiti Banije nemaju one tipične karakteristike ofiolitnih sekvencija koji bi se trebali razvijati u oceanskim grebenima. Na taj se problem nadovezuje dalje i izvanredno kompliciran problem pratećih stijena, piroksenita, granatnih piroksenita (eklogita) i amfibolskih stijena. Ove bi stijene mogle predstavljati diferencijate i kristalizate alkalijsko-bazičnog karaktera (dakle različitog kemizma od bazita oceanske kore), čije su se taljevine formirale parcijalnim taljenjem (možda uz kontinuirane, ali i uz polifazne ili kompleksne etape, sukcesivne ekstrakcije i separacije, te različite transformacije) pirolitno-peridotitnog supstrata u omotaču. Ni takvih stijena u »tipičnim ofiolitnim sekvencijama« uopće nema i one su većinom nađene kao anklave u kimberlitima ili alkalno-bazaltnim stijenama.

Ukupno se iz ovoga nameće pitanje da li su stijene ultramafitne grupe nastale u oceanskom grebenu formirajući oceansku koru ofiolitnog tipa, analogno kako se to danas zbiva u oceanskim grebenima, ili negdje drugdje i uz drugačiji mehanizam geneze, evolucije i smještaja. Moje je mi-

šljenje, bar za sada, da ne postoji dovoljno argumenata za jednostavnu identifikaciju, odnosno da su procesi formiranja morali u značajnoj mjeri biti različiti.

Naredni problemi odnose se na drugu grupu stijena, odnosno na stijene »dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije«. Pri tome se ne mislim uopće zadržavati na jednom općem, još neriješenom problemu petrogeneze, naime na pitanju geneze spilita odnosno bazičnih alkalijskih stijena s albitom, čija se geneza, kako znamo, različito tumači, premda i taj problem nije bez značenja i utjecaja na opći problem ofiolitne zone u Baniji. Na problem geneze spilita nadovezuje se odmah i problem geneze keratofira, a samo površno razmatranje ovog kompleksnog problema zahtijeva zasebno izlaganje.

Sve stijene ove asocijacije u Baniji su gotovo bez izuzetka efuzivne, s tipičnim efuzivnim teksturama i strukturama, a manjim dijelom hipoabizalne. Pravih plutonskih članova praktički nema. To opet ne odgovara »normalnoj« ofiolitnoj sekvenci. Dalje, kada se usporede vrste stijena, njihov udio i petrokemijske provincijalne karakteristike, s onima koji se danas stvaraju na oceanskim grebenima, i koji su uvelike poslužili kod formiranja »modela« u ofiolitima, vidi se upadljiva razlika. Daleko dominantne stijene današnjih oceanskih grebena, gdje se formira kora oceanskog tipa, su tzv. abizalni toleiti ili općenito stijene toleitskog kemizma, pri čemu spilita i keratofira gotovo i nema. Ili su, dakle, ove stijene nastale na drugom mjestu i uz druge procese i porijeklo, ili su pak karakteristike i mehanizam evolucije jurskog magmatizma i onog današnjeg na oceanskim grebenima različite, što je sve opet od dalekosežnog značenja. Kemijski karakter ove mezozojske asocijacije u Baniji, preliminarno ocijenjen (budući da je izrada sintetske studije u toku) je naglašeno alkalijskog (natrijskog) karaktera, odgovara tipovima alkalijskih bazičnih magmi i prelaznim tipovima subalkalijskih magmi s visokim sadržajem alumina, što se oštro razlikuje od toleitskih magmi. To je npr. navelo veoma istaknutog istraživača pacifičkog magmatizma i magmatizma oceanskih grebena A. Miyashira (1973a) da analizira i uspoređi provincijalne karakteristike nekih područja, kao što je npr. Troodos na Cipru, čije ofiolitne komplekse svi ostali autori (npr. Moores & Vine, 1971, i dr.) aksiomski i neprikosnoveno smatraju jednim od najtipičnijih modela ofiolitne kore, odnosno magmatskih sekvenci oceanskih grebena, i došao do zaključka da njihov kemizam i karakteristike odgovaraju stijenama otočnih lukova. Do sličnih su zaključaka došli istaknuti istraživači Franciskane formacije i Coast Range ofiolita u Kaliforniji, Bailey & Blake (1974), koji su također, na temelju karakteristika asocijacije magmatskih stijena, došli do zaključka da su njihove karakteristike veoma srodne s onim stijenama u međulučnim oceanskim bazenima ili čak u korijenskim (»root«) zonama otočnih lukova. Pa i veoma istaknuti poznavalac geologije ofiolita u Mediteranu i »melanža« Kalifornije, J. Maxwell (1973, 1974), ukazao je na niz nedostataka kod tumačenja geneze ofiolita isključivo u oceanskim grebenima.

Moj je zaključak da danas, ili za sada, još nije moguće dati sasvim siguran odgovor gdje su nastali ofioliti Banije. Uz izvjesne modifikacije to vrijedi i za širi prostor Dinarida.

Treći problem leži u usporedbi starosti magmatita i okolnih sedimenata u kojima su oni uloženi. Pretpostavimo li, naime, ipak model stvaranja ofiolita u oceanskim grebenima, onda to dalje pretpostavlja njihov geološki dugi bočni transport kao ploče oceanskog dna sve do područja sutura sa rubom kontinenta, do zone subdukcije i obdukcije, i razbijanje te ploče s ofiolitnom sekvencom u dijelove i uklapanje tih dijelova olistostromsko-tektonskim mehanizmom u kaotični ofiolitni melanž. Mora se pretpostaviti da između vremena stvaranja magmatskih stijena ofiolita u centrima oceanskih grebena i okolnih sedimenata u današnjem »melanžu« mora postojati znatna vremenska razlika (premda ima sedimenata i na bokovima grebena), i to približno jednaka trajanju transporta od grebena do zone subdukcije, odnosno stvaranja melanža. Da li to znači, ako su sedimenti i melanž stvarani u juri da su magmatske stijene stvarno starije? Ili je melanž mlađi? Tu, mislim, moglo bi pomoći određivanje apsolutne starosti stijena, i to bi trebalo izvršiti, radi sigurnih zaključivanja.

Delaloy & al. (1976) ispitujući apsolutnu starosti sličnih ofiolitnih stijena u Kizil Dagu, u graničnom području Sirije i Turske, dobili su za različite magmatske stijene različite vrijednosti starosti, i to od blizu 150 mil. godina do 90 mil. godina za jednu grupu, i od 45 do 70 mil. godina za drugu grupu.

Očito i u pitanju starosti stijena treba biti veoma oprezan.

I na kraju, u vezi s magmatskim stijenama još jedan problem. Prema dosadašnjem saznanju, u mezozoiku Dinarida postojala bi tri odvojena magmatizma: prvi, najstariji, srednjotrijaski (npr. u Sloveniji, Crnoj Gori, jugoistočnoj i južnoj Bosni, u Hrvatskoj u Dalmaciji), koji pretežno, osim u Dalmaciji i jugozapadnoj Bosni, ima dominantno keratofirski, neutralni do kiseli, karakter. Drugi, jurski, kojemu bi pripadala većina ofiolita, i kojemu pripadaju ultramafiti i s njima povezani mlađi dijabazi, »doleriti«, spiliti, i na kraju jedan, treći, kredni. Kako sve to dovesti u sklad na jednom tako malom prostoru kakav je Banija? I koje su starosti keratofiri i kvarckeratofiri, koji se zajedno s plagiogranitima i granofirima nalaze kao glavne stijene na sekundarnom mjestu, kao valutice u tercijskim konglomeratima u prostoru između Petrinje i Zrina (Šebečić, 1971), a kojih, osim izuzetaka ili vrlo rijetkih nalaza, na primarnim nalazištima gotovo i nema? Odakle oni potječu i da li su oni možda trijaski ili pak mlađi od jurskih ofiolita? Ako su trijaski, kako to da su baš oni erodijom skinuti i preneseni? I može li se uopće misliti da je u Baniji bio magmatizam aktivan od trijasa do krede? Kakav je odnos prema keratofirima u Sloveniji, Medvednici i Slavoniji?

Svi ovi problemi, koji su istovremeno i petrološki i geološki, značajni su u rješavanju i interpretaciji i ispravnom tumačenju geološke evolucije u ovom području sjeverozapadnih Unutrašnjih Dinarida.

U zadnje vrijeme otkrivene su u Baniji, u prostoru između Gvozdanskog i Klasnića, metamorfne stijene u okviru ofiolitne zone (Raffaelli & Magdalenić, 1970; Majer, 1974a; Majer & Winkler, 1976). Pored amfibolita, koji možda predstavljaju i metamorfozirane dijelove oceanskih bazita, tu su zastupljeni različiti varijeteti tinčevih škriljaca i gnajseva bez ili sa kordieritom, andaluzitom, staurolitom, fibrolitom od-

nosno silimanitom, granatom, i po nekima i sa distenom, kao i niz drugih različitih stijena nastalih metamorfozom karbonatnih ili karbonatno-glinovitih sedimenata, kao što su npr. piroksen-amfibol-granatne stijene, skarni, mramori sa silikatima, itd. Na prvi pogled, svi petrolozi koji su vidjeli ove stijene na izgled su ih odredili kao kontaktolite, kontaktno-metamorfne stijene nastale metamorfozom visokoaluminijjskih pelita i dijelom karbonatno-glinovitih sedimenata i bazičnih stijena. Izrada detaljnije petrografije tih metamorfnih stijena je u toku, ali je utvrđeno, prema postojećim paragenezama, da se radi o metamorfnim stijenama umjerenog pritiska i srednje do visoke temperature.

Nalaz ovih metamorfnih stijena i njihov položaj u odnosu na magmatite, posebno ultramafite, u ofiolitskoj zoni je od dalekosežnog značenja, a sama njihova pojava u okviru jedne pretežno sedimentne geološke jedinice neobična i zagonetna. Jer, u ofiolitnoj zoni Banije nalazimo na uskom prostoru zajedno ili čak u neposrednom dodiru nepromijenjene sedimente, zatim efuzivne i hipoabisalne magmatske stijene te konačno ultramafite s pratećim stijenama koje potječu iz gornjeg omotača i metamorfne stijene. Ako bi te metamorfne stijene bile kontaktoliti, onda su one od odlučnog značenja za analizu stanja alpinotipnih ultramafitskih masa ili tijela u toku njihovog utiskivanja u litosferu i za određivanje njihove starosti. Jedna od alternativa je, zatim, da se radi o dijelovima nekog dubljeg metamorfnog kompleksa kroz kojeg su prodirale čvrste mase ultramafita, otkidale iz tog metamorfnog kompleksa pojedine dijelove, koji su zatim, zajedno s tim ultramafitskim tijelima, dovučeni u gotovo iste nivoe i položaje, i ostali s njima bilo u neposrednoj vezi i dodiru ili u njihovoj blizini. Sve je to moglo u toku naknadnih tektonskih faza biti manje ili više poremećeno. Mehanizam ovakvog modela nije baš jednostavno tumačiti, a gotovo je nemoguće dovesti ga u sklad s genezom i evolucijom ofiolitnih sekvencija na oceanskim grebenima. Tamo jednostavno takvih metamorfita nema.

Ovaj problem nije samo lokalnog, banijskog, značenja, on je mnogo širi, od značenja za cijelu Jugoslaviju, pa i cijeli istočni Mediteran, gdje se javljaju tzv. alpinotipni ultramafiti, odnosno ofioliti alpinotipnih orogena. Slične su stijene, koliko do sada znademo, nađene na više drugih mjesta, npr. u blizini ultramafitnih masiva u Bosni, na Zlatiboru, u Brezovici na Šar planini. U bazi peridotitnih tijela Brezovice otkrili su nedavno W. Schreyer & al. (1975, 1977), pored rijetkih stijena piemontitskih i drugih škriljaca, i krajnje rijetki mineral huviit (drugo nalazište na svijetu), kao i metamorfite sa mineralnim paragenezama visokog pritiska i tumačili ih da su dovedeni iz dubljih nivoa zajedno s ultramafitima. Svakako, pojava ovih metamorfnih stijena razmjerno visokog stupnja metamorfizma ima regionalno značenje.

Prema preliminarnim podacima, na više mjesta u ofiolitnoj zoni Jugoslavije, uključivši i Brezovicu, nađeni su škriljci s glaukofanom, što bi jednoznačno upućivalo na postojanje metamorfizma visokog pritiska i niske temperature. Ako je to tako, onda bi uz činjenicu da se u ofiolitnoj zoni javljaju uz ultramafite i stijene s andaluzitom i kordieritom (parageneza karakterističnija za metamorfizam više temperature i nižeg pritiska) imali neki analog ili ekvivalent onoga što je Miyashiro (1973b)

ustanovio u Japanu, naime tzv. »metamorfni par« (»metamorphic pair belt«), tj. dva paralelna metamorfna pojasa, jedan karakteriziran uvjetima niskog tlaka i visoke temperature, i drugi, karakteriziran uvjetima visokog tlaka i niske temperature.

Gotovo identične metamorfne stijene onima u Baniji nedavno je našla grupa istraživača iz Braunschweiga (Seidel & al., 1976) u bazi ultramafita na Kreti i identificirala određivanjem apsolutne starosti da se je zadnji metamorfizam zbio u kredi. Da li bi to moglo biti identično i ovdje u nas? Ako jest, onda će to imati značajan utjecaj na stvaranje modela geološke evolucije ofiolitne zone u Baniji, pa i u širem prostoru, o prostoru, mehanizmu i vremenu toga zbivanja, i olakšati komparativne analize ofiolita.

Iznio sam ovdje kakva je brojna i kompleksna problematika koja se javlja u vezi s rezultatima istraživanja ofiolita u Baniji. Ona je gotovo identična i za cijelu Jugoslaviju. Njeno rješenje leži u jednom kompleksnom radu, od petrologa i geokemičara do geologa i geofizičara, primjenjujući dakako i one metodike koje daju rezultate od apsolutne vrijednosti. Ovdje posebno ističem potrebu određivanja apsolutne starosti stijena, i to svih, i magmatskih i metamorfnih i sedimentnih, zatim određivanje kemizma minerala i stijena, uključivši i mikroelemente (ili elemente u tragovima) i izotope, posebno neke »kritične« elemente, i daleko suptilnije analize sklopa stijena i tektonike.

Pretežni dio istraživanja u Baniji financiran je sredstvima bivšeg Republičkog fonda za naučni rad i nastavljen sada sredstvima Republičke zajednice za znanstveni rad, na čemu se ovdje rado zahvaljujem. Rukopis ovoga prikaza pročitali su prof. dr S. Karamata, dop. član SANU, akademik M. Herak i akademik L. Marić i dali mi svoje mišljenje i sugestije za dopune ili ispravke. Neke od njih sam i prihvatio. Srdačna im hvala na tome.

LITERATURA

- Bailey, E. H. & Blake, M. C. jr. (1974): Major chemical characteristics of mesozoic Coast Range ophiolite in California. — *Jour. Res. U. S. Geol. Survey*, 2/6, 637—656.
- Brookfield, M. E. (1977): The emplacement of giant ophiolite nappes. I. Mesozoic-Cenozoic examples. — *Tectonophysics*, 37, 247—303.
- Crnković, B. (1963): Petrografija i petrogeneza magmatita sjeverne strane Medvednice. — *Geol. vjesnik*, 16, 63—160.
- Čirić, B. (1975): Ophiolite und Probleme der Melange in den Dinariden Jugoslawiens. — *Nachr. Geol. ges.*, 13, 7—8.
- Delaloye, M., Vuagnat, M. & Wagner, J.-J. (1976): Ages radiométriques du complexe ophiolitique du Kizil Dag, Hatay, Turquie. — *XXV Congr. CIASM*, Split.
- Dimitrijević, M., D. & Dimitrijević, M., N. (1973): Olistostrome melange in the Yugoslavian Dinarides and late Mesozoic plate tectonic. — *J. Geol.*, 81, 328—340.
- Dimitrijević, M. D. & Dimitrijević, M. N. (1975): Ofiolitski melanz Dinarida i Vardarske zone: geneza i geotektonsko značenje. — *II. god. zn. skup. Znan. savjeta za naftu JAZU*, (A), 5, 39—46.

- Grubić, A. (1974): Geotektonski sklop Jugoslavije (pregled koncepcija). — *Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja Jugoslavije*, 53—58. Izd. Rud.-geol. fak. Beograd.
- Herak, M. (1956): Geologija Samoborskog gorja. — *Acta geol.*, 1, 49—73.
- Herak, M. (1960): Kreda s ofiolitima u Ivanšćici (sjeverozapadna Hrvatska). — *Acta geol.*, 2, 111—120.
- Karamata, S. (1975): Geološka evolucija našega područja od trijasa do kvartera. — *Radovi Inst. geol.-rud. istr. Beograd*, 10, 1—15.
- Kišpatic, M. (1899): Nastavak bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj. — *Rad JAZU*, 139, 44—73.
- Majer, V. (1960): Bericht über den Fünf vom neuen Gesteinen in der s. g. »Serpentinzone« im Bereich von Bešlinac (Kroatien). — *Bull. sci. Yug.*, (A), 5/2, 42.
- Majer, V. (1973): Spiliti i dijabazi iz Šašave i spiliti iz Čemernice u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija). — *Geol. vjesnik*, 26, 123—132.
- Majer, V. (1974a): Contact metamorphic rocks connected with ultramafic masses in Banija (northwestern parts of the Dinaride ophiolite zone, Yugoslavia). — *Bull. sci. Yug.*, (A), 17/5—6, 136—137.
- Majer, V. (1974b): Spiliti Vratnika u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija). — *Geol. vjesnik*, 27, 199—207.
- Majer, V. (1975a): Petrografska građa dijela Unutrašnjih Dinarida na području Banije i Pokuplja i njen značaj. — *I. panel diskusija o »pregibnoj zoni« U. Din., Znan. savjet za naftu JAZU (B)*, 6, 54.
- Majer, V. (1975b): Ultramafitski kompleks u području Pokuplja i Banije u Hrvatskoj i Pastireva u sjeverozapadnoj Bosni. — *Acta geologica*, 8/9, 149—202.
- Majer, V. (1976): Stijene »dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije« u području između Klasnića i Brezova Polja u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija). — *Geol. vjesnik*, 29, 221—235.
- Majer, V. & Tišljar, J. (1973a): Spilitske stijene kod sela Lasinja u Pokuplju (Hrvatska, Jugoslavija). — *Geol. vjesnik*, 25, 211—225.
- Majer, V. & Tišljar, J. (1973b): Spilit i andezin-dijabaz Velike Trepče u Pokuplju i spilit Hrvatskog Sela kod Topuskog u Baniji (Hrvatska, Jugoslavija). — *Geol. vjesnik*, 26, 139—154.
- Majer, V. & Winkler, H. G. F. (1976): Kontaktmetamorphose um den Peridotit von Mala Rudina, Jugoslawien? — *N. Jb. Min., Mh.*, 1976, 6, 262—272.
- Maxwell, J. C. (1973): Ophiolites — old oceanic crust or internal diapirs? — *Int. symp. »Ophiolites ...«, Moscow 1973, Preprint*, 26 str.
- Maxwell, J. C. (1974): The new global tectonic — an assessment. — *Plate tectonic — assessments and reassessments. Mem. No. 23, Am. Ass. Petrol. Geol.*, 24—42.
- Miyashiro, A. (1973a): The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. — *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 218—224.
- Miyashiro, A. (1973b): Paired and unpaired metamorphic belts. — *Tectonophysics*, 17, 241—254.
- Moore, E. M. & Vine, F. J. (1971): The Troodos massif, Cyprus, and their ophiolites as oceanic crust: evaluation and implications. — *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, (A), 268, 443—466.
- Nicolas, A. & Jackson, E. D. (1972): Repartition en deux provinces des peridotites des chaînes alpines longeant la Méditerranée: implications géotectoniques. — *Bull. suisse min. petr.*, 52/2, 479—495.
- Oluić, M. (1975): Glavne karakteristike tektonskog sklopa jednog dijela Unutrašnjih Dinarida (područje Zrinske i Trgovske gore). — *II. god. znan. skup. Znan. sav. za naftu JAZU*, (A), 5, 152—163.
- Pamić, J. (1969): Srednjotrijaska spilit-keratofirska asocijacija Dinarida i njezin položaj u alpskom magmatsko-tektonskom ciklusu. — *Geol. glasnik*, 13, 205—216, Sarajevo.

- Pilar, Đ. (1873): Trećogorje i podloga mu u glinskom Pokuplju. — *Rad JAZU*, 25, 53—179.
- Raffaelli, P. & Magdalenić, Z. (1970): Metamorphic and magmatic rocks in the Gvozdansko-Brezovo Polje area (Banija). — *Bull. sci. Yug.*, (A), 15/9—10, 313—314.
- Schreyer, W. & Abraham, K. (1977): Howieite and other high-Pressure indikatorers from the contact aureole of the Brezovica, Yugoslavia, peridotite. — *N. Jb. Min.*, in press.
- Schreyer, W., Abraham, K. & Trochim, H. D. (1975): Piemontit-Schiefer von Brezovica, Südserbien. — *Acta geol.*, 8, 251—268.
- Seidel, E., Okrusch, M., Kreuzer, H. & al. (1976): Eo-alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system. — *Petrology and geochronology*. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 57, 259—275.
- Sikošek, B. & Vukašinić, M. (1975): Geotektonska evolucija Unutrašnjih Dinarida. — *II. znan. skup Znan. sav. za naftu JAZU*, (A), 5, 176—183.
- Stur, D. (1863): Bericht über die geologische Uebersichtsaufnahme im mittleren Theile Kroatiens, ausgeführt im Sommer 1862. — *Jahrb. geol. Reichsanst.*, 485—524, Wien.
- Sebečić, B. (1971): The granulometric and petrographic composition of the Eocene deposits of Zrinska gora and Kozara mountain. — *Bull. sci. Yug.*, (A), 16/3—4, 79—81.
- Simunić, Al. & Šparica, M. (1975): Neke karakteristike jurskih naslaga područja Banije i sjeverozapadnog dijela Bosanske Krajine. — *II. god. znan. skup Znan. sav. za naftu JAZU*, (A), 5, 204—217.
- Tietze, E. (1871): Die Umgebung von Klasnić in Kroatien. — *Verhandl. geol. Reichsanst.*, 238, Wien.
- Tišljar, J. (1973): Kvantitativni petrološki studij sedimenata »flišne serije« i jurske vulkanogeno sedimentne formacije Borovičkog potoka u sjevernom krilu velikog vareškog antiklinorija. — *Geol. glasnik 17*, 133—166, Sarajevo.
- Vragović, M. (1957): Natrijski trahit iz okolice Vojnića. — *Geol. vjesnik*, 10, 105—110.

**Mesozoic magmatism of the Inner Dinaric ophiolite zone
in the Pokuplje and Banija areas in Croatia and its petrologic
and geologic significance — a review and the problems**

V. Majer

This paper is only a very condensed review, without facts, of the general problems of the ophiolites, with special consideration of the possible application on the interpretation of genesis and geologic position, age and evolution of the ophiolitic rocks and ophiolite zone in the Banija area in the NW part of Inner Dinarides.