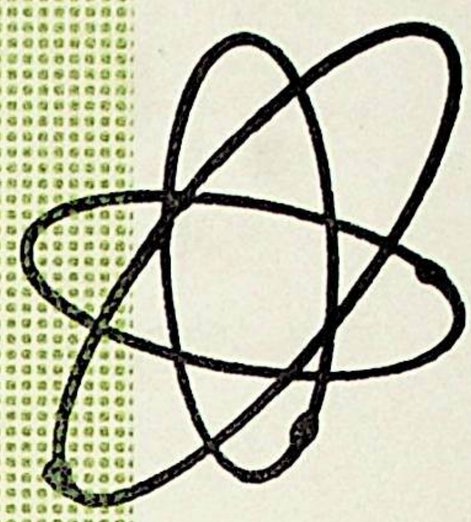


RADOVI

INSTITUTA ZA GEOLOŠKO-RUDARSKA ISTRAŽIVANJA I ISPITIVANJA NUKLEARNIH I DRUGIH MINERALNIH SIROVINA

GODINA IV / BROJ 4 / BEOGRAD 1968.

REDAKCIJSKI KOLEGIJUM:

Milan Ristić
Desanka Popović
Boris Sikošek
Stevan Divljan
Živadin Jakovljević
Stanislav Višić

ODGOVORNI UREDNIK

Boris Sikošek

Tiraž: 500 primeraka

Štampa: Grafičko preduzeće »Radiša Timotić«, Beograd, Obilićev venac br. 5 — 1968.

SADRŽAJ — CONTENT — INHALT

GEOLOGIJA

Str.
Page

1. — Boris Sikošek: Pokušaj paleogeografske analize područja Jugoslavije u okviru mezozojskog Tetisa — — — — — — — — — — — 1

Boris Sikošek: Versuch einer palaeogeographischen Analyse des Mesozoikum in Jugoslawien — — — — — — — — — — — — 14

2. — Slobodan Vukašinović: O prostranstvu i strukturnom položaju bazita na području unutrašnjih Dinarida — — — — — — — — 15

Slobodan Vukašinović: On distribution and structural position of basite in Internal Dinarides area — — — — — — — — — 18

3. — Živadin Jakovljević i Đoka Ivanović: O litofacijalnom razviću neogena Barbeškog basena — — — — — — — — — 19

Živadin Jakovljević and Djoka Ivanović: On the lithofacial development of the neogene basin of Barbeš — — — — — — 27

4. — Slavomir Milovanović: Uranska mineralizacija na planini Goliji 29

Slavomir Milovanović: Mineralization of uranium in the Golija mountain — — — — — — — — — — — — — — — — — — 38

5. — Radule Popović: Prilog poznavanju sedimentnih metamorfisanih ležišta ruda gvožđa zapadne Makedonije — — — — — — — — 41

Radule Popović: A contribution to the enowledge of the sedimentary-metamorphic iron ores of western Macedonia — — — — — 55

PETROLOGIJA

6. — Mirko Protić: Litološki odnosi i geohemijska obeležja gredenskih peščara Savskih bora (Sr Slovenija) — — — — — — — — — — 57

Mirko Protić: On the lithology and geochemistry of Permian (Groeden) sandstones of the Savske bore belt (Slovenia) — — — — — 71

7. — Dušan Radusinović i Cvetko Markov: Kasiterit sa Bukulje 73

Dušan Radusinović and Cvetko Markov: Cassiterite from Bukulja mountain — — — — — — — — — — — — — — — — 77

Str.
Page

8. — Vojislav Vujanović and Momčilo Vukasović: The occurrence of bixbyite-patridgeite in the area of Ohrid (Yugoslavia) — — — 79

Vojislav Vujanović i Momčilo Vukasović: Pojava biksbita-patridžeita kod Ohrida — — — — — — — — — — — — 86

9. — Milorad Arsenijević: O geohemiji Li u biotitsko-amfibolitskom tipu granita (Ravno Bučle-Stara planina) — — — — — — — — 89

Milorad Arsenijević: Sur la géochimie du lithium dans les granites à biotites et amphiboles (Stara planina — Ravno Bučje) — — — 108

10. — Staniša Radošević: Litološke karakteristike permskih terigenih sedimenata centralne Bosne — — — — — — — — — — — — 111

Staniša Radošević: Über lithologische Beschaffenheit terrigener Permablagerungen in Zentralbosnien (Jugoslawien) — — — — — — 117

11. — Vojislav Vujanović, Momčilo Vukasović i Stanojlo Cvetić: Stilpnomelan iz Crnog Kamena kod Prilepa — — — — — 119

Vojislav Vujanović, Momčilo Vukasović and Stanojlo Cvetić: Stilpnomelan from Crni Kamen (Macedonia) — — — — 123

12 — Dušan Kleut: Fosfor u ležištu gvožđa Tajmište — — — — — 125
Dušan Kleut: Phosphorus in the Tajmište iron ore deposit — — — 136

GEOFIZIKA

13. — Stanislav Višić: Sadašnje stanje i mogućnosti primene geofizičkih metoda pri istraživanju bakra u Jugoslaviji — — — — — — — — 139

Stanislav Višić: Present status and application possibilities of geophysical methods in copper exploration in Yugoslavia — — — — 159

14. — Slobodan Vukašinović: Prikaz i geološka interpretacija anomalnog magnetnog polja (ΔT) jugoistočne Srbije — — — — — — 161

Slobodan Vukašinović: Review and geologic interpretation of magnetic field (ΔT) of Southeastern Serbia — — — — — — — 169

VARIA

15. — Mirjana Radičević i Kosara Vukasović: Značaj i primena univerzalne decimalne klasifikacije u geološkim bibliotekama — — — 173

Mirjana Radičević and Kosara Vukasović: Importance and application of univesal decimal classification in geologic libraries — 176

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

BORIS SIKOŠEK

UDK: 551.8:551.76 (497.1)

POKUŠAJ PALEOGEOGRAFSKE ANALIZE PODRUČJA JUGOSLAVIJE U OKVIRU MEZOZOJSKOG TETISA

(sa 4 slike i 6 tabela)

U radu je dat pokušaj paleogeografske interpretacije terena Jugoslavije za vreme mezozoika. Kod ove interpretacije polazilo se od prostornih dimenzija današnjih geotektonskih i tektonskih jedinica koje izgrađuju te terene.

Pošlo se od pretpostavke da su današnji prostori Jugoslavije predstavljali nekadašnje centralne delove mezozojskog Tetisa. Takav položaj postavlja prilične teškoće mnogobrojnim transgresijama i regresijama koje se pretpostavljaju na tome području u toku mezozoika (oko 20 transgresija i prema tome isti broj regresija). Heterogene homotaksne facije koje se danas nalaze jedne do drugih ili jedne preko drugih nužno su morale biti primarno mnogo udaljenije i to prema današnjim širinama koje su konstatovane tc skraćenje je moralo biti najmanje u odnosu 1:3 do 1:6. Takvo skraćenje implicira sa svoje strane sasvim određeni geotektonski sklop, odnosno pokrovnu građu ovih područja.

Paleogeografske interpretacije u poslednje vreme postale su sve neophodnije i sve više autora se bavi tom problematikom želeći da kroz takve prikaze upotpune sliku evolucije za pojedina obrađivana područja. Mnogobrojni podaci koji su kroz intenzivne geološke istražne radove na terenima širom zemlje nagomilavani kroz niz godina, predstavljaju solidnu osnovu za paleogeografske analize koje baziraju na realnim pokazateljima.

Od kolikog je značaja teoretska baza sa koje se polazi kod takve analize i na kojoj se analiziraju lokalno utvrđene činjenice nepotrebno je ukazivati, jer, konačno, paleogeografska analiza počinje tamo gde prestaje strukturološka analiza terena i gde su sasvim jasno zauzeti stavovi po pitanju strukturne građe terena čija paleogeografija se obrađuje. No takvih tektonskih interpretacija opet nema, dok ne baziraju na sasvim određenim teoretskim koncepcijama.

U poslednje vreme dubinskim bušenjima utvrđena su manje-više u svim orogenim zonama (Dinaridi, Karpati, Kordiljeri, istočni Alpi) kolosalna horizontalna premeštanja stenskih kompleksa, što je na mnogim mestima konstatovano i površinskim kartiranjima. Veliki šarijaži utvrđeni su u poslednje vreme nakon detaljno obrađene stratigrafije na Pamiru (L e v e n 1964, P e i v e 1964), zapadnom Kavkazu (B o r u k a e v 1964) i zapadnim padinama južnog Urala.

Svi ti momenti govore o tome koliko je nužna strukturna analiza i utvrđivanje primarnog položaja tektonskih jedinica koje učestvuju u takvoj složenoj građi, da bi se utvrdio primarni raspored nekadašnjih sedimentacionih basena u kojima su se formirale stenske serije koje su kasnije transformisane u određene tektonske celine.

Ovaj rad predstavlja pokušaj analize podataka za paleogeografsku interpretaciju mezozoika.

Sistematski sređeni podaci u tabelama i njihova obrada jasno pokazuju da osim konstatacija da tvorevina pojedinih odeljaka nema, ništa ne potvrđuje njihov nedostatak. Pored činjenica, da u poslednje vreme postoji sve više promena u karakterističnim -- sprovodnim fosilima tj. njihove kompetencije da karakterišu određene vremenske tvorevine, što je i razumljivo, jer sa količinom istraživanja i istražnih radova nalazi fosila su sve mnogobrojniji, što i omogućava revizije. Postoji i drugi momenat, a taj je, da razni autori kod svojih dosadašnjih interpretacija nisu vodili računa, ili barem ne u dovoljnoj meri o faktoru d i m e n z i j a pojedinih prostora u okviru alpijske ortogeosinklinale, odnosno današnjih njihovih reprezentanata.

Od kolikog je značaja teoretska baza na kojoj se interpretiraju lokalno utvrđene činjenice vidi se i po tome da je u poslednje vreme dubinskim bušenjima ili detaljnim kartama, utvrđeno manje-više u svim područjima orogenih zona (Dinaridi, Karpati, Kordiljeri, istočni Alpi), da horizontalna premeštanja masa neminovno moraju da igraju izvanrednu ulogu i to sa znatnim dimenzijama, deplasmana kako bi omogućila utvrđene profile (inverzitet stratigrafskih paketa itd.). Prema tome, za interpretaciju paleogeografskih odnosa nužna je prethodna analiza strukturnog sklopa i utvrđivanje primarnih položaja sedimentacionih prostora i njihovih veličina, koje se sigurno ne poklapaju sa današnjim rasprostranjenjem određenih tvorevina koje reprezentuju te nekadašnje prostore.

KRATAK PRIKAZ DOSADAŠNJIH GLEDIŠTA O STRUKTURNOJ GRAĐI JUGOSLAVIJE

Interpretacijom tektonske građe alpijskog orogena na teritoriji Jugoslavije bavili su se mnogi geolozi među kojima se nalaze skoro sva poznata imena evropske geologije, počev od A m i B o u é - a, preko S u e s s - a, N o p c s e, R e n z a, B u k o w s k o g, N o w a k a, M u r g o č i j a, K o b e r a, K o s s m a t a, C v i j i ć a, P a v l o v i ć a, U r o š e v i ć a, Ž u j o v i ć a, P e t k o v i ć a V. i P e t k o v i ć a K., L u k o v i ć a, R a k o v e c a, M i l o v a n o v i ć a, B e š i ć a, S a l o p e k a i u poslednje vreme mnogi autori mladih generacija.

S obzirom na teoretske koncepcije od kojih su pojedini autori polazili u interpretaciji strukturne građe alpijskog orogena Jugoslavije, mogli bi uglavnom izdvojiti tri grupe:

1. Interpretacije koje su mehanizam formiranja strukturnih kompleksa alpijskog stila shvatile kao procese znatnih transporata masa u horizontalnom smislu, deplasmana koji mogu dostići prilične distance, odnosno, kojima je za osnovu služila teorija o šarijažima. Naravno, svaki autor je u interpretacije unosio izvesnu ličnu notu, svoja shvatanja i objašnjenja fenomena koje je na terenu uočio.

2. Interpretacije koje su bazirane na formiranju strukturnih formi bez velikih prostornih premeštanja, koje su posledice uglavnom vertikalnih pulsacija duž regionalnih razloma sa poleganjima i kraljuštanjima kao sekundarnim manifestacijama. U tu grupu mogli bi uvrstiti i predstavnike gravitacione tektonike, koji ipak registruju horizontalni deplasman, no kao sekundarnu pojavu.

3. Interpretacije koje uopšte nemaju kao bazu neku teoretsku postavku i koncepciju, već predstavljaju jednostavno generalisanje situacije nekoliko lokalnih profila, bez zalaženja u mehanizam njihovog postanka.

Takva klasifikacija važi kako za Dinaride tako i za Karpato-balkanski luk, dok opet, imamo u pogledu kristalastih masiva, koji se javljaju u prostoru među njima, takođe razna gledišta i interpretacije uglavnom na relaciji: Međuvenačna masa — centralidi Balkanida.

Kako mogu da se podaci na različite načine interpretiraju a da pri tome strukture koje su na terenu uočene i registrovane i jedni i drugi uzimaju kao argumenat vidi se iz ove tabele (uporedna tabela tektonskih interpretacija za istočnu Srbiju).

Tabela 1.

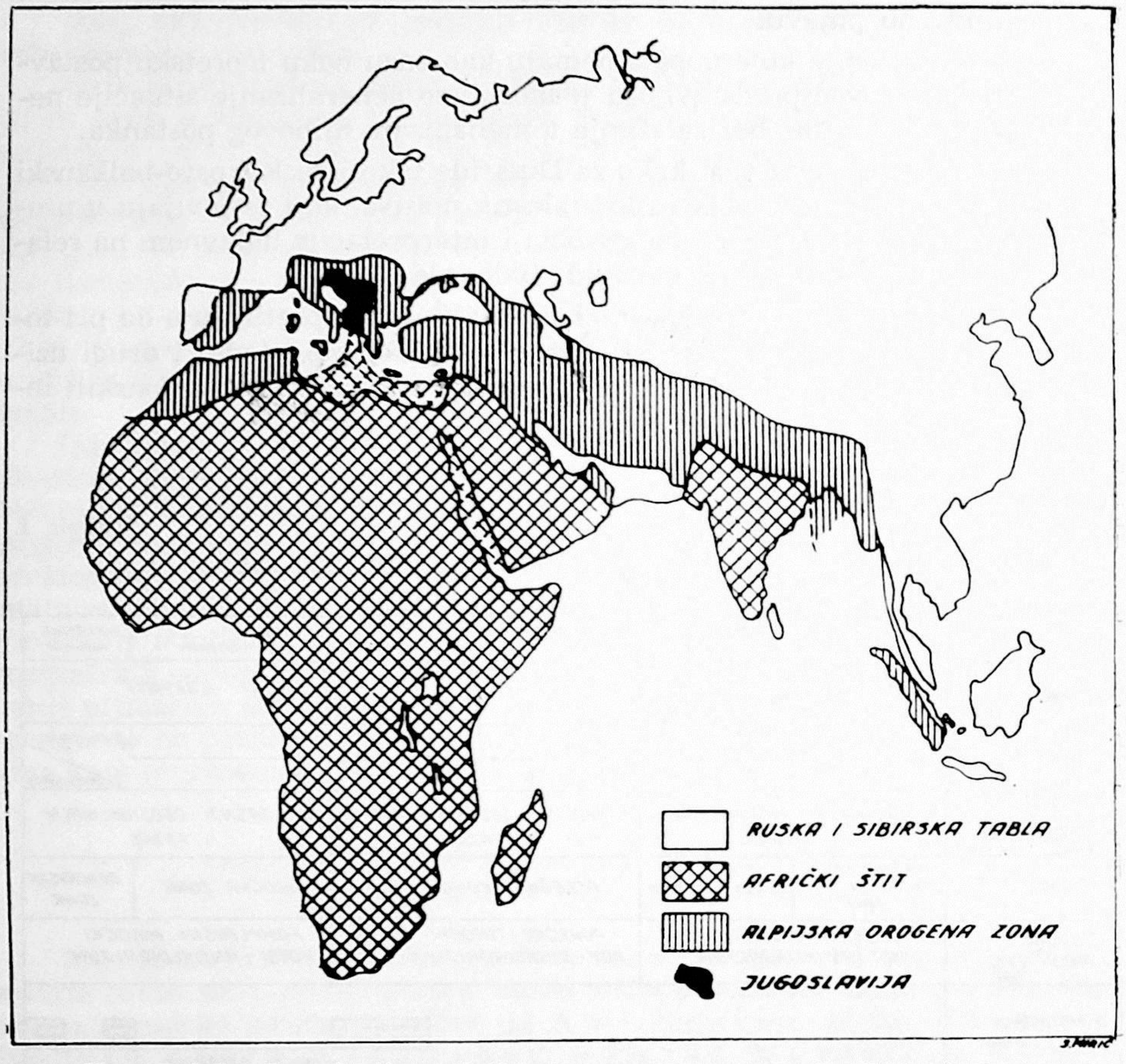
Uporedna tabela tektonskih interpretacija istočne Srbije

V PETKOVIĆ (1930)	NAVLAKA RTNJA I KUČAJA	TUPIŽNICA / POREČKA NAVL.	MIROČKA NAVLAKA	ĐERDAPSKA NAVLAKA
E BONČEV (1936)	K R A J I Š T I D I (ANTIKLINALNI POJAS RTNJA I KUČAJA)		JUŽNI KARPATI	
L KOBER (1951)	M O R A V I D I			DANUBIDI / PREDGORJE
	D A N U B I D I			
K. PETKOVIĆ M. ANĐELKOVIĆ (PALEOGEOGRAFSKA PODELA) (1960)	UNUTRAŠNJI GEOSINKLINALNI POJAS	SREDIŠNJI GEOSINKLINALNI POJAS	SPOLJAŠNJI GEOSINKLINALNI POJAS	
K PETKOVIĆ (1961)	RIDANJSKO-KRE-POLJINSKA ZONA / ZONA RTNJA I KUČAJA	POREČKA ZONA	MIROČKA ZONA	ĐERDAPSKA ZONA
A GRUBIĆ I ANTONIJEVIĆ (1968)	KUČAJSKO-KRAJIŠTIDNI HORST ANTIKLINORIJUM	POREČKO-TIMOČKI ROV-SINKLINORIJUM	KOMPLEKSNI MIROČKI HORST-ANTIKLINORIJUM	
B MILOVANOVIĆ (1953)	?	NAVLAKA KRIST. I GR.	MIROČKI AUTOHTON	NAVL. KRIST. ĐER. / NAVL. KRIST. ĐER.
SIKOŠEK I MAKSIMOVIĆ (1963)	INFRAGETIKUM RIDANJSKO-KRAPOLJSKE ZONE	GETIKUM HOMOLJSKI AUTOHTON / INFRAGETIKUM	GETIKUM POREČKI / INFRAGETIKUM	TERM. / GETIK. SIPSKI / INFRAGETIKUM SUVAJA
	D A N U B I K U M			
CODARCEA (1961)	G E T I K U M: REŠICA / SEMENIK	TORONICA / JELOVA / SVINJICA-ALMAJ / OGRADENA RATEZAT	GETIKUM BANNA	GETIK. P. DE FER. / SEVERINSKI PARAUTOHTON

Dok je za Karpato-balkanski luk takav pregled moguće napraviti jer su autori usled vrlo malog prostornog pružanja dela ovog orogenog luka prikazivali ove terene kao celinu, dotle imamo za Dinaride, a posebno za tektonsku interpretaciju Jugoslavije kao celine, nažalost vrlo malo radova.

POLOŽAJ JUGOSLAVIJE U ALPIJSKOJ OROGENOJ ZONI

Problem strukturne građe Alpida Jugoslavije tesno je vezan za problem evolucije ovog dela mezozojskog Tetisa, jer ovi tereni predstavljaju integralni deo tog velikog ortogeosinklinalnog prostora. Na sl. 1 i 2 še-

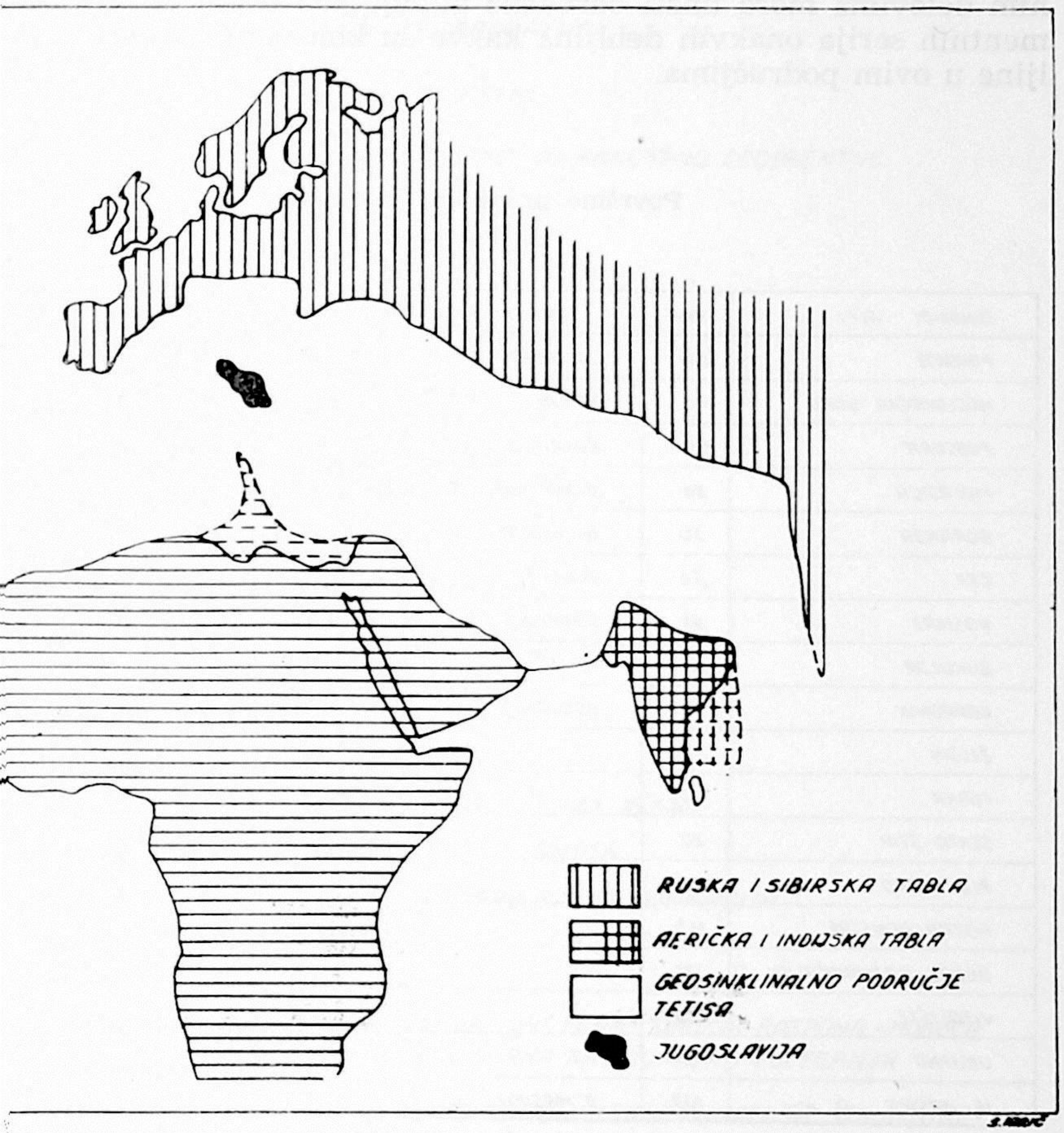


Sl. 1. Položaj Jugoslavije u alpijskoj orogenoj zoni (po B. Sikošeku)

matski je prikazan položaj današnjih terena Jugoslavije u prostoru Tetisa. Vidimo, da ako samo jedanput razmaknemo kontinentalne blokove Evroazije i Afrike još više se potencira ta prostorna skučenost u kojoj postoji toliko raznovrsnih facijalnih homotaksnih asocijacija. Prema tome, strukturna građa Alpida Jugoslavije predstavlja samo mali integralni deo Alpida i u tome svetlu je treba interpretirati.

U dosadašnjim tektonskim interpretacijama o tom momentu uopšte se vrlo malo vodilo računa. Evo nekoliko tabela u kojima su prikazani podaci za stratigrafiju, magmatizam i orogene pokrete pored konkretnih vrednosti pojedinih kategorija (površina, debljina serija itd.) koje nužno treba imati u vidu kod dešifrovanja strukturnih odnosa.

prikazanoj tabeli izveden je pokušaj grafičkog prikazivanja os-
pokazatelja geološke evolucije u vremenu: sedimentacije, magmat-
ivnosti i orogenih pokreta, kako bi se videla pre svega njihova me-
a zavisnost a i nedostatak podataka za definitivnu rekonstrukciju



ožaj Jugoslavije u geosinklinali Tetisa (kod minimalnog proširenja orogene zone u odnosu 1:2)

. Vidimo pre svega da ima vrlo nelogičnih praznina i u litostrati-
kolonama pojedinih tektonskih jedinica ili njihovih delova. Osim
cija da tvorevina pojedinih vremenskih segmenata nema — ništa
ju ne potvrđuje. Prema tome, s obzirom na vrlo burne »transgre-
edinih perioda (devon, silur, ordovicium itd, kambrija) kod nas u
e vreme, nastalih zahvaljujući nalascima fosila, moramo kod tih
pre pomisliti ili na izvesnu mehaničku redukciju u procesima tek-
bivanja ili pak na trenutno još nepotvrđeno prisustvo (paleontološ-
zima) tvorevina, koje ustvari postoje.

Isto tako zbunjuje činjenica da ima veliki broj transgresija na relativno malom prostoru i u kratkim vremenskim razmacima (tabela 2) te i to upućuje na razmišljanje, da li su sve te transgresije i opravdano utvrđene i kakav je mehanizam kretanja obalskih linija ako se takva slika uklopi u prostor Tetisa kao geosinklinalnog područja koji u svojim centralnim delovima mora imati određene dubine kao uslov za formiranje sedimentnih serija onakvih debljina kakve su konstatovane kao srednje debljine u ovim područjima.

Tabela 3.

Površine granitoida Jugoslavije

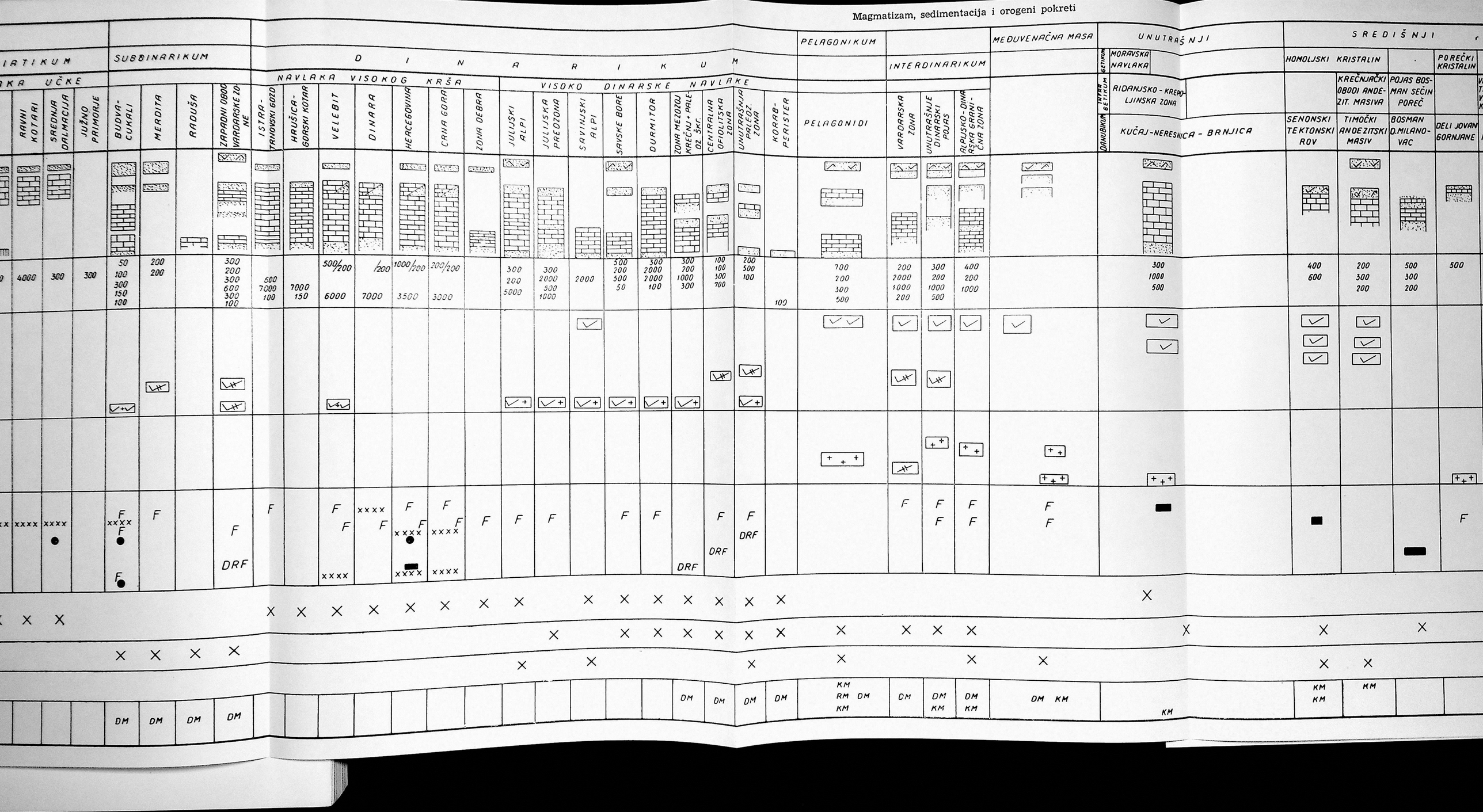
B SIKOŠEK

DINARIDI - ALPI	Km^2	MEĐUVEN. MASA	Km^2	KARPATO-BALKANSKI LUK	Km^2
POHORJE	120	JASTREBAC	32,5	VRŠAC	30
MOSLOVAČKA GORA	40	STALAC	15	BRNJICA	30
PROSARA	95	KUKAVICA	7	NERESNICA	160
MOTAJICA	98	BESNA KOBILA-SURDULICA	207	GORNJANE-PLAVNA	31
BORANJA	50	BUJANOVAC	100	VRŠKA-ČUKA	19 5
CER	54	BELASICA	156	STARA PLANINA	78
KOSMAJ	96	OGRAŽDEN	188		
DUKULJA	5	MALEŠ	45,5		
KOPAONIK	55	OSOGOVO	97,5		
ŽELJIN	73				
FURKA	64				
SERTA-ŠTIP	20				
PLOKENSKO	292				
KORAB-PERISTER	143				
DUNJE KAJMAKČALAN	325				
VITOLIŠTE	225				
UKUPNO	1754		648,5		348,5
16 MASIVA ā ~	109	9 MASIVA ā ~	95	6 MASIVA ā ~	58

Citao Lukić

Od kolikog je značaja uzimati u obzir kod interpretiranja strukturnih sklopova orogenih područja primarni položaj sedimentacionih prostora vidimo upravo na području Jugoslavije gde se neminovno mora zauzeti stanovište u odnosu na intenzivna povijanja kako na SZ tako i na IJI delu. Pitanje je da li je to povijanje primarno, tj. kakav položaj su imali primarni sedimentacioni prostori i da li nakon komprimiranja tih prostora nije došlo do njihovog rotiranja već samo do stiskivanja, ili su oni rotirani u procesu stiskivanja, te je današnja njihova orijentacija sekundarna i uslovljena konfiguracijom kontinentalnih blokova predgorja. S obzirom na kolosalne horizontalne deplasmane kojima nužno moramo pribeći kod razjašnjenja konstatovanih odnosa, moramo prihvatiti i tezu o kasnijem roti-

			ADRIATIKUM					SUBĐINARIKUM				
			NAVLAKA UČKE									
FACIJA	FACIJE		ISTRA	KVARNER	RAVNI KOTARI	SREDNJA DALMACIJA	JUŽNO PRIMORJE	BUDVA-CUKALI	MERDITA	RADUŠA	ZAPADNI OBOD VARDARSKE ZONE	ISTRA-
SEDIMENTI	DEBLJINA	N P K J T	300 3500	300	4000	300	300	50 100 300 150 100	200 200		300 200 300 600 300 100	60 700 100
MAGMATIZAM	EFUZIVNI	N P K J T										
	INTRUZIVNI	N P K J T										
TEKTO-OROGENETSKE LITOLOŠKE ASOCIJACIJE		N P K J T	F XXX ●	XXXX	XXXX	XXXX ●		F XXXX F ● F ●	F		F F DRF	F
KARAKTER TEKTONSKIH DEFORMACIJA		A	X X X X									
		B						X X X X				
		C										
METAMORFIZAM		N P K J T						DM	DM	DM	DM	


IATIKUM
SUBDINARIKUM
D I N A R I K U M
PELAGONIKUM
INTERDINARIKUM
MEĐUVENAČNA MASA
UNUTRAŠNJI
SREDIŠNJI
NAVLAKA VISOKOG KRŠA
VISOKO DINARSKE NAVLAKE
MORAVSKA NAVLAKA
RIDANJSKO - KREPOLJINSKA ZONA
KUČAJ-NERESNICA - BRNJICA
HOMOLJSKI KRISTALIN
POREČKI KRISTALIN
KREČNJAČKI OBODI ANDEZIT. MASIVA
POJAS BOSMAN SEČIN POREČ
SENONSKI TEKTONSKI ROV
TIMOČKI ANDEZITSKI MASIV
BOSMAN D.MILANOVAC
DELI JOVAN GORNJANE
RAVNI KOTARI
SREDNJA DALMACIJA
JUŽNO PRIMORJE
BUDVA-CUKALI
MERDITA
RADUŠA
ZAPADNI OBOD VARDARSKE ZONE
ISTRA-TRIJEVSKI GOZD
HRUŠICA-GORSKI KOTAR
VELEBIT
DINARA
HERCEGOVINA
CRNA GORA
ZONA DEBRA
JULIJSKI ALPI
JULIJSKA PREDZONA
SAVINJSKI ALPI
ŠAVSKE BORE
DURMITOR
ZONA MELOZOJ KREČNJ + PALEOZ. ŠKR.
CENTRALNA OFIOLITSKA ZONA
UNUTRAŠNJA PALEOZ. ZONA
KORAB-PERISTER
PELAGONIDI
VARDARSKA ZONA
UNUTRAŠNJE DINARSKI POJAS
ALPUSKO-DINARSKA GRANIČNA ZONA
DRF
DM
KM
RM

B. SIKOŠEK, D. VESELINOVIĆ

		PELAGONIKUM		MEĐUVENAČNA MASA	UNUTRAŠNJI		SREDIŠNJI				SPOLJNI		
			INTERDINARIKUM		MORAVSKA NAVLAKA (GETIKUM)		HOMOLJSKI KRISTALIN			POREČKI KRISTALIN			KRISTALIN SIPA - TEKIJE
					RIDANJSKO - KREPOLJINSKA ZONA (TETIKUM)			KREČNJAČKI OBODI ANDEZIT. MASIVA	POJAS BOSMAN SEČIN POREČ		VIDLIČKA TEPOŠKA VISOČKA, KRALJUŠT	ZAPADNO KRILO MIROČA	SINAJSKI SLOJEVI IST. SRBIJE + ĐERDAPSKA NAVLAKA + MOKRANJSKA NAVLAKA
ZONA MEZOZOJ KREČNJ. + PALEOZ. ŠKR.	CENTRALNA OFIOLITSKA ZONA	UNUTRAŠNJA PALEOZ. ZONA	KORAB-PERISTER	PELAGONIDI	VARDARSKA ZONA	UNUTRAŠNJE DINARSKI POJAS	ALPSKO-DINARSKA GRANIČNA ZONA	KUČAJ - NERESNICA - BRNJICA (DANUBIKUM)	SENONSKI TEKTONSKI ROV	TIMOČKI ANDEZITSKI MASIV	BOSMAN D. MILANOVAC	DELI JOVAN GORNJANE	STARA PLANINA	MIROČ VELIKI GREBEN	VRŠKA ČUKA
300 200 1000 300	100 100 500 700	200 500 100	100	700 200 300 500	200 2000 1000 200	300 200 1000 500	400 200 1000	300 1000 500	400 600	200 300 200	500 300 200	500	300 200 300		400 500 300 200
	DRF	F DRF			F	F F	F F	F F				F		F	F
×	×	×	×					×					×	×	×
×	×	×	×	×			×	×	×		×			×	
		×		×			×	×	×	×					
DM	DM	DM	DM	KM RM DM KM	DM	DM KM	DM KM	DM KM KM	KM KM	KM					

FACIJE:
- KARBONATNE
- SILIKATNE
- MEŠANE - VULKANOGENO SEDIMENTNE
- EVAPORITI

EFUZIVI:
- NEUTRALNI
- KISELI
- BAZIČNI

INTRUZIVI:
- KISELI
- BAZIČNI + ULTRABAZIČNI

TEKTO-LITOLOŠKE ASOCIJACIJE:
- F FLIŠ
- UGALJ XXXX BOKSIT
- ASFALT + NAFTA
- DRF DIJABAZ ROŽNA FORMACIJA

KARAKTER TEKTONSKIH DEFORMACIJA:
- A PLIKATIVNE FORME ŠIROKIH RASPONA - MOGUĆA FLEKSURNA RASKIDANJA I POLEGANJA
- B JAKO TEKTONIZIRANE PLIKATIVNE STRUKTURE - KRALJUŠTI + NAVLAKE INTENZIVNA MIKROTEKTONIKA
- C DISJUNKTIVNA TEKTONIKA

METAMORFIZAM:
- KM KONTAKTNI
- DM DINAMO
- RM REGIONALNI

CRTAO: V. STAJIĆ

ranju sedimentacionih prostora. Pored toga, momenat koji jasno pada u oči kod distribucije magmatskih masa u alpijskom prostoru na teritoriji Jugoslavije jeste koncentracija mladih intermedijarnih efuziva u unutrašnjim »vatrenim lucima« koji prate granične prostore između dva orogena luka, Dinarida s jedne strane i Karpato-balkanida s druge strane. Granitske mase javljaju se po pravilu u »autohtonim« delovima koji su dovoljno duboko erodovani da bi se stiglo do tih intruzivnih tela. U svakom slučaju i njihova pojavljivanja i raspored nisu slučajni već prostorno zavisni od položaja ovih prostora u geosinklinalnom primarnom prostoru. Tabela 3 daje pregled parametara veličina, odnosno površina granitoidnih tela koja se danas javljaju i dostupna su neposrednom promatranju. Vidimo da je celokupan zbir površina u pojedinim tektonskim kategorijama Alpida Jugoslavije (Dinaridi, Karpato-balkanski luk i središnje kristalaste mase) vrlo malen. Ako te površine uporedimo sa površinama (erodovanim, danas dostupnim neposrednim promatranjima) granitoida Francuske (tabela 4) dolazimo do

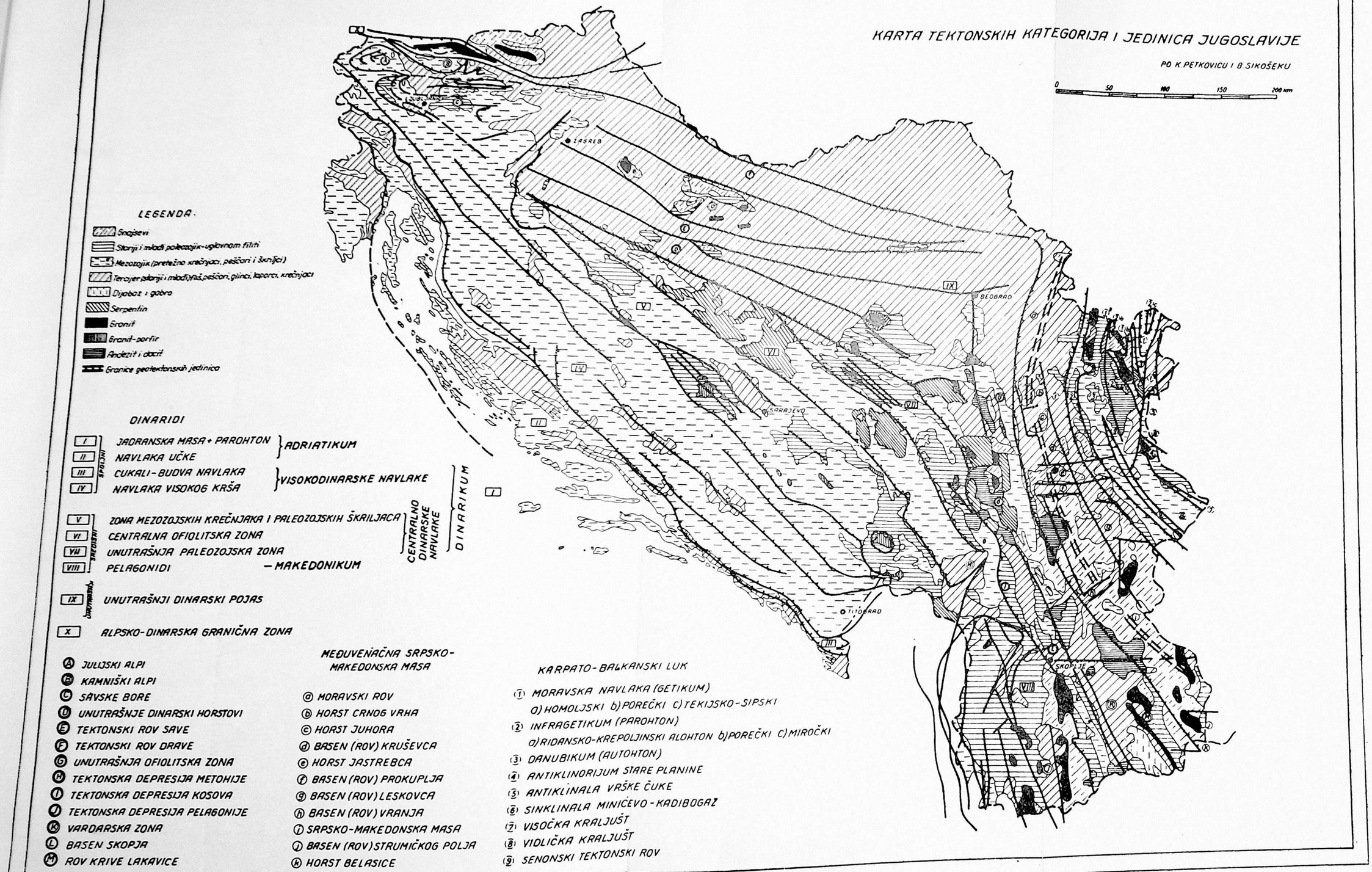
Tabela 4.

Granitoidni masivi Francuske

MASIV	Km^2	STAROST
MARGERIDE	3000	301±8M
ENTRAYGES	350	
MONT LOZÈRE	400	
AIGOUL	280	
VILLEFRANCHE		
DE ROUERGE	350	329±4M
USSEL	300	312±3M
VELAY-VIVARIAS	3000	300±5M
MILLEVACHE	3500	309±5M
UKUPNO	11180	322 I 310±10M

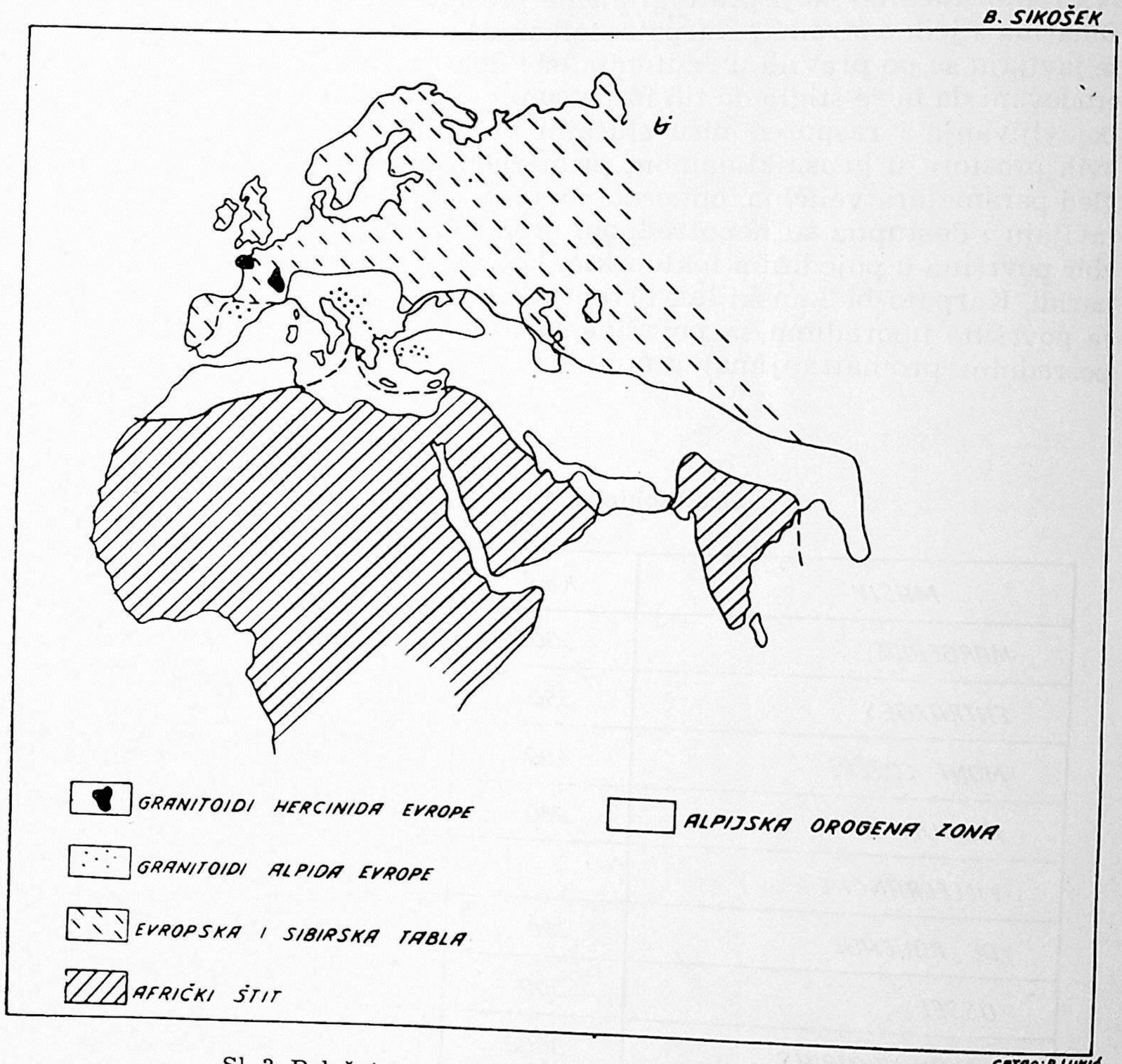
CATHO R. LUKIĆ

očiglednih činjenica da se površine granitoida (odnosno intruzivnih tela) uopšte povećavaju proporcionalno sa dubinom erozionog useka, što drugim rečima možemo za naše terene reći da su naše današnje pojave granitoidnih tela koje mi nazivamo »masivima« samo odraz stadijuma erozije u odnosu na litostrukturnu kompoziciju Alpida u nas i da u stvari te sitne »izdanke« treba tumačiti kao jako izraženu »morfologiju« apikalnih delova batolita u dubini, koji predstavljaju jedinstvena tela proizašla iz jedin-



Sl. 4. Karta tektonskih kategorija jedinica Jugoslavije (po K. Petkoviću i B. Sikošeku

stvenih magmatskih ognjišta (sl. 3). O tome govore i podaci o apsolutnoj starosti pojedinih granitoida (uneti u tabeli 2) koje su bile određene u laboratoriji Instituta za nuklearne sirovine u Beogradu (G. D e l e o n).



Sl. 3. Položaj granitoida u alpijskoj orogenoj zoni

KRATAK PRIKAZ GEOTEKTONSKOG SKLOPA JUGOSLAVIJE

Područje alpijskog orogena u Jugoslaviji izgrađeno je od nekoliko krupnih geotektonskih kategorija (sl. 4).

Istočni Alpi. — Kompleks Pohorja na krajnjem severu zemlje.

Dinaridi. — Širok pojas venačnih planina koje zauzimaju oko 70% teritorije i koji se prema jugu nadovezuju u Helenide. Preovlađujući pravac pružanja megastruktura je SZ-JI s tim što na jugu taj pravac prelazi u pravac S-J.

Debljine sedimentnih serija i dužina i širina tektonskih jedinica

	EKSTERNIDI					METAMORFIDI	DINARIDI																						KARA
	ADRIATIKUM					MAKEDONIKUM	CENTRALIDI			CENTRALIDI II VISOKI DINARIKUM						CENTRALIDI III CENTRALNO DINARSKE NAVLAKE										CENTRALIDI IV INTERDINARIKUM					D
	JADRANSKA MASA + PARAUTOHTON	NAVLAKA UČKE				PELAGONIDI	NAVLAKA CUKALI-BUDVA	RADUŠA+ZAPADNI OBOD VARDARSKE ZONE	CENTRALNA OFIOLITSKA ZONA	TRNOVSKI GOZD HRUŠICA	SNEŽNIK-GORSKI KOTAR	VELEBIT	DINARA+SVILAJA	HERCEGOVINA	CRNA GORA-ZONA DEBRA	JULIJSKI ALPI	JULIJSKA PREDZONA	KAMNIŠKI ALPI	SAVSKE BORE	DURMITOR	ZONA MEZOZOJSKIH KARČNJAKA I PALEOZOJSKIH ŠKRILJACA	UNUTRAŠNJA PALEOZOJSKA ZONA	KORAB-PERISTER	UNUTRAŠNJE DINARSKI HORSTOVI	SAVSKI ROV	VARDARSKA ZONA	UNUTRAŠNJA DINARSKA ZONA + UNUTRAŠNJA OFIOLITSKA ZONA	ALPIJSKO-DINARSKA GRANIČNA ZONA	SARSKO-MAKEDONSKA MASA		NERESNICA-BRNJICA	SENONSKI TEKTONSKI ROV
		ISTRA	KVARNER	SREDNJA DALMACIJA + RAVNI KOTARI	JUŽNO PRIMORJE																										
DEBLJINA TERCIJARA + MEZOZOJIKA		3800	4000	8500	3550	1700	700	1500	900	7700	7100	6700	7200	4000	3900	5500	3800	1500	1200	4300	1300	810	800			3400	2000	1600			
DUŽINA. GEOTEKT JEDINICE U Km	680 km					136	455			720																			187		
SEGMENATA		90	136	272	182		91	114	455	45	136	85	68	182	204	45,5	45,5	91	455	455	204	41			136		273			225	150
ŠIRINA. GEOTEKT. JEDINICE U Km	91					68	77			91																			67		
SEGMENATA		22	68	91	10		9	23	45	22	45	85	68	65	68+23	32	22	36	45,5	20	32	40			45		22			8	4
POVRŠINA: GEOTEKT. JEDINICE U Km^2	61880					9,248	7007			65520																					
SEGMENATA		1980	9248	24752	1820		819	2622	20475	990	7188	7225	4624	12376	7752	1456	1001	3276	20692	9100	6528	3640			6120		6006	12329		1800	600
KOLIČINA SEDIMENATA U TONAMA	$6,8 \cdot 10^{14}$					$2 \cdot 10^{13}$	$1,97 \cdot 10^{13}$			$526\ 10^{13}$															$4,58 \cdot 10^{13}$		$5,17 \cdot 10^{13}$			1,13 1013	1,98·10¹³
BRZINA SEDIMENTACIJE Δs U 10^6 god.	~22m					~5,5m	~5,6m			~16,2m															~13,7m						

Radi uporedenja sa [illegible]
ci o površinama i dubinama nekih okeana, mora i jezera kao i površina
goslavije.

Debljine sedimentnih serija i dužina i širina tektonskih jedinica

Tabela 5.

| D I N A R I D I | | |

Panonska depresija. — Mlada tektonska depresija između Karpato-balkanskog luka na SI i Dinarida na JZ koja ima u bazi kristalaste blokove a ispunjena je mlađim tvorevinama čija starost se kreće od mezozojskih do mladotercijarnih i čija debljina iznosi u pojedinim rovovskim strukturama i 4—5.000 metara.

Karpato-balkanski luk. — Zauzima relativno malo prostranstvo u SI delovima Jugoslavije (SI Srbija). Opšti pravac pružanja mega i makro struktura u tom prostoru je S-J sa skretanjem na I u delu gde ovaj planinski venac prelazi u Bugarsku.

KRISTALASTI TERENI IZMEĐU KARPATO-BALKANIDA I DINARIDA — SRPSKO MAKEDONSKA MASA

Svaku od ovih krupnih geotektonskih kategorija sačinjavaju tektonske jedinice opet grupisane po značaju i veličini (prvog, drugog i nižih redova).

Na geotektonskoj skici koja je data u ovom radu kompilirana su shvatanja K. Petkovića, Kobera, B. Sikošeka, B. Maksimovića, W. Medwenitscha, dok je za osnovu tektonske rejonizacije uzeta strukturna interpretacija B. Sikošek—W. Medwenitscha i B. Sikošek—B. Maksimović (Karpato-balkanski luk). U svim tabelama kao osnova služila je gore navedena strukturna interpretacija prostora Jugoslavije kao dela alpijskog orogena u prostoru Evrope.

Kao što je bilo već na početku rečeno, intenzivnim istražnim radovima dobijeno je niz novih kvalitativnih podataka koji nužno iziskuju određene interpretacije koje mogu da objasne konstatovane stratigrafske inverzije. Pre svega intenzivna istraživanja u Dinaridima u nizu dubokih strukturnih bušotina pokazala su da postoji nekoliko stratigrafskih inverzija i to čak na velikim dubinama, kako u spoljnjim sasvim priobalskim zonama, a, tako i u predelima za koje se, makar prema površinskim manifestacijama strukturnih formi (mirne brahiforme širokih raspona) više u unutrašnjosti, smatralo da nisu mnogo kretani niti deformisani (Nikšićka Župa). Primer kakve su manje-više situacije u tim bušotinama vidimo na profilu bušotine u Buljarici (kod Petrovca na moru) koja je bušena do 4.444 m dubine gde je ispod mezozojskih, paleozojskih (perm) paketa nabušen na cca 3000 m miocen, zatim je interesantan i najnoviji podatak iz bušotine Zadar gde je na dubini 3400 m ispod mezozojskog paketa nabušen eocenski fliš!

Tabela 5 daje podatke o debljinama sedimentnih serija u pojedinim tektonskim jedinicama Alpida Jugoslavije i to tercijarnih i mezozojskih zajedno, zatim podatke o dužinama tih jedinica, dužinama njihovih segmenata, njihovim širinama kako se danas konstatuju — ne zalazeći u to da su neke samo delimično otkrivene ispod pokrivača više tektonske jedinice (slučaj subdinarikuma) i konačno su navedene i njihove površine. Kao pokušaj pružanja izvesnih mogućnosti za paralelizaciju obračunata je i kubatura tako definisanih jedinica i prikazana u vidu mase specifične težine 2,2 u tonama.

Radi upoređenja sa današnjim sedimentacionim basenima dati su i podaci o površinama i dubinama nekih okeana, mora i jezera kao i površina Jugoslavije.

Takođe je izuzetan slučaj kontinualnog pojasa gipsa i anhidrita koji je konstatovan u bušotinama počev od severnog Jadrana do naših južnih obala a utvrđen je u bušotinama i u Grčkoj u spoljnoj zoni (zona Gavrova). Taj gipsno-anhidritski kompleks debljine i do 2.000 i više metara nalazi se na dubinama od 1.500—3.500 m i još nema strogo definisano stratigrafsko mesto. Prema izvesnim odredbama mikrofaune predstavlja kredno-jurske tvorevine, dok prema drugima, pogotovo nakon odredbi spora (bušotina Olib) kao permsko-trijaskih (W. K l a u s-Wien) taj kompleks treba shvatiti kao permo-trijaski specifičan facijalni razvoj. Slično tumačenje tim tvorevinama u sličnom položaju daju i italijanske kolege na svojoj strani. U svakom slučaju se radi o interesantnom kompleksu koji se nalazi na dubinama na kojima su se vršila primarna kretanja horizontalnog tipa. Bez obzira na to koju starost pridajemo tom kompleksu, jedno je bitno, a to je da predstavlja specifičan facijalni razvoj koji nije utvrđen u sedimentnim kompleksima iste starosti na površini, te prema tome još više iziskuje svoje specifično mesto u primarnom rasporedu sedimentnih basena.

Novootkriveni profili na komunikacijama koje su u poslednje vreme izgrađene (Jadranska magistrala) takođe daju niz podataka o tektonskom stilu koji se odražava na velikim relacijama. Vrlo česti su profili malih tektonskih prozora čije dimenzije ne prelaze veličinu nekoliko 100 m u dužinu i nekoliko 10 metara u visinu (primer sa magistrale kod Starog grada). U tim profilima se ispod kredneg krečnjačkog kompleksa javlja eocenski fliš vrlo tektoniziran. Takvih profila ima duž magistrale vrlo mnogo.

Detaljnim radovima na geološkom kartiranju prikupljeni su i podaci o stratigrafskim razvojima i sukcesijama koje govore i o krupnim kretanjima u unutrašnjim prostorima Dinarida, odnosno o inverzitetu stratigrafskih superpozicija koje ta kretanja iziskuju.

I u području Karpato-balkanskog luka postoji niz dokumentovanih podataka koji govore o znatnim kretanjima. Bušotine u Senjsko-Resavskom basenu koje su bušile seriju crvenih permskih peščara i ispod njih nabušile miocensku ugljonosnu formaciju na oko 8—9 km od današnjeg oboda odnosno čela te navlake (tektonska skica Jugoslavije sl. 4) to jasno potvrđuju.

Ako uporedimo facijalne razvoje pojedinih odeljaka sa podacima o transgresijama koje su dati na tabeli 5 vidimo da postoji vrlo veliki broj transgresija, koje sa svoje strane uslovljavaju regresije, jer, konačno jedne druge prouzrokuju.

Ako sve to uporedimo sa tabelom 5 gde imamo merne podatke o okvirnim parametrima veličine pojedinih tektonskih jedinica kao i veličine današnjih sedimentoloških prostora (tabela 6) moramo neminovno doći do jednog zaključka, da je bilo potrebno za sedimentaciju serija takvog facijalnog sastava i takvih debljina mnogo više prostora odnosno površine koje imaju danas pojedine tektonske jedinice višeg reda koje možemo donekle identifikovati sa primarnim facijalnim područjima. Minimalna širina primarnog geosinklinalnog prostora kako za područje Dinarida tako i za područje Karpato-balkanida u Jugoslaviji bi morali biti u odnosu na današnje dimenzije širine i primarne veličine 1:3 — 1:6.

Tabela 6.

Površina i dubina današnjih sedimentacionih basena u upoređenju sa površinom Jugoslavije

Sedimentacioni baseni	Površina	Dubina
Pacifik	$166 \cdot 10^6$ km²	4422 m
Atlantik	$83 \cdot 10^6$ km²	4064 m
Idijski okean	$73 \cdot 10^6$ km²	4124 m
Arktičko more	$14 \cdot 10^6$ km²	945 m
Ohotsko more	$8 \cdot 10^6$ km²	3300 m
Meksički i Karibski zaliv	$4{,}5 \cdot 10^6$ km²	3403 m
Sredozemno more	$2{,}5 \cdot 10^6$ km²	3700 m
Crno more	$5 \cdot 10^5$ km²	2240 m
Jadransko more	$135 \cdot 10^3$ km²	1800 m
Bajkalsko jezero	$31{,}5 \cdot 10^2$ km	1742 m
Površina Jugoslavije	$255{,}804 \cdot 10^3$ km²	

ZAKLJUČAK:

1. Činjenica je da facijalni sastav mezozojskih sedimentnih kompleksa iziskuje pre svega mnogo veće prostore za homotaksno egzistovanje u primarnim sedimentacionim područjima, nego u kojima se oni danas nalaze.

2. Teritorija Jugoslavije predstavlja vrlo mali integralni deo mezozojskog Tetisa, i to njegov centralni deo, te prema tome sve mnogobrojne »transgresije« i »regresije« koje su kroz literaturu utvrđene treba proanalizirati i u tome svetlu. Svakako da nedostaju potpuno jednoobrazni kriterijumi za utvrđivanje tih fenomena koji imaju univerzalni značaj makar za jedan deo geosinklinalne oblasti — a posebno se postavlja pitanje ako su te oblasti centralna područja ortogeosinklinale! Radi komparacije: reka Po danas utiče na facijalni sastav skoro u dve trećine površine sedimentacionog basena Jadranskog mora (skoro 90.000 km²)!

3. Nedostatak materijalnih reprezentanata pojedinih vremenskih odeljaka mezozoika moguće je objasniti na nekoliko načina (mehanička redukcija, nedostatak nađenih fosila) od kojih je svakako jedan i regresivan stadijum, no nije i jedini, već izgleda mnogo, mnogo malobrojniji nego što je slučaj u dosadašnjim interpretacijama.

4. Da bi se dobila mogućnost paralelnog postojanja raznih facijalnih razvoja iste starosti; kao i uzimajući u obzir današnji strukturni sklop i njegov stil nužno je skraćenje primarnih sedimentacionih prostora u razmeri 1:3 do 1:6.

(Predato za štampu januara 1968. god.)

LITERATURA

1. Anđelković, M. Ž., 1963: — Facije jure u prostoru Lima, Tare i Drine. — Geol. Anali Balk. Pol. T. XXX. Beograd.
2. Arić, D., 1962: — Jura i kreda Biokova. — Geol. Vjesnik, Zagreb.
3. Aubouin, J., 1960: — Essai sur l'ensamble italo-dinarique et ses rapports avec l'arc alpin. — Bul. Soc. Géol. de France, Paris, 487—526.
4. Aubouin, J., Brunn, J. H., Celet, P., Dercourt, J., Godfriaux, J., Mercier, J., 1960—1963: — Esquisse de la géologie de la Grèce. — Livre a la mémoire du Professeur Paul Fallot, Tome II, Paris.
5. Bahun, St., 1962: — Vapnenci promina naslaga u području Krušice u Lici. — Geol. Vjesnik, sv. 15, br, 1. Zagreb.
6. Beck-Managetta, P., 1963: — Mitarbeit Braumüller, E.: — Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich mit tektonischer Gliederung, 1:1.000.000. — Geol. B. — A., Wien.
7. Belostozkii, I. I. 1963 i 1964: — O tektonitscheskich pokrovach i gravitazionych strukturach sapadnoj tschasti zentralnych Dinarid. — Bioll. Mosk. Obsch., Otd Geolog., Moskwa, 6, 24—53, 1, 22—48.
8. Bemmelen, R. W. van, 1964: — Phénomènes géodynamiques à l'échelle du Globe. — Memoires Societé belge de géologie, série In—8 № 8, Bruxelles.
9. Buser, S., 1965: — Geološka zgradba južnega dela Ljubljanskog barja in njegovega obrobja. — Geologija knj. 8 Ljubljana.
10. Brunn, J. H., 1965: — A la recherche du rameau médian des chaînes périméditerrainéennes. — Annales de la Soc. Géol. du Nord T. LXIII Lille.
11. Ćirić, B., & Karamta, St.: L'evolution du magmatisme dans le géosynclinal dinarique au Mézozoïque et au Cénozoïque — Bull. Soc. Géol. de France, Paris 2 (1960), 376—380.
12. Deleon, G., Gojković, S., & Vukasović, M., 1961: — The age determination of certain number of granitic rocks in Yougoslavia. — Ref. II. Kongr. Geol. Jug., Titograd, 433—447.
13. Germovšek, C., 1953: — Obsetilo o geol. kartiranju lista Novo mesto 1, 2, 3 v letih 1950 in 1951. Geologija.
14. Grubić, A., 1953: — Betrachtungen über den allgemeinen Aufbau der jugoslavischen Dinariden. — Vesnik, Geol. Zavod, Beograd, 9—17.
15. Herak, M., 1954—55: — Mezozoik područja Korane. Geol. Vjesnik VIII—IX.
16. Herak, M., & Bahun St., 1963: — Prilog stratigrafiji Senj—Komesarec—Rakovica. — Geol. Vjesnik, Zagreb.
17. Heritsch, F., & Kühn, O., 1951: — Die Südalpen. — In F. X. Schaffer, Geologie von Österreich: Verl. Deuticke, Wien.
18. Iskra, M.: Prispevek k stratigrafiji in tekton. ozemlja zg. Idrijice in Nikove. Geol. 7.
19. Jurković, I., 1959: — Rezultate der wissenchaftlichen Untersuchungen der kroatichen Erzlagerstätten. — Geol. Vjesnik, Zagreb, 9—17.
20. Katzer, F., 1926: — Geologija Bosne i Hercegovine Sarajevo.
21. Kober, L., 1952: — Leitlinien der Tektonik Jugoslaviens. — SAN, Posebna izdanja knjg., Geol. Inst., Beograd.
22. Kossmat, F., 1924: — Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. — Verl. Gebr. Borntrager, Berlin.
23. Machel, M., 1965: — Einige Grundmerkmale der Alpin-Karpatischen Systems und die Besonderheiten der Westkarpaten. Geologiche Prace, Zpravy 36, Bratislava.
24. Medwenitsch, W., 1961: — Die Metamorphiden in den Dinariden Jugoslaviens. — Freib. Forsch H., Berlin, 48—66.
25. Medwenitsch, W., 1965: — Zur Geologie Vardarisch-Makedoniens (Jugoslavien) zum Problem der Pelagoniden. — S. Ber. Österr. Ak. Wsch., mat-natw. Kl, Abt. I, Wien (1956) 4/5, 397—473 (mit ausführichem Literaturverzeichnis).

26. Miladinović, M., 1962: — Geotektonska građa jugoistočne Crne Gore. — Beol. Vjesnik, Zagreb.
27. Mikinčić, V., 1953: — Geološka karta Jugoslavije 1:500.000. — Beograd.
28. Nosan, T., Grad, K., 1955: — Stratigrafske in tektonske razmere na južnem pobočju Bohorja. Geologija, № 3. Ljubljana.
29. Novaković, R., Vanđel, V., Tomić, R., 1958: — Geološki prikaz rudnih pojava na Kopaoniku. Vesnik — Tom XVI, Beograd.
30. Papeš, J., Luburić, P., Slišković, T., i Raić, V., 1964: — Geološki odnosi šire okoline Lima, Duvna i Glamoča u JZ Bosni. Geološki glasnik 9. Sarajevo.
31. Pavić, A., 1958: — Paleozoik i njegov tektonski položaj u dolini Bukovice i Tašine (C. Gora). Geol. glasnik knj. II, Titograd.
32. Pavlovec, R., 1963: — Stratigrafski razvoj star. paleogena v JZ Sloveniji Rasprave Slov. Akad. znan. Tom. VII Ljubljana.
33. Petković, K., 1958: — Tektonischer Bau der Dinariden Jugoslaviens. — Jb. G. B., Wien.
34. Petković, K., 1963: — Tektonska karta FNR Jugoslavije, GLAS, Beograd 249 22.
35. Pleničar, M., 1960: — Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem primorskem in notranskem. — Geologija. Ljubljana.
36. Polšak, A., 1965: — Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju gornokrednih naslaga. Geol. vjesnik Inst. za geol. istr. u Zagrebu. Sv. 18 br. 2. Zagreb.
37. Polšak, A., 1963: — Kredne naslage Plitvičkih Jezera i Ličke Plješivice. Geol. vjesnik, sv. 15, 2, Zagreb.
38. Rakovec, I., 1956: — Pregled tektonske zgradbe Slovenije. — I Kongres, Geol. Jug., Ljubljana.
39. Renz, 1940: — Die Tektonik der griechischen Gebirge. Abh. d. Acad. v. Athen.
40. Richter, Max., 1962: — Alpen, Apennin und Dinariden. — N. Jb. Geol. & Pal., Mh., Stuttgart, 3, 466—480.
41. Salopek, M., 1960: — Prilog poznavanju geološke građe Vinodola. — Acta Geol. Zagreb.
42. Sikošek, B., 1958: — Tektonik der jugoslawischen Südalpen. — Zborn. Geol. Inst. »J. Žujović«, Beograd 10, 247—266.
43. Sikošek, B. & Uccellini, S., 1960: — A characteristic profil the Adriatic Zone. — Nafta, Zagreb, 1, 1—5.
44. Sikošek, B., Maksimović, B., 1963: — Essai de l'interpretation de l'origine de l'histoire structurale de la Serbie Orientale entre le Danube et la Rivière Timok. — Compte Rend. VI Congr. Assos. Géol. Karpato-Balkanique Krakow (in Druck).
45. Veselinović, D., 1965: — Titonski gastropodi Karp.-Balk. i jednog dela unutrašnjih Dinarida. Jugosl. akad. znan. i umjetnosti, Zagreb.
46. Vidović, M., 1962: — O tektonici visokog krša od Lovćena do Neretve. — Ann. Géol. Balk., 29, Beograd.
47. Varićak, D., 1954: — Pregled metamorfnih i magmatskih stena Prosare. Zavod za geol. istr. N. R. Hrv. Zagreb.
48. Winkler-Hermaden, A., 1936: — Neuere Forschungsergebnisse über Schichtfolge und Bau der östlichen Südalpen. — Geol. Rasch. 27, Stuttgart 27.

Z u s a m m e n f a s s u n g

BORIS SIKOŠEK*)

VERSUCH EINER PALAEOGEOGRAPHISCHEN ANALYSE DES MESOZOIKUMS IN JUGOSLAWIEN

In diesem Arbeit wurde ein Versuch gemacht eine palaeogeographische Interpretažion des Mesozoikums von Jugoslawien zu machen. Dabei waren die heutige Dimensionen einzelne geotektonische und tektonische Einheitem massgebend.

Aussgangspunkt für die Interpretazionen war die Vorstellung dass die heutige Raumen von Jugoslawien ehemalige Zentralgebiete von mesozoischem Tetis darstellen. Solche stellung im Geosynklinalgebiete macht zahlreiche Transgressionen und Regressionen die auf diesem Gebiete in Mesozoikum »festgestellt« waren (cca 20 Transgressionen und 20 Regressionen) sehr unwarscheinlich.

Heterogene homotaxe Fazien die heute sehr nahe eine nebeneinander oder sogar übereinander liegen, müssen in primärem Lagerung viel mehr entfernt sein. Die Verengerung muss wenigstens 1:3 bis 1:6 sein. Solches Schluss seinerseits verlangt aber dass man die geotektonische Beschaffenheit der Orogengebiete Jugoslawiens als Deckenbau deuten muss.

*) Institut für Untersuchungen der nuclearen und anderen Rohstoffen, Beograd.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

UDK: 551.24:552.3 (234.422)

O PROSTRANSTVU I STRUKTURNOM POLOŽAJU BAZITA NA PODRUČJU UNUTRAŠNJIH DINARIDA

(sa 1 prilogom)

U ovom radu izneti su novi pogledi na prostranstvo bazita* i neke postavke koje proizilaze iz toga, bez upuštanja u komparaciju sa pogledima drugih autora, odnosno bez tendencije analiziranja kako se izneti rezultati »uklapaju« u postojeće koncepcije. Rad treba primiti kao pokušaj unošenja više svetla u geološko-strukturnu problematiku bazita, na osnovu izvesnih elemenata koji su proistekli ili bili podstaknuti rezultatima dosadašnjih aeromagnetnih ispitivanja u Jugoslaviji.

U geološkoj građi Dinarida, u unutrašnjem pojasu, baziti imaju vidno učešće. Njihov površinski raspored je takav da zaslužuje da se o strukturnom položaju bazita posebno raspravlja. U recentnom erozionom nivou baziti su raspoređeni u izdužene zone, za koje autor smatra da markiraju dubinske razlome, koji su imali bitnog uticaja na geološka zbivanja na teritoriji Jugoslavije. Novijim saznanjem, na bazi aeromagnetnih podataka**, o prostranstvu ovih stena ispod mlađih formacija u pojedinim delovima terena, još više je podvučen značaj njihove prostorne rejonizacije sa aspekta strukturne geologije.

Dosadašnji rezultati postignuti aeromagnetnim ispitivanjima u Jugoslaviji, koja su obuhvatila i neke delove bazita, omogućili su da se jasnije ocrta njihovo prostranstvo, odnosno položaj dubinskih dislokacija koje ih, prema našem shvatanju, kontrolišu. Takođe, ovi rezultati su olakšali sagledavanje međusobnog odnosa pojedinih masiva bazita, a time doprineli i uočavanju izvesne veze između položaja strukturnih zona sa bazitima i rasporeda drugih magmatskih stena, naročito onih tercijarne starosti.

Aeromagnetnim ispitivanjima dobijeni su rezultati koji ukazuju da su na pravcima: Đevđelija—Priština, Studena voda (grčka granica) — Raduša, Ularci — Skopska Crna Gora i Gledić — Avala, zone bazita praktično kontinualne (12, 13, 14). Po merenjima na profilu Banja Luka — Osijek proizilazi, sa dosta verovatnoće, da je zona bazita na potezu Konjuh — Ko-

---

* U ovom radu pod bazitima podrazumevamo bazične i ultrabazične stene, ne izdvajajući ih po starosti.

** Zahvaljujući činjenici da se baziti najčešće odlikuju višim magnetnim susceptibilitetom, moguće ih je indicirati magnetnim merenjima.

stajnica takođe kontinualna ispod tercijarnih sedimenata, i to da se pojavljuje u vidu dva međusobno paralelna pojasa (15). Pored ovoga, na osnovu aeromagnetnih podataka, proističe da baziti Valandova, Konča, Šopura i Štipski graniti leže na jednoj istoj razlomnoj zoni, s tim što je intrudiranje magme, duž ove tektonske zone, vršeno samo na pojedinim lokalitetima, u malim masama (12).

Polazeći od navednih rezultata aeromagnetnih ispitivanja i od površinskog prostranstva bazita, predstavljenog na postojećim geološkim kartama, došli smo do sledećih zaključaka o međusobnom odnosu pojedinih masiva bazita i o njihovoj vezi sa rasporedom drugih magmatskih stena:

1. Praktično svi bazitski masivi unutrašnjih Dinarida poređeni su u nekoliko zona, koje po našem mišljenju odgovaraju dubinskim razlomima (v. prilog). To su zone: *Korča — Munela* (Albanija) — *Đakovica — Sjenica — Zlatibor — Konjuh*, koja se u predelu Drine spaja sa, u ovom delu isklinjenom (i po dubini), zonom *Studena voda — T. Veles — Raduša — Goleš — Raška — Maljen — Zvornik*, »zajedno« produžavajući u pravcu ZSZ *(Čavka — Kostajnica)*, reklo bi se (po površinskom rasprostranjenju bazita, kao jedna zona, dok se verovatno, generalno posmatrano, dubinski pojavljuju i dalje u vidu dva međusobno paralelna pojasa: *Đevđelija — Skopska Crna gora — Kopaonik — Avala — Kovačica* (Banat)* — *Fruška gora — Papuk*, delom »sjedinjena« (u području Ibra i zapadne Morave) sa zonom *Studena voda — Zvornik; Skopska Crna Gora — Ularci*, koja se u zletovskoj oblasti sučeljava sa zonama *Valandovo — Konče — Šopur — Štip* i zonom *Dojran — Strumica — Radoviš — Požar — Kragujevac*, u kojoj na aeromagnetski ispitivanom delu, baziti nemaju veće prostranstvo (ispod drugih formacija) u odnosu na kartiranjem ustanovljeno, na površini terena. Za delove zona, koji nisu obuhvaćeni aeromagnetnim ispitivanjima, ne može se govoriti u kom su stepenu praćeni bazitima, ispod površine terena, odnosno u kom stepenu je ostvaren kontinuitet bazičnih masiva na nižim nivoima. Međutim, po položaju i orijentaciji bazitskih masa, opravdano je očekivati da se pojedini masivi nalaze na istim dubinskim razlomima, onako kako je to naznačeno na prilogu.

2. Po prikazanom prostranstvu bazita proizilazi:

a) deo dislokacija sa bazitima, koje uslovljavaju i karakterišu postojanje Vardarske zone, produžavaju se na sever do Kovačice u Banatu, odakle naglo menjaju pravac prema zapadu, tako da u geološko-strukturnom smislu povezuju Kosmaj i Avalu sa Fručkom gorom i Slavonskim planinama (Krndijom, Papukom). Južno od Kopaonika zona je praktično uokvirena bazitima sa zapadne i istočne strane, dok se severno ove dislokacije sa bazitima razilaze prema Kovačici i Drini. Po ovim dislokacijama mogla bi se teritorijanlo poistovetiti Vardarska zona. Međutim, činjenica je da su drugi uslovi (položaj u odnosu na kristalinska jezgra, litološki) bili različiti za delove severno i južno od Skoplja; južno — zona je stešnjena između Pelagonijske i Srpsko-makedonske mase, severno (do Kovačice) — istočnom stranom se naslanja na Srpsko-makedonsku masu, dok zapadno od Kovačice zona nije bila u direktnom »dodiru« sa kristalinskim jezgrom.

---

* Za područje Banata, zaključak o promeni pravca pružanja bazitske zone baziran je na podacima nazemnih magnetnih merenja (3).

b) Baziti na pravcu *Dojran — Radoviš — Tulari — Požar — Kragujevac*, verovatno obeležavaju graničnu dislokaciju Vardarske zone prema Srpsko-makedonskoj masi, koja na severu tone ispod tercijarnih sedimenata Panona. Ova dislokacija je svakako imala značaj i za izlivanje andezitsko-dacitskih stena u Radanskoj i Zletovskoj oblasti.

c) Formacija paleozojskih škriljaca zapadne Makedonije ima svoje geološko-strukturno produženje na sever: *Suva planina — Golija — Drina*, i to tako da zona dobija formu luka, analogno susednoj strukturnoj zoni sa bazitima Korče—Munela—Đakovica—Zlatibor. Formiranje ovih lukova posledica je postojanja isturene (u odnosu na Srpsko-makedonsku masu) Pelagonijske mase kao jezgra.

3. Najveći deo ostalih magmatskih stena (granitoidi, andeziti, daciti i dr.) Dinarida, naročito tercijarne starosti, nalazi se u onim predelima u kojima se, kako smo naveli, sučeljavaju ili spajaju zone bazita, odnosno dubinske dislokacione zone (v. prilog), zbog toga što su oni bili najviše tektonski predsponirani za dalju magmatsku aktivnost. Ovakvi predeli obuhvataju sledeće terene: Kratovsko-zletovsku oblast (sa štipskim granitima, andezitima, dacitima, bazaltima); Skopsku Crnu goru (sa granitima, dacitima, andezitima); područje Kopaonik—Kotlenik (sa granodioritima, andezitima, dacitima); Drinsko-jadarsku oblast (sa dacitima, andezitima, granodioritima Boranje). Ovi tereni predstavljaju istovremeno i najizrazitije metalogenetske provincije Dinarida.

(Predato za štampu decembra 1967. godine)

LITERATURA

1. Andelković M.: 1965. — Position of the Šumadija and Morava zones in The Geotectonic structure of The Balkan Peninsula. VII kongres Karpatsko-balkanske asocijacije, Sofija.
2. Andelković M., Lupu M.: 1967. — Die Geologie der Šumadija und Mures zone. VIII kongres Karpatsko-balkanske asocijacije, Beograd.
3. Arandelović D.: 1957. — Osvrt na dosadašnja geofizička ispitivanja u Banatu. Vesnik ZGGI, knj. XIV, Beograd.
4. Belostockij I. I.: 1963/64. — O tektoničeskih pokrovah i gravitacionih struktura Zapadnoj časti Centralnih Dinarid. Statja 1 i 2. Bjuleten moskovsko občestva ispitatelej prirodi No. 6 (1963), i 1 (1964), Moskva.
5. Hiessleitner G.: 1951/52 — Serpentin und Chromers — Geologie der Balkanhalbinsel 1 und 2 Teile, Wien.
6. Ilić M.: 1966. — Geotektonski problemi ofiolita Dinarida. VI savetovanje geologa Jugoslavije, Ohrid.
7. Kober L.: 1952. — Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens. Posebna izdanja SAN, knj. CLXXXIX, Beograd.
8. Mikinčić V.: 1953. — Geološka karta Jugoslavije, 1:500.000, Beograd.
9. Pamić J.: 1963. — Magmatske i tektonske strukture u ultramafitima Bosanske serpentinske zone. Geološki glasnik, posebna izdanja, knj. II, Sarajevo.
10. Petković K.: 1961. — Tektonska karta FNRJ. Glas odeljenja prirodno-matematičkih nauka SAN, knj. 22, Beograd.
11. Sikošek B., Medwenitsch W.: 1965. — Neue Daten zur Fazies und Tektonik der Dinariden. Verhandlungen der geologischen Bundesanstalt, Sonderheft 6. Wien.

12. Vukašinović S.: 1964. — Anomalno magnetno polje Makedonije i njegova veza sa geološkom građom terena. Trudovi sv. 10, Skopje.

13. Vukašinović S.: 1966 — Prostranstvo i kontinuitet bazičnih stena u Vardarskoj zoni, na potezu Đevđelija—Priština, prema podacima aeromagnetnih ispitivanja. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XXXII, Beograd.

14. Vukašinović S., Sikošek B.: 1966. — Prilog poznavanju geološke građe Vardarske zone na bazi rezultata aeromagnetnih ispitivanja. VI savetovanje geologa, Ohrid.

15. Vukašinović S.: 1967. — Geomagnetna karakteristika geološko-strukturnog sklopa na potezu Banja Luka — Osijek. Tehnika br. 11, Beograd.

Summary

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ*)

ON DISTRIBUTION AND STRUCTURAL POSITION OF BASITE IN INTERNAL DINARIDES AREA

Aeromagnetic investigations of basite distribution, i.e. the deepfault zones controlling basite occurrences and their relationship to the other magmatic rocks, conduct the author to the conclusions as follows:

1. A basite occurrences in the Internal Dinarides area can be grouped into several zones (see enclosed) probably corresponding to a deep-seated faults of the earth crust.

2. One part of basite-bearing dislocations, which had caused and characterised the existence of Vardar zone, trends to Nord to Kovačica in Banat, and than sharply turns to the West direction, jointing (in geological sence) Kosmaj and Avala with Fruška Gora and Slavonia Mountains.

3. The basite zones trending Dojran—Radoviš—Tulari—Požar—Kragujevac, probably are a marginal dislocations of Vardar zone and Serbo-Macedonian mass, and underlie Panonian sediments of Terciar age on the Nord. In Radan and Zletovo area these dislocations played an important role in effusion of andesit-dacite rocks.

4. The geologic-structural prolongation to the Nord is the archforming West-Macedonian Paleozoic shists of Suva Planina — Golija—Drina, as well as a neighbouring structural basite zone, Korča—Munela—Đakovica —Zlatibor. Those arch — forming rocks are a consequence of uplifted Pelagonian mass; the Serbo-Macedonian mass is a core in relations to this Pelagonian Mass.

5. In contact of the basite and the deep-seated dislocation zones (see enclosed) there are the gratest parts of the other magmatic rocks of Dinarides (granitoides, andesites, dacites), especially Terciar ages; it is understandable because they are tectonical the most convenient for the farther magmatic activity.

---

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

STRU
NA PO
(LITO

LJUBLJANA
SAVA
ZAGREB
KUPA
SUBOTICA
PAPUK
OSIJEK
DUNAV
FRUSKA G.
KOSTAJNICA
UNA
BANJA LUKA
ČAVRA
Bosna
SAVA
Vrbas
KONJUH
ZVORNIK
MALJEN
SARAJEVO
Drina
ZLATIBOR
KRALJEVO
SJENICA
GOLIJA
Ibar
TITOGRAD
Skadarskoj.
MUNELA

PROSTRANSTVO BAZITA NA POVRŠINI TERENA
DISTRIBUTION OF BASITE ON THE SURFACE

POTPOVRŠINSKO PROSTRANSTVO BAZITA (ISPOD MLAĐIH FORM.) UTVRĐENO AEROMAGN. ISPIT.
SUBSURFACE BASITE DISTRIBUTION (UNDER THE YOUNGER FORMATION) ON THE BASIS OF AERO-MAGNETIC SURVEY

GRANITOIDI, ANDEZITI, DACITI
GRANITOIDES, ANESITES, DACITES

KRISTALIN SRPSKO-MAKEDONSKE MASE I PELAGONIDA
CRYSTALLINE OF THE SERBO-MACEDONIAN MASS AND PELAGONIAN

GRANICE STRUKTURNIH ZONA SA BAZITIMA
BOUNDARIES OF STRUCTURAL ZONES WITH BASITE

AEROMAGNETSKI ISPITANI DELOVI STRUKTURNIH ZONA SA BAZITIMA
THE PARTS OF STRUCTURAL ZONES WITH BASITE INVESTIGATED

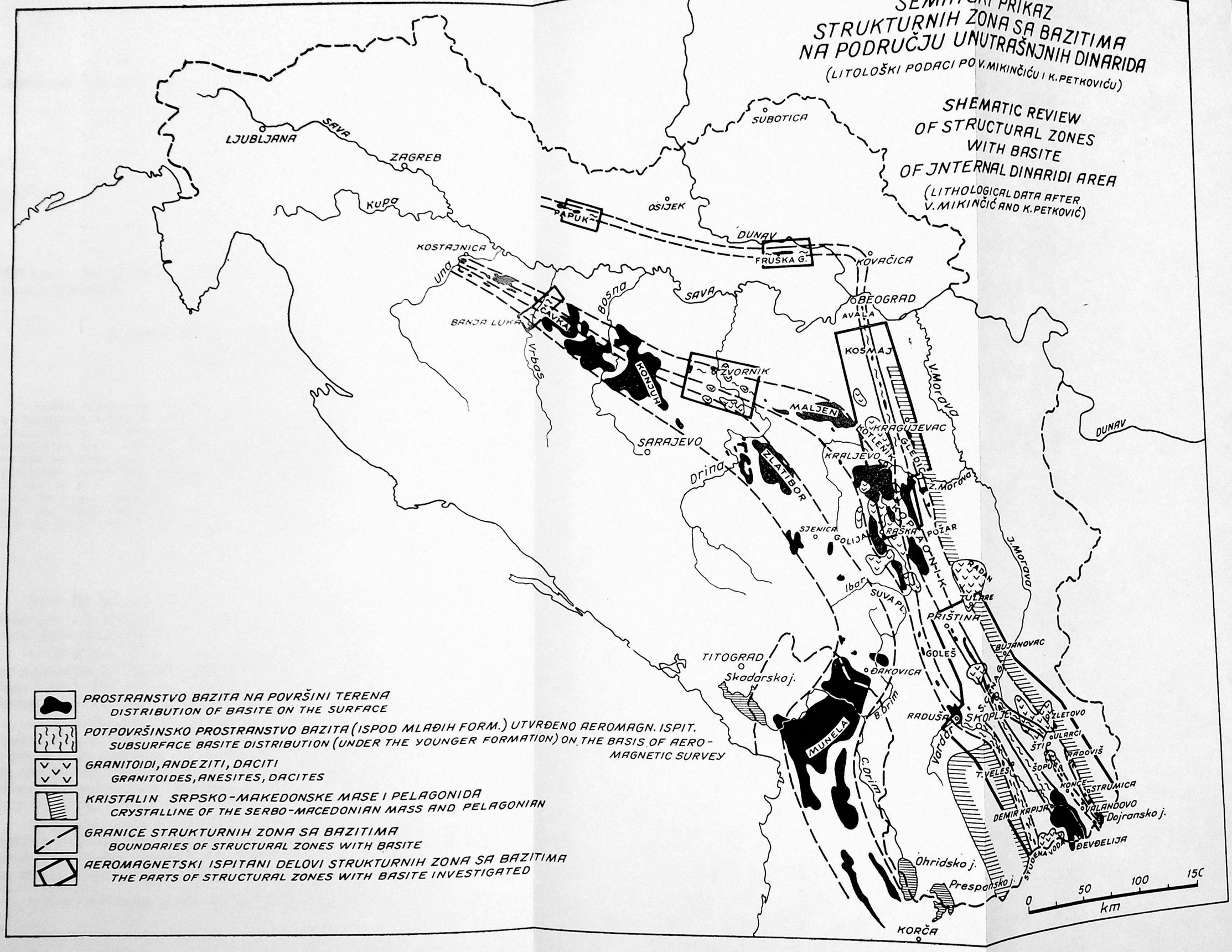
SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

ŠEMATSKI PRIKAZ STRUKTURNIH ZONA SA BAZITIMA NA PODRUČJU UNUTRAŠNJNIH DINARIDA

(LITOLOŠKI PODACI PO V. MIKINČIĆU I K. PETKOVIĆU)

SHEMATIC REVIEW OF STRUCTURAL ZONES WITH BASITE OF JNTERNAL DINARIDI AREA

(LITHOLOGICAL DATA AFTER V. MIKINČIĆ AND K. PETKOVIĆ)



PROSTRANSTVO BAZITA NA POVRŠINI TERENA
DISTRIBUTION OF BASITE ON THE SURFACE

POTPOVRŠINSKO PROSTRANSTVO BAZITA (ISPOD MLAĐIH FORM.) UTVRĐENO AEROMAGN. ISPIT.
SUBSURFACE BASITE DISTRIBUTION (UNDER THE YOUNGER FORMATION) ON THE BASIS OF AERO-MAGNETIC SURVEY

GRANITOIDI, ANDEZITI, DACITI
GRANITOIDES, ANESITES, DACITES

KRISTALIN SRPSKO-MAKEDONSKE MASE I PELAGONIDA
CRYSTALLINE OF THE SERBO-MACEDONIAN MASS AND PELAGONIAN

GRANICE STRUKTURNIH ZONA SA BAZITIMA
BOUNDARIES OF STRUCTURAL ZONES WITH BASITE

AEROMAGNETSKI ISPITANI DELOVI STRUKTURNIH ZONA SA BAZITIMA
THE PARTS OF STRUCTURAL ZONES WITH BASITE INVESTIGATED

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

ŽIVADIN JAKOVLJEVIĆ
ĐOKA IVANOVIĆ

UDK: 551.782 (497.11)

O LITOFACIJALNOM RAZVIČU NEOGENA BARBEŠKOG BASENA

(sa 3 slike i 2 priloga)

Podaci izneti u ovom radu prikupljeni su u toku kartiranja ove oblasti. Geološko kartiranje rađeno je u R 1:10.000, a obuhvatilo je površinu od oko 10 km² u cilju stratigrafskog, tektonskog i litofacijalnog raščlanjavanja neogenih sedimenata. Prilikom rada, pored neposrednoga promatranja, korišćeni su i podaci iz strukturno-istražnih bušotina, tako da je i pored velike pokrivenosti terena, tačnost ove karte u granicama postavljene razmere. Kako su dimenzije ovoga basena relativno male (10 km²) to je on do sada bio tretiran u sklopu Leskovačkog ili Zaplanjskog basena a ne nezavisno. Međutim, veoma interesantan položaj Barbeškog basena, pošto on čini vezu između Zaplanjskog i Leskovačkog basena, daje dosta materijala koji upućuje na opravdanost njegove posebne obrade.

UVOD

Barbeški basen* nalazi se JI od Niša između planina Seličevice i Babičke gore. S obzirom na geomorfološke karakteristike na ispitivanom terenu jasno se izdvajaju:

— Brdovita oblast, koja obuhvata krajnji SZ, zatim južni i JI deo terena (planine Seličevica i Babička gora) sa prosečnom nadmorskom visinom između 500—600 m. Ovaj deo terena izgrađen je od stena kristalastog kompleksa i karakteriše se relativno dobro izraženim reljefom.

— Ravničarska oblast zauzima centralni deo terena i pripada tzv. Barbeškoj kotlini. Ovaj deo terena pokriven je debelim slojem humusa često i preko 5 m i zasejan agrikulturama. Prosečna nadmorska visina kreće se oko 300 m. Ovo područje izgrađeno je od neogenih, slabije vezanih ili nevezanih sedimenata, usled čega se odlikuje ravničarskim, slabo razuđenim reljefom.

Orografski pravci navedenih planinskih venaca kao i same Barbeške kotline, uslovljeni su tektonskom građom terena. Tako Barbeška potolina predstavlja jedan poprečan tektonski rov, pružanja istok — zapad, koji je sa severa i juga oivičen horstovima Seličevice i Babičke gore.

*) Naziv dat prema selima Gornji i Donji Barbeš.

Hidrografska mreža je prilično razgranata i to naročito na delu terena koji je izgrađen od kristalastih škriljaca. Svi vodeni tokovi, izuzev Grkinjske reke, dreniraju se Južnom Moravom. Od većih rečnih tokova ističu se Barbeška i Vlaška reka. Većina rečnih tokova koji dolaze sa kristalastih terena, usled neuravnoteženih profila, imaju bujični karakter, koji se u ravničarskim delovima manifestuje usecanjem relativno dubokih i uskih rečnih korita a mestimično i stvaranjem širokih plavinskih konusa.

Režim voda, kod gotovo svih vodenih tokova date oblasti, je dosta neravnomeran, tako da u letnjim mesecima većina potoka i rečica presušuje.

GEOLOŠKI SASTAV

Na ispitivanom terenu moguće je jasno izdvojiti dve formacije:

— Ubrani kompleks kristalastih stena oboda i osnovnog gorja Barbeškog basena;

— Neogeni sedimenti Barbeške kotline.

K r i s t a l a s t i š k r i l j c i. — Osnovno gorje Barbeškog basena kao i njegov obod (Seličevica i Babička gora) izgrađeni su od kristalastih škriljaca Srpsko-makedonske mase. Kristalasti škriljci ove oblasti pripadaju tzv. vlasinskom kompleksu koji predstavlja sedimentno-vulkanogenu formaciju metamorfisanu do facije zelenih škriljaca (lit. 3).

U ovom kompleksu postoje različiti tipovi škriljaca u zavisnosti od kvantitativnog odnosa albit — hlorit — muskovit (sericit), a mestimično i epidot i amfibol, što zavisi od porekla metamorfita. Prisustvo albita gotovo u svim stenama, jedna je od osobenosti kristalastih škriljaca ove oblasti. Od škriljaca najčešći su sledeći tipovi: albit muskovitski (sericitski), hlorit-sericitski, hlorit-epidotski, albit-biotitski, sericitski škriljci, albitski gnajsevi i kvarciti. Međutim, osnovni i najčešći tip stena ove oblasti čine albit-hlorit-muskovitski škriljci.

Škriljci su ubrani u čitav sistem nabornih struktura sa dominantnim položajem složene centralne antiklinale

N e o g e n — Neogeni sedimenti imaju relativno veliko rasprostranjenje u Barbeškom basenu. Ovaj basen pruža se gotovo istok — zapad (ZJZ — ISI). Dužina mu iznosi oko 10 km a širina oko 2 km. U istočnom pravcu ovaj basen vezuje se sa Zaplanjskim a u pravcu zapada sa Leskovačkim basenom. Severni i južni obod čine horstovi Seličevice i Babičke gore. Ovakav položaj basena i njegove relativno male dimenzije imale su veliki značaj za litofacijalni razvoj neogenih sedimenata u njemu.

Paleogeografski razvoj Barbeškog neogenog basena neposredno je vezan za razvoj susednog Leskovačkog i Zaplanjskog basena. Prema dosadašnjem poznavanju, ove potoline nastale su krajem oligocena (za vreme savske faze) radijalnim kretanjem većih blokova u okviru Srpsko-makedonske mase. U spuštenim delovima formirana su jezera koja su egzistovala u toku neogena i u kojima su akumulirane znatne naslage neogenih limničko-jezerskih slatkovodnih sedimenata. Do sada ni u jednom od navedenih basena nije konstatovana nikakva druga, osim slatkovodne faune, što upu-

ćuje na zaključak da nije postojala neposredna veza ovih basena sa Panonskim basenom, koji karakteriše fauna brakičkog i kaspibrakičkog tipa.

Najveći deo neogenih sedimenata Barbeškog basena pripada miocenu, dok su samo na južnom delu terena (južno od s. Donji Barbeš) izdvojeni sedimenti koji po svoj prilici pripadaju pliocenu.

Miocen — Miocenski sedimenti ovoga basena leže transgresivno i diskordantno preko kristalastih škriljaca, mada se mestimično nalaze i u tektonskom kontaktu sa metamorfitima (duž raseda). Debljina miocenskih sedimenata varira, a prema rezultatima istražnog bušenja najveća dubina iznosi oko 200 m.

Miocen Barbeškog basena po svom facijalnom razviću predstavlja jedan prelazni tip između zaplanjskog i leskovačkog miocena. Ova facijalna raznorodnost neogenih sedimenata manifestuje se dvojakim razvićem miocena. Zapadni deo basena (zapadno od »grede« Čukar — Golem Breg) ima razviće koje se litofacijalno gotovo poklapa sa razvićem leskovačkog miocena, dok se istočni deo litofacijalno identifikuje sa razvićem zaplanjskog miocena. Ovakav razvoj facija može se objasniti kao posledica paleoreljefa nekadašnjeg jezerskog dna. Na taj način, paleo uzvišenje na dnu basena u prostoru Gradište — Golem Breg — Čukar kao i izrazito suženje basena na tom delu, nisu dozvoljavale stalnu i neposrednu vezu između Zaplanjskog i Leskovačkog basena, usled čega se pojavljuju i znatne facijalne razlike.

Miocen Barbeškog basena nije faunistički dokazan. Nađena je samo indiferentna fauna slatkovodnih i kopnenih mekušaca (puževa) koji se provlače kroz ceo slatkovodni neogen. Međutim, na osnovu litofacijalne paralelizacije sa susednim zaplanjskim i leskovačkim neogenom, gde je izvršena odredba starosti na osnovu fosilne flore, može se reći da su i ovde u pitanju sedimenti miocena i to srednjeg miocena M_2 a delimično (u zapadnom delu) i gornjeg miocena M^1_3 (lit. 2, 18).

Kao što je napomenuto mogu se izdvojiti dve osnovne litofacije miocenskih sedimenata Barbeškog basena:

— istočna — zaplanjska facija (M_2)

— zapadna — leskovačka facija (M_2, M^1_3).

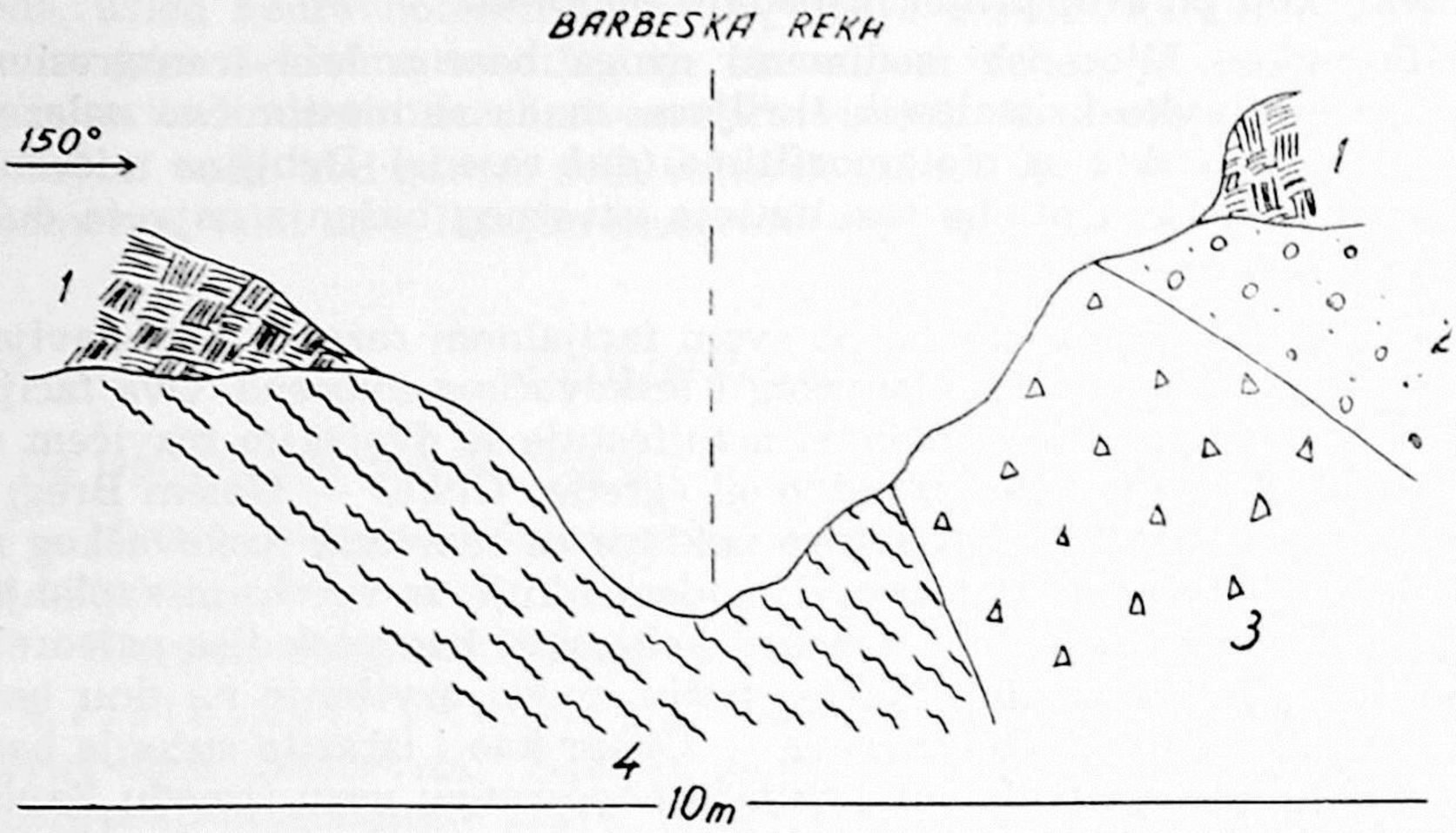
Istočna facija (M_2). — Ova facija ima veće rasprostranjenje i zauzima teren istočno od pomenute »grede« Čukar — Golem Breg. Sedimenti ove facije počinju bazalnim konglomeratom, koji leži transgresivno i diskordantno preko kristalaste podloge. Samo mestimično postoji tektonski odnos duž raseda, kao što je slučaj na severnom obodu u s. Gornji Barbeš i Vilandrica (sl. 1).

Osnovno obeležje ove facije jeste litofacijalna podudarnost sa zaplanjskim miocenom. Litopetrografski sastav ove facije je dosta raznovrstan ali se ipak mogu izdvojiti tri osnovna tipa:

a) gruboklastični bazalni sedimenti — konglomerati, konglomeratični peščari, brečo-konglomerati i glinoviti šljunkovi;

b) crveni, crvenomrki kvarcni peščari i glinoviti peščari sa nepravilnim sočivima i proslojcima sivih peščara i konglomerata;

c) sivi, žućkastosivi i zelenkasti peščari mestimično grubozrni i konglomeratični. Obično se javljaju u obliku nepravilnih sočiva i proslojaka u crvenim peščarima. Jedino u oblasti sela Gornji Barbeš ovaj tip sedimenata ima nešto veće rasprostranjenje.



Sl. 1. Profil u Barbeškoj reci.
Tektonski kontakt kristalastih škriljaca i tercijarnih konglomerata
1. humus, 2. konglomerat i krupnozrni sivi peščar (M₂) 3. rasedna breča, 4. kristalasti škriljac.

Fig. 1. Barbeš river cross section.
Crystalline shists and tertiary conglomerate tectonic contact.
1. humus, 2. conglomerate and graded gray sandstone (M₂) 3. fault-breccia, 4. crystalline shist.

Svaki od navedenih litotipova ima svoje određene karakteristike, koje ga jasno izdvajaju od ostalih, tako:

a) Gruboklastični sedimenti, konglomerati, brečo-konglomerati, grubozrni peščari i dr. zauzimaju najčešće bazalni deo serije, mada se mestimično sreću i nepravilna sočiva intraserijskih konglomerata (prilog 2). Ove sedimente izgrađuju odlomci škriljaca, granitoidnih stena, zrna kvarca a ređe i kvarcnih peščara. Odlomci stena i mineralna zrna najčešće su slabo zaobljena ili čak i nezaobljena — oštroivičasta, što ukazuje na kratkotrajan transport ishodišnog materijala. Koeficijent sortiranosti je uvek iznad 2,00 (lit. 9) što pored ostalog, nesumnjivo ukazuje da se radi o jednoj sredini koja se odlikuje veoma burnom sedimentacijom i gde su uslovi sedimentacije veoma promenljivi. I za ovaj tip sedimenata kao i za čitavu faciju karakteristična je veoma izražena ritmičnost u sedimentaciji bez uočljive pravilnosti. Promene su veoma česte i to kako u vertikalnom pravcu tako i bočno.

Svi ovi navedeni podaci, kao što su nezaobljenost odlomaka, nesortiranost materijala, kao i brzo i nepravilno horizontalno i vertikalno smenjivanje i slabije izražena stratifikacija, navode na zaključak, da su ove tvorevine nastale intenzivnim zasipanjem basena bujičnim materijalom, usled čega bi se za ove brečo-konglomerate moglo reći da predstavljaju i

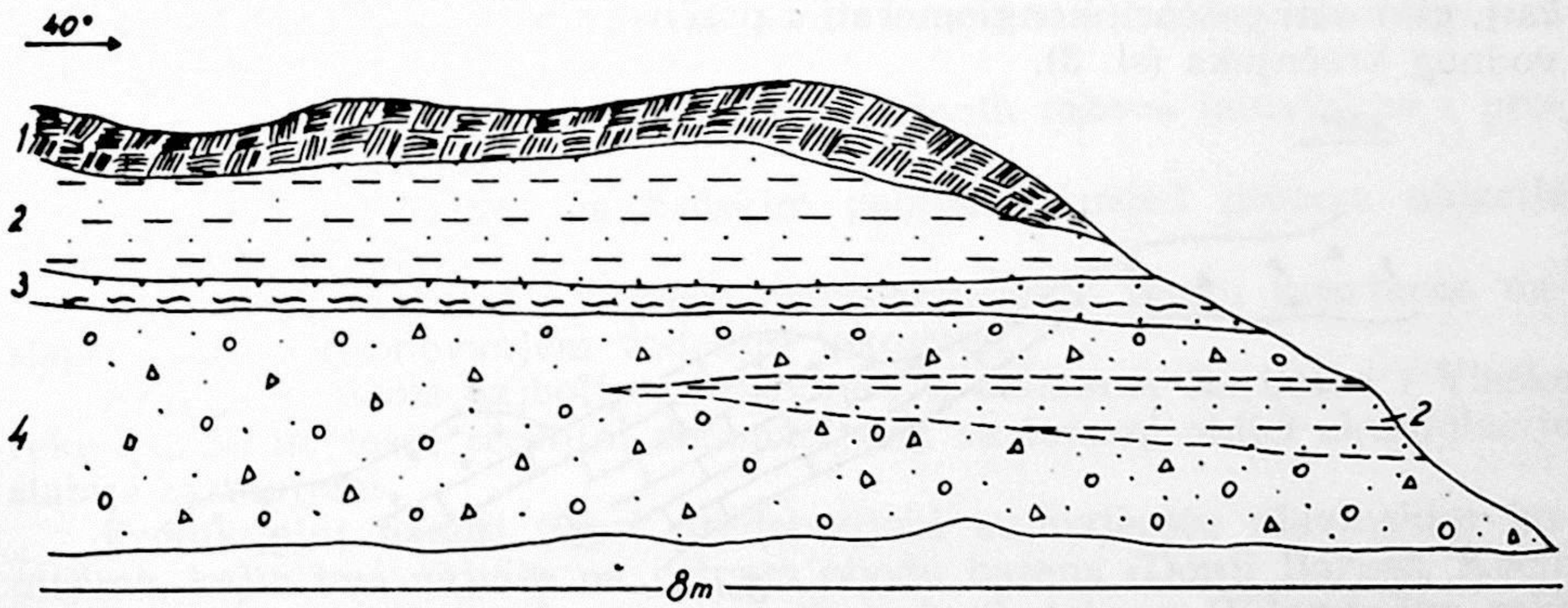
prave fanglomerate. Ovo je sasvim prihvatljivo kada se zna da su dimenzije basena bile relativno male (2×10 km) tako da je uticaj obala bio neobično značajan.

b) Crveni, crvenomrki kvarcni peščari imaju najveće rasprostranjenje i predstavljaju osnovni tip stene ove facije. Po svom sastavu to su kvarcni peščari, često muskovitski sa stalnim sadržajem gvožđevite materije usled čega imaju izrazito crvenu ili crvenomrku boju. Česte su partije i glinovitih peščara koje su mestimično obezbojene. Cement je najčešće karbonatni mada su konstatovani i karbonatno-hloritski, glinovito-sericitski, svi sa primesama gvožđevite materije.

Na osnovu mineralnih zrna kao i odlomaka stena, može se zaključiti da su ishodišne stene (kao i u prethodnom slučaju) različiti škriljci, granitoidne stene, zrna kvarca a sasvim retko i kvarcnih peščara (perm?). Kao i kod konglomerata i ovde su mineralna zrna i odlomci najčešće samo delimično zaobljeni ponekad i oštroivičasti a koeficijent sortiranosti ide takođe preko 2,00, što govori da se uslovi transporta materijala i sedimentacije nisu bitno izmenili ni pri sedimentaciji peščarskog tipa sedimenata.

Osim navedenih, crveni peščari pokazuju i druge karakteristike, kao što su neizrazita stratifikacija, veoma učestalo smenjivanje sa sivim peščarima i konglomeratima, zatim, izrazito crvena boja, što sve zajedno, upućuje na mogućnost da su u pitanju proluvijalne ili čak mestimično kontinentalne naslage nastale raspadanjem kristalastih škriljaca.

c) Sivi, zelenkastosivi i žućkasti kvarcni peščari predstavljaju treći tip sedimenata ove facije. Imaju najmanje rasprostranjenje i javljaju se u obliku nepravilnih sočiva ili proslojaka koji se bočno i vertikalno smenjuju sa crvenim peščarima (sl. 2).



Sl. 2. Profil u useku puta kod sela G. Barbeš.
1. humus, 2. slabo vezani sivi peščar uslojen, 3. glinoviti sivi peščar, 4. brečo-konglomerat i grubozrni peščar.

Fig. 2. G. Barbeš village road cross section.
1. humus, 2. loose gray bedded sandstone, 3. gray claystone, 4. breccio-conglomerate and grades sandstone.

Samo na severnom obodu basena, na području s. Gornji Barbeš i Vilandrica ovaj tip sedimenata ima nešto veće rasprostranjenje i kao takav posebno je izdvojen na geološkoj karti (prilog 1). Po krupnoći zrna ovi

peščari, kao i prethodni, variraju od finozrnih do konglomeratičnih, koji bez neke pravilnosti prelaze jedni u druge.

Ovi peščari izgrađeni su najčešće od sitnih zrna kvarca, K-feldspata, albita, muskovita a odlomci stena koje ulaze u sastav ovih peščara pripadaju najčešće škriljcima, kvarcitu i granitoidnoj steni. Cement je najčešće karbonatni. Koeficijent sortiranosti kreće se od 2,00 pa naviše, što znači da je sortiranost takođe slaba, mada se pojavljuju partije gde je koeficijent oko 2,00 što ukazuje na nešto mirniju sedimentaciju. Mestimično, na osnovu sadržaja feldspata i odlomaka stena peščari imaju arkozni karakter.

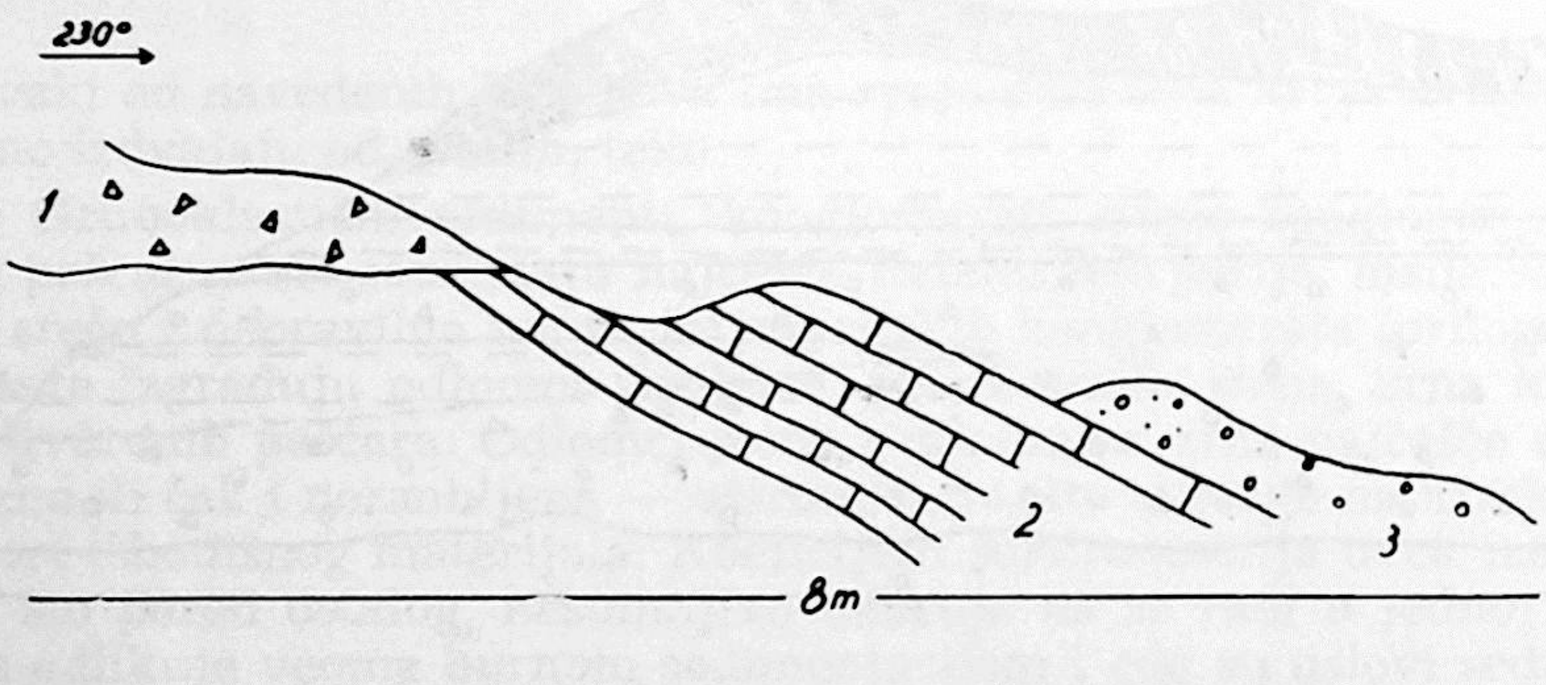
Kao što se iz do sada iznetog može videti sve stene tzv. »zaplanjske facije« imaju nekoliko zajedničkih osobina, kao što su:

— litofacijalna podudarnost sa miocenom Zaplanjskog basena;
— jako izražena ritmičnost u sedimentaciji;
— odlomci stena i mineralna zrna slabo zaobljeni ili oštroivičasti;
— sortiranost materijala veoma mala (koeficijenat najčešće iznad 2,00);
— ishodišne stene, od kojih su postali ovi sedimenti, su škriljci različitog sastava, granitoidne stene a sasvim retko kvarcni peščari.

Sedimenti ove facije blago su poremećeni sa padom ka JJZ pod uglom od 10—30°.

Zapadna facija (leskovačka M_2, M^1_3). — Sedimenti ove facije jasno se razlikuju od svih tipova sedimenata prethodne facije. Imaju manje rasprostranjenje i izdvojeni su na zapadnom delu terena, zapadno od »grede«, Čukar — Golem Breg.

U sastav sedimenata ove facije ulaze tufogeni sitno do grubozrni peščari, glinoviti peščari, konglomerati a poseban momenat čini pojava slatkovodnog krečnjaka (sl. 3).



Sl. 3. Profil u potoku zapadno od Čukara (Δ 352).
1. rečni nanos, 2. slatkovodni krečnjak žučkaste boje, 3. tufogeni grubozrni peščar i konglomerat.

Fig. 3. Stream cross section in the western part of Čukar (Δ 352).
1. river deposits, 2. fresh water yellow limestone, 3. tufaceus graded sandstone and conglomerate.

Peščari i konglomerati ove facije izgrađeni su pretežno od odlomaka andezita i tufova, tako da imaju tufogeni karakter. Pored pojave krečnjaka, ovo je sasvim nov momenat koji se nikako ne sreće kod sedimenata »za-

planjske facije«. Odlomci škriljaca pojavljuju se takođe ali u nešto manjem obimu. Odlomci stena i mineralnih zrna najčešće su zaobljeni.

Pojava crvenih peščara koja je tako tipična za »zaplanjsku faciju« nije konstatovana, osim u kontaktnom delu, gde su zapaženi manji proslojci crvenih peščara. Neposredan kontakt ove dve facije nije otkriven tako da je njihov međusobni odnos dosta nejasan. Činjenica da su u sedimentima ove facije konstatovani intrastratifikovani proslojci crvenih peščara upućuje da su u pitanju sinhronične tvorevine. Paralizacija sa miocenom u Leskovačkom basenu govori u prilog srednjemiocenske starosti (M_2), mada se ne isključuje da ima i nešto mlađih, gornjomiocenskih (M^1_3) sedimenata.

Kao što se vidi, sedimenti ove facije stvarani su u uslovima koji se razlikuju od uslova sedimentacije »zaplanjske facije«. Zaobljen materijal, pojava krečnjaka, glina i tufogenih peščara govore o nešto drugačijim ali stabilnijim sedimentacionim uslovima kao i manjem uticaju neposrednog oboda. Geofizičkim merenjima (lit. 9) utvrđeno je da dubina ovoga dela Barbeškog basena raste prema zapadu. Ovaj podatak svakako ukazuje na neposrednu povezanost ovoga dela sa Leskovačkim basenom.

Pliocen. — Pliocenski sedimenti konstatovani su samo na južnom delu terena, u oblasti s. Donji Barbeš. Sedimenti pliocena odlikuju se pre svega gruboklastičnim karakterom i slabom koherentnošću. U sastav ovih sedimenata ulaze peskovi, šljunkovi sa ređim proslojcima peskovitih glina i glina.

Gruboklastični karakter ovih tvorevina ukazuje na poslednju fazu egzistovanja jezerskog basena i njegovo ispunjavanje. Detaljnije proučavanje ovih sedimenata nije izvršeno, usled velike pokrivenosti terena i veoma malog broja izdanaka.

Kvartar. — Kvartarni sedimenti imaju dosta veliko rasprostranjenje i to naročito na južnom delu terena. Među kvartarnim naslagama izdvojeni su sledeći genetski tipovi:

- sedimenti nastali akumulacijom vodenih tokova (aluvijalne i proluvijalne naslage);
- sedimenti nastali na brdskim padinama usled procesa ablacije (deluvijum).

U Barbeškom basenu najveće rasprostranjenje imaju kvartarne naslage nastale deponovanjem vodenim tokovima.

Aluvijalni talozi najbolje su razvijeni u dolinama Barbeške i Vlaške reke i to su najčešće recentni deponati, dok su terasni oblici akumulacije slabije zastupljeni.

Proluvijalni nanosi (Qpr) predstavljeni su najčešće plavinskim konusima, kojih ima najviše na južnom obodu basena (Donji Barbeš, Kocin Rid) kao i u talozima svih povremenih vodenih tokova (Vilandrička reka i dr.). Osnovne karakteristike ovih naslaga jesu haotična stratifikacija i potpuno odsustvo ma kakve sortiranosti materijala.

TEKTONSKI SKLOP I VREMENSKI ODNOSI DEFORMACIJA

Na ispitivanom terenu mogu se izdvojiti dve strukturnofacijalne jedinice:

a) ubrani kompleks kristalastih škriljaca;
b) rasedne deformacije alpijskog ciklusa.

Kao što su prethodni autori (lit. 3) konstatovali, kristalasti škriljci Seličevice i Babičke Gore pripadaju antiklinorijumu Srpsko-makedonske mase. Ovi škriljci su višestruko ubrani (variscijskim a verovatno i nekim starijim ubiranjem — asintijskim?) u čitav sistem nabornih struktura tako da formiraju složenu centralnu antiklinalu. Kristalasti škriljci Selečevice grade složenu antiklinalu sa generalnom osom pružanja SSZ — JJI, koja tone ka JI. Škriljci Babičke Gore takođe grade složenu antiklinalnu strukturu sa osom pružanja SZ — JI koja međutim tone ka SZ (lit. 18).

— Mlađi pokreti (alpijsko ubiranje) manifestovali su se stvaranjem disjunktivnih struktura i to kako u škriljcima tako i u neogenim sedimentima.

Prema K. Petkoviću i M. Protiću (lit. 17) u ovoj oblasti (u širem smislu) postoje tri krupne poprečne rasedne strukture regionalnog karaktera. To su na severu nišavski rased, zatim barbeški rased i južnije jasenovačko-dugovljanski. Duž ovih raseda došlo je do vertikalnog kretanja blokova i stvaranja depresija, među koje spada i barbeški rov.

Stvaranje ovih depresija dogodilo se najverovatnije krajem oligocena u savskoj fazi alpijskog ubiranja. U spuštenim delovima formirana su jezera koja su egzistovala kroz čitav neogen.

Kao što se može zaključiti, glavni strukturni oblik deformacija alpijskih faza ubiranja u ovoj oblasti, jesu rasedne strukture.

Prema koncentraciji raseda jasno se izdvaja južni obod Barbeškog basena. Na tom delu konstatovano je više raseda različitih dimenzija i starosti. Tu je pre svega već pomenuti barbeški rased, koji ima pružanje gotovo istok — zapad i koji ide južnim obodom basena tj. severnim obodom Babičke Gore. Ovo je krupna rasedna struktura regionalnih razmera, koja je zajedno sa pratećim rasedima uslovila formiranje barbeške depresije. Pored ovoga raseda jasno se izdvajaju (fotogeološki a delom i neposredno na terenu) i prateći rasedi (kao što su — rased Vlaške reke (pružanja ZJZ —ISI), zatim dijagonalni rasedi — Kocin Rid — Donji Barbeš (SI — JZ), Garvanice (SI — JZ) i Tumbe (SZ — JI). Velika pokrivenost terena onemogućuje njihovo duže neposredno praćenje na terenu.

Na severnom obodu basena konstatovan je takođe veći broj raseda od kojih se ističu Vilandrički, Gornjobarbeški i dr. Veći deo ovih raseda je ili gornjemiocenski ili postmiocenski (atička faza) jer je njima neogen doveden u tektonski kontakt sa kristalastim škriljcima. Neki od ovih raseda, kao što su rased u Barbeškoj reci (pružanje SZ — JI), markirani su (milonitiziranom) tektonskom brečom (sl. 1).

Pored rasedanja, u mlađim alpijskim fazama neogeni sedimenti bili su bočnim pritiscima blago deformisani i poremećeni sa padom ka JJZ pod uglom od 10°—30°.

(Predato za štampu februara 1968. g.)

LITERATURA

1. Cvijić J.: 1911 — Osnovi za geografiju i geologiju Makedonije i Stare Srbije.
2. Čičulić M.: 1958 — Izveštaj o rezultatima geoloških ispitivanja terena u oblasti Zaplanja. Fond stručne dokumentacije IGRI.
3. Dimitrijević M.: 1959 — Osnovne karakteristike stuba srpsko-makedonske mase. I Simpozijum SGD, Beograd.

4. Dimitrijević M., Petrović B., Čikin M., Stefanović M., Jevremović M.: 1960 — Tumač za osnovnu geološku kartu FNRJ, Leskovac 54. Fond struč. dok. Zavoda za geološka i geofizička ispitivanja, Beograd.
5. Dimitrijević M., Cvetković D. i dr.: 1960 — Tumač za osnovnu geološku kartu FNRJ, Niš 53. Fond struč. dok. SGZ, Beograd.
6. Dolić D.: 1964 — o crvenim serijama i jezerskom miocenu Jelašničkog i Aleksinačkog basena. Zapisnici SGD za 1964. g., Beograd.
7. Ivanović Đ.: 1966 — Prospekcija i istraživanje tercijarnih basena. Fond struč. dok. INGRI, Beograd.
8. Ivanović Đ.: 1966 — Prospekciono-istražni radovi na lokalnosti Barbeš. Fond struč. dok. INGRI, Beograd.
9. Ivanović Đ.: 1967 — Prospekciono-istražni radovi na lokalnosti Barbeš. Fond struč. dok. INGRI, Beograd.
10. Jaranov D.: 1935 — Über die Tektonik der Seličevica planina. Geologica Balkanica god. I, knj. 3. Sofija.
11. Luković M. 1930 — Geološki sastav i tektonika doline Južne Morave. Opis puta III Kongresa slov. geografa i etnografa u Kralj. Jugoslaviji, I deo, Beograd — Sarajevo.
12. Luković M. i Petković K., Niška banja. Glas SKA CLVIII, Beograd.
13. Milošević S.: 1924 — Leskovačka kotlina sa okolinom — Geomorfološka ispitivanja. Glasnik Geografskog društva, knj. 10, Beograd.
14. Petković V.: 1935 — Geologija Istočne Srbije (poglavlje o Selićevici i Babičkoj Gori), Beograd.
15. Petković K.: 1930 — Geološki sastav i tektonski sklop Suve planine. Posebno izdanje Srpske Kralj. akad. knj. LXXVI, knj. XXI, Beograd.
16. Petković K.: 1932 — Mlade vulkanske erupcije na desnoj strani Južne Morave severno od Vlasotinaca. Vesnik Geološkog instituta, knj I, Beograd.
17. Petković K., Protić M.: 1937 — Tumač za geološku kartu, list Niš R 1:100.000, Beograd.
17a Pokrajac S., Petrović M.: 1965 — Regionalna prospekcija urana centralne Srbije. Fond struč. dok. INGRI, Beograd.
18. Rakić M., Terzin V., Cvetković D., Dimitrijević N. i dr.: 1965 — Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Niš, Fond SGZ. Beograd.
19. Teofilović M.: 1964 — Proučavanje tercijarnih basena SFRJ. Fond INGRI, Beograd.

Summary

ŽIVADIN JAKOVLJEVIĆ*)
ĐOKA IVANOVIĆ*)

ON THE LITHOFACIAL DEVELOPMENT OF THE NEOGENE BASIN OF BARBEŠ

The basin of Barbeš is located SE of Niš, between the mountains Selečevica and Babička Gora.

Two formations may be separated in the investigated area:
— crystalline shists of the basin's basement and of the rim zone
— the neogene sediments of the Barbeš depression.

The crystalline shists are of the so called »Complex of Vlasina«, a part of the Serbo-Macedonian masses. The most abundant rocks of this complex are albite-chlorite-muscovite shists. The shists have been folded by a system of the structures, the central anticline being the dominant structure.

---

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

The formation of the neogene basin of Barbeš has been connected with the tectonic displacements by the end of oligocene (during the Sava phase), manifested by the sinking of the larger blocks of the Serbo-Macedonian masses. A larger part of these sediments are of miocene age, although a part has been formed during the pliocene, but the paleontologic proofs for the miocene age are lacking. Only the fresh-water and continental snails have been found. By the lithofacial studies of the neighboring basens (basins of Leskovac and Zaplanje), where the middle miocene flora has been found, the Barbeš basin may be also included in the miocene.

The miocene sediments has been deposited transgresively over the crystalline basement. In the facial sense, their represent a transition type between the miocene of Leskovac and Zaplanje. The miocene sediments in Barbeš have been deposited inside a narow, elongated trench-type basin, that represented a sort of a channel between the mentioned basins; due to this fact, the sediments, in a relatively limited area, are represented by the two facies:

— eastern (Zaplanje) facies
— western (Leskovac) facies

The eastern facies is composed of three types of rocks: conglomerates; red or red-brown sandstones; gray or greenish sandstones. The main characteristics of this facies is the dominance of the red sandstones, a very well expressed rhytmical sedimentation, the rock fragments and mineral grains have the sharp or barley rounded corners, the material is unsorted (coefficient is more than 2.00). The source material for these sandstones and conglomerates are different shists, granitic rocks and, less often, the quartz sandstones.

In addition to the conglomerates, the western (Leskovac) facies includes also the fresh-water limestones and tuffaceous sandstones. More rounded grains, the tuffaceous sandstones and the limestones and less expressed rhytmicality points out on the more stable conditions of deposition of this facies.

GEOLOŠKA KARTA BARBEŠKOG NEOGENOG BASENA

GEOLOGIC MAP OF BARBEŠ NEOGENE BASSIN



KVARTAR ALUVIJALNE NASLAGE
QUATERNARY ALLUVIAL DEPOSITS

PLIOCEN PEŠČAR, ŠLJUNAK, GLINE
PLIOCENE SAND, GRAVEL, CLAY

MIOCEN-ISTOČNA(ZAPLANJSKA) FACIJA, CRVENI PEŠČAR, KONGLOMERAT
MIOCENE-EAST(ZAPLANJE)FACIES, RED SANDSTONES, CONGLOMERATE

KRISTALASTI ŠKRILJCI SRPSKO-MAKEDONSKE MASE
CRYSTALLINE SCHISTS OF SERBO-MACEDONIAN MASS

ELEMENTI PADA SLOJA
DIP

RASED
FAULT TRASE

RASED FOTOGEOLOŠKI IZDVOJEN
FAULT TRACE MAPPED FROM AERIAL PHOTOGRAPHS

KVARTAR PROLUVIJALNE NASLAGE
QUATERNARY PROLLUVIAL DEPOSITS

MIOCEN-ZAPADNA(LESKOVAČKA) FACIJA, TUFOGENI PEŠČAR, KONGLOMERAT, KREČNJAK
MIOCENE-WEST(LESKOVAC) FACIES, TUFACEOUS SANDSTONES, CONGLOMERATE, LIMESTONE

MIOCEN-SIVA SERIJA, SIVI PEŠČAR I KONGLOMERAT
MIOCENE-GRAY SERIES, GRAY SANDSTONE AND CONGLOMERATE

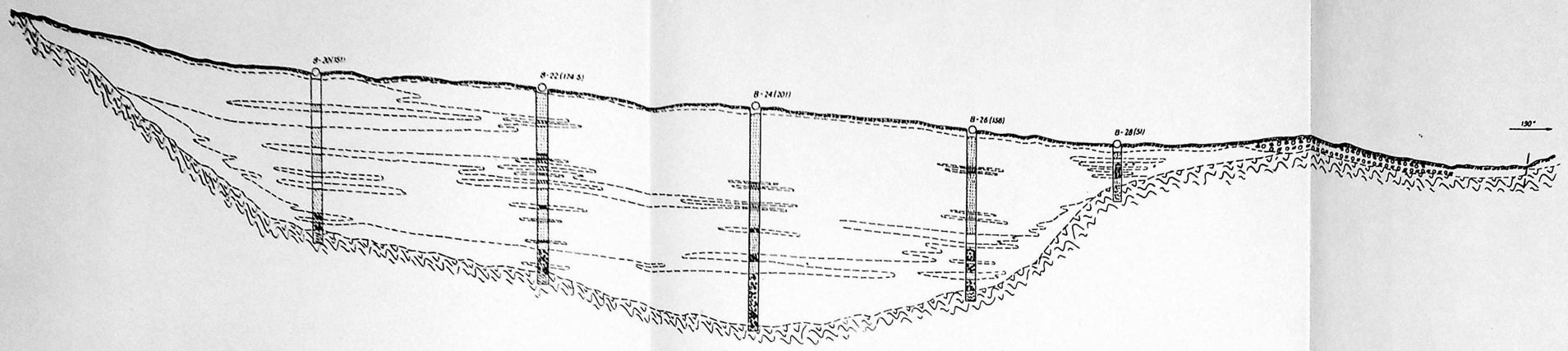
ELEMENTI PADA FOLIACIJE
DIP FOLIATION

RASED POKRIVEN
CONCEALED FAULT TRASE

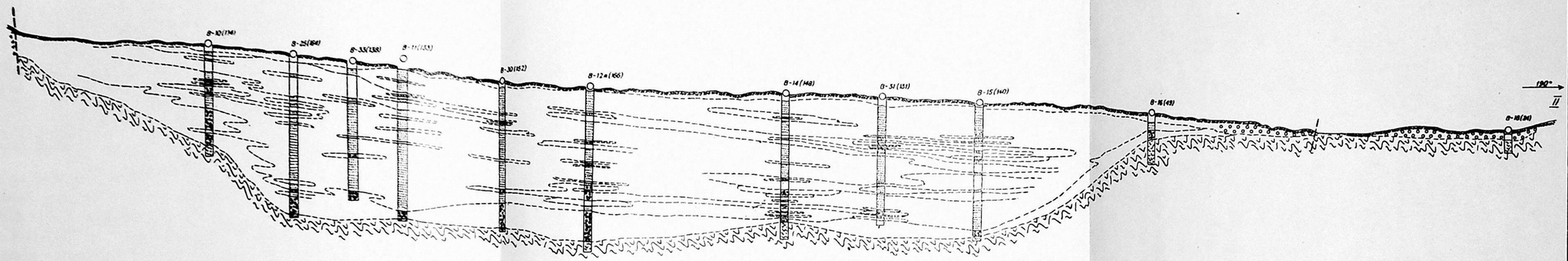
OSA ANTIKLINALE
AXIS OF ANTICLINE

100m 0 100 200 300 400 500 600 700m.

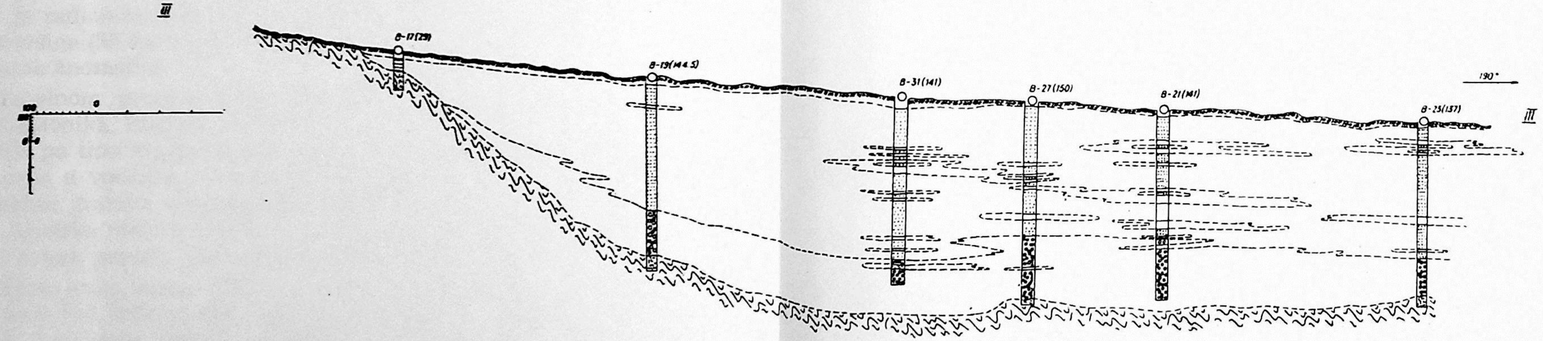
I



II



III



GEOLOŠKI PROFILI BARBEŠKOG BASENA
GEOLOGIC CROSS SECTION OF BARBEŠ BASSIN

HUMUS (NANOS)
HUMUS (DEPOSIT)

ALUVIJUM
ALLUVIUM

PROLUVIJUM
PROLLUVIUM

SIVI PEŠČAR
GRAY SANDSTONE

CRVENI PEŠČAR
RED SANDSTONE

KONGLOMERATI I BREĆE
CONGLOMERATES AND BRECCIAS

KRISTALASTI ŠKRIL. CI
CRYSTALLINE CHISTS

RASED
FAULT

PROFIL BUŠOTINE
BOREHOLE CROS SECTION

OZNAKA (DUBINA)
SIGN (DEPTH)

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

SLAVOMIR MILOVANOVIĆ

UDK: 553.495 (497.11)

URANSKA MINERALIZACIJA NA PLANINI GOLIJI

(sa 3 slike i 1 kartom)

Predmet razmatranja ovog rada je pojava uranske mineralizacije u zapadnom delu planine Golije koja je otkrivena regionalnom hidrogeohemijskom i aeroradiometrijskom prospekcijom u 1966. godini. Radi potpunijeg upoznavanja sa geološko-metalogenetskim uslovima ovog područja sumirana su dosadašnja poznavanja na osnovu literature, podataka regionalne prospekcije i podataka dobijenih proučavanjem vulkanita kopaoničke oblasti. Na osnovu poludetaljnih i detaljnih geološko-geofizičkih ispitivanja na lokalnosti Muhovo, izlažu se podaci o uslovima i načinu postanka uranske mineralizacije. Na kraju, u svetlu novijih saznanja, daje se ocena mogućnosti formiranja ekonomskih koncentracija urana na osnovu sadašnjeg stepena poznavanja područja zapadnog dela Golije.

S obzirom da se poslednjih godina, posle otkrivanja ležišta urana Zletovska reka, najveća pažnja poklanja vulkanskim oblastima u pogledu nalaska ekonomskih koncentracija urana, u 1966. godini je izvršena regionalna prospekcija Kopaonika, Rogozne i Golije. Područje Kopaonika i Rogozne je daleko bolje geološki proučeno u odnosu na zapadni deo Golije koji je predmet razmatranja ovog rada. Dosadašnja ispitivanja na ovom delu Golije bila su malog obima i uglavnom se svodila na izvesna rekognosciranja i obilaske pojava olova, cinka i volframa. U toku 1958. godine izvršena je radiometrijska i hidrogeohemijska prospekcija na uran jedne manje površine (58 km²) centralnog dela Golije na kojoj nisu konstatovane interesantne anomalije.

Regionalnom prospekcijom (hidrogeohemijska i aeroradiometrijska) oblasti Kopaonika, Rogozne i Golije jasno je izdvojeno područje zapadnog dela Golije po tipu magmatizma, koncentraciji i intenzitetu anomalija sadržaja urana u vodama i aluvijalnim talozima i anomalijama radioaktivnosti. Istočnu granicu ovog područja čine reke Dežava i Studenica, jugozapadnu Ljudska reka, a zapadna i severna granica nisu jasne jer se prospekcijom u tom pravcu nije izašlo iz interesantnog područja (prilog).

U reljefu ovog terena dominira bilo Golije, sa izraženim vrhovima do 1833 m, koje čini hidrografsko razvođe slivova reka na severu Moravice i Studenice, a na jugu Deževe i Ljudske reke. Hidrografska mreža je jako razvijena, sa duboko usečenim potocima i rekama strmih strana, što je naročito izraženo u severnom delu gde su padine u većoj meri obrasle šu-

mom koja uslovljava formiranje i zadržavanje humusnog pokrivača. U celini gledano eluvijalno-deluvijalni pokrivač je znatan što umanjuje mogućnost opažanja.

GEOLOŠKI SASTAV I TEKTONSKI SKLOP TERENA

Područje zapadnog dela Golije spada u predele koji su relativno slabo geološki proučeni. Najstarije, opšte podatke o ovom terenu dao je J. Žujović još 1893. godine. Kasnije, 1927. godine V. Petković je napravio profil kroz južne delove od Duge Poljane do Šaronje. M. Luković 1929. daje izvesne podatke o geologiji ovog terena i rudnim pojavama kod Plešina, a kasnije 1936. iznosi podatke o rudnim pojavama u okolini Ostatije. Neke podatke o permo-karbonu i trijasu u zapadnom delu ovog područja dali su M. Živković i S. Milojević 1932. godine. L. Marić 1936. god. bavi se istraživanjima čiji rezultati predstavljaju prvu detaljniju analizu petrografsko-mineraloških karakteristika efuzivnih stena na Goliji. Od tada pa do sledećih značajnijih proučavanja ovog terena prolazi skoro 20 godina. V. Simić 1954. god. i M. Vuković 1958. godine daju značajnije podatke o magmatizmu, a R. Novaković i V. Vanđel 1958. god. o detaljnim ispitivanjinma pojava šelita u području Lise i Crnog Vrha. Izvesni geološki podaci su dobijeni pri radiometrijskoj i hidrogeohemijskoj prospekciji centralnog dela Golije u 1958. godini i regionalnoj hidrogeohemijskoj i aeroradiometrijskoj prospekciji u 1966. godini kao i pri obradi materijala prikupljenog u okviru proučavanja vulkanita Jugoslavije.

Radovi na osnovnoj geološkoj karti ovog područja su u toku tako da te podatke ne možemo koristiti izuzev za manji deo u okolini Novog Pazara.

Na osnovu svih dosadašnjih ispitivanja u geološkoj građi ovog područja učestvuju sve tri osnovne grupe stena: metamorfne, sedimentne i magmatske.

Paleozojski škriljci

Paleozojski škriljci na Goliji predstavljaju deo prostrane paleozojske zone koja se neprekidno prostire iz zapadne Srbije od Krupnja i Zvornika preko Požege, Ivanjice i Novog Pazara do Drenice kod Kosovske Mitrovice sa generalnim pravcem pružanja NW-SE i divergentnim padovima u NE odnosno SW polje. U ovom delu terena metomorfne stene su zastupljene raznovrsnim petrografskim članovima, produktima regionalnog i kontaktnog metamorfizma.

Od predstavnika regionalno-metamorfnog porekla najrasprostranjeniji su filiti. Pored filita javljaju se argilošisti, grafitični, glinoviti, peskoviti, kvarcni i drugi škriljci, a zatim peščari, peskoviti krečnjaci i kvarcni peščari koji su pretrpeli izvestan metamorfizam. Na osnovu superpozicije i njihove paralelizacije sa ostalim paleozojskim tvorevinama u unutrašnjem dinarskom pojasu ovi sedimenti pripadaju mlađem paleozoiku — karbonu i permu. Najstariji članovi serije paleozoika su filiti udruženi sa pločastim peskovitim škriljcima koji sadrže mnogobrojne sterilne kvarcne žice. Zatim slede argilošisti koji se smenjuju sa sericitskim, hloritsko-biotitskim,

glinovito-peskovitim i grafitičnim škriljcima. Iznad serije škriljaca leže kvarcni peščari koji su u nižim horizontima filitizirani i smenjuju se sa peskovito-muskovitskim škriljcima.

U području Crnog Vrha i Radulovca paleozojski škriljci su pertrpeli kontaktno-metamorfne promene usled intruzije granitoidnih stena. Ove promene su uslovile stvaranje aktinolitskih, aktinolitsko-biotitskih i biotitskih škriljaca, skarnova, kornita i amfibolita.

Tektonski pokreti, koji su se najverovatnije odigrali za vreme kaledonskog ubiranja omogućili su formiranje paleozojske geosinklinale i taloženje sedimenata paleozojskih metamorfita. Kasniji pokreti, koji verovatno pripadaju nekoj od faza hercinske orogeneze, uslovili su metamorfizam tih sedimenata.

Trijaski sedimenti

Stene trijaske starosti konstatovane su na nekoliko lokalnosti u jugozapadnom delu ovog područja. One predstavljaju krajnji istočni obod velike trijaske zone koja se proteže sa severozapada od T. Užica i Prijepolja preko Javora i Peštera do Peći na jugu.

Trijaska transgresija započela je još u permu tako da se javljaju permotrijske tvorevine koje diskordantno leže preko paleozojskih škriljaca. Ove tvorevine su male moćnosti i predstavljene su kvarcnim peščarima, konglomeratima i brečama. Zatim se nastavlja taloženje sedimenata trijasa koji su predstavljeni peskovito-laporovitim argilofilitičnim sedimentima u nižim, a masivnim krečnjacima u višim delovima.

Na lokalnosti Jezerište koje se nalazi nešto južnije od ovog područja paleontološki je dokazano da niži delovi predstavljaju gornji, a viši srednji trijas (18). Deformaciju i metamorfizam trijaskih sedimenata najverovatnije su uslovili stariji ili mlađi pokreti kimrijske faze.

Jurski sedimenti

Jurski sedimenti se javljaju u okviru dijabaz-rožnačke formacije i to u krajnje istočnom delu ovog terena. Ovi sedimenti su predstavljeni brečama, peščarima, glincima sa muglama rožnaca, laporcima i laporovitim krečnjacima. Po tipu razvića identični su sa razvićem jure u ostalim delovima Vardarske zone. Gneralni pravac pružanja ovih sedimenata je NW-SE a odnos sa susednim formacijama je tektonski. Posle taloženja ovih sedimenata najverovatnije je da su nastupili tektonski pokreti austrijske orogene faze koji su omogućili ekspanziju kredne transgresije.

Kredni sedimenti

Tvorevine kredne starosti nalaze se u istočnom delu ovog područja (Deževa, Ostatija) a predstavljene su uglavnom flišnom facijom i samo delimično hipuritskim krečnjacima. Stratigrafska pripadnost je određena nalaskom mikrofaune na osnovu koje ovi sedimenti pripadaju senonu (18).

Iznad bazalnih konglomerata u nižim partijama preovlađuju glinci i laporci sa retkim proslojcima peščara, koji se u gornjim delovima javljaju češće, dok viši deo flišne serije predstavljaju bankoviti peščari.

Krajem senona i početkom tercijara, usled laramijskih tektonskih pokreta, ubrani su kredni sedimenti tako da imaju generalni pravac pružanja NW-SE sa strmim padovima prema SW odnosno NE.

Tercijarni sedimenti

Tercijarni sedimenti su predstavljeni neogenom i to uglavnom na području Deževske reke i Duge Poljane U području Deževske reke javljaju se konglomerati koje izgrađuju fragmenti vulkanskih stena i peščara, zatim glinci i laporci sa retkim proslojcima lignita (10). Kod Duge Poljane neogeni sedimenti su prema fauni određeni kao pliocenski (15). Oni su predstavljeni laporcima, peščarima i tufitima. Pojava tufita u okviru sedimenata pliocena ukazuje da se za vreme taloženja sedimenata odvijala i vulkanska aktivnost.

Magmatske stene*

U ovom području se javljaju tercijarne magmatske stene sa svim prelazima počev od dubinskih stena do tufova. Po svom sastavu su kisele ili srednje kisele sa retkim bazičnim diferencijatima. Opšta im je karakteristika da se u svim varijetetima obilno javlja apatit u vidu krisatala različite veličine što ukazuje na njihovu genetsku vezu i da verovatno, po mišljenju M. Vukovića, vremenski razmak između stvaranja dubinskih, žičnih i vulkanskih stena nije veliki jer bi se u tom slučaju izvršila veća diferencijacija i apatit izlučio u pegmatitima koji ovde nisu konstatovani (2).

Početak magmatizma pada u vreme intenzivnih tektonskih pokreta savskog ubiranja odnosno na prelazu oligocen-miocena kada je došlo do utiskivanja granitskog plutona (2). U drugoj fazi, koju karakteriše više sukcesivnih podfaza, odvijao se intenzivni vulkanizam stvarajući pored izlivnih i mnogobrojne žične stene, a trajala je sve do kraja pliocena praćena hidrotermalnim akcijama. U toku ovog procesa magma ne menja bitno svoj karakter i uglavnom se kreće od monconit-granitske do kvarcdioritske.

Monconit-graniti i granodioriti se nalaze u predelu Crnog Vrha i Radulovca na glavnom bilu Golije. Mineralni sastav im je relativno jednostavan. Sadrže ortoklase, plagioklase, kvarc, biotit i zelenu hornblendu. Ortoklasi su karlsbadski bližnjeni i pertitizirani. Plagioklasi su predstavljeni slabo zonarnim andezinima sa 36—37% An. Od bojenih sastojaka pored biotita i hornblende nekad se javljaju epidot i augit. Sporedne sastojke u prvom redu čini apatit u vidu krupnih zdepastih kristala, zatim cirkon, magnetit i sfen. Struktura ovih stena nije ravnomerno zrnasta jer se jav-

*) S obzirom da dosadašnjim ispitivanjima ovog područja nisu izvršena raščlanjavanja magmatskih stena u prostoru, sem piroklastita u južnom delu, prikazali smo ih na prilogu jednim simbolom.

ljaju dve generacije kvarca i feldspata. Feldspati prve generacije su krupni i idiomorfni, a druge skoro alotriomorfni tako da se u zavisnosti od zastupljenosti pojedinih generacija, javljaju prelazni tipovi između porfiroidnog granodiorita i mikro-granodiorita.

Žični ekvivalenti ovih stena se javljaju u centralnom delu ovog područja, a predstavljeni su žičnim tipovima dacita i andezita, zatim mikro--kvarcdioritima, mikro-dioritima i mikro-granitima (2). Diašistni žični tipovi, uglavnom lamprofiri, konstatovani su samo na Crnom Vrhu. Razdvajanje ovih stena po strukturi nije jednostavno i teško je povući granicu između mikro-stena i dacita žičnog tipa jer postoji kontinualan prelaz između jednih i drugih. Jedan deo sastojaka ovih stena je iskristalisao u hipoabisalnim uslovima, a drugi u uslovima očvršćavanja dacita i andezita tako da su sve ove stene porfiroidne.

Efuzivne stene su predstavljene uglavnom dacitima, u manjoj meri andezitima, a na jednoj lokalnosti je konstatovan i bazalt (kod ušća Deževe reke u Rašku). Gledano u celini ove stene su najzastupljenije od magmatskih u ovom području. Strukture su uglavnom holokristalasto-porfirske, a vrlo retko se javljaju hijalitski tipovi. Bitni sastojci dacita su plagioklasi, kvarc, biotit i amfibol. Plagioklasi su predstavljeni andezinom sa oko 40% An. Kvarc se javlja kako u vidu fenokristala tako i u osnovnoj masi. Sporedne sastojke čine apatit, sfen, cirkon, magnetit i alanit, a sekundarne hlorit, sericit i epidot.

Piroklastiti su predstavljeni tufitima, zatim tufovima i u manjoj meri brečama, a nalaze se uglavnom u južnom delu ovog terena između Ljudske i Deževe reke. Ovi piroklastiti su uglavnom izgrađeni od dacitsko-andezitskog materijala.

RUDNE POJAVE

Dosadašnjim ispitivanjima ovog područja konstatovane su rudne pojave volframa, olova i cinka u predelu Plešina, Crnog Vrha, Radulovca i Ostatije, a našim ispitivanjima u 1966. godini i mineralizacija urana zapadno od ovih pojava na lokalnosti Muhovo. Još 1929. godine M. L u k o v i ć je opisao pojavu volframa na Juriji (Crni Vrh), kao i pojave olova i cinka na lokalnosti Kaludra u predelu Plešina (nije obuhvaćena prilogom) Kasnije, 1936. godine isti autor je obišao područje severno od bila Golije i opisao pojave olova i cinka u predelu Radulovca i Ostatije. Na svim ovim pojavama postoje stari rudarski radovi za koje se pretpostavlja da potiču od Sasa. U 1953. god. otkriveno je više pojava šelita na istočnim padinama Crnog Vrha, a rudarski je istraživana samo pojava u Juriji za koju su dati potpuni geološko-ekonomski podaci (14).

Šelitska mineralizacija se nalazi u kontaktno izmenjenim stenama, a vezana je za tercijarni magmatizam. Pojavljuje se u skarnovima i hidrotermalnim tvorevinama. Pojave u skarnovima su beznačajne, a u hidrotermalnim tvorevinama su ekonomski značajnije među kojima je i jedino istraživano ležište Jurija. Orudnjenje je izvršeno u kontaktno--pneumatolitskoj fazi kada su nastali kontaktni silikati, magnetit, šelit i kvarc i u hidrotermalnoj fazi kada su odloženi sulfidi i minerali jalovine. Mineralnu asocijaciju ruda u predelu Crnog Vrha sačinjavaju magnetit, šelit, arsenopirit,

pirhotin, halkopirit, sfalerit, pirit-markasit i galenit od rudnih a kvarc, kalcedon i kalcit od nerudnih minerala.

U okolini Ostatije i Radulovca pojavljuje se intenzivna sulfidna mineralizacija predstavljena arsenopiritom, pirhotinom, sfaleritom, galenitom i piritom sa kvarcom i kalcitom. Mineralizacija se javlja u vidu žica, impregnacija i štokova u samoj magmatskoj steni ili u okolnim metamorfnim i sedimentnim stenama.

Faze mineralizacije u ovom području, gledano u celini, pratile su magmatizam za vreme miocena i pliocena i tom prilikom su odloženi minerali počev od kontaktno-pneumatolitske preko kata-termalne do mezo i epitermalne faze kada su odloženi minerali urana.

URANSKA MINERALIZACIJA

Regionalnom hidrogeohemijskom prospekcijom u 1966. godini dobijeni su podaci o sadržaju urana u površinskim i podzemnim vodama kao i u glinovitim aluvijalnim talozima koji se u odnosu na susedna područja jasno ističu po intenzitetu i učestanosti anomalijskih sadržaja. Konstatovane su anomalne koncentracije urana sa koeficijentima anomalnosti preko 5, sračunatim na osnovu normalnog sadržaja urana (fona) u vodama i glinovitim talozima određene geološke jedinice. Apsolutni sadržaji anomalnih koncentracija kreću se u vodama $3—133 \times 10^{-6}$ gr/1, a u glinovitim talozima 10—75 gr/t urana (prilog).

Određivanje sadržaja radona i radijuma u vodama izvršeno je samo u južnom delu ovog područja i tom prilikom su dobijeni anomalni sadržaji, visoke kontrastnosti, na lokalnosti Muhovo severozapadno od Deževe.

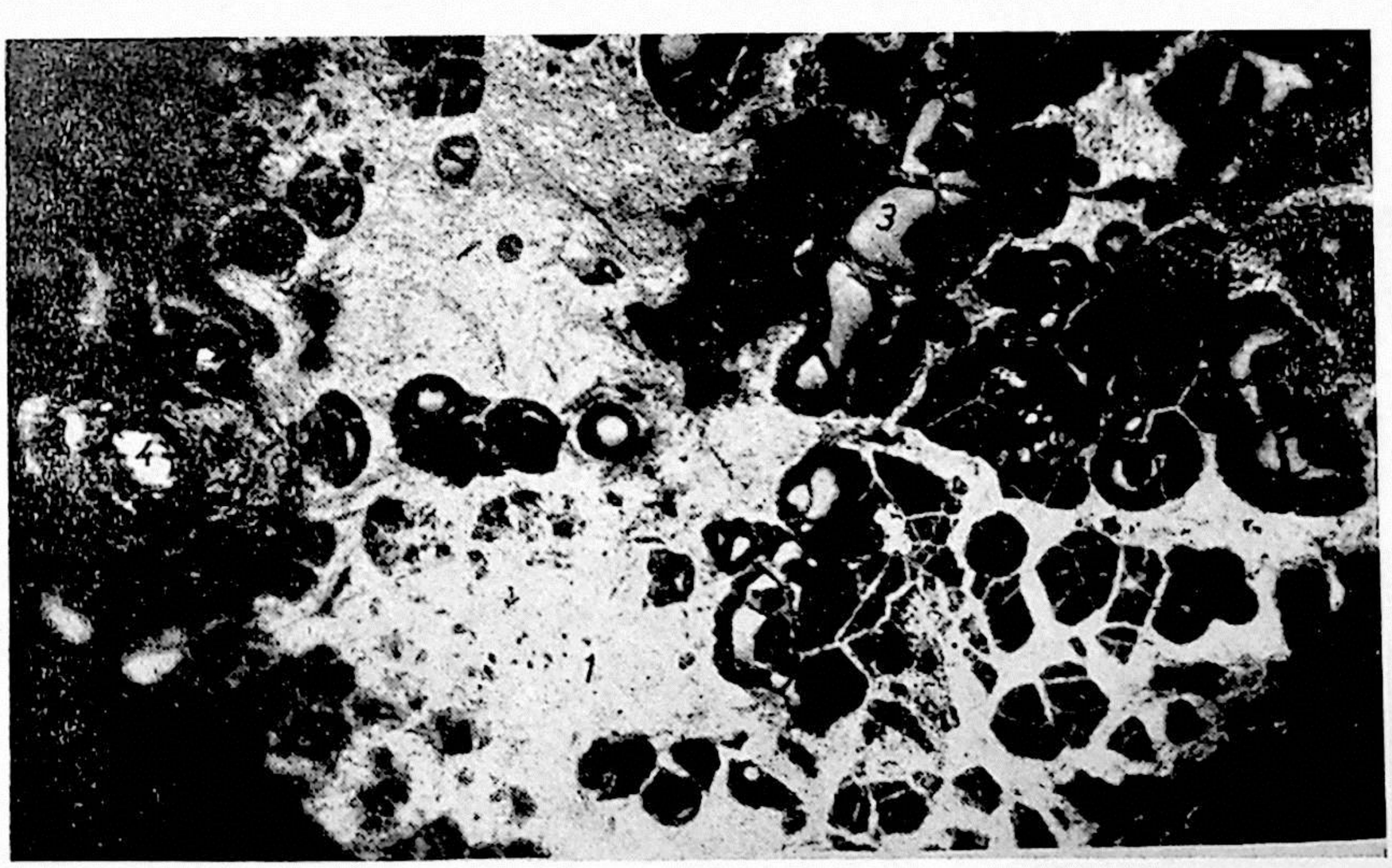
Aeroradiometrijskom prospekcijom dobijena je slika o koncentraciji radioaktivnih elemenata u svim geološkim formacijama. Po sadržaju ovih elemenata jasno se ističu magmatske stene ovog područja ne samo u odnosu na okolne metamorfne i sedimentne stene, već i u odnosu na magmatske stene Kopaonika, Rogozne i istočnog dela Golije. Ovom metodom prospekcije nije obuhvaćeno celo područje koje je predmet razmatranja ovog rada. Južni deo je potpuno prospektovan, a severni samo u slivu Jabukovačke reke. Kao rezultat ove prospekcije konstatovan je niz indikacija anomalne radioaktivnosti. Na većini lokalnosti sa ovakvim indikacijama izvedena su poludetaljna geološko-radiometrijska ispitivanja, ali su, osim lokalnosti Muhovo gde je dobijen i povećani sadržaj urana, radona i radijuma hidrogeohemijskom prospekcijom, ocenjene kao neinteresantne.

Proučavanje vulkanita ovog područja izvršeno je u 1966. godini u okviru višegodišnjeg programa proučavanja vulkanita Jugoslavije (1). Po svojim geološko-metalogenetskim osobenostima zapadni deo Golije, koji leži van K o s s m a t-ove Vardarsko-Kopaoničke zone, posebno se izdvaja. Na osnovu petrohemijskih ispitivanja, koja su vršena ovom prilikom i analiza L. M a r i ć a (1936.) vulkaniti Golije se jasno razlikuju od Kopaoničkih. Njih uglavnom predstavljaju biotitski daciti sa preovlađivanjem natrijuma nad kalijumom dok na Kopaoniku preovlađuju hornblenda andeziti odnosno kvarclatiti sa preovlađivanjem kalijuma nad natrijumom. Pored toga vulkaniti Golije se karakterišu većim sadržajem urana u odnosu na ostale vulkanske masive centralne i zapadne Srbije. Odnos Th/U kod Golijskih vulkanita iznosi oko 3, a kod ostalih vulkanita oko 4.

Poludetaljna i detaljna geološko-geofizička ispitivanja kao i plitko bušenje (do 50 m) izvedena su na lokalnosti Muhovo. Poludetaljnom geološko-radiometrijskom prospekcijom obuhvaćen je jugozapadni kontaktni deo biotitskog dacita kao i okolni karbonski škriljci.

Dacit se utisnuo duž strukture pravca pružanja NW-SE, tako da ima izduženi oblik sa dimenzijama oko 5×1,5 km. Kontaktni deo dacita je pretrpeo hemijske i mehaničke promene uslovljene obnavljanjem tektonskih pokreta i kretanjem hidrotermalnih rastvora koji su koristili kontakt kao najpovoljniji put za svoje kretanje. Ove promene se ogledaju u propilitizaciji, kaolinizaciji, limonitizaciji i drobljenju. Duž ovog kontakta konstatovan je niz »tačkastih«, i »prostornih« anomalija radioaktivnosti intenziteta do 2.500 μR/h kao i sekundarna mineralizacija urana (autunit). Detaljnim ispitivanjima, raskopavanjem i bušenjem, utvrđeno je da se mineralizacija urana javlja u vidu impregnacija u brečiziranom dacitu kao i u vidu prevlaka duž pukotina i prslina i to u neposrednom kontaktnom delu dacita (prvih 4 m od kontakta). Prostornim ispitivanjem mineralizovane zone konstatovali smo da je mineralizacija urana vrlo neravnomerno raspoređena po pružanju, padu i moćnosti. Analizom proba iz raskopa dobijeni su promenljivi sadržaji U, Th i Ekv, Ra. Radioaktivna ravnoteža je pomerena u korist radijuma što je normalno za pripovršinski nivo ispitivanja.

Mineraloškim ispitivanjem* materijala sa ove pojave konstatovana je sledeća mineralna asocijacija: magnetit, arsenopirit, pirhotin, martit, markasit, rutil, pirit, halkopirit, sfalerit, galenit, molibdenit, vulfenit, uraninit, masivna pehblenda (sl. 1, 2, 3) malahit, kovelin, praškasta pehblenda, autu-



Sl. 1. Odbijena svetlost, nikoli / / 125 × — Limonit (1), praškasta pehblenda (2) masivna pehblenda (3) i pirit (4).

Fig. 1. Reflected light, Nicols / / 125 × — Limonite (1), powder pitchblende (2), massive pitchblende (3) and pyrite (4).

*) Ova ispitivanja su izvršili Markov Cvetko i Kleut Dušan saradnici Instituta.

nit, torbernit, gumit, limonit, siderit, kalcit, barit i fluorit. Zbog malog broja izvršenih analiza odnosno pregledanih rudnih preparata kao i činjenice da su zapažanja vršena na drobljenom materijalu ne može se govoriti o redosledu stvaranja pojedinih rudnih sastojaka.



Sl. 2. Odbijena svetlost, nikoli / / 125 × — Pirit (1) u pukotinama masivne pehblende (2).
Fig. 2. Reflected ligh, Nicols / / 125 × — Pyrite (1) as fissure fillings of the massive pitchblende.



Sl. 3. Odbijena svetlost, nikoli / / 125 × — Uraninit (1) po obodu prelazi u gumit (2).
Fig. 3. Reflected ligh, Nicols / / 125 × — Uraninite (1) transformed on the periphery in gumite (2).

U svim analiziranim materijalima konstatovan je barit, često radioaktivan, koji je i makroskopski utvrđen u vidu tankih žica. Uočljivo je prisustvo minerala molibdena, olova i arsena koji se smatraju kao povoljni indikatori postojanja značajnijih koncentracija urana. S obzirom na nedovoljan broj spektrohemijskih analiza ne može se dati siguran podatak o korelativnom odnosu urana sa molibdenom i olovom, ali se uočava porast sadržaja ovih elemenata sa porastom sadržaja urana.

MOGUĆNOST OTKRIVANJA LEŽIŠTA URANA

Područje zapadnog dela Golije karakteriše tercijarni magmatizam sa svim prelazima počev od dubinskih stena do tufova. Po svom sastavu su kisele ili srednje kisele, a najzastupljeniji su daciti koji se karakterišu većim sadržajem urana u odnosu na vulkanite susednih područja. Pri svom kretanju magma je koristila strukture sa dubokim zaleganjem i dugom istorijom svog razvoja, koje su se više puta obnavljale. Na osnovu oblika pojavljivanja stenskih masa može se zaključiti da su postojala dva sistema dubokih razloma pravca pružanja severozapad-jugoistok i zapad—istok. Višefazni magmatizam pratilo je višefazno stvaranje rudnih koncentracija u kontaktnim delovima granitoida i duž struktura tako da se pojavljuje mineralizacija počev od kontaktno-pneumatolitske preko katatermalne do mezo- i epitermalne faze. Mineralnu asocijaciju čine minerali stvoreni u kontaktno-pneumatolitskoj fazi — kontaktni silikati, magnetit i šelit, zatim u hidrotermalnoj fazi, pirhotin, arsenopirit, pirit, martit, markasit, rutil, halkopirit, galenit, sfalerit, uraninit, pehblenda, molibdenit, vulfenit, autunit, torbernit, gumit, kovelin, malahit, limonit, siderit, barit, kalcit i kvarc.

Uranonosni hidrotermalni rastvori na lokalnosti Muhovo kretali su se duž strukture koju su i efuzivi koristili za svoja kretanja, a višefazno odlaganje mineralizacije urana sa pratećim sulfidima odvijalo se u kontaktnom delu dacita, gde su bili najpovoljniji uslovi. Konstatovana je primarna uranska mineralizacija — uraninit i pehblenda, minerali molibdena, olova i arsena kao i proces karbonatizacije. Fizičko-mehanički uslovi na samoj lokalnosti gde su izvođena detaljnija ispitivanja nisu povoljni, jer je stepen drobljenja slabo izražen zbog čega se pojavljuju manja rudna tela sa relativno niskim sadržajem urana.

Razmatranjem ovih rezultata ispitivanja u svetlu novijih saznanja o hidrotermalnim ležištima urana, koja su podrobnije izučavali ruski istraživači, dolazi se do zaključka da ovo područje ima povoljne geološke karakteristike u pogledu perspektivnosti nalaska ekonomskih koncentracija urana (3, 4, 8, 9). Te povoljne karakteristike predstavljaju pored višefaznosti magmatizma i hidrotermalnih rastvora, primarna uranska mineralizacija naročito pehblenda sa pratećim mineralima molibdena, olova i arsena. Na lokalnosti Muhovo potrebno je usmeriti detaljnija ispitivanja na povoljnijim, u fizičko-mehaničkom smislu, delovima strukture u okviru vulkanita i van njih jer rudna tela ne zaležu samo u efuzivima nego i u okolnim sedimentnim i metamorfnim stenama što u mnogome zavisi od povoljnih fizičko-mehaničkih uslova sredine.

(Predato za štampu maja 1967. god.)

LITERATURA

1. Antonović A.: 1966. — Proučavanje vulkanita Jugoslavije u 1966. godini. Fond Nuklearsirovine, Beograd.
2. Vuković M.: 1957. — Pregled mladeg magmatizma na planini Goliji, Vesnik Geološkog zavoda NR Srbije, knjiga XIII, Beograd.
3. Voljfson F.: 1962. — Problemi izučenija gidrotermaljnih mestoroždenij, Moskva.
4. Voljfson F. i dr.: 1966. — Geologija gidrotermaljnih uranovih mestoroždenij. Akademija nauk SSSR, Moskva.
5. Živković M. i Milojević S.: 1932 — Prilog geološkom poznavanju Javora i Golije. Vesnik geološkog instituta Jugoslavije, knjiga I, Beograd.
6. Žujović J.: 1893. — Geologija Srbije I deo, Beograd.
7. Isailović S.: 1958. — Prospekcija urana centralnog dela Golije. Fond Nuklearsirovine, Beograd.
8. Kovalev A.: 1966. — O dvuh tipah gidrotermaljnih rudoprojavljenij urana, zalegajušćih v vulkanogennih porodah. Izvestija akademij nauk kazahskoj SSR. Serija geologičeskaja No 4. Alma-ata.
9. Laverov P. i dr.: 1964. — Nekotorie osobenosti geologii gidrotermaljnih uranovih mestoroždenij priuročennih k ekstruzivam. Geologija rudnih mestoroždenij No 6, Moskva.
10. Luković M.: 1929. — Prilog geološkom i rudarskom poznavanju okoline Raške i Novoga Pazara. Rudarski i topionički vesnik br. 10, Beograd.
11. Luković M.: 1936. — Rudne pojave u okolini Ostatije. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knjiga XIII, Beograd.
12. Marić L.: 1936. — Dacitske stijene južnoga podgorja Javora i Golije u Staroj Raškoj. Rad Jugoslovenske akademije, knjiga 254, Zagreb.
13. Marković B. i dr.: 1961 — Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Sjenica 54, R 1:50.000. Fond Saveznog geološkog zavoda, Beograd.
14. Novaković R. i Vandel V.: 1958 — Pojave šelita u području Lise i Crnog Vrha na planini Goliji. Vesenik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, knjiga XVI, Beograd.
15. Petković V.: 1927. — Prilog za geologiju Stare Raške. Glasnik Srpske akademije, knjiga CXXV. Beograd.
16. Rončević G. i Pokrajac S.: Regionalna prospekcija oblasti Kopaonik — Rogozna u 1966. god. Fond Nuklearsirovine, Beograd.
17. Simić V.: 1954 — Pojave mladog plutonizma u planini Goliji. Vesnik geološkog zavoda NR Srbije, knjiga XI, Beograd.
18. Urošević M. i dr.: 1966. — Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Novi Pazar, R 1:100.000. Fond Saveznog geološkog zavoda, Beograd.

Summary

SLAVOMIR MILOVANOVIĆ*)

MINERALIZATION OF URANIUM IN THE GOLIJA MOUNTAIN

In the western part of the Golija mountain has been discovered the uranium mineralization by regional hydrogeochemical and airborne survey in 1966. This area is characterized by Tertiary magmatism with all varieties from intrusive rocks to tuffs. Considering their composition they

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

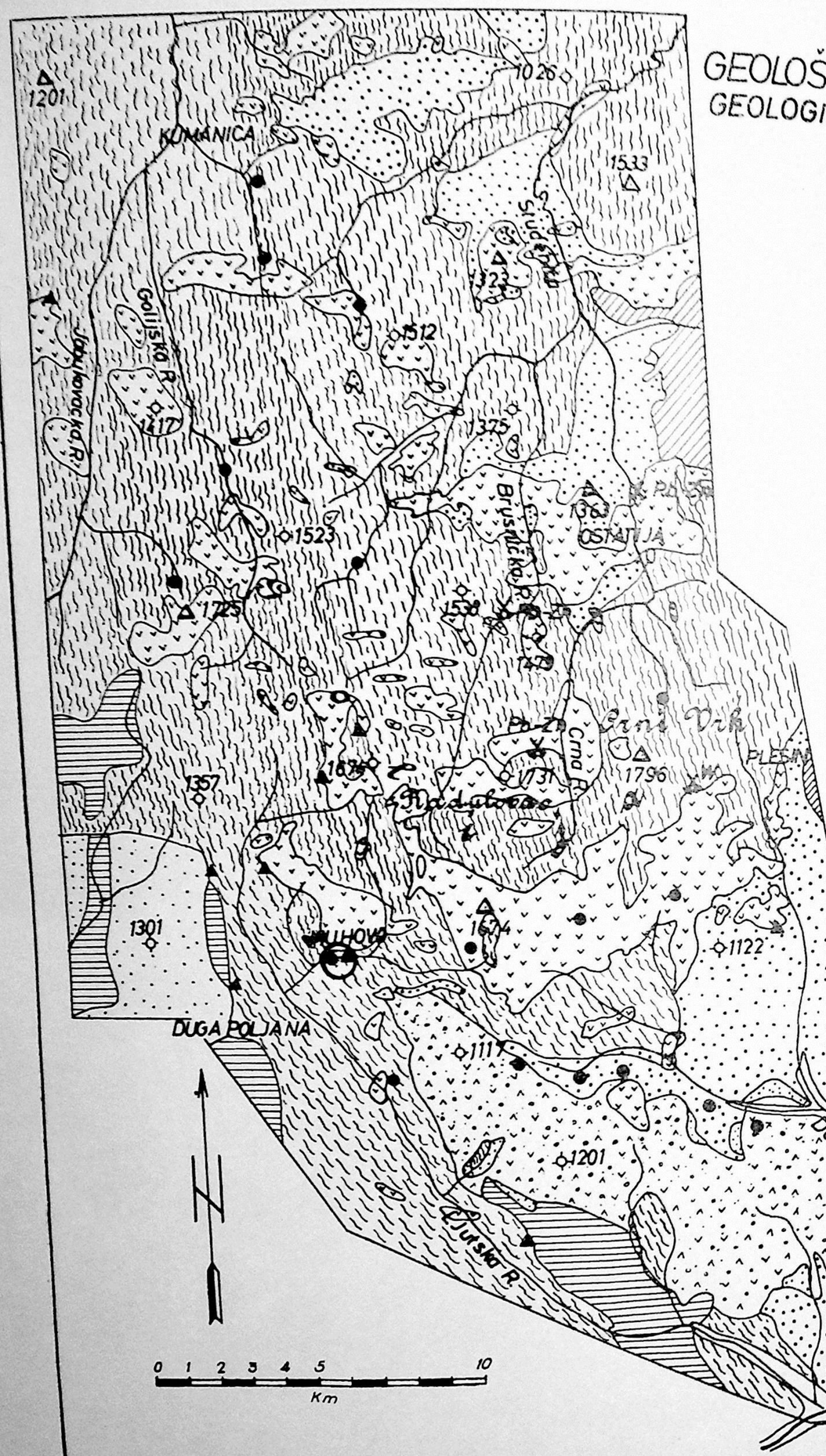
are acidic to medium acidic, but predominate rock is the dacite reacher in uranium than volcanics of the neighbour areas. At its movement magma benefited the deeply extended faults having the long history of their development and which renovated several times. Magmatism repeated many times was accompanied by more phases formation of ore concentrations in the contact parts of granitoids and along the faults. Therefore there are the occurrences of mineralization of contact-pneumatolytic, hypo–, meso- and epithermal phase.

Uraniferous hydrothermal solution at Muhovo locality moved along the faults used by volcanics and polyphases deposition of uranium mineralization accompanied by sulphides took place along the contact of the dacite because there were the most favourable conditions. It has been stated the primary mineralization of uranium — uraninite, massive pitchblende, minerals of molybdenum, lead, arsenic and other sulphides. Neither physical nor mechanical conditions, on the detailed investigated locality, were favourable for the intensity of the brecciated rocks is not expressive enough.

On the basis of the results obtained by up to date investigations in the light of new scientific knowledge about hydrothermal deposits of uranium it can be concluded that this area is perspective from the aspect of the discovery of economic concentrations of uranium.

GEOLOŠKA KARTA ZAPADNOG DELA PLANINE GOLIJE
GEOLOGICAL MAP OF THE WESTERN AREA GOLIJA MAUNTAIN

KOMPILACIJA MATERIJALA IZ FONDOVA IGRI, SGZ I GEOZAVODA BEOGRAD
COMPILED DATA FROM FUNDS IGRI, SGZ AND GEOZAVOD BELGRADE



LEGENDA
LEGEND

- paleozojski škriljci / paleozoic schists
- trijaski sedimenti / triassic sediments
- jurski sedimenti / jurassic sediments
- kredni sedimenti / cretaceous sediments
- tercijarni sedimenti / tertiary sediments
- tercijarne magmatske stene-pretežno daciti / tertiary igneous rocks - predominant dacite
- tufovi, tufiti i vulkanske breče / tuff, tuffite and volcanic breccia
- aluvion / alluvium
- stari rudarski radovi / old mining works
- anomalije hidrogeohemiske prospekcije / anomalies of hydrogeochemical survey
- anomalije aeroradiometriske prospekcije / anomalies of aeroradiometric survey
- uranska mineralizacija / mineralization of uranium

PRILOG

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

RADULE POPOVIĆ

UDK: 553.3 (497.17)

PRILOG POZNAVANJU SEDIMENTNIH METAMORFISANIH LEŽIŠTA RUDA GVOŽĐA ZAPADNE MAKEDONIJE

Pitanje starosti ležišta ruda gvožđa, rudonosne serije i tip rude često su dovodili do oprečnih diskusija među istraživačima zapadne Makedonije.

Nalaskom trilobitske faune na planini Stogovu došlo se do zaključka da su rude gvožđa ordovicijumske starosti, kao i da postoji kontinuirano razviće od kabrije do srednjeg devona.

S obzirom na litološki različite sredine u kojima se javljaju različiti tipovi ruda gvožđa izvršili smo podjelu na tri rudonosne serije:

a. Serija hloritsko-sericitskih škriljaca sa magnetskim impregnacijama i jednim do sada poznatim hematitskim ležištem kod s. Midinci. Ovom horizontu pretpostavili smo kambrijsku starost.

b. Seriju sericitskih filita karakterišu kompleksne rude gvožđa oolitske strukture. One su i najrasprostranjenije u zapadnoj Makedoniji. Ovu rudonosnu seriju smo dalje diferencirali na podinsku i krovinsku rudnu zonu u kojima se javlja više rudnih tela i slojeva. Uočeno je da je ruda redovno vezana za glinovito-peskovite, odnosno peskovito-glinovite škriljce, ali ta veza još nije dovoljno proučena.

c. Serija metamorfisanih kvarcnih i kvarcno-gvožđevitih peščara i konglomerata predstavlja najmlađu seriju u kojoj su zastupljeni hematitski škriljci i sočiva vrlo kvalitetnog hematita.

Neke karakteristike kompleksnih ruda gvožđa

S obzirom na način pojavljivanja, mineralni sastav, strukturu i fizička svojstva ovih ruda smatramo da bi pojam kompleksne rude gvožđa bio najpogodniji, jer bi se na taj način uklonio utisak o vodećem mineralu gvožđa u ovim rudama. To su rude sedimentno-metamorfisanog porekla, oolitske strukture u čiji sastav ulaze: siderit, Fe-hlorit (šamozit), magnetit, hematit i limonit kao glavni nosioci gvožđa.

Područje izdvojeno pod nazivom zapadna Makedonija, i ako nema jasno definisane granice, ipak po opštem shvatanju istraživača, predstavlja oblast koja je na istoku ograničena dolinom Treske i Pelagonijom, na zapadu jugoslovensko-albanskom granicom, na severu međurepubličkom granicom SR Makedonije i SR Srbije, a na jugu jugoslovensko-grčkom granicom.

To je oblast geološki vrlo interesantna i ekonomski značajna. Istraživana je i proučavana od strane brojnih istraživača. Međutim, tek poslednjih petnaestak godina prišlo se sistematskim istraživanjima, čiji je rezultat bio pronalaženje većih ležišta gvožđa u Tajmištu i kod De-

mir Hisara, zatim manjih kod Malkoeca, Judova, na Požaranskoj planini itd. kao i ceo niz pojava za sada bez većeg značaja. Ovde treba istaći da su poslednjih godina pronađene ekonomski značajne pojave ruda mangana na planini Stogovu.

Rudne pojave, složenost geološkog sastava i tektonskog sklopa, već odavno su bili predmet osobitog interesovanja brojnih istraživača, čija su se shvatanja, ne samo u detaljima, već i u osnovnim pitanjima, znatno razlikovala. Oprečne diskusije su česte i danas, što ukazuje na kompleksnost geološke problematike u zapadnoj Makedoniji.

Poslednjih pet-šest godina autor ovog rada je učestvovao na istraživanjima ruda gvožđa i mangana na više lokalnosti u zapadnoj Makedoniji. Cilj tih istraživanja bio je pronalaženje novih i detaljna ispitivanja već poznatih pojava mangana i kompleksnih ruda gvožđa.*) U vezi s tim nastojalo se izvršiti stratigrafsko i litološko izdvajanje rudonosnih serija, razjašnjenje tipa i sastava rude, geneze i kvaliteta. Rad na takvoj problematici omogućio nam je da dođemo do podataka na osnovu kojih se unosi više svetla u pojedine probleme do sada nedovoljno razjašnjene.

Već prva istraživanja koja smo obavili 1962. g. u okolini Kičeva ukazala su da se dotadašnja shvatanja o prostornom odnosu devona i trijasa, o tipu ruda gvožđa i o stratigrafskoj pripadnosti pojedinih litoloških članova, ne mogu u potpunosti prihvatiti, a što se tiče silura izuzev K. H. L e d e b u r-a (lit. 13) i N. A. I z m a j l o v-a (lit. 8), takoreći niko ga i ne pominje, dok se o ordovicijumu prvi put počinje da govori 1966. g. Pokazalo se da je daleko manje prostranstvo trijasa, nego što se to mislilo, a prihvaćeno je shvatanje da je devon u stvari razvijen na znatno većem prostoru. Međutim, kao što ćemo videti u daljem izlaganju, ordovicijum je taj koji je najzastupljeniji u zapadnoj Makedoniji, dok devona ima na znatno manjoj površini. Tvorevine koje su bile najpre svrstane u trijas, pa docnije u devon na kraju su određene kao ordovicijum i silur.

Pitanje facijalnog razvoja za koji je ruda vezana i tipa ruda gvožđa postalo je veoma aktuelno, naročito sa ekonmoskog aspekta, što je uslovilo, poslednjih godina učestale diskusije, često oprečne, među istraživačima ruda gvožđa zapadne Makedonije. Zato ćemo pokušati da u ovom radu damo svoj doprinos opštim nastojanjima da se upozna geologija ležišta kompleksnih i drugih ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji.

STRATIGRAFSKI PRIKAZ

Kao što je ponzato filitsko-karbonatnu seriju M. I l i ć je svrstao u paleozoik a takođe i A. A. M a l a h o v smatra da u građi zapadne Makedonije učestvuju i paleozojske tvorevine. Međutim, po završetku drugog svetskog rata, do pronalaženja brždanske faune smatralo se da celokupna filitska serija pripada mlađem paleozoiku i trijasu. Ovo je naročito istaknuto u radovima N. A. I z m a j l o v a.

Nalaskom staropaleozojske faune u više lokalnosti, a naročito kod Brždana i Turije, prihvatilo se kao konačno da je filitska serija donje i sred-

---

*) Ovaj naziv za rude gvožđa u zapadnoj Makedoniji prvi put je upotrebljen od strane T. J a n č i ć a, R. P o p o v i ć a i S. C v e t i ć a u »Izveštaju o geološko-geofizičkim istraživanjima na pojavama ruda gvožđa u oblasti Kičeva i Gostivara« (1963. g.).

nje devonske starosti. Treba istaći da su tada određeni sledeći rodovi i grupe: goniatiti, ortocerasi, trilobiti (pigidijum), tabulatni i tetrakorali (Cyathophyllum, Favosites) brahiopodi (spiriferi, atripe, rinhonele i dr.), crinoidi (Cupressocrinus), gasteropodi (Strophostylus), stromatopore i dr.

Ovo shvatanje bilo je prihvaćeno od strane najvećeg broja istraživača, i ako K. H. L e d e b u r ističe da: »najstarija serija, koja je fosilima dokazana, pripada prema tome siluru. To je glavni deo serije škriljaca sa glinovitim škriljcima, filitima, kremenastim škriljcima, zatim škriljavim i zelenim stenama i njihovim tufovima, amfibolitima i takođe mermerisanim krečnjacima i dolomitima« (lit. 13). Međutim, u svojim razmatranjima on ne navodi na osnovu kojih fosila je tada dokazan silur. Pa ipak, punih deset godina prostranstvo devona nije dovođeno u sumnju.

Istina, 1962. g. smo napomenuli u Izveštaju da su zastupljene i starije formacije od devona, docnije smo zauzeli stanovište da je pored silura moguće postojanje i ordovicijumskih tvorevina. Konačno u avgustu 1965. g. A. A n t o n o v i ć i autor ovog rada su pronašli trilobitsku faunu, koju je odredila S. S t o j a n o v i ć-K u z e n k o, a čiju je odredbu potvrdio B. B o u č e k, na osnovu čega se sigurno utvrdilo prisustvo ordovicijuma (A. A n t o n o v i ć, R. P o p o v i ć, S. S t o j a n o v i ć-K u z e n k o, lit 1). Štaviše ovom faunom se određuje preciznije stratigrafski horizont, jer je određena vrsta *Synhomalonotus* cf. *tristani* (B r o n g), ranije poznata kao *Calymene tristani* (B r o n g), karakteristična za razviće ordovicijuma i u drugim lokalnostima Evrope, Afrike i Azije (Engleska, Francuska, Španija, Portugalija, Maroko, Sardinija i Sirija). Na osnovu citiranog trilobita određen je gornji arenig do landeila.

S obzirom na mesto u geološkom stubu gde je pronađen navedeni trilobit, a to je skoro u krovinskom delu sericitskih filita (jer je relativna visinska razlika između mesta nalaska faune i krečnjačke krovine filitima, manja od 100 m), nameće se kao najverovatnije da je celokupan filitski kompleks u zapadnoj Makedoniji ordovicijumske starosti, dok je devon razvijen, verovatno samo u faciji krečnjaka i krečnjačkih škriljaca, koji leže, u stubu, iznad sericitskih filita.

Za sada ostaje nejasno gde, u stvari, leže metamorfisani kvarcni konglomerati i peščari, ali smo skloni verovanju da su i oni ordovicijske starosti, jer je nepobitno utvrđeno na brojnim lokalnostima da postoje postupni prelazi između filita i metamorfnih kvarcnih peščara i konglomerata. Ovi konglomerati su intraformacijski i nisu ravnomerno razvijeni na celom području zapadne Makedonije. Zbog toga se često može zapaziti da filiti leže neposredno ispod mermerisanih krečnjaka. Reduciranje konglomerata i peščara je posledica facijalnih promena kako u vertikalnom tako i u bočnom pravcu. O postupnosti u prelazima postoje brojni dokazi na otkrivenim profilima u pojedinim lokalnostima, a isto je utvrđeno i istražnim bušenjem kod sela Kuratica SI od Ohrida. Međutim, izvršiti razgraničenje između ordovicijuma i silura, odnosno silura i devona, s obzirom na nedostatak pouzdanih argumenata, za sada je veoma problematično. No i pored toga postignut je značajan napredak, jer je konačno i pouzdano utvrđena starost kompleksnih ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji.

RUDONOSNE SERIJE

Na osnovu višegodišnjih istraživanja u zapadnoj Makedoniji došli smo do konstatacije da je moguće razlikovati u najopštijem smislu tri rudonosne serije. To su: a. serija hloritsko-sericitskih škriljaca; b. serija sericitskih filita i c. serija metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata.

a. Serija hloritsko-sericitskih škriljaca je najstarija i za sada bez većeg ekonomskog značaja, a u odnosu na ostale i najslabije proučena.

Ovi škriljci po svom stratigrafskom položaju leže ispod sericitskih kvarcita, koji ujedno predstavljaju i granicu između hloritsko-sericitskih škriljaca i filitske serije. Nemamo faunističkih podataka o starosti hloritsko-sericitskih škriljaca, ali može se pretpostaviti da pripadaju kambriji. Na ovakvu jednu mogućnost navodi nas podatak da je ordovicijumska fauna nađena u najvišim nivoima filitske serije, koja normalno leži preko hloritsko-sericitskih škriljaca i sericitskih kvarcita.

Petrografska ispitivanja ovih škriljaca, koje je izvršio S. Cvetić (lit. 9, 10) su pokazala da su to stene svetlozelene do tamnozelene boje, strukture lepidoblastične i škriljave teksture. U sastav ulaze: hlorit, sericit, epidot i feldspat kao bitni sastojci, dok se kao sporedni javljaju: sfen, leukoksen, kvarc, apatit, pirit i magnetit.

Prisustvo feldspata dovodi se, delimično u vezu sa termalnim promenama koje su izvršene, verovatno pod uticajem nekog granita. Ovo tim pre što je na Orman planini granit izvršio intenzivnu feldspatizaciju. Promene su takve da danas imamo gnajseve i mikašiste nastale od bivših hloritskih škriljaca.

Hloritsko-sericitske škriljce karakteriše nejednak sadržaj hlorita, što uslovljava postojanje hloritskih, hloritsko-sericitskih, sericitsko-hloritskih i sericitskih škriljaca, između kojih nema oštre granice, već se postupno smenjuju.

Završetak ove serije predstavljaju sericitski kvarciti, koji ujedno čine neposrednu podinu filitskoj seriji, tj. seriji koja nosi komplesne rude gvožđa.

Pitanje moćnosti ove serije, s obzirom na nedovoljnu proučenost, za sada je otvoreno. Ipak na osnovu bušenja kod s. Raštani (248,40 m) može se pretpostaviti da je iznad 300 m.

Što se tiče rudnih pojava do sada nismo zapazili postojanje magnetitskih rudnih ležišta u hloritsko-sericitskoj seriji, ali za to možemo govoriti o magnetitskim impregnacijama i o do sada pronađenom jednom ležištu hematita kod s. Midinci.

Hloritsko-sericitski škriljci su do sada izdvojeni u sledećim lokalnostima: Raštani, Midinci, Kolari, Orman planina, Tajmište, Srbica, sve kod Kičeva i Požaranska planina kod Gostivara. Sve ove lokalnosti imaju zajedničku karakteristiku, a ta je da su hloritsko-sericitski škriljci čas jače, čas slabije impregnisani magnetitom. Na osnovu hemijskih analiza i pregleda uzoraka najbolje impregnacije su konstatovane kod s. Raštani, gde sadržaj Fe ide do 20%, dok u ostalim lokalnostima ovaj sadržaj opada. Kristali magnetita su različite krupnoće, tako kod Kolara se golim okom ne zapažaju, a kod Raštana i na Orman planini dostižu veličinu do 2 mm.

Mineraloška ispitivanja koja su izvršili N. V l a j i ć i D. K l e u t (lit. 9) pokazala su da se pored magnetita, u neznatnim količinama javljaju i drugi rudni minerali (galenit, sfalerit, ilmenit, martit, rutil, antimonit, halkopirit i hematit).

Jedino do sada pronađena hemititska rudna pojava, kao što je već rečeno, nalazi se kod s. Midinci. Vezana je za kvarcitni škriljac, koji predstavlja facijalnu promenu u seriji hloritsko-sericitskih škriljaca. Do ove konstatacije se došlo na osnovu istražnog bušenja 1964. g. Treba istaći da ovaj kvarcitni škriljac nema nikakve stratigrafske veze sa napred spomenjanim sericitskim kvarcitima.

Što se tiče stratigrafskog nivoa u kome se javlja hematit kod Midinaca, za sada nismo u mogućnosti da kažemo nešto određenije, jer kao što je već istaknuto serija hloritsko-sericitskih škriljaca je još uvek nedovoljno proučena.

Detaljna terenska ispitivanja su pokazala da je moguće hematitsku pojavu kod s. Midinci pratiti na površini od oko 0,5 km², a na osnovu bušenja i raskopavanja zapaženo je da se hematitska mineralizacija višestruko ponavlja. Variranje u intenzitetu mineralizacije stvara utisak trakaste rude. Zapaženo je da je hematitska mineralizacija slabo zastupljena u plićim delovima, a da se bogatije koncentracije hematita javljaju u dubljim delovima. Debljina pojedinih proslojaka iznosi od nekoliko milimetara do 1,5 m. Ovo smenjivanje hematita i kvarcitnog škriljca moguće je pratiti do dubine od 50 m. Uočeno je da se hematit javlja paralelno sa škriljavošću okolnih stena.

Laboratorijska ispitivanja koja je izvršio V. V u j a n o v i ć (lit. 10, 15) pokazala su da se ovde radi o primarnoj sedimentnoj metamorfisanoj rudi, koja je naknadno bila zahvaćena snažnim termalnim uticajima, što je uslovilo i intenzivne regeneracione procese, koji su posledica, »verovatno granitoidnih stena čiji su rastvori (a možda i pare) doveli do stvaranja i kvarcnofeldspatskih žica kao i feldspatizacije okolnih stena«.

V. V u j a n o v i ć je pri mikroskopskim ispitivanjima zapazio da se od termalne parageneze javljaju: hematit, pirit, feldspat i kvarc. Dok je hematit regenerisan iz primarno sedimentno-metamorfisanog dotle su ostali minerali juvenilnog porekla.

Ovde treba istaći i to da je u procesu regeneracije dovedena znatna količina silicije te je na taj način moguće objasniti intenzivnu silifikaciju rude i okolnih stena.

Kao što je debljina pojedinih proslojaka varijabilna tako i kvalitet same rude varira. Naime, sadržaj Fe se kreće od 6% do 60% (visok sadržaj je jedino dobijen u dva raskopa), a SiO_2 od 8% do 80%.

Dakle, kao što se iz napred izloženog vidi, bilo je dovoljno opravdanja što smo se odlučili da hloritsko-sericitske škriljce izdvojimo kao posebnu rudonosnu seriju, koja do danas nije dovoljno proučena, ali koja može biti ekonomski interesantna.

b. Serija sericitskih filita predstavlja geološki najproučeniju i ekonomski najznačajniju rudonosnu seriju. U geološkom stubu leži na sericitskim kvarcitima, odnosno na hloritsko-sericitskim škriljcima, tamo gde izostaju sericitski kvarciti, što znači da to istovremeno predstavlja i donju granicu do koje se spušta serija sa kompleksnim rudama gvožđa.

Sericitski filiti su razvijeni na širokom području zapadne Makedonije; počev od međurepubličke granice SR Makedonije i SR Srbije na severu i skoro do Prespanskog jezera na jugu, na zapad dopiru do jugoslovensko-albanske granice, a na istok do doline Treske i Pelagonije. Istina, mestimično su očuvani i geološki mlađi članovi, a takođe povremeno izbijaju na površinu starije tvorevine. Na mnogim mestima su isprobijani bazičnim i kiselim eruptivima različite starosti, u šta se ovde nećemo upuštati.

Posmatrano u celini seriju sericitskih filita karakteriše facijalna heterogenost, koja se najčešće vrlo teško uočava makroskopskim posmatranjem na terenu.

Na osnovu brojnih podataka, terenskih i laboratorijskih, pošlo nam je za rukom da izdvojimo u filitskoj seriji kvarcite, peskovito-glinovite i glinovito-peskovite škriljce, grafitične škriljce i sericitske filite, koji predstavljaju facijalne promene u okviru cele serije, na što ukazuju postupni prelazi među njima kako u vertikalnom tako i u bočnom pravcu. Ta smenjivanja moguće je pratiti kroz celu filitsku seriju počev od njene podine pa sve do metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata, odnosno mermerisanih krečnjaka, u zavisnosti od toga šta je povlata u nekoj lokalnosti.

Petrografska ispitivanja S. C v e t i ć a (lit. 9, 10, 11), na preko 1.000 uzoraka, su nedvosmisleno ukazala na opravdanost izdvajanja navedenih članova. Ovo je tim značajnije što je moguće i rudne pojave vezati za pojedine od njih.

U celini posmatrano filitska serija je peskovita i tufozna, te na prvi pogled deluje jednolično. Taj utisak je posledica veoma sitnozrnog karaktera, zbog čega je potrebna velika koncentracija i pažnja istraživača pri raščlanjavanju pojedinih škriljaca, a naročito kada se radi o peskovito-glinovitim i glinovito-peskovitim škriljcima.

Mikroskopska ispitivanja su pokazala da se kvarciti u ovoj seriji razlikuju od peskovito-glinovitih škriljaca samo u pogledu cementa. Tako je kod kvarcita silicija zastupljena kao vezivo, dok je kod peskovito-glinovitih škriljaca to vezivo pretežno glinovita materija.

Razlika između peskovito-glinovitih i glinovito-peskovitih je samo u sadržaju glinovite materije, koja je kod peskovito-glinovitih škriljaca samo cement dok je kod glinovito-peskovitih zastupljena toliko da se može govoriti o glinovitom škriljcu.

Ovde treba istaći još jednu karakteristiku serije sericitskih filita, a ta je da se povremeno zapaža prisustvo karbonatne materije u njima. Do sada smo to zapazili na Tajmištu, kod Judova i Crvene Vode, gde se zbog prisustva karbonatne materije nalaze prelazi od filita sa sadržajem kalcita u malim količinama, preko kalcitskog filita do pravog krečnjaka, čija boja varira od svetlosive do crne. Kada imamo krečnjake u filitu onda su to najčešće sočiva dimenzija od »nekoliko santimetara pa do više metara« (T. J a n č i ć, R. P o p o v i ć, S. C v e t i ć, lit. 9).

Mikroskopska ispitivanja S. C v e t i ć a (lit. 9, 10, 11) su pokazala da su za pojedine od pomenutih litoloških članova osnovne karakteristike sledeće:

— kvarciti su zatvorenosive do crne boje, škriljave teksture i blastopsamitske strukture. U sastav ulaze zrna kvarca »ujednačene veličine i uvek više uglasta nego zaobljena i redovno nazubljenih ivica«. Cement je

»kriptokristalasta silicija uz manje učešće sericita i limonita«. Od sporednih sastojaka zapaženo je prisustvo rudnog minerala, cirkona i retke liske liskuna;

— peskovito-glinoviti škriljac je svetlosive, golubijeplave, tamnosive do potpuno crne boje, škriljave teksture i blastopsamitske strukture. U sastav ulaze zrna kvarca »različite veličine i oblika ali su više uglasta nego zaobljena, koja leže u cementu pretežno bazalnog tipa. Cement čini najvećim delom sericit i sitnokristalast kvarc uz učešće hlorita i limonita. Sadrži i sitne liske muskovita, a od sporednih sastojaka u prvom redu rudni mineral i retka zrna turmalina i cirkona;

— glinovito-peskoviti škriljci su svetložute do zelenkastožute boje, strukture pelitske do blastopelitske i teksture škriljave. Izgrađeni su od »sitnozrne sericitsko-gvožđevite materije u kojoj plivaju retka i zaobljena zrna kvarca i sitne liske muskovita«. Po površinama škriljavosti često se zapaža obogaćenje gvožđevitom materijom, a nije redak slučaj da se zapazi i silifikacija, naročito kod s. Kuratica. Svakako da u sastav ulazi kao najobilniji sastojak glinovita materija, koja povremeno rekristališe u sericit. Od sporednih sastojaka pirit je najčešće zastupljen, a povremeno se javlja i cirkon, ljuspice biotita i hlorita. Glinovito-peskoviti škriljci su često alevrolitični, trošni su i lako se raspadaju pod uticajem spoljašnjih faktora.

— grafitični škriljac je crne boje, škriljave teksture i lepidoblastične strukture. Izgrađen je od sitnokristalastog kvarca i grafita, zatim sericita, a povremeno se javlja i kalcit. Pirit ga impregniše i često je obilan (Požarani, Kriveni);

— sericitski filit je osnovna stena tretirane serije u kojoj se javljaju kao facijalne promene napred opisane stene.

Opšta mu je karakteristika da je stena sive, tamnosive do potpuno crne boje, teksture škriljave i najčešće lepidoblastične strukture. Sericit i kvarc predstavljaju bitne sastojke, a često su zastupljeni muskovit, hlorit, glinovita, ugljevita i gvožđevita materija. Kao sporedni sastocji najčešće se javljaju: cirkon, metalični mineral (pirit), hlorit i kalcit.

Treba istaći i to da je limonitizacija cele serije sericitskih filita posebna karakteristika. Istina, nije ravnomerna na celom području, već čas slabija, čas veoma izražena. Mestimično procesi limonitizacije su zahvatili i sama rudna tela, te otud danas imamo čitava rudišta izgrađena najvećim delom od limonita. Istraživanja, kao i niz različitih liboratorijskih ispitivanja, su pokazala da su procesi limonitizacije posledica raspadanja pirita, zatim bogatijih i siromašnijih kompleksnih ruda gvožđa, naročito delova bogatih mineralima iz grupe Fe-hlorita i sideritom, svakako u površinskim delovima ti procesi su i najznačajniji. Njihovim delovanjem, mestimično su izvršena znatna obogaćenja gvožđem, a poznate su pojave kod Kodžadžika, Crvene Vode, Izdeglavlja, istočno od s. Kuratica, nadalje revir Damjanova Glava u rudniku »Demir Hisar«. Za razliku od navedenih u 1965. g., pored niza manjih pojava u kojima su procesi limonitizacije doveli do znatnih obogaćenja gvožđem na prostoru između s. Sapotnice i Novog Sela, zapaženo je postojanje limonitisanog rudnog tela nastalog kao rezultat raspadanja hidrotermalnog pirita, takođe i postojanje i jednog gvozdenog šešira bez ekonomskog značaja (s obzirom na njegove dimenzije) kod s. Kolari.

Međutm, najznačajniju karakteristiku serije sericitskih filita predstavljaju ležišta kompleksnih ruda gvožđa.

Od ekonomski interesantnih do sada otkrivenih ležišta treba istaći: Tajmište, Demir Hisar, kao najveća, a zatim manja: Požarani, Malkoec, Judovo, Ehlovec i Stogovo (ovo poslednje je neispitano), Svinjište, Kodžadžik i dr. Od siromašnih pojava registrovan je veliki broj od kojih ćemo istaći: Stogovo (neispitano), Izdeglavlje, Crvena Voda, Prostranje, Izbište, Bolno i dr

Kada govorimo o kompleksnim rudama gvožđa, iako ćemo u tekstu o tome opširnije govoriti, odmah moramo naglasiti da razlikujemo dve grupe i to: siromašnije i bogatije. Ovakva podela je izvršena na osnovu sadržaja gvožđa odnosno silicije u rudama kompleksnog tipa.

Kao što je već istaknuto ove rude gvožđa su vezane za filitsku seriju. Međutim, ne javljaju se u jednom nivou. Naprotiv, sva dosadašnja istraživanja se slažu u jednom da se ruda višestruko javlja kroz filitsku seriju u vidu rudnih slojeva i sočiva. Ali preciznijem određivanju rudonosnog nivoa do sada nije posvećivana dovoljna pažnja, što je dovelo do nejednakih kriterijuma u određivanju rudonosnog nivoa i do različitog shvatanja o njihovom broju.

Na osnovu detaljnog analiziranja jezgra bušotina sa Požarana, Tajmišta, Malkoeca, Judova, Demir Hisara, Crvene Vode i Kuratice uočilo se postojanje interesantnih odnosa između rude i najviše povlate s jedne odnosno najniže podine, s druge strane.

Pažljivim pregledom jezgra brojnih bušotina, zapaženo je, da se pojedine mogu tretirati kao lokalni geološki stubovi (na pr. Č/5, D/4, K/56 i dr. na Tajmištu, Bv-1, Bmp-2 kod s. Kuratica, Bp-1 na Požaranskoj planini, Ž/16, Ž/44, S/17 i dr. na Demir Hisaru. Poređenjem bušotina i lokalnih geoloških stubova između pojedinih lokalnosti i u samim lokalnostima uočeno je da se dobijaju veoma slična odstojanja rude od najniže podine i od najviše povlate. Tako na pr. zapaženo je, na osnovu bušenja i lokalnih geoloških stubova, na Požaranskoj planini i Tajmištu (Darda Kula) da se podinska rudna zona nalazi na oko 100—150 m iznad sericitskih kvarcita, koji, kao što je već rečeno, predstavljaju najnižu podinu rudnoj seriji sericitskih filita. Međutim, treba istaći i to da se ovde radi ne o jednom već o više rudnih tela i slojeva (2—5), koji se naizmenično smenjuju sa jalovinom u vertikalnom rasponu od oko 100 m.

Ako, pak, s druge strane pravimo poređenje između bušotina i lokalnih geoloških stubova uzimajući pri tom u obzir položaj kompleksnih ruda gvožđa u odnosu na krajnju krovinu izgrađenu od mermerisanih krečnjaka, onda opet zapažamo interesantne odnose. Naime, na ovaj način pada u oči da se kompleksne rude gvožđa nalaze na dubini od oko 250 m ispod mermerisanih krečnjaka, a rudna tela i slojevi (na osnovu dosadašnjeg poznavanja ima ih 2—6) se uzastopno ponavljaju u vertikalnom pravcu od 100—150 m. Međutim, koliko je rastojanje između podinske i krovinske rudne zone za sada nismo u mogućnosti da kažemo nešto određenije iako postoje izvesne indikacije koje ukazuju da to rastojanje nije veće od 300 m.

Kao što se vidi iz navedenog moglo bi se govoriti o postojanju dva rudonosna nivoa kompleksnih ruda gvožđa, kako smo ih, već, nazvali podinska i krovinska rudna zona, ali još uvek nemamo dovoljno podataka za ovakvu podelu. Istina zapaženo je postojanje izvesnih razlika u pogledu

fizičkih svojstava i mineraloških karakteristika između ruda koje bi pripadale krovinskoj (Čaušica, Malkoec, Demir Hisar i dr.) i podinskoj (Požarani, Darda Kula i dr.) rudnoj zoni. Zapaženo je da krovinsku karakteriše mestimično povećan sadržaj magnetita u odnosu na podinsku, dok je u podinskoj znatnije zastupljen siderit. Takođe sadržaj hematita i limonita je veći u krovinskoj rudnoj zoni nego u podinskoj. Međutim, sadržaj silikata gvožđa varira u neznatnim granicama tako da ih ne možemo koristiti za ovakva poređenja između podinske i krovinske rudne zone. Zahvaljujući povećanom sadržaju magnetita u krovinskoj zoni (iako to nije pravilo za sva ležišta zapadne Makedonije) dobijene su i izrazitije magnetske anomalije, dok se u podinskoj redovno dobijaju magnetske anomalije nižeg intenziteta.

Kada su u pitanju rudonosni nivoi onda je od velikog značaja istaći faciju za koju je vezana ruda. Naime, istraživanja i obilazak brojnih ležišta i pojava kompleksnih ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji kao i brojna petrografska ispitivanja S. C v e t i ć a ukazuju da se ove rude javljaju uz peskovito-glinovite, odnosno glinovito-peskovite škriljce, čiji smo opis dali pri litološkom razmatranju sericitskih filita. Ruda se redovno javlja u jednoj od ove dve facije i uvek su u pitanju postupni prelazi između jalovine i rude. Međutim, kada su u pitanju pojedina rudna tela ili rudni slojevi, za sada nismo u mogućnosti da kažemo nešto određenije o zavisnosti pojavljivanja rude u peskovito-glinovitoj odnosno glinovito-peskovitoj faciji, jer se ruda i u podinskoj i u povlatnoj rudnoj zoni čas javlja uz peskovito-glinovitu, čas uz glinovito-peskovitu. Ipak na osnovu dosadašnjeg poznavanja veći broj ležišta je vezan za peskovito-glinovitu faciju, nego za glinovito-peskovitu. No, to je pitanje na kome treba još dosta raditi kako bi se dobio određeniji odgovor, tim pre što do sada nismo naišli, u zapadnoj Makedoniji, na rudne pojave vezane za neku drugu faciju (kvarcita, filita, kalcitskih filita, grafitičnih filita itd.).

c. Serija metamorfisanih kvarcnih i kvarcno-gvožđevitih peščara i konglomerata je najmlađa rudonosna serija. Po svom stratigrafskom položaju mogla bi da se svrsta i u seriju sericitskih filita, međutim, s obzirom na tip rude gvožđa izdvajamo ga kao posebnu. U geološkom stubu leži između sericitskih filita i mermerisanih krečnjaka. Moćnost joj varira u širokim granicama, ali mišljenja smo da ne prelazi 200 m. Između peščara i konglomerata postoje vrlo brzo kako bočna tako i vertikalna smenjivanja. Takođe je očigledna postupnost u prelazima između sericitskih filita i metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata s jedne strane i mermerisanih krečnjaka s druge strane. Ova postupnost jasno se uočava na nizu lokalnih geoloških profila. Bušenje kod Kuratice SI od Ohrida (Bmp-2, Bv-1) su još jedna potvrda o postupnom prelazu metamorfisanih kvarcnih peščara i konglomerata u njihovu neposrednu povlatu. Neravnomerno razviće ove rudne serije i variranje njene moćnosti, moguće je pratiti, naročito, između Kuratice i Lešana. Isklinjavanja ove serije često su takva da sericitski filit mestimično čini neposrednu podinu mermerisanim krečnjacima, ali i u ovim slučajevima postoji postupnost u prelazima koja se manifestuje preko krečnjačkih škriljaca.

Petrografska ispitivanja S. C v e t i ć a (lit. 11) su pokazala da su to stene svetlosive, sivozelenkaste i crvenkastomrke boje, što je u zavisnosti od učešća hemitita u steni. Naime, ukoliko je hematit zastupljeniji utoliko

je i boja tamnija. Struktura im je blastopsefitska, blastopsamitska, granoblastična i heteroblastična, a tekstura škriljava.

U gradi učestvuju kao najobilniji kvarc, što uslovljava mestimično prisustvo kvarcita kao facijalne promene, zatim hematit koji neregularno gradi hematitske škriljce ili kompaktna hematitska rudna tela. Sericit je takođe redovno prisutan ali u maloj količini.

Sporedni sastojci su: cirkon, turmalin, a »nije redak slučaj da se sretnu i epidot, liskun, apatit, rutil, leukoksen i feldspat. Mestimično je uočeno toliko učešće feldspata da se stiče utisak da se radi o arkoznom peščaru« (S. Cvetić, lit. 11).

Jednu od najvažnijih osobina ove serije predstavlja prisustvo hematita i hematitskog škriljca, koji su nejednako zastupljeni. Otuda se mestimično nalaze kvarcno-gvoždeviti peščari, negde hematitski škriljci i sasvim podređeno kompaktan i vrlo kvalitetan hematit. Za sada možemo govoriti da se visokokvalitetni hematit javlja na rudniku Cer gde je primarni hematit sedimentnog porekla koji je docnije zahvaćen regeneracionim promenama, zatim kod Judova i na Maloj planini kod Kuratice. Istina na Maloj planini je rudno telo vrlo ograničenih dimenzija, te kao takvo ne predstavlja ekonomski interesantu pojavu. Međutim, za razliku od visokokvalitetnih pojava hematita, koje smo zapazili samo u navedenim lokalnostima, hematitski škriljac je moguće pratiti na daleko većem prostranstvu. Zapažene su pojave na useku puta Oteševo—Peštani (preko Galičice), ujedno to je i najjužnija tačka gde su uočeni, zatim kod Kuratice, Lešana, Grkopolja, Slivova, Turije, Cera, Železneca, Malog Ilina i u drugim lokalnostima gde su zastupljeni metamorfisani kvarcni peščari i konglomerati. Hematitski škriljci su čas siromašniji čas bogatiji.

Treba istaći da se u konglomeratima i peščarima hematit javlja u obliku komada i valutaka, zatim u vidu sočiva i proslojaka. Učešće hematita u njima je takvo da bi se ova serija mogla nazvati i gvoždevitom.

Najvažnija karakteristika ove serije je, po našem mišljenju, način pojavljvanja hematita. Naime, u vreme sedimentacije peščara i konglomerata došlo je i do sedimentacije gvožđa. U zavisnosti od fizičko-hemijskih uslova u morskoj sredini koji su vladali, imamo pojavu da se hematit javlja u vidu proslojaka, negde u obliku valutaka i komada, zatim kao pravi slojevi ili sočiva hematitskog škriljca, ili kao sočiva vrlo kvalitetnog i kompaktnog hematita. No, pri svemu tome hematit je redovno cement kvarcnim zrnima i valucima. Tamo gde izostaje hematit cementno vezivo je silicija.

Petrografska i rudnomikroskopska ispitivanja S. Cvetića i V. Vujanovića (lit. 11) na preko 300 uzoraka su nedvosmisleno ukazala da je hematit vezivo kvarcnim zrnima. Takođe, i na terenu naročito u konglomeratima jasno se uočava kako je hematit bio taj koji je pojedine valutke međusobno cementovao. Štaviše rudnomikroskopska ispitivanja V. Vujanovića su pokazala da i valuci hematita u konglomeratu ustvari predstavljaju hematit koji cementuje kvarcna zrna, a isti je slučaj i sa hematitskim rudnim telom na Maloj planini.

Nadalje značajna je karakteristika da se hematit i hematitski škriljac mogu tretirati i kao facijalne promene unutar kvarcno-gvoždevitih peščara. Kao dokaz o facijalnim smenjivanjima najbolje može da posluži dnevni

kop na Maloj planini (kod Kuratice), gde se jasno dâ pratiti postupan prelaz od kompaktne hematitske rude do jalovine, odnosno čistih kvarcnih peščara bez hematita. Svakako, da taj lokalitet nije i jedini, jer isto se dâ zapaziti na Crnecu, Kalipadinjama, Izvorima, Osoju (sve kod Kuratice), zatim kod Grkopolja, Železneca i u drugim lokalnostima. Kada govorimo o hematitu i hematitskom škriljcu kao facijalnim promenama unutar metamorfisanih kvarcno-gvoždevitih peščara onda treba istaći da su te promene česte i brze kako u vertikalnom tako i u bočnom pravcu.

Sam način pojavljivanja hematita i hematitskog škriljca ne može se vezati za jedan određen nivo, već su to naizmenična ponavljanja i smenjivanja počev od podine peščara, tj. od sericitskih filita do povlate odnosno mermerisanih krečnjaka. Stepen zastupljenosti hematita je različit: »počev od slabih obogaćenja hematitom, preko hematitskih interkalacija malih dimenzija do hematitskih škriljaca i kompaktnih hematitskih rudnih tela« (T. Jančić, R. Popović, S. Cvetić i V. Vujanović — lit. 11).

Od rudnih minerala konstatovano je prisustvo hematita, mestimično magnetita (u malim količinama) i Fe-hlorita. Treba napomenuti da je ovaj Fe-hlorit dokazan rentgenskim analizama kod Kuratice, međutim, za sada nemamo dokaza da je sedimentnog porekla Fe-hlorit, jer je ispitivani hlorit iz jedne kvarcne žice termalnog porekla (lit. 11). Pored navedenih minerala ovaj tip ruda sadrži od nerudnih sastojaka najčešće zrna kvarca i sericita.

Na kraju, za razliku od kompleksnih ruda gvožđa zapadne Makedonije kod ovog tipa ruda nije do sada nigde zapaženo prisustvo većeg broja minerala gvožđa koji učestvuju u izgradnji rude, već je u pitanju, takoreći, monomineralna ruda — hematitska; takođe nije zapaženo nigde prisustvo oolitskih struktura. Istina, V. Vujanović je zapazio na pojedinim primercima sa Kuratice postojanje izvesnih ovalnih oblika, ali to nisu oolitske strukture kakav je slučaj sa kompleksnim rudama gvožđa, o čemu se mora voditi računa kada su u pitanju rude gvožđa zapadne Makedonije.

Kao što se vidi postoji jedna očita razlika između kompleksnih ruda gvožđa i hematitskih ruda te je, prema tome bilo i opravdano izdvajanje metamorfisanih kvarcnih i kvarcno-gvoždevitih peščara i konglomerata kao posebne rudonosne serije.

NEKE KARAKTERISTIKE KOMPLEKSNIH RUDA GVOŽĐA

U napred iznesenim razmatranjima u više mahova pominjane su kompleksne rude gvožđa, te u vezi s tim smatramo se obaveznim da damo izvesna objašnjenja vezana za taj pojam, kao i neke karakteristike ovih ruda.

Poznato je, naime, da su rude gvožđa iz filitske serije u zapadnoj Makedoniji do nedavno tretirane kao šamozitske i šamozitsko-sideritske, pa je čak bilo pojedinačnih pokušaja (D. Kleut, 1963. g.) da se Tajmiško ležište proglasi kao sideritsko. Međutim, naša istraživanja na rudama gvožđa u zapadnoj Makedoniji nametnula su kao nužnost uvođenje jednog pojma, koji neće opredeljivati rudu po vodećem rudnom mineralu, već, naprotiv. koji će omogućiti da se u svakom momentu ima jasna predstava o složenosti mineralnog sastava i promenljivosti njihovih fizičkih osobina.

Istraživanja i obilasci brojnih ležišta i pojava ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji (Požarane, Tajmište, Stogovo, Malkoec, Judovo, Ehloec, Svinjište, Orlov Kamen, Izdeglavlje, Crvena Voda, Kuratica, Demir Hisar, Novo Selo, Vardino, Petrino, Bolno i dr.), omogućili su nam da sagledamo potpunije svu kompleksnost ovih ruda. Jedan od prvih momenata koji nam je pao u oči, a što u svojim radovima ističu i drugi istraživači (A. Cissarz, M. Dolenc, J. Duhovnik, Z. Ivanovski, I. Nestorovski, M. Arsovski, V. Sosić, T. Kuvedžiski, D. Kleut i dr. brojni istraživači) jeste postojanje, u jednom te istom ležištu, rudnih tela u kojima dominira čas jedan, čas drugi mineral. Tako na pr. na Tajmištu-Čaušica postoji rudno telo u kome magnetit predstavlja dominirajući mineral, a isti je slučaj i sa Malkoecom i Demir Hisarom — revir Žvansko.

S druge strane revir Darda Kula na Tajmištu, Orlov Kamen i Novo Selo se karakterišu izrazito visokim procentom siderita (do 60%), a Judovo u pogledu hematita. Fe-hlorit (šamozit) je u većini slučajeva dominirajući mineral, naročito kod niskokvalitetnih kompleksnih ruda gvožđa, na kraju limonit, mada predstavlja produkt raspadanja drugih minerala, javlja se kao dominirajući mineral u Demir Hisaru (Damjanova Glava), Crvenoj Vodi, Kodžadžiku i dr.

Posebno ističemo da se uvek ovakva rudna tela postupnim prelazima gube u celoj masi rudišta ili pak prelaze u delove rudišta u kome dominira bilo siderit, hematit, Fe-hlorit (šamozit) ili limonit. Takođe ovakva rudna tela nikada nisu toliko čista da bi predstavljala monomineralno rudno telo, već su zastupljeni i drugi minerali u manjoj ili većoj količini. Ovakvo stanje, gde učestvuje veći broj rudnih minerala i gde se najčešće intimno mešaju tako da je nemoguće izdvojiti delove rudišta po vodećem mineralu, je konstatovano i u rudnim preparatima, čija je površina oko 1 cm^2. Smenjivanja između siderita, Fe-hlorita, magnetita, hematita i limonita moguće je pratiti čak i u jednom jedinom oolitnom zrnu.

Ovakvo stanje ukazuje nesumnjivo na mešavinu minerala gvožđa, gde se najčešće ne može dati primat nekom od njih.

Najveću masu svih rudišta gvožđa u filitskoj rudonosnoj seriji zapadne Makedonije, predstavljaju rude u kojima je nemoguće vršiti izdvajanje pojedinih delova po vodećem mineralu. Izrazito fina sitnozrnost rudne mase u većini slučajeva, čak onemogućuje makroskopsko raspoznavanje pojedinih minerala, koji su glavni nosioci gvožđa, a to je još potencirano mešavinom različitih minerala na vrlo malom prostoru, što je tek pod mikroskopom moguće uočiti.

Na kompleksnost ruda ovog tipa ukazuju i ispitivanja drugih autora, koji su ih nazivali šamozitskim, šamozitsko-sideritskim i pojedinačni pokušaji da se nazovu sideritskim rudama.

Različit tretman ovih ruda i njihova kompleksnost, na što ukazuju i drugi autori, uslovili su učestale diskusije, poslednjih godina, po pitanju tipa rude. Prvobitno usvojen pojam Fe-silikatne, ili šamozitske rude gvožđa (A. Cissarz 1954), bio je docnije proširen na šamozitsko-sideritske (V. Sosić 1963), da bi je D. Kleut (1963) okarakterisao kao »rudu gvožđa sideritsku sa magnetitom, manje hematitom (martitom) i limonitom«.

Istina on je samo tajmiško rudište okarakterisao kao takvo ali je naglasio da njegovim ispitivanjima nije zapazio prisustvo šamozita i turingita. Razlika u shvatanjima po pitanju tipa ruda gvožđa iz rudonosne serije sericitskih filita zapadne Makedonije, može se objasniti neuzimanjem dovoljno reprezentativnih uzoraka sa pojedinih rudišta i njihovim međusobnim poređenjem, kao i usvajanjem od strane velikog broja istraživača prvobitnog pojma, ne upuštajući se u njegovu opravdanost.

Mišljenja smo da se usvajanjem naziva ruda po vodećem mineralu ne dobija dovoljno jasna predstava o ovim rudama, te smo zbog toga na stanovištu da bi pojam kompleksne rude gvožđa bio najadekvatniji. Tim pre što se i na taj način ističe složenost mineralnog sastava, a uklanja utisak o vodećem rudnom mineralu. Njihova opšta karakteristika je sedimentno-metamorfisano poreklo, oolitska struktura, kod kojih su: Fe-hlorit (šamozit), siderit, magnetit, hematit i limonit glavni nosioci gvožđa.

Pod pojmom kompleksne rude gvožđa podrazumevaju se i niskokvalitetne rude, do skora nazivane šamozitski škriljci, jer predstavljaju u većini slučajeva onaj prelazni deo od glinovito-peskovitih odnosno peskovito-glinovitih škriljaca ka kvalitetnoj rudi.

A. Cissarz je zapazio da »između pravih sedimenata postoje svi prelazi. Fe-silikatni mineral, obično još bez oolitske strukture, učestvuje u sve većoj meri u izgradnji sedimenata, dok se najzad ne jave ooliti i sedimenat ne postane ruda« (lit. 16).

Odvajanje siromašnije od kvalitetnije rude moglo bi da se vrši samo sa komercijalnog aspekta inače genetski, mineraloški, strukturno i po načinu pojavljivanja, to je jedna te ista ruda siromašnija ili bogatija. Naime, tzv. šamozitski škriljci su niskokvalitetne rude kompleksnog tipa kod kojih sadržaj Fe ide do 30%, a SiO_2 do 50%, dok one kvalitetnije sadrže iznad 30% Fe, a ispod 18% SiO_2.

Ilustracije radi, navešćemo dve analize iz kojih se vidi odnos sadržaja gvožđa i silicije u bogatijim i siromašnijim rudama:

	Fe	Mn	Al_2O_3	SiO_2	S	P
I	34,65	0,47	5,28	11,52	2,42	2,00
II	19,99	0,30	13,06	48,81	0,38	0,96

Neosporno je da se i u jednom i u drugom slučaju javljaju isti minerali, ooliti i da jedni u druge postupno prelaze bilo bočno ili vertikalno. Javljaju se u manjim ili većim rudnim telima sočivastog ili slojevitog oblika. Njihovo pojavljivanje se ne može vezati za jedan određeni stratigrafski nivo, već se, kako je to istaknuto, višestruko javljaju u geološkom stubu kroz serije sericitskih filita, što znači da se stvaranje kompleksnih ruda gvožđa odvijalo sa kraćim ili dužim prekidima kroz ceo period sedimentacije koja je dala današnju seriju sericitskih filita.

(Predato za štampu marta 1967. g.)

LITERATURA

1. Antonović A., Popović R., Stojanović-Kuzenko S.: 1966 — Ordovicijumska trilobitska fauna na Stogovu (Zapadna Makedonija). Referati VI savetovanja geologa SFR Jugoslavije, deo I, Ohrid.
2. Arsovski M.: 1962 — Značenjeto na stratigrafskoto rasčlanuvanje na paleozojskite škrilci vo Zapadna Makedonija za pravilnoto vodenje na prospekcionite raboti na železo. Trudovi na Geološkiot zavod na SRM, sv. 9, Skopje.
3. Bouček B., Stojanović-Kuzenko S., Nestorovski I.: 1966 — Novi nalasci gornjosilurske faune na planini Bistra (Zapadna Makedonija). Referati VI savetovanja geologa SFR Jugoslavije, deo I, Ohrid.
4. Vujanović V., Popović R., Cvetić S.: 1966 — Pojave i ležišta gvožđa i mangana u oblasti Kuratice kod Ohrida (Makedonija). Referati VI savetovanja geologa SFR Jugoslavije, deo II, Ohrid.
5. Vukašinović S.: 1960 — Aeromagnetna ispitivanja u Zapadnoj Makedoniji. Fond stručnih dokumenata Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina — Beograd.
6. Geološka služba Rudarskog basena Kičevo 1955 — Obračun rudnih rezervi revira Damjanova Glava, Žvansko, Sopotničko, Mrenoško, Josifovo — Majdanište. Fond stručnih dokumenata rudnika »Demir Hisar«.
7. Dolenc M.: 1960 — Izveštaj, Geologija Tajmišta. Fond stručnih dokumenata Saveznog geološkog zavoda — Beograd.
8. Izmajlov N. A.: 1956 — Železoruden basen vo Zapadna Makedonija. Trudovi na geološkiot zavod na NR Makedonija, sv. 5 — Skopje.
9. Jančić T., Popović R., Cvetić S.: 1963 — Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na pojavama ruda gvožđa u oblasti Kičeva i Gostivara. Fond stručnih dokumenata Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd.
10. Jančić T., Popović R., Cvetić S.: 1964 — Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na području Zapadne Makedonije. Fond stručnih dokumenata Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina — Beograd.
11. Jančić T., Popović R., Cvetić S., Vujanović V.: 1965 — Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima na području Zapadne Makedonije (lokalnosti: Brezovec, Cer, Blen, Kračunec, Kuratica, Lešani, Petrino i Bolno). Fond stručnih dokumenata Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina — Beograd.
12. Kleut D.: 1966 — Mineralni sastav rudišta Tajmište sa osvrtom na njegovu genezu. Referati VI savetovanja geologa SFR Jugoslavije, deo II, Ohrid.
13. Ledebur H. K.: 1954 — Stratigrafija i tektonika rudarskog basena Kičevo (prevod). Fond stručnih dokumenata Rudnika i železarnice — Skopje, pogon Kičevo.
14. Nestorovski I.: 1963 — Geologija šire okoline Lazaropolja i Debra, doktorska disertacija — Skopje.
15. Popović R., Vujanović V.: 1965 — Pojava regeneracije u hematitskom ležištu kod s. Midinci (Makedonija). Zapisinici Srpskog geološkog društva.
16. Cissarz A.: 1954 — O petrografiji i genezi silikatnih ruda gvožđa u Zapadnoj Makedoniji. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja NRS, knj. XI, Beograd.
17. Vujanović V., Cvetić S.: 1956 — Regeneracioni i drugi postgenetski procesi u Fe-ležištima Zapadne Makedonije. Referati VI savetovanja geologa SFR Jugoslavije, deo II, Ohrid.

Summary

RADULE POPOVIĆ*)

A CONTRIBUTION TO THE ENOWLEDGE OF THE SEDIMENTARY — METAMORPHIC IRON ORES OF WESTERN MACEDONIA

The question of the age of iron ore deposits, ore bearing series and type of ore have been often brought diametrically different discussions among the investigators of Western Macedonia.

By the discovery of the trilobite's fauna in the Stogovo mountain it has been concluded that iron ores are of Ordovician age, as well the existence of the continual development from the Cambrian to the middle Devonian.

Concerning the different lithological environments in which appear the different types of iron ores, the division has been done on the three ore bearing series:

a) Series of chlorite — sericite schists with magnetite impregnations and a single up to date known hematite deposit near Midinci village.

b) Series of sericite phyllites is charecterized by complex iron ore of oolitic structure. They are most widespread in Western Macedonia. This ore bearing series has been differentiated on underlying and overlying ore zone in which appear numerous ore bodies and beds. It has been noted that the ore is regularly connected with clay — sand relatively sand — clay schists, but this connection has not yet been studied enough.

c) Series of metamorphic quartz and quartz — iron sandstones and conglomerates represents the youngest series in which take part hematite schists and lenses of qualitative hematite.

SOME CHARACTERISTICS OF COMLEX IRON ORES

Considering the mode of appearance, mineral composition, structure and physical proprieties of these ores ih has been considered that the idea of complex iron ores should be most convenient for the conception about the leading mineral of iron in these ores should be removed in this way. These are the ores of sedimentary — metamorphic origin, oolitic structure composed by: siderite, chamosite (Fe-chlorite), magnetite, hematite and limonite as the main bearers of iron.

---

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

MIRKO PROTIĆ*)

UDK: 552.51:551.736 (497.12)

LITOLOŠKI ODNOSI I GEOHEMIJSKA OBELEŽJA GREDENSKIH PEŠČARA SAVSKIH BORA (SR SLOVENIJA)

(sa 6 slika)

Gredenski peščari u pojasu Savskih bora ograničeni su svojim pojavljivanjem na nekoliko oblasti. U svakoj od njih razmatrani su osnovni litološki odnosi u regionalnom i stratigrafskom smislu, udeo i značaj vulkanogenog materijala i osnovna geohemijska obeležja.

Facijalno najbolje su izdiferencirani gredenski peščari u području Žirovskog vrha, gde poseban interes predstavljaju sivi peščari. Razlikovana su tri slučaja pojavljivanja ovih poslednjih i to: a) sivi peščari kao proslojci male debljine, sa nepravilnim granicama prema istovrsnim po sastavu crvenim peščarima, kao tvorevine postale obezbojavanjem crvenih sedimenata, b) sivi peščari u vidu paketa, postali izbeljivanjem čestica u odredenim delovima basena, pri čemu je došlo i do geohemijske diferencijacije u ranijem dijagenetskom stadijumu, i c) glinovito-alevrolitične partije sivih klastičnih sedimenata kao pojave epigenetskog izbeljivanja u rasednim zonama u vezi sa cirkulacijom podzemnih voda.

O regionalnim varijacijama količinske zastupljenosti vulkanogenih čestica diskutovano je na osnovu tzv. indeksa čestica vulkanskih stena. Na osnovu ovog razlikuju se jasno od ostalih gredenski peščari oblasti Radeča. Prema klasifikaciji G i l b e r t-a ispitivani gredenski peščari bi pripadali grupi litoklastičnih arenita.

Na osnovu veličine odnosa Th/U dobijenih iz velikog broja radiometrijskih analiza gredenskih peščara (280 analiziranih primeraka) diskutovani su uslovi stvaranja gredenskih peščara, u jednim slučajevima marinski (sivi peščari donjeg dela serije Žirovskog vrha), u drugim slučajevima kontinentalni (crveni peščari gornjeg dela iste serije), dok izvesne partije nemaju tako izdiferencirane odnose Th/U, koji bi bili odraz bilo jasno marinskih ili čisto kontinentalnih uslova stvaranja.

Najveće partije gredenskih peščara u SR Sloveniji vezane su za tzv. Savske bore, pojas dužine oko 100 km i širine oko 20 km. U okviru ovog pojasa gredenski peščari su ograničeni na nekoliko oblasti, svaka sa posebnim strukturnim i litološkim obeležjima.

U zapadnom delu pojasa Savskih bora (tereni zapadno od Ljubljane) gredenski peščari su ograničeni na tri oblasti koje predstavljaju i posebne tektonske jedinice (F. K o s m a t, 1910) i to na: Idrijsko-žirovsku oblast, Poljansko-vrhničke nizove i Skofjeloško-polhograjsku oblast. U istočnom delu pojasa otkriveni na širokom prostranstvu u oblasti Radeča gredenski peščari su sastavni deo tzv. Litijskog antiklinorijuma.

*) Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

U celini posmatrano gredenski sedimenti Savskih bora su predstavljeni peščarima, alevrolitima, alveroličnim glincima i konglomeratima, sive (sivozelenkaste) i crvene (crvenkaste) boje. Peščari su najviše rasprostranjeni, dok je udeo ostalih pomenutih sedimenata podređen. Među klastičnim sastojcima ovih stena treba istaći konstantan ali promenljiv udeo vulkanogenih čestica u njihovom sastavu. Tufovi međutim nisu konstatovani u gredenskim sedimentima Savskih bora.

Primarne strukture u ovim sedimentnim tvorevinama nekad su maskirane pojavom klivaža (oblast Žirovskog vrha). Sem toga zapaža se dejstvo metamorfizma slabog stepena, ali ipak dovoljno izraženog da je izazvao i izvesne mineraloške promene (stvaranje hlorita, sericita i dr.). Karakteristična je i pojava tankih kvarcnih žica kao naknadnih tvorevina. Inače silifikacija kao i karbonatizacija (ređe) iz epigenetskog stadijuma nekad su (Žirovski vrh) izraženi u većoj meri. Ovakve pojave zaslužuju posebnu pažnju jer se u više slučajeva iznad sedimenata mineralisanih uranom u području Žirovskog vrha mogu konstatovati silifikovani peščari, a slično i ispod njih.

U sledećem će biti razmatrani u glavnom crtama: litološki odnosi gredenskih peščara Savskih bora u regionalnom i stratigrafskom smislu, pregled udela i značaja vulkanogenog materijala u ovim sedimentima i osnovna geohemijska obeležja gredenskih peščara. Ovakvi podaci upotpunjeni sa još većim brojem analiza nego što je autor imao na raspoloženju treba da posluže za dobijanje prave slike o litofacijalnom razviću i paleogeografskim prilikama u prostranom basenu taloženja gredenskih sedimenata u doba perma.

Postignuti rezultati ostvareni su uz saradnju na terenu autora sa S. Radoševićem i D. Naumovićem, koji su obavljali i petrografska ispitivanja u laboratoriji, kao i zahvaljujući uradenim semikvantitativnim spektralnim i radiometrijskim analizama sakupljenog materijala u odgovarajućim laboratorijama Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina.

Poslednjih godina gredenski peščari SR Slovenije su bili predmet geološkog ispitivanja i drugih istraživača, o čemu postoje publikovani radovi (Grad K., Hinterlechner-Ravnik A., Ramovš A., 1962; Omaljev V., 1967). U jednom radu (Hinterlechner-Ravnik A., 1965) dat je mikrofiziografski opis vulkanogenih fragmenata u gredenskim peščarima nekih lokalnosti Slovenije.

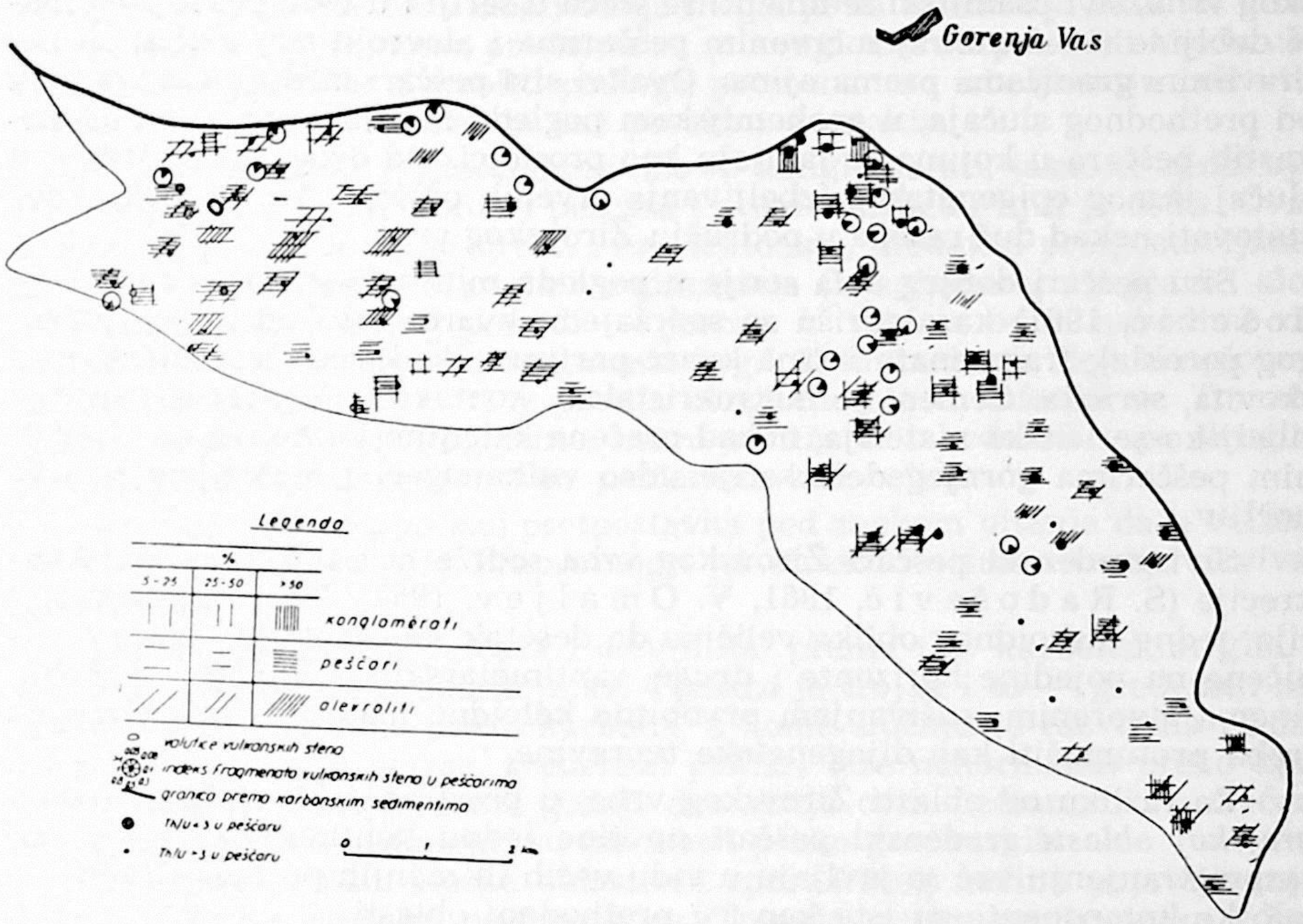
LITOLOŠKI ODNOSI

Gredenski peščari *Idrijsko-žirovske oblasti* otkriveni u području Smrečje — Žirovski vrh — Sovodenj čine po prostranstvu jednu celinu. U njihovoj podini nalaze se argilošisti i peščari karbona a u povlati belerofonski krečnjaci. Debljina serije gredenskih peščara na Žirovskom vrhu iznosi oko 800 metara.

Na sl. 1 prikazani su odnosi zastupljenosti glavnih sedimentnih članova ovog područja.

U području Smrečje-Žirovski vrh može se jasno razlikovati donji deo serije predstavljen sivim (sivozelenkastim) peščarima kao glavnim članovima i gornji deo gredenske serije samo sa crvenim peščarima, koji leže

preko prvih. U drugim delovima ove kao i u ostalim pomenutim oblastima ovako jasno diferenciranje serije nije moglo da se uoči, iako je u nizu slučajeva bilo moguće razlikovati izdvojene partije ili pakete pretežno sivih peščara od partija čisto crvenih peščara.



Sl. 1. Odnos zastupljenosti gredenskih konglomerata, peščara i alevrolita, vrednosti indeksa čestica vulkanskih stena i odnos Th/U u gredenskim peščarima područja Smrečje—Žirovski vrh—Sovodenj.

Fig. 1. The abundance ratio of permian (groeden) conglomerates, sandstones and siltstones, index of volcanic fragments and Th/U ration in permian (groeden) sandstones of the Smrečje—Žirovski vrh—Sovodenj area in Slovenia.

Razlike koje postoje između donjeg i gornjeg dela serije gredenskih peščara Žirovskog vrha nisu uslovljene samo bojom sedimenata već i posebnim geohemijskim obeležjima — sadržajem i odnosima torijuma i urana. Što se tiče ovog poslednjeg, na osnovu jednog velikog broja sistematski analiziranih primeraka moglo je da se konstatuje (M. P r o t i ć, S. G o j k o v i ć, 1965) da između sivih peščara donjeg dela serije i crvenih peščara gornjeg dela serije u pogledu odnosa Th/U postoji vrlo oštra razlika. Ovi odnosi koji su odraz prilika pri stvaranju ovih sedimenata (s obzirom na različito ponašanje U i Th u procesima raspadanja, prenosa i taloženja sedimenata) su takvog karaktera da ukazuju na marinske uslove stvaranja sivih peščara, a kontinentalne prilike pri stvaranju crvenih peščara koji leže preko njih. Iz gornjih razloga pomenuta dva dela serije gredenskih peščara mogu se shvatiti i kao dve posebne facije.

U faciji sivih peščara istoimeni sedimenti javljaju se u vidu paketa debljine do više desetina santimetara, između kojih se u podređenom odnosu javljaju proslojci crvenkastih peščara i alevrolita.

Međutim pored pojavljivanja sivih peščara u vidu paketa kod Žirovskog vrha, sivi psamitski sedimenti se sreću u seriji i u vidu proslojaka male debljine (1—2 metra) u crvenim peščarima i alevrolitima, obično sa nepravilnim granicama prema njima. Ovakvi sivi peščari međutim, za razliku od prethodnog slučaja, u geohemijskom pogledu ne razlikuju se od crvenkastih peščara u kojima se javljaju kao proslojci. Od ovoga treba izdvojiti slučaj jasnog epigenetskog izbeljivanja crvenih peščara, što se može konstatovati nekad duž raseda u području Žirovskog vrha.

Sivi peščari donjeg dela serije u pogledu mineralnog sastava (S. R a d o š e v i ć, 1961) karakterišu se sadržajem: kvarca (vulkanogenog i drugog porekla), fragmenata i zrna kvarc-porfira i škriljaca, plagioklasa, muskovita, sericita. Cement je mikrokristalast, kontaktni i u porama; čini ga silicijsko-sericitska materija, nekad praćena kalcijum-karbonatom. U crvenim peščarima gornjeg dela serije udeo vulkanogenog materijala je teže uočljiv.

Sivi gredenski peščari Žirovskog vrha sadrže nekad karbonatne konkrecije (S. R a d o š e v i ć, 1961, V. O m a l j e v, 1967). Dve vrste konkrecija, jedne diskoidnog oblika veličine do desetak santimetara i jasno ograničene na pojedine horizonte i druge, santimetarskih veliićina i sa pukotinama stvorenim isušivanjem prvobitno koloidne materije, smatramo da treba protumačiti kao dijagenetske tvorevine.

Za razliku od oblasti Žirovskog vrha, u prostranoj *Škofjeloško-polhograjskoj oblasti* gredenski peščari ne čine jednu kontinuiranu celinu po rasprostranjenju već se javljaju u vidu većih ili manjih partija. Glavne litološke komponente su iste kao i u prethodnoj oblasti.

Rezultati geološkog kartiranja terena i područja sv. Tomaža obavljenog u toku 1965. godine (u zajednici sa B. S i k o š e k o m) pokazali su da je teren izgrađen od gredenskih peščara u okolini Skofja Loke, detaljnije u području sv. Tomaža, daleko složeniji u geološko-tektonskom pogledu nego što se to ranije pretpostavljalo. U osnovi ova složenost proizilazi iz toga što pojave gredenskih peščara ne predstavljaju erozione zaostatke, kako su one tumačene prilikom ranijih istraživanja, već su delom, kao i deo karbonskih sedimenata, tektonskim putem kretane, zbog čega je raznovrstan i način pojavljivanja gredensih peščara.

Osnovni litološki stub područja sv. Tomaž — Praprotno — Lavtarski vrh sastoji se u donjem delu — od konglomerata, debljine do preko 100 metara, u kojima je moguće razlikovati partije čisto kvarcnih konglomerata, konglomerate obogaćene krupnim fragmentima peščara i argilošista i konglomerate naizmenično uslojene sa peščarima, i u gornjem delu — od crvenkastih i zatim sivozelenkastih i crvenkastih peščara i alevrolita, delimično konglomeratičnih. Na ovima leže belerofonski krečnjaci u području Lavtarskog vrha.

Postavlja se pitanje odnosa između sedimenata ovih delova i zatim starost moćnih naslaga konglomerata. U profilu Hrastnik — Srednik preko kvarcnih konglomerata, u gornjem delu interstratifikovanih sa peščarima, leže konkordantno najpre crvenkasti alevrolitski peščari i zatim sivi i crvenkasti peščari sa proslojcima konglomerata. Istovetni odnos se konsta-

tuje u jednoj bušotini sv. Tomaža, 4 km JZ od prethodnog profila. Međutim u ovoj bušotini na granici između konglomerata u bazi i crvenkastih alevrolita u povlati javlja se jedna zona debljine nekoliko metara trošnih izbeljenih crvenkastih alevrolita i potpuno izbeljenih alevrolitičnih glinenih škriljaca. Pojava ove zone izbeljivanja mogla je da usledi kao rezultat diferencijalnog kretanja masa, pri čemu su se konglomerati pokazali kao kruto telo, dok su plastični alevroliti podlegli promenama i izbeljivanju pod uticajem voda koje su se kretale duž površina kontakta.

U litofacijalnom pogledu donji deo — konglomerati, jasno se razlikuju od gornjeg dela — alevrolita i peščara i granica između njih je oštra. Ovakav odnos bi mogao da se shvati i kao tektonski, međutim pretpostavljamo da i donji i gornji deo klastičnih sedimenata (konglomerati, peščari i alevroliti) pripadaju jednoj periodi — permu. U vezi sa ovim navodimo da konglomerati sadrže nekad fragmente argilošista karbona, dok konglomeratični i krupnozrni peščari iz partija konglomerata u bušotini sv. Tomaža sadrže jasno uočljive fragmente kvarc-porfira a takođe su i po drugim sastojcima slični sa gredenskim peščarima kao celini.

Za sada ostaje samo kao pretpostavka pod znakom pitanja da u velikoj partiji konglomerata kod Praprotnog i na Hrastniku treba tražiti ekvivalent trbiškoj breči.

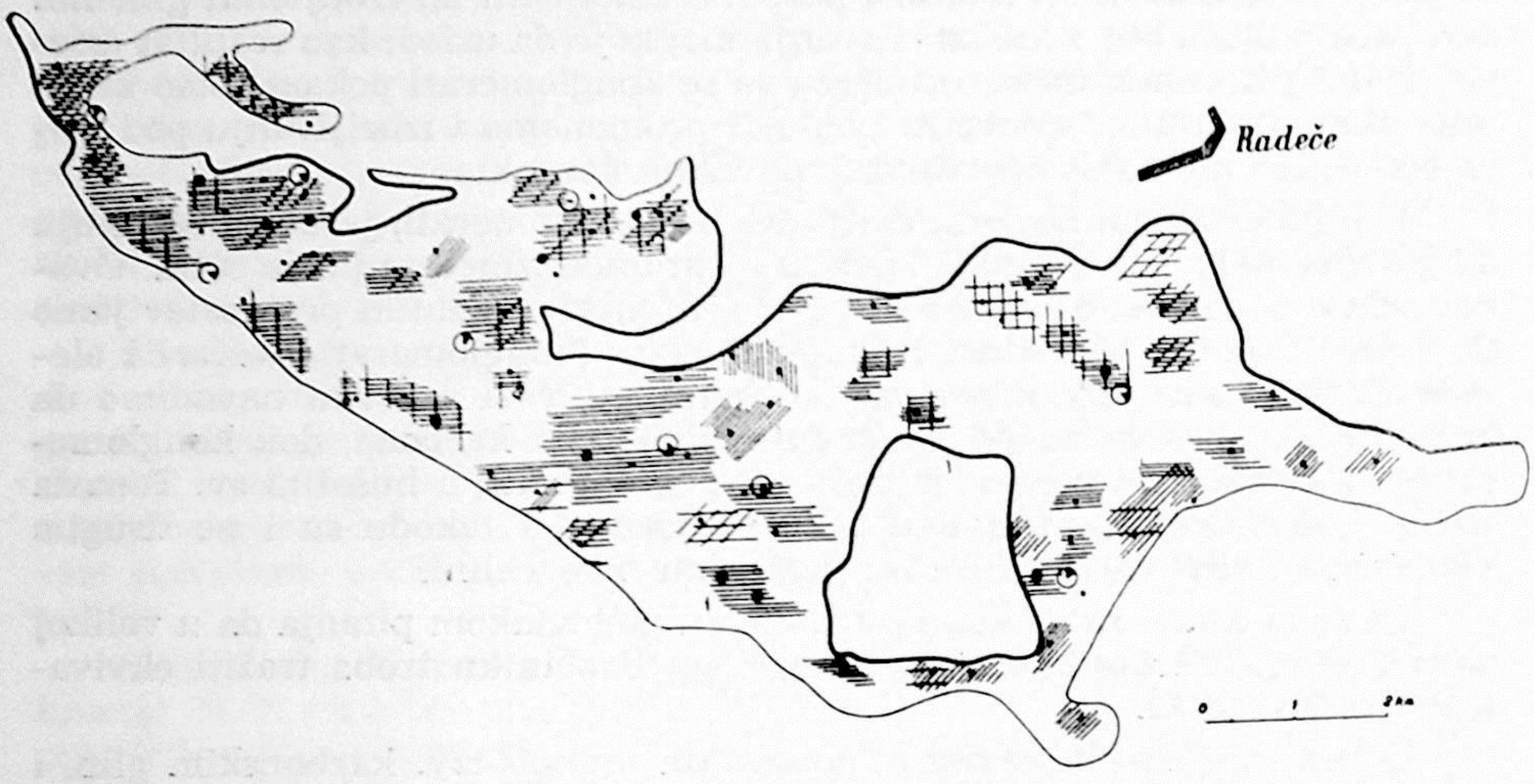
Odnos gredenskih peščara i alevrolita prema tzv. karbonskim glin. i filitičnim škriljcima u području sv. Tomaža je trojak i to — gredenski sedimenti leže normalno preko karbona, u kome slučaju je razvijena i konglomeratična serija perma, gredenski peščari leže nenormalno preko karbona, kada je razvijen samo gornji deo serije ovih peščara ili, u trećem slučaju, karbonski sedimenti su navučeni preko gredenskih.

Sivi peščari Skofjeloške oblasti su sporadičnog načina pojavljivanja. Ima ih više na istočnim padinama sv. Tomaža, zatim na Sredniku i kod Čepula. Pokazuju dobru do srednju sortiranost. Kvarc u njima je dvojak, vulkanogeni i drugog porekla (delom kao kvarcit). Pored njega javljaju se odlomci sericitskih i drugih škriljaca, a posebno, što je slučaj i sa konglomeratima, odlomci kvarc-porfira. Feldspati i liskuni u peščarima su zastupljeni obično sa po nekoliko procenata. Cement je silicijsko-sericitski, u porama; u njemu se mestimično javlja i hlorit. U sivom peščaru sa istočne strane sv. Tomaža zapaža se jasno pojava siderita u vidu romboedarskih kristalića do 1 mm veličine, bilo grupisanih ili rasturenih u osnovnoj masi; međutim sveži kristalići siderita mogli su da se zapaze samo u nekim primercima.

U *oblasti Radeča* gredenski peščari, debljine do nekoliko stotina metara, čine po rasprostranjenju jednu celinu. Za razliku od Idrijsko-žirovske oblasti ovde je u litološkom pogledu izražena veća diferenciranost gredenskih sedimenata u površinskim izdancima. Tako se u ovoj oblasti mogu izdvojiti delovi izgrađeni gotovo samo od peščara ili alevrolita, isto tako i partije sa jasnim konglomeratičnim karakterom u većim razmerama (okolina Močilna, Radgonca). Detalji o odnosima zastupljenosti glavnih litoloških članova gredenske serije mogu se videti na sl. 2.

U ovoj oblasti Savskih bora najveću zastupljenost od gredenskih sedimenata imaju crvenkasti peščari i alevroliti. Sivih peščara ili uopšte nema u nekim profilima ili su sasvim podređeni i svedeni na tanje proslojke. Retki su slučajevi da se u nekom izdanku u kvantitativnom pogledu izjed-

nače sa crvenkastim peščarima. Veće partije sivih pešačara u slojevima konstatovane su u delovima neposredno preko karbona (Podkum, sv. Janez i dr.)



Sl. 2. Odnos zastupljenosti gredenskih konglomerata, peščara, alevrolita, vrednosti indeksa čestica vulkanskih stena i odnos Th/U u gredenskim peščarima oblasti Radeča. Legenda kao za sl. 1.

Fig. 2. The abundance ratio of permian (groeden) conglomerates, sandstones and siltstones, index of volcanic fragments and Th/U ratio in permian (groeden) sandstones of the Radeče area in Slovenia. Legend as for Fig. 1.

Gredenski peščari ove oblasti izgrađeni su od kvarca, odlomaka različitih stena (među kojima i vulkanskih), ređe plagioklasa i liskuna. Cement je sericitski ili karbonatni. Sadržaj kalcijum-karbonata ovih peščara često dostiže više procenata i nekad prelazi 10%.

VULKANOGENI MATERIJAL U GREDENSKIM PEŠČARIMA

Vulkanogeni materijal u gradenskim peščarima (uključujući i konglomerate) Savskih bora javlja se u vidu: valutica kvarc-porfira ili keratofira ljubičastosivkaste boje, veličine obično do nekoliko santimetara, mikrokristalastih čestica kisele vulkanske stene vidljivih samo u preparatu pod miroskopom, i kao vulkanogeni kvarc, u retkim slučajevima sa karakterističnim oblikom koji pokazuje tragove magmatske korozije.

O učešću vulkanogenog materijala u sastavu peščara može se diskutovati na osnovu tzv. *indeksa čestica vulkanskih stena:*

$$\text{indeks čestica vulkanskih stena} = \frac{\text{čestice vulk. stena}}{\text{kvarc} + \text{feldspat}}$$

Uzimanje u obzir drugih indeksa, pri čemu je potrebno razlikovati kvarc vulkanogenog od kvarca nevulkanogenog porekla nije moguće sprovesti jer je vrlo teško i u većini slučajeva nemoguće razlikovati u preparatu kvarc po poreklu.

Na sl. 1 i 2 označena su mesta na kojima je konstatovano sigurno prisustvo vulkanogenih valutica u konglomenatima, a posebno vrednosti indeksa čestica vulkanskih stena i to samo kod peščara.

U području *Žirovski vrh—Sovodenj,* kod gredenskih peščara donjeg dela serije vrednost ovog indeksa se kreće od 0.2 do 0.9, retko prelazeći 1. Vrednost ovog indeksa u konglomeratima i brečama u bušotini B-11 uz pakete mineralisane uranom prelazi 1. Nasuprot tome konglomeratični peščari Žirovskog vrha imaju niske vrednosti (oko 0.3), dok su crveni peščari gornjeg dela serije u celini sa vrednostima indeksa oko i nekad ispod 0.1.

Treba pomenuti činjenicu da sivi peščari donjeg dela serije u bušotini B-11, koji su radioaktivni, pokazuju vrednosti indeksa koje su relativno niske, tj. takve vrednosti koje ne prelaze 0.5. Isti je slučaj i sa radioaktivnim peščarima sa površine u lokalnosti Žirovski vrh (indeksi oko 0.3). Međutim sivi peščari sa drugih mesta u slučaju kada nisu mineralisani, imaju vrednosti indeksa koji obično prelaze 0.4.

Iz poslednje navedenog može se izvući zaključak da mineralizacija uranom nije uslovljena relativno povećanim kvantitativnim učešćem vulkanskih čestica u peščarima, kao što se to u jedan mah pretpostavljalo. Može se još reći da je prilikom taloženja materijala u obimu rasprostranjenja mineralisanih paketa u Žirovskom vrhu došlo do nešto većeg mešanja materijala vulkanogenog porekla sa nevulkanogenim materijalom.

U *oblasti Škofja Loka—Polhov Gradec* pojave valutica vulkanskih stena konstatovane su u svim delovima ove oblasti i to tako da se ne može reći gde ih u količinskom pogledu ima više.

Vrednosti indeksa čestica vulkanskih stena u gredenskim peščarima područja sv. Tomaža i terena JZ i J odatle kreću se između 0.4 i 0.9, i to kod sivih peščara, koji u tom pogledu pokazuju ista obeležja kao i sivi peščari Žirovskog vrha.

U ostalim delovima ove oblasti vrednosti ovog indeksa podložne su znatnim varijacijama.

U *oblasti Radeča* fragmenti vulkanskih stena konstatovani su u konglomeratima na nekoliko mesta u okolini Magolnika. Indeksi čestica vulkanskih stena kod sivih peščara su uvek niski; od devet slučajeva samo u jednom slučaju vrednost indeksa je iznosila 0.5, inače se kretala od 0.1 do 0.3, dok je kod crvenih peščara vrednost indeksa još manja i pada do 0.

GEOHEMIJSKA OBELEŽJA

Sistematska geohemijska proučavanja elemenata u stratigrafskom i regionalnom pogledu u sedimentima perspektivnim za uransku mineralizaciju, što je inače slučaj sa gredenskim peščarima, vrše se nekad vrlo detaljno. Ovakva proučavanja mogu pored praktičnih rezultata da pruže pomoć pravilnom rešenju geneze i samih uranskih ležišta u sedimentima. Takvim proučavanjima su naprimer obuhvaćene sedimentne stene Platoa Kolorada i to paralelno sa proučavanjem zastupljenosti, zapremine i litologije sedimentnih stena (W. N e w m a n, 1962).

Našim proučavanjima geohemijskih obeležja gredenskih peščara u stratigrafskom i regionalnom pogledu nismo mogli da idemo u dovoljna detaljisanja, koja inače zahtevaju jedan veoma veliki broj analiza, a koja su potrebna ako se želi da se dobije potpuna slika o stratigrafskim i regionalnim varijacijama sadržaja karakterističnih elemenata u tragovima. Ovde prikazani rezultati međutim ipak mogu da pruže jednu sliku o izvesnim geohemijskim obeležjima gredenskih peščara Savskih bora.

Idrijsko-žirovska oblast. — U gredenskim peščarima ove oblasti (područje Smrečje — Žirovski vrh — Sovodenj) prisustni su pored ostalih i sledeći karakteristični elementi u tragovima: V, Cr, Ni i Cu, navedeni po opadajućem sadržaju u ovim stenama. Udeo V je nekad ispod 60 ppm, ostali se samo izuzetno približavaju ovoj vrednosti.

Između V i Cu ne može se reći da postoji korelacija; znatno povišenje sadržaja Cu u nekim slučajevima (u mineralisanim paketima do oko 500 ppm) ne povlači za sobom uporedno povišenje sadržaja V.

Što se tiče elemenata Ti i Zr, konstatovano je da pokazuju značajan paralelizam u pogledu raspodele u peščarima jer sa porastom jednoga raste udeo drugoga. Ovo je i razumljivo jer se radi o elementima koji su vezani pretežno za hemijski i mehanički vrlo otporne minerale, rutil i cirkon.

Crveni i sivi gredenski peščari sadrže (46 analiza) kao srednje vrednosti (Ma) sa odgovarajućim standardnim devijacijama vrednosti (δ):

	Ma	δ
ppm U	2.21±0.21	1.44
ppm Th	7.66±0.55	3.71
% K	1.30±0.13	0.38
Th/U	4.01±0.30	2.02

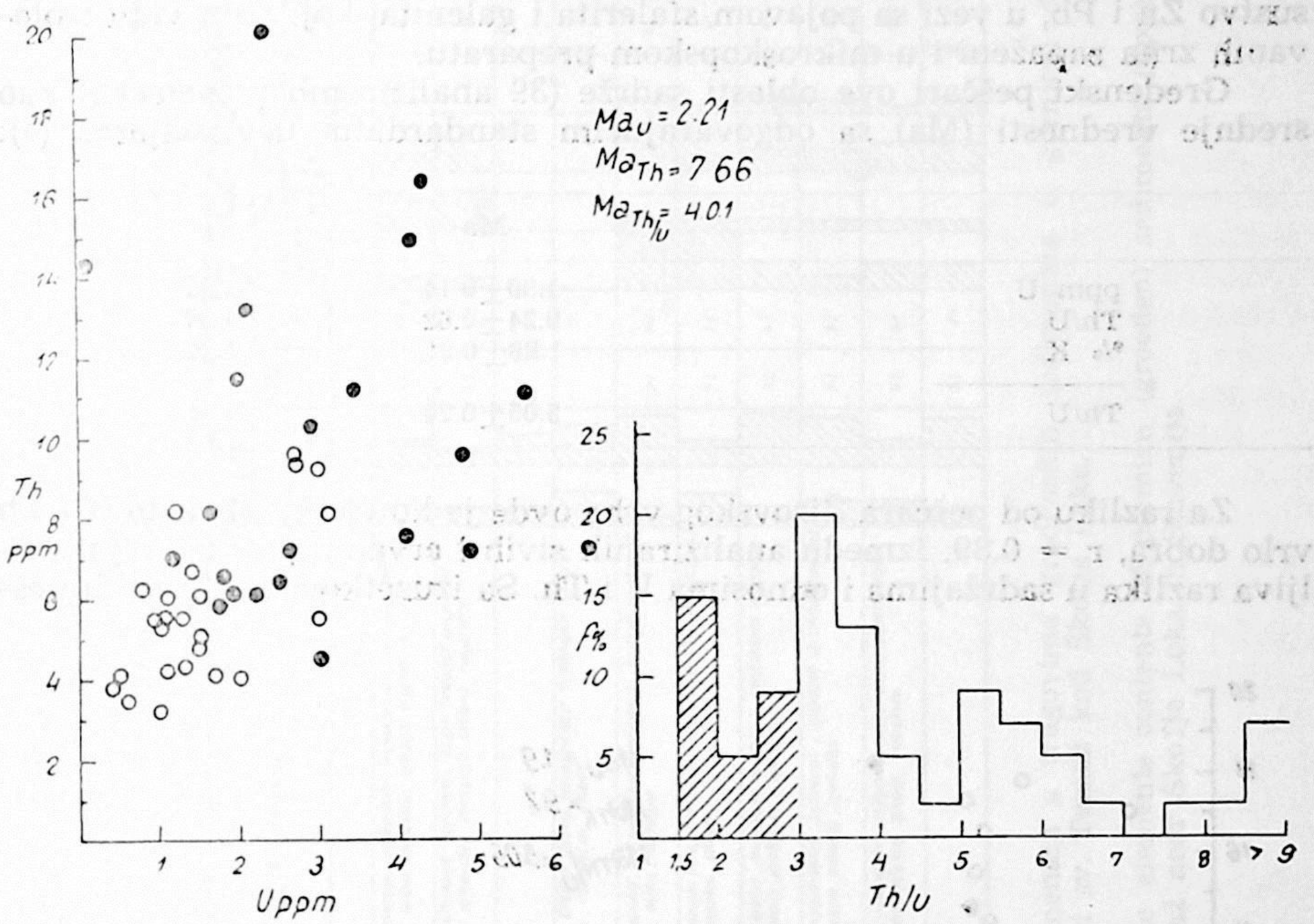
Između U i Th korelacija je osrednja, $r=0{,}59$. Sadržaji U i Th i histogrami učestanosti odnosa Th/U prikazani su na dijagramu sl. 3. Detaljni podaci o sadržaju radioaktivnih elemenata u gredenskim peščarima Žirovskog vrha i to posebno u sivim odnosno crvenim peščarima ili samo u crvenim proslojcima među sivim peščarima prikazani su u posebnom radu (M. Protić, S. Gojković, 1965.)

Prema ovim rezultatima sivi peščari donjeg dela serije (111 analiziranih primeraka) i crveni peščari gornjeg dela serije (90 analiziranih primeraka) Žirovskog vrha sadrže:

	Sivi peščari		Crveni peščari	
	Ma	δ	Ma	δ
ppm U	5.76±0.26	2.91	2.26±0.07	0.72
ppm Th	7.84±0.29	3.12	12.42±0.36	3.41
% K	1.61±0.06	0.65	2.14±0.08	0.83
Th/U	1,65±0.07	0.76	5.82±0.21	1.93

Ovi rezultati jasno ukazuju na razlike koje postoje u sadržajima i odnosima zastupljenosti U i Th između sivih i crvenih gredenskih peščara, što ukazuje na različite prilike pri stvaranju ovih sedimenata.

Crveni proslojci u sivim peščarima pokazuju skoro iste sadržaje U i Th kao i crveni peščari gornjeg dela serije. U odnosu na sive peščare ovu razliku delom treba dovesti u vezu sa nešto drugojačijim sastavom, jer su crveni proslojci izgrađeni ne samo od čestica sitnijeg zrna nego peščari već sadrže i priličnu količinu glinovite materije.



Sl. 3. Sadržaji U i Th i histogrami učestanosti odnosa Th/U gredenskih peščara područja Smrečje—Žirovski vrh—Sovodenj.

Fig. 3. U and Th contents and the frequency distribution of Th/U ratio in the permian (groeden) sandstones of the Smrečje—Žirovski vrh—Sovodenj area in Slovenia.

Ispitivanjem rastvorljivog prema ukupnom uranu, utvrđeno je da je u sivim peščarima procenat rastvorljivog U relativno visok (preko 40%), dok je u crvenim peščarima udeo luživog U nizak. Kriva učestanosti luživog U kod crvenih peščara pokazuje pravilan pad idući od niskih (ispod 10%) ka visokim (do 60%) vrednostima.

Škofjeloško-polhograjska oblast. — Analizom rezultata semikvantitativnih spektralnih analiza (39) peščara različitih nivoa iz ove oblasti pokazuje se da gredenski peščari ove oblasti imaju obeležja koja se unekoliko razlikuju od onih koje ovi sedimenti imaju u prethodnoj oblasti.

Ovde naime nalazimo prisutne iste elemente primese kao i u gredenskim peščarima Idrijsko-žirovske oblasti, samo dok je kod poslednjih raspored karakterističnih elemenata po opadajućem sadržaju bio: V, Cr, Ni, Cu, kako za gornji tako i za donji deo serije, ovde je to pretežno slučaj sa-

mo kod peščara gornjeg dela serije (nejasno petrografski izdiferenciranog od donjeg), dok u donjem delu serije Cu prati V (zastupljen ispod 60 ppm).

U nizu slučajeva nije mogla da se uoči razlika u pogledu elemenata u tragovima između crvenih i sivih peščara kada se nalaze u neposrednom kontaktu.

U jednom slučaju i to u peščarima kod Zmineca konstatovano je prisustvo Zn i Pb, u vezi sa pojavom sfalerita i galenita, koji su u vidu izolovanih zrna zapaženi i u mikroskopskom preparatu.

Gredenski peščari ove oblasti sadrže (39 analiziranih primeraka) kao srednje vrednosti (Ma) sa odgovarajućim standardnim devijacijama (δ):

	Ma	δ
ppm U	1.90±0.14	0.91
Th/U	9.24±0.62	4.27
% K	1.86±0.21	1.31
Th/U	5.05±0.24	1.55

Za razliku od peščara Žirovskog vrha ovde je korelacija između U i Th vrlo dobra, r = 0.89. Između analiziranih sivih i crvenih peščara nije uočljiva razlika u sadržajima i odnosima U i Th. Sa izuzetkom nekih sivih peš-

Sl. 4. Sadržaji U i Th i histogrami učestanosti odnosa Th/U gredenskih peščara područja Škofja Loke.

Fig. 4. U and Th contents and the frequency distribution of Th/U ratio in the permian (groeden) sandstones of the Škofja Loka area in Slovenia.

STAROST	LITOLOGIJA		DEBLJINA m	BR. PRIMERKA (100-)	MINERALNI SASTAV	ELEMENTI U TRAGOVIMA													
						ppm		%											
						U	Th	Mg	Ca	Sr	Ba	Mn	V	Cu	Ni	Cr	Pb	Zr	Ti
						4	10			0.01	0.15	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.15
KARBON		FILITIČNI ŠKRILJAC	13																
PERM SREDNJI		SREDNJEZRNI SIVOZELENKASTI PEŠČAR, MESTIMIČNO SA LIMONIT. PEGAMA, U DONJEM DELU POJAVLJUJE SE I KRUPNOZRNI PEŠČAR	42	41	KVARC (OŠTROIVIČAST), KVARCIT, VULKANOGENI FRAGMENTI, PLAGIOKLAS, LISKUNI, HLORIT. CEMENT SERICITSKI I KARBONATNI SP: RUDNI MINERALI, EPIDOT, TURMALIN.			>1	>1				tr	tr						
				42	KRUPNOZRNI PEŠČAR, KVARC, KVARCIT, VULKANOGENI FRAGMENTI, ALBIT (PROŽET KALCITOM), HLORIT (OBILAN), MUSKOVIT (RETKI) CEMENT SERICITSKI POTISNUT SEKUNDO KALCITOM			>1	>1				tr	tr	tr	tr				
				43	KRUPNOZRNI PEŠČAR, KONGLOMERATIČAN														
		LJUBIČASTO CRVENKASTI ALEVROLIT I ALEVROLIT PEŠČAR SA RETKIM PROSLOJCIMA SIVOZELENKASTOG PEŠČARA - SITNOZRNOG - RETKE KALCITSKE KONKRECIJE	40	44	KVARC, KIS FELDSPATI, MUSKOVIT I HLORIT (VEOMA ČESTI), VULKANOGENI FRAGMENTI CEMENT SERICITSKI, BAZALNI SP: RUDNI MINERALI, TURMALIN, EPIDOT														
				45	KVARC, KIS FELDSPATI, LISKUNI, HLORIT (REDAK), VULKANOGENI FRAGMENTI, CEMENT GVOŽĐEVIT. SP: RUDNI MINERALI (VRLO ČESTI), EPIDOT, RUTIL, TURMALIN			>1	>1					tr						Y-47 La-37 Ppm
				47	KVARC (41.4 %), KIS FELDSPATI (5 %), LISKUNI (4 %), FRAGMENTI STENA (21.6 %), CEMENT (28 %) SP: RUDNI MINERALI (ČESTI), TURMALIN, CIRKON, EPIDOT			>1	>1					tr						Y-23 Ppm
		LJUBIČASTO CRVENKASTI ALEVROLIT I SITNOZRNI PEŠČAR SA KALCITSKIM KONKRECIJAMA VELIČINE 1-3 cm	2-33	48	KVARC, KVARCIT, FELDSPATI, OKSIDISANI BIOTIT, MUSKOVIT, HLORIT, U KALCITSKIM KONKRECIJAMA PRIMESE KVARCA I FELDSPATA, CEMENT GVOŽĐEVIT I KALCITSKI.			>1	>1					tr					0.34	Y-39 La-43 Ppm
		TAMNOCRVENKASTI I RUŽIČASTI ALEVROLIT I SITNO-SREDNJEZRNI PEŠČAR MESTIMIČNO SA KALC KONKREC U DONJEM DELU PROSLOJCI SIVOZELENKASTOG PEŠČARA	30	49	SERICITSKO KARBONATNA MATERIJA SA ORIJENTISANIM ŠOČIVCIMA I LISKUNA HLORITA (OBILAN) IZVESNE TRAKE OBOGAĆENE KVARCOM ČESTA JAVA RUDNOG MINERALA			>1	>1					tr				0.30	0.63	Y-37 La-48 Ppm
				50	KVARC, KVARCIT, FELDSPATI, VULKANOGENI FRAGMENTI, LISKUNI I HLORIT (REDI). CEMENT SERICITSKI ŽILICE KALCITA SP: RUDNI MINERALI (ČESTI). EPIDOT, TURMALIN.			>1	>1					tr						Y-38 Ppm
KARBON		GLINOVITI ŠKRILJAC I SITNOZRNI PEŠČAR	>50	52				>1	0.7									0.49	Y-32 La-37 Ppm

Sl. 5. Litologija, mineralni sastav i sadržaj elemenata u tragovima gredenskih sedimenata u gornjem delu stuba u lokalnosti sv. Tomaž kod Škofja Loke.

Fig. 5. Lithology, mineral composition and trace elements contents of permian (groeden) sediments (upper part) from sv. Tomaž near Škofja Loka in Slovenija.

čara sv. Tomaža, ovi peščari se ne pokazuju u ovom pogledu kao sivi peščari iz donjeg dela serije Žirovskog vrha. Variranje sadržaja U i Th kao i histogram učestanosti odnosa Th/U prikazani su na dijagramu sl. 4.

Detalji o varijacijama mineralnog sastava i sadržaja elemenata u tragovima gredenskih peščara u gornjem delu stuba kod sv. Tomaža, debljine oko 150 metara, prikazani su na sl. 5.

Oblast Radeča. — Analizom rezultata semikvantitativnih spektralnih analiza (19) peščara iz različitih nivoa ove oblasti zapaža se da crveni (crvenkasti) peščari, koji dominiraju, imaju niske sadržaje karakterističnih elemenata u tragovima. Sivi peščari, koji se pretežno javljaju u slojevima od nekoliko desetina santimetara do 1—2 metra debljine, imaju (14 analiza) u većini slučajeva vrednosti V, Cu, Cr i Ni u granicama normalnih vrednosti, i to tako da prvi po zastupljenosti ne prelaze vrednost od 30 ppm. Međutim u dva slučaja povećani sadržaj V (100 i 110 ppm) povukao je za sobom i povišeni sadržaj Cu, kao i merljive količine Pb (u drugom slučaju 316 ppm Pb).

Sadržaj Ba u sivim peščarima je ispod 300 ppm, za razliku od sivih peščara Žirovskog vrha i Skofja Loke, gde je sadržaj Ba u vrednostima obično preko 400 ppm i gde je u većem broju primeraka konstatovano prisustvo barita među teškim mineralima.

Gredenski peščari oblasti Radeča sadrže (46 analiziranih primeraka) kao srednje vrednosti (Ma) sa odgovarajućim standardnim devijacijama (δ).

	Ma	δ
ppm U	1.66 ± 0.12	0.82
ppm Th	7.50 ± 0.43	0.92
% K	1.00 ± 0.11	0.73
Th/U	5.21 ± 0.31	2.12

Između U i Th korelacija je dosta dobra, r = 0.73. Odnos Th/U veći je od 2 i nekad prelazi 8. Medijana je kod vrednosti 5.

Sivi peščari u smenjivanju sa crvenim (crvenkastim) peščarima pokazuju u svim ispitivanim slučajevima ista ili silčna obeležja kao i ovi poslednji tj. nizak sadržaj U i odnos Th/U preko 3. Međutim treba pomenuti da je bilo slučajeva (Podkum) da izvesni crveni i mrkocrveni peščari pokazuju sličnost sa sivim peščarima Žirovskog vrha u pogledu odnosa Th/U i sadržaja U.

DISKUSIJA

U pojasu Savskih bora gredenski peščari imaju široko rasprostranjenje, facijalno najbolje izdiferencirani u području Žirovskog vrha. Poseban značaj u njima imaju sivi peščari, koji u pomenutom području čine glavni član donjeg dela serije gredenskih peščara i predstavljaju nosioca uranske mineralizacije u lokalnosti Žirovski vrh.

Pojavljivanje sivih u zajednici sa crvenim peščarima uopšte, što je i ovde slučaj, nekad se tumači kao proces obezbojavanja crvenih sedimenata u dijagenetskom ili epigenetskom stadijumu. Iako se ovo može reći da važi

i za gredenske peščare Savskih bora, tumačenje procesa obezbojavanja nije jednostavno i jedinstveno za sve slučajeve.

Tako nas sivi peščari kao proslojci male debljine svojim načinom pojavljivanja, nepravilnim granicama prema istovrsnim u pogledu granulometrijskog i mineralnog sastava i sadržaja elemenata u tragovima crvenim peščarima upućuju da takve partije protumačimo kao obezbojene prvobitno crvenkaste peskovite sedimente u toku dijageneze, što se vršilo lokalno na bezbroj mesta u basenu sedimentacije.

Objašnjenje za stvaranje sivih peščara koji se pojavljuju u vidu paketa (područje Žirovskog vrha) nešto se razlikuje od ovoga. Naime i u ovom slučaju je reč o izbeljivanju, samo što se ono obavljalo u određenim delovima basena sa posebnim fizičko-hemijskim uslovima, koji su omogućavali ne samo izbeljivanje čestica već i izvesnu geohemijsku diferencijaciju, pri čemu je bilo omogućeno i prisutnoj organskoj materiji da se sačuva, istina u dispergovanom stanju.

S obzirom da sivi peščari u preparatu, za razliku od crvenih peščara, ne otkrivaju ni tragove crvenkaste materije, znači da je do obezbojavanja došlo neposredno po taloženju čestica odnosno u ranijem dijagentskom stadijumu. Da se radilo o obezbojavanju očvrsle stene trebalo bi očekivati reliktnu gvoždevitu (hematitsku) materiju u sivim peščarima i zrna obrubljena ovom materijom, što nije zapaženo.

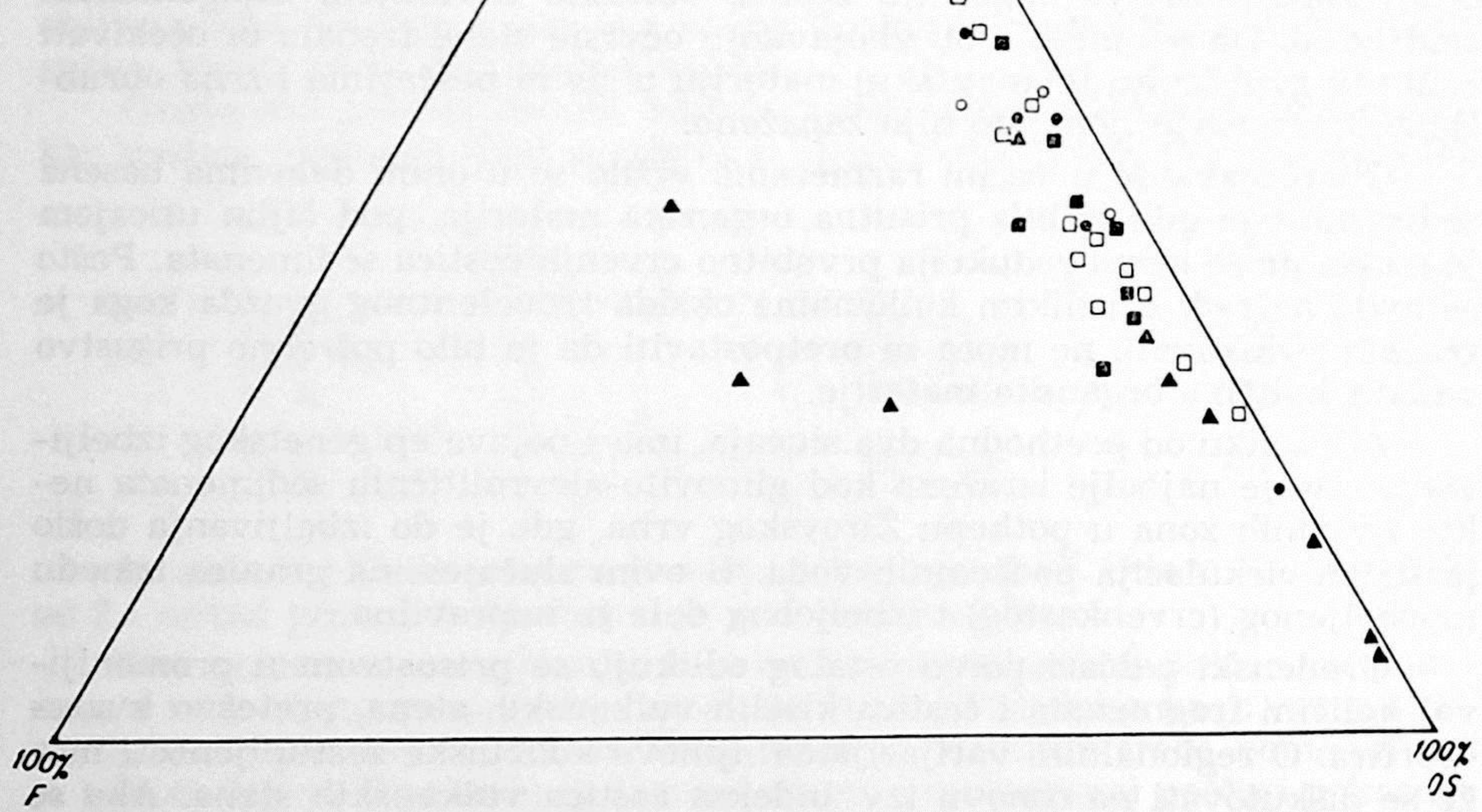
Obezbojavanje u većim razmerama vršilo se u onim delovima basena sedimentacije gde je bila prisutna organska materija, pod čijim uticajem je mogla da se izvrši redukcija prvobitno crvenih čestica sedimenata. Pošto se ovde ne radi o velikim količinama oksida trovalentnog gvožđa koga je trebalo redukovati, ne mora se pretpostaviti da je bilo potrebno prisustvo velikih količina organske materije.

Za razliku od prethodna dva slučaja, ima i pojava epigenetskog izbeljivanja, što je najbolje izraženo kod glinovito-alevrolitičnih sedimenata nekih rasednih zona u potkopu Žirovskog vrha, gde je do izbeljivanja došlo prilikom cirkulacija podzemnih voda. U ovim slučajevima granica između neizbeljenog (crvenkastog) i izbeljenog dela je nepravilna.

Gredenski peščari pored ostalog odlikuju se prisustvom u promenljivoj količini fragmenata i čestica kiselih vulkanskih stena, pretežno kvarc-porfira. O regionalnim varijacijama njihove količinske zastupljenosti može se diskutovati na osnovu tzv. indeksa čestica vulkanskih stena. Ako se ovi rezultati razmotre u celini i uzmu u obzir i rezultati modalnih analiza peščara iz različitih oblasti (sl. 6), može se zapaziti da se gredenski peščari oblasti Radeča jasno izdvajaju po pomenutim obeležjima od istoimenih peščara Idrijsko-žirovske i Skofjeloško-polhograjske oblasti.

Ako udeo vulkanogenog materijala u jednom sedimentu shvatimo kao funkciju udaljenja od izvora odnosno od matične stene, onda se može pretpostaviti da je oblast snabdevanja gredenskih peščara oblasti Radeča bila više udaljena nego što je to bila oblast snabdevanja peščara druge dve oblasti. Postojeći broj podataka nije za sada dovoljan da bi se moglo preciznije reći i o pravcima odakle je materijal mogao dolaziti. Ovome je delom razlog i nedovoljno izdiferencirana dispersija u regionalnom pogledu postojećih podataka o rasprostranjenju vulkanogenog materijala odnosno pomenutih indeksa.

U poređenju sa gredenskim sedimentima Savskih bora istoimene tvorevine oblasti Pohorja razlikuju se kako u litološkom pogledu tako i u pogledu udela vulkanogenog materijala u građi ovih sedimenata. Tako udeo ovog poslednjeg u klastičnim gredenskim sedimentima Pohorja nekad prelazi 50% (sl. 6).



Sl. 6. Dijagram modalnog sastava gredenskih peščara iz različitih oblasti Slovenije (prema podacima S. R a d o š e v i ć a). Objašnjenja: Q — kvarc i rožnac, F — feldspati, OS — odlomci različitih stena, među njima pretežno fragmenti vulkanskih stena.

Fig. 6. Diagram illustrating modal composition of permian (groeden) sandstones from different areas in Slovenia. Explanation: Q — pole constituents include quartz and chert; OS — pole constituents include rock fragments, predominantly volcanic rock fragments, and F — pole constituents include feldspar.

Prema klasifikaciji M. G i l b e r t-a (1954) gredenski peščari Savskih bora pripadali bi grupi litoklastičnih arenita.

Na osnovu veličina odnosa Th/U, dobijenih iz velikog broja radiometrijskih analiza gredenskih peščara (286 analiziranih primeraka) i uzimajući kao osnovicu rezultate do kojih su došli A d a m s i W e a v e r (1958) proizilazi:

a) da postoji vrlo oštra razlika između sivih peščara donjeg dela serije i crvenih peščara gornjeg dela serije gredenskih peščara područja Žirovskog vrha. Odnos Th/U kod prvih jasno ukazuje na marinske uslove stvaranja a isti odnos kod crvenih peščara u gornjem delu serije na kontinentalne uslove stvaranja;

b) odnosi Th/U kod gredenskih peščara područja Škofja Loke (Praprotno-Javornik) ne odgovaraju ni odnosima kod kontinentalnih crvenih peščara ni odnosima marinskih sivih peščara, već ukazuju samo na njihovo stvaranje pod znatnim kontinentalnim uticajima;

c) odnosi Th/U, kao i primetna količina kalcijum-karbonata u peščarima oblasti Radeča ukazuju na stvaranje pod znatnim uticajem faktora koji vladaju na kopnu u aridnoj klimi.

(Predato za štampu marta 1968. god.)

LITERATURA

1. Adams J. and Weaver C.: 1958 — Thorium to Uranium ratios as the indicators of sedimentary processes, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 42, № 2.
2. Grad K., Hinterlechner-Ravnik A., Ramovš A.: 1962 — Regionalna ispitivanja razvoja gredenskih slojeva u Sloveniji, Referati V Savetovanja geologa SFRJ, Beograd.
3. Hinterlechner-Ravnik A.: 1965 — Magmatske kamenine v grödenskih skladah v Sloveniji, Geologija, Razprave in poročila, 8 knj., Ljubljana.
4. Kossmat F.: 1910 — Erläuterungen zur Geologische Karte Bischoflack und Idria, Wien.
5. Omaljev V.: 1967 — Razvoj gredenskih slojeva i uranove mineralizacije u ležištu Zirovski vrh, Radovi instituta za geol.-rud. istraž. i ispitivanja nukl. sirovina, Beograd.
6. Protić M.: 1963 — Izveštaj o proučavanju gredenskih peščara u Posavskim borama (litofacijalno razviće i geohemijska obeležja), Fond stručne dokumentacije Instituta za istraž. i ispitiv. nukl. sirovina, Beograd.
7. Protić M., i Gojković S.: 1965 — Odnos Th/U u klastičnim stenama kao indikator geohemijskih facija, I Simpozijum iz geohemije Srp. geol. društva, Beograd.
8. Radošević S.: 1961 — Petrografski sastav sedimenata Zirovskog vrha u Sloveniji, Fond stručne dokumentacije Instituta za istraž. i ispitiv. nukl. sirovina, Beograd.
9. Williams H., Turner F. and Gilbert Ch.: 1954 — Petrography, San Francisko.

Summary

MIRKO PROTIĆ*

ON THE LITHOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF PERMIAN (GROEDEN) SANDSTONES OF THE SAVSKE BORE BELT (SLOVENIA)

Permian (Groeden) sandstones of the Savske bore belt (Slovenia) are restricted to a number of more or less lithologicaly and structuraly well

* Faculty of Mining and Geology, Beograd.

defined areas. Principal lithological and geochemical features and the volcanic fragments dispersion in the clastic Permian rocks are discussed.

The abundance ratio of Permian (Groeden) conglomerates, sandstones and silstones, index of volcanic fragments i. e. volcanic rock fragments/ /quartz + feldspar, and Th/U ratio in sandstones of the Smrečje-Žirovski vrh-Sovodenj and Radeče area are discussed in details. (Fig. 1 and 2). U and Th contents and frequency distribution of Th/U ratio in the sandstones of the Smrečje — Žirovski vrh — Sovodenj and Škofja Loka area are graphically represented (Fig. 3 and 4). From the upper part of Permian from sv. Tomaž near Škofja Loka lithology, mineral composition and trace elements are given (Fig. 5).

Best facially differenciated are the Permian (Groeden) sediments of the Žirovski vrh district, where it was possible to distinguish: gray sandstones (and partially conglomerates) interbedded with gray and red siltstones in the lower part, red sandstones in the upper part. Gray sandstones of the lower part contains uranium mineralization (principally located to the dispersed organic matter in the matrix). As a whole those gray sandstones have some special geochemical features (particularly U and Th content and Th/U ratio).

Besides those facially differenciated gray sandstones of the Žirovski vrh locality, there are in the Permian series of the same and others districts another occurrences of gray sandstones (and siltstones) interbedded with red sandstones of the same mineralogical and chemical composition. A third part of gray silty sandstones is due to the bleaching of red sandstones epigenetically in the fracture zones by the ground water circulation.

The results of modal composition of Permian (Groeden) sandstones from different area in Slovenia (Fig. 6) indicate that, after the G i l b e r t's classification, the investigated sandstones belong to the group of litoclastic arenites.

More than 280 Permian (Groeden) sandstones from the Savske bore belt have been analysed by the gamma ray spectrometric technic. The established Th/U ratios are used as an indicator of geochemical facies (A d a m s and W e a v e r, 1958). The low ratios (of less than 2) are connected with the marine sandstones (gray sandstones of the lower part of Groeden's beds in the Žirovski vrh locality), the high ratios (of nearly 6) are assiciated with the continental sandstones (upper part of Groeden's beds in the Žirovski vrh — Sovodenj district), but there are parties of Groeden' beds with Th/U ratios in sandstones between these two values for to indicate clearly continentale or marine environment of deposition.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

DUŠAN RADUSINOVIĆ
CVETKO MARKOV

UDK: 549.514.71

KASITERIT SA BUKULJE

(sa 2 slike)

Na planini Bukulji je, od strane autora ovog članka, prvi put u Jugoslaviji nađen mineral kasiterit na primarnom mestu (do sada je bio poznat jedino u nanosima). Nalazak kasiterita, ne samo kao akcesornog sastojka nekih gnajseva i skarnova kontaktno-metamorfnog omotača, nego i u kvarcnim žicama endokontaktne zone Bukuljskog granitnog masiva, predstavlja kako regionalno-mineraloški interes, tako i određeni ekonomski značaj, otkrićem postojanja kvarcnokasiteritske rudne formacije.

UVOD

Kasiterit sa Bukulje konstatovala je S. M a k s i m o v i ć, 1953. god. (publikovano 1961.) u koncentratima rečnog nanosa. Međutim, prisustvo kalaja prvi put je utvrđeno od strane S. M i h o l i ć a (1949), koji je našao da granit i granulit Bukulje sadrže 69, odnosno 56 ppm Sn.

Autori ovog članka našli su kasiterit kao akcesorni sastojak na primarnom mestu u dve vrste stena i to — u dvoliskunskom gnajsu sa andaluzitom (1962. god.) i u piroksensko-granatskom škriljcu (formacija skarna, 1967. godine). Kasiterit je nađen poslednjim istraživanjima u kvarcnim žicama na Vaganu. Značaj nalaska kvarcnih žica sa kasiteritom posebno je značajan jer pruža perspektivu za pronalaženje ležišta kalaja ekonomske vrednosti.

KRATAK PRIKAZ GEOLOGIJE BUKULJE SA POSEBNIM OSVRTOM NA KALAJNONOSNOST GRANITA

Geološki sastav Bukulje (uključujući Šuticu, Orlovicu i Vagan) je raznovrstan i sastoji se od granita, gnajseva, mikašista, filita, skarnovskih i sedimentnih stena.

Bukuljski granitski masiv obuhvata planinu Bukulju i delove terena zapadno i severozapadno od nje, na površini od oko 40 km². Prema S. P a v l o v i ć u (1963.) magma bukuljskog masiva pokazuje široku diferencijaciju, koja se kreće od akeritskih tipova granita, preko monconitskih, koji

preovlađuju, do alkalnih granita. Granitski masiv Bukulje karakteriše intenzivan kontaktni metamorfizam (naročito izražen u istočnom delu masiva) i pojava mnogobrojnih aplitoidnih, pegmatitskih i kvarcnih žica. Granit je pretežno dvoliskunski, zatim biotitski, koji se kreću od sitnozrnih do porfiroidnih tipova. U mineralni sastav dvoliskunskih granita ulaze, kao glavni i bitni minerali — kvarc, ortoklas, mikroklin, kiseli palgioklasi, (albit, oligoklas), biotit i muskovit. Kao sekundarni minerali javljaju se — hlorit, sericit, kaolin, uranski liskuni, zoizit i epidot (koji se javlja i kao akcesorni). Sporadično se javljaju neznatne količine diopsida, hiperstena, zelene hornblende, andaluzita i staurolita (verovatno kao rezultat asimilacionih procesa). Od akcesornih minerala javljaju se: apatit, monacit, cirkon, granat, turmalin, ksenotim, šelit, torit, rutil, anatas, brukit, sfen, alanit, fluorit, kao i niz metaličnih minerala: magnetit, Ti-magnetit, martit, pirhotin, markasit, pirit, ilmenit, Cr-spinel, arsenopirit, galenit, sfalerit, halkopirit, bornit, kovelin, halkozin, antimonit, valerit, kubanit, tetraedrit, uraninit, piroluzit i psilomelan. Dominirajući akcesorni mineral je apatit, u osrednjim količinama nalaze se monacit, cirkon, granat i turmalin, dok su ostali retki. Karakteristično je da turmalin i granat uglavnom karakterišu apikalne delove granita i to mahom uski endokontaktni pojas, a maksimalno su zastupljeni u pegmatitima. Od metaličnih minerala u nešto povećanim količinama nalaze se minerali Fe, Cu i Pb.

B i o t i t s k i g r a n i t pokazuje tendenciju ka granodioritu, dok mu je sadržaj akcesornih mnerala sličan kao i u dvoliskunskom tipu, s tim što se povećava količina alanita i sfena.

Bukuljski granitski masiv, uglavnom njegovi alkalni diferencijati, pokazuju bogatstvo u sadržaju Si, preovlađivanje K nad Na, sadržaj Al je veći od alkalija + Ca, visok sadržaj B, obilno razviće muskovita i turmalina, povećane sadržaje apatita i monacita, odsustvo amfibola i minimalan sadržaj sfena. Apikalni delovi granita su izmenjeni. Napred navedene karakteristike odnose se na dvoliskunski granit sa preovlađivanjem muskovita, koji predstavlja tip granita sa kalajnonosnom specijalizacijom.

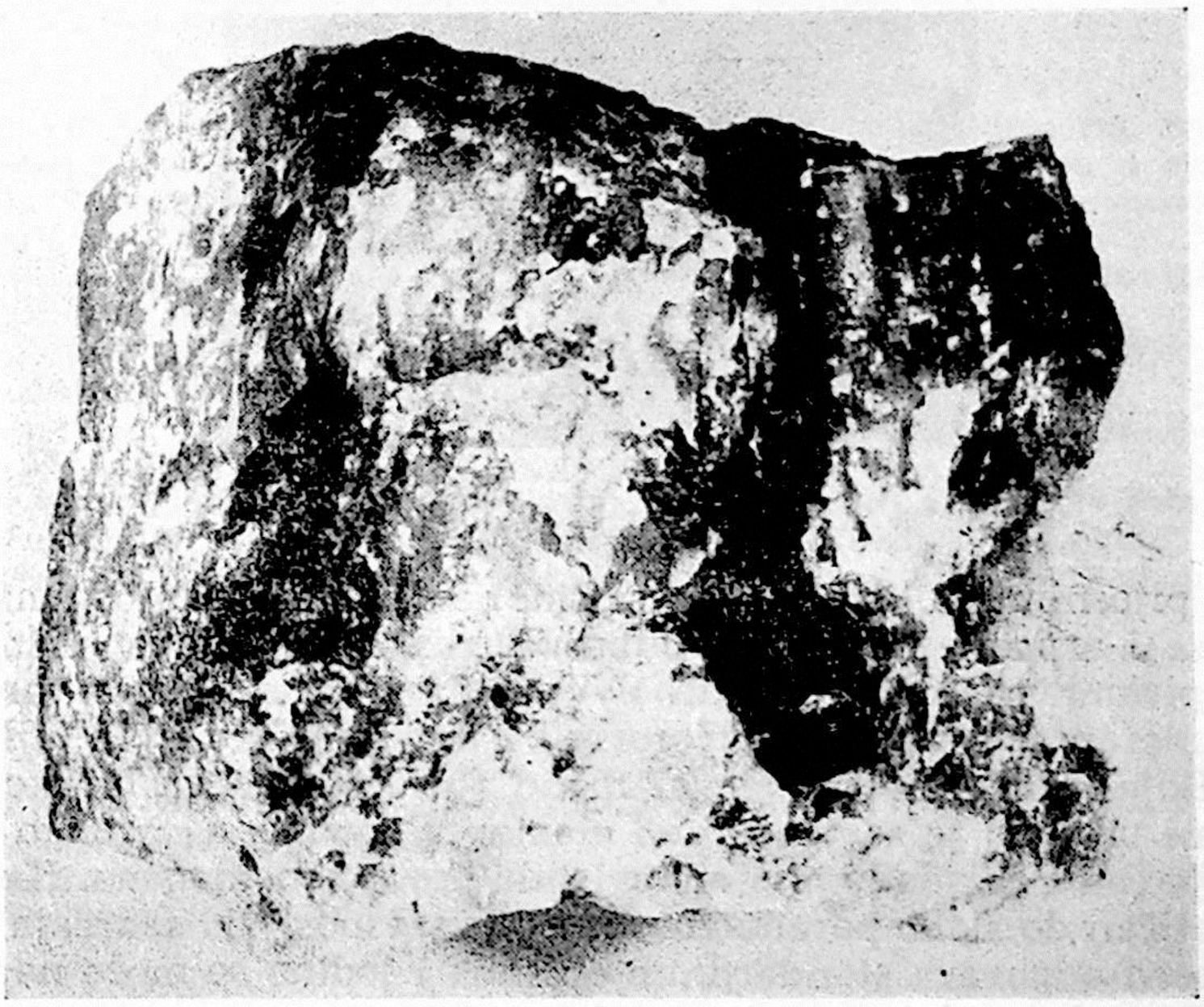
Sadržaj kalaja u granitu ispitivan je spektrohemijskim putem i rezultati su pokazali da su oni veoma varijabilni. U centralnim delovima masiva kao i u bazičnijim tipovima granita, kalaj nije otkriven, ali je konstatovan u alkalnim tipovima i to u dvoliskunskom granitu, gde je muskovit više zastupljen. Sadržaj kalaja u njima se kreće od tragova do 100 ppm. Mada nemamo dovoljno podataka, ipak se može zaključiti da povećani sadržaji Sn karakterišu apikalne delove intruziva i to uglavnom uski endokontaktni pojas. Kasiterit do sada u granitu nije konstatovan, već je zapaženo da je došlo do dispersije Sn u petrogenim mineralima. Pored Ti-minerala, kao klasičnih koncentratora Sn (geohemijska povezanost Sn-Ti; strukturna zamena), kalaj se nalazi u biotitu, muskovitu, granatu, epidotu, alanitu, turmalinu i metaličnim mineralima. Sadržaj Sn u apikanlim delovima granita kao i njegova dispersija u napred navedenim mineralima, ukazuje na kalajnonosnu specijalizaciju magme bukuljskog granita.

Uticaj na okolni kristalasti prekrivač odrazio se i na dispersiju Sn u okolnim stenama. Sadržaj kalaja u ovim stenama (gnajsevi, škriljci, pirokseniti, granatiti, sa vezuvijanom, zoizitom i epidotom itd.) varira od tragova do 180 ppm. Distribucija kalaja u ovim stenama nije detaljno proučavana.

JAVLJANJE KASITERITA

Kao a k c e s o r n i mineral kasiterit je prvi put nađen na primarnom mestu u dvoliskunskom gnajsu sa andaluzitom na južnim padinama i u skarnovima na istočnim padinama Bukulje. Od akcesornih minerala u gnajsu, pored kasiterita, nalaze se: rutil. anatas, brukit, sfen, alanit, monacit. ksenotim, cirkon, torit, šelit, turmalin, apatit kao i niz metaličnih minerala — magnetit, limonit, hematit, pirit, markasit, pirhotin, ilmenit, arsenopirit, galenit, halkopirit, enargit, halkozin, kovelin, bornit i antimonit. U stenama skarnovske formacije, se, pored glavnih minerala skarna i akcesornog kasiterita, javljaju još i šelit, galenit i sfalerit. Kasiterit je u ovim stenama mahom sitan i crvenomrk.

K v a r c n e ž i c e s a k a s i t e r i t o m karakteristične su za endokontaktne delove granita, naročito u predelu Vagana. Istraživanje ovih žica je u početnoj fazi. Za sada se njihovo prisustvo konstatuje najvećim delom



Sl. 1. Kvarc sa kasiteritom; (crn) umanjeno 2 ×

preko kvarcnih odlomaka sa krupnim kristalima kasiterita, rasejanim po terenu Vagana. Mogu se naći odlomci kvarcnih žica u prečniku i od 0,5 metara, što svedoči o postojanju i moćnih kvarcnih žica. Pokrivenost terena je velika, te se za otkrivanje kvarcnih žica moraju upotrebiti neke pogodne geofizičke i geohemijske metode i raskopavanja. U potoku kod sela Partizani konstatovana je kvarcna žica sa kasiteritom, moćnosti od 30 do 60 cm, pad 170/70°, nepoznate dužine (pokriven teren). Na jednom delu žice kvarc je uklopio deo granita i pegmatita, koji je poslužio kao pogodna sredina za koncentraciju kasiterita (uklopljeni delovi su izmenjeni i predstavljaju grajzen), dok su ostali delovi siromašniji u sadržaju. Nedaleko od napred navedene žice nalazi se još jedna kvarcna žica sa kasiteritom, pružanja

JSI—ZJZ, skoro vertikalna, moćnosti od 15 do 20 cm. Na istoj lokalnosti nalaze se i kvarcne žice sa malim količinama bakarne mineralizacije (halkopirit, halkozin, kovelin i malahit). Na lokalnosti Duga Kosa (Vagan), u desnom izvorišnom kraku Cigankulje reke, nalazi se kvarcna žica sa kasiteritom, moćnosti od 15 do 20 cm, pad 95/75°, gde se kasiterit koncentrisao mahom na kontaktnim delovima žice. Kasiterit iz kvarcnih žica je mahom krupan a boja mu varira u širokim granicama od ružičaste do crvenomrke.

Kasiterit se javlja u zrnima kristalnog oblika, sa razvijenim bipira-



Sl. 2. Kristal kasiterita; uvećano 10 ×

midalnim pljosnima, u kombinaciji sa slabije razvijenim pljosnima prizme, a nalaze se i zrna nepravilnog oblika. Zapažena je pojava bližnjenja po pljosni bipiramide (»kalajni kljun«). Veličina zrna kasiterita varira u širokim razmerama od 0,1 mm (akcesorni kasiterit) do oko 4 cm (u kvarcnim žicama). Boja minerala takođe varira od ružičaste do crnomrke, u svim nijansama i u uskoj je zavisnosti od elemenata primesa, naročito Fe. Boja minerala je čak i na jednom istom kristalu često nehomogena. Kasiterit je dijamagnetičan do slabo paramagnetičan (u zavisnosti od sadržaja Fe). Optički kasiterit odgovara standardnim opisima i jedino se može naglasiti da je polihroizam intenzivniji kod tamnijih varijeteta.

Sadržaj mikroelemenata (S. Maksimović i M. Zotović) je sledeći:

	Ružičasti kasiterit		Tamnomrki kasiterit	
	I	II	I	II
Ti	1000 ppm	950 ppm	1000 ppm	1000 ppm
Nb	80	86	470	1000
Ta	80	—	—	1000
Fe	316	178	892	3160
Pb	tr.	20	15	tr.
Mn	4	—	7	56
V	10	tr.	8	25
Cu	10	tr.	tr.	10
Zr	1780	56	79	3160

tragovi: Si, Al, Mg i Ca.

ZAKLJUČAK

Na osnovu napred izloženog, može se zaključiti sledeće:

1. Petrološke i mineraloške karakteristike dvoliskunskog granita, sadržaj Sn u njegovim apikalnim delovima masiva, karakter distribucije Sn u petrogenim mineralima, pojava kasiterita u stenama prekrivača, ukazuje na kalajnonosnu specijalizaciju magme bukuljskog granita.

2. Stvaranje kvarcnih žica sa kasiteritom izvršeno je najverovatnije u pneumatolitskoj fazi.

3. Kvarcne žice sa kasiteritom karakterišu apikalne delove intruziva, koncentrišući se u endokontaktnom pojasu. Postoje indikacije da će se ove žice naći i u egzokontaktu.

4. Otkrivanje kvarcnih žica sa kasiteritom na Bukulji je od velikog značaja za procenu perspektivnosti u pogledu pronalaženja primarnih ležišta kalaja u ovoj oblasti.

LITERATURA

1. Arsenijević M.: 1967 — Prethodna razmatranja raspodele Be, Sn, Nb i Mo u mineralima granitoida, kao i indikatora geohemijskih polja u oblasti Dinarida i Karpatsko-Balkanskog luka. Radovi Inst. za neuklearne sirovine — Beograd.
2. Višić S.: 1961 — Pojave i ležišta urana u oblasti planine Bukulje. Radovi Instituta za nuklearne sirovine — Beograd.
3. Divljan S.: 1961 — Rezultati ispitivanja gnajseva planine Bukulje. — Glasnik Prirodnjačkog muzeja, Ser. A, knj. 14—15. Beograd.
4. Maksimović S.: 1961 — Mineraloško ispitivanje nanosa Bukulje. Radovi Instituta za nuklearne sirovine — Beograd.
5. Markov C.: 1962 — Mineraloške karakteristike nekih granitoida Srbije. — Fond stručne dokumentacije Instituta za nuklearne sirovine — Beograd.
6. Miholić, S.: 1949 — Kositar u nekim uzorcima kristaliničnog kamenja. Glasnik Hem. društva knj. 14.
7. Mihailovi N., Markov C.: 1965 — Prethodna razmatranja osnovnih mineraloško-geohemijskih karakteristika nekih granitoida Jugoslavije posmatrane kroz akcesorne minerale. — I Simpozijum iz geohemije — Beograd.
8. Pavlović S.: 1963 — Geološka, tektonska i petrohemijska proučavanja nekih granitoida Jugoslavije i njihova metalogenija. — II Jugoslovensko-Poljsko savetovanje. Herceg — Novi 1963.
9. Radusinović D.: 1963 — Otkriće uraninita na Bukulji. Radovi Instituta za nuklearne sirovine — Beograd.

Summary

DUŠAN RADUSINOVIĆ*)

CVETKO MARKOV*)

CASSITERITE FROM BUKULJA MOUNTAIN

The granite massif of Bukulja is located about 80 km south of Beograd, and there the cassiterite has been for the first time in situ discovered in Yugoslavia.

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw material. Beograd.

The cassiterite occurs in two ways, as an accessory mineral in the felspatized gneisses and scarns, and, as an ore mineral, in the quartz veins. The accessory cassiterite is located on the southern and eastern slopes of Bukulja and is associated with other accessory minerals, such as brookite rutile, anatase, sphene, allanite, monazite, zircon, thorite, xenotime, sheelite, turmaline and apatite (the felsparized gneisses) and with sheelite, and some sulphide minerals (galena and sphalerite) in the scarns.

The cassiterite — bearing quartz veins are located in the endocontact zone of the granites, and they are particularly interesting in the area of Vagan (the western and northwestern part of Bukulja). They represent the fissure-fillings almost entirely composed of quartz and cassiterite. The cassiterite is irregularly distributed inside the quartz, but sporadicaly in the form of the lodes as well. The thickness of the quartz veins is of the order of 20 to 60 cm, but their exact extensions are presently not known due to the extensive soil mantle, that covers this area. The traces of copper mineralizations are also present (chalcopyrite, coveline, chalcosite and malachite) in the quartz veins, but their are extremaly rate. The origine of the quartz-cassiterite veins is connected with the granitic intrusion and they deposition occured during the pneumatolitic phase.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

VOJISLAV VUJANOVIĆ*)
MOMČILO VUKASOVIĆ*)

UDK: 549.517.3 (497.17)

THE OCCURRENCE OF BIXBYITE-PATRIDGEITE IN THE AREA OF OHRID (YUGOSLAVIA)

(with 2 pictures)

The mineral from Bixbyite group called Patridgeite will be described in the present paper.

It represents the pure Mn_2O_3 which is presently known to occur only in Postmasburg in South Africa. According to the available literature this paper might be also considered as the first complete study of the stated mineral.

GENERAL DATA ON THE MINERALS OF BIXBYITE GROUP

Bixbyite- $(Mn, Fe)_2O_3$-is rather rare mineral. The best specimens and crystals have been found for the present near Sitapar (India), Postmasburg (South Africa) and Simpson (Sweden). The Simpson area is known to contain bixbyite crystals ranging up to the size of 8 cm.

There are two varietes of bixbyite; sitaparite containing a certain amount of calcium and patridgeite containing less than 10% of Fe_2O_3.

Bixbyite, sitaparite and patridgeite have been originally considered as the individual mineral species.

Bixbyite and sitaparite have been described for the first time at the turn of this century (P e n f i e l d and F o o t e 1897 -bixbyite-, F e r m o r 1909 -sitaparite).

The unit cell of sitaparite was determined by P a u l i n g and S h a p e l l (D a n a, 1963) and its forms (cube and icositetrahedron), hardness (6—6.5), specific gravity (4.945; 5.068) and cleavage paralel to cube were determined by C o r t e l e z z i, H i m m e l and S c h r o e d e r (D a n a, 1963).

Later investigators determined only the cleavage paralel to octahedron and cube and octahedron as the crystalline forms. Finally, penetrating twinning of bixbyite was determined by M o n t g o m e r y (1934).

---

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw material. Beograd.

Cortelezzi have determined the following chemical composition (Dana, 1963):

	Fe_2O_3	Mn_2O_3	TiO_2	MgO	SiO_2	Al_2O_3	Total
1.	47.98	46.43	1.70	0.10	1.21	2.53	99.95%
2.	49.85	46.04	2.05				98.45%

Total contents of MgO, SiO_2 and Al_2O_3 in the second sample is 0.51%.

Analysis presented herein display the contents of iron and manganese as almost identical, although according to some authors, the amounts of Fe_2O_3 could range at least up to 59% (Dana, 1963).

According to Mason, Ramdohr and Strunz (1942) threvalent manganese in bixbyite could be in part substituted for calcium, whereas the unity cell preserves its original form. At the same time they have discredited sitaparite as the variety of bixbyite containing (according to Fermor) 25% of Fe_2O_3 and about 6% of CaO.

De Villiers has reported (1943) that bixbyite from Postmasburg contains Fe_2O_3 in variable amounts but not exceeding 25.6%. He has also described the chemical analysis of bixbyite with Fe_2O_3 below 0.5%. For bixbyite with less than 10% of Fe_2O_3 he suggested the term patridgeite considering it as a distinct mineral species.

Villier's patridgeite was not studied by x-rays, and chemical analyses, according to him they were made on impure material. Nevertheless, the author found patridgeite from Postmasburg of a cube combined with octahedron, i. e. identical with bixbyite.

The first optical investigation of bixbyite and sitaparite have been carried out by Schneiderhöhn, Ramdohr, Orcel and Pavlović, which among other things have determined the colour in the microscope, isotropy, the quantity of the reflected light and the sensitivity to corrosion. Orcel and Pavlović have measured the quantities of the reflected light by the photocell and Schneiderhöhn and Ramdohr by microphotometer. The first two authors have determined the reflection 22% for bixbyite and 22.6% for sitaparite, whereas Schneiderhöhn and Ramdohr found in the air 18—21% (depending on filter) and 9—10% in the oil.

P. Ramdohr has demonstrated (1950) that sitaparite could be anisotropic, zonar and lamellar. The lamellarity according to him should be considered as introduced by internal pressure inside the lattice, due to the rather complex isomorphism of sitaparite.

De Villiers has described patridgeite from Postmasburg as anisotropic and zonar but not lamellar. He contributes the zonarity to the rather variable »chemism« of ferrous-ferric varietes of patridgeite. De Villiers also states that patridgeite from Postmasburg forms isomorphous meshes with braunite and bixbyite, but he does not contribute the content of silicon in patridgeite to braunite.

Vujanović (1961) has determined isomorphism between braunite from Cer (Yugoslavia), hausmannite and sitaparite for which he stated to be anisotropic but without visible lamellar composition. In the same paper he described the cleavage of sitaparite in the polished section to be perfect.

The sensitivity of bixbyite and sitaparite to corrosion is according to different authors, rather differente, although most of them agree that the majority of reagents do show negative results. Orcel and Pavlović have obtained more or less positive results for bixbyite from Utah by the concentrated HCl, then by $SnCl_2$, H_2O_2, as well as by some mixtures of the mentioned reagents. Schneiderhöhn and Christie found sitaparite to be almost completely resistant to all reagents with the exception of the concentrated HF, that induces structural corrosion, whereas Orcel and Pavlović presented positive results for concentrated HNO_3, HCl. $SnCl_2$ and $H_2O_2+H_2SO_4$. Ramdohr confirmed the first two reactions at sitaparite. Finally de Villiers stated that patridgeite from Postmasburg is corroded with H_2O_2 and H_2SO_4 (1:1).

OCCURRENCE OF PATRIDGEITE FROM KURATICA

The described mineral occurs mainly in the area of village Kuratica, generaly in pebbles along the streams that contain the pebbles of other manganese ore as well. The ores Fe, Fe-Mn and Mn have been known to exist in this locality, and only recently they have been investigated in detaile (Vujanović, Popović, Cvetić, 1965). The primary manganese ore has been determined to occur in hornfells and crystallined limestones. Mineral bixbyite-patridgeite has not been found up to the present as the primary mineral, even not in situ when it occurs and where its paragenetic relationship with the primary minerals of manganese might be observed. With regard to primary minerals, it belongs to younger generations replacing them along the fractures or metasomatically as well.

Several pebbles have provided necessary data for further investigations of the described patridgeite, including a number of polished sections. Here the bixbyite is associated with braunite, pyrolusite and »psilomelane«. In some of the sections bixbyite represents the oldest mineral, whereas in the others the matrix is represented by the primary sedimentary porosive braunite containing hornfells as an impurity in a lesser degree, subsequently crystalized and replaced by the later generations of minerals, i. e. by bixbyite-patridgeite, braunite II, pyrolusite etc.

In some sections bixbyite-patridgeite occurs exclusively in the form of crystals ranging up to 7 mm, but in the others in form of grains of variable size and zones. Crossents of the polished sections are rather different corresponding to the square, rectangular, rhomb, rhombohedron, trapezoid and triangles, giving the impression that the system is not exclusively cubical.

Detailed investigations have indicated the cube as the basic and only form of patridgeite crystals. They have also demonstrated the stated crossants as a result of the perfect cleavage parallel to the cube and octahedron. Due to the rather strong pressure patridgeite was subjected to after its formation, the certain parts of crystals have started separating along the cleavage to be intermeshed subsequently into the later formed minerals. Consequently they appear today in pseudo-crystal forms.

In the reflected ligh patridgeite is rather similar to braunite with a light-yellowish shade, more readily observable in the oil. Its relief is slightly lesser than that of braunite and is polished in the same way. Quantity of the reflected light is almost identical with that of braunite, so that it is not easy to distinguish there two minerals in the air. It is possible only in the oil where braunite is rather darker than the patridgeite.

The stated properties are therefore identical with those characteristic for minerals belonging to bixbyite group described in literatura.

Bixbyite-patridgeite is frequently and in some sections almost regulary anisotropic. Anisotropy ranges from poor to rather pronounced one. Particularly easily it could be observed when the Nicols are not crossed completely. As a rule anisotropy indicates the zonar or lamellar structure of this mineral, whereas along the planes of isotropy they could be disclosed only by microcorrosion. In some sections the structure of patridgeite is almost exclusively zonar.

Paragenetic relationship between bixbyite-patridgeite and other minerals is rather clear. As we have already pointed patridgeite is younger than the primary braunite which occurs in a hornfells, replacing it in the forms of veintlets or along the grain boundaires respectively. All other minerals were formed after patridgeite. This was also confirmed by the interclusions of patridgeite crystals in these minerals or by their cementation with them as well as due to the almost regular intersections or fractures of patridgeite filled with minerals belonging to the younger generations.

Although bixbyite-patridgeite is commonly located in pyrolusite, the direct contact between these two minerals is lacking. The contact with braunite forming halloes round the grains and crystals of patridgeite is rather evident. At the same time this is a clear indication that braunite II was formed before pyrolusite. Braunite II is usually coarse grained, sometimes crystallined, with the size of the crystals ranging up to the 0.5 cm. Generally the replacement of patridgeite by pyrolusite is not well pronounced, due to the fact that pyrolusite as a rule occurs in the form of coarse grains and in crystalline zones, that represent the patridgeite matrix. The fractures inside the patridgeite crystals and zones are mainly filled by »psilomelane« that corrodes the bixbyite replacing it in the form of veinlets up to a few tenths of microns thick. On the other hand »psilomelane« cements the fractured patridgeite grains, occuring occasionely in the form of smaller zones.

Chemical composition of the investigate bixbyite-patridgeite

Chemical analysis of the investigated mineral (Z. Červenjak) gave the content of Mn_2O_3 of 98.36%, while the spectrochemical analyses (M. Arsenijević) gave the results expressed in ppm:

Table I

Analysis I		Analysis II	
Mn	> 1%	Mn	> 1%
Pb	12	Pb	30
V	2	Mo	5
Cu	18	Ca	900
Ni	80	V	10
Co	3	Ti	150
Cr	50	Cu	6
Ba	> 1700	Ba	4500
Sr	20	Sr	140
Ca	700	Ag	1
Ag	1	Ni	1300
Fe	170	Fe	800
Ti	70	Zr	15
Al	600	Co	70
Mg	300	Cr	220
Zr	17	Mg	200

Other elements in the wavelenght range 2800—5000 Å were not detected.

As it might be concluded from the presented data, the majority of the elements of the investigated wavelenght range either have not been determined, or have been found only in slight amounts.

X-ray difraction

For the x-ray studies a crystal of patridgeite was selected in the form of a cube as well as a few fragments with the cross in the form of rectangulars, trapezes, triangles and rhombs. Five diagrams of powder data were made and all of them were mutually identical. Unit cell was calculated out of the most successful diagram.

X-ray recording was performed in a chamber of a 57.3 mm in a diameter by the Fe-antikathode and manganese filter. Reading was done on Hilger's reader with the accuracy of ± 0.05 mm.

The most successful x-ray powder film pattern gave the following results:

Table II

I	dÅ	I	dÅ	I	dÅ
5	3.84	3	1.524	2	1.175
10	2.71	1	1.483	2	1.158
1	2.515	4	1.450	2	1.138
4	2.345	7	1.416	2	1.122
5	2.005	3	1.382	1	1.107
5	1.842	2	1.354	1	1.092
1	1.716	1	1.303	4d	1.079
9	1.660	2	1.281	3d	1.052
1	1.608	1	1.254	2d	1.054
1	1.560	1	1.195		

a=9.4010 Å

Diagram of powder agrees almost completely with the already known diagrams of bixbyite, and unit cell range agrees with the results already given for bixbyite and synthetic patridgeite.

Sensitivity to corrosion

Sensitivity to corrosion of the described material was examined by about 15 reagents. Some of them were not used up to that time. The obtained results are the following:

Positive	Negative	
H_2O_2 (30%)	$FeCl_3$	saturated
HF conc.	H_2SO_4	2n
KOH 3n	HCl	2n
NaOH (30%)	HNO_3	2n
$SnCl_2$ (50%)	HNO_3	(20%)
H_2SO_4 concen.		
HCl concen.		
HNO_3 concen.		
K_4/Fe (CN) 2/6. 1n		
Aqua regia		

Structural corrosion of the wariable intensity was achived by the following reactives:

$SnCl_2$, HCl conc., K_4 /Fe $(CN)_2$/6. ln, H_2SO_4 + HNO_3

In some cases the formation of chloride and fluoride crystals was observed, generally during the drying process (evaporation) of the reagents.

The above stated results obviously demonstrate that the majority of the reagents in the concentrated state corrode the described patridgeite. The intensity of the corrosion is not always the same. Generally the corrosion takes place on the coatings, where it can be rather easily removed, or on the certain parts of the grains and crystals. The number of the reagents inducing the structural corrosion is apparently great, but the degree of the corrosion is rather low. One should also add that the mineral has been exposed to the attacks of the duration ranging from 5—10 minutes what is considered as appreciably above the average.

It should be also pointed out that almost all positive results referring to the minerals of the bixbyite group have been confirmed by the stated technique, indicating that all disagreements should be attributed to the variable chemism, or to rather short duration of the corrosion.

*

The results discussed above indicate the good agreement between the optical properties and the structure of the reported mineral and the values already known for bixbyite. Considerations should be given to its chemism that apparently corresponds to the variety of patridgeite. Described mineral might be easily distinguished from bixbyite by its anisotropy and its lamellar structure. On the other hands the complete absence of those differences between sitaparite and patridgeite was determined. Available evidence also suggests that the described mineral commonly appears in the shape of a cube, i.e. the combinations with icositetrahedron and octahedron regulary are lacking. Another notable feature is the perfect cleavage (up the present time unreportet in literature) in the polished section, parallel to the cube, as well as to the octahedron. It must be also mentioned that the described patridgeite might be lamellar. Due to this it is

possible to draw the conclusion that lamellarity in bixbyite group of minerals can not be always attributed to the complex isomorphism, as it has been assumed by some authors.

ORIGIN OF BIXBYITE-PATRIDGEITE

According to the recent conception mineral bixbyite has been forming by the regional or contact-metamorphism of sedimentary manganese deposits, or by exalative-pneumatolytic way at the temperature up to 850° (R a m d o h r). Under definite conditions it is also formed by the synthesis of braunite and hematite, as a result of rather strong regional (S c h n e i d e r h ö h n), or contact (V u j a n o v i ć) metamorphism of the original sedimentary manganese deposits. According to V u j a n o v i ć (1961) bixbyite (sitaparite) from Cer (Yugoslavia) is partially formed catathermally during the regeneration of the primary Fe-Mn deposits.

Up to date investigations have shown that patridgeite from Kuratica does not occur as a normal member of the sedimentary manganese and iron deposits of the described area and that is obviosly younger than the primary manganese minerals of this type. However, the available data on its occurrence are rather insufficient to provide the correct conclusions. Nevertheless, we are of the opinion that the contact-metamorphic regeneration of the primary manganese took place, during which, besides bixbyite, braunite and manganite (later transformed to pyrolusite) must have been formed too. This also provides rather satisfactory explanation for the high contents of nickel, chromium and titane in some of bixbyite samples, i. e. the same elemente that have been already observed (sometimes in rather high concentrations) in the primary manganese ore. Recent concepts on the conditions necessary for the formation of the bixbyite group minerals relatively coarse grained crystals, and finally the apparent absence of iron minerals in the samples in which bixbyite occurs (that in our opinion contributed to the formation of relatively pure Mn_2O_3) — all this might be considered as rather strong support for the stated hypothesis. This of course does not exclude the possibility for further discoveries of the occurrences of other varietes of the bixbyite group in the stated area.

(Manuscript gave for publication, May, 1967)

REFERENCES

1. D a n a J. D.: 1963 — The system of mineralogy. Vol. I, seventh edition.
2. D e s h p a n d e S. P.: 1960—1962 — On the origin of sitaparite in the gonditic manganese ores of old M. P. — J. Univ. Geol. Soc. Nagpur. № 1—6.
3. D e V i l l i e r s J. E.: 1943 — A preliminary description of the new mineral patridgeite. — Am. Min. 28, 336.
4. D e V i l l i e r s J. E., F l e i c h e r M.: 1943 — A discussion: Bixbyite-sitaparite--patridgeite. — Am. Min. 28, 468.
5. F e r m o r: 1909 — Geol. Sur. India, Rec. 37. 199.
6. F e r m o r: 1909 — Geol. Sur. India, Mem. 37, 49.
7. M a s o n B.: 1942 — Bixbyite from Langban. The identity of bixbyite and sitaparite. — Geol. Fören. Förh. 64, 117—142.
8. M a s o n B.: 1943 — Mineralogical aspects of the system FeO—Fe_2O_3—Mn_2O_3. — Geol. Fören. Förh. 65, 97—180.
9. M o n t g o m e r y: 1934 — Am. Min. 19, 82.

10. Orcel J., Pavlovitch S.: 1931 — Les charactères microscopiques des oxydes de manganese et des manganites naturels. — Bull. Soc. Franc. Min. 54, 108—179.
11. Pabst: 1938 — Am. Min. 23, 342.
12. Penfield and Foote: 1897 — Am. J. Sc. 4, 105.
13. Ramdohr P.: 1956 — Die Manganerze. — XX Cong. geol. intern. Mexico.
14. Ramdohr P.: 1960 — Erzmineralien und ihre Verwachsungen. — Akad. Verlag. Berlin.
15. Schneiderhöhn H., Ramdohr P.: 1931 — Die Lehrbuch der Erzmikroskopie. Band II. Berlin.
16. Schneiderhöhn H.: 1962 — Erzlagerstätten. Jena.
17. Vujanović V.: 1961 — Mineralogija manganskog ležišta Cer (Kičevo). — Glas Prirod. muz. srp. zemlje. Serija A.
18. Vujanović V.: Mineralogija, geohemija i geneza sedimentnih manganskih ležišta Jugoslavije. Dissertation (unpublished).
19. Vujanović V., Popović R., Cvetić S.: 1965 — Pojave i ležišta gvožđa i mangana u oblasti Kuratice kod Ohrida. — Zapisnici Srpskog geol. društva.
20. Zachariasen: 1928 — Zs. Kr. 67, 455.

Rezime

VOJISLAV VUJANOVIĆ
MOMČILO VUKASOVIĆ

POJAVA BIKSBITA — PATRIDŽEITA KOD OHRIDA

(sa 2 slike)

U ovom radu prikazan je jedan mineral iz grupe biksbita, nazvan patridžeit, koji predstavlja čist Mn_2O_3 i koji je do sada otkriven jedino kod Postmasburga u Južnoj Africi. Patridžeit iz Postmasburga, međutim, nije rendgenski analiziran, a hemijska analiza rađena je na nečistom materijalu, tako da je ovo prvo potpuno proučavanje navedenog minerala i prva odredba elementarne ćelije prirodnog patridžeita.

Patridžeit iz Kuratice uglavnom se javlja u valucima po potocima koji sadrže i valutke druge manganske rude. U ovoj oblasti još od ranije su poznate, a u novije vreme prilično dobro ispitane Fe-Mn i Mn-rude (Vujanović, Popović, Cvetić, 1966), pri čemu je utvrđeno da se primarna manganska ruda javlja kako u rožnacima tako i mermerastim krečnjacima. Kao primaran mineral patridžeit do danas nije konstatovan u navedenoj lokalnosti i on je uvek mlađi od primarnih minerala mangana.

Njegovi paragenetski odnosi sa primarnim mineralima mogli su biti proučeni u rožnacima u kojima od primarnih minerala dominira braunit i gde se jasno vidi da se patridžeit utiskuje u rožnac u vidu žilica, ili metazomatski.

Patridžeit je obično dosta krupnozrn, a često je i kristalan, pri čemu veličina kristala može da iznosi blizu 1 sm. Reč je, po pravilu, o kristalima kocke, dok kombinacije sa oktaedrom sasvim izostaju. Međutim, preseci patridžeita u mikroskopu mogu biti vrlo raznovrsni i odgovaraju kvadratu, pravougaoniku, rombu, romboedru, trapezu i trouglovima, što je posledica savršene cepljivosti patridžeita paralelno kocki i oktaedru, koja je naročito došla do izražaja usled pritiska.

U odbijenoj svetlosti patridžeit je vrlo sličan braunitu, ali poseduje mrkastožućkastu nijansu u boji, koja dolazi do izražaja u ulju. Reljef

mu je jedva primetno manji od onog kod braunita a količina odbijene svetlosti za nijansu veća što se jasno uočava pri radu sa uljem. Patridžeit je često anizotropan, zonaran, odnosno lamelaran. U nekim preparatima patridžeit je isključivo zonarno građen. Paragenetski odnosi patridžeita sa ostalim mineralima u celini uzev su vrlo jasni. Kao što smo već rekli patridžeit je mlađi od primarnih manganskih minerala, dok su svi epigenetski minerali mangana mlađi od patridžeita. To su braunit II, manganit, piroluzit i psilomelan.

Hemijska analiza koju je izvršio Z. Červenjak pokazala je da se radi o čistom Mn_2O_3 (98,36%), a to važi i za spektralnu analizu (str. 83). Rendgenska ispitivanja (str. 83) pokazala su takođe da se radi o mineralu iz grupe biksbita, kojoj pripada i ispitivani patridžeit.

Sposobnost korodovanja patridžeita ispitivana je pomoću petnaestak reagensa, pri čemu su korišćeni i neki do sada neprimenjivani (str. 84). Ovim postupkom su potvrđeni skoro svi raniji pozitivni rezultati koji se odnose na minerale iz grupe biksbita, iz čega proizilazi da sva poznata neslaganja treba pripisati promenljivom hemizmu u različitim slučajevima, odnosno nedovoljno dugom napadu.

Iz svega navedenog može se zaključiti da opisani mineral ni po svojoj strukturi, niti po optičkim osobinama ne odstupa od vrednosti koje su poznate za biksbit, a da po svom hemizmu odgovara varijetetu patridžeitu. Od biksbita navedeni mineral se razlikuje anizotropijom i lamelarnom građom, dok u pogledu na sitaparit ove razlike ne postoje. S druge strane upadljivo je da se opisani mineral javlja isključivo u oblicima kocke, što će reći da redovno izostaju kombinacije sa ikositetraedrom i oktaedrom, koje su karakteristične za minerale iz grupe biksbita. Takođe je potrebno podsetiti se da opisani patridžeit može da bude lamelaran, što u isto vreme dokazuje da lamelarnost kod minerala iz grupe biksbita ne mora da bude posledica složenog izomorfizma, kako to P. Ramdohr i neki drugi autori smatraju.

Interesantan je način postanka opisanog patridžeita. Prema današnjim shvatanjima mineral biksbit nastaje regionalnim ili kontaktnim metamorfizmom sedimentnih manganskih ležišta, odnosno ekshalativno-pneumatolitskim putem na temperaturi do 850°. Pod određenim uslovima on se stvara sintezom iz braunita i hematita kao posledica jakog regionalnog (Schneiderhöhn), odnosno kontaktnog (Vujanović) metamorfizma prvobitno sedimentnih ležišta mangana. Biksbit (sitaparit) iz Cera delom nastaje i katatermalnim putem i to prilikom regeneracije primarnog Fe-Mn-ležišta.

Patridžeit iz Kuratice ne javlja se kao normalni član sedimentnih ležišta mangana i gvožđa iz opisane oblasti i očigledno je mlađi od primarnih minerala mangana ovog tipa. Međutim, podaci o njegovom načinu pojavljivanja su nedovoljni da bi se doneo siguran zaključak u navedenom smislu. Mišljenja smo ipak da se radi o kontaktno-metamorfnoj regeneraciji primarnih manganskih minerala u toku koje su, pored patridžeita, stvarani još braunit i manganit (docnije pretvoren u piroluzit) čime bi se ujedno mogao objasniti i visok sadržaj nikla i dosta visok sadržaj hroma i titana u nekim primercima patridžeita, dakle onih istih elemenata koji su zapaženi i u primarnoj manganskoj rudi, nekad takođe u visokim koncetracijama.



Fig. 1. Crystals and fragments of patridgeite crystals (grey-black). Cemented by braunite Above and to the left pyrolusite with cleavage. Patridgeite has been corroded with conc. HCl, as well as pyrolusite along the cleavage. Magnified 45 ×.

Sl. 1. Kristali i fragmenti kristala patridžeita (sivocrn), cementovani mladim braunitom (svetlosiv). Cepljivi mineral gore i levo je piroluzit koji potiskuje oba minerala. Patridžeit je napadnut sa konc. HCl. Uvećano 45 ×. Vazduh.

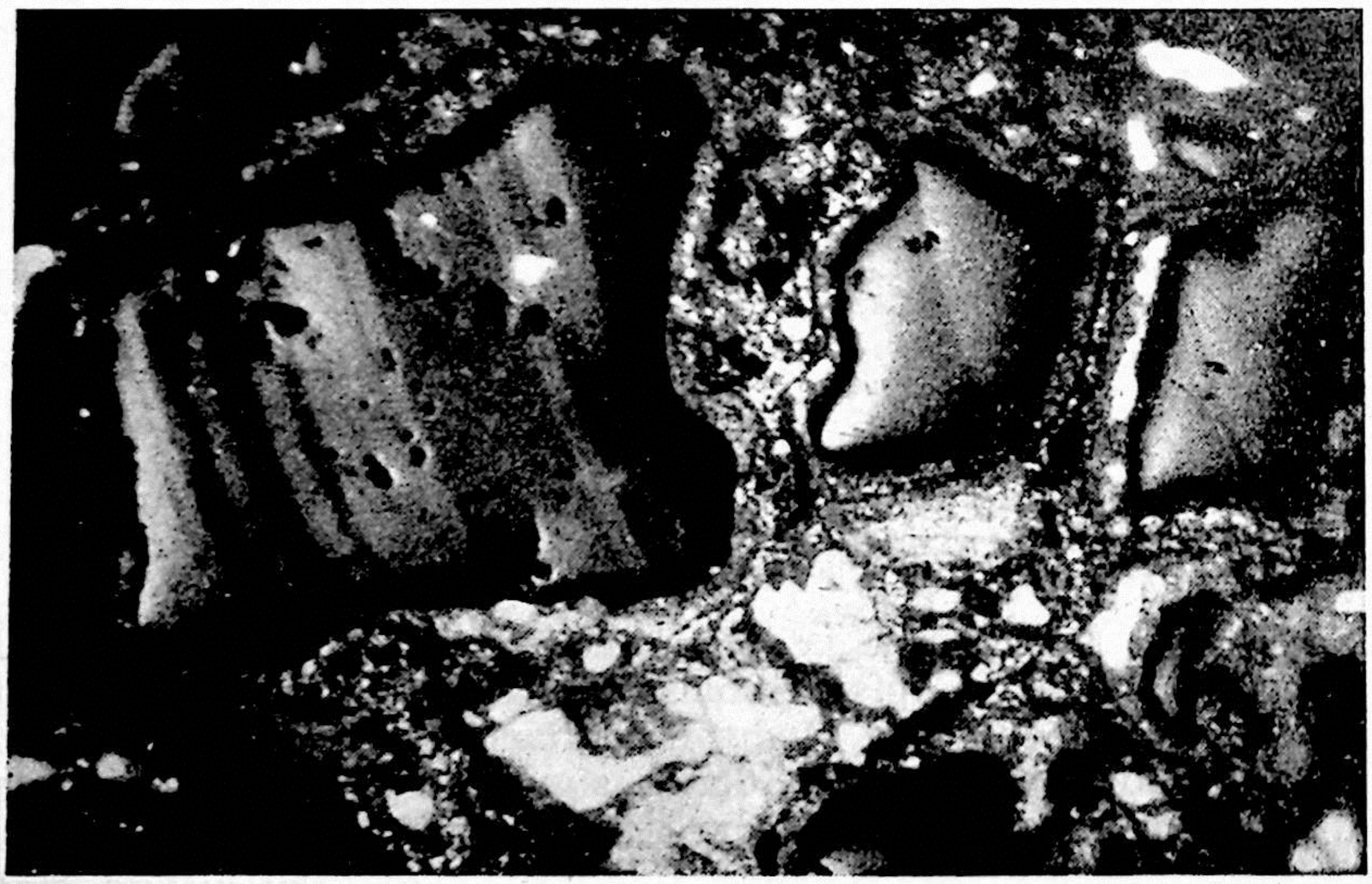


Fig. 2. Fragments lamellar patridgeite in a matrix of chalcedony (grey-black) and »psilomelane« (almost white). Magnified 160 ×. Oil. (+ N).

Sl. 2. Fragmenti lamelarnog patridžeita u osnovnoj masi kalcedona (sivocrn) i »psilomelana« (skoro beo). Uvećano 160 ×. Ulje. (+ N).

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

MILORAD ARSENIJEVIĆ

UDK: 550.42:546.34

O GEOHEMIJI Li U BIOTITSKO-AMFIBOLSKOM TIPU GRANITA (RAVNO BUČJE — STARA PLANINA)

(sa 8 tabela i 9 slika)

U ovom članku su izneti rezultati proučavanja uticaja različitih hemijskih elemenata ili nekih minerala na koncentrisanje Li u biotitsko-amfibolskom tipu granita (R. Bučje, Stara planina). U skladu sa poznatim i osnovnim kristalohemijskim principima utvrđeno je da je biotit glavni koncentrator Li u ovom granitu. Koncentrisanje Li je uslovljeno prisustvom dela Mg koji ulazi u strukturu biotita, što se potvrđuje korelacionom analizom. Usled toga je došlo do koncentrisanja glavnih količina Li u magmatskoj fazi koja je dala starije granite. S obzirom da postoji veza između Li i feromagnezijskih sastojaka stena, povoljnih strukturnih osobina za izomorfizam Li-Mg, sasvim je opravdano opadanje sadržaja Li u pravcu mlađih kiselijih diferencijata.

Zapaženo je takođe da je primarna raspodela litijuma u površinskom delu masiva značajno poremećena usled sekundarnih procesa koji su osiromašili biotit litijumom. Usled toga, sadašnja raspodela, pored primarne neujednačenosti sadržaja Li, ne odgovara prvobitnoj, naročito u granitima koji su jače zahvaćeni alteracijom, što je karakteristično za područje Stare planine.

Uprkos albitizacionim procesima u nekim delovima masiva raspodela sadržaja Li je uobičajena za granite. Albitizacija nije uticala na porast sadržaja Li čak ni u onim slučajevima gde je ona izrazito naglašena.

U našoj zemlji se tek od nedavno pristupilo izučavanju raspodele litijuma (lit. 1, 2, 6, 13, 14, 11, 12). Usled toga, još uvek nisu utvrđene zakonitosti njegove raspodele u našim stenama. To proizilazi još i zbog ispitivanja malog i nereprezentativnog broja uzoraka za razne masive koji nisu ni mogli da daju sigurniju sliku rasporeda i raspodele ovoga elementa u granitoidima. Posebno je pitanje što geohemijske metode analize uslova koncentrisanja nisu bile ili nisu mogle da budu primenjene.

Cilj ovih proučavanja je da se na osnovu već utvrđenih i u svetu proučenih kristalohemijskih zakonitosti u raznim uslovima geohemijskim metodama bliže ispita raspored Li u biotitsko-amfibolskom tipu granita. Pri tome je korišćeno mikroskopsko, spektrohemijsko i hemijsko određivanje sastojaka granita i minerala, a zatim termička analiza i statistička analiza prikupljenih podataka.

OPŠTE ODLIKE GRANITOIDA

Granitoidni masiv (Ravno Bučje, Stara planina) čini deo manjeg granitskog tela koje se završava u Bugarskoj (lit. 13, 14, 8). Obodne formacije su amfiboliti, amfibolski gnajsevi, amfibolski škriljci, filiti, hloritski škriljci, a nekada se javljaju i slabije izraženi skarnovi.

Magmatske stene su predstavljene biotitsko-amfibolskim i biotitskim granitima koji se sreću na obodu ili u vidu manjih masa u masivu. Često su porfiroidne teksture. Po hemijskom sastavu ove stene su kalkoalkalni akeritski graniti sa prelazom u monconite i granodiorite (lit 13, 14, 8). Karakterišu ih glavni mineralni sastojci kao kvarc, kiseli plagioklas, ortoklas, biotit, amfibol, epidot, zatim sfen, apatit, cirkon i rudni minerali.

Osnovne razlike između ova dva tipa granita sastoje se u tragovima ili odsustvu amfibola u biotitskom granitu i većoj zastupljenosti biotita u biotitsko-amfibolskom granitu. Starosti su iste i računa se da je ova granitska intruzija nastala pre 282 miliona godina (lit. 7), slično kao i suvodolska u SZ delu Stare planine.

Mikrograniti su samo pojava u vidu manjih proboja, uglavnom u obodnom delu masiva. Oni predstavljaju mlađu alkalniju fazu sa odnosom K/Na=1,7 za razliku od osnovnih tipova granita gde ovaj jedva dostiže do 1,4, a karakteriše ih vrednost oko 1,00.

Mestimična albitizacija ogleda se u opadanju odnosa K/Na do 0,4 i to u obodnom delu masiva, na području biotitskih granita. Jači alteracioni procesi se zapažaju na mikrogranitima, a prisutno je i površinsko raspadanje granita.

Uticaj granitske magme, koja je jasno kontaminirana okolnim bazičnijim omotačem, izražen je u vidu skarnova, obrazovanja kornita u kontaktnom delu i migracije litijuma prema silifikovanom kornitskom omotaču. U kornitima se javlja sadržaj Li do 70 gr/t, u hloritskim i epidotskim škriljcima do 100 gr/t, dok u kontaktnim neizmenjenim amfibolskim stenama sadržaj ovog elementa ne prelazi 10 gr/t.

OPŠTI RASPORED LITIJUMA U GRANITIMA

Sadržaj litijuma u granitima (R. Bučje) kreće se u granicama od 3—90 gr/t. Pri tome se ovaj u biotitskom tipu nalazi u sadržajima od 12—90, u biotitsko-amfibolskom 12—66, dok u mikrogranitu i aplitima jedva dostiže 4 gr/t. Kao što se vidi, varijacije sadržaja litijuma u oba tipa granita, izuzev mikrogranita, toliko su male da se gotovo ne zapažaju na statističkim parametrima γ i $\bar{X}$. Disperzija Li za biotit-granite ($\sigma=0,29$) i biotit-amfibolske ($\sigma=0,23$) je veoma mala. To se jasno potvrđuje kritičnom razlikom (t) između geometrijskih sredina za Li u posmatranim granitima.

Kritična razlika $t=\dfrac{\bar{\gamma}_1-\bar{\gamma}_2}{s}$, gde je »$s$« srednja greška disperzije, nalazi se ispod nivoa $P_{005}=2,08$ i $P_{001}=2,83$. Stoga su razlike srednjih vrednosti kod oba tipa granita beznačajne u pogledu formiranja posebnih populacija Li, što znači da je u pitanju monofazna intruzija granita. Pojava da se $t=5,2$ za Mg nalazi iznad $P_{005\%}$ i $P_{001\%}$ označava da se ovi tipovi granita ipak hemijski razlikuju, a što proizilazi iz znatno većeg obogaćenja biotitsko-

-amfibolskog granita mineralima nosiocima magnezijuma, koji karakterišu više delove masiva, kao i biotitom čije su varijacije izrazite (2—15%). Ujednačenost raspodele i nešto niže srednje vrednosti Li u amfibolskom tipu samo indiciraju da ukupna količina magnezijuma nema većeg uticaja na koncentrisanje ovoga elementa u ovim granitoidima, niti se sreću izrazita obogaćenja litijumom jednog u odnosu na drugi tip. Koeficijent koncentracije Li u biotitskom tipu iznosi 1,06 u odnosu na biotitsko-amfibolski, što je potpuno zanemarljiva činjenica (+0,06).

Međutim, treba istaći sledeće probleme:

a) uticaj kiselosti na raspodelu Li;

b) raspodela Li i uticaj MgO + FeO komponenata.

Tabela 1

Statistički parametri za Li, Mg i biotit u granitu Ravnog Bučja

Vrsta stene	Geomet. sred. Li gr/t	Aritmet. sred. Li gr/t	MgO %		Biotit %	Li× 1000/Mg
	γ	X	γ	X	X	
Biotit-granit	31	39	0,93	0,99	3,04	3,1
Biotitsko-amfibolski granit	29	29	1,71	1,74	9,22	1,8
Ceo masiv N=24	30	34			8,63	

Tabela 2

Sadržaj nekih komponenata u granitoidima Ravnog Bučja
B-biotitski granit; Ba-biotitsko-amfibolski granit

Br. uzoraka	Li gr/t	Biotit %	Mg %	K_2O/Na_2O	
1.	90	12,64	2,62	0,88	
2.	41	5,96	0,72	0,92	
3.	70	8,42	0,52	1,12	
4.	70	5,25	0,68	0,98	B
5.	12	6,02	0,33	0,82	
6.	3	0,14	0,24	1,77	(mikrogranit)
7.	14		0,25		
8.	24	10,02	1,00	0,88	
9.	30	3,41	0,35	1,23	
10.	4	2,86	0,20	1,45	
11.	70		2,00	1,12	(biotit kornit)
12.	24	4,49	0,79	0,93	
13.	16	9,06	0,76	0,95	
14.	25	6,33	0,79	0,97	
15.	45	9,18	1,33	1,00	
16.	45	11,49	1,90	0,88	BA
17.	30	8,35	1,07	0.97	
18.	35	2,15	1,00	0,99	
19.	35	8,17	0,80	1,14	
20.	30		1,20	0,95	
21.	24	8,04	1,00	1,06	
22.	40	15,01	1,00	0,90	
23.	12	3,09	0,80	0,98	
24.	17	7,35	0,70	0,44	
25.	66	7,95	1,25		

Ako se posmatra raspodela Li u odnosu na porast kiselosti granitoida, imajući u vidu raspodelu Si, K, Ca i Mg, uočava se da najkiseliji tipovi u kompleksu pokazuju najveće osiromašenje litijumom $[(\frac{1}{3}\text{Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg}) : \text{Li}]$. Starija faza granita — biotitski i biotitsko-amfibolski tip — takođe pokazuje tendenciju negativne koleracije, čime se otkriva pojava da sa opdanjem kiselosti, prema biotitskim tipovima raste sadržaj Li. To utvrđuje ranije uočenu pojavu da neki feromagnezijski minerali granitoida nose glavne količine ovoga elementa i da su u normalnom procesu diferencijacije mlađe faze leukokratnih stena osiromašene Li (apliti) ukoliko ove nisu zahvaćene procesom grajzenizacije ili natrijskom metasomatozom (V. V. Ljahovič, 1963).

Tabela 3

Zavisnost sadržaja litijuma od kiselosti granitoida (Ravno Bučje)

Vrasta granita	Kiselost $(\frac{1}{3}\text{Si} + \text{K}) - (\text{Mg} + \text{Ca})$	Li gr/t	Vrsta granita	Kiselost $(\frac{1}{3}\text{Si} + \text{K}) - (\text{Mg} + \text{Ca})$	Li gr/t
Biotit-granit			Biotit-amfibolski granit		
5	22,49	12	13	19,13	16
1	17,01	90			
2	21,63	41	14	20,61	25
3	23,44	70	27	19,47	45
26	23,58	24	16	16,98	45
4	22,52	70	12	21,62	24
Mikro-granit	25,79	3	17	20,74	30

Sa druge strane, ponašanje litijuma u ovoj magmi, posmatrano kroz odnos $Li_2O \times 1000 : (MgO + FeO) \times 10 : SiO_2$, ukazuje na sledeće:

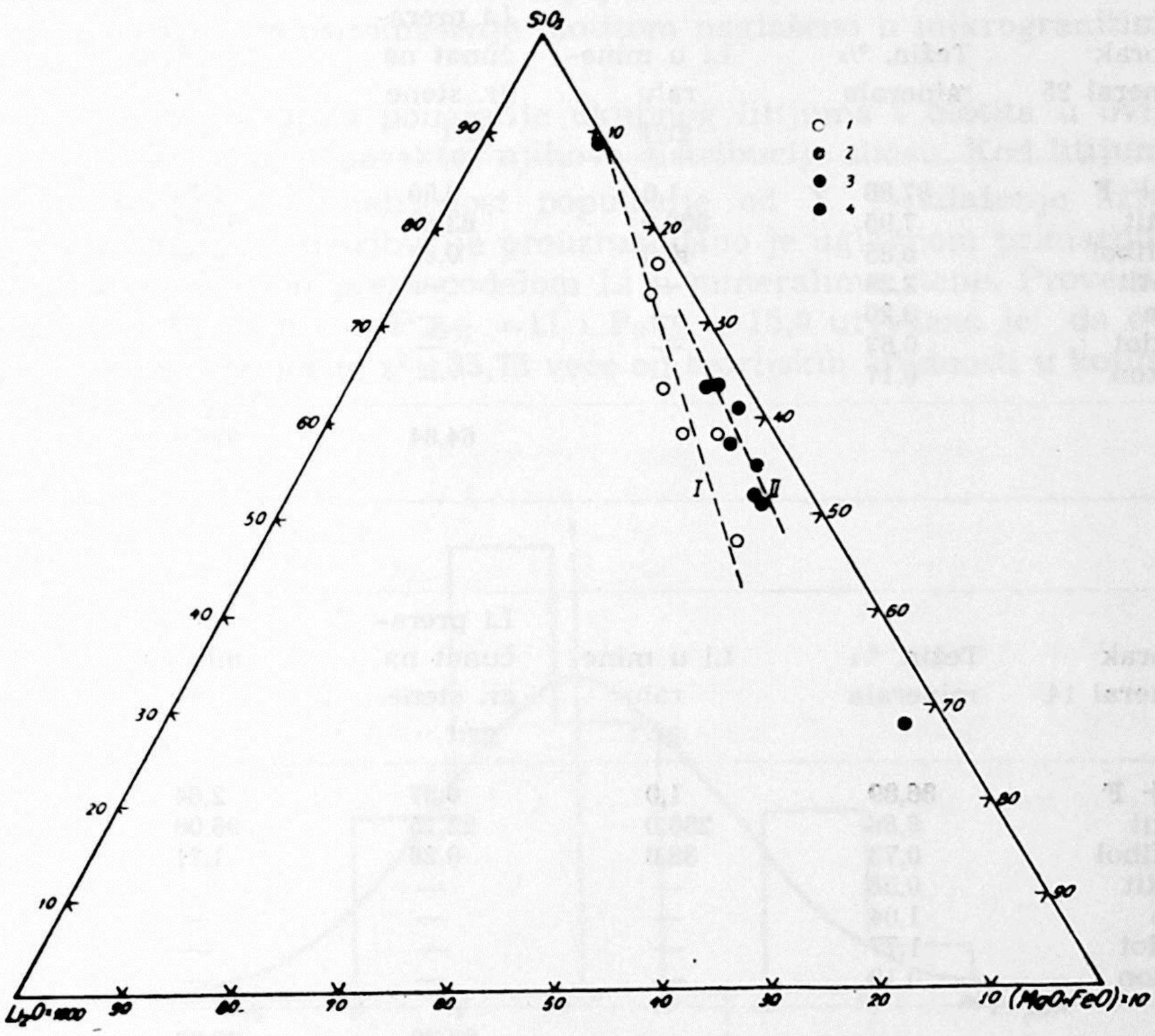
a) Sa porastom Si opada sadržaj Li

b) opadanje Li prati pad ukupne količine MgO i FeO.

U zadnjem slučaju, opadanje Li i Mg — Fe je utoliko jače izraženo ukoliko se količina biotita smanjuje (mikrogranit), a to znači magnezijuma. Ustvari, bez obzira da li ulogu ukupnog Mg^{++} u mlađem diferencijatu, u kome se njegov sadržaj smanjuje, preuzima FeO, oba tipa granita — biotitski i biotitsko-amfibolski — jasno pokazuju da porast kiselosti uopšte vodi opadanju sadržaja Li. Ovo je posebno naglašeno kod mikrogranta i aplita, što se sreće na širem prostoru ove oblasti.

U oba slučaja, bilo preko odnosa Li : Fe — Mg : Si ili kiselosti: Li, otkriva se zakonita veza između porasta kiselosti i opadanja sadržaja Li počev od starije prema mlađoj fazi granitoida. To je očigledno izraženo koeficijentom korelacije $r = -0{,}97\ [(\frac{1}{3}\text{Si} + \text{K}) - (\text{Ca} + \text{Mg}) : \text{Li}]$. Značaj koeficijenta r_1 na nivou $P_{005\%r_2} = -0{,}55$ i $P_{001\%r_3} = -0{,}68$, uz korekciju za broj uzoraka ($df = N - 2 = 11$), neposredno pokazuje da postoji nagla-

šena zakonitost u kretanju posmatranih komponenata ($r_1 > r_3 > r_2$). Visoka zavisnost kiselosti granitoida i litijuma dovodi do zaključka da mlađe faze nisu bile litijumonosne čak i u prisustvu mestimične albitizacije. Istovremeno, ovakva analiza daje pouzdan kriterijum značajan za izučavanje perspektivnosti na litijum ovoga kao i granitoida uopšte. To znači da odsustvo veze ovih komponenata u seriji ukazuje na ravnomernost raspodele



Sl. 1. Zavisnost Li od kretanja sadržaja SiO_2, MgO i FeO:
1. Biotit-granit; 2. — biotit-amfibolski granit;
3. — mikrogranit; 4. — amfibolit iz oboda.

Li; negativna korelacija, kao što je ovde slučaj, otkriva postepeno osiromašenje prema mlađim diferencijatima, a pozitivna korelacija bi nedvosmisleno indicirala nove procese koji bi bilo na koji način obogatili rastvor-rastop litijumom (bogastvo magme Li, metasomatske promene, grajzen) pokazujući tendenciju porasta sadržaja Li u mlađim fazama.

Iz svega izlazi, da se u našem slučaju najviši stepen obogaćenja litijumom postiže u glavnoj fazi intruzije biotitsko-amfibolskog, odnosno biotitskog granita. U vezi sa tim, raspodela litijuma u mineralima, putem geohemijskog balansa, ističe da je biotit glavni koncentrator ovoga elementa u magmatskom stadijumu stvaranja granitskog masiva (tabela 4). To odmah govori da upravo ovaj mineral upravlja i prostranom raspode-

lom Li. Kao što se vidi 96---98% Li je vezano za biotit (sveže stene), dok neznatan deo odlazi u druge minerale koji imaju sasvim podređenu ulogu u balansu Li u ovom tipu granita.

Tabela 4

Geohemijski balans litijuma u biotitsko-amfibolskom granitu (Ravno Bučje)

Uzorak mineral 25	Težin. % minerala	Li u mineralu gr/t	Li preračunat na gr. stene gr/t	Li na mineral %	Ukupni Li u u steni gr/t
Q + F	87,88	1,0	0,90	1,39	
biotit	7,95	800,0	63,60	98,08	
amfibol	0,85	40,0	0,34	0,52	
apatit	2,29	—	—	—	
sfen	0,20	—	—	—	66,0
epidot	0,63	—	—	—	
cirkon	0,17	—	—	—	
			64,84	99,99	66,00
					$A_s = -1,16$

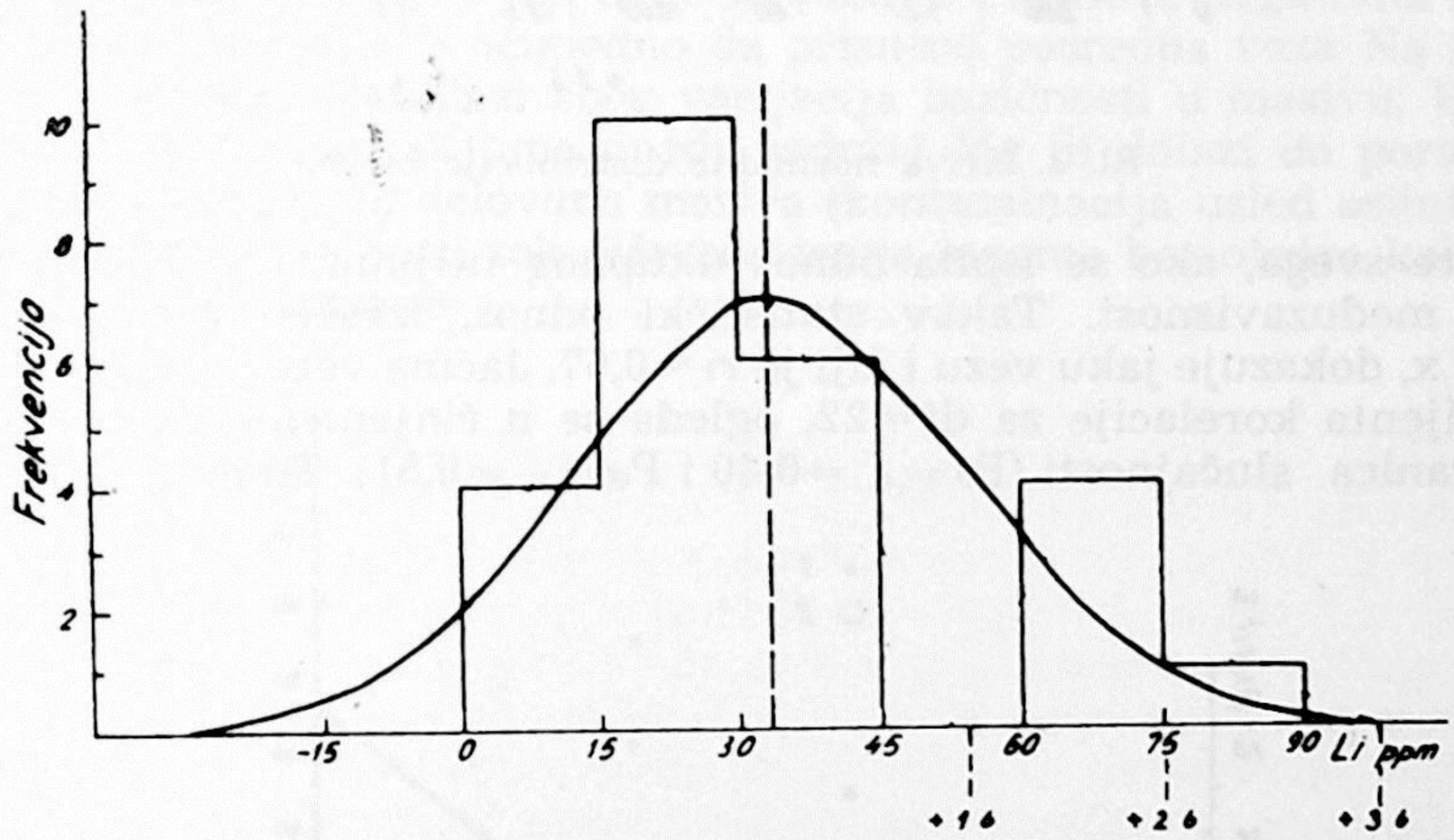
Uzorak mineral 14	Težin. % minerala	Li u mineralu gr/t	Li preračunat na gr. stene gr/t	Li na mineral %	Ukupni Li u u steni gr/t
Q + F	86,89	1,0	0,87	2,64	
biotit	8,86	250,0	22,15	96,08	
amfibol	0,73	38,0	0,28	1,21	
apatit	0,58	—	—	—	25,0
sfen	1,04	—	—	—	
epidot	1,77	—	—	—	
cirkon	0,10	—	—	—	
			23,30	99,83	25,0
					$A_s = -1,70$

Zastupljenost litijuma po mineralima, kako proizilazi iz njegovog balansa, bliska je ukupnom sadržaju u steni (Li = 66 ili 25 gr/t.). Ovakvo stanje, gde se ukupni Li u steni i Li preračunat preko minerala slažu u okviru greške od 1—6% razlike, besumnje je najbolja potvrda da masiv nije trpeo takve naknadne promene koje bi donele litijske minerale. Jer, ako njihovo prisustvo ili, pak, nekog drugog značajnog nosioca Li (muskovit, itd.) nije utvrđeno, odnos balansiranog i litijuma dobijenog u steni bio bi svakako poremećen. To znači da bi razlika između vrednosti sadržaja Li bila znatna i negativna u odnosu na ukupni litijum. Negativna razlika veća od 20%, u uslovima visoke preciznosti merenja količine minerala, Li u mineralima i steni, neminovno bi ukazala da je neki važan nosilac Li prisutan, a nije uzet u obzir pri obračunu Li, te se i sa te strane može kontrolisati litijumonosnost određene magmatske faze ili čitave serije.

ODNOS LITIJUMA I DRUGIH SASTOJAKA

Iz geohemijskog balansa proizilazi da je raspodela litijuma usko vezana za raspodelu biotita u masivu ne uzimajući za sada u obzir uticaj metasomatskih i epigenetskih procesa na stabilnost mikroelemenata u samom biotitu. Najveći sadržaji biotita se sreću upravo u višim delovima u zoni biotitsko-amfibolskog granita (lit. 11). U obodnom delu masiva, u biotitskom granitu, obično se smanjuje sadržaj biotita, uz odsustvo amfibola, a posebno je osiromašenje biotitom naglašeno u mikrogranitima i aplitoidnoj faciji.

Ako se uporedo ispita ponašanje ukupnog litijuma i biotita u ovim granitima zapaža se da je karakter njihove distribucije sličan. Kod litijuma se otkriva pozitivna asimetričnost populacije od $\bar{X}$. Razilaženje krive posmatrane i teorijske distribucije prouzrokovano je uglavnom primarnom a takođe i sekundarnom preraspodelom Li u mineralima stene. Proverom tipa raspodele Li na nivou $P_{.05\%} = 11$ i $P_{.01\%} = 15{,}0$ utvrđeno je da ova odstupa od normalne, jer je $\chi^2 = 35{,}73$ veće od teorijskih vrednosti u kojima je ova važeća (sl. 2).

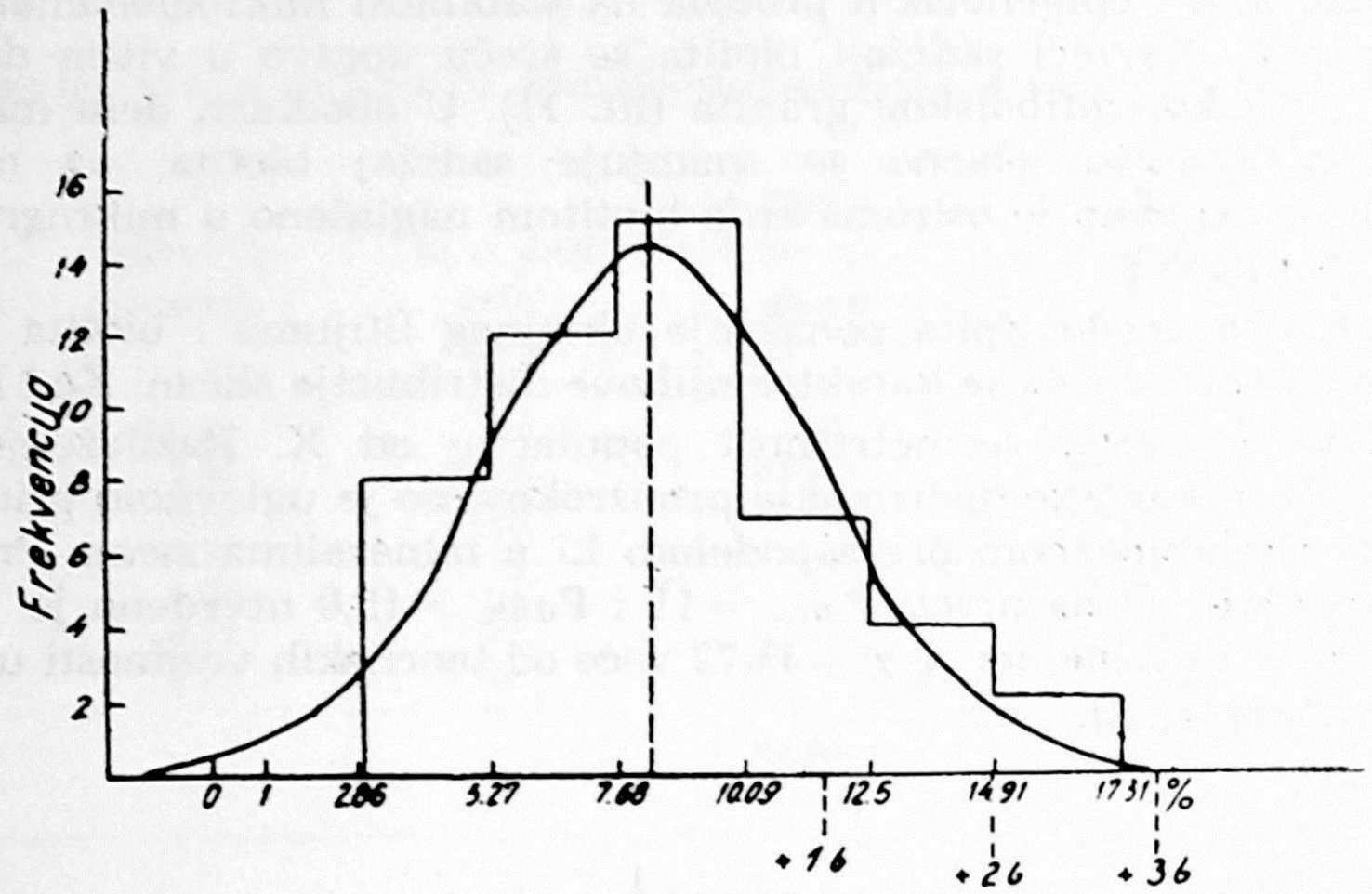


Sl. 2. Kriva normalne distribucije Li u granitu (Ravno Bučje)

U slučaju biotita takođe je izražena asimetričnost raspodele, a eksperimentalna teorijska kriva za biotit (sl. 3) odstupa od teorijske normalne distribucije. Iz odnosa teorijske i posmatrane raspodele $\left[\frac{(f_0 - f_1)^2}{f_1} = \chi^2\right]$ vidi se da $\chi^2 = 59{,}08$ leži van granica poverenja ($P_{.05\%} = 11{,}07$ i $P_{.01\%} = 15{,}09$), što znači da raspodela pripada nekom drugom tipu i da to nije slučajno.

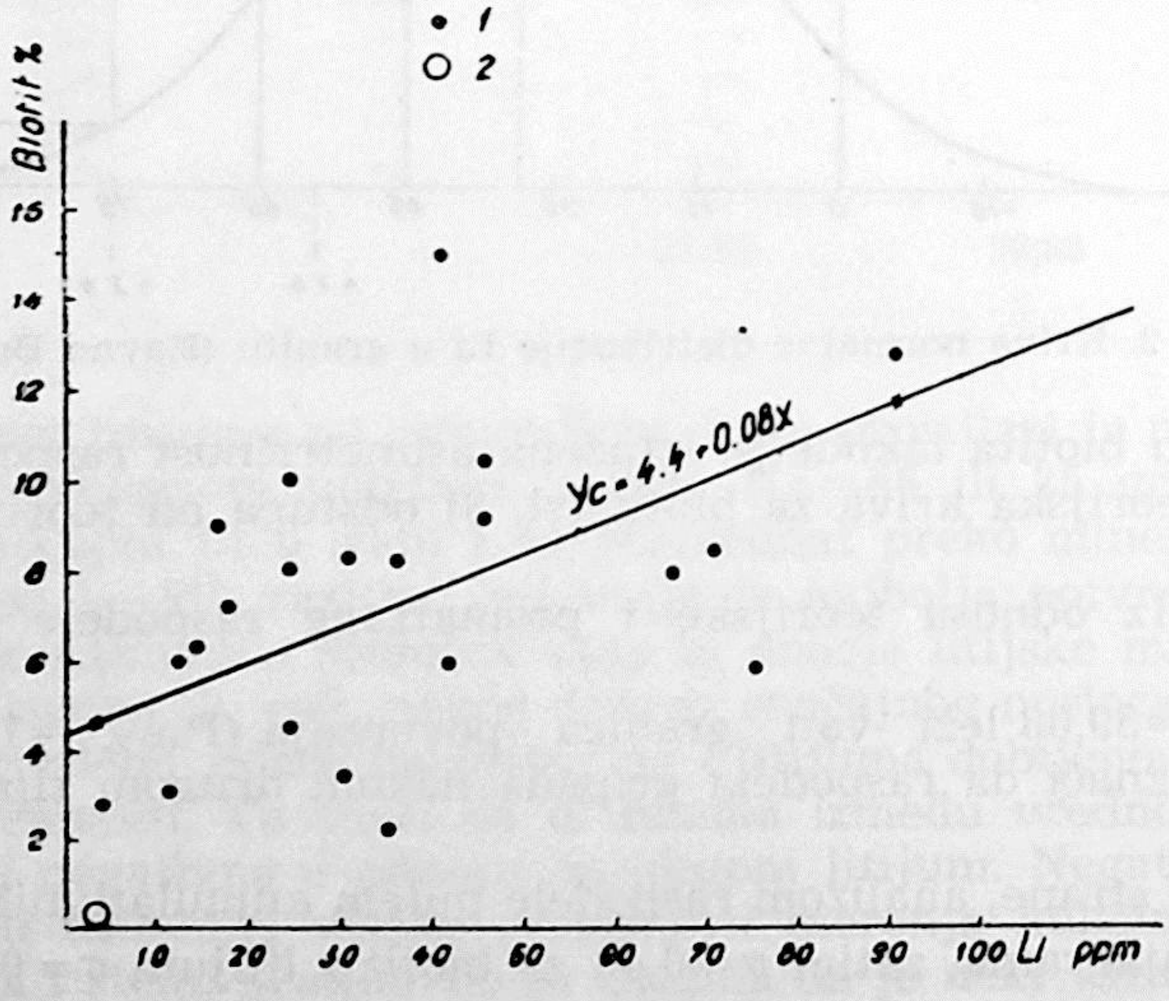
Sa druge strane, analizom raspodele putem kumulativnih frekvencija i Henrijevih dijagrama, zatim $\sigma = 0{,}43$ za biotit i litijum $\sigma = 0{,}76$ kao i $\bar{\gamma}$ za biotit (8,87%) i γ za Li (30 gr/t), pokazuje se da se obe komponente u masivu ponašaju po longormalnom zakonu.

Sličnost karaktera raspodele i sama pozitivna asimetričnost u oba slučaja navode na pitanje njihove međusobne veze kao i povezanost sa drugim sastojcima u granitima.



Sl. 3. Kriva normalne distribucije biotita

Pre svega, ako se ispita odnos ukupnog litijuma i biotita uočava se jasna međuzavisnost. Takav statistički odnos, izražen preko $Y_c = 4{,}4 + 0{,}08\,x$, dokazuje jaku vezu i čiji je $r_1 = 0{,}67$. Jačina veze, odnosno vrednost koeficijenta korelacije za $df = 22$, ogleda se u činjenici što se ovaj nalazi van granica slučajnosti ($P_{0{,}05\%r_1} = 0{,}40$ i $P_{0{,}01\%r_1} = 0{,}51$). Time je ustanovljena



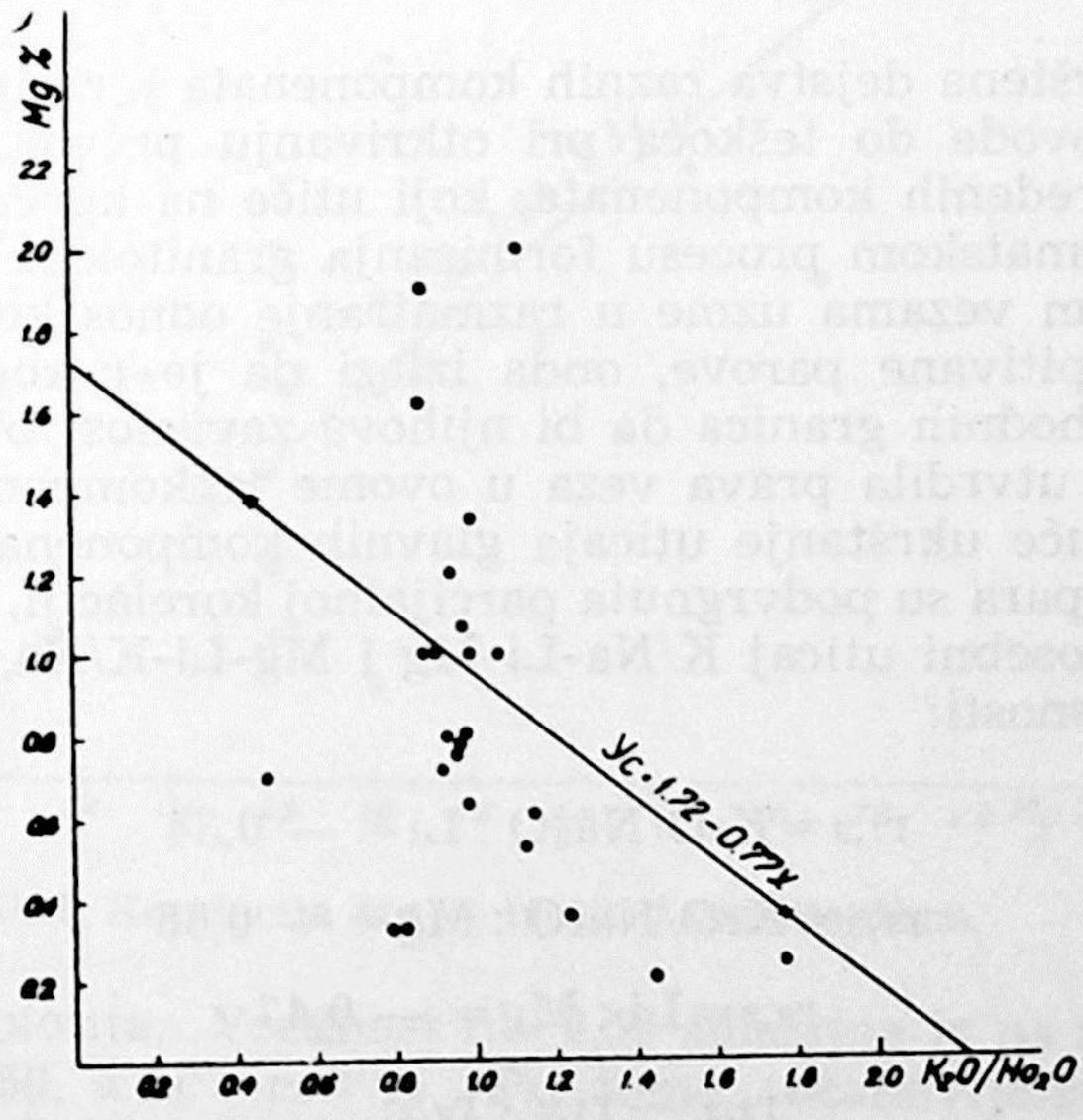
Sl. 4. Korelacija biotita i Li u granitu:
1 — granit; 2 — mikrogranit

stvarna veza u njihovoj prirodnoj prostornoj raspodeli i ($r_1 > r_3 > r_2$) i uslovljenost sadržaja Li količinom biotita u steni sa 45%.

Međutim, ovako dokazana zakonitost povezanosti Li-biotit zahteva da se analiziraju još neke posredne veze koje su bitne za ispravno shvatanje geohemijskog puta Li kroz magmatske procese. Znači pored odnosa Li-biotit postavlja se pitanje odnosa K/Na : Li, K/Na : Mg, Mg : biotitu i Mg : Li u steni kao i Mg : Li u biotitu, što će, verovatno, pružiti sigurnije kriterijume za otkrivanje zakonitosti primarne raspodele Li u ovim granitima.

U tome cilju, pođimo od odnosa K_2O/Na_2O : Li. Metodom korelacije — regresije $Y_c = 43 - 11x$ — dobija se $r_1 = -0{,}34$. **Na nivou** $P_{c05\%} = -0{,}40$ i $P_{0{,}1\%} = -0{,}52$ za $df = 22$ eksperimentalni koeficijent (r_1) nalazi se ispod teorijskih granica u kojima se vrednost dobijenog r pripisuje slučajnoj zavisnosti. Na taj način, odnos alkalnih elemenata i Li, odnosno veza Na i Li nije potvrđena (ukupni sadržaj komponenata u steni). Čak i kada bi se uzela kao važeća, što nije dozvoljeno, ona je neosporno veoma slabo izražena ($r^2 = 12\%$).

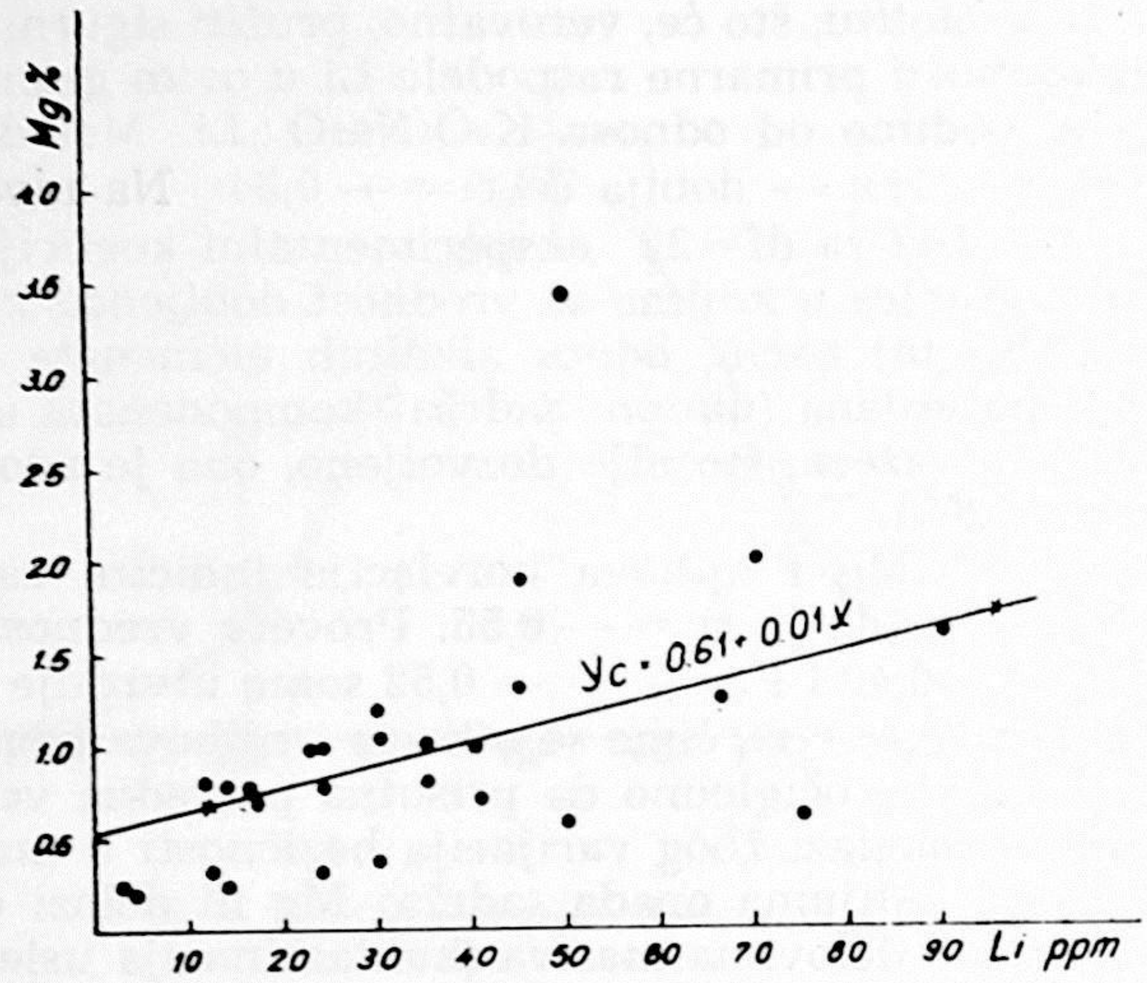
Odnos K_2O/Na_2O : Mg i njihova korelacija indicira zavisnost među ovim komponentama i gde je $r_1 = -0{,}55$. Provera vrednosti r_1 na nivou poverenja $P_{0{,}5\%r_2} = -0{,}40$ i $P_{c01\%r_3} = -0{,}52$ samo utvrđuje njegov značaj na oba nivoa jer je $r_1 > r_3 > r_2$, čime se otkriva i njihova negativna korelacija ($r^2 = 31\%$). Iz toga je očigledno da prisutna posredna veza Na i Mg u magmi — stenama proizilazi zbog varijacija bazičnosti u masivu. Ustvari, sa porastom sadržaja kalijuma opada sadržaj Mg ili dolazi do porasta Na prema nešto bazičnijim delovima masiva (kontaminacija usled asimilacije), a može se uzeti i kao opšti tok diferencijacije magme bez obzira kakvog je porekla hemizam magme.



Sl. 5. Korelacija K_2O/Na_2O : Mg u masivu

Ponašanje ukupnog Li prema ukupnom Mg na dijagramu rasturanja ističe korelaciju ovoga para preko $Y_c = 0{,}61 + 0{,}01$ x i koeficijenta $r_1 = 0{,}47$.

Koeficijent korelacije za df=22 na nivou 5% treba da bude veći od 0,47 i na nivou 1% veći od 0,50. U vezi sa tim, naše r pokazuje zavisnost na nivou 95%, ali ne i na nivou 99%, što indicira prisustvo veze Li čak i sa ukupnim magnezijumom, iako ovaj neosporno prouzrokuje slabljenje ove zavisnosti (sl. 6).



Sl. 6. Korelacija Li i ukupnog magnezijuma u masivu

Ovakva ukrštena dejstva raznih komponenata i, zatim, njihovi međusobni uticaji dovode do teškoća pri otkrivanju pravog faktora, u vidu određene ili određenih komponenata, koji utiče na koncentrisanje i vezivanje Li u magmatskom procesu formiranja granitoida. Kada se pri očigledno ukrštenim vezama uzme u razmatranje odnos koeficijenata korelacije za sve ispitivane parove, onda izlazi da je r kod para K/Na : Li ispod svih neophodnih granica da bi njihova zavisnost bila prisutna. Međutim, da bi se utvrdila prava veza u ovome trokomponentnom sistemu, u kome je moguće ukrštanje uticaja glavnih komponenata na koncentrisanje Li, sva tri para su podvrgnuta parcijalnoj korelaciji. U ovome slučaju posmatraće se posebni uticaj K/Na-Li-Mg i Mg-Li-K/Na, odnosno njihovi koeficijenti zavisnosti:

$$r_{1,2} = K_2O/Na_2O : Li = -0,34$$

$$r_{1,3} = K_2O/Na_2O : Mg = -0,55$$

$$r_{2,3} = Li : Mg = -0,47$$

Prema obrascu $r_{1,2,3} = \dfrac{r_{1,2} - r_{1,3} \cdot r_{2,3}}{\sqrt{(1 - r^2_{1,3}) \cdot (1 - r^2_{2,3})}}$

čista posredna zavisnost Na_2O — Li iznosi $r_{1,2,3} = -0,12$. Pri ovome je očigledno da je vrednost koeficijenta linearne korelacije smanjena sa

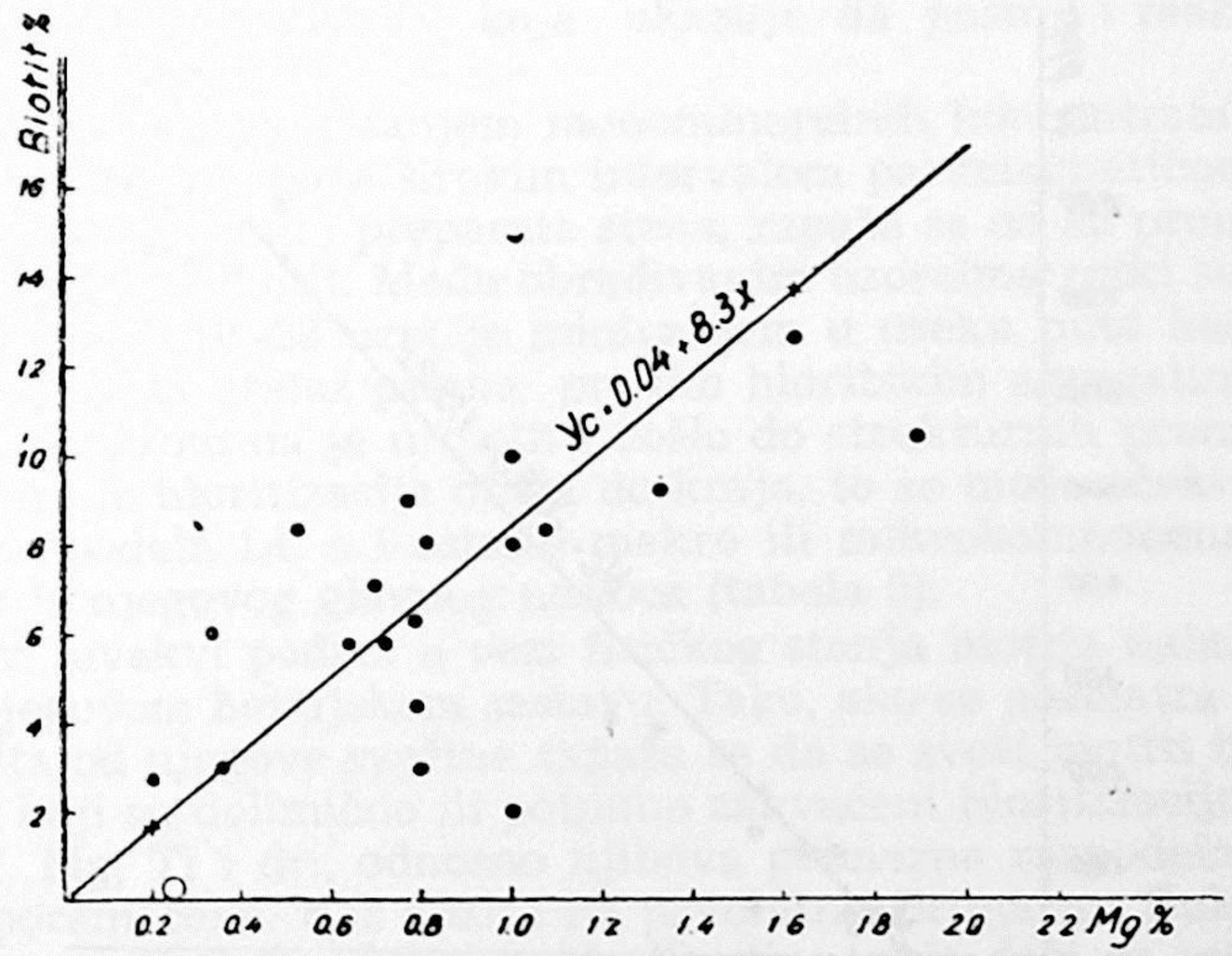
— 0,34 na r = — 0,12 usled posredne veze Mg i Na, odnosno porasta količine i drugih bazičnijih komponenata koje ulaze u sastav feromagnezijskih minerala.

U sistemu Mg-Li-K_2O/Na_2O, odbacivanjem uticaja zadnjeg člana, koeficijent čiste zavisnosti Li-Mg iznosi 0,35.

Iz svega jasno proizilazi da je putem parcijalne korelacije utvrđena čista veza Li (ukupni) — Mg (ukupni) sa jačinom $r^2 = 12{,}5\%$ ($r = 0{,}35$). Ova veza je značajna imajući u vidu trostruki broj uzoraka u uzetoj kombinaciji i to na oba nivoa. Pri tome, čak i uslovima operisanja sa ukupnom količinom magnezijuma, koja inače sva ne utiče na migraciju i fiksiranje Li, dolazi se do njihove sigurne povezanosti pri očvršćavanju i kristalizaciji magme. Na taj način, pretpostavljeni višestruki uticaj na koncentrisanje Li rešen je eliminisanjem dejstva Na u ovome procesu i koje u odnosu na dejstvo Mg stoji u odnosu:

$$Li - Na : Li - Mg = 1{,}4\% : 12{,}5\%$$

Kada je već utvrđena veza Li — Mg neophodno je da se ispita veza Mg i biotita, jer Mg i njegove kristalohemijske osobine, o kojima će biti reći kasnije, posredno upravljaju akumulacijom Li u ovome masivu. Njegova raspodela vezana je delom i za raspodelu biotita. Pozitivna korelacija i $r = 0{,}55$ sa jačinom veze od 31% utvrđuje zavisnost količine Mg od

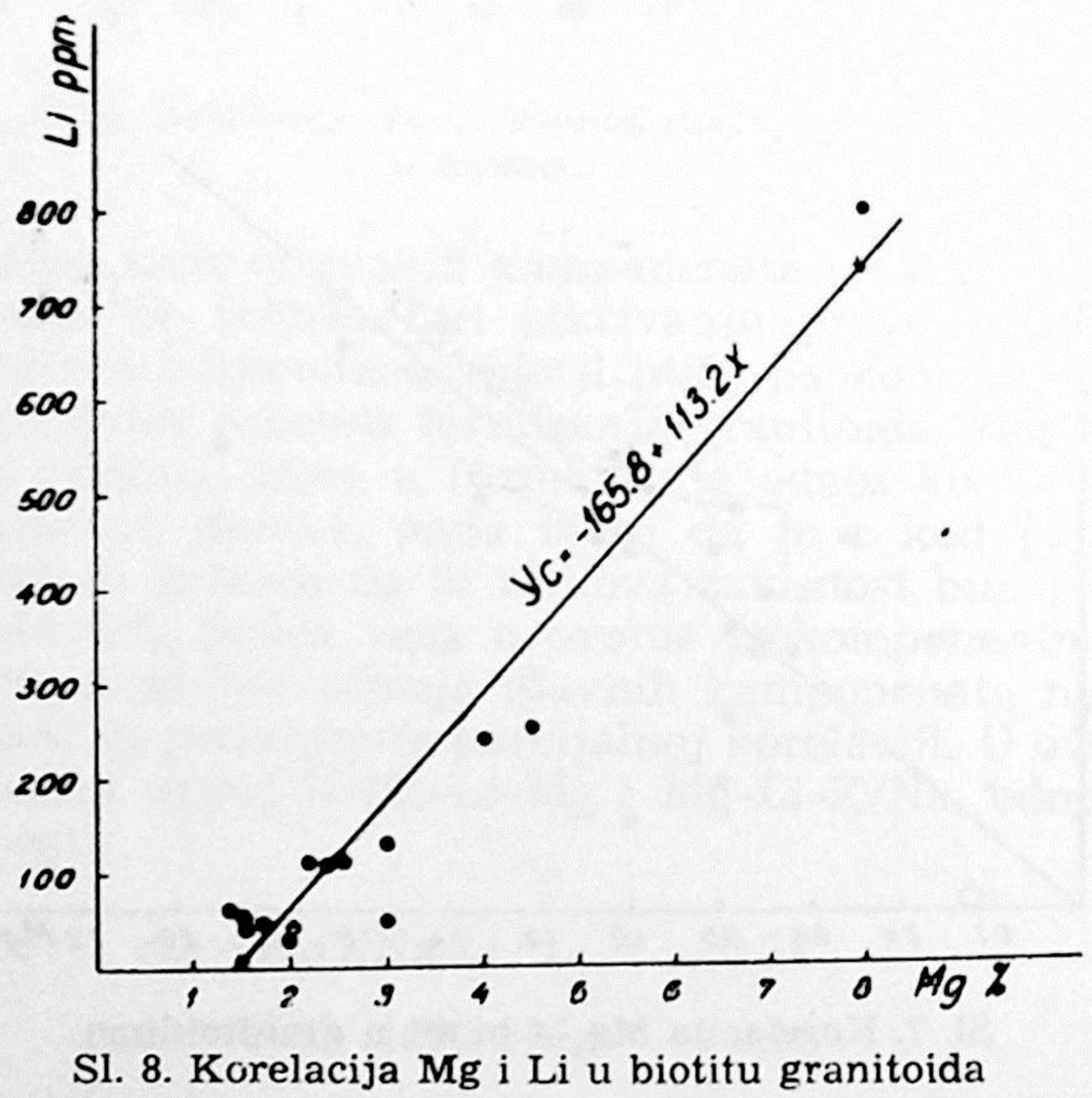


Sl. 7. Korelacija Mg — biotit u granitoidima

varijacija količine biotita. Vrednost $r_1 = 0{,}55$ značajna je na nivou $P_{005\%r_2} = 0{,}39$ i $P_{001\%r_3} = 0{,}50$, a $r_1 > r_3 > r_2$. Pri tome, ustanovljena veza magnezijuma i biotita je značajna čak i u slučaju korišćenja ukupnog Mg čiji samo jedan deo u ovim granitima odlazi na obrazovanje biotita. Zato odnos Li — Mg u biotitu najjasnije objašnjava uzrok snižene vrednosti koeficijenata zavisnosti kod para $Li_{ukupni} : Mg_{ukupni}$ u stenama kao i koeficijenta r u slučaju odnosa Mg_{ukupni} : biotitu.

Dijagram rasturanja (sl. 8) za par Mg:Li u biotitu odlikuje se izrazitom pozitivnom korelacijom. Orijentacija polja rasturanja određena je funkcijom $Y_c = -165{,}8 + 113{,}2\ x$ čime se još bliže definiše zavisnost ovih elemenata. Koeficijent korelacije $r_1 = 0{,}82$ utvrđuje veoma visoku vezu Mg—Li i međuzavisnost sa 68%, pri čemu sa porastom Mg u biotitu raste sadržaj Li. Međutim, pored visoke zavisnosti, neophodno je da se utvrdi pravi značaj r_1 s obzirom na broj uzoraka (N = 13) koji čini proučavanu populaciju.

Zato, pomoću stepena slobode (df = 11), nađene vrednosti za $r_2 = 0{,}55$ i $r_3 = 0{,}68$ pokazuju da je $r_1 > r_3 > r_2$. To izrazito govori da $r_1 = 0{,}82$ odražava zavisnost koncentrisanja Li u biotitu od Mg sigurnošću većom od 99%. U isto vreme, odstupanje od funkcionalne zavisnosti posmatranog para iznosi 32%, što odražava uticaj različitih faktora koji dejstvuju protiv ove zakonitosti pri vezivanju Li u strukturi biotita ili koji su izmenili njihov prvobitan odnos u kori raspadanja, kao što su prvobitni koncentracioni odnosi Li i Mg, uslovi diferencijacije kontaminirane magme, poremećaj u odnosu ovih elemenata u toku epigenetske preraspodele, itd. Ali, ove faktore je svakako teško egzaktno kontrolisati, pogotovu što se operiše sa sadašnjom prirodnom raspodelom raznih elemenata u biotitu koja je u većini slučajeva sigurno poremećena u autopneumatolitskom, hidrotermalnom ili supergenom stadijumu destrukcije minerala stena ovoga kompleksa.



Sl. 8. Korelacija Mg i Li u biotitu granitoida

To, ustvari, dovodi do pitanja: šta je primarna raspodela i u kojoj meri ona može da se rekonstruiše u mineralima ili stenama koje su, zajedno sa mineralima nosiocima Li, podložne raznim procesima pretvaranja, razaranja ili transformacije strukture, kao i iznošenju elemenata iz njih, u tako osetljivom površinskom delu kore raspadanja, najčešće jedino dostupnom posmatranju bez većih tehničkih napora.

UTICAJ NAKNADNIH PROMENA NA PRIMARNI SADRŽAJ LI I DRUGIH ELEMENATA U BIOTITU GRANITOIDA

Sadašnja raspodela litijuma, kao i drugih lakopokretljivih elemenata, u biotitu ovih granitoida svakako da nije proizvod samo primarne raspodele već i egzogene preraspodele u kori raspadanja. Primarna raspodela nije ni mogla da bude uniformna, ali ni tako krajnje heterogena kao što se odražava na sadržajima litijuma u ovome mineralu (30—800 gr/t.).

Optičke osobine biotita otkrivaju mehaničke deformacije koje se odražavaju u vidu talasastog pomračenja a epigenisanje ovoga minerala se kreće od mikroskopski jedva uočljive pojave do takve zastupljenosti da je biotit potpuno pretvoren u zamršene agregate bezbojnog do slabozelenkastog hlorita (preko 90—95%). Nekada je prorastao feldspatima koji su takođe alterisani. Pri alteraciji biotita zapaža se izdvajanje epidota, a limonit prati ove pojave. Duž cepljivosti obrazuje se sfen sa kojim se sreću i alterisani feldspati. Ređe srasta sa sericitom ili ovaj oivičava liske biotita (M. Pavlović, M. Cukućan).

Promene biotita su praćene i metasomatskom zamenom feldspata među kojima su najviše izmenjeni plagioklasi. Feldspati su najčešće ispucali i deformisani, a produkti njihove alteracije su kaolin, sericit, epidot, zoizit i kalcit. Jačina alteracije se kreće od vrlo slabe promene do gotovo potpunog pretvaranja u mešavinu sekundarnih minerala.

Sekundarne promene biotita i feldspata u biotitsko-amfibolskom slične su onima u biotitskom tipu granita, samo sa razlikom što se u prvom sreće biotitizacija amfibola koja ukazuje da postoji i reakcioni biotit (lit. 14).

Mikroskopskim ispitivanjem monomineralnih koncentrata (M. Arsenijević, 1964), sa inače širokim intervalom paramagnetičnosti (u zavisnosti od alteracije), kao i preparata stena, zapaža se da su promene duboko i različito zahvatile biotit. Među obrađivanim uzorcima retki su oni koji sadrže sveže biotite (U-25 uzet je miniranjem u useku puta kao najsvežiji), a obično se zapaža prelaz prema pravim hloritskim agregatima (kora raspadanja). S obzirom da je u biotitu došlo do strukturnih promena bilo delimično ili da je hloritizacija otišla do kraja, to se može očekivati i sekundarna preraspodela Li, a i ostalih makro ili mikrokomponenata u pravcu migriranja iz njegovog glavnog nosioca (tabela 5).

Ustvari, ovakvi podaci u vezi fizičkog stanja biotita nalaze svoju potvrdu i u njegovom hemijskom sastavu. Tako, ako se posmatra zavisnost sastava biotita od njegove svežine zapaža se da se sveži biotiti bitno razlikuju od onih koji su delimično ili potpuno zahvaćeni hloritizacijom (tabela 6). Sadržaj K, Mg, Ti i dr., odnosno njihova primarna raspodela je sigurno i značajno poremećena. Bez obzira na prvobitnu primarnu fluktuaciju sadržaja, koju je inače teško rekonstruisati, nije moglo doći do ovako ekstremnog osiromašenja u procesu primarnog formiranja minerala bilo u biotsko-amfibolskom ili biotitskom granitu. Opadanje sadržaja kalijuma do 0,6%, litijuma do 30 gr/t ili magnezijuma do 1,4% u ovome mineralu, svakako je posledica hemijsko-strukturnih promena u nižetemperaturnim procesima koji su naknadno ili u toku hlađenja masiva zahvatili granite.

Iznošenje makro i mikrokomponenata iz biotita veoma je jasno izraženo na grafikonu (sl. 9) kada se biotiti prikažu po relativnom stepenu svežine.

Tabela 5

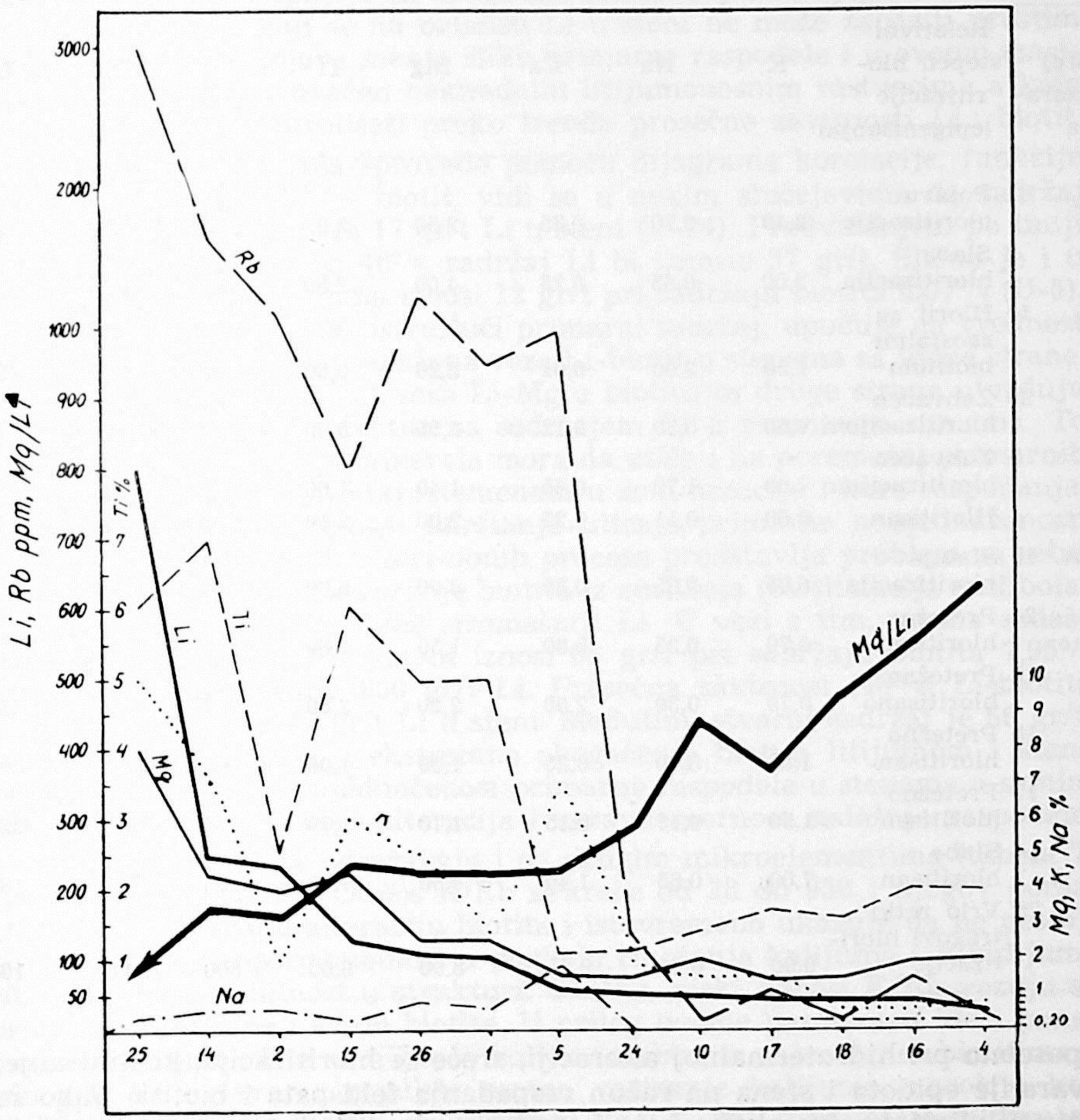
Opšti podaci o promenama biotita i feldspata
(R. Bučje)
B-biotit granit; BA-biotit amfibolski granit

Broj uzoraka	Biotit	Feldspati (mikroklin, ortoklas, albit-oligoklas, andezin)
B.	10 hloritisan	Pretvaranje u kaolin, sericit, epidot, ređe zoizit.
	2 Slabo hloritisan, epidotizacija	Slabo pretvaranje u kaolin.
	26 Slabija hloritizacija, sraščivanje sa sericitom-muskovitom	Slabo kaolinisan, sericitizacija, kalcit, epidot i zoizit.
	5 Hloritisan, epidot, prorasta feldspatom.	Pretvara se u kaolin, sericit, ređe epidot i zoizit.
	4 Skoro potpuno pretvoren u hlorit, epidot, izdvajanje sfen-leukoksen.	Kaolinisani, sericitisani, ređe epidot i zoizit.
	1 Pojava hloritizacije	Slabo pretvaranje.
BA.	15 Zahvaćen hloritizacijom, izdvajanje sfena, biotitizacija amfibola i hloritizacija.	Pretvaranje u kaolin, sericit, epidot, zoizit.
	24 Potpuno pretvoren u hlorit, izdvajanje sfena, epidota.	Skoro potpuno pretvoreni u kaolin, sericit, epidot, zoizit.
	16 Gotovo potpuno hloritisan, redi limonit, izdvajanje sfena, prorasta kaolinisanim feldspatom.	Pretvoreni u kaolin, sericit, ređe epidot i zoizit, kalcit.
	18 Gotovo sasvim hloritisan, izdvajanje sfena, epidota.	Kaolinisani, sericitisani; epidot, redi zoizit.
	17 Sasvim pretvoren u hlorit, izdvajanje sfena, kalcit.	Kaolinisani; epidot, zoizit.
	14 Slabo hloritisan, sfen, epidot.	Slabo zamućeni, sericit, redi epidot.
	25 Potpuno svež.	Retka kaolinisana zrna, sericit, ređe epidot, potpuno svež.

Za uočavanje procesa razaranja biotita najsigurniji elementi su Mg i Li, odnosno njihov međusobni odnos (Mg/Li). Pad krive za Mg-Li od svežih prema potpuno epigenisanim biotitima sigurno odražava jačinu promena u strukturi i hemijskom sastavu.

Korelativan odnos Mg: Li, koji je izražen preko $r_1 = 0{,}82$, pored opšte potvrde veze ova dva elementa u magmatskoj fazi, označava još i sličnu migraciju u nižetemperaturnom stadijumu. Pri tome treba istaći da kod nižih sadržaja Mg (%) dolazi do stagnacije iznošenja, a što je snažnije izraženo kod Li i zbog koncentracionih odnosa Mg:Li u mineralu. Relativno jača migracija ogleda se i preko odnosa Mg/Li, jer počev od svežih (U-25) prema izmenjenim biotitima (U-4) ova veličina raste od 100—625. Kretanje ovoga odnosa je potpuno inversno prema krivoj Li, Mg, Ti, K, Rb itd., (tabela 6), što ide u prilog iznošenju Li. Ovakvo stanje raspodele Li u biotitu besumnje ističe pojačanu migraciju iz njegovog glavnog nosioca. Ova pojava je najjače došla do izražaja kod biotita u kojima je proces epigenisanja najviše napredovao. Najzad, smatra se da pri hloritizaciji ovoga minerala litijum treba da ostane u strukturi zbog kristalohemijske veze

sa Mg, a takode i usled mogućnosti da se stvori litijski hlorit-kukeit (lit. 17). Medutim, takav slučaj se ne sreće u ovim granitima, a migracija Li, zatim, Mg, K, Ti, Rb, itd. je proizvod razaranja strukture biotita.



Sl. 9. Odraz dejstva sekundarnih procesa na sastav biotita: levi kraj abscise sveži biotit; desni kraj abscise intenzivna hloritizacija biotita.

Usled toga, neki elementi gube stabilnost položaja u prvobitnoj strukturi biotita a kome porast sadržaja konstitucione vode (OH-grupe) omogućava i dalje održavanje strukture hloritskog tipa.

Zato, kada se govori o alteraciji biotita imaju se, u našem slučaju, u vidu dva procesa: jedan koji se vezuje za autopneumatolitsku i hidrotermalnu alteraciju i, drugi, koji se javlja pod uticajem kapilarnog kretanja podzemne ili atmosferske vode kroz mikro ili makropukotine. U zadnjem slučaju, stene se lagano ali neprekidno razaraju i prelaze u grus dajući najzad »kulturni sloj«. U takvim uvek prisutnim akcijama, epigenisanje dovodi uglavnom do obrazovanja kaolina, hlorita (epigenetskog), itd. Pri ovoj,

Tabela 6

Sadržaj mikroelemenata (%) i Li (gr/t) u biotitu granita (R. Bučje) — B-biotit granit; BA-biotit amfibolski granit

Broj uzorka		Relativni stepen hloritizacije (epigenisanja)	K	Na	Ca	Mg	Ti	Li u biotitu	K/Na	Mg/Li
B.	1	Pojava hloritizacije	2,40	0,70	0,35	2,50	5,0	110	3,4	227
	2	Slaba hloritizacija	2,00	0,65	0,25	4,00	2,50	240	3,0	166
	10	Hlorit sa zaostalim biotitom	1,50	2,00	0,01	2,20	0,80	50	0,7	450
	26	Zahvaćen hloritizacijom	4,50	0,80	0,12	2,50	5,00	110	5,6	227
	5	Zahvaćen hloritizacijom	7,00	1,70	0,45	1,40	1,00	60	4,1	233
	4	Hloritisan	0,60	0,11	0,25	2,00	2,00	32	5,4	625
BA.	15	Slabija hloritizacija	6,00	0,35	0,35	3,00	5,00	130	17,1	230
	24	Pretežno hloritisan	0,70	0,25	0,80	1,50	1,60	40	2,8	375
	16	Pretežno hloritisano	0,70	0,30	2,00	2,20	2,00	40	2,3	550
	18	Pretežno hloritisan	1,80	0,10	0,25	1,50	1,00	52	18,0	288
	17	Pretežno hloritisan	1,50	0,15	0,15	1,70	1,70	45	10,0	377
	14	Slabo hloritisan	7,00	0,65	1,40	4,50	7,00	250	10,7	180
	25	Vrlo retki tragovi hloritizacije	9,00	0,40	0,45	8.00	6,00	800	22,5	100

a posebno pri hidrotermalnoj alteraciji, sreće se hloritizacija, kaolinisanje, stvaranje epidota i sfena na račun raspadanja feldspata i biotita. Tako se ustvari, ukrštaju dve akcije koje je teško razdvojiti zbog nemogućnosti da se ispituju čisti sekundarni minerali iz stena. Pa ipak, mora da se prihvati činjenica da egzogene sile i njihovo oksidujuće dejstvo ostavljaju trag na mineralnom i mikrohemijskom sastavu vršeći preraspodelu Li i drugih elemenata iz minerala u mineral, ili, pak, da ih iznosi putem vodenih rastvora. To je, u isto vreme, i nastavak započete jače ili slabije nižetemperaturne transformacije minerala (hloritizacija, kaolinizacija, sericitizacija) vodeći iznošenju različitih elemenata. Pri tome, kako je već utvrđeno (lit. 18), hloritizacija biotita dovodi do nestabilnosti položaja jona K, Rb i Cs i koji intenzivno migriraju (tabela 6). Ali, smatra se da ukupni litijum u steni ne trpi jače promene uprkos značajnoj alteraciji (lit. 18, 9, 16). E. Horstman i Goldič tvrde da se biotit pri raspadanju stena alteriše među poslednjim mineralima, upravo u vreme stvaranja glinovitih mine-

rala koji prihvataju Li preko Mg i Al i ugrađuju ga u strukturu (u elementarnoj ćeliji 4 do 6 oktaedarskih položaja su zauzeti što stvara elektrostatičku neravnotežu i zahteva uvođenje jednovalentnog Li). Međutim, prilikom sekundarne migracije Li iz biotita svakako jedan njegov deo odlazi u vodene rastvore koji se na balansu Li u steni ne može zapaziti prostim posmatranjem. Ta pojava menja sliku primarne raspodele i u ovome masivu, koji inače nije zahvaćen naknadnim litijumonosnim rastvorima a koje se donekle može kontrolisati preko trenda prosečne zavisnosti Li : biotit.

Ako se ova kontrola sprovede pomoću dijagrama korelacije, funkcije prosečne zavisnosti Li — biotit, vidi se u nekim slučajevima da sadržaj biotita od 7,35% odgovara 17 gr/t Li u steni (U-24). Predviđanjem po liniji regresije za zavisnost od 46%, sadržaj Li bi iznosio 37 gr/t. Slično je i u slučaju gde sadržaj litijuma iznosi 12 gr/t pri sadržaju biotita 6,07% (U-5), a prosečna zavisnost, rekonstruišući primarni sadržaj, upućuje na vrednost od 25 gr/t Li. Usled toga, zapažena veza Li-biotit u stenama sa jedne strane, zatim, geohemijski balans i veza Li-Mg u biotitu sa druge strane utvrđuju usku povezanost stanja biotita sa sadržajem Li u recentnim stenama. To znači da alteracija ovoga minerala mora da utiče i na poremećaj primarnih koncentracionih odnosa mikroelemenata u zoni areacije i kore raspadanja. U svakom slučaju, složenost ukrštanja uticaja primarne neujednačenosti sadržaja Li i intenzivnih alteracionih procesa predstavlja problem za sebe, a gde se takođe upliće i stvaranje biotita iz amfibola (biotitizacija amfibola) koji neosporno treba da bude siromašniji Li. U vezi s tim, prema sadašnjem stanju, sadržaj Li u steni iznosi 66 gr/t pri sadržaju biotita 7,95% (U-25) koji, opet, sadrži 800 gr/t Li. Prosečna zavisnost (46%) Li-biotita određuje sadržaj od 40 gr/t Li u steni. Međutim, stvarni sadržaj je 66 gr/t. To znači da nejednako i ekstremno obogaćenje biotita litijumom i stene biotitom uslovljava neujednačenost primarne raspodele u stenama a samim tim, zajedno sa stepenom alteracije i neravnomernost sadašnje raspodele.

Ovakve pojave se odražavaju i na drugim mikroelementima (tabela 7) kao i na odnosu K/Rb. Odnos K/Rb se kreće od 28 do 930 i njegov porast karakteriše pojačanu alteraciju biotita i istovremeno ukazuje da ne postoji oštro izražena proporcionalnost u pogledu iznošenja kalijuma i rubidijuma iako oba gube stabilnost u strukturi. Obično, niski odnosi K/Rb vezuju se za manje alterisane i sveže biotite. U prilog ovome parametru ide i ponašanje vanadijuma čije se najveće količine nalaze u najsvežijim biotitima a odnos K/Na uglavnom reguliše osetno variranje kalijuma, naročito kod svežih ili alterisanih biotita, pri sadržaju Na 0,1—1% (bez učešća feldspata).

Dosadašnja proučavanja u laboratorijskim uslovima su pokazala da pri dejstvu destilovane vode zasićene CO_2 na biotit dolazi do značajnog iznošenja Fe i Mg (lit. 9). Zahvaljujući tome, kao i podacima o glavnim i mikroelementima u posmatranim biotitima, sva proučavanja indiciraju jasnu migraciju sastojaka iz biotita među kojima i litijuma. Uticaj prirodnih agenasa ogleda se, pored ostalog, na fizičkom stanju biotita o čemu govore i podaci termičko-diferencijalne analize biotita (S. Hadži-Popović). Ovi pokazuju endotermni proces na 500—650°C, koji odražava dehidrataciju a takođe i egzotermni proces na 800—850°C uz otpuštanje OH-grupe i prekristalizaciju u enstatit. Ove pojave su utvrđene na manjem broju uzoraka (U-5 i U-17). U drugim slučajevima gde je pretvaranje slabije, inače mikroskopski uočljivo, nisu zapažene termičke transformacije upra-

vo zbog niskog stepena alteracije i epigenisanja biotita (U-15, U-1 i U-2). Čak se i u posmatranim uzorcima, gde je prisutna termička transformacija, zapaža neujednačenost jačine samih fenomena tako da je biotit nekada jače (U-17) a nekada slabije pretvoren (U-5; tabela 5 i 6).

Tabela 7

Mikroelementi u biotitu granitoida (R. Bučje):
B-biotitski granit; BA-biotitsko-amfibolski granit

Br. uzorka		Pb	Mn	Ga	Nb	Be	Mo	V	La	Cu	Zn	Ni	Y	Zr	Co	Cr	Ba	Sr	Rb	K/Rb
	1	30	1000	14	—	—	1	160	—	3	250	11	8	80	10	6	500	150	950	25
	2	20	800	9	30	—	1	100	—	3	500	11	11	45	4	5	300	80	1100	18
B	10	12	140	9	20	—	1	25	—	4	300	35	11	80	6	12	40	30	1200	931
	26	20	1700	24	60	—	2	40	—	1	250	10	—	120	6	5	500	30	1200	37
	5	12	1600	4	20	—	—	13	—	1	—	3	—	35	3	1	35	10	1000	70
	4	12	1200	20	30	—	—	17	—	2	250	7	—	50	3	12	200	80	10	600
BA	16	20	1700	7	20	—	1	60	—	1	300	5	—	40	9	6	80	10	70	100
	18	12	1700	5	20	—	1	26	—	1	250	3	—	17	3	1	80	10	130	138
	17	20	1300	9	30	—	—	30	—	8	250	4	—	40	9	3	80	10	60	250
	14	30	3000	14	—	—	—	160	80	8	250	7	—	120	22	12	1200	100	1600	43
	25	20	2300	20	—	—	—	200	—	3	—	—	—	—	—	—	850	25	3500	28
	15	30	2300	16	—	—	1	100	—	3	300	11	16	80	10	6	500	80	800	75
	24	20	1700	5	20	—	1	25	—	3	300	3	10	—	6	1	100	30	16	437

Tabela 8

Neki primeri koncentrisanja Li u feldspatima zahvaćenih procesima pretvaranja (R. Bučje)

Br. uzoraka	Ne privlači se na 1,5 amp Li gr/t	Privlači se 0,5—1.5 amp Li gr/t	Lebdeća frakcija Li gr/t
16	2,0	10,0	40,0
24	2,5	6.0	6,0
10	2,5	9,0	6,0
2	1,0	6.0	18,0

Ako se uzme u obzir pretvaranje biotita i otpuštanje elemenata iz strukture onda je preraspodela Li između sekundarnih minerala i vodene sredine sigurna činjenica. Na gornjoj tabeli (Tab. 8) se zapažaju indikacije preuzimanja Li kaolinisanim i izmenjenim feldspatima koji u sebi nisu sadržali optički vidljivi biotit. Međutim, nije bilo mogućnosti za izračunavanje balansa Li počev od frakcije koja se ne privlači (najzastupljenija) do one koja se usled epigenisanja privlači na elektromagnetu (1,5 amp). Ali, u svakom slučaju dobijeni podaci se slažu sa već poznatim i koji su dokazali pojavu iznošenja litijuma iz biotita i fiksiranja u glinovitim česticama minerala.

U našem slučaju sadržaj litijuma u alterisanim feldspatima se povećava za nekoliko puta. Pojava koncentrisanja Li pokazuje se nezavisnom od primarnih veza Li i Na u feldspatu a uslovljena je sekundarnim proce-

sima preraspodele. Tom prilikom deo litijuma odlazi u vodene rastvore uprkos dejstvu sekundarnih glinovitih minerala. Činjenica da se sadašnji sadržaj litijuma u steni, bez obzira koliko je ona alterisana, može da izbalansira ne dokazuje da primarni sadržaj nije poremećen i da litijum nije iznošen kako iz biotita tako i iz drugih sekundarnih minerala u toku faze preraspodele između biotita, sekundarnih minerala ili vodene sredine za vreme sezonskih promena hemijskih uslova (hidroksid Li, jonska izmena). Gubljenje dela litijuma iz biotita se kontroliše i porastom procenta rastvornog urana u takvim stenama. Ovaj postepeni proces se uočava tek pri sadržajima Li u biotitu oko 100 gr/t, a sigurno se identifikuje u onim biotitima čiji je sadržaj Li manji od 70 gr/t. Sa druge strane, sadržaj litijuma raste u alterisanim feldspatima dok u svežim, predstavljenim mešavinom ortoklasa i oligoklas-andezina, njegov sadržaj ne prelazi 3 gr/t.

Osiromašenje feldspata, naročito natrijsko-kalcijske serije, u pogledu litijuma jasno ukazuje da natrizacija magme ne dovodi obavezno do koncentrisanja Li. Istovremeno, ne potvrđuje se često uopštena i naglašavana isključiva veza sa Na. Odsustvo »apsolutne« veze ovih elemenata se potvrđuje na širem području Stare planine a takođe i u slučaju natrijskih pegmatita Pelagonije, izuzetno siromašnih litijumom.

(Predato za štampu marta 1968. god.)

LITERATURA

1. Arsenijević M., Pešić D.: 1962. — Mikroelementi u granitoidnom kompleksu SZ dela Stare planine, V savetovanje geol. SFRJ, Beograd.
2. Arsenijević M., Pešić D.: 1964. — Retki i rasejani elementi u granitoidima Suvodolskog masiva (Stara planina), Vesnik Zavoda za geol. istraž. SR. Srbije, Beograd.
3. Белов И. В.: 1950. — Кристалохимия минерализаторов. Докл. А. Н. СССР, т. 71, Москва.
4. Беус А. А.: 1961. — К геохемии Li в процесах послемагматического метасоматза, Издво труди ВИМРЕ, Москва.
5. Гинзбург А. И. и др.: 1953. — О химическом составе и структуре литиевих слюд, Труды мин Музея АН СССР, Выпуск 5, Москва.
6. Deleon G.: 1959 — Retki i ređi elementi u nekim granitoidima Jugoslavije. Vesnik Zavoda za geol. istraž. SRS, knj. XVI, Beograd.
7. Deleon G., Červenjak Z.: 1964 — Olovno-stroncijumova starost granitoidnih stena u SI i I Srbiji, SGD, Beograd.
8. Дивльан С.: 1965 — Сравнительние петрогеохимические характеристики гранитоидов Югославской части Стара планина, VII конгрес Карпато балкан. ассоц.. София.
9. Лашев К. Е.: 1948 — Слюда, част I, Промстрой, Москва.
10. Ляхович В. В.: 1963 — Петрографо-минералогические особености амблигонит и сподумен содержающих гранитов, Докл. АН СССР Москва.
11. Maksimović Z., Maksimović S.: 1961 — Sadržaj i raspodela Li, Na i K u našim ultrabazičnim stenama, Glas. SAN, knj. 22, Beograd.
12. Nikolić D.: 1964 — Pegmatiti SFRJ, dok. disertac., neobjav. Beograd.
13. Pavlović S., Ristić M.: 1962 — Petrološka, geohemijska i tektonska proučavanja nekih granitoida Jugoslavije i karakter njihove metalogenije, V savetovanje geologa SFRJ, Beograd.
14. Пешић Д., Арсенијевић М.: 1965 — Геохемические особенности гранитного масива Равно Бучје (Стара пл.) Карпатобалканская геологическая асоциация, VII Конгрес, Даклади часть III, София.

15. Руб Г. М.: 1960 — Гранитоиды Прыханкайского района и основные черты их металоносности, Изд-во AN СССР, Москва.

16. Ставров Д. А.: 1963 — Основные черты геохимии Li, Rb и Cs в процесе становления гранитоидных интрузивов и связаных с ними пегматитов Геология месторождения редких элементов, Выпуск 21, Москва.

17. Таусон Л. В.: 1961 — Геохимия редких элементов в гранитоидах, Изд. AN СССР, Москва.

18. Foster M.: 1960 — Interpretation of the Composition of Lithium micas, Geological Survey professional paper 354-F, Washington.

19. Horstman L. E.: 1957 — The distribution of lithium, rubidium and caesium in igneus and sedimentary rocks, Geochimica and Cosmochimica Acta, 12 № 1/2.

Résumé

MILORAD ARSENIJEVIĆ*)

SUR LA GÉOCHIMIE DU LITHIUM DANS LES GRANITES A BIOTITE ET AMPHIBOLES (STARA PLANINA — RAVNO BUČJE)

Au but de l'examen de la distribution de Li dans les granites à biotite et amphibole et, aussi, dans le type du granite à biotite, ont été étudiés les échantillons des roches et les concentrés des mineraux. Les granites en question ont été placés dans une auréole cristalline constituée par les gneiss à amphibole, les amphibolites, les cornites et en suivant par la serie des phillitomicaschites. Le massif granitique, representant une phase anterieure de formation, se caractérise par les fillons des microgranites mises en place plus tard que la phase principale des granites.

Les teneurs en lithium dans les microgranites et aplites se trouvent en limites de 1 à 4 gr/t, dans les cornites à 70 gr/t, tandis que les teneurs de Li dans les autres roches de contact (amphibolites) ne depassent pas de 10 gr/t. De telle façon on apperçoit un enrichissement en lithium dans les granites à biotite et amphibole par rapport des roches cristallines encaissantes. Les teneurs de Li dans ces granites sont disposés à l'intervale de 12 à 90 gr/t. Mais, les différences en Li entre ces deux types sont legères ce qu'on confirme par la valeur »t« qui n'indique pas la présence de deux populations génétiques des granites agés.

Le granite à biotite est disposé à la bordure de massif et parfois il est presenté sous forme »des îles« dans les granites à biotite et amphibole. C'est la consequence des processus de réaction qui ont lieu au cours de la phase de la destruction. La partie apicale des granites à amphibole et biotite est plus riche en amphibole, biotite, sphène, etc. Cela depend de l'intensité d'assimiliation de la couverture basique en géneral et se reflète aussi même sur les teneurs en Mg dont les variations dans ces types des granites les diffèrent legèrement (Tabèle 1).

---

*) Institut pour les recherches et explorations géologiques et minières des matières premières nucléaires et autres, Beograd.

Le coéfficient de la corrélation r = — 0,93 (de l'acidité vers le lithium) fait voir que la succession de la génèse des roches provoque un appauvrissement en Li dans les variétés plus jeunes et plus acides dans ce complexe lithogique magmatique.

Par voie des rapports différents on a constaté que la biotite: Mg (total), la biotite: Li (total), K/Na: Li (total), Li: Mg (provennant de la biotite), etc. contribuent de mettre en evidence une corrélation linéaire statistique entre eux. Au moyen de la corrélation partielle on est permis d'éliminer la dépendence entre la concentration du lithium et de la quantité du sodium dans ces granites. D'autre part la corrélation de la paire Li-Mg, d'origine de la biotite, dont le coéfficient de la corrélation est r = 0,83, confirme les constations ci-dessus nommées. A cause de cela le rôle de Mg total des roches n'apparaît pas comme un factuer décisif dans les processus de la fixation et de la concentration du lithium.

Le sodium dans ces roches ne montre aucune rélation par rapport du lithium. Les données sur la corrélation Li-Mg mettent en evidence une interpretation purement cristallochimique. En réalité, il s'agit de l'influence des propriétés cristallochimiques des ions de Mg (r_1 = 0,66 A) et de Li (r_1 = 0,68 A) dans la structure de la biotite. Il est évident que la substitution des ions eux-même devienne le facteur important qui favorise la fixation du lithium sous les conditions de la temperature et de la concentration primaire plus elevée dans le magma. Le residu acide, contenant le surplus de Mg, Li, OH, F, etc. intervient à faveur de l'enrichissement des biotites en Li et qui cristallisent dans les phases dernières de la consolidation du magmas contaminé.

Dans les processus magmatiques, en dependance du regime chimique des roches encaissantes plus basique, le lithium se dissemine. Il reste en état isomorphe dans les mineraux qui possèdent une structure moins favorable pour la substitution Mg-Li (les amphiboles, les pyroxènes) que la structure des biotites. Mais, à la présence de la biotite les plus grandes quantités de Li sont concentrées dans ce mineral comme on peut voir dans ce massif. Parfois, les amphiboles provennant des zones de metamorphisme de contact contiennent de Li en quantité de 1500 gr/t (Selce, Macedoine) où ils sont liés à la phase pegmatique des syènites (Crni Kamen, Macedoine) contenant à 250 gr/t de Li. Ces phenomènes sont provoqués par une assimilation intense des amphibolites. C'est-à-dire que le milieu chimique dirige par la concentration de cet élément au cours de la phase magmatique.

Une destruction des biotites plus forcée a lieu dans ce massif. Elle apparaît sous forme de la chloritisation hydrothérmale et epigénètique. De telle raison, on apperçoit l'appauvrissement de biotites en K, Li, Rb, Mg, Ti, etc. (Tabele 8). La perte des éléments de la structure de la biotite pose une question au point de vue de la distribution primaire réelle, qui est l'objet des études en général dans la partie superficielle des roches exposées à une déstruction prermanente. A la consequance de ces processus la composition chimique des biotites chloritisées ne corresponde pas ni à la biotite ni à la chlorite, malgré tout ce que les études microscopiques revelent une transformation à la chlorite (les agregats enchevetreux). Le rapport Mg/Li apparaît comme une controle très commode de ces processus épigénétiques.

On apperçoit une adsorbtion de Li par les minéraux argileux formés dans le même stade d'alteration comme la biotite. Mais on ne peut pas acceptier la constatation que toute la quantité de Li, provenant de la biotite, soit adsorbé par la mélange des mineraux argileux. Une partie de celles-ci doit être migrer dans les eaux de la circulation souterraine et superficielle qui provoquent une diminuation des teneurs primaires de Li dans les granites.

Enfin, on peut dire qu'il s'agit d'une distribution habituelle de Li dans les granites suivie par les processus d'alteration et de la migration de cet élement sous les conditions de l'oxidation supérficielle.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

STANIŠA RADOŠEVIĆ

UDK 552.51:551.75 (497.15)

LITOLOŠKE KARAKTERISTIKE PERMSKIH TERIGENIH SEDIMENATA CENTRALNE BOSNE

(Sa 1 tabelom)

Ovim radom obuhvaćeno je proučavanje litoloških karakteristika, geohemijskih osobenosti i radioaktivnosti permskih terigenih sedimenata. U oblasti centralne Bosne ovi sedimenti imaju veoma malo rasprostranjenje. Predstavljeni su crvenim peščarima i crvenim alevrolitima koji se naizmenično smenjuju. U njima se javljaju proslojci crvenih konglomerata i breča. Mestimično se zapaža obezbojavanje ovih litoloških članova. Matične stene koje su dale materijal za stvaranje ovih sedimenata su: kvarciti, škriljci različite vrste, rožnaci i sasvim malo eruptivne stene.

UVOD

Teren koji je bio predmet naših ispitivanja nalazi se u centralnoj Bosni i ograničen je sa severa putem Jajce — Travnik — Busovača, sa JZ putem Busovača — Kiseljak — Tarčin — Konjic.

Topografske sekcije koje obuhvataju ispitivano područje su: Travnik i Sarajevo R-1:200.000 odnosno Travnik 4; Konjic 1 i 3; Prozor 2 u razmeri 1:50.000.

Na terenskom radu pomagali su mi Dragoslav Naumović, mineralog i Svetozar Đorđević, prospektor. Spektrohemijske semikvantitativne analize uradili su mineralozi Stana Maksimović i Milorad Arsenijević.

GEOLOŠKI SASTAV I TEKTONIKA

U geološkoj građi ove oblasti učestvuju tvorevine paleozoika, mezozoika i kenozoika. Paleozoik je predstavljen liskunskim škriljcima, filitima argilošistima, kvarcitima, krečnjačkim škriljcima, dolomitima, peščarima, konglomeratima i brečama. Sa ovim sedimentima se javljaju kvarc-porfiri koji su na kontaktu sa njima izvršili kontaktno-metamorfne promene. Ove formacije vezane su za SI deo i to od Busovače preko Fojnice do grebena planine Vranice. Krečnjaci i dolomiti se u ovoj seriji javljaju u vidu sočiva i proslojaka i to u škriljcima. Oni se nalaze u pojasu od Kreševa do Dobruš-

ke planine, Goletice do Bugojna i Donjeg Vakufa. Ovi krečnjaci su veoma važni jer po K a t z e r-u (lit. 2) služe za raščlanjavanje paleozoika. Tako po njemu permsku starost treba pripisati samo onim sedimentima koji leže iznad njih. Krečnjaci leže diskordantno preko filitične serije i čine podinu peščarskoj seriji koja je, po K a t z e r-u, permske odnosno gredenske starosti.

Najmlađi članovi gornjeg dela paleozoika predstavljeni su peščarima, konglomeratima i brečama koji se javljaju u pojasu od Donjeg Vakufa preko gornjeg toka Vrbasa, Neretvice do Bitovnje planine i Ivan planine. Ovi sedimenti nalaze se u manjim partijama u oblastima Kreševa i Kiseljaka i na planini Radalje. Peščari su najviše zastupljeni u ovoj seriji i oni pokazuju priličnu raznovrsnost u boji i krupnoći sastojaka. Mogu biti tamnosivi i crveni. Po krupnoći sastojaka se kreću od alevrolitičnih do grubozrnih.

Završni član paleozoika je po K a t z e r-u (lit 2) šupljikavi krečnjak koji leži preko gredenskih crvenih peščara. Raščlanjavanje paleozoika otežava nedostatak faune. Prema literaturnim podacima paleozoiku bi pripadale stene znatnog kristaliniteta i to karbonu dok bi gornji deo serije odgovarao permo-karbonu. Filitična serija odgovarala bi karbonu a peščarska permu tj. gredenu. Gredenu pripadaju i filiti koji u sebi sadrže dosta karbonatne materije.

Trijaski i kredni sedimenti rasprostranjeni su u obodnim delovima ispitivanog terena. Trijaski sedimenti imaju veće rasprostranjenje od krednih.

Sedimenti kredne starosti nalaze se na severnom delu terena i predstavljeni su krečnjacima donje krede, laporcima i krečnjacima gornje krede.

Kenozoik je predstavljen neogenom i to oligo-miocenom i miocenom. U sastav ovih sedimenata ulaze: konglomerati, peščari, laporci i gline.

Glacijalni konglomerati i nanosi odgovaraju kvartaru. Magmatske stene imaju znatnog učešća u ovoj oblasti. Najveće rasprostranjenje imaju kvarc-porfiri, naročito u centralnom i istočnom delu terena. Njihove veće mase nalaze se na Vranici u oblasti Kruščice, Ščita, Zec planine, Bitovnji, Visočici i u okolini Kreševa. Sastav kvarc-porfira u svim lokalnostima je sličan. Oni su često škriljavi i čine prelaz ka sericitskim škriljcima. Pored kvarc-porfira južno od Travnika javlja se masiv gabra sa perlazima ka dioritu i kvarc-dioritu. U ovom masivu konstatovan je i sijenit. Pronađeni su i melafiri i dijabazi u oblasti leve strane Vrbasa između Donjeg Vakufa i Jajca. Oni leže preko paleozojskih škriljaca.

Oblast srednjebosanskih planina tj. centralne Bosne predstavlja nabrani horst ograničen sa SI strane dislokacionom linijom Busovača — Ilidža, a sa JZ strane graniči se poremećenom zonom Voljevca.

Hercinska orogeneza dala je osnovne tektonske crte ove oblasti. Tada je izvršen metamorfizam paleozojskih sedimenata, na šta ukazuju proboji kvarc-porfira u jednom nizu (JZ-SI) koji je upravan na Dinarski pravac pružanja. Strukturni oblici ove orogeneze prerađeni su alpskim ubiranjem koje se ogleda dinarskim pravcem pružanja slojeva i tektonskih struktura.

Pokreti su bili tangencijalnog i radijalnog karaktera. Pored pomenutih dislokacionih linija postoji više raseda koji često uslovljavaju nenormalne kontakte među pojedinim članovima paleozojske serije.

Paleozojski kompleks ubran je u niz sinklinala i antiklinala koje su karakteristične i česte u ispitivanoj oblasti.

Rudne pojave

Mnogobrojne rudne pojave su konstatovane u paleozojskim sedimentima ove oblasti (lit. 1) od kojih su izvesne u eksploataciji. Ovde se radi o sulfidima As, Sb, Pb, Zn, Hg, Fe i Cu. Sve su ove pojave u vezi sa kvarc-porfirima. Pored njih javljaju se i ležišta gipsa i barita koja se eksploatišu.

Terenska proučavanja

Terenskim proučavanjem obuhvatili smo samo permske terigene sedimente i njihovu neposrednu podinu. Treba naglasiti da je na izvesnim mestima vrlo teško izvršiti odvajanje permskih sedimenata od podine koju izgrađuju karbonske tvorevine.

Najinstruktivniji profil permskih sedimenata može se promatrati idući od Mejnika rekom Dragućinom prema selu Voljevcu. Najdonji delovi dostupni promatranju predstavljeni su crvenim srednjezrnim i sitnozrnim peščarima sa pojavama obezbojavanja. Na njima leži proslojak uškriljenog crvenog alevrolita, zatim dolazi žuti limonitisani krupnozrni peščar i sloj konglomerata. Ovaj konglomerat postepeno prelazi u crveni peščar istog habitusa kao onaj u podini. Na njima se javljaju šupljikavi krečnjaci koji predstavljaju završni član perma. Iznad njih leži serija debljine oko 200 m listićavih, trošnih i raspadnutih trijaskih laporaca, peščara i sericitskih škriljaca. Superpozicija slojeva na ovom profilu najbolje se može promatrati u reci Dragućini gde se zapaža ritmička sedimentacija.

Neraščlanjeni sedimenti perma i karbona sive i crne boje javljaju se na mnogobrojnim ispitanim profilima od kojih ćemo pomenuti nekoliko.

Put Novi Travnik — Gornji Vakuf seče permo-karbonske krečnjake, argilošiste i sericitske škriljce. Argilošisti i sericitski škriljci su veoma limonitisani i sadrže žilice i mugle limonita. Njih mestimično probijaju eruptivne stene slične kvarc-porfiru. On je prožet žilicama kvarca a ove sadrže žilice do 2 cm debljine orudnjene hemititom a nezavisno od njega pojavljuje se limonit (D. K l e u t). Na kontaktima sa kvarc-porfirima krečnjak je mermeriziran.

Idući od Konjica prema Tarčinu na glavnom putu javlja se polomljena serija crvenih i sivih permskih sedimenata. Ovde imamo naizmenično smenjivanje crvenih kvarcnih konglomerata sa crvenim alevrolitima i peščarima. Sivi peščari su ovde veoma male moćnosti i verovatno su produkt obezbojavanja crvenih litotipova. Permski sedimenti su jako limonitisani. Ovde se mogu promatrati i proboji kvarc-porfira čiji se kontakt sa permskim sedimentima ne vidi.

Put Dusina — Alaupovka kod Fojnice seče permo-karbonske škriljce (argilošisti i sericitski škriljci) u kojima se javljaju slojevi i proslojci sitnozrnih i srednjezrnih sivih, zelenkastih i crnih peščara. Prema K a t z e r-u

(lit. 2) ovde se radi o karbonskim sedimentima. Na ovom profilu nalaze se šupljikavi, limonitisani krečnjaci permo-karbonske starosti. Pored njih često se nailazi na proboje kvarc-porfira.

Sličnu situaciju imamo i na profilu Duge Njive — Kreševo — Kiseljak. Ovde se takođe smenjuju argilošisti sa crnim peščarima koje probijaju kvarc-porfiri bez vidljivog metamorfnog uticaja. Iznad ove serije leže trijaski zdruzgani i polomljeni krečnjaci koji su metamorfnim dejstvom eruptivnih stena mermerizirani i silifikovani. U takvim krečnjacima mogu se zapaziti žilice i prevlake azurita ređe malahita i rudnih minerala pirita, tetraedrita, halkozina i kovelina (po D. K l e u t u).

Litofacijalno razviće permskih terigenih sedimenata je, kao i u prethodnim profilima, isto i u drugim ispitivanim oblastima centralne Bosne.

Radioktivnost sedimenata

Geohemijska prospekcija nije otkrila ni jednu radioaktivnu anomaliju. Od strane ekipe za rekognosciranje 1961. godine prospekcijom iz vazduha potvrđeno je otkriće manje radioktivne pojave. Ova pojava nalazi se u reci Neretvici u pukotini silifikovanog krečnjaka na kontaktu sa kvarc-porfirom. Od minerala urana javlja se uraninit u asocijaciji sa sekundarnim mineralima bakra. Pošto je ova pojava dobro ispitana nismo se upuštali u njeno dalje ispitivanje. U toku terenskog rada vršen je i gama premer terena. Dobijeni su slični rezultati radioaktivnosti ovih sedimenata koji su utvrđeni i od prethodnih ekipa za prospekciju.

Radiaktivnost litoloških članova je sledeća:

Krečnjaci	do 5 μR/h
Žice kvarca	5—6 μR/h
Permo-karbonski škriljci	10—16 μR/h
Crveni permski peščari	do 12 μR/h
Kvarc-porfiri	10—20 μR/h

LITOFACIJALNO RAZVIĆE

Podinu permskim terigenim sedimentima čine peščari različite veličine zrna koji se smenjuju sa škriljcima (argilošisti i sericitski škriljci) i krečnjacima. Peščari su sive boje a mogu biti crni i zelenkasti. Obično se radi o kvarcnim tipovima peščara. Izgrađuju ih delimično zaobljena a češće oštroivičasta zrna kvarca zatim fragmenti kvarcita, rožnaca i liske muskovita. Feldspati su retki. Oni su uvek jako zahvaćeni procesom sericitizacije. Cement im je bazalnog i kontaktno-pornog tipa. Obično je to silicijsko-sericitska materija. U izvesnim litotipovima se u cementu javljaju i primese kalcita i Fe materije.

Modalni sastav jednog primerka dao je sledeći sastav:

Kvarc	20,95
Feldspati	8,38
Liskuni	16,08
Odlomci stena	29,75
Cement i ostalo	24,83
Svega	99,99%

Na šematskom prikazu ovaj primerak je označen brojem 5.

Na ovim peščarima leži serija škriljavih peščara i alevrolita koji se neizmenično smenjuju. Mestimično se u njima javljaju proslojci konglomerata i breča.

Što se tiče boje preovlađuju crveni litotipovi dok su sivi retki i javljaju se većinom kao produkt obezbojavanja crvenih litotipova.

Permski peščari mogu biti različite veličine zrna. Preovlađuju srednjezrni tipovi dok se krupnozrni javljaju u njima kao proslojci. U reci Dragućini zapažena je ritmička sedimentacija crvenih litotipova. I ovde se radi o kvarcnim peščarima sa kontaktnim i pornim Fe cementom. Zrna kvarca preovlađuju i delimično su zaobljena. Feldspati su predstavljeni albitom, ortoklasom i kiselim plagioklasima. Fragmenti kvarcita i rožnaca su česti u krupnozrnim litotipovima. Muskovit je takođe vrlo čest. Obezbojeni delovi se razlikuju samo u vrsti cementa koji je kod njih izgrađen od sericitske materije sa vrlo čestim prisustvom kalcita i dolomita.

Od akcesornih minerala zapaženi su cirkon, rutil, granat, barit, apatit, epidot, turmalin i staurolit. Odnos sastava akcesornih minerala može se videti na šematskom prikazu.

Sortiranje sastojaka je slabo izvršeno.

Modalni sastav ovih peščara je sledeći: (na prilogu oni su obeleženi brojevima, kako sledi, 1, 3 i 4).

Kvarc	57,53	31,38	60,97
Feldspati	13,65	2,19	7,56
Liskuni	2,73	3,28	3,33
Odlomci stena	7,25	26,64	2,57
Cement i ostalo	19,20	36,49	25,56
Svega	100,36%	99,98%	99,99%

Alevrolitični peščari i alevroliti su uškriljeni. U sericitsko-gvožđevitoj materiji koja čini bazalni cement steni utopljena su zaobljena, često orijentisana zrna kvarca i liske muskovita. Zapaženi su i sitni fragmenti kvarcita koji su takođe orijentisani u jednom pravcu. Pored muskovita često se zapaža i hlorit a retko kiseli, sericitisani plagioklasi i drugi feldspati. Duž škriljavosti javljaju se sekundarne žilice limonita i rudnih minerala. Zeleni alevroliti su retki i većinom su rezultat obezbojavanja crvenih alevrolita. Oni imaju sericitsko-silicijski cement bazalnog tipa. I jedni i drugi su kvarcnog tipa. U cementu se često javljaju masice karbonatne materije.

Sortiranje sastojaka je dobro izvršeno. Akcesorni minerali su isti kao i kod peščara.

Konglomerati i breče su malo zastupljeni. Izgrađuju ih fragmenti (veličine do 7 cm) starijih crvenih peščara, argilošista, rožnaca i prekristalisale osnovne mase eruptivne stene. Pored ovih odlomaka stena zapaženi su i fragmenti sericitskog škriljca i pelitomorfnog krečnjaka. Kvarc je dominirajući sastojak. Javlja se u oštroivičastim zrnima. Feldspati nisu zapaženi. Muskovit je krajnje redak. Pored ovih sastojaka u breči su zapažena i sočiva i masice sericita. Cement je pornog i kontaktnog tipa i čini ga mrka gvožđevita materija sa primesama kalcita i silicijske materije.

Modalni sastav jednog primerka je sledeći:

Kvarc	24,33
Feldspati	— —
Liskuni	7,41
Odlomci stena	50,79
Cement i ostalo	17,46
Svega	99,99%

Permski terigeni sedimenti završavaju se šupljikavim i limonitisanim krečnjacima. Na ovim krečnjacima leže trijaski ružičasti peščari i škriljci.

GEOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE I SADRŽAJ URANA

Spektrohemijske semikvantitativne analize retkih elemenata pokazale su normalan sadržaj ovih elemenata za ove litofacijalne tipove sedimenata. Na šematskom prikazu grafički je prikazano kretanje V, Ba, Zr, Ni, Cr i Sr kroz seriju ovih sedimenata. Pomenuti elementi su upoređeni sa sadržajem akcesornih minerala čiji je sadržaj takođe prikazan na prilogu. Tako naprimer povećani sadržaj barita u sedimentu pokazuje i veći sadržaj Ba, koji se kreće od 100—1400 ppm. Sadržaj Zr je takođe u zavisnosti od sadržaja cirkona u pojedinim litotipovima i on se kreće od 2—160 ppm. Vanadijumov sadržaj od tragova do 50 ppm možemo pripisati fino dispergovanoj organskoj materiji u cementu stene. Sadržaj Sr je donekle u zavisnosti od sadržaja Ba sa izuzetkom količine Sr od 316 ppm u laporovitim sericitskim škriljcima trijasa a rešenje ovog pitanja zahtevalo bi dopunska ispitivanja.

Pored ovih elemenata konstatovani su i sledeći elementi: Y, Sc, La, Ga i Sn.

Dosadašnjim ispitivanjem nije uočena veza sadržaja urana sa sadržajem pojedinih retkih elemenata.

Radiometrijske analize na sadržaj urana pokazale su najvećim delom od 1—4 gr/t urana. Izuzetak čine dva primerka od kojih jedan sadrži 9,3 a drugi 5,9 gr/t urana. Nešto povećana količina urana u ovim primercima može se dovesti u vezu sa sadržajem cirkona i drugih akcesornih minerala. Sadržaj torijuma se kreće od 3—15 gr/t sa ređim izuzecima koji pokazuju ili povećani sadržaj do 27 gr/t ili ispod 3 gr/t. Procenat kalijuma je potpuno normalan za ove litotipove terigenih permskih sedimenata.

ZAKLJUČAK

Permski terigeni sedimenti u oblasti centralne Bosne imaju veoma malo rasprostranjenje. Javljaju se u manjim erozionim ostacima i leže na krečnjacima karbona ili još češće na karbonskim crnim peščarima i argilošistima.

Ukratko možemo rezimirati da su permski terigeni sedimenti predstavljeni crvenim peščarima i uškriljenim alevrolitima koji se naizmenično smenjuju. Ova serija sadrži mestimično proslojke (do 1 m) crvenih konglomerata i breča i to u gornjim delovima bliže povlatnim trijaskim sedimentima. U njima je zapažena ritmička sedimentacija. Proces obezbojavanja zahvatio je crvene litotipove i on se manifestuje ili duž prslina ili uz rase-

de stvarajući na taj način izolovane partije u njima koje su sive boje ali istog habitusa. Pojava obezbojavanja je izražena u gornjim delovima permskih sedimenata.

Ovakav način sedimentacije navodi nas na zaključak da je u sedimentacionom basenu dolazilo do čestog kolebanja dna basena tj. produbljivanja i oplićavanja. Prinos materijala je u izvesnim periodima bio buran a samim tim i sedimentacija (proslojci konglomerata i breča). Na kraju perma dolazi do produbljivanja basena i taloženja krečnjaka.

Sudeći po obliku mineralnih sastojaka (oštroivičasta, delimično zaobljena i vrlo retko zaobljena mineralna zrna) transport materijala nije bio dug. Sastav ovih sedimenata upućuje na zaključak da su matične stene od kojih su oni postali bili stariji sedimenti, kvarciti, škriljci različite vrste, rožnaci i retko eruptivne stene.

Na osnovu modalnog sastava permskih terigenih sedimenata možemo ih nazvati kvarcnim tipovima i po klasifikaciji R u h i n-a dolaze u polje kvarcnih peščara sa izuzetkom dva primerka koji padaju u polje feldspatsko-kvarcnih peščara.

(Predato za štampu januara 1968. god.)

LITERATURA

1. J u r k o v i ć I v a n: 1956 — Mineralne parageneze srednjebosanskog rudogorja, sa osobitim osvrtom na tetraedrit. Doktorska disertacija. Zagreb.
2. K a t z e r F r i e d r i c h: 1926 — Geologija Bosne i Hercegovine. Sarajevo.
3. M i l u t i n o v i ć D u š a n i S t a n i ć B r a n i s l a v: 1961 — Izveštaj o geološkom i radiometrijskom rekognosciranju terena Bosne, JZ Hrvatske i istočne Crne Gore. Fond stručnih dokumenata. Beograd.
4. R a d o š e v i ć S t a n i š a: 1965 — Proučavanje prekenozojskih sedimenata Zapadne Srbije (drinski paleozoik), Centralne Bosne i Jugoistočne Bosne. Fond stručnih dokumenata. Beograd.

Zusammenfassung

STANIŠA RADOŠEVIĆ*)

ÜBER LITHOLOGISCHE BESCHAFFENHEIT TERRIGENER PERMABLAGERUNGEN IN ZENTRALBOSNIEN (JUGOSLAWIEN)

Die Permablagerungen von Zentralbosnien sind gering verbreitet. Das sind Erosionsreste die auf Karbonkalksteinen, oder öfter, auf schwarzen Sand — und Tostein der Steinkohlenzeit, liegen.

Die Permablagerungen sind von rotem Sandstein und schieferigem Alevrolit aufgebaut, die miteinander abwechseln. In dieser Serie befinden

*) Institut für Untersuchungen der nuclearen und anderen Rohstoffen, Beograd.

sich rote Konglomerat — und Breccienschichten (bis 1 m dick) meistens in oberen Teilen, in der Nähe des Trias, d. h. in der Nähe des Hangenden der Permablagerungen. Die Permsedimente sind rytmisch abgelagert.

Rote Sedimente sind durch das Entfärbungsprocess angegriffen, das besonders der Schichtung, oder den Schlechten entlang bemerklich ist; in dieser Weise sind auf solchen Stellen isolierte, graue Partien entstanden die sonst denselben Habitus wie die roten Ablagerung haben. Dieses ist in oberen Teilen der Permsedimente sehr ausgeprägt.

Rytmische Ablagerungsart weist auf ofte Bodenschwankungen im Sedimentationsbecken, d. h. auf oftes Tiefenändern im Becken. Die Materialzufuhr war manchmal so gross, dass in solchen Zeitabschnitten Konglomerat — und Breccienzwischenlagen sedimentiert wurden. Zu Ende des Perm vertiefte sich der Boden des Beckens und es wurden Kalksteine abgelagert.

Die Mineralkörner wurden nicht weit getragen, denn ihre Kanten sind meistens scharf und eckig, selten abgerundet. Im Aufbau terrigener Permablagerungen sind Bruchstücke von älteren Sedmenten, Quarziten, verschiedenen Schiefern, Hornfels, und sehr selten Eruptivgesteinen gefunden.

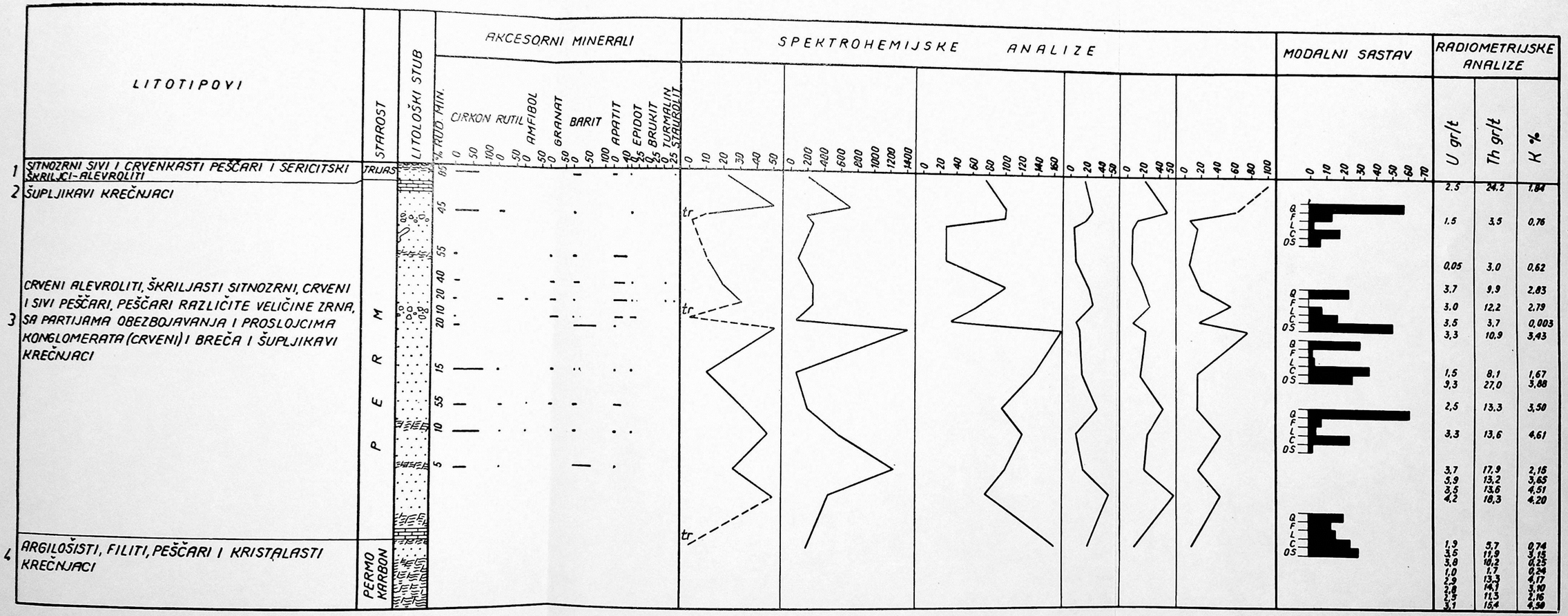
Dem Modalaufbau der Permablagerungen nach kann man sie als Quarztypen bezeichnen; der Klassifikation von Ruchin nach fallen diese Ablagerungen in das Feld der Quarzsandsteine, mit Ausnahme von zwei Exemplaren die im Feld der Feldspatquarzsandsteine befinden.

ŠEMATSKI PRIKAZ RAZVIĆA SE
PERMO-KARBONIS

	LITOTIPOVI	STAROST	LITOLOŠKI STUB	AKCESORNI MIN. %	CIRKON	RUTIL	AMFIBOL	GRANAT
1	SITNOZRNI SIVI I CRVENKASTI PEŠČARI I SERICITSKI ŠKRILJCI-ALEVROLITI	TRIJAS		85	0	50	100	0
2	ŠUPLJIKAVI KREČNJACI			45				
3	CRVENI ALEVROLITI, ŠKRILJASTI SITNOZRNI, CRVENI I SIVI PEŠČARI, PEŠČARI RAZLIČITE VELIČINE ZRNA, SA PARTIJAMA OBEZBOJAVANJA I PROSLOJCIMA KONGLOMERATA (CRVENI) I BREČA I ŠUPLJIKAVI KREČNJACI	PERM		55 40 20 20 10 15 55 10 5				
4	ARGILOŠISTI, FILITI, PEŠČARI I KRISTALASTI KREČNJACI	PERMO KARBON						

1 – Feinkörniger grauer und roter Sandstein und Serizitschiefer–Alevrolit
2 – Poröser Kalkstein
3 – Roter Alevrolit, schieferiger feinkörniger, roter und grauer Sandstein, Sandsteine verschiedener Korngrös se mit entfärbten Partien und Konglomerat-und Bre cieneinlagerungen (rot), auch poröse Kalksteine
4 – Tonschiefer, Fillit, Sandstein und Kalkstein

ŠEMATSKI PRIKAZ RAZVIĆA SEDIMENATA PERMO-KARBONA CENTRALNE BOSNE — SCHEMATISCHE DARSTELLUNG PERMO-KARBONISCHER ABLAGERUNGSENTWICKLUNG IN ZENTRALBOSNIEN



1 – Feinkörniger grauer und roter Sandstein und Serizitschiefer-Alevrolit
2 – Poröser Kalkstein
3 – Roter Alevrolit, schieferiger feinkörniger, roter und grauer Sandstein, Sandsteine verschiedener Korngrösse mit entfärbten Partien und Konglomerat- und Brecieneinlagerungen (rot), auch poröse Kalksteine
4 – Tonschiefer, Fillit, Sandstein und Kalkstein

Q – Kvarc – Quarz
F – Feldspat – Feldspat
L – Liskun – Glimmer
C – Cement i ostalo – Zement u.a.
OS – Odlomci stena – Gesteinsbruchstücke

tr – Tragovi – Spuren
· – Količina manja od 5% – Weniger als 5%
◯ – Partije obezbojavanja – Entfärbte Partien

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina sv. 4, 1963. god.

VOJISLAV VUJANOVIĆ
MOMČILO VUKASOVIĆ
STANOJLO CVETIĆ

UDK 549.623.9 (497.17)

STILPNOMELAN IZ CRNOG KAMENA KOD PRILEPA

(sa 3 tabele)

S a d r ž a j. U predelu Crnog Kamena, kod Prilepa, nađen je mineral stilpnomelan. Otkriven je u piroksensko-biotitsko-amfibolskim škriljcima i u sijenitima u blizini kontakta sa ovim stenama. U prvom slučaju se javlja udružen sa albitom i vlaknastim agregatom nefritita praveći nagomilanja po prslinama ili u vidu loptica, prečnika do 2 cm, izgrađenih iz radijalnih agregata. U sijenitu se javlja, skoro isključivo, u vidu loptica veličine do 2 cm.

U ovom radu izneseni su rezultati proučavanja ovog minerala.

Skrenuta je pažnja na potrebu sistematičnijih ispitivanja naših biotita, naročito sitnoljuspastih, jer postoji mogućnost da je jedan deo biotita, koji su do sada utvrđeni u našoj zemlji, ustvari stilpnomelan.

Stilpnomelan je silikat gvožđa sa vrlo promenljivim odnosom $FeO : Fe_2O_3$ i kolebljivim, ali po pravilu ne visokim sadržajem MgO i Al_2O_3.

Prema V. I. M i h e e v-u (1957) on spada u petu potklasu metasilikata i alumosilikata listaste strukture, dok ga F. T u ć a n stavlja u hloritsku grupu. D e e r, H o w i e i Z u s s m a n (1963) stavljaju stilpnomelan u grupu listastih silikata, a K a i e r smatra da on ustvari odgovara hidrobiotitu (1965).

J a k o b je 1923 godine uveo u nomenklaturu tada novootkriveni mineral parseterisit, ali je docnije F a n k u c h e n (H u t t o n, 1938) dokazao da se ovde radi o Mn-stilpnomelanu.

Stilpnomelan je ustvari hidrosilikat. Sadržaj H_2O — kreće mu se uglavnom između 6—8.50%, a H_2O — 1.30—2.70%.

Iz svega navedenog se može videti da je stilpnomelan vrlo složen mineral u čiju formulu ulazi veći broj elemenata tj. silicijum i gvožđe, kao glavni, zatim aluminijum, magnezijum i mangan i najzad kalijum, natrijum i kalcijum čiji sadržaj može da iznosi i do nekoliko procenata.

Kolebljivost sadržaja pojedinih komponenti omogućava postojanje više varijeteta ovog minerala, koji se međusobno razlikuju i po fizičkim osobinama, zbog čega je H u t t o n (1938) predložio da se ime stilpnomelan ograniči samo na crvenkastomrke do crne feri-gvožđem bogate varijetete.

Stilpnomelan kristališe monoklinično, s tim što fero-stilpnomelan možda ima romboedarsku simetriju.

Mineral se javlja u vidu listastih masa, a može biti i prutast, vlaknast i ljuspast. Katkad se sitne ljuspice okupljaju u loptaste agregate. Sjaj mu je staklast do sedefast, inače mastan. Slabo je providan, crn, mrkocrn, zelenkastocrn, tamno ili smeđezelen do smeđežut.

I makroskopski i mikroskopski stilpnomelan može da bude vrlo sličan biotitu, naročito kada se javlja u ljuspicama. Međutim, ove ljuspe nisu tako elastične kao biotitske, niti savitljive kao hloritske.

Minerali iz grupe stilpnomelana ranije su vezivani isključivo za regionalno slabo metamorfisane sedimente bogate gvožđem i manganom. Međutim, još ranije se smatralo da je stilpnomelan široko rasprostranjen i čest sastojak zone hloritskih škriljaca na Novom Zelandu i glaukofanske metamorfisane facije u Japanu.

Novija ispitivanja su pokazala da on može da nastupi i u raznim drugim stenama i paragenezama, pa se opravdano pretpostavlja da je znatno zastupljeniji nego što se misli i da ga često zamenjuju sa biotitom.

Tako je on, između ostalog, nađen u rudama gvožđa sa magnetitom i kvarcom, u škriljcima zajedno sa hloritom, epidotom, albitom i dr. (Nemačka, New York i dr.), u vidu poluloptastih trakastih masa u Sterling Iron ležištu (New York), u olivin gabrovima, u skarnovskim polimetaličnim ležištima, kvarcnim škriljcima, manganskim ležištima, u metamorfisanim piroklastičnim i vulkanskim stenama itd.

STILPNOMELAN IZ CRNOG KAMENA

Mineral se s jedne strane javlja u piroksensko-biotitsko-amfibolskim škriljcima, a s druge u samim sijenitima u blizini kontakta sa ovim stenama. U prvom slučaju se radi o lokalnim nagomilanjima u prslinama u steni gde je stilpnomelan udružen sa albitom i vlaknastim agregatom nefrititom. Ovde se kao najstariji mineral javlja albit i to najčešće u kristalima koji su delom polomljeni. Iza njega nastupa stilpnomelan u vidu loptica, prečnika do blizu 2 cm, izgrađenih iz radijalnih agregata koji se nalaze u osnovnoj masi nefritita. Mnogo manjim delom stilpnomelan potiskuje u vidu žilica polomljeni albit ili cementuje zrna i kristale istog. U sijenitu (pretežno krupnozrnom) stilpnomelan nastupa skoro isključivo u vidu loptica, veličine do dva santimetra, pri čemu je za svoje stvaranje očigledno koristio prsline i sitne šupljine u navedenoj steni.

Laboratorijska ispitivanja stilpnomelana

Izvršena su mikroskopska, rendgenska, spektrohemijska, hemijska i termička ispitivanja. Spektrohemijska ispitivanja izvršio je M. Arsenijević, hemijska S. Jovanović, a termička S. Hadži Popopović. Ovde ćemo ukratko prikazati rezultate navedenih ispitivanja:

Mikroskopska ispitivanja su pokazala da se mineral javlja u radijalno-vlaknastim agregatima sa jakim polihroizmom od mrkocrvene do bakarno-žute boje. Pomračenje mu je talasasto, a na pojedinačnim ljuspicama skoro

paralelno. Anizotropija mu je slična onoj kod biotita, ali pri pomračenju ne pokazuje pegaste efekte koji su karakteristični za biotit.

Rendgensko-difrakciona ispitivanja izvršena su u komori prečnika 114.6 mm, sa Cu-Kα zračenjem ($\lambda = 1.5405$ Å), a rezultati su dati na tabeli I.

Tabela I

I	dA	I	dA
10	11.80	2	2.190
3d	5.44	3	2.115
3	4.70	1	1.962
2	4.30	2	1.838
5	4.09	3	1.690
4	3.60	5	1.570
1	3.26	4	1.552
3	3.06	2d	1.514
6	2.690	1/2	1.462
9	2.555	2d	1.422
5	2.335		

Dijagram praha se u potpunosti slaže sa poznatim dijagramima stilpnomelana.

Spektrohemijska semikvantitativna analiza data je na tabeli II.

Tabela II

Glavni elementi: Si i Fe			
Više od 1% : Mg			
Sadržaj ostalih elemenata izražen u gr/t je sledeći:			
Mn	oko 9000	Ni	150
Pb	56	Ti	126
V	80	Al	> 1000
Ga	16	Zr	48
Ca	1000	Co	37
Mo	4	Cr	200
Cu	44	Ba	⩾ 1000
Na	+	Sr	15

Kako se iz navedene analize vidi glavni elementi koji izgrađuju ispitivani mineral su gvožđe i silicijum. Što se tiče ostalih elemenata, pada u oči relativno visok sadržaj »bazičnih pratilaca« kao što su mangan, vanadijum, nikal, kobalt, titan i hrom koje ne bi trebalo očekivati u takvim količinama pa smatramo da je najveći deo navedenih elemenata mobilisan iz okolnih piroksensko-biotitsko-amfibolskih škriljaca, koji prema nekim analizama, takođe nose povećane sadržaje ovih elemenata.

Hemijsku analizu ispitivanog minerala dajemo na tabeli III.

Tabela III

SiO_2	48.36
Al_2O_3	6.52
Fe_2O_3	23.83
FeO	2.15
MnO	0.58
K_2O	2.00
Na_2O	0.24
MgO	7.87
CaO	0.86
P_2O_5	0.03
TiO_2	0.17
Gubitak žarenjem	7.02
	99.63

Urađene su po jedna DTA i termogravimetrijska analiza. Diferencijalno-termički dijagram je pokazao da se ne radi o mineralu iz grupe hlorita, već o hidrobiotitu, dok je termogravimetrijska analiza dala gubitak u težini koji iznosi 6.67% (1.44% do 300° i 5.23% između 500—760°). U intervalu u kome dolazi do prvog gubitka u težini na diferncijalno-termičkom dijagramu se pojavljuje jedan endotermni a u intervalu koji karakteriše glavni gubitak dva egzotermna pika.

ZAKLJUČAK

Rezultati ispitivanja, koja su ovom prilikom obavljena dokazuju da se radi o mineralu stilpnomelanu koga pored silicijuma i gvožđa, kao glavnih elemenata, karakteriše i dosta visok sadržaj aluminijuma i magnezijuma.

Ovde se, međutim, postavlja pitanje njegovog načina postanka, pošto, kako smo videli, on nastupa na neuobijačen način. Napred smo naveli da se on javlja sa albitom, sa kojim delom intimno prorasta, ali je on svakako nastao na znatno nižoj temperaturi od ovog minerala našta izmedu ostalog ukazuje njegovo paragenetsko mesto i radijalno-loptasti oblici, što ukazuje da je nastao u epitermalnoj fazi hidrotermalne akcije, verovatno genetski vezane za okolne sijenite. Mi, međutim, smatramo da stilpnomelan nije isključivo juvenilni produkt, već da je nastao dejstvom rastvora na okolne piroksensko-biotitsko-amfibolske škriljce, te da je za svoje stvaranje znatnim delom crpeo gvožđe, silicijum i magnezijum, a delom i aluminijum iz ovih stena. Prema tome, stilpnomelan sa Crnog Kamena treba da je produkt regeneracije.

Hidrotermalni rastvori nisu samo mobilisali navedene već i jedan deo pratećih elemenata u škriljcima, tako da spektrohemijska analiza opisanog stilpnomelana pokazuje kombinovani sastav tj. s jedne strane prisustvo cirkonijuma, olova i drugih, a s druge strane tipičnih »bazičnih pratilaca« koji su uglavnom preuzeti iz opisanih škriljaca.

Ovo, kao i činjenica da prema delimičnim ispitivanjima opisani škriljci pokazuju relativno visok sadržaj »bazičnih pratilaca« dovodi u pitanje ranija gledišta po kojima su piroksensko-biotitsko-amfibolske stene iz Cr-

nog Kamena isključivo para porekla. Oni su bar delom orto porekla, a dalja ispitivanja će pokazati da li su to u celini.

I na kraju hteli bismo da ukažemo na potrebu sistematičnijih ispitivanja naših biotita, naročito sitnoljuspastih, jer postoji opravdana bojazan da jedan deo biotita koji su do sada utvrđeni u našoj zemlji u stvari odgovaraju stilpnomelanu.

Pri utvrđivanju geneze stena i mineralnih asocijacija u kojima se javlja mineral stilpnomelan od velike je važnosti da li će ovaj, inače niskotemperaturni mineral, biti sigurno dokazan, ili će on biti prikazan kao biotit čiji se uslovi stvaranja bitno razlikuju od uslova stvaranja stilpnomelana.

(Predato za štampu maja 1967. g.)

LITERATURA

1. Deer W. A., Howie R. A., Zussman J: 1963 — Rock-forming minerals. Vol. 3. London.
2. Miheev V. I: 1957 — Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov. Moskva.
3. Strunz Hugo: 1957 — Mineralogische tabellen. Leipzig.
4. Tućan Fran: 1957 — Specijalna mineralogija. Zagreb.

Summary

VOJISLAV VUJANOVIĆ*)
MOMČILO VUKASOVIĆ*)
STANOJLO CVETIĆ*)

STILPNOMELANE FROM CRNI KAMEN (MACEDONIA)

The mineral stilpnomelane found in the locality of Crni Kamen was examined microscopically as well as by X-ray, spectrochemical, chemical and thermal investigations. The mineral occurs mainly in form of small balls up to 2 centimetres in diameter in the fissures of a syenite massif or in adjacent pyroxene-amphibole schists, in association with microcline and quartz which are genetically related to the described syenite. Stilpnomelane is younger than microcline, and it cements microcline crystals or replaces microcline along the fissures. Stilpnomelane itself is incorporated in a matrix of extremely fine-grained nephritite. Stilpnomelane originated at comparatively low temperature (meso-epi) as a product of hydrothermal solutions genetically related to syenite which dissolved iron, silicon and magnesium, and partly also aluminium from the adjacent pyroxene--amphibole schists. This implies that the stilpnomelane of Crni Kamen would be a product of regeneration. In the opinion of the authors, stilpnomelane has not infrequently been confused with biotite, notably, stilpnomelane schist is defined sometimes as biotite schist, so that greater attention should be paid to this problem.

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

DUŠAN KLEUT

UDK 550.42:546.18:553.3 (497.17)

FOSFOR U LEŽIŠTU GVOŽĐA TAJMIŠTE

— sa osvrtom na geologiju i genezu ležišta —

(sa 3 slike)

S a d r ž a j. Pitanje fosfora u ležištu gvožđa Tajmište, kao i uopšte pitanje fosfora u ležištima gvožđa, postavlja se kao problem. Autor ovog članka, (kao i prethodni autori — lit.) u izveštajima i publikovanim radovima o Tajmištu iz ranijih godina izostavljao je ovo pitanje jer za njegovo tretiranje do sada nije bilo dovoljno podataka.

Ovim radom autor je pokušao da na konkretnom primeru (ležište Tajmište) prikaže genezu i migraciju fosfora, i prostornu i fizičko-hemijsku vezu fosfora sa pojedinim mineralima u ležištu.

Reč je o sedimentnom ležištu gvožđa, devonske starosti, čiji je postanak uslovljen sumbarinskim erupcijama bazičnih efuziva. U stvaraniu ležišta učestvovao je materijal poreklom iz submarinskih erupcija i materijal poreklom sa kopna. Staloženo u pretežno geloznom stanju ležište je kasnije, u vreme dijageneze, pretrpelo čitav niz promena i transformacija mineralnog sastava a zbog epigenetskog unošenja karbonata i metamorfnih uticaja. I sam fosfor u ležištu Tajmište potiče delom sa kopna (apatit kao detritični materijal), a delom iz morskih rastvora. Fosfor koji se nalazio u morskoj sredini rastvoren u vidu nekog fosfata staložen je zajedno sa primarno stvorenim sideritom. Kasnije dolazi do delimičnog migriranja fosfora iz primarno stvorenog siderita, pošto ovaj prelazi u druge minerale a usled rušenja strukture primarno stvorenog siderita i oslobađanja fosfornog jona iz nje, i stvaranja dijagenetskog apatita.

Naizgled je komplikovan ali u suštini prirodan i razumljiv položaj fosfora u rudi. Njegov fizički i hemijski odnos prema drugim mineralima u ležištu zahteva opširnija objašnjenja što je autor i pokušao da izvrši ovim radom.

UVOD

U godinama posle drugog svetskog rata, odnosno krajem 1949. godine započete su istrage na gvožđe u bližoj okolini sela Tajmišta. U vrlo kratkom vremenu, zaslugom većeg broja geologa i uspešnim rukovođenjem ovim istragama od strane inž. M a r j a n a D o l e n c a (Lit. 4), tada otkrivene pojave ove rude ubrzo su prerasle u nalazište velikih razmera. Novo pronađeno ležište postalo je sirovinska baza za buduću željezaru u Skoplju.

Prema mišljenju inž. V i k t o r a S o s i ć a manje količine troskve nađene u blizini ležišta ukazuju da je u prošlosti vršena eksploatacija gvožđa iz ovog nalazišta, ali je ona bila malih razmera, što se zaključuje

po tome da ne postoje nikakvi očuvani rudarski radovi. Isti autor smatra da je ta eksploatacija ležišta bila malog obima, najverovatnije, zbog sadržaja fosfora u rudi.

Novija ispitivanja mineralnog sastava i geneze ležišta na Tajmištu (1963---1966. god· autor) vršena su na reprezentativnom materijalu (probama od više stotina pa i do dve hiljade kilograma materijala) sa svakog revira posebno. Pri laboratorijskoj obradi materijala korišćena je metoda teških tečnosti, elektromagnetne separacije, metoda sedimentacije, a u cilju dobijanja pojedinačnih mineralnih frakcija iz sastava rude. Dobijeni su čisti ili relativno čisti koncentrati mineralnih komponenti iz sastava rude. Na ovaj način, pored ostalih važnih podataka, određeno je i prisustvo nekih minerala koji su veoma malo zastupljeni u rudi a koji nisu mogli da budu utvrđeni čak ni u više stotina ranije pregledanih mikroskopskih preparata.

Laboratorijska ispitivanja uzoraka rude sa Tajmišta izvršena su u radnoj jedinici za mineralogiju i petrologiju Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu, a hemijske analize su urađene (str. 130) u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, takođe u Beogradu.

Saradnici prilikom laboratorijske obrade sakupljenog materijala bili su stručnjaci specijalizirani za pojedine metode ispitivanja i to: V. Ćebić i N. Kreminac, mikroskopske odredbe stena; C. Markov, mineraloške analize, S. Hadži-Popović, diferencijalnotermičke i termo-gravimetrijske analize; M. Vukasović i G. Vuković, rentgenske analize; G. Marković, infracrvene-spektrofotometrijske analize; Z. Červenjak, hemijske i autor rudnomikrosopske i knister analize.

Pri sakupljanju uzoraka za lobaratorijska ispitivanja, posebno stručnim angažovanjem pri dobijanju reprezentativnih uzoraka (srednjih proba), kao i nesebičnim prenošenjem svog stručnog iskustva, posebno su mi pomogli geolozi: Velja Dimić i Tome Kuvendjiski iz Geološko-rudarskog basena u Kičevu. Koristim i ovu priliku da se svima najlepše zahvalim na saradnji.

GEOGRAFSKI I OPŠTI GEOLOŠKI PODACI O LEŽIŠTU TAJMIŠTE

Selo Tajmište i rudnik Tajmište nalaze se na istočnim padinama planine Bistre, nedaleko od Mavrovskog jezera i gradova Kičeva (17 km· SZ) i Gostivara (20 km. JJZ).

Komunikacijske veze sa rudnikom su sada dobre. Izgrađeni su prilazni putevi a u izgradnji je i pruga normalnog koloseka koja će od Gostivara, kada bude završen tunel, izbijati ispod sela Tajmišta.

Ruda se nalazi u filitičnoj seriji koja duž čitavog vertikalnog profila od preko 1000 metara izgleda vrlo jednolično. To je tamnosiva filitična serija u čijem se vertikalnom profilu naizmenično smenjuju pojedini, najčešće po boji, različiti slojevi ili čitava grupa slojeva. Na prvi pogled dobija se utisak da je ovakvo naizmenično smenjivanje sedimenata uslovljeno pulziranjem morskog dna. U vezi s tim poznato je, da i drugi podaci idu takvom shvatanju u prilog, kao što je pojava submarinskih erupcija, a to će reći da je dno geosinklinale u to vreme bilo labilno (lit. 1,14, 16, 21, 22.).

Međutim, laboratorijskim proučavanjem uzoraka stena iz dela profila gde se nalazi ruda, zapaženo je, da organska materija (bitumija) nije ujednačeno raspoređena u tom profilu. Ona je, pored stvarnih petroloških razlika, delimično razlog što su isti sedimenti iz ovog profila makroskopski često puta označavani na različite načine kao tamnosivi filit, svetlosivi filit, prugasti filit, tamnosivi teški filit* i tome slično.

Novijim ispitivanjima došlo se i do podataka da rudni sedimenti leže u seriji koja bi se mogla označiti kao hloritsko-sericitski škriljci, opšteg filitičnog izgleda, a deo serije koji je u podini rudnih sedimenata karakteriše prisustvo metamorfisanih peščara, a koji sadrže vrlo mnogo glinovite materije. I ovaj deo profila ima opšti makroskpopski izgled filita, kao i prethodni, a zbog organske materije i izvanredno sitnozrne mineralne građe (V. Ćebić i D. Kleut 1963. god.).

Još 1952. god. L. Nöth pretpostavlja, za ovu tamnosivu filitičnu seriju, da je karbonske starosti. Kasnije on, zajedno sa M. Dolencom, prihvata devonsku starost ove serije, a zatim su nađeni i oskudni ostaci krinoida, pa je izvršena bliža odredba geološke starosti ove serije. Tako je, prema literaturnim podacima, ova serija, duž čitavog profila, podeljena na sledeći način:

U osnovi terena nalaze se bazične magmatske stene (dijabazi?) čiji izdanci za sada nisu otkriveni u predelu samog ležišta. Preko tih stena je silur. Ustvari, magmatske stene mestimično probijaju silur, tako da ponegde preko njih direktno leži donji devon. Inače preko silura je moćna devonska serija. Zastupljen je samo donji devon i donji deo srednjeg devona. Donji deo srednjeg devona završava se krečnjacima. Nastupila je kontinentalna faza, pa zbog toga u seriji nedostaje srednji i gornji deo srednjeg devona, gornji devon i ceo mlađi paleozoik. Posle dugog hiatusa, ovaj teren ponovo tone, pa zbog toga preko krečnjaka srednjeg devona diskordantno leže sedimenti trijaske starosti, koji su predstavljeni brečoidnim ružičastim krečnjacima.

Cela serija je metamorfisana, uškriljena, krečnjaci su mermerisani a fosili uglavnom uništeni.

Rudni sedimenti se nalaze u delu profila koji je blizu granice donjeg i srednjeg devona, ali najverovatnije pripada donjem devonu. To su sedimenti sočivastog izgleda koji skoro horizontalno, odnosno sa blagim padom leže ispod naslaga humusa i sedimenata povlate. Retki su izdanci na površini terena. Najviši izdanci rude nađeni su na 1645 m a najniži ispod kote 1100. Razlika u nadmorskoj visini ovih izdanaka je tektonski uslovljena. U vezi sa tektonikom izvršena je podela ležišta na pet revira. Ruda se javlja uglavnom u tri sloja (sočivasta) sa različitom moćnosti, a u predelu jednog revira (Darda Kula) neprekidna moćnost rudnog sedimenta iznosi ponegde i 58 metara.

---

*) U knjizi: Referati VI Savetovanje geologa Jugoslavije, Ohrid 1966, deo II, na strani 510, rad Mr. Dušana Kleuta: Mineralni sastav rudišta Tajmište — sa osvrtom na njegovu genezu, autor je onmaškom nazvao tamnosivi teški filit krečnjačkom stenom. Prava odredba te stene koja datira iz 1963. godine glasi: Tamnosivi teški filit je u stvari filit koji je orudnjen sa sideritom zbog čega je stena teža u odnosu na neorudnjene filite sa tog terena. Ovom prilikom autor vrši ispravku te greške.

MINERALNI I HEMIJSKI SASTAV RUDE TAJMIŠTA (OPŠTI PODACI)

Osnovne podatke o mineralnom sastavu i genezi ležišta Tajmište dali su A. Cisarc (1953), M. Dolenc (1960), i Nöth (1961) i drugi. Prema ovim autorima ležište je sedimentnog tipa, oolitske strukture, a poreklo gvožđa je iz submarinskih erupcija bazičnih efuziva, koje su nastupile u završnom stadiju života devonske geosinklinale ove oblasti. To potvrđuje i pojava tufitičnog materijala u devonskoj sivoj seriji u kojoj se nalazi i ruda. Dovođenje gvožđa u morsku sredinu bilo je vrlo naglo, a oblik u kojem je ono staloženo isključuje mogućnost nekog drugog porekla, kao na primer sa kopna (lit. 1).

Rudne sedimente na Tajmištu izgrađuje veoma sitnozrna mešavina minerala različitog hemijskog sastava i različitog stepena kristaliniteta. Oolitne su strukture i izvanredno neujednačene zastupljenosti mineralnih sastojaka u raznim delovima ležišta.

Iako je u pitanju ležište sedimentnog tipa, gde je taloženje rudne materije izvršeno na širokom području, gde osetnih promena u mineralnom sastavu i strukturi ne bi trebalo da bude, s obzirom na ujednačene uslove stvaranja, ipak je do promena došlo, tokom geološke istorije ležišta. Takve promene u mineraloškim i strukturnim odnosima nastale su pod uticajem dijagenetskih i metamorfnih procesa u ležištu.

Prema mineraloškim ispitivanjima ovog ležišta od strane Cisarca (1953. g.), ono je određeno kao Fe-silikatno, ali je kasnije, pošto Cisarc govori o šamozitu kao glavnom mineralu nosiocu gvožđa u ležištu, uobičajen naziv »šamozitno ležište«. Taj naziv su prihvatili svi kasniji autori kao J. Duhovnik (1961. g.) i drugi, ali ipak odnos pojedinih mineralnih komponenti, kao i neki drugi odnosi, ovim ispitivanjima nisu u potpunosti razjašenjeni (lit. 10).

Primenjena metodika i sva druga novija proučavanja ukazuju da su u rudi ovog ležišta najzastupljeniji minerali: siderit, Fe-hloriti i magnetit.

Ostali sastojci rude su: hematit, pirit, martit, maghemit, markasit, arsenopirit, ilmenit, halkopirit, pirhotin, getit, limonit; glinovita materija, organska materija, apatit, staurolit, epidot, zoizit, piroksen, granat, rutil, amfibol, sfen, cirkon, barit, turmalin, hlorit, biotit, kvarc, kalcedon, feldspat, kalcit, sericit, antracit, anhidrit, a koji su staloženi kao rezistati pri normalnom toku ranije započete sedimentacije, a neki od njih su nastali metamorfnim i dijagenetskim uticajima i preobražajima.

Primarno staloženi rudni sediment na Tajmištu imao je približno takvu građu, da su mu oolitne tvorevine bile mešavina silikata i karbonata gvožđa, gde su ooliti čisto silikatnog i čisto sideritskog sastava bili verovatno sasvim retki. Prostor između oolita bio je međutim, najverovatnije, pretežno silikatnog sastava. Ali, zbog kasnijih dijagenetskih i metamorfnih preobražaja, došlo je dobrim delom do brisanja prvobitnih struktura kao i do promene mineralnog sastava u ležištu. Ležište je još u vreme radne dijageneze zahvatila snažna karbonatizacija, i to u više jasno razdvojenih faza, kao i metamofizam u nekoliko etapa.

Dakle, zbog kasnijih procesa, tj. u vreme dijageneze, posebno zbog višefazne sideritizacije i migracije silicije, kao i zbog procesa stvaranja oksida gvožđa pod uticajima dinamometamorfizma, došlo je do uspostavljanja recentnih odnosa korisnih mineralnih sastojaka u ležištu. Naročito

intenzivna karbonatizacija odvijala se u međuprostorima (između oolita) usled čega je taj prostor sada najčešće popunjen mlađim sideritom (sl. 1.), a silicija koja je u vreme rane geneze zauzimala taj prostor sada se nalazi u vidu sočiva pa čak i kvarcnih žilica u ležištu, raspoređenih mahom duž opštih pravaca škriljavosti rudnih sedimenata.



Sl. 1. Odbijena svetlost, Nikoli / /, vazduh, 25x;
1. siderit 2. magnetit, 3. Fe-hloriti sa mineralima ganga.

Fig. 1. Reflected light, Nicols / /, 25x;
1. siderite, 2. magnetite, 3. Fe-chlorite with gangue minerals.

U vezi sa položajem fosfora u rudi, o čemu će biti govora u narednom tekstu, važno je istaći podatak da je na Tajmištu pouzdano utvrđeno prisustvo primarno stvorenog siderita (autor 1963. g.).

Isto tako položaj fosfora u ležištu potvrđuje takvu koncepciju o primarnom stvaranju siderita kao i koncepciju o višefaznoj sideritizaciji ležišta a koju je za Tajmište prvi put izložio A. Cisarc (lit. 1).

Sistematskim proučavanjem ležišta i primenom savremenih laboratorijskih metoda nije pouzdano utvrđeno prisustvo minerala šamozita u ležištu ma da je prisustno nekoliko vrsta Fe-hloritskih minerala sa različitim sadržajem u prvom redu gvožđa. Isto tako, novijim ispitivanjima (1963—1966.), dobijen je čitav niz novih podataka o ležištu a u prvom redu kvantitativnih odnosa korisnih mineralnih sastojaka. Dobijeni su i podaci o mineralima i geohemiji fosfora u ležištu Tajmište.

Novija mineraloška proučavanja ležišta dala su po prvi put podatke koji su u skladu sa hemijskim sastavom rude, a koja pokazuju da su minerali siderit sa magnetitom nosioci oko 2/3 a Fe-hloriti oko 1/3 od ukupnog sadržaja Fe-metala u ležištu.

Glavni (prosečni) pokazatelji iz hemijskog sastava rude su: Fe = 37,3%; SiO_2 = 17,6%; Al_2O_3 = 8,3%; P = 1%; CaO = 3,3%; MgO = 1,25% itd.

FOSFOR U LEŽIŠTU GVOŽĐA TAJMIŠTE

Jedan od problema koji su dugo vremena ostali nerazjašenjeni je pitanje fosfora u ležištu Tajmište. Još je C i s a r c (lit. 1) konstatovao apatit u rudi Tajmišta ali je zastupljenost ovog minerala bila i suviše mala, u preparatima koje je pregledao, da bi se za njega mogla vezati ukupna količina fosfora koja se dobija hemijskom analizom rude. Ovu činjenicu su takođe zapazili D u h o v n i k, A v r a m o v i ć i dr. Sadržaj fosfora u rudi Tajmišta je oko 1%.

Kasnije (1963) V. S o s i ć (lit. 4) zaključuje da bi nosilac fosfora u rudi mogao biti neki mineral iz vivijanitske grupe pošto su hemijske analize pojedinih sitovnih frakcija reprezentativnog materijala sa Tajmišta pokazale da sa opadanjem sadržaja gvožđa opada i sadržaj fosfora.

Ispitivanjem reprezentativnih uzoraka rude sa Tajmišta, metodama koje su napred navedene, dobijeni su koncentrati pojedinih minerala pa i koncentrat apatita. Hemijskom analizom rude i hemijskom analizom koncentrata apatita dobijen je podatak da apatit veže nešto oko 1/4 od ukupnog sadržaja fosfora u rudi. Drugi minerali fosfora nisu konstatovani pa se prišlo hemijskom ispitivanju pojedinačnih mineralnih sastojaka iz rude na sadržaj fosfora.

Rudno ležište na Tajmištu, kao što je već istaknuto, zahvatila je u nekoliko jasno razdvojenih faza intenzivna sideritizacija. Hemijskom analizom siderita utvrđeno je da on sadrži izvesnu količinu fosfora. Međutim, analize siderita iz pojedinačnih faza sideritizacije pokazale su da samo primarno stvoreni siderit sadrži fosfor, dok siderit stvoren kasnije tj. epigenetskim unošenjem karbonata, ne sadrži ovog elementa.

Iako je rudni sediment predstavljen izvanredno sitnozrnom mešavinom raznih minerala ipak je siderit iz pojedinačnih faza sideritizacije moguće izdvojiti relativno čist. Međutim, primarno stvoreni siderit se meša sa ostalim mineralnim komponentama u takvim razmerama da ga je nemoguće fizičkim motodama izdvojiti potpuno čistog. Ovo mešanje je naročito izraženo sa Fe-hloritskim komponentama i sa mineralima jalovine. Hemijske analize većeg broja uzoraka nedvosmisleno pokazuju da je ipak primarni siderit glavni nosilac fosfora u rudi. Evo nekih od tih analiza:

Sadržaj SiO_2 i P_2O_5 u nekim uzorcima rude gvožđa sa Tajmišta bez prethodne bilo kakve separacije iznosi:

SiO_2%	P_2O_5%
13,43	2,93
17,16	2,40
18,16	2,54

Sadržaj SiO_2 i P_2O_5 u istim uzorcima rude pošto je iz njih prethodno odseparisan dobar deo siderita:

SiO_2%	P_2O_5%
26,06	0,72
22,16	0,17
19,74	0,77

Iz hemijski analiza uradenih u cilju praćenja fosfora vidi se da je glavni deo fosfora odseparisan uz siderit. U sideritu postoje, dakle, molekuli $FePO_4$ umesto nekih molekula $FeCO_3$ što je sasvim moguće s obzirom da je jonski potencijal jona PO_4 vrlo blizak jonskom potencijalu jona CO_3 pa se oni mogu zamenjivati u strukturi siderita.

Mada su prikazane hemijske analize jasna ilustracija distribucije fosfora u rudi ipak nije sasvim isključena mogućnost da se neka neznatna količina fosfora (u ležištu) nalazi i u Fe-hloritskim komponentama. Poznati su slučajevi, u nekim drugim ležištima gvožđa u svetu, da se trovalentno negativan jon fosfora zamenjuje sa četvorovalentnim jonom orto silikata (SiO_4).

Prema usmenom saopštenju* profesora Dr. inž. Jože Duhovnika nije isključena mogućnost da deo fosfora vežu i Fe-silikati u rudi Tajmišta usled čega se dobijaju pomerene vrednosti Rö dijagrama za mineralnu komponentu u ležištu koja je bliska »šamozitu«. Takođe je rečeno da apatit može vezivati najviše 1/4 od ukupnog sadržaja fosfora u rudi Tajmišta.

Podatak da je primarno stvoreni siderit u ležištu glavni nosilac fosfora u rudi ima uticaja na razjašnjenje nekih pitanja ne samo u vezi sa poreklom fosfora nego i drugih genetskih i dijagenetskih odnosa u ležištu.

Mada je pouzdano utvrđeno prisustvo primarno stvorenog siderita u ležištu (lit. 6—11) i detaljno opisan proces višefazne sideritizacije ležišta (lit. 1) ipak konstatacija da je primarni siderit nosilac fosfora a ne naknadno stvoreni siderit, potvrđuje postavke autora o primarnom stvaranju siderita u ležištu kao i postavke A. Cisarca o mehanizmu procesa stvaranja naknadnog siderita sa još jednog novog stanovišta.

Naime, naknadna karbonatizacija ležišta (primarnog ležišta) gvožđa na Tajmištu vršena je odozgo pa naniže, usled čega su gornji delovi ležišta jače zahvaćeni ovim procesima nego donji (u proseku). Isto tako, delovi ležišta zahvaćeni pojedinim fazama sideritizacije, imaju oblik trougla, kod kojega je jedna strana približno paralelna površini najgornjeg rudnog sedimenta. Postoje i takvi oblici gde je sideritizacija izvršena u vidu žilica markroskopski vidljivih a koje takođe isklinjavaju idući naniže. Promatranja isklinjavanja ovih žilica makroskopski vidljivog siderita izvršena su u istražnim potkopima na revirima I, II, III, IV, još 1963. g. (autor) kada su potkopi bili pristupačni, mada već delimično zarušeni.

U vezi napred rečenog, po pitanju primarnog stvaranja siderita i kasnije višefazne sideritizacije i u vezi utvrđenih pravaca odakle je dolazila ta sideritizacija (karbonatizacija), činjenica da je fosfor vezan samo za primarno stvoreni siderit i apatit, isključuje realnu mogućnost nekih novih shvatanja, da je na Tajmištu stvaranje mlađeg siderita posledica hidrotermalnih akcija i »podmlađivanja« primarnog siderita, odnosno odraz procesa regeneracije (lit. 5). Naime, paragenetski odnosi među rudnim sastojcima u produktivnom sedimentu i geološki strukturni pokazatelji, potvrđeni analizom jezgra bušotina i rudarskim istražnim radovima, dokaz su da je sideritizacija primarnog ležišta vršena odozgo (od površine terena)

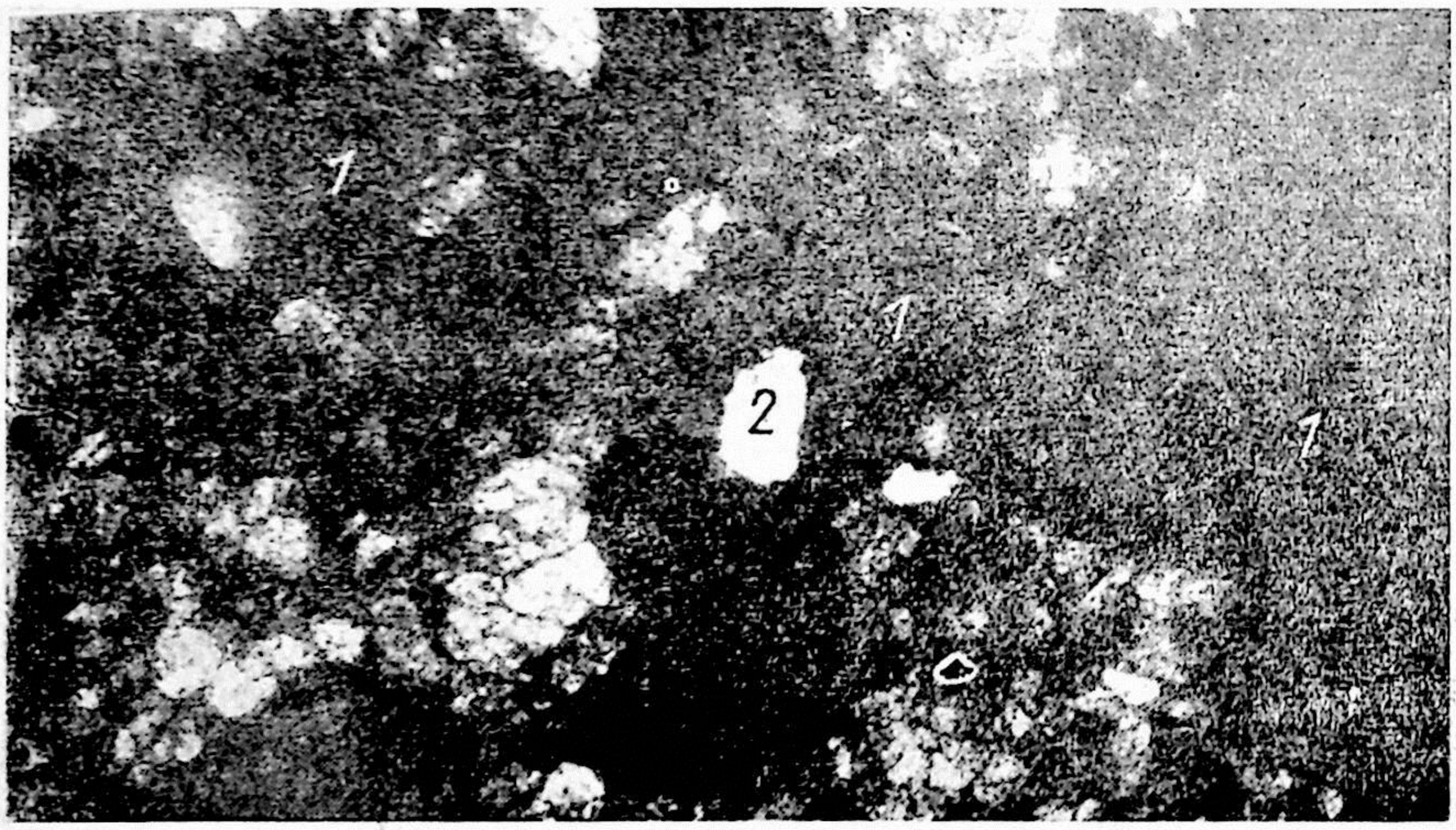
*) Diskusija prof. Dr. inž. Jože Duhovnika na VI Savetovanju geologa Jugoslavije, Ohrid 1966. g. povodom referata Mr. Dušana Kleuta »Mineralni sastav rudišta Tajmište — sa osvrtom na njegovu genezu«.

pa naniže. Prema tome hidrotermalne akcije i regeneracioni procesi, u smislu datih objašnjenja višefazne sideritizacije, odnosno »podmlađivanja« primarnog siderita, bili bi mogući samo u slučaju da su dolazili sa površine terena — što je, za hidrotermalne rastvore, malo verovatno.

POREKLO FOSFORA U LEŽIŠTU GVOŽĐA TAJMIŠTE

Fosfor vezan za dijagenetski stvoren apatit i fosfor vezan za siderit su potpuno istog porekla. Fosfor vezan za akcesorni apatit (apatit normalnih optičkih osobina) je sasvim drukčijeg porekla.

Naime, apatita u ležištu ima dve vrste. Jedan deo ovog minerala dospeo je u rudni sedimenat kao detritični materijal poreklom sa kopna. Takav apatit u nekim slučajevima zauzima središnji deo u oolitima gde je poslužio kao zametak u njihovom stvaranju, a umesto zrna kvarca, feldspata i drugih minerala koji su inače u većini slučajeva poslužili kao zameci u stvaranju oolita. On često puta pokazuje znake transportovanja, a nalazi se kako u sedimentima podine, u rudnim sedimentima (sl. 2) tako i u sedimentima povlate. To drugim rečima znači, da je donošenje ovog apatita u morske sedimente imalo kontinuiran tok i nezavisan od događaja u samom basenu.

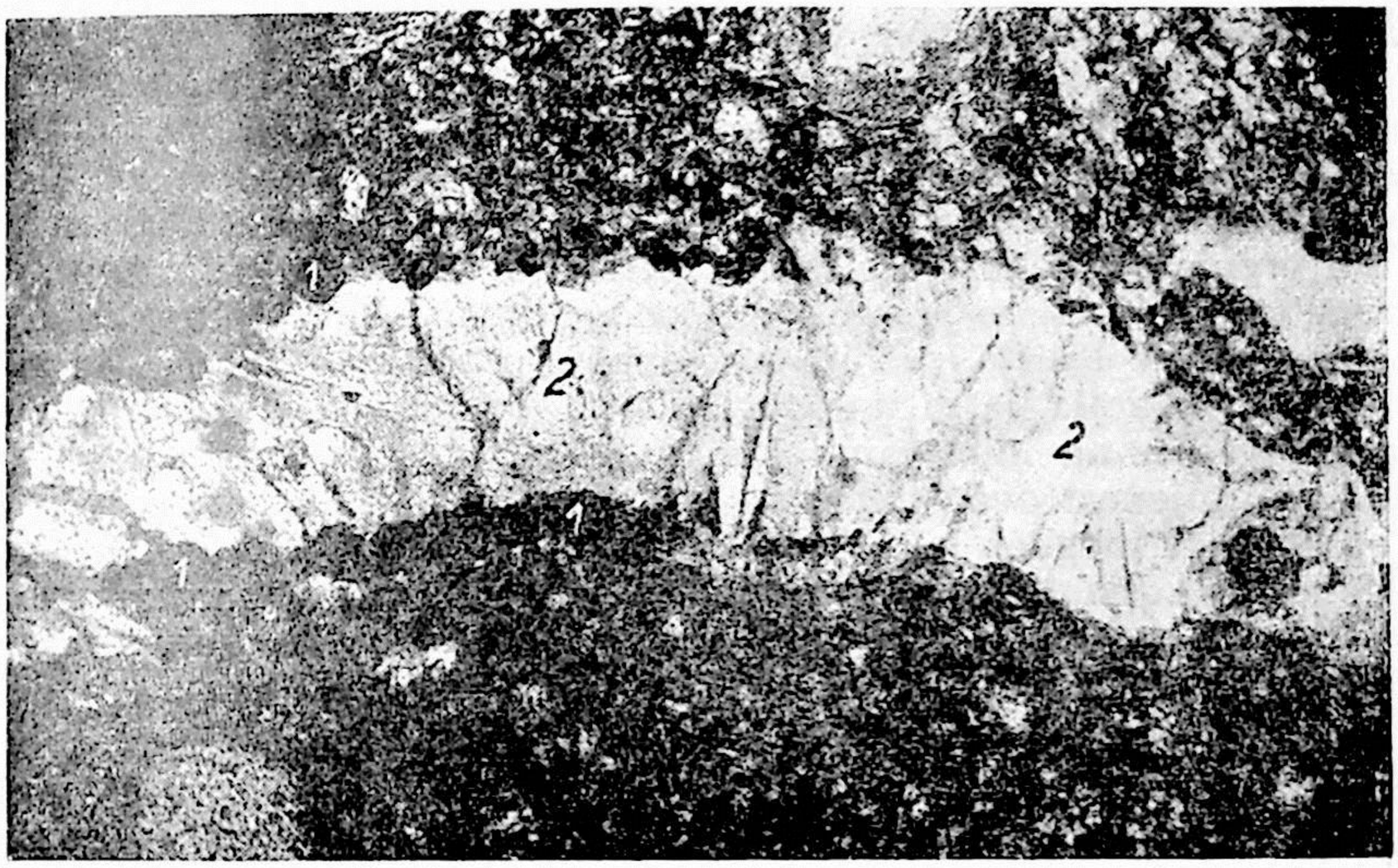


Sl. 2. Propuštena svetlost, Nikoli / /, 150x;
1. presek nekoliko oolitnih zrna, 2. apatit u centru oolitnog zrna gde je poslužio kao zametak pri stvaranju tog oolita.

Fig. 2. Transmitted light, Nicols / /, 150x;
1. cross — section of some oolitie grains, 2. apatite, in the central part of oolitie grain, representing a nucleus for the formation of the oolite.

Druga vrsta apatita postala je naknadno tj. u vreme dijageneze ležišta. Ima ga samo u rudnim sedimentima. Ovaj apatit je postao u vreme kada su stvorene i značajnije količine magnetita na račun Fe-silikata i na račun primarnog siderita. Stvaranjem magnetita na račun primarnog siderita

došlo je do oslobadanja fosfora iz ovog siderita, njegovog koncentrisanja u povoljnoj sredini, gde posle dolazi do stvaranja apatita. Na to ukazuju podaci, da se ovaj apatit mahom nalazi u delovima ležišta sa većim sadržajem magnetita ili pak tamo gde postoje sigurni znaci da je u nekoj etapi (u toku) dijageneze ležišta bio visok sadržaj magnetita. U delovima ležišta gde se očuvao približno isti sadržaj primarno stvorenog siderita nema apatita ove vrste. To ukazuje, da u ostalim slučajevima, gde je došlo do zamene primarnog siderita magnetitom, postanak ovog apatita ima s tim direktnu vezu. Ovaj apatit se najčešće pojavljuje u vidu tankih žilica (sl. 3).



Sl. 3. Propuštena svetlost, Nikoli / /, 360x;
1. mešavina rudnih minerala i minerala ganga među kojima se ističe magnetit — crna zrna, 2. žilica dijagenetskog apatita kroz rudnu masu.

Fig. 3. Transmitted light, Nicols / /, 360x;
1. the mixture of ore and gangue minerals. Magnetite is very well expressed, forming black grains and elongated agregates, 2. A veinlet of diagenetic apatite, cutting the fine grained ore — agregate.

Zašto u ovakvim slučajevima nije došlo do stvaranja nekog minerala iz vivijanitske grupe, umesto apatita, i zašto su ovi apatiti najčešće, kao što je to zapazio i Cisarc u ležištu Judovo, anomalno dvoosni, nije za sada u potpunosti razjašnjeno. Taj podatak da je apatit koji je stvoren u procesu dijageneze anomalno dvoosan može se objasniti tako, da je temperatura pri njegovom stvaranju bila suviše niska pa je zbog toga postao anomalno dvoosan, za razliku od apatita (sl. 2) koji potiče sa kopna i najverovatnije iz magmatskih stena (granita?) gde je apatit normalnih optičkih osobina.

Poreklo fosfora vezanog za primarno stvoreni siderit i za apatit stvoren u vreme dijageneze ležišta je dakle, isto. Razlika je samo u tome što je za stvaranje ovog apatita bila potrebna koncentracija fosfora iz primarnog

siderita kod koga je, sticajem okolnosti, došlo do rušenja strukture i oslobađanja fosfornog jona iz nje.

Ovaj fosfor koji se sada nalazi u sideritu i u dijagenetskom apatitu bio je u vreme stvaranja ležišta u morskoj sredini u vidu rastvora. Dospeo je u tu sredinu ili raspadanjem fosfata na kopnu, od izumrlih životinja u moru ili je istog porekla kao i gvožđe tj. iz submarinskih erupcija.

Pod sasvim običnim uslovima, kao što se to ponekad izvodi i u laboratoriji, taloženjem karbonata vrši se »prečišćavanje rastvora« u kojem ima fosfora. Prilikom obaranja karbonata ovi sa sobom povuku i fosfor. S obzirom da je jonski potencijal jona PO_4 i jona CO_3 vrlo blizak to je prilikom kristalizacije primarnog siderita u ležištu Tajmišta ovaj jon (PO_4) ušao u njegovu strukturu.

Taj podatak ujedno je i najsigurnija potvrda postojanja primarnog siderita u ležištu Tajmišta, pošto je ulazak fosfora u strukturu siderita bio moguć samo pod uslovima direktnog obaranja karbonata. Zbog toga siderit stvoren u višefaznoj sideritizaciji ležišta, epigenetskim unošenjem karbonata, u vreme dijageneze, ne sadrži fosfor, što je sasvim prirodna pojava. S druge strane, kao što je već naglašeno, primarni siderit je u toku duge geološke istorije ležišta, raznim uticajima i procesima, kao što je stvaranje drugih minerala na račun ovog siderita (magnetita, martita, limonita i drugih), sveden na minimalnu količinu, i tako nam je sada nepoznata prava zastupljenost ovog minerala u vreme formiranja ležišta. Međutim, do tog podatka moguće je doći (ta ispitivanja su u toku) posredstvom fosfora tako da se dijagenetski stvoreni apatit (fosfor) preračuna na primarni siderit, čijim je prestankom postojanja upravo uslovljeno stvaranje toga apatita.

Drugim rečima, kao što je već naglašeno, zbog duge geološke istorije ležišta odnosno zbog dijagenetskih i metamorfnih uticaja i zbog epigenetskog unošenja karbonata, došlo je dobrim delom do brisanja prvobitnih struktura i do krupnih izmena u mineralnom sastavu ležišta tokom vremena. Zbog toga se tek iz fragmenata očuvanih starih struktura može zaključiti nešto više o tome kako je izgledalo ležište u vreme rane geneze. Međutim, zahvaljujući slučaju da ne postoje nikakvi znaci epigenetskog unošenja fosfora u ležište, moguće je dobiti približne podatke o zastupljenosti primarnog siderita u ležištu u vreme rane geneze a pre dijageneze na taj način što se preko ukupnog sadržaja dijagenetskog apatita i fosfora za njega vezanog dolazi do bivšeg ukupnog sadržaja primarno stvorenog siderita u ležištu.

Ukoliko se pretpostavi da je poreklo fosfora, koji se sada nalazi u primarnom sideritu i dijagenetskom apatitu, isto kao i poreklo gvožđa u ležištu, onda je u toliko više opravdana pretpostavka da izvesnu, zanemarujuće malu, količinu fosfora vežu i Fe-hloritski minerali, pošto je gvožđe u morsku sredinu došlo, najverovatnije, u vidu Fe-silicijskog gela.

ZAKLJUČAK

Ruda gvožđa na Tajmištu sadrži oko 1% fosfora. Jedini mineral fosfora, do sada otkriven u ležištu, je apatit. Za njega je vezano samo 1/4 od ukupnog sadržaja fosfora u rudi.

U ležištu gvožđa Tajmište postoje dve vrste apatita. Apatit koji u stvari predstavlja detritični materijal, poreklom je sa kopna. Ovaj mineral se ponekad nalazi u centru izvesnog broja oolita gde je poslužio kao zametak u njihovom stvaranju. Zapaženi su oblici ovog apatita koji ukazuju na njegovo transportovanje.

Druga vrsta apatita u ležištu postala je u vreme dijageneze. Poreklo fosfora za njegovo stvaranje je takođe singenetsko, a potiče iz primarno stvorenog siderita koji je u vreme dijageneze delom prešao u druge minerale.

Preostali deo fosfora u ležištu nije izražen u vidu samostalnih minerala fosfora, već se ta količina ovog elementa, nalazi u primarno stvorenom sideritu. Prikazane hemijske analize, kao i drugi podaci ovo potvrđuju. Ulazak fosfora u strukturu siderita bio je moguć zbog bliskosti jonskog potencijala jona PO_4 i CO_3.

Nije sasvim isključena mogućnost da Fe-hloritske komponente u ležištu vezuju izvesnu količinu (minimalnu) fosfora, s obzirom da postoji mogućnost jonske zamene, ma da su ove mogućnosti daleko povoljnije sa karbonatima nego sa silikatima gvožđa.

Nije, za sada, dovoljno razjašnjena pojava zašto je deo apatita anomalno dvoosan, a koji se inače nalazi među onim apatitima koji su postali u vreme dijageneze, što, pored drugih nerazjašnjenih pitanja, predstavlja predmet daljih proučavanja.

Nikakvi znaci epigenetskog unošenja fosfora u rudne sedimente na Tajmištu nisu do sada zapaženi.

(Predato za štampu maja 1967. god.)

LITERATURA

1. A. Cissarz: 1953 — Prilog petrografiji i genezi ležišta silikatnih ruda gvožđa u jugozapadnoj Makedoniji (prevod sa nemačkog), — fond stručnih dokumenata Željezare u Skoplju.
2. B. Page: 1955 — Geološka struktura (tektonika) ležišta železne rude u blizini Tajmišta, zapadna Makedonija, Jugoslavija, — fond stručnih dokumenata Saveznog geološkog zavoda. Bgd.
3. B. Pirkmajer: 1960 — Studija pripreme Fe rude Tajmišta, — fond dokumenata Željezare Skoplje.
4. V. Sosić: 1963 — Izveštaj, Nalazišta železnih ruda u SR Makedoniji, — fond dokumenata željezare Skoplje.
5. V. Vujanović, S. Cvetić: 1966 — Regeneracioni i drugi postgetski procesi u Fe-ležištima Zapadne Makedonije, — referati VI savetovanja geologa Jugoslavije, Ohrid.
6. D. Kleut: 1963 — Izveštaj o radu na mineraloško-genetskoj studiji ruda gvožđa Zapadne Makedonije, — fond SGZ, Beograd.
7. D. Kleut: 1964 — Mineraloška studija ruda gvožđa Zapadne Makedonije, Tajmište, — magistarska teza, neobjavljeno.
8. D. Kleut: 1965 — Izveštaj, Mineraloško-genetska studija ruda gvožđa Zapadne Makedonije, Tajmište, — fond SGZ, Beograd.
9. D. Kleut: 1965 — Mineraloško-petrografske karakteristike rude Tajmišta, — Zapisnici srpskog geološkog društva, u štampi.
10. D. Kleut: 1966 — Mineralni sastav rudišta Tajmište sa osvrtom na njegovu genezu, — Referati VI savetovanja geologa Jugoslavije, Ohrid.

11. D. Kleut: 1966 — Izveštaj, Mineraloško-genetska studija ruda gvožđa Zapadne Makedonije, — fond SGZ, Beograd.
12. J. Duhovnik: 1961 — Izveštaj, Poročilo o integriranju rudnih uzorcev s področja Tajmište in Demir Hisar, — fond železarе Skoplje.
13. L. Nöth: 1952 — Izveštaj o geološkim radovima na rudniku Cer kao i pregledu istražnih radova kod Slepče i Judova (Makedonija), — fond stručnih dokumenata geološkog zavoda Makedonije u Skoplju.
14. L. Nöth: 1950 — Izveštaj o obilasku istražnih radova na gvoždu kod Slepče i Tajmišta, kao i istraživanju manganske rude kod Kuratice, Makedonija — fond SGZ, Beograd.
15. M. Dolenc: 1951 — Sadržaj, opšti pregled nastupanja železnih ruda u Zapadnoj Makedoniji, kratak opis nalazišta železnih ruda, — fond dokumenata Železare Skoplje.
16. M. Dolenc: 1960 — Izveštaj, Geologija Tajmišta, — fond stručnih dokumenata SGZ, Beograd.
17. M. Arsovski i saradnici: 1962 — Rezultati strukturno-geološkog kartiranja na području Darda Kule i s. Lešnice, — fond geološkog zavoda Makedonije u Skoplju.
18. N. Izmajlov: 1950 — Prethodni izveštaj o rezultatima kartiranja terena gvozdenih ruda Demir Hisar okolije, — fond stručnih dokumenata geološkog zavoda Makedonije u Skoplju.
19. R. Ramdohr — Lehrubuch der Mineralogie.
20. S. Rakić i V. Avramović: 1953 — Izveštaj o pregledu mikroskopskih preparata rudišta Tajmište, — fond SGZ, Beograd.
21. T. Kuvendiski: 1961 — Godišnji izveštaj istražnih radova za 1961. g., — fond stručnih dokumenata Železare Skoplje.
22. T. Kuvendiski: 1962 — Elaborat o istražnim radovima na Tajmištu — fond strunčih dokumenata železare u Skoplju.
23. T. Jančić, R. Popović, S. Cvetić: 1962 — Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima ruda gvožđa u oblasti Kičeva i Gostivara, — fond stručnih dokumenata SGZ, Beograd.

Summary

DUŠAN KLEUT*)

PHOSPHORUS IN THE TAJMIŠTE IRON ORE DEPOSIT

The iron ore in Tajmište deposit contains about 1% phosphorus. The only phosphate mineral so far discovered in the deposit is apatite. Only about 1/4 of the total phosphorus content in the ore is contained in this mineral.

There are two kinds of apatite in the iron deposit at Tajmište. Apatite which is actually a detrital material is of land origine. This mineral is some times found in the central port of a number of oolites where it represented the nucleus of their formation. Forms of this kind of apatite ore indicating it's transportation.

The second kind of apatite in the deposit was formed during the diagenesis. The origine of the phosphorus in its formation is likewise singenetic, and comes from the primarily formed siderite which, during diagenesis, has been partially transformed into other minerals.

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials. Beograd.

The remaning portion of the phosphorus in the deposit is not in the form of independent phosphate minerals, but is found in primary siderite. The chemical analysis shown and other data confirm this. The entry of phosphorus into the structure of the siderite was possible because of the close similarity of the ion potential of the molecules PO_4 and CO_3.

It is not impossible that the Fe-chlorite components in the deposit should be chemically bonuded with a certain minimum quantity of phosphorus, in view of the possibility of ionic substitution, although this is far easier with carbonates than with iron silicates.

For the present this phenomenon has not been sufficiently elucidated, i. e. a part of the apatite is bi-axial, other wise found among the apatites originating during diagenesis, and together with other unsolved questions, represents a subject of further study.

So far no signes of epigenetic introduction of the phosphorus into ore sediments at Tajmište have been noted.

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

STANISLAV VIŠIĆ

UDK 550.83:553.43 (497.1)

SADAŠNJE STANJE I MOGUĆNOSTI PRIMENE GEOFIZIČKIH METODA PRI ISTRAŽIVANJU BAKRA U JUGOSLAVIJI

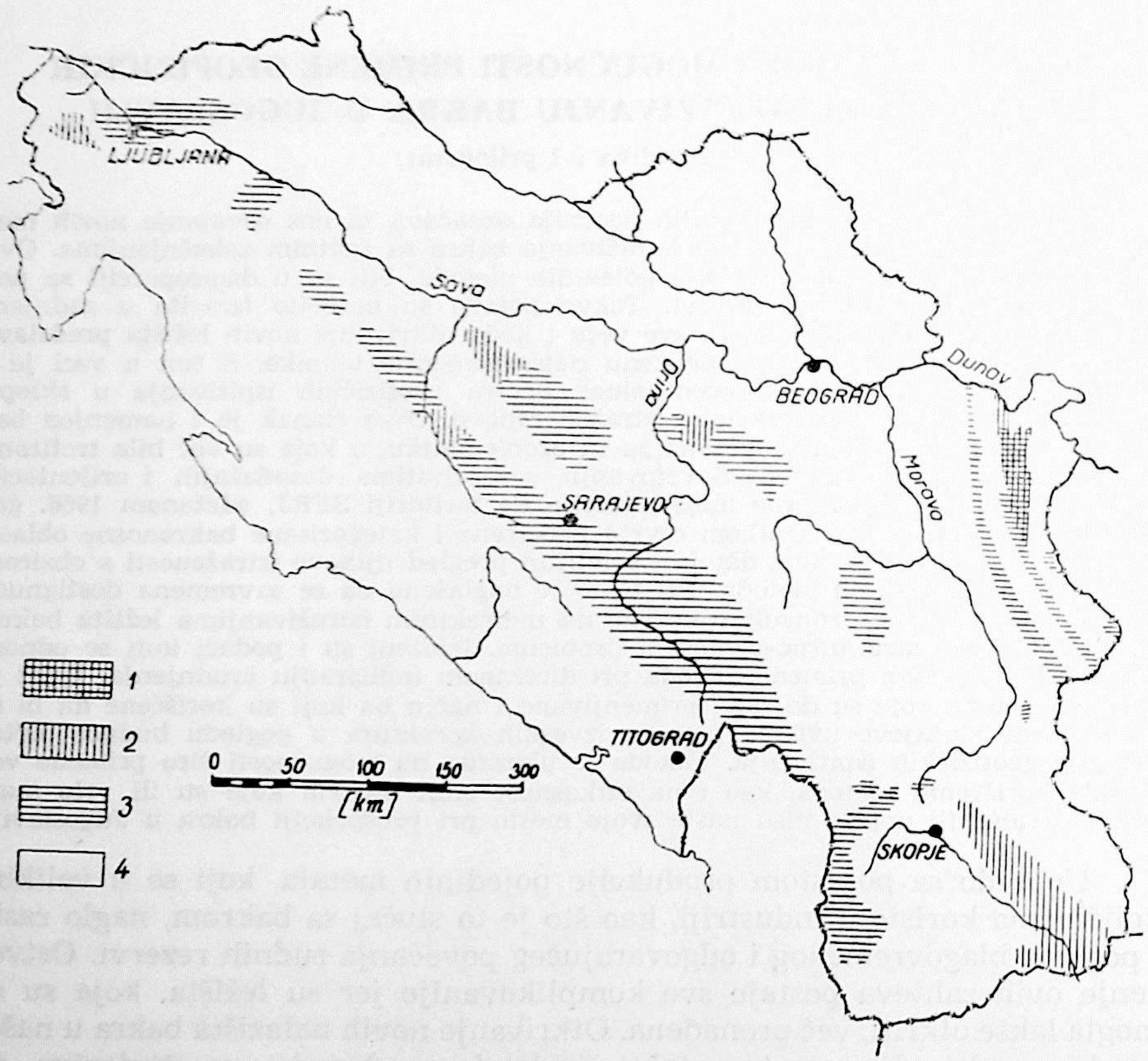
(sa 9 slika i 1 prilogom)

Razvoj rudne geofizike zadnjih decenija označava za nas osvajanje novih metoda i njihovo uvođenje u praksu istraživanja bakra sa znatnim zakašnjenjima. Ova zakašnjenja, kao i obim korišćenja pojedinih metoda, bili su u disproporciji sa potrebama povećanja rudnih rezervi. Takve pojave su naročito izrazite u zadnjem periodu, kada je potražnja bakra sve veća i kada otkrivanje novih ležišta predstavlja sve teži zadatak i zahteva primenu najsavremenije tehnike. S tim u vezi je i neophodnost znatno većeg procentualnog učešća geofizičkih ispitivanja u sklopu ukupnih izdataka na prospekciono-istražne radove. Ovaj članak je i namenjen baš razmatranju pitanja koja su vezana za tu problematiku, a koja su već bila tretirana u jednom od referata (20) na Savetovanju o rezultatima dosadašnjih i orijentaciji budućih istraživanja bakarne mineralizacije na teritoriji SFRJ, održanom 1966. godine. U ovom radu su u kratkom osvrtu prikazane i kategorisane bakronosne oblasti Jugoslavije, a u vezi sa tim, dat je i približan pregled njihove istraženosti s obzirom na korišćenje pojedinih metoda. Pri tome je naglašeno da se savremena dostignuća primenjene geofizike nedovoljno koriste na indirektnim istraživanjima ležišta bakra, tj. na rešavanju strukturno-geoloških problema. Izloženi su i podaci koji se odnose i na vrlo mali obim primene metoda pri direktnom indiciranju orudnjenja. Iznet je pregled metoda koje su do sada primenjivane i način na koji su korišćene da bi se za pojedine slučajeve uvidela potreba izvesnih korektura u pogledu buduće metodologije geofizičkih ispitivanja. Takođe je ukazano na mogućnosti šire primene već dosada korišćenih metoda, kao i na efikasnost onih metoda koje su ili vrlo malo primenjivane, ili uopšte nisu našle svoje mesto pri prospekciji bakra u Jugoslaviji.

Uporedo sa porastom produkcije pojedinih metala, koji se u velikim količinama koriste u industriji, kao što je to slučaj sa bakrom, naglo raste i potreba blagovremenog i odgovarajućeg povećanja rudnih rezervi. Ostvarenje ovih zahteva postaje sve komplikovanije jer su ležišta, koja su se mogla lakše otkriti, već pronađena. Otkrivanje novih nalazišta bakra u našoj zemlji predstavlja posebno težak zadatak, s obzirom na činjenicu da rudarenje i interes za ovim metalom u njoj datiraju iz davnina. Stoga se može smatrati da su značajnije mineralizacije bakra, koje imaju izdanke na površini, već poznate, mada su mnoge nedovoljno izučene.

Pri daljem istraživanju bakra mora se predvideti korišćenje najsavremenijih sredstava i dostignuća u oblasti prospekcije mineralnih sirovina, kako bi se otkrila i ona orudnjenja koja dublje zalažu i ničim se ne mani-

festuju na površini terena. Indiciranje novih ležišta zahteva daleko šire angažovanje savremenih metoda, koje do sada ili nisu korišćene ili su primenjivane u vrlo ograničenom obimu. Shodno tome, mora se računati i sa znatno većim izdacima na ove radove nego što je to bio slučaj do sada. Vidniji uspesi na polju povećanja rudnih rezervi bakra mogu se postići jedino korišćenjem one tehnike, koja omogućava otkrivanje i takvih rudnih tela koja, ne samo da nemaju izdanke na površini zemlje, već ne daju nikakve neposredne geološke indikacije o svom prisustvu. Zato se dalja istraživanja moraju usmeriti na što šire korišćenje onih metoda čiji dubinski zahvat i efikasnost obećavaju veći uspeh. U skladu sa tim daleko veći značaj nego do sada treba dati obimnijim sistematskim geofizičkim ispitivanjima uz što tešnje njihovo povezivanje sa geološkim i geohemijskim proučavanjima u svim fazama istraživanja bakra.



Sl. 1. Pregledna karta bakronosnih područja Jugoslavija
(Po M. Ristiću i B. Sikošeku).

1 — Područje sa produktivnim rudnicima bakra; 2 — područje sa rudnim pojavama bakra; 3 — područje sa pojavama mineralizacije bakra; 4 — neperspektivna područja.

Fig. 1. General map of copper-bearing areas in Yugoslavia (After M. Ristić and B. Sikošek).

1 — Areas of productive copper mines; 2 — area with cooper ore mineralizations; 3 — area with the occurrences of copper mineralizations; 4 — area of no interest.

Na osnovu podataka o ležištima, rudnim pojavama i mineralizacijama bakra, kao i na osnovu proučavanja perspektivnosti pojedinih geoloških formacija (19, 49), približno se procenjuje da ukupna površina potencijalnih oblasti na bakar iznosi preko 30.000 km², što čini oko 12% teritorije Jugoslavije (sl. 1). Od toga na najperspektivnija i najviše ispitivana područja dolazi oko 1.200 km². Drugoj po perspektivnosti kategoriji terena, koji su znatno manje izučeni, pripada približno 5.000 km². Najveći prostor se odnosi, naravno, na treću kategoriju, koja je ujedno i najmanje proučena i zauzima površinu nešto ispod 25.000 km².

Podizanje pojedinih perspektivnih oblasti na viši stepen istraženosti zahteva pre svega sistematska izučavanja na bazi dugoročnijeg programa, koji bi se zasnivao na utvrđenoj faznosti i redosledu učešća pojedinih metoda ispitivanja. U okviru takvog programa geofizičkim radovima bi se dao širi obim ne samo u fazi detaljnih istraživanja već i u fazama koje prethode ovoj, bilo da se radi o direktnim ili indirektnim istraživanjima pri poludetaljnoj i regionalnoj prospekciji.

Dosadašnja primena geofizičkih metoda na istraživanju bakra u našoj zemlji bila je po obimu vrlo mala i korišćena je uglavnom sa ciljem direktnog indiciranja rudnih ležišta, uz minimalno učešće pri rešavanju geološko-strukturnih problema. To najbolje ilustruje činjenica da se najveći udeo geofizičkih ispitivanja odnosi na fazu detaljnih radova, dok prethodne faze praktično i nisu postojale (21, 22—57).

Regionalna magnetna nazemna merenja (55), koja su istina obuhvatila znatan deo bakronosnih reona, zbog razmere izvršenih ispitivanja (prosečno rastojanje tačaka preko 2 km) ne zadovoljavaju druge zahteve osim dobijanja opšte slike o rasporedu geoloških masa u dubljim delovima zemljine kore. Znatne površine perspektivnih oblasti regionalno su ispitivane primenom aerogeofizičkih metoda — magnetometrije i radiometrije, ali ovi podaci nisu razmatrani u smislu njihovog povezivanja za reševanje problema istraživanja bakra, pošto su imali drugu namenu. Jedino su sa tog aspekta analizirani podaci dobijeni pri eksperimentalnim aeromagnetnim ispitivanjima (16), koja su izvršena u cilju utvrđivanja efikasnosti ove metode u Timočkoj eruptivnoj oblasti. U fazi poludetaljnih ispitivanja, geofizičke metode nisu praktično našle svoje mesto što predstavlja jedan ozbiljan nedostatak u metodologiji primene ovih metoda pri istraživanju mineralizacija bakra.

Dakle, glavna orijentacija korišćenja geofizičkih metoda na istraživanju ovog metala bila je usmerena na detaljna ispitivanja lokaliteta malih površina, razmeštenih u područjima Timočke eruptivne oblasti, Vardarske zone, zapadne Srbije, Centralne -dinarske zone itd. Njima je ukupno obuhvaćeno oko 120 km², što čini svega 10% najperspektivnije kategorije terena, veoma neznatan deo druge i zanemarujući procenat treće kategorije (sl. 1). Mada su dosadašnja geofizička ispitivanja bila veoma kvalitetna i vođena od strane iskusnih specijalista, ipak nisu bila dovoljna da se pod navedenim uslovima postignu bolji rezultati od onih do kojih se došlo od oslobođenja pa do danas. Ograničen domen korišćenja geofizičkih metoda, kao i veoma skučen obim njihove primene, nisu mogli doprineti većem uspehu.

Da se u našoj zemlji zaista u vrlo malom obimu koriste geofizičke metode na istraživanjima bakra pokazuje i ovaj podatak: U jednom od rudonosnih rejona Kazahstana u toku terenske sezone korišćenjem jednog uređaja za izazvanu polarizaciju ispita se površina od 80 km² do 120 km² (2), a u bakronosnom rejonu Timočkog andezitskog eruptiva u toku zadnjih 5 godina ova metoda je primenjena na oko 30 km², dok su sva geofizička ispitivanja u tom rejonu, u toku zadnjih 20 godina obuhvatila površinu koja ne dostiže 100 km² (prilog 1). Zato se upravo i ističe potreba da se primena geofizičkih metoda, pri daljoj prospekciji bakra, zasniva pre svega na sistematskom i daleko širem korišćenju ovih ispitivanja nego što je to do sada bilo. Pored toga, uočava se neophodnost usmeravanja budućih geofizičkih ispitivanja naročito na geološko-strukturna izučavanja rudonosnih rejona. Prema tome, suština buduće orijentacije ovih ispitivanja na istraživanju bakra, nije samo u uvođenju novih metoda, već i u izvesnoj izmeni metodologije i povećanju obima korišćenja metoda koje su već primenjivane u toj oblasti.

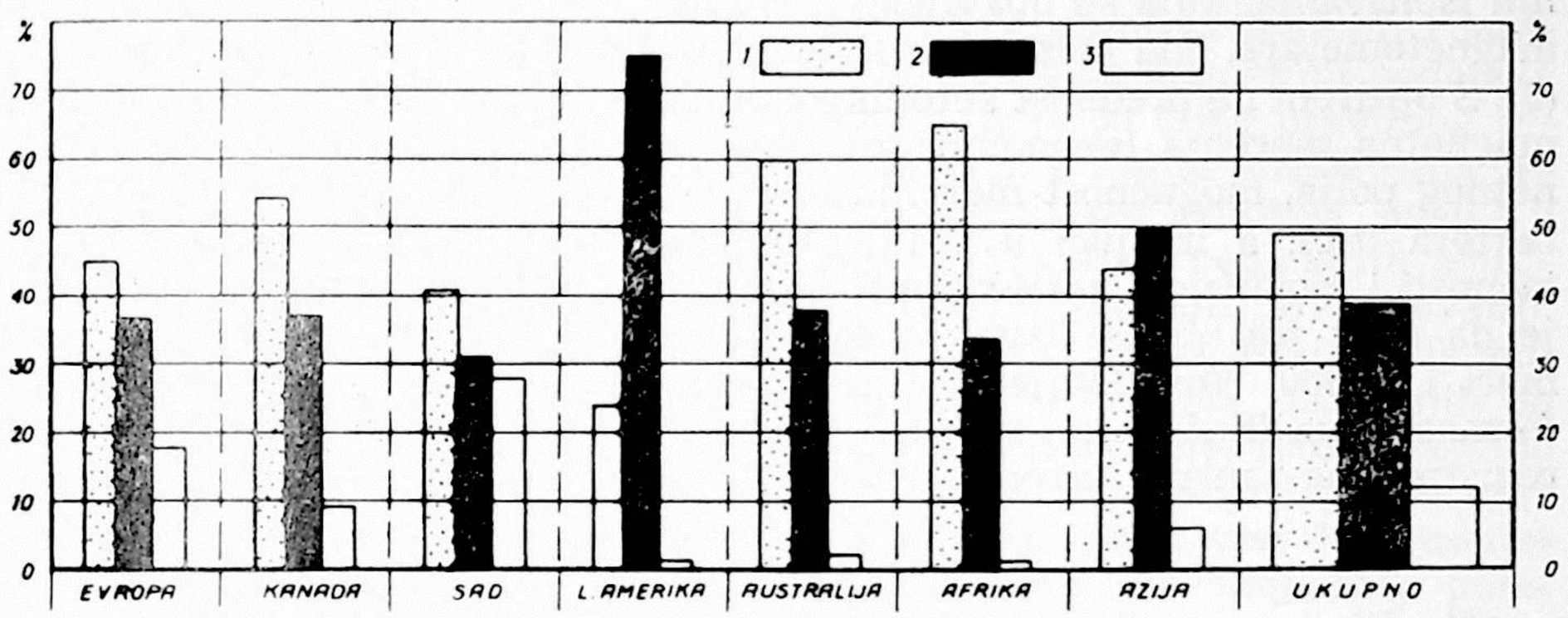
Geofizička ispitivanja iz vazduha

Uvođenje aerogeofizičkih metoda u oblast istraživanja mineralnih sirovina logična je posledica nastojanja da se pre svega poveća brzina otkrivanja i okonturavanja najperspektivnijih rudonosnih rejona, a sa tim u vezi, da se za što kraće vreme indiciraju skrivena rudna ležišta i na taj način izbegnu dugogodišnja lutanja pri rešavanju ovih zadataka korišćenjem onih metoda, čija primena je ne samo daleko sporija već i mnogo skuplja, a koje postaju efikasne tek onda kada im se, na osnovu aerogeofizičkih ispitivanja i temeljnih geoloških proučavanja, nađe pravo mesto korišćenja.

Pozitivne strane aerogeofizičkih metoda sastoje se pre svega u velikoj produktivnosti i masovnosti podataka, zatim u niskoj ceni koštanja, neznatnim uticajima topografije i površinskih nehomogenosti terena, kontinuiranom praćenu promena merenih veličina, pogodnošću ispitivanja na raznim visinama, mogućnošću primene više metoda u isto vreme itd. K r e j t e r navodi da »u poređenju sa nazemnim načinima prospekcije aeroprospekcija se odlikuje jasno povišenom ekonomičnošću, brzinom i efektivnošću« (7).

Aerogeofizička ispitivanja se veoma intenzivno i uspešno primenjuju naročito posle II svetskog rata i to u onim zemljama koje beleže najizrazitije uspehe u otkrivanju novih ležišta mineralnih sirovina i povećanju produkcije Fe, U, Cu, Pb i drugih metala. Zadnjih godina se učešće aerogeofizičkih ispitivanja u ukupnim troškovima geofizičkih radova naglo povećava. Prema podacima C. L. E l l i o t-a za 1965. godinu (3), ovo učešće u zemljama Zapadnog sveta je variralo od 31% (SAD) pa do 75% (L. Amerika), a srednja vrednost iznosi 39% (sl. 2). U sklopu opšte tendencije većih ulaganja na geofizička ispitivanja, porast angažovanja stručnog kadra na aerogeofizičkim ispitivanjima u 1965. godini, u odnosu na prethodnu, iznosi 13%, a materijalnog ulaganja 56%. Sudeći prema literaturnim podacima (8), aerogeofizička ispitivanja se u Sovjetskom savezu još u većoj meri koriste.

U našoj zemlji se za sada primenjuju aeroradiometrijska i aeromagnetna metoda. Uvedene su sa znatnim zakašnjenjem, s obzirom na početke njihovog korišćenja u tehnički razvijenim zemljama. Aeroelektromagnetna metoda se još ne primenjuje u našoj zemlji i svi su izgledi da će njeno uvođenje biti sa još većim zakašnjenjem bez obzira na njen veoma veliki značaj za efikasno otkrivanje skrivenih sulfidnih orudnjenja.



Sl. 2. Procentualno učešće troškova na geofizička ispitivanja u Zapadnom svetu za 1965. godinu (Prema C. L. Elliot-u).

1 — Nazemna ispitivanja; 2 — ispitivanja iz vazduha; 3 — naučni rad.

Fig. 2. Percentage distribution of Western World geophysical expenditures in 1965. (After C. L. Elliot).

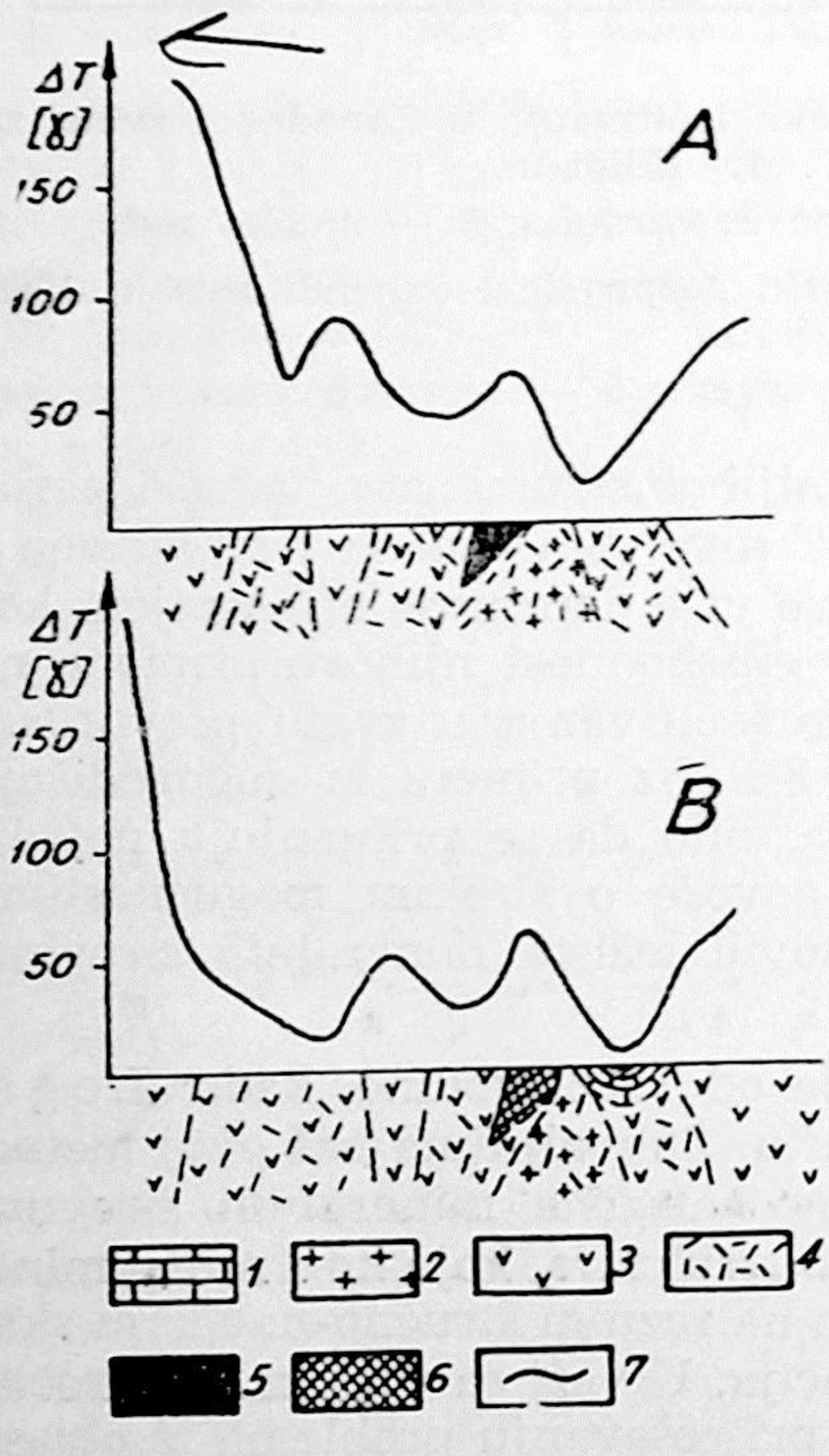
1 — Ground surveys; 2 — airborne surveys; 3 — research work.

Današnjom upotrebom novih, preciznijih instrumenata, tačnost aerogeofizičkih metoda je podignuta na visok nivo. Savremena navigaciona i interpretaciona tehnika svakim danom sve više doprinose efikasnijem korišćenju ovih metoda, čime se potvrđuje cilishodnost njihove primene na ogromnim površinama, čiji godišnji obim ispitivanja u svetu prevazilazi nekoliko puta površinu naše zemlje (3, 8). Niz primera iz dugogodišnje prakse korišćenja aerogeofizičkih metoda, bilo da se primenjuju pojedinačno ili kombinovano, nedvosmisleno govore o širokim mogućnostima rešavanja problema u vezi otkrivanja novih ležišta mineralnih sirovina, među koje spadaju i ležišta bakra.

Aeromagnetna metoda se primenjuje od 1936. godine, kada L o g a č e v realizuje prvu aeromagnetnu maršrutu. Zahvaljujući baš ovoj metodi otkrivena su mnoga ekonomski značajna nalazišta mineralnih sirovina. Važnost aeromagnetometrije u indiciranju struktura, koje kontrolišu mineralizaciju uopšte, posebno je isticano kako na raznim stručno-naučnim skupovima geofizičara, tako i u nizu publikacija. U vezi sa tim treba naročito naglasiti značaj metode u njenoj pomoći pri rešavanju problema iz oblasti geološkog kartiranja, tektonskog rejoniranja i izdvajanju rudonosnih područja (6, 7). Na taj način, ona postaje jedno snažno i efikasno sredstvo za indirektna istraživanja velikog broja mineralnih sirovina, a takođe i za istraživanje ležišta bakra. O nizu primera, koji se odnose na efikasnost aeromagnetne metode, nalaze se podaci u mnogim stručno-naučnim publikacijama. Radi ilustracije, ovde se navodi jedan od primera, koji se odnosi na

istraživanje bakra, a koji ujedno ukazuje i na izvesne strane izbora i načina korišćenja magnetnih ispitivanja.

U jednom rudonosnom rejonu SSSR, uočeno je da se magnetnim ispitivanjima mogu otkriti orudnjenja bakra, vezana za određene delove alterisanih magmatskih stena sa sniženim vrednostima magnetnog susceptibiliteta. Do ovih zaključaka došlo se proverom rezultata ranijih aeromagnetnih ispitivanja, koja su obavljena u razmeri 1:50.000 i u vreme korišćenja magnetometara, čija tačnost ne zadovoljava u potpunosti današnje zahteve (5). S obzirom na prednost aeromagnetnih ispitivanja u odnosu na nazemna magnetna merenja (ekonomičnost, kontinuelnost praćenja promene magnetnog polja, mogućnost merenja na više nivoa, odsustvo uticaja lokalnih faktora itd.), a imajući u vidu postojanje novih magnetometara visoke tačnosti i mogućnost korišćenja fotografskog vezivanja maršruta, odlučeno je da se u toj oblasti izvrše naknadna aeromagnetna ispitivanja u razmeri 1:25.000. Novodobijeni rezultati pružili su daleko više geoloških informacija uz fiksiranje i anomalija u dijapazonu 50—100 gama, koje nisu registrovane ranijim aeromagnetnim snimanjima.



Sl. 3. Rezultati aeromagnetskih ispitivanja duž profila iznad poznatog ležišta bakra (A) i perspektivnog predela (B), (Po A. G. Hvilovskom).

1 — Krečnjak; 2 — granodiorit; 3 — sijenit-diorit; 4 — hidrotermalno izmenjene stene; 5 — rudna zona prema podacima bušenja; 6 — rudna zona prema podacima aeromagnetskih ispitivanja; 7 — kriva ΔT intenziteta.

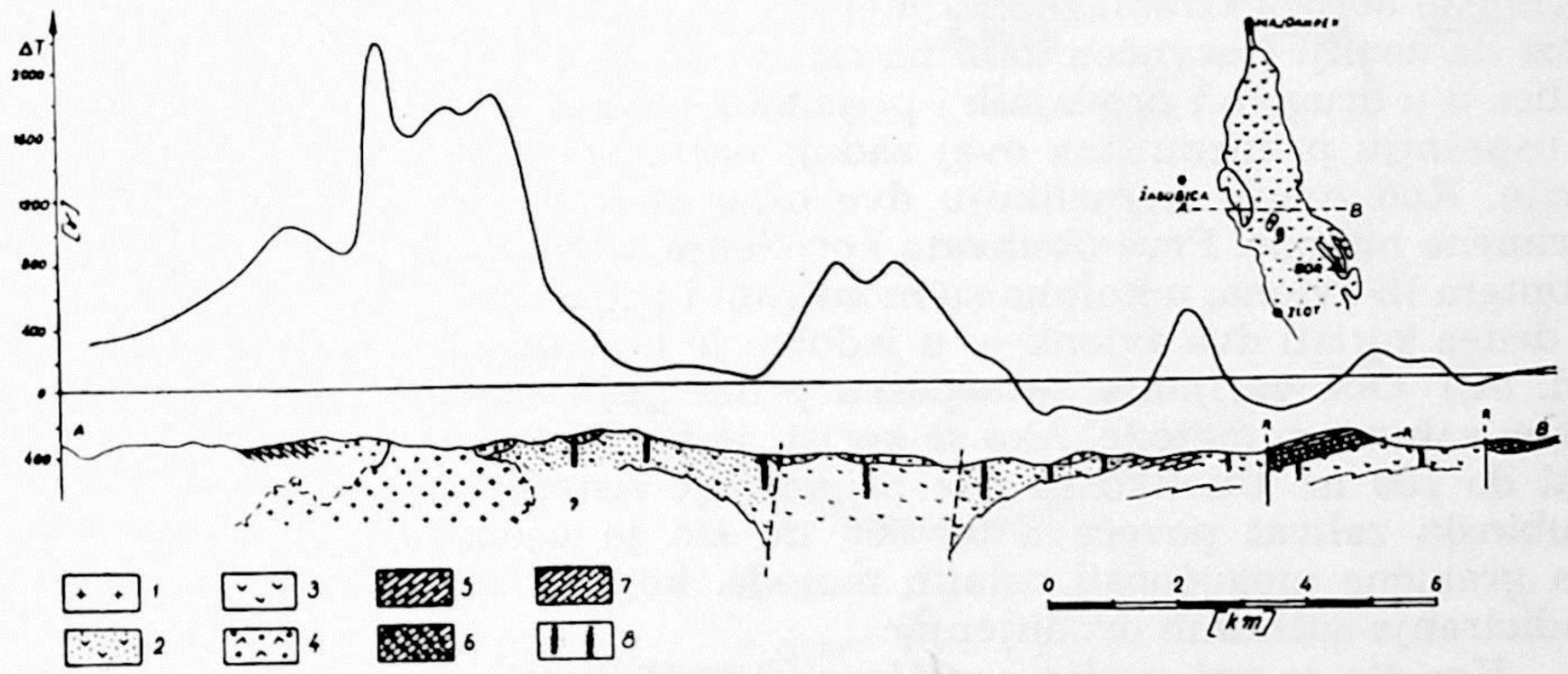
Fig. 3. Results of aeromagnetic investigation along the profile above a known copper deposit (A) and a promising area (B), (After A. G. Hvalovskij).

1 — Limestone; 2 — granodirite; 3 — sienite-diorite; 4 — hydrothermally altered rocks; 5 — ore zone after drill hole data; 6 — ore zone after data of aeromagnetic survey; 7 — ΔT intensity curve.

Ovim ispitivanjima utvrđeno je da se zone hidrotermalnih promena, koje kontrolišu orudnjenje bakra, mogu pratiti i vezivati na osnovu sniženih vrednosti magnetnog polja, što nije bilo moguće učiniti na osnovu geološkog osmatranja. Pored toga, ustanovljeno je da se upoređivanjem magnetnog polja u predelu poznatog ležišta bakra (sl. 3A) sa magnetnim poljem u predelima koji se, takođe, karakterišu povoljnim uslovima za

postojanje istog ili sličnog orudnjenja (sl. 3B), mogu uspešno izdvajati perspektivne površine i otkrivati nova ležišta, što predstavlja neosporan uspeh aeromagnetnih ispitivanja.

U našoj zemlji aeromagnetna metoda je najvećim delom korišćena u cilju istraživanja gvožđa. Na rešavanju problema u vezi istraživanja bakra primenjivana je samo u okviru eksperimentalnih ispitivanja (16), koja su izvedena na dve lokalnosti Timočkog andezitskog eruptiva (Krivelj i Majdanpek). Ispitivanja su pokazala da se na osnovu aeromagnetnih podataka mogu rešavati baš ona geološko-strukturna pitanja od čijeg pravilnog rešenja u velikoj meri zavisi cilishodno usmeravanje daljih istraživanja ležišta bakra, ne samo u području Timočkog andezitskog eruptiva, nego i u ostalim perspektivnim oblastima naše zemlje. Rezultati pomenutih ispitivanja (sl. 4) pokazuju da se ona mogu uspešno koristiti pri rešavanju problema kao što su: određivanje oblika zaleganja i prostiranja vulkanogenog kompleksa, indiciranje položaja dislokacionih zona duž kojih se vršilo izlivanje andezita, izdvajanje, praćenje i povezivanje hidrotermalno izmenjenih partija andezitskih stena, određivanje zaleganja i prostiranja plutonita, koji genetski i prostorno mogu biti u izvesnoj vezi sa orudnjenjem bakra, razjašnjenje odnosa između andezita i sedimentnih kompleksa itd.



Sl. 4. Šematizovan geološki profil sa dijagramom ΔT intenziteta — Timočka andezitska oblast (Po S. Vukašinoviću).

1 — Laramiski plutonit; 2 — hidrotermalno izmenjeni andeziti; 3 — neizmenjeni andeziti (augit — hornblenda); 4 — vulkanski aglomerati i breče; 5 — laporoviti krečnjaci, laporci i peščari gornje krede; 6 — krečnjaci donje krede; 7 — titonski krečnjaci; 8 — izrazito promenjene zone andezita.

Fig. 4. General geologic cross section and diagram of ΔT intensity — Timok andesite area (After S. Vukašinović).

1 — Laramide plutonite; 2 — hydrothermally altered andesite; 3 — unaltered andesite (augite — hronblende); 4 — volcanic agglomerate and breccia; 5 — marly limestones, marl and sandstone of upper cretaceous; 6 — lower cretaceous limestones; — 7 titon limestones; 8 — highly altered andesite.

Sva ta pitanja su još uvek ili nerešena ili nedovoljno razjašnjena u skoro svim našim perspektivnim bakronosnim rejonima. Sličan je slučaj čak i u onim područjima gde je već izvršeno detaljnije geološko kartiranje, kao što je, na primer, područje najizučenijeg rudnog rejona — Timočkog

andezitskog eruptiva. Ovde još uvek nema jednoznačnih odgovora ni na pitanje — da li je Borski rased odigrao ulogu strukturne kontrole orudnjenja u njegovoj okolini (što bi usmerilo intenzivna ispitivanja u pravcu njegovog pružanja) ili su dovodne strukture za hidroterme zalegale upravno ili pod izvesnim uglom na Borski (postrudni) rased (što bi usmerilo detaljna ispitivanja u pravcu upravnom na prethodni)? Šta bi se tek moglo reći o stepenu razjašnjenja navedenih ili sličnih problema kada se radi o veoma neproučenim područjima, kao što je na primer, predeo Senonskog rova na potezu Knjaževac — Pirot — Borovo, koji se kao tektonska jedinica, u sklopu Karpatsko-balkanskog luka, smatra veoma povoljnim u pogledu postojanja do sada neotkrivenih nalazišta bakra.

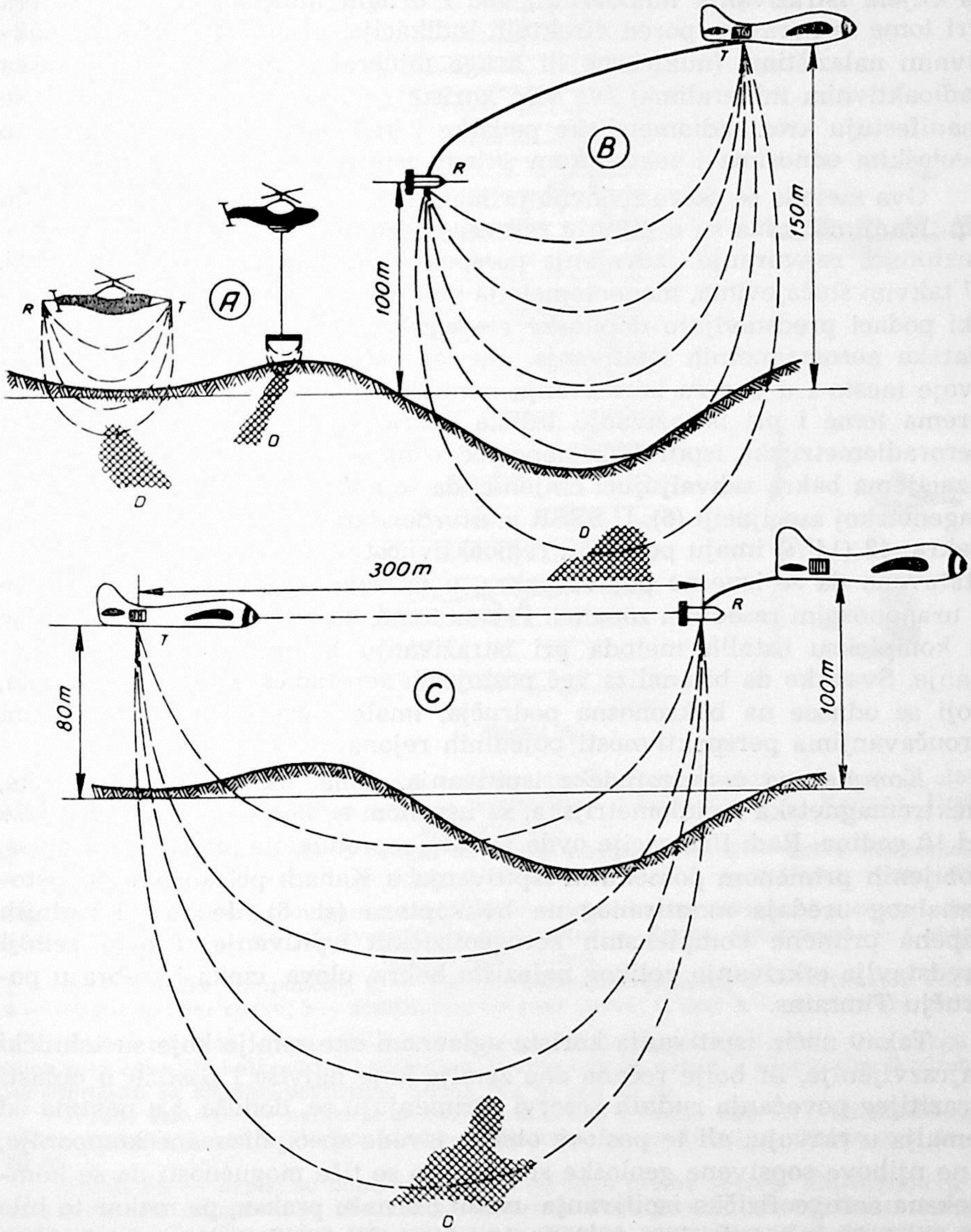
Aeroelektromagnetna metoda predstavlja, takođe, jedno od najvažnijih dostignuća u oblasti rudne geofizike. Dosadašnji rezultati primene u svetu, današnji nivo njene tehničke opreme i metodologija izvođenja odgovarajućih ispitivanja, kao i dugogodišnja iskustva stečena u toj oblasti, čine zaista čvrstu garanciju efikasnosti korišćenja ove metode. Njenom primenom postignuti su izvanredni rezultati u otkrivanju ekonomski značajnih ležišta sulfidnih orudnjenja u svetu. Ona je već 1965. godine učestvovala sa preko 10% u ukupnim troškovima na aerogeofiziku u zapadnom svetu.

U zavisnosti od mesta predajnika, razlikuju se dva osnovna načina primene aeroelektromagnetne metode. U jednom slučaju predajnik se nalazi na zemlji (razvučen kabl na dužini do 30 km), dok je prijemnik u letilici, a u drugom i predajnik i prijemnik su smešteni u letilici. Daleko širu i uspešniju primenu ima ovaj zadnji način korišćenja elektromagnetometrije. Kod njega se razlikuju dve osnovne varijante tehničkog postupka primene metode. Prva obuhvata korišćenje samo jedne letilice — bilo helikoptera ili aviona, u kojima su montirani i prijemnik i pedajnik (sl. 5A i B), a druga koristi dva aviona — u jednom je predajnik a u drugom prijemnik (sl. 5C) Obe varijante se uspešno primenjuju samo sa različitim dubinskim zahvatom metode. Ako se koristi jedna letilica, onda je zahvat dubinski do 100 m. Ukoliko se pak primenjuje sistem sa dve letilice, onda se dubinski zahvat povećava do 300 m, što je veoma značajno s obzirom na granične mogućnosti ostalih metoda, koje se koriste u cilju direktnih indiciranja sulfidnih orudnjenja.

Kao što je već ranije naglašeno, u našoj zemlji se aeroelektromagnetna metoda ne koristi. Njeno uvođenje bi predstavljalo kvalitetan skok na polju istraživanja sulfidnih orudnjenja. Aeroelektromagnetna ispitivanja pojedinih bakronosnih oblasti dovela bi pre svega do reduciranja velikih površina na tačnije okonturene rudonosne rejone daleko manjih dimenzija, kao i do direktnih indiciranja sulfidnih mineralizacija (sl. 6). Na taj način, omogućilo bi se pravilnije usmeravanje prospekciono-istražnih radova u narednim fazama i skratio put do otkrivanja novih ležišta. Teško je, na primer, verovati da u području istočne Srbije osim Bora nije bilo više nigde pogodnih uslova za formiranje istog tipa orudnjenja. Ukoliko pak takvo ili slično orudnjenje, pri sadašnjem erozionom nivou, tamo postoji, a pri tome ne zaleže na dubinama van zahvata aeroelektromagnetne metode, onda bi njenom primenom svakako bilo indicirano.

Aeroradiometrijska metoda se vrlo brzo razvila zahvaljujući naglom povećanju potreba za nuklearnim mineralnim sirovinama. Njenom primenom, za relativno kratko vreme, ispitana su ogromna prostranstva pa je

pored mnogobrojnih ležišta nuklearnih, otkriveno niz ležišta drugih mineralnih sirovina u svetu. Stepen usavršenosti, kako tehničke, tako i metodo-



Sl. 5. Šematski pregled mogućnosti primene elektromagnetne metode pri prospekciji iz vazduha.
A — Helikopter sistem; B — monoavioni sistem; C — sistem sa dva aviona; T — predajnik; R — prijemnik; D — sulfidno rudno telo.

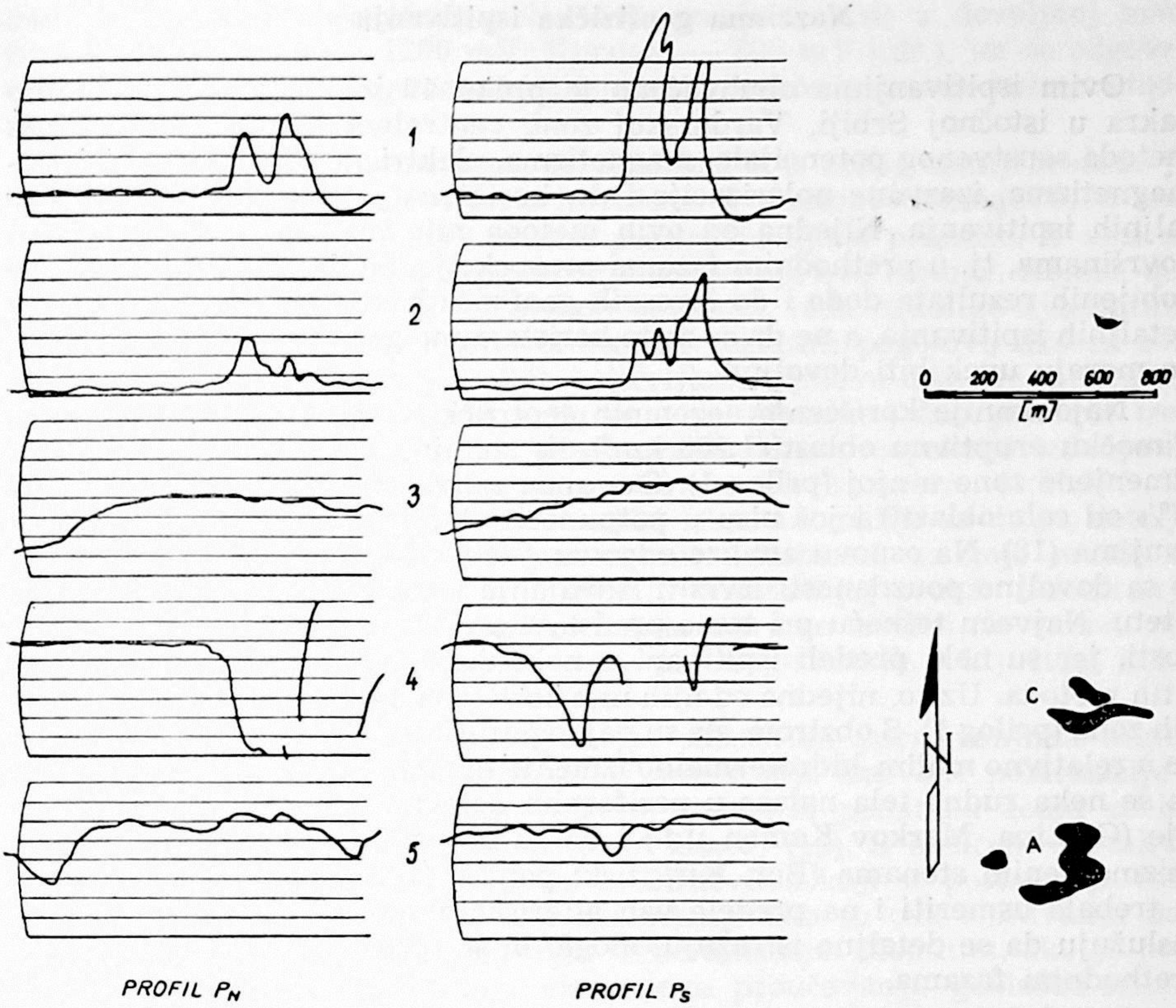
Fig. 5. Possible applications of airborne electromagnetic method.
A — Hellicopter system; B — a single airplane system; C — two airplane system; T — transmitter; R — receiver; D — sulfide ore body.

loške strane primene aeroradiometrije, a naročito nagomilano iskustvo tumačenja podataka, uslovljavaju sve češće korišćenje ove metode, ne samo sa ciljem istraživanja nuklearnih, već i drugih mineralnih sirovina (4). Pri tome se naravno, pored direktnih indikacija, prouzrokovanih radioaktivnim nalazištima (nuklearne ili druge mineralne sirovine asocirane sa radioaktivnim mineralima) sve više koriste geološke informacije, koje se manifestuju kroz radiometrijske podatke i koje mogu upotpuniti sliku o geološkim odnosima i tektonskom sklopu ispitivanog terena (11).

Ova metoda se skoro redovno primenjuje paralelno sa aeromagnetnim ispitivanjima, kada su u pitanju rešavanja geološko-strukturnih problema, tektonsko rejoniranje, izdvajanje perspektivnih rudonosnih područja itd. U takvim slučajevima, magnetometrija ima primarnu ulogu, a radiometrijski podaci predstavljaju dopunske elemente u procesu interpretacije podataka aeromagnetnih ispitivanja. Na taj način, aeroradiometrija nalazi svoje mesto i u okviru istraživanja nenuklearnih mineralnih sirovina, pa prema tome i pri istraživanju ležišta bakra. Ima i takvih slučajeva da aeroradiometrijska ispitivanja neposredno ukažu na lokalitete sa mineralizacijama bakra zahvaljujući činjenici da se ponekad U i Cu nalaze u paragenetskoj asocijaciji (6). U SSSR je utvrđeno da od 284 proučena rudnika bakra, 42 (14%) imaju povišenu radioaktivnost (4). U našoj zemlji je konstatovano da se izvesne pojave bakra, u predelu planine Belasice, nalaze u uranonosnim rasednim zonama. Prema tome, korišćenje aeroradiometrije u kompleksu ostalih metoda pri istraživanju bakra, ima svoje opravdanje. Svakako da bi analiza već postojećih aeroradiometrijskih podataka, koji se odnose na bakronosna područja, imala koristan doprinos daljim proučavanjima perspektivnosti pojedinih rejona.

Kompleksna aerogeofizička ispitivanja, koja uključuju magnetska, elektromagnetska i radiometrijska, sa uspehom se koriste u svetu već više od 10 godina. Radi ilustracije ovde je data reprodukcija originalnih zapisa, dobijenih primenom pomenutih ispitivanja u Kanadi pri korišćenju petokanalnog uređaja montiranog na helikopteru (sl. 6). Jedan od zadnjih uspeha primene kompleksnih aerogeofizičkih ispitivanja u ovoj zemlji predstavlja otkrivanje velikog nalazišta bakra, olova, cinka i srebra u području Timmins.

Takav način ispitivanja koriste uglavnom one zemlje koje su tehnički najrazvijenije, ili bolje rečeno one zemlje koje najviše i postižu u oblasti izrazitijeg povećanja rudnih rezervi. Primenjuju se, doduše, i u nekima od zemalja u razvoju, ali te poslove obično izvode specijalizovane kompanije, a ne njihove sopstvene geološke službe. Što se tiče mogućnosti da se kompleksna aerogeofizička ispitivanja uvedu i u našu praksu, pa makar to bilo i sa znatnim zakašnjenjem, izgleda da o tome danas niko ništa pouzdano ne može reći, s obzirom na relativno skupu opremu kojom treba raspolagati da bi se ova ispitivanja koristila. Naravno, ukoliko dugoročniji programi istraživanja bakra i drugih metala obuhvate i ovaj vid ispitivanja, onda bi svakako neka od geoloških organizacija našla ekonomsko opravdanje za nabavku pomenute opreme.



Sl. 6 Elektromagnetna, magnetna i radiometrijska aeroprospekcija na bakar, olovo, i cink primenom petokanalnog uređaja montiranog u helikopteru — Kanada, Heath steel rudnici.

1 — EM fazna komponenta; 2 — EM vanfazna komponenta; 3 — kriva visinomera; 4 — kriva magnetometra; 5 — kriva scintilometra; C i A — sulfidna rudna tela.

Fig. 6 Electromagnetic, magnetic and radiometric airborne surveys for copper, lead and zinc by application of fivechannel hellicopter — borne equipment — Canada, Heath steel mines.

1 — EM in-phase component; 2 — EM out-phase component; 3 — altimeter curve; 4 — magnetometer curve; 5 — scintilation counter curve; C and A — sulfide ore bodies.

Rudno telo »A« — masivno sulfidno jezgro (sfalerit, galenit i pirit). Oko njega je zona impregnacije halkopirita i pirhotina. Rudno telo se nalazi u hloritskim škriljcima na kontaktu sa kiselim porfirima. Širina mu je oko 70 m.

Rudno telo »C« — nalazi se u istoj sredini kao i rudno telo »A«, ali predstavlja zonu orudnjenja bakra (halkopiritsko-pirhotinska mineralizacija). Širina mu je do 50 m.

Profil Pn — Zapisi su dobijeni pri letu od juga prema severu. EM-indikacije su vrlo jasne. Na dijagramima obe komponente naslućuju se dva provodnika u domenu rudnog tela »C«. Oba rudna tela izazivaju magnetne anomalije usled prisustva pirhotina.

Profil Ps — Registracija je izvršena pri letu od severa prema jugu. EM-indikacije su izvanredne. Odnos fazne prema vanfaznoj komponenti za rudno telo »A« je 1.3 do 1.4, a za rudno telo »C« je 2.8 do 4,5, na osnovu čega se može zaključiti da je rudno telo »C« bolji provodnik od rudnog tela »A«. To se slaže sa činjeničnim stanjem — rudno telo »C« se sastoji od halkopirita i pirhotina, koji su dobri električni provodnici, a rudno telo »A« sadrži znatnu količinu sfalerita, koji je loš provodnik.

Nazemna geofizička ispitivanja

Ovim ispitivanjima obuhvaćeno je preko 40 lokalnosti sa pojavama bakra u istočnoj Srbiji, Vardarskoj zoni, centralnoj Bosni itd. Primena metoda sopstvenog potencijala, magnetizma, električne otpornosti, elektromagnetizma, izazvane polarizacije i dr. korišćena je uglavnom u fazi detaljnih ispitivanja. Nijedna od ovih metoda nije primenjivana na većim površinama, tj. u prethodnim fazama prospekcije, pa da se na osnovu tako dobijenih rezultata dođe i do izvesnih geofizičkih kriterijuma za lociranje detaljnih ispitivanja, a ne da se za to koriste samo geološki kriterijumi, koji ne moraju uvek biti dovoljni.

Najobimnije korišćenje nazemnih geofizičkih ispitivanja vezano je za Timočku eruptivnu oblast (1.200 km^2), ili tačnije rečeno za hidrotermalno izmenjene zone u njoj (prilog 1). Ove zone zahvataju površinu oko 85 km^2 (7% od cele oblasti) i još nisu u potpunosti obuhvaćene navedenim ispitivanjima (18). Na osnovu analize odgovarajućih podataka (21—57) ne može se sa dovoljno pouzdanosti izvršiti izdvajanje lokalnosti po njihovom prioritetu. Najveću teškoću pri tome predstavlja različit stepen njihove izučenosti. jer su neki predeli ispitivani u nekoliko navrata i primenom različitih metoda. Uz to, nijedna od njih nije korišćena na celoj površini alterisanih zona (prilog 1). S obzirom da su najbogatije koncentracije bakra otkrivene u relativno malim hidrotermalno izmenjenim zonama (Bor, Majdanpek), da se neka rudna tela nalaze u perifernim delovima najvećih zona alteracije (G. Lipa, Markov Kamen itd.) i da su izvesna rudna tela prekrivena neizmenjenim stenama (Bor, Kiridžiski potok), (18). geofizička ispitivanja bi trebalo usmeriti i na predele van alterisanih zona. Koji od tih predela zaslužuju da se detaljno istražuju, moglo bi se reći tek posle ispitivanja u prethodnim fazama.

Dosadašnja nazemna geofizička ispitivanja su, kao što je ranije napomenuto, korišćenan najvećim delom u fazi detaljnih istraživanja i sa ciljem da se preko direktnih indikacija otkriju orudnjenja bakra. Želja da se najkraćim, odnosno najlakšim putem dođe do ležišta, uslovila je zanemarivanje njihove primene pri rešavanju onih geološko-strukturnih problema od čijeg svestranijeg rešenja zavisi pouzdanost geoloških kriterijuma. Takva orijentacija predstavlja glavni uzrok, kako uskom domenu dosadašnje primene metoda, tako i otporu za uvođenje novih metoda, što doprinosi čestim prividnim neuspesima rudne geofizike. Ona još uvek »boluje« i pod stalnim je pritiskom od onih ranijih, isuviše lakih, direktnih nalaza orudnjenja i teško se prilagođava zahtevima geologa za otkrivanje i takvih mineralizacija, koje su ili geofizički neutralne ili su van dubinskih zahvata metoda koje su primenjivane.

Metoda izazvane polarizacije spada među najsavremenija dostignuća rudne geofizike. Sva dosadašnja iskustva idu u prilog tome da se ova metoda može efikasno koristiti pri istraživanju svih tipova ležišta bakra (14). Ona se sa istim uspehom može primenjivati kako u vulkanogenim kompleksima Karpatsko-balkanskog luka (1, 35, 42) i Vardarske zone (51, 52), tako i u području sedimentnih tvorevina Ridanjsko-krepoljinske zone ili pak u paleozojskim škriljcima Centralno-dinarske zone (46), pod uslovom da se koristi u kompleksu sa geohemijskim ispitivanjima. Uvođenjem metode izazvane polarizacije omogućeno je da se dopune tumačenja niza ano-

malija prirodnog električnog polja, čiji uzročnici nisu u dovoljnoj meri razjašnjeni (Zlatica: — 1200 mV; Kuruga: — 800 mV i dr.), jer se odgovarajuće lokalnosti ne mogu smatrati ispitanim nakon primene samo metode sopstvenog potencijala.

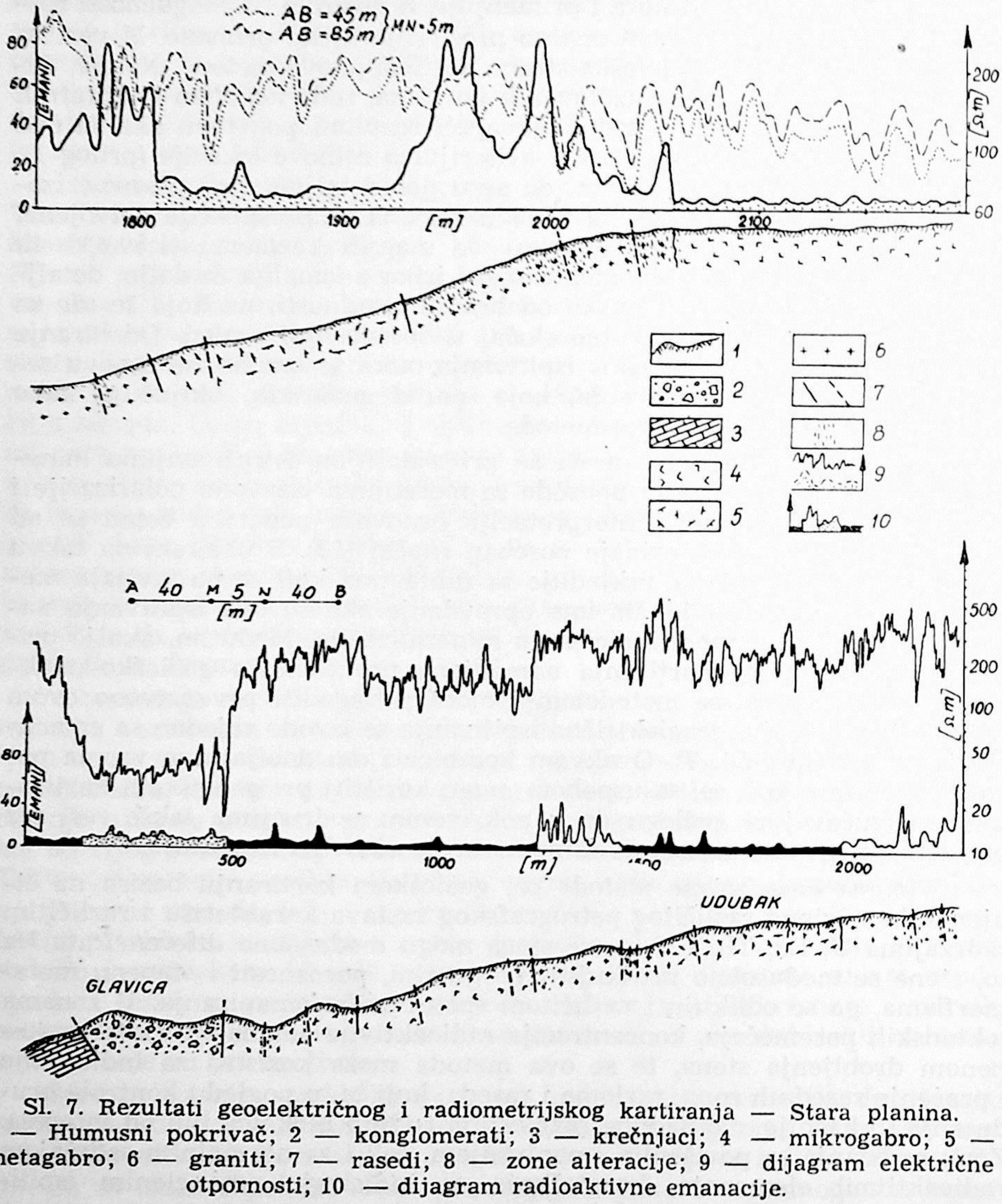
Na istraživanju bakronosne mineralizacije u našoj zemlji veoma je malo korišćena, jer se odskora i primenjuje. S obzirom na mogućnosti metode, svakako treba očekivati znatno proširenje njene primene. U vezi sa tim, mora se istaći i metodološka strana korišćenja ove metode. Naime, detaljnim ispitivanjem malih, izolovanih površina, reda nekoliko kvadratnih kilometara, neće se postići zadovoljavajući rezultati pogotovu ako su ova ispitivanja rezultat samo geoloških kriterijuma njihove lokacije (prilog 1). Daleko je celishodnije, međutim, da se u poludetaljnoj fazi primene izazvane polarizacije obuhvate, na osnovu regionalne prospekcije izdvojena, veća područja, ispitujući ih u nekoj od manjih razmera, (1:50.000 ili 1:25.000). Na taj način bi se omogućio širi izbor anomalija za dalju, detaljniju proveru rudonosnosti ovako odabranih lokalnosti, na koje se ide sa više šansi za uspeh, što nije bio slučaj u dosadašnjoj praksi. Odabiranje pojedinih lokalnosti za detaljna ispitivanja mora se izvršiti na osnovu rezultata kompleksnih izučavanja, koja, pored geoloških, uključuju kako geofizičke tako i geohemijske metode.

Metoda električne otpornosti se pri sadašnjim istraživanjima mineralizacija bakra primenjuje uporedo sa merenjima izazvane polarizacije i na taj način upotpunjuje interpretaciju osnovnih podataka čemu se od strane pojedinih autora pridaje poseban značaj (12). S obzirom na takvu situaciju, metodologija se usklađuje sa zahtevima koji se postavljaju metodi izazvane polarizacije, što ima opravdanje ako su ova ispitivanja namenjena samo direktnom indiciranju mineralizacije. Međutim, ako je primena geoelektričnog kartiranja namenjena proučavanju geološko-strukturnih odnosa, onda se metodologija mora prilagoditi prvenstveno ovom cilju. U tom slučaju, geoelektrična ispitivanja se izvode zajedno sa emanacionim merenjima (sl. 7). Ovakvom kombinacijom dobijaju se veoma povoljni rezultati, koji se, sa uspehom mogu koristiti pri geološkom kartiranju, omogućavajući geologu da u pokrivenim područjima lakše reši niz problema, nego kad se oslanja samo na svoja vizuelna zapažanja.

Primena emanacione metode pri geološkom kartiranju bazira na činjenci da se stene različitog petrografskog sastava karakterišu i različitim sadržajima U, Ra, Th, i K, pa se stoga mogu međusobno diferencirati. Uz to, stene se međusobno razlikuju i po gustini, poroznosti i stepenu metamorfizma, pa se odlikuju i različitom sposobnošću emaniranja. U zonama tektonskih poremećaja, koncentracija radioaktivne emanacije raste sa stepenom drobljenja stena, te se ova metoda može koristiti za indiciranje i praćenje rasednih zona, razloma i raseda, koji bi, u pogledu kontrole orudnjenja ili kasnije, naknadnog razmeštaja rudnih blokova, bili od interesa. Zone rasedanja sa povišenim emaniranjem, čak i sa normalnim sadržajem radioaktivnih elemenata, bez teškoća se indiciraju emancionim ispitivanjima (11).

Kao što je već napomenuto, ova ispitivanja su naročito efikasna ako se primenjuju uporedo sa metodom geoelektričnog kartiranja. Tako, na primer, kombinovanim ispitivanjima na Staroj planini, uspešno su otkrivane zone razlamanja, rasedanja, zone hidrotermalno promenjenih gra-

nita, praćeni su kontakti pojedinih petrografskih članova, diferencirani su graniti po stepenu kataliziranja, itd. (sl. 7). Podaci ovih dveju metoda obezbeđuju veoma efikasnu dopunu geološkom kartiranju pa bi takva ispitivanja svakako dobrodošla za rešavanje sličnih problema i pri istraživanjima bakra.



Sl. 7. Rezultati geoelektričnog i radiometrijskog kartiranja — Stara planina.
1 — Humusni pokrivač; 2 — konglomerati; 3 — krečnjaci; 4 — mikrogabro; 5 — metagabro; 6 — graniti; 7 — rasedi; 8 — zone alteracije; 9 — dijagram električne otpornosti; 10 — dijagram radioaktivne emanacije.

Fig. 7. Results of geoelectric and radiometric mapping — Stara planina.
1 — Soil mantle; 2 — conglomerate; 3 — limestone; 4 — microgabro; 5 — metagabro; 6 — granite; 7 — faults; 8 — alteration zones; 9 — electrical resistivity diagrams; 10 — radioactive emanation diagram.

Gama-spektrometrijska ispitivanja u zadnje vreme nalaze primenu i pri istraživanju nenuklearnih mineralnih sirovina. Najnovija dostignuća ukazuju na mogućnost efikasnog korišćenja ove metode i za prospekciju sulfidnih orudnjenja. Tako, na primer, dobijeni su vrlo pouzdani rezultati proučavanjem spektra gama emisije u predelu hidrotermalno alterisanih stena u blizini ležišta Cu i Cu-Pb-Zn u Arizoni (10). Na osnovu njih može se zaključiti da je odnos K/Th najbitniji pokazatelj intenziteta alteracije i blizine orudnjenja. Efikasnost primene ove metode uvećana je i time što su savremeni merni uređaji adaptirani i za terensku upotrebu kako pri vazdušnoj tako i pri nazemnoj prospekciji.

Podzemna geofizička ispitivanja

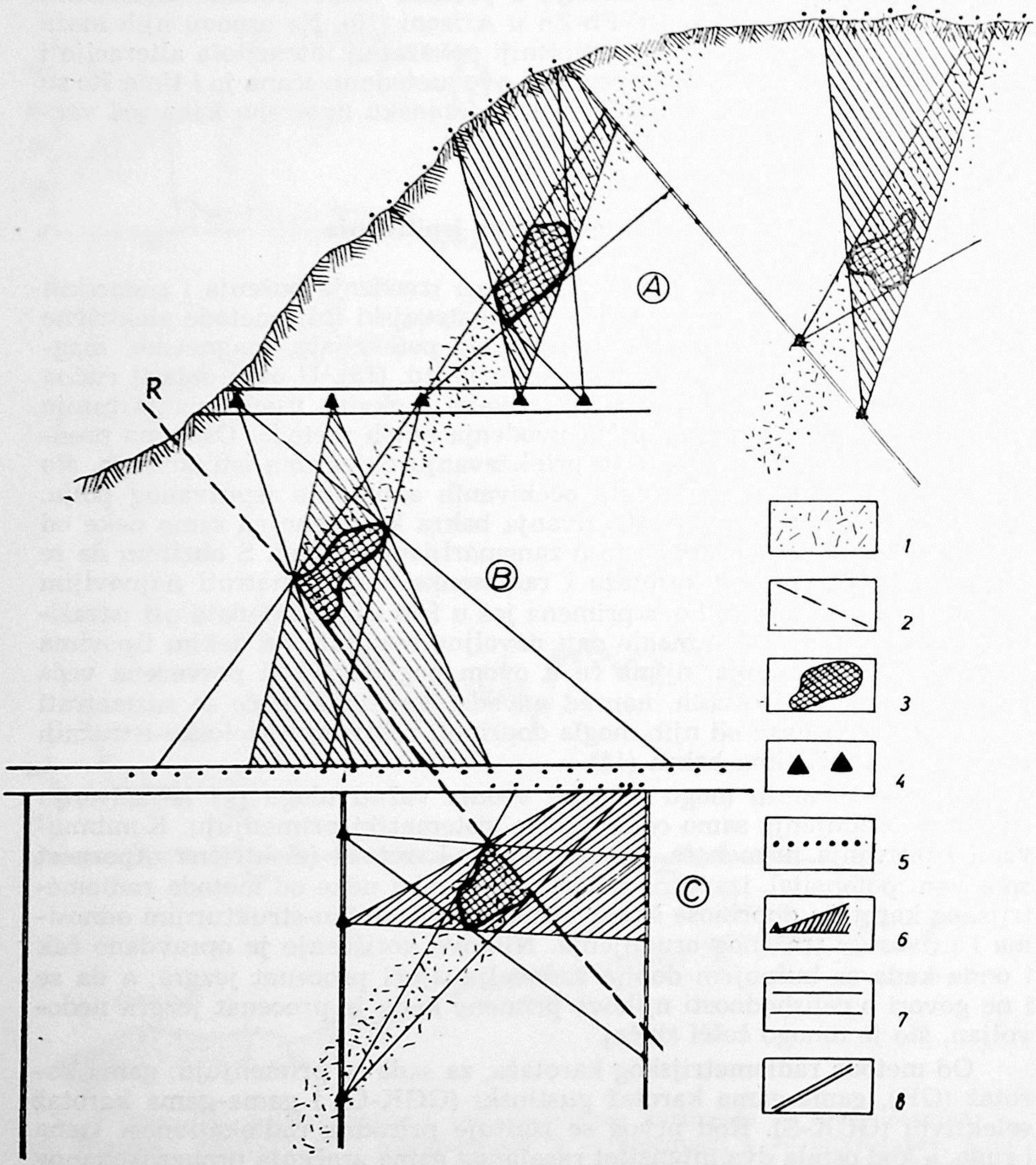
U grupu metoda koje se koriste u fazi izvođenja bušenja i rudarskih radova, spadaju: karotaž (električni, radiometrijski itd), metode električne otpornosti, naelektrisanog tela, sopstvenog potencijala, magnetske, magnetsko-telurske, gravimetrije, termometrije itd. (15). U ovoj oblasti rudna geofizika je postigla značajne uspehe, kako u okviru usavršavanja ranije osvojenih metoda, tako i na polju uvođenja novih metoda. Osnovna prednost ovih ispitivanja sastoji se u približavanju objektima istraživanja, što dovodi do povećanja intenziteta očekivanih anomalija ispitivanog polja. U dosadašnjoj našoj praksi istraživanja bakra korišćene su samo neke od metoda električnog karotaža i to u zanemarljivom obimu. S obzirom da se metode radiometrijskog karotaža i radiosenke mogu smatrati najnovijim u našoj praksi i da je njihova primena još u fazi eksperimenata pri istraživanju bakra, kao i da bi mogle dati povoljne rezultate na nekim tipovima bakarnih mineralizacija, njima će u ovom poglavlju biti posvećena veća pažnja Mogućnosti ostalih, napred navedenh metoda, neće se razmatrati iako bi primena neke od njih mogla doprineti rešavanju geološko-istražnih problema na ležištima bakra (15).

Metode karotaža mogu odigrati veoma važnu ulogu pri istraživanju sulfidnih orudnjenja samo onda ako se sistematski primenjuju. Kombinovana ispitivanja primenom geoelektričnog karotaža (električna otpornost sopstveni potencijal, izazvana polarizacija itd.) i neke od metoda radiometrijskog karotaža doprinose širem saznanju o geološko-strukturnim odnosima i prisustvu traženog orudnjenja. Njihovo korišćenje je opravdano čak i onda kada se bušenjem dobija zadovoljavajući procenat jezgra, a da se i ne govori o celishodnosti njihove primene kada je procenat jezgra nedovoljan, što je mnogo češći slučaj.

Od metoda radiometrijskog karotaža, za sada se primenjuju: gama karotaž (GK), gama-gama karotaž gustinski (GGK-G) i gama-gama karotaž selektivni (GGK-S). Kod prvog se ispituje prirodna radiokativnost stena i ruda, a kod ostala dva intenzitet rasejanog gama zračenja prouzrokovanog ozračivanjem okolne sredine odgovarajućim radioaktivnim izotopima. Pri primeni GGK-G promena intenziteta radioaktivnosti zavisi od varijacija gustine stena i ruda, a pri korišćenju GGK-S, zavisi od efektivnog atomskog broja ispitivane sredine izložene radioaktivnom zračenju.

Efikasnost primene metoda radiometrijskog karotaža, a naročito zadnje dve metode, zavisi ne samo od geofizičkih uslova na nekom sulfidnom

rudištu, već i od uspešno izvedene opitne faze korišćenja metoda, koja se obavezno obavlja na svakom tipu ispitivanog orudnjenja. Eksperimentalna faza rada mora obuhvatiti što veći broj bušotina sa što reprezentativnijim orudnjenjem i uz svestranu geološku i hemijsku kontrolu podataka. Ana-



Sl. 8. Šematski prikaz mogućnosti primene metode radiosenke.
1 — Rudonosna rasedna zona; 2 — rased; 3 — rudno telo; 4 — predajnik; 5 — prijemnik; 6 — područje radiosenke; 7 — rudarska prostorija; 8 — bušotina.

Fig. 8. The possible applications of radiowave penetration method.
1 — Orebearing fault zone; 2 — fault; 3 — ore body; 4 — transmitter; 5 — receiver; 6 — low signal area; 7 — underground work; 8 — drill hole.

liziranjem ovako dobijenih rezultata, utvrđuje se korelaciona zavisnost između pokazanja GG-K i GGK-S i procentualnog sadržaja jednog ili više metala, što već zavisi od vrste i tipa istraživanog ležišta. Tek na bazi ovih podataka donose se zaključci o mogućnostima koje pružaju pomenute metode.

Mogućnost ne samo kvalitativne već i kvantitativne interpertacije podataka radiometrijskog karotaža, izdvaja gama-gama karotaž od svih ostalih tipova karotaža. Uspešna primena ovih ispitivanja omogućava delimičan prelaz na istražna bušenja bez jezgra. Radiometrijski karotaž se obično izvodi u kompleksu sa električnim metodama karotaža, pri čemu su informacije daleko potpunije, a interpretacija podataka pouzdanija. Kod nas je primena metoda radiometrijskog karotaža na istraživanju nenuklearnih sirovina novijeg datuma. Postignuti rezultati pokazuju da njihovo korišćenje ima puno opravdanje pri istraživanju sulfidnih orudnjenja (17).

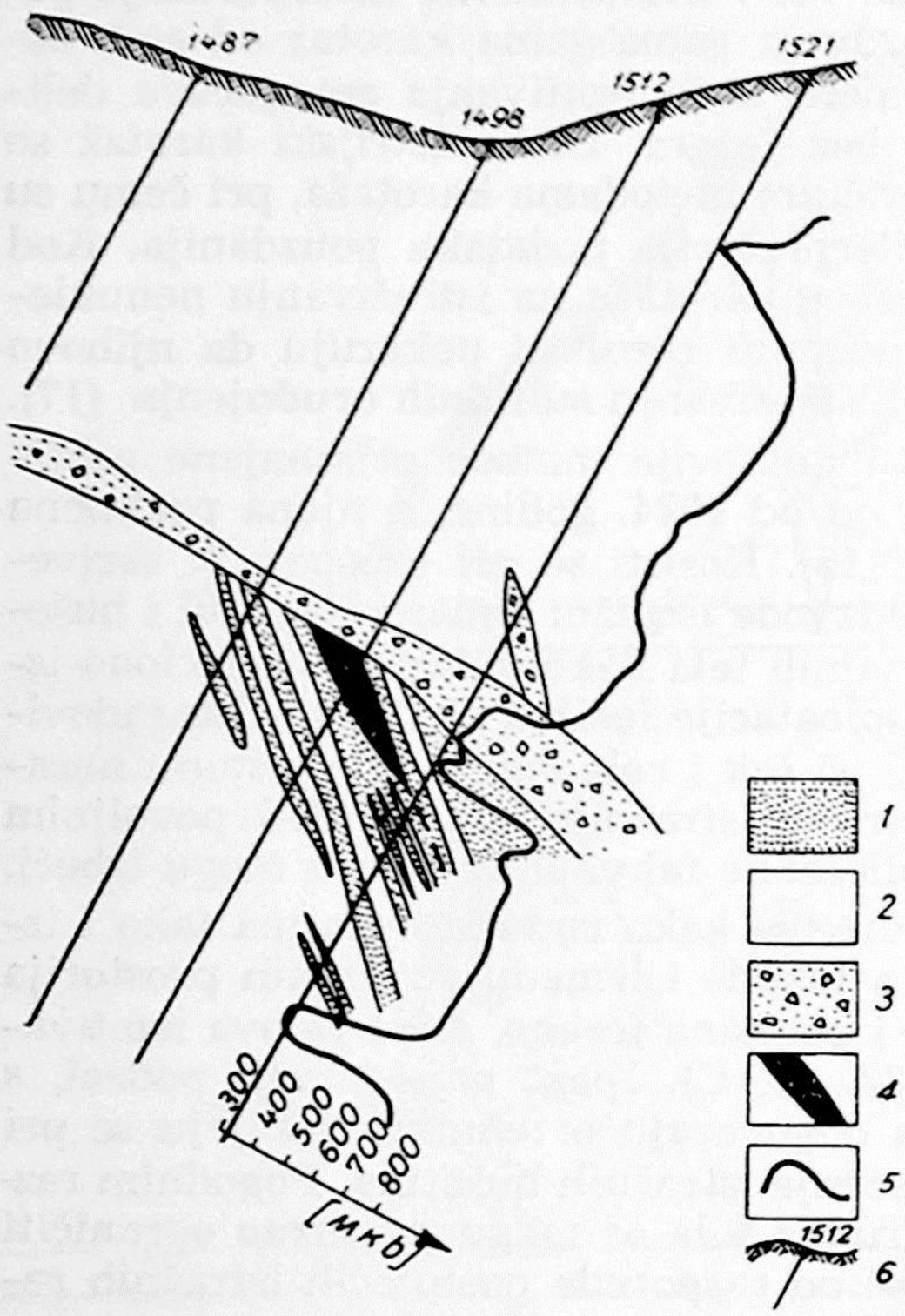
Metoda radiosenke spada među najnovije metode primenjene geofizike, mada prvi opiti na njoj datiraju od 1934. godine, a njena praktična upotreba počinje pre 7—10 godine (15). Koristi se pri prospekciji skrivenih rudnih tela u prostorima gde se izvode istražni rudarski radovi i bušenja ili za praćenje već otkrivenih rudnih tela kako u fazi prospekciono-istražnih radova tako i u procesu eksploatacije ležišta. Pri svim tim radovima dešava se da delovi rudnih tela, pa čak i cela rudna tela, ostanu nezapaženi, skrivajući se u međuprostorima istražnih radova. Pod povoljnim okolnostima za primenu metode radiosenke takvi slučajevi se mogu izbeći.

Ispitivanja geoloških prostora vrše se kako između bušotina tako i između pojedinih rudarskih radova, a takođe i između rudarskih prostorija i bušotina. Ako se još uzme u obzir i površina terena, onda bi ova ispitivanja imala nekoliko varijanti: (sl. 8A, B, C). Ipak, najsigurniji podaci, s obzirom na sadašnji stepen razvoja odgovarajuće tehnike, dobijaju se pri onoj varjanti koja se odnosi na korišćenje istražnih bušotina. Pogodnim razmeštajem prijemnika i predajnika rudna tela se mogu približno ograničiti bilo u jednoj ili više ravni, što zavisi od rasporeda postojećih istražnih radova. Pod povoljnim uslovima moguće je ne samo indiciranje skrivenog orudnjenja već i približna odredba njegovog prostornog položaja.

Efikansost metode je utoliko veća ukoliko je izrazitija razlika u električnoj provodljivosti između traženog objekta i okolne stene. Naravno, najbolji rezultati se dobijaju tamo gde su u pitanju masivna sulfidna orudnjenja unutar sredine sa visokim vrednostima specifičnog električnog otpora. Tako je, na primer, metoda pokazala svoju efekasnost pri istraživanju ležišta bakra i nikla na poluostrvu Kola, gde su okolne stene predstavljene ultrabazičnim magmatitima. Sličan je slučaj i sa korišćenjem ove metode pri istraživanjima polumetaličnih ležišta (sl. 9), koja zaležu unutar visokoomskih krečnjaka (9).

Usavršavanjem kako metodologije primene tako i korišćene tehnike, ova se metoda danas sa sve većim uspehom koristi ne samo kada je u pitanju lokalizacija rudnih tela sa visokom električnom provodljivošću već i za istraživanje i takvih geoloških objekata koji imaju ograničenu provodljivost, kao što su, na primer, slabo mineralizovane zone i orudnjenja rasejanog tipa. Od uslova pod kojima se metoda primenjuje, zavisi i njen daljinski zahvat, koji, saglasno tome, varira od nekoliko desetina metara

do 500 m (13), pa i do 600 m (15). Zadnje dostignuće u okviru ove metode predstavlja mogućnost ispitivanja okoline jedne rudarske prostorije ili jedne istražne bušotine, što proširuje oblast njene primene s obzirom na varijantu koja zahteva dva posebna istražna rada .



Sl. 9. Primer otkrivanja sulfidnog rudnog tela primenom metode radiosenke. (Prema V. A. Mejeru).
1 — Dolomit; 2 — krečnjak; 3 — breča; 4 — rudno telo; 5 — kriva intenziteta V. F. signala; 6 — bušotina

Fig. 9. An example of discovery of sulfide ore body by application of radiowave method (After V. A. Mejer).
1 — Dolomite; 2 — limestone; 3 — breccia; 4 — ore body; 5 — curve of H. F. signal; 6 — drill hole.

Kada su završene bušotine 1948 i 1521 i u njihovom jezgru nije konstatovano sulfidno orudnjenje, primenjena je metoda radiosenke. Utvrđeno je da se između te dve bušotine nalazi traženo rudno telo, što je kasnije potvrđeno i bušotinom 1512.

Današnja saznanja o mogunćostima najsavremenijih metoda primenjene geofizike pri otkrivanju skrivenih ležišta bakra, zašta postoje veoma povoljni uslovi u Jugoslaviji, zahtevaju njihovu ekstenzivniju primenu, ne samo u cilju direktnih indiciranja orudnjenja, nego i u cilju njihovog otkrivanja indirektnim putem, tj. koristeći ih za rešavanje strukturno-geoloških problema. Uvođenjem aerogeofizičkih metoda u kompleks regionalnih ispitivanja, perspektivne bakronosne oblasti bi se za kratko vreme redukcirale na uže rudonosne rejone, što bi omogućilo da se sistematskim geološko-geohemijsko-geofizičkim ispitivanjima u fazi poludetaljnih istraživanja dobiju pouzdani podaci za klasifikaciju lokaliteta po njihovom prioritetu za dalja istraživanja. Tek nakon toga bi intenzivna primena geofizičkih i drugih metoda, u fazi detaljnih ispitivanja, imala pun smisao i veliku efikansost, što bi svakako dovelo do otkrivanja novih, skrivenih ležišta bakra, koja na površini terena ne daju neposredne geološke manifestacije o svom prisustvu.

(Predato za štampu februara 1968. god.)

LITERATURA

1. Aleksić D., Cilenšek M.: 1964. — Metoda izazvane polarizacije i mogućnosti primene pri istraživanju Cu mineralizacije. Zbornik radova 1964., sv. I, Rudarsko-metalurški fakultet i Institut za bakar, Bor.
2. Brodovoj V. V.: 1965. — O metodah organizacii poiskovih geofizičeskih rabot v rudnih rejonah Kazahstana. Razvedka i ohrana nedr, № 11, 1965. Moskva.
3. Elliot C. L.: 1966. — Free World Mining Geophysical Activity in 1965., Mining Engineering, november, 1966, Philadelfia.
4. Kolčina A. G., Sočevanova L. B.: 1963. — Primenenie radiometričeskih metodov dlja poiskov i razvedki mestoroždenij cvetnih, černih i blagorodnih metalov. Metodičeskie ukazanija po primeneniju radiometričeskih metodov dlja poiskov i razvedki rud neradioaktivnih elementov i geologičeskovo kartirovanija, gosgeoltehizdat, Vipusk 1, 1963, Moskva.
5. Kotljarevskij L. N., Kremenov I. G.: 1964. — Primenenie visokotočnovo aeromagnetometra AM-13 dlja rešenija zadač geologičeskovo kartirovanija v Uzbekstane. Razvedka i ohrana nedr, № 6, 1964. Moskva.
6. Krasnikov V. I.: 1965. — Osnovi racionalnoj metodiki poiskov rudnih mestoroždenij, Nedra, 1965. Moskva.
7. Krejter V. M.: 1964. — Poiski i razvedka mestoroždenij poleznih iskopaemih, Nedra, 1964. Moskva.
8. Kuzmenko V. I.: 1967. — Mineraljno-sirevoj bazi SSSR za 50 let sovjetskoj vlasti. Razvedka i ohrana nedr, № 10/11, 1967. Moskva.
9. Mejer V. A.: 1960. — Karotaž skvažin pri razvedke polimetaličeskih mestoroždenij. Izdavateljstvo Lenigradskovo universiteta.
10. Moxham R. M., Foote R. S., Bunker C. M.: 1965. — Gamma-ray spectrometer studies of hydrothermally altered rocks. Econ. Geol., v. 60, p. 653—671.
11. Novikov T. F., Kapkov I. N.: 1965. — Radioaktivnie metodi razvedki. Nedra, 1965, Lenigrad.
12. Parasnis D. S.: 1966. — Mining Geophysics. Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
13. Radionov P. F., Kononenko I. I.: 1965. — O primenenii radiovolnovo prosvečivania i metoda zarjada dlja poiskov glubinih kolčedanih tel Urala v oblasti skvažin. Geologija i razvedka, № 9, 1965. Moskva.
14. Society of Exploration Geophysicists: 1966. — Mining Geophysics, Volume I, Case Histories, Tulsa, Oklahoma.
15. Tarhov A. G.: 1967. — Sovremenoe sostojanie i perspektivi razvitija podzemnoj geofiziki. Geologija i razvedka, № 11, 1967. Moskva.
16. Vukašinović S.: 1967. — Neka zapažanja o geološkoj građi Timočke eruptivne oblasti koja proizilaze iz podataka eksperimentalnih aeromagnetskih ispitivanja. Tehnika, № 1. 1967. Beograd.
17. Vukšić N.: 1964. — Primena gustinskog gama-gama karotaža u istraživanju uglja, gvožđa, olovo-cinka, i u inžinjersko-hidrogeološkim ispitivanjima. Tehnika, № 7, 1964. Beograd.

Referati sa Savetovanja o rezultatima dosadašnjih i orijentaciji budućih istraživanja bakarne mineralizacije na teritoriji SFRJ, Bor:

18. Drovenik M.: 1966. — Geološki osnovi i razvoj istraživanja bakarne mineralizacije u Timočkoj eruptivnoj oblasti.
19. Ristić M.: 1966. — Prikaz potencijalnih područja na teritoriji SFRJ van SR Srbije za pronalaženje bakarnih mineralizacija.
20. Višić S., Konjević S.: 1966. — Mogućnosti primene novih metoda pri istraživanju bakra u Jugoslaviji.

Izveštaji u fondovima stručne dokumentacije Saveznog geološkog zavoda — Beograd i Rudarsko-topioničkog basena — Bor:

21. Aleksić D., Milošaković R. i dr.: 1964. — Izveštaj o geološkim istraživanjima u Andezitskom eruptivu Istočne Srbije.
22. Cilenšek M.: 1955. — Izveštaj o geofizičkim rekognosciranjima na bakarnim pojavama u okolini sela Bučim, Makedonija.
23. Cilenšek M.: 1957. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima terena »Jasikovo — Vlaole — Lipa« u Timočkom eruptivnom masivu.
24. Cilenšek M.: 1958. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima terena »Lipa — Valja Strž« u Timočkom eruptivnom masivu — Istočna Srbija.

25. Cilenšek M.: 1959. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima terena Dimitri Potok — Valja Prerast u Timočkom eruptivnom masivu — Istočna Srbija.
26. Cilenšek M., Topalović S.: 1962. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima terena Crvena Reka i Valja Strž u Timoškom eruptivnom masivu.
27. Compagnie Generale de Geophysique: 1931. — Raport sur la prospection electique effectué au Kupinovo (Yougoslavie) pour le compte de la compagnie française des mines de Bor.
28. Compagnie Generale de Geophysique: 1935. — Prospection electrique mise a la masse, quartier »E« de Bor et Ajvalija (Macedonia).
29. Drovenik M., Aleksić D. i dr: 1962. — Elaborat o istraživanjima u Andezitskom eruptivu Istočne Srbije.
30. Georgijevski P.: 1954. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima u okolini Bora (lokalnosti Lipa, Krivelj, Slatina) i magnetnom rekognosciranju na Potoj Čuki.
31. Georgijevski P.: 1956. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima terena Dudica kod Demir Kapije, Makedonija.
32. Georgijevski P.: 1957. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima terena Dren kod Demir Kapije, Makedonija.
33. Georgijevski P.: 1961. — Izveštaj za geofizičkoto ispitivanje na terenot Iberli, Makedonija.
34. Grujić N.: 1951. — Izveštaj o geofizičkom rekognosciranju terena Zapadne Srbije (Zajača, Stara Topionica, Zavlaka, Kostajnik — Kruškov Potok, Rebelj, Veliki Majdan, Lipnik, D. Orovica, Vis kod Valjeva).
35. Jadranin D., Aleksić D. i dr.: 1967. — Izveštaj o geološkim istraživanjima u Timočkoj eruptivnoj oblasti i oblasti Donje Nevelje u 1966. godini.
36. Jovanović V.: 1953. — Izveštaj o geofizičkom rekognosciranju na Dudici.
37. Meisser O.: 1948. — Bericht über meine geophysikalischen Arbeiten in Bor.
38. Meisser O.: 1949. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima u okolini Bora: Čoka Čuruli, Pjatra Roš i kod Metovnice.
39. Meisser O.: 1949. — Izvetštaj o geofizičkim istraživanjima u severnom rejonu Majdanpeka.
40. Meisser O.: 1950. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima na rudnim nalazištima u okolini Bora: Vlaole, Valja Saka, Potok Ilja Romić, Kuruga, Oštrelj, Markov Kamen, Metovnica, Brestovac.
41. Meisser O.: 1950. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima kod Bolovana, Drena i Kazandola.
42. Milošaković M., Aleksić D. i dr.: 1967. — Izveštaj o geološkim istraživanjima u Timočkoj eruptivnoj oblasti u 1967. g.
43. Mladenović M.: 1951. — Izveštaj o geoelektričnim ispitivanjima na rudnim nalazištima Bora — Savinac (Boljevac) i Potok Ilja Romić.
44. Pejović P.: 1952. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima terena okoline rudnika Bor — lokalnosti Čoka Bare, Potok Lipa, Markov Kamen.
45. Perić M., Višić S.: 1954. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima na terenu Bakovići.
46. Perić M., Grbović M.: 1967. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima Cu-orudnjenja na Sinjakovu kod Jajca.
47. Popović R., Jančić T.: 1967. — Izveštaj o geološko-geofizičkim ispitivanjima u Zapadnoj Makedoniji.
48. Ristić V., Đorđević V.: 1956. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima u okolini rudnika Bor: Čoka Bare, Brezanik, jama »Mali Krivelj«.
49. Ristić M., Sikošek B., Višić S.: 1966. — Projekt kompleksnog istraživanja bakra u Jugoslaviji.
50. Savić M.: 1950. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima na rudniku Majdanpek.
51. Simić V., Ignjatijević M.: 1966. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima — Bučim, Borov Do.
52. Simić V.: 1967. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima Bučim.
53. Šahnazarov D.: 1937. — Rezultati geoelektričnog istraživanja područja Sv. Nikola.
54. Topalović S., Cilenšek M.: 1960. — Izveštaj o električnim ispitivanjima terena Dobro Polje i Zlot kod Boljevca u Timočkom eruptivnom masivu — Istočna Srbija.

55. Turaljić R.: 1967. — Izveštaj o regionalnom geomagnetskom istraživanju. Područje: Istočna Srbija.
56. Vandel V., Milošaković R.: 1963. — Izveštaj o geološkim istraživanjima u andezitskom eruptivu Istočne Srbije.
57. Višić S., Perić M. 1955. — Izveštaj o geofizičkim ispitivanjima na terenu Sinjakovo.

Summary

STANISLAV VIŠIĆ*)

PRESENT STATUS AND APPLICATION POSSIBILITIES OF GEOPHYSICAL METHODS IN COPPER EXPLORATION IN YUGOSLAVIA

The application of geophysical methods in exploration for copper in Yugoslavia started back in 1914, when Schlumberger has successfully applied the geoelectric methods on the Bor copper deposit. Since then, particularly after the second world wor, many of geophysical methods have been introduced in those explorations. Nevertheless, the extense of those explorations has not been adequate enough to ensure the really satisfactory results. The discovery of the new, concealed type deposits, requires the more extensive application of up-to-date methods, particularly during the regional and semi-detailled type of prospecting.

The potential copper-bearing areas in this country (30.000 sq. km.) are not enough investigated. Even the most promising area (1.200 sq. km.), centered around the well-known Bor and Majdanpek deposits, is not adequately prospected by geophysical methods, although a number of methods has been applied, such as the self-potential, resistivity, magnetometric, electromagnetic, induced polarization and others. Those methods have been applied during the detailled explorations, aimed to direct detection of the ore-bodies, in more then 40 localities, including those in Timok eruptive area, the Vardar zone, Western Serbia and in the Zone of the Central Dinarides.

The present development of the geophysical methods and their capability in detection of the so-called concealed type of deposits, require their more extensive application not only in the direct detection of the ore bodies, but also in solving of a number of problems in connection with the structural geology as well. The introduction of the aerogeophysical methods in regional phase of prospection may help in delineating the most promissing zones inside a copper-bearing area, thet may be further classified according to their ore-bearing potential by the semi-detailled geological, geochemical and geophysical investigations. Only after regional and semi--detailled phases of explorations, the intensive application of the geophysical and other methods, during the detailled phase, shell demonstrate the high efficiency in the detection of the copper deposits thet do not have any surface manifestation.

---

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

PRILOG 1

	LOKALNOST LOCALITY	GODINA GEOFIZIČKIH ISPITIVANJA YEAR OF GEOPHYSICAL INVESTIGATION
1	BOR	
2	MAJDANPEK	
3	KRIVELJ	
4	KURUGA-KUPINOVO	
5	GORNJA LIPA	
6	ČOKA ČURULI	
7	PJATRA ROŠ	
8	METOVNICA	
9	VLAOLE	
10	VALJA SAKA	
11	OŠTRELJ	
12	MARKOV KAMEN	
13	BRESTOVAC	
14	SAVINAC	
15	ČOKA BARA	
16	SLATINA	
17	POTOJ ČUKA	
18	BREZANIK	
19	MALI KRIVELJ	
20	JASIKOVO	
21	VALJA STRŽ	
22	DIMITRI POTOK	
23	VALJA PRERAST	
24	DOBRO POLJE I	
25	DOBRO POLJE II	
26	DOBRO POLJE III	
27	ZLOT	
28	CRVENA REKA	
29	TILVA NJAGRA	
30	TILVA KUMUSTAKU	
31	ČOKA KUPJATRA	
32	CRNA REKA	
33	BAČEVICA	
34	ČOKA FRASEN	

1914 1928 1935 1941 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967

- Sopstveni potencijal - SP
- Magnetizam - M
- Elekromagnetizam - EM
- Izazvana polarizacija - IP
- Električna otpornost - ER
- Mise à la masse
- Električni karotaž - EL

MAJDANPEK
V.Pek
Kriveljska r.
BOR
Crna Reka
Timok
ZLOT
Zlotska reka
Crni Timok
Banjska r.
ZAJEČAR
BOLJEVAC
Δ 669
Δ 1158

GRANIT
GRANITE

ANDEZIT
ANDESITE

ALTERISANE STENE
ALTERED ROCKS

ISPITIVANJA NA Fe
INVESTIGATIONS FOR Fe

ISPITIVANJA NA Cu
INVESTIGATIONS FOR Cu

12 LOKALNOST LOKALITY

4 2 0 2 4 6 8 10 km

GEOFIZIČKE METODE PRIMENJENE U TIMOČKOJ ANDEZITSKOJ OBLASTI

GEOPHYSICAL METHODS APPLIED IN TIMOK ANDESITE AREA

Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

UDK 550.838 (497.11)

PRIKAZ I GEOLOŠKA INTERPRETACIJA ANOMALNOG MAGNETNOG POLJA (ΔT) JUGOISTOČNE SRBIJE

(Sa dve slike i tri priloga)

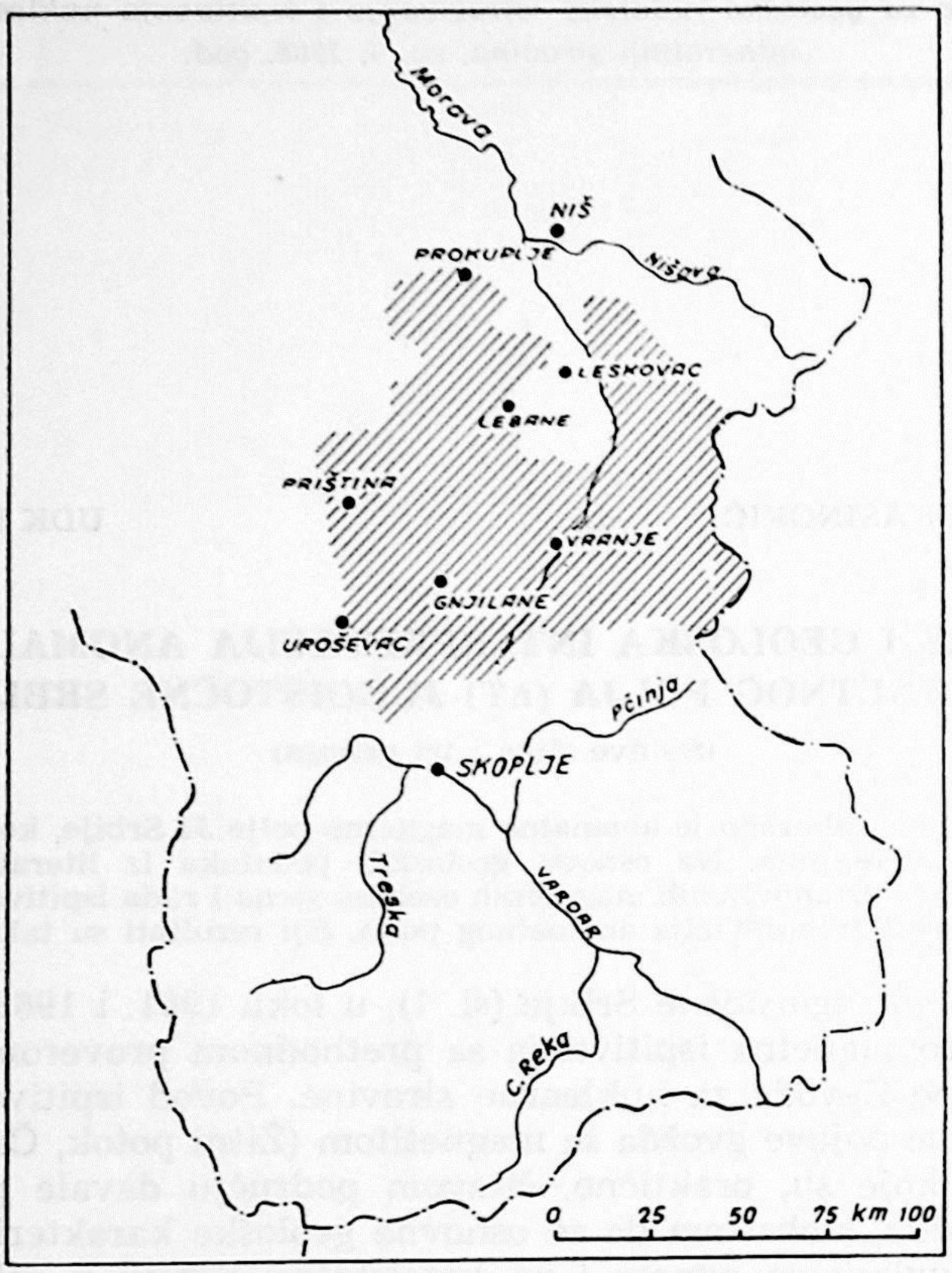
U ovome radu prikazano je anomalno magnetno polje JI Srbije, koje je utvrđeno aeromagnetnim merenjima. Na osnovu geoloških podataka iz literature, rezultata provere anomalija i ustanovljenih magnetnih osobina stena i ruda ispitivanog područja, izvršena je geološka intepretacija anomalnog polja, čiji rezultati su takođe ovde dati.

Na području jugoistočne Srbije (sl. 1), u toku 1961. i 1963. godine, izvedena su aeromagnetna ispitivanja sa prethodnom proverom anomalija, od strane ekipe Zavoda za nuklearne sirovine. Povod ispitivanju bile su ranije otkrivene pojave gvožđa sa magnetitom (Žitni potok, Čar — Sedlar, Crna Trava), koje su, praktično, čitavom području davale perspektivan značaj na gvožđe, s obzirom da se osnovne geološke karakteristike terena sa pojavama uglavnom odnose i na jugoistočnu Srbiju u celini. Drugim rečima, svrha aeromagnetnim ispitivanjima bila je istraživanje ležišta gvožđa, čija se ruda odlikuje višim magnetnim susceptibilitetom.

Magnetna merenja iz vazduha obavljana su sa helikoptera Bell-47J, primenom sovjetskog fluksnog magnetometra ASGM-25. Pravac maršruta je bio istok — zapad, a međumaršrutno odstojanje i prosečna visina leta 500 m, odnosno 80 m. Tačnost izvršenih merenja je $\pm$ 80 gama. Prethodna provera anomalija, čiji je cilj bio određivanje njihovog uzročnika i izdvajanje perspektivnih delova terena, tj. onih anomalija za koje je postojala verovatnoća da su izazvane magnetničnim rudama, sastojala se od geološke prospekcije i magnetnih merenja na zemlji.

Osim autora ovoga rada u terenskim ispitivanjima su još učestvovali: K o p r i v i c a D r a g a n, dipl. geolog; pokojni P e š i ć M i l a n, geološki tehničar; K e z u n o v i ć V i t o m i r, geološki tehničar i J o v i ć P e t a r, geološki tehničar (1961).

Mikroskopska ispitivanja ruda i stena izvršena su u Zavodu za nuklearne sirovine, od strane petrografa — mineraloga: pokojne P a v l o v i ć M i l e v e, K r e m i n a c N a d e i K e u t D u š a n a. Odredba magnetnog susceptibiliteta obavljena je u Zavodu za geološka i geofizička istraživanja, Beograd (J u r a n č i ć M i r o s l a v a, dipl. inž.).



Sl. 1. Pregledna skica aeromagnetski ispitanog terena JI Srbije.

Fig. 1. Scetch illustrating the area of SE Serbia surveyed by aeromagnetic method.

KONFIGURACIJA ANOMALNOG MAGNETNOG POLJA ΔT

Anomalno magnetno polje (u odnosu na normalno polje, shvaćeno sa gledišta primenjene geofizike) prikazano je na prilozima 1 i 2 u vidu izolinija razlike totalnog intenziteta zemljinog magnetnog polja (ΔT).

Na osnovu aeromagnetnih karata, već na prvi pogled možemo konstatovati da je normalno magnetno polje JI Srbije znatno deformisano u zapadnom i istočnom delu, dok na centralnom anomalije praktično izostaju. »Linijska« forma karakteriše većinu anomalija, čije su uzdužne ose tako postavljene da je uočljiva orijentacija predela sa anomalnim poljem, i to pretežno u dva generalna pravca: SZ — JI i S — J. Takođe, uočljiva je dominantnost anomalija pozitivnog znaka.

Na zapadnom delu (zapadno od linije Bujanovac — Tulare — Majdan pl.) izrazita je anomalna zona Zlokućane — Labljane, na kojoj intenzitet ΔT prelazi vrednost od 1000 gama. Zapadno i severno od ove zone, ano-

malne predele, intenziteta najčešće od 150--300 gama, karakteriše diskontinuitet; naime u pitanju je više anomalija relativno manjeg prostranstva, u odredenim pravcima grupisanih, koje su međusobno razdvojene sa rejonima normalnog polja. Na delu ispitanog Radanskog masiva prostire se »mozaičko« polje — smenjivanje anomalija pozitivnog i negativnog znaka.

Centralni deo JI Srbije, Preševo — Bujanovci — Čar — Sedlar — Lebane — Prokuplje, karakteriše uglavnom normalno magnetno polje. Postojeće anomalije, međusobno dosta udaljene, su pretežno niskog intenziteta (najčešće oko 150 gama) i neznatnog prostranstva.

Na istočnom delu (istočno od Južne Morave), koje je u geomagnetnom smislu dosta poremećeno, od anomalija se po prostranstvu naročito izdvaja ona između Surdulice i reke Pčinje. Ova anomalna oblast, čiji maksimalni intenzitet ΔT iznosi preko 600 gama, zahvata površinu od oko 500 km^2. Severnje od reke Vrle, anomalije se mogu grubo grupisati u dve veće zone: Vlasinsko jezero — Crna Trava — Dobro Polje — Ramni Del — Sredor — Jarsenovo i Klisura — Preslop — Krivi Del — Svodje. Na najvećem delu intenzitet ΔT je reda 200 gama, a lokalno dostiže vrednost i 1000 gama (Preslop.) Pored pomenutih anomalija, na terenu istočno od Južne Morave nalazi se još nekoliko, uglavnom manjih po prostranstvu i intenzitetu, koje se ne mogu svrstati u neke određene zone.

GEOLOŠKA INTERPRETACIJA

Izoanomale ΔT intenzteta prikazane su na geološkoj karti, kako bi se, bar donekle, preko grafičkog priloga stekla izvesna slika o vezi anomalnog magnetnog polja sa geološkom građom terena. Kompilacija geološke karte i prikaz osnovnih geoloških karakteristika terena izvršeni su na bazi podataka autora, čija su imena navedena u spisku literature.

Aeromagnetski ispitano područje JI Srbije zahvata delove dve krupne geotektonske jedinice — *Vardarske zone* (na zapadu) i *Srpsko-Makedonske mase* na istoku, čija se međusobna granica nalazi približno na pravcu: Bujanovac — Tulare (dolinom Krive reke), što znači da ranije opisani zapadni deo sa anomalijama, skoro ceo pripada Vardarskoj zoni.

U geološkoj građi dela terena *Vardarske zone,* koja predstavlja specifičnu strukturnu zonu, učestvuju kristalasti škriljci tzv. »veleške serije« (gnajsevi, amfiboliti, mermeri, kvarc — liskunski i biotitsko — hloridski škriljci), stene dijabaz rožne formacije, peščari, glinoviti škriljci, rožnaci, konglomerati, krečnjaci, gabrovi, dijabazi, serpentini i kredni fliš (peščari, glinci, laporci, krečnjaci, konglomerati i peskoviti krečnjaci), tercijarni sedimenti (glinci, laporci, peščari, konglomerati, gline, šljunkovi i peskovi) i magmatske stene (osim gabrova i dijabaza, koji ulaze u sastav dijabaz rožne formacije, učestvuju još: graniti, daciti, andeziti, trahiti, trahitoleuciti, vulkanske breče i tufovi). Od navedenih stena, višim magnetnim susceptibilitetom odlikuju se serpentiniti i delom dacitoandeziti, trahitoleuciti, gabrovi i dijabazi. S obzirom na prostornu koincidenciju magnetnih anomalija sa ovim magnetnoaktivnim stenama, došlo se do zaključka da su one izazvale anomalije. Parcijalnu interpretaciju anomalija sa ove oblasti nećemo izlagati, jer je to učinjeno u ranije objavljenom radu (4), koji je tretirao teren na potezu Đevđelija — Priština. Napomenućemo samo da je izrazita

anomalna zona Zlokućane — Labljane izazvana bazičnim stenama (serpentinitima, gabrovima, dijabazima) i delom trahitoleucitima u rejonu Binačke Morave, dok su druge anomalije posledica uticaja dacitoandezita, što se može zaključiti i po geološkoj karti. Deo terena kod Okosnice ocenjen je kao perspektivan na mogućnost postojanja olovo-cinkovog ležišta, jer se na osnovu magnetnih podataka došlo do konstatacije da su na njemu ostvareni slični geološko-strukturni odnosi kao na poznatom ležištu Kišnica, a sem toga geohemijskim ispitivanjima (12) utvrđen je anomalni sadržaj olova. Istražnim radovima, koji su izvedeni u cilju provere geohemijske anomalije na krednom flišu, presečena je Pb-Zn žica moćnosti 9 m, sa sadržajem olova oko 2% — zasada bez ekonomske vrednosti (12). Međutim, naše je mišljenje da istraživanje treba nastaviti i to u dubljim nivoima — u kontaktnom predelu serpentinita prema hidrotermalno izmenjenom andezitu, a to znači da treba istraživati orudnjenje u analognoj sredini u kojoj se javlja i poznato ležište Kišnica.

U geološkoj građi ostalog, većeg dela JI Srbije, koji pripada *Srpsko-Makedonskoj masi*, učestvuju uglavnom matamorfne i različite vrste magmatskih stena. Sedimentne tvorevine su podređeno zastupljene; najčešće one su tercijarne (peščari, konglomerati, laporci, krečnjaci, glinci, gline, peskovi) i nešto ređe gornjokredne starosti (peščari i krečnjaci). Po većini geologa unutar metamorfnog kompleksa mogu se izdvojiti dve serije: donja i gornja. Donja serija predstavljena je skoro isključivo gnajsevima; mikašisti i amfiboliti, koji čine viši nivo serije, imaju podređeni značaj. Gornja serija zauzima najveće prostranstvo; u njen sastav ulaze stene manjeg kristaliniteta: filiti, hloritski i sericitski škriljci i mermeri. Magmatiti su zastupljeni intruzivnim i efuzivnim stenama različite starosti. Od dubinskih stena javljaju se uglavnom granodioriti (surdulički masiv, nastao krajem gornje krede ili u toku paleogena — lit. 14) i mase starijih (hercinskih) gnajsificiranih i milonitiziranih granita sa njihovim žičnim pratiocima; dosta manje učešće imaju gabrovi i serpentinisani perioditi, koji se pojavljuju u vidu manjih masa, odnosno sočiva; pretpostavlja se da gabrovi pripadaju hercinskom inicijalnom magmatizmu, jer su utisnuti u seriju škriljaca pre starih granita, od kojih su pretrpeli znatne promene. Efuzivne stene predstavljene su pretežno dacitoandezitima čiji se nastanak vezuje za tercijarnu vulkansku aktivnost, koja je trajala sve do diluvijuma. U tektonskom pogledu Srpsko-Makedonska masa se karakteriše starim nabornim strukturama, koje su rasedima razlomnjene na rovove i horstove. To znači da su sve starije strukture deformisane i raskomadane alpijskim dislokacijama, duž kojih je u više faza došlo do izlivanja tercijarnih vulkanskih stena dactoandezta. Stari pravci disjunktivnih struktura orijentisani su uglavnom u pravcu istok—zapad, dok su mlađi (alpijski) pravci SZ—JI. Od struktura naročito je interesantan surdulički antiklinorijum, u čije jezgro je utisnut granodioritski plutonit. Ovaj antiklinorijum, ose pravca skoro S—J sa padom ka severu, je jako erodovan, tako da je granodiorit otkriven na velikom prostranstvu.

Od navedenih stena, koje ulaze u geološku građu dela Srpsko-Makedonske mase, višim magnetnim susceptibilitetom odlikuju se serpentiniti (susceptibilitet reda 15.000 x 10^{-6} CGS), granodioriti (600—2000 x 10^{-6}), amfiboliti (3000 x 10^{-6}) i kristalasti škriljci (filiti, mikašisti zeleni i drugi škriljci) sa impregnacijama magnetita (3000 — 19.000 x 10^{-6}); pored ovih,

kao magnetnoaktivni delimično se ponašaju gabrovi i dacitsko andezitske stene, čiji susceptibilitet može dostići vrednost od 3000 x 10^{-6}, odnosno 5000 x 10^{-6} CGS. Pošto intenzitet anomalija približno odgovara susceptibilitetu stena (remanentno magnetisanje nije određivano) na kojima se prostiru, proizilazi da je poremećenost normalnog geomagnetnog polja, na ovom delu terena, izazvana uticajem ovih stena, tj. uzročnika koji se nalaze u površinskom delu zemljine kore. Prema tome, raspored i prostranstvo magnetnoaktivnih stena, na savremenom erozinom nivou, uslovili su kao i na delu terena koji pripada Vardarskoj zoni, raspored i formu magnetnih anomalija. Za razliku od dela Vardarske zone, gde su anomalije i anomalne zone orijentisane u dinarskom pravcu, na delu Srpsko-Makedonskog masiva dominantna je orijentacija u pravcu S—J, što znači da se i na anomalnom polju odražava postojanje ove dve tektonske jedinice. Ovde su magnetične stene »grupisane« na terenu istočno od Morave, te je otuda središni deo JI Srbije praktično bez anomalija. Svakako da je to posledica određenih geoloških zbivanja (veća tektonska i magmatska aktivnost istočnog dela), koja su dala izvesno posebno obeležje ovim delovima Srpsko-Makedonske mase na području JI Srbije.

Na središnom delu terena JI Srbije, na pravcu Preševo — Bujanovac — Sedlar — Lebane — Žitni potok — Prokuplje, postojeće malobrojne anomalije su izazvane amfibolitima, gnajsevima i drugim kristalastim škriljcima sa impregnacijama magnetita. Jedino je anomalija u reonu Tupala, čiji intenzitet prelazi 600 gama, izazvana dacitoandezitima, koji su na zapadnom delu, na Radanskom masivu (v. prilog 1), prilično deformisali polje. Dacitoandeziti kod Tupala genetski su vezani za ponzatu Tupalsku dislokaciju, koja se prostire od Radanskog masiva do Bujanovca. S obzirom na činjenicu da su dacitoandeziti češće magnetični i zastupljenost anomalnija na pravcu prostiranja dislokacije, proizilazi da je ona, JI od Leca, samo u reonu Tupala poslužila kao put za izlivanje vulkanita. Ranijim istražnim radovima utvrđene su nešto veće impregnacije magnetita (pored manjih kompaktnih rudnih tela) kod Čar — Sedlara i Žitnog potoka. Na prvom lokalitetu magnetitsko orudnjenje (u amfibolitima) je znatno limonitisano te je to, uz činjenicu da su u pitanju male rezerve, razlog što intenzitet registrovane anomalije nije veći. Na drugom, otkriveno je (u seriji belih gnajseva) nekoliko manjih, izolovanih rudnih tela, kojima nije dat ekonomski značaj. Anomalna zona Prokuplje — Lukomir prostire se većim delom na terenu koji je prekriven kvartarnim sedimentima; na otkrivenom delu zapaženi su, između ostalih škriljaca, amfiboliti, a kod s. Lukomira i hematitsko orudnjenje sa magnetitom, čije rezerve nisu ocenjene kao interesantne. Svakako da su amfiboliti i orudnjenje uticali na deformaciju normalnog magnetnog polja, bar na otkrivenom terenu; međutim, ima opravdanja pretpostaviti i to da je anomalija većim delom izazvana intruzivom, koji je uslovio pojavu pegmatita na Pasjači. U svakom slučaju, uzročnik (ispod kvartarnih sedimenata) bi trebalo tačno odrediti, jer postojeće otkrivene pojave gvožđa u široj oblasti (Ž. potok, Pestiš, R. Gaja, Lukomir) navode na opreznost u njegovoj oceni. Interesantno je primetiti da je na obodu bujanovačkog granitskog masiva, jedino u severnom delu registrovano povišeno polje: uzrok ovom je verovatno manja erodovanost masiva na severnom delu, tako da je kontaktni pojas sa (slabim) impregnacijama magnetita donekle sačuvan.

Na Srpsko-Makedonskoj masi istočno od Morave, polazeći od uzročnika koji su uslovili poremećaj normalnog magnetnog polja, sve anomalije možemo svrstati u sledeće osnovne grupe:

1. Anomalije izazvane škriljcima sa impregnacijama magnetita.
2. Anomalije izazvane stenama surduličkog antiklinorijuma.
3. Anomalije izazvane dacitsko-andezitskim stenama.
4. Anomalije izazvane paleozijskim bazičnim stenama.

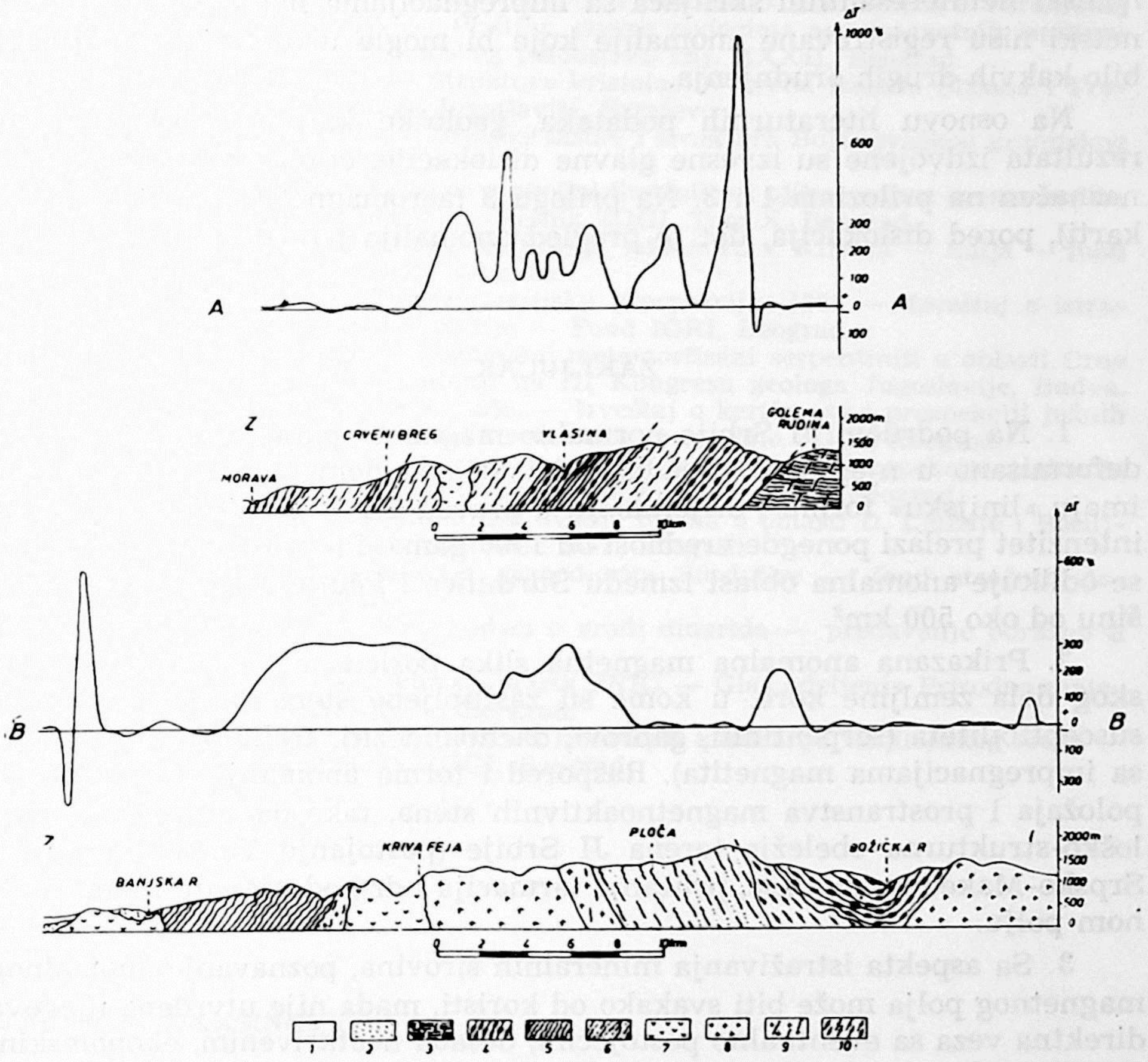
Naravno, da su pojedine anomalije posledica superpozicije uticaja više uzročnika, ali skoro uvek je jedan dominantan po kome su razvrstane u jednu od grupa.

1. Anomalije izazvane škriljcima sa impregnacijama magnetita prostiru se u oblasti severno od Vlasinskog jezera (rejon Crne Trave, Dobrog Polja, Krivog Dela), poređene u dve približno paralelene zone. Za vreme Turaka, na pojedinim delovima anomalne zone, vršena je eksploatacija magnetita, koja je ubrzo po oslobođenju obustavljena usled niskog procenta magnetita u škriljcima. Kasnija istraživanja i provera aeromagnetnih anomalija nisu dali pozitivne rezultate, u smislu mogućnosti postojanja ekonomskih ležišta gvožđa — intenzitet magnetitskih impregnacija nije zadovoljavajući. Možemo biti sigurni da prostranstvo i intenzitet anomalnih zona u potpunosti odražavaju prisustvo ovih škriljaca, odnosno stepen magnetitskih impregnacija u njima. Na sl. 2a prikazan je jedan geološki profil sa dijagramom ΔT intenziteta preko kristalaste serije u kojoj se javljaju škriljci sa impregnacijama magnetita.

2. Anomalije u predelu surduličkog antiklinorijuma (granodiorita) izazvane su različitim vrstama stena iz kontaktnog pojasa magmatskog masiva: bazičnim gnajsevima (nastalim od bivših gabroidnih stena), amfibolitima i drugim škriljcima (sa impregnacijama magnetita, koje je granodiorit doneo) iz kristalastog omotača i granodioritima sa oboda masiva. Razlog većoj magnetičnosti granodiorita iz obodnog dela je pretežno u tome što je kristalasti bazični omotač izvršio uticaj na granodioritsku magmu (14), tako da se na terenu zapažaju mnogobrojni uklopci bivših zelenih stena (magnetične). Dacitoandeziti, sa ovoga predela, nisu bitno uticali na tok izoanomala ΔT, koje sasvim dobro ocrtavaju obodni pojas granodiorita sa kristalastim omotačem. Nažalost, nisu zabeležene indikacije na osnovu kojih bi se moglo pretpostaviti postojanje rudnih ležišta u kontaktnom pojasu. Po odsutnosti pegmatita i pneumatolita ima osnova zaključiti da granodioriti nisu doprineli stvaranju nikakvih pojava, a ukoliko su i dali izvesna orudnjenja ona su morala biti razorena, jer su krovina i sam granodioritski masiv toliko skinuti da se erozivni nivo svuda spustio ispod tzv. »mrtve linije« (14). Geološki profil sa dijagramom ΔT intenziteta preko surduličkog antiklinoriuma prikazan je na slici 2B.

3. Dacitskoandezitske stene nisu izazvale anomalije na svim lokalitetima, na kojima su inače prisutne (na pr. u predelu Crne i Goleme reke — na južnom delu terena). Ovo zbog toga što se, kako smo napred naveli, dacitoandeziti delimično odlikuju višim magnetnim susceptibilitetom tj. magnetične su izvesne mase ili pojedini njihovi delovi. Po geološkoj karti lako se mogu zapaziti anomalije (uključujući i onu severno od Vranja) uslovljene uticajem dacitskoandezitskih stena.

4. Paleozojske bazične stene, pod čijim imenom podrazumevamo gabrove, serpentinisane peridotite i amfibolite, nemaju veliko učešće u građi terena, pogotovu ako se izuzme oblast antiklinorijuma i amfibolski škriljci sa vidljivim impregnacijama magnetita, čije anomalije smo napred opisali. Otuda i mali broj anomalija izazvanih isključivo paleozojskim bazičnim stenama. U predelu Ljubatske reke izdvojene su manje partije gabrova, koji su praktično slabo magnetični; manja povišenja ΔT su nor-



Sl. 2. Geološki profili (po B. Sikošeku) sa dijagramima ΔT intezinteta.
1 — aluvium; 2 — neogen (peščari, gline i šljunkovi); 3 — stariji paleozoik (filiti, argilošisti, peščari, kvarciti i krečnjaci); 4 — gornji deo metamorfne serije (filiti, mikašisti i zeleni škriljci sa impregnacijama magnetita); 5 — neraščlanjeni deo metamorfne serije (gnajsevi, mikašisti i filitomikašisti); 6 — donji deo metamorfne serije (gnajsevi); 7 — andezitodaciti; 3 — graniti; 9 — granitognajsevi (kontaktna zona); 10 — gabro.

Fig. 2. Geologic cross-sections (by B. Sikošek) with diagrams of ΔT intensity.
1 — Alluvium; 2 — Neogene (sandstones, clays and gravels); 3 — Older paleozoic (phylittes, argillites, sandstones, quarzite and limestones); 4 — Upper part of metamorphic series (phylittes, micaschists and green schists with magnetite impregnations); 5 — Undivided part of metamorphic series (gneisses, micaschists and phylittomicaschists); 6 — Down part of metamorphic series (gneisses); 7 — Andesites and dacites; 8 — Granites; 9 — granitegneiss (contact zone); 10 — gabbro.

malna pojava koja prati omotač kristalastih škriljaca oko gabrova i drugih bazičnih magmatskih stena. Serpentiniti su izazvali anomaliju kod Pročovalaca, južno od Crne Trave. Pretežno sve manje, izolovane anomalije, »rasute« po seriji kristalastih škriljaca potiču od amfibolita, koji se takođe tu i tamo pojavljuju.

Na terenu istočno od Morave, osim navedenih indikacija iznad ekonomski neinteresantnih škriljaca sa impregnacijama magnetita, aeromagnetski nisu registrovane anomalije koje bi mogle ukazivati na prisustvo bilo kakvih drugih orudnjenja.

Na osnovu literaturnih podataka, geološke karte i aeromagnetnih rezultata izdvojene su izvesne glavne dislokacije, čiji je približan položaj naznačen na prilozima 1 i 3. Na prilogu 3 (aeromagnetsko — strukturnoj karti), pored dislokacija, dat je pregled anomalija po uzročnicima.

ZAKLJUČAK

1. Na području JI Srbije normalno magnetno polje zemlje je znatno deformisano u njegovom zapadnom i istočnom delu. Anomalije najčešće imaju »linijsku« formu i orijentaciju u pravcu SZ — JI ili S — J. Njihov intenzitet prelazi ponegde vrednost od 1500 gama. Po prostranstvu naročito se odlikuje anomalna oblast između Surdulice i Pčinje, koja dostiže površinu od oko 500 km^2.

2. Prikazana anomalna magnetna slika posledica je uticaja površinskog dela zemljine kore, u kome su zastupljene stene višeg magnetnog susceptibiliteta (serpentiniti, gabrovi, dacitoandeziti, trahitoleuciti, škriljci sa impregnacijama magnetita). Raspored i forma anomalija su zavisni od položaja i prostranstva magnetnoaktivnih stena, tako da se osnovna geološko-strukturna obeležja terena JI Srbije (postojanje Vardarske zone i Srpsko-Makedonske mase, pružanje farmacija i dr.) odražavaju na magnetnom polju.

3. Sa aspekta istraživanja mineralnih sirovina, poznavanje anomalnog magnetnog polja može biti svakako od koristi, mada nije utvrđena njegova direktna veza sa eventualno postojećim, dosada neotkrivenim, ekonomskim ležištima. Korist bi se prvenstveno ogledala u postojanju mogućnosti otkrivanja olovo-cinkovog ležišta kod Okosnice i u pruženoj mogućnosti olakšanog rešavanja geološko-strukturne problematike na anomalnim terenima sa rudnim pojavama. Od ranije poznate pojave gvožđa sa magnetitom (Žitni potok, Lukomir, Čar—Sedlar, rejon Crne Trave), na kojima istražnim radovima nisu postignuti značajniji rezultati, jasno su indicirane iz vazduha, što svakako stvara pouzdanje u zaključak da na ispitivanom području JI Srbije nema značajnijih ležišta sa magnetitom. O prisustvu nemagnetičnih ruda gvožđa i drugih elemenata ne može se direktno suditi zato što to njihove fizičke osobine i primenjena metoda ne omogućavaju.

(Predato za štampu jula 1967. god.).

LITERATURA

1. Vujičić T.: 1957. — Izveštaj o geološkom kartiranju lokalnosti Klisure (Bosiljgrad 1) — fond stručne dokumentacije ZGGI, Beograd.
2. Vukašinović S.: 1961. — Izveštaj o aeromagnetnim ispitivanjima u Kosovsko-moravskoj oblasti, Fond stručnih dokumenata SGZ, Beograd.
3. Vukašinović S.: 1963. — Izveštaj o aeromagnetnim ispitivanjima JI Srbije — fond stručnih dokumenata SGZ, Beograd.
4. Vukašinović S.: 1966. — Prostranstvo i kontinuitet bazičnih stena u Vardarskoj zoni, na potezu Đevđelija — Priština, prema podacima aeromagnetnih ispitivanja — geološki anali Balkanskog poluostrva knj. XXXII, Beograd.
5. Dimitrijević M.: 1957. — Struktura kristalastih terena između Slišana i Preševa — II Kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
6. Dimitrijević M.: 1958. — Geološki sastav i struktura Bujanovačkog granitskog masiva — rasprave ZGGI, sv. 7.
7. Ilić M.: 1954. — Magmatske stene u okolini Surdulice i njihov odnos prema molibdenskim ležištima ove oblasti — Vesnik ZGGI, Tom X, Beograd.
8. Kalenić M.: 1957. — Izveštaj o kartiranju lokalnosti s. Klisura — Ralja — fond stručnih dokumenata ZGGI, Beograd.
9. Kolektivni rad ekipe za aeroradiometrijsku prospekciju: 1961. — Izveštaj o istraživanju urana na terenu JI Srbije — Fond IGRI, Beograd.
10. Maksimović Z.: 1959. — Regionalni metamorfisani serpentiniti u oblasti Crne Trave (Istočna Srbija) — referat na III Kongresu geologa Jugoslavije, Budva.
11. Martinović D., Marić S.: 1956. — Izveštaj o kartiranju i prospekciji južnih ogranaka Besne Kobile — fond stručne dokumentacije ZGGI, Beograd.
12. Novaković R.: 1962. — Analiza rezultata geohemijske prospekcije područja Okosnice (Janjevo) — V Savetovanje geologa Jugoslavije, Beograd.
13. Pavlović P.: 1959. — Geološko ispitivanje terena u oblasti D. Ljubate i Bosiljgrada — fond stručne dokumentacije SGZ, Beograd.
14. Pavlović S.: 1963. — Studija granodiorita Surdulice — fond stručnih dokumenata IGTI, Beograd.
15. Petković K.: 1957. — Novi podaci o građi dinarida — predavanje održano u Beču.
16. Petković K.: 1961. — Tektonska karta FNRJ — Glas odeljenja Prirodno matematičkih nauka SAN, knj. 22, Beograd.
17. Terzin V., Drakulić N.: 1958. — Izveštaj o kartiranju Gnjilanskog sreza — fond stručnih dokumenata ZGGI, Beograd.

Summary

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ*

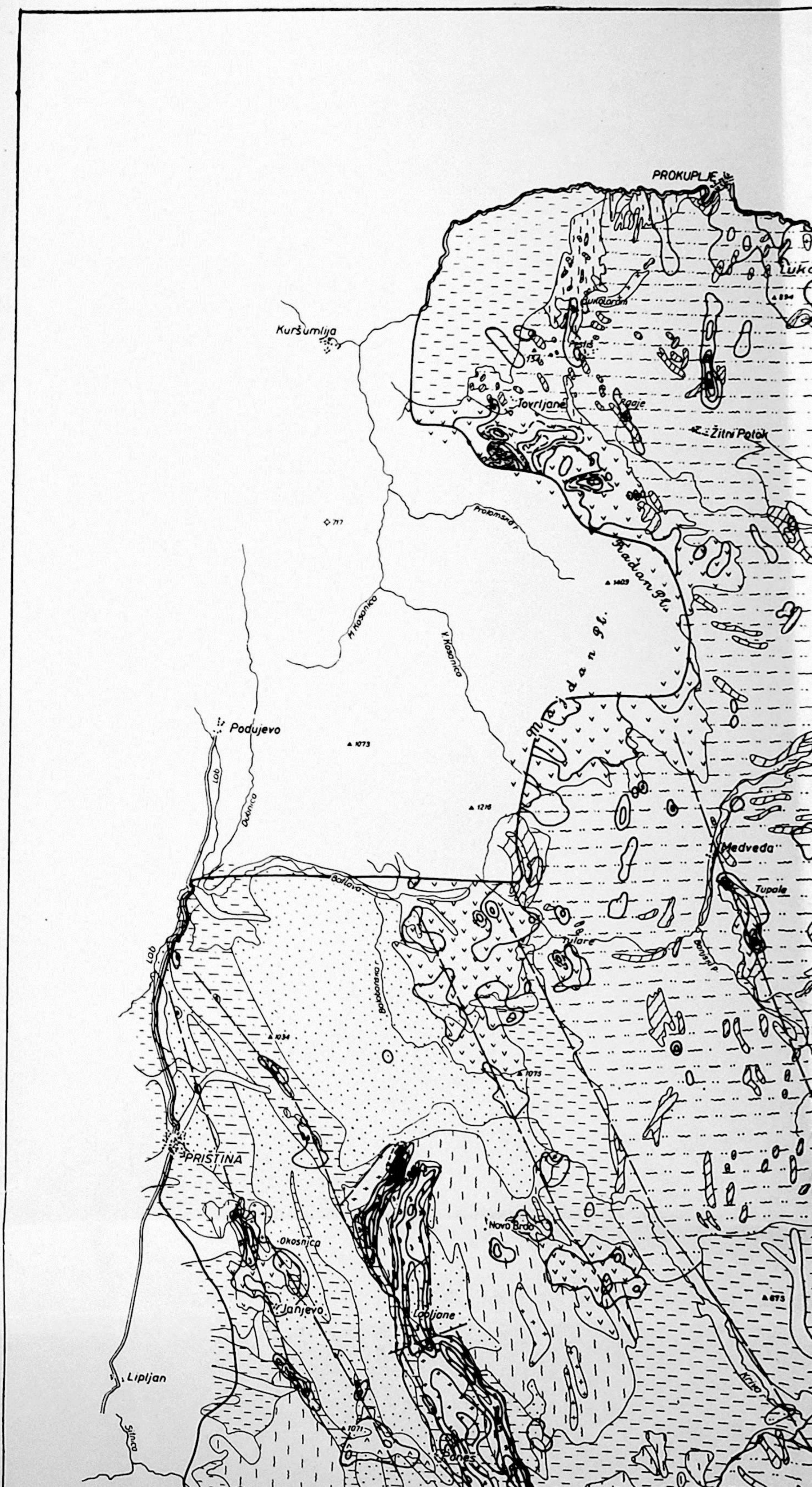
REVIEW AND GEOLOGIC INTERPRETATION OF ANOMALOUS MAGNETIC FIELD (ΔT) OF SOUTHEASTERN SERBIA

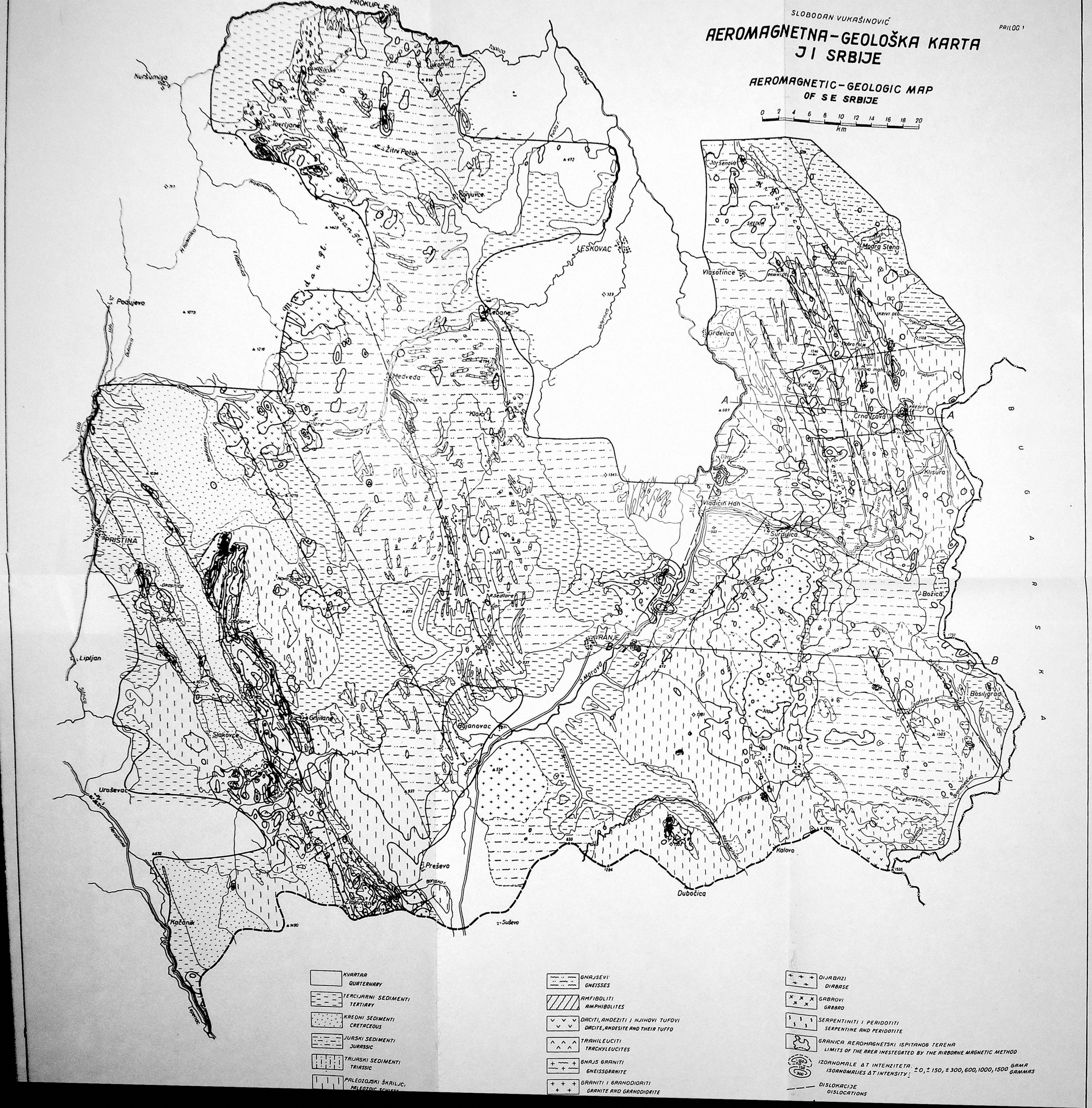
In this article it has been reviewed the anomalous magnetic fleld of southeasthern Serbia which has been established by the airborne magnetometric surveying. On the basis of the geologic data from the literature, the results of investigated anomalies and the established magnetic properties of rocks and ores of the surveyed region, it has been done the geologic interpretation of the anomalous field.

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

The anomalous magnetic field is the consequence of the influence of the surface part of the earth -- crust which is consisted of rocks of higher magnetic susceptibility (serpentinite, gabbro, dacite — andesite, trachyleucite, schists with impregnations of magnetite). The order and the form of anomalies depend on the position and the space of magneticactive rocks, thus the elementary geologic — structural features of southeastern Serbia field (the existense of Vardar zone and Serbian — Macedonian mass, the strik of formations etc) reflect on the magnetic field.

From the aspect of the investigation of mineral raw materials, the knowledge of the anomalous magnetic field may be usuful, although it has nat been established its direct connection with eventual existent, till now undiscovered, economic deposits. The benefit should be mainly manifested in the existence of the possibility of the discovery lead — zinc deposit by Okosnica and in the given possibility of the facilitated solubility of the geologic — structural problematics on the anomalous terrains with ore occurrences.

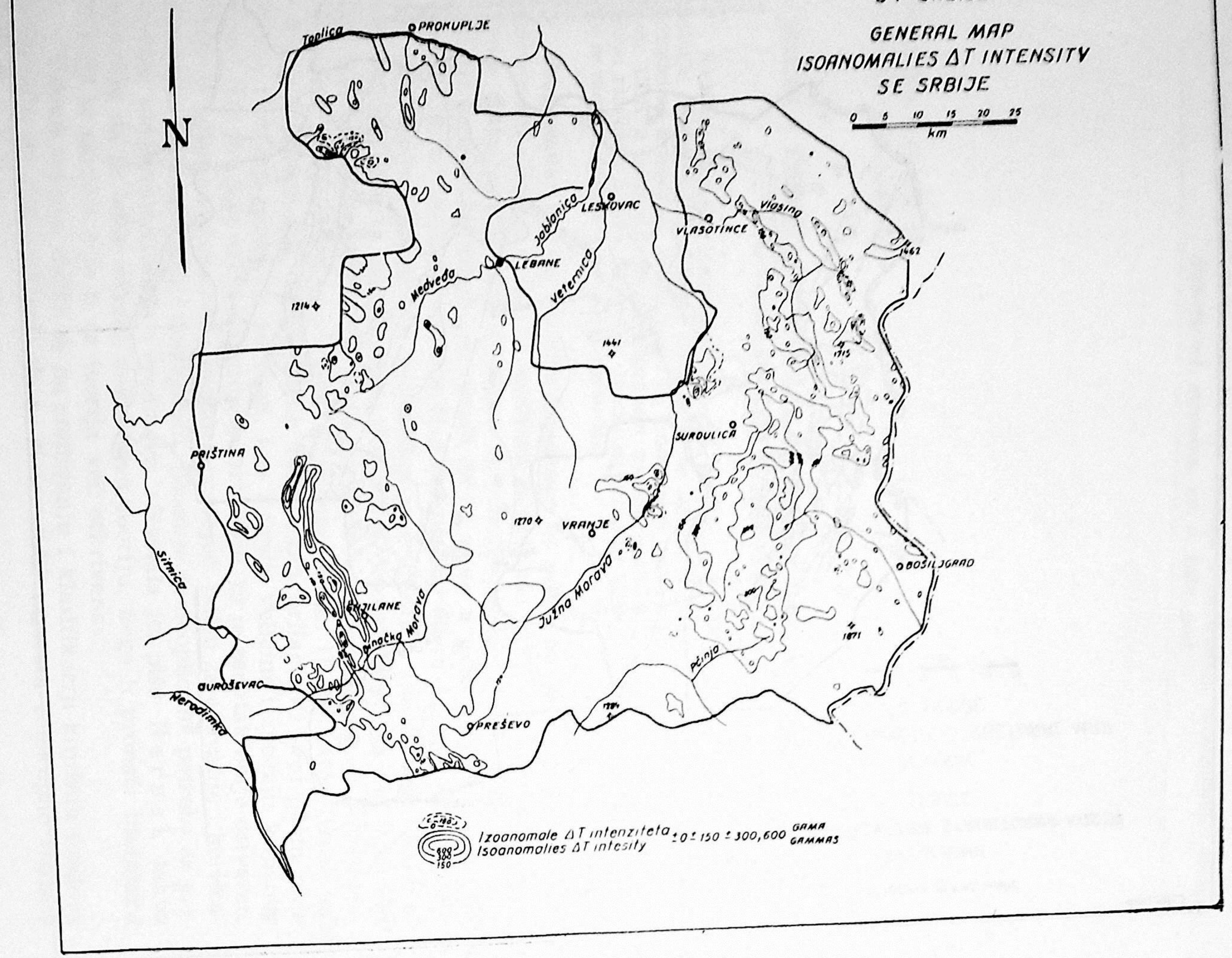

PROKUPLJE
Kuršumlija
Žitni Potok
Podujevo
PRIŠTINA
Lipljan
Novo Brdo
Janjevo
Okosnica
Sitnica
Tupale
Medveda
Bellaver
Lobanje
Kriva
1073
1216
1075
1071
1034
1609
675


SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ
PRILOG 1
AEROMAGNETNA-GEOLOŠKA KARTA
JI SRBIJE
AEROMAGNETIC-GEOLOGIC MAP
OF SE SRBIJE
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20
km
PROKUPLJE
Kuršumlija
Tovrljane
Žitni Potok
Konjuvce
LESKOVAC
Podujevo
Lebane
Medveda
Klaić
PRIŠTINA
Janjevo
Lipljan
Gnjilane
Slakovce
Uroševac
Kačanik
Preševo
Zlakučane
Bojanovac
VRANJE
Suševo
Dubočica
Kalovo
Bosiljgrad
Božica
Klisura
Vladičin Han
Surdulica
Crna Trava
Grdelica
Vlasotince
Modra Stena
Jaršenovo
A
B
KVARTAR
QUATERNARY
TERCIJARNI SEDIMENTI
TERTIARY
KREDNI SEDIMENTI
CRETACEOUS
JURSKI SEDIMENTI
JURASSIC
TRIJASKI SEDIMENTI
TRIASSIC
PALEOZOJSKI ŠKRILJC,
GNAJSEVI
GNEISSES
AMFIBOLITI
AMPHIBOLITES
DACITI, ANDEZITI I NJIHOVI TUFOVI
DACITE, ANDESITE AND THEIR TUFFO
TRAHILEUCITI
TRACHYLEUCITES
GNAJS GRANITI
GNEISSGRANITE
GRANITI I GRANODIORITI
GRANITE AND GRANODIORITE
DIJABAZI
DIABASE
GABROVI
GABBRO
SERPENTINITI I PERIDOTITI
SERPENTINE AND PERIDOTITE
GRANICA AEROMAGNETSKI ISPITANOG TERENA
LIMITS OF THE AREA INESTEGATED BY THE AIRBORNE MAGNETIC METHOD
IZOANOMALE ΔT INTENZITETA
ISOANOMALIES ΔT INTENSITY: ±0, ±150, ±300, 600, 1000, 1500 GAMA GAMMAS
DISLOKACIJE
DISLOCATIONS

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

PREGLEDNA KARTA IZOANOMALA ΔT INTENZITETA J I SRBIJE

GENERAL MAP ISOANOMALIES ΔT INTENSITY SE SRBIJE

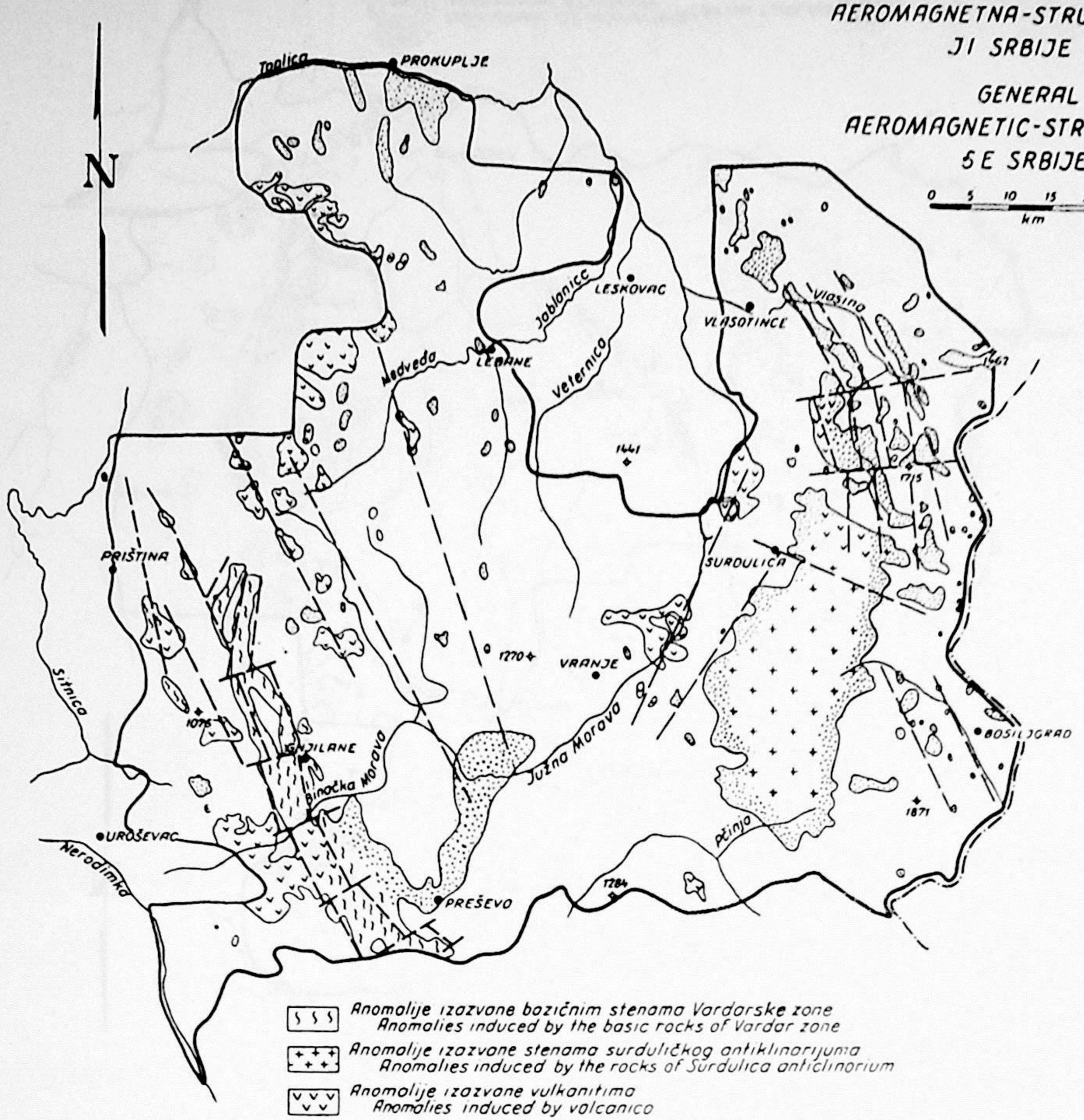


PRILOG 3

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

PREGLEDNA AEROMAGNETNA-STRUKTURNA KARTA JI SRBIJE

GENERAL AEROMAGNETIC-STRUCTURAL MAP SE SRBIJE



Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4, 1968. god.

MIRJANA RADIČEVIĆ
KOSARA VUKASOVIĆ

UDK 025.45:55

ZNAČAJ I PRIMENA UNIVERZALNE DECIMALNE KLASIFIKACIJE U GEOLOŠKIM BIBLIOTEKAMA

Sadržaj: Radi sistematskog praćenja literature, koja postaje svakim danom sve obilnija, ukazuje se na značaj UDK, koji se ogleda u tome što po svojoj šemi pruža korisnicima kompletne mogućnosti za iznalaženje informacija. Navodi se primer primene UDK u geologiji, kao i pogodnost njenog šematskog proširivanja paralelno sa daljim razvojem nauke i tehnike. Iznosi se primena UDK u biblioteci ovog Instituta, gde se zadnjih godina intenzivno sprovodi.

Progresivan razvoj ljudske zajednice na polju nauke, tehnike, kulture i umetnosti odražava se i u velikom povećanju broja novih publikacija. Prema podacima UNESKA danas se izdaje pedeset ili šesdeset hiljada naučnih časopisa godišnje, što znači da se samo u jednoj godini publikuje dva i po ili tri miliona naučnih članaka na oko 60 različitih jezika.

Ovakvo izobilje radova neophodno je grupisati i klasifikovati, kako bi bili dostupni brzom rukovanju i dobijanju obaveštenja iz njih. Jedan od zadataka stručnih biblioteka jeste da izađe u susret željama i potrebama korisnika u njihovom naučno-istraživačkom radu. U cilju što efikasnijeg i bržeg dejstvovanja, služba u biblioteci mora prilagoditi svoj način rada obimu i obliku prispelih zahteva, kao i vrsti, veličini i značaju knjižnog fonda. Što je kraći rok u davanju informacija, to je zadatak bolje ostvaren. Pošto je potpuno prevaziđen doskora postojeći način za očuvanje i korišćenje najnovijih saznanja i dostignuća, ukazuje se neophodna potreba za primenom modernih metoda i sredstava. »Nastala je, piše B e r n a l, takva situacija da je lakše otkriti neku novu teoriju, nego li pronaći literaturu iz koje bi saznali nije li ta teorija već otkrivena«.

Tokom vekova radilo se na sređivanju i klasifikaciji knjižnih fondova i koristilo se više varijanti da se sistematski razvrsta celokupno ljudsko znanje.

Nije nam ovde svrha da dajemo prednost jednog načina klasifikacije nad drugim, jer svi oni imaju svojih dobrih i loših strana. Želeli bismo da istaknemo veliku ulogu UDK koja se danas sve više i više primenjuje u svetu.

Univerzalna decimalna klasifikacija je američkog porekla. Vremenom usavršavana, obuhvata sve oblasti nauke, gde je celokupno saznanje do danas podeljeno na 10 grupa, tj. od 0—9. Svaka od ovih deli se u 10 novih grupa i tako je sistem deljenja beskonačan, dok se ne stigne do najsitnijih detalja.

Univerzalna decimalna klasifikacija (UDK) omogućava brzo nalaženje svih vrsta publikacija, jer je poredak grupa od 0—9 i poredak svih podgrupa veoma strogo podeljen, a u isto vreme gibak, tako da se svaka grupa može po volji proširivati do najsitnjih detalja, a da se time ne ošteti kostur UDK. Baš zbog ovih odlika ona nikada neće zastariti, jer je pogodna da primi pojmove koji pripadaju budućnosti, o kojima se danas zna ili nagađa. Njena mogućnost u kombinaciji brojeva dozvoljava najbolja i najprostija rešenja, a da se tom kombinacijom nikada ne dođe do preklapanja pojedinih pojmova.

U prilog sve većoj popularnosti DK u svetu može nam poslužiti činjenica da od dvanaest nerazvijenih afričkih zemalja u kojima postoje stručne biblioteke iz geoloških nauka, sedam od njih primenjuje varijante UDK i DK.

Istina, i ovom se sistemu mogu staviti zamerke; naročito je teška njegova primena tamo gde su prostorije za smeštaj knjižnog fonda tesne, jer on zahteva da se u svakom momentu i na svakoj polici nađe slobodnog prostora.

Decimalna klasifikacija (DK) izgleda glomazna i teška za upotrebu, jer pojedini pojmovi mogu imati i po nekoliko decimala, no to je samo na prvi pogled. Svi oni koji su već ranije radili po UDK znaju da ta naizgled složena šema nije komplikovana i da sve te brojeve, čak nijedan od njih nije potrebno pamtiti. Postoje tablice kojima je veoma jednostavno rukovati, i to glavne i pomoćne. Glavne tablice razvrstavaju svu materiju po predmetima, dok pomoćne određuju vreme, oblik, jezik, geografska mesta, itd. itd.

Nažalost u prošlom veku kada su udareni temelji današnje UDK, razvoj tehnike i nauke bio je na znatno nižem nivou od današnjeg, te otuda činjenica da su nauka i tehnika zastupljene samo sa dve glavne grupe (5,6) dok ostalih 8 grupa pripadaju humanističkim naukama. Shodno tome grupa pet (5), koja obuhvata matematiku, astronomiju, fiziku, hemiju, geologiju, paleontologiju, biologiju, botaniku i zoologiju, nije razrađena do te mere koju zahteva današnji razvoj ovih nauka.

No bez obzira što je ta grupa ostala nedovoljno razrađena i što primena UDK u geološkim naukama često ne ide do najsitnijih detalja, smatramo iz našeg iskustva, da je veoma korisno baš nju primeniti, kako u kartoteci, tako i prilikom smeštaja knjiga u police.

Povećanje knjižnog fonda u biblioteci našeg Instituta, koja je do pre nekoliko godina posedovala samo autorski katalog, zahtevalo je da se taj fond sredi po materiji. Tada se i prišlo primeni decimalne klasifikacije i to ne samo na knjige, već i na članke iz časopisa, kao i na sav ostali sitan materijal. U toku proteklih osam godina u biblioteci je sređen fond knjiga po UDK, tj. sve knjige su dobile svoj broj po predmetu i zauzele odgovarajuće mesto u polici. Što se tiče kataloga po lokalnostima, on je delimično sređen, ali je rad na njemu još u toku.

Stručnjacima u specijalnoj biblioteci je daleko lakše prići polici i naći na jednom mestu sve knjige o jednom pojmu, nego ih tražiti po celoj biblioteci. Ovde se može dodati da to isto može pružiti i predmetni katalog, samo je uvek opravdana sumnja da li će bibliotekar ili klasifikator odabrati pravu predmetnu odrednicu.

Mogućnost povezivanja pojmova je neograničena; jedna knjiga ili publikacija, koja u sebi sadrži više pojmova iz jedne ili nekoliko oblasti nauke, dobija brojeve za sve pojmove i multiplicira se onoliko puta u katalogu, koliko odrednica postoji.

Da bi to bolje objasnili navešćemo kao primer knjigu: »Issledovanija v oblasti geologii, hemii i metallurgii«. Ova knjiga imaće DK broj 55+54+669 i njeni kataloški listići biće i u geologiji, i hemiji i metalurgiji, tako da će se ne samo geologu i hemičaru, nego i zainteresovanom metalurgu prezentirati obaveštenje o respektivnom materijalu.

Geologija u tablicama ima broj 55. Sve knjige iz geologije nosiće taj broj na početku i zavisiće od samog pojma koliko će taj broj dobiti još decimala.

Ako znamo da je

55 geologija
550 pomoćne nauke geologije
551 opšta geologija
552 petrografija
553 ekonomska geologija

onda nam neće biti teško da dodavanjem brojeva idemo i do sitnih detalja.

Uvek se mora voditi računa prilikom klasifikacije jedne knjige ili članka po DK sa kog je stanovišta taj problem rasvetljen, jer ukoliko, na primer, neko traži pegmatite kao petrografski pojam, oni će imati broj 552.322.2, ali ti pegmatiti u ležištima biće pod brojem 553.064.1.

To se odnosi i na bilo koji drugi problem ili pitanja, na pr.: pojedina ležišta (bakra, urana), neki mineral, geohemijski proces, geofizičku metodu, geološku formaciju, itd. Tako na pr., ako neko želi podatke o uranu kao elementu, naći ćemo ih pod brojem 546.791 (u hemiji), o mineralima urana — uraninitu, pod brojem 549.514.87 (u mineralogiji), ili pak o rudama urana, pod brojem 553.495 (u ekonomskoj geologiji).

Kao primer neograničenog proširivanja u UDK navešćemo primer ležišta aluminijeve rude:

553.492 ležišta aluminijuma
553.492.1 boksiti
553.492.11 crveni boksiti
553.492.15 beli boksiti

Ovim niukoliko nije iscrpena mogućnost još daljeg proširivanja, jer sa uvođenjem novog pojma — doda se nov decimal.

UDK pruža takođe mogućnost da se materijal sredi i po lokalnostima. Nažalost, ovo je najmanje razrađeno za našu zemlju. U decimalnoj klasifikaciji za našu zemlju postoje brojevi samo za republike, dok se za uže lokalnosti primenjuju razne kombinacije.

Za geologiju jedne zemlje je od velikog značaja da se dobije materijal sa uskog područja, bez obzira da li se radi o podacima iz stratigrafije, tektonike ili ekonomske geologije. Zato smatramo da ovaj problem zahteva punu pažnju i eventualnu razradu, što bi bio veoma težak i veliki zadatk za onoga ko bi ga se prihvatio.

Naučnici iz celog sveta na kongresima i savetovanjima proširuju UDK novim pojmovima, te ona na taj način prati razvoj nauke i tehnike u svetu.

(Predato za štampu februara 1968. god.)

LITERATURA

1. Demić Danica: 1963. — Kiasifikacija u medicinskim bibliotekama. »Bibliotekar« № 1, Beograd.
2. Kennington D.: 1967. — Biblioteki geologičeskih služb Afriki. »Bjulletin' Junsko dlja bibliotek« № 1, Moskva.
3. Milikić Dušan: 1965. — Dokumentacija, autori i izdavači. »Bibliotekar« № 5—6, Beograd.
4. Pearl Richard M.: 1951. — Guide to geologic literature. New York.

Summary

MIRJANA RADIČEVIĆ*)
KOSARA VUKASOVIĆ*)

IMPORTANCE AND APPLICATION OF UNIVERSAL DECIMAL CLASSIFICATION IN GEOLOGIC LIBRARIES

The ever-increasing volume of the geologic publications and the problems connected with their systematic study point out the importance of the UDC (Universal Decimal Classification). This paper treates an example of the application of UDC in geology, together with its possible reclassification to cope with the present trend of development in science and technology. The library of this Institute has been successfully using the UDC during last 8 years.

*) Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.