

Geol. vjesnik	30/2	635—641		Zagreb, 1978
---------------	------	---------	--	--------------

552.3/4(091)(497.1)

Razvoj petrologije magmatskih i metamornih stijena u SR Hrvatskoj od 1951—1976. god.

Vladimir MAJER¹ i Miroslav TAJDER²

¹ *Zavod za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju, Rud.-geol.-naftni fakultet, Pierottijeva 6, YU—41000 Zagreb*

² *Mineraloško-petrografski zavod, Prir. mat. fakultet, Demetrova 1, YU—41000 Zagreb*

Ima nekoliko okolnosti koje olakšavaju prikaz razvoja petroloških istraživanja magmatskih i metamornih stijena u Hrvatskoj. Prvo, broj petrologa koji se bavi tim istraživanjima je razmjerno malen. Uz to oni su, uglavnom, okupljeni u svega dvije institucije, u Mineraloško-petrografskom zavodu PMF-a i Zavodu za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju RGN-fakulteta. Bilo je i ima, međutim, i pojedinaca, koji se stalno ili povremeno bave ili su se bavili tim istraživanjima i u Mineraloško-petrografskom muzeju i Institutu za geološka istraživanja. Drugo, povodom proslave 10-godišnjice HGD održali su akademik M. T a j d e r i S. Š č a v n i č a r predavanje o razvoju petrologije i mineralogije u periodu od 1951. do 1961, a nedavno je izašlo djelo akademika L. M a r i ć a koje se, pored ostalog, bavi i razvojem petrologije. Tu su, dakle, bile te povoljne okolnosti, i dragocjena podloga za ovaj prikaz. Jednim je dijelom i opća uvodna analiza stanja i razvoja geoloških znanosti, koju je izložio akademik M. H e r a k u svojem predavanju, također prilikom 10-godišnjice HGD-a, a odnosi se na petrologiju, bila veoma korisna i korištena u ovom prikazu.

Stereotipna je konstatacija da su razvoj jedne znanosti i njeno sadašnje stanje uvjetovani njenim stanjem i razvojem u ranijem periodu, dakle historijskim naslijeđem, a zatim i posebnim uvjetima koji zavise od broja istraživača, stanja i opremljenosti institucija, općem stanju razvoja prirodnih znanosti, petrografskoj građi regiona, itd.

Historijat razvoja petrologije u Hrvatskoj, da se samo ukratko podsjetimo, počinje od Đ. P i l a r a i M. K i š p a t i ć a, koji je bio prvi »čisti« petrolog u Hrvatskoj, a zatim, kao kontinuirana nit, slijede generacije preko F. T u ć a n a, zatim L. M a r i ć a i M. T a j d e r a, do današnje »četvrte« generacije petrologa koji su se obrazovali poslije II svjetskog rata. Može se, dakle, jasno uočiti da postoje 4 jasno izdiferencirane generacije petrologa koje su dale, ili još daju, jasan pečat svojim petrološkim istraživanjima magmatskih i metamornih stijena u nas. Ovo nije mjesto, niti zadatak, za kritičku analizu znanstvene djelatnosti u području petro-

logije magmatskih i metamorfnih stijena, ali je sigurno da je na temelju rada naših veoma uglednih prethodnika, pa dijelom još i danas aktivnih znanstvenika, obavljena tako uspješna, istaknuta i dosta opsežna djelatnost poslije II svjetskog rata, kada su potrebe u znanstvenoj i privrednoj djelatnosti uvjetovale nagli razvoj geologije općenito, pa tako i petroloških istraživanja magmatskih i metamorfnih stijena.

Povećane potrebe razvoja privrede i šire geološke djelatnosti tražile su i veći broj obrazovanih stručnjaka i specijalista, koji su sticali svoje obrazovanje iz petrologije na dva mjesta: na PMF-u i RGN-fakultetu. Zbog tih specifičnih potreba osnovan je i postdiplomski studij iz petrologije, a izrađeno je i 10 doktorata sa tematikom iz petrologije. Kao poznati centar petrologije, Zagreb je svojom školom i utjecajem zračio ne samo u Hrvatskoj, već i u cijeloj Jugoslaviji. U proteklom periodu zabilježeno je oko 200 publiciranih radova, koji se odnose na istraživanja magmatskih i metamorfnih stijena Hrvatske, ostale Jugoslavije, a dijelom i u inozemstvu. Ti su radovi objavljeni dijelom u zagrebačkim časopisima »Geološki vjesnik« i »Acta geologica«, dijelom u cijelom nizu drugih časopisa u Jugoslaviji, a lijep broj i u uglednim inostranim časopisima, što je svakako doprinijelo ugledu naše petrologije širom svijeta. U istom periodu napisano je i nekoliko udžbenika i skripata iz petrologije, od kojih su neki imali i više izdanja, što je olakšalo obrazovanje stručnjaka.

Napredak i razvoj petroloških istraživanja magmatskih i metamorfnih stijena možemo najbolje pratiti prema oblastima u Hrvatskoj, koje manje više čine geografske, a dijelom i geološke cjeline. To su Dalmacija i Primorje u okviru Vanjskih Dinarida sa pojavama mezozojskih magmatskih stijena, zatim Pokuplje s Banijom sa brojnim pojavama magmatskih i metamorfnih stijena u okviru mezozojske »ofiolitne zone«, te Hrvatsko Zagorje, Moslavina i Slavonija, odnosno prostor između rijeke Drave i Save, kao južni rub Panonskog bazena, koje neki svrstavaju u okvir Unutrašnjih Dinarida, a u okviru kojih se nalaze veće mase magmatskih i metamorfnih stijena i kompleksa. Na svim tim područjima postignut je vidan napredak u poznavanju petrografske građe, geneze i evolucije stijenjskih kompleksa.

U Dalmaciji su veoma detaljno istražene magmatske stijene otoka Visa, Brusnika i Jabuke. Ovaj izuzetno važan i zanimljiv magmatizam jadranskog područja u mnogočem je bio neodređen i sporan. Istraživanjima je utvrđeno da su na tim otocima razvijene dvije grupe stijena: subvulkanski augitski dijabazi, dijelom spilitizirani, i grupa efuzivnih stijena, augitski andeziti, spiliti i spilitkeratofiri, koje prate i vulkanski aglomerati. Suptilno je izrađena mineralogija tih stijena i sve pojave pretvorbi, a brojnim kemijskim analizama utvrđene su i petrokemijske provincijalne karakteristike ove otočne magmatske asocijacije.

Od magmatskih pojava u Srednjoj Dalmaciji istražene su pojave eruptivnih stijena u okolici Sinja. Utvrđeno je da se radi o spilitiziranim dijabazima. Uz njih su istražene i žilne parageneze minerala u tim stijenama.

Na istraživanja magmatskih stijena Dalmacije nastavljaju se i istraživanja sjevernog Primorja i njegovog zaleđa u Gorskom Kotaru. Pored

već poznatog amfibolskog porfirita kod Senja istražene su i pojave porfirita kod Fužinskog Benkovca. Ova su istraživanja važna jer omogućuju da se potpunije odrede provincijalne karakteristike trijaskog magmatizma perijadranskog luka i izvrši komparacija sa trijaskim magmatizmom susjedne Slovenije.

Zanimljivo je da su zabilježene i pojave tufova u neogenskim naslagama u srednjoj Dalmaciji.

Regionalno gledano, magmatskim pojavama Dalmacije pripada i istražena pojava bazalta kod Čemerikovca u Lici.

Drugo manje-više cjelovito područje jest Banija s Pokupljem, i sa prirodnim nastavkom u sjeverozapadnoj Bosni, u Pastirevu i Kozari. U tom su području, osobito zadnjih godina, bila intenzivna petrološka istraživanja u tzv. »ofiolitnoj zoni«, čiji se zadnji sjeverozapadni dijelovi nalaze upravo u Baniji i Pokuplju i završavaju na rijeci Kupi. Otuda i posebno značenje tih istraživanja. Istražen je kompleks ultramafita (peridotita) s pratećim stijenama, piroksenitima, granatskim piroksenitima i amfibolskim stijenama (amfibolskim hornblenditima i amfibolskim gabrima) i protumačena njegova geneza i evolucija. Zatim je između rijeke Kupe i Une istražen cijeli niz pojava stijena dijabaz-spilit-keratofirske asocijacije, među njima spilit Lasinje, Trepče, Hrvatskog sela, Klasnića, Čemernice i Vratnika, keratofir Vojnića, te dijabazi Trepče, Sašave, Vješala i Brezova Polja. U tom području dolazi cijeli spektar stijena, a među njima i plagiograniti, keratofiri, kvarckeratofiri i granofiri. Ove bi magmatske stijene mogle biti različite geološke starosti, i u tome leži i teškoća da se protumači evolucija mezozojskih formacija i njihova tektonika. Pored sedimentnih stijena, koje bi trebale činiti glavnu masu »ofiolitnog melanža«, ovdje se nalaze i brojne pojave metamorfnih stijena srednjeg i visokog stupnja metamorfizma, predstavljene različitim varijetetima kordijeritnih, andaluzitnih, staurolitnih, almandinskih i fibrolitskih tinjčevih škrljaca, zatim kordijeritnih, silimanitnih i almandinskih gnajseva, amfibolita, amfibolskih škrljaca, kalkfelsa itd. To su ili kontaktnometamorfne stijene ili metamorfiti, nastali metamorfozom pelitnih sedimenata s ulošcima vapnenačkih sedimenata i bazičnih stijena, i zajedno s peridotitima prilikom njihovog prodiranja i smještaja u litosferu dovučeni su i dovedeni u više dijelove kore. Pojava tih stijena od izuzetnog je značenja za tumačenje evolucije »ofiolitne« zone.

Znatno su napredovala istraživanja u području između Save i Drave, počevši od Samoborske gore i Medvednice, Hrvatskog Zagorja, preko Moslavine i Slavonije. Veoma detaljno istražene su magmatske stijene sjevernog dijela Medvednice, eruptivi i piroklastiti iz Ivanščice i Strahinščice, natrijski dijabaz i spilit od Gotalovca, gabro od Hruškovca na Kalniku, a zatim i geološki mlade magmatske stijene, i to andeziti kod Lepoglave, piroklastične stijene Donjeg Jesenja i bazalt kod Krapine. Neke od »ofiolitnih« stijena mogle bi biti kredne starosti. Uza sve to još nije bilo moguće ustanoviti sve karakteristike magmatizma različite geološke starosti u Hrvatskom Zagorju, niti njegovu vezu s tektonskom evolucijom.

U Moslavini i Slavoniji detaljno su istražene granitoidne stijene Papuka, Psunja i Moslavačke Gore, a opisane su i pojave granita nabušenog u

bušotini kod Vrbovca, i time se došlo do saznanja potvrde o petrografskoj građi i genezi granitoidnih plutona kao dominantnih magmatita Slavonije. Drugu važnu grupu magmatskih stijena u Slavoniji čine različite efuzivne stijene, rioliti i doleriti s albitom, koji je u njima primarni mineral. Razjašnjena geneza ovih albitskih stijena uvelike pomaže u novijim polemičkim raspravama o problemu primarnosti albita u spilitima, keratofirima i srodnim stijenama. Opisane su zatim pojave i geneze kenozojskih eruptiva Slavonije, i to bazaltandezita kod Popovca u Baranji i kvarcnog trahandezita kod Lončarskog Visa, te andezitskih stijena kod Voćina. U Slavoniji su nađeni i serpentiniti na Papuku i istraženi serpentiniti iz dubokih bušotina. Položaj ovih stijena u Slavoniji, zajedno s analognim u Fruškoj gori, posve je nejasan i njegova uloga u tektonogeneti još neispitana.

No, dominantnu ulogu u petrografskoj građi Slavonije imaju metamorfne stijene. O tome ima i opsežnih i zapaženih djela. Tu se ističu istraživanja granitometamornog kompleksa centralnog i zapadnog dijela Papuka, kompleks metamorfoziranih pelitnih škriljaca Ravne gore u Papuku, metamornih stijena Psunja, zatim više radova preglednog karaktera o metamornim stijenama Krndije, Papuka i Psunju, o metamornim stijenama Moslavačke gore, biotitkordijeritnom škriljcu i kontaktolitima Moslavačke gore, o talk-kloritnom škriljcu u Psunju, te o metamornim facijama u Medvednici. U zadnjih nekoliko godina vrše se sistematska kartiranja i istraživanja metamornih kompleksa za Osnovnu geološku kartu i kroz opsežne petrografske studije načinjen je vidan napredak u daljnjem poznavanju metamornih kompleksa. Prema dosadašnjim rezultatima metamorfizam u Slavoniji je polifazan i pripada tektonski razdvojenim zonama. Time se već sada donekle mijenja slika o građi i evoluciji metamornog kompleksa, a nađene su i nove vrste metamornih stijena.

Valja zabilježiti i činjenicu da je u proteklom periodu došlo do značajnog razvoja primijenjene petrologije, koja se na RGN-fakultetu gaji kao poseban kolegij »Tehnička petrografija«. Jedna grupa stručnjaka, u suradnji sa brojnim institucijama i kamenolomima, dala je veoma zapažen doprinos i brojne radove o korištenju kamena u tehničke svrhe, zaštiti od trošenja i korozije i u ispitivanju njegovih tehničkih svojstava.

U raznim prilikama, i za različite svrhe, osobito povodom održavanja pojedinih kongresa i simpozija, izrađeno je više različitih regionalnih prikaza petrografske građe Hrvatske i vodiča za petrografske ekskurzije.

Kao vezu s mineraloškim istraživanjima može se navesti niz istraživanja žilnih parageneza u stijenama, kao neophodnu dopunu cjelovitosti istraživanja pojedinih pojava magmatskih ili metamornih stijena.

Petrolozi iz Hrvatske vršili su brojna i opsežna istraživanja magmatskih i metamornih stijena i u drugim republikama i krajevima Jugoslavije. Ističu se opsežne studije magmatskih stijena Kozare, među kojima dominiraju gabroidne i dijabazne stijene, zatim efuzivne stijene rudnog područja Srebrenice u Bosni, monografska studija magmatita područja Bora u Istočnoj Srbiji, efuzivnih stijena zletovsko-kratovske oblasti u Makedoniji i istraživanje ultrabazičnih stijena Brezovice u Šar-Planini, kao i istraživanja magmatskih stijena područja Velike Ljubišnje u Crnoj

Gori. Objavljen je cijeli niz manjih radova o pojedinim nalazima stijena, primjerice o dijabaznim i keratofirskim stijenama u Bosni i riolitima i kvarcporfirima Vranice planine i Sinjakova u Bosni, o dioritskim stijenama Bijele Gromile, o plagiogranitima i dacitima u Bosni, o eruptivnim stijenama okolice Bakovića i Kreševa, monzonitima Istočne Srbije, i dr. Osobito su brojni radovi iz Južne Srbije i Makedonije. Tako su istražene pojave kvarcporfira Berima i Pustenika, serpentinita Pustenika i Ajvajlije, delenita, kvarclatita i trahit-latita Istočne Makedonije, dijabaza Udova, granita Pobregova, riolita i lamprofira Krive Palanke, metagabra sa Selečke planine i pegmatita Marijova. Na temelju tih i drugih radova, dijelom i starijeg datuma, napisane su sintetske ili komparativne studije o stijenama dijabaz-rožnjačke formacije u Dinaridima i Tauridima u Siriji, o magmatizmu Jugoslavije, o ultramafitskom kompleksu odnosno »ofiolitima« Jugoslavije, i o provincijalnim karakteristikama kenotipnih magmatita Makedonije. U okviru tih istraživanja nađene su nove, dotada nepoznate pojave magmatskih stijena u Jugoslaviji, ili pak nove vrste stijena, dotada nepoznate, u Jugoslaviji.

Petrografska istraživanja metamorfnih stijena van Hrvatske u proteklom periodu bila su ograničena. Ima samo nekoliko radova o amfibolitima u Bosni, o pirofilitnom škriljcu iz Bosne, o metamorfnim facijama u Istočnoj Srbiji, te o nekim pojavama metamorfita u Selečkoj planini.

Na taj način dali su petrolozi iz Hrvatske veoma značajne priloge za bolje poznavanje petrografske građe Jugoslavije i geneze magmatskih i metamorfnih stijena.

Treba pritom podvući da su, koliko je god bilo moguće, ta istraživanja bila kompleksna. Prije svega korištena je brojna oprema, optički instrumentarij i kompleksne analitičke metode istraživanja stijena i minerala u njima, što je bilo omogućeno znatno boljom opremljenošću mineraloško-petrografskih navoda u zadnjih dvadesetak godina. U mnogim radovima tretirana su i pitanja geokemije i dodate analize mikroelemenata. U novijim radovima razmatrana su gotovo uvijek i pitanja geološke starosti eruptiva ili metamorfita, dimenzije, oblik, položaj, sklop i odnosi magmatskih i metamorfnih stijena, koji su nužni za razjašnjenje geneze i evolucije tih stijena ili cijelih kompleksa u vremenu i prostoru, i time omogućili korištenje u rješavanju općih problema geološke evolucije i tektonike.

Pojedini stručnjaci-petrolozi vršili su istraživanja i van Jugoslavije i u proteklom periodu obavljena su takva često veoma opsežna istraživanja ili ispitivanja materijala u Burmi, Etiopiji, Indoneziji, Siriji, Egiptu, Sudanu, Tunisu i Venezueli.

Treba podvući da su petrolozi veoma aktivno i kontinuirano surađivali sa brojnim institucijama, poduzećima, rudnicima, građevinskim poduzećima i drugim organizacijama, na istraživanjima ili rješavanju onih problema i zadataka za koje u privredi nije bilo odgovarajućih stručnjaka, dajući time vidan i bitan doprinos razvoju široke privredne djelatnosti. Za tu svrhu izrađeni su brojni radovi, izvještaji, elaborati, studije, i to opet ne samo za potrebe privrede u Hrvatskoj, već i u cijeloj Jugoslaviji.

I ako su petrolozi u Hrvatskoj postigli zavidne rezultate zapažene i u inostranstvu, pred njima u narednom periodu stoje mnogi teški i opsežni zadaci. Istraživanja magmatskih stijena treba dopuniti i proširiti onim lokalitetima koji su do sada ostali neistraženi, a zatim izvršiti sintetske studije o provincijalnim karakteristikama i evoluciji pojedinih magmatskih asocijacija ili kompleksa u geološkom vremenu i prostoru. To se posebno odnosi na veoma krupan problem mezozojskog magmatizma, kojeg treba zatim i komparirati s analognim magmatizmom u cijelim Dinaridima.

Jednako tako predstoje opsežni i delikatni zadaci na dopuni istraživanja metamorfnih stijena. To se odnosi manjim dijelom na zagonetne pojave visokometamorfnih stijena u ofiolitnoj zoni u Baniji, a prvenstveno na području između Save i Drave gdje se nalazi najveća masa metamorfita u Hrvatskoj. Tu su neophodna daljnja opsežna istraživanja petrografske građe metamorfnih kompleksa da se točno ustanove vrste metamorfnih stijena i njihovo prostiranje, kao i mineralne parageneze u njima, i zatim odrede linije izograda pojedinih kritičnih minerala, a time i uvjeti pod kojima se u pojedinim dijelovima ili zonama metamorfnog kompleksa metamorfizam odvijao. U tu svrhu bilo bi veoma korisno, da ne kažemo bezuvjetno potrebno, da se ova istraživanja prošire i na one materijale ispod produktivnih naftnih slojeva, koji su dobiveni prilikom izrade dubokih bušotina na naftu. Time bismo dobili cijeli niz novih podataka, raspoređenih i na ona područja u Slavoniji koja su na površini pokrivena sedimentima. Taj nam materijal stoji gotov, spreman, besplatan na raspolaganju i pravo je čudo, da ne kažemo šteta i za žaljenje, da se on do sada gotovo nije ni koristio. Druge zemlje troše za to posebna sredstva, i mi smo sigurno među veoma rijetkim zemljama gdje se ti materijali dovoljno ne istražuju. Time bi dakako doprinijeli i boljem poznavanju pretežnim dijelom potonule kristalinske mase Panonskog bazena, a osobito one kritične prelazne zone između Dinarida i Panona.

Za sva ta istraživanja potrebna je moderna oprema. Iako se zadnjih desetak godina u tom pogledu situacija znatno popravila, došli smo do momenta kad bez dodatne opreme moderna istraživanja neće više biti moguća. U modernoj petrologiji bezuvjetno su potrebna poznavanja točnog kemizma i ostalih svojstava minerala u stijenama, a i cijeli niz drugih podataka. Danas se uvode, a u razvijenim zemljama su svuda i uvedene u standardnu opremu, aparature za određivanje kemizma minerala u preparatima (elektronski mikroanalizatori ili mikrosonde), zatim automatizirane aparature za analize kemizma stijena (automatski rendgen-fluorescentni analizatori ili kvantometri), visokoselektivne i automatizirane rendgenske aparature, aparature za kontinuirane separacije čistih mineralnih frakcija, aparature za određivanje sadržaja mikroelemenata, posebno npr. rijetkih zemalja i nekih izotopa, koji su se pokazali kao kritični indikatori geneze pojedinih tipova magmi ili stijena i njihovog porijekla i evolucije. Te skupocjene aparature koje iziskuju da se racionalno koriste, uz kontinuirani pogon i savršene servise, moguće je, mislimo, nabavljati i koristiti samo u uvjetima koncentracije geoloških

istraživanja u cijeloj Hrvatskoj. Nedostatak ovih uređaja već se sada osjetljivo osjeća, a njihov nedostatak u budućnosti može dovesti gotovo do znanstvene izolacije određenih grana prema svijetu.

Na kraju, željeli bismo ukazati i na neke probleme i činjenice od posebnog značenja ne samo za petrologiju magmatita i metamorfita, već i za razvoj cjelokupnih geoznanosti.

To je, prvo, činjenica da je u Hrvatskoj geokemija kao posebna znanost veoma slabo razvijena. Ona se doduše predaje na fakultetima, ali se njome pojedinci samo uzgredno bave ili dotiču u pojedinim radovima. Nema naime stručnjaka koji bi se bavili geokemijom kao svojom osnovnom djelatnosti. S obzirom na značenje geokemije to je veoma krupan nedostatak i trebalo bi nastojati da se on u narednom periodu ispravi.

I drugo, to su perspektive budućnosti petrologije magmatskih i metamorfnih stijena, i to ne samo u Hrvatskoj, već i u cijeloj Jugoslaviji. Možemo ustvrditi da je ta perspektiva krajnje loša, a situacija već danas doslovce alarmantno kritična. Za petrografiju magmatskih i metamorfnih stijena nema danas u Hrvatskoj niti jednog jedinog mladog stručnjaka koji bi se spremao za tu struku i poziv, a slična je situacija u svim ostalim centrima u Jugoslaviji, u Sloveniji, Bosni, Makedoniji, a samo neznatno bolja u Srbiji. To se danas još toliko vidljivo ne osjeća, jer sadašnja, znanstveno dosta produktivna »srednja generacija«, odnosno generacija »srednjih godina«, još aktivno radi, ali njezine prirodne granice aktivnosti ugasit će se za približno desetak godina. Ako se odmah u tom pogledu situacija ne popravi, suočit ćemo se za desetak godina sa činjenicom gašenja ovih znanosti ili njihovim vegetiranjem, ili čak nužnosti da počnemo još jedamputa od Mijata Kišpatića.

Nema naime cjelovitog razvoja geologije odnosno geoznanosti bez razvoja i određenih pojedinih njezinih grana, među kojima je petrologija jedan od bitnih i neophodnih stupova.