Geoinstitut

Radna organizacija za geološka, geofizička i rudarska istraživanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, istražno bušenje, inženjersku geologiju i hidrogeologiju.

RADOVI

KNJIGA 17. (ZA 1983.) BEOGRAD 1984.

Yu ISSN 0537—846 X

Geoinstitut

Radna organizacija za geološka, geofizička i rudarska istraživanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, istražno bušenje, inženjersku geologiju i hidrogeologiju.

RADOVI

KNJIGA 17. (ZA 1983.) BEOGRAD 1984.

REDAKCIJSKI ODBOR

Vera Ćebić
Mladen Ignjatijević
Nadežda Krstić
Milan Obrenović
Veljko Omaljev
Panta Radulović
Slobodan Vukašinović

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Veljko Omaljev

TEHNIČKI UREDNIK I REDAKTOR

Radomir J. Milosavljević

REPUBLIČKA ZAJEDNICA NAUKE SRBIJE UČESTVOVALA JE U TROŠKOVIMA IZDAVANJA OVOG BROJA ČASOPISA »RADOVI GEOINSTITUTA«.

IZDAVAČ (EDITOR): **»Geoinstitut«,** Rovinjska 12, Beograd, (Yugoslavia)

Tiraž 500 primeraka

Štampa: Srboštampa, Dobračina 6—8, Beograd
1984.

SADRŽAJ — CONTENTS

		Strana Page
1.	Radule Popović i Stanojlo Cvetić: Opšte petrografske karakteristike metamorfikuma Drinske oblasti (zapadna Srbija)	7
	Radule Popović et Stanojlo Cvetić: Les caracteristiques pétrographiques de massif cristallophyllien de la Drina région	25
2.	Veljko Omaljev: Osnovna geološka ispitivanja u rudnim regionima SR Srbije bez pokrajina, druga faza (etapa)	27
	Veljko Omaljev: Basic geological investigation in ore areas of SR Serbia proper, second phase (stage)	48
3.	Slobodan Vukašinović: Rezultati aeromagnetskih istraživanja lešišta gvožđa na širem području Sanskog paleozoika	51
	Slobodan Vukašinović: Results obtained in aeromagnetic exploration for iron ore deposits of the Sana Paleozoic area	60
4.	Antonije Antonović: Istraživanje urana na Ceru i Iverku (Srbija) i jedan subjektivistički pristup	61
	Antonije Antonović: Uranium exploration in the Cer and Iverak mountains, Serbia, and a subjectivistic attitude	70
5.	Dragan Milovanović: Magnezijum-ribekit iz zelenih stena područja Tmuše — Kostojevića — Bajine Bašte (zapadna Srbija)	71
	Dragan Milovanović: Magnesium-Ribeckite from "Greenschist" Tmuša — Kostojevići — Bajina Bašta area (W. Serbia)	75
6.	Dragoljub Topalović: Žična Sb-Pb-Zn orudnjenja Čumavića rudni rejon Srebrenice	77
	Dragoljub Topalović: Vein type of Sb-Pb-Zn ore mineralization of Čumavići (the ore region of Srebrenica)	87
7.	Veljko Omaljev: Raspodela urana, teškorastvornog i lakorastvornog urana u južnom delu granitskog masiva Bukulje	89
	Veljko Omaljev: The distribution of uranium, soluble and partly soluble uranium in the southern part of Bukulja granite massif	113
8.	Nada Vasković: Prilog poznavanju ortoamfibolita Končuljske klisure . .	117
	Nada Vasković: A contribution on Končulj orthoamphibolites . . .	131
9.	Rajka Radoičić: Starost povlatnih sedimenata Ni-Fe ležišta unutrašnjih Dinarida (zapadna Srbija, Kosovo, Makedonija)	133
	Rajka Radoičić: The age of sediments overlying Ni-Fe deposits in the Inner Dinarides (Western Serbia, Kosovo, Macedonia)	135
10.	Serban Vlad: Triassic Mineralization in North Dobrogea (Romania) . .	137
	Serban Vlad: Trijaska mineralizacija u severnoj Dobrudži (Rumunija) . .	143
11.	Neven Krešić i Zoran Tasić: Značaj neotektonskih istraživanja u hidrogeologiji karsta	145
	Neven Krešić, Zoran Tasić: The significance of neotectonic investigations in hydrogeology of karst	151

Strana
Page

12. Sergej Komarnicki: Geomorfološki odnosi u području Prenja . . . 153
Sergej Komarnicki: Geomorphological relations in Prenj area . . . 162
13. Heinz Kozur: Fossilien aus dem Silur von Ungarn (vorläufige mitteilung) . 163
Хајнц Коцур: Фосили из силура Мађарске (претходно саопштење) . 172
14. Надежда Крстић: Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну . 175
Nadežda Krstić: Ostrakodes from the bore holes for the embankment in Zemun 179
15. Veselin Jokanović: Oktobarska nagrada Beograda dr Veljku Omaljevu . 181

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

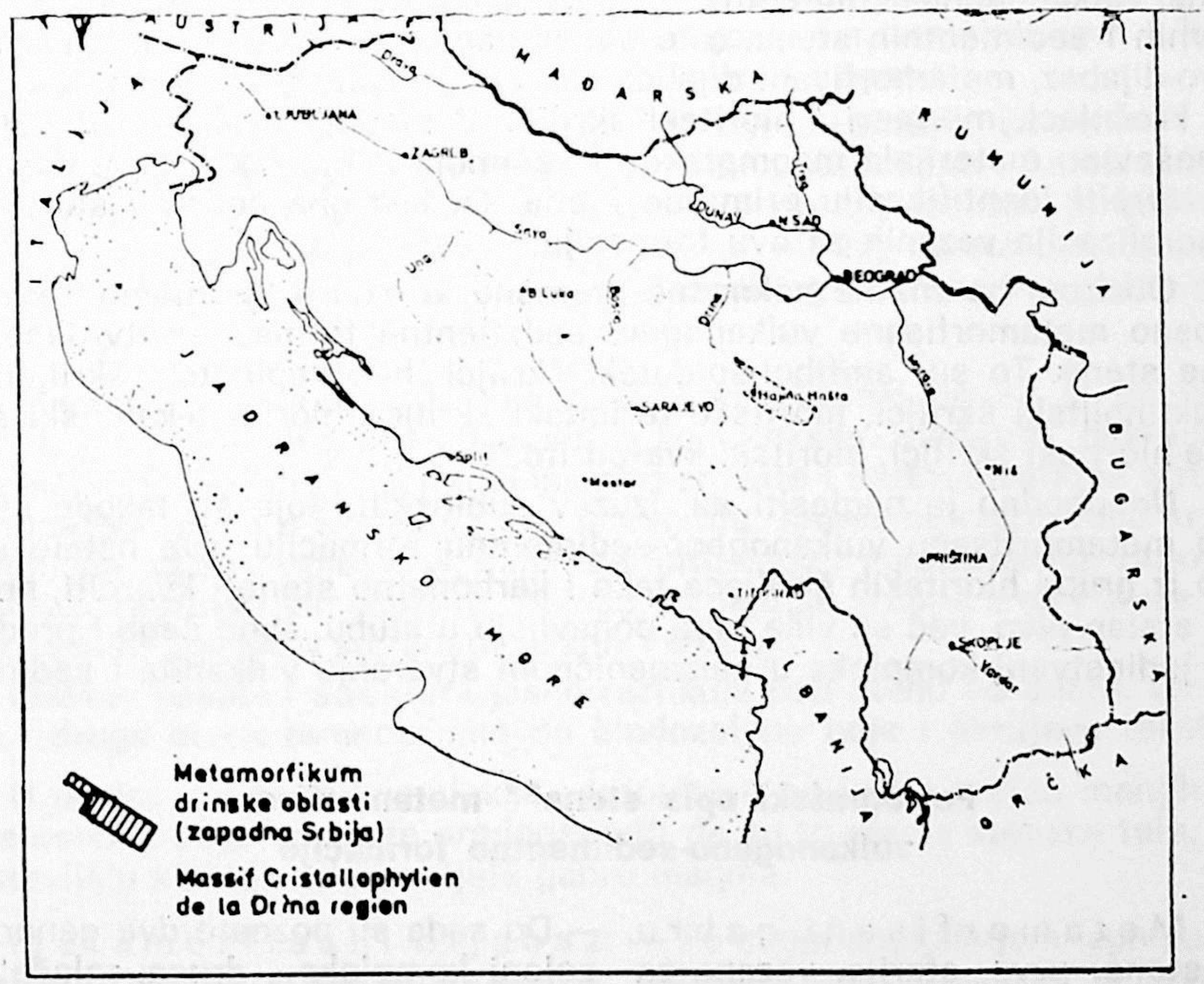
Radule Popović i
Stanojlo Cvetić

UDK 552 (497.11)
Originalni naučni rad

OPŠTE PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE METAMORFIKUMA DRINSKE OBLASTI (ZAPADNA SRBIJA)

Ključne reči: škriljci, metamorfikum, zapadna Srbija

Metamorfikum drinske oblasti u zapadnoj Srbiji smešten je između reke Drine, planine Tare, požeške kotline i planine Boranje, Sokolske planine i Povlena (sl. 1.).



Sl. 1. Geografski položaj metamorfikuma drinske oblasti (zapadna Srbija)

U građi drinske oblasti učestvuju metamorfiti, koji vode poreklo od sedimentnih i vulkanogeno-sedimentnih stena. Ove su stene stvarane u gornjem proterozoiku i paleozoiku.

Na osnovu dosadašnjeg poznavanja u pomenutom metamorfikumu izdvajaju se četiri formacije kao zasebne petrogentske celine. To su: metamorfisana vulkanogeno-sedimentna, filitoidna, formacija metamorfisanih konglomerata i formacija metamorfisanih peščara sa tragovima uglja.

Pored ovih stena, kao mlađe magmatske stene izdvojeni su metamorfisani gabro (paleozojske starosti) i piroksenski gabro (postpaleozojske starosti), a nađen je čitav niz manifestacija (skarnovi, hidrotermalne sulfidne mineralizacije, geohemijske karakteristike stene: povećano prisustvo elemenata pratilaca kiselih magmatskih stena Pb, Mo, Sn, Sb, Be, Bi i dr.), koje govore o prisutnosti u manjoj ili većoj dubini nekog kiselog intruziva.

Metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija otkrivena je na, relativno, malom prostoru. Najveća površina, na kojoj je otkrivena, nalazi se između sela Petronijevića i Draksina, znatno manje u selu Višesava i na planini Višesava. Na drugim mestima otkrivena je, na tako reći, beznačajnim površinama terena, gde se ova formacija javlja u temenim delovima mlađih antiklinalnih struktura. Pa ipak materijal koji je sakupljen i proučen omogućava unošenje dosta svetla u jednu metalogenetsku oblast koja je bila tako reći nepoznata.

Proučavanjima, koja su do sada obavljena, utvrđeno je da je metamorfisana vulkanogeno-sedimentna formacija, izgrađena od: intruzivnih, ekstruzivnih i sedimentnih stena, a to su: metamorfisani gabro, metamorfisani gabro-dijabaz, metamorfisani dijabaz, metamorfisani spilit, krečnjački škriljci i krečnjaci, mermeri i hloritski škriljci. Poslednji, svakako, predstavljaju mešavinu materijala magmatskog i sedimentnog porekla pa je danas teško izvršiti identifikaciju primarne stene. Ovde treba dodati i slojeve Fe-mineralizacija vezanih za ovu formaciju.

Obzirom na znatne naknadne promene, u okviru hloritskih škriljaca, odnosno metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije, utvrđene su i druge stene. To su: amfibol-epidotski škriljci, hlorit-epidotski škriljci, epidot-aktinolitski škriljci, hloritsko-sericitski škriljci, hloritsko-kalcitski škriljci, Fe-hloritski škriljci, hloritski kvarcit itd.*.

Neophodno je naglasiti da, izuzev dubinskih, koje su takođe svrstane u metamorfisanu vulkanogeno-sedimentnu formaciju, sve ostale stene kako iz grupe hloritskih škriljaca tako i karbonatne stene i kvarciti, nemaju neki stalan nivo, već se više puta ponavljaju u stubu, zbog čega i predstavljaju jedinstveni kompleks u naizmeničnom stvaranju vulkanita i sedimenata.

Petrografski opis stena** metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije

M e t a m o r f i s a n i g a b r o. — Do sada su poznate dve generacije ove stene: prva, starija, vezana za »zeleni kompleks«, druga, mlađa, probija »zeleni kompleks« i filitoidnu formaciju (izdanci kod s. Drmanovine, jugozapadno od Kosjerića.

---

* Na osnovi najnovijih ispitivanja Milovanovića (doktorska disertacija, 1983.) u okviru metamorfikuma drinske oblasti utvrđeno je prisustvo i metamorfisanih keratofira.

** Determinaciju petrografskih preparata iz metamorfikuma drinske oblasti izvršili su: S. Cvetić, V. Ćebić i D. Naumović.

Stariji metamorfisani gabro otkriven je samo u najdublje erodovanim delovima »zelenog kompleksa«. Veoma se teško razlikuje od stena iz grupe hloritskih škriljaca, u koje su verovatno pojedini delovi gabra prevedeni metamorfizmom. Samo mestimično moguće ga je terenskim opservacijama raspoznati, jer je zrnast i uprkos uškriljenosti ima masivan habitus.

Da li se ovaj metagabro ovde nalazi u obliku nekog većeg intruzivnog tela ili ne do sada nije moglo biti utvrđeno, ali je zapažena nesumnjiva veza između njega i ostalih stena »zelenog kompleksa«, što će reći da smatramo da ovaj »zeleni kompleks« predstavlja gabro-dijabazno-sedimentni deo zemljine kore.

Meta-gabro je mehanički deformisan, što je naročito izraženo na zrnima albita koja su često zdrobljena. Mestimično je naknadno i jako hidrotermalno izmenjen, posebno u Lazića potoku, gde su očuvani samo relikti i sekundarni produkti prvobitnih sastojaka. Retki su delovi stene gde su sastojci nešto očuvaniji i tada se zapaža porfiroblastačna struktura, pri čemu, augit, albit, kiseli plagioklas, ponekad biotit i monokliničnі piroksen, predstavljaju porfiroblaste, koji leže u nečem što liči na osnovnu masu izgrađenu od sitnozrnog agregata: epidota, kvarca i aktinolita. Pored ovih u steni su još zastupljeni hlorit i kalcit, a kao posledica promena i sledeći sekundarni minerali: uralit, sosirit i serpentin. Iz ovog jasno izlazi da je ova stena zahvaćena: uralitizacijom, sosiritizacijom, serpentinizacijom i hloritizacijom. Sporedni sastojci su: sfen, leukoksen i apatit.

Pored navedene strukture u ovom metagabru zapaženi su relikti i drugih struktura kao što su: heteroblastična, nematoblastična i kataklastična.

Sistematskim ispitivanjem stena iz »zelenog kompleksa« (urađeno je preko 150 petrografskih preparata) utvrđeno je, na dva mesta (Lazića potok i SZ padine Kamenjače), prisustvo jednog kiselijeg diferencijata gabro-magme; to je:

M e t a m o r f i s a n i d i o r i t. — Makroskopski on se ni po čemu ne razlikuje od ostalih stena iz »zelenog kompleksa«. Međutim, mikroskopski jasno su utvrđeni relikti hipidiomorfno-zrnaste i heteroblastične strukture, a zapaženo je da u sastavu stene učestvuju: sitnozrni kvarc, ređe kristali srednjebazičnog plagioklasa, slabo sericitisanog i epidotisanog, zatim dosta hlorita, epidota i klinocojsita. Takođe javljaju se krupna zrna i žilice rudnog minerala. Sporedni su: apatit, alanit i cirkon.

Ovakav sastav i struktura jasno razlikuju ovu stenu od gabra, ali su i jedna i druga stena temnozelene do bledozelene boje i škriljave teksture.

U okviru »zelenog kompleksa« metadiorit se javlja u vidu manjih masa, na osnovu čega se može predpostaviti da su to manja stenska tela, koja predstavljaju kiselije diferencijate gabro magme.

M e t a m o r f i s a n i d i j a b a z. — Po svom spoljašnjem izgledu stena se ne razlikuje od napred opisanih, a sasvim retko zapažaju se izvesne makroskopske razlike između pravih hloritskih škriljaca i metadijabaza. Ovo su stene, kao i ostale tvorevine »zelenog kompleksa«, bledozelene do tamnozelene boje mestimično slabije metamorfisane, a mestimično su potpuno pretvorene u hloritske škriljce, tako da ih je danas nemoguće raspoznati ni mikroskopski. Često su jako uškriljene i katakli̇zirane. Zahvaljujući reliktima ofitske, različitim oblicima granoblastične i lepidoblastične struk-

ture, kao i sastavu moguće je bilo mestimično da se utvrdi prisustvo metamorfisanih dijabaza. Takođe, ali vrlo retko, na osnovu habitusa, na samom terenu se izdvajaju tela za koja je docnije, mikroskopski utvrđeno da je i tu u pitanju metadijabaz.

Na pojedinim mestima, kao što je slučaj u Lazića potoku, nađeni su izdanci metadijabaza za koje bi se moglo pretpostaviti da pripadaju dijabaznom slivu. Naime, utvrđeno je da preko stena sa Fe-mineralizacijom leži metadijabazno telo debljine oko 2 m. Da li je ovo i stvarni redosled njihovog stvaranja ili ne, nije bilo moguće utvrditi, pošto se ispod Fe-mineralizacije nalazi hloritski škriljac, a i iznad metadijabaza, opet, hloritski škriljac. Na osnovu takvog međusobnog odnosa imamo utisak da je opravdano mišljenje da je, ovde, reč o paleolavičnom slivu, tim pre što su utvrđeni postupni prelazi između Fe-mineralizacije i hloritskih škriljaca, ali i između metadijabaza i hloritskih škriljaca.

Metadijabaz kao i ostale stene iz »zelenog komleksa« u Lazića potoku jako je hidrotermalno izmenjen, što se zapaža po mineralnom sastavu i sekundarnim promenama čiji su produkti: kalcit, uralit, aktinolit i limonit. Albita ima dosta, naročito neoalbita, koji se zajedno sa kvarcem javlja u obliku porfiroblasta. Leži u osnovnoj masi izgrađenoj od: hlorita, kalcita, aktinolita i epidota. Pored navedenih zapaženo je prisustvo i krupnih zrna ilmenita, koji je većim delom prešao u sfen i leukoksen.

M e t a s p i l i t. — Dosadašnjim istraživanjima metaspilit je registrovan samo na dvema lokalnostima u metamorfikumu drinske oblasti, no ni jedna se ne nalazi na delu metamorfikuma u zapadnoj Srbiji, već u onom delu koji leži u SI Bosni. Kako je jedna od tih pojava prisutna na planini Gradina, u neposrednoj blizini, Bajine Bašte (oko 500 m vazdušne linije u SZ smeru) i kako se nalazi uz pojave gvožđevitog kvarcita poslužila je za potpuno sagledavanje petrografskog karaktera vulkanogeno-sedimentne formacije i u vezi sa tim metalogenije gvožđa.

Metaspilit kod s. Dvizovići na planini Gradina jasno je uočljiv obzirom da je slabo metamorfisan. Na osnovu toga se može tvrditi da i u okviru »zelenog kompleksa« proučavane oblasti, postoje horizonti sa spilitima, ali zbog izrazito jačeg stepena metamorfizma, i svakako nedovoljno detaljnih izučavanja do sada nisu još otkrivene pojave metamorfisanih spilita. Ovde je neophodno istaći da delovi drinskog metamorfikuma koji se nalaze na istočnoj strani reke Drine imaju viši stepen metamorfizma, od stena na zapadnoj. Zbog toga se u njima i nalazi mnogo manje relikata primarnih karakteristika pojedinih stena.

Metaspilit sa Gradine ima upadljivo tamnosivu do crnu boju, ali i karakterističnu mandolastu i reliktno dijabaznu strukturu. Mandole i šupljine ispunjene su kalcitom. Stena je zahvaćena intenzivnom karbonatizacijom i silifikacijom, čime je došlo do velikih promena u steni na primarnom mineralnom sastavu. Od primarnih sastojaka, pored kalcita, očuvani su samo relikti plagioklasa i piroksena. Pored ovoga stena je bogato impregnisana magnetitom i martitom, koji otežavaju zapažanje petrogenih minerala.

M e t a m o r f i s a n i d i j a b a z n i i s p i l i t s k i t u f o v i. Ova stena, do sada, je registrovana samo u okviru izrade Osnovne geološke karte lista Ljubovija (1977.).

Obzirom na petrografski sastav stena »zelenog kompleksa i prisustva dijabznih i spilitskih metatufova, može se sa dosta verovatnoće predpostaviti da su i ove stene nastale u procesu stvaranja vulkanogeno-sedimentne formacije, ali da ih je metamorfizam, u području Jelove gore, gde je ova formacija i najviše erozijom otvorena, toliko izmenio, da se više ne mogu raspoznati već su prevedene u hloritske škriljce.

Očuvani delovi metatufova danas su malih dimenzija i podsećaju na sočiva u okviru »zelenih stena«.

Obično te stene pretrpele su promene od kojih su najizrazitije: sericitizacija, karbonatizacija, hloritizacija i albitizacija.

Metatufovi su zelene boje. U svom sastavu sadrže fragmente dijabaza i spilita sa vrlo često prisutnim mandolama ispunjenim kalcitom, hloritom, a mestimično i plagioklasima.

Fragmenti spilita i dijabaza smešteni su u matriksu sastavljenom većim delom od sitnolistastog hlorita, sitnozrnog karbonata, leukokosena, zemljastog epidota, sericita, kvarca, klinocojsita amfibola i titanomagnetita.

H l o r i t s k i š k r i l j c i u š i r e m s m i s l u. — Pod ovim pojmom podrazumeva se cela jedna grupa stena, čiju osnovu predstavljaju hloritski škriljci, a kao facijalne promene javljaju se: hloritsko-sericitski škriljci, hloritsko-kalcitski škriljci, epidot-aktinolitski škriljci, amfibol-epidot-biotit--kvarcni škriljci, hloritsko-kvarcni škriljci, hloritsko-kalcitski škriljci, mermerisani krečnjaci, mermeri, Fe-hloritski škriljci (iz grupe šamozita), orudnjene »zelene stene« (hloritski škriljci sa magnetitom i ilmenitom) kvarciti i gvožđeviti kvarciti (sa magnetitom i hematitom).

Izuzev gvožđevitih kvarcita, tj. kvarcita sa magnetitom, sve ostale stene iz grupe hloritskih škriljaca postupno prelaze jedna u drugu i u zavisnosti od dominirajućeg minerala opredeljivan je i naziv odgovarajuće facijalne promene u odnosu na ostale stene iz grupe hloritskih škriljaca.

Manje-više sve tvorevine u okviru navedene grupe imale su stratiformni položaj, koji je naknadno deformisan tektonskim poremećajima. Međutim, i pored toga tamo gde se javljaju kao »čiste frakcije« (na pr. mermerisani krečnjaci i mermeri, naročito kvarciti) njihov stratiformni položaj je jasno uočljiv.

Iz navedenog izlazi da je ova grupa stena zajedno sa metamorfisanim dijabazima i metamorfisanim spilitima kompleks vulganogeno-sedimentnih stena, metamorfizmom pretvorenih u »zelene stene«, odnosno u faciju hloritskih škriljaca.

H l o r i t s k i š k r i l j c i u u ž e m s m i s l u. — Ovde su svrstane one stene kod kojih je u prvom redu hlorit dominantan mineral i čija prvobitna priroda nije mogla biti utvrđena. Reč je o mešavini stena primarno postalih sedimentnim i vulkanogenim putem. To su stene tamnozelene do bledozelene boje, škriljave, često i plisirane teksture i slične strukture: lepidoblastična, granoblastična, heteroblastična, često kombinovana sa nematoblastičnom.

Izuzev hlorita, kod ovih stena, makroskopski se ne raspoznaju sastojci, ali mikroskopski vidi se relativno bogatstvo mineralima, koji učestvuju u njihovom sastavu. Hlorit se najčešće javlja kao sitnolistast agregat i prate ga: amfibol, epidot, kvarc, kiseli plagioklas, kalcit (javlja se u vidu žilica

i agregata), zatim sericit — muskovit, rudni mineral, ponekad i biotit. Mestimično zapaženo je prisustvo K-feldspata.

Kiseli plagioklasi zahvaćeni su slabom sericitizacijom, a biotit limonitizacijom. Epidot je zemljast i vrlo često je udružen sa hloritom.

Kao sporedni sastojci u hloritskim škriljcima javljaju se: pored rudnog minerala (u većini slučajeva to je mineral gvožđa iz grupe oksida), sfen, leukoksen, apatit, turmalin, cirkon. Kao sporedan sastojak javljaju se i krupni kristali kalcita mada kalcit često ima i ulogu bitnog sastojka.

Mestimično ovi škriljci imaju specifičan sastav. Takav je slučaj sa hloritskim škriljcima kod sela Višesave, a delimično i na Gradini kod sela Dvizovića, severozapadno od Bajine Bašte. U tim slučajevima, u prvom redu pada u oči mineral glaukofan, zatim dolazi ilmenit koji je zastupljen u hloritskim škriljcima kod s. Višesava u količini od preko 3% TiO_2 — Tu se on javlja pretežnim delom kao neoilmenit, zahvaćen procesom transformacije pri čemu prelazi u sfen. Često se javlja i u obliku tankih žica debljine 1 do 2 mm. Njegovo prisustvo u ovim hloritskim škriljcima je svakako naknadno i dovodi se u vezu sa intrudovanjem mladog gabra čiji su proboji otkriveni na Prisojnici severno od pl. Višesava.

Pored pomenutih osobina na planini Višesava i u selu Višesava u ovim škriljcima utvrđeno je prisustvo veće količine magnetita. Na primer u pojedinim »paketima« hloritskih škriljaca, magnetita ima skoro isto koliko i hlorita. To je hloritski mineralizovani škriljac, jer je zastupljenost magnetita oko 20%, a nekada i više. Udaljavanjem od mineralizovanog »paketa«, sadržaj magnetita naglo opada, da bi se ušlo u delove stene bez magnetita.

Kada je u pitanju učešće magnetita ovde je slična situacija kao i kod metaspilita na Gradini kod s. Dvizovića, te se otud ne isključuje mogućnost jednovremenog prinosa veće količine gvožđa izdvojenog kao magnetit.

Hloritsko-sericitski škriljci. — Posmatrajući hloritske škriljce u širem smislu videli smo da se u njima javlja često sericit. Ovaj mineral je zastupljen u različitim količinama počev od akcesornog sastojka do minerala koji dominira u steni predstavljajući se, čak u pojedinim delovima kao sericitski škriljac. Dakle, na terenu se javljaju svi prelazi od hloritskog, hloritsko-sericitskog, sericitsko-hloritskog završno sa sericitskim škriljcem. Mestimično ove stene mogu da predstavljaju i facije sericitskih filita, ali to su oni klastični delovi facije koji nisu metamorfizom prevedeni u »zelene stene«, no to su samo ređi slučajevi.

U celini posmatrano to su tamnozelene, bledozelene i sivomrke stene. Odlikuju se strukturama karakterističnim za metamorfne i sedimentne stene (lepidoblastična, granoblastična i blastopelitska). Hlorit, sericit, kvarc, epidot, kalcit i glaukofan predstavljaju glavne minerale, dok su: rudni mineral, feldspat i sfen sporedni sastojci stene.

Hloritsko-kalcitski škriljac. — Što se tiče odnosa ove stene prema hloritskim škriljcima u širem smislu sve je isto kao i kod hloritsko-siricitskih škriljaca. Naime, kalcit je skoro redovno prisutan kao sastojak i u hloritskim škriljcima. U zavisnosti od njegovog učešća javljaju se i odgovarajuće facijalne promene. Otud prisustvo hloritsko-kalcitskih, kalcitsko-hloritskih, odnosa krečnjačkih škriljaca pa i krečnjaka, jednih i drugih jače ili slabije mermerisanih.

To su škriljave, mestimično plisirane i limonitisane stene. Struktura im je granoblastična i lepidoblastična, a sastavljene su od hlorita, kalcita, kvarca i sericita. U njima je zapaženo prisustvo pirita kao sporednog sastojka, koji je zahvaćen limonitizacijom. Pored pirita prisutan je, kao akcesorni sastojak, i leukoksen.

M e r m e r. — Razlikuju se dve vrste mermera: jedna koja se javlja u hloritskim škriljcima kao njihova facijalna promena i kod koje se zapaža prisustvo minerala iz grupe hloritskih škriljaca, a druga, predstavljena sa dva sloja mermera debljine 0,20 m i 0,50 m, koji danas prividno leži u podini hematitskog sloja.

U prvom slučaju radi se o masivnoj steni sivobele boje, i zrnaste strukture, koja je izgrađena od mozaičnog agregata kalcita, uz koji kao primese idu kvarc, liske muskovita, hlorita i retka sitna zrna rudnog minerala.

U drugom slučaju stena je mlečno-bele boje, takođe zrnasta i masivna. Sastavljena je od sitnih kristala kalcita sa polisintetičkim blizancima. Prisutna su i naknadno stvorena zrna kvarca, albita i vrlo sitne liske muskovita.

Ove dve vrste mermera na terenu se lako razlikuju, naročito po boji.

Posebno je značajno da mlečno-beli mermer leži isključivo uz hematitsku mineralizaciju, dok se sivi mermer susreće češće u okviru hloritskih škriljaca. Iz ovog izlazi da je stvaranje mlečno-belog mermera moralo da bude u nekoj vezi sa hematitskom mineralizacijom (u Lazića potoku, dok u Petronijevićima gde se nalaze mešani magnetit i hematit mlečno-beli mermer nije zapažen).

Obzirom na intenzivne hidrotermalne i kontaktno metamorfne promene kako na hematitskoj mineralizaciji, tako i na svim okolnim stenama, najverovatnije je da je mlečno-beli mermer postao od krečnjaka u procesu kontaktnog metamorfizma. Sa kojom bi to intruzijom moglo da se poveže za sada nije jasno pošto još nije nađen izdanak mlađeg intruziva sa kojim su u vezi kontaktne i hidrotermalne promene.

E p i d o t - a k t i n o l i t s k i š k r i l j a c. — Ovo je takođe jedan škriljac iz grupe hloritskih škriljaca u širem smislu, ali takvih kod kojih je pod uticajem ne samo regionalnog već i kontaktnog metamorfizma došlo do obogaćenja epidotom i aktinolitom. U zavisnosti od učešća jednog ili drugog u odnosu, u prvom redu, na hlorit, a zatim i u dnosu na druge minerale, izvršena je odgovarajuća identifikacija.

Kao i ostale stene iz grupe hloritskih škriljaca, u širem smislu, i ova je bledozelene boje, afanatična, škriljava i lepidoblastična, granoblastična, heteroblastična i mikrolepidoblastična. Sastavljena je na prvom mestu od minerala koji su poslužili za identifikaciju ove stene, tj. od epidota, aktinolita, hornblende, kvarca i albita, a od sporednih sastojaka prisutni su: rudni mineral, sfen i leukoksen.

Kod ovih, kao uostalom i kod većeg broja drugih stena iz grupe hloritskih škriljaca, zapaženo je prisustvo limonita po površinama škriljavosti. Limonit je produkt destrukcije sastojaka sa gvožđem, a naročito hlorita, kod koga je gvožđe, inače slabo vezano, te lako dolazi do njegovog »ispadanja« i prevođenja u hidroksid.

Pored opisanih stena prisutan je i jedan drugi varijetet, izdvojen pod nazivom: amfibol-epidot-biotit-kvarcni škriljac. Ova stena je slična prethodnoj kako po mineralnom sastavu tako i po boji, zaim po strukturi i teksturi, ali je ona ipak izdvojena kao zaseban tip zbog većeg učešća kvarca i biotita i nekih drugih sastojaka, naročito u grupi sporednih minerala. Struktura i tekstura ove stene su iste kao i kod prethodne, a boja je siva do mrkozelenkasta.

U njoj su zastupljeni: bledozeleni amfibol iz tremolit-aktinolitske grupe, limonitisani biotit, epidot, klinocojsit, hlorit, kvarc, kiseli plagioklas i kalcit.

Svi navedeni minerali su sitnog zrna i paralelno orijentisani, a listasti često izuvijani i plisirani.

Kao sporedni sastojci do sada su identifikovani: sfen, cirkon, apatit, magnetit i turmalin.

Na ovoj steni zapažene su i sekundarne promene kao što su: karbonatizacija, sericitizacija i epidotizacija.

Hloritski kvarcit. — Ova stena, u stvari, javlja se u prelaznoj zoni između hloritskog škriljca i mlečno-belog mermera koji čini prividnu podinu hematskoj mineralizaciji u Lazića potoku.

Taj kvarcit je zelenkastosive boje, granoblastične strukture, trakaste i jako škriljave teksture.

Trake su izgrađene od mikrokristalastog i granularnog agregata kvarca, sitnozrnog granata i hlorita.

Pored navedenih zastupljeni su u većoj količini krupnozorni magnetit, kao i krupna zrna kalcita.

Zapaženo je da se, u prividno, podinskom delu hematitske mineralizacije nalaze proslojci kvarcita kod kojih je vrlo lepo razvijen litaž sastavljen od kvarca i hlorit-sercita koji se međusobno smenjuju.

Na ovoj, kao i na ostalim stenama iz Lazića potoka zapažene su snažne promene od kojih su feldspatizacija i silifikacija najizrazitije. Ako se svemu tome doda da struktura ove stene podseća na kornitsku kao i prisustvo granata navode na logičan zaključak da je ova stena pretrpela značajne kontaktno-metamorfne promene od intruziva čiji izdanak do sada nije otkriven.

Gvožđeviti kvarcit je kompaktna i jedra stena, škriljave teksture i granoblastične strukture. Najčešće je sivo-bele boje, ali nije redak slučaj kada je tamnosive i skoro crne boje.

Kvarc je najobilniji mineral, a iza njega slede oksidi gvožđa, koji su retko kada prisutni u količini većoj od 30%. Magnetit je zastupljeniji od hematita.

Oksidi gvožđa i kvarca često se trakasto smenjuju.

Kvarc se javlja kao granularni ili mozaični agregat, a magnetit i hematit u vidu sitnih zrna.

Pored ovih minerala, iako ne uvek, nađu se u neznatnim količinama i drugi minerali, kao što su biotit, hidroliskun, kalcit, zatim hlorit, sitne liske muskovita, sericita, zatim zoizit i aktinolit, a na jednom mestu zapaženo je prisustvo i granata.

Ove stene do sada su izdvojene u Blagojevićima, na Orašcu, Kamenjači, na Grebenu, u Lazićima, u Petronijevićima, u Burmazima, na planini Višesava, na Kiku, u selu Višesava i na Gradini kod s. Dvizovića SZ od Bajine Bašte u Bosni.

Ispitivanja karbonatnih delova metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije pokazala su da se u njima redovno javlja albit kao i u ostalim stenama, naročito u hloritskim škriljcima.

Prisustvo albita govori o uzajamnom dejstvu vulkanskih produkata i morske vode, što navodi na zaključak da su ovi karbonati stvarani u domenu vulkanskih ostrva.

Inače, obzirom na, relativno malu debljinu pojedinih karbonatnih slojeva i njihovog višekratnog ponavljanja u »zelenom kompleksu«, može se predpostaviti da je dolazilo do osciliranja dubine marinske zone u kojoj je moguće stvaranje karbonata.

Filitoidna formacija

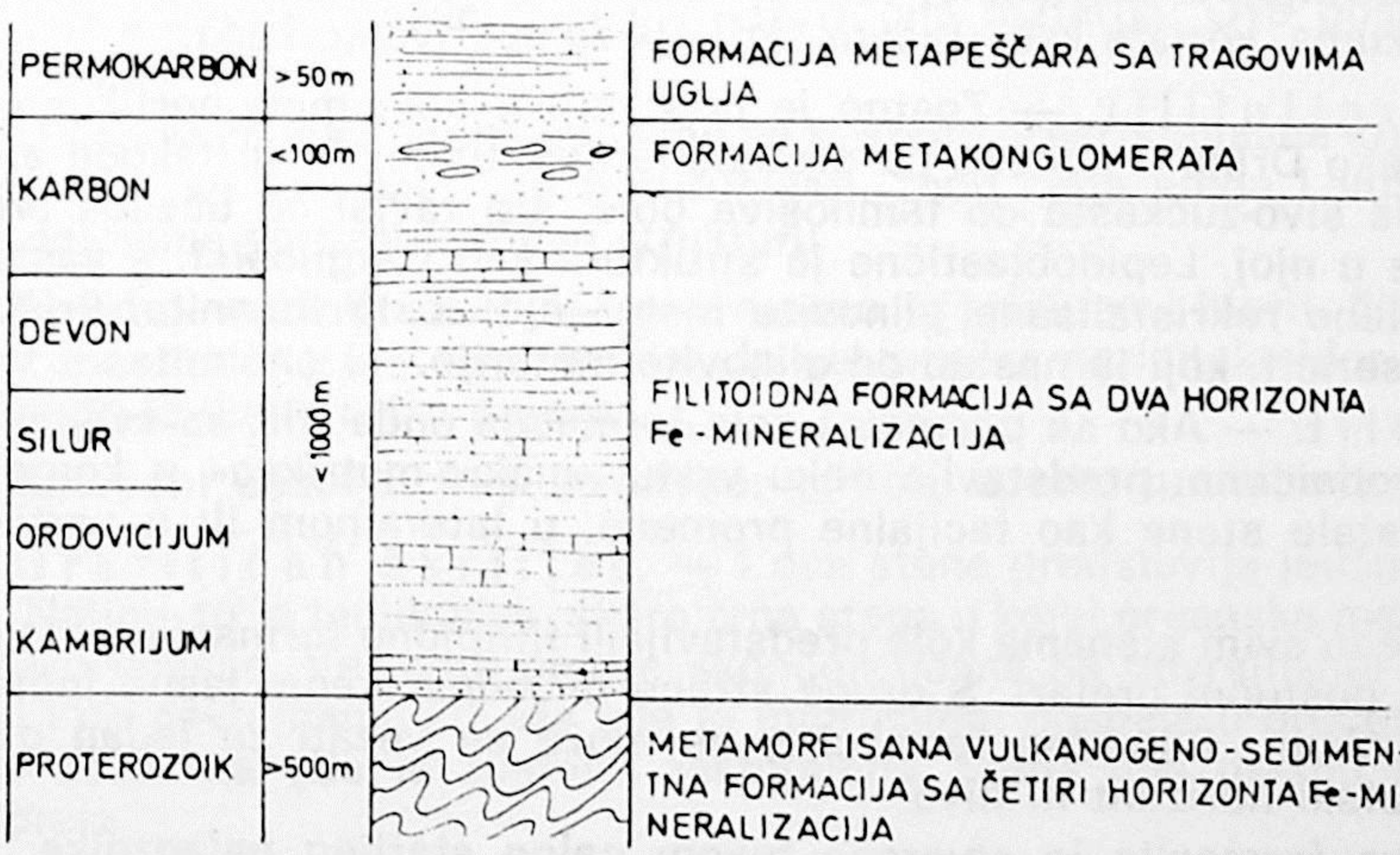
Od svih formacija metamorfikuma drinske oblasti filitoidna formacija je najotkrivenija.

Leži diskordantno preko metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije, kao tvorevine novog ciklusa.

Na osnovu dosadašnjeg poznavanja ova formacija pripada starijem paleozoiku. Debljina joj se procenjuje na ispod 1100 m, iako izgleda da je znatno veća, što je svakako prividan utisak zbog ponavljanja usled tektonike.

U sastavu ove formacije učestvuju klastični i hemogeni sedimenti, koji su zahvaćeni različitim stepenom metamorfizma, ali uvek nižim od stena iz metamorfisane vulkanogeno-sedimentne formacije.

Mada su stene filitoidne formacije, u svojoj evoluciji prošle kroz va-



Sl. 2. Stratigrafski položaj filitoidne formacije.

riscisku i alpsku orogenezu ipak metamorfizam nije ravnomerno zahvatio sve stene. To i jeste razlog što u ovoj formaciji nalazimo stene počev, tako reći, od nemetamorfisanih ili slabo metamorfisanih do kvarcita i mermera. Naročito nizak stepen metamorfizma zapaža se u delu metamorfikuma koji se nalazi zapadno od reke Drine.

Zahvaljujući i nejednakim uslovima stvaranja i različitom stepenu metamorfizma imamo filitoidnu formaciju heterogenog sastava u kojoj se javljaju sledeće stene: slabo metamorfisani glineni škriljac, argilošist, argilofilit, filit, sericitski škriljac, grafitični škriljac, metamorfisani peščar, metamorfisani kvarcni peščar, sericitsko-muskovitski kvarcit, krečnjački škriljac, mermerisani krečnjak, mermer, muskovitski kvarcit i kvarcit sa hematitom.

Petrografski opis stena filitoidne formacije

M e t a m o r f i s a n i g l i n e n i š k r i l j a c. — To je stena sa najnižim stepenom metamorfizma, koja je do sada registrovana u filitoidnoj formaciji. Izuzetno se retko nalazi. Srebrnasto-sive boje i slabo je uškriljena. Sastojci stene su paralelno orijentisani i veoma sitni, a to su glinoviti minerali, kvarc i manja količina plagioklasa.

Kao sporedni sastojci nađeni su: neprovidin mineral, cirkon i apatit.

A r g i l o š i s t. — Ova stena ima znatnije rasprostranjenje od prethodne, ali i njena zastupljenost u predmetnoj oblasti je neznatna, dok u delu metamorfikuma zapadno od Drine ove stene imaju upadljivo veće rasprostranjenje. To je tamnosiva i crna stena, svilastog sjaja, tabličaste teksture i blastopelitske strukture. Predstavlja primarno pelitsku stenu, koja u evoluciji nije daleko otišla.

Sastavljena je od pelitskih glinovito-gvoždevitih čestica, sitnih ljuspica sericita, mikrokristalastog kvarca i velike količine glinovito-gvoždevite i ugljevite materije.

Zahvaljujući tabličastoj teksturi ove stene se, u bosanskom delu metamorfikuma, koriste kao »krovni škriljci« za pokrivanje kuća.

A r g i l o f i l i t. — Znatno je prisutniji u delu metamorfikuma istočno od reke Drine u odnosu na prethodne dve stene. To je takođe afanatična stena sivo-žućkaste do tamnosive boje, što zavisi od učešća organske materije u njoj. Lepidoblastične je strukture kao i argilošist, a sastavljena je od slabo rekristalisane glinovite materije i dosta limonita. Prisutan je i sitan sericit, koji je nastao od glinovite materije.

F i l i t. — Ako se posmatra cela formacija onda filit sa svojim genetskim srodnicima, predstavlja neku vrstu »makro-matriksa« u kome se javljaju ostale stene kao facijalne promene, u lateralnom ili u vertikalnom pravcu.

Među svim stenama koje predstavljaju filitoidnu formaciju postoje međusobni postupni prelazi. S druge strane ni jedna stena, jasno individualisana u okviru filitoidne formacije, ne može se vezati za jedan određeni stratigrafski horizont ili nivo.

Ova formacija je stvarana tokom celog starijeg paleozoika. U tom relativno dugom vremenskom periodu uslovi sedimentacije su se menjali,

te otud stvaranje čas klastičnih, čas hemogenih sedimenata, koji su posle metamorfizma prerađeni u današnje stene.

Većinom to su sericitski filiti, koji predstavljaju sive do tamno-sive, često i oker boje, stene, sedefastog sjaja, plisirane i škriljave teksture, lepidoblastične, blastopsefitske i sa reliktima blastopelitske strukture.

Oker boja ovih stena dolazi od limonita, koji obično nastaje destrukcijom pirita. Tamnosiva boja je posledica prisustva organske (ugljevite) materije, koja predstavlja biljne ostatke po kojima je i utvrđena starost ovih stena.

Pored navedenih sastojaka u steni su zastupljeni sericit, kvarc, često biotit, epidot i feldspat.

Sericit je intimno udružen sa limonitsko-glinovitom materijom.

Sporedni sastojci su: pirit, apatit, cirkon, sfen i turmalin. Ovaj poslednji pretežno je vezan za meke delove stene.

S e r i c i t s k i š k r i l j a c. —, je stena veoma srodna prethodnoj. Kako je sericit jedan od najvažnijih sastojaka u filitima i sericitskim škriljcima, te dve stene razlikuju se samo po količinskom učešću tog minerala. Svakako da je to u vezi sa primarnim sastavom tih stena u kojima je glinovita komponenta imala znatnijeg udela i koja je metamorfizom prevedena, najvećim delom u sericit.

U zavisnosti od količinske zastupljenosti ovog minerala razlikuju se sericitski filiti i sericitski škriljci. S druge pak, strane, kvarc, koji takođe predstavlja glavni sastojak i ove stene i filita, može, u slučaju njegove dominacije u steni, da je prevede u sericitski kvarcit. Prema tome ovde je moguće pratiti sve prelaze od filita preko sericitskih škriljaca do kvarcita, u zavisnosti od učešća sericita i kvarca u steni.

Ova stena ima istu ili sličnu strukturu i teksturu kao i filit. Boje je sive, ponekad i mrke.

Pored kvarca, koji se javlja u vidu sitnog agregata i sericita, podređeno su prisutni kalcit i muskovit, a nađu se i krupna zrna kalcedona. Mestimično su prisutne gvoždevita i crna izotropna materija. Ova poslednja je organskog porekla.

U osnovnoj masi stene ponekad se susreću prekristalisana krupna zrna kvarca, koja se ponašaju kao porfiroblasti, zbog čega stena i ima u pojedinim delovima porfiroblastičnu strukturu.

Pored navedenih sastojaka povremeno je prisutan i hlorit, čija zastupljenost mestimično ide tako daleko da se formira sericitsko-hloritski škriljac. No, to je dosta retka pojava.

Sporedni sastojci ove stene su: cirkon, apatit, turmalin i pirit.

G r a f i t i č a n š k r i l j a c. — I ova stena predstavlja jedan varijetet filita. Naime, to je tamnosiva, skoro crna stena u kojoj organska materija ima upadljivo učešće. Većinom ona je skoncentrisana na površinama škriljavosti, ali i po površinama klivaža gde je migracijom dospela u procesu nabiranja. U delovima gde je znatnije zastupljena, stena ima masnu sjajnost i prlja prste.

Pomenuta organska materija verovatno vodi poreklo od morskih algi.

Ovaj škriljac je često plisiran, dok mu je struktura ista kao i kod ostalih stena filitske grupe.

Sastava je sličnog sa sericitskim škriljcem, tj. zastupljen je granularni agregat kvarca, svilasti sericit izmešan sa grafitom, od koga dolazi tamnosiva boja stene. U manjoj količini prisutne su liske muskovita i hlorita, dok su sporedni sastojci: karbonat (kalcit), turmalin, cirkon, sfen, ponekad se nađu albit i pirit.

Pirit je često potpuno limonitisan, što se raspoznaje po konturama bivšeg kristala pirita, ispunjenog limonitom.

Metamorfisani peščar. — To je takođe jedna stena iz filitoidne formacije koja predstavlja njenu facijalnu promenu. Dakle, u okviru škriljaca, čiji je nekadašnji materijal bio fini sediment, prinosom grubljeg materijala sastavljenog pretežno od kvarca, a manje od feldspata, nastali su peščari, koji su docnije metamorfisani. Pored navedenih minerala prisutni su još sericit, muskovit i hlorit, kalcit, a često je prisutna grafitična materija.

Prisustvo grafita u znatnijoj količini zapaženo je u lokalitetu Orašine, gde se nalazi sulfidna mineralizacija Cu, Pb i Zn.

Sporedni sastojci su turmalin, apatit, cirkon, rutil.

Glavni sastojci su smešteni u osnovnoj masi izgrađenoj od kvarca i sericita. Kvarc je različite veličine i oblika, ali najčešće više uglast nego zaobljen, što govori da transport nije bio dugačak.

Cement ovih stena je često kontaktni, a ređe porni.

Mestimično, kao što je slučaj na koti Višesava nađen je i K-feldspat, po čemu se ove stene svrstavaju u metamorfisane arkozne peščare.

Zrna kvarca su različitih dimenzija, tako da se ponekad javljaju u vidu porfiroblasta, kada stena ima porfiroblastičnu strukturu.

Ova kao i ostale stene ovog kompleksa ima sledeće strukture: blastopsamitska, granoblastična, porfiroblastična i heteroblastična.

Posmatrajući, u celini filitski deo metamorfikuma metapeščari se nalaze, po zastupljenosti, odmah iza filita (u širem smislu posmatrano). Veličina zrna ovih stena kreće se od 0,1 do 0,25 mm, svakako da u prelaznim zonama ka finijim ili grubljim frakcijama postoje zrna sitnijih i većih dimenzija.

U slučajevima kada je učešće kvarca izrazito u odnosu na ostale sastojke, tada se izdvaja kao posebna stena.

Metamorfisani kvarcni peščar. — Po strukturnim i teksturnim osobinama ne razlikuje se od metapeščara, ali pošto se u ovoj steni ne javlja grafit ona se razlikuje po sivoj boji.

Sastava je sličnog kao i metapeščar s tom razlikom što je kvarc najzastupljeniji i što se listasti minerali, kada su prisutni, javljaju u vidu traka.

U sitnozrnom matriksu javljaju se kvarc, kao njobilniji, manja količina sericit-muskovita izmešana sa limonitisanim biotitom. Pored ovih, povremeno se javljaju kiseli plagioklas, K-feldspat i hlorit.

Matriks je sastavljen od: kvarca, pretežno u obliku agregata i ređe žilica, manje kiselog plagioklasa i kalcita.

Delovi stene u kojima se nalazi plagioklas su krupnozrniji, što je naročito uočljivo u stenama iz Orašina.

Moguće da je ovde reč o hidrotermalnim promenama i da su žilice kvarca kao i plagioklas nastale pod uticajem hidrotermi, kako su nastale i sulfidne mineralizacije, koje se javljaju, najčešće u ovim kvarcitima u obliku žilica.

Sporedni sastojci u steni su: rudni minerali (galenit, sfalerit, halkopirit i pirit), zatim cirkon, apatit, rutil i krupan turmalin.

Stena je jedra i kompaktna, a u Orešinama još i naknadno silifikovana.

K v a r c i t. — Ova stena slična je prethodnoj s tim što je ona više metamorfisana. Sivo-bele, sive, mrko-sive, pa čak i crne boje, škriljave i plisirane teksture, granoblastične i lepidoblastične strukture sa dobro izraženim mehaničkim deformacijama, što je i logično, kada se zna da je pretrpela višefazne tektonske promene i deformacije.

Sastavljena je u prvom redu od zrna kvarca različitog oblika (više je uglast nego zaobljen) i dimenzija (sitnozrni do krupnozrni). Kvarc se javlja u obliku granularnog agregata u kome se nalaze trake bogate sericit-muskovitom. Povremeno se javljaju hloritisani biotit, agregati i krupna zrna kalcita, mestimično i kiseli plagioklas. Sporedni sastojci su pirit, apatit, cirkon i turmalin, a povremeno feldspat, rutil i karbonat koji prelazi u limonit.

Interesantno je pomenuti da se u ovim stenama često nalaze odlomci rožnaca i kvarcita, što predstavlja pretaložen materijal iz starijih formacija.

K r e č n j a č k i š k r i l j a c. — Ovom stenom ulazi se u domen metamorfita gde bi kod detaljnog rasčlanjavanja mogla da se izdvoji karbonatna formacija, obzirom da je zastupljenost karbonata povremeno takva da se jasno diferencira od ostalih metasedimenata. No, kao što smo rekli, u okviru filitoidne formacije, sve ostale stene ponašaju se kao facijalne promene, tako da i karbonatni metasedimenti predstavljaju facijalnu promenu, pri čemu postoje svi postupni prelazi od napred prikazanih klastičnih metasedimenata ka karbonatnim metasedimentima koji se ponavljaju više puta u vertikalnom pravcu u filitoidnoj formaciji, a bočno imaju ograničen kontinuitet.

U osnovi, ova stena je sive i sivo-bele boje, saharoidnog habitusa i škriljave teksture i uglavnom granoblastične strukture.

Sastavljena je od granularnog agregata kalcita, manje količine kvarca, muskovita, sericita i često od svežeg kiselog plagioklasa.

Kiseli plagioklas se javlja u vidu krupnih kristala.

Kao sporedni sastojci javljaju se apatit, cirkon, biotit, hlorit i limonitisani pirit.

Pri opisu filita istaknuto je da je u njima, kao i u ostalim klastičnim stenama, prisutan u manjoj ili većoj količini kalcit. Što znači da je u vreme starijeg paleozoika prinos $CaCO_3$ bio povremeno znatnije izražen a povremeno svođen samo na neznatnu količinu. Rezultat toga je manje ili veće uočešće karbonata u filitoidnoj formaciji.

U vreme većeg prinosa klastičnog materijala smanjivao se prinos karbonatnog i obrnuto. Zahvaljujući tome i imamo sve prelaze između kla-

stičnih metasedimenata sa učešćem karbonata kao akcesornih sastojaka, preko krečnjačkih škriljaca sa promenljivom ili podjednakom količinom klastične i karbonatne komponente do skoro čistih krečnjaka kod kojih se takođe nađe u maloj količini prisutna klastična komponenta.

Usled metamorfizma ove stene, kao i ostale karbonatne jače ili slabije su mermerisane. Otuda su krečnjaci mermerisani ili pretvoreni u prave mermere.

M e r m e r i s a n i k r e č n j a k. — Ovde spadaju sve karbonatne stene u filitoidnoj formaciji metamorfikuma drinske oblasti koje sadrže preko 80% $CaCO_3$.

To su najčešće sive stene granoblastične stukture i afanatične. Sastavljene su od granoblastičnog i mozaičnog agregata kalcita i vrlo malo kvarca, zatim od feldspata, muskovita, sericita i limonita. Sporedni sastojak je pirit, koji prelazi u limonit.

Potrebno je istaći da se u ovim stenama, mestimično javlja veća zastupljenost magnezijuma i gvožđa, kada imamo pojavu ankerita. Takođe u ovim stenama, s mesta na mesto javlja se i mala količina hematita, praćenog silifikacijom, kakav je slučaj na Kiku (između s. Višesave i kote Višesave). Pored navedenog na koti Višesava, na izdanku, mermerisanog krečnjaka nađen je i jedan vlaknasti mineral, koji dosta podseća na volastanit (ali na njemu još nisu vršena detaljna ispitivanja), što bi se dovelo u vezu sa kontaktno-metamorfnim promenama na ovom mermerisanom krečnjaku.

Iz navedenog jasno se vidi da su i ovi delovi terena, tj. između sela i kote Višesava bili pod uticajem termalnih promena.

Formacija metamorfisanih konglomerata

Ove stene su rasprostranjene na Jelovoj gori, a manji izdanci su zapaženi zapadno od Dobrotina. Stvarane su, verovatno, u toku karbona. One se veoma jasno odvajaju kao zasebna litološka celina. Prema našim istraživanjima nemaju veliko rasprostranjenje, što je posledica njihove debljine. Naime, smatra se da im je debljina manja od 100 m. U takvim uslovima verovatno da je znatan deo ove formacije erozijom odnesen, a da su ostali sačuvani manji ili veći njeni relikti. Inače, na osnovu podataka I. Đ o k o v i ć a (1980. godine), primarno je ova formacija bila razvijena na celom prostoru današnjeg rasprostranjenja metamorfikuma drinske oblasti kako istočno tako i zapadno od reke Drine.

Ovu formaciju izgrađuju zrna različitih veličina počev od arenitskih do ruditnih dimenzija. Valuci su naknadno deformisani usled tektonskih pritisaka, a sastavljeni su pretežno od kvarca i leže u peščarskoj osnovi. Pored kvarca, posebno u sitnozrnim delovima, javljaju se i drugi, naročito, listasti minerali: sericit, manje muskovit i hlorit.

Formacija metapeščara sa tragovima uglja i ugljevite materije

U metamorfikumu drinske oblasti zapadne Srbije ova formacija je, do sada otkrivena samo neposredno ispod trijaskog krečnjaka planine Tare blizu hidrocentrale Perućac.

Bušenjem tunela za reverzibilnu hidroelektranu »Bajina Bašta«, graďevinci su naišli i na ovu formaciju. Moguće je da njenih izdanaka ima i u obodnim delovima trijaskog krečnjaka prema metamorfitima paleozoika, ali zbog pokrivenosti terena do sada nije zapažena. Međutim, u delu metamorfikuma zapadno od reke Drine F. Katzer (1926.) je zapazio znatnije prisustvo ove formacije.

Karakterišu je tragovi uglja i ugljevite materije, ali prema mišljenju F. Katzera, ne može se očekivati veća zastupljenost uglja.

Postanak ove formacije u svakom slučaju vezan je za plitkovodnu sredinu u kojoj su pored klastičnog materijala naplavljivani i biljni ostaci.

Na osnovu onog što nam je bilo dostupno osmatranju ova je formacija deblja od 50 m. U njen sastav ulaze peščari, koji su slabo metamorfisani tako da su im sačuvane sedimentne strukture i teksture.

Metapeščari su svetlo-sive, sive, sivozelene i sivomrke boje, masivnog habitusa i psamitske strukture.

U sastavu ovih stena učestvuju zrna kvarca razilčite veličine i oblika, zatim fragmenti feldspata, rožnaca i retke liske muskovita. Cement je izgrađen od kriptokristalastog kvarca sa malo sericita i limonita.

Starost metapeščara nije ispitivana ali, na osnovu njihovog odnosa sa ostalim stenama, može se predpostaviti da su oni gornjo-karbonske do permokarbonske starosti. Ovakva predpostavka je i prihvatljiva obzirom da je i F. Katzer (1926.) odredio veći broj biljnih ostataka i na osnovu tih determinacija utvrdio gornjekarbonsku i permokarbonsku starost ovih tvorevina.

Ovim peščarima trebalo bi posvetiti veću pažnju obzirom na prisustvo tragova uglja i obzirom na mogućnost nalaska uranskih mineralizacija.

U okviru ispitivanja filitoidne formaciije posebno je pažnja posvećena karbonatnim stenama. Tom prilikom utvrđeno je da postoje svi prelazi od karbonatnih stena sa sadržajem $CaCO_3$ iznad 90% pa do stena u kojima je sadržaj $CaCO_3$ ispod 1%. Kod prvih karbonata, (u ovom slučaju sa sa sadržajem $CaCO_3$ iznad 20%) u netopivom ostatku utvrđeni su kao najobilniji kvarc i ilit-montmorijonit, a utvrđeni su i dolomit, ankerit, albit, kaolinit, zatim gips i redak fosfat.

Prisustvo nekarbonatnih minerala, u znatnijoj količini preko 5%, govori da je, u vreme obaranja karbonatne materije, bilo povremeno prinošenje peskovito-glinovitog materijala, što se vidi iz prisustva kvarca, feldspata, ilit-montmorijonita i kaolinita. Iz ovoga bi se moglo predpostaviti da prineseni materijal delimično vodi poreklo od kiselih magmatskih stena. Međutim, kako su utvrđeni dolomit i ankerit, može se reći da je bilo prinošenja magnezijuma i gvožđa, što sugeriše konstataciju da su postojali uslovi za formiranje Fe-mineralizacija. Ovom ide u prilog pojava oksidnih mineralizacija gvožđa u Petronijevića potoku (Dub) i na Ćatića visu (Karan).

Postkaledonske magmatske stene

U ovoj grupi nalazi se metamorfisani gabro, čiji su izdanci otkriveni kod Drmanovine JZ od Kosjerića i na Jelovoj gori i piroksenski gabro sa Prisojnice severo-istočno od Bajine Bašte ili zapadno od Kostojevića.

Značajno je istaći da su ovi gabrovi postali u različitim vremenskim periodima i da zbog toga nemaju iste metamorfne promene.

M e t a g a b r o. — Kod Drmanovine i na Jelovoj gori metamorfisani su, za razliku od gabra sa Prisojnice. Obzirom da se ovaj poslednji nalazi u delu terena gde je stepen metamorfizma najizrazitiji u delu metamorfikuma koji je predmet ovog rada, a da na njemu nema procesa uškriljavanja logično je predpostaviti da je to mlađa stena od gabra iz Drmanovine koji je uškriljen.

Na osnovu tih kriterijuma može se smatrati da je metamorfisani gabro postao u varisciskom ciklusu, a gabro Prisojnice verovatno je vezan za staroalpsko vreme.

Obe vrste gabra javljaju se kao proboji kroz filitoidnu formaciju, ali nije bilo moguće pratiti nijhove odnose sa mlađim formacijama kako bi se preciznije utvrdila starost ovih stena.

Metagabro iz Drmanovine i sa Jelove gore tamnozelene je boje, masivnog habitusa, strukture kataklastične i škriljave teksture. Sastavljen je od relikata plagioklasa većim delom prekrivenih sosiritom. Bojeni sastojci zamenjeni su aktinolitom, uralitom i hloritom.

Kao sporedni sastojci javljaju se krupna zrna sfena, ređe ilmenita i leukoksena.

Ova stena intenzivno je hidrotermalno izmenjena. Najizrazitije alteracije su: silifikacija, epidotizacija, sosiritizacija i uralitizacija.

Hidrotermalne promene verovatno su vezane za najmlađu magmatsku aktivnost čije se manifestacije jasno zapažaju u Lazića potoku, Orašinama između sela i kote Višesave, i na Ćatića visu kod Karana gde se nalazi Fe-mineralizacija sa izrazito prisutnim termalnim manifestacijama.

P i r o k s e n s k i g a b r o, predstavlja masivnu, srednjezrnu stenu, tamno-zelene boje, a ofitske i hipidomorfno zrnaste strukture. Sastavljena je od krupnih kristala monokliničkog piroksena, koji su po obodu i duž cepljivosti uralitisani. Prostor između kristala monokliničnih piroksena popunjavaju sitni, ali pritkasti kristali plagioklasa. Oni su prilično sveži; samo delimično zamenjeni su epidotom i sericitom. Prisutno je takođe i malo hlorita. Kao sporedni sastojci javljaju se ilmenit, sfen, leukoksen i apatit.

Učešće titanovih minerala ponekad je relativno veliko i moguće da je povećana koncentracija neoilmenita, kod sela Višesava, u hloritskim škriljcima, u direktnoj vezi sa postankom ovog gabra na Prisojnici.

Gabro sa Prisojnice takođe je hidrotermalno izmenjen, ali je i kataklaziran.

Hidrotermalne izmene se manifestuju preko epidotizacije, silifikacije, hloritizacije, kao i slabije izražene uralitizacije i sericitizacije.

Treba naglasiti da ova stena nije zahvaćena hidrotermalnim promenama u svim svojim delovima. Naime neki delovi su hidrotermalno izmenjeni dok su drugi bili pošteđeni tih promena.

Ovo je svakako najmlađa magmatska stena u drinskom metamorfikumu čiji je izdanak na površini otkriven, ali posle magmatizma čiji je produkt piroksenski gabro na Prisojnici bio je još jedan verovatno kiseliji koji je dao čitav niz termalnih manifestacija, pa možda i hidrotermalne promene gabra sa Prisojnice.

Kontaktno metamorfne stene

Ovde je svrstano nekoliko stena koje su postale pod direktnim termalnim uticajem nekog intruziva čiji izdanci do danas nisu otkriveni. To su: skarnoid i skarn iz Lazića potoka, skarn južno od draksinskog Kika, skarn i mermer iz Orašina, moguće je da bi ovde mogla da se svrsta i jedna silifikovana stena sa magnetitom iz Lazića, gde je magnetit nastao na visokoj temperaturi (utvrđeno izotopskim ispitivanjem kiseonika iz magnetita) kao i termalne mineralizacije na Ćatića visu.

Sve ove stene praćene i odgovarajućim makro i mikroelementima koji asociraju sa skarnovima, a tu su prisutne i odgovarajuće hidrotermalne alteracije, kao i karakteristična mineralna parageneza (granati, turmalin itd.).

S k a r n. — Predstavlja čvrstu afanatičnu stenu, trakaste teksture, kornitske i granoblastične strukture. On je sastavljen od sitnozrnog agregata kvarca, granata, kalcita, malo sericita, limonitisanog biotita i dosta alkalnog amfibola. U toj sitnozrnoj osnovnoj masi nalaze se krupna zrna feldspata, koja pojkilitski uklapaju druge sastojke. Od feldspata najčešći su K-feldspat i albit, koji su ujedno i najmlađi minerali. Sporedni sastojci u ovoj steni su: lepi kristali turmalina, cirkon, rudni minerali (magnetit, hematit, malo pirita i halkopirita) u Lazića potoku, južno od draksinskog Kika i na Ćatića visu, pirit, halkopirit, sfalerit i galenit u Orašinama.

S k a r n o i d — je prelazna stena između skarna i kornita. Njeno prisustvo je razumljivo, ako se zna da je filitoidna formacija sastavljena od karbonatnih i nekarbonatnih stena, koje su bile pod uticajem kontaktnog metamorfizma.

Pored kontaktnih minerala zapaženo je i prisustvo natrijske metasomatoze koja se manifestovala stvaranjem alkalnog amfibola (glaukofana). Prisutan je tu i albit, zatim sericit, kalcit, hlorit, svakako granati, turmalin i obilje hematita i magnetita.

I najzad poslednja stena postala kontaktno-metamorfnim putem, a koja je registrovana na ovom terenu je:

M e r m e r. — Ova vrsta stene, u okviru filitoidne formacije registrovana je samo u Orašinama. Obzirom da je ovde reč o hidrotermalnim pojavama Cu, Pb i Zn-mineralizacija, o kontaktno metamorfnim promenama odnosno o prisustvu skarnova i o silifikaciji, najverovatnije je da je ovaj mermer nastao pod uticajem termalnih promena koje su već pomenute. Na ovo upućuje i ograničenost rasprostranjenja ove stene. Naime u okviru istog horizonta lateralno ubrzo prelazi u mermerisani krečnjak odnosno stenu, koja je prethodno opisana.

Inače to je siva i masivna stena, granoblastične i heteroblastične strukture sa pojavom mehaničkih deformacija.

U njen sastav ulaze zrna kalcita različitih dimenzija, zatim malo kvarca, svež plagioklas, koji se javlja u obliku krupnih i bistrih kristala. Kalcit se javlja u vidu agregata, a kvarc i plagioklas kao pojedinačna zrna.

Prisutno je, relativno dosta rudnih minerala, u prvom redu sfalerit (žuti), a zatim i malo hlorita i biotita.

Ovakav mineralni sastav predstavlja još jedan dokaz da je primarni krečnjak pretrpeo termalne promene, te danas imamo u Orašinama prisutan mermer.

Predato za štampu 3. X 1983. Recenzent dr Stevan Divljan

LITERATURA

1. Djoković I., 1980.: Primena strukturne analize na rešavanje građe paleozojskih tvorevina drinsko-ivanjičke oblasti. Beograd. Doktorska disertacija.
2. Ercegovac M., 1975.: O nalasku staropaleozojskih mikroflorističkih ostataka u »Drinskom paleozoiku« zapadne Srbije. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1974. godinu, Beograd.
3. Katzer F., 1926.: Geologija Bosne i Gercegovine, 1, Sarajevo.
4. Kubat I. Mojsilović S., sa saradnicima, 1973.: Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Ljubovija 1 : 100.000 Fond stručne dokumentacije Instituta za geološka istraživanja Sarajevo.
5. Mojsilović S., 1977.: Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Ljubovija 52. Fond stručnih dokumenata ZGGI Beograd.
6. Mojsilović S., sa saradnicima, 1966.: Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Valjevo 1 : 100.000 Izdanje SGZ Beograd.
7. MojsilovićS., Jovanović Č. i saradnici, 1968.: Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Zvornik 1 : 100.000. Fond stručnih dokumenata ZGGI.
8. Mojsilović S., Baklajić D., Đoković I., Avramović V., 1971.: Tumač za osnovnu geološku kartu SFRJ, list Titovo Užice 1 : 100.000. Fond stručnih dokumenata ZGGI, Beograd.
9. Popović R., Milutinović D., Pokrajac S., Višić S., 1976.: Izveštaj o kompleksnim geološko-geofizičkim istraživanjima u regionu Draksin—Zaovine (Jelova gora — planina Tara). Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
10. Popović R., Buković J., Jakovljević M., Naumović D., 1977.: Izveštaj, Studija proterozoika i paleozoika Srbije kao potencijalnih nosilaca ruda gvožđa. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
11. Popović R., Stanić B., Galečić M., Vukašinović S., 1977.: Izveštaj o kompleksnim geološko-geofizičkim istraživanjima paleozoika zapadne Srbije. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
12. Popović R., Buković J., Cvetić S., 1978.: Studija proterozoika i paleozoika kao potencijalnih nosilaca ruda gvožđa. Izveštaj za 1977. godinu. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
13. Popović R., Buković J., Kleut D., 1979.: Studija proterozoika i paleozoika Srbije kao potencijalnih nosilaca ruda gvožđa. Izveštaj za 1979. godinu. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta. Beograd.
14. Popović R., 1979.: Beleška o novootkrivenim pojavama ruda gvožđa između Jelove gore i Bajine Bašte (zapadna Srbija). Zapisnici Srpskog geološkog društva, Beograd.
15. Popović R., Koprivica D., Vukašinović S., 1980.: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima ruda gvožđa u paleozoiku zapadne Srbije. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
16. Popović R., Buković J., Cvetić S., 1980.: Studija proterozoika i paleozoika Srbije kao potencijalnih nosilaca ruda gvožđa. Izveštaj za 1979. godinu. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
17. Popović R., 1981.: Studija proterozoika i paleozoika Srbije kao potencijalnih nosilaca ruda gvožđa. B. Zapadna Srbija. Završni elaborat za period 1976—1980. god. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta, Beograd.
18. Simić V., 1938.: O facijama mlađeg paleozoika u zapadnoj Srbiji. Vesnik Geološkog instituta Kr. Jugoslavije, knj. 6, Beograd.

Resumé

Les caracteristiques pétrographiques de massif cristallophyllien de la Drina région

par

Radule Popović et Stanojlo Cvetić*

Le massif cristallophyllien de la Drina région compose des roches métamorphiques appartiennent aux quatres formations: de métavolcano-sedimentaire, de phyllitoidale, de métaconglomeratique et de métagrès avec les traces de charbon.

Mais on a registré la présence de métagabbro, qui pénétre les formations: métavolcano-sédimentaire et phyllitoidale, puis, gabbro pyroxènique qui est formé pendant le cycle téctonomagmatique Alpin.

En fin, on a registré la présence des roches contact — métamorphyques, et aussi les manifestations quelles montrent sur la présence de quelque intrusive acidique (peut être granodiorite). Les affleurements de cet intrusive ne sont pas découvertes jusqu' à present.

---

* Geoinstitut, Beograd, Rovinjska 12.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Veljko Omaljev

UDK 553 (497.11)
Stručni rad

OSNOVNA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U RUDNIM REJONIMA SR SRBIJE BEZ POKRAJINA, DRUGA FAZA (ETAPA)

Ključne reči: metalogenija, Srbija

Ovaj rad je nastavak analize situacija i stanja koja su pratila izradu metalogenetske i prognozne karte I faze, i to je drugi rad.

Nakon završetka izrade metalogenetske i prognozne karte I faze, po listovima u razmeri 1 : 100.000, izrađen je projekat »Dopunska osnovna geološka istraživanja na celoj teritoriji i u rudnim rejonima Srbije bez pokrajina«, što je predmet ovog rada.

U toku izrade pomenutog projekta bila je velika borba mišljenja. Zbog relativno kratkog roka izrade projekta, nije bilo moguće potpuno usaglašavanje relativno velikih razlika u pristupu osnovnim geološkim (metalogenetskim) istraživanjima između stručnjaka iz Geozavoda i Geoinstituta.

Autor ovog rada smatra da je najbolji način javno izložiti svoju koncepciju osnovnih geoloških istraživanja II faze, uz izlaganje koncepcije pomenutog projekta iz 1982. godine. Ovo ubeđenje nalazi potvrdu u velikim razlikama u koncepciji izvođenja pojedinih vrsta osnovnih geoloških istraživanja II faze, koja su se pojavila kasnije prilikom planiranja godišnjih projekata ovih geoloških istraživanja u rudnom rejonu Golije (za 1982. i 1983. godinu).

UVOD

Izradom Metalogenetske i prognozne karte SR Srbije bez pokrajina I faze, praktično je završena I faza osnovnih geoloških istraživanja. Međutim, ostaje činjenica da postignuti stepen geološke istraženosti cele teritorije SR Srbije bez pokrajina ne odgovara u potpunosti I fazi, jer uz Osnovnu geološku kartu nisu vršena druga geološka istraživanja koja pripadaju I fazi. Na taj način je onemogućeno bezbolno pristupanje II fazi osnovnih geoloških istraživanja.

Kao izlaz iz postojeće situacije došlo se na ideju izvođenja dopunskih osnovnih geoloških istraživanja (koja bi dopunila propušteno u I fazi), koja se već Planskim zadatkom iz 1974. godine (V. O m a l j e v, 1983a) usmeravaju na kompletno izvođenje II faze osnovnih geoloških istraživanja. Na taj način bi se stvorili uslovi za izradu metalogenetskih i prognoznih karata rudnih rejona (po Uputstvu), koja pripadaju II fazi osnovnih geoloških istraživanja.

Počev od ove ideje (iz 1974. godine), za svo vreme izrade metalogenetske i prognozne karte (preko sedam godina) nije bilo diskusija ni rasprava oko koncepcije izvođenja dopunskih osnovnih geoloških istraživanja, koja će predstavljati II fazu osnovnih geoloških istraživanja. Vladalo je var-

ljivo uverenje da je ova ideja sama po sebi jasna i da neće biti nekih posebnih teškoća oko njene realizacije. Međutim, geološki auditorijum se našao nespreman za jednu ovakvu koncepciju sistematskog naučno-istraživačkog rada, što je dovelo do neshvatanja same suštine ovog vida istraživanja (ne samo nekih izvođača, već i nekih investitora). Postoje jake inercione sile, koje teže da ova dopunska osnovna geološka istraživanja II faze svedu na istraživanje rudnih pojava i ležišta (koja već postoje kao forma istraživanja), zanemarujući osnovnu koncepciju (kompleksnost, sistematičnost i faznost u geološkim istraživanjima).

Ideja dopunskih osnovnih geoloških istraživanja se sastoji u kompleksnom i sistematskom geološkom istraživanju rudnih rejona, sa ciljem da se stepen geološke istraženosti cele teritorije rudnog rejona podigne na nivo koji odgovara II fazi osnovnih geoloških istraživanja. Na taj način će biti ostvareni uslovi za izradu metalogenetske i prognozne karte rudnog rejona, koja takođe pripada II fazi osnovnih geoloških istraživanja, kao njen završetak.

Potrebno je naglasiti, da je u toku izrade Metalogenetske i prognozne karte I faze dominirao V e l i b o r V a n đ e l, koji je učestvovao kao nosilac zadatka (i koncepcije), počev od programiranja i izvođenja svih radova i interpretacija metalogenetskih izučavanja (uključujući i »Uputstvo za izradu metalogenetske i prognozne karte«). To je bilo prirodno i razumljivo, jer je V. V a n đ e l direktno učestvovao u kreiranju, planiranju, izvođenju i rukovođenju geološkim istraživanjima u Srbiji u posleratnom periodu (sa izuzetkom nuklearnih sirovina).

Međutim, dominacija V. V a n đ e l a se podužila i prilikom izrade projekta »Dopunska osnovna istraživanja na celoj teritoriji i u rudnim rejonima Srbije bez pokrajina (1982)«. Nova, II faza, osnovnih geoloških istraživanja prirodno zahteva nove ideje koje bi obogatile metodologiju kompleksnih geoloških istraživanja. Zato izlažem svoju koncepciju osnovnih geoloških istraživanja II faze, kao prirodni nastavak analize koncepcije izloženih u pomenutom projektu. Citati iz pomenutog projekta su obavezno pod navodnicima, nekad više pasusa zajedno.

Takođe je potrebno napomenuti da se u ovom radu uglavnom ograničavam na metode geoloških istraživanja u užem smislu (na geološko kartiranje, geološku i geohemijsku prospekciju sa šlihovanjem, uz specijalna geološka izučavanja), što znači da se ne upuštam u detaljnija razmatranja metoda geofizičkih ispitivanja (koja dolaze u osnovna geološka istraživanja).

Nasleđujući M i l a n a R i s t i ć a na metalogenetskim izučavanjima, u moju kompetenciju su neosporno došla istraživanja nuklearnih mineralnih sirovina; kao i izotopska izučavanja (sa geohronologijom), što je bez problema ušlo u tekst pomenutog projekta. Međutim, kao i M. R i s t i ć, smatram da stručnjaci Geoinstituta uspešno decenijama rade na geološkim istraživanjima čvrstih mineralnih sirovina, te u tom svojstvu sam obavezan da javno izložim koncepcije kuće u osnovnim geološkim istraživanjima (koje su u najvećoj meri i moje lične koncepcije istraživanja).

Sem taktičkih neslaganja oko koncepcije izvođenja geološke prospekcije (II ili III faza) između stručnjaka iz Geozavoda i Geoinstituta, pojavila su se i strategijska neslaganja oko izvođenja geohemijskih istraživanja (sa analitikom). Ova neslaganja su postala evidentna tek prilikom izrade

konkretnog »Projekta istraživanja Golijskog rudnog rejona za 1982. godinu«. Smatram da je potrebno izložiti geološkoj javnosti teškoće i dileme oko početka osnovnih geoloških istraživanja rudnih rejona, II faza. Neslaganja su delimično prevaziđena u 1983. godini, kada se na Goliji planiraju samo radovi koji odgovaraju II fazi osnovnih geoloških istraživanja (geološka prospekcija u razmeri 1:25.000), a analitička obrada proba je obavezno kvantitativna (uz sekundarnu primenu semikvantitativnih metoda).

U prvom i drugom poglavlju ovoga rada daje se kritička analiza zvaničnih dokumenata (»Propisa« i »Projekta«) koji se odnose na osnovna geološka istraživanja, sa posebnim naglaskom na II fazu. U trećem poglavlju se izlaže koncepcija autora ovog rada, ukoliko se razlikuje od koncepcije koja je izložena u pomenutom projektu.

Bilo bi korisno upoznavanje sa svim navedenim dokumentima radi pravilnijeg zauzimanja stava po ovom vrlo važnom pitanju osnovnih geoloških istraživanja u rudnim rejonima Srbije. Ovi materijali se nalaze u Fondu stručne dokumentacije Republičke SIZ za geološka istraživanja. Literatura u ovom radu je svedena na minimum, a literaturni pregled listova Metalogenetske i prognozne karte I faze nalazi se u prethodnom radu (V. O m a l j e v, 1983a).

STEPEN GEOLOŠKE ISTRAŽENOSTI

»Propisom o kriterijumima na osnovu kojih se utvrđuje potencijalnost područja u pogledu iznalaženja mineralnih sirovina« (na osnovu čl. 3 i čl. 17 Zakona o izmenama i dopunama Zakona o geološkim istraživanjima) — koji nije zvanično stupio na snagu — određena je faznost osnovnih geoloških istraživanja.

Ovim »Propisom« su osnovna geološka istraživanja podeljena u četiri faze*:

U p r v u f a z u osnovnih geoloških istraživanja, kao glavni geološki (u užem smislu, bez geofizičkih ispitivanja) istraživački radovi dolaze: izrada Osnovne geološke karte po listovima zvanične topografske podele u razmeri 1:100.000, geohemijska ispitivanja po retkoj mreži uzorkovanja od 2 do 10 probe/km^2 i šlihovanje po približno istoj gustini. U okviru metalogenetskih izučavanja izdvajaju se rudonosna područja za dalja istraživanja (prognozne karte).

U d r u g u f a z u osnovnih geoloških istraživanja, kao glavni geološki istraživački radovi dolaze: geohemijska ispitivanja sa mrežom uzorkovanja gustine do 50 proba/km^2, šlihovanje po približno istoj gustini i ispitivanja alteracija endogenog porekla (sa uzorkovanjem do 50 proba/km^2). U okviru metalogenetskih izučavanja izvršiti ocenu potencijalnosti geoloških formacija na čvrste mineralne sirovine (rezerve D kategorije).

U t r e ć u f a z u osnovnih geoloških istraživanja, kao glavni geološki radovi dolaze: izrada geološke karte i prospekcija rudnih polja u razme-

* Skupština Republike SIZ za geološka istraživanja, Beograd, izdala je 20. juna 1983. godine »Pravilnik o sadržini projekata geoloških istraživanja«, gde je izdvojeno pet etapa geoloških istraživanji, od kojih se prve četiri poklapaju sa četiri faze osnovnih geoloških istraživanja (po »Propisu«).

ri 1:10.000 i 1:5.000, geohemijska ispitivanja po mreži 100 x 20 m (do 500 proba/km^2), ispitivanja alteracija endogenog porekla (sa uzorkovanjem iste gustine) i istraživanja pojava rudnih mineralizacija bušenjem. U okviru ovih istraživanja vrši se ocena potencijalnosti rudnih formacija na čvrste mineralne sirovine (rezerve C_2 kategorije), a takođe se rade metalogenetske i prognozne karte rudnih polja.

U četvrtu fazu osnovnih geoloških istraživanja dolaze geološka istraživanja rudnih pojava i ležišta (izrada detaljnih geoloških karata, istražno bušenje, itd.),sa proračunom rezervi čvrstih mineralnih sirovina C_1 kategorije.

U dokumentaciji Metalogenetske i prognozne karte SR Srbije bez pokrajina, I faze, po listovima 1:100.000 pariske podele (spisak po godinama izrade u radu V. Omaljev, 1983a), sumirani su svi izvedeni geološki radovi. Prezentiranje postignutog stepena geološke istraženosti nosi godinu početka izrade konkretnog lista; što znači da ne postoji presek stepena geološke istraženosti sa određenom godinom za celu teritoriju SR Srbije bez pokrajina.

Od geoloških istraživanja (u užem smislu) koja pripadaju I fazi osnovnih geoloških istraživanja, jedino je sistematski sprovedena izrada Osnovne geološke karte u razmeri 1:100.000, čiji listovi su štampani (ili se nalaze u štampi). Terenski radovi su izvođeni u periodu dugom preko 20 godina, što je uslovilo relativnu »zastarelost« pojedinih listova u odnosu na poslednje izrađene. Takođe je nekad previše vremena trajalo štampanje pojedinih listova, što je takođe dovodilo do pomenute relativne »zastarelosti« geološke interpretacije u vreme izdavanja lista. Međutim, pored svih slabosti preovlađuje osnovna činjenica da su listovi Osnovne geološke karte u opticaju kao jedini zvanični geološki dokumenti, koji na celoj teritoriji SR Srbije bez pokrajina odgovaraju stepenu geološke istraženosti koja je propisana za I fazu osnovnih geoloških istraživanja.

Nije bilo pokušaja da se ostala geološka istraživanja (šlihovanja i geohemijsko uzorkovanje) koja pripadaju I fazi sistematski sprovedu na celoj teritoriji Srbije. Ovi vidovi geološke i geohemijske prospekcije su sprovođeni po posebnim programima istraživanja pojedinih vrsta čvrstih mineralnih sirovina, po pravilu na površinama koje su ocenjene kao potencijalne sa aspekta rudnosnosti na pojedine metalične mineralne sirovine (bakar, olovo i cink, antimon, uran, molibden, i drugo).

Smatram da je pogrešno povezivati izradu Osnovne geološke karte sa drugim vrstama osnovnih geoloških istraživanja (šlihovanjem i geohemijskim sipitivanjima), jer u vreme stvaranja koncepcije o izradi Osnovne geološke karte nije bilo koncepcije o osnovnim geološkim istraživanjima (koja objedinjuju sve vrste geoloških radova). Međutim, u okviru izrade Osnovne geološke karte učinjen je veliki propust što nije bilo sistematskih geohronoloških ispitivanja, koja bi geološki datirala najvažnije geološke događaje (magmatizam, metamorfizam). Ovi propusti nisu mogli biti ni na koji način nadoknađeni, što se negativno odrazilo na kasnija metalogenetska izučavanja.

U celom posleratnom periodu glavna briga i zadatak geoloških istraživanja čvrstih mineralnih sirovina je bilo obezbeđenje rezervi rude za tekuću eksploataciju aktivnih rudnika, kao i istraživanje novih rezervi za akti-

viranje novih rudnika. Za ove geološke radove utrošena je najveća masa finansijskih sredstava namenjenih geološkim istraživanjima. Na teritorijama rudnih polja sa poznatim ležištima metaličnih mineralnih sirovina izveden je najveći obim geoloških istraživanja, koja se lateralno šire po površinama sa perspektivim geološkim i rudnim formacijama. Takva situacija je dovela do stanja da se praktično »zaborave« sve druge forme osnovnih geoloških istraživanja, ako direktno ne služe povećanju rudnih rezervi mineralnih sirovina.

Izradom Metalogenetske i prognozne karte I faze, na celoj teritoriji SR Srbije bez pokrajina (sa izuzetkom zanemarljivo malih površina na listovima Zrenjanin i Priština 1:100.000 pariske podele — V. O m a l j e v, 1983a) stvoreni su uslovi za prevazilaženje takvog jednostranog stava po koncepciji izvođenja osnovnih geoloških istraživanja. Istraživanja čvrstih mineralnih sirovina postaju sve kompleksnija i skuplja, jer se moraju sistematski istraživati sve geološke formacije do stepena istraženosti za iskazivanje njihove potencijalnosti preko D kategorije rezervi čvrstih mineralnih sirovina. To se može postići sistematskim istraživanjima koja odgovaraju II fazi osnovnih geoloških istraživanja. Tekuća istraživanja mineralnih sirovina za pronalaženje i definisanje rezervi viših kategorija se moraju nastaviti u obimu dovoljnom da se obezbede potrebne rezerve za tekuću proizvodnju rudnika.

Insistiranje na poštovanju faznosti (odnosno etapnosti) u procesu osnovnih geoloških istraživanja ima karakter sistematizacije i standardizacije geoloških istraživanja. Ovo »uvođenje reda i redosleda« u geološkim istraživanjima prvenstveno treba da služi povećanju efikasnosti ulaganja u sve skuplja geološka istraživanja, uz povećanje dubinskog zahvata kao neminovnosti u budućim geološkim istraživanjima, naročito novih rezervi čvrstih mineralnih sirovina.

Stepen postignute geološke istraženosti po rudnim rejonima u Srbiji, a na osnovu dokumentacije Metalogenetske i prognozne karte (po listovima 1:100.000) I faze, veoma je neujednačen. Mešaju se različite faze (etape) geoloških istraživanja na relativno malim delovima teritorija rudnih rejona (i rudnih polja), počev od nepotpune I faze do IV faze osnovnih geoloških istraživanja; dok najveći deo površine SR Srbije bez pokrajina ima samo izvedenu Osnovnu geološku kartu (nepotpuna I faza osnovnih geoloških istraživanja).

Vodeći računa o konkretnim potrebama rezervi čvrstih mineralnih sirovina, a uzimajući u obzir finansijske mogućnosti društva u ovom periodu razvoja, smatram da je neracionalno i necelishodno insistirati na kompletnom izvršenju I faze osnovnih geoloških istraživanja na celoj teritoriji SR Srbije bez pokrajina; da bi potom počeli drugu fazu ovih istraživanja. Mnogo je celishodnije da se prilikom izvođenja II faze osnovnih geoloških istraživanja vodi računa o propustima učinjenim u I fazi, te da se dopunska istraživanja iz I faze sliju sa osnovnim geološkim istraživanjima II faze.

PROJEKAT DOPUNSKIH OSNOVNIH GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Programskim zadatkom investitora od 25. marta 1974. godine za izradu metalogenetske i prognozne karte I faze (Republičke SIZ za geološka

istraživanja) predviđena je izrada »Programa dopunskih metalogenetskih ispitivanja za izradu metalogenetske i prognozne karte SR Srbije po Uputstvu (II faza izrade metalogenetske i prognozne karte)«. Ovaj »Program dopunskih ispitivanja i istraživanja treba da proistekne iz stepena metalogenetske izučenosti i istraženosti teritorije SR Srbije ili pojedinih metalogenetskih jedinica«.

Sam naziv »Program dopunskih metalogenetskih ispitivanja« navodi na misao da se ima u vidu dopunska ispitivanja koja su »propuštena« da se izvedu u okviru I faze osnovnih geoloških istraživanja.

Ugovorom sa investitorom od 12. 06. 1981. godine predviđena je »Izrada projekta dopunskih istraživanja i metalogenetske karte SR Srbije bez pokrajina 1:200.000 sa tumačem«. Pomenuti projekt pod nazivom »Dopunska osnovna geološka istraživanja na celoj teritoriji i u rudnim rejonima Srbije bez pokrajina« su realizovali izvođači: Institut za istraživanje mineralnih sirovina (Velibor Vanđel i Aleksandra Marić) i Geoinstitut — OOUR Istraživanje mineralnih sirovina, inženjerska i hidrogeologija (Veljko Omaljev). Saradnici i konsultanti su autori Metalogenetske i prognozne karte SR Srbije bez pokrajina, I faza. Ovaj projekat je predat investitoru 9. 12. 1982. godine.

Sadržaj »Programa dopunskih metalogenetskih ispitivanja« je već u Programskom zadatku od 25. marta 1974. godine bio koncipiran da omogući »II fazu izrade metalogenetske i prognozne karte po Uputstvu«, što je značilo da treba da obuhvati sve geološke radove koji pripadaju II fazi osnovnih geoloških istraživanja. Autori projekta su tako i postupili, a to su u uvodnom delu naveli da se projekat odnosi na »Dopunska osnovna istraživanja na celoj teritoriji Srbije bez pokrajina (I faza) i posebno u rudnim rejonima (II faza)« Tako je tekst ovog projekta podeljen na dva dela »A. Dopunska osnovna geološka istraživanja u rudnim rejonima Srbije« i »B. Dopunska osnovna geološka istraživanja u rudnim rejonima Srbije«. Po mom mišljenju glava »B« nema karakter »dopunskih«, već ima karakter »osnovnih geoloških istraživanja II faze«.

U uvodnom poglavlju je data kritička ocena stepena geološke istraženosti, odnosno propusta koji su učinjeni u I fazi osnovnih geoloških istraživanja. Pri tome je navedeno da je »Osnovna geološka karta rađena po modelu koji nije potpun«, iz razloga što nije bila praćena geohemijskim izučavanjima i šlihovanjem, niti su neposredno izvođeni geofizički radovi. Međutim, činjenica je da pomenuti radovi nisu prateći radovi uz Osnovnu geološku kartu, već su to radovi koji zajedno sa ovom kartom dolaze u osnovna geološka istraživanja I faze; koja nisu blagovremeno bila koncepcijski usmerena na sistematsko izvršenje. Ovi propusti nisu nikad bili nadoknađeni.

»Stalna potreba da se obezbeđuje obnova i proširenje rudnih rezervi aktivnih rudnika i povećana lista dobijenih vrsta mineralnih sirovina u zemlji, zahtevala je da se mnogo štošta radi mimo predviđenog i prirodnog redosleda postepenog odvijanja osnovnih geoloških istraživanja, npr. da se na prostoru za koji nije urađena ni Osnovna geološka karta pristupi traženju i istraživanju pojava određenih vrsta mineralnih sirovina i sl.«; napominje se u uvodnom delu. Ovakva situacija se još i pogoršala kada su se radne organizacije (rudnici) pojavili kao investitori, odnosno suinvestitori geoloških istraživanja.

Kao posledica takvog rada, ostaje činjenica da se nije moglo proći bez negativnih posledica takvog nesistematskog rada. Sada još »nije sigurno da su izdvojeni svi rudonosni prostori na teritoriji Srbije, da su granice rudnih rejona i manjih metalogenetskih jedinica još uvek aproksimativne, da se mogu očekivati otkrića novih vrsta mineralnih sirovina, i slično«.

»Prirodno je da u takvim okolnostima sadašnji nivo poznavanja zakonomernosti nastanka i razmeštaja pojava mineralizacije i orudnjenja rudnih rejona ne predstavlja dovoljno objektiviziranu osnovu koja omogućuje pouzdani izbor najperspektivnijih rudnih polja i objekata za istraživanje. To sa svoje strane znači da u takvoj situaciji nije ni moguće voditi pravilnu i naučno zasnovanu politiku istraživanja«, kaže se u ovom projektu.

U okviru odeljka »A« kaže se da se »kao potrebna dopunska osnovna istraživanja na celoj teritoriji Srbije mogu da pokažu: 1. litogeohemijska ili hidrogeohemijska ispitivanja, 2. geofizička ispitivanja, 3. šlihovska ispitivanja i 4. ispitivanja satelitskih materijala«.

Kao obrazloženje pomenutih metoda, dalje se kaže:

»1. Za izvođenje litogeohemijskih i hidrogeohemijskih ispitivanja jedinstvenom metodom na celoj teritoriji Srbije nema opravdanja.

3. Za uzimanje šlihovskih proba po jedinstvenom sistemu na celoj teritoriji Srbije takođe nema opravdanja.

3. Na planu regionalnih geofizičkih ispitivanja na celoj teritoriji Srbije postoji potreba samo za određenom doradom.

4. Za kompletnom doradom satelitskih materijala koji pokrivaju teritoriju Srbije postoji potreba.

Ovde se mora dodati da postoji potreba i za kartama geoloških i rudnih formacija teritorije Srbije«.

Smatram da je ovakva kvalifikacija »nemanja opravdanja« za neke metode geoloških istraživanja preterana i da upravo ona »nema opravdanja«. Ne može biti sporna potreba da se nadoknadi propušteno, jedino je pitanje forme kako je to moguće nadoknaditi na najracionalniji način.

Ostaje činjenica da su regionalna geofizička ispitivanja bila praktično nezavisna od bilo kojih regionalnih geoloških istraživanja (u užem smislu), bez obzira što ona pripadaju osnovnim geološkim istraživanjima I faze. Ta potpuna nezavisnost je praktično dovela do pojave »autonomije«, tako da su geofizički podaci interpretirani samo od strane geofizičara. Ne postoje zajedničke geološke-geofizičke interpretacije geološko-strukturne građe teritorije Srbije bez pokrajina. Sa tim u vezi u ovom poglavlju projekta je navedeno:

»1. Svi listovi Osnovne geološke karte su finalizovani i međusobni odnosi prisutnih formacija u njihovim okvirima kroz tumače interpretirani bez korišćenja naznačenih (geofizičkih) podataka.

2. Bez korišćenja naznačenih podataka sastavljena je geološka karta Srbije po listovima razmere 1:200.000 i interpretirani međusobni odnosi prisutnih formacija u odgovarajućim tumačima (1977—1980).

3. Bez korišćenja naznačenih podataka urađena je Geološka karta Srbije 1:200.000 (1981) i interpretirani međusobni odnosi prisutnih formacija u Tumaču.

4. U tumačima Strukturno-tektonske karte Srbije 1:200.000 po krupnim geotektonskim jedinicama (1979—1982) naznačeni podaci su samo sumarno navedeni«.

V e l i b o r V a n đ e l sa pravom napominje da »Pored geološke i geofizičke interpretacije odnosa prisutnih formacija, za isti prostor mora obavezno postojati i kvalifikovana zajednička geološko-geofizička interpretacija. Njome mora biti jasno raščišćeno u kojima se elementima geološka i geofizička interpretacija geoloških odnosa slažu, a u kojima razilaze, da bi to bilo predmet daljih proučavanja«.

Mislim da nije bilo boljeg sagledavanja osnovne problematike finalizacije proučavanja geološko-strukturne građe teritorije SR Srbije bez pokrajina, nakon izvršenih posebnih interpretacija; a koja bi još uvek dolazila u I fazu osnovnih geoloških istraživanja. Zato sa pravom se smatra da se ovaj posao zajedničke interpretacije treba da obavi u okviru dopunskih osnovnih geoloških istraživanja.

Takođe se predlaže dalje izvođenje radova po satelitskim materijalima, kao i izrada karti geoloških formacija i karti rudnih formacija. Kao poseban problem je stvaranje banke podataka, koja bi sadržavala geološke i geofizičke podatke, u pogodnom obliku za dalje korišćenje putem elektronskih računara.

U odeljku »B. Dopunska osnovna geološka istraživanja u rudnim rejonima Srbije« se kaže: »Što se tiče potrebnih dopunskih osnovnih istraživanja u rudnim rejonima Srbije, u razradi zadataka Projekta predpostavljeno je da se kao takva mogu da pokažu: 1. geohemijska ispitivanja, 2. geofizička ispitivanja, 3. šlihovska ispitivanja, 4. ispitivanja satelitskih i aerofotomaterijala, 5. ispitivanja alteracija endogenog porekla, 6. geohronološka ispitivanja, 7. ispitivanja izotopskog sastava S, H, O, C i Pb, 8. studija glavnih i lokalnih rudokontrolnih faktora, 9. metalogenetske analize ostalog materijala, 10. primena matematičkih metoda i elektronskih računara u geološkim i metalogenetskim ispitivanjima sa posebnim naglaskom na stvaranje banke podataka«.

Evidentno je da u ovom spisku različitih metoda osnovnih geoloških istraživanja nema geoloških metoda (izrada geološke karte i prospekcije), koje bi pripadale II fazi ovih istraživanja. Kasnije se u tekstu pojavljuje izrada geološke karte i prospekcije (1:10.000), što će se na odgovarajućem mestu analizirati.

U tekstu se podvlači da je stepen geološke istraženosti veoma različit u pojedinim rudnim rejonima Srbije, što je razlog da se ne mogu pomenute metode istraživanja primeniti na jedinstven način na celoj teritoriji Srbije (u svim rudnim rejonima). »Razlozi za ovo su vrlo jasni: šablonski pristup ovom problemu isključuju, s jedne strane, vrlo različit stepen istraženosti i, s druge strane, velike razlike u specifičnostima između rudnih rejona Srbije«.

Kao ilustracija se daje kratak pregled stepena istraženosti za svih 25 rudnih rejona na teritoriji SR Srbije bez pokrajina.

U zaključnom razmatranju se kaže: »I ovaj kratak pregled stepena istraženosti i osnovnih metalogenetskih karakteristika rudnih rejona govori dovoljno ubedljivo da se problem projektovanja dopunskih osnovnih istraživanja ne može rešiti izradom jednog jedinstvenog projekta primen-

ljivog za sve rudne rejone, već da se za svaki rudni rejon mora uraditi poseban projekat«.

Ovaj zaključak bitno nadograđuje osnovnu ideju o dopunskim osnovnim geološkim istraživanjima u rudnim rejonima Srbije, kako je svojevremeno bilo zamišljeno u Programskom zadatku iz 1974. godine. U tome smo se posle iscrpne analize potpuno složili. Ovaj zaključak u stvari pretvara »Dopunska osnovna geološka istraživanja« u »Osnovna geološka istraživanja II faze«, što je (smatram) trebalo jasno naglasiti u tekstu projekta.

Dalje se navodi: »Osnovni grafički prilog imala bi da bude topografska osnova razmere 1:50.000 ili 1:25.000 sa izvučenom granicom rudnog rejona i nanetom relevantnom geologijom i rudnim pojavama i ležištima. Na takvu osnovu nanose se izvršena i projektovana osnovna istraživanja. Odluka o tome da li se radi na topografskoj osnovi 1:50.000 ili 1:25.000 zavisila bi od veličine i metalogenetske složenosti rudnog rejona«.

U tekstualnom delu ovih projekata obradila bi se specifikacija i obim radova i redosled izvođenja, sa potrebnim obrazloženjem primenjene metodologije istraživanja.

Dalje se navode vrste geoloških istraživanja (u širem smislu), a redosled i vrsta ne slede direktno iz nabrojanih metoda na početku ovog odeljka projekta. Bitno je da se pojavljuje izrada geološke karte i prospekcije kao vrsta istraživanja.

1. Geološke karte i prospekcija

Kao prvo predviđa se izrada geološke karte i prospekcije. Misli se na geološku kartu razmere 1:10.000 sa prospekcijom, za koju se kaže da se već afirmisala u našoj praksi. Ova vrsta geoloških karata se radi i u mnogim drugim zemljama, od kojih se navode: Bugarska, Rumunija, Čehoslovačka, SSSR, i druge.

Međutim, ne navodi se da ova detaljnost geološke karte i prospekcije (1:10.000) dolazi u III fazu osnovnih geoloških istraživanja (metalogenetsko istraživanje rudnih polja), što je (po mome mišljenju) nedozvoljivo. Ova vrsta geološkog istraživanja produžila bi osnovna geološka (metalogenetska) istraživanja rudnih rejona II faze na nesagledivo dugo vreme i sa ovom metodologijom rada bi se sigurno ušlo u sledeći XXI vek. Sa takvim produženjem vremena istraživanja izgubio bi se smisao samih istraživanja koncipiranih kao II faza, tako da sada aktivna generacija geologa ne bi bila u mogućnosti da uopšte dođe do metalogenetskih izučavanja rudnih rejona koja pripadaju II fazi osnovnih geoloških istraživanja.

»I rad na geološkoj karti i posebno prospekciju trebalo bi da ubuduće prati sistematsko bušenje plitkih bušotina specijalizovanom lakoprenosnom mašinskom garniturom, jer raskopi pružaju vrlo ograničene mogućnosti da se dođe do potrebnih podataka o sastavu i geološkim granicama kartiranih jedinica«, sa posebnim akcentom da je »Izradu raskopa iz više razloga i teško sprovesti u sadašnjim uslovima«. Dalje se navodi da »Jezgra iz plitkih bušotina mogu poslužiti takođe i za uzimanje uzoraka za ispitivanje primarnih geohemijskih oreola rasejavanja rudnih mineralizacija«.

Ideja o korišćenju plitkih bušotina (desetak metara dubine) uz geološku kartu i prospekciju je veoma značajna, velika površina rudnih rejona

je pokrivena eluvijalno-deluvijalnim nanosom što onemogućava geološke opservacije i geohemijsko uzorkovanje. Ovome problemu svakako treba posvetiti najveću pažnju, posebno iz razloga da se sada teško mogu organizovati raskopavanja po razumnim troškovima, što je do nedavno bila veoma raširena metoda rada.

Kao drugi zadatak bila bi izrada kompilacione geološke karte u razmeri 1:50.000 ili 1:25.000, koja bi služila kao geološka podloga metalogenetskoj karti rudnog rejona (II faza). Napominje se da »mora da se pođe od Osnovne geološke karte i geoloških karata u razmeri 1:10.000 s tim da se koriste i podaci specijalističkih karata — tektonskih, formacionih, geomorfoloških, geofizičkih i sl«.

S obzirom da se situacija kasnije promenila (ne radi se geološka karta 1:10.000) u smislu poštovanja faznosti, od 1983. godine planira se samo geološka prospekcija u razmeri 1:25.000, ostaje otvoren problem izrade ove kompilacione karte (1:50.000), koja mora imati formacioni karakter da bi mogla poslužiti kao geološka podloga za metalogenetsku kartu rudnog rejona.

2. Šlihovska ispitivanja

Kao drugo predviđaju se šlihovska ispitivanja, koja bi se primenila samo u određenim (perspektivnim) delovima rudnih rejona u kojima se predpostavljaju orudnjenja Au, W, Sn, Ti, fluorita, magnetita i slično.

»Šlihovska ispitivanja u rudnim rejonima ili njihovim delovima, gde za to postoje geološki uslovi, spadaju u istraživanja koja bi trebalo sprovesti među prvima kako bi se najzad, na temelju ovog jednog od osnovnih vidova prospekcije, znalo gde su i koja orudnjenja prisutna«, kaže se u projektu. Pošto se ova ispitivanja nisu blagovremeno sprovela, to »ima za posledicu da još uvek dolazi otkrića npr. pojava šelitske i fluoritske mineralizacije«.

3. Geohemijska ispitivanja

Geohemijska ispitivanja su u projektu razrađena veoma uopšteno. Interesantna je napomena da »Nivo geohemijske ispitanosti rudnih rejona u celini i rudnih polja u njihovim okvirima posle ovih dopunskih radova mora biti u skladu sa zahtevima II i III faze osnovnih geoloških istraživanja«. Mislim da je ovakav zahtev nemoguće ispuniti u sadašnjem vremenu, jer bi veoma velike površine rudnih rejona (reda veličine hiljada km^2) trebalo uzorkovati mrežom gustine 50 proba/km^2, a površine rudnih polja (reda veličine stotina km^2) gustinom do 500 proba/km^2 (što smatram da je naredni zadatak za istraživače, u okviru III faze osnovnih geoloških istraživanja).

Dalje se postavljaju mnoga pitanja, bez konkretnog odgovora, kao »1. koje geohemijske metode dolaze u obzir za primenu u rudnim rejonima, kada se koja od njih primenjuje i sa kojom gustinom mreže oprobavanja?« Pri tome se napominje da su »Do sada najviše primenjivane litogeohemijske metode i to na ispitivanju sekundarnih oreola rasejavanja u eluvijalno-deluvijalnom pokrivaču i potočnim sedimentima i na ispitivanju primarnih

oreola rasejavanja«. Ostale geohemijske metode su manje primenjivane (hidrogeohemijska, atmogeohemijska).

Pitanje pod 2. je »Da li izboru metode i utvrđivanju metodike sprovođenja geohemijskih ispitivanja treba da prethode određene predradnje? Sleduje da za primenu pomenutih metoda treba izvršiti prethodne radnje: »Ono podrazumeva izradu karte teritorije predviđene za ispitivanje na kojoj se izdiferenciraju površine prema klimatskim, geomorfološkim i botaničkim pokazateljima, prema sastavu korenih stena, stepenu otkrivenosti, tipu i moćnosti trošnih naslaga, hemizmu zemljišta i vode i slično. Na taj se način izdvoje delovi sa različitom karakteristikom sekundarnih oreola rasejavanja i različitim uslovima sprovođenja geohemijskih prospekcija«. Ovo se navodi prema iskustvima u nekim zemljama (verovatno sovjetska iskustva).

Dalje se konstatuje: »3. Geohemijska ispitivanja na određenom prostoru trebalo bi prirodno povezati sa ostalim geološkim i geofizičkim ispitivanjima«.

Uglavnom se dalji tekst ovog dela projekta odnosi na oprobavanje eluvijalno-deluvijalnog pokrivača (tzv. sekundarni oreoli).

Za geohemijsko oprobavanje stena navodi se »7. Za prospekcione radove prema primarnim oreolima rasejavanja potrebno je za svaki rudonosni prostor i posebno za ležišta u njemu odrediti verovatni niz vertikalne zonalnosti (odozgo-nadole) naznačenih oreola jer se na osnovu upoređenja ovih i otkrivenih oreola pruža mogućnost da se sa visokim stepenom sigurnosti oceni sastav, dubina zaleganja i ekonomski značaj skrivenog orudnjenja.

Iz velikog obima eksperimentalnih radova ustanovljen je taj verovatni jedinstveni niz vertikalne zonalnosti primarnih oreola hidrotermalnih ležišta: Ba — (Sb, As_1, Hg) — Cu_1 — Cd — Ag — Pb — Zn — Au — Cu_2 — Bi — As_2 — Ni — Co — Mo — U — Sn — Be — W«.

Utvrđivanje geohemijske zonalnosti, po mome mišljenju, je najviši domet geohemijskih izučavanja i on se utvrđuje tek nakon relativno detaljnog i svestranog istraživanja rudnih ležišta. Mislim da je ovako visoko postavljeni cilj nemoguće u potpunosti ostvariti prilikom geohemijskih ispitivanja u okviru II faze osnovnih geoloških istraživanja. Pri tome se uopšte ne postavljaju ostvarivi ciljevi geohemijskim ispitivanjima, kao što su: karakter raspodele rudnih elemenata u određenim geološkim formacijama, definisanje regionalnog geohemijskog fona, karakter geohemijske sredine sa aspekta migracije rudnih elemenata, definisanje geohemijskih anomalija (prag anomalnosti), ocena geohemijske specijalizacije (prvenstveno magmatskih stena) na određene rudne elemente, itd.

Dalje se napominje: »8. Potrebno je da se odrede metode analize geohemijskih proba, obaveze u pogledu korišćenja matematičkih metoda i kompjutera za obradu podataka i interpretaciju rezultata«. Ovaj član (8) je posledica naših neslaganja oko izbora analitičkih metoda određivanja sadržaja hemijskih elemenata u geohemijskim probama (semikvantitativne i kvantitativne), tako da je ovaj izbor odložen do izrade projekata Osnovnih geoloških (metalogenetskih) istraživanja rudnih rejona, II faza (etapa). Stručnjaci iz Geozavoda (IMS) zalažu se za semikvantitativnu analitiku

(spektralne analize), a stručnjaci iz Geoinstituta (IMSIH) zalažu se za kvantitativnu analitiku (atomska apsorpciona spektrofotometrija) kao osnovnu.

Potrebno je napomenuti da bez upotrebe računara neće biti moguće valjano obraditi podatke geohemijskih proba. Računska obrada podataka nije kod nas postala standardna, potrebno je učiniti velike napore da bi se upotreba računara masovno uvela u praksu.

4. Geofizička ispitivanja

Regionalna geofizička ispitivanja su praktično pokrila celu teritoriju SR Srbije bez pokrajina (gravimetrija, geomagnetizam, aeromagnetizam i duboko električno sondiranje). Pri tome se napominje da »I u ovom slučaju rezultati geoloških i geofizičkih ispitivanja nisu zajednički interpretirani«.

»Dalja regionalna geofizička ispitivanja u rudnim rejonima treba da krenu od izostale zajedničke interpretacije rečenih rezultata geološko-geofizičkih ispitivanja. Zajednička interpretacija ovih rezultata, koju za metalogenetske potrebe treba izvršiti po teritorijama rudnih rejona, pružiće osnovu za zaključak da li neka od izvedenih regionalnih geofizičkih ispitivanja treba još dopuniti pogušćavanjem mreže ili broja tačaka«.

Pri tome se naglašava da one geofizičke metode koje su direktno usmerene na otkrivanje orudnjenja treba predvideti projektom »Dopunskih osnovnih geoloških istraživanja rudnih rejona«.

5. Ispitivanja satelitskih i aerofoto materijala

Studiranje satelitskih i aerofoto snimaka u okviru ovih istraživanja treba da daju informacije »na planu sagledavanja tektonskog sklopa rudnog rejona, ali takođe i u vezi sa nekim bitnim metalogenetskim elementima i čak sa geološkom građom«. Pri tome se očekuje identifikacija prstenastih struktura prečnika 10 do 15 km »koja se vezuju sa magmatskim ognjištima (plutonskim), manifestacijama vulkanizma (vulkansko-tektonske) ili sa sistemima prstenastih dajkova. Osim njih biće, verovatno, dešifrovane i prstenaste strukture prečnika 40 do 50 kilometara«.

»Rezultati dešifrovanja satelitskih snimaka koji pokrivaju teritoriju rudnih rejona imala bi da se prikažu na topografskim osnovama razmere 1:25.000«.

6. Ispitivanja alteracija endogenog porekla

Napominje se da je u dosadašnjem radu na parcijalnom izučavanju alteracija endogenog porekla bilo malo praktične koristi, te se zato predlaže da se takva ispitivanja objedine za celi rudni rejon.

»Pošto alteracije endogenog porekla predstavljaju najčešće značajne indikatore orudnjenja prirodno je da se za svaku vrstu orudnjenja istog genetskog tipa i iste starosti u svakom rudnom rejonu alteracije detaljno ispitaju oko svih poznatih odgovarajućih rudnih pojava i ležišta«.

»Za ispitivanje alteracija endogenog porekla uzorci se imaju uzimati sa odgovarajućih površina po mreži 200 x 100 m. Moguća ispitivanja uzoraka obuhvataju: 1. optička, 2. termo-diferencijalna, 3. rentgenska, 4. hemijska (petrohemijska i geohemijska), 5. izotopska i 6. geohronološka«.

Napominje se da se ovakva ispitivanja do sada nigde nisu vršila sistematski, sem nekih izuzetaka. Cilj je da se utvrdi veza određenih promena u stenama i orudnjenja.

7. Specijalna metalogenetska ispitivanja

»Specijalna metalogenetska ispitivanja su zamišljena kao dopunska osnovna istraživanja u rudnim rejonima za obradu nekih ključnih problema koji nisu mogli biti razrešeni u toku izrade geološke karte 1:10.000 i prospekcije — maršrutne, geohemijske, šlihovske i geofizičke«. Tu se podrazumevaju određeni terenski, laboratorijski i kabinetski radovi, sa ciljem uočavanja »glavnih i lokalnih rudokontrolnih faktora orudnjenja«.

8. Studija glavnih i lokalnih rudokontrolnih faktora i indikatora orudnjenja

»Nivo poznavanja glavnih i lokalnih rudokontrolnih faktora i indikatora orudnjenja rudnih rejona, odnosno rudnih polja u njima, određuje kakav je moguć stepen pouzdanosti ocene potencijalnosti tih metalogenetskih jedinica na određene mineralne sirovine«.

Ovako koncipirana studija praktično se ne razlikuje od specijalnih metalogenetskih ispitivanja, te smatram da je to moguće objediniti pod naslovom u ovom podpoglavlju.

9. Strukturne bušotine

Potreba za strukturnim bušenjem, gde bi se dobio geološki profil na delu terena koji je karakterističan za širi prostor, već odavno postoji. Bilo je ideja da se prilikom izrade Osnovne geološke karte rade ovakve bušotine. Međutim, do sada nije bilo ovakvih poduhvata, te se ovom prilikom predlaže strukturno bušenje kao metoda rada.

»Danas se sa sigurnošću može reći da u svakom rudnom rejonu sa endogenim orudnjenjima postoji potreba za bušenjem dubokih strukturnih bušotina u cilju dobijanja i jednih (geostrukturnih) i drugih (metalogenetskih) podataka«. Dodao bih da se ta potreba ne može ograničiti samo na endogena orudnjenja, već uopšte za proučavanje geoloških i rudnih formacija.

10. Izučavanje izotopnog sastava elemenata

Danas u geologiji imamo dva područja primene izučavanja izotopskog sastava elemenata: u geohronologiji i u geohemiji izotopa.

Bez datiranja geoloških događaja na osnovu savremenog izotopnog sastava radiogenih i radioaktivnih elemenata ne može se zamisliti savremena metalogenija. Veliki propust u ranijem periodu neophodno je preva-

zići u okviru II faze osnovnih geoloških istraživanja. Pri tome je od najvećeg značaja geološko datiranje pojedinih faza i ciklusa magmatizma, kao i pratećih postmagmatskih manifestacija (kontaktni metamorfizam sa metasomatozom, preumatolitske i hidrotermalne alteracije stena sa pojavama mineralizacija). Geohronološka ispitivanja treba izvesti na svim tipomorfnim mineralima (za konkretne geološke događaje — procese) i to u dovoljnom broju da bi se obezbedila statistička pouzdanost podataka. Ova ispitivanja moraju biti sinhronizovana sa drugim specijalističkim izučavanjima (petrološkim, geohemijskim, i drugim), što bi obezbedilo maksimalan kvalitet geohronološkog datiranja karakterističnih geoloških događaja, odnosno procesa. Najčešće se primenjuju K/Ar i Rb/Sr metoda, a rede Pb/Pb metoda ovih izučavanja.

Geohemija izotopa bazira na merenju promena u izotopnom sastavu elemenata, odstupanja od standardnog izotopnog sastava definiše se kao anomalija u izotopnom sastavu. Pojave anomalija u izotopnom sastavu stabilnih hemijskih elemenata su uslovljene fizičkom pojavom frakcionisanja lakših izotopa u odnosu na teže, što se javlja kao posledica geohemijskih procesa koji se odvijaju na različitim temperaturama (hlađenje magmatskog ognjišta ili povećavanja temperature sedimenata zbog tonjenja u veće dubine). Na višim temperaturama raste mobilnost lakših izotopa, što ima za posledicu obogaćivanje fluida lakšim izotopima karakterističnih hemijskih elemenata. Predviđa se merenje izotopnog sastava karakterističnih izotopnih parova elemenata vodonika (H i D), ugljenika (C^{12} i C^{13}), kiseonika (O^{16} i O^{18}), sumpora (S^{32} i S^{34}); dok je kod olova veći broj izotopa radiogenog porekla (Pb^{206}, Pb^{207} i Pb^{208}) koji se upoređuju sa izotopom »prasolovo« (Pb^{204}), što se prvenstveno upotrebljava u geohronologiji.

Ova izučavanja bi obavezno izvodili u okviru ispitivanja alteracija endogenog porekla.

11. Banka podataka rudnih rejona

Evidentna je potreba za bankom geoloških podataka, koja se više puta pominjala na geološkim savetovanjima i kongresima. Međutim, do sada ništa nije konkretno učinjeno po tom pitanju.

Mišljenja sam, da bez banke geoloških podataka neće biti uspešnog rada na geološkim istraživanjima. Iz godine u godinu gomilaju se numerički i ostali geološki podaci, koje se praktično ne mogu iskoristiti bez savremene metodologije rada, uz obaveznu primenu računara. U tom smislu ovo je pogodna (a možda i poslednja) prilika da se na tom polju nešto učini.

Osnovni cilj stvaranja banke geoloških podataka, navodi se u projektu, je »da se stvori osnova za prognoziranje mogućnosti pronalaženja određenih vrsta mineralnih sirovina u rudnom rejonu primenom matematičkih metoda i elektronskog računara«.

Mislim da cilj stvaranja banke geoloških podataka je kompleksniji, jednostavno se ne može zamisliti efikasan rad u bliskoj budućnosti bez korišćenja sve brojnijih podataka iz ranijih perioda istraživanja prilikom metalogenetskih i drugih studijskih izučavanja. Ne može se više dozvoliti da mnogobrojni podaci, pre svega numerički, jednostavno »odlaze u koš« po-

sle jednokratne i ne baš najuspešnije obrade. Mora se prevazići stanje da se za svaki studijski rad prvo planira uzimanje uzoraka sa terena, pa se posle obrađuju samo sopstveni podaci. Moraju se stvoriti uslovi da se prilikom studijskog rada obrađuju podaci koji su sakupljeni u toku godina izvođenja osnovnih geoloških istraživanja II faze, uz ostale podatke ranijih istraživanja. To se može postići samo stvaranjem banke geoloških podataka, u kojoj će svi geološki podaci biti na raspoloženju (u upotrebljivoj formi, a ne na isti način kao sada u aneksu izveštaja istraživanja). Tada će glavna pažnja obrađivača studijskih izučavanja biti usmerena na rešavanje problematike zbog koje se studija radi, bez bojazni da neće biti dovoljno podataka. Na terenu bi se izvršila odgovarajuća rekognosciranja, uz minimalno uzorkovanje.

Autori ovog projekta shvataju kakve teškoće prate jedan ovakav pionirski poduhvat. Mišljenja sam da se ovakav kompleksan poduhvat ne može osvojiti uzgredno, tu su potrebni specijalizovani kadrovi. Sem toga sam ubeđen da se mora ići »korak po korak«, mnoge ideje kod nas ostaju neostvarene zbog prevelike ambicije da se »u jednom skoku« dostignu oni koji to već decenijama rade. Kada se to ne postigne odmah, cela ideja propada zbog nedovoljne upornosti postepenog osvajanja ovog značajnog kompleksa istraživanja mineralnih sirovina.

OSNOVNA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA II FAZE

Osnovna geološka istraživanja (II faze) rudnih rejona u Srbiji bez pokrajina najčešće se nazivaju »metalogenetska istraživanja«, jer se ona izvode sa ciljem da posluže izradi metalogenetske i prognozne karte rudnih rejona, II faze (etape).

Metalogenetska izučavanja, po redosledu, dolaze poslednja u sukcesiji osnovnih geoloških istraživanja, koja su podeljena po fazama (ili etapama, po novom Pravilniku). Svaka faza (etapa) osnovnih geoloških istraživanja završava se izradom metalogenetske i prognozne karte, koja opet služi kao osnova za planiranje daljih osnovnih geoloških istraživanja (ili istraživanja konkretnih rudnih objekata-ležišta) sledeće faze (etape). Ova koncepcija je osnovna i zato smatram da se mora strogo poštovati u praksi. Bez strogog poštovanja propisane postupnosti imali bi haotično stanje u geološkim istraživanjima, a to je upravo dosadašnje stanje koje se već skoro jednu deceniju uporno želi da prevaziđe.

Već smo bili napomenuli da je izradom Metalogenetske i prognozne karte I faze praktično završena prva faza (etapa) osnovnih geoloških istraživanja na celoj teritoriji SR Srbije bez pokrajina. Zbog neizvršenja nekih geoloških i geohemijskih prospekcija, stepen geološke istraženosti ne odgovara propisanom stepenu istraženosti za I fazu (etapu) osnovnih geoloških istraživanja. Zato je bilo zamišljeno izvođenje dopunskih osnovnih geoloških istraživanja, koja su se slila sa početkom izvođenja II faze (etape) osnovnih geoloških istraživanja. Zato ubuduće ova istraživanja možemo zvati »Osnovna geološka (metalogenetska) istraživanja rudnih rejona, II faza (etapa)«. Napomena u zagradi »metalogenetska« označavaju karakter ovih radova, jer se sem njih u Srbiji izvode i druga geološka istraživanja koja takođe pripadaju II fazi osnovnih geoloških istraživanja, kao npr. »Tematska karta«.

Metalogenetska izučavanja II faze zakonomernosti razmeštaja čvrstih mineralnih sirovina, koja su po redosledu poslednja, imaju za cilj kvantitativnu ocenu potencijalnosti geoloških formacija na mineralne sirovine; koja će biti iskazana procenom D kategorije rezervi. To postavlja zahteve za kvantitativni karakter ulaznih podataka, na osnovu kojiih će se moći izvršiti pomenuta kvantitativna ocena potencijalnosti geoloških formacija u rudnim rejonima na čvrste mineralne sirovine.

Smatram da se u okviru II faze (etape) osnovnih geoloških istraživanja u rudnim rejonima Srbije mogu sprovesti:

1. Geološka istraživanja
2. Geohemijska istraživanja
3. Geofizička istraživanja
4. Daljinska detekcija
5. Strukturno bušenje
6. Ispitivanja alteracija stena
7. Izotopska izučavanja
8. Studijska izučavanja
9. Stvaranje banke geoloških podataka rudnih rejona
10. Izrada metalogenetske karte rudnog rejona

Već je napomenuto da su najveće razlike u koncepcijama osnovnih geoloških istraživanja II faze (etape) u geološkim i geohemijskim metodama, dok kod ostalih vrsta istraživanja nema značajnih razlika (sem onih koje su uslovljene pomenutim razlikama). Da bi se izbegla suvišna ponavljanja, izložiću samo ona podpoglavlja u kojima postoje značajne razlike u koncepciji istraživanja. U studijska izučavanja ubrajamo i studiju glavnih i lokalnih rudokontrolnih faktora.

Klasifikacija metoda geoloških i geohemijskih istraživanja je po M. Petkoviću (1982).

Geološka istraživanja

U okviru geoloških istraživanja (u najužem smislu) rudnih rejona potrebno je izvesti sledeće radove:

— Izrada geološke karte u razmeri 1:50.000 (eventualno 1:25.000)
— Geološka prospekcija u razmeri 1:25.000
— Ispitivanje šlihova

Do sada nije bila poklonjena odgovarajuća pažnja izradi geološke karte rudnog rejona u razmeri 1:50.000 (eventualno 1:25.000), koja bi poslužila kao geološka podloga metalogenetskoj karti rudnog rejona. Ova karta bi morala da ima formacioni karakter, te se za njenu izradu moraju angažovati odgovarajući specijalisti za duži vremenski period.

Mišljenja sam da se pomenuta geološka karta rudnog rejona mora prvenstveno tražiti u Tematskoj karti, koja se već duže vreme radi u SR Srbiji bez pokrajina. Tematska karta nije ograničena na metalogenetske granice rudnih rejona, ona je zavisna od teme koju obrađuje (magmatizam, se-

dimentacija, metamorfizam), što znači da obrađuje geološke formacije višeg reda. Međutim, granice geoloških formacija višega reda često su i metalogenetske granice; što uslovljava povezanost Tematske karte sa metalogenetskim izučavanjima rudnih rejona. Lično smatram da se Tematska karta treba da smatra kao jedna od vrsta osnovnih geoloških istraživanja II faze, što mislim da je ostvareno u ranije pomenutom »Pravilniku o sadržini projekata geoloških istraživanja«, gde se u II etapi predviđa izrada geoloških karata u razmerama od 1:25.000 do 1:100.000. Takođe smatram da bi bilo korisno da se kao dopuna (metalogenetska) Tematskoj karti i rade karte rudnih formacija u istoj razmeri (Tematska karta je u stvari karta geoloških formacija).

Bilo bi potrebno da se izrada Tematske karte sinhronizuje sa potrebama Osnovnih geoloških (metalogenetskih) istraživanja rudnih rejona, što je u kompetenciji investitora ovih radova. Na taj način bi se obezbedila kvalitetna geološka karta rudnog rejona, koja bi obavezno imala formacioni karakter.

Geološka prospekcija u razmeri 1:25.000 metodom rudnih odlomaka i valutaka bila bi maršrutna i obuhvatila bi celu površinu rudnog rejona. Na taj način bi se sa propisanom gustinom opažanja registrovali svi izdanci čvrstih mineralnih sirovina (direktno ili preko oreola mehaničkog rasejavanja).

Mineraloškim i geohemijskim ispitivanjem šlihova utvrdilo bi se prisustvo otpornih rudnih minerala. Ova metoda predstavlja produženu geološku prospekciju (u smislu sitnih odlomaka u vodenim tokovima), dopunjenu geohemijskim ispitivanjima najsitnije frakcije šliha (kada optičke metode identifikacije minerala postaju sve manje efikasne). Sem toga, podaci o mineraloškim ispitivanjima šlihova bili bi korisni i za petrološka i geohemijska izučavanja.

Metoda mineraloškog ispitivanja veštačkog šliha, u specijalnim slučajevima, dala bi podatke o prisustvu pojedinih karakterističnih i rudnih minerala u magmatskim stenama ili u kontaktno-metamorfnom omotaču magmatskih masiva.

Geohemijska istraživanja

Geohemijska istraživanja i ispitivanja rudnih rejona izvodila bi se sledećim metodama:

— Litogeohemijska ispitivanja
— Metalometrijska ispitivanja
— Hidrogeohemijska ispitivanja

Litogeohemijska ispitivanja imaju za cilj ispitivanje raspodele hemijskih elemenata u stenama kao geološkim telima, odnosno ispitivanja konfiguracije primarnog geohemijskog p o l ja (V. O m a l j e v, 1982a, 1982b, 1983b, 1983c, u štampi) karakterističnih hemijskih elemenata. Pri tome se naročita pažnja poklanja izučavanju statističke raspodele rudnih elemenata, kao i stepena akumulacije u ispitivanoj geohemijskoj sredini (geohemijska specijalizacija). Definisanje vrednosti geohemijskog fona i šuma, uz utvrđivanje praga geohemijskih anomalija, dovodi do definisanja stepena koncen-

trisanja ispitivanog hemijskog elementa, uz utvrđivanje pojava geohemijskih anomalija (primarni oreoli rasejavanja rudnih elemenata).

Propisana gustina geohemijskog uzorkovanja u »Propisu« po mreži 200 x 100 m (oko 50 proba/km^2) je veoma visoka i ne može se praktično ostvariti u II fazi (etapi) osnovnih geoloških (metalogenetskih) istraživanja na celoj površini rudnih rejona. Međutim, smatram da se može ostvariti gustina uzorkoovanja propisana za I fazu, do 10 proba/km^2 (minimalno 5 proba/km^2). Propisanu gustinu litogeohemijskog uzorkovanja (oko 50 proba/km^2) za II fazu, možemo postići na manjim površinama i to uz kompleksna ispitivanja alteracija endogenog porekla.

Sadržaje najznačajnijih rudnih elemenata (Cu, Zn, Pb), uz još neki značajan rudni elemenat za konkretni rudni rejon (Sb, As, Mo, U, itd.) odrediti kvantitativnim metodama analitike. Najmanje na 10% geohemijskih proba treba uraditi još semikvantitativnu spektralnu analizu na 30 elemenata i radiometrijsku analizu na U, Th i K (minimalno po 1 probu/km^2). Za ispitivanje rupturnih elemenata koristi analize Hg. Obavezna je petrološka determinacija izvesnog broja uzoraka (ovi uzorci su ujedno i geohemijske probe sa maksimalnim brojem analiza), uz manji broj silikatnih analiza za određivanje petrohemijskih karakteristika stena.

Metalometrijska ispitivanja imaju za cilj izučavanje distribucije rudnih elemenata u evulijalno-deluvijalnom pokrivaču stenskih masa, kao i u aluvijalnim nanosima potoka i reka (konfiguracija sekundarnog geohemijskog polja). U II fazi (etapi) osnovnih geoloških (metalogenetskih) ispitivanja primenila bi se samo metalometrijska ispitivanja u aluvijalnim nanosima hidrografske mreže u rudnom rejonu; što predstavlja direktan produžetak geohemijskih ispitivanja šlihova (u smislu ispitivanja peskovito-glinovite frakcije). Metalometrijska ispitivanja sekundarnih oreola rudnih elemenata (po relativno gustoj mreži uzorkovanja) došla bi u III fazu osnovnih geoloških istraživanja (identifikacija rudnih izdanaka na relativno malim perspektivnim površinama rudnih polja).

Gustina uzorkovanja bi po pravilu bila slična kao i za šlihovska ispitivanja, što u suštini odgovara I fazi osnovnih geoloških istraživanja. U slučaju povoljnosti primene ove metode, a zavisno od rezultata, pogustila bi se mreža uzorkovanja aluvijalnih nanosa potoka i reka na perspektivnim površinama rudnih rejona. Pri tome se ne može prekoračiti gustina proba propisana za II fazu ovih ispitivanja (do 50 proba/km^2).

Koncentracije rudnih elemenata u metalometrijskim probama određuju se kvantitativnim metodama, a to su po pravilu isti rudni elementi kao i kod litogeohemijskih ispitivanja (sa izuzetkom radiometrijskih analiza na U, Th i K).

Hidrogeohemijska ispitivanja su do sada najviše korišćena kod istraživanja urana, ova metoda geohemijske prospekcije je masovno primenjivana u ranijem periodu istraživanja (pre 1970. godine). U kasnijem periodu (od 1976. godine) bilo je pojedinačnih primena hidrogeohemijskih ispitivanja u vezi sa istraživanjima nuklearnih mineralnih sirovina. Pošto je ova metoda geohemijskih ispitivanja veoma napredovala, bila bi poželjna jedna regionalna hidrogeohemijska prospekcija cele teritorije SR Srbije bez pokrajina, gustine od 1 do 3 probe/km^2. Sadržaje glavnih anjona, katjona, SiO_2, ukupne mineralizacije i nekih elemenata (prvenstveno Cu, Zn, Pb, U,

Rn, Ra) odrediti kvantitativno, kao i pH i Eh voda. Pri tome se moraju posebno obrađivati površinski vodeni tokovi, a posebno vode izvora (ispitivanja raspodele hemijskih elemenata u podzemnim vodama, koje mogu biti formirane u različitim dubinama).

Daljinska detekcija

Metod daljinske detekcije obuhvata proučavanje geološke građe bez neposrednog kontakta sa terenom. To se postiže kosmičkim i aerosnimcima. Kosmički snimci su sitnih razmera i pogodni su za izradu karte regionalnog sklopa rudnog rejona.

Do sada je bilo korišćenja kosmičkih snimaka, ali ove radove treba produžiti u II fazi osnovnih geoloških istraživanja. Pri tome bi bilo neophodno objediniti korišćenje ove metode za sve korisnike II faze (etape) ovih istraživanja (metalogenetska istraživanja, Tematska karta, itd.).

Stereoanalizom aerosnimaka detaljnije se ispituje strukturni sklop rudnog rejona, raspored i međusobni odnosi nabornih i razlomnih struktura, kao i rekonstrukcije centara vulkanske aktivnosti. Za ovakvu rekonstrukciju bila bi primenjena kvantitativna geomorfološka analiza aerosnimaka. Primenom kolor aerosnimaka mogu se izdvojiti zone alteracija (izbeljivanja), koja mogu biti indikacije za pojavu orudnjenja metaličnih mineralnih sirovina.

Ispitivanja alteracija stena

Ispitivanja alteracija stenskih masa, pretežno endogenog porekla, dolazi u obzir za delove rudnih rejona sa magmatskim kompleksima (koji se tačnije ograničavaju daljinskom detekcijom), a takođe i za delove sa formiranom korom raspadanja koja može biti perspektivna sa aspekta pojava čvrstih mineralnih sirovina.

Karakter ovih specijalnih izučavanja je petrološki, petrohemijski i geohemijski; sa ciljem da se utvrdi genetska veza alteracija stena sa pojavama čvrstih mineralnih sirovina.

Uzorkovanje za ova ispitivanja bi se izvodila po provizornoj mreži 200 x 100 m (oko 50 proba/km^2), što je propisana gustina za II fazu (etapu) osnovnih geoloških istraživanja. Sve probe bi se kvantitativno obradile: petrološki sa kvantitativnim učešćem sekundarnih minerala produkata alteracije stene, analitički na sadržaje karakterističnih hemijskih elemenata (pretežno rudni elementi) i sadržaje alkalija (Na_2O, K_2O, ređe Rb_2O). Svaka n-ta proba imala bi semikvantitativnu spektralnu analizu na 30 elemenata, kompletnu silikatnu analizu i radiometrijsku analizu na U, Th i K.

ZAKLJUČAK

U skladu sa Programskim zadatkom investitora (Republičke SIZ za geološka istraživanja — Beograd) od 25. marta 1974. godine izrađen je projekat »Dopunska osnovna geološka istraživanja na celoj teritoriji i u rudnim rejonima Srbije bez pokrajina«, od strane radnih organizacija: Institut

za istraživanje mineralnih sirovina i Geoinstitut, OOUR istraživanje mineralnih sirovina, inženjerska i hidrogeologija.

Koncepcije o izvođenju Osnovnih geoloških (metalogenetskih istraživanja rudnih rejona, II faza; na teritoriji SR Srbije bez pokrajina, nisu bile do kraja usaglašene. Ovakva situacija se negativno odrazila na programiranje ovih istraživanja u Golijskom rudnom rejonu, a tom prilikom su delimično usaglašene neke zamisli o karakteru geoloških i geohemijskih radova, koje se razlikuju od onih iznetih u pomenutom projektu. Konačno usaglašavanje koncepcija o izvođenju Osnovnih geoloških (metalogenetskih) istraživanja rudnih rejona biće u toku izrade pojedinačnih projekata Osnovnih geoloških istraživanja rudnih rejona, II faza — etapa).

U tekstu ovog rada izložene su koncepcije autora (u poslednjem poglavlju) o vrstama geoloških i geohemijskih istraživanja u okviru II faze (etape) koji bi se izvodili u rudnim rejonima.

Od geoloških radova primenili bi geološku prospekciju u razmeri 1:25.000 i šlihovska ispitivanja (2 do 3 šliha/km^2). Ostaje problem izrade geološke karte formacionog karaktera u razmeri 1:50.000, koja bi služila kao podloga Metalogenetskoj karti rudnih rejona. Osnovu za pomenutu kartu treba tražiti u Tematskoj karti, koja bi se dopunila izradom karte rudnih formacija.

Od geohemijskih radova primenila bi se litogeohemijska i metalometrijska ispitivanja aluvijalnih sedimenata potoka i reka. Litogeohemijsko oprobavanje bilo bi gustine do 10 proba/km^2, dok bi metalometrijsko oprobavanje potočnih sedimenata bilo gustine 3 do 5 proba/km^2. Ostaje otvoreno pitanje primene jedne regionalne hidrogeohemijske prospekcije izvora i površinskih vodenih tokova, sa gustinom uzorkovanja od 1 do 3 probe/km^2. Koncentracije hemijskih elemenata (i komponenti) svih geohemijskih proba bile bi određene kvantitativnim metodama analitike, dok bi radiometrijske analize i semikvantitativne spektralne analize bile na manjem broju proba.

Koncepcija izvođenja geofizičkih ispitivanja koja bi pripadala II fazi (etapi) ovih istraživanja nije razrađena u pomenutom projektu; ovaj problem rešiće se u toku izrade pojedinačnih projekata o Osnovnim geološkim (metalogenetskim) istraživanjima rudnih rejona, II faze (etape).

Predviđa se nastavak primene metoda daljinske detekcije za izradu karti regionalnog strukturnog sklopa rudnih rejona. Stereoanalizom aerosnimaka detaljnije će se ispitavati strukturni sklop rudnog rejona, kao i rekonstrukcija centara vulkanske aktivnosit (kvantitativnom geomorfološkom analizom).

Za rešavanje složenih geoloških problema primenjivaće se metoda izrade strukturnih bušotina, čije će jezgro biti detaljno geološki i geohemijski obrađeno. Profili ovih bušotina služiće kao geološki reperi za interpretaciju strukturno-geološkog sklopa rudnog rejona po dubini, a naročito sa aspekta dubinskog zahvata perspektivnih rudnih formacija i pojava orudnjenja u njima.

Ispitivanja alteracija stena biće sa petrološkog, petrohemijskog i geohemijskog aspekta, sa ciljem da se utvrdi genetska veza alteracija stena sa pojavama orudnjenja u njima. Gustina uzorkovanja biće do 50 proba/km^2,

što odgovara II fazi (etapi) osnovnih geoloških istraživanja. Obrada proba biće kvantitativnog karaktera.

Izučavanja izotopskog sastava radioaktivnih i radiogenih elemenata biće u cilju geohronološkog datiranja važnijih procesa u toku geološke istorije terena (magmatizam sa pratećim manifestacijama, metamorfizam, formiranje karakterističnih parageneza minerala). Izučavanja izotopskog sastava stabilnih elemenata biće primenjena za izučavanje toka geoloških procesa koji dovode do formiranja orudnjenja. Ispitivaće se karakteristični parovi lakih elemenata: vodonika, ugljenika, kiseonika i sumpora, dopunjena sa izučavanjem izotopskog sastava olova, urana, kalijuma-argona i rubidijum-stroncijuma.

Za rešavanje konkretnih i interesantnih pitanja vezanih za geološku evoluciju i procese koji dovode do migracije (sa akumulacijom) karakterističnih elemenata planiraju se izrade studija. Pri tome će se ispitivati indikatori orudnjenja, kao i glavni i lokalni rudokontrolni faktori koji su uslovili formiranje orudnjenja.

Za stalnu raspoloživost geoloških podataka dobijenih geološkim istraživanjima formiraće se banka podataka. Pri tome je nužno uvesti upotrebu elektronskih računara u praksu obrade podataka.

Izrada Metalogenetske i prognozne karte rudnih rejona dolazi u završnu fazu ovih metalogenetskih istraživanja rudnih rejona.

Predato za štampu 25. VIII 1983. Recenzent Vladimir Sarić

LITERATURA

1. O m a l j e v, V., 1982a: Prilog definisanju geohemijskog polja, fona i šuma (fersmana) na primeru raspodele bakra u ofiolitima Puste Tušimlje. Zapisnici Srp. geol. društva za 1981. godinu, Beograd.
2. O m a l j e v, V., 1982b: Prilog definisanju geohemijskog polja, fona i šuma (fersmana) na primeru raspodele cinka i olova u ofiolitima Puste Tušimlje. Zbornik radova, X jubilarni kongres geologa Jugoslavije, knjiga II, Budva.
3. O m a l j e v, V., 1983a: Izrada metalogenetske i prognozne karte SR Srbije bez pokrajina I faze, po listovima 1 : 100.000. Radovi Geoinstituta, knjiga 16, Beograd.
4. O m a l j e v, V., 1983b: Povodom 100. godišnjice rođenja A. E. Fersmana i 120. godišnjice rođenja V. I. Vernadskog — predlog novih termina u geohemiji i biogeohemiji. Radovi Geoinstituta, knjiga 16, Beograd.
5. O m a l j e v, V., 1983c: Predlog novih pojmova i termina u geohemiji. Tehnika, RGM, broj 5/83, Beograd.
6. O m a l j e v, V., u štampi: Opredelenie ponjatij geohimičeskogo polja, fona i šuma. Geohimija.
7. P e t k o v i ć, M., 1982: Prospekcija rudnih ležišta. Beograd.
8. V a n đ e l, V., O m a l j e v, V. i M a r i ć, A., 1982: Projekat: Dopunska osnovna geološka istraživanja na celoj teritoriji i u rudnim rejonima Srbije bez pokrajina. Fond stručne dokumentacije Geoinstituta, Geozavoda (IMS) i Republičke SIZ za geološka istraživanja, Beograd.

S u m m a r y

BASIC GEOLOGICAL INVESTIGATION IN ORE AREAS OF SR SERBIA PROPER, SECOND PHASE (STAGE)

by

V e l j k o O m a l j e v

Key words: metallogeny, Serbia

In accordance with the programme task of investor, the project "Additional basic geological investigation of the whole territory and in the ore areas of Serbia proper" was made.

During the preparation of this project, the concept about the execution of the basic geological (metallogenetic) investigation of the II phase (stage) were not agreed up to the last details. This situation has a negative influence on the preparation of programme for investigation in the ore areas of Serbia and because of that it is necessary to make an agreement about these concepts which belong to the second phase (stage).

A critical review about these concepts is presented in this paper as well as the concepts of the author.

The main differences about these investigations are about the implementation of geological and geochemical methods. Others are relatively small or they are the result od dissimilarities in concepts. I am presenting the concept of the basic (metallogenetic) investigations of the II phase (stage) and in case that my concept is different one it will be separately presented (for comparision).

The project separately anticipated: "A. Additional basic investigation in the whole territory of Serbia" and "B. Additional basic investigation in the ore areas of Serbia". In the chapter "A" are anticipated investigations which were not completed during the first phase. In the chapter "B" are included basic investigations belonging to the second phase (for this reason this chapter hasu't got the character of "additional investigations"). I am of the opinion that these investigations should be uniform and named "Basic geological (metallogenetic) investigation in the ore areas, II phase (stage)".

One of bigger differences in concepts of this investigation are the methods of geological investigation (in more narrow sense). The project is anticipating the geological mapping and prospecting on the scale of 1:10,000 and this in fact belongs to the III phase of the basic geological investigations. For that reason, I am of the opinion that the geological prospecting on the scale of 1:25,000 should be carried-out because it belongs to the II phase (stage) of this investigation. Along with this prospection, the examination of panned concentrates with sampling density up to 3 samples per sq. km. should be carried-out and there are no differences in the concept about it.

The second, bigger difference is about geochemical investigations. In the project, the sampling of eluvial-deluvial detritus above rock masses (under the name of lithogeochemical prospection) is anticipated as a basic

method while the sampling of rocks has a low priority. Along with that, many questions in the project are without diffinite answers as the result of big differences in concepts about geochemical investigation. They include analytical methods for determination of investigated elements and their concentrations. The project is based on the application of the semiquantitative method (spectral analysis) as the main one.

I am of the opinion that lithogeochemical and metallometric examinations have to be undertaken during geochemical investigation (classification of method M. P e t k o v i ć, 1982), along with quantitative analyses. The target of the second phase (stage) of investigation in the ore areas is a quantitative estimation of the potential of geological formation for the solid raw materials. Such task requires entiring of quantitative data which should enable the quantitative estimation of potentials.

Lithogeochemical rock campling should be carried-out with a density of 10 samples per sq. km., while the metallometric sampling of stream sediments should be up to 5 samples per sq. km. All geochemical samples should be quantitatively examined to obtain the contents of the main ore elements. Radiometric and spectral analyses (for 30 elements) should be carried-out also on minimum of 10 lithogeochemical samples.

The continuous application of the remote sensing methods is anticipated also. The structural maps of ore areas should be made on the basis of the Landsat data analysis. More detailed structural analysis of the ore areas should be obtained by the photogeological interpretation and the reconstruction of the volcanic activity centres by the quantitative geomorphological analysis.

The structural drilling will be carried-out in an attemp to solve more complex geological problems. Detailed core logging and chemical analysis will be carried-out also. Profiles of these holes will be used as markers for the interpretation of geology and structures in regions (areas) and particularly of deeper parts of premising ore formations and their mineral occurrences.

The investigation of rock alteration is planned in relatively small parts of ore areas. They will have petrological, petro-chemical and geochemical character, and the aim to establish the genetic connection of rock alteration with mineral occurrences. The sampling density will be 50 samples per sq. km. and that corresponds to the II phase of basic geological investigations. The examination of samples will have a quantitative character.

The study of isotope composition of radioactive and radiogenetic elements will be undertaken with the aim to obtain geochronological data of the major geological events (magmatic and following manifestations, metamorphism, forming of typical mineral paragenesis); application of K/Ar and Rb/Sr and rarely Pb/Pb methods. The study of the isotopic composition of stable elements will be carried-out to enable better understanding of geological processes leading to the formation of ore deposits. The light, characteristic pairs of elements as hydrogen, carbon, oxygen and sulphur will be examined also.

The studies are planned to enable the solution of concrete and interesting problems connceted with geological evolution and processes leading to migration (and accumulation) of characteristic elements.

To secure the permanent availability of data obtained during investigation, the data bank for ore areas will be formed.

The completion of the metallogenetic and prognostic maps of the ore areas is planned for the end of the II phase. At that time it will be necessary to prepare the compiled geological map of formations which should be used as a base for the metallogenetic map.

The concrete solution for this map does not exist, but the author is of the opinion that this role should to have thematic map (under the preparation in Serbia). Maps of ore formations in the ore areas should be prepared as the supplement to the thematic map.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Slobodan Vukašinović

UDK 550.83:551.73 (497.15)
Originalni naučni rad

REZULTATI AEROMAGNETSKIH ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA GVOŽĐA NA ŠIREM PODRUČJU SANSKOG PALEOZOIKA

(sa 1 prilogom)

Ključne reči: Aeromagnetska ispitivanja, ležišta gvožđa

Aeromagnetskim ispitivanjima na širem području Sanskog paleozoika dobijeni su podaci na osnovu kojih je izvršena selekcija potencijalno perspektivnih terena u pogledu ležišta gvožđa. Ukazano je na sve one magnetske strukture koje bi u celini ili delom mogle biti izazvane do sada neotkrivenim Fe orudnjenjima.

Aeromagnetska ispitivanja na širem području Sanskog paleozoika, na prostoru površine 1762 km^2, izvedena su 1981/82. godine u cilju istraživanja ležišta gvožđa. Investitor ispitivanja bio je Rudarsko-metalurški kombinat iz Zenice.

Aeromagnetska merenja izvedena su iz aviona AN-2 sa protonskim magnetometrom osetljivosti 0,1 nT, po maršrutama azimuta 45°, čije je međusobno rastojanje iznosilo 250 m. Prosečna relativna visina leta bila je oko 150 m.

Konfiguracija anomalnog magnetskog polja

Anomalno magnetsko polje ispitanog područja grafički je prikazano na datom prilogu u vidu izoanomala ΔT intenziteta sa minimalnom ekvidistancom 50 nT, saglasno stepenu javnosti geomagnetskih podataka. Kao dopunska informacija o prisustvu i prostornoj distribuciji anomalija nižeg intenziteta mogu poslužiti simbolično prikazani njihovi uzročnici, po geološkoj prirodi (v. prilog). Zainteresovani za detaljan uvid u konfiguraciju anomalnog polja se upućuju na Izveštaj o izvršenim ispitivanjima (9), gde su priložene potpune aeromagnetske karte, razmere: 1:25.000 i 1:50.000, na kojima ekvidistanca iznosi svega 2 nT.

Na osnovu aeromatnetskih podataka proizilazi da je geomagnetsko polje ispitanog područja slabo poremećeno, sa izuzetkom krajnjeg severoistočnog dela terena. Opštu crtu konfiguraciji anomalnog polja daju izoanomale ΔT generalnog pravca SZ — JI, koje se uzduž prostiru preko celog područja. Porast polja ΔT ide od jugozapada ka severoistoku, sa postupnim povećanjem (prosečnog) horizontalnog gradijenta u istom pravcu. Karakteristični su slaba zastupljenost izrazitijih individualisanih anomalija i broj-

na pojava lokalnih anomalija (relativnih povećanja) intenziteta 2—4 nT, poglavito u jugoistočnoj polovini ispitanog područja. Na najvećem delu područja intenzitet anomalnog polja je u intervalu ±50 nT. Ekstremne merene vrednosti ΔT intenziteta su — 66 i 240 nT. Saglasno opštem toku izoanomala i horizontalnom gradijentu ΔT područje je nultom izoanomalom približno na pravcu Dvor—Prijedor—Piskavica podeljeno na dva dela: severoistočni deo sa pozitivnim anomalnim poljem i jugoistočni deo sa negativnim poljem, od kojih ovaj drugi zauzima daleko veće prostranstvo. Detaljniji prikaz anomalnog polja dajemo kroz opis konfiguracije polja ova dva dela.

Na severoistočnom delu ispitanog područja, severoistočno od linije Dvor—Piskavica, u anomalnom polju pozitivnog znaka izdvaja se markantna anomalna zona na potezu Duga Kosa—Golo Brdo—Kozarac, obeležena sa nekoliko maksimuma ΔT, međusobno povezanih zajedničkim izoanomalama. Maksimumi se odlikuju intenzitetom preko 100 nT, od kojih najveći ima intezitet 240 nT (predeo Vulića kosa). Ostale individualisane detalje polja čine anomalije Svodna—Đakovići, Brezičani—Raškovac, kod Prijedora i Sabinjače (SI od Piskavice). Na prva dva lokaliteta anomalije su inteziteta 50 nT. Kod Prijedora je prisutno nekoliko lokalnih ekstrema ΔT ne samo pozitivnog već i negativnog znaka, intenziteta nekoliko desetina nT. Anomalija kod Sabinjače ima maksimum intenziteta 120 nT i zauzima priličan prostor. Najverovatnije pripada pomenutoj zoni Duga Kosa—Kozarac, sa kojom bi veza bila ostvarena nešto severoistočnije od granice ispitanog terena.

Jugozapadni deo ispitanog područja, jugozapadno od linije Dvor—Piskavica, približno u celosti koincidira sa prostorom poznatim kao područje Sanskog paleozoika. Odlikuje ga negativno anomalno polje, u kome su anomalije pozitivnog znaka neznatne — i po broju, prostranstvu i intenzitetu. Zastupljena su brojna individualisana relativna povećanja ΔT, koja su najčešće intenziteta 2—4 nT.

Pozitivne anomalije registrovane su kod Bosanskog Novog i Dvora, zatim u predelu Prline, Hambarine, Adamuše i rudnika Tomašice. Od njih se po prostranstvu izdvaja anomalija Prline, intenziteta 50 nT. Ostale su lokalnog karaktera i intenziteta do 50 nT.

Najizrazitija relativna povećanja ΔT, odnosno anomalije čiji su maksimumi negativnog znaka a amplitude u odnosu na ambijentno polje pozitivne, registrovane su na prostoru Kamengrad—Sansku Most. U pitanju su dve relativno markantne anomalije, Kamengrad i Sanski Most, koje s obzirom na izraženu linearnu formu i ispoljavanje više maksimuma ΔT imaju karakter (manjih) anomalnih zona. Imaju približno isti pravac pružanja, SZ-JI, uz evidentan međusobni diskontinuitet. Maksimalna amplituda prvo navedene anomalije — anomalne zone je skoro 20 nT, a druge oko 30 nT. Neke od relativnih maksimuma prate određeni minimumi. Nedaleko od ovih magnetskih struktura, prema Brdaru, nalazi se sledeća po markantnosti individualisana anomalija jugozapadnog dela aeromagnetski ispitanog područja. Maksimum intenziteta je 34 nT, s tim što pozitivna amplituda, ove po formi eliptične anomalije, iznosi 6nT. Na minimum ΔT koji sa severoistoka ograničava kamengradsku anomaliju nadovezuje se (severno od Glavice) jedno nešto manje izrazitije povećanje ΔT, po pružanju saglasno kamengradskoj anomaliji.

Ostala relativna povećanja ΔT čine prostorno manje anomalije intenziteta uglavnom 2—4 nT, koje su manje ili više raspoređene po čitavom prostoru istočno od linije Slatina—Tisova kosa—Matanovići. Zapadno od ove linije nalaze se povećanja ΔT (2 nT) samo kod Gornjih Agića, Čelopeka, Blagaj Japre, Novske planine i u širem prostoru Donjeg Dobretina.

Na prvi pogled reklo bi se da su povišenja ΔT istočno od linije Slatina—Matanovići prilično ravnomerno raspoređena. Međutim, detaljnijim pregledom zapaža se njihovo određeno grupisanje u pojedinim delovima terena. Posebno je naglašeno grupisanje na prostoru D. Ljubija—Ljubija—Stari Majdan—Sanski Most, u zoni koja se širi prema jugu, praćena i nešto udaljenijim povećanjima ΔT (prema Majdan plan. — r. Bilja i Oštroj Luci.) Zatim, po brojnosti anomalija izdvaja se prostor Sasina—Tramošnja—Bronzani Majdan, a zapažaju se i dva prostorno manja i relativno izolovana rejona Tomašice i Omarske. Unutar ovih prostora uočljivo je da se neke anomalije više grupišu ili linijski nadovezuju (npr. Bibića Kosa—St. Majdan— Brdari, Strane—Dugorat), a one bliže Sanskom Mostu se i povezuju sa zonom D. Ljubija—Sanski Most.

Pored individualisanih napred navedenih magnetskih struktura, po toku — povijanju regionalnih izoanomala ΔT ističe se i određeni »sekundarni« uticaj na pravcu Djevar—Oštra Luka. On se nalazi u okviru jednog šireg regionalnog uticaja izraženog kroz povijanje izoanomala ka jugu.

Interpretacija anomalnog magnetskog polja

Interpretacija anomalnog magnetskog polja bazirana je prevashodno na OGK, na opštem poznavanju magnetskih karakteristika stena i ruda koje izgrađuju ispitano područje i na konkretnim podacima o magnetskom susceptibilitetu stena i ruda sa pojedinih rudnih ležišta Fe.

U geološkoj gradnji aeromagnetski ispitanog terena učestvuju uglavnom karbonske stene (škriljci, peščari, krečnjaci), mezozojski sedimenti, tercijarni sedimenti i baziti (serpentiniti, dijabazi, gabrovi). Od ovih stena ispitivane su magnetske karakteristike (susceptibilitet) karbonskih stena u kojima se nalaze rudna Fe ležišta, čija je ruda takođe magnetski ispitivana. Ukupno je ispitano (Geozavod—Beograd, 1960) 200 uzoraka stena i rudnog materijala. Rezultati ispitivanja prikazani su u donjoj tabeli.

Vrsta stene i rude	Broj uzoraka	Vrednosti susceptibiliteta x10⁻⁶ SI		
		minimalna	maksimalna	srednja
Krečnjak	35	63	502	226
Škriljac	44	188	879	490
Peščar	46	126	879	502
Limonitisani krečnjak	14	126	1068	653
Sideritičan krečnjak	6	1570	4270	2386
Limonit	51	754	1633	1181
Siderit	2	3266	4270	3768
Brant	2	502	578	540

Mada broj ispitanih primeraka rude nije u potpunosti zadovoljavajući (samo po dva primerka siderita i branta), ipak iz tabele pouzdano proizilazi da je bar u limonitskoj rudi zastupljena feromagnetična komponenta u stepenu koji u proseku za nekoliko stotina x 10^{-6}SI uslovljava veći susceptibilitet rude u odnosu na okolne (sterilne) stene. Ova razlika u susceptibilitetu je dovoljna da se Fe ležišta u čijoj rudnoj supstanci u celini ili delom preovlađuje odgovarajuća ruda (limonitska, sideritska) mogu indicirati savremenim magnetometrima. Dobijene indikacije predstavljaće manja povećanja ΔT, intenzitet anomalija iznosiće svega nekoliko nT. Kod razmatranja geološke prirode magnetskih anomalija treba imati u vidu da u rеđim slučajevima i neke partije karbonskih stena (posebno sideritičan krečnjak) mogu izazvati anomalije bar 2 nT, ukoliko imaju povišen susceptibilitet u odnosu na okolne stene. Naravno bilo bi idealno da sve Fe rude u susceptibilitetu prevazilaze okolne stene, da se ležišta mogu u celini odraziti na anomalno magnetsko polje. Međutim, dobro je ako se bar i delovi mogu magnetski manifestovati, jer bi se primenom drugih metoda istraživali i ostali delovi ležišta. Nažalost, magnetska metoda je u potpunosti nemoćna u slučaju ležišta sa praktično nemagnetičnom rudom (brantom), ako u ležištu nisu zastupljene ni u minimalnom potrebnom stepenu namagnetisane rude, stepenu koji omogućava indiciranje savremenim uređajima. Napominjemo da sa ranijim magnetometrima, koji su bili veoma niske osetljivosti, nije bilo moguće indicirati ni rude ni stene za koje sada navodimo da se odlikuju minimalno potrebnom magnetičnošću. Njima ispitivani »karbonski« prostori ostali bi i dalje u celini »bele površine« — bez anomalija.

Od ostalih stena sa ispitanog područja magnetičnošću se odlikuju baziti, čiji susceptibilitet iznosi obično više stotina pa i hiljada x 10^{-6}SI. Po opštem poznavanju magnetskog susceptibiliteta proističe da su mezozojske i tercijarne sedimentne stene praktično nemagnetične, ali nije isključeno da u nekim slučajevima mogu usloviti manja povećanja ΔT intenziteta.

Geološka priroda uzročnika anomalija

Uporednom analizom aeromagnetske i geološke karte, a saglasno navedenim magnetskim karakteristikama stena i ruda, procenjena je geološka (litološka, rudna) priroda uzročnika registrovanih anomalija ΔT. Osnovni uzročnici anomalija su sasvim sigurno baziti, rudna ležišta Fe i karbonske stene. Za bazite se može reći da su evidentni uzročnici određenih anomalija, ležišta Fe ili karbonske stene očito su uzročnici većine relativnih povećanja ΔT, ali nema pouzdanih elemenata da bi se izvršila dalja diferencijacija — na anomalije rudnog ili stenskog karaktera, ukoliko uticaj nije kombinovan. Neke anomalije nalaze se na terenima čije površinske delove izgrađuju uobičajeno nemagnetične stene, pa su uzročnici bar na prvi pogled nepoznati; njihova se geološka priroda u izvesnom stepenu sagledava — pretpostavlja. Svoje shvatanje o geološkoj prirodi uzročnika individualisanih anomalija, o kome će nadalje biti detaljnije reči (po pojedinim delovima terena izdvojenim u prethodnom poglavlju), grafički smo izrazili na datom prilogu. Opšti porast anomalnog polja od jugozapada ka severo-

istoku uslovljen je građom donjeg dela Zemljine kore i uticajem zone bazita sa severoistoka.

Na severoistočnom delu ispitanog područja, severoistočno od linije Dvor—Prijedor—Piskovica, geološki uzroci anomalija su isključivo baziti. Iznad Prijedora anomalije su izazvali veštački objekti — fabrike i drugo. Baziti su dakle uslovili markantnu anomalnu zonu na potezu Duga Kosa—Golo Brdo—Kozarac i vrlo verovatno individualisane anomalije Svodna—Đakovići, Brezičani—Raškovac i kod Sabinjače. Na većini maksimuma ΔT baziti izdanjuju. Saglasno prostranstvu anomalnog polja sasvim je izvesno da se baziti prostiru kontinualno, ispod tercijarnih i mezozjskih sedimenata, u osnovi locirani u zoni koja se prostire na pravcu Duga Kosa—Kozarac, a najverovatnije i dalje ka jugoistoku (delom izvan ispitanog terena) obuhvatajući i prostor anomalije kod Sabinjače.

Na jugozapadnom delu ispitanog područja, jugozapadno od linije Dvor—Piskavica, anomalije su izazvane pretežno karbonskim stenama i Fe rudama. U slučajevima gde anomalije ni delom prostorno ne koincidiraju sa poznatim orudnjenjima ne može se pouzdanije sagledati da li je Fe orudnjenje (prekriveno) uzročnik anomalije ili karbonske tvorevine bez Fe rudnih ležišta. Delimičan uticaj u deformaciji geomagnetskog polja potiče od bazita, mezozojskih i veštačkih objekata. Neke anomalije uslovljene su verovatno kombinovanim uticajem dva ili više uzročnika. Uzročnici većine anomalija su otkriveni u recentnom erozionom nivou.

Pozitivne anomalije ΔT kod Bosanskog Novog i Dvora izazvane su bazitima i veštačkim objektima, a ona u predelu Prline takođe bazitima — serpentinitima, koji su otkriveni na površini terena. Rudama Fe ili karbonskim stenama uslovljena je anomalija kod Hambarine. Anomalija pozitivnog znaka kod Adamuše po svoj prilici posledica je uticaja Fe rude, jer delom se prostire preko poznatog ležišta. I anomalija kod rudnika Tomašica izazvana je Fe orudnjenjima, ali uz dodatni uticaj veštačkih objekata.

Najizrazitija relativna povećanja ΔT kod Kamengrada i Sanskog Mosta izazvali su uzročnici koji se ne mogu identifikovati po OGK. I na jednoj i na drugoj anomaliji — anomalnoj zoni, prostiru se tercijarni i kvartarni sedimenti, koji su uobičajeno (praktično) nemagnetični. Procenjuje se da je uzročnik kamengradske anomalije blisko površinski, dubine maksimum stotinak metara, a da se kod Sanskog Mosta nalazi na površini terena. Očito je da se uzročnik prve nalazi u tercijarnim sedimentima, dok je druga anomalija izazvana veštačkim objektima. Po O. Sunarić (6) u baznom kompleksu kamengradskog miocenskog basena, koji se na površini rasprostire od donjeg Kamengrada na istoku do sela Đošci, Fajtovci i Cerići na zapadu (približno poklapa sa užim i manje intenzivnim delom anomalije — zapadnim), grubo klasične sedimente izgrađuju, pored ostalih, i odlomci serpentinita i dijabaza. S obzirom na ovo moglo bi se zaključiti da su miocenski sedimenti izgrađeni od bazita uzročnici kamengradske anomalije. Međutim, postavlja se pitanje da li je učešće bazita u stepenu koji omogućava indiciranje dotične anomalije? Sudeći po geološkoj građi okolnog prostora mali su izgledi da je taj stepen zadovoljavajući, najbliži baziti su tek na krajnjem severoistočnom delu ispitanog područja. Možda je u geološkoj prošlosti bilo drukčije, da su ranije eventualno postojeći baziti razoreni i deponovani u miocenski basen. Samo, slučajnost da se depono-

vanje erodovanog bazitskog materijala izvrši baš na pravcu zone Južnih ležišta umanjuje ovu mogućnost, a ističe verovatnoću da bi anomalija mogla biti i rudnog karaktera. Naime, nije isključeno da je erozijom skidan i deponovan rudni materijal koji je bio nešto povećane magnetičnosti, u odnosu na postojeći u recnetnom erozionom nivou na prostoru Južnih ležišta. Bilo da je anomalija »stenska«, »rudna«, ili kombinovanog karaktera što za sada (bez provere) izgleda najprihvatljivije, po dijagramima ΔT — po uzastopnim promenama od I nT duž odgovarajućih delova maršruta, proizilazi da u poprečnom preseku uzročnik nije jedinstven, već se sastoji od 2—3 dela koji su međusobno odvojeni nemagnetičnim materijalom. Takođe, po dijagramima ΔT se procenjuje da ovi relativno magnetoaktivni delovi imaju različite hipsometrijske nivoe (od površine do dubine stotinak metara).

Po pravcu pružanja anomalija kod Sanskog Mosta, koji je približno kao i kamengradsko, moglo bi se reći da su odlomci bazita i Fe orudnjenja delimično doprineli postojanju i ove anomalije, koju smo pripisali uticaju veštačkih objekata. Međutim, orijentaciju anomalije uslovljava svakako postojeća dispozicija magnetoaktivnih veštačkih objekata, tako da su mali izgledi da je u pitanju i dodatni uticaj, koji bi bio zamaskiran uticajem veštačkih objekata. Svi su izgledi da je uzročnik istovetne geološke prirode kao i kamengradske anomalije izazvao obližnju anomaliju kod Brdara, koja se takođe prostire iznad tercijarnih sedimenata. I na ovom lokalitetu uzročnik je blisko površinski, dubine najviše stotinak metara. Anomaliju severno od Glavice, koja se prema jugu preko minimuma ΔT nadovezuje na kamengradsku, uslovilo je najverovatnije Fe orudnjenje, koje je na njenom severnom boku od ranije utvrđeno — poznato. Očekuje se, dakle, da se orudnjenje nastavlja dalje u pravcu juga, bez obzira što su dve najjužnije bušotine bile negativne. Nije isključeno da je deo ležišta pretaložen u mlađe sedimente.

Ostala relativna povećanja ΔT, koja su intenziteta svega 2—4 nT, izazvana su uzročnicima koji su otkriveni na površini terena ili se nalaze neposredno ispod nje. Prostiru se uglavnom preko terena koga u recentnom erozionom nivou izgrađuju karbonske tvorevine. Dosta manji deo od njih prostire se preko mezozojskih (uglavnom trijaskih) i kenozojskih sedimenata. To znači da bi dotična mala povećanja ΔT mogla biti izazvana stenama ili Fe orudnjenjima u njima, odnosno mezozojskim i kenozojskim tvorevinama, od kojih ove druge ponegde sadrže pretaložena Fe ležišta. Takođe, ne isključuje se mogući uticaj i veštačkih objekata, kao i udeo morfologije terena u relativno magnetičnoj sredini.

Decidirano navedeno, uzročnici manjih povećanja ΔT po pojedinim terenima, izdvojenim u prethodnom poglavlju, bili bi sledeći.

Povećanja ΔT zapadno od linije Slatina—Matanovići, izazvana su karbonskim stenama ili Fe orudnjenjima — Novska pl., trijaskim tvorevinama — Gornji Agići, a ona na Japri (Čelopek, Blagaj) po svoj prilici veštačkim objektima. Uzročnici povećanja ΔT sa šireg prostora Donjeg Dobretina ne mogu se pouzdanije identifikovati, jer za ovaj deo prostora nedostaje odgovarajuća geološka karta. Vrlo verovatno u pitanju su karbonske (sa Fe rudama) ili trijaske tvorevine i veštački objekat — povećanje na Uni.

Brojne lokalne anomalije na prostoru D. Ljubija—Ljubija—Stari Majdan—Sanski Most uslovljene su uglavnom uzročnicima iz karbonskih tvorevina, s tim što je ovde evidentan uticaj Fe ležišta. Ovo se odnosi na anoma-

lije koje bar delom prostorno koincidiraju sa poznatim ležištima (Južna ležišta), ali čijem su postojanju mogli doprineti i veštački objekti, rudničke instalacije. To su anomalije kod Paljevine, Briševa (A), Drenovca i već tretirana pozitivna anomalija u predelu Adamuše. Mnoga na prilogu naznačena ležišta su povađena (Bregovi, Radak, Donja i Gornja Litica, Runjevica, Atlijina kosa, Kozin—Bjeljevac, Nova Litica, Briševo B, Pašina Kosa, Dimčevo Brdo), pa bar rudne magnetske indikacije ne bi trebalo očekivati, naravno ukoliko delovi ležišta nisu ostali skriveni. Anomalije koje se delom prostiru preko izvađenih ležišta ili njihovoj blizini, pripisujemo prevashodno uticaju skrivenih Fe orudnjenja, ne isključujući eventualno uticaj i stena. Takve su anomalije kod Dimčeva brda, Nove Litice, Runjevice i Pašine kose.

Na prostoru Sasina—Tramošnja—Bronzani Majdan—Kumoaruša anomalije su »trijaske« ili »karbonske«. Prve su isključivo »stenske« i nalaze se u predelu Tramošnje i Bronzanog Majdana. »Karbonske« anomalije, koje se prostiru na ostalom delu ovog prostora, izazvane su stenama ili Fe rudama.

Povišenja ΔT u rejonu Tomašice i Omarske ne mogu se a priori pripisati uticaju Fe ruda, mada su registrovana iznad ili u bližoj okolini Fe ležišta — primarnih i sekundarnih (u kenozojskim sedimentima). Sasvim je izvesno da su njihovom postojanju bar delimično doprineli i veštački ojbekti u predelu ležišta. Za anomalije izvan poznatih Fe ležišta ostaje dilema da li su rudnog, stenskog ili kombinovanog karaktera.

U prethodnom poglavlju pomenuti »sekundarni« uticaj na pravcu Đevar—Oštra Luka potiče od određene strukture koja je neznatno magnetičnija u odnosu na okolnu sredinu. Nije isključeno da je ova struktura i orudnjena, pa je treba u kontekstu nadalje prikupljenih podataka proučavati. Inače, poreklo šireg »regionala« ΔT, u kome se dotična struktura nalazi, je sva kako posledica izvesnih specifičnih geološko-strukturnih karakteristika dotičnog dela Sanskog paleozoika, koje takođe treba nadalje proučavati.

Postignuti rezultati iznad rejona sa poznatim ležištima (Južnih ležišta, Tomašice, Omarske) pokazuju da su postojeća (neizvađena) ležišta uglavnom delimično magnetski odražena, neka nikako i da perspektivnost dotičnih terena pretežno ističe grupa anomalija, sa kojom se kao rudno interesantni eksponiraju ne samo tereni u okviru rasprostranjenja pojedinačinih anomalija već i međuprostori. Detaljnije o rudnim (metalogenetskim) implikacijama aeromagnetskih podataka raspravlja se u narednom poglavlju, kroz selekciju (predlog) anomalija i terena za detaljnija ispitivanja.

Na osnovu aeromagnetskih podataka, izuzev bazičnih magmatskih stena ne sagledava se prisustvo drugih magmata. Takođe, ni razlomne strukture nisu vidnije ispoljene na anomalno magnetsko polje, osim dubinskog razloma koji baziti markiraju na pravcu Duga Kosa—Golo Brdo—Sabinjača. Saglasno ovome dobijeni aeromagnetski podaci ne doprinose osvetljavanju izvorišta i dovodnih puteva Fe materije, čije se postojanje predpostavlja na samom prostoru Sanskog paleozoika.

Anomalije i tereni predloženi za detaljnija ispitivanja

Iz napred izloženog proizilazi da Fe rude uglavnom mogu izazvati određene magnetske anomalije, ali da kad kada to isto mogu učiniti i same karbonske stene, u kojima se inače relativno magnetičnije Fe rude pretežno javljaju. Saglasno tome, u potencijalno interesantnom »karbonskom« prostoru nije moguće pouzdanije izvršiti selekciju anomalija na rudne i stenske bez odgovarajućih nazemnih ispitivanja. Zato se, za sada, kao rudno interesantne moraju uzeti praktično sve one anomalije koje se prostiru preko terena čiji recentni erozioni nivo izgrađuju karbonske tvorevine. Od anomalija registrovanih iznad drugih geoloških formacija, kao potencijalne indikacije do sada neotkrivenih Fe ležišta mogu se tretirati »pliocensko-kvartarne« u prijedorsko-omarskom polju, koje se nalaze izvan već detaljno istraživanih terena i veštačkih objekata, i delimično »tercijarne« anomalije u predelu Kamengrada i Brdara, dok su sve ostale (poglavito su na SI delu područja) evidentno stenskog karaktera.

Uopšte, može se reći da veći stepen perspektivnosti imaju anomalije koje se delom prostiru preko poznatih Fe orudnjenja, ili se nalaze u njihovoj okolini, kao i one koje se indirektno preko drugih anomalija iste zone nadovezuju na prostore sa Fe orudnjenjima. S druge strane postoji mogućnost da se neka eventualno postojeća skrivena Fe ležišta, zbog neprisustva feromagnetičnih minerala, nisu odrazila na anomalno magnetno polje (kao ni sva poznata), što znači da odsustvo anomalija nije pouzdan znak da ležišta zaista ne postoje. Saglasno dobijenim magnetskim indikacijama iznad rejona sa poznatim ležištima (Južnih ležišta, Tomašice, Omarske), proističe da neke grupe anomalija sa međuprostorima i na drugim geološki sličnim delovima ispitanog područja vrlo verovatno obeležavaju potencijalno perspektivne terene.

Sve u svemu, na području Sanskog paleozoika direktne indikacije prisustva Fe ležišta nisu izrazite i jednoznačne, a nisu dobijene ni markantnije magnetske strukture, koje bi svojim položajem u odnosu na poznata Fe ležišta indirektno doprinela još određenijoj selekciji rudno perspektivnih terena. Međutim, i pored neospornih teškoća, uvažavajući sve relevantne činjenice (geološke, geofizičke), izdvojili smo i na prilogu označili potencijalno perspektivne anomalije i terene, na kojima bi trebalo izvršiti odgovarajuća detaljnija ispitivanja. Zavisno od dobijenih rezultata ispitivanja bi se mogla proširiti i na okolne prostore. Označili smo sve one anomalije koje bi mogle biti u celini ili delom izazvane Fe orudnjenjima. Takođe, izdvojili smo i terene sa grupom — zonom anomlaija koje po našem shvatanju obeležavaju potencijalno perspektivne prostore, izvan rejona sa poznatim ležištima.

Pojedinačno treba proveriti — detaljnije ispitati sve anomalije za koje postoji mogućnost da su, pored eventualno nekog drugog uzročnika (stene, veštačkog objekta), izazvane Fe orudnjenjem — v. prilog. Posebnu pažnju treba obratiti na anomalije iz rejona sa poznatim ležištima — Južnih ležišta, Tomašice i Omarske, ukoliko dotični tereni ranije nisu detaljnije istraživani a anomalije nisu posledica veštačkih objekata koje nismo mogli sagledati po postojećim topografskim kartama. Ispitivanja treba izvesti čak i na anomalijama koje su registrovane iznad povađenih ležišta, zbog mogućnosti

nosti da su zaostale značajnije (skrivene) rudne rezerve. Trebalo bi preispitati i stepen istraženosti međuprostora, između poznatih ležišta, odnosno između registrovanih anomalija, saglasno verovatnoći da grupe anomalije sa međuprostorima obeležavaju rudno perspektivne terene koje u celini treba d e t a l j n i j e ispitati. Izuzetno interesantne anomalije kod Kamengrada i Brdara treba detaljnije ispitati shodno mogućnosti da su delom izazvane pretaloženim Fe rudama.

Potencijalno perspektivne terene sa grupom — zonom anomalija izdvojili smo izvan rejona sa poznatim ležištima, na prostorima koji, koliko nam je poznato, nisu do sada detaljnije ispitivani. Izdvojeni su (v. prilog): Majdan pl., Bibića Kosa—Đevar, Oštra Luka, Strane—Dugorat, Obrovac, Komoaruša—Bronzani majdan i Piskavica. Posebno je interesantan teren kod Piskavice, čije se anomalije prostiru preko kvartarnih tvorevina. Postoji mogućnost da ove anomalije indiciraju pretaložena Fe ležišta, slična onim u predelu Omarske, ali moguće je da su posledica uticaja i sedimentnih tvorevina izgrađenih od odlomaka obližnjih bazita.

ZAKLJUČAK

1. Aeromagnetska ispitivanja na širem području Sanskog paleozoika izvedena su 1981/82. godine u cilju istraživanja ležišta gvožđa. Merenja totalnog intenziteta magnetskog polja Zemlje izvršena su visokoosetljivim protonskim magnetometrom, pri međumaršrutnom odstojanju 250 m i prosečnoj relativnoj visini leta od oko 150 m.

2. Na osnovu dobijenih aeromagnetskih podataka proističe da je geomagnetsko polje ispitanog područja slabo poremećeno, sa izuzetkom krajnjeg severoistočnog dela terena. Na najvećem delu područja intenzitet anomalnog polja je u intervalu ± 50 nT. Ekstremne merene vrednosti ΔT intenziteta su —66 i 240 nT. Karakteristični su slaba zastupljenost izrazitijih individualisanih anomalija i brojna pojava lokalnih anomalija (relativnih povećanja) intenziteta 2—4 nT.

3. Bazirajući se prevashodno na podacima osnovne geološke karte i magnetskim karakteristikama stena i ruda došlo se do zaključka da su osnovni uzročnici registrovanih anomalija baziti (serpentiniti, dijabazi, gabrovi), Fe rudna ležišta i karbonske stene u kojima se Fe rude pretežno nalaze. Shvatanje o mogućoj prirodi uzročnika anomalija grafički je izraženo na prilogu.

4. Imajući u vidu sve relevantne geološke i geofizičke činjenice izvršena je selekcija potencijalno perspektivnih anamolija i terena, na kojima bi trebalo izvršiti detaljnija ispitivanja. Ukazano je na sve one magnetske strukture koje bi u celini ili delom mogle biti izazvane do sada neotkrivenim Fe orudnjenjima.

5. Bez obzira što direktne i indirektne indikacije prisustva Fe ležišta uglavnom nisu izarazite i jednoznačne, i postignuti rezultati u potpunosti potvrđuju celishodnost izvršenih aeromagnetskih ispitivanja. Područje Sanskog paleozoika, koje je geološki gledano potencijalno interesantno za otkrivanje novih Fe rudnih ležišta, u celini je obuhvaćeno bar jednim anomalnim poljem — magnetskim, kroz koga su sagledani svi oni tereni na koje se po magnetskim indikacijama u buduće može računati u smislu

proširenja ukupnih rudnih rezervi Fe, a možda i drugih sirovina. Dobijeni rezultati su preporuka i da sva druga potencijalno rudonosna područja, bez obzira na stepen magnetičnosti ruda, treba prekriti detaljnim visoko preciznim aeromagnetskim ispitivanjima.

Predato za štampu 9. XI 1983. Recenzent dr Radule Popović

LITERATURA

1. Čelebić Đ. i dr., 1970: Geološka studija ležišta željeznih ruda u Sansko-unskom paleozoiku. FSD rudnika Ljubija.
2. Jurić M., 1971: Geologija područja Sanskog paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni. Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. XI, Sarajevo.
3. Jurić M., 1975: Potencijalnost Sanskog paleozoika na željeznim rudama. I Savetovanje »Geologija željeznih ruda u SFRJ«, Ljubija.
4. Jurić M., 1977: Tumač OGK lista Prijedor. Geoinženjering, Sarajevo.
5. Podubsky V., 1970: Litostratigrafski razvitak paleozoika u severozapadnoj Bosni. FSD rudnika Ljubija.
6. Sunarić O., 1976: Kamengradski ugljeni basen. Mineralne sirovine BiH, tom I, Sarajevo.
7. Šarac M., 1981: Metalogenetske karakteristike rudonosne oblasti Ljubije. Doktorska disertacija, Zenica.
8. Vitaljić B. i dr., 1980: Osnovne smjernice u okviru geoloških istraživanja za srednjoročni period 1981—1985. godine. Bilten RŽR »Ljubija«, Prijedor.
9. Vukašinović S., 1983: Izveštaj o aeromagnetskim istraživanjima ležišta gvožđa na širem području Sanskog paleozoika. FSD Geoinstituta, Beograd.

Summary

RESULTS OBTAINED IN AEROMAGNETIC EXPLORATION FOR IRON ORE DEPOSITS OF THE SANA PALEOZOIC AREA

by

Slobodan Vukašinović

The data obtained by aeromagnetic exploration in Sana Paleozoic area were as used as a basis in selection of potential surfaces that may contain the iron ore deposits (see the accompanying illustration). The all magnetic structures, supposedly caused by completely or partially by concealed iron ore deposits, were also indicated.

AROMAGNETSKA-STRUKTURNA KA
ŠIREG PODRUČJA SANSKOG PALEOZ

AEROMAGNETIC-STRUCTURAL MA
OF SANA PALEOZOIC AREA

1000m 0 1 2 3 4
(KM)

BOS. NOVI
Golubnica
Blagaj Japra
Svodna
Đakovići
Donji Dobretin
UNA
Rudice
Novska planina
Pb-Zn
Pb-Zn
Brezičani
Raškovac
PRIJEDOR
Kozarac
Cu
Matanovići
Hambarine
SANA
D.Ljubija
Ljubija
Gornji Agići
Tisova kosa
Jakupića
Artiljina
Cigankina
Palikuća
Majdan
Vukulja
Drenovac
Bibići Kosa
Slatina
Oštra Luka
Tadašica
Omarska
Tevanovići
Kamičaruša
St. Majdan
Džeđar
Okreč
Vrše
Glavića
G.Kamengrad
Brdari
Sasina
Strane
Dugorat
Razboj
Obrvac
SANSKI MOST
G.Tramošnja

GRANICA AEROMAGNETSKI ISPITANOG PODRUČJA
-THE BOUNDARY OF AREA INVESTIGATED BY AEROMAGNETIC METHOD

RUDNE POJAVE
-ORE OCCURRENCES (Fe,Pl-Zn,Cu)

a) Fe LEŽIŠTA a) U EKSPLOATACIJI ILI ISTRAŽIVANJU b) IZVAĐENA
b)-Fe DEPOSITS a) IN EXPLOITATION OR IN EXPLORATION b) EXPLOITED

IZOANOMALE ΔT INTENZITETA; MINIMALNA EKVIDISTANCA 50nT
-IZOANOMALIES ΔT INTENSITY; MINIMUM CONTOUR INTERVAL 50nT

BAZITI (SERPENTINITI, DIJABAZI, GABROVI)
-BASIC ROCKS (SERPENTINITE, GABBRO, DIABASE)

KARBONSKE STENE
-CARBONIFEROUS ROCKS

MEZOZOJSKE TVOREVINE (UGLAVNOM TRIJASKE)
-MESOZOIC ROCKS (MOSTLY TRIASSIC)

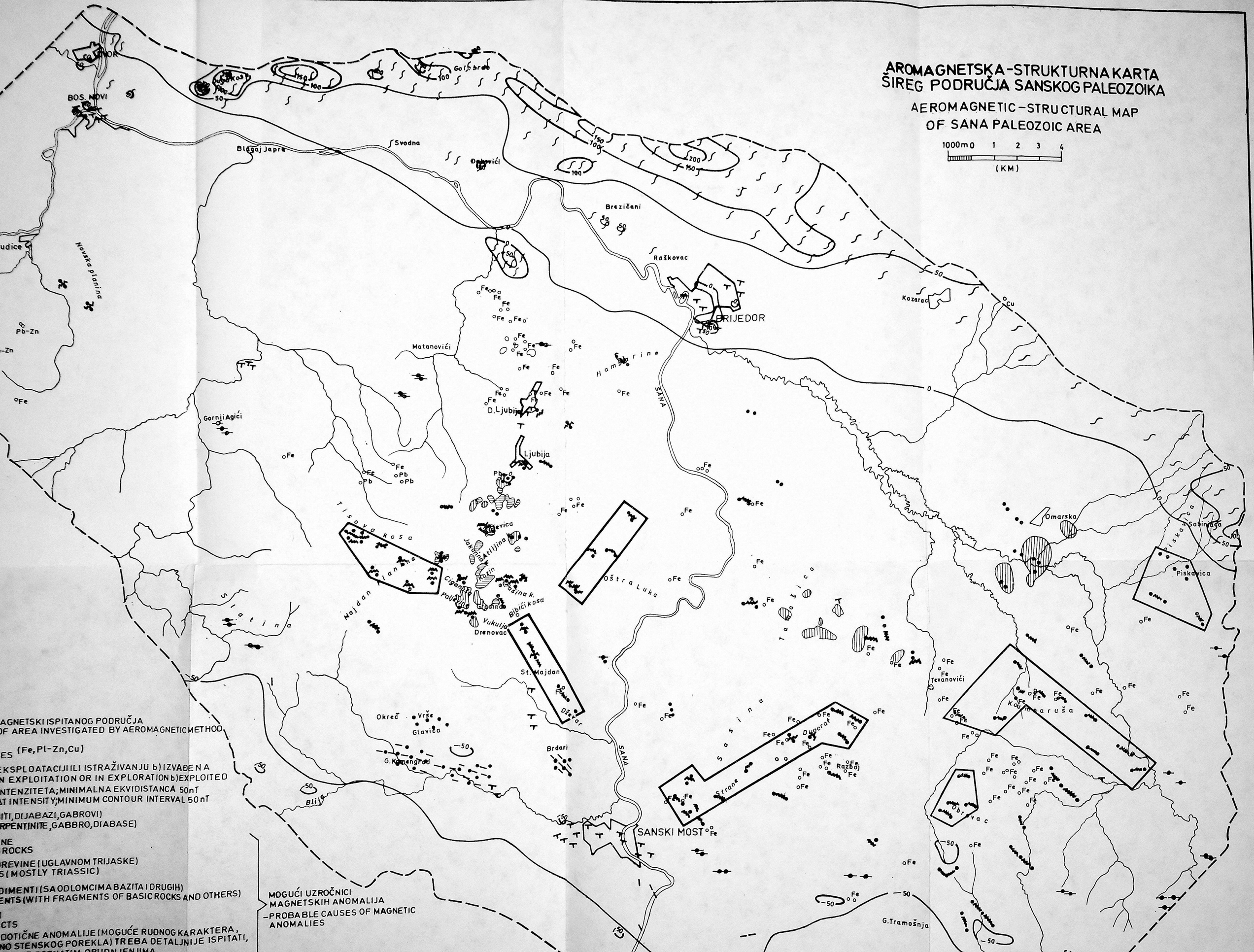
KENOZOJSKI SEDIMENTI (SA ODLOMCIMA BAZITA I DRUGIH)
-KENOZOIC SEDIMENTS (WITH FRAGMENTS OF BASIC ROCKS AND OTHERS)

VEŠTAČKI OBJEKTI
-MAN MADE OBJECTS

Fe ORUDNJENJA - DOTIČNE ANOMALIJE (MOGUĆE RUDNOG KARAKTERA,

MOGUĆI UZROČNICI MAGNETSKIH ANOMALIJA
-PROBABLE CAUSES OF MAGNETIC ANOMALIES

ANOMALIJE INTENZITETA <50nT
ANOMALIES INTENSITY <50nT


AROMAGNETSKA-STRUKTURNA KARTA
ŠIREG PODRUČJA SANSKOG PALEOZOIKA
AEROMAGNETIC-STRUCTURAL MAP
OF SANA PALEOZOIC AREA
1000m 0 1 2 3 4
(KM)
BOS. NOVI
Svodna
Blagaj Japra
Novska planina
Brezičani
Raškovac
BRIJEDOR
Kozarac
Matanovići
Hambarine
SANA
D.Ljubija
Ljubija
Gornji Agići
Tisova kosa
Majdan planina
Oštra Luka
Tabašica
Omarska
Piskavica
Sabinjaca
Slatina
Drenovac
St. Majdan
Dževar
Okreč
Vrše
Glavica
G.Komengrad
Brdari
Sasina
Strane
Dugorat
Razboj
Tevanovići
Kozmoaruša
Obrovac
SANSKI MOST
G.Tramošnja
Pb-Zn
Fe
Pb
Cu
MOGUĆI UZROČNICI
MAGNETSKIH ANOMALIJA
-PROBABLE CAUSES OF MAGNETIC
ANOMALIES
AGNETSKI ISPITANOG PODRUČJA
OF AREA INVESTIGATED BY AEROMAGNETIC METHOD
ES (Fe,Pl-Zn,Cu)
EKSPLOATACIJI ILI ISTRAŽIVANJU b) IZVAĐENA
N EXPLOITATION OR IN EXPLORATION b) EXPLOITED
NTENZITETA; MINIMALNA EKVIDISTANCA 50nT
AT INTENSITY; MINIMUM CONTOUR INTERVAL 50nT
ITI, DIJABAZI, GABROVI)
RPENTINITE, GABBRO, DIABASE)
NE
ROCKS
REVINE (UGLAVNOM TRIJASKE)
S (MOSTLY TRIASSIC)
DIMENTI (SA ODLOMCIMA BAZITA I DRUGIH)
ENTS (WITH FRAGMENTS OF BASIC ROCKS AND OTHERS)
CTS
DOTIČNE ANOMALIJE (MOGUĆE RUDNOG KARAKTERA,
NO STENSKOG POREKLA) TREBA DETALJNIJE ISPITATI,

Rudice
Novska planina
Pb-Zn
Pb-Zn
Fe
Gornji Agići
Matanovići
D.Ljubija
Ljubija
Tisova kosa
Ivanna
Majdan
Sitarica
Jakin
Artilijina
Cigančica
Palikuća
Bosina k.
Bibići kosa
Vukulja
Drenovac
St. Majdan
Džeđar
Okreč
Vrše
Glavica
G. Kamengrad
Brđani
Bliji
Brezičani
Raškovac
PRIJEDOR
Kozarac
Cu
Hambarine
SANA
Oštra Luka
Sasina
Dugorat
Strane
Razboj
SANSKI MOST
Omarska
Tasa šica
Tevanovići
Kamaruša
Obrvac
G.Tramošnja
0
50
150

GRANICA AEROMAGNETSKI ISPITANOG PODRUČJA
-THE BOUNDARY OF AREA INVESTIGATED BY AEROMAGNETIC METHOD

RUDNE POJAVE
-ORE OCCURRENCES (Fe, Pl-Zn, Cu)

a) Fe LEŽIŠTA a) U EKSPLOATACIJI ILI ISTRAŽIVANJU b) IZVAĐENA
b) -Fe DEPOSITS a) IN EXPLOITATION OR IN EXPLORATION b) EXPLOITED

IZOANOMALE ΔT INTENZITETA; MINIMALNA EKVIDISTANCA 50nT
-IZOANOMALIES ΔT INTENSITY; MINIMUM CONTOUR INTERVAL 50nT

BAZITI (SERPENTINITI, DIJABAZI, GABROVI)
-BASIC ROCKS (SERPENTINITE, GABBRO, DIABASE)

KARBONSKE STENE
-CARBONIFEROUS ROCKS

MEZOZOJSKE TVOREVINE (UGLAVNOM TRIJASKE)
-MESOZOIC ROCKS (MOSTLY TRIASSIC)

KENOZOJSKI SEDIMENTI (SA ODLOMCIMA BAZITA I DRUGIH)
-KENOZOIC SEDIMENTS (WITH FRAGMENTS OF BASIC ROCKS AND OTHERS)

VEŠTAČKI OBJEKTI
-MAN MADE OBJECTS

Fe ORUDNJENJA -DOTIČNE ANOMALIJE (MOGUĆE RUDNOG KARAKTERA, PORED EVENTUALNO STENSKOG POREKLA) TREBA DETALJNIJE ISPITATI, UKOLIKO NISU IZAZVANE POZNATIM ORUDNJENJIMA
-Fe MINERALIZATIONS -THESE ANOMALIES TO BE INWESTIGATED IN MORE DETAILS

TERENI SA GRUPOM ANOMALIJA KOJE, POREĐ DOSADA ISTRAŽIVANIH REJONA SA POZNATIM LEŽIŠTIMA, TREBA U CELINI (ANOMALIJE I MEĐU PROSTORE) DETALJNIJE ISPITATI
-SURFACES TO BE INVESTIGATED (BOTH ANOMALIES AND INTERVENING SPACES) IN MORE DETAILS

MOGUĆI UZROČNICI MAGNETSKIH ANOMALIJA
-PROBABLE CAUSES OF MAGNETIC ANOMALIES

RADOVI Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
PROCEEDINGS of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Antonije Antonović

UDK 553.495 (497.11)
Originalni naučni rad

ISTRAŽIVANJE URANA NA CERU I IVERKU (SRBIJA) I JEDAN SUBJEKTIVISTIČKI PRISTUP

Ključne reči: uran, radiometrija, sedimenti, graniti

UVOD

Područje Cer — Iverak (granitoidni masiv Cera i tercijarni sedimenti Iverka) spada u pet najviše istraživanih uranonosnih lokalnosti u Jugoslaviji, pored Žirovskog vrha, Bukulje, Janje i Zletovske reke, mada je doskora bio i najmanje poznata lokalnost u stručnoj javnosti u tom smislu. O istraživanju urana je naime bio poznat samo jedan rad i to isključivo o Iverku (Antonović, Todorović, 1961), a nedavno je objavljen, gotovo istovremeno u dva glasila, identičan članak o istraživanuj urana na Ceru i Iverku (Višić, Simić, 1981, 1982, u daljem tekstu V. S.). Ovaj pomenuti rad zaslužuje pažnju ne samo zbog novih, dosada neobjavljivanih podataka o istraživanju urana na tom području, već i zbog toga što iznoseći nove ali ne i celokupne rezultate, od kojih su neki bitno značajniji od navedenih, autori donose zaključke koji prevazilaze domet prikazanih rezultata. Ovo se odnosi i na suštinske razlike u oceni stepena istraženosti u tom radu i onoga što će ovde biti izneseno. Iz celokupne intonacije, navoda i zaključaka u pomenutom radu (Višić, Simić) proizlazi da istraživanja urana na ovom području tek predstoje. Naš prikaz govori o tome da su istraživanja Iverka i Cera prkatično završena, izuzev nekih određenih mikrolokacija isključivo u granitoidima Cera.

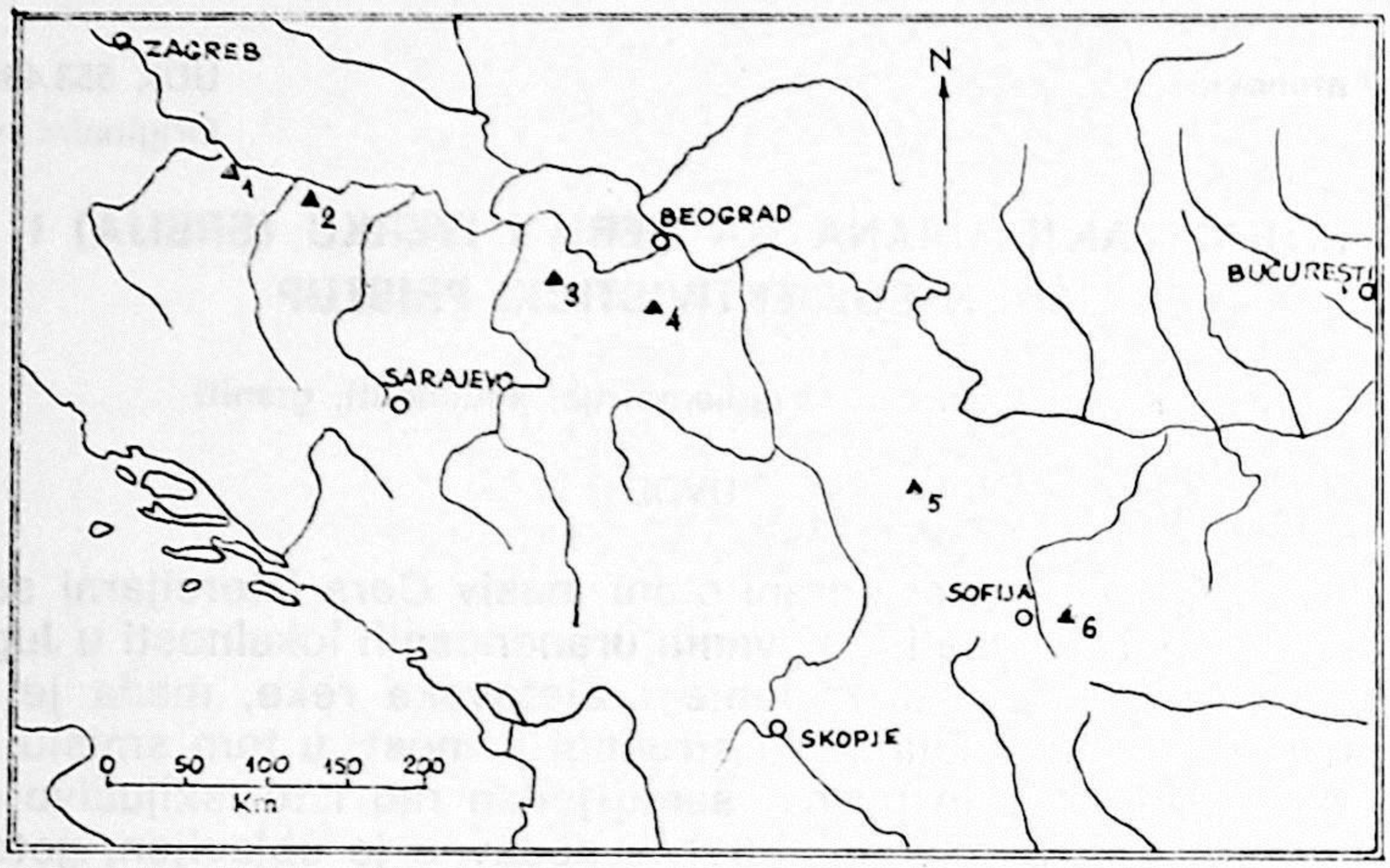
Subjektivizam u naučnim istraživanjima bilo kog nivoa nije ništa novo kako u nas tako i u svetu. Pod ovim se često podrazumeva manje-više svesno modifikovanje rezultata istraživanja uključujući i prenaglašavanje jednih kao i prećutkivanje drugih rezultata. Ova modifikovanja se po pravilu vrše u cilju obezbeđivanja kontinuiteta finansijskih sredstava koja obično zavise od rezultata istraživanja.

U našoj geološkoj naučno-istraživačkoj delatnosti pojavljuje se specifičan subjektivizam, koji je direktan odraz društveno-ekonomskog položaja i načina finansiranja, posebno u kontekstu neadekvatne parcelizacije samostalnih organizaciono-ekonomskih jedinica.

Kako se u radu Višića i Simića daleko najviše prostora posvećuje radiometrijskim metodama (sa prenaglašenim akcentom na geofizički atribut), a kako je čak i današnja edukaciona osnova mnogih istraživača ne-

dovoljna za razumevanje karaktera ove metodologije, treba o ovome nešto više reći.

Radiometrija u celini predstavlja veoma efikasnu i egzaktnu metodu, posebno kada je reč o tačnom doziranju najminimalnijih količina prirodnih i veštačkih radioizotopa. Zato je radiometrija pre svega analitička, a zatim detekciona metoda i kao takva ima široku primenu ne samo u geologiji,



Sl. 1 Položaj Savsko-Staroplaninskog niza malih granitskih intruzija, delom uranonosnih. 1. Prosara, 2. Motajica, 3. Cer, 4. Bukulja, 5. Janja, 6. Buhovo.

Fig. 1 Location of the Sava — Stara Planina sequence of the small granitic intrusions, partly uraniferous. 1. Prosara, 2. Motajica, 3. Cer, 4. Bukulja, 5. Janja, 6. Buhovo.

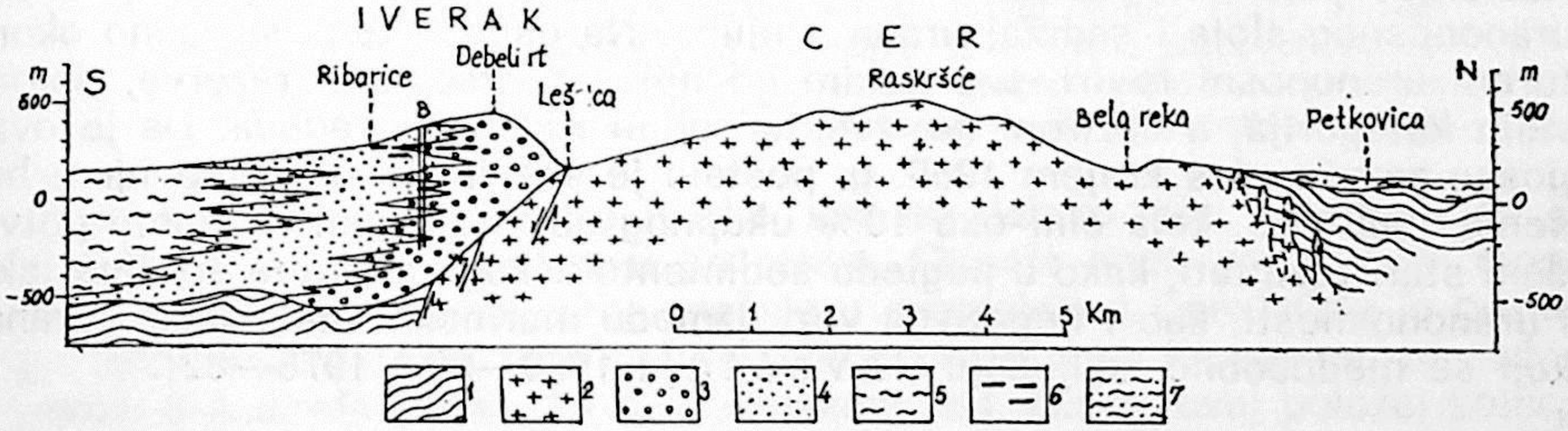
već i u mnogim drugim oblastima naučne i privredne delatnosti (medicina, biologija, agronomija, industrija), zatim u zaštiti čovekove sredine (akcidentne situacije nuklearnih reaktora, široka upotreba radioaktivnih izotopa) i najzad u vojne svrhe. U tom cilju u geologiji se primenjuju detekcioni i dozimetrijski uređaji za određivanje prirodnih radioizotopa u stenama, tlu, vazduhu i vodama (gama i alfa brojači i detektori). Ova merenja se primenjuju ne samo za istraživanje urana, mada je to najveći domen, već u geohemijskim ispitivanjima uopšte, zatim u hidrogeologiji, gde se upotrebljavaju i veštački radioizotopi (tricijum) kao traseri. Ona se isto tako koriste pri određenim metodama za određivanje apsolutne starosti stena i minerala (geohronologija). Uzgred rečeno, za nauku i priktičnu primenu je besmisleno i beznačajno dali je radiometrija geofizička metoda ili ne, što se vidi iz gore navedenih domena primene. Bitno je međutim da radiometrijske metode, kao i svaka druga izolovano primenjena, imaju ograničen domet, ali dobijaju svoj puni smisao u kombinovanoj primeni sa drugim metodama. To je i smisao kritike određenog »šovinističkog« pristupa koji je osiromašio naučna saznanja o uranonosnosti Cera i Iverka, čak i kada se radi o samim radiometrijskim metodama. U ovom radu se, između ostalog navodi i njihova primena, koja u radu V i š i ć a, S i m i ć a, nije spomenuta.

Kratak pregled geologije Cersko-iveračkog kompleksa

Izvan tematike istraživanja urana, o ovom kompleksu, posebno o Ceru postoji znatna literatura. Pored Osnovne geološke karte — listovi Zvornik i Vladimirci (Mojsilović et al., 1976, Geozavod, Beograd, 1971) najznačajnije radove o granitoidima Cera prikazali su V. Knežević (1959/60), S. Divljan et al. (1978) i dr. Značajna ispitivanja vršena su u okviru neobjavljene studije o granitoidima (S. Pavlović et al., 1963—65). Svi navedeni radovi, pored ranije spomenutog rada o Iverku (Antonović, Todorović, 1961) dovoljno govore o geologiji ovog kompleksa. Ono što ipak treba istaći sastoji se u sledećem. Granitoidni masiv Cera samo je jedan od gotovo idealno nanizanih granitoidnih malih proboja — Prosara, Motajice, Cer, Bukulja i dalje ka istoku — Janja i Buhovo (sl. 1). Pored prostorne i svakako regionalno-strukturne koincidencije, između njih postoje i druge sličnosti, ali i razlike. Masivi Cera i Bukulje na pr., koji su prostorno bliski, slični su po veličini i tektonsko-strukturnim karaktersitikama, naročito u odnosu na tercijarne sedimente na njihovim južnim obodima, koji su i znatno uranonosni. Sličnost je isto tako velika i po geohemijskoj specijalizaciji (U, Sn, Be). Oni se međutim znatno razlikuju u petrološkoj građi, zatim po opštoj uranonosnosti odn. po intenzitetu i karakteru koncentracija urana.

U sastav granitoida Cera ulaze različiti tipovi granitoida i njihovih žičnih ekvivalenata kao biotitski i biotitsko amfibolski granodioriti, dvoliskunski graniti, delom sa porfirobastima muskovita, granitporfiri, turmalinski graniti, aplitoidni graniti, lamprofiri i pegmatiti odn. kvarcno-feldspatske i aplitske žice. Granitoidi Bukulje su daleko jednostavniji i sastoje se uglavnom od normalnozrnastog i porfiroidnog granit monconita sa pegmatitskim žicama, koje su neuporedivo ređe nego kod Cerskog masiva (OGK, listovi Zvornik, Mojsilović et al., 1976, Kragujevac, Brković et al., 1979. i Gornji Milanovac, Filipović I., 1971). Raznovrsnost petroloških tipova kod granitoida Cera uslovljena je oživljavanjem magmatskih procesa koji se ogledaju u višefaznoj alkalno-silicijskoj metasomatozi, koja se posebno ogleda u biotizaciji i grajzenizaciji (Divljan et al, 1978).

O uranosnosti biće reči kasnije, u prikazu rezultata istraživanja na Ceru. Ovde treba samo jasno istaći da pojam uranosnosti nije jedinstven, već treba razlikovati primarni odn. stenski i sekundarni uran, unesen posle



Sl. 2 Šematski profil Cera i Iverka. 1. Metasedimenti (permokarbon), 2. granitoidi, 3. facija konglomerata, 4. facija peščara i 5. facija glina (srednji miocen), 6. uranonosni nivoi, 7. peskovita glina (pliocen).

Fig. 2 Schematic Cer and Iverak section. 1. Metasediments (Perocarboniferous), 2. granitoides, 3. conglomerate facies, 4. sandstone facies, 5. clay facies (Middle Miocene), 6. uraniferous horizons, 7. sandy clay (Pliocene).

magmatske konsolidacije granita, u čemu je i glavna razlika granitoidnih masiva Cera i Bukulje.

Kada je reč o kompleksu Cer-Iverak, misli se u prvom redu na sedimente Iverka, koji su nastali intenzivnim razaranjem i spiranjem granitoida Cera, deponovanih na južnom obodu granitoida, ispunjavajući duboku depresiju, uz stalno izdizanje masiva Cera. Sedimenti na severnom obodu granitoida razlikuju se od onih na Iverku u svakom pogledu, što, pored ostalog, čini profil izrazito asimetričnim. Pored razlike u debljini (na Iverku oko 1000 m, na severu do 200 m) i sedimentološkom karakteru, što se vidi i na šematskom profilu sever-jug (sl. 2, delom prema Antonoviću—Todoroviću, 1961), oni se razlikuju i po starosti (Na Iverku — srednji miocen, na severu — pliocen) kao i po koncentracijama urana, koje na severu do sada nisu zapažene.

Novi podaci o istraživanju i kritika subjektivističkog pristupa

Ova se kritika odnosi, kako je već rečeno, na pomenuti rad V., S., gde je prikazana retrospektiva velikog obima istraživanja, od kojih je pak najveći deo, inicirajući i usmeravajući dalja istraživanja, davno prevaziđen i ima samo edukativan značaj. Pored toga što se nađu i neprovereni podaci, najveća zamerka je upućena ignorisanju ogromnog obima drugih istražnih radova, naročito kada se donose zaključci, kao da je vreme delom stalo još daleke 1958. godine, posebno kada je reč o sedimentima Iverka. Novi, neobjavljeni rezultati u našem radu odnose se upravo na one delove terena, koji se prema kriterijumima iznetim u članku V., S. označeni kao perspketivni. Svi citati su navedeni prema radu V., S., 1981.

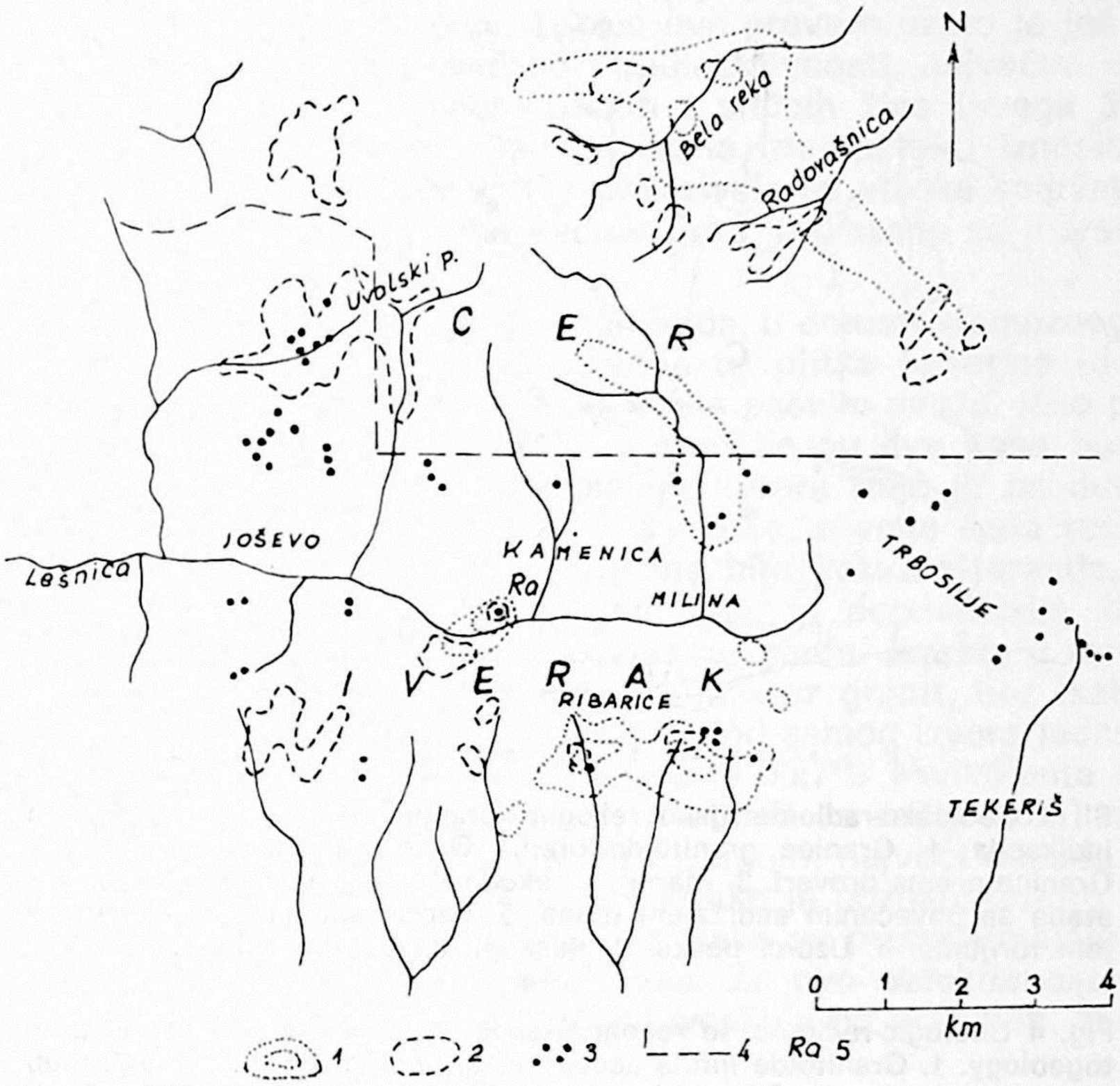
Tercijarni sedimenti Iverka

Za Iverak je karakterističan sledeći citat: »Na osnovu prikazanih rezultata jasno se izdvaja teren od značaja za dalje istrživanje. Njegova površina iznosi 30 km^2« (str. 30). Nigde se međutim ne pominje da je upravo ta površina pokrivena mrežom od oko 120 bušotina, sa dvema kategorijama rastojanja — 100 i 500 m, ukupne metraže oko 12.000 m, što je za istraživanje uranonosnosti sedimenata na takvoj površini više nego dovoljno. Radiometrijskim karotažom utvrđena je tačna debljina svakog i najmanjeg uranonosnog sloja i sadržaj urana u njima. Na osnovu toga su jasno okontureni uranonosni reviri, a u nekim od njih su izračunate rezerve, delom viših kategorija, a obzirom na izvestan obim rudarskih radova. Da je ovaj posao završen još krajem 1959. g. postalo je sasvim jasno kampanjom bušenja 1980—83, koja čini oko 10% ukupnog obima, kojom su samo potvrđeni stari rezultati, kako u pogledu sedimentološkog karaktera sredine tako i uranonosnosti, kao i negativna veza između marinskih mekušaca i urana, koji se međusobno isključuju (Izveštaji 1958—60 i 1978—82).

Granitoidi Cera

Sa istraživanjem urana u granitoidima Cera stvari stoje nešto drugačije. U kampanji 1958—60 g. vršena su radiometrijska prospekciona ispitivanja iz vazduha i na zemlji — automobilska i pešačka (sl. 3). Od mno-

gobrojnih anomalija odabrana je samo jedna za proveru, Mijajlovića potok (na sl. 4 — M.P.) gde su urađena dva raskopa i jedna bušotina. U ovoj bušotini je presečena koncentracija urana od par stotina ppm, ali je bila vezana za pegmatitsku žicu. Tadašnja istraživanja urana vršena su sa velikom hitnjom, takoreći u grču. Išlo se na najperspektivnije lokalnosti prema rezultatima radiometrijske prospekcije. Zato su svi radovi bili »uraganski«

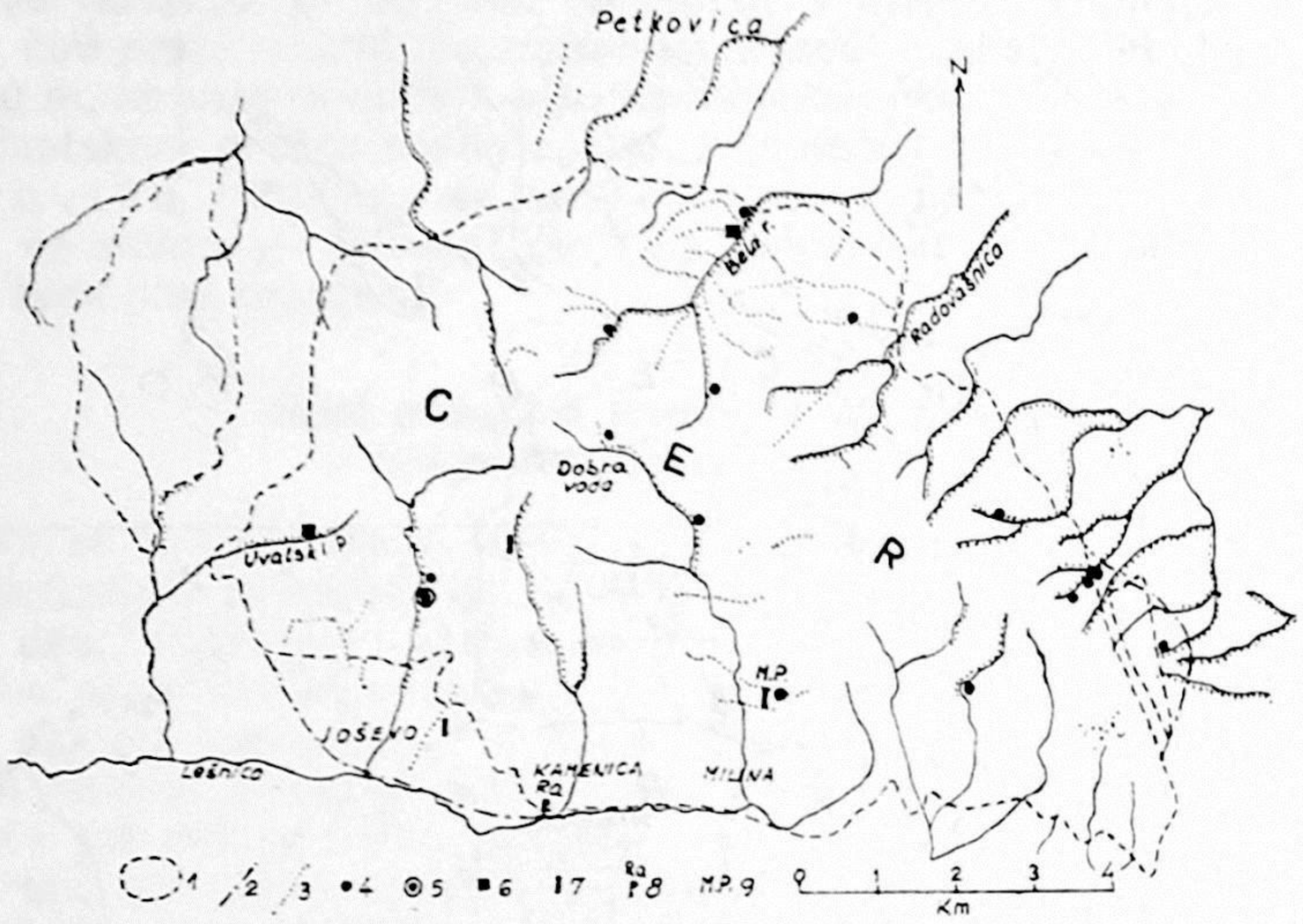


Sl. 3 Rezultati gama prospekcije (Višić, Simić, 1981, sl. 2, 4 i 5). 1. Automobilska prospekcija, izorade 16 i 20 μR/h. 2. Prospekcija iz vazduha, izorade 16 μR/h. 3. Pešačka prospekcija, gama radioaktivnost preko 20 μR/h. 4. Granica pešačke prospekcije. 5. Radioaktivni izvor.

Fig. 3 Results of the gamma ray survey (Višić, Simić, 1981). 1. Carborne prospection, isorades 16 & 20μR/h. 2. Airborne prospection, isorades 16 μR/h. 3. Ground prospection, gamma radioactivity above 20 μR/h. 4. Limits of the ground prospection. 5. Radioactive source.

koncentrisani na sedimente Iverka, koji su daleko više obećavali od granitoida, a koji su tada ostali po strani. Otkuda onda »fama« o mogućnosti orudnjenja ekonomskog značaja u grantoidima Cera? Ona je pre svega inicirana otkrićem jako radioaktivnog izvora kod Kamenice, na južnom obodu granitoida (na sl. 3 i 4 sa oznakom Ra). Zatim, ovaj položaj koincidira sa zonom alteracije i kataklaziranja na južnom obodu sličnog susednog granitskog masiva Bukulje (Paun stena), gde su otkrivene značajne koncentracije urana. Kako su kasnije zamašna žična orudnjenja otkrivena u granitima Bukulje, nešto severnije od kontakta sa sedimentima, fama o Ceru je još više oživela. Ona je doprinela da su prenebregnute i neke či-

njenice, pa se i danas u članku V., S. tvrdi: »Praktično se zna da su neke od anomalija iz grupe Milinska reka prouzrokovane uranskom mineralizacijom kontrolisanom rasednim zonama« (str. 35). To tvrđenje je proizvod fame i žarke želje svih istraživača da se tako nešto nađe, što nažalost do sada nije potvrđeno. U daljem tekstu navedeni su rezultati svih onih istraživanja koja nisu navedena u članku V., S.



Sl. 4 Geološko-radiometrijsko rekognosciranje i provera fotogeoloških indikacija. 1. Granice granitoida prema Osnovnoj geološkoj karti. 2. Granice prema proveri. 3. Maršrute rekognosciranja i provere. 4. Uzorci stena sa povećanim sadržajem urana. 5. Uzorak sa povećanim sadržajem torijuma. 6. Uzorci peska. 7. Raskopi. 8. Radioaktivni izvor. 9. Mijajlovića potok.

Fig. 4 Geologic-radiometric reconnaissance and ground control of photogeology. 1. Granitoide limits according to geologic map. 2. Controlled granitoide limits. 3. Reconnaissance and control itineraries. 4. Rock samples with higher uranium content. 5. Sample with higher thorium content. 6. Sand samples. 7. Trenches. 8. Radioactive source. 9. Mijajlovića potok locality.

Nova kampanja započeta je 1977. g. studijskim ispitivanjima granitoida u pogledu sadržaja urana i drugih elemenata, (V. F i l i p o v i ć, 1980), kao nastavak ispitivanja granitoida Jugoslavije (P a v l o v i ć e t a l, 1963). Ovim novijim ispitivanjima (1977), došlo se do interesantnih podataka. Hemijski (ukupni) srednji sadržaj je iznosio 3,2 ppm, dok je radiometrijski određivan srednji sadržaj urana bio 6,6 ppm, što je ukazivalo na uran vezan za teško rastvorljive akcesorne minerale. Ovi podaci se odnose na sve granitoide, dok su jedino muskovitski graniti sadržali oko 40% manje urana, što je najverovatnije posledica metazomatskih procesa odn. grajzenizacije. Upoređenja radi, graniti Bukulje sadrže srednje 4,1 ppm hemijski određivanog (ukupnog) urana.

Godine 1978, novi pristup istraživanju urana nije se sastojao u primeni samo »opitno-metodskih geofizičkih ispitivanja« (V., S. str. 26) već i u primeni najsavremenijih metoda daljinske detekcije (satelitski skano-

grami, fotogeologija) u kombinaciji sa zemaljskom geološko-radiometrijskom proverom. Posebno su značajna blia fotogeološka ispitivanja, koja su se pokazala efikasnim na Bukulji u registrovanju zona alteracije. Pokazalo se međutim da u granitoidima Cera ima malo altercija, a one otkrivene proveravane su raskopavanjem (sl. 4). Ukupno je urađeno 9 raskopa, iz kojih je analizirano 12 proba (6 iz lokalnosti Mijajlovića potok) u kojima je najveći sadržaj urana iznosio 58 ppm. Tokom ove provere uzeto je još 26 uzoraka iz raznih lokalnosti sa povećanom radioaktivnosti, najvećim delom iz sasvim svežih granitoida ili pegmatitskih i sličnih žica (svega 3 uzorka iz alterisanog granita). Najveći sadržaj urana (pegmatoid) iznosio je 240 ppm, srednje oko 40 ppm. Dva uzorka pokazivala su visoke sadržaje torijuma — do 300 ppm. Na sl. 4, južne padine Cera, prikazane su maršrute ove provere (I z v e š t a j i, 1978).

Vratimo se sada južnom obodu granitoida, u domen »famoznog« radioaktivnog izvora. Ovde su 1963. g. izbušene tri plitke bušotine (do 20 m) u neposrednoj okolini izvora, koje su presekle sasvim sveže, jako pegmatitonosne granite. Tokom 1980. i 1981. g. urađene su dve kose bušotine u pravcu granita, od kojih jedna ispod samog izvora (ona je na dubini oko 100 m presekla kanal, tako da je izvor presušio, a voda sada teče iz bušotine). Ni u jednoj od njih nije presečena bilo kakva alteracija, a mnogobrojna povećanja radioaktivnosti vezana su za pegmatitske žice. Još 1959. g. jedna vertikalna bušotina na severnoj padini Iverka, u tercijarnim sedimentima, zadnjih desetaka metara išla je kroz granit, bez ikakvog povećanja radioaktivnosti. Najzad, ove 1983. g. kod samog izvora jedan uzorak površinske gline, pokazao je sadržaj od čitavih 0,27% ekvivalenta radijuma (toliki bi bio sadržaj urana da je bio u ravnoteži sa radijumom) ali svega 3 ppm urana. Znači, glina je sadržala čisti radijum, najveći dosada utvrđen sadržaj radijuma bez urana, u ovoj zemlji, koliko je poznato autoru ovog rada. Da je dole u pitanju neko ležište urana, kako se pretpostavljalo, moralo bi da u izvorskoj vodi bude podosta urana. Za ovo selektivno izdvajanje radijuma, čija su jedinjenja inače teže rastvorljiva od uranovih, zasada nema objašnjenja.

U severnom delu granitoida, u domenu Bele reke i Radovašnice, ističe se prostrana površina anomalno povećane radioaktivnosti, detektovane automobilskom prospekcijom, prikazana na sl. 3 zajedno sa konturama aero prospekcije. Ova anomalija je isto tako postala famozna kao i izvor. Pre svega, u radiometrijskoj prospekciji se odomaćila praksa da se gama zračenje prikazuje kao elektromagnetsko ili gravitaciono polje. To je prihvatljivo za merenja iz vazduha, gde se na određenoj visini vrši homogenizacija fluksa gama fotona ili pri dovoljnoj gustini nazemnih merenja kada se jasno mogu okonturiti površine sa povećanom radioaktivnošću. To međutim nije smelo da se uradi na osnovu retkih maršruta auto prospekcije, jer su dobijene nerealne, enormno povećane površine. Da je na pr. urađen detaljni premer područja oko radioaktivnog izvora kod Kamenice, videlo bi se da je »polje« radioaktivnosti tačno i sasvim oštro trasirano tokovima i plavnom površinom vode iz izvora.

U svakom slučaju i ovu je »famu« trebalo skinuti sa dnevnog reda, pa je tokom 1980. g. izvršena provera ovog prostora primenom uranohidrohemijske prospekcije i jednim poboljšanim vidom poludetaljne pešačke prospekcije — geološko-radiometrijskim rekognosciranjem. Ova metoda

se vrši istovremenim kontinuelnim opažanjima gama radioaktivnosti i svih relevantnih geoloških fenomena, pri čemu se svako povećanje radioaktivnosti (prema lokalnom fonu) mora objasniti bilo na licu mesta ili kasnijom analizom uzoraka. Maršrute su išle isključivo potocima gde je stenska podloga jedino otkrivena (stepen pokrivenosti u ovom delu Cera je 98%) i gde eventualno prisustvo radioaktivnih minerala u osulinama na bokovima zbog povoljne geometrije profila daje pojačan efekat radioaktivnosti. Na ovaj način pokrivena je površina od 10 km^2 sa 35 km maršruta (sl. 4). Sva povećanja radioaktivnosti u stenskoj podlozi, a ona su bila veoma retka, vezana su isključivo za pegmatitske žice, jako lokalizovana (»tačkasta«). Analizirana su 4 uzorka, sa sadržajima urana od 17—475 ppm i torijuma 12—41 ppm. Na improvizovanom putu preko nanosa Bele reke, koji je bio i glavna maršruta automobilske prospekcije, detektovana su povećanja radioaktivnosti koja mestimično tačno odgovaraju vrednostima 20 uR/h*, kako je to i tada utvrđeno (sl. 3). Tek je 1983. g. analiziran jedan uzorak peska sa površine, bez ikakve predkoncentracije, koji je pokazao sadržaj urana 18 ppm i torijuma 65 ppm. Mineraloška analiza (C. M a r k o v) pokazala je sadržaj 4% teške frakcije koja se pretežno sastoji od sfena i alanita. Sada je sasvim jasno kakvog je karaktera anomlija auto prospekcije.

Napomenimo uzgred da je izvršena i preliminarna provera isto tako poznatih anomalija u Uvalskom potoku (sl. 3), gde se najveće povećanje radioaktivnosti poklapa sa potočnim nanosom. Uzorak neprerađenog peska pokazao je sadržaj urana 18 ppm a torijuma čak 260 ppm (radioaktivnost na mestu — 25 uR/h*). Mineraloškom analizom (C. M a r k o v) nađeno je čak 6% teške frakcije koju gotovo u celosti čine sfen i alanit. Ovde je međutim uočena intenzivna alteracija u granitu koja će biti proverena.

Severoistočni obod granitoida masiva Cera, zajedno sa paleozojskim metasedimentima i okolnim pliocenskim sedimentima isto tako je bio predmet provere (sl. 4). I ovde je nađeno nekoliko lokacija sa povećanom radioaktivnosti, gotovo isključivo u granitima, bez većeg značaja (I z v e š t a j i, 1980, 1982.).

Ovde treba još pomenuti da je celo područje granitoida Cera pokriveno hidrogeohemijskom prospekcijom urana u dva maha, 1978. i 1980. g. (P o k r a j a c S., I z v e š t a j i, 1978, 1980.). Oko 120 uzoraka izdanskih voda i muljeva sistematski je ispitivano na sadržaje anjona i katjona, radioaktivnih elemenata (U, Rn, Ra), pratećih elemenata i dr. Na severnom i južnom obodu praćeni su sadržaji urana i u tekućim vodama. Anomajlni sadržaji u vodama (manje u muljevima) nađeni su u SZ delu masiva, u izvorišnom delu Uvalskog potoka, kao i u krajnjem JI delu granitoida. Severno od grebena Cera anomalije su znatno slabije. Inače, fon urana u vodama je oko 0,5 ppb, radona oko 11 Bq/l (3 emana/l) i radijuma 0,06 Bq/l (2 pci/l). Najveći sadržaj urana bio je 320 ppb, a radona u poznatom izvoru Majur kod Kamenice čak 3600 Bq/l (974 eman/l).

---

* Vrednosti po starim jedinicama, kako je navedeno u izvornim dokumentima (1 μR/h = 0,72 pA/kg ili 258 pC/kg · h).

ZAKLJUČAK

Dugogodišnja istraživanja, iako sa velikim prekidom od skoro 20 godina, dovela su dilemu uranonosnosti granitsko-sedimentnog kompleksa Cer-Iverak do završnog raspleta. Ovo se u prvom redu odnosi na tercijarne sedimente Iverka, gde su sasvim jasno utvrđene prirodne geološke granice uranovog orudnjenja u celini i u detaljima, što čini verovatnoću otkrivanja novih orudnjenja ili proširenja poznatih orudnjenja sasvim minimalnim, tako da su svaka dalja istraživanja postala praktično izlišna.

Granitoidi Cera pokriveni su raznovrsnim ispitivanjima, svestranijim nego na bilo kojoj drugoj lokalnosti u Jugoslaviji. Iako pojedinim vidovima ispitivanja nije pokriven celokupan prostor granitoida, ona su dovoljna da se dobije jasna predstava o karakteru uranonosnosti granitoida Cera: to su primarne koncentracije urana prvenstveno u akcesornim mineralima, uz izvestan stepen učešća torijuma. Vrlo je mala verovatnoća da se nađu orudnjenja tipa Bukulje ili slična, u svakom slučaju ne takvih dimenzija, što traganje opet čini slabo isplativim. Zato možemo smatrati da su istraživanja i ovde pri kraju.

Umesto pogovora, treba reći da je autor naveo u kritici stavova V., S., samo ono što je izneo u recenziji toga rada, kao sugestije, bez obaveze prihvatanja, uz punu preporuku da se članak u celini objavi.

Predato za štampu 12. IX 1983. Recenzent Milan Obrenović

LITERATURA

Antonović A., Todorović V., 1961: Geologija i uranonosne pojave planine Iverak. Radovi Geoinst. knj. 1 (p. 67—75), Beograd.

Brković T. et al, 1979: OGK, list Kragujevac. Savezni geol. zavod, Beograd.

Divljan S., Mihailović-Vlajić N., Cvetić S., 1978: Prikaz novijih shvatanja o genezi granitoidnih stena Cera (zapadna Srbija). IX Geol. kongr. Jugosl., Sarajevo.

Filipović I. et al, 1971: OGK, list Gornji Milanovac. Savezni geol. zav., Beograd.

Filipović V., 1980: Izučavanje geologije nuklearnih sirovina 1976—1980, II. tema. Fond struč. dok. Geoinstituta, Beograd.

Izveštaji 1958—1960: Obrenović M., Pejatović S., Višić S., Vukšić N. i dr. — Izveštaji o istražnim radovima na Iverku. Fond struč. dok. Geoinstituta, Beograd.

Izveštaji 1978, 1980, 1981. i 1982: Antonović A. i dr. — Izveštaji o istraživanju urana na području Cera i Iverka. Fond struč. dok. Geoinstituta, Beograd.

Knežević V., 1962: Postanak i petrohemijski karakter magmatskih i kontaktno-metamorfnih stena Cera. Zbor. rad. Rud.-geol. fak. Beograd, sv. 7.

Mojsilović S., et al, 1979: OGK list Zvornik. Savezni geol. zav. Beograd.

Omaljev V., 1981: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u granitoidnom masivu Cera. Radovi Geoinst., knj. 15 (p. 47—70), Beograd.

Pavlović S., et al, 1963: Izveštaj o proučavanju granitoida Jugoslavije. Fond struč. dok. Geoinstituta, Beograd.

Višić S., Simić V., 1981: Vrednovanje geofizičkih indikacija na istraživanju urana u području Cer—Iverak. Radovi Geoinst. knj. 15 (p. 25—46), Beograd.

Višić S., Simić V., 1982: Vrednovanje geofizičkih indikacija na istraživanju urana u području Cer—Iverak. X Jubil. kongr. geol. Jugosl., Budva (p. 609—623).

Summary

Uranium exploration in the Cer and Iverak mountains, Serbia, and a subjectivistic attitude

by Antonije Antonović

The Iverak Upper Miocene clastic sediments lean upon the sothern border of Cer granites. Uranium was intensively explored in 1958/59, mostly in Iverak sediments, by use of geologic and radiometric methods, followed by extensive drilling proggram including about 120 drill holes totalling 12.000 m. By this drilling and some limited mining working, the mineralized masses were strictly outlined. Uranium contents were determined by gamma-ray logging, partly controled by sampling in galeries, enabling the computation of reserves. In the paper of Višić and Simić (1981, 1982) the proposals of researches for uranium are based only on data of surface radiometric investigations, ignoring the fundamental results of drilling in Tertiary sediments, evaluated mostly in the period 1958/59. They also consider the anomalies of airborne, carborne and ground radiometric survey in Cer granites not to be satisfactory explained. The total granite surface was covered by both remoute sensing observations and geologic-scintilometric reconnaissence. According to results of these works, presented in the unpublished reports, available to the overmentioned authors, all gamma-ray anomalies have been related to the uranium, less thorium concentrations in pegmatitic veins or masses, focussed to the biotite or other mica nestles in them. Exception is the large carborne low grade radioactive anomaly in the northern border of the granitic mass, related to the thorium rich accessory minerals concentrated in recent alluvial deposits, as it was established in 1983. It is considered the field researches to be terminated in the Iverak Tertiary basin, and in granites to be near to the end, except the southern border, where the burried uranium concentrations are expected.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Dragan Milovanović

UDK 546.46 : 551.73 (497.11)
Originalni naučni rad

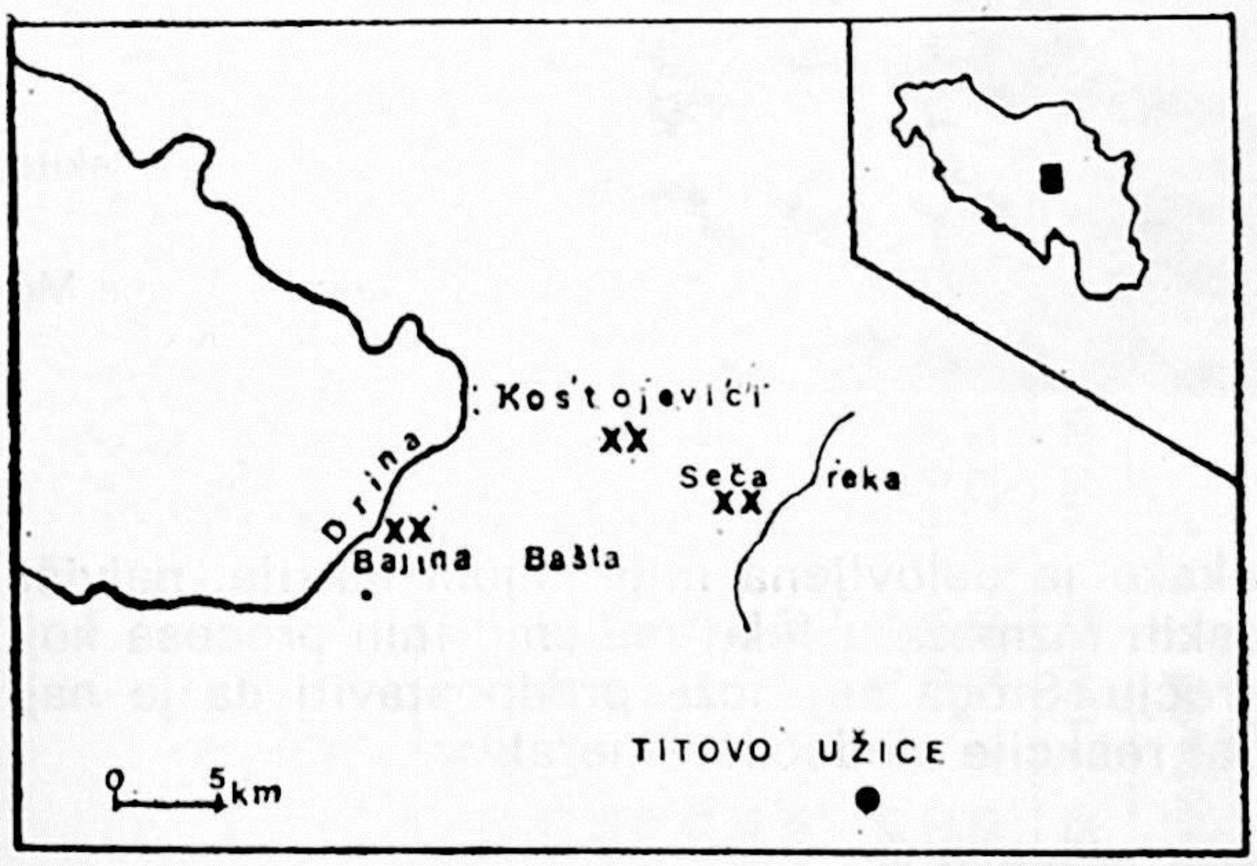
MAGNEZIJUM-RIBEKIT IZ ZELENIH STENA PODRUČJA TMUŠE—KOSTOJEVIĆA—BAJINE BAŠTE (ZAPADNA SRBIJA)

Ključne reči: Mg-ribekit, metamorfizam,
Key words: Mg-ribeckite, metamorphism.

U metaklastima i karbonatnim stenama Centralnog dela Drinsko-ivanjičkog paleozoika javljaju se zelene stene kao »ulošci« debljine do nekoliko m. ili retko grade i samostalne mase debele i do 50 m. u kojima je prvi put otkriven Mg-ribekit.

Ovaj mineral zapažen je u području Bajine Bašte, području Kostojevića i u reci Tmuši (sl. 1.).

Pojava Mg-ribekita, uz ostale metode ispitivanja (određivanje indeksa kristaliniteta ilita, vrednosti ilita) važna je za interpretaciju uslova stepena metamorfizma koje su ove stene pretrpele.



Sl. 1. Pojave Mg. ribekita.
Fig. 1. Occurrence of the Mg-ribeckite.

Zelene stene u kojima je zapažen ovaj mineral po hemijskom sastavu odgovaraju bazaltoidima natrijskog karaktera a na osnovu mineralnog sastava i sklopa potiču od bazalta i bazaltnih tufova. Ove stene nastale su submarinskim izlivanjem bazaltoidnih lava koji je u ovom području bio istovremen sa stvaranjem klastita i karbonatnih stena (D. Milovanović 1983).

Ovaj mineral ispitivan je mikroskopski i hemijski.

Optičke osobine ovog minerala su sledeće: izduženje negativno, polihroizam izrazit: Np mrkožut, Ng modroplav. $2V = 87^0$. Mg-ribekit se javlja u zrnima krupnim i do 2mm. Delom su to orijentisani stubići koji grade agregate (sl. 2) ili mlazeve u steni, ređe usamljena zrna. Često su neke pritke savijene a neke polomljene.

Nalaze se, međutim, zrna Mg-ribekita pod uglom do poprečna na pomenute agregate ili ne orijentisano raspoređena na površinama folijacije. Ta zrna su svakako nastala posle faze ubiranja.

Hemijski sastav ovog minerala određivan je mikrosondom (na aparatu marke ARL. SEMQ na Mineraloško-petrografskom institutu u Bernu pod nadzorom Dr. R. Oberhönslija kome se na ovom mestu zahvaljujem), a dobijeni rezultati (tabela 1) pokazuju da je Mg-ribekit ujednačenog sastava na celom ispitivanom području. Jedino sadržaj aluminijuma varira od 1,40 do 3,27%. Treba napomenuti da nema razlike u sastavu između sinkinematskih i poskinematskih (analize 3, 11 i 12) Mg-ribekita.



Sl. 2. Pritke Mg-ribekita, N · 100x.

Fig. 2. Needles of the Mg-ribeckite, N · 100x.

Pojava Mg-ribekita svakako je uslovljena migracijom natrije, najviše metarskih, obično desimetarskih razmera u toku metamorfnih procesa koji su se odigrali na ovom području. Stoga se može predpostaviti da je najverovatnije nastao kao rezultat reakcije sledećih minerala:

albit + aktinolit = Mg-ribekit + epidot ili

albit + hlorit = Mg-ribekit.

U prilog prvoj reakciji ukazuju opažanja u nekim mikroskopskim preparatima, naročito sa područja Bajine Bašte. Tu se na nekim zrnima zapaža Mg-ribekit oko aktinolita. Ovaj »ribekitizirani« aktinolit je takođe analiziran mikrosondom (tabela I analiza 14) i dobijen je prelazni hemizam između aktinolita i tipskog za ovo područje Mg-ribekita. Epidot, koji se javlja u sitnozrnim agregatima, redovno je udružen sa ovim mineralom.

Tabela 1. Hemijski sastav Mg-ribekita
Table 1. Chemical analyses of Mg-ribeckite

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO_2	56,05	56,75	56,90	56,64	57,44	57,15	57,58	57,48	56,87	56,90	56,27	56,49	56,06	55,08
TiO_2	—	0,13	0,43	0,26	0,08	0,14	0,10	0,23	0,11	0,29	0,06	0,10	0,11	0,06
Al_2O_3	1,40	1,72	1,89	3,27	3,23	3,04	2,83	2,53	2,88	2,03	3,10	2,00	2,90	—
FeO	25,64	24,33	23,76	21,76	21,20	21,69	22,05	21,40	22,81	23,18	22,88	24,66	23,66	14,61
MnO	0,46	0,38	0,40	0,41	0,36	0,34	0,29	0,47	0,31	0,30	0,36	0,35	0,35	0,35
MgO	7,13	6,96	7,79	7,72	7,87	7,47	7,47	8,07	7,91	7,87	7,49	7,61	7,60	13,12
CaO	0,56	—	—	0,64	—	0,48	—	—	—	—	—	—	0,58	11,75
Na_2O	7,05	6,96	6,92	7,06	7,07	6,95	7,15	7,24	6,77	6,99	7,33	6,63	6,54	2,58
K_2O	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,13	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,07
H_2O	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
	100,62	99,56	100,42	100,09	99,58	99,59	99,80	99,85	99,99	99,90	99,82	100,16	100,14	99,52

1—2 Mg-ribekit, Kostojevići
Mg-ribeckite, Kostojevići
3 Postkinematski Mg-ribekit, Kostojevići
Postcinematic Mg-ribeckite, Kostojevići
4—8 Mg-ribekit, Bajina Bašta
Mg-ribeckite, Bajina Bašta
9—11 Mg-ribekit, Tmuša
Mg-ribeckite, Tmuša
12—13 Postkinematski Mg-ribekit, Tmuša
Postcinematic Mg-ribeckite, Tmuša
14 »Mg-ribekitizirani« aktinolit, Tmuša
»Mg-ribeckitesed« actinolite, Tmuša

Broj jona na bazi 23 O
Numbers of Ions on the basis of 23 O

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Si	8,052	8,236	8,149	8,229	8,223	8,210	8,258	8,199	8,164	8,169	8,064	8,145	8,077	8,037
Al	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al	0,241	0,300	0,317	0,140	0,459	0,517	0,481	0,427	0,482	0,344	0,515	0,346	0,483	—
Ti	—	0,016	0,043	0,026	0,008	0,016	0,008	0,025	0,008	0,034	0,008	0,008	0,008	0,008
Fe^{3+}	1,622	1,144	1,312	1,278	0,950	0,960	0,966	1,144	1,052	1,198	1,370	1,200	1,160	—
Fe^{2+}	1,447	1,797	1,525	1,377	1,576	1,636	1,666	1,398	1,678	1,576	1,364	1,763	1,685	1,777
Mn	0,051	0,043	0,050	0,052	0,042	0,043	0,034	0,059	0,034	0,034	0,043	0,043	0,043	0,039
Mg	1,534	1,515	1,676	1,696	1,692	1,611	1,608	1,703	1,704	1,698	1,607	1,643	1,643	2,871
Ca	0,085	—	—	0,096	—	—	—	—	—	—	—	—	0,086	1,838
Na	1,965	1,950	1,926	2,004	1,959	1,930	1,978	2,002	1,877	1,946	2,028	1,851	1,815	0,735
K	—	—	—	—	—	—	—	0,016	—	—	—	—	—	0,017

Napomena: Proračun je izvršen uzimajući da je suma jona metala = 15, a osnovna ćelija od 23 atoma kiseonika dobijena je razdvajanjem računski gvožđa na fero i feri.

Notice: For calculation the amount of afterwards metals was taken as 15, and to obtain the unit of 23 oxide atoms the Iron was divided between ferros and ferric.

U području sela Kostojevići Mg-ribekit se javlja sa hloritom i kvarcom (aktinolit i epidot nisu zapaženi), što nas navodi na zaključak da je ovaj mineral nastao i međusobnom reakcijom hlorita i kvarca.

Svakako treba napomenuti da se u zelenim stenama u kojima Mg-ribekit nije zapažen albit redovno javlja kao njihov bitan mineral, tj. da albit nije zapažen u asocijaciji sa Mg-ribekitom.

Na osnovu literaturnih podataka Mg-ribekit se stvara na sličnim temperaturama i pritiscima kao i aktinolit, 350° i pritiscima od 2,5—4 kB (W i n k l e r, 1976) i stabilan je do pritiska od 7 kB, ali njegova gornja temperaturna granica nije definisana.

Predato za štampu 3. XI 1983. Rec. prof. dr Stevan Karamata, dopisni član SANU

LITERATURA

Đ o k o v i ć, I. (1980) — Primena strukturne analize na rešavanje građe paleozojskih tvorevina Drinsko-Ivanjičke oblasti. Doktorska disertacija, RGF, Beograd.

K a r a m a t a, S. (1982) — Metamorphic Rocks of Yugoslavia. Earth evolution seiences 1/24—29.

K a t z e r, F. (1926) — Geologija Bosne i Hercegovine, knj. 1. Sarajevo.

M i l o v a n o v i ć, D. (1983) — Petrologija niskometamorfnih stena središnjeg dela Drinsko-Ivanjičkog paleozoika. Doktorska disertacija, RGF, Beograd.

T u r n e r, F. J. (1980) — Metamorphic petrology, mineral, field and tectonic aspects. Second ed. McGraw-Hill Co.

W i n k l e r, F. G. H. (1967) — Petrogenesis of metamorphic rocks. Second edition.

SUMMARY

Magnesium-Ribeckite from »Greenschist« Tmuša—Kostojevići—Bajina Bašta area (W. Serbia)

by

D r a g a n M i l o v a n o v i ć

Key vords: Mg-ribeckite, metamorphism, Serbia

In metaclastics and carbonate rocks of the Central part of the Drina-Ivanjica paleozoik »greenchist« occur. They have lenses like shape, usually a few k. thicknes, rerely as indipended masses up to 50 m. thick.

In these rocks, in regions: Bajina Bašta, Kostojevići and in the river Tmuša (fig 1) Mg-ribeckite has been discovered for the first time.

Izrada ovog rada finansirana je od strane Fonda za naučna istraživanja SANU, projekat »Geodinamika«.

Optica lmeasurements and chemical (microprobe) analyses (table 1) show that Mg-ribeckite is of uniform composition (except weakly variation of aluminium).

This mineral is, most probably, the result of chemical reaction of albite and actinolite or albite and chlorite during the youngest phase of metamorphism.

Occurence of Mg-ribeckite, together with other investigations (illite crystallinity, b_0), is important for the interpretation of contidion and intensity of metamorphism which these rocks were undergone.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Dragoljub Topalović

UDK 553 (497.15)
Stručni rad

ŽIČNA Sb-Pb-Zn ORUDNJENJA ČUMAVIĆA (RUDNI REJON SREBRENICE)

(sa 2 slike i 1. tabelom)

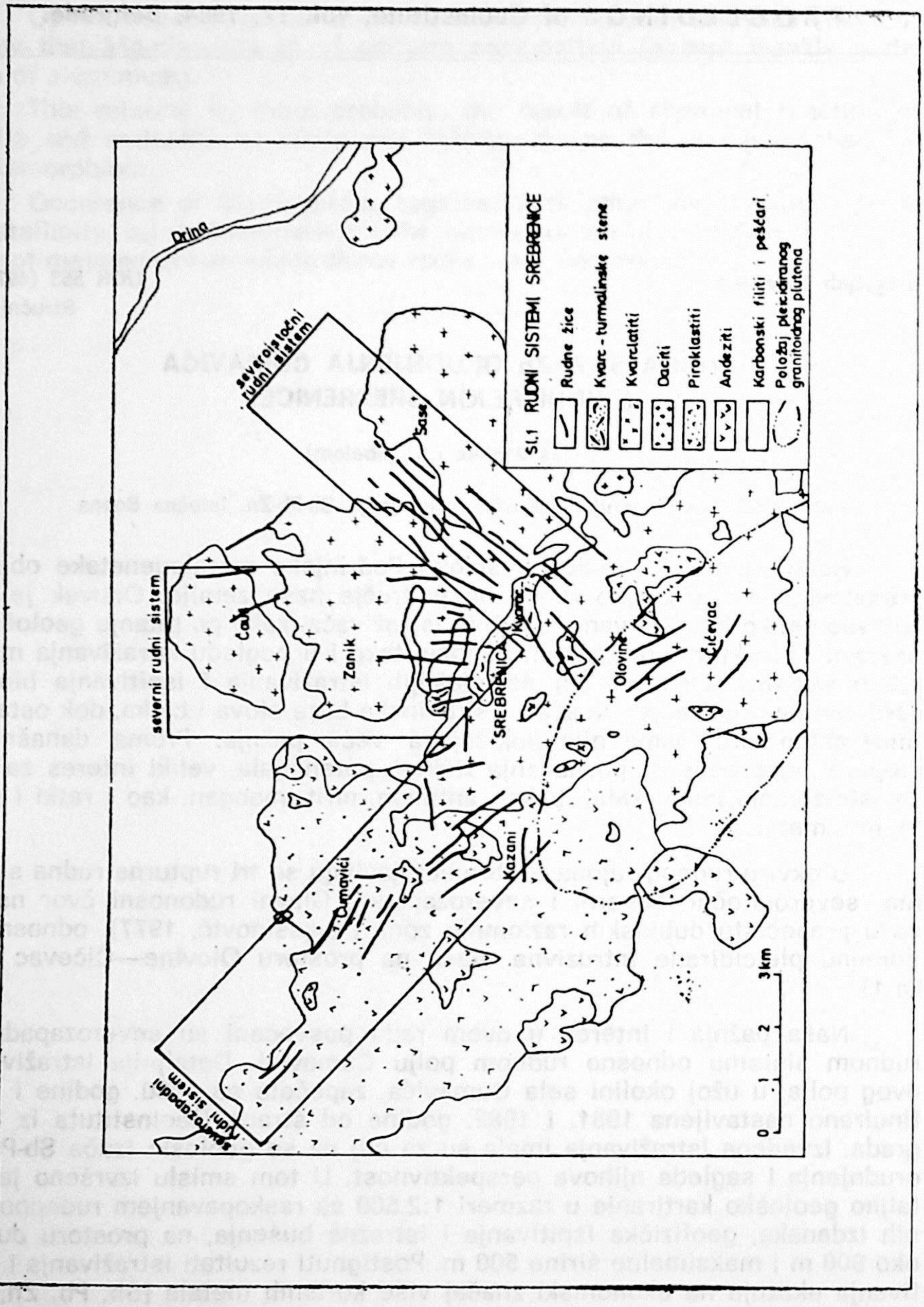
Kjlučne reči: metalogenija, vulkaniti, orudnjenje Sb-Pb-Zn, istočna Bosna.

Rudni rejon Srebrenice u sklopu Podrinjske metalogenetske oblasti predstavlja vrlo značajno ruodosno područje naše zemlje. Oduvek je pobuđivao veliko interesovanje i pažnju istraživača, kako po pitanju geološkog sastava i strukturno-tektonskih odnosa, tako i u pogledu istraživanja mineralnih sirovina. Osnovni cilj dosadašnjih istraživanja i ispitivanja bio je usmeren na proširenje i uvećanje sirovinske baze olova i cinka, dok ostalim mineralnim sirovinama nije poklanjana veća pažnja. Prema današnjem stepenu istraženosti i poznavanja rudnog potencijala, veliki interes za dalja istraživanja imaju kalaj, bakar, antimon, pirit, mangan, kao i retki i plemeniti metali.

U okviru rudnog rejona Srebrenice javljaju se tri rupturna rudna sistema: severoistočni, severni i severozapadni. Glavni rudonosni čvor nalazi se u presecištu dubinskih razlomnih zona (Vukašinović, 1977), odnosno u domenu pleicidirane intruzivne mase na prostoru Olovine—Čičevac (slika 1).

Naša pažnja i interes u ovom radu posvećeni su severozapadnom rudnom sistemu odnosno rudnom polju Čumavići. Detaljnija istraživanja ovog polja, u užoj okolini sela Čumavića, započeta su 1980. godine i kontinuirano nastavljena 1981. i 1982. godine od strane Geoinstituta iz Beograda. Izvedena istraživanja imala su za cilj da se geološki izuče Sb-Pb-Zn orudnjenja i sagleda njihova perspektivnost. U tom smislu izvršeno je detaljno geološko kartiranje u razmeri 1:2.500 sa raskopavanjem rudnopodobnih izdanaka, geofizička ispitivanja i istražna bušenja, na prostoru dužine oko 800 m i maksimalne širine 500 m. Postignuti rezultati istraživanja i ispitivanja ukazuju na ekonomski značaj više korisnih metala (Sb, Pb, Zn, Ag, Au), koji se nalaze u međusobno različitim količinskim odnosima.

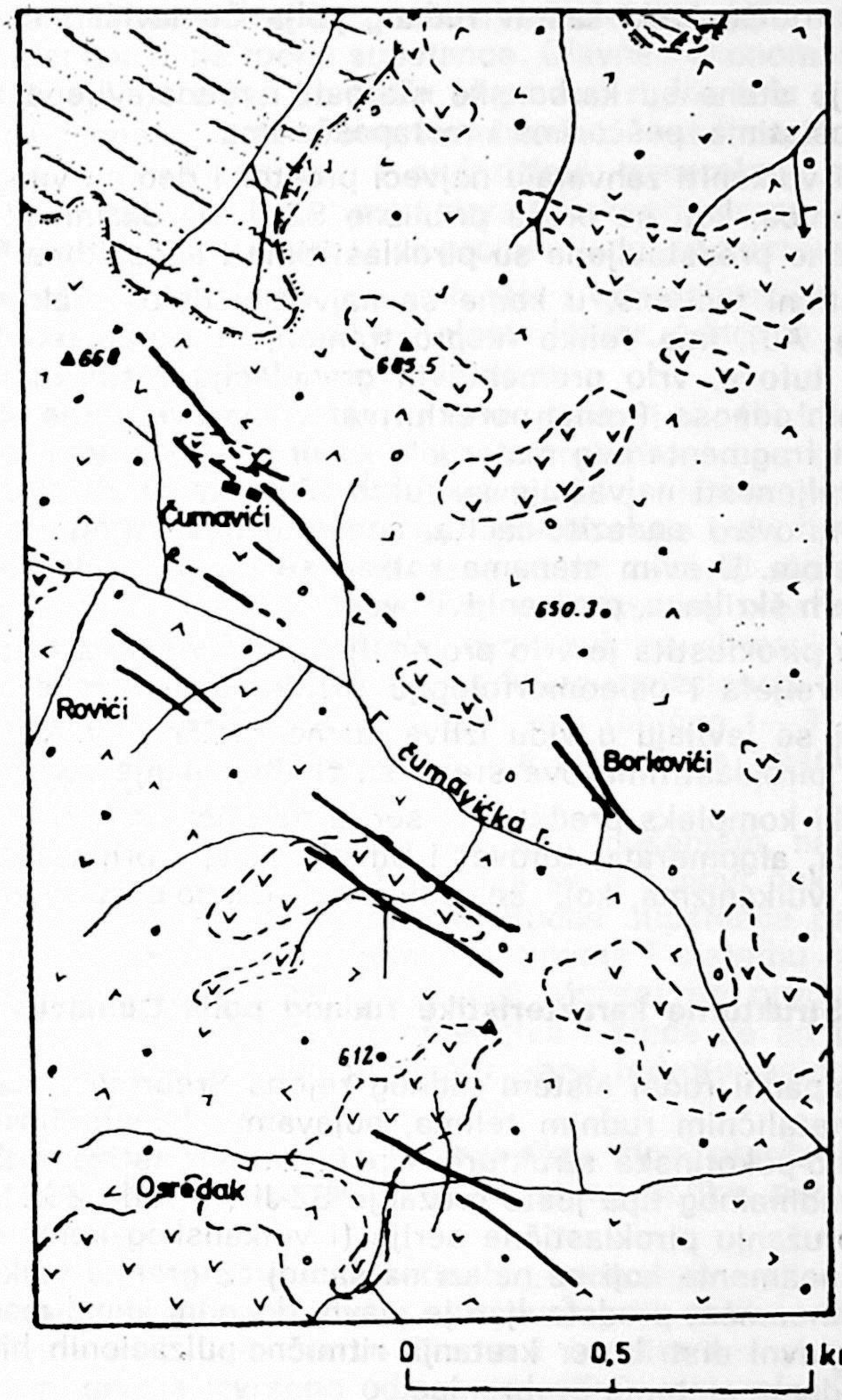
U relativno kratkom vremenu istraživanja ostvareni su zapaženi rezultati. Došli smo do veoma interesantnih podataka koji demantuju tvrdnje o neperspektivnosti ovog rudnog polja i bacaju jednu novu svetlost na njegovu perspektivnost. Svakako da dobijeni rezultati predstavljaju samo po-



Sl. 1

četnu fazu jednog dužeg procesa kompleksnih istraživanja, koja će se izvršiti u narednom periodu.

Iako su istraživanja vršena na prostoru relativno male površine (neposredna okolina sela Čumavića), naša razmatranja i prikazi se mogu, analagno, primeniti i na susedne prostore čumavićkog rudnog polja.



Slika 2: GEOLOŠKA KARTA RUDNOG POLJA ČUMAVIĆI

Neogeni andeziti

Neogeni piroklastiti (tufobreče, aglomerati, tufovi)

Karbonski škriljci i pešćari

Geološki sastav rudnog polja Čumavići

Najstarije stene su karbonske starosti i predstavljene su pretežno, filitima, argilošistima, peščarima i metapeščarima.

Neogeni vulkaniti zahvataju najveći prostor i deo su vulkanskog kompleksa Srebrenice, koji se pruža približno SZ-JI, na dužini od oko 28 km. Vulkanske stene predstavljene su piroklastitima i andezitima (slika 2).

Piroklastični facijens, u kome se najvećim delom nalaze orudnjenja Sb-Pb-Zn, (Ag, Au), ima veliko rasprostranjenje i sastavljen je od breča, aglomerata i tufova, vrlo promenljivih granulacija i složenih lateralnih i superpozicionih odnosa. Prema poreklu materijala ove stene su kombinacija kristalnog i fragmentarnog materijala sa preovlađivanjem jednog ili drugog. Po zastupljenosti najvažnije su tufobreče koje se sastoje od odlomaka andezita, tufova i andezito-dacita, cementovanih sitnozrnim piroklastičnim materijalom. U svim stenama katkad se javljaju i nepravilni komadi sivih i sivocrnih škriljaca, promenljivih veličina.

Debljina piroklastita je vrlo promenljiva, u zavisnosti je od morfologije sadašnjeg reljefa i paleomorfologije škriljasto-peščarske podloge.

Andeziti se javljaju u vidu izliva, a mestimično i u vidu proboja. U poređenju sa piroklastitima ove stene su znatno manje zastupljene.

Vulkanski kompleks predstavlja seriju naizmeničnih smenjivanja piroklastita (breča, algomerata, tufova) i slivnih lava, i pripada prvoj (?) fazi srebreničkog vulkanizma, koji se odlikovao gasno-eksplozivnim karakterom.

Strukturne karakteristike rudnog polja Čumavići

Severozapadni rudni sistem rudnog rejona Srebrenice karakteriše se brojnim polimetaličnim rudnim telima, pojavama i mineralizacijama vezanim za rasedno-pukotinske strukture. Opšta karakteristika ovih orudnjenih ruptura longitudinalnog tipa jeste pružanje SZ-JI (ili ređe ZSZ-IJI), saglasno generalnom pružanju piroklastične serije (i vulkanskog kompleksa uopšte) i dubinskog lineamenta koji se nalazi na samoj JZ granici vulkanskog kompleksa. Ovaj lineament predstavljao je glavni dovodni kanal magme i bio je, verovatno, i glavni distributer kretanja ritmično-pulzacionih hidrotermalnih fluida u SZ rudnom sistemu Srebrenice.

Za formiranje polimetaličnih rudnih tela najveći značaj imaju prerudne i sinrudne rupturne deformacije. Postrudni tektonski pokreti retko se mogu zapaziti i nemaju veći značaj.

Detaljnija strukturološka ispitivanja rudnog polja Čumavići, odnosno ispitivanja internog sklopa nisu vršena, čemu treba posvetiti odgovarajuću pažnju u toku narednih istraživanja.

Rudokontrolni faktori, oblik rudnih tela i tipovi orudnjenja

Na istraživanom prostoru rudnog polja Čumavići egzistira, po svojim razmerama i sadržaju korisnih komponenti, ekonomski interesantan sistem rudnih tela, čiji broj i prostorni razmeštaj još uvek nisu potpuno jasni.

Dominantno mesto ovde zauzimaju razlomne deformacije duž kojih je došlo do deponovanja rudne supstance. Glavna i ekonomski značajna orudnjenja predstavljaju žična Sb-Pb-Zn (Ag i Au) rudna tela u formi prostih i složenih žica odnosno rudnih zona, formiranih u rasedima, rasednim zonama i pukotinama, u piroklastitima, i andezitima, generalnog pravca pružanja SZ-JI, dužine po nekoliko desetina metara i diskontinuirano i preko 1 km. Rudna tela tonu generalno prema JZ sa promenljivim padnim uglom od 30—80°.

Za stvaranje i lokalizaciju rudnih tela i mineralizacija, pored strukturnog faktora, posebni značaj ima i litološki faktor, odnosno petrofizička, hemijska i geohemijska svojstva okolnih stena.

Rudna masa se u osnovi javlja u tri oblika i to: (1) kao masivna, brečasta ili trakasta u žično-pukotinskom morfološkom tipu orudnjenja, (2) u vidu impregnacija i (3) štokverk-impregnacija u hidrotermalno izmenjenim piroklastitima i andezitima. Česte su i kombinacije ovih tipova orudnjenja, kada grade složenu rudnu žicu, odnosno rudnu zonu. U složenoj rudnoj žici orudnjenje je deponovano u otovrenim pukotinskim prostorima, često sa bogatom koncentracijom polimetala, oko kojih se obrazuje realtivno siromašnija ruda impregnacionog i štokverk-impregnacionog tipa. Od učestanosti pukotinskih žično-sočivastih orudnjenja (obično 1—3) i prostorne zastupljenosti štokverk-impregnacionog tipa orudnjenja zavisi i ukupna debljina i kvalitet rude u složenoj žici.

Složena rudna žica, utvrđena istražnim bušenjem, nazvana je glavna rudna žica ili čumavićka rudna žica. Ona se u osnovi poklapa sa glavnim tektonskim pravcima na ovom terenu. Rudna supstanca deponovana je u jednoj rasednoj zoni, po otvorenim pukotinama i sistemu pratećih prslina, mikroprslina, šupljina i pora, obrazujući složeni tip orudnjenja (slika 3), Debljina složene rudne žice je promenljiva i kreće se od preko 3,5 m do isklinjenja ili prelaza u slabo mineralizovane hidrotermalno izmenjene zone, sa retkim žilicama rude.

Istražnim bušenjem, pored »čumavićke« žice, utvrđeni su i njeni žični ogranci ili apofizne žice, relativno prostijeg oblika, paralelne ili subparalelne glavnoj žici.

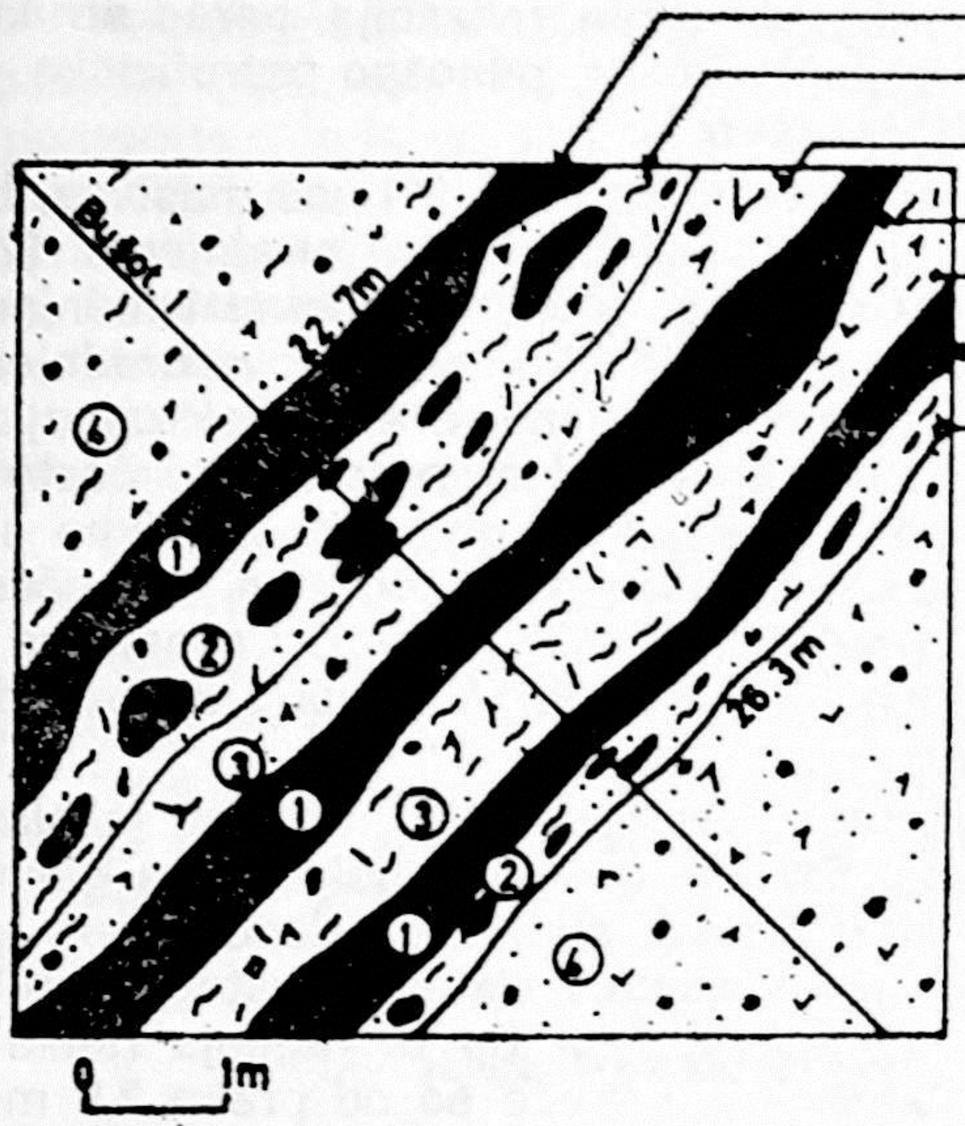
Rudne žice formirane u pukotinama, samostalne ili u okviru složene žice, predstavljaju najmarkantniji i najznačajniji oblik orudnjenja. Njihov oblik i veličina uslovljeni su veličinom i karakterom slobodnog pukotinskog prostora, gde je izvršeno odlaganje rudnih minerala. Dostižu debljinu i preko 1 m, sa često veoma visokim sadržajem Sb, Pb, Zn, Ag i Au. Orudnjenje je brečaste, kompaktne i traksto-kolomorfne teksture, jasno definisano prema okolnoj steni ili štokverk-impregnacionom orudnjenju.

Štokverk-impregnaciona orudnjenja karakterišu se spletovima tankih žilica, cm-dm dužine i mm-cm debljine, sa vrlo neravnomernim razmeštajem u vulkanitima, i gnezdastim i zrnastim agregatima impregnacija u stenskoj masi.

Impregnaciono orudnjenje javlja se u formi gnezdastih i finozrnih impregnacija rudnih i pratećih minerala. Unutar impregnisane stenske mase mestimično se javljaju nepravilne i retke žilice mm-cm debljine.

Mestimično se u salbandama gline uz žično-sočivasta orudnjenja sreću manja silifikovana sočiva i mugle polimetalične rude koji ponekad imaju relativno visok sadržaj korisnih komponenti (slika 3).

Sb %	Pb %	Zn %	Ag g/t	As %	Au g/t
0.82	5.25	15.12	320	0.13	0.60
1.38	3.05	10.43	242	0.11	0.64
0.18	0.23	0.48	17		
3.81	3.13	7.88	425	0.15	1.08
0.17	trag	0.54		trag	
0.43	2.61	10.51	185	0.04	0.64
1.69	1.08	8.25	117	0.12	0.78



Sl. 3 DETALJ SLOŽENE RUDNE ŽICE

1. brečasto pukotinsko orudnjenje
2. salbande gline sa muglama rude
3. glinoviti tuf slabo mineralizovan
4. hidroterm. izmenjeni piroklastiti

Mineralni sastav i kvalitet orudnjenja

Rudna tela Čumavića odlikuju se složenim mineralnim sastavom koji se koleba od antimonovih ruda sa povišenim sadržajem Pb i Zn do olovo-cinkovih rudnih tela sa povišenim sadržajem Sb. Promene u sastavu manifestuju se na relativno kratkim rastojanjima što je verovatno posledica naglih i složenih promena u evoluciji hidrotermalnih rastvora, njihove složene diferencijacije i pulsacionog karaktera procesa orudnjavanja.

U rudnoj masi zastupljena je šira asocijacija metala. Mineralnu i po veličini sadržaja najvažniju grupu rudnih metala predstavljaju komponente Sb, Pb, Zn, Ag, Au. Na osnovu dosadašnjih istraživanja možemo izdvojiti četiri tipa rudnih žica, na bazi učešća osnovnih rudnih komponenti:

— kvarc-antimonske žice
— kvarc-antimonsko-cinkove žice
— kvarc-antimonsko-olovo-cinkovne žice
— kvarc-olovo-cinkove žice.

Hemijski sastav oprobane rude iz istražnih bušotina, raskopa, izdanaka i haldi, dovoljno ilustruje sadržaj korisnih komponenti i njihove varijacije. Jasno se uočava da su rudni metali zastupljeni u promenljivim količinama koje se kolebaju od tragova do veoma visokih vrednosti (tabela 1).

Sadržaj antimona u pukotinskim žicama, odnosno u žičnim i žično sočivastim orudnjenjima kreće se od 0,5—15%, a mestimično i preko 20% Sb. Sadržaj olova i cinka takođe je veoma promenljiv i kreće se u granicama od 0,2 do preko 15%. Sadržaj srebra je skoro redovno visok. Najčešće se kreće u rasponu 50—500 g/t, a mestimično prelazi i preko 1000 g/t. Zlato je takođe redovan i varijabilan pratioc ovog orudnjenja u granicama 0,4—8,0 g/t, dok lokalno dostiže vrednost i od 30 g/t.

Tabela 1.

Hemijski sastav rudnih žica Čumavića

Vrsta rada	Oblik rudnih tela	Debljina (m)	Sb %	Pb %	Zn %	Ag g/t	As %	Au g/t
Raskop 1	Pukotinsko orud.	1,3	26,80	0,25	0,47	22		
Raskop 1	,,	1,0	8,40	0,17	1,48	24		
Raskop 1	,,	0,6	0,62	0,11	3,37	90		
Raskop 2	,,	0,8	8,20	0,09	2,26	135		
Raskop 7	,,	0,5	0,38	1,31	7,46	190		
Bušotina A	Čumavićka rudna žica	Pukotinsko orud.	0,7	5,01	0,98	3,00	267		
Bušotina B		,,	0,4	3,54	0,28	3,35	128	0,19	0,62
Bušotina C		,,	0,4	4,10	0,30	2,18	122	0,46	0,72
Bušotina D		,,	0,3	1,73	0,29	1,98	216	0,15	0,87
Bušotina 1	Čumavićka rudna žica	Složena žica	3,6	1,05	2,01	6,64	162	0,07	0,45
Bušotina 2		Pukotinsko orud.	0,3	2,45	1,10	1,40	384	0,32	3,25
Bušotina 7		Složena žica	3,8	0,32	1,63	3,35	78	0,15	0,46
Bušotina 12		,,	2,0	0,88	0,50	1,81	86	0,19	0,83
Bušotina 13		,,	5,2	0,48	0,39	0,82	17	0,27	0,81
Bušotina 15		Pukotinsko orud.	0,6	5,55	7,01	12,62	481	1,62	3,60
Bušotina 5	Ogranci Čumavićke žice	Pukotinsko orud.	0,4	0,08	4,70	1,96	53	0,03	0,05
Bušotina 7		,,	0,2	2,63	0,04	0,25	21	0,03	0,19
Bušotina 12		,,	0,3	8,21	0,45	3,65	465	0,09	1,00
Bušotina 13		,,	0,2	2,51	7,02	4,50	170	0,41	1,35
Bušotina 15		,,	0,1	0,95	2,15	10,35	1.165	0,11	23,00

Sadržaj korisnih metala u impregnacionim i štokverk-impregnacionim orudnjenjima je promenljiv i uvek znatno niži nego u pukotinskom tipu orudnjenja. Njihova (ekonomska) granica prema okolnoj steni, obično slabije mineralizovanoj, utvrđuje se najtačnije na bazi sistematskog oprobavanja.

Mineraloški i paragenetski sastav rudnih tela Čumavića je veoma interesantan i kompleksan. Sb-Pb-Zn rudna tela i mineralizacije obrazuju raz-

novrsne asocijacije. Na osnovu makroskopskih pregleda, mikroskopskih, hemijskih i spektrohemijskih isiptivanja ova rudna tela predstavljaju primer tipičnog kompleksnog polimetaličnog hidrotermalnog ležišta. To su, kao što se videlo, pretežno asocijacije kvarc-antimonsko-olovo-cinkovih mineralnih parageneza.

Rudnomikroskopskim ispitivanjima (Radosavljević, 1977) utvrđen je veliki broj mineralnih vrsta koje ulaze u sastav orudnjenja. Od primarnih minerala određeni su: antimonit, bertijerit, sulfosoli Sb, svalerit, galenit, džemsonit, bulanževit, siderit, semseit? pirit, halkopirit, arsenopirit, hibnerit, burnonit, sulfosoli Pb i Ag? lelingit, tetraedrit, pirargirit, stanin, izostanin. Od minerala jalovine najzastupljeniji je kvarc, dok su Mn-Fe karbonati, kalcedon i aragonit znatno ređi. Kao sekundarni produkti javljaju se: kermezit, limonit, senarmontit i psilomelan.

Jalovinu rudne mase u osnovi čini kvarc, dok su minerali Sb, Pb i Zn po pravilu neravnomerno raspoređeni unutar kvarcne mase. I pored često visokih vrednosti sadržaja Au i Ag u rudi, nije se uspelo sa sigurnošću odrediti oblik u kome se oni javljaju u rudištu.

Većina minerala, kako rudnih tako i pratećih, javlja se u više generacija koje su proizvod različitih hidrotermalnih sistema jedinstvenog mineralizovanog ciklusa. Utvrđene mineralne asocijacije obrazovane su u jednom širem temperaturnom intervalu hidrotermalnog stadijuma (od meza do teletermalnog), sa karakteristikama pulsacione emanacije fluida.

Ispitivanja mikroelemenata u pojedinim sulfidnim mineralima iz okvira utvrđenih mineralnih parageneza nisu vršena čemu svakako treba posvetiti dužnu pažnju. To je veoma značajno ne samo sa aspekta paragenetskih, genetskih i metalogenetskih izučavanja, već i sa aspekta njihove distribucije.

Geneza orudnjenja

Geneza rudnih tela Čumavića nedovoljno je rasvetljena. Slaba izučenost kako samih rudnih tela Čumavića tako i njegovog šireg prostora ne omogućuju nam izvođenje određenih zaključaka i tumačenja fizičko-hemijskih uslova obrazovanja orudnjenja, porekla rudnog materijala, agenasa i formi njihovog prenosa i dr.

U našem slučaju kretanje hidrotermalnih rastvora ka mestu obrazovanja rudnih tela i mineralizacija, uslovljeno je geološkim strukturama, u prvo redu strukturama razlamanja, kao i osobenošću sredine (šupljine, poroznost, propustljivost stena) kojom rastvori cirkulišu. Pri tom se ne može izbeći utisak da je dubinski razlom, dinarskog pravca pružanja, koji u osnovi kontroliše srebrenički vulkanogeni kompleks bio, ako ne jedini, onda glavni dovodni kanal — distributer ritmično-pulzacionih hidrotermalnih rastvora, koji su oticali u njemu paralelne i subparalelne rasedno-pukotinske deformacije.

Prostori odlaganja orudnjenja predodređeni su razvićem i razgranatošću ovih deformacija. Deponovanje rudne supstance sa relativno bogatim koncentracijama polimetala izvršeno je u otvorenim pukotinama. Oblik i veličina formiranih žičnih i žično-sočivastih rudnih tela uslovljeni su veličinom i oblikom slobodnog prostora. (U zavisnosti od toga nije isključeno da

se u rudnom polju Čumavići mogu očekivati i bogatiji rudni stubovi, ukoliko su postojali takvi otovreni prostori). Rudni rastvori pored toga što koriste disjuktivne strukture, zalaze i u pore, prsline, mikroprsline i mikropukotine, koriste, dakle. efektivnu poroznost za migraciju i deponovanje mineralne materije, obrazujući impregnacioni, gnezdasti i štokverk-impregnacioni tip orudnjenja, relativno siromašnijeg kvaliteta u odnosu na predhodni tip.

Stvaranje rudišta vršeno je u procesu za koji je karakteristična pulzacija rudonosnih rastvora, intermineralizaciona kretanja i, kao rezultat, obrazovanje višefazne mineralizacije.

Hidrotermalne alteracije karakterišu se intenzivnom prerudnom i sinrudnom silifikacijom, zatim argilitizacijom, sericitizacijom i karbonitizacijom piroklastita i andezita. Kada je reč o okolnim stenama čumavićkih Sb-polimetaličnih rudnih tela i mineralizacija postoje izvesne nedoumice. Naime, zbog intenzivnih prerudnih i interrudnih tektonskih deformacija kao i izrazitih hidrotermalnih izmena, veoma je teško donositi zaključke o tome da li je prvobitna stena bila tufobreča, tuf ili andezit. U vezi sa tim, naša dosadašnja, pre svega terenska zapažanja u toku kartiranja jezgra bušotina, navode nas na zaključak da su rudna tela znatno češće lokalizovana u tufobrečama nego što se to do sada smatralo.

Egzaktnije upoznavanje temperature, sastava i evolucije hidrotermalnih fluida rudnih tela Čumavića ima veliki značaj, kako u sagledavanju geneze orudnjenja i mineralizacija, tako i u širim metalogenetskim razmatranjima. U tom smislu neophodno je vršiti detaljnija istraživanja.

Opšti zaključak bi bio da su Sb-Pb-Zn orudnjenja Čumavića na bazi opštih uslova stvaranja, sredine deponovanja, prostorne i paragenetske veze sa odgovarajućim vulkanogenim stenama, u prisnoj vezi sa neogenim magmatizmom Srebrenice, koji se prema postojećim metalogenetskim šemama uklapa u zonu tzv. tercijarne aktivizacije u okvirima Srpsko-makedonske metalogenetske provincije.

ZAKLJUČAK

Na bazi geoloških istraživanja izvedenih 1980, 1981 i 1982 godine, u okolini sela Čumavića, registrovana je složena orudnjena Sb-Pb-Zn (Ag, Au) zona, nazvana »čumavićka« rudna žica, sa svojim žičnim ograncima. Ova orudnjenja pripadaju hidrotermalnim žičnim ležištima, mezo-epitermalnog tipa, pri čemu je formiranje rudnih žica teklo kroz više hidrotermalnih sistema mineralizacionog ciklusa, na što upućuje mineralno-hemijski sastav rude. Koncentracije Sb, Pb, Zn, Ag, Au i drugih pratećih elemenata vrlo su neravnomerno razmeštene ne samo u različitim tipovima, već i u okviru istog tipa orudnjenja.

Naša buduća istraživanja i ispitivanja moramo smišljeno usmeravati u smislu traženja odgovora na sve do sada iznete probleme, a sve u cilju otkrivanja orudnjenja i mineralizacija ekonomskog značaja, kao i proširenje i uvećanje postojeće sirovinske baze.

Izvedena istraživanja imala su za zadatak da pruže neophodne elemente i uvid u osnovne karakteristike Sb-polimetaličnih rudnih tela Čuma-

vića radi pravilnog projektovanja i usmeravanja daljih rudarsko-geoloških radova, kao i da pruže parametre za njihovu opravdanost. Obzirom na veoma varijabilan karakter parametara orudnjenja, kompleksnost mineralne sirovine i drugu postojeću problematiku koja karakteriše ovo veoma interesantno orudnjenje, celishodniji uvid u ovo rudište može se dobiti samo podzemnim rudarskim radovima. Ovim radovima razjasniće se mnogi postojeći problemi, jer, poznato je, rezultati ovih istraživanja su najtačniji i najbolje interpretirani.

Stečena iskustva na istraživanju Sb-Pb-Zn (Ag, Au) rudnih tela Čumavića ukazuju na mogućnost otkrivanja većih koncentracija polimetala u povoljnim rudokontrolnim uslovima. U prilog ovom mišljenju idu ne samo značajna otkrića na istraživanom prostoru, već i brojne pojave i indicije na susednim lokalnostima.

Imajući sve ovo u vidu neophodno je kroz adekvatne društvene dogovore i samoupravne sporazume stvoriti uslove za kontinuirani priliv značajnijih sredstava za istraživanje čumavićkog rudnog polja. Definisana politika finansiranja, pravilna koordinacija, koncepcija i metodologija istraživanja, garancija su pozitivnih ostvarenja efektivnosti istraživanja, u vreme naglašene potražnje tretiranih mineralnih sirovina.

Predato za štampu 24. X 1983. Recenzent mr Bude Radulović

LITERATURA

Dangić, A., 1982.: — Temperature, sastav i evolucija rudonosnih fluida u području Srebrenice. Zbornik radova X Jubilarnog Kongresa geologa Jugoslavije, knjiga II, Budva.

Čobić, T., 1978.: — Prilog poznavanju Srebrničkog rudnog ležišta, Zbornik radova IX kongresa geologa Jugoslavije, Sarajevo.

Kubat, I., 1974.: — Mineralne sirovine Istočne Bosne, Geološki glasnik, Sarajevo.

Mudrinić, Č., Andrić, B., 1978.: — Polimetalična ležišta antimona u reonu Istočnog Kopaonika. Zbornik radova IX kongresa geologa Jugoslavije, Sarajevo.

Ramović, M., 1955.: — Izveštaj o geološko-rudarskim istražnim radovima tokom 1955. — Srebrenica. Fond stručne dokumentacije Rudnika »Srebrenica«, Srebrenica.

Radosavljević, S., 1977.: — Mineralne parageneze rudnih žica u Čumavićima — Izveštaj.

Topalović, D., 1978.: — Geološki sastav i tektonika okoline Srebrenice sa osvrtom na ležište olova i cinka »Srebrenica« — stručni rad.

Topalović, D., 1983.: — Izveštaj o istraživanju Sb-polimetaličnog rudnog polja Čumavići, kod Srebrenice u 1981/82. godini. Fond stručne dokumentacije Geoinstituta, Beograd.

Vukašinović, S., 1977.: — Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima na širem prostoru Srebreničke vulkanske oblasti. Fond stručne dokumentacije Rudnika »Srebrenica« — Srebrenica.

S u m m a r y

Vein type of Sb-Pb-Zn ore mineralisation of Čumavići (the ore region of Srebrenica)

by

T o p a l o v i ć D r a g o l j u b

Key words: metallogeny, voulcanic, Sb-Pb-Zn mineralization, east Bosna.

This article deals with Sb-Pb-Zn (Ag, Au) mineralisations in the vicinity of the Čumavići village (the ore region of Srebrenica — east Bosnia).

Sb-Pb-Zn (Ag, Au) ore deposits occur in the form of simple and complex veins or ore zones formed in faults, fault zones and fractures, interescting volcanic pyroclastic rocks and andesite. The general direction of their strike is NW-SE, dipping to SW with an angle ranging from 30 to 80^0.

The ore veins of the Čumavići village is characterized with a complex mineral-chemical composition. The ore minerals are present in a variable amounts ranging from traces to considerably high grades, forming different associations. They are predominantly associations of quartz-antimony-lead and zinc mineral paragenesis. Ore minerals as well as gangue ones mostly appear in several generations.

Ore mineralisation was formed in a process which is characterized by the pulsation of ore bearing solutions, intermineralisational movement and resulting in the formation of many phases mineralisation.

RADOVI Geoinstituta, knjigà 17, god. 1984., Beograd.
PROCEEDINGS of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Veljko Omaljev

UDK 553.495 (497.11)
Originalni naučni rad

RASPODELA URANA, TEŠKORASTVORNOG I LAKORASTVORNOG URANA U JUŽNOM DELU GRANITSKOG MASIVA BUKULJE

(sa 6 slika i 5 tabela)

Ključne reči: metalogenija, geohemija, statistika, radioaktivni elementi, granit, Bukulja, Šumadija.

U ovom radu su statistički obrađeni podaci o koncentracijama urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana; kao nastavak izučavanja raspodele urana u južnom delu granitskog masiva Bukulje.

Kao nastavak razvoja originalne metodologije statističkih izučavanja raspodele hemijskih elemenata u stenama, autor daje novu varijantu ovih izučavanja posmatrajući uran, teškorastvorni uran i lakorastvorni uran kao posebne hemijske elemente.

UVOD

Povećan interes za svestrana geohemijska izučavanja raspodele urana u granitoidnom masivu Bukulje dolazi zbog pojava uranove mineralizacije u njima (S. V i š i ć, 1961; V. F i l i p o v i ć, 1980). U ranijem periodu nije bilo litogeohemijskih izučavanja raspodele urana, sva pažnja je bila usmerena na izučavanja pojava uranove mineralizacije koje se javljaju u hidrotermalno promenjenim granitima južnog dela bikuljskog plutona. Posle dužeg prekida u istraživanju urana, novi istraživački radovi su započeli litogeohemijskim oprobavanjem južnog dela ovog granitskog masiva (V. F i l i p o v i ć, i dr., 1977, 1978). I ovog puta glavna pažnja je usmerena na one teritorije granitoidnog plutona Bukulje u kojim se nalaze pojave i orudnjenja urana. Bilo bi poželjno da se cela površina ovog granitoidnog masiva litogeohemijski uzorkuje, na taj način bi se dobila objektivna slika o karakteru raspodele urana u celom plutona, što bi dalo mogućnost definisanja geohemijske sredine koja je maksimalno povoljna za akumulacije urana u formi rudnih tela.

Osnovni podaci o granitoidnom masivu Bukulje dati su u prethodno objavljenom radu (V. O m a l j e v, 1983a), te neće biti ponavljanja. Svi neophodni podaci biće navedeni kada se govori o formiranju statističkih uzoraka za ova geohemijska ispitivanja statističkim aparatom.

Statistička ispitivanja raspodele urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana izvedena su po principima nove originalne metodologije autora (V. O m a l j e v, 1977, 1978, 1982), primenom trokomponentnih dvoj-

nih histograma (V. O m a l j e v, 1980). Bilo bi poželjno proučiti ovu najnužniju literaturu za svestranije razumevanje izložene materije u ovom radu.

Populacije urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana u različitim vrstama granitoidnih stena Bukulje su definisane geohemijskim sredinama u njima. Princip definisanja geohemijske sredine ostao je nepromenjen (iz prethodnog rada), statistički uzorci su formirani zavisno od stepena hidrotermalne alteracije granita južnog dela plutona Bukulje.

Uran (U = X), teškorastvorni uran (Un = X_1) i lakorastvorni uran (Ur = X_2) posmatramo kao posebne hemijske elemente, bez obzira što među njima nema razlike na nivou posmatranja atoma. Međutim, postoje razlike u geohemijskom ponašanju ovih formi pojavljivanja urana, kako u procesu magmatske diferencijacije i kristalizacije petrogenih minerala, tako isto i u postmagmatskim procesima promena magmatskih stena. Postojanje ove tri forme urana u granitoidima Bukulje je isključivo posledica mineralne forme njihovog prisustva u različitim geohemijskim sredinama.

Forma ugrađivanja urana u petrogene minerale (kao mikroelementa) može biti trojaka (L. L. L e o n o v a, i dr., 1958; A. Ja. K r i l o v, i dr., 1959; V. I. B a r a n o v, i dr., 1962, A. N. K o m a r o v, i dr., 1982):

1) Izomorfno zamenjivanje Y, Ce, Zr, Th, i delimično Ca.

2) Prisustvo urana u defektima kristalne rešetke minerala.

3) Inkluzije akcesornih minerala, koncentratora urana i sopstvenih uranovih minerala.

Kao četvrta forma prisustva urana u kiselim magmatskim stenama su sopstveni uranovi minerali kao akcesorije (uraninit, torijanit, i drugi). Ova mineralna forma sadrži lakorastvorni uran u magmatskim stenama, dok su ostale mineralne forme karakteristične po teškorastvornom uranu.

Prilikom kasnomagmatskih promena magmatskih stena dolazi do preraspodele hemijskih elemenata, a u tom kompleksu i urana kao mikroelementa. Razaraju se primarne (singenetske) populacije urana i stvaraju se nove populacije, koje se opet mogu smatrati za singenetske u odnosu na promenjenu stenu, ali u odnosu na primarnu magmatsku stenu ove populacije su sekundarne.

Prilikom kasnomagmatskih promena granitoidnih stena plutona Bukulje najintenzivnija je hidrotermalna promena, koja je zahvatila južni deo granitoidnog masiva koji je bio najintenzivnije tektonski pripremljen za cirkulaciju hidrotermalnih rastvora. Dolazi do raspadanja feldspata i liskuna, na čiji se račun stvaraju minerali glina, od kojih je najznačajniji kaolinit. Tom prilikom dolazi do preraspodele urana, koji se oslobađa iz raspadnutih petrogenih minerala stvarajući nove mineralne zajednice. Najveća masa urana se ugrađuje u nove minerale kao mikroelemenat, ali jedan deo urana migrira stvarajući povećane akumulacije na pogodnim mestima (geohemijskim barijerama). Ovi procesi nisu proučavani u detalju, niti u svetskoj literaturi ima pogodnih primera sličnih izučavanja posledica preraspodele urana pri kasnomagmatskim izmenama granitoida.

U ovom radu učinjen je pokušaj statističkih izučavanja posledica preraspodele osnovnih populacija urana u granitoidnim stenama južnog dela plutona Bukulje. Bilo bi poželjno da se ovi procesi kompleksno izučavaju,

petrološki, petrohemijski i geohemijski, ali do sada nismo našli primera sličnih izučavanja u literaturi.

Zahvalan sam koleginicama: **Verici Filipović** na ustupanju rezultata i materijala geohemijskih proba, **Mileni Živanović** i **Biljani Anđelković** na pomoći oko formiranja statističkih uzoraka i **Jelki Simić** za crtanje trokomponentnih dvojnih histograma.

Nisu priloženi svi crteži trokomponentnih dvojnih histograma, iz razloga štednje prostora publikacije. Priloženi su crteži samo kolektivnih statističkih uzoraka i to onih gde su izvršena otsecanja najbogatijih geohemijskih proba. Prilozi svih parcijalnih statističkih uzoraka, sa kolektivnim, iznose (u dve kombinacije) 16 crteža trokomponentnih dvojnih histograma, što je preobimno za ovu publikaciju. Prikazani su trokomponentni dvojni histogrami za kolektivne statističke uzorke granit, alterisani granit, izbeljeni granit, hidrotermalno izmenjeni granit i ukupno granit (u dve kombinacije), koji su detaljnije opisani.

METODOLOGIJA STATISTIČKIH IZUČAVANJA

Osnovna populacija urana u granitoidnim stenama Bukulje nalazi se u petrogenim mineralima u formi mikroelementa. Pri tome su zastupljene sve mineralne forme prisustva urana u ovim stenama.

Lakorastovrni uran u granitoidnim stenama Bukulje je određen hemijskim tretiranjem materijala geohemijskih proba sa hladnim rastvorom 2,5 N azotne kiseline, na sobnoj temperaturi, u vremenskom trajanju od 24 sata.

Teškorastvorni uran u svakoj geohemijskoj probi je dobijen oduzimanjem jedinične količine lakorastvornog urana od ukupnog urana, po formuli:

$$Un = U - Ur, \text{ odnosno } X_1 = X - X_2$$

Svaka geohemijska proba predstavlja jediničnu veličinu (**V. Omaljev,** 1977, 1982), po masi materijala (q) i po masama urana (X), teškorastvornog urana (X_1) i lakorastvornog urana (X_2), a koje se iskazuju kao jedinične koncentracije urana (x), teškorastvornog urana (x_1) i lakorastvornog urana (x_2). Na taj način svaka geohemijska proba predstavlja trokomponentni sistem, jer se sva tri vida pojavljivanja urana tretiraju kao posebni hemijski elementi. Raspodele ovih jediničnih veličina po koncentracijama kao nezavisnim geološkim promenljivim se ponašaju kao funkcije (**V. Omaljev,** 1980) na sledeći način:

$f(x)$ — Raspodela jedinične mase materijala probe (q) po koncentraciji urana (x).
$f_x(x)$ — Raspodela jedinične mase urana (X) po koncentraciji urana (x).
$f_{x1}(x)$ — Raspodela jedinične mase teškorastvornog urana (X_1) po koncentraciji urana (x)
$f_{x2}(x)$ — Raspodela jedinične mase lakorastvornog urana (X_2) po koncentraciji urana (x).
$f(x_1)$ — Raspodela jedinične mase materijala probe (q) po koncentraciji teškorastvornog urana (x_1).
$f_{x1}(x_1)$ — Raspodela jedinične mase teškorastvornog urana (X_1) po koncentraciji teškorastvornog urana (x_1).
$f_{x2}(x_1)$ — Raspodela jedinične mase lakorastvornog urana (X_2) po koncentraciji teškorastvornog urana (x_1).

$f_x(x_1)$ — Raspodela jedinične mase urana (X) po koncentraciji teškorastvornog urana (x_1).

$f(x_2)$ — Raspodela jedinične mase materijala probe (q) po koncentraciji lakorastvornog urana (x_2).

$f_{x_2}(x_2)$ — Raspodela jedinične mase lakorastvornog urana (X_2) po koncentraciji lakorastvornog urana (x_2).

$f_x(x_2)$ — Raspodela jedinične mase urana (X) po koncentraciji lakorastvornog urana (x_2).

$f_{x_1}(x_2)$ — Raspodela jedinične mase teškorastvornog urana (X_1) po koncentraciji lakorastvornog urana (x_2).

Grafička ilustracija raspodela relativnih frekvencija ovih funkcija je trokomponentni dvojni histogram. Intenziteti funkcija **f(x), f(x_1)** i **f(x_2)** su dati stubovima (na klasičan način), a intenziteti ostalih funkcija su dati stubićima koji se nalaze unutar pomenutih stubova. Pri tome svaki elemenat (U, Un i Ur) ima svoju šrafuru stubića, koja je jednaka za sve trokomponentne dvojne histograme (sl. od 1 do 6). Pri tome se glavni elemenat (čija koncentracija igra ulogu nezavisne geološke promenljive) uvek nalazi u sredini stubova, koje predstavljaju klase rangiranja po koncentraciji glavnog elementa.

Međusobni odnosi medijana (M) i aritmetičke sredine ($\bar{x}$) određuju karakter raspodele po jednom od tri zakona raspodele, koje je autor ranije definisao (V. O m a l j e v, 1978, 1982).

STATISTIČKI UZORCI GRANITOIDA BUKULJE

Geohemijskim uzorkovanjem u ranijem periodu (V. F i l i p o v i ć, i dr., 1977, 1978), na južnom delu granitoidnog masiva Bukulje uzeto je 660 geohemijskih proba. Sve probe su bile hemijski analizirane na uran, a samo 104 probe su imale i analizu na lakorastvorni uran. Statistička analiza raspodela urana je izvršena ranije (V. O m a l j e v, 1983a), a tom prilikom nije bilo moguće statistički analizirati i lakorastvorni uran zbog malog broja ovih podataka.

U okviru studije izučavanja raspodele urana u granitoidnom masivu Bukulje u kasnijem periodu (V. O m a l j e v, i dr., 1983b), urađeno je još 377 analiza na lakorastvorni uran. Na taj način su stvoreni uslovi za statističku analizu raspodele urana sa njegovom teškorastvornom i lakorastvornom komponentom, koje se sada posmatraju kao posebni hemijski elementi.

Materijal od 179 geohemijskih proba nije bio pronađen, tako da je došlo do smanjenja broja geohemijskih proba u ranije formiranim statističkim uzorcima ovih granitoida.

Slučajnom eliminacijom 179 geohemijskih proba formirani su novi statistički uzorci od starih, po istom principu (V. O m a l j e v, 1983a, 1983b), a to su: 1) **granit,** 2) **alterisani granit,** i 3) **izbeljeni granit.** Sve geohemijske probe (481) čine kolektivni statistički uzorak, pod nazivom »ukupno granit«. Pri tome je formiran prelazni kolektivni statistički uzorak od proba uzetih u alterisanom i izbeljenom granitom, pod nazivom »hidrotermalno promenjeni granit«.

Parcijalni statistički uzorci: granit, alterisani granit i izbeljeni granit, takođe predstavljaju kolektivne statističke uzorke koji u sebi sadrže

detaljniju podelu; bilo po varijetetu granita ili po teritorijalnoj pripadnosti. Na taj način smo dobili još 6 parcijalnih statističkih uzoraka.

Eliminacijom najbogatije probe iz nekih statističkih uzoraka dobijeni su novi, na taj način se došlo do još 6 statističkih uzoraka. Ukupno je formirano 17 statističkih uzoraka, u jednom nema dovoljno podataka, tako da ostaje 16 statističkih uzoraka za analizu raspodele urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana u južnom delu granitoidnog masiva Bukulje. Detaljno će statistički biti analizirana raspodela ovih elemenata u 5 prvobitno nabrojanih statističkih uzoraka, čiji su dvojni histogrami priloženi u kombinaciji posle otsecanja najbogatije probe — jedino za kolektivni statistički uzorak (N = 481) se daje i histogram u dve varijante, pre i posle otsecanja najbogatijih proba.

Ostaje činjenica da je u izvesnoj meri promenjen karakter osnovne populacije urana u novim statističkim uzorcima posle slučajnog eliminisanja 179 geohemijske probe. Radi se da su eliminisane siromašnije u uranu geohemijske probe, koje su pretežno uzete na istočnom delu istraživanog područja (V. O m a l j e v, 1983a). Već samim smanjenjem broja proba došli su do izražaja uticaji najbogatijih proba, što je dovelo do izvesnog povećanja srednjih sadržaja starih sa novim statističkim uzorcima.

Granit

Severni deo granitskog masiva Bukulja izgrađuju dvoliskunski graniti, koji ograničavaju istraživano područje sa severne strane. Biotitski granit se nalazi na istočnom delu istraživanog područja (V. O m a l j e v, 1983a) u vidu relativno malih masa. Ove dve vrste granita nisu potpuno jasno odvojene, jer se u pomenutim zonama javljaju obe vrste granita, gde jedna preovlađuje.

Struktura statističkog uzorka granit je data u tabeli 1, gde su pored broja podataka (N — broj proba) i količinskog učešća (u %) dati i srednji sadržaji svakog parcijalnog statističkog uzorka, a takođe i kolektivnog.

Tabela 1.

STRUKTURA STATISTIČKOG UZORKA GRANIT, SA SREDNJIM SADRŽAJIMA U, Un i Ur (u ppm)

Statistički uzorak	N	%	U	Un	Ur
Dvoliskunski granit	55	79,71	3,47	2,46	1,002
Biotitski granit	14	20,29	4,80	3,99	0,81
Granit	69	100,00	3,74	2,77	0,96

Uopšte je mali broj podataka u ovim statističkim uzorcima, a u biotitskom granitu broj podataka onemogućava bilo kakvu statističku analizu. Razlika u srednjim sadržajima urana i teškorastvornog urana između dvoliskunskih i biotitskih granita je u postojanju tri bogatije probe (10 do 15 ppm U) u biotitskim granitima.

Mala je razlika u raspodeli izučavanih elemenata između dvoliskunskih granita i kolektivnog statističkog uzorka granit, tako da će biti analiziran samo ovaj poslednji.

Raspodela urana u granitu je logaritamska, što znači da se pokorava 2. zakonu raspodele (V. O m a l j e v, 1978, 1982), sa parametrima raspodele $M = 3{,}2 < \bar{x} = 3{,}74 < Mx = 5{,}1$ ppm, na varijacionom intervalu od 1,1 do 15,8 ppm urana, nasleđenog iz biotitskog granita.

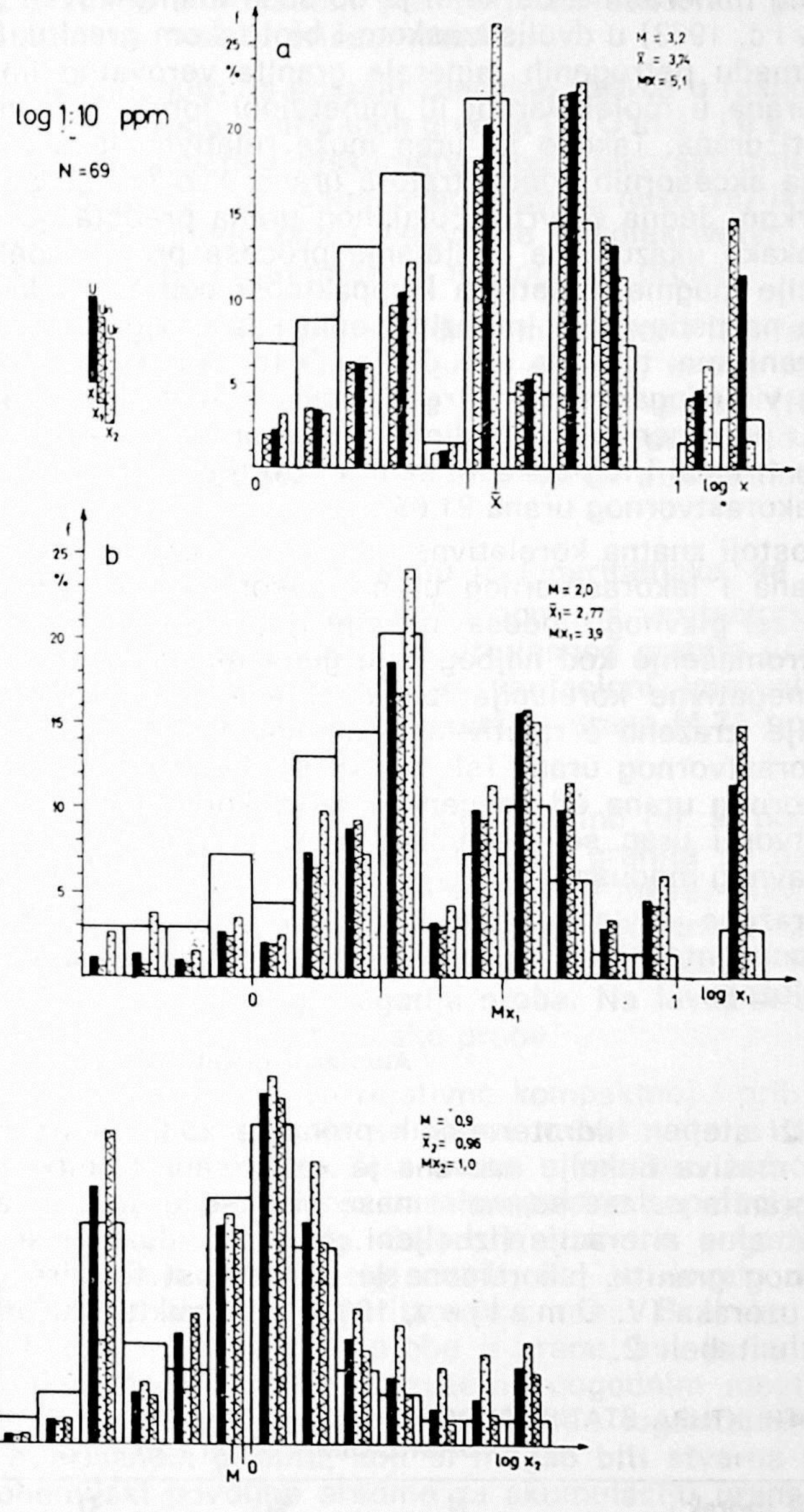
Forma krive gustine **f(x)**, koja na sl. 1 (pod a) nije konstruisana ali se lako može zamisliti nad histogramom, je u osnovi polimodalna, ali se može interpretirati lognormalni oblik koji je najverovatnije narušen zbog relativno malog broja podataka. Postojanje više parcijalnih populacija urana u granitu ukazuju na postmagmatsku preraspodelu urana, kada se delimično razorila kompatkna populacija urana stvorena u uslovima magmatske kristalizacije granita. Mali broj podataka onemogućava jasnije sagledavanje uloge i značaja ovih parcijalnih populacija, jer je izvesno da se sav uran nalazi u petrogenim mineralima kao mikroelemenat. Glavni modus funkcije **f(x)** se nalazi u 6. klasi I log dekade sa 21,74% mase granita i 20,21% mase urana. Glavni modus funkcije **f(x)** (urana) je desno pomeren i nalazi se u 8. klasi I log dekade sa 14,49% mase granita u kojoj se nalazi 22,15% mase urana.

Raspodela teškorastvornog urana u granitu je takođe logaritamska, sa parametrima raspodele: $M = 2{,}0 < \bar{x}_1 = 2{,}77 < Mx_1 = 3{,}9$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,5 do 15,4 ppm. Cela populacija teškorastvornog urana je pomerena po apscisi ulevo u odnosu na populaciju urana (sl. 1), što je normalna posledica računske eliminacije lakorastvorne komponente urana iz geohemijskih proba.

Forma krive gustine $\mathbf{f(x_1)}$ u statističkoj razmeri log 1 : 10 ppm je takođe polimodalna, ali se naslućuje lognormalni oblik (sl. 1, pod b). Izdvajaju se dve parcijalne populacije teškorastvornog urana. Siromašnija parcijalna populacija se naglo prekida posle glavnog modusa populacije u 4. klasi I log dekade (20,29% mase granita sa 16,73% mase urana), tako da dobija izrazitu desnu logaritamsku asimetriju. Bogatija parcijalna populacija ima lognormalnu formu krive gustine, sa modusom u 7. klasi I log dekade (10,14% mase granita sa 15,73% mase urana). Srednji sadržaj teškorastvornog urana u prvoj siromašnijoj populaciji je 1,59 ppm (48 proba), a bogatija parcijalna populacija ima sredinu 4,57 ppm U (19 proba). Ove dve parcijalne populacije su ostaci (verovatno) populacije stvorene za vreme magmatske kristalizacije, s tim da je siromašnija populacija ugrađena u glavne petrogene minerale (feldspati i kvarc sa niskim sadržajima urana), a bogatija populacija je verovatno ugrađena u minerale kasnije faze kristalizacije (sa sadržajima od 3 do 10 ppm urana). Dve najbogatije probe sadrže uran koji se nalazi u nekim uranom bogatijim mineralima (oko 14 ppm U), koji su karakteristični za niskozastupljene akcesorne minerale (u kojima se nalaze sadržaji urana reda veličine 0,1 do 0,01%).

Raspodela lakorastvornog urana u granitu je logaritamska, sa parametrima raspodele: $M = 0{,}9 < \bar{x}_2 = 0{,}96 < Mx_2 = 1{,}0$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,2 do 4,0 ppm lakorastvornog urana.

Forma krive gustine $\mathbf{f(x_2)}$ je polimodalna (sl. 1, pod c), što je svakako posledica postojanja više parcijalnih populacija lakorastvornog urana u



Sl. 1 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 1 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the granite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)

granitu. Lakorastvorni uran se nalazi u vidu sopstvenih minerala među akcesornim mineralima, od kojih je do sada identifikovan uraninit (D. R a d u s i n o v i ć, 1963) u dvoliskunskom i biotitskom granitu. Sem toga u prostorima između petrogenih minerala granita verovatno ima izvesnih akumulacija urana u molekularnoj ili mineralnoj formi, koja pripada ovoj mobilnoj vrsti urana. Takođe se uran može relativno lako mobilisati iz perifernih zona akcesornih koncentratora urana, kao što su alanit, monacit, sfen, pa i cirkon. Jedna četvrtina ukupnog urana predstavlja lakorastvorni uran, što svakako ukazuje na postojanje procesa preraspodele urana posle kristalizacije magme. Relativna kompaktnost populacije lakorastvornog urana ukazuje na nedovoljan intenzitet ovih kasnomagmatskih preraspodela urana u granitima, tako da nije došlo do formiranja bogatih parcijalnih populacija u vidu logaritamskog repa; sav lakorastvorni uran se najverovatnije nalazi u petrogenim mineralima ovih granita. Glavni modus populacije se nalazi u 1. klasi I log dekade, sa intenzitetima: za masu granita 18,84% i za masu lakorastvornog urana 21,65%.

Postoji znatna korelativna međuzavisnost između urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana. Lakorastvorni uran se znatno akumulira u klasi glavnog modusa funkcije **f(x)** (sl. 1, pod a), tako da postoji veliko osiromašenje kod najbogatijih geohemijskih proba. To je posledica izvesne negativne korelacije između urana i lakorastvornog urana, što je najjasnije izraženo u relativnoj akumulaciji urana na niskim koncentracijama lakorastvornog urana (sl. 1, pod c). Slična je situacija u zavisnost lakorastvornog urana od koncentracije teškorastvornog urana (sl. 1, pod b), lakorastvorni uran se akumulira na levoj strani histograma i naročito u klasi glavnog modusa.

Izražena je visoka korelativna zavisnost između urana i teškorastvornog urana, intenziteti funkcija **fx** i $\mathbf{fx_1}$ relativno malo variraju oko srednjeg položaja.

Alterisani granit

Niži stepen hidrotermalnih promena kod granita južne polovine granitskog masiva Bukulje nazvana je »alterisani granit«. U ovoj masi alterisanog granita nalaze se male mase biotitskog granita, a zone maksimalne hidrotermalne alteracije (izbeljeni granit) razdvajaju severnu i južnu zonu alterisanog granita. Iskorišćena je mogućnost formiranja parcijalnih statističkih uzoraka (V. O m a l j e v, 1983a), a struktura uzorka alterisani granit je data u tabeli 2.

Tabela 2.

STRUKTURA STATISTIČKOG UZORKA ALTERISANI GRANIT, SA SREDNJIM SADRŽAJIMA U, Un i Ur

Statistički uzorak	N	%	U	Un	Ur
Alterisani granit severne zone	141	69,80	4,97	3,36	1,61
Alterisani granit južne zone	61	30,20	7,06	3,29	3,77
	60		4,21	2,55	1,66
Alterisani granit	202	100,00	5,60	3,34	2,26
	201		4,74	3,12	1,63

Prilikom ovih statističkih uzučavanja izvedene su kombinacije eliminacije najbogatije probe u alterisanom granitu južne zone, što je preneto i na kolektivni statistički uzorak alterisani granit.

Već je ranije napomenuto da postoje značajne razlike u raspodeli urana između severne i južne zone alterisanog granita (V. O m a l j e v, 1983a), a slična razlika postoji i u raspodeli teškorastvornog i lakorastvornog urana. Ispitivanja ovih razlika prevazilazi obim ovog rada, a neke razlike će biti napomenute prilikom detaljnijeg opisa raspodele u kolektivnom statističkom uzorku alterisani granit (po eliminaciji najbogatije probe).

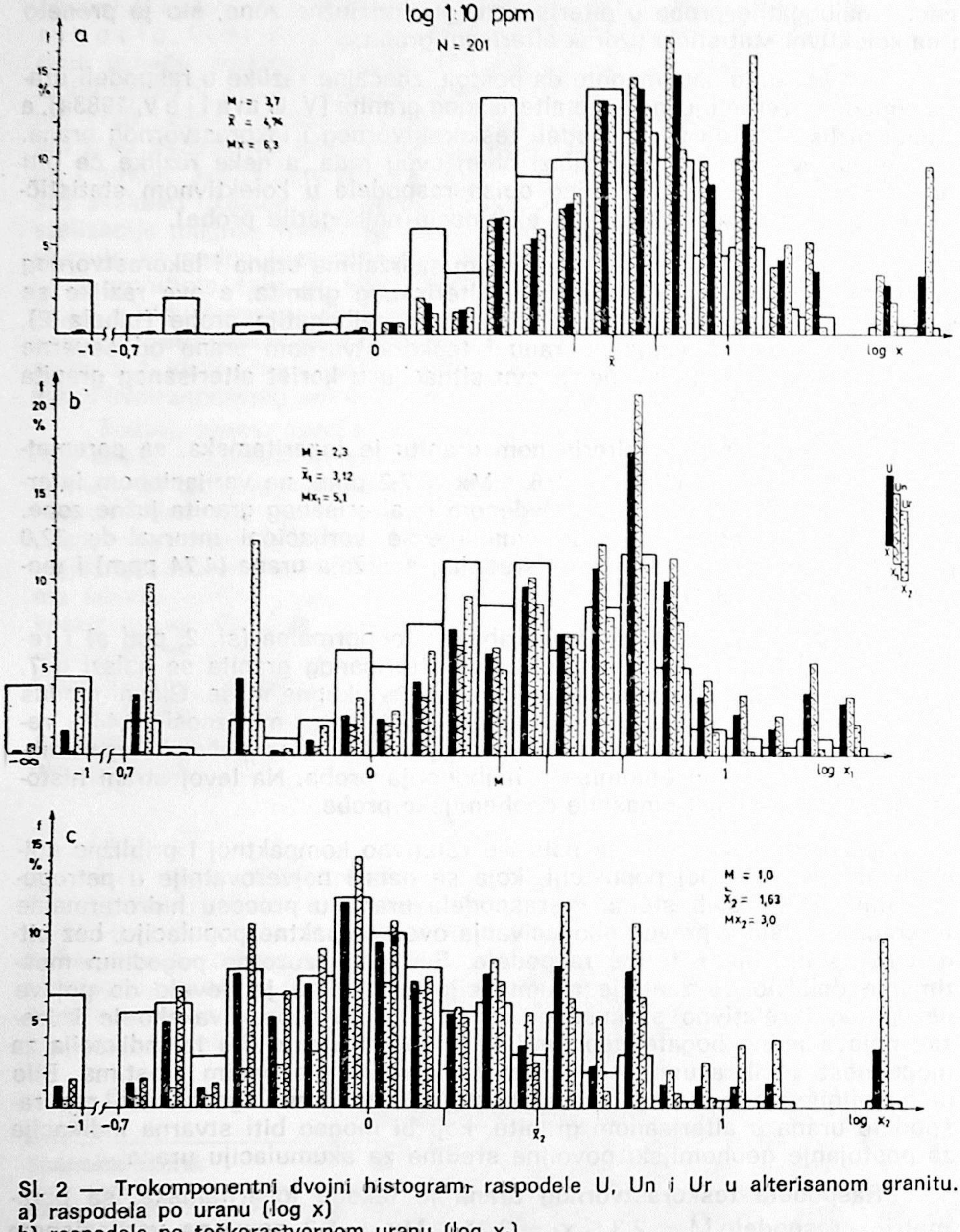
Veoma je velika razlika u srednjim sadržajima urana i lakorastvornog urana između severne i južne zone alterisanog granita, a ove razlike se svode na razumnu meru nakon eliminacije najbogatije probe (tabela 2). Južna zona je siromašnija u uranu i teškorastvornom uranu od severne zone, a najbogatija proba menja ovu situaciju u korist alterisanog granita južne zone.

Raspodela urana u alterisanom granitu je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 3,7 < \bar{x} = 5,6 < Mx = 7,2$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 178,0 ppm. U nasleđenom iz alterisanog granita južne zone. Eliminacijom najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval do 32,0 ppm U, što dovodi do smanjenja srednjeg sadržaja urana (4,74 ppm) i medijane urana (6,3 ppm).

Forma krive gustine **f(x)** je približno lognormalna (sl. 2, pod a) i relativno kompaktna. Glavni modus mase alterisanog granita se nalazi u 7. klasi I log dekade, sa intenzitetom od 13,86% ukupne mase. Glavni modus urana je pomeren za dve klase u desno, a intenzitet mu iznosi 12,44% relativnih frekvencija urana. Dve najbogatije probe čine početak logaritamskog repa, iz koga je eliminisana najbogatija proba. Na levoj strani histograma se nalaze najsiromašnije geohemijske probe.

Najveća masa urana se nalazi u relativno kompaktnoj i približno unimodalno raspoređenoj populaciji, koja se nalazi najverovatnije u petrogenim mineralima ovih stena. Preraspodela urana u procesu hidrotermalne alteracije je išla u pravcu obogaćivanja ove kompaktne populacije, bez bitnog narušenja njene forme raspodele. Samo na izuzetno pogodnim mestima je dolazilo do znatnije akumulacije urana, što je dovelo do pojave neznatnog i relativno siromašnog logaritamskog repa. Svakako je izuzetak pojava jedne bogate geohemijske probe u uranu, što je indikacija za mogućnost većih akumulacija urana na izuzetno pogodnim mestima. Bilo bi povoljnije da u ovim stenama postoji kontinuiran logaritamski rep raspodele urana u alterisanom granitu, koji bi mogao biti stvarna indikacija za postojanje geohemijski povoljne sredine za akumulaciju urana.

Raspodela teškorastvornog urana je takođe logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 2,3 < x_1 = 3,34 < Mx_1 = 5,3$ ppm, na varijacionom intervalu od 0 do 48,0 ppm nasleđenom iz alterisanog granita južne zone. Eliminacijom najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval na 21,0 ppm (što je nasleđeno iz alterisanog granita severne zone), a to dovodi do smanjenja srednjeg sadržaja (3,2 ppm) i medijane teškorastvornog urana (5,1 ppm).



Sl. 2 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u alterisanom granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 2 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the alterated granite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)

Pojava geohemijskih proba sa sadržajem »nula« za teškorastvorni uran ukazuje da su hidrotermalni procesi ponekad dovodili do potpunog izluženja urana iz granita, stvarajući na tim mestima sekundarne akumulacije lakorastvornog urana. Na taj način je primarna populacija urana u granitima temeljno preraspodeljena.

Pojava vrednosti »nula« za koncentraciju hemijskog elementa u stenama predstavlja veliki problem za statistička izučavanja raspodele u logaritamskim statističkim razmerama. Ovom prilikom je prvi put nađeno praktično rešenje prikaza ovih relativnih frekvencija funkcija raspodele i to prikazom van dvojnog histograma negde u beskonačnosti (sl. 2, pod b).

Forma krive gustine funkcije $f(x_1)$ je u osnovi polimodalna i dosta razvučena, što je svakako posledica postojanja više parcijalnih populacija teškorastvornog urana u ovim stenama. Prilikom preraspodele urana u procesu hidrotermalne alteracije razorila se osnovna populacija urana do izvesne mere, ali je opet ostalo više urana u teškorastvornoj nemobilnoj formi. Ovaj nemobilni uran je najverovatnije bio ugrađen u stabilne petrogene minerale (kvarc i neke akcesorne minerale). Novi petrogeni minerali koji su postali u hidrotermalnom procesu zahvatili su izvesnu količinu urana, koju su takođe ugradili u svoju kristalnu rešetku i na taj način ga imobilisali. Interesantno je da se izvesna količina urana izdvojila u parcijalnu populaciju koja liči na logaritamski rep (na desnoj strani histograma). Eliminisana najbogatija proba može se smatrati da pripada populaciji logaritamskog repa.

Raspodela lakorastvornog urana je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 1{,}0 < \bar{x}_2 = 2{,}26 < Mx_2 = 5{,}2$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 130,0 ppm (što je nasleđeno iz alterisanog granita južne zone). Eliminacijom najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval do 31,5 ppm (što je nasleđeno iz alterisanog granita severne zone), a to dovodi do smanjenja srednjeg sadržaja (1,63 ppm) i medijane lakorastvornog urana (3,0 ppm).

Forma krive gustine funkcije $f(x_2)$ je polimodalna (sl. 2, pod c), sa relativno dobro izraženim logaritamskim repom na desnoj strani histograma. Logaritamski rep jasno indicira usmerenost preraspodele urana prilikom hidrotermalnih promena granita ka stvaranju bogatijih parcijalnih populacija lakorastvornog (mobilnog) urana. Jedino intenzitet obogaćenosti lakorastvornim uranom je relativno nizak, samo najbogatija proba ukazuje na mogućnost postojanja akumulacija urana sa koncentracijama rudnog urana (preko 100 ppm lakorastvornog urana). Akumulacije rudnog urana se po pravilu nalaze u sopstvenim mineralima urana.

Glavni modus funkcije $f(x_2)$ se nalazi u 1. klasi I negativne log dekade, intenziteta 11,94% relativnih frekvencija mase alterisanog granita. Glavni modus lakorastvornog urana se nalazi u 6. klasi I log dekade sa intenzitetom 11,68% relativnih frekvencija.

Postoji visoka korelativna zavisnost između urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana. Teškorastvorni uran se neznatno akumulira u oblasti glavnih modusa urana, dok se lakorastvorna komponenta akumulira desno od ove oblasti. Uran i lakorastovrni uran se pretežno akumuliraju u probama siromašnijim u teškorastvornom uranu, sa izuzetkom najbogatije probe (koje nema na histogramu) sa izrazito visokom akumulacijom

lakorastvornog urana. Uran i teškorastvorni uran se znatno akumuliraju na niskim koncentracijama lakorastvornog urana (sl. 2, pod c).

Može se smatrati da je alterisani granit povoljna geohemijska sredina za akumulacije urana, pretežno u formi akumulacija lakorastvornog urana.

Izbeljeni granit

Viši stepen hidrotermalnih promena granita na južnom delu plutona Bukulje izdvajamo pod nazivom »izbeljeni granit«, koje se na terenu javljaju kao dve izdužene zone koje su kontrolisane rasedima pružanja istok—zapad (V. O m a l j e v, 1983a). Intenzitet hidrotermalnih promena je često toliko visok da je izbeljeni granit često pretvoren u glinovitu masu, jer je argilizacija (sa kaolinizacijom) glavni vid hidrotermalnih promena u rasednim zonama ovog dela granitskog plutona Bukulje.

Kolektivni statistički uzorak koji predstavlja izbeljeni granit (obe zone) ima 210 geohemijskih proba, a njegova struktura je data u tabeli 3.

Tabela 3.

STRUKTURA STATISTIČKOG UZORKA IZBELJENI GRANIT, SA SREDNJIM SADRŽAJIMA U, Un i Ur

Statistički uzorak	N	%	U	Un	Ur
Izbeljeni granit severne zone	146	69,52	6,81	4,42	2,39
Izbeljeni granit južne zone	64	30,48	11,38	2,55	8,83
	63		5,68	2,41	3,27
Izbeljeni granit	210	100,00	7,55	3,43	4,12
	209		5,82	3,93	2,43

I ovom prilikom je izvršena kombinacija odsecanja najbogatije geohemijske probe (370 ppm U) u izbeljenom granitu južne zone, a dalja statistička analiza se odnosi na ovako osiromašene statističke uzorke.

Značajne razlike u srednjim sadržajima između izbeljenih granita severne i južne zone prvenstveno dolaze zbog uticaja najbogatije u uranu geohemijske probe, eliminacijom iste razlike se smanjuju na razumnu meru. Ovo se odnosi prvenstveno na lakorastvorni uran, jer najbogatija proba je bogata u lakorastvornoj komponenti urana, dok teškorastvorne komponente ima u uobičajenoj koncentraciji (11,0 ppm Un). Izbeljeni graniti južne zone su osiromašeni u teškorastvornom uranu u odnosu na izbeljene granite severne zone (tabela 3), što je posledica karaktera njegove raspodele (zbog ograničenog obima ovog rada ne možemo se upuštati u karakter ovih razlika, koje se delimično i posledica različitog broja podataka).

Raspodela urana u izbeljenom granitu je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 4{,}1 < \bar{x} = 7{,}55 < Mx = 10{,}8$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 370 ppm, što je nasleđeno od izbeljenog granita južne zone. Eliminacijom najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval do 90,0 ppm, koji je nasleđen iz severne zone. Ovo odsecanje dovodi do pro-

mena u vrednosti srednjeg sadržaja urana (5,82 ppm) i medijane urana (7,2 ppm).

Forma krive gustine funkcije **f(x)** je približno lognormalna (sl. 3, pod a), izuzimajući najsiromašnije probe i logaritamski rep koga čine najbogatije probe. Glavni modus mase izbeljenog granita se nalazi u 7. klasi I log dekade intenziteta 14,35% relativnih frekvencija. Glavni modus urana pomeren je u desno za jednu klasu, a intenzitet iznosi 13,25% relativnih frekvencija urana.

Najveća masa urana se nalazi u relativno kompaktnoj i unimodalno raspoređenoj parcijalnoj populaciji, a koja se nalazi raspoređena u petrogenim mineralima ovih stena, uključujući i one nastale u hidrotermalnim procesima. Postoji malo rasejavanje urana na levoj strani histograma čija je karakteristika krajnje male koncentracije urana (ispod 1 ppm U, uglavnom lakorastvorne komponente).

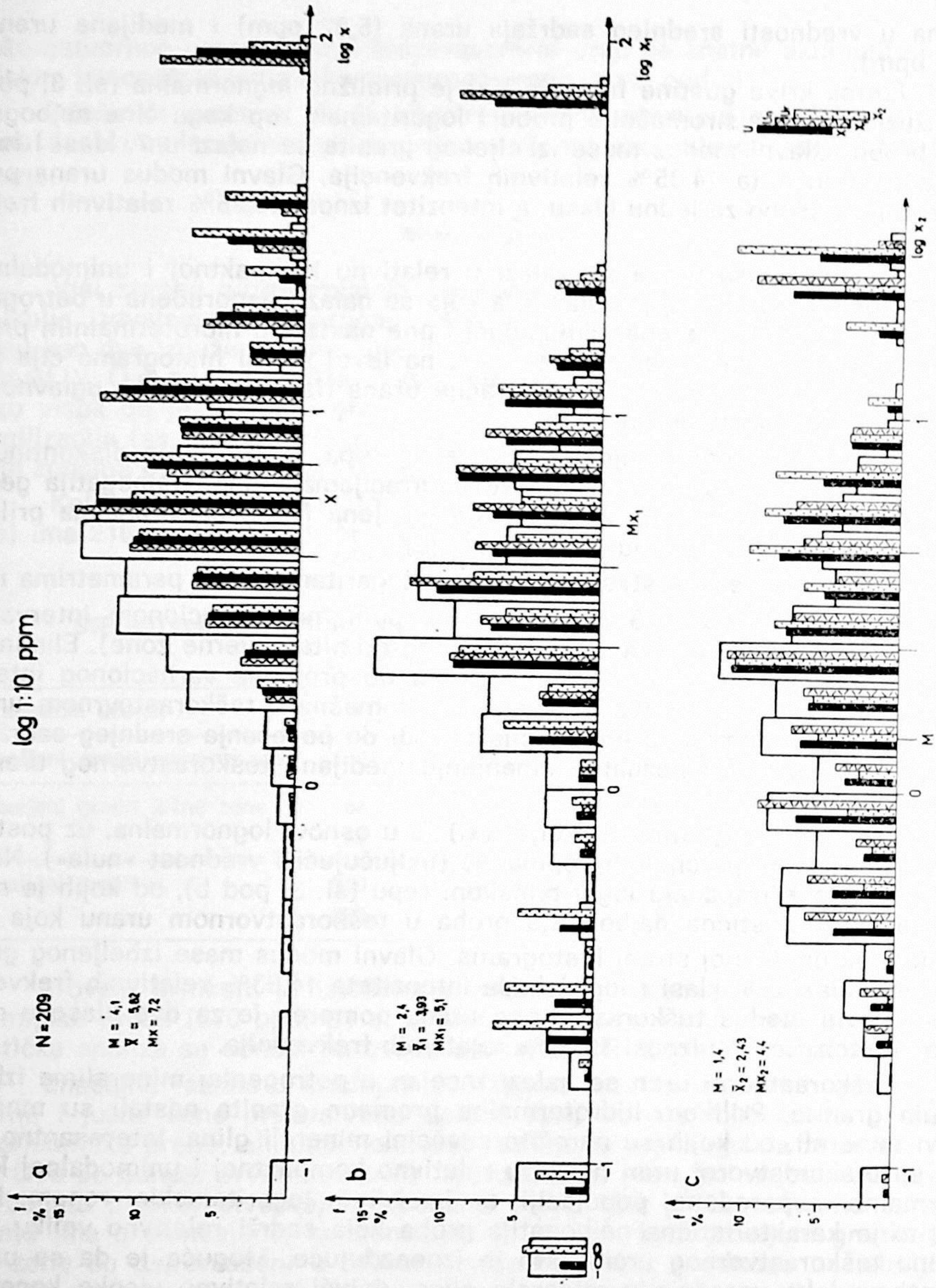
Značajno je postojanje logaritamskog repa, koji postaje diskontinuiran u desnom smeru ka najvišim koncentracijama urana. Najbogatija geohemijska proba (370 ppm U) je znatno udaljena i nije prikazana na priloženom dvojnom histogramu (eliminisana je).

Raspodela teškorastvornog urana je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 2,4 < \bar{x}_1 = 3,43 < Mx_1 = 5,2$ ppm, na varijacionom intervalu od 0 do 70,0 ppm (nasleđeno iz izbeljenog granita severne zone). Eliminacija najbogatije probe u uranu ne dovodi do promene varijacionog intervala, ova najbogatija proba je relativno siromašna u teškorastovrnom uranu (11,0 ppm). Pomenuta eliminacija dovodi do povećanja srednjeg sadržaja (na 3,93 ppm) uz neznatno smanjenje medijane teškorastvornog urana (na 5,1 ppm).

Forma krive gustine funkcije $f(x_1)$ je u osnovi lognormalna, uz postojanje siromašnih parcijalnih populacija (uključujući i vrednost »nula«). Najbogatije probe pripadaju logaritamskom repu (sl. 3, pod b), od kojih je naročito karakteristična najbogatija proba u teškorastvornom uranu koja je usamljena na desnoj strani histograma. Glavni modus mase izbeljenog granita se nalazi u 4. klasi I log dekade intenziteta 14,83% relativnih frekvencija. Glavni modus teškorastvornog urana pomeren je za dve klase u desno, a intenzitet mu iznosi 12,56% relativnih frekvencija.

Teškorastvorni uran se nalazi rasejan u petrogenim mineralima izbeljenih granita. Prilikom hidrotermalne promene granita nastali su mnogi novi minerali, od kojih su naročito značajni minerali glina. Interesantno je da se teškorastvorni uran nalazi u relativno kompaktnoj i unimodalnoj lognormalno raspoređenoj populaciji, sa izraženim logaritamskim repom. Naročito je karakteristična najbogatija proba koja sadrži relativno veliku količinu teškorastvornog urana, što je iznenađujuće. Moguće je da se uran relativno lako ugrađuje u minerale glina, dajući relativno visoke koncentracije teškorastvornog urana. Populacija ovog nemobilnog urana je znatno obogaćena u odnosu na primarne granite.

Raspodela lakorastvornog urana u izbeljenom granitu je takođe logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 1,4 < \bar{x}_2 = 4,12 < Mx_2 = 19,5$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 359,0 ppm Ur, nasleđenom iz izbeljenih granita južne zone. Eliminacijom ove najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval do 29,7 ppm (južna zona) Ova operacija dovodi do



Sl. 3 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u izbeljenom granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 3 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the bleached granite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)

znatnog smanjenja vrednosti srednjeg sadržaja lakorastvornog urana (na 2,43 ppm) i medijane Ur (do 4,4 ppm), što je najveći efekat smanjenja od svih ispitivanih statističkih uzoraka iz granitoidnog plutona Bukulje.

Forma krive gustine $f(x_2)$ je polimodalna, sa dobro izraženim logaritamskim repom (sl. 3, pod c) koji postepeno proizilazi iz relativno kompaktne populacije. Polimodalnost ove krive gustine je posledica postojanja više parcijalnih populacija lakorastvornog urana, koje su postale u složenim uslovima geohemijske preraspodele urana za vreme hidrotermalnih promena u granitima. Ova preraspodela urana je bila usmerena ka stvaranju akumulacija urana (u geohemijskom smislu), što u krajnjem slučaju može dovesti do pojave mineralizacija i orudnjenja urana u ovoj geohemijskoj sredini.

Visoka akumulacija urana u najbogatijoj geohemijskoj probi bila je poremetila međuzavisnost u raspodeli urana i njegovih komponenti, u ovoj najbogatijoj probi bilo je akumulirano preko 40% lakorastvornog urana (V. O m a l j e v, 1983b). Eliminacijom ove probe izražena je visoka korelativna međuzavisnost između urana, teškorastvornog i lakorastvornog urana (sl. 3). Sa malim izuzecima, teškorastvorni uran se više akumulira u siromašnijim probama sa uranom, dok se lakorastvorni uran akumulira više u bogatijim probama. Uran i lakorastvorni uran se više akumuliraju na nižim koncentracijama teškorastvornog urana. Slična je tendencija akumulacija urana i teškorastvornog urana u zavisnosti od koncentracija lakorastvornog urana.

Izbeljeni granit se može shvatiti kao povoljna geohemijska sredina za akumulacije urana u granitskom plutonu Bukulje, najpovoljnija od svih do sada proučavanih. To je direktna posledica veoma velike akumulacije lakorastvornog urana u izbeljenom granitu, što je najefikasnije izraženo kroz relativno visoke srednje sadržaje u odnosu na primarne i alterisane granite. Eliminacijom najbogatije probe dolazi do približavanja srednjih sadržaja, ali su vrednosti u izbeljenom granitu i dalje znatno više od ostalih.

Hidrotermalno izmenjeni granit

Udruživanjem geohemijskih proba statističkih uzoraka alterisanog i izbeljenog granita dobijamo novi kolektivni statistički uzorak »hidrotermalno izmenijeni granit«. Na taj način je omogućeno izučavanje geohemijske raspodele urana nakon hidrotermalnih procesa preraspodele hemijskih elemenata.

Hidrotermalno izmenjeni granit zahvata više od polovine površine granitskog masiva Bukulje, to je prostrana zona pružanja istok—zapad koja zahvata južnu polovinu ovoga plutona.

Statistički uzorak koji predstavlja populacije urana u hidrotermalno izmenjenom granitu ima 412 geohemijske probe. Izvršeno je odsecanje kraja logaritamskog repa eliminacijom dve najbogatije probe u uranu, na isti način kao i u prethodnim slučajevima. Detaljniji opis raspodele daje se samo nakon ovih odsecanja.

Raspodela urana je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 4{,}0 < \bar{x} = 6{,}60 < Mx = 8{,}5$ ppm, na varijacionom intervalu nasleđenom iz iz-

beljenog granita (0,1 do 370 ppm U). Eliminacijom dve najbogatije probe smanjuje se varijacioni interval do 90,0 ppm U, što je takođe nasleđeno iz izbeljenog granita. Ove eliminacije dovode do smanjenja srednjeg sadržaja urana (do 5,29 ppm) i medijane urana (do 6,9 ppm).

Forma krive gustine funkcije **f(x)** je približno lognormalna (sl. 4, pod a), a veoma je slična onoj iz izbeljenog granita. Jasno se izdvaja logaritamski rep na desnoj strani histograma. Pretežni deo populacije urana se nalazi u kompaktnoj i unimodalnoj parcijalnoj populaciji, koja se najverovatnije nalazi u petrogenim mineralima kao mikroelemenat.

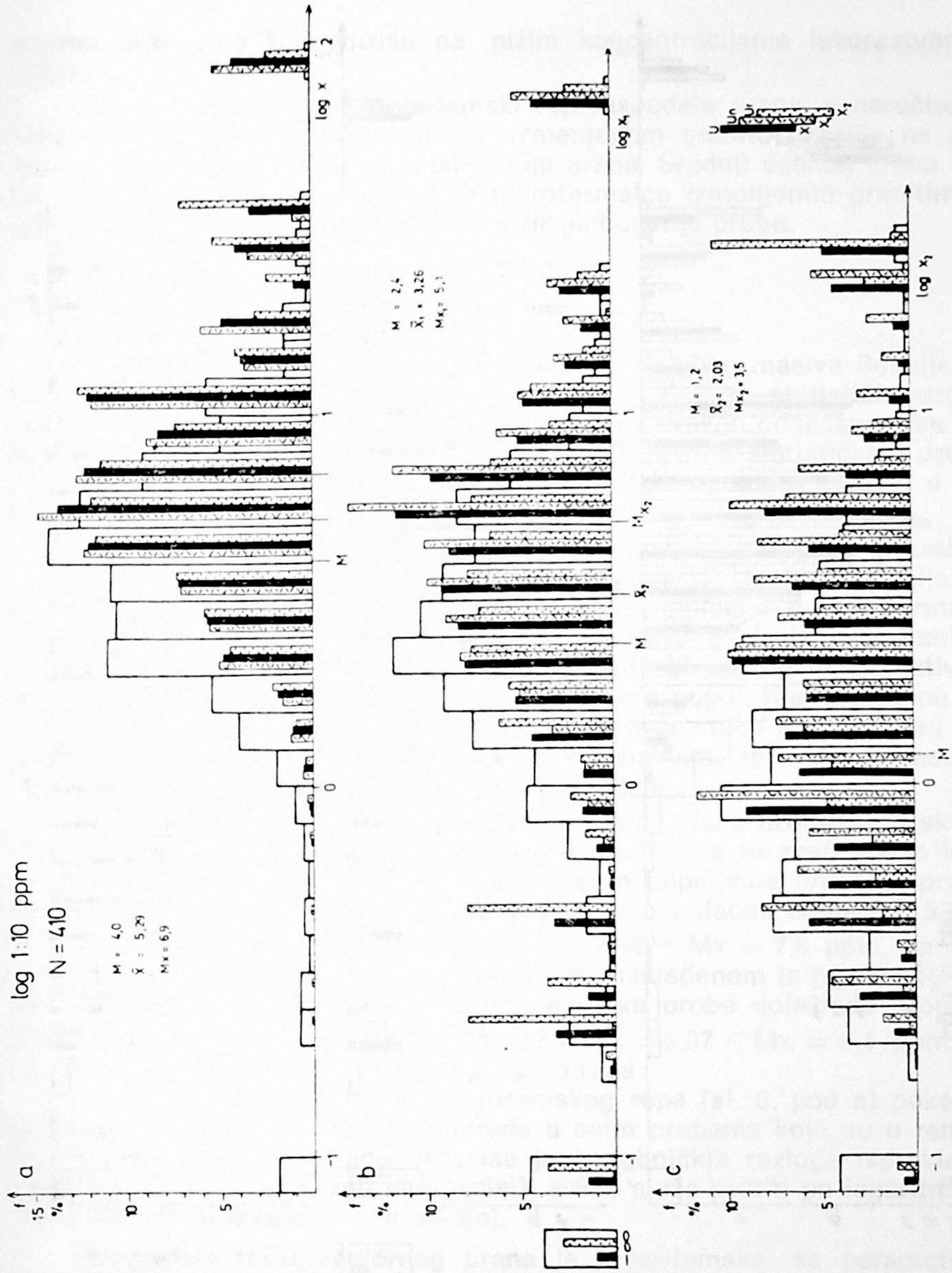
Raspodela teškorastvornog urana je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 2,4 < x_1 = 3,38 < Mx_1 = 5,3$ ppm, na varijacionom intervalu od 0 do 70,0 ppm, što je nasleđeno iz izbeljenog granita. Eliminacija najbogatijih proba u uranu ne dovodi do promene u varijacionom intervalu (najbogatije probe u U nisu istovremeno i najbogatije u Un), ali dovodi do smanjenja srednjeg sadržaja (na 3,26 ppm Un) i medijane teškorastvornog urana (na 5,1 ppm).

Forma krive gustine $\mathbf{f(x_1)}$ je u osnovi unimodalna lognormalna (sl. 4, pod b) i najsličnija je krivoj gustine iz izbeljenog granita. Najsiromašnije probe čine podređene parcijalne populacije, koje kao da ne pripadaju osnovnoj populaciji. Relativno mali logaritamski rep je normalni produžetak lognormalno raspoređene parcijalne populacije, izuzetak je najbogatija proba u teškorastvornom uranu za koju nemamo objašnjenja za toliku količinu teškorastvornog urana u njoj. Po pravilu, sav teškorastvorni uran se nalazi u petrogenim mineralima, uključujući i novonastale u procesu hidrotermalnih promena granita.

Raspodela lakorastvornog urana je takođe logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 1,2 < \bar{x}_2 = 3,21 < Mx_2 = 8,4$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 359 ppm Ur nasleđenom iz izbeljenog granita. Eliminacijom najbogatijih proba smanjuje se varijacioni interval do 31,5 ppm, što je nasleđeno iz alterisanog granita. Ova odsecanja dovode do smanjenja srednjeg sadržaja (na 2,03 ppm) i medijane lakorastvornog urana (na 3,5 ppm).

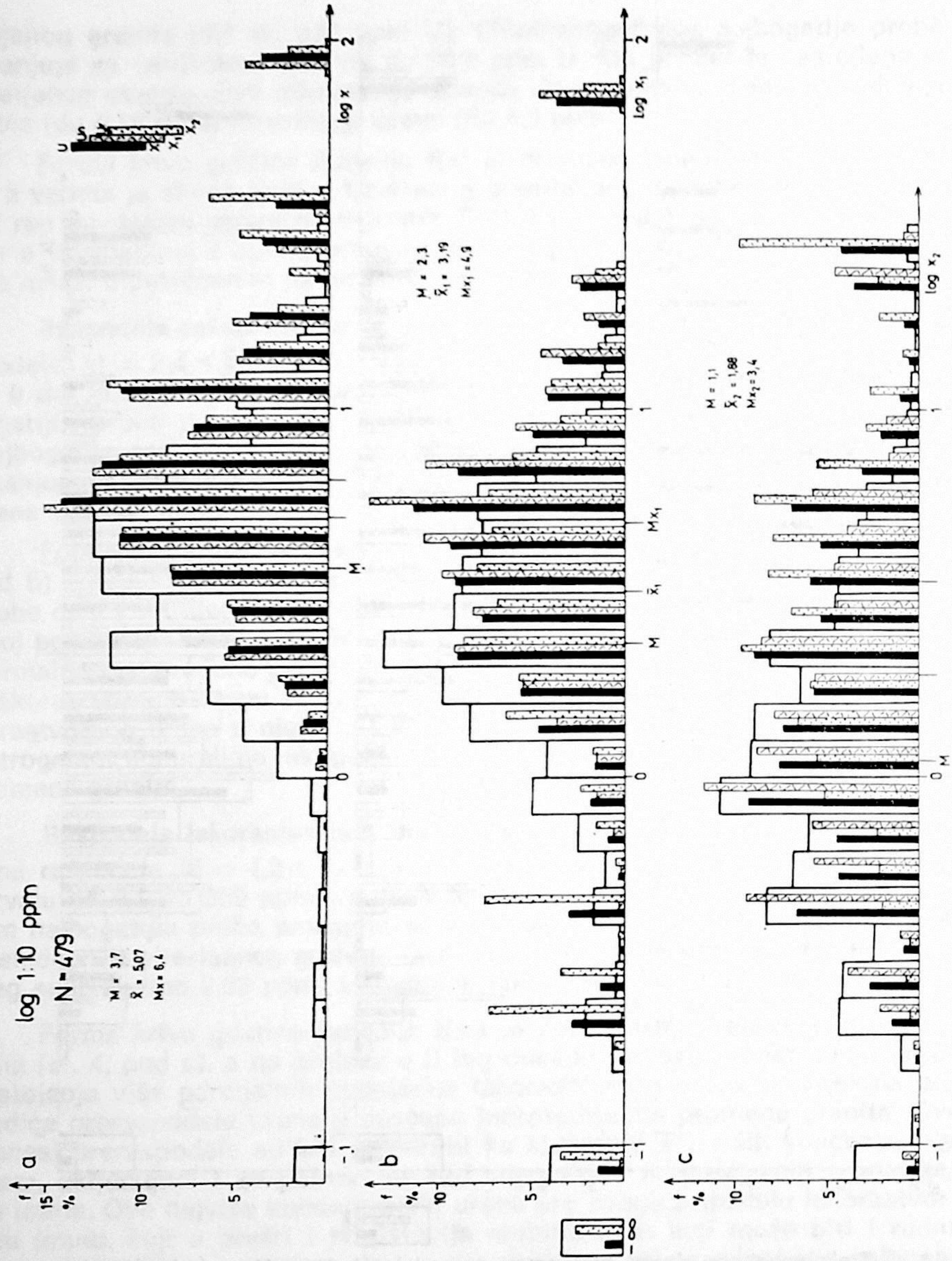
Forma krive gustine funkcije $\mathbf{f(x_2)}$ je polimodalna, relativno je razvučena (sl. 4, pod c), a na prelazu u II log dekadu prelazi u logaritamski rep. Postojanje više parcijalnih populacija lakorastvornog urana je direktna posledica preraspodele urana u procesu hidrotermalnih promena granita. Ovi procesi preraspodele su bili usmereni ka stvaranju svi viših koncentracija urana, uključujući i koncentracije koji odgovaraju mineralizaciji i orudnjenju urana. Ove najviše koncentracije urana pre svega pripadaju lakorastvornom uranu, koji u stvari i predstavlja mobilni uran koji može biti i rudni uran u bukuljskim granitima. Tu se pre svega misli na odsečene najbogatije probe, koje predstavljaju akumulacije rudnog urana.

Nakon eleminacije najbogatijih proba zastupljena je relativno visoka korelativna međuzavisnost između urana i njegove teškorastvorne i lakorastvorne komponente. Teškorastvorni uran se više koncentriše na nižim koncentracijama urana, a lakorastvorni uran se više koncentriše na višim koncentracijama urana. Uran i lakorastvorni uran se više koncentrišu na nižim koncentracijama teškorastvornog urana. Takođe se uran i teškora-



Sl. 4 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u hidrotermalno alterisanom granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 4 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the hydrothermal alterated granite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)



Sl. 5 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u ukupnom granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 5 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the granite in general.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)

stvorni uran više koncentrišu na nižim koncentracijama lakorastvornog urana.

Jasno individualisan logaritamski rep raspodele urana, a naročito lakorastvornog urana u hidrotermalno izmenjenom granitu ukazuje na geohemijski povoljnu sredinu za akumulaciju urana. Srednji sadržaj urana i lakorastvornog urana su bitno viši u hidrotermalno izmenjenim granitima u odnosu na primarne, ne uzimajući u obzir najbogatije probe.

Ukupno granit

Sve geohemijske probe iz južnog dela granitskog masiva Bukulje, na kojima su izvršene hemijske analize na U i Ur, čine statistički uzorak »ukupno granit« koji ima 481 geohemijsku probu. Nakon odsecanja dve najbogatije probe ostaje 479 geohemijskih proba u novom statističkom uzorku pod istim imenom. Raspodele urana i njegovih komponenti dajemo u obe kombinacije.

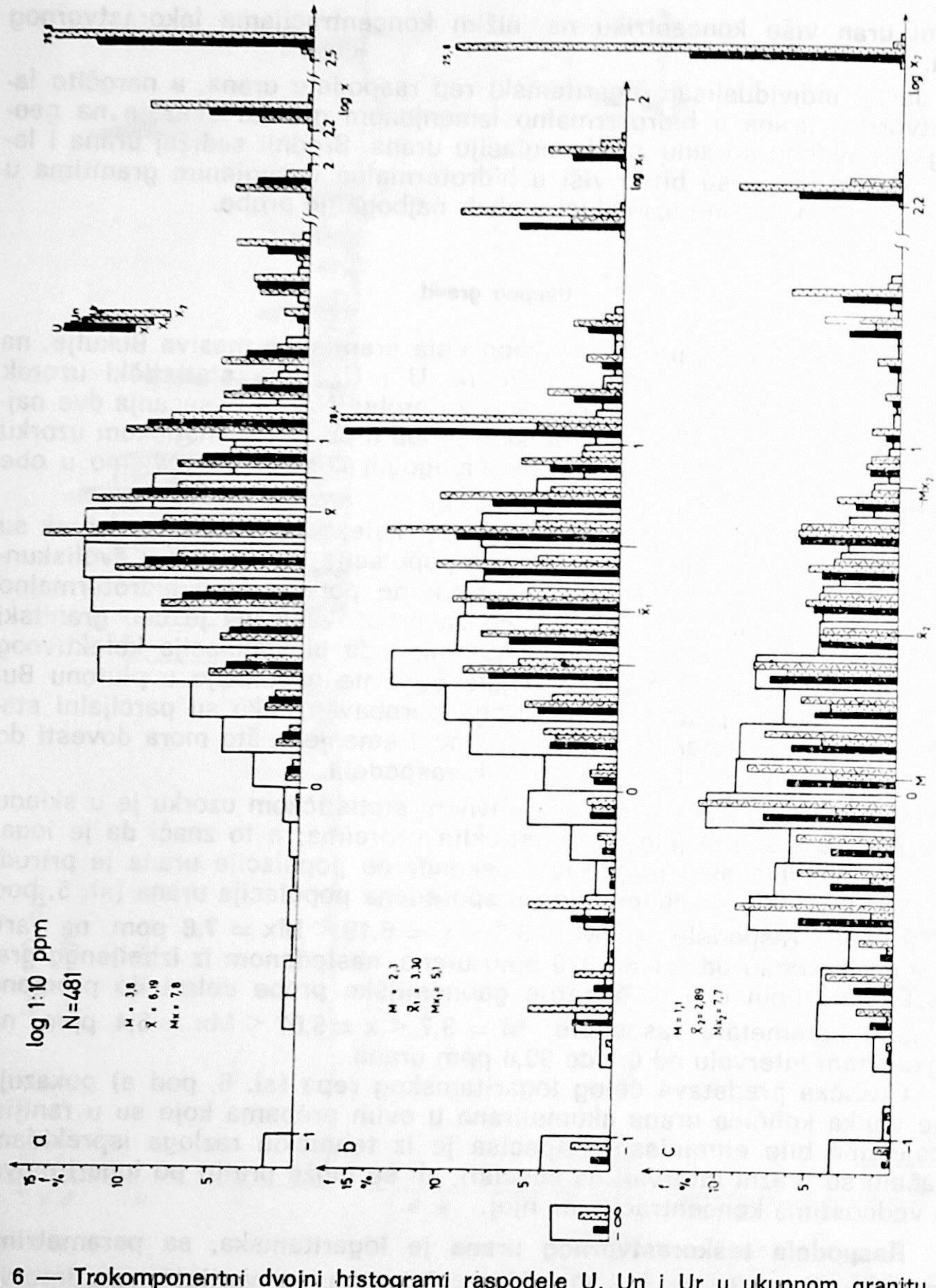
Populacije urana koje predstavlja ovaj kolektivni statistički uzorak su veoma složene; njih izgrađuju primarne populacije U, Un i Ur u dvoliskunskom i biotitskom granitu, kao i sekundarne populacije u hidrotermalno promenjenom granitu. Bilo bi idealno za proučavanje da je ceo granitski pluton Bukulje oprobovan po istoj gustini, tada bi populacije kolektivnog statističkog uzorka verno predstavljale osnovne populacije u plutonu Bukulje. Severni deo plutona Bukulje nije oprobavan, tako su parcijalni statistički uzorci iz primarnih granita veštački smanjeni, što mora dovesti do deformacija u grafičkoj ilustraciji ovih raspodela.

Raspodela urana u ovom kolektivnom statističkom uzorku je u skladu sa raspodelom u parcijalnim statističkim uzorcima; a to znači da je logaritamska. Sjedinjavanje primarne i sekundarne populacije urana je prirodno, tako da se dobija lognormalno raspoređena populacija urana (sl. 5, pod a). Parametri raspodele su: $M = 3{,}8 < \bar{x} = 6{,}19 < Mx = 7{,}8$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 370 ppm urana, nasleđenom iz izbeljenog granita. Eliminacijom dve najbogatije geohemijske probe dolazi do promena vrednosti parametara raspodele: $M = 3{,}7 < \bar{x} = 5{,}07 < Mx = 6{,}4$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 90,0 ppm urana.

Grafička predstava celog logaritamskog repa (sl. 6, pod a) pokazuje da je velika količina urana akumulirana u ovim probama koje su u ranijim slučajevima bile eliminisane. Apscisa je iz tehničkih razloga isprekidana (izbačeni su prazni intervali na apscisi), ali se može pratiti po logaritmovanim vednostima koncentracija na njoj.

Raspodela teškorastvornog urana je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 2{,}3 < \bar{x}_1 = 3{,}30 < Mx_1 = 5{,}1$ ppm, na varijacionom intervalu od 0 do 70,0 ppm, nasleđenog iz izbeljenog granita. Eliminacija najbogatijih proba u uranu ne dovodi do promena varijacionog intervala, ali dovodi do smanjenja srednjeg sadržaja (na 3,19 ppm Un) i medijane teškorastvornog urana (na 4,9 ppm).

Forma krive gustine funkcije $f(x_1)$ je približno lognormalna (sl. 5, pod b), a kompaktni deo populacije je unimodalan. Primarna parcijalna populacija iz granita se vrlo dobro uklapa u sekundarne populacije teškorastvor-



Sl. 6 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele U, Un i Ur u ukupnom granitu (sa dve bogate probe).
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po teškorastvornom uranu (log x_1)
c) raspodela po lakorastvornom uranu (log x_2)

Fig. 6 — The three-component dual histograms of U, Un and Ur distribution in the granite general (including two rich samples).
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on poorly soluble uranium (log x_1)
c) distribution based on readily soluble uranium (log x_2)

nog urana iz hidrotermalno promenjenih granita (koji po broju podataka dominiraju). Takođe je zastupljen mali logaritamski rep, koji nešto slabi eliminacijom najbogatijih proba (sl. 5 i 6, pod b).

Raspodela lakorastvornog urana je takođe logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 1{,}1 < \bar{x}_2 = 2{,}89 < Mx_2 = 7{,}7$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,1 do 359 ppm, nasleđenog iz izbeljenog granita. Eliminacijom najbogatijih proba smanjuje se varijacioni interval do 31,5 ppm (iz alterisanog granita), takođe se smanjuju vrednosti srednjeg sadržaja (na 1,88 ppm Ur) i medijane lakorastvornog urana (na 3,4 ppm).

Forma krive gustine $\mathbf{f(x_2)}$ je polimodalna (sa lognormalnom tendencijom), što je posledica postojanja više parcijalnih populacija koje su stvarane u uslovima magmatske kristalizacije i kasnijih hidrotermalnih promena granita. Relativne frekvencije postepeno opadaju i prelaze u logaritamski rep (sl. 5 i 6, pod c), koji je karakterističan deo ove osnovne populacije.

Forme raspodele urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana u kolektivnom statističkom uzorku jasno ukazuju na postojanje procesa preraspodele u pravcu stvaranja viših koncentracija, sve do rudnih koncentracija urana. Bogate akumulacije urana su po pravilu akumulacije lakorastvornog urana i količina lakorastvornog urana opredeljuje veličinu rudnih akumulacija urana. Može se reći da u bukuljskom granitu postoji relativno povoljna geohemijska sredina za akumulaciju rudnog urana, a to je hidrotermalno promenjeni granit. U izvesnoj meri stepen akumulacije urana je zavisan od stepena hidrotermalne alteracije granita.

Korelativna zavisnost raspodele urana od raspodele njegove teškorastvorne i lakorastvorne komponente je veoma složena, a ova složenost je grafički ilustrovana na trokomponentnim dvojnih histogramima. Teškorastvorni uran se pretežno akumulira na nižim koncentracijama urana, za razliku od lakorastvornog urana koji se pretežno akumulira na višim koncentracijama urana, naročito u najbogatijim probama (sl. 6, pod a). Uran i lakorastvorni uran se relativno više akumuliraju na nižim koncentracijama teškorastvornog urana (sl. 5, pod b), sa izuzetkom najbogatijih proba (sl. 6, pod b). Slično se ponašaju uran i teškorastvorni uran u zavisnosti od koncentracije lakorastvornog urana (sl. 5 i sl. 6, pod c).

Upoređenje raspodele urana između starih i novih statističkih uzoraka

Geohemijskim uzorkovanjem sakupljeno je 660 geohemijskih proba sa ispitavanog (južnog) dela granitskog plutona Bukulje, od kojih su formirani pomenuti statistički uzorci (granit, alterisani granit i izbeljeni granit). Statistička analiza raspodele urana je ranije objavljena (V. O m a l j e v, 1983a).

Naknadnom hemijskom analizom geohemijskih proba na lakorastvorni uran stvoreni su uslovi za kompleksniju statističku analizu raspodele urana sa njegovim komponentama (U, Un i Ur), što je predmet ovog rada. Međutim, materijal za 179 geohemijskih proba nije bio pronađen, tako da je došlo do eliminacije (slučajne) ovih proba iz statističkih uzoraka; a što je dovelo do promene njihovog karaktera.

Slučajno su bile eliminisane siromašnije u uranu geohemijske probe, tako da je došlo do povećanja vrednosti parametara raspodele urana u od-

nosu na stare statističke uzorke. U tabelama su dati parametri raspodele urana po novim statističkim uzorcima (analiziranim u ovom radu) odmah ispod parametara raspodele urana po starim statističkim uzorcima, analiziranim ranije (V. O m a l j e v, 1983a).

Tabela 4.

PARAMETRI RASPODELE URANA STARIH I NOVIH STATISTIČKIH UZORAKA
(u ppm U)

Statistički uzorak	N	M	x	Mx
Granit	118	2,0	2,92	3,6
	69	3,2	3,74	5,1
— dvoliskunski granit	79	2,2	2,90	3,6
	55	3,2	3,47	4,3
— biotitski granit	39	1,8	2,95	3,6
	14	2,2	4,80	12,0
Alterisani granit	276	2,9	4,81	6,6
	202	3,7	5,60	7,2
— severna zona	196	2,7	4,10	5,8
	141	4,1	4,97	6,3
— južna zona	80	3,3	6,55	10,8
	61	3,3	7,06	11,6
Izbeljeni granit	266	3,6	6,71	10,4
	210	4,1	7,55	10,8
— severna zona	175	3,5	5,29	7,0
	146	4,1	6,81	7,5
— južna zona	91	3,7	9,44	20,0
	64	4,1	11,38	39,0
Hidrotermalno izmenjeni granit	542	3,4	5,74	7,8
	412	4,0	6,60	8,5
Ukupno granit	660	3,1	5,24	7,2
	481	3,8	6,19	7,8

Bilo bi idealno da su bile naknadno analizirane sve geohemijske probe, tada ne bi bilo potrebno ovakvo upoređenje. Međutim, korisno je posmatrati promene u karakteru raspodele urana u drugoj kombinaciji smanjenog broja geohemijskih proba u statističkim uzorcima. Ovakvo upoređenje preko statističkih parametara raspodele treba dopuniti posmatranjem dvojnih histograma ovog i ranije objavljenog rada.

Kao posledica eliminacije siromašnijih u uranu geohemijskih proba zapaža se opšte povećanje vrednosti svih parametara raspodele, od kojih je najinteresantniji srednji sadržaj. Smanjenjem broja podataka u novim statističkim uzorcima naročito dolaze do izražaja uticaji dve najbogatije u uranu geohemijske probe.

Odsecanjem najbogatijeg dela logaritamskog repa eliminacijom dve najbogatije geohemijske probe dobijamo nove statističke uzorke, a vrednosti parametara raspodele urana postaju uporedivi za sve statističke uzorke (koje ponovo dajemo u tabeli 5).

Nakon eliminacije ove dve najbogatije probe zapaža se manji stepen obogaćenosti uranom u alterisanom i izbeljenom granitu, a na taj način postaju evidentni uticaji preraspodele urana za vreme procesa hidrotermalnih promena u granitu.

Tabela 5.

PARAMETRI RASPODELE URANA STARIH I NOVIH STATISTIČKIH UZORAKA, POSLE ELIMINACIJE DVE NAJBOGATIJE GEOHEMIJSKE PROBE (u ppm U)

Statistički uzorak	N	M	$\bar{x}$	Mx
Granit	118	2,0	2,92	3,6
	69	3,2	3,74	5,1
— dvoliskunski granit	79	2,2	2,90	3,6
	55	3,2	3,47	4,3
— biotitski granit	39	1,8	2,95	3,6
	14	2,2	4,80	12,0
Alterisani granit	275	2,9	4,18	6,0
	201	3,7	4,74	6,3
— severna zona	196	2,7	4,10	5,8
	141	4,1	4,97	6,3
— južna zona	79	3,3	4,80	6,3
	60	3,1	4,21	6,5
Izbeljeni granit	265	3,6	5,34	7,1
	209	4,1	5,82	7,2
— severna zona	175	3,5	5,29	7,0
	146	4,1	6,81	7,5
— južna zona	90	3,7	5,43	7,2
	63	4,1	5,68	7,2
Hidrotermalno izmenjeni granit	540	3,3	4,75	6,3
	410	4,0	5,29	6,9
Ukupno granit	658	3,1	4,42	6,1
	479	3,7	5,07	6,4

Ova relativna obogaćenost u uranu novih statističkih uzoraka alterisanog i izbeljenog granita nije smetnja za geohemijska izučavanja raspodele urana statističkim aparatom, uz uslov da se poznaje priroda ovih odstupanja. Zato smo dali ove dve uporedne tabele (tabela 4 i 5), da se ove razlike ne bi kasnije tretirale kao razlike u geohemijskim osobinama izučavanih populacija urana u hidrotermalno izmenjenim granitima južnog dela plutona Bukulje.

Neka ovaj primer služi kao opomena da ne postoje metode apsolutnih ispitivanja, pa ni metode statističkih ispitivanja sa apsolutno tačnim

rezultatima. Činjenica da mi ne možemo direktno ispitivati osnovne populacije hemijskih elemenata u geološkim telima treba stalno da je na umu svakog istraživača. Ispitivanja raspodele hemijskih elemenata preko statističkih uzoraka (koje predstavljaju osnovne populacije u geološkim telima) može dati samo relativno tačne rezultate; smatramo da veći broj podataka približava populaciju statističkog uzorka osnovnoj populaciji u geološkom telu.

ZAKLJUČAK

Izučavanje raspodele urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana izvedeno je metodologijom dvojnih histograma autora, u logaritamskoj statističkoj razmeri log 1 : 10 ppm.

Posmatranje urana, teškorastvornog urana i lakorastvornog urana kao posebnih hemijskih elemenata zahtevalo je primenu trokomponentnih dvojnih histograma. Na taj način je omogućeno izučavanje međusobnih zavisnosti raspodele urana i njegovih komponenti.

Populacije urana i njegove teškorastvorne i lakorastvorne komponente predstavljene su statističkim uzorcima, koji su formirani od geohemijskih proba uzetih na površini terena. Formirana su tri parcijalna statistička uzorka i dva kolektivna. Stepen hidrotermalne alteracije granita bio je princip za formiranje pomenutih statističkih uzoraka.

Raspodela urana je uvek bila logaritamska, sa tendencijom lognormalne forme krive gustine funkcije **f(x).** Prisutnost logaritamskog repa u hidrotermalno izmenjenim granitima determiniše ovu geohemijsku sredinu kao povoljnu za akumulacije urana.

Raspodela teškorastvornog urana uvek je logaritamska, sa relativno dobro izraženom lognormalnom tendencijom u formi krive gustine. Teškorastvorna forma urana se nalazi rasejana u petrogenim mineralima, uključujući i novonastale minerale u procesu hidrotermalne promene granita. Primarne populacije teškorastvornog urana iz granita dobro se uklapaju u sekundarnu populaciju iz hidrotermalno promenjenih granita.

Raspodela lakorastvornog urana je takođe uvek logaritamska, po pravilu polimodalna. Polimodalnost krive gustine posledica je postojanja više parcijalnih populacija ove forme urana, što je karaketristika hidrotermalno promenjenih granita. Primarna populacija lakorastvornog urana u granitu je približno unimodalna, sa lognormalnom tendencijom u formi krive gustine. Pojava logaritamskog repa je osnovna karakteristika populacija u hidrotermalno promenjenim granitima, polimodalna kriva gustine postepeno prelazi u logaritamski rep.

Lakorastvorni uran predstavlja mobilnu formu urana koji se po pravilu nalazi u sopstvenim mineralima u granitu. Najviše koncentracije urana prvenstveno dolaze od lakorastvorenog urana, a logaritamski rep determiniše hidrotermalno promenjene granite kao povoljnu sredinu za akumulaciju urana, uključujući i najviše koncentracije koje se mogu smatrati za rudne.

Predato za štampu 18. V 1983. Recenzent Slaviša Gojković

LITERATURA

1. Baranov, V. I., Du Le-Tjan i Korobkov, V. I., 1962: K geohimii urana i torija v granitoidnih porodah kiziltauskogo massiva (Centralnij Kazahstan). Soobšče-nie 2: Formi nahoždenija radioaktivnih elementov v granitoidnih porodah. Geohimija, No. 5, Moskva.
2. Filipović, V., i dr., 1977: Izveštaj o istraživanju urana u rejonu Bukulje u 1976. godini. Fond stručne dokumentacije Geoinstituta, Beograd.
3. Filipović, V., i dr., 1978: Izveštaj o istraživanju urana u rejonu Bukulje u 1977. godini. Fond stručne dokumentacije Geoinstituta, Beograd.
4. Filipović, V., 1980: Rudna ležišta i mineralizacije urana u širem području Bukulje. Savetovanje: Razvoj energetike Jugoslavije, knjiga 1, Opatija.
5. Komarov, A. N., Sergeev, S. A., Vardzelašvili, N. S. i Pavšukov, V. V., 1982: Količestvennij radiografičeskij analiz raspredelenija urana v granitah. Geohimija, No. 2, Moskva.
6. Krilov, A. Ja. i Atrašenok, L. Ja., 1959: O formah nahoždenija urana v granitah. Geohimija, No. 3, Moskva.
7. Leonova, L. L. i Tauson, L. V., 1958: Raspredelenie urana po mineralah kale-donskih granitoidov Susamirsogo batolita (Centralnij Tjan-Šan). Geohimija, No. 7, Moskva.
8. Omaljev, V., 1977: Geostatistički prikaz rudnog tela pomoću dvojnog histograma. Tehnika, RGM, br. 10, Beograd.
9. Omaljev, V., 1978: Teorijska osnova nove metodologije ispitivanja rasporeda ko-risnih komponenti u prirodnoj sredini. Radovi Geoinstituta, sv. 12, Beograd.
10. Omaljev, V., 1980: Trokomponentni dvojni histogram na primeru odnosa urana, torijuma i kalijuma u gredenskim slojevima Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
11. Omaljev, V., 1982: Characteristics of the distribution of the geological random variable. Rudarsko-metalurški zbornik, vol. 29, No. 2—3, Ljubljana.
12. Omaljev, V., 1983a: Raspodela urana u južnom delu granitskog masiva Bukulje. Radovi Geoinstituta, knjiga 16, Beograd.
13. Omaljev, V., i dr., 1983b: Izučavanje potencijalnosti na nuklearne sirovine geoloških formacija SR Srbije (godišnji izveštaj za drugu fazu rada u 1982. godini). Fond stručne dokumentacije Geoinstituta, Beograd.
14. Radusinović, D., 1963: Otkriće uraninita na planini Bukulji. Radovi Sektora INS ZNS, sv. 2, Beograd.
15. Višić, S., 1961: Pojave i ležišta urana u oblasti planine Bukulje. Radovi Sektora INS ZNS, br. 1, Beograd.

Summary

THE DISTRIBUTION OF URANIUM, SOLUBLE AND PARTLY SOLUBLE URANIUM IN THE SOUTHERN PART OF BUKULJA GRANITE MASSIF

by

Veljko Omaljev

Key words: metallogeny, geochemistry, statistics, radioactive elements, granite, Bukulja, Serbia, Yugoslavia.

The data about concentration of uranium, of partly soluble and soluble uranium was statistically treated in this work. The work represents a continuation of the research on distribution of uranium in the Bukulja granite massif by application of the author's original Methodology (V. Omaljev, 1977, 1978, 1980, 1982).

General data about Bukulja granite massif was given in the previously published work (V. Omaljev, 1983a), and this work represents its continuation.

Uranium (U = X), partly soluble uranium (Un = X_1) and soluble uranium (Ur = X_2) are looked upon as different chemical elements regardless the fact that there are no differences in view of atoms. However, there are differences in geochemical behaviour of these forms of uranium occurrences in Bukulja granites, in the process of magmatic differentiation and crystallisation of petrogene minerals, as well as in the postmagmatic alteration processes of these rocks.

The most intensive postmagmatic alteration of granitic rocks in the Bukulja pluton is the hydrothermal alteration, which grasped the southern part of the granite massif. And so the redistribution of uranim takes place, which is released from disintegrated petrogene minerals, thus forming new mineral compounds. Most of the uranium mass is again being introduced into the newly formed minerals as a microelement, but a part of it migrates, thus forming increased accumulations in geochemically favourable places. These processes were not researched in detail.

An attemp was made to statistically research the consequences of redistribution of the basic populations of uranium in granite rocks in the southern part of the Bukulja pluton.

Soluble uranium in the Bukulja granitic rocks was determined by chemical treatment of material in the geochemical samples with a cold 2,5 N solution of nitric acid, at room temperature, in the 24 hour period.

Partly soluble uranium in every geochemical sample was obtained by subtracting the soluble uranium from the total sum of uranium.

Every geochemical sample represents a unit value, and the existance of three separate elements (U, Un, Ur) demands a statistic analysis by a thrre-component dual histogram (V. Omaljev, 1980). Every element has a separate shading, and is situated in form of a column inside the function colums f(x), f(x_1) and f(x_2).

By geochemical sampling 660 geochemical samples were collected in the earlier period. All these samples were chemically analysed for

uranium and the results of the statistical treatment were published (V. O m a l j e v, 1983a). Additionally, the analysis on Ur was done on a reduced number of samples (481). By elimination of 179 samples new statistic samples were formed out of the old ones, on the basic of the degree of the hydrothermal alteration of the granites.

The distribution of uranium in all statistic samples is always logarithmic, with a tendency towards a lognormal shape of the density curve in function f(x). The main difference between the population of uranium in hydrothermally altered granites related to the granites is the occurrence of the logarithmic tail in which are situated the partial populations of uranium of higher concentrations. Especially significant are, the two samples very rich (from the geochemical aspect) in uranium, which are inadequately inserted anto the basic populations of uranium. For that reason combinations were carried out with eliminations of these rich samples, and such impoverished statistic samples were statistically analysed. The size of the logarithmic tail is the direct consequence of the accumulation of uranium, which is proportional to the degree of hydrothermal alteration of granites. The distribution of partly soluble uranium is always logarithmic, with a lognormal tendency of the density curve $f(x_1)$. This immobile form of uranium is situated in the almost unimodal and compact population, which is a consequence of its dissemination (according to the lognormal law) over the main granite petrogene minerals. In hydrothermally altered granites there is a small logarithmic tail. Hydrothermal processes of redistribution of uranium did not disturb the population of partly soluble uranium, which had again included itself into the newly formed minerals as a microelement.

The distribution of soluble uranium is always logarithmic, and approximately lognormal in granites (Fig. 1). In hydrothermally altered granites density curve $f(x_2)$ is polymodal as a consequence of the existence of many partial populations. During the redistribution of uranium some very complex migrations took place which were directed towards the creation of higher concentrations, including the concentrations which correspond to the uranium mineralisations. These highest accumulations of uranium belong to soluble uranium, which in fact represents the mobile uranium capable of materializing accumulations of ore uranium. The degree of accumulation is proportional to the degree of hydrothermal alterations in the granites, the richest sample being tied to the highest degree of these alterations.

The correlation dependence of distribution of uranium, partly soluble and soluble uranium one is very complex, but succumb to some general laws. Portly soluble uranium is mostly accumulated in the lower concentrations of uranium, while soluble uranium is mostly accumulated in the higher concentrations of uranium. Especially featured are accumulations of soluble uranium in the richest geochemical samples, and only after their elimination from the statistic sample the mentioned laws become evident.

Uranium and soluble uranium are mostly accumulated in the lower concentrations of partly soluble uranium, which is evident after the elimination of the richest geochemical samples.

The accumulations of uranium are especially, distinctive in partly soluble uranium which is dependant upon the soluble uranium, and the richest samples in uranium are not the exception (Fig. 6, under c).

A comparison was made of the values of the parameters of the statistic distribution of uranium between the old (V. O m a l j e v, 1983a) and the new statistic samples (Table 4). As a consequence of the random elimination of geochemical samples poorer in uranium, a general enlargment of all distribution parameters (of which the average content of uranium is the most interesting) was observed. By decreasing the quantity of the data in the new statistic samples the two richest geochemical samples in uranium are especially distinguished together with their influence.

By eliminating the two richest geochemical samples in uranium some of the values of the distribution parameters decrease, and thus become correlative with the other statistic samples (Table 5).

The relative enrichment in uranium of the new statistic samples is not an obstruction for geochemical researches of distribution of uranium by means of statistics, under the condition that the nature of these disagreements is known. The analysis of these differences is given so that they would not later on treated as differences in geochemical properties of the researched populations of uranium in the southern part of Bukulja granite pluton.

Let this example serve as a warning that there are no methods of absolute researches. The fact is that we cannot directly research the basic populations of chemical elements in the geological bodies, and we carry out these researches by statistic samples. We consider that the large quantity of data approaches this population to the basic one in the geological body.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Nada Vasković

UDK 557.48 (497.11)
Originalni naučni rad

PRILOG POZNAVANJU ORTOAMFIBOLITA KONČULJSKE KLISURE

Ključne reči: ortoamfibolit, toleiti, bazalti, »zamrznuti rub«, geohemija, toplotni tok

Amfibolitske stene SMM su prema M. D i m i t r i j e v i ć u dvovrsnog porekla — od magmatskih i sedimentnih stena. Pitanje orto porekla i promena koje u toku metamorfnih procesa nastaju u ovim stenama je još uvek otvoreno. Primer je i ortoamfibolit kod česme ispred Končuljske klisure čiji su centralni delovi ranije detaljno opisani, međutim, kako su njegovi obodni delovi otkriveni poslednjih godina pružila nam se mogućnost da ga sistematski obradimo.

Pregled dosadašnjih istraživanja

Prve podatke opšteg karaktera o terenu Končuljske klisure nalazimo kod F. K o s m a t a (1924), a zatim M. I l i ć a (1949) i B. M i l o v a n o v i ć a (1950).

M. D i m i t r i j e v i ć (1953) prvi je opisao amfibolske stene oko bujanovačkog granitskog masiva. U svom radu on navodi da se na jugoistočnim padinama Konopanice nalazi jedno manje sočivo amfibolita kome »krupni idioblasti feldspata daju izgled nekog tamnog andezita«. Autor smatra da su amfibolske stene ovog područja orto porekla.

V. K n e ž e v i ć (1956) daje petrološke i hemijske karakteristike ortoamfibolita Končuljske klisure, smatrajući da sklop, mineralnih sastav i hemijski sastav stene ukazuju da je »ovaj amfibolit postao metamorfozom neke stene gabrovskog ili dijabaznog sastava, najverovatnije dijabaz — porfirita **(Struktura!)«**, i da je metamorfisan pod uslovima epidot-amfibolitske facije.

Petrološoke karakteristike ortoamfibolita

Amfibolitske stene u široj okolini Končuljske klisure javljaju se u obliku veoma izduženih sočiva relativno male debljine. Dužina sočiva varira od nekoliko desetina do nekoliko stotina metara.

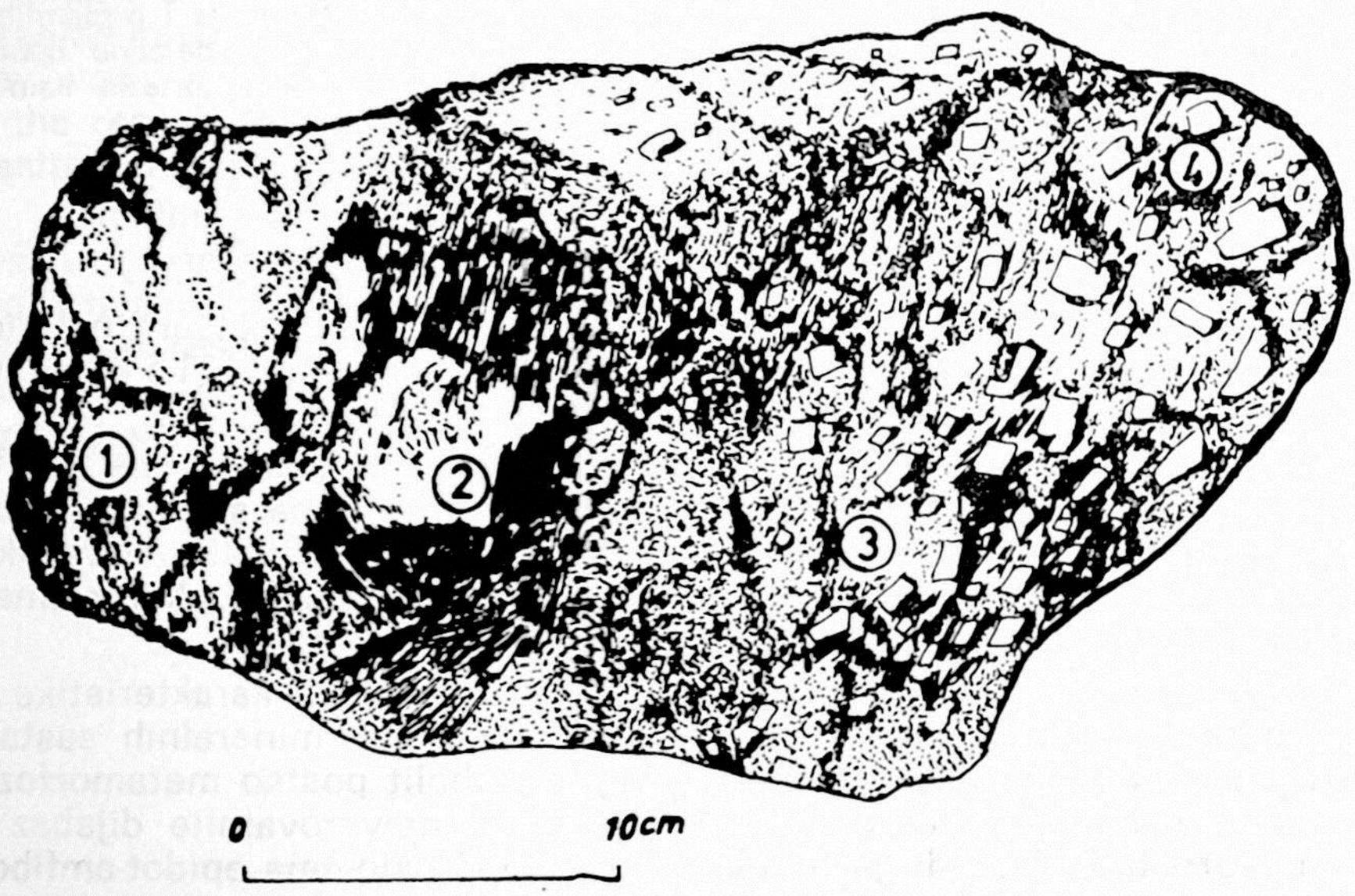
Na jugoistočnim padinama Konopanice otkriveno je u potoku jedno manje amfibolitsko telo, koje ima oblik pljosnatog izduženog sočiva, dužine oko 150 m i širine 10 do 15 m. Sočivo blago pada ka severu. Marginalni delovi sočiva su tamnozelene boje i veoma sitnozrni, a centralni nešto krupnozrniji sa krupnim belim skoro idiomorfnim zrnima feldspata nerav-

nomerno raspoređenim u tamnoj osnovi izgrađenoj od amfibola. Rubna zona je široka oko pedesetak sentimetara. Ove specifične osobine nedvosmisleno ukazuju da je ovaj amfibolit nastao metamorfozom bazaltoidnih stena.

Centralni delovi sočiva detaljno su prikazani u radu V. Knežević (1956) *»Ortoamfibolit Končuljske klisure«*. Ovde ćemo detaljno obraditi rubne delove i delove koji se nalaze neposredno uz njih te na osnovu dobijenih podataka pokušati da rešimo poreklo i genezu ovih stena.

Ispitivani primerak uzet je sa izdanka amfibolita otvorenog na desnoj strani potoka — oko 10 m iznad potoka i oko 100 m iznad ulivanja u Binačku Moravu. Primerak je veličine 30x30x15 cm.

Stena je jednolične tamnozelene boje, ali se u njoj jasno razlikuju strukturni varijeteti. Obodni deo izgrađen je od veoma sitnozrnih amfibola i lefdspata, čija se veličina postepeno povećava ka centralnom delu primerka, a već posle desetak santimetara pojavljuju se i krupni beli, skoro idiomorfni, feldspati (najveći i do 5x7 mm) neravnomerno raspoređeni u tamnoj osnovi. Teksture je masivne (sl. 1.)



Sl. 1. Skica primerka ortoamfibolita Končulja
Fig. 1. A sketch of Končulj orthoamphibolites sample

Mikroskopskim ispitivanjem je konstatovano da obodni deo primerka ima nemetoblastičnu, a centralni blastoporfirsku strukturu. Obodni nemetoblastični deo izgrađen je od sitnih izduženih zrna amfibola i plagioklasa između njih kao i podređeno drugih minerala. U centralnom blastoporfirskom delu ističu se krupni porfiroblasti izmenjenih plagioklasa — nekadašnji fenokristali, koji leže u nematoblastičnoj osnovi izgrađenoj od hornblende, plagioklasa, epidota, coisita, vrlo malo kvarca, biotita i metaličnih minerala.

Hornblenda se u obodnom delu stene javlja u veoma sitnim zrnima nepravilnog oblika veličine oko 0,3x0,5 mm. Zrna u centralnom delu su nešto veća — od 0,8x1,3 mm do 1,2x0,5 mm. Ugao optičkih osa 2V varira od —72° do —75° (srednja vrednost iz pet merenja je —73°), a ugao Ng:c od 13° do 16° (srednja vrednost iz pet merenja je 15°). Polihroizam je jasan i to u smeru Ng zelen, u smeru Nm nešto svetlije zelen i u smeru Np žutozelen. Kao sekundarni minerali javljaju se epidot, coisit i sfen. Ponekad se sitna zrna sfena koncentrišu duž cepljivosti hornblende.

Plagioklasi. U obodnom delu nalaze se samo sitni plagioklasi rekristalisali pri metamorfizmu; u blastoporfirskom delu, međutim, razlikuju se dve generacije plagioklasa — starija, kojoj pripadaju relikti nekadašnjih fenokristala, i mlađa, koju čine zrna osnove. Veličina zrna porfiroblasta varira od 1x1 mm do 3x5 mm. Uglavnom su idiomorfni do hipidiomorfni. U njima se zapaža velika količina coisita i epidota ponekad koncentrisana u centru zrna ili raspoređena u oblika zona u samom zrnu, dok ih na rubovima nema. Ovakav raspored coisita i epidota ukazuje da su primarni plagioklasi bili zonarni i da su rubovi u kojima nema ovih minerala bili nešto kiseliji. Određivanje sastava porfiroblasta plagioklasa bilo je otežano prisustvom velike količine epidota i ciosita, pa je preciznost podataka nešto umanjena. Na osnovu merenja tri zrna — dva sa manjom i jednog sa većom količinom izdvojenog coisita i epidota, dobijeni su sledeći rezultati:

B$^1/_2$	84	62	29	$\perp \frac{[001]}{(010)}$	35% an	1° NE
D$^1/_2$	16	74	88	$\perp$ (010)	36% an	1° S
B$^1/_2$	80,5	35,5	59,5	[001]	32% an	2,5° NW
D$^1/_2$	14	82	83,5	$\perp$ (010)	31% an	5,5° N
B$^1/_2$	87	68	22	$\perp \frac{[001]}{(010)}$	25% an	1° E
D$^1/_2$	5	85	87	$\perp$ (010)	24% an	2° N

Na osnovu dobijenih podataka ovaj plagioklas odgovara andezinu do oligoklasu bliskom andezinu. Ovi podaci slažu se sa rezultatima koja navodi V. K n e ž e v i ć (1956).

Plagioklasi osnove javljaju se u alotriomorfnim do hipidiomorfnim nebližnjenim ili dvojno bližnjenim zrnima. Kod pojedinih zrna zapaženo je izdvajanje coisita i epidota ali u znatno manjoj meri nego kod porfiroblasta. Veoma su sitnozrni, te merenja nisu sasvim precizna. Optičkim merenjem dva zrna dobijeni su sledeći podaci:

B$^1/_2$	87	67	22	$\perp \frac{[001]}{(010)}$	27% an	1° NE
D$^1/_2$	8	89	81	$\perp$ (010)	28% an	tačno
B$^1/_2$	84	25	66	[001]	27% an	tačno
D$^1/_2$	7	83	89	$\perp$ (010)	28% an	tačno

Prema tome, određeno je da i ovaj plagioklas odgovara oligoklasu bliskom andezinu.

Radi dobijanja više podataka metodom zone simetričnog potamnjenja albitskih trijada (A. D u d e k, F. F e d i u k, M. P a l i v c o v a) izmereno je osam zrna plagioklasa osnove i dobijena srednja vrednost odgovara andezinu veoma bliskom oligoklasu sa 31,5% an.

Rezultati ukazuju da sva zrna imaju sličan sadržaj an-komponente, tj. sličan sastav. Pritom veća količina izdvojenog coisita i epidota u porfiroblastima odnosno nekadašnjim fenokristalima posledica je primarno većeg sadržaja anortitske komponente. Osiromašenje plagioklasa anortitskom komponentom nastaje, naime, kao posledica izdvajanja ovih minerala. Pošto plagioklasi osnove sa manje izdvojenog coisita i epidota imaju sada skoro isti sadržaj anortitske komponente kao i porfiroblasti morali su primarno biti kiseliji.

Biotit se javlja veoma retko. To su veoma sitne liske (0,3x0,16) mm) skoro pravilnih kontura zapaženih u obodnom i centralnom delu primerka. Izrazitog je polihroizma u tonovima od bledo žute do mrkocrvene boje.

Kvarc se kao i biotit veoma retko zapaža u steni. Javlja se u vrlo sitnim zrnima alotriomorfnog oblika.

Coisit i epidot nastaju kao produkt metamorfoze plagioklasa i hornblende. Veoma su sitnozrni pa merenja nisu bila moguća.

U celini posmatrano svi primarni minerali, bez velike razlike u sastavima, potpuno su uravnoteženi pri metamorfizmu i novoobrazovana stabilna mineralna asocijacija je:

Hornblenda + oligoklas/andezin (30% an) + epidot/coisit ± biotit ± kvarc

Ovo prilagođavanje uslovima metamorfizma izvršeno je u potpunosti kako u primarno sitnozrnim obodnim facijama ove stene, tako i u njenom bolje iskristalisanim delovima. Jedino su pritom ostali sačuvani relikti primarnih struktura.

Petrohemijske karakteristike ortoamfibolita

Hemijski sastav ispitivanih stena prikazan je na T a b e l i I (analiza 1 i 2 iz obodnog zamrznutog dela sočiva, 3 i 4 iz dela koji se nalazi neposredno uz zamrznuti deo sočiva i 5 iz centralnog dela sočiva — V. K n e ž e v i ć, 1956). Radi poređenja dat je u tabeli i srednji hemijski sastav okeanskih i kontinentalnih toleita (M a c d o n a l d i K a t s u r a, 1964, M a c d o n a l d, 1969, B. G. L u t c 1980).

Iz procentualnog sadržaja pojedinih oksida u primercima iz različitih delova sočiva uočava se sličnost u hemijskom sastavu. Opšte karakteristike ispitivanih amfibolita su sledeće: nizak sadržaj SiO_2, srednji do visok sadržaj Al_2O_3, i MgO, srednji do visok sadržaj ukupnog FeO i CaO i nizak sadržaj K_2O. Međutim, veće razlike zapažaju se u sadržaju Al_2O_3, TiO_2 i K_2O između obodnog i centralnog dela sočiva.

Tabela I

HEMIJSKI SASTAV ORTOAMFIBOLITA KONČULJSKE KLISURE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	51,49	49,94	50,31	50,26	49,81	50,70	49,30	48,80	48,70
TiO_2	2,50	1,84	2,17	1,83	0,60	2,00	1,80	2,20	2,00
Al_2O_3	11,95	13,87	12,21	13,01	19,20	14,40	15,20	14,25	14,91
Fe_2O_3	4,99	3,76	4,50	4,06	3,00	3,20	2,40	2,52	3,04
FeO	7,33	6,75	8,21	8,58	6,72	9,80	8,00	8,17	8,11
MnO	0,06	0,03	0,03	0,04	0,12	0,20	0,17	0,18	0,18
MgO	6,84	6,82	6,52	6,86	6,25	6,20	8,30	7,60	7,67
CaO	10,45	14,05	12,20	11,37	10,10	9,40	10,80	10,88	10,11
Na_2O	2,79	2,32	2,60	2,79	2,28	2,60	2,60	2,70	2,99
K_2O	0,54	0,45	0,59	0,50	1,23	1,00	0,24	0,30	0,70
P_2O_5	tr	tr	tr	tr	0,30	—	0,21	0,26	0,40
H_2O	0,19	0,18	0,09	0,06	—	—	—	—	—
H_2O+	0,96	0,55	0,59	0,77	0,97	—	—	0,40	—
	100,09	100,56	100,03	100,49	100,58				

1 i 2 — Obodni deo primerka; 3 i 4 — Neposredno uz obodni deo; 5 — Centralni deo sočiva; 6 — Srednji hemijski sastav okeanskih toleita (Macdonald and Katsura, 1964); 7 — Srednji sastav kontinentalnih toleita (Macdonald, 1969); 8 — Srednji sastav okeanskih toleita i 9 — srednji sastav kontinentalnih toleita (B. G. Lutc, 1980)

Normativni sastav preračunat po C.I.P.W. metodi (T a b e l a II) ukazuje da stene pripadaju grupi silicijom zasićenih do prezasićenih stena. Normativni feldspat ima sastav $or_5ab_{37}an_{58}$, što je posledica niskog sadržaja kalije u ovim stenama, a normativni plagioklas je labrador sa 60% anortitske komponente. Ovakav normativni sastav indicira nizak stepen diferencijacije matične bazaltne magme.

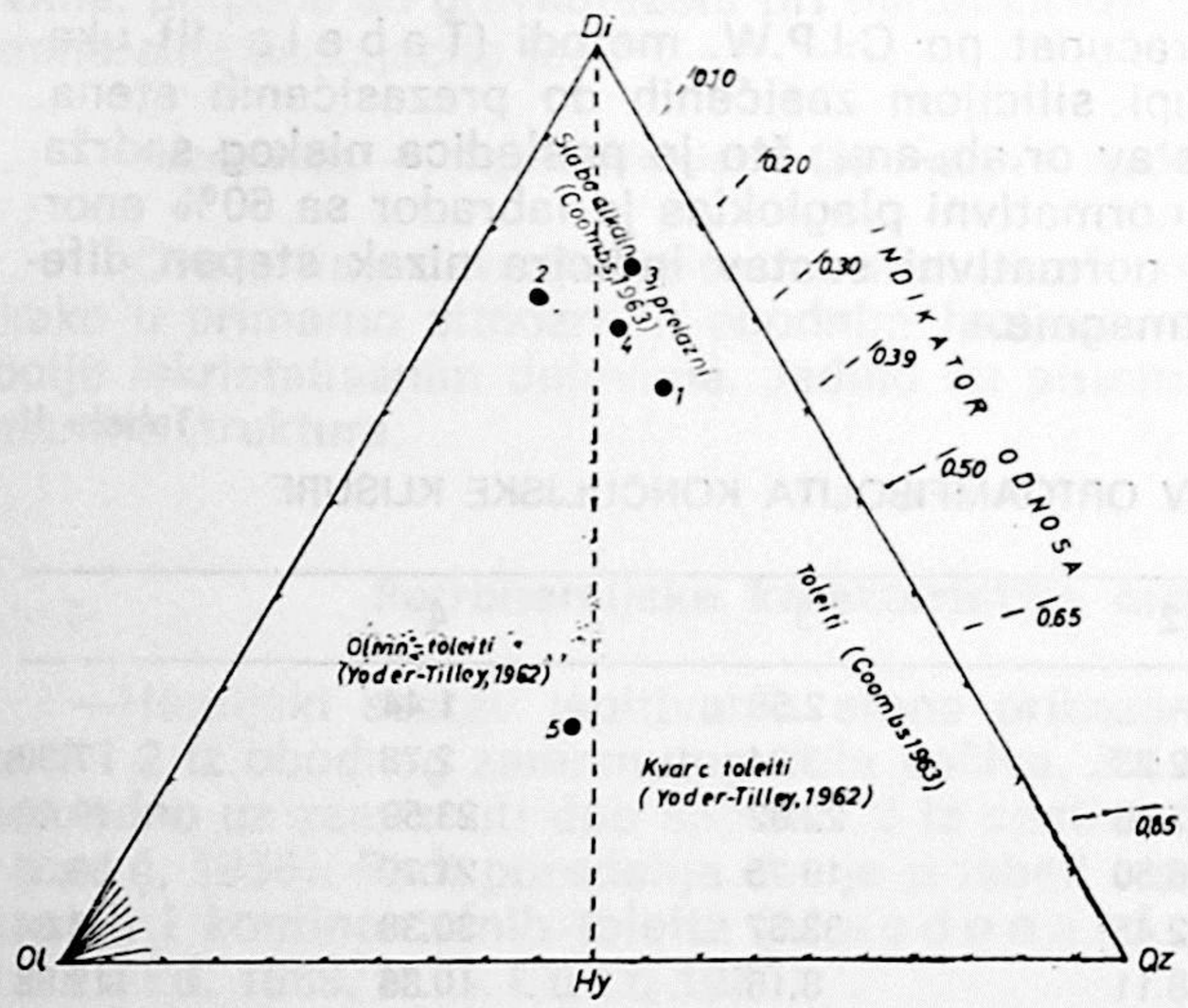
Tabela II

NORMATIVNI SASTAV ORTOAMFIBOLITA KONČULJSKE KLISURE

	1	2	3	4	5
q	5.95	—	2.58	1.44	—
or	2.78	2.23	3.34	2.78	7.30
ab	23.59	17.40	22.02	23.59	19.40
an	18.91	26.50	19.75	21.70	38.38
di	26.71	32.45	33.37	30.38	7.84
hy	9.90	8.11	8.16	10.86	19.88
fo	—	3.38	—	—	0.56
fa	—	1.63	—	—	0.41
mt	7.18	5.33	6.48	5.79	4.40
il	4.70	3.49	4.30	3.49	1.21
ap	—	—	—	—	0.67
	99.72	100.52	100.00	100.03	100.05

	Molekularna proporcija $Ca(Mg, Fe)Si_2O_6$: $(Mg, Fe)2SiO_4$: SiO_2				
Di	62.75	71.21	75.65	71.18	27.32
hy	23.02	17.80	18.49	25.44	69.29
ol	—	10.99	—	—	3.38
Q	14.28	—	5.84	3.37	—
	Normativni sastav feldspata				
or	6.14	4.83	7.04	5.78	11.13
ab	52.09	37.27	48.81	49.07	29.84
an	41.76	57.99	43.78	45.14	59.03
	Normativni sastav plagioklasa				
ab	55.50	39.63	52.72	52.08	33.57
an	44.49	60.37	47.28	47.91	59.03

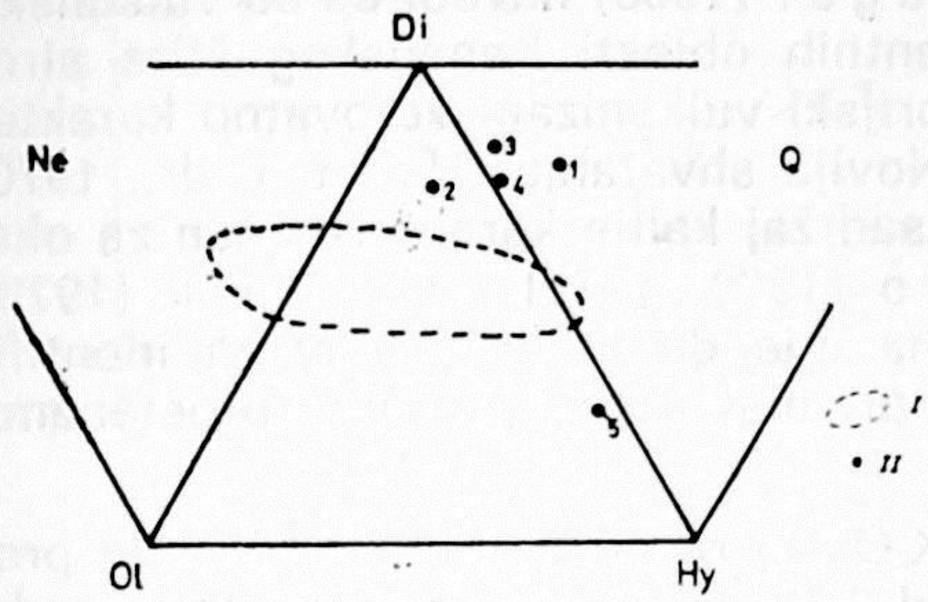
Na Di-Ol-Hy-Q dijagramu (sl. 2) uzorci iz obodnog dela sočiva padaju u polje koje C o o m b s (1963) označava »slaboalkalnim do prelaznim«. Ka-



Sl .2. Di-Ol-Hy-Q dijagram normativnog sastava končuljskih ortoamfibolita (COOMBS, 1963)

Fig. 2. Di-Ol-Hy-Q Diagram of the Normative composition of Končulj orthoamphibolites (COOMBS, 1963)

rakterističnо je da uzorak iz centralnog dela sočiva sadrži normativni olivin, a iz obodnog dela normativni kvarc ili normativni olivin, ali u malim količinama. U Y o d e r - T i l l e y e v o m »bazaltnom tetraedru« ove analize raspodeljene su na polje kvarc toleita i olivin toleita (sl. 3).

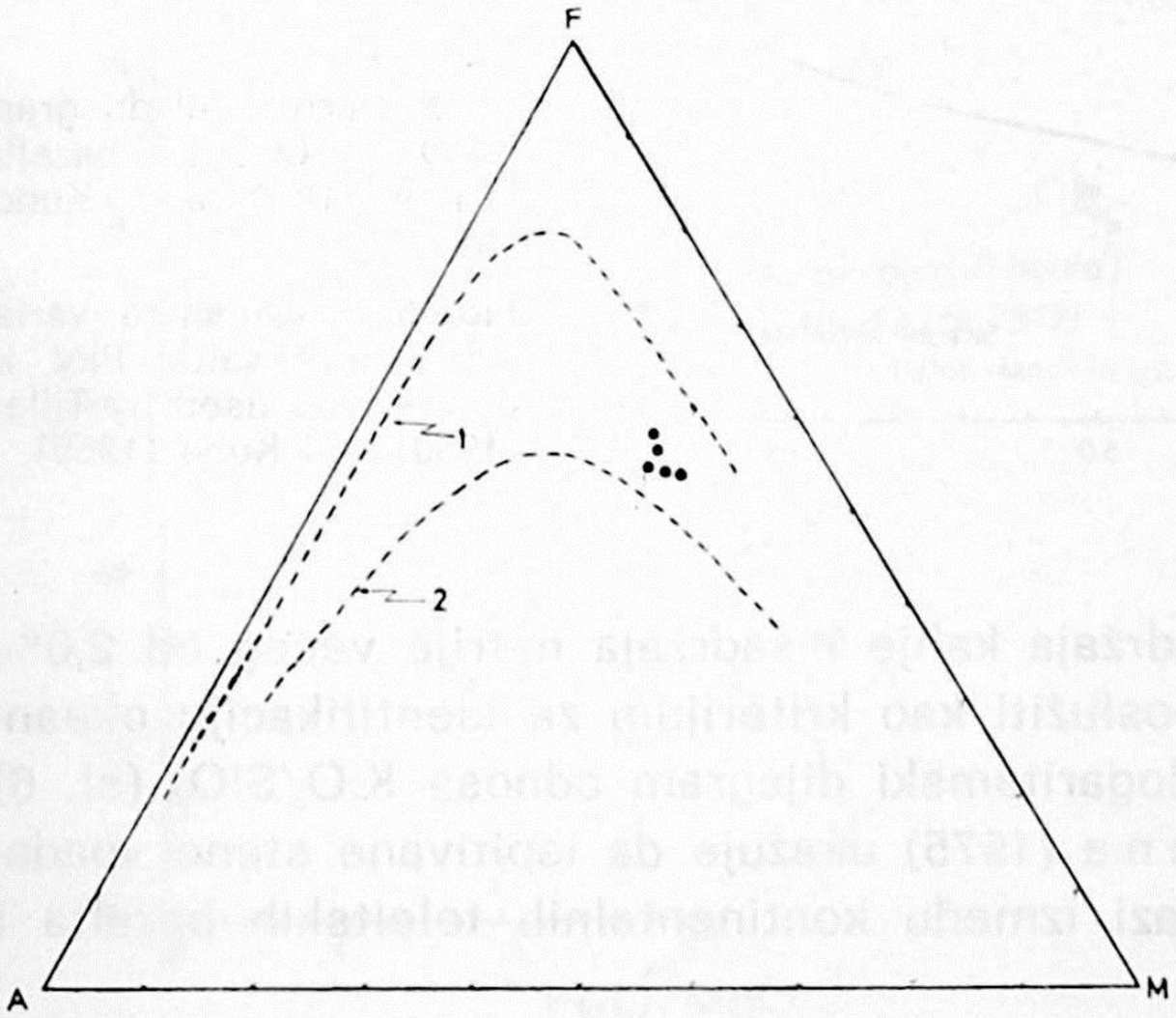


Sl. 3. Dijagram klasifikacije normativa (C.I.P.W.) bazaltnih magmi (Ne-Ol-Di-Hy-Q), (Yoder i Tilley, 1962)
I Normativni sastav bazalta okeanskog dna (Thompson i dr., 1972)
II Ortoamfiboliti Končulja

Fig. 3. The Diagram of the classification of normatives (C.I.P.W.) for basalt magmas (Ne-Ol-Di-Hy-Q), (Yoder and Tilley, 1962)
I The normative composition of the basalt of ocean floor (Thompson and others, 1972)
II Orthoamphibolites of Končulj

Tip magme koji je dao ove stene mogao bi se okarakterisati kao toleitski sa varijetetima olivin toleita i kvarc toleita (Yoder i Tilley, 1962) ili kao slaboalkalni prelazni tip ka alkalnim olivinskim bazaltima (Coombs, 1963).

Na AMF dijagramu (sl. 4) ispitivane stene nalaze se između diferencijacione krive Skargaarda i granične krive koja deli toleitsku od kalkoalkalne serije, što ukazuje na vrlo malu izdiferenciranost magme i na njen »primitivan« karakter. Ovakav položaj u dijagramu indicira srednji stepen oksidacije magme u toku konsolidacije.



Sl. 4. AMF dijagram. A = = K_2O+Na_2O; F = FeO+ + 08998 Fe_2O_3; M=MgO u %
1. Trend Skaergaarda (liquid), Miyashiro (1975)
2. Kriva koja deli toleitsku od kalko-alkalne serije (Baragar i Irvine, 1971)
I Ortoamfiboliti Končulja

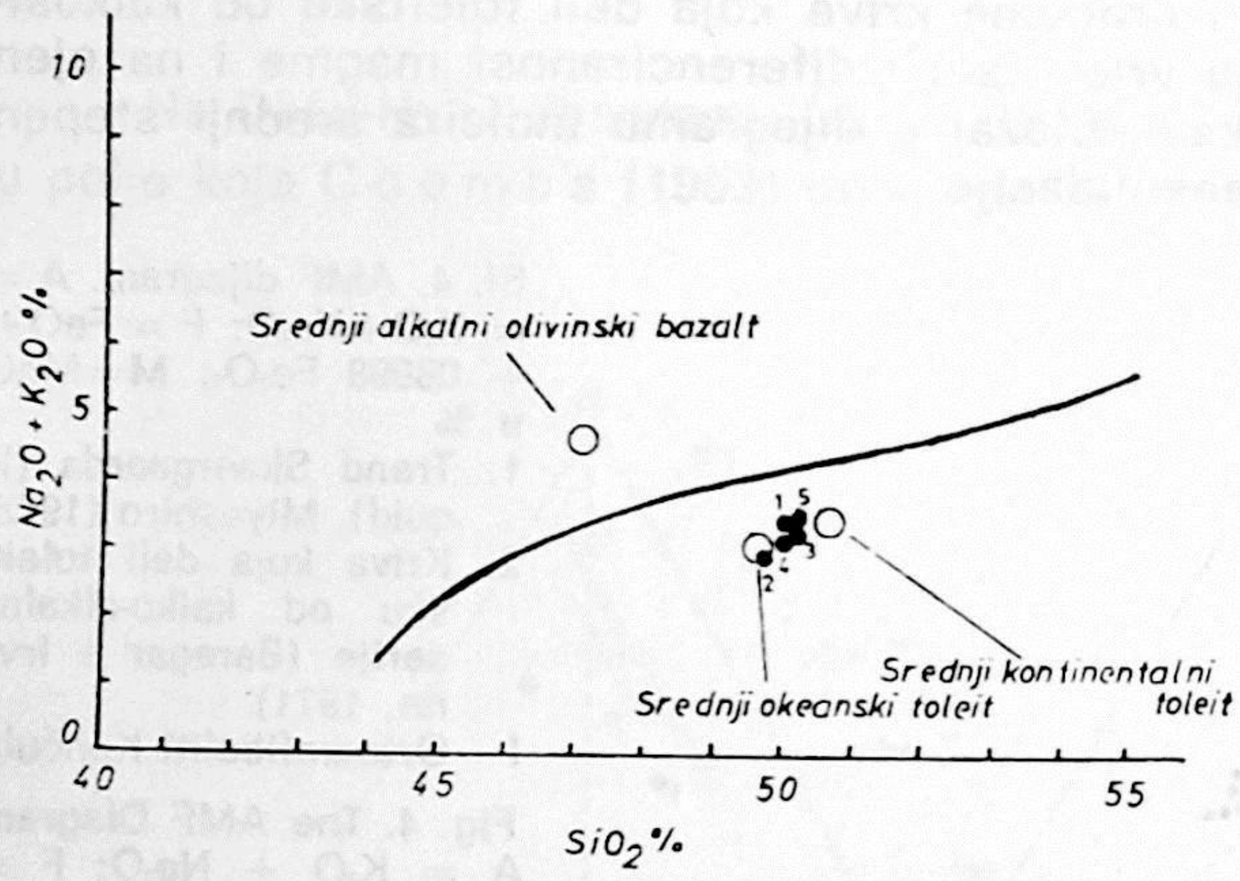
Fig. 4. The AMF Diagram. A = K_2O + Na_2O; F = = FeO + 0,8998 Fe_2O_3; M = MgO in percentages
1. Trend of Skaergaard (liquid), Miyashiro (1975)
2. The curve which separates tholeiitic from the Calc-alkaline serie (Baragar and Irvine, 1971)
I Orthoamphibolites of Končulj

Iz navedenog je jasno da je osnovna magma imala »toleitski« karakter (Baragar i Irvine, 1971).

Bazaltoidne stene toleitskog karaktera nađene su, međutim, kako u okeanskim regionima tako i u područjima okeanskih grebena, ostrvskih lukova i kontinentalnih regiona. Za svako od ovih područja postoje specifični dijagnostički kriterijumi. Jedan od takvih kriterijuma je i sadržaj kalije i

natrije u stenama iz ovih oblasti. B a r a g a r (1968) navodi da su vulkanske stene iz različitih vulkanogeno-sedimentnih oblasti Kanadskog štita siromašne kalijom i smatra da se prekambrijski vulkanizam verovatno karakterisao kalijom siromašnim magmama. Novija shvatanja (H a r t i dr., 1970, E n g e l i dr., 1965) ističu da je nizak sadržaj kalije karakterističan za okeanske i abisalne toleite. M i y a s h i r o (1973, 1975) i G a r c i j a (1978) smatraju, međutim, da sadržaj kalijuma nije dobar kriterijum za identifikaciju okeanskih toleita zbog toga što pri niskotemperaturnim promenama kalijum teži da migrira iz stena.

U končuljskim stenama sadržaj K_2O varira od 0,45 do 1,25% sa prosečnim sadržajem od 0,64%, a Na_2O od 2,32 do 2,79% sa prosečnim sadržajem od 2,62%. Ako pretpostavimo da sadržaj K_2O i Na_2O odražava prvobitne sadržaje ovih komponenti u matičnoj magmi, što bi s obzirom na postojanje zamrznutog ruba i relativno mali stepen migracije komponenti pri kasnijem metamorfizmu bilo verovatno, onda ove vrednosti uzete zajedno indiciraju da orto stene Končulja odgovaraju toleitima okeanskih ili kontinentalnih područja (sl. 5).

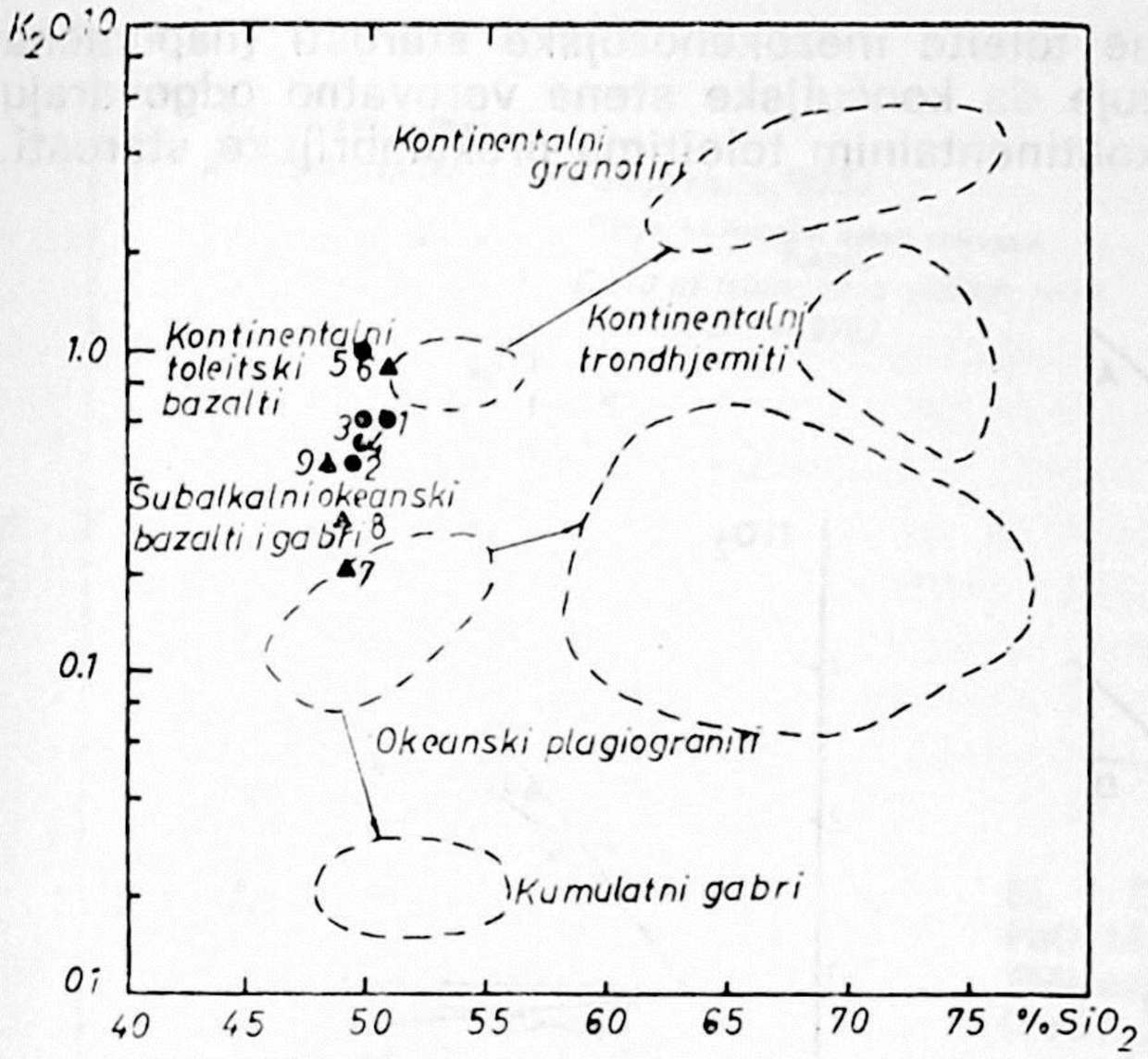


Sl. 5. Varijacioni dijagram $Na_2O + K_2O/SiO_2$ bazalta (Tilley, 1950 and Kuno, 1959).

Fig. 5. Alkali-silica variations of basalts. Plot is of the type used by Tilley (1950) and Kuno (1959).

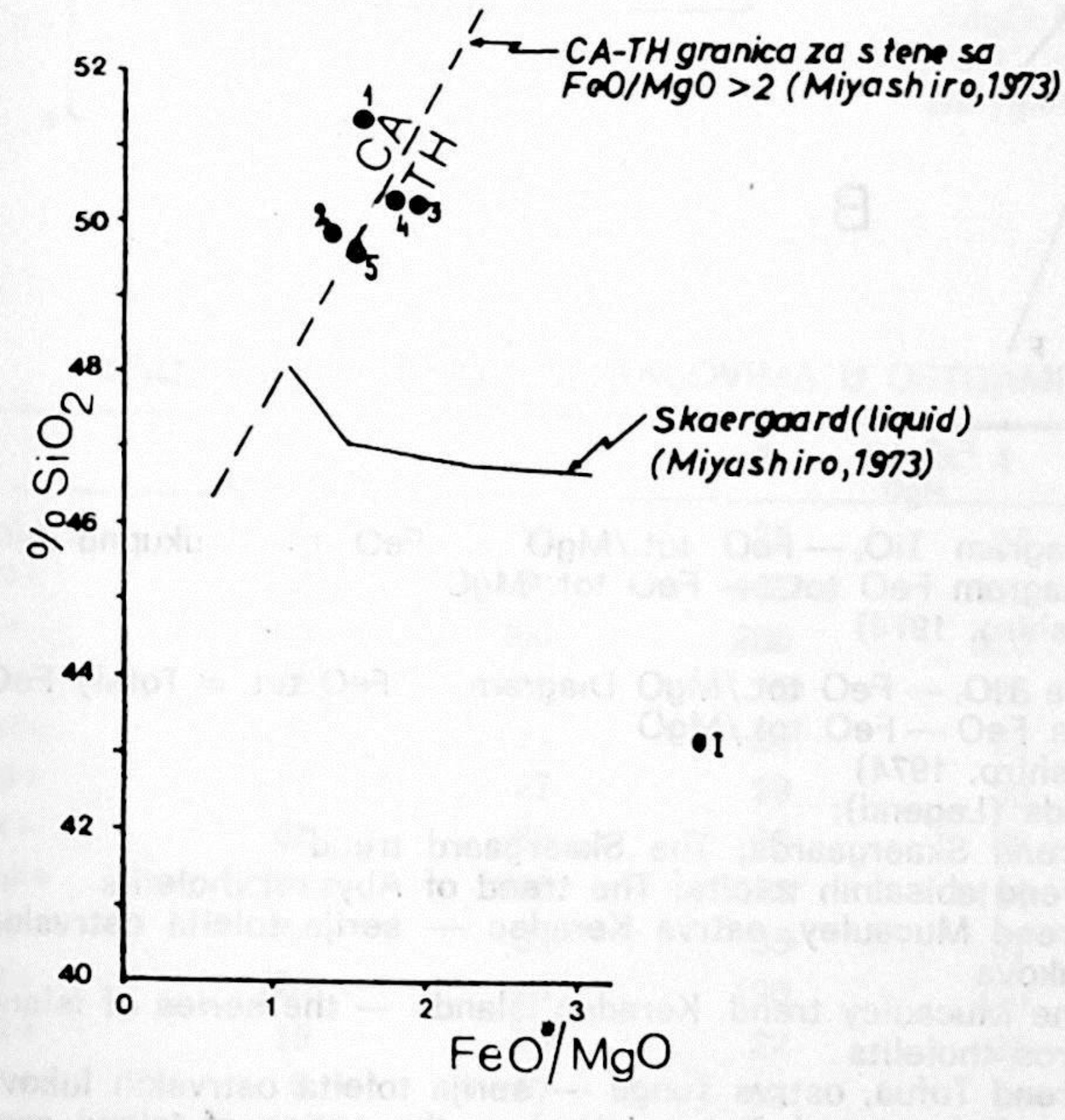
Kombinacija niskog sadržaja kalije i sadržaja natrije većeg od 2,0% u ovim stenama mogla bi poslužiti kao kriterijum za identifikaciju okeanskih toleita. Međutim, semilogaritamski dijagram odnosa K_2O/SiO_2 (sl. 6) K o l e m a n a i P e t e r m a n a (1975) ukazuje da ispitivane stene »padaju« u područje koje se nalazi između kontinentalnih toleitskih bazalta i subalkalnih bazalta i gabra.

Sadržaj SiO_2 varira u uskim granicama od 49,8 do 51,5%. Ispitivani primerci pokazuju veće obogaćenje gvožđem (ukupno gvožđe preračunato na FeO) — oko 12%. Na Sl. 7. dat je dijagram zavisnosti SiO_2 sa povećanjem odnosa FeO/MgO. Stene iz srednjeg dela sočiva čiji je odnos FeO/MgO skoro 2,0 padaju unutar TH-polja i prema CA-TH granici (M i y a s h i r o, 1975). Primerci iz obodnog zamrznutog dela sočiva, usled većeg sadržaja SiO_2 i nižeg odnosa FeO/MgO padaju u CA-polje.



Sl. 6. Semilogaritamski dijagram zavisnosti K_2O/SiO_2 (Koleman i Peterman, 1975)

Fig. 6. Semiolog plot of SiO_2 versus K_2O illustrating the position of Končulj orthoamphibolite in diagram of Coleman and Peterman (1975)

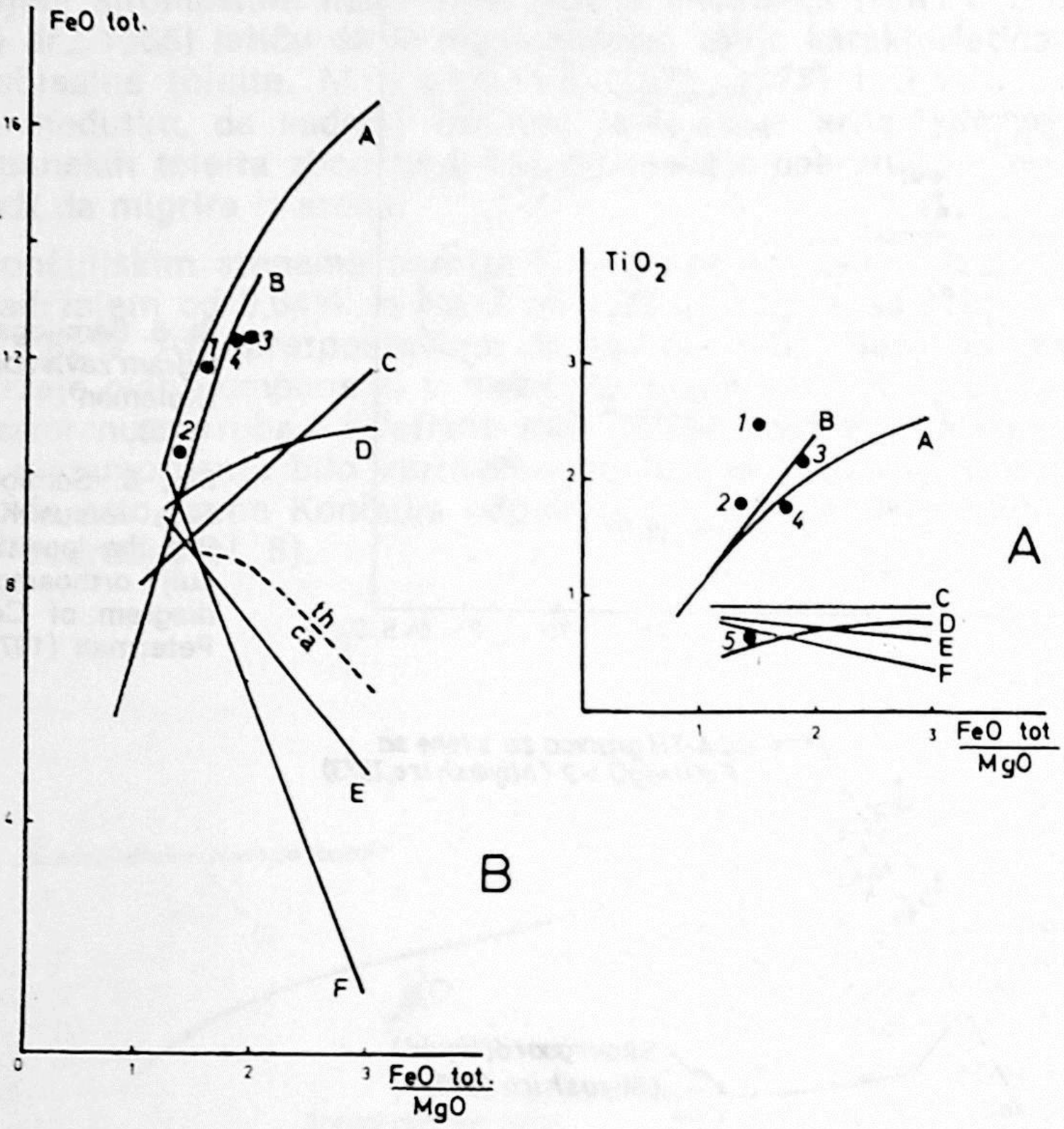


Sl. 7. Dijagram SiO_2 — FeO/MgO (Miyashiro, 1973)
I Ortoamfiboliti Končulja

Fig. 7. The SiO_2 — FeO/ /MgO Diagram (Miyashiro, 1973)
I Orthoamphibolites of Končulj

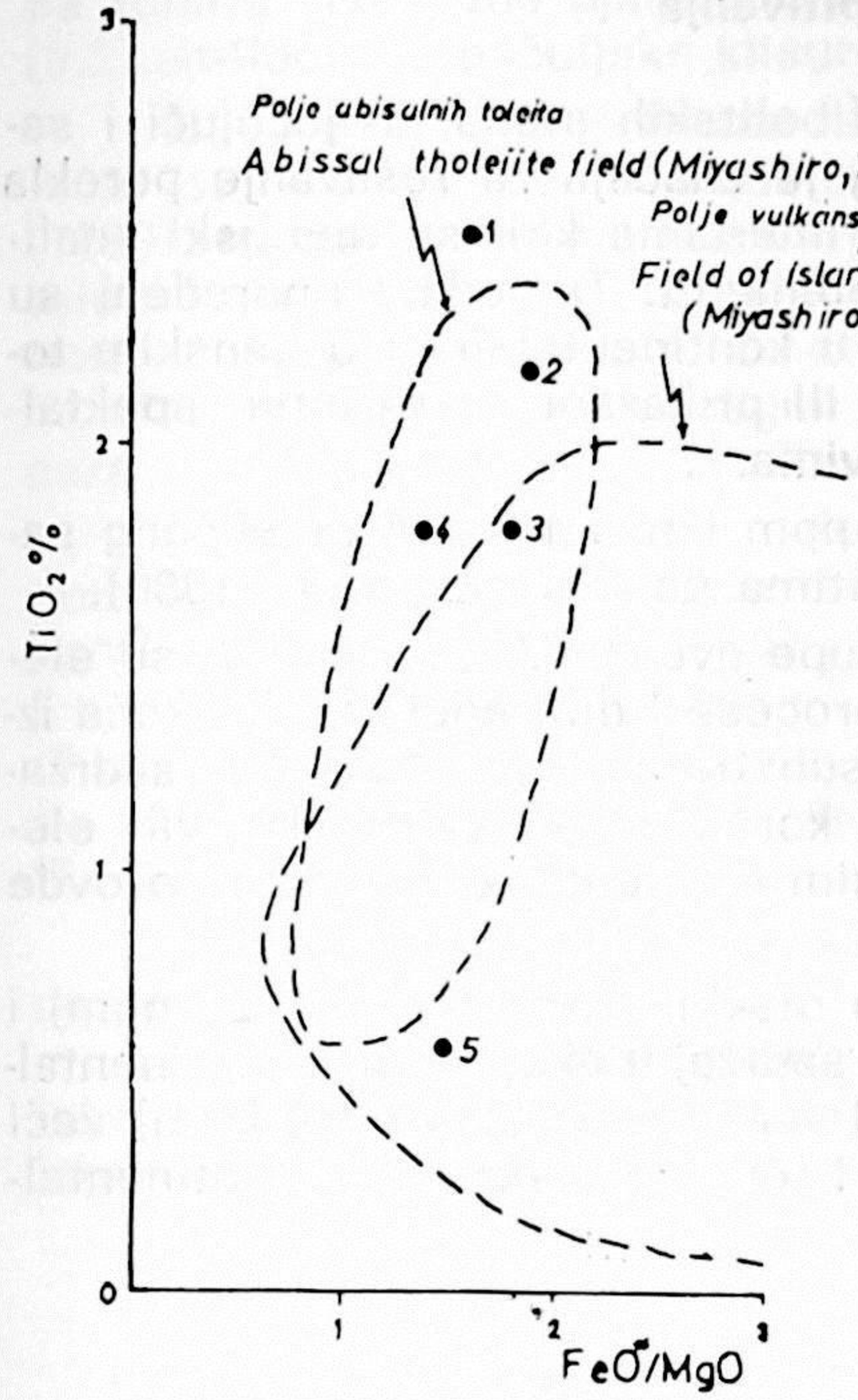
Dijagram odnosa FeO — FeO/MgO (sl. 8 B) pokazuje da diferencijacioni trend ispitivanih stena odgovara trendu abisalnog toleita (M i y a s h i r o, 1975). Dijagram odnosa sadržaja TiO_2 sa povećanjem odnosa FeO/MgO takođe pokazuje da ispitivane stene padaju u polje abisalnih toleita (sl. 8 A i 9). M i y a s h i r o (1975) smatra da abisalni toleiti obično imaju odnos FeO/MgO od 0,8 do 2,0. Tako uzan interval odnosa FeO/MgO i povećanje sadržaja FeO i TiO_2 sa povećanjem odnosa FeO/MgO, po njemu, karakteri-

stična je pojava za abisalne toleite mezokenozojske starosti (napomena N. V a s k o v i ć). Ovo ukazuje da končuljske stene verovatno odgovaraju po hemizmu ovom tipu ili kontinentalnim toleitima prekambrijske starosti.



Sl. 8. A) Dijagram TiO_2 — FeO tot./MgO FeO tot. = ukupno FeO
B) Dijagram FeO tot. — FeO tot./MgO
(Miyashiro, 1974)

Fig. 8. A) The TiO_2 — FeO tot./MgO Diagram FeO tot. = Totaly FeO
B) The FeO — FeO tot./MgO
(Miyashiro, 1974)
Legenda (Legend):
A: Trend Skaergaarda; The Skaergaard trend
B: Trend abisalnih toleita; The trend of Abyssal tholeiits
C: Trend Mucauley, ostrva Keradec — serija toleita ostrvskih lukova
The Mucauley trend, Keradec islands — the series of island arcs tholeiits
D: Trend Tofua, ostrva Tonga — serija toleita ostrvskih lukova
The Tofua trend, Tonga island — the series of island arcs tholeiits
E: Trend Asama, Japan (kalkoalkalna serija)
The Asama trend, Japan (calc-alkaline series)
F: Trend Amagi, Japan (kalkoalkalna serija)
The Amagi trend, Japan (calc-alkaline series)
th — polje toleitske serije
The field of tholeiitic serie
ca — polje kalkoalkalne serije
The field of the calc-alkaline serie



Sl. 9. Dijagram TiO_2 — FeO/MgO (Miyashiro, 1975) (FeO* = ukupno gvožđe)

Fig. 9. The TiO_2 — FeO/MgO Diagram (FeO* = Totaly FeO) (Miyashiro, 1975)

Tabela III

SADRŽAJ ELEMENATA U TRAGOVIMA U ORTOAMFIBOLITIMA KONČULJA

	1	2	3	4	5	6
Ga^{3+}	15	19	20	25	—	—
Cr^{3+}	74	100	135	150	280	300
V^{3+}	160	200	280	320	290	220
Ni^{2+}	25	25	25	25	120	100
Co^{2+}	21	21	24	24	60	60
Sc^{3+}	27	27	29	30	—	—
Zr^{4+}	68	68	68	68	85	145
Mn^{2+}	2500	2320	2320	2150	—	—
Y^{3+}	43	38	35	37	—	—
Sr^{3+}	120	140	190	250	130	380
Pb^{2+}	19	20	22	25	—	—
Ba^{2+}	8	10	12	14	20	250
Cu	75	60	45	32		
Zn	150	150	166	180	Anal. Ljubica Ranković	
B^{3+}	—	2	3	6		

Analize 1 i 2 — Obodni zamrznuti deo sočiva
3 i 4 — Deo neposredno uz obodni zamrznuti deo sočiva
5 — Prosečan sadržaj mikroelemenata u okeanskim toleitima (B. G. Lutc, 1980)
6 — Prosečan sadržaj mikroelemenata u kontinentalnim toleitima (B. G. Lutc, 1980)

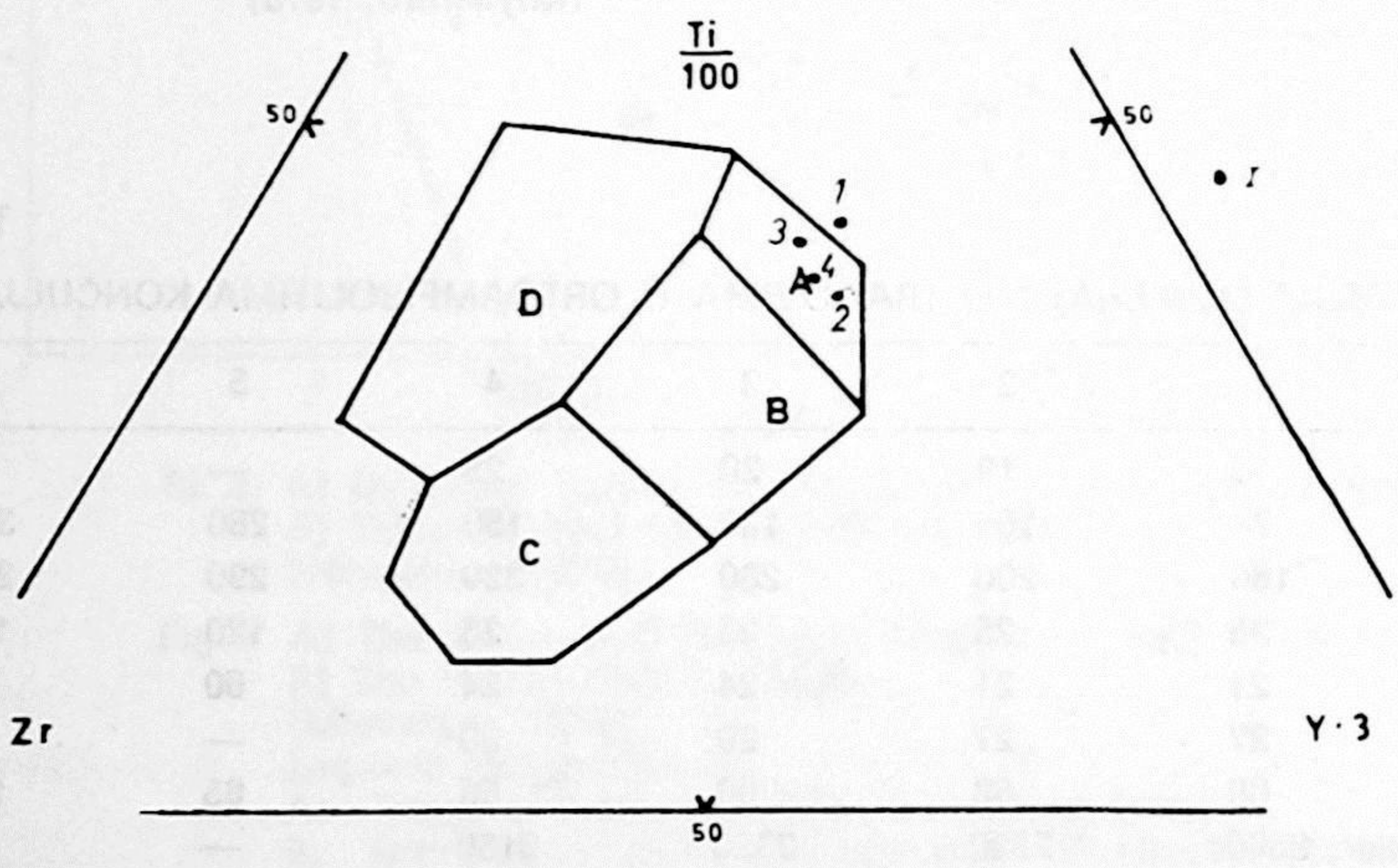
Geohemijska ispitivanja

Poznavanje celokupnog sastava amfibolitskih stena, uključujući i sadržaj elemenata u tragovima, od velikog je značaja za rešavanje porekla i geneze ovih stena. Stoga su u istim primercima koji su hemijski analizirani spektrohemijski određeni i mikroelementi. Ti podaci upoređeni su sa prosečnim sadržajem istih elemenata u kontinentalnim i okeanskim toleitima (B. G. L u t c, 1980). U T a b e l i III prikazani su rezultati spektalnih analiza tj. sadržaj elemenata u tragovima.

Sadržaj hroma varira od 74 do 150 ppm i manji je od prosečnog sadržaja u okeanskim i kontinentalnim toleitima po B. G. L u t c u (1980).

Po B. G. L u t c u (1980) elementi grupe gvožđa V, Cr, Co i Ni su elementi relativno ograničeni na određene procese i diferencijate. Teškoća izdvajanja ovih elemenata iz ultrabazičnog substrata dovodi do niskih sadržaja u bazaltnim rastopima uopšte. Oštre korelacione zavisnosti ovih elemenata, kako među sobom tako i sa drugim elementima, ne možemo ovde pratiti usled njihovog niskog sadržaja.

Amfiboliti Končulja odlikuju se vrlo niskim sadržajem Ni (25 ppm) i Co (22 ppm) u odnosu na njihov prosečan sadržaj u okeanskim i kontinentalnim toleitima (B. G. L u t c, 1980). Sadržaj vanadijuma (280—320 ppm) veći je od prosečnog sadržaja koji daje B. G. L u t c za okeanske i kontinental-



Sl. 10. Dijagram Ti-Zr-Y (Pearce i Cann, 1973)
Polje A + B + C = Bazalti marginalnih ploča
A + B = Toleitski bazalti ostrvskih lukova
B + C = Kalko-alkalni bazalti i šošoniti
B = Bazalti okeanskog dna
D = Bazalti sa unutrašnje strane ploče
I Ortoamfiboliti Končulja

Fig. 10. Ti-Zr-Y Diagram (Pearce and Cann, 1973)
The field A + B + C = Basalts of marginal plates
A + B = Tholeiitic basalts of island arcs
B + C = Calc-alcaline basalts ans shoshonites
B = Basalts of ocean floor
D = The basalts from the inner side of the plate
I Orthoamphibolites of Končulj

ne toleite (120—100 ppm). Odnos Cr/V je konstantan za sve primerke (0,5) amfibolita Končuljske klisure.

Dijagram Ti-Zr-Y prikazan na sl. 10 (P e a r c e i C a n n, 1973) pokazuje da ispitivane stene »padaju« u polje toleita ostrvskih lukova. B. G. L u t c (1980), međutim, konstatuje da je nizak sadržaj Ti i Zr karakterističan za toleite okeanskog dna nastale iz magmi obrazovanih u plitkim nivoima omotača, a da se kod toleita ostrvskih lukova kao i kod alkalnih olivinskih bazalta, koji su nastali iz magmi formiranih u dubljim nivoima omotača, zapaža povećanje sadržaja i Ti i Zr.

Sadržaj Sr u obodnom delu sočiva (120—140 ppm) odgovara prosečnom sadržaju ovog elementa u toleitima srednje okeanskih grebena (130 ppm) po B. G. L u t c u (1980) i okeanskim toleit bazaltima (120 ppm) po E n g e l u i d r. (1965). Međutim, delovi koji se nalaze neposredno uz obodni deo sočiva sadrže skoro dva puta više ovog elementa (250 ppm) i slažu se sa njihovim prosečnim sadržajem u toleitima kontinentalnih riftova (B. G. L u t c, 1980).

Indikativno je pritom da su stene ovih sadržaja Ti, Zr, i Y i ovog odnosa tih mikroelemenata, kao i konstatovanih sadržaja Sr karakteristične za područja sa kontinentalnom korom povišenog toplotnog toka (ostrvski lukovi, riftne zone) gde se magme obrazuju u malim dubinama, što je analogno uslovima koji su u proterozoiku postojali u kontinentalnoj kori uopšte.

ZAKLJUČAK

Na jugoistočnim padinama Konopanice ispred Končuljske klisure otkriveno je jedno manje amfibolitsko telo koje ima oblik pljosnatog izduženog sočiva. Vrlo sitnozrne obodne facije sočiva predstavljaju nekadašnje »zamrznute rubove« a srednji delovi nekadašnje porfirske iskristalisale bazaltoidne stene. Ove specifične teksturne i strukturne osobine ukazuju da je ovaj amfibolit nastao metamorfozom plitko intrudovanih bazaltoidnih stena.

U celini posmatrano svi primarni minerali, bez velike razlike u sastavima, su potpuno uravnoteženi pri metamorfizmu i novoobrazovana mineralna asocijacija je:

Hornblenda + oligoklas/andezim (30% an) + epidot/coisit ± biotit ± kvarc što ukazuje da su primarne stene metamorfisane pod uslovima epidot- amfibolitske facije.

Geohemijski odnosi makro i mikroelemenata pokazuju da su primarne stene od kojih su nastali amfiboliti Končulja formirane iz bazične magme koja je imala toleitski do slaboalkalni karakter i koja je bila vrlo slabo izdiferencirana. Odnos FeO/MgO i visok sadržaj FeO i TiO_2 pokazuju sličnost sa abisalnim toleitima do CA-bazaltima. Međutim, kombinacija niskog sadržaja kalije i sadržaja natrije većeg od 2,0% u ovim stenama mogla bi da posluži kao kriterijum za identifikaciju okeanskih toleita. Odnos K_2O/SiO_2 ukazuje da ispitivane stene »padaju« u područje koje se nalazi između kontinentalnih toleitskih bazalta i subalkalnih bazalta i gabra. Sadržaj mikroelemenata ne ukazuje na okeansko poreklo primarnih stena već na njihovo obrazovanje u ostrvskim lukovima i kontinentalnim riftovima (odnosi Ti-Zr-Y, sadržaj Sr itd.).

Na osnovu sadržaja makro i mikrokomponenti može se konstatovati da je osnovna magma koja je dala ove stene imala toleitski karakter i najpribližnije odgovarala tipu bazalta mezokenozojskih ostrvskih lukova do riftnih zona.

Nizak sadržaj kalijuma u ispitivanim stenama indicira na poreklo magme iz plitkih nivoa omotača. Na primer, Windley (1977) smatra da je uzrok prirodno niskog sadržaja kalijuma u prekambrijskim metabazaltima vrlo plitak nivo u gornjem omotaču i relativno brzo penjanje magme na površinu. Takođe Hartman i dr. (1970) i Miyashiro (1975) konstatuju da su toleiti siromašni kalijom nađeni u područjima visokih toplotnih tokova karakterističnim za plitko stapanje i da nema neke veće razlike između ovih stena iz različitih prekambrijskih tektonskih oblasti.

Ovo bi ukazivalo da su primarne magme koje su dale ove stene stvorene u relativno plitkom nivou u gornjem omotaču kao rezultat visokog toplotnog toka. Kako je toplotni tok u prekambrijumu bio znatno veći nego danas, doveo je do plitkog stapanja i slabog zagrevanja kontinetalne kore koja je u to vreme bila mnogo tanja i nerazvijenija. To bi verovatno i objašnjavalo sličnost ovih bazaltoida sa mezokenozojskim bazaltoidima ostrvskih lukova do riftnih zona tj. područja u kojima je toplotni tok i danas znatno povišen.

Predato za štampu 2. IX 1983. Rec. prof. dr Vera Knežević-Đorđević

LITERATURA

Bortolotti, V., Cortesogno, L., Gianelli, G., Piccardo, G. B., Serri, G., 1976: I filoni bazaltici delle ofioliti dell' Appenino settentrionale e il loro significato nella formazione del bacino oceanica ligure. Ofioliti, Boll. del gruppo di lavoro sulle ofioliti Mediterranee. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Anno I. N. 3, 331—365, Bologna.

Coleman, R. G., and Peterman, Z. E., 1975: Oceanic Plagiogranite. Jour. Geoph. Res., vol. 80, No. 8, march 10.

Coombs, D. S., 1963: Trends and Affinities of Basaltic magmas and pyroxenes as illustrated on the Diopside-olivinesilica Diagram. Inter. Min. Assoc., Third General Meeting. Min. Soc. Amer., Specialpaper 1, 227—250.

Dimitrijević M., 1953: Amfibolske stene Bujanovačkog granitskog masiva. Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž. NRS, knj. X, tom X, 147—173, Beograd.

Engel, A. E. J., Engel, C. G., and Havens, R. G., 1965: Chemical characteristics of oceanic Basalts and the upper Mantle. Geol. Soc. Amer. Bull., vol. 76, 719—734.

Garcia, M. O., 1978: Criteria for the identification of Ancient Volcanic Arcs. Earth Sci. Rev., vol. 14, 147—165.

Hyndman, W. D., 1972: Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks. International series in the Earth and Planetary Sciences.

Ilić, M., 1949: Pegmatiti sa korisnim liskunima i pojavama berila u terenima severozapadno i zapadno od Bujanovca. Rudarstvo, br. 12, 675—676, Beograd.

Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., 1971: A Guide to the Chemical Classification of the Comman Volcanic Rocks. Canadian Jour of Earth Sci., No. 8, 523—548.

Knežević, V., 1956: Ortoamfibolit Končuljske klisure. Radovi Rud.-geol. fakulteta, Univerzitet Beograd, 15—18, Beograd.

Kuno, H., 1966: Lateral variation of Basaltic Magma Type a cross continental Margins and Island Arcs. Bull. volcan. vol. 29, 195—222.

Lutc, B. G., 1980: Geohimia okeaničeskogo i kontinentalnogo magmatizma, Izdatelstvo »Nedra«, Moskva.

Macdonald, G. A., 1965: Hawaiian lavas and the upper mantle. Trans. Amer. Geoph. Union, vol. 5, 10.

Macdonald, G. A. and Katsura, T., 1964: Chemical composition of Hawaiian lavas. Jour. Petrol., vol. 5, 82—133.

Milovanović, B., 1950: Bujanovačko antimonsko rudište. Metalurgija, br. 1, 28—38, Beograd.

Miyashiro, A., 1973: The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. Earth Planet. Sci. Lett., vol. 8, 218.

Miyashiro, A., 1974: A volcanic rock series in island arcs and active continental margins Amer. Jour. Sci., vol. 274, 321—355.

Miyashiro, A., 1975: Classification, characteristics and origin of ophiolites. Jour. Geol., vol. 83, 249—281.

Miyashiro, A., 1975: Volcanic Rocks series and Tectonic Setting. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., vol. 3, 251—269.

Miyashiro, A., Shido, F. and Ewing, M., 1970: Cristalization and Diferentiation of Abissal Tholeites and Gabbros from Mid — Oceanic Ridges. Earth Planet. Sci. Lott., vol. 7, 361—365.

Pearce. J. A., 1975: Basalt geochemistry used to investigate past tectonic enviroments of Cypros. Tectonophisics, vol. 25, 41—67.

Thompson, G., Shido, F., Miyashiro, A., 1972: Trace element distribution in fractioned oceanic basalts. Chem. Geol., vol. 9, 89—97.

Tilley, C. E., 1950: Some aspects of magmatic evolution. Quart. Jour. Geol. Soc., vol. 106, 37—61, London.

Tilley, C. E., 1960: Differentiation of Hawaiian basalts. Jour. Petrol., vol. 1, 47—55.

Summary

A CONTRIBUTION ON KONČULJ ORTHOAMPHIBOLITES

by

Nada Vasković

Key words: Orthoamphibolite, tholeiits, basalts, »chill margin«, geochemistry, heat flow.

On the south-eastern slopes of Konopanica in front of Končulj Gorge, a smaller lense skaped amphibolitic body was discovered. The marginal parts of the lens are dark green, very finegrained, composed mainly of hornblende, plagioclase with a little of epidote and zoisite and traces of sphene and quartz. The central parts are somewhat more coarsegrained and contain coarse grains of idiomorphic feldspar unevenly distributed in the dark base composed of hornblende, plagioclase, epidote, zoisite, sphene and quartz. Very fine grained marginal facies of the lens represent the former »chill margins« while the central parts reprezent the former crystallized porphyry basalt rocks. These specific strctural and textural features indicate that this amphibolite was created by metamorphosis of shallowly intruded besalt rocks.

The newly established mineral association is:

Hornblende + oligoclase/andesine (30% an) + epidote/zoisite ± biotite ± quartz

which indicates that the primary rocks had undergone metamorphosis in the conditions of epidote-amphibolite facies.

The geochemical relations of macro and microelements indicate that the primary rocks from which Končulj amphibolites originates, were formed out of the basic magma which had tholeitic to slightly alkaline character and which was very poorly diferentiated. The FeO/MgO ratio which ranges from 1,2 to 1,9 and the high content of FeO/MgO ratio which ranges from 1,2 to 1,9 and the high conted of FeO and TiO_2 indicate the similarity with abyssal tholeiits to CA-basalts. However, the combination of the low content of potash and more than 2,0% of soda in these rocks can be used as a criterion for identification of marine tholeiits. The K_2O/SiO_2 ratio indicates that the investigated rocks »fall into« the district which is between the continental tholeiitic basalts and subalkaline basalts and gabbros according to Ko l e m a n and P e t e r m a n (1975). The content of microelements does not indicate marine origin of the primary rocks but it indicates their creation in island arcs and the continental rifts (Ti-Zr-Y relations, the content of Sr etc.).

According to the content of macro and microcomponents the basil magma which yielded these rocks had the tholeiitic features and would roughly correspond to the basalts of the island arcs and rift zones in the mesocainozoic.

The low content of potassium in the investigated rocks indicates that magma had originated from the shallow levels of the mantle. For example, W i n d l e y (1977) believes that the naturally low content of potassium in precambrian metabasalts is the consequence of the shallow level of melting processes in the upper mantle and the relatively fast ascending of magma to the surface. Also H a r t m a n and o t h e r s (1970) and M i y a s h i r o (1975) concluded that tholeiits with a small content of potassium are found in the areas of high heat flows characteristic for shallow melting processes and that there is no practical difference between these rocks from different precambrian tectonic areas.

This would indicate that the primary magmas which yilded this rocks were created in the rellatively shallow levels in the upper mantle as a result of high heat flow. Since the heat flow in precambrian was much higher than today, the result is shallow melting and slight warming up of the continental crust which in precambrian much thinner and less developed. This would probably explain the similarity of these basalts to the mesocainozoic basalts of island arcs and the rift zones i. e. the areas where the heat flow is much higher even today.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Rajka Radoičić*

UDK 552.5:553 (497.11/17/115)
Originalni naučni rad

STAROST POVLATNIH SEDIMENATA Ni-Fe LEŽIŠTA UNUTRAŠNJIH DINARIDA (ZAPADNA SRBIJA, KOSOVO, MAKEDONIJA)[1]

Ključne riječi: kora raspadanja, oolitsko gvožđe, alb-cenomanska transgresija.

Nakon tektonskih zbivanja krajem jure i početkom neokoma, izdignuti su znatni prostori unutrašnjih Dinarida izgrađeni poglavito od ofiolitskih stijena, dijabaz-rožnačke formacije i trijaskih karbonata. Kredni sedimentacioni ciklus otpočeo je u neokomu, zahvativši samo manji dio prethodno izdignutog prostora, dok su značajnije faze transgresije uslijedile tek u srednjoj i gornjoj kredi (u albu, cenomanu, u gornjem turonu, santonu i mastrihtu).

Izdignuti tereni bili su izloženi procesima erozije i alteracije u vremenu do alb-cenomana.

Stratigrafska diskusija

Alb-cenomanskom transgresijom (spora, diahrona transgresija) zaplavljen je veoma veliki dio unutrašnjih Dinarida, pa i znatni djelovi ofiolitskih masiva na kojima je već bila formirana kora raspadanja. Istovremeno, kora raspadanja sa tada nezaplavljenih ofiolitskih površina je erodovana i pretaložena: njene produkte nalazimo u bazalnom članu transgresivnih litoralnih sekvenci, ili, znatno rijeđe, u serijama distalnog područja gdje je sedimentacija već bila u toku.

U mokrogorsko-vlaseničkom pojasu, na Zlatiboru, u području Kosova i u okolini Titovog Velesa, bazalni član skoro redovno sačinjavaju terigeni sedimenti veoma varijabilnog sastava i debljine (od nekoliko metara do više desetina metara), pri čemu osobito varira učešće oolitskog gvožđa i gvožđevite primjese. Sedimenti terigenog člana obično su paleontološki sterilni — izuzetno rijetko, u nekim finozrnijim partijama, sadrže zanemarljivu količinu stratigrafski beznačajne biogene komponente. Oni postupno prelaze u karbonate koji nose bilo fosile oslađene sredine (harofite, ostrakode), bilo stratigrafski vrijedne foraminifere, gastropode i, najzad, rudiste.

---

*) Dr Rajka Radoičić, c/o Geološki institut, Pošt. pr. 275, 11001 — Beograd.

[1]) Referat na Savetovanju o lateritizaciji Fe-Ni rudama Jugoslavije, Kavadarci, 1981.

U pomenutim oblastima karbonatni član čine facijalno identični plitkovodni krečnjaci alb-cenomanske, cenomanske i donjoturonske starosti.[2]

Za sada, najčešće nema dovoljno podataka za pouzdano odvajanje albskih od cenomanskih slojeva u okviru karbonatnog člana (mahom se radi samo o nekoliko prvih metara ovog člana koji bi mogli pripadati albu). U tom smislu, stratigrafski vrijedan podatak dobijen je u mokrogorskoj kredi: foraminiferska asocijacija sa stratigrafski značajnom *Ovalveolina maccagnoi* De Castro (vrakonijen-srednji cenoman) konstatovana je tek nakon nekoliko desetina metara stuba. Dakle, ovdje je znatan dio karbonatnih sedimenata (a time i bazalni terigeni član) izvjesno stariji od cenomana.

U Šumadiji, pojave oolitskog gvožđa pominju se u aptu, a gvožđeviti pješčari i konglomerati u donjem i srednjem albu (Anđelković, 1975). U ovom i sličnim slučajevima (Ržanovo, Ivanov, 1959), produkti kore raspadanja unošeni su u već postojeći sedimentacioni prostor, a dopirali su znatno distalnije od litoralnog područja tek zahvaćenog transgresijom.

Starost kora raspadanja

Na osnovu uvida u podinu transgresivnih donjokrednih sekvenzi (baremskih, aptskih, albskih), izvjesno je da su procesi lateritizacije otpočeli tek u baremu (? gornji barem), i da je kora raspadanja formirana u vremenu od barema do u alb.

Do intenzivnog razaranja kora raspadanja sa nezaplavljenih ofiolitskih površina došlo je tokom alba, kada su najvećim dijelom deponovane oolitske rude gvožđa (sa izuzetkom šumadijskih terena u kojima se oolitsko gvožđe pripisuje aptu).

U prilog zaključku da su za lateritizaciju povoljni klimatski uslovi vladali u vremenu barem — apt, govori i podatak iz spoljašnjih Dinarida (sa područja Dinarske karbonatne platforme), gdje su se procesi alteracije karbonatnih stijena odvijali u isto vrijeme (Radoičić, 1981).

Predato za štampu 11. XI 1983. Recenzent dr Radule Popović

LITERATURA

Anđelković, M. — 1975: Donja kreda, Centralna i južna Srbija — Šumadijska zona; u: »Geologija Srbije«, Beograd.

Fotić, V. — 1964/65: Geološki sastav i tektonska struktura mokrogorskog basena sa naročitim osvrtom na oolitske rude gvožđa; Vjesnik, knj. 22/23, Beograd.

Ivanov, T. — 1959: Niklonosno gvožđe kod Ržanova na Kožufu (N. R. Makedonija); III Kongres geol. Jugoslavije, Titograd, 1962.

Lončarević, Č., Pejović, D., Radoičić, R. — The Age of Sediments overlying the Oolitic Iron Beds in Trstenik—Crnoljevo Area (Kosovo); Bull. Sc. Ac. Sc. et Arts de la RFS Yougoslavie, T. 17, No 7—8, Beograd.

[2]) Ovdje valja pomenuti da su, nakon stratigrafske revizije, cenomanu pripisani i krečnjaci koje sam ranije smatrala za najviši cenoman i/ili najniži turon (semipelaški laporoviti krečnjaci Mokre Gore, slojevi sa *Cisalveolina fraasi* pominjani u mnogim dinarskim lokalnostima (Pejović i Radoičić, 1971; Lončarević, Pejović i Radoičić, 1971; Radoičić, 1974).

Pejović, D., Radočić, R. — 1971: Uber die Stratigraphie der Kreideserie der Mokra Gora. Bull. Sc. Ac. Sc .et Arts de la RFS Yougoslavie, A. T. 15, No 7—8, Zagreb.

Radoičić, R. — 1974: Mikrofosilna asocijacija u sedimentima gornje krede Crnoljeva i Drenice. Glas SANU, Odelj. prir. mat. nauka, knj. 36, Beograd.

Radoičić, R. — 1981: Carbonate Platform of the Dinarides: The Example of Montenegro—West Serbia Sector; Penrose Conference on Carbonate Platform Development, Capri, 1981; Bull. T. LXXX, Acad. serbe des Sc. et des Artes, Sc. nat. mat., No 22, Beograd, 1982.

Summary

THE AGE OF SEDIMENTS OVERLYING Ni-Fe DEPOSITS IN THE INNER DINARIDES (WESTERN SERBIA, KOSOVO, MACEDONIA)

by

Rajka Radoičić

Tectonic events of the late Jurassic and early Neocomian resulted in uplifting of large areas of the Inner Dinarides generally composed of ophiolites, Diabase-chert formation and Triassic carbonates. Cretaceuos sedimentary cycle began in the Neocomian affecting only small portion of the uplifting area, whereas the significant phases of transgression occurred only in the Middle and Upper Cretaceous.

The elevated areas were exposed to the erosion and alteration in the period preceding Albian-Cenomanian time.

Stratigraphic discussion

During the Albian-Cenomanian transgression (slow, diachronic transgression) a large area of the Inner Dinarides was flooded, including large parts of ophiolite massifs which already had the weathering crust formed. During the same period, the weathering crust in then unflooded ophiolite areas was eroded and resedimented: its products area found in the basal member of transgressive littoral sequences, or, much rarer, in the series of distal area where sedimentation was in course.

In the Vlasenica—Mokra Gora belt, on Zlatibor mountain, in the Kosovo region and in the Titov Veles surroundings (Macedonia), the terrigenous basal member is nearly always made up of sediments highly variable in composition and tickness (from several to tens of metres) and particularly variable proportion of oolitic iron and ferruginous component. Sediments of the terrigenous member are generally paleontologically sterile; extremly rarely, in some fine-grained levels, the contain a negligible amount of stratigraphically insignificant biogenic constituent. These sediments gradually pass into carbonate which bear either fossils of lacustrine--brackish environment (charophyta, ostracods) or stratigraphically indica-

tive marine foraminifera, gastropods and, finally, rudists. The carbonate member in the mentioned areas consists of facially identical shallow-water Albian, Albian-Cenomanian or Middle Turonian Limestones.[1])

At present, the available elements are mostly inadequate for a reliable separation the Albian from Cenomanian beds within the carbonate member (the few lowermost metres of this member are mostly in question). To this effect, a valuable information is obtained from the Cretaceous of Mokra Gora: foraminiferal association with stratigraphic important *Ovalveolina maccagnoi* De Castro (Vraconian — Middle Cenomanian) was found in the middle part of the carbonate sequence (tens of metres above weathering crust). There, much of carbonate sediments, consequently the basal member, are definitely older than Cenomanian.

Occurrences of oolitic iron in Šumadija are mentioned in the Aptian, and ferruginous sandstone in the Lower Albian (Andjelković, 1975). In these and similar instances (Ržanovo, Ivanov, 1959) weathering crust products were introduced in the existing depositional area and reached much more distally than the littoral just affected by transgression.

Age of the weathering crust

The evidence of the rocks underlying Barremian, Aptian and Albian sequences reveals that lateritization process developed only in the Barremian, and that weathering crust was formed from Barremian into Albian. Intensive destruction of the weathering crust from unflooded areas occurred in the Albian, when most of the iron ore was deposited (excluding Šumadija where iron is ascribed to the Aptian). The conclusion that favourable climatic conditions for lateritization prevailed in the period Barremian-Albian is supported by the data from Outer Dinarides, where alteration of carbonate beds was in progress at the same time.

---

[1]) It should be mentioned that presently, after the stratigraphic revision, to the Cenomanian are ascribed also the beds which I previously (Pejović & Radoičić, 1971; Lončarević, Pejović & Radoičić, 1971; Radoičić, 1974) took for uppermost Cenomanian-lowermost Turonian (semipelagic marly limestones of Mokra Gora, beds with *Cisalveolina fraasi* in many localities).

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Serban Vlad

UDK 551.761 (498)
Original Scientific Paper
Originalni naučni rad

Triassic Mineralization in North Dobrogea (Romania)

Introduction

The North Dobrogea region represents a tectonic setting within a continental environment that underwent Palaeozoic and Kimmerian deformation events (M u r g o c i, 1914). It consist of two units separated by the Luncavița-Consul fracture. West of it is the Măcin Unit wherein pre-Mesozoic metamorphic rocks and granitoid plutons prevail. East of it the Tulcea Unit contains a characteristic association of basalt-rhyolite volcanicity, a widespread sedimentary carbonate province and Ba-Pb-Zn and Fe mineralizations.

Geological setting

Commonly the North Dobrogea area was considered as an orogenic system without connection with the Carpathians. It is bordered by two major Hercynian structures, that is the Scythian Platform in the north and the Moesian Platform in the south, and represents the western portion of an Alpine orogenic chain proceeding to Crimeea and Greater Caucasus (G i u ş c ă, 1974; S ă n d u l es c u, 1975). The pre-Mesozoic metallogeny of prevailing Fe character is rather unimportant and occurs especially in the Măčin Unit. The Triassic metallogeny promoted mostly sub-economic deposits of Ba-Pb-Zn known in the northern part of the Tulcea Unit and of Fe in its southern part. The Triassic deposits were generally considered of metasomatic-vein type (e. g. I a n o v i c i et al., 1957, 1977; P o p e s c u, 1977; S t i o p o l et al., 1977; B a c a l u and M a r t i n o f, 1978).

In a metallogenic survey of the Tulcea Unit, V l a d (1978) provided a different interpretation of the tectonic setting and associated ore deposition. The Tulcea Unit was related to the evolution of the Tethyan trench system and considered a failed arm connected with the Tethys north of the Moesian Platform and the Pontian Massif. It extended into the continent and became inactive before reaching the stage of ocean floor spreading. This structural feature with associated sedimentary and volcanic fills within continent suggested an aulacogen-like failed arm* in relation with active rifts that developed into the Tethys ocean.

Dr Serban Vlad, ministerul Geologiei, Bucuresti, Romania.

*) It is to be mentioned that the Alpine Crimea shows a similar geotectonic evolution to that of the North Dobrogea region (B o c c a l e t t i et al., 1974) and the Greater Caucasus was considered an aulacogen too (von G a e r t n e r, 1969).

The North Dobrogea trough began during Early Triassic times as a graben by reactivization of WNW-ESE Hercynian fractures promoting a marine environment. The trough was filled by clastics that lie unconformably on the basement and, following this, by carbonate prevailing sediments. These carbonatic rocks show significant facial variation from carbonate platform sedimentation to deep-sea turbidites recently described by B a l t r e s (1982 unpublished data) during their early and middle history. The Upper Triassic is carbonatic in the north and detrital in the south. The in-

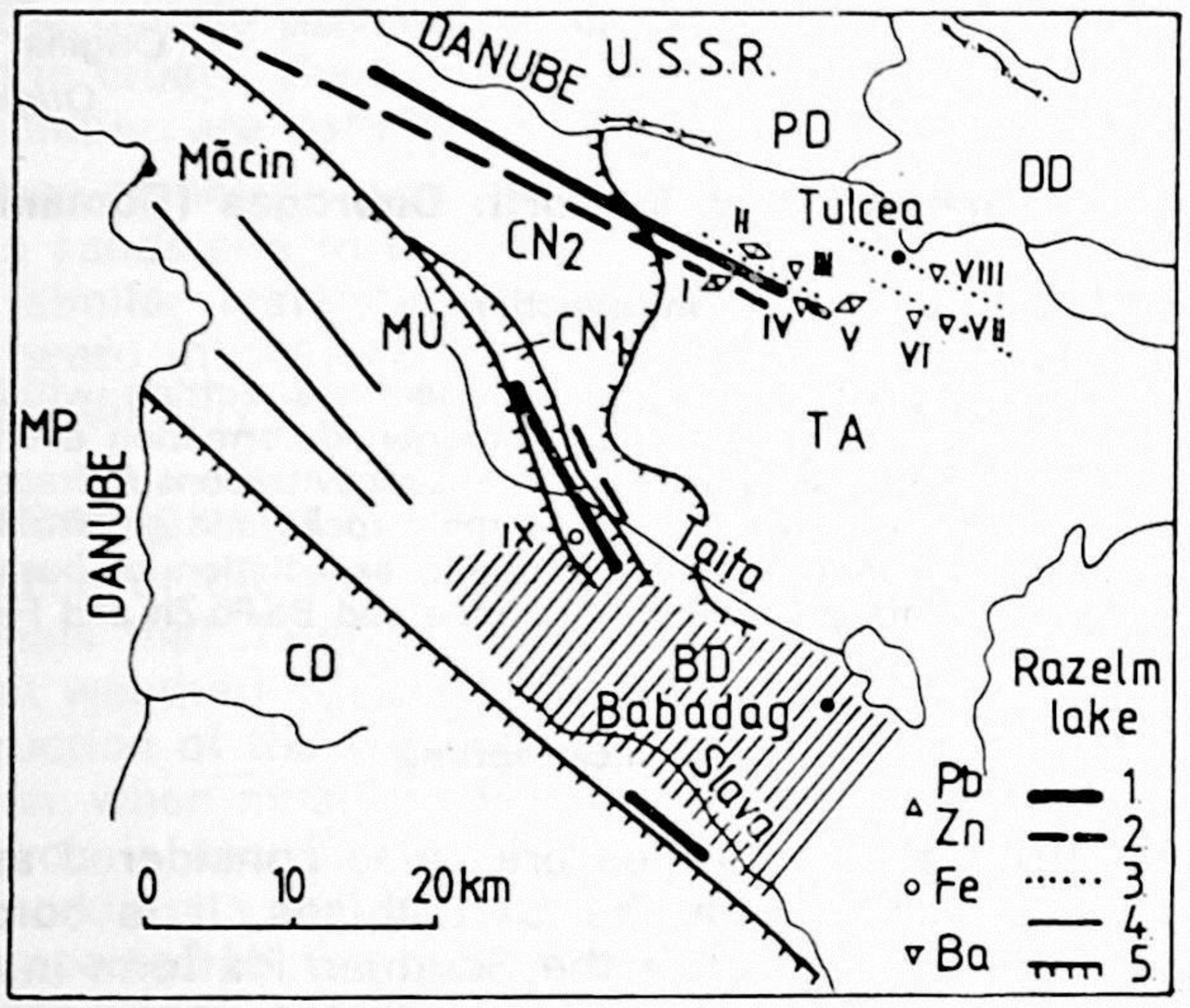


Fig. 1. Distribution of basaltic-rhyolitic magmatism and Ba-Pb-Zn and Fe mineralisation in the North Dobrogea region. 1 Rhyolite alignment; 2 basalt alignment; 3 Ba-Pb-Zn alignment; 4 fault; 5 High-angle thrust
I Movila Săpată; II Cortelu; III Trifan; IV Dobrișan; V Bechir-Dealul Carierii; VI Marca; VII Malcoci; VIII Bogza.
MP — Moesian Platform (Quaternary loess cover); CD — Central Dobrogea (Precambrian crystalline schists, Quaternary loess cover); MU — Măcin Unit (mainly Precambrian crystalline schists, Palaeozoic ankimetamorphic rocks and granitoids, Quaternary loess cover); CN and TA — Tulcea Unit, that is CN — Consul-Niculițel thrust and TA — Tulcea Autochtonous) (mainly Triassic sediments and volca nics, Quaternary loess cover); BD — Babadag depression (post-tectonic Cretaceous sedimentary cover, Quaternary loess cover); PD — Pre-Dobrogean Depression (Quaternary loess cover); DD — Danube delta (Quaternary alluvium).

Sl. 1. Distribucija bazaltno-riolitskog magmatizma i Ba-Pb-Zn i Fe mineralizacije u oblasti severne Dobrudže.
1. Zona riolita; 2. Zona bazalta; 3. Zona Ba-Pb-Zn; 4. Rased ; 5. Strmi razlomi
I Movila Săpată; II Cortelu; III Trifan; IV Dobrișan; V Bechir-Dealul Carierii; VI Marca; VII Malcoci; VIII Bogza.
MP — Moesian Platforma (Kvartarni lesni pokrivač); CD — Centralna Dobrudža (Prekambrijski kristalasti škriljci, Kvartarni lesni pokrivač); MU — Oblast Măcin (uglavnom prekambrijski kristalasti škriljci, Paleozojske anhimetamorfne stene i granitoidi, Kvartarni lesni pokrivač); CNi TA — Oblast Tulcea, gde je CN — Consul-Niculițel rased, a TA — Tulcea Autohton (uglavnom Trijaski sedimenti i vulkaniti, Kvartarni lesni pokrivač); BD — Babadag depresija (posttektonski kredni sedimentni pokrivač, Kvartarni lesni pokrivač); PD — Pre-Dobrudža depresija (Kvartarni lesni pokrivač); DD — Delta Dunava (Kvartarni aluvijum).

tercontinental rift flanks developed therefore initially as a rifted margin and during subsequent subsidence to form continental shelf and slope with presumed submarine depressions in the rise area where carbonatic turbidites occurred.

The lower part of the sedimentary succession is penetrated by basic (mainly basaltic) — acidic magmatism (Fig. 1) that acted up to the Middle Anisian in the north. The basic rocks are represented by spilites, basalt flows, dolerites and sporadic gabbroic bodies developed along WNW-ESE and NW-SE lineations. They show rather elevated K_2O contents and apparent geochemical contradictions**), explained by the sialic contamination that altered the characterictics of the primary magma. The acidic magmatism, that is rhyolite and alkaline rhyloite bodies, developed along WNW-ESE and NW-SE alignments too. The basaltic rocks show mutual age relations with the rhyolites.

The compressional stage took place during Jurassic and probably Early Cretaceous times. During Kimmerian deformations WNW-ESE tectonic lines that affected the North Dobrogea block during Hercynian deformations and controled the Triassic magmatism were reactivizated. High-angle thrusts from SW to NE gave rise to the Măcin thrust, the Consul-Niculitel thrust and the Tulcea Autochton (Patrulius et al., 1974, unpublished data) wherein Triassic sediments were gently folded as synclines and anticlines striking WNW-ESE.

Metallogeny

The Ba-Pb-Zn mineralization is found along WNW-ESE alignments that only partly coincide with the northern basaltic and rhyolitic lineation (Fig. 1). The bi-stadial ore deposition yielded the Ba stage and the base-metal stage (Vlad, 1978). The Ba stage is lithologically controlled by Spathian carbonate sediments. Minor concordant bodies of sedimentary barite were formed in favourable structures, perhaps in small submarine depressions. This genetical concept was adopted by Brasov (1979, unpublished data) and confirmed by Baltres (1982, unpublished data). Sedimentary pyrite found in siltitic intercalations of the Spathian carbonate rocks (Balters, 1982, unpublished data; Vlad, 1983, unpublished data) belongs to the same stage too. The subsequent base-metal stage is tectonically controlled and gave rise to barite veins and base-metal stockworks or veins. Barite veins are present on steeply dipping fractures striking N5oW along the crests of anticlines and, subordinately, striking N 45—65 E. The base-metal ores occur pulsatory along variously dipping ruptural systems that strike N 10—20 W, N-S to N 50—80 E and N5oW (Brasov, 1979, unpublished data). The tectonic relations

---

**) The basalts of the Tulcea Unit were geochemically investigated by Cioflica et al. (1980) using Pearce and Cann (1973) and Pearce and Gale (1977) diagrams. In the Zr/Y-Ti/Y diagram the plots are found in the margin-plate basalts field. Plots in the Ti-Zr diagram are located beyond the fields established by Pearce and Cann (1973); in fact high Zr values (xZr = 245 ppm) suggest significant sialic contamination. Major plots are assigned to ocean island and continental basalts field of the Ti/100-Zr-3Y diagram. The Ti-Cr diagram indicates affinities toward the ocean-floor basalts field, showing a somehow evolved rifting.

between early massive barite and subsequent base-metal ores were emphasized by Gurău and Gridan (1975).

The main ore bodies are found along the alignment that partly coincides with the major ophiolite and rhyolite lineation: Ba-Pb-Zn veins and stockworks hosted by rhyolite and carbonate rocks at Movila Săpată, barite concordant body underlied by massive Pb-Zn ores in carbonate rocks and Ba-Pb-Zn stockworks in subjacent ryholite at Cortelu (Fig. 2), barite veins in carbonate rocks at Dobrișani and Trifan, barite concordant bodies and Ba-Pb-Zn veins in carbonate rocks at Bechir-Dealul Carierii. The less important northern alignments contain barite veins in carbonate rocks at Marca-Malcoci and Bogza.

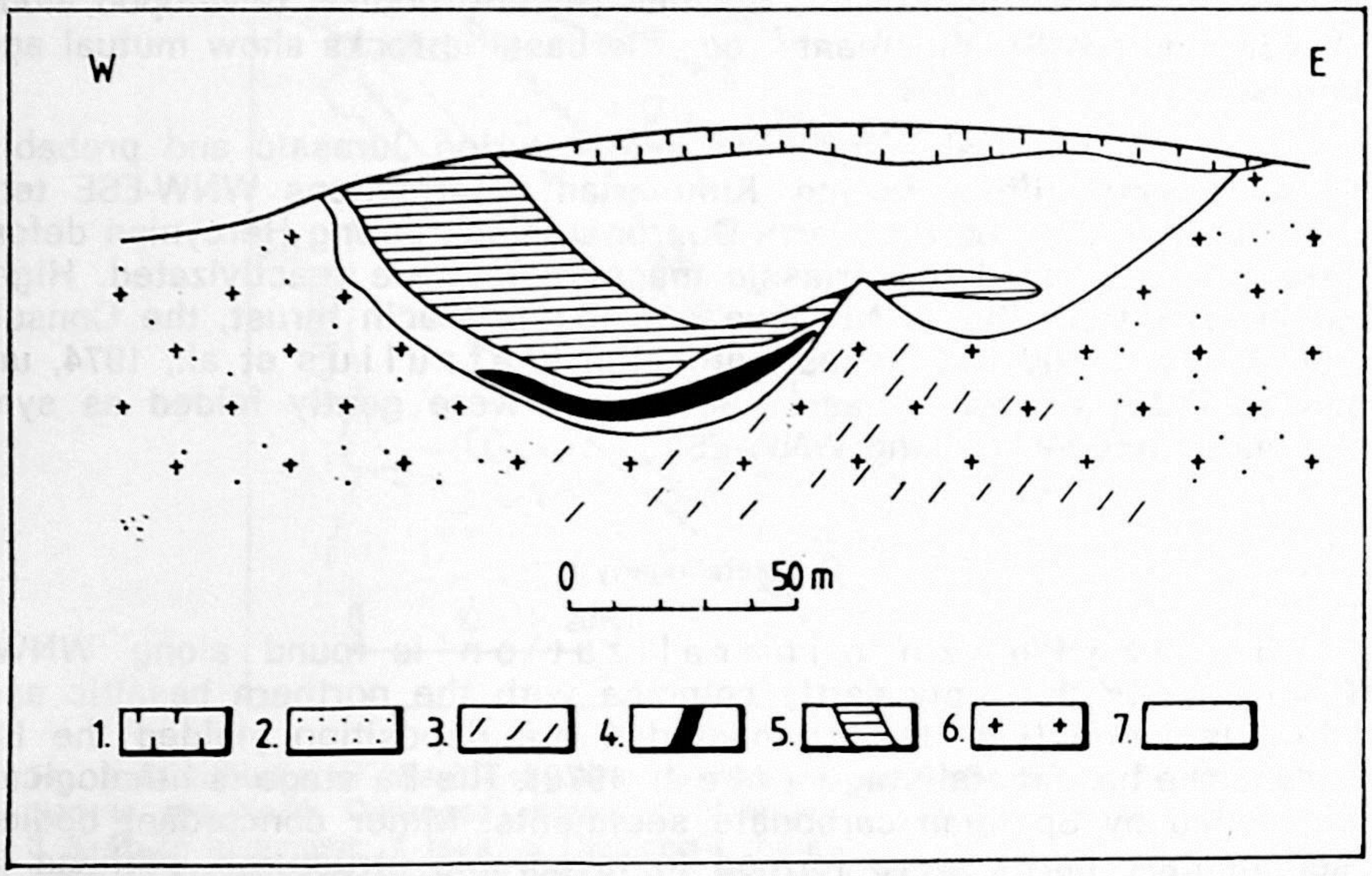


Fig. 2. Cross-section through the Cortelu ore deposit (according to Ianovici et al., 1957, modified)
1 Quaternary loess cover; 2 Chloritisation; 3 Pb-Zn stock work with potash feldspar + quartz alteration products; 4 massive Pb-Zn ore; 5 concordant barite body; 6 rhyolite; 7 Spathian carbonate rocks.

Sl. 2. Profil kroz ležište Cortelu (prema Ianovici i dr., 1957, modifikovano)
1. Kvartarni lesni pokrivač; 2. Hloritizacija; 3. Pb-Zn štokverk sa produktima kalijske metasomatoze; 4. Masivna Pb-Zn ruda; 5. Konkordantno baritsko telo; 6. rioliti; 7. Karbonatne stene Spathiana.

The Ba-Pb-Zn mineralization is thus stratabound in the sense that it the sense that it occurs within Spathian carbonatic rocks. It associates in places with volcanics, but exclusively with K-altered rhyolites. Barite with pinnate texture and banded structure indicate sedimentary patterns at Cortelu and Bechir-Dealul Carierii, whereas prevailing replacement structures are to be considered as remobilization products according to Schneider (1972). On the other hand Baltres (1982, unpublished data) found primary textures of pinnate and concretionary type near Bechir, interpreted as proximity index. Framboidal pyrite is found at the periphery of the ore bodies (Movila Săpată). Simultaneous pyrite and barite occur-

rences in a restricted area strongly suggest that variations of the redox potential took place during the sedimentary deposition in the same basin.

The discordant ore veins and stockworks contain base-metal ores (Zn > Pb ≫ Cu) with quartz, calcite, dolomite, fluorite and widespread tabular barite. The sulfide succession is pyrite ↦ sphalerite 1 ↦ chalcopyrite 1 → galena ↦ chalcopyrite 2 ↦ sphalerite 2. Preliminary geochemistry indicates Cd, Ag, Sb, As rich and Bi poor galena and Cd, Ba, Fe rich sphalerite. Pyrite shows Co/Ni > 1 and chalcopyrite high Sn contents.

The alteration is characterized by pervasive potash feldspar and qaurtz occurrences within rhyolite, even in calc-schists at Movila Săpată--Cortelu, together with interstitial fluorite, barite, dolomite. Post-ore reactivization of WNW-ESE tectonic lines promoted significant chloritization of the early alteration assemblage.

The Fe mineralization is found as concordant bodies of hematite and magnetite in garnet skarns and epidotite. The host is carbonatic-detrital of Spathian age. These replacement products occur at Iulia close to the Luncavița-Counsul tectonic line and exhibit commonly ribbon structures as a result of metasomatism at the interface between alternating calcareous and siltitic beds. They were folded and affected in places by N60E striking fractures. Rhyolite bodies occurring in the vicinity (Dealul Consul) show nor spatial neither genetic relations to this type of ore. Iron was presumably remobilised from a deep-seated source along the Luncavița-Consul line and insinuated through the Triassic sediments, resulting in banded Fe oxides and silicates. This assemblage was interpreted as tectonically controlled infiltration skarns (V l a d, 1978).

Conclusions

The North Dobrogea evolution and metallogeny in Mesozoic (Triassic-Early Cretaceous) provides evidence for:

— development of an elongate intracratonic trough from mantle upwelling, and formation of a narrow graben. It contains bimodal (basaltic--rhyolitic) volcanicity and predominantly carbonatic sedimentation of various facies;

— mild transverse compressional deformations with high-angle faults and presumably post-compressional transcurrent faulting.

Such features respond therefore to the genetic model of an aulacogen. A fact that takes on some interest is the possibility of a certain change in the tectonic setting from the failed intracontinental rift to a developing ocean basin with passive continental margins***).

The mineralization is stratabound within Spathian calcareousterrigenous turbidites penetrated by volcanics. It consits of carbonate-hosted and of lesser extent, rhyolite-associated ores as follows:

stratiform sedimentary barite bodies formed within minor submarine depressions;

***) Anyhow this setting lacks significant oceanic crust remnants and ophiolite related metallogeny, subduction related calc-alkaline magmatism and major low-angle thrustings.

— small Ba ± Pb-Zn veins in steeply deeping fractures mostly along the crests of anticlines;

— restricted Fe-bearing infiltration skarns in the vicinity of the Luncavița-Consul tectonic line;

— Pb-Zn ± Ba — F stockworks in K-altered rhyolites.

It is noteworthy that except the above mentioned stockworks, while volcanics occur there is no obvious spatial relationship of these of the mineralization.

The pre-Mesozoic succession beneath the carbonatic rocks contains sporadic Fe, Ba, base metal protores and may be postulated as source of metals. The convecting sea water penetrated them and reached the sea floor along faults. Besides the source and cause of ore deposition, the "basement-cover effect" would satisfactorily explain the ore location too: accordingly Ba-Pb-Zn prevalence in the north and Fe prevalence in the south reflect probably similar subjacent metallogenic-geochemical pattersn.

Reseived 8. XII 1983. Recension prof. dr Stevan Karamata

LITERATURA

Bacalu V., Martinof Gh. (1978) — Resurse de minerale utile solide în Dobrogea de Nord. St. cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol,, 27/2.

Boccaletti M., Gocev P., Manetti P. (1974) Mesozoic isopic zones in the Black Sea region. Bol. Soc. Geol. Ital. XCIII/3.

Cioflica G., Lupu M., Nicolae I., Vlad Ș. (1980) — Alpine ophiolites of Romania: tectonic setting, magmatism and metallogenesis. An. Inst. Geol. Geof. LVI.

Gaertner von H. R. (1969) — Zur tectonischen und magmatischen Entwicklung der Kratone (Pyrenäen und Kaukasus als extreme Fälle der Aulacogene). Geol. Jahrb. Beih. 80.

Giușcă D. (1974) — Petrologia rocilor endogene. Ed. Tehn., București.

Gurău A., Gridan T. (1975) — Contribuții la cunoașterea microtectonicii și genezei zăcămîntului de sulfuri polimetalice și de baritină de la Cortelu-Somova. D. S. I.G.G., LX/2.

Ianovici V., Giușcă D., Stiopol V., Bacalu V. (1957) — Studiul mineralizațiilor din zăcămintele de baritină și sulfuri metalice din regiunea Somova. An. Univ. Parhon., Ser. St. Nat 15.

Ianovici V., Stiopol V., Măldărescu I., Popescu Gh. C. (1977) — Metalogeneza chimerică din Dobrogea de Nord. St. cerc. geol. geof. geogr., ser. geol., 22.

Murgoci M. G. (1914) — Studii geologice în Dobrogea nordică. An. Inst. Geol. Rom. VI.

Pearce I. A., Cann J. R. (1973) — Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using race elements analysis. Earth Planet. Sci. Lett. 19.

Pearce I. A., Gale G. H. (1976) — Identification of ore deposition environment from trace element geochemistry of associated igneous host rocks. Geol. Soc. London Proc. Joint Meet. Volc. Stud. group GLF and IMM, London, 21—22 Ian. 1976.

Popescu C. Gh. (1977) — Similitudini metalogenetice între Dobrogea de Nord și Carpații Orientali în lumina tectonicii globale. St. Cerc. Geol. Geof. Georg., ser. geol., 22.

Săndulescu M. (1975) — Essai de synthese structurale des Carpates. Bul. Soc. Geol. Fr. (7) XVII/3.

Schneider H. J. (1972) — The problem of the ore mobilisation and transport in the lead-zinc ore deposits of the East-Alpine Middle Triassic beds. Geol. Trans. reju. 15, Proc. 2th Int. Symp. Min. Dep. Alps.

Stiopol V., Măldărescu I., Popescu Gh. C., Martinoff Gh. (1976) — Cortelu ore deposits (North Dobrogea) — a new model on its formation. Rev. Roum. Géol. Géoph, Géogr., ser. géol. 20/2.

Vlad Ş. (1978) — Metalogeneza triosică din zona Tulcea (Dobrogea de Nord). St. cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. geol., 23/2.

IZVOD

Šerban VLAD

Trijaska mineralizacija u severnoj Dobrudži (Rumunija)

Osnovne geotektonske osobine razvoja Severne Dobrudže od trijasa do donje krede su sledeće:

— obrazovanje izduženog intrakontinentalnog rova iznad zasvođenja gornjeg omotača i obrazovanje uskog grabena, sa bimodalnim (bazaltsko--riolitskim) vulkanizmom i pretežno karbonatnom sedimentacijom, mada različitih facija.

— slabo poprečne kompresione deformacije sa strmim rasedima i verovatno postkompresionim horizontalnim kretanjima.

Ove karakteristike odgovaraju jednom aulakogenu. Pritom je ovo područje pokazivalo prelazni tektonski karakter između nerazvijenog intrakontinentalnog rifta i obrazovanja okeanskog basena sa pasivnim kontinentalnim obodima.

Mineralizacije su vezane za određene nivoe (stratabound) u donje trijaskim karbonatno-terigenim turbiditnim tvorevinama isprobijanim vulkanitima. Mineralizacije su ili u karbonatnim stenama ili ređe su udružene sa riolitima. Javljaju se sledeći tipovi mineralizacija:

— stratiformna sedimentna baritska tela obrazovana u malim podmorskim depresijama;

— male Ba ± Pb — Zn žice u strmim razlomima uglavnom u temenim delovima antiklinala;

— infiltracioni skarnovi sa mineralima gvožđa veoma malog prostiranja, koji se nalaze u blizini tektonske linije Lunkavica-Konsul;

— Pb — Zn ± Ba — F štokverkne mineralizacije u riolitima izmenjenim kalijskom metosamatozom.

Samo poslednja grupa pokazuje jasnu vezu sa vulkanitima.

Pre-mezozojske tvorevine ispod karbonatne serije sadrže lokalno Fe, Ba i Pb-Zn (-Cu) mineralizacije za koje je predpostavljeno da su izvori trijaskih mineralizacija, odnosno da su iz njih duboko poniruće morske vode mobilisale rudnu substancu.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Neven Krešić i
Zoran Tasić

UDK 551.24:551.49/557.32
Originalni naučni rad

ZNAČAJ NEOTEKTONSKIH ISTRAŽIVANJA U HIDROGEOLOGIJI KARSTA

(sa 2 slike)

Ključne reči: neotektonika, geomorfologija, hidrogeologija, karst

U radu su ukratko prikazane teorijske osnove dva najčešće primenjivana postupka kvantitativne geomorfološke analize koji se koriste u neotektonskim istraživanjima karstnih terena. Oba postupka ilustrovana su na konkretnim primerima neotektonskih istraživanja sliva Crnog vrela kod Nove Varoši i karstne površi Babine. Takođe je prikazana i hidrogeološka interpretacija dobijenih rezultata i njihov značaj u definisanju određenih geoloških i hidrogeoloških karakteristika proučavanih terena.

UVOD

Neotektonska istraživanja u terenima sa pukotinama i karstnim tipom poroznosti često mogu da ukažu na potencijalne zone pojačane cirkulacije podzemnih voda i uz podatke o relativnom kretanju pojedinih blokova pružaju dragocen materijal kod definisanja hidrogeoloških karakteristika terena. Iako relativno jednostavna i neuporedivo jeftinija od uobičajenih metoda koje se koriste u hidrogeologiji karsta, neotektonska istraživanja su još uvek nedovoljno zastupljena u inženjerskoj praksi. U radu su ukratko prikazani najčešći postupci koji se primenjuju u kartsnim terenima, ilustrovani sa dva konkretna primera.

Kvantitativna geomorfološka analiza

Za određivanje položaja neotektonskih struktura, intenziteta i znaka pokreta koristi se metod kvantitativne geomorfološke analize. Zone neotektonske aktivnosti u velikom broju slučajeva se poklapaju sa već postojećim starijim razlomima, koji su u vremenu od miopliocena do danas ponovo aktivirani. Duž ovih raseda dolazi do novih gravitacionih pokreta, spuštanja i izdizanja pojedinih blokova. Neotektonski pokreti utiču na morfologiju terena. Svojim neposrednim uticajem na egzogene faktore oni utiču na tok i evoluciju reljefa. Osnovni postupak proučavanja reljefa naziva se geomorfološka analiza. Proučavajući morfometrijske odnose parametara koji odražavaju taj uticaj dolazi se do novih saznanja o morfološkoj evoluciji terena. Ovaj deo geomorfoloških proučavanja nosi naziv kvantitativna geomorfološka analiza. Po M. M a r k o v i ć u (1973) pojam kvantitativne geo-

morfološka analize obuhvata celokupan proces utvrđivanja morfometrijskih odnosa i njihovu interpretaciju. Ukoliko su parametri pravilno odabrani metod kvantitativne geomorfološke analize može se uspešno primeniti za svako područje. Statističkom obradom i analizom brojčanih vrednosti odabranih parametara mogu se locirati područja pojačanog dejstva endogenih sila. Interpretacijom ovako dobijenih rezultata mogu se utvrditi znak i intenzitet neotektonskih pokreta. Pri tome dejstvo egzogenih faktora koji učestvuju u evoluciji reljefa, kao i statistički karakter metoda, uslovljavaju i pojavu subjektivnosti interpretacije.

Neotektonska interpretacija se izvodi na osnovu proučavanja topografskih karata, raspoložive geološke dokumentacije, kao i karata sklopa dobijenih analizom satelitskih skanograma i aerosnimaka.

Za područje Crnog vrela kod Nove Varoši, koje je izgrađeno od trijaskih krečnjaka i stena dijabaz-rožnačke formacije, kao karakteristični parametar za određivanje neotektonskih pokreta izabrana je energija reljefa. Za slučaj jako karstifikovanih terena, kakav je primer karstne površi Babine, kao parametar je izabrana promena reljefa u vremenu, tj. poređenje rekonstruisanog i savremenog reljefa.

Energija reljefa

Energija reljefa kao jedan od parametara kvantitativne geomorfološke analize odražava dejstvo savremenih tektonskih pokreta i egzognih faktora na savremeni reljef. Njen intenzitet je posledica geomorfoloških procesa, njihovog dejstva na površinu terena, geološke građe terena, njegove strukture itd.

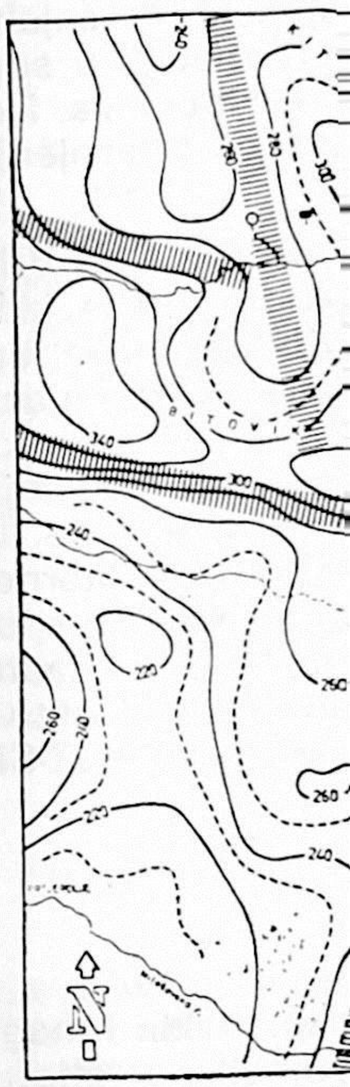
Energija reljefa predstavlja potencijalnu energiju posmatranog dela terena: $E_p = mgh$. Površina na kojoj se meri energija reljefa je jedinične vrednosti. Masa se takođe uzima kao jedinična, te predstavlja konstantu za ceo proučavani teren. Ubrzanje zemljine teže se takođe tretira kao konstantna vrednost za ceo teren, s obzirom da su u okviru jedinične površine jedinične mase promene ubrzanja zanemarljivo male. Iz ovoga izlazi da energija reljefa zavisi isključivo od visinskih razlika u okviru posmatranog polja jedinične površine.

Sam postupak svodi se na sistematsko merenje visinskih razlika u okviru jediničnih polja na koja je izdeljen ceo proučavani teren. Formalnom interpolacijom ovih vrednosti dobija se karta izolinija energije reljefa, koja pedstavlja odraz udruženog dejstva endogenih sila (bilo tektonskih, bilo magmatskih) i geomorfoloških procesa na savremeni reljef. Daljom statističkom analizom, primenom metode »tekućih srednjih vrednosti«, dobija se prvi trend energije reljefa. Na ovaj način otklanja se uticaj egzogenih procesa koji nastaju kao posledica razlika u litološkoj građi terena. Interpolacijom vrednosti prvog trenda dobija se karta izolinija koja odražava generalno dejstvo najmlađih tektonskih pokreta.

Interpertacija ovako dobijene karte je relativno jednostavna. Područja maksimalne energije reljefa pokazuju relativno izdizanje blokova, a smanjene vrednosti ukazuju na relativno spuštanje blokova. Na položaj prevojnih područja, tj. položaj neotektonski aktivnih struktura ukazuju položaj, gustina i vrednost izolinija. Vrednosti izolinija su proporcionalne ali

ne i jednake iznos
zone mogu predst
loma sa gravitacio

Rezultati ne
Varoši dati su na s



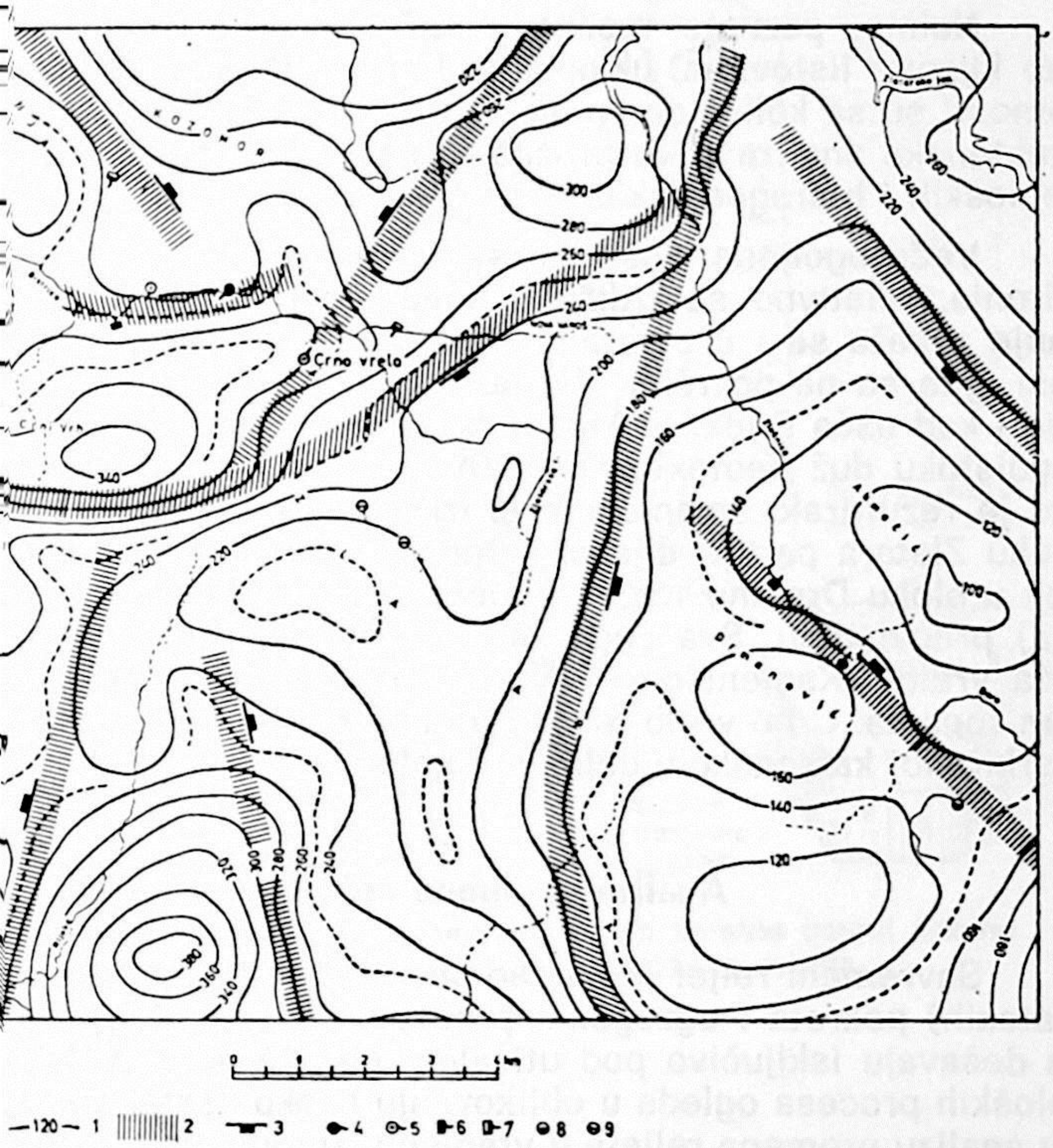
Sl. 1. Morfometrijsk
1 — izolinije prvog
2 — neotektonski a
3 — relativno spušt
4 i 5 — izvori sa Q
6 i 7 — kaptirani iz
8 i 9 — stalni i po

Fig. 1. Morphometric
1 — isolines of reli
2 — neotectonically
3 — relatively sink
4 and 5 — springs
6 and 7 — springs
8 and 9 — perman

Sliv Crnog
čija je kompliko
nim shvatanjima

u kretanja. Na ovaj način određene neotektonski aktivne avljati jedinstvene razlome ili niz manjih paralelnih raz- nim kretanjem.

otektonske analize šire okoline Crnog vrela kod Nove lici 1.



a karta sa neotektonskom interpretacijom šire okoline Crnog vrela
renda energije reljefa
tivna zona
n blok
min < 10 1/s tj. < 100 l/s
vori sa Qmin < 100 1/s tj. 10 l/s
remeni ponor.

map with neotectonical interpretation of Crno Vrelo area
ef energy first trend
active zone
d block
of Qmin < 10 1/s it. < 100 l/s
of Qmin < 100 1/s It. < 10 l/s
nt and temporary sinkhole.

vrela nalazi se u ofiolitskom pojasu unutrašnjih Dinarida ana geološka građa još uvek uzrok često sasvim suprot- domaćih i stranih geologa.

Detaljnim hidrogeološkim kartiranjem šireg područja sliva, kompleksnom analizom hidrograma pražnjenja izvora Crnog vrela (korelaciona analiza izdašnosti i temperature pojedinih izvora) kao i analizom hemijskog sastava voda, nametnuo se zaključak da stene dijabaz-rožnačke formacije leže preko trijaskih krečnjaka koji čine jedinstvenu celinu (N. K r e š i ć, 1983).

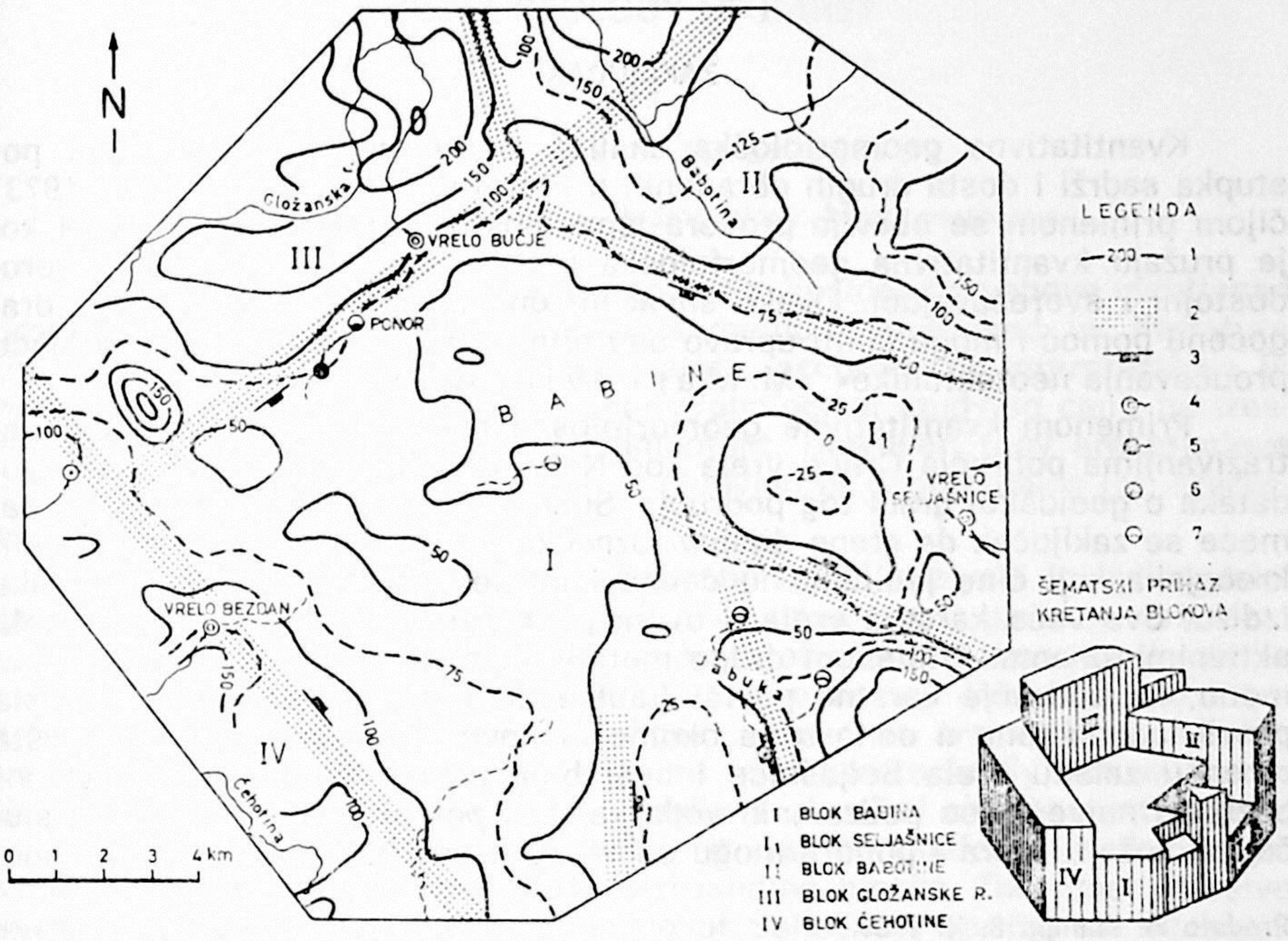
Naime, poznate teorije o izdvojenim partijama trijaskih krečnjaka kao kliznim listovima, uklopcima i sl. u dijabaz-rožnačkoj formaciji, u suprotnosti su sa količinom vode na Crnom vrelu i mehanizmom isticanja. Neotektonska analiza sliva pružila je naročito korisne podatke u razjašnjenju geoloških i hidrogeoloških karakteristika terena.

Veće ogoljene mase trijaskih krečnjaka kao što su Bitovik, Crni Vrh, Kitonja, relativno se izdižu u odnosu na okolne blokove. Povećano izdizanje zapaža se i u području Tikve severno i severozapadno od Nove Varoši, gde su na površini terena otkriveni donjotrijaski laporoviti krečnjaci, kao i kod ušća Rijeke u Mileševsku reku (zona Gradca). Od Crnog Vrha ka jugoistoku duž neotektonski aktivnih zona blokovi se stepenasto spuštaju što je rezultiralo smanjenom erozijom stena dijabaz-rožnačke formacije. U bloku Zlatara partije dijabaz-rožnačke formacije očuvane su fragmentarno, dok u bloku Drmanovića, a naročito u bloku Akmačića (koji se najviše spušta) preovlađuju. Sva veća karstna vrela (Gačevo vrelo, Lakomica, Radovića vrelo, »Kamenolom«, »Vrelo« u Crkvinama) su u neotektonski aktivnim zonama. Crno vrelo takođe je u neotektonski aktivnoj zoni pravca JZ-SI, markiranoj kanjonskom dolinom Žijeba.

Analiza promene reljefa u vremenu

Savremeni reljef je nastao pod uticajem endogenih (tektonskih i magmatskih) pokreta i egzogenih procesa. Pri tome krupne promene u reljefu se dešavaju isključivo pod uticajem endogenih sila dok se uloga geomorfoloških procesa ogleda u oblikovanju ovako nastalih krupnih celina reljefa. Za analizu promena reljefa u vremenu izrađuje se teorijski model reljefa, tj. rekonstruiše se reljef neke ranije faze morfološke evolucije ispitivanog terena. Postupak analize promene reljefa u vremenu je morfometrijski postupak (M. M a r k o v i ć, 1973). Rekonstrukcija reljefa se vrši na taj način što se u jedinična polja, na koja je podeljen ceo istraživani teren, upisuje najviša kota. Formalnom interpolacijom ovih vrednosti dobija se karta rekonstruisanog reljefa, a postupkom »tekućih srednjih vrednosti« karta prvog trenda rekonstruisanog reljefa. Prvi trend rekonstruisanog reljefa predstavlja teorijski model reljefa koji bi nastao u uslovima apsolutnog tektonskog mirovanja. Od ovog teorijskog modela oduzima se prvi trend savremenog reljefa i njihova razlika odražava promene koje su posledica neotektonskih pokreta. Interpretacija na taj način dobijene karte je slična interpretaciji karte prvog trenda energije reljefa. Maksimalne vrednosti razlika prvih trendova rekonstruisanog i savremenog reljefa pokazuju relativno izdizanje blokova, a minimalne relativno spuštanje blokova. Potrebno je naglasiti da se i u ovom slučaju vrednosti izolinija ne mogu poistovetiti sa iznosom pokreta i da je interpretacija višeznačna i u sebi nosi i dosta subjektivnosti interpretatora.

Analiza promene reljefa u vremenu obavljena je za teren intenzivno karstifikovane površi Babine (slika 2) budući da zbog degradiranog reljefa drugi postupci ne bi dali odgovarajuće rezultate.



Sl. 2. Morfometrijska karta sa neotektonskom interpretacijom karstne površi Babine
1 — izolinije razlika prvih trendova savremenog i rekonstruisanog reljefa
2 — neotektonski aktivna zona
3 — relativno spušten blok
4 — karstno vrelo sa Qmin > 100 l/s
5 — karstno vrelo sa Qmin > 1 l/s
6 i 7 — stalni i povremeni ponor

Fig. 2. Morphometric map with neotectonocal interpretation of karst surface Babine
1 — isolines of diferences between recent and reconstructed relief first trends
2 — neotectonically active zone
3 — relatively sinked block
4 — karstic spring of Qmin > 100 l/s
5 — karstic spring of Qmin > 1 l/s
6 and 7 — permanent and temporary sinkhole.

Površ Babine nalazi se između Prijepolja i Pljevalja i predstavlja slivno područje za tri snažna karstna vrela koja se javljaju na kontaktu trijaskih krečnjaka i paleozojskih škriljaca (vrelo Bučje i vrelo Seljašnice) ili neogenih sedimenata (vrelo Bezdan). Površ u celini relativno tone u odnosu na okolne blokove, a u njoj se zapažaju diferencirana kretanja manjih blokova. Najintenzivnije se spušta teren u zaleđu vrela Seljašnice koje je i najjače od pomenutih vrela. Blok Seljašnice zapravo predstavlja erozioni bazis za najveći deo podzemnih voda karstne površi Babine. U neotektonski aktivnoj zoni između blokova Gložanske reke i Babina, pored vrela Buč-

je nalaze se i izvor i ponor rečice Tmuše (veza između ponora i vrela Bučje dokazana je bojenjem). Otvor ponorske pećine Tmuše sa svojih blizu 40 m visine jedan je od najvećih u Jugoslaviji.

ZAKLJUČAK

Kvantitativna geomorfološka analiza pored napred izneta dva postupka sadrži i dosta drugih obrađenih u literaturi (M. Marković, 1973) čijom primenom se obavlja provera ispravnosti interpretacije. »Podaci koje pružaju kvantitativna geomorfološka proučavanja nisu apsolutno verodostojni i sverešavajući. Ovako shvaćeni oni, međutim, predstavljaju dragocenu pomoć i mogu činiti upravo onu bitnu kariku koja nedostaje u lancu proučavanja neotektonike« (M. Marković, 1973).

Primenom kvantitativne geomorfološke analize u hidrogeološkim istraživanjima područja Crnog vrela kod Nove Varoši dolazi se do novih podataka o geološkoj građi tog područja. Suprotno dosadašnjim teorijama, nameće se zaključak da stene dijabaz-rožnačke formacije leže preko trijaskih krečnjaka koji čine jedinstvenu celinu i da se veće mase ovih krečnjaka izdižu. Sva veća karstna vrela u ovom području se nalaze u neotektonski aktivnim zonama. Primenom druge metode, analize promene reljefa u vremenu, na područje karstne površi Babine dolazi se do zaključka da cela površ lagano tone u odnosu na okolne blokove. Najintenzivnije se spušta teren u zaleđu vrela Seljašnice i ovaj blok zapravo predstavlja erozioni bazis za najveći deo podzemnih voda karstne površi Babine. I u ovom slučaju položaji izvora i ponora mogu se vezati za neotektonski aktivne zone.

Predato za štampu 8. XI 1983. Rec. prof. dr Miroslav Marković

LITERATURA

Ćirić A. i dr., 1980: OGK SFRJ — list Prijepolje. Savezni geološki zavod, Beograd.

Krešić N., 1983: Problemi određivanja slivova karstnih vrela u ofiolitskom pojasu unutrašnjih Dinarida na primeru Crnog vrela kod Nove Varoši. Simpozij o inženjerskoj hidrologiji, knj. I, Split.

Marković M., 1973: Geomorfološka evolucija i neotektonika Orjena. Doktorska disertacija, RGF Beograd.

Marković M., 1983: Osnovi primenjene geomorfologije. RGF Beograd, Beograd (u štampi).

Mijatović B. i Pavlović P., 1974: Regionalna hidrogeološka istraživanja područja zapadne Srbije. Fond str. dok. ZGGI, Beograd.

Pavlović R., 1980: Primena metoda daljinske detekcije i kvantitativne geomorfologije u istraživanju rudnog rejona Rogozne. Magistarski rad, RGF Beograd.

Summary

THE SIGNIFICANCE OF NEOTECTONIC INVESTIGATIONS IN HYDROGEOLOGY OF KARST

by

Neven Krešić, Zoran Tasić

Key words: geomorphology, hidrogeologu, karst, neotectonic

Quantitative geomorphological analysis, besides two above mentioned proceedings, contains, other numerous methods described in literature (M. Marković, 1973) by whose application, accuracy of interpretation is checked. The data of quantitative geomorphological studying can't be treated as absoluty trustworthy and omnipotent. However, they are precious and can be of essential importance in studying of neotectonics (M. Marković, 1973).

Application of quantitative geomorphological analysis in hydrogeological investigation of Crno Vrelo area near Nova Varoš gave us new data of geological situation of that area. In spite of existing theories it can be concluded that the Diabase-chert formation rocks lay over Triassic limestone and that the big masses of those limestones are uplifted. All big karstic springs in this area are situated in neotectonically active zones. By aplication of another method — analysis of relief changement in time — in the area of karst surface Babine, it was concluded that the whole surface slowly sinks in relation to surrounding blocks. The most intesive sinking is observed in the area behind of Seljašnica spring, so thatblock represents erosional base for the greatest part of underground waters of karst surface Babine. In this, as well as in other cases, the position of springs and sinkholes be related with neotectonically active zones.

RADOVI Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
PROCEEDINGS of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

UDK 551.4(497.15)
Originalni naučni rad

Sergej Komarnicki

GEOMORFOLOŠKI ODNOSI U PODRUČJU PRENJA

(sa 1 slikom)

Ključne reči: geomorfološka analiza, aerosnimak, morfostruktura, orografska celina, morfološka evolucija, geomorfološka karta, Prenj.

Metod i sadržaj kompleksnog geomorfološkog istraživanja u nas još nije u potpunosti razrađen.

Ovaj rad predstavlja razradu metodike istraživanja na određenom primeru i upoznavanje reljefa šire oblasti Prenja, njegovih opštih morfoloških odnosa i morfološke evolucije.

UVOD

Područje Prenja zahvata teren u velikoj okuci Neretve, između Konjica i Mostara.

Sam Prenj predstavlja jedinstvenu morfostrukturu, morfološki jasno definisanu. Sa svih strana je ograničen strmim padinama koje ka rečnim dolinama imaju odlike kanjonskih litica, visokih po više stotina metara.

Može se izdvojiti nekoliko orografskih celina, predisponiranih litološkim, odnosno tektonskim karakteristikama.

Severni, hipsometrijski znatno niži, deo odlikuje se blažim padinama i dobro razvijenom drenažnom mrežom. Ovakva morfologija najvećim delom je uslovljena litološkim sastavom. Teren je izgrađen pretežno od trijaskih klastičnih sedimenata i dolomita. Pravcem JZ-SI područje presecaju doline Idbara i Bijele konjičke, sa nešto strmijim dolinskim stranama, verovatno tektonski predisponirane.

Drugu orografsku celinu predstavlja centralni masiv Prenja izgrađen pretežno od jurskih, podređeno i od gornjotrijaskih krečnjaka i dolomita. Odlikuje se izrazitim linearnim, pozitivnim i negativnim oblicima-dolinama i grebenima. Ovi oblici su predisponirani longitudinalnim i transverzalnim rasedima.

Glavni, najviši, greben koji čine Kamenac, Vjetrena brda, Lupoglav (2102 m) i Herač, ima pravac pružanja SZ-JI.

Za veće depresije na centralnom masivu (Tisovica, Velike bare, Bijele vode, Dolovi i Zakantarska) karakterističan je isti pravac pružanja.

Na južnom, odnosno jugozapadnom delu centralnog masiva Prenja nalaze se relativno manje depresije: Poljice, Lučine, Gruča i Bare sa pravcem pružanja SI-JZ.

Položaj svih ovih oblika očigledno je uslovljen regionalnom strukturom. Svi su orijentisani »dinarskim« pravcem SZ-JI. Greben Otiš-Zelena glava, sa pružanjem upravnim na pravac regionalne strukture, može da se shvati kao rezidualni oblik, formiran eroziom po pravcu depresija Tisovica —Velike bare.

Površ Glogovo, koja se nalazi između dolina Neretve i Bijele mostarske na zapadnom delu terena, izdvojena je kao posebna orografska celina. Ona je odvojena od centralnog masiva Prenja i spuštena duž Bijelskog raseda. Morfologija Glogova, relativne visine oko 1000 m, uslovljena je prvenstveno litološkim faktorom-karbonatnim sastavom. U Hm području veličina dominira razvoj kraških oblika.

Kao četvrta orografska jedinica izdvaja se krajnji južni deo terena, hipsometrijski znatno niži (do 800 m), sa blažim padinama. Ova jedinica se spušta i prelazi u veliko kraško polje — Bijelo polje, i izlazi van ispitivanog područja.

Teren u celini je relativno siromašan površinskim vodenim tokovima. Glavni vodotok predstavlja Neretva. Teren dreniraju njene leve pritoke, od kojih su najvažnije Bijela konjička, Idbar, Glogošnica i Bijela mostarska.

Zbog svojih izvanredno složenih geomorfoloških odnosa Prenj je odavno privlačio mnogobrojne istraživače.

Među najstarija, ujedno i najznačajnia proučavanja spadaju radovi J. Cvijića, koji je u nekoliko navrata (1897, 1898 i kasnije) istraživao Prenj i okolinu.

U novije vreme značajna su proučavanja J. Roglića (1957 i 1960) i B. Ž. Milojevića (1961).

Svi raniji radovi, međutim, bez obzira na iscrpnost zapažanja, predstavljaju prvenstveno deskripciju reljefa. Geomorfološka karta, koja bi u potpunosti prikazala geomorfološke odnose u ovoj oblasti, nigde nije data.

Stoga je osnovna namera ovog rada da se geomorfološki odnosi u području Prenja, otkriveni kompleksnom geomorfološkom analizom, prikažu i grafički, u vidu geomorfološke karte.

Geomorfološka karta područja Prenja je izrađena na osnovu kompleksnog proučavanja aerosnimaka, topografske karte i geološke građe.

Ispitivano područje je prekriveno fotogramima, raspoređenim u pet redova, generalnog pravca istok—zapad. Srednja razmera snimaka je oko 1 : 43000.

Kao topografska osnova korišćene su karte razmere 1 : 50000, listovi, Prozor 4, Konjic 3, Mostar 2 i Nevesinje 1, po pariskoj podeli.

Podaci o geološkoj građi su prikupljeni kompilacijom sa postojećih karata. Korišćen je materijal Geološkog zavoda Sarajevo i to radne verzije (1 : 25000) rađene za OG kartu lista Mostar, kao i tumač za istu kartu (M. Moićević i M. Laušević, 1969). Geološka karta je tokom rada dopunjavana sopstvenim podacima prikupljenim sa aerosnimaka.

Metod geomorfološke analize

Pri proučavanju geomorfoloških odnosa u području Prenja primenjen je metod geomorfološke analize. Geomorfološka analiza može se shvatiti

kao primena kompleksa metoda pri proučavanju reljefa. Proučavanje obuhvata proces u kojem je nastao reljef, tj. genezu, evoluciju oblika u vremenu, u zavisnosti od geološke građe, brojčane parametre oblika i savremene procese izmene reljefa.

Reljef svakog, pa i posmatranog, terena rezultat je antagonističkog dejstva endogenih i egzogenih sila na materijal određenih karakteristika (geološka građa) u određenom vremenu.

Učinak endogenih faktora na terenu utvrđivan je analizom geološke karte, a rezultati egzogenih procesa su konstatovani uporednom analizom aerosnimaka i topografske osnove (kvalitativna i kvantitativna analiza).

Aerosnimci su prvenstveno poslužili kao izvor kvalitativnih podataka o rezultatima egzogenih procesa. U odnosu na toporafsku kartu aerosnimci pružaju mogućnost sagledavanja procesa u celini, isto tako oni omogućuju neposredno uočavanje procesa i oblika i njihovih uzajamnih odnosa. Kako aerosnimci ujedno pružaju podatke o litologiji i sklopu terena, to je bilo moguće neposredno sagledavanje veze reljefa sa geološkom građom terena.

Kvalitativna analiza aerosnimaka je, dakle, pružila mogućnost kompleksnog sagledavanja reljefa. Razvoj egzogenih geomorfoloških procesa bilo je moguće pratiti u sklopu geološke građe terena i »inicijalnog« reljefa.

Proučavanja topografske osnove dala su podatke koji su poslužili kao dopuna podacima dobijenim analizom aerosnimaka.

Topografska osnova je proučavana kvalitativno i kvantitativno. Kvalitativnom analizom prikupljeni su osnovni podaci o reljefu, kao što su vrsta oblika i njihov opšti raspored. Kvantitativna analiza je pružila podatke o osnovnim veličinskim odnosima (dimenzije oblika: širina, dužina, apsolutne i relativne visine, nagibi i sl.) i orijentaciji oblika.

Za sagledavanje opštih karakteristika reljefa proučavane oblasti, korišćena potpuna topografska karta je bila ograničene upotrebljivosti, zbog date toponomike i prikazane vegetacije. Stoga je ova osnova uprošćena. Uprošćavanje je izvršeno iscrtavanjem svake dvestote izohipse. Na taj način izdvojene su osnovne, tj. regionalne crte reljefa. Ova uprošćena verzija je poslužila i kao osnova za iscrtavanje geomorfološke karte.

U cilju utvrđivanja veze reljefa sa geološkom građom terena, tj. razvoja i modifikacije procesa u zavisnosti od litološkog sastava i sklopa, izvršena je analiza geološke karte.

Pri proučavanju geološke građe, kao bitnog elementa morfogeneze, tj. nastanka i evolucije oblika, kao suštinski važni izdvojeni su litološki sastav i strukture, dok su hronostratigrafski odnosi tretirani kao faktor sekundarnog značaja.

Metodika geomorfološke analize je, dakle, zasnovana na uporednom kvalitativnom i kvantitativnom prouačavnju geološke karte, aerosnimaka i topografske osnove. Ovakav pristup trebalo je da omogući sagledavanje svih faktora koji učestvuju u izgradnji reljefa.

Metod izrade geomorfološke karte

Pri izradi geomorfološke karte za područje Prenja njen sadržaj i način prikaza prilagođeni su specifičnostima date oblasti.

Karta je konstruisana nakon dugotrajne i svestrane analize aerosnimaka, topografske osnove i geološke građe. Prvo je obavljeno neposredno proučavanje i izdvajanje oblika na aerosnimcima. Podaci sa aerosnimaka su zatim prenošeni stereoskopski na topografsku osnovu. Ovi podaci su dopunjavani rezultatima analize geološke i topografske karte.

Morfogeneza je data bojama prema pripadnosti tipu reljefa. Izabrane boje su drugačije nego što predviđa Ključ za detaljnu geomorfološku kartu sveta (I G U - K r a k o w, 1968). Zbog tehničkih ograničenja morfogeneza je ovde predstavljena ne bojama već šrafurom. Pripadnost određenom tipu reljefa definisana je i njegovim položajem u legendi.

Morfografski odnosi su prikazani uslovnim znacima na topografskoj osnovi sa ekvidistancom od 200 m. Znaci izabrani za morfografiju samostalno su konstruisani. Posebna pažnja je posvećena činjenici da oni moraju biti simbolični i funkcionalni.

Morfometrijski odnosi su prikazani isključivo dvestotim izohipsama, odnosno razmerom morfografskih znakova.

Morfohronologija je prvenstveno data rasporedom tipova reljefa u legendi. U okviru svakog tipa, gde je to bilo moguće, relativni odnosi su dati intenzitetom boje, tj. štrafure koja označava tip reljefa. Jači intenzitet boje-šrafure je uzet za starije, a slabiji za mlađe oblike.

Pri sastavljanju legende endogeni oblici su isključeni, a zadržani samo egzogeni. Na taj način data geomorfološka karta prikazuje samo morfoskulpurni aspekt proučavanog reljefa.

Članovi legende su postrojeni na osnovu hronologije stvaranja oblika, tj. dejstva procesa. Prvo su dati najstariji oblici, odnosno procesi koji su najpre počeli da deluju, pa redom do najmlađih. Ovde je nužna ograda da su se pojedini procesi, kao npr. kraški, višestruko obnavljali, odnosno pojačavali i slabili.

U okviru svakog tipa reljefa, gde je to bilo moguće, posebno su izdvojeni erozioni, a posebno akumulacioni oblici.

Izrada geomorfološke karte za područje Prenja može se, dakle, u ovom slučaju shvatiti kao isključivo kabinetska.

Detaljna analiza geološke karte, a naročito aerosnimaka u velikoj meri je nadoknadila podatke, koje bi inače trebalo prikupiti terenskim radom. Ovo se u prvom redu odnosi na uslovljenost oblika geološkom građom terena.

Prikaz geomorfoloških odnosa

Prenj predstavlja geomorfološki kompleks u čijem su oblikovanju pored endogenih učestvovali i egzogeni procesi: fluvijalni, kraški, glacijalni, glaciofluvijalni i padinski.

Učinak agensa pojedinih procesa u toku evolucije reljefa nije jednak. Razlike su postojale i u vremenu i u prostoru. One su nastajale uglavnom usled promena u intenzitetu energije procesa u vremenu (klimatske promene), kao i usled različitih uslova pod kojima su procesi delovali na pojedinim delovima terena (razlike u geološkoj građi).

Osnovni tip reljefa na severnim i zapadnim padinama Prenja (kanjon Neretve) je fluvijalni.

Na geomorfološkoj karti su prikazani erozioni i akumulacioni oblici fluvijalnog reljefa.

Dolina Neretve predstavlja najmarkantniji oblik erozionog fluvijalnog reljefa. Od D. Jablanice pa do sela Prigređani Neretva predstavlja proboj-nicu čija je dolina usečena u verfenskim škriljcima i trijaskim, jurskim i krednim krečnjacima i delomitima. Dolina je najčešće kosa ili transverzalna u odnosu na pružanje slojeva, retko gde je longitudinalna.

Sem Neretve na severnim, odnosno severoistočnim padinama Prenja razlikuju se dve vrste dolina:

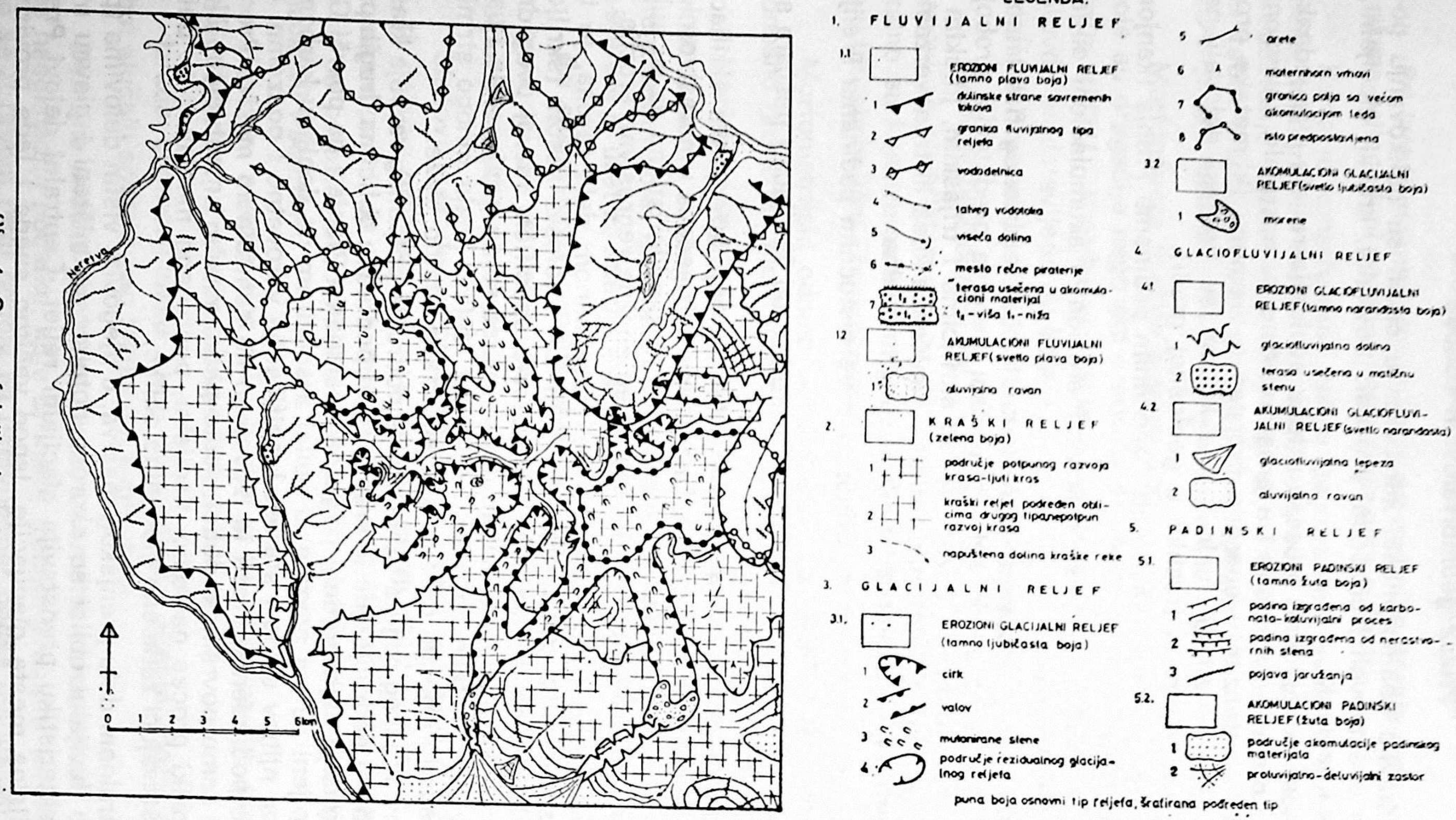
— Doline u području sastavljenom pretežno od škriljaca i peščara su kraće, blažih strana i užeg dna.

— Doline usečene u krečnjake i dolomite koji leže preko škriljaca imaju veoma strme dolinske strane. Dna dolina su usečena u nerastvornim škriljcima te su široka i blaga. Za ove doline je karakteristično da su subsekventne i da se produžuju i proširuju usled snažne regresivne erozije.

Drenažni basen Glogošnice, na severozapadnom delu terena, je izdvojen kao samostalna geomorfološka jedinica. Litološki sastav (škriljci, peščari i dr.) je osnovni faktor koji je uslovio specifični razvoj ovog drenažnog sistema. Pojačanom erozijom doline rečica su se produžavale i usecale u masiv Prenja, tako da gornji, izvorišni, delovi imaju mnogo strmije strane od srednjih i donjih delova, čije su strane znatno blaže.

U okviru kraškog reljefa izdvojeno je područje potpunog razvoja krasa, tzv. »ljuti kras« i područje gde je kraški reljef podređen oblicima drugih procesa. Ljuti kras je najrazvijeniji na južnim padinama Prenja i na površi Glogovo. Zastupljeni su svi površinski oblici a sobzirom na debljinu karbonatnih tvorevina, njihov sklop i starost krasifikacije verovatno i podzemni oblici. Područje podređenog krasa je izdvojeno na centralnom masivu Prenja. Razvijeni su samo površinski oblici, retke plitke vrtače i mestimično škrape. Tu je kraški proces nasledio glacijalni, postepeno menjajući tj. deformišući i uništavajući zatečene glacijalne oblike.

U centralnom delu prenjskog masiva, u njegovim višim delovima (preko 1400 m), fluvijalni oblici su skoro u potpunosti uništeni i glavnu morfološku karakteristiku predstavlja glacijalni reljef. Centralni delovi Prenja bili su inicijalna mesta glacijacije. Ispod večitog snega i leda provirivali su samo najviši delovi. Može se konstatovati da je na Prenju pored alpskog (dolinskog) tipa bio razvijen i platoski tip lednika. Savremeni kraški proces,



LEGENDA:

1. FLUVIJALNI RELJEF
- 1.1 EROZIONI FLUVIJALNI RELJEF (tamno plava boja)
  - 1 dolinske strane savremenih tokova
  - 2 granica fluvijalnog tipa reljefa
  - 3 vododelnica
  - 4 talweg vodotoka
  - 5 viseća dolina
  - 6 mesto rečne preterije
  - 7 terasa usečena u akumulacioni materijal; t_2 – viša t_1 – niža
- 1.2 AKUMULACIONI FLUVIJALNI RELJEF (svetlo plava boja)
  - 1 aluvijalna ravan

2. KRAŠKI RELJEF (zelena boja)
- 1 područje potpunog razvoja krasa-ljuti kras
- 2 kraški reljef podređen oblicima drugog tipa; nepotpun razvoj krasa
- 3 napuštena dolina kraške reke

3. GLACIJALNI RELJEF
- 3.1 EROZIONI GLACIJALNI RELJEF (tamno ljubičasta boja)
  - 1 cirk
  - 2 valov
  - 3 mutonirane stene
  - 4 područje rezidualnog glacijalnog reljefa
- 5 grede
- 6 A matematički vrhovi
- 7 granica polja sa većom akumulacijom leda
- 8 isto predpostavljena
- 3.2 AKUMULACIONI GLACIJALNI RELJEF (svetlo ljubičasta boja)
  - 1 morene

4 GLACIOFLUVIJALNI RELJEF
- 4.1 EROZIONI GLACIOFLUVIJALNI RELJEF (tamno narandžasta boja)
  - 1 glaciofluvijalna dolina
  - 2 terasa usečena u matičnu stenu
- 4.2 AKUMULACIONI GLACIOFLUVIJALNI RELJEF (svetlo narandžasta)
  - 1 glaciofluvijalna lepeza
  - 2 aluvijalna ravan

5. PADINSKI RELJEF
- 5.1 EROZIONI PADINSKI RELJEF (tamno žuta boja)
  - 1 padina izgrađena od karbonata-koluvijalni proces
  - 2 padina izgrađena od nerastvornih stena
  - 3 pojava jaružanja
- 5.2 AKOMULACIONI PADINSKI RELJEF (žuta boja)
  - 1 područje akomulacije padinskog materijala
  - 2 proluvijalno-deluvijalni zastor

puna boja osnovni tip reljefa, šrafirana podređen tip

Sl. 1. Geomorfološka karta područja Prenja.

Fig. 1. Geomorphological map of Prenj area.

Zbog ograničenih tehničkih mogućnosti ova karta je u ovom radu štampana u crno-beloj tehnici.

Na originalu manuskriptne geomorfološke karte Prenja 1:50.000 usvojene su sledeće boje: plava za fluvijalni, zelena za kraški, ljubičasta za glacijalni, narandasta za glaciofluvijalni i žuta za padinski reljef.

koji je nasledio glacijalni, i padinski proces stvorili su na centralnom masivu oblike koji su sekundarni na starijim oblicima glacijalnog reljefa.

Vode, nastale topljenjem lednika iz centralnog masiva Prenja oblikovale su krajnji južni deo terena i dolinu Bijele mostarske, dajući im izrazito glaciofluvijalni karakter.

Oblici padinskih procesa konstatovani su manje-više na celom ispitivanom području. Najintenzivnije su izraženi na južnom delu terena, gde su nagibi veći. Javljaju se, takođe, i na dolinskim stranama.

Morfološka evolucija

Tektonski pokreti koji su doveli do poslednjih velikih ubiranja proučavanog terena pripadaju posteoceanskim orogenim fazama, verovatno pirinejskoj i savskoj. Ovi pokreti su bili veoma snažni i uslovili su izdizanje i razlamanje krečnjačkih i dolomitskih masa Prenja i Čvrsnice.

Može se, dakle, smatrati da je »inicijalni« reljef Prenja, na kome je počeo razvoj egzogenih, morfoskulpturnih procesa konačno formiran u oligocenu i miocenu.

Neretva je, najverovatnije, formirana po velikom razlomu (J. C v i j i ć, 1899), kojem se posle prilagodila i novostvorena drenažna mreža. Nema jedinstvenog mišljenja o vremenu nastanka Neretve, ali se njen nastanak može prihvatiti kao prepleistocen.

Prepleistocenska drenažna mreža u centralnom masivu je, prateći razvoj Neretve, najverovatnije formirala doline do znatnih visina.

U momentu nastajanja Neretva je sigurno bila na znatno višem nivou i tokom vremena se usecala u matičnu stenu, tako da je pleistocensko zahlađenje zateklo dolinu Neretve već dosta usečenu.

Po J. C v i j i ć u (1899.) "Neretva je mogla prorezati ove gorostasne visoravni i stvoriti dolinu kanjonsku usled dva uzroka:

1) Gornji sliv njen spada u oblasti neobično bogate atmosferskim talozima; u izvorišnom kraju je, dakle, raspolagala velikim količinama vode, mogla je održavajući ravnotežu sa karsnim procesom, prosecati ove krečnjačke visoravni.

2) Usled spuštanja primorskog jadranskog zemljišta Neretva je dobila veći pad i jaču mehaničku snagu.«

Po svemu sudeći oba ova uzroka javljaju se u zajednici, stim što se »spuštanje primorskog jadranskog zemljišta" ne može odvojiti od veoma verovatnog postneogenog izdizanja Prenja.

Endogeni pokreti ne mogu se, dakle, shvatiti kao završni u neogenu ili njegovim krajem i na taj način isključiti iz oblikovanja reljefa.

Pojavi glacijacije, odnosno egzogenim morfološkim promenama, sigurno su prethodili, u toku paleistocena (negde pre risa) i veliki pokreti, izdizanja i spuštanja.

U pleistocenu se događaju osetne klimatske promene. Visina snežne granice (za Prenj) je iznosila oko 1600 m (J. C v i j i ć, 1899.).

Hladnija klima je uslovila stvaranje velikih masa leda u centralnim delovima Prenja, koji se odatle kretao ledničkim jezicima u svim pravci-

ma. Glacijacija je bila ograničena na relativno kratak period. Na Prenjskom masivu su bila dva ledena polja i nekoliko lednika, koji su znatno uticali na preformiranje zatečenih oblika.

Kraški proces je permanentan i Prenj je kao sastavni deo dinarskog nolokrasa bio njemu izložen od kraja gornje krede do danas. Intenzitet kraškog procesa i njegov morfološki učinak, razumljivo, u toku ovog vremena nisu bili konstantni.

Po B. M i l o v a n o v i ć u (1965) »bitne karakteristike dinaridskog holokrasa genetski su vezane za evolucione procese dinaridske geosinklinale. Epirogena i orogena dinamika uslovljavaju i određeno dejstvo egzogenih faktora. Svaka faza regresije istovremeno je i faza krasifikacije.«

Kako se taloženje karbonata u širem području Prenja obavljalo u vremenu od srednjeg trijasa do kraja gornje krede, može se reći da su počeci procesa krasifikacije vezani za postkredne, odnosno paleogene epirogene pokrete kojima su te ogromne karbonatne mase bile izdignute iznad morske površine i ubrane. Povoljan litološki sastav (karbonatne stene) i tektonska predispozicija omogućili su atmosferskoj vodi obogaćenoj CO_2, da stvori mnogobrojne kraške fenomene.

Na najvišim delovima terena kraške depresije, vrtače i uvale, su stvorile predispoziciju za razvoj glacijalnog procesa. Nije isključeno da su ovi kraški oblici, docnije modifikovani glacijacijom, ustvari razvijeni na još starijem fluvijalnom reljefu za čiju identifikaciju nema dovoljno podataka. Iz ovog sledi da su osnovne karakteristike, preglacijalnog, reljefa Prenja kraške.

A. G r u n d (1910.) je konstatovao tragove dveju poslednjih glacijacija koje je odredio kao period risa, odnosno virma.

J. R o g l i ć (1959.) zaključuje da je u pitanju jedinstvena glacijacija ali koja je imala dve faze.

Po mišljenju autora, pitanje da li je glacijacija bila razvijena u dve faze jedinstvene glacijacije, ili pak kao dve vremenski odvojene glacijacije, nije od bitnog značaja za morfološku evoluciju Prenja, ovo tim pre što se oba navedena mišljenja mogu uklopiti jedno u drugo.

Na osnovu rezultata proučavanja glacijacije naših planina, u prvom redu na osnovu radova J. C v i j i ć a, gde su praktično svuda konstatovane dve poslednje glacijacije (ris i virm) i u morfološkoj evoluciji Prenja izneto mišljenje A. G r u n d a može se prihvatiti kao ispravno.

Lednici su pri svom kretanju naniže silazili ispod snežne granice i topili se. Otapanjem leda nastupa nov proces koji je delom sinhron sa glacijacijom, a delom se nastavlja i posle nje. To je glaciofluvijalni proces. Agens predstavlja kinetička energija povećane količine vode, nastalih otapanjem lednika. Dejstvom tih voda nastala je dolina Bijele mostarske, kao i neke druge manje doline.

Konačno otapanje leda prouzrokovano je klimatskim promenama, tj. naglim otopljavanjem.

Posle pleistocena, morfološka istorija područja Prenja usmerava se u dva pravca: sa jedne strane razvija se fluvijalni proces, kontrolisan geološkom građom, a sa druge obnavlja se razvoj kraškog procesa na glaci-

jalnim oblicima. Kras pritom deformiše i uništava starije glacijalne oblike.

Usled neprekidnog snažnog usecanja Neretve veoma je intenzivna i erozija njenih bočnih pritoka (Bijele konjičke, Idbara, Glogošnice i Bijele mostarske), tako da su se i one duboko usekle u masiv Prenja. Tim procesom verovatno su uništeni i neki od ledničkih cirkova (Bijela konjička). Idbar je takođe duboko zašao u masiv Prenja i sasvim se približio valovu Tisovice. Nema sumnje da su ovako mogli biti uništeni tragovi glacijalnog reljefa kojih je moralo biti znatno više.

Efekat savremenog padinskog procesa koji je učestvovao u oblikovanju Prenja ogleda se u stvaranju brojnih sipara, jaruga, deluvijalno-proluvijalnih zastora i dr.

ZAKLJUČAK

Na osnovu geomorfološke analize može se zaključiti da područje Prenja predstavlja složen geomorfološki kompleks u čijem je oblikovanju učestvovalo više egzogenih morfoloških procesa, a u zavisnosti od geološke građe i endogenih pokreta.

Osnovni »inicijalni« reljef Prenja je formiran endogeno, ubiranjem i rasedanjem i regionalne karakteristike reljefa su uslovljene geološkom građom — litološkim sastavom i sklopom.

U morfološkoj evoluciji Prenja smenjivali su se fluvijalni, kraški i glacijalni proces, čiji efekti dominiraju u skulpturi ove oblasti.

Sinteza shvatanja o nastanku i evoluciji reljefa Prenja i morfoloških odnosima u ovoj oblasti prikazana je na geomorfološkoj karti.

Zadatak kompleksne geomorfološke obrade Prenja zahtevao je i razradu sadržaja i metodiku izrade i prikaza geomorfološke karte uopšte. Kao osnov je služio rad M. Markovića (1973).

Pri izradi karte je korišćen predlog Međunarodnog ključa za detaljnu geomorfološku kartu sveta (IGU, Krakov, 1968), koji je usled specifičnosti kraškog terena i nedovoljne funkcionalnosti pojedinih predloga u mnogo čemu morao biti izmenjen.

Poseban problem predstavljale su tehnički ograničene mogućnosti manuskriptne karte kakva je data u ovom radu.

Bez obzira na sigurne, nužne nedostatke, jedna ovakva geomorfološka karta, trebalo bi da posluži kao dokumenat najmlađe geološke istorije (kvartara) i kao ishodišni materijal za nove karte specijalne namene (inženjersko-geološke, pedološke, agrotehničke itd.). Kao takva, ona predstavlja skromni doprinos autora razradi metodike geomorfološkog kartiranja, koja u nas tek predstoji.

Predato za štampu 5. IX 1982. Rec. prof. dr Miroslav Marković

LITERATURA

Cvijić J., 1899: Glacijalne i morfološke studije o planinama Bosne, Hercegovine i Crne Gore. Glas. Srp. kralj. akademije nauka, LVII, Beograd.

IGU, Commission on applied geomorphology, Subcommission on geomorphological mapping 1968: "The unified key to the detailed geomorphological map of the world". Folia Geographica, series geographica-physica, vol. II. PAN. Krakow.

Marković M., 1973: Geomorfološka evolucija i neotektonika Orjena. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

Marović M., 1976: Geomorfološka karta Orjena. Prvi jugoslovenski simpozijum o geomorfološkom kartiranju. Zbornik radova Geografskog instituta »Jovan Cvijić« SANU, knj. 27, Beograd.

Milojević B. Ž., 1939: Geomorfološka istraživanja u mostarskoj okolini. Hrvatski geografski glasnik, Zagreb.

Milojević B. Ž., 1961: Prenj (prilog geografiji jedne visoke dinarske planine). Glas. SAN, CCKL IX, Beograd.

Milovanović B., 1965: Epirogenska i orogenska dinamika u prostoru Spoljašnjih dinarida i problemi paleokarstifikacije i geološke evolucije holokarsta. VESNIK, knj. IV/V, serija B, Beograd.

Mojičević M. i Laušević M., 1969: Tumač Osnovna geološka karta list Mostar, Sarajevo.

Roglić J., 1956: Geomorfološka istraživanja u srednjem području Neretve. Ljetopis JAZU za 1954, knj. 61, Zagreb.

Roglić J., 1960: Prilog poznavanju glacijacije i evolucije reljefa u planinama oko srednje Neretve. Geografski glasnik 21, za 1959., Zagreb.

Summary

GEOMORPHOLOGICAL RELATIONS IN PRENJ AREA

by

Sergej Komarnicki

Key words: geomorphological analysis, aerial photographs, morphostructure, orographic complex, morphological evolution, geomorphological map, Prenj.

Prenj area represents a composite geomorphological complex in whose creation several morphological processes took part.

The initial Prenj relief was formed endogenetically, by folding and faulting so that regional features of the relief are conditioned by geological composition.

In morphological evolution of Prenj fluvial, karstic and glacial processes replaced each other so that their effects are dominant in the build of this area.

A synthesis of the apprehensions about the creation and the evolution of Prenj relief as well as the geological relations in this area are presented on the geomorphological map.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Heinz Kozur

UDK 56:551.733 (439.1)
Original Scientific Paper

FOSSILIEN AUS DEM SILUR VON UNGARN (VORLÄUFIGE MITTEILUNG)

Schlüsselworte: Biostratigraphic, Paleogeographic, Geotectonic, Silur, Ungarn

Summary: Very few Siluarian fossils were known until now in Hungary. They were found exclusively in thin sections. Now rich microfossil associations and graptolite remains could be found by solving cherts and limestones with hydrofluoric acid and acetic acid respectively.

Several 1000 conodonts, more than 3000 *Muellerisphaerida* (new microfossil order of unknown systematic position), several 100 graptolite remains, sponge sclerites, some acritarchs, chitinozoans, radiolarians, and very rarely fish remains and scolecodonts were found. Moreover, orthocone nautiloids, brachiopods, crinoids and some pelecypods are present.

By the aid of conodonts (often also the zonal index species could be found) the whole Wenlockian, Ludlovian and Přidolian could be proven.

The facial and tectonic development of the Hungarian Silurian is of topmost interest for paleogeographical reconstructions in Alpidic and pre-Alpidic time. A Triassic position of the Mecsek Mts. beside the Tatrids can be excluded by the presence of a Silurian sequence of the northern Mecsek Mts. that was not dynamometamorphically influenced.

Fossilbelegtes Silur war in Ungarn lange Zeit unbekannt. Erst JANTSKY, 1957 erwähnte das Vorkommen von Fossilien im Silur des Kányás-Tals (Velence-Gebirge). Doch erst ORAVECZ, 1964, 1965 gelang es, bestimmbare Fossilien im Silur Ungarns aufzufinden.

Da alle Versuche, körperlich erhaltene Fossilien durch Lösung von Kieselschiefern mit Flußsäure zu gewinnen, fehlschlugen, konnten diese Fossilien nur in Schliffen nachgewiesen werden. Dabei wurden aus dem Silur von Alsóörs (Balaton-Hochland), aus dem Kányás-Tal (Velence-Gebirge), aus der Bohrung Szalatnak-1 (nördliches Mecsek-Gebirge) und aus neogenen Konglomeraten Graptolithen (*Monograptus* sp. indet.), Scolecodonten, Schwammskleren, Radiolarien, Chitinozoen, Acritarchen sowie zwei- bis dreischichtige, stark bestachelte sphärische Mikrofossilien (damals noch zu den Hystrihosphaeriten gestellt) nachgewiesen.

Auch GÓCZÁN, 1971 konnte silurische Acritarchen und Chitinozoen in Dünnschliffen nachweisen.

Anschrift: Dr. sc. H. Kozur, Ungarische Geologische Anstalt, Nepstadion út 14, H-1143 Budapest/VR Ungarn.

Eine genauere stratigraphische Einstufung als Silur ließen die spärlichen und nur in Schliffen erkennbaren Fossilien nicht zu. In den meisten Fällen müßte die Einstufung sogar Silur bis Unterdevon lauten, da *Monograptus* noch im Lochkovian und Pragian vorkommt.

In den letzten zwei Jahren gelang es, durch Lösung von Kieselschiefern und Kalken reiche silurische Fossilassoziationen nachzuweisen. Dabei wurden u.a. mehrere 1000 Conodonten, mehr als 3000 Muellerisphaerida (neue Mikrofossilordnung unsicherer systematischer Stellung), über 100, z.T. bis zur Artengruppe bestimmbare Graptolithenreste, einige Acritarchen, Chitinozoen, Radiolarien und Schwammreste sowie ganz vereinzelt Scolecodonten und Fischreste gewonnen. Darüber hinaus fanden sich auch reichlich Makrofossilien, wie Crinoiden, Brachiopoden, orthocone Nautiloidea, vereinzelt auch Muscheln.

Stratigraphisch bedeutsam sind die Conodonten und z.T. auch die Graptolithenreste. Es gelang der Nachweis sämtlicher Conodontenzonen vom obersten Llandoverian, Wenlockian, Ludlowian und Přidolian. Nachfolgend soll die Ausbildung und Fossilführung des Silurs in den einzelnen untersuchten Gebieten kurz skiziiert werden.

1. Südungarn (nördlichen Mecsek-Gebirge)

In der Bohrung Szalatnak-4 (Sz-4) wurde unterhalb des Jakabhegy-Sandsteins (obere Untertrias, Olenekian) von 292,3 m bis 717,5 m eine monotone Schichtenfolge aus flyschoiden, z.T. tuffitischen Schluff- und Tonsteinen, z.T. mit gradierter Schichtung, angetroffen, die nicht durchteuft wurde. In der gesamten Schichtenfolge wurde nur eine einzige, ca. 1,5 cm mächtige dünne Lyditlage angetroffen (bei 635 m), die allerdings eine überaus reiche Fossilführung aufwies (Conodonten, Muellerisphaerida). Die silurischen Schichten werden von einzelnen jüngeren (wohl karbonischen bis unterpermischen) subvulkanischen aplitischen Gängen durchsetzt.

Die vorzügliche Erhaltung der Fossilien schließt eine nennenswerte dynamometamorphe Beanspruchung aus, was auch durch die Untersuchung von Dünnschliffen durch Frau Dr. L. RAVASZ-BARANYAI bestätigt werden konnte (Verf. dankt an dieser Stelle vielmals Frau Dr. L. RAVASZ-BARANYAI für die petrographischen Untersuchungen der Dünnschliffe). Dagegen tritt eine unterschiedliche kontaktmetamorphe Beeinflussung auf, die im mittleren Profilabschnitt bis zur Knotenschieferbildung reicht, wohl durch einen nahe zur Bohrung verlaufenden größeren subvulkanischen Körper, der auch mit den geringmächtigen subvulkanischen Gängen in Verbindung stehen dürfte, die in der Bohrung angetroffen wurden. Folgende Fossilien wurden in dem Kieselschiefer nachgewiesen: Über 3000 Muellerisphaerida mit mehreren Arten und Gattungen (vgl. KOZUR, in Druck b). Sicher bestizt diese Fossilgruppe unbekannter systematischer Stellung beträchtliche stratigraphische Bedeutung, da in den einzelnen silurischen Stufen sowie im Unter- und Mitteldevon recht unterschiedliche Taxa auftreten.

Die mehr als 100 Conodonten sind auf folgende Arten verteilt:
Dapsilodus obliquicostatus (BRANSON & MEHL, 1933), selten
Dapsilodus praecipuus BARRICK, 1977, sehr häufig, z.T. auch unvollständige Apparate

Panderodus spasovi DRYGANT, 1974
Panderodus unicostatus (BRANSON & MEHL, 1933), selten
Pseudooneotodus bicornis DRYGANT, 1974, selten
Pseudooneotodus tricornis DRYGANT, 1974, selten
Zahnreihenconodonten, selten.

Das eindeutige Dominieren von *Dapsilodus* zeigt größere Wassertiefe an (vgl. BARRICK, 1983). *Pseudooneotodus tricornis* DRYGANT, 1974 ist charakteristisch für die *Pterospathodus amorphognathoides*- Zone des obersten Llandoverian und basalen Wenlockian und reicht nur geringfügig in den basalen Teil der nachfolgenden Zone hinein. In der *Pterospathodus celloni*-Zone des Llandoverian ist diese Art aber wohl auch schon vorhanden. *Panderodus spasovi* DRYGANT, 1974 ist vor allem in der *Pterospathodus amorphognathoides*-Zone anzutreffen. *Dapsilodus praecipuus* BARRICK, 1974 reicht von der *Pterospathodus amorphognathoides*-Zone bis zur unteren *Ozakodina sagitta*-Zone. *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) beginnt im basalen Wenlockian (innerhalb der *Pterospathodus amorphognathoides*-Zone). Die Conodontenfauna zeigt also eine Einstufung in die höhere *Pterospathodus amorphognathoides*-Zone und damit in das basale Wenlockian an. Vor dem Nachweis der *Pterospathodus celloni*-Zone im Silur vom Strázsa-hegy nach der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit war dies die älteste bisher bekannte Conodontenfauna Ungarns.

Tabelle 1.

Conodontenzonierung des Silurs. Nach WALLISER, 1964 und BARRICK & KLAPPER, 1976. Leicht modifiziert.

Conodontenzonen			Gliederung	
Icriodus woschmidti			Unterdevon	
Ozarkodina eosteinhornensis			Pridolian	Silur
Ozarkodina crispa				
Ozarkodina snajderi				
Polygnathoides siluricus			Ludlowian	
Ancoradella ploeckensis	*Kockelella variabilis*			
Ozarkodina crassa				
		Kockelella stauros		
Ozarkodina sagitta	*O. s. bohemica-S.-Z.*	*Kockelella amsdeni*	Wenlockian	
Ozarkodina sagitta	*O. s. rhenana-S.-Z.*			
Kockelella ranuliformis				
Pterospathodus amorphognathoides				
Pterospathodus celloni			Llandoverian	
Bereich I			Ordovizium	

Außer dieser reichen Mikrofossilassoziation bei 635 m wurden in der Bohrung Sz.-4 nur wenige weitere Fossilien nachgewiesen, und zwar vereinzelte unbestimmbare Radiolarien sowie unbestimmbare Graptolithen-Reste aus dem höheren Teil der Schichtenfolge.

In der Bohrung Szalatnak-3 (Sz.-3) wurde unter dem Jakabhegy-Sandstein zwischen 116,0 m und 507,5 m eine silurische Schichtenfolge angetroffen, unter der ein nicht durchteufter jüngerer monzonitisch-granodioritischer subvulkanischer Gesteinskörper folgt (bis 576,4 m). Die vergleichsweise geringe kontaktmetamorphe Überprägung der silurischen Schichten durch diesen Gesteinskörper schließt aus, daß es sich dabei um einen plutonischen Körper handelt.

Die silurische Schichtenfolge der Bohrung Sz.-3 enthält neben Schluff- und Tonsteinen einen größeren Anteil an Lyditen (insgesamt mehrere Meter), reichlich Tuffite und auch mehrere synsedimentäre intermediäre bis basische Vulkanite. Besonders interessant sind mehrere Konglomerathorizonte, bei denen es sich wenigstens z.T. auch um vulkanotektonische Brekzien bzw. vulkanische Agglomerate im Zusammenhang mit dem sysedimentären Vulkanismus handeln könnte, da sie räumlich mit den Vulkaniten verknüpft sind.

In den Geröllkomponenten fanden sich auch feinkörnige unmetamorphe granodioritische Gesteine, die deutlich von den jüngeren (karbonischen bis unterpermischen) subvulkanischen Gesteinen abweichen, die auch in der Bohrung Sz.-3 als Gänge (bei 297 m — 300 m) bzw. in Form des nicht durchteuften eingangs erwähnten größeren subvulkanischen Körpers anzutreffen sind. Diese Granitgerölle belegen die oftmals bestrittene Existenz präherzynischer (präsilurischer) Granite im Mecsek-Gebirge, wie das auch bei JANTSKY, 1979 bereits aufgezeigt wurde. Allerdings dürften die als Gerölle vorliegenden granodioritischen Gesteine, da sie nicht metamorph sind, nach-präkambrisches (und vorsilurisches) Alter aufweisen. Am wahrscheinlichsten ist ein oberkambrisches bis ordovizisches Alter. Gleiches Alter dürften auch die unmetamorphen Gerölle von sauren, z.T. intermediären vulkanischen und subvulkanischen Gesteinen haben.

Neben Geröllen magmatischer Gesteine treten ganz untergeordnet auch Gerölle grauer Kalke auf, von denen das größte, fast 100 g schwere Geröll (bei 284,3 m) einige Eocrinoidenreste kambrischen bis ordovizischen Alters führte.

In den Kieselschiefern wurden einzelne Conodonten nachgewiesen, bei denen es sich durchweg um *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) handelt. Diese Art zeigt silurisches Alter (vor-Mittelludlow) an. Aus dem mittleren Ludlow bis Přidolian liegen nur einige unsichere Fundangaben von *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) vor. Zumindest ist diese Art dort so selten, daß sie in armen Faunen nicht das alleinige Faunenelement stellen würde. Eine Einstufung der Schichtenfolge in der Bohrung Sz.-3 in das Wenlockian ist am wahrscheinlichsten.

Die silurische Schichtenfolge der Bohrung Sz.-3 läßt wiederum keine nennenswerte dynamometamorphe Überprägung und nur eine leichte kontaktmetamorphe Überprägung erkennen, die an keiner Stelle bis zu Knoten- und Fleckenschiefern führte, wie im mittleren Teil der Abfolge in der Bohrung Sz.-4.

Das Silur vom Typ der Bohrungen Sz.-3 und Sz.-4 war offensichtlich ursprünglich im Mecsek-Gebirge weit verbreitet. Unmetamorphe Lyditgerölle mit *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) sind in den Basalkonglomeraten des unterpermischen Korpád-Sandsteins häufig anzutreffen.

2. Balaton-Hochland

Am Südrand der Ortschaft Alsóörs kommen silurische schwarze Schiefer und Schluffsteine sowie tuffitische Schiefer und Lydite vor. Die Aufschlußverhältnisse sind schlecht, so daß man meist auf Lesesteine angewiesen ist. Daher ist auch unklar, ob die in den Lesesteinen reichlich auftretenden sauren Vulkanite synsedimentäre Einlagerungen sind, aus unterlagernden oberordovizischen Schichten stammen oder gangartige Vorkommen sind. Bei Ausschachtungsarbeiten für Telephonmasten waren kurzzeitig geringe Teile der Schichtenfolge zugänglich. Sie zeigten schwarze, z.T. schwach schluffige bzw. tuffitische Schiefer mit reichlich Lyditien. Die Lyditie lieferten eine reiche, aber im allgemeinen wegen der metamorphen Überprägung schlecht erhaltene Fauna. Die Erhaltung ist ungleich schlechter als in den Bohrungen Sz.-3 und Sz.-4. Die Conodonten sind weißlich grau, korrodiert, die Graptolithenreste stark zerschert, die Muellerisphaerida, die besonders empfindlich auf dynamometamorphe Überprägung reagieren, sind derartig zerschert, daß nicht ein einziges Exemplar gewonnen werden konnte, obwohl sie im Schliff häufig auftreten. Die dynamometamorphe Überprägung liegt an der Grenze anchimetamorph/epimetamorph. Häufig treten Mineralneubildungen an den Fossilien auf.

Die Conodontenfauna ist noch ärmer als in der Bohrung Sz.-3, besteht aber gleichermaßen überwiegend aus *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933), wodurch wiederum größere Wassertiefen angezeigt werden. Daneben wurde noch ein ausschließlich aus Zahnreihenconodonten aufgebauter unbestimmbarer Conodontenapparat (bzw. ein Teil desselben) und einzelne isolierte Zahnreihenconodonten aufgefunden. Da keine spatognathodiformen Elemente gefunden wurden, ist eine genauere Bestimmung dieser Conodonten nicht möglich.

Neben Conodonten, einzelnen Acritarchen, Chitinozoen und Radiolarien treten überaus reichlich Graptolithenbruchstücke auf. Wegen der metamorphen Überprägung ist ihre Erhaltung schlecht. Es konnten aber weit über 100 Fragmente mit Theken gefunden werden. Darunter befinden sich mehr als 100 Fragmente mit eingerollten Theken. Solche Typen von eingerollten Theken treten im wesentlichen nur bei der häufigen *Monograptus exiguus*-Gruppe auf. Nach einer freundlichen brieflichen Mitteilung von Dr. H. JÄGER, Berlin, für die ich mich hier recht herzlich bedanken möchte, treten ähnliche Theken-Typen vielleicht auch bei der selteneren *Monograptus kolihai*-Gruppe auf. Die Graptolithenreste mit eingerollten Theken werden hier als *Monograptus* ex gr. *exiguus* (NICHOLSON) bestimmt. Die *exiguus*-Gruppe kommt vom mittleren Llandoverian bis zum oberen Wenlockian, am häufigsten im höheren Llandoverian und unteren Wenlockian, vor. Da die *Monograptus kolihai*-Gruppe in einem engeren stratigraphischen Bereich vorkommt als die *Monograptus exiguus*-Gruppe, ergibt sich damit

eine stratigraphishe Einstufung vom mittleren Llandoverian bis zum oberen Wenlockian. Wegen der großen Häufigkeit der *M. exiguus*-Gruppe ist nach Graptolithen eine Einstufung in das obere Llandoverian bis untere Wenlockian am wahrscheinlichsten. Da nur *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933), nich aber *Dapsilodus praecipuus* BARRICK, 1977 nachgewiesen wurde, wird hier eine Einstufung in das (untere) Wenlockian vorgenommen.

Alter und fazielle Entwicklung ähneln damit weitgehend der Ausbildung in der Bohrung Szalatnak-3 im nördlichen Mecsek-Gebirge. Der wesentliche Unterschied liegt darin, daß die silurischen Schichten von Alsóörs (Balaton-Hochland) dynamometamorph deutlich beansprucht sind, jene aus dem nördlichen Mecsek-Gebirge dagegen nicht.

3. Kányás-Tal (Velence-Gebirge)

Die Schichtenfolge im Kányás-Tal besteht aus schwarzen Schiefern mit reichlich Lyditen. In Dünnschliffen sind Muellerispaerida sehr käufig. Wegen der dynamometamorphen Überprägung (Grenze anchi/epimetamorph) lassen sie sich jedoch nicht aus dem Gestein herauslösen. Conodonten sind überaus selten. Es wurden nur 3 Zahnreihencondonten nachgewiesen, die zu *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) und *Panderodus unicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933) gehören. Daneben treten vereinzelt unbestimmbare Radiolarien und unbestimmbare Graptolithenreste auf. Das After dürfe von jenem der silurischen Schichten von Alóörs nicht wesentlich abweichen.

4. Nordungarn (Bükk-Gebirge, nördliches, Mátra-Gebirge und Strázsa-hegy bei Nekézseny am Südrand des Uppony-Gebirges)

Aus Nordungarn waren spärliche silurische Conodontenreste bisher nur aus Kieselschiefergeröllen im oberkarbonischen Tarófő-Konglomerat des Bükk-Gebirges und der Bohrung Nagybátony-324 (nördliches Mátra-Gebirge) bekannt (vgl. KOZUR, in Druck a, c). Dabei handelt es sich um *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL, 1933), der in Lyditgeröllen von Felőszőlőkőve (Bükk-Gebirge) nachgewiesen wurde, und um eine *Belodella*-Art, die im mittleren und oberen Silur häufig auftritt und in Lyditgeröllen der Bohrung Nagybátony-324 nachgewiesen wurde. Die taxonomische Abgrenzung der *Belodella*-Arten des Silur und Unterdevon ist gegenwärtig unbefriedigend und wird derzeitig untersucht.

Überaus reiche silurische Faunen fanden sich am Strázsa-hegy bei Nekézseny am Sündrand des Uppony-Gebirges. Unter einer mächtigen vulkanogenen Folge von Schalsteinen und Diabasen liegt hier eine vulkanotektonische Folge von Tuffen, Tuffiten und zahlreichen unterschiedlich großen Kalkstein-Olistolithen. Diese Schichten wurden ursprünglich in die Mitteltrias eingestuft (SCHRÉTER, 1943, PANTÓ, 1954). Wegen mangelnden Fossilbeleges wurde diese Einstufung bei BALOGH, 1964 bereits angezweifelt, aber ohne gegenteiligen Fossilbeleg konnte sie noch nicht aufgegeben werden.

KOVÁCS, 1981 fand in einem der Kalksteinblöcke unterdevonsiche Conodonten und stufte danach die gesamte Schichtenfolge in das tiefere Unterdevon ein.

Umfassende Neuaufsammlungen am Strázsa-hegy erbrachten zalreiche Makro- und Mikrofaunen silurischen, unter- und mitteldevonischen Alters. Folgende Fossilien wurden nachgewiesen: Orthocone Nautiloidea (in einzelnen Kalken sehr häufig), Brachiopoden (meist selten, in einigen Schichten häufiger), Lameilibranchiaten (selten), Crinoiden (in einigen Kalken sehr häufig), Ostracoden (sehr selten), Scolecodonten (sehr selten), Graptolithen (sehr selten), Fischreste (sehr selten), Muellerisphaerida (sehr selten) und vor allem Conodonten (sehr häufig).

Stratigraphisch bedeutsam sind davon die Conodonten. Vom tieferen (aber nicht untersten) Wenlockian bis zum Přidolian konnten alle Conodontenzonen, oftmals durch ihre Indexarten belegt, nachgewiesen werden. Dadurch ließ sich die folgende ursprüngliche Schichtenfolge rekonstruieren:

Gesteinsausbildung	Conodontenzone	
hellgraue, z.T. fossilführende Kalke	*O. eosteinhornensis*	Přidolian
rosa und grauer Kalk bzw. Orthocerenkalk	*O. crispa*	Ludlowian
	O. snajderi	
dunkelgrauer Kalk und Mergel	*P. siluricus*	
grünlichgrauer Kalk mit rötlichen Flecken, bräunlichroter Kalk bzw. Orthocerenkalk	*K. variabilis*	
grauer Kalk mit rötlichbraunen Einlagerungen und schwarzer Mergelkalk	*O. sagitta*	Wenlockian
	K. ranuliformis	
? dunkelgrauer Korallenkalk ?		Llandoverian

Im Wenlockian und Ludlovian liegen pelagische Kalke vor. Zu einer Verflachung kommt es im höheren Přidolian. Sie setzt sich im Lochkovian mit der Ablagerung von Crinoidenkalken fort.

Während im Silur immer wieder basische Tuffite in den Kalken anzutreffen sind, sind die Kalke des Lochkovian frei von vulkanischen Einschaltungen. Die vulkanische Tätigkeit lebt erst wieder im höheren Unterdevon und Mitteldevon auf. Die Tuffite und Tuffe, in welche die Olistholithe silurischer und tiefunterdevonischer Kalke eingelagert sind, gehören zum höheren Unterdevon bis Mitteldevon. Im Mitteldevon erreichte der Vulkanismus mit der Entstehung mächtiger Schalsteine und Diabase seinen Höhepunkt.

In den Schalsteinen finden sich reichlich sedimentäre Einschlüsse. Zwei der aufgefundenen Einschlüsse waren nur randlcih wenig metamorph (gebleicht), im Innern jedoch unverändert. Einer bestand aus einem Koral-

ienkalk mit wenigen Rugosa und reichlich Tabulata, die von O.P. KOVALEVSKIJ und J.I. TESAKOVA (durch Vermittlung von Dr. E. V. MOVŠOVIČ, Rostov am Don) als *Multisolenia* cf. *tortuosa* FRITZ bestimmt wurden. Sie erlauben nach den o.g. Bearbeitern eine Einstufung in das Llandoverian-Wenlockian. Da im Wenlockian pelagische Kalke ohne koloniale Korallen auftreten, wäre demnach eine Einstufung in das Llandoverian am wahrscheinlichsten.

Der zweite wenig metamorphe Einschluß lieferte wenige, aber stratigraphisch bedeutsame Conodonten. Es wurden *Polygnathus angustipennatus* BISCHOFF & ZIEGLER und *Polygnathus linguiformis* HINDE nachgewiesen. Die Bestimmungen wurden von Prof. W. ZIEGLER, Frankfurt a.M. überprüft, wofür ich mich recht herzlich bedanken möchte. Sie zeigen nach einer brieflichen Mitteilung von Prof. W. ZIEGLER und nach WEDDIGE, 1977 mittleres Eifelian bis tieferes Obereifelian an (*kockelianus*- und basale *ensensis*-Zone) an. Daher ist zumindest die Hauptmasse der Schalsteine und Diabase nicht vor dem mittleren Eifelian enstanden, da unter den zahlreichen Einschlüssen und Olistolithen keine jüngeren Gesteine als mittleres Eifelian nachweisbar waren und das bisher bekannte Oberdevon des Uppony-Gebirges (KOZUR & MOCK, 1977) faziell sehr deutlich abweicht.

Die silurisch-devonische Ausbildung des Uppony-Gebirges ähnelt jener aus den Karnischen Alpen. Einige der dort nacngewiesen silurischen Faziestypen finden sich auch in den Olistolithen vom Strázsa-hegy. So entspricht der hellgraue, z.T. fossilführende Kalk des Oberen Přidolian den Megaerella-Schichten, die rosa und grünlichgrauen, grauen bis rosa mikritischen Kalke bzw. Orthocerenkalke des höheren Ludlovian bis tieferen Přidolian dem *Alticola*-Kalk, die dunkelgrauen bis schwarzen Kalke mit schwarzen Schiefereinlagerungen den *Cardiola*-Schichten und die rötlichbraunen Kalke, z.T. mit Orthoceren des unteren Ludlowian dem Kok-Kalk.

Die bisher oft in das Silur eingestufte Tapolcsány-Formation, die aus dunklen Schiefern, Schluff- und Sandsteinen, untergeordnet auch kiesligen Schiefern und Kieselschiefern aufgebaut ist, gehört dagegen zumindest zum größten Teil in das tiefere Mittelkarbon, analog dem Hochwipfelflysch der Karnischen Alpen (vgl. KOZUR & MOCK, 1977). In einem kleinen Aufschluß in Nekezsény, wo diese Schichten im Unterschied zum übrigen Uppony-Gebirge kaum metamorph sind, fanden sich in den Kieselschiefern einige Acritarchen, unter dene keine silurischen Elemente zu verzeichnen waren.

Die fazielle Ausbildung und tektonische Beanspruchung des Silurs von Ungarn ist von großer Bedeutung für die Rekonstruktion der präalpidischen Paläogeographie. Die Entwicklung im Balatonhochland und Velence-Gebirge schließt sich direkt an die Ausbildung des Silurs in den Gemeriden an. Hier stimmt das Silur lithofaziell überein, ist aber noch etwas stärker metamorph (epimetamorph in den Gemeriden, Grenze anchi/epimetamorph im Balaton-Hochland). Weiter nach Norden sind in den Westkarpaten die vor-oberkarbonischen Schichten wesentlich stärker metamorph.

In den Westkarpaten und südlich anschließenden Gebieten nimmt also die prae-alpidische Metamorphose der silurischen Schichten von N nach S ab. Folgerichtig ist das Silur am Südrand des Uppony-Gebirges und aus den silurischen Lyditgeröllen im Oberkarbon des Bükk-Gebirges nur

anchimetamorph, wobei unklar ist, ob diese sehr schwache metamorphe Überprägung alpidisches oder voralpidisches Alter hat.

Das Silur des Mecsek-Gebirges als heute südlichste Einheit zeigt keinerlei dynamometamorphe Überprägung und wurde nur von herzynischen granodioritischen Magmen leicht kontaktmetamorph überprägt. Das schließt eine prätriassische Position des Mecsek-Gebirges neben den Tatriden, wie sie von KOVÁCS, 1982 gefordert wurde, aus, denn dann müßten alle prä-karbonischen Schichten im Mecsek-Gebirge herzynisch stark metamorph sein. Das Silur von Szalatnak kann auch nicht als Teil einer alpidischen Decke unabhängig vom Grundgebirge des Mecsek-Gebirges in seine heutige Position transportiert worden sein, denn erstens finden sich die Gerölle dieses unmetamorphen Silurs schon in den Basiskonglomeraten des unterpermischen Korpad-Sandsteins und zweitens wird das Silur des Mecsek-Gebirges vom untertriassischen Jakabhegy-Sandstein überlagert. Beide Formationen gehören zur jungpaläozoisch-mesozoischen autochthonen Hüllenserie des Mecsek-Gebirges.

Auch eine herzynische Deckenstruktur scheidet aus, denn einerseits gibt es dafür keinerlei Hinweise, andererseits haben die herzynischen Decken asturischen Alter. Bereits prä-asturisch (im Westfal) war das Mecsek-Gebirge aber ein kontinentales Gebiet mit hohen Relief (vorwiegend Abtragungsgebiet mit einzelnen kleineren kontinentalen Sedimentationsbecken. Überdies sind bei herzynischen Decken bisher keine Schubweiten über 30—40 km sicher belegt, so daß eine hypothetische herzynische Deckenbewegung das Silur von Szalatnak nur von einem Teil des Pannonischen Medianmassivs in einen anderen Teil transportieren könnte. Das sicher nicht autochthone Pannonische Medianmassiv (entweder im Basement gänzlich abgescherte großtektonische Einheit oder durch laterale Blockbewegungen in seine heutige Position gelangt) hat nach den Daten aus dem Silur von Ungarn sicherlich nicht bis zur Trias neben den Westkarpaten gelegen. Eine ursprüngliche Verbindung ist vielmehr im Süden und Südosten (Serbomazedonisches Massiv, Rhodopenmassiv) zu suchen, wofür auch die mächtigen präkambrischen Kalke aus dem Mecsek- Gebirge und Apuseni-Gebirge sprechen.

Eingegangen 26. XII 1983. Recension dr Branislav Krstić

LITERATUR

Balogh, K.: Die geologischen Bildungen des Bükk-Gebirges. — Jahrb.ungar. geol. Anst., *48*(2), S. 245—719, Budapest 1964.

Barrick, J. E.: Multielement simple-cone conodonts from the Clarita Formation (Silurian), Arbuckle Mountains, Oklohoma. — Geologica et Palaeontologica, *11*, S. 47—68, Marburg 1977.

Barrick, J. E.: Wenlockian (Silurian) conodont biostratigraphy, biofazies, and carbonate lithofacies, Wayne Formation, central Tennessee. — J. Paleont, *57*(2), S. 208—239, Lawrence 1983.

Barrick, J. & Klapper, G.: Multielement Silurian (late Llandoverian-Wenlockian) conodonts of the Clarita Formation, Arbuckle Mountains, Oklahoma, and phylogeny of *Kockelella.* — Geologica et Palaeontologica, *10* S. 59—100, Marburg 1976.

Góczán, F.: Adatok az alsóörsi, szalatnaki és upponyi »szilur« kovapalák mikroplankton vizsgálataihoz. — Őslénytani Viták, *18*, S. 13—20, 2 Taf., Budapest 1971.

Jantsky, B.: A Velencei-hegység földtana. — Geol. Hungarica, ser. geol., *10*, S. 1—170, Budapest 1957.

Jantsky, B.: A Mecseki gránitosodott kristályos alaphegység földtana. — Ann. Inst. Geol. Publ. Hungar., *40*, 385 S., Budapest 1979.

Kovács, S.: Alsó-Devon Conodonták a Nekézsenyi Strázsa-hegyről. — MÁFI Évi Jel., Jg. 1979, S. 65—79, Budapest 1981.

Kovács, S.: Problems of the »Pannonian Median Massif« and the plate tectonic concept. Contributions based on the distribution of Late Paleozoic-Early Mesozoic isopic zones. — Geol. Rdsch., *71*(2), S. 617—640, Stuttgart 1982.

Kozur, H.: A Nagybátony-324. sz. vizkutató fúrás oligocén-előtti rétegsorának kora és hegységszerkezeti jelentösége. — Földt. közlöni (in Druck a).

Kozur, H.: Biostratigraphic evaluation of the Upper Paleozoic conodonts, ostracods and holothurian sclerites of the Bükk Mts. Part I. — Acta Geol. Hungarica, *27* (in Druck b).

Kozur, H.: Muellerisphaerida n. ord., eine neue Ordnung von Mikrofossilien unbekannter systematischer Stellung aus dem Silur und Devon von Ungarn. — Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, (in Druck c.)

Kozur, H. & R. Mock: On the age of the Paleozoic of the Uppony Mountains (North Hungary). — Acta Min. — Petr., *23*(1), S. 91—107, Szeged 1977.

Oravecz, J.: Szilur képződmények Magyarorszagon. — Földtani közlöni, *94*(1), S. 3—9, Budapest 1964.

Oravecz, J.: Über die erdgeschichtliche Rolle silurischer Gesteinsschotter in den klastischen Schichtkomplexen Ungarns. — Földtani közlöni, *95*, S. 401—405, Budapest 1965.

Schönlaub, H. P.: Das Paläozoikum in Österreich. — Abh. Geol. B.-A., *33*, 124 S., Wien 1979.

Walliser, O. H.: Conodonten des Silurs. — Abh. hess. L.-A. Bodenforsch., *41*, 106 S., Wiesbaden 1964.

Weddige, K.: Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in benachbarten Faziesgebieten. Senckenbergiana lethaea, 58(4/5, S. 271—419, Frankfurt. a.M. 1977.

ИЗВОД

ФОСИЛИ ИЗ СИЛУРА МАЂАРСКЕ (ПРЕТХОДНО САОПШТЕЊЕ)

Хајнц Коцур

Кључне речи: биостратиграфија, палеогеографија, геотектоника, силур, Мађарска

Прве силурске фосиле Мађарске нашао је Оравец (1964, 1965). Он је у провидним препаратима констатовао граптолите из рода *Monograptus*, што му је омогућило одредбу силурске старости (сада се зна да *Monograptidae* залазе до средине доњег девона).

Овај рад се заснива на микрофосилима који су добијени разједањем силицијских шкриљаца флуороводоничном киселином, односно разлагањем кречњака сирћетном киселином. Нађено је више хиљада конодонти, више од 3000 милесферида (нови ред микрофосила непознатог систематског положаја), преко 100 остатака граптолита делимично одредљивих до врсте, нешто акритархи, хитинозоа, радиоларија, остракода, склерити сунђера, као и сасвим појединачни сколекодонти и остаци риба. Осим тога нађено је доста макрофосила, као: ортокони Nautiloidea, Crinoidea, Branchiopoda и појединачни Lambellibranchiata.

Стратиграфски значајни су конодонти и делимично остаци граптолита. На основу њих су доказане конодонтске зоне горњег ландоверија, венлока, ладлоа и пшидола. Силурски фосили нађени су у следећим областима:

Јужна Мађарска (северне падине Мечека)

Испод тријаских јакабеги пешчара (виши доњи тријас, оленкијан, аутохтони мезозојик Мечека) сонде Салатнак-3 и Салатнак-4 пресекле су флишоидну серију слојева деблу више стотина метара, са делимично туфитским алевролитима и глинцима. У бушотини Салатнак-4 у њима је констатован само један танак слој лидита од 1,5 cm, док се у бушотини Салатнак-3 налази више метара лидита заједно са синседиментационим интермедијарним до базачним туфовима и вулканитима, као и хоризонти конгломерата, односно вулканских агломерата.

Горњекарбонски и доњепермски канали и већа субвулканска тела, монцонитског до гранодиоритског карактера, изазвала су слабу контактну метаморфозу силурских стена, што је местимично довело до стварања бобичавих шкриљаца. Насупрот томе, није констатован никакав динамометаморфизам.

У бушотини Салатнак-4 нађена је богата фауна конодонти зоне *amorphognathoides* (највиши ландовери до база венлока). *Muelerisphaeridae* се такође чешће јављају.

У бушотини Салатнак-3 конгломератични шкриљци су садржали фауну венлочких конодонти. Валуци ове серије, који такође нису претрпели динамометаморфизам, састоје се од ситнозрних гранодиоритских стена, киселих, делимично интермедијарних вулканита, а понекад од кречњака. У последњим су нађени остаци камбијских (до ордовичких) *Eocrinoida.*

Стене које нису динамометаморфисане, а литофацијално и по старости (конодонти венлока) одговарају силуру бушотина Салатнак-3 и 4, широко су распрострањене у базалним конгломератима доњепермских корпад пешчара на Мечеку. Зато се силур Салатнака може сматрати малим претријаским ерозионим остатком. Силур оваквог типа развића свакако је првобитно покривао простор целе планине Мечек.

Балатонска висија

Код Алшереша силур се састоји од црних, делимично алевролитичних, односно туфитичних шкриљаца и лидита. У последњим нађено је доста остатака граптолита, од којих многи (преко 100 комада) могу бити уврштени у групу Monograptus exiguus. Поред тога констатовани су конодонти, радиоларије, остаци сунђера и милерисфериде. На основу фосила старост је одређена као (доњи до средњи) венлок. За разлику од фацијално сличног венлока Мечека, силур Балатонске висије је динамометаморфисан (граница анхи и епиметаморфизма).

Валенце планине

Из слабо динамометаморфисане серије црних шкриљаца богатих лидитима, који су откривени у Кањаш-велђу, издвојени су појединачни

остаци конодонти, радиоларија, милерисферида и граптолита. На основу њих старост је одређена као венлок. Фацијално развиће се поклапа са венлоком Балатонске висије.

Северна Мађарска

Појединачни силурски конодонти нађени су у валуцима лидита из горњекарбонских тарофе конгломерата северног дела планине Матра (бушотина Нађбатоњ-324) и Бук планине.

Веома богата силурска фауна (макрофауна, конодонти, појединачни остракоди, остаци риба) нађени су у Страса-хеђу код Некесења, на јужном ободу Упоњ планине. У туфовима и туфитима највишег доњег до средњег девона, који су прекривени средњедевонским дијабазима и „шалштајном" (зелене стене), налазе се бројни силурски кречњачки олистолити. Ова серија слојева је првобитно била стављена у ладин, а пошто је Ковач (1981) нашао прве конодонте, одређена је као доњи девон.

У кречњачким олистолитима утврђене су све конодонтске зоне горњег ландоверија, венлока, ладлоа, пшидола и доњег девона (лохков). Понекад се као олистолити јављају и коралски кречњаци прагијума. Из једног олистолита коралских кречњака добијена је остракодска фауна горњег емса до средњег девона. Због тога туфови и туфити са олистолитима не могу бити старији од горњег емса (највиши доњи девон).

Силурска серија, реконструисана на основу олистолита, састоји се претежно од пелашких кречњака а у мањој мери од црних лапораца (и шкриљаца). Веома добро се слаже са профилом силура код Целона у Карнијским Алпима.

Мањи уклопци кречњака (делимично контактно метасоматски измењених) из „шалштајна" садржали су ландоверске корале и конодонте средњег ајфела до најнижег горњег ајфела.

Палеогеографски и тектонски значај појава силура у Мађарској

Силур Балатонске висије и Валенце планине директно се наставља на развој силура у Гемеридима, иако је силур истог оваквог развића широко распрострањен у многим јединицама.

Силур Мечека, који није динамометаморфисан, искључује досадашње мишљење о херцинском метаморфизму Мечек планине. Филити и друге јединице вишег степена метаморфизма на Мечеку, прекамбријске су старости. Херцински су само продори гранодиоритске до монцонитске магме. Силур најјужних јединица западних Карпата је епиметаморфисан у херцинској орогенези, а у правцу севера констатовано је повећање степена метаморфизма. Због тога се може закључити да се Мечек и цела Панонска средишња маса пре јуре нису налазиле поред Татри, као сматра Ковач, 1982. Везу треба тражити на југу и југоистоку (Српско-македонски масив и Родопски масив). Томе у прилог говоре моћни протерозојски карбонати Мечека и Апусена који претстављају јужни елемент, као и касније тријаске фауне са *Pseudofurnishius murcianus* из Валани навлаке Апусена.

(Превела Н. Крстић)

TAFEL 1

Fig. 1: *Monograptus* ex gr. *exiguus* (NICHOLSON), Balaton-Hochland, Alsóörs, Abzweigung der Április 4.-en-Straße von der Máy János-Straße, Wenlockian, V = 100 x, Slgs.-Nr. S 1

Fig. 2: *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL), nördliches Mecsek-Gebirge, Bohrung Szalatnak-3 bei 490 m, Wenlockian, V = 100 x, Slgs.-Nr. S 2

Fig. 3: *Pseudooneotus tricornis* DRYGANT, Ansicht schräg von oben, nördliches Mecsek--Gebirge, Bohrung Szalatnak-4 bei 635 m, *amorphognathoides*-Zone (oberstes Llannoverian — basales Wenlockian), V = 220 x, Slgs.-Nr. S 3

Fig. 4, 6: *Dapsilodus praecipuus* BARRICK, Fig. 4: Seitenansicht, V = 200 x, Slgs.-Nr. S 4; 6: Ansicht schräg von hinten, V = 150 x, Slgs.-Nr. S 5. Sonstige Daten wie für Fig. 3

Fig. 5: *Cenosphaera* sp. (Radiolaria), Velence-Gebirge (Kányás-völgy), Wenlockian, V = 260 x, Slgs.-Nr. S 6

Fig. 7: *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON & MEHL), südliches Uppony-Gebrige, Strázsa--hegy bei Nekézseny, *ranuliformis*-Zone (Unteres Wenlockian), Probe Sh 24, dunkler Kalksteinolistolith mit schwarzen Schieferflasern, V = 130 x, Slgs.-Nr. S 7

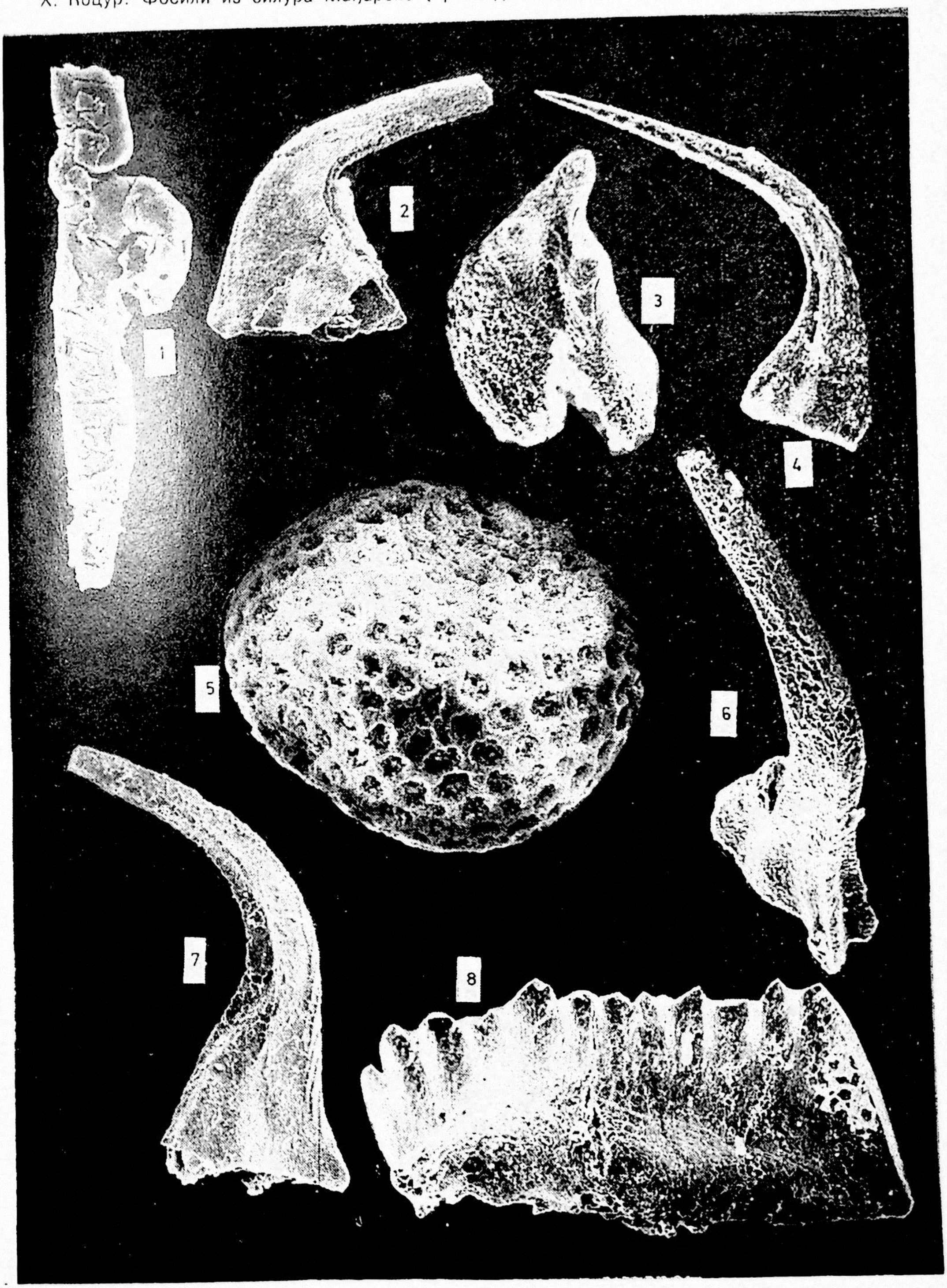
Fig. 8: *Ozarkodina sagitta bohemica* (WALLISER), vorn abgebrochen, V = 150 x, Slgs.-Nr. S 8. Sonstige Daten wie für Fig. 7

Alle Photos wurden von Frl. MATYIKÓ, M. angefertigt.

Das Material zu vorliegender Arbeit befindet sich in der Sammlung der Ungarischen Geologischen Anstalt, Budapest.

TAFEL — ТАБЛА 1

H. Kozur: Fossilien aus dem Silur von Ungarn (vorläufige Mitteilung)
Х. Коцур: Фосили из силура Мађарске (претходно саопштење)



TAFEL 2

Fig. 1: Appart von *Panderodus simplex* (BRANSON & MEHL), Probe Sh 12, grauer Kalk mit rötlichbraunen Spaltenfüllungen, untere *sagitta*-Zone *(rhenana*-Subzone), Mittleres Wenlockian, V = 160 x, Slgs.-Nr. S 9

Fig. 2: *Polygnathoides siluricus* BRANSON & MEHL, Probe Sh 22, dunkelgrauer Kalk, *siluricus*-Zone (mittleres Ludlowian), V = 32 x, Slgs.-Nr. S 10

Fig. 3: *Ozarkodina excavata excavata* (BRANSON & MEHL), Probe Sh 3, rosa mikritischer Kalk mit einzelnen orthoconen Nautiloidea, *snajderi*- bis *crispa*-Zone (Oberes Ludlowian), V = 100 x, Slgs.-Nr. S 11

Fig. 4: *Kockelella variabilis* WALLISER, Probe Sh 1, knolliger bräunlichroter Orthocerenkalk, *variabilis*-Zone (Unteres Ludlowian), V = 150 x, Slgs.-Nr. S 12

Fig. 5, 6: *Ozarkodina sagitta sagitta* (WALLISER), Probe Sh 12, grauer Kalk mit rötlichbraunen Spaltenfüllungen, untere *sagitta*-Zone *(rhenana*-Subzone), Mittleres Wenlockian, Fig. 5: Ansicht von oben, V = 120 x, Slgs.-Nr. S 13; Fig. 6: Anderes Exemplar, Seitenansicht, V = 120 x, Slgs. Nr. S 14

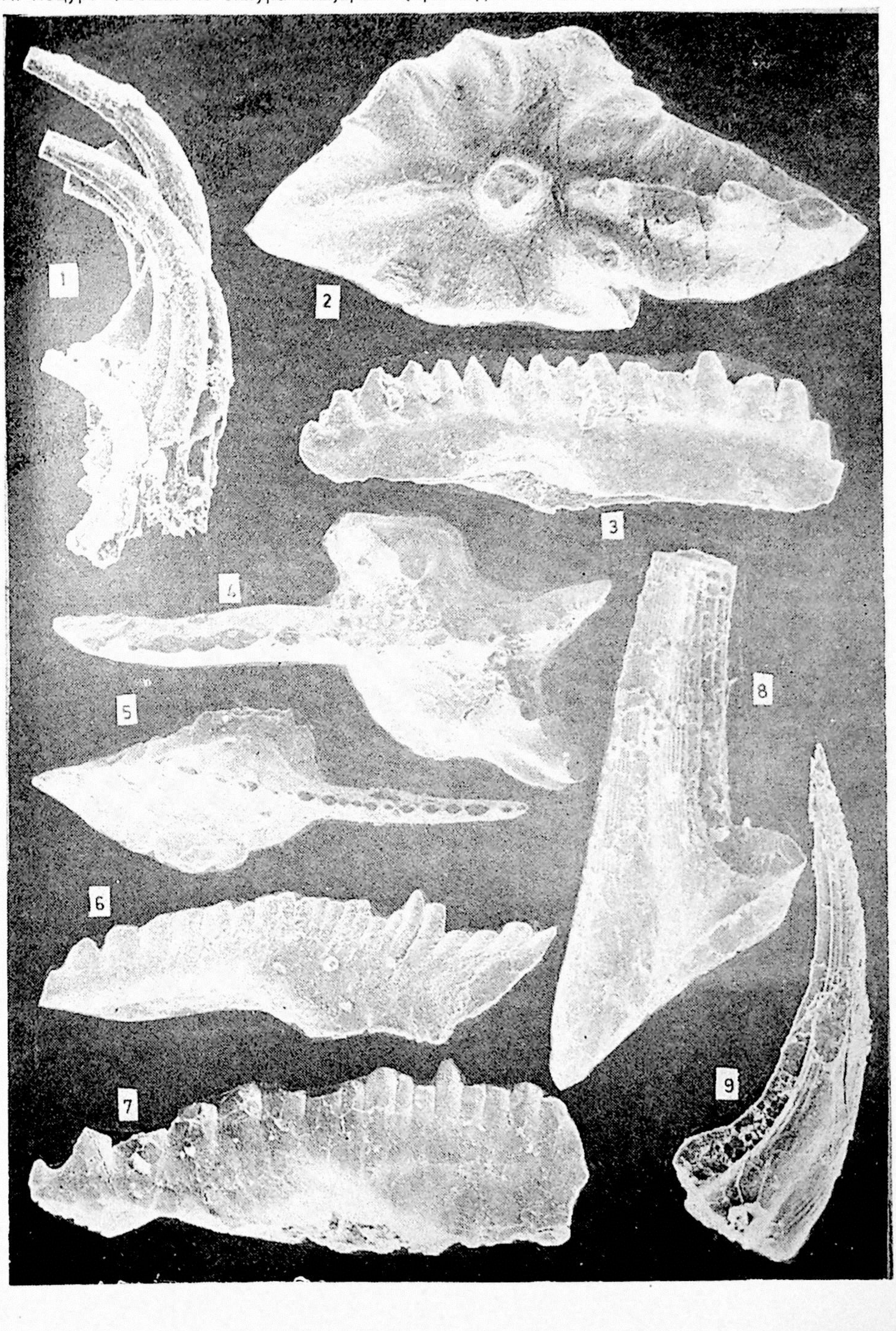
Fig. 7: *Ozarkodina sagitta rhenana* (WALLISER), Probe S 12 (siehe Fig. 5, 6), V = 200 x, Slgs.-Nr. S 15

Fig. 8, 9: *Decoriconus fragilis* (BRANSON & MEHL), Probe Sh 6, schwarzer Kalk mit Tuffit- und Schieferflasern, *ranuliformis*- bis *sagitta*-Zone (Wenlockian), Fig. 8: V = 200 x, Slgs.-Nr. S 16; Fig. 9: V = 150 x, Slgs.-Nr. S 17

Alle abgebildeten Exemplare stammen aus der Lokalität Strázsa-hegy bei Nekézseny am Südrand des Uppony-Gebirges. Die Exemplare auf Fig. 1—6 wurden aus silurischen Olistolithen in Tuffen und Tuffiten des höheren Unterdevon bis tieferen Mitteldevon gewornnen.

TAFEL — ТАБЛА 2

H. Kozur: Fossilien aus dem Silur von Ungarn (vorläufige Mitteilung)
Х. Коцур: Фосили из силура Мађарске (претходно саопштење)



TAFEL 3

Fig. 1: *Ozarkodina eosteinhornensis* (Walliser), Probe Sh 35, hellgrauer Kalk mit einzelnen Fossilien, *eosteinhornensis*-Zone (Přidolian), V = 66 x, Slgs.-Nr. S 18, a) Seitenansicht, b) Oberseite

Fig. 2: *Polygnathus angustipennatus* BISCHOFF & ZIEGLER, 1957, Einschluß im Schalstein, *kockelianus*- bis basale *ensensis*-Zone (mittleres Eifelian bis basaler Teil des oberen Eifelian), V = 60 x, Slgs.-Nr. D 501

Fig. 3: *Polygnathus linguiformis linguiformis* HINDE, V = 72 x, Slgs.-Nr. D 502. Sonst wie Fig. 2.

Fig. 4: *Aldridgeisphaera latispinosa* KOZUR, Muellerisphaerida, nördliches Mecsek-Gebirge, Bohrung Szalatnak-4 bei 635 m, *amorphognathoides*-Zone (oberstes Llandoverian bis basales Wenlockian), V = 260 x, Slgs.-Nr. S 19

Fig. 5: *Aldridgeisphaera goczani* KOZUR, Muellerisphaerida, die innere Struktur der aus Kristalliten aufgebauten doppelwandigen dicken Schale ist gut erhalten, V = 240 x, Slgs.-Nr. S 20. Sonst wie Fig. 4.

Fig. 6: *Panderodus barricki* KOZUR, Probe Sh 23, grünlichgrauer, leicht tuffitischer Kalk mit rötlichen Flecken, obere *ploeckensis*-Zone mit *Ozarkodina excavata inflata* (WALLISER) und *O. excavata posthamata* (WALLISER), Unteres Ludlowian, V = 130 x, Slgs.-Nr. S 21

Die Exemplare auf Fig. 1—3, 6 stammen vom Strázsa-hegy bei Nekézseny am Südrand des Uppony-Gebirges.

TAFEL — ТАБЛА 3

H. Kozur: Fossilien aus dem Silur von Ungarn (vorläufige Mitteilung)
Х. Коцур: Фосили из силура Мађарске (претходно саопштење)

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.

Надежда Крстић

УДК 56 (497.11)
Претходно саопштење

ОСТРАКОДИ ИЗ БУШОТИНА ЗА ОБАЛОУТВРДУ У ЗЕМУНУ

Кључне речи: микрофауна, слатководна, средњи плеистоцен, Дунав, Срем.

Детаљан профил и грађа квартарних седимената у Земуну могао је бити проучен у низу бушотина дуж Дунава (О б р а д о в и ћ, К р с т и ћ, М а с л а р е в и ћ, 1982), изведеним за потребе пројектовања обалоутврде Дунава (И с а к о в и ћ и коаутори, 1981). У квартарним творевинама фауна је сразмерно ретка, а микрофауна остракода ограничена је на стагнофилну фацију малог распрострањења, развијену у врху пакета средњеплеистоценске[1]) серије. Овде ће бити дате асоцијације констатоване у бушотинама Ол-20, Д-21 и О-26.

Алевритски седименти шкољкастог прелома, жућкасто-смеђе до зеленкасто-смеђе боје, богати су фауном мекушаца и остракода. Опис слоја са микрофауном овде је дат на основу записника са снимања бушотина.

У бушотини Ол-20 на дубини 24,5—30,5 м налази се глиновито-песковит алеврит са фауном. У овом интервалу има и пешчара. Пешчар се јавља на 25,7—25,75 м, један комад а седам комада пречника 5—8 cm извађени су са 26,0—26,3 m дубине. На 27,65—27,8 m налази се прослојак трошне креде беле боје са постепеним прелазом у алеврит. Алеврит је жућкасто-смеђе боје и неуслојен.

У бушотини Д-21, на дубини 19,0—22,6 m алеврит са остракодима и мекушцима је смеђе-зеленкасте боје, неуслојен, а садржи ретке конкреције калцијум карбоната.

На дубини 28,3—29,6 m у бушотини О-26 неуслојени алеврит са макрофауном и остракодима је жуто-смеђе боје.

Према изнетим дебљинама и развићу осталих литолошких чланова (видите блок-дијаграм у О б р а д о в и ћ и ко., 1982.) може се закључити да је начин појављивања фосилоносних алеврита сочиваст и могуће је да им се моћност повећава у правцу севера, према отвореном делу Панонске низије. Овај закључак извучен је и на основу присуства језерске креде која се формира на извесној удаљености од обале, али у зони паралелној са обалом

---

[1]) Као средњи плеистоцен овде је схваћен само велики миндел-риски интерглацијал, зато што му је фауна особена те се лако разликује од подине и повлате како на основу мекушаца, тако и на основу остракода.

(калцијум карбонат, тј. креда „се обара углавном услед асимилационог дејства биљака, и то издвајањем јона CO_3 односно HCO_3 из раствореног бикарбоната. Он се може одвојити из засићеног раствора у слободној води, или у виду кристаластих превлака директно на површини подводних макрофита, одакле спирањем долази у систем језерских струјања. Ове лебдеће честице калцијум карбоната таложе се у приобалском региону, и то нарочито у сенци струје, тј. иза уздигнућа обалске линије, и ту граде беле светлуцаве наслаге . . . Овај приобалски седимент, језерска креда, има сивкасто белу боју и његова дебљина може достићи више метара. Састоји се 90—95% од калцијум карбоната. У његовом саставу не учествује само $CaCO_3$ који је спран са биљака, већ у великој мери и љуштурице пужева и њихови одломци" — Ruttner, 1952).

Из фосилоносних алеврита узето је више проба на микрофауну.

Проба Ол-20/28,0—29,1 m садржала је следеће остракоде (поређани по учесталости):

Candona (Pseudocandona) crispata Klie
Cyclocypris laevis (O. F. Müller)
Cypria cf. sketi Petkovski
Candona (Candona) cf. montenegrina Petkovski
Cyprinotus bulgaricus Sywula
Candona (Pseudocandona) compressa (Koch)
Cypris? sp. ind.
Candona (Fabaeformiscandona) sp. juv.
Cyprinotus sp. ind.

Од пратеће фауне мекушаца констатовани су *Pisidium parvulum, Valvata cristata* и оперкулуми од *Bithynia*, као и одломци наплављених копнених пужева — *Clausilid* и др.

У проби Д-21/21,2-21,3 m одређени су остракоди:

Candona (Candona) weltneri Hartwig
Metacypris cordata Brady & Robertson
Candona (Pseudocandona) crispata Klie
Cyclocypris laevis (O. F. Müller)
Candona (Candona) n.sp. (permanenta)
Candona (Eucandona) balatonica Daday
Candona (Pseudocandona) insculpta G. W. Müller
Ilyocypris gibba (Ramdorh)
Cypria cf. sketi Petkovski
Ilyocypris monstrifica (Norman)
Cyclocypris serena (Koch)
Candona (Pseudocandona) marchica Hartwig
Sclerocypris? serrata balcanica Petkovski
Ilyocypris aff. biplicata (Koch)
Paralimnocythere relicta Lilljeborg
Hungarocypris madaraszi Örley — одломци
Cypris sp. ind. cf. C. pubera O. F. Müller
Candona (Fabaeformiscandona) sp. juv.

и мекушци: *Valvata critata, V. (Cincinna) piscinalis, Planorbarius corneus, Pisidium (Rivulina) parvulum* и преталожену (абрадовани одломак сиве боје) *Corbicula*-u.

Из суседне пробе Д-21/23,3—23,5 m одређени су нешто мање бројни остракоди:

Ilyocypris aff. biplicata (Koch)
Candona (Candona) cf. neglecta Sars
Candona (Pseudocandona) crispata Klie

Candona (Pseudocandona) marchica Hartwig
Candona (Candona) weltneri Hartwig
Candona (Pseudocandona) compressa (Koch)
Ilyocypris gibba (Ramdorh)
Candona (Pseudocandona) insculpta G. W. Müller
Cyprinotus bulgaricus Sywula
Cypria cf. sketi Petkovski
Candonopsis kingsleii (Brady & Robertson)
Cyclocypris laevis (O. F. Müller)
Hungarocypris madaraszi (Oerley)
Candona (Fabaeformiscandona) sp. juv.

Од пратећих мекушаца има само стагнофилних *Valvata cristata* и *V. (Cincinna) piscinalis*, док се на дубини од 39 m јавља низ реофилних облика као *Fagotia, Lithoglyphus* и др. (видите Обрадовић и коаутори, 1982) али ту нема остракода.

Четврта проба са остракодима О-26/29,0—29,3 m ,садржала је само ларве

Candona (Pseudocandona) sp. juv.

а од мекушаца *Valvata cristata, Lymnaea sp. juv., Valvata piscinalis, Pisidium cf. parvulum, Bithynia.*

Закључак о типу ове фауне дат је у Обрадовић и коаутори (1982). То су плитководне стагнофилне форме које указују на језерску средину ма да већина њих може живети и у различитим барским биотопима.

Старост је била одређена посредно (ибид, стр. 487), на основу положаја у серији. Сада приказујемо фотографије остракода, да би ова асоцијација касније могла да послужи за поређења. Скоро све наведене врсте живе и данас. Сигурно су одређене врсте за које располажемо са упоредним материјалом. Приближно су одређене оне врсте које нису упоређене са зоолошки детерминисаним индивидуама. Изузетак чине приближно одређене врсте које су посебно коментарисане (видите доле): *Candona aff. neglecta, C. sp. n. (permanenta), Ilyocypris aff. biplicata, Cyclocypris cf. leavis.* Неке од ових врста (ако не све) постаће можда руководећи фосили за неки одељак квартара, као што се већ показује за врсту *C. sp. n. (permanenta)* да егзистује у старијем квартару (видите даље).

Candona cf. neglecta је у односу на упоредни материјал добијен од Т. Петковског, нешто мања, нижа и са незнатно удубљеним дорзалним крајем.

Candona sp. n. (permanenta) констатована је до сада и на другим местима у квартару — у Банату и Бачкој. У бушотини ЈТ-1-Л код Лазарева (Зрењанин) нађена је у више проба са дубине између 26 и 150 m докле је бушено. Овај интервал стратиграфски одговара серији почев од великог миндел-риског интерглацијала све до горњих палудинских слојева (са *Viviparus a. zsigmondyi*). У Бачкој је у бушотини БТ-10-Ж нађена само у једној проби, на дубини од приближно 54 m, у слојевима који сигурно припадају базалном делу квартарне серије. Примерци нађени на обалоутврди (Д-21 са 21,2 m) по облику су идентични примерцима који ће бити описани као оригинали нове врсте (ЈТ-1 са 65 m), али су нешто ситнији. Иначе су потпуно идентични — и по величини — са при-

мерцима из нешто млађих седимената исте бушотине (JT-1 са 26 m) који сигурно припадају великом миндел-риском интерглацијалу.

Cyclocypris cf. laevis има незнатно наглашен али лепо уочљив постеродорзални угао на левом капку и адекватно лучно повијање на десном капку. Рецентни примерци врсте *C. laevis* из северне Немачке (материјал D. H i l l e r-a) немају овакво повијање краја капака. Осим тога *C. cf. laevis* је мало мања од *C. laevis* те би се због тога можда могло претпоставити да је у питању предачка форма. Осим обалоутврде *C. cf. laevis* нађен је у миндел-риским седиментима у Београду (ул. Ђуре Ђаковића — К р с т и ћ и О б р а д о в и ћ, 1981), као и на дну неколиких сондажних бушотина (на око 15 m дубине) са Бачког платоа, у седиментима чија старост још није сигурно одређена али можда такође припада у времену великог миндел-риског интерглацијала.

Ilyocypris aff. biplicata је једна нова врста код које нису развијена ситна ребра постеровентралног дела унутрашњег обода (упоредите: v a n H a r t e n, 1979). Међу веома разноврсним фосилним илиоциприсима за сада нису примећене идентичне форме.

Врсте *Candona cf. montenegrina, Pseudocandona insculpta, Pseudocandona crispata* и *Cypria cf. sketi* нису упоређене са рецентним материјалом, нити су у постојећој литератури довољно детаљно и довољан број пута приказане.

Предато за штампу 18. XII 1983. Рецензент: доц. др Милева Сладић-Трифуновић

ЛИТЕРАТУРА

И с а к о в и ћ О. и коаутори: 1981 — Инжењерско-геолошка и геотехничка испитивања десне обале Дунава од км 1173 + 200 до 1180 + 550 за ново ДУП-а; Фонд докум. „Косовопројект", Београд.

К р с т и ћ Н. и О б р а д о в и ћ Ј.: 1981 — Прилог познавању плеистоцена улице Ђуре Ђаковића у Београду; Записници СГД за 1980. г., Београд.

О б р а д о в и ћ Ј., К р с т и ћ Н. и М а с л а р е в и ћ Љ.: 1982 — Литостратиграфске и биостратиграфске карактеристике седимената на потезу обалоутврде Дунава у Земуну; Зборник радова, X конгрес геол. Југ., књ. I, Будва.

П е т к о в с к и Т.: 1961 — Слатководни остракоди од Југославије VI; Acta — Издања Природонауч. музеј, Скопје.

R u t t n e r A.: 1952 — Grundriss der Limnologie, Jena.

H a r t e n D. v a n: 1979 — Some new shell characters to diagnose the species of the *Ilyocypris gibba-biplicata-bradyi* group and their ecological significance; Proc. VII internat. symp. ostracodes, Belgrade.

H i l l e r D.: 1972 — Untersuchungen zur Biologie und zur Oekologie limnischer *Ostracoden* aus der Umgebung von Hamburg; Arch. Hydrobiol. (Suppl. 40/4, Stuttgart.

Summary

OSTRACODES FROM THE BORE HOLES FOR THE EMBANKMENT IN ZEMUN

by

Nadežda Krstić

Key words: microfauna, freshwater, Middle Pleistocene, Danube, Srem

In the Quaternary deposits along the line of embankment in Zemun (Obradović, Krstić, Maslarević, 1982) the fauna is very sparse, and microfauna is confined to the stagnant facies of small extent, developed at the top of the Middle Pleistocene series (the Mindel-Riss interglaciation). The lists of fauna from individual samples are given in the Serbian text.

As far as the microfauna of ostracodes is concerned, several species were disscused. The most probably three of ostracode specie represent new taxsons: *Ilyocypris aff. biplicata, Cyclocypris cf. laevis* and *Candona n. sp. (permanenta).* The species *Candona cf. neglecta* is a bit smaller and lower than the specimens otbained from T. Petkovski, and it has an insignificantly concave dorsal margin. The species *Candona cf. mantenegrina, Pseudocandona insculpta, P. crispata* and *Cypria cf. sketi* were neither compared with the recent material nor they are in the existing literature described in detail.

ТАБЛА I PLATE

1 — 3 *Candona (Candona) cf. montenegrina* Petkovski, 0l-20/28,9 m
1. леви капак женке — left female valve — x 55
2. десни капак женке — female right valve — x 55
3. десни капак мужјака — male right valve — x 55

4 — 6 *Candona (Candona) cf. neglecta* Sars, D-21/23,3 m
4. леви капак мужјака — left male valve — x 55
5. леви капак женке (поломљен) — female left valve (broken) — x 55
6. леви капак женке изнутра — left female valve fom inside — x 50

7 — 9 *Candona (Candona) weltneri* Hartwig, D-21/21,2 m
7. леви капак женке — female left valve — x 55
8. десни капак мужјака — male right valve — x 52
9. десни капак женке — female right valve — x 55

10. *Candona (Pseudocandona) cf. insculpta* G. W. Müller, D-21/21,2 m
10. леви капак женке — female left valve — x 53

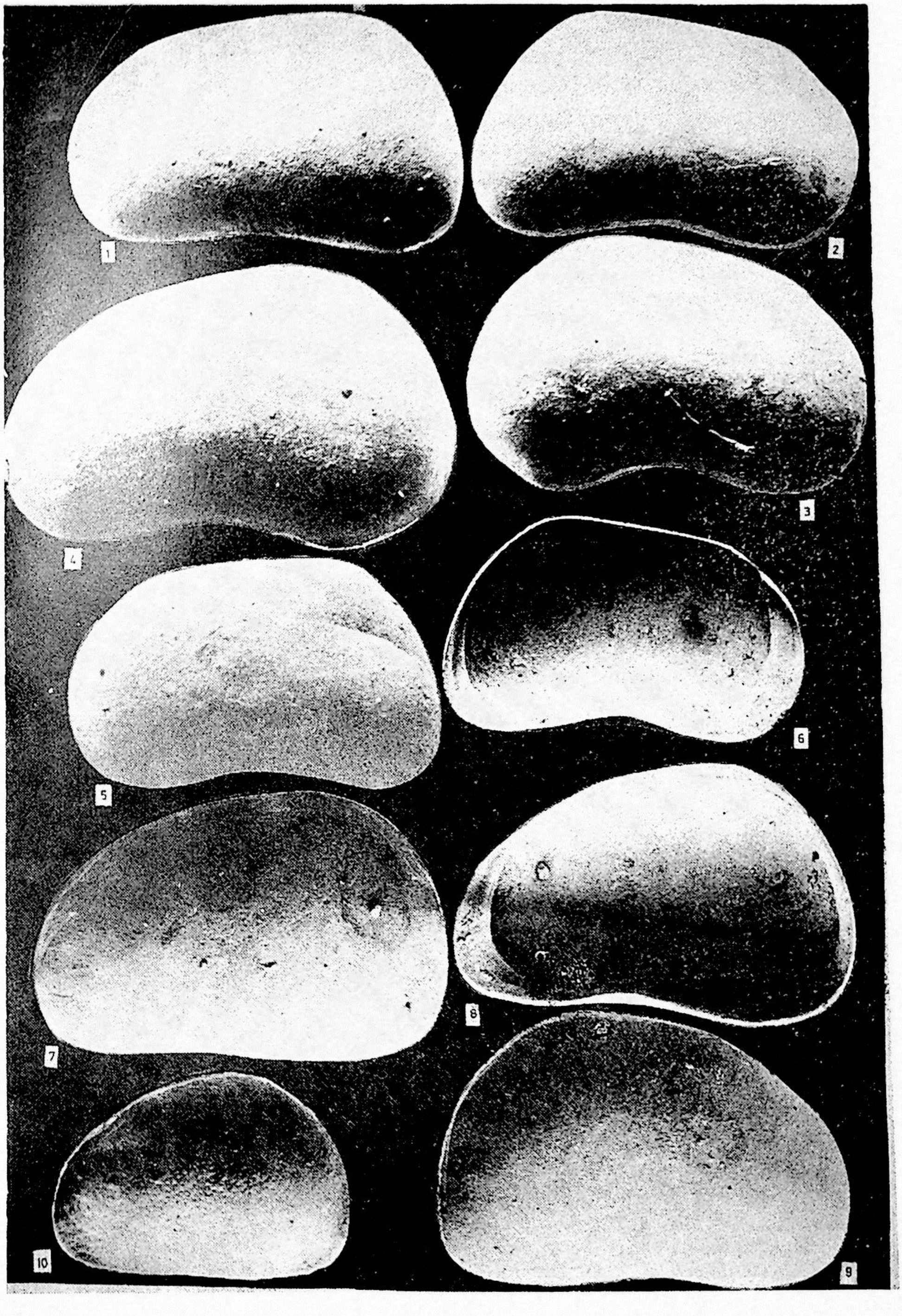
Све фотографије незнатно деформисане — скраћене.
All photos slightly deformed — shortened.

Фото: Др Казимир Драшљар
Факултет биологије
Универзитет у Љубљани.

ТАБЛА I PLATE

Н. Крстић: Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну.

N. Krstić: Ostracodes from the bore holes for the embankment in Zemun.



ТАБЛА II PLATE

1 — 3 *Candona (Pseudocandona) marchica* Hartwig, 0l-20/28,9 (1) i D-21/23,3 m (2, 3)
1. десни капак женке — female right valve — x 63
2. леви капак женке изнутра — inside of the female left valve — x 58
3. десни капак мужјака — male right valve — x 59

4. *Candona (Pseudocandona) sp. juv. (marchica?)*, D-21/23,3 m
4. десни капак ларве — juvenile right valve — x 60

5. *Candona (Pseudocandona) cf. insculpta* G. W. Müller, D-21/21,2 m
5. десни капак женке — female right valve — x 63

6 — 8 *Candona (Pseudocandona) cf. crispata* Klie, D-21/23,3 m (6) i 0l-20/28,9 m (7, 8)
6. љуштурица женке одозго — female carapace from above — x 54
7. леви капак женке — female left valve — x 63
8. десни капак женке — female right valve — x 63

9 — 10 *Candona (Pseudocandona) compressa* (Koch), 0l-20/28,9 m
9. леви капак женке — female left valve — x 67
10. десни капак женке — female right valve — x 67

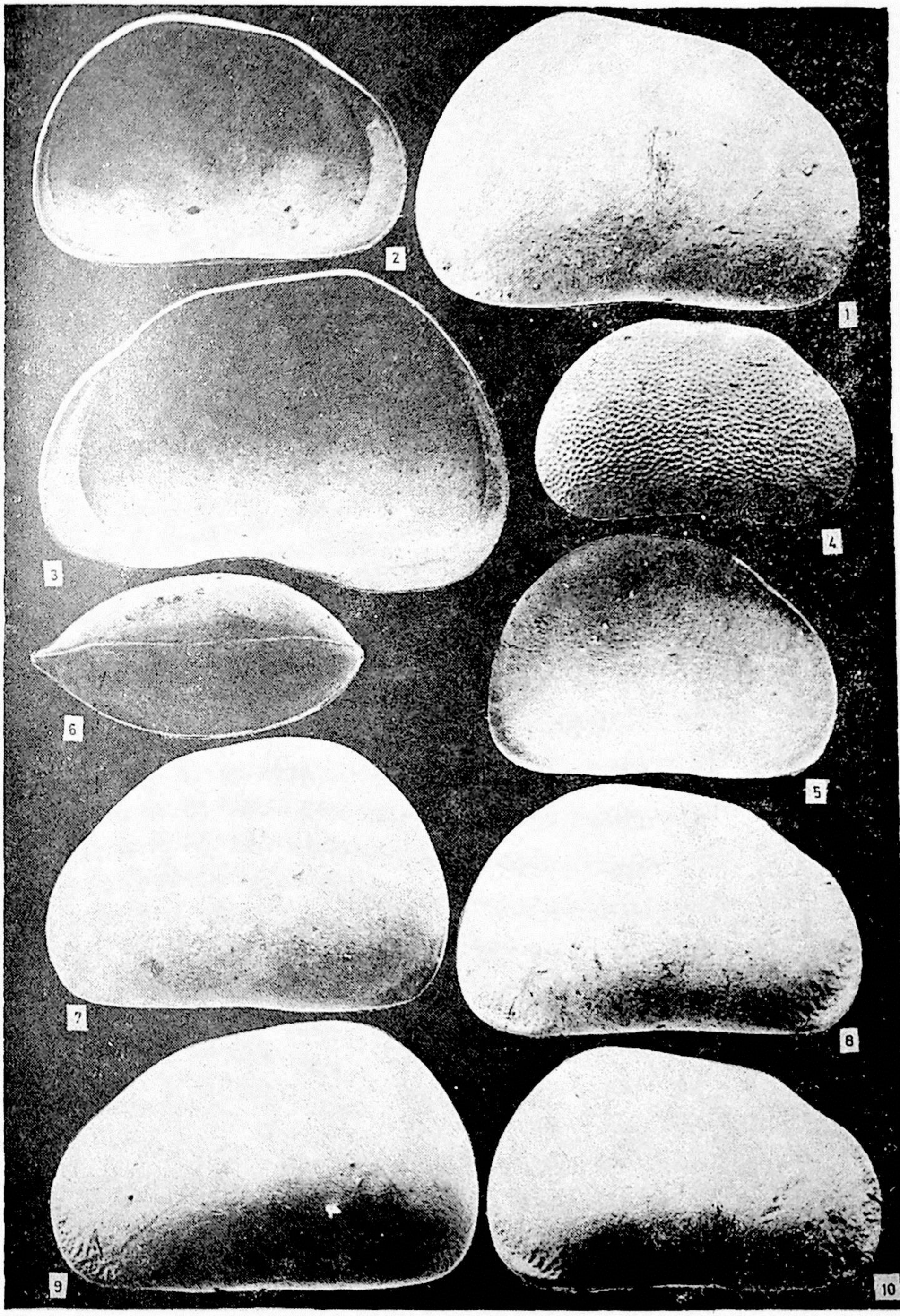
Све фотографије незнатно деформисане — скраћене.
All photos slightly deformed — shortened.

Фото: Др Казимир Драшљар
Факултет биологије
Универзитет у Љубљани.

ТАБЛА II PLATE

Н. Крстић: Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну.

N. Krstić: Ostracodes from the bore holes for the embankment in Zemun.



ТАБЛА III PLATE

1 — 2 *Candona (Eucandona) balatonica* D a d a y, D-21/21,2 m
1. леви капак мужјака — left male valve — x 58
2. леви капак женке — left female valve — x 55

3. *Cypria cf. sketi* P e t k o v s k i, 0l-20/28,9 m
3. леви капак женке — left female valve — x 96

4. *Cyclocypris serena* (K o c h), D-21/21,2 m
4. леви капак женке — female left valve — x 108

5 — 7 *Cyclocypris cf. laevis* (O. F. M ü l l e r), иста проба — same sample
5. леви капак женке — female left valve — x 108
6. десни капак женке — female right valve — x 127
7. љуштурица женке одозго — female carapace from above — 123 x

8. *Cyprinotus bulgaricus* S y w u l a, 0l-20/28,9 m
8. леви капак женке — female left valve — x 65

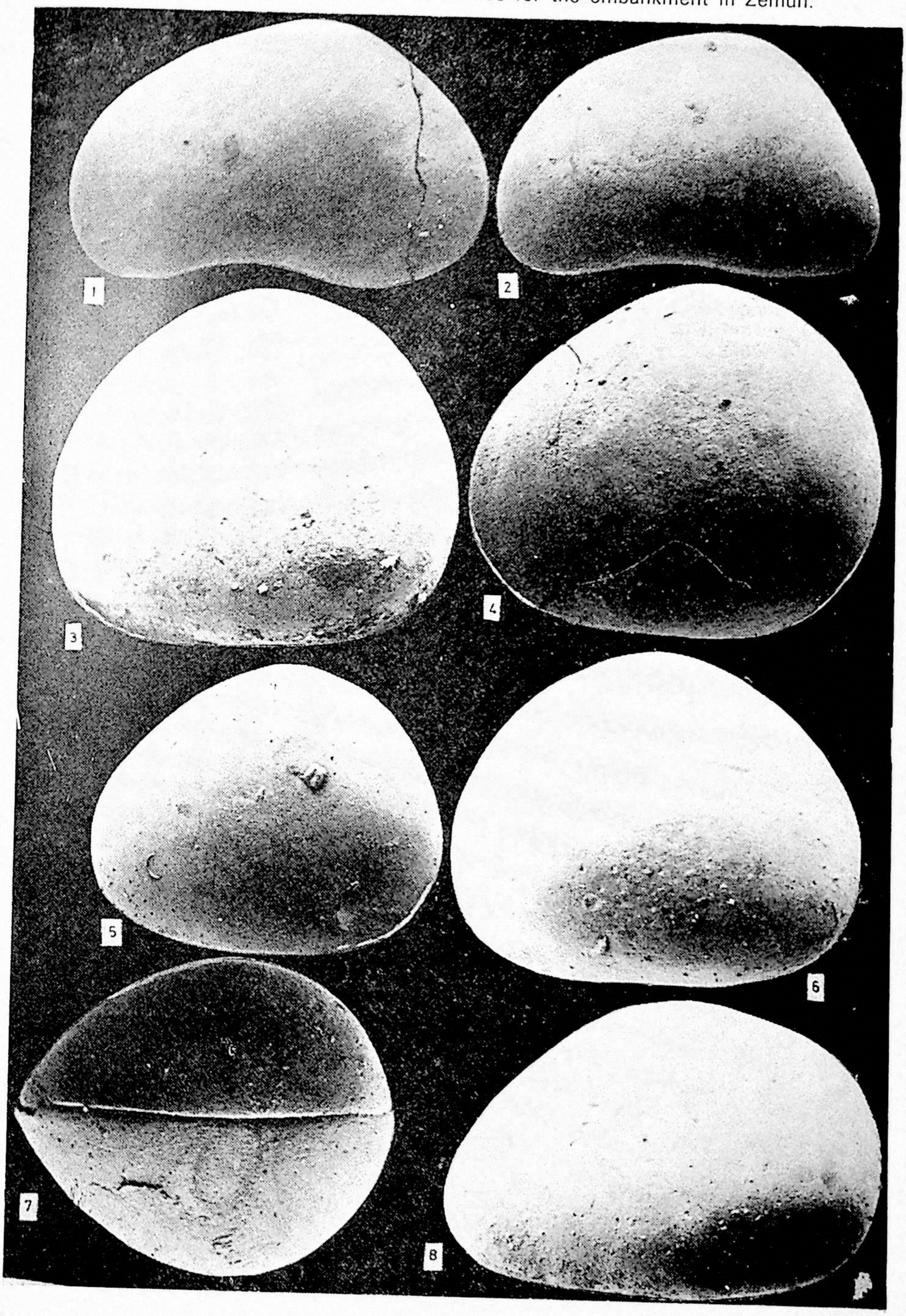
Све фотографије незнатно деформисане — скраћене.
All photos slightly deformed — shortened.

Фото: Др Казимир Драшљар
Факултет биологије
Универзитет у Љубљани.

ТАБЛА III PLATE

Н. Крстић. Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну.

N. Krstić: Ostracodes from the bore holes for the embankment in Zemun.



ТАБЛА IV PLATE

1 — 3 *Ilyocypris aff. biplicata* (K o c h), D-21/23,3 m
1. леви капак женке, стереопар: a. 0°, b. 5° — left female valve, stereopair: a. 0°, b. 5° — x 65
2. десни капак женке споља — right female valve from outside — x 65
3. десни капак женке изнутра, стереопар: a. 0°, b. 5°, x 65, c. мишићно поље, x 367, део унутрашњег обода на постеровентралном крају, x 367 — right female valve from inside, stereopair: a. 0°, b. 5°, x 65, c. muscle scar pattern, d. the posteroventral part of the innerlamelle, x 367.

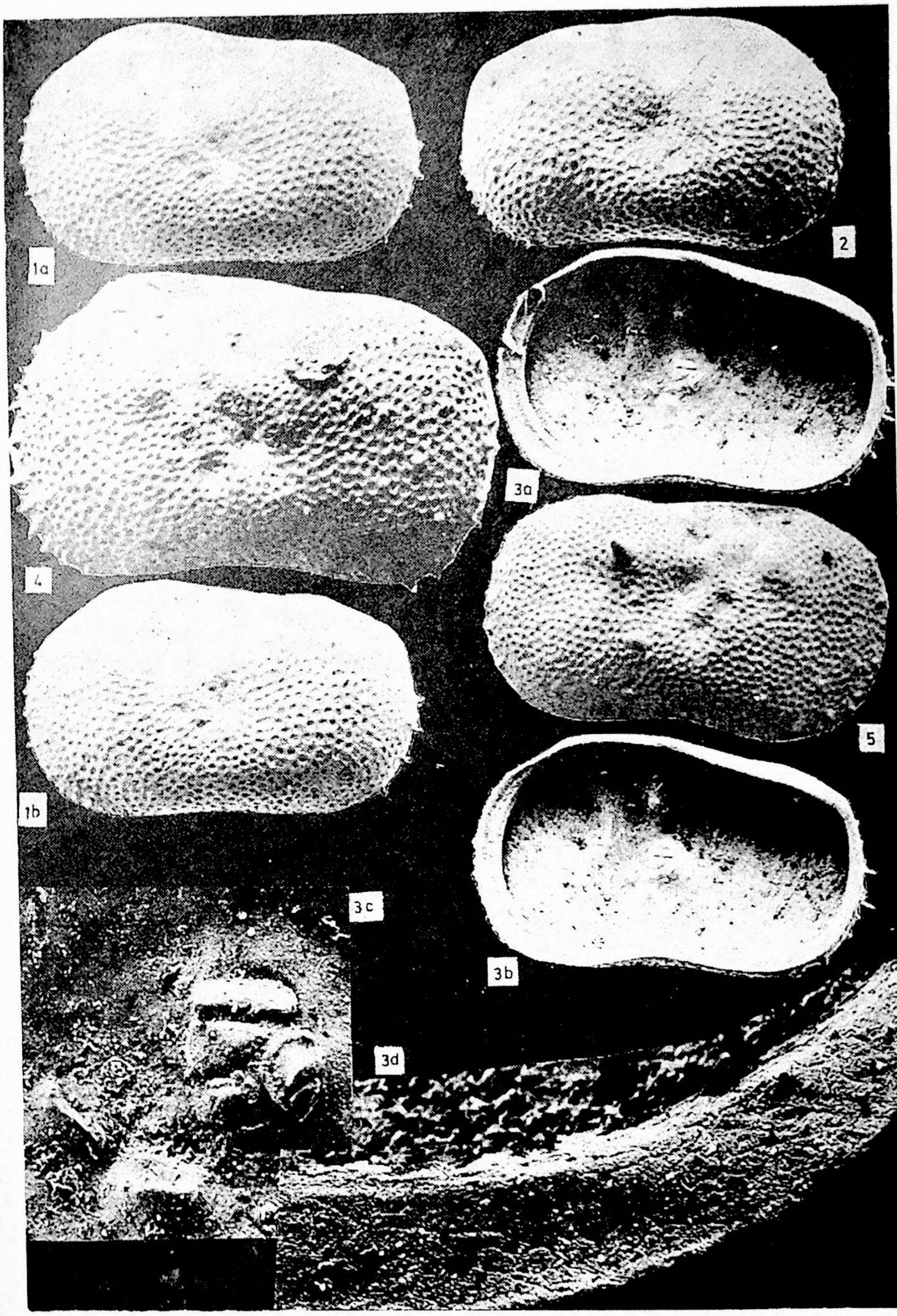
4 — 5 *Ilyocypris gibba* (R a m d o r h), 4. као gore — as above, 5. D-21/21,2 m
4. леви капак женке, без грбице — left female valve, without node — x 72
5. десни капак ларве, са грбицом — right juvenile valve — x 65.

Све фотографије незнатно деформисане — скраћене.
All photos slightly deformed — shortened.

Фото: Др Казимир Драшљар
Факултет биологије
Универзитет у Љубљани.

ТАБЛА IV PLATE

Н. Крстић: Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну.
N. Krstić: Ostracodes from the bore holes for the embankment in Zemun.



ТАБЛА V PLATE

1 — 2 *Metacypris cordata* (B r a d y & R o b e r t s o n), D-21/21.2 m
1. леви капак женке споља — left female valve — x 108
2a. десни капак женке — female right valve — x 103
2b. исто, детаљ централног поља — the same, detail of the central field — x 264

3. *Hungarocypris madaraszi* (O e r l e y), ista proba
3. мишићно поље — muscle scar pattern — x 126

4. *Sclerocypris? serrata balcanica* P e t k o v s k i, ista proba
4a. десни капак женке изнутра — female right valve — x 21
4b. исто, мишићно поље — the same, muscle scar pattern — x 135

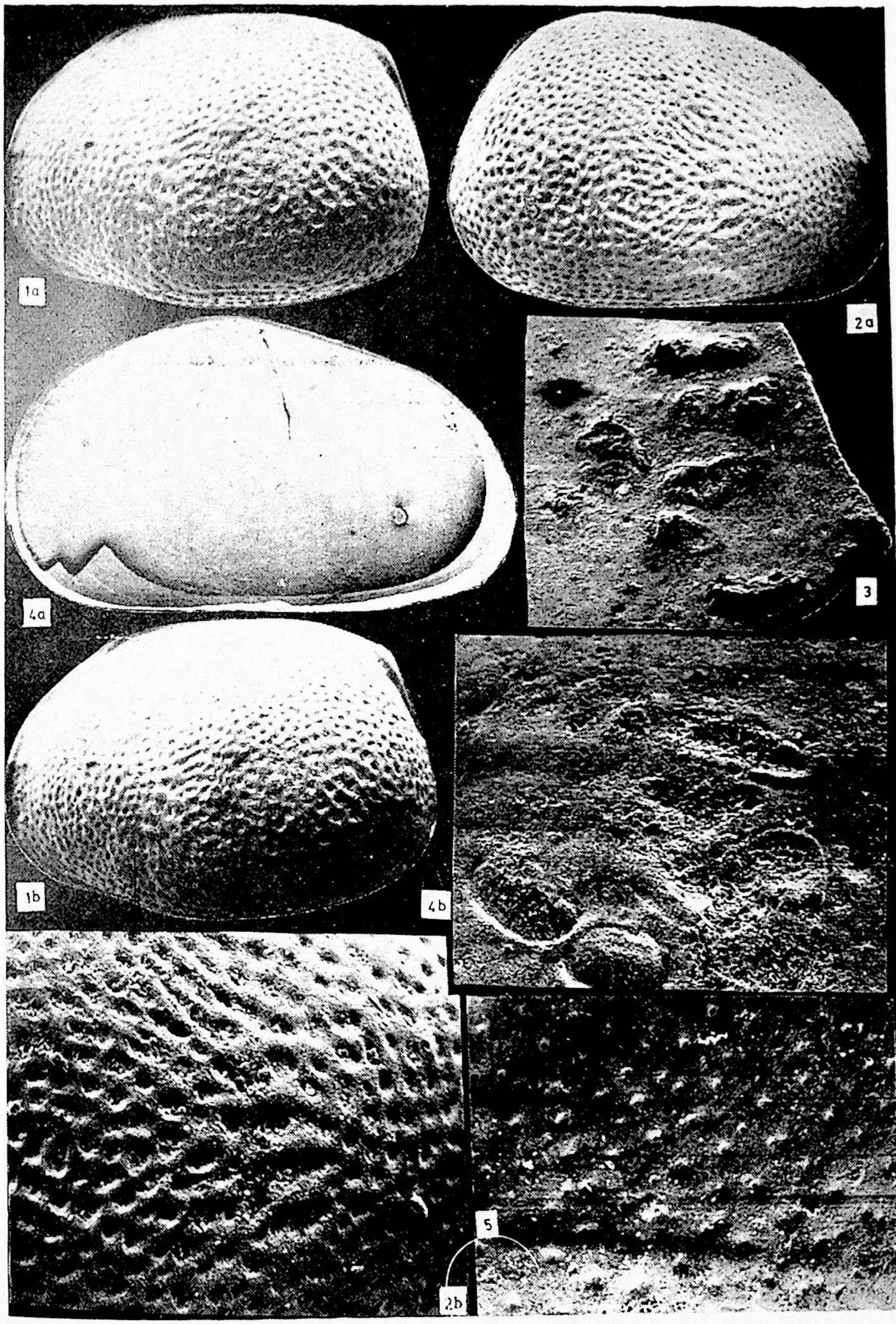
5. *Candona (Pseudocandona) insculpta* G. W. M ü l l e r
5. детаљ левог капка женке са таб. I сл. 10 — detail of the left female valve from Pl. I fig. 10 — x 308.

Све фотографије незнатно деформисане — скраћене.
All photos slightly deformed — shortened.

Фото: Др Казимир Драшљар
Факултет биологије
Универзитет у Љубљани.

ТАБЛА V PLATE

Н. Крстић: Остракоди из бушотина за обалоутврду у Земуну.
N. Krstić: Ostracodes from the bore holes for the embankment in Zemun.



R A D O V I Geoinstituta, knjiga 17, god. 1984., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 17, 1984, Belgrade.



Dr Veljko Omaljev

OKTOBARSKA NAGRADA BEOGRADA

Oktobarska nagrada Beograda za 1982. godinu iz oblasti matematičko-fizičkih i tehničkih nauka pripala je naučnom radniku Geoinstituta dr Veljku Omaljevu, dipl. inž. geologije za monografiju »Metalogenetske karakteristike uranskog rudišta Žirovski vrh«. Ova monografija je doktorska disertacija koju je V. Omaljev javno odbranio dana 30. aprila 1980. godine na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu.

Veljko Omaljev je rođen 13. februara 1931. godine u Srpskom Itebeju u Banatu, gde je završio Osnovnu školu (VI razreda) 1944. godine. Nije odmah nastavio školovanje već se bavio poljoprivrednim poslovima.

Velika radoznalost za saznanjem je nadvladala i V. Omaljev privatno završava Nižu gimnaziju i upisuje se na Geološku srednju tehničku školu u Pančevu (Geološki tehnikum), koju završava 1954. godine u Beogradu. Odmah nastavlja školovanje na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu, gde je diplomirao 29. juna 1959. godine sa ocenom 10. Kao stipendista, odmah se zapošljava u Saveznom geološkom zavodu (sada Geoinstitut), gde neprekidno radi.

Po odsluženju kadrovskog roka u JNA 1960. godine, upućen je na novopronađenu pojavu uranove mineralizacije Žirovski vrh, gde neprekidno radi 9 godina; prvo kao pogonski geolog na radilištu, a posle kao nosilac zadatka. Bio je to težak, veoma odgovoran i mukotrpan rad. U prvim godinama bilo je više dilema pa čak i mišljenja da radove istraživanja treba obustaviti. Istraživačka upornost V. Omaljeva i vera u konačan uspeh, kao i podrška i doprinos većeg broja istraživača iz Geoinstituta, dovela je do de-

finisanja ovog ležišta kao ležišta »srednje veličine« u svetskim merilima. Na potencijalima uranske rude iz ovog ležišta izgrađena je i prva naša nuklearna elektrana u Krškom. Godine 1969. po potrebi službe odlazi u Iran (Kerman projekt), gde sa prekidima ostaje do kraja 1972. godine. Potom se bavi istraživanjima bakra u dijabaz-rožnačkoj formaciji, a od 1979. godine radi na metalogenetskom izučavanju čvrstih mineralnih sirovina, uključujući i nuklearne mineralne sirovine.

Sklonost ka naučnom radu ispoljio je još na fakultetu. Godine 1956. dobija Novembarsku nagradu Univerziteta za najbolji uspeh na studijama, a 1959. godine dobio je Novembarsku nagradu Univerziteta za najvišu srednju ocenu (9,45) po završnom studiju na Rudarsko-geološkom fakultetu. Godine 1957. dobio je Nagradu Univerziteta za temat: »Finalni vulkanizam Jugoslavije«.

Relativno kasno se javlja kao autor publikacija, prvi rad mu je štampan u časopisu SKNE »Nuklearna energija« 1965. godine (kada je imao već 34 godine života), pod naslovom »Ležište uranijuma Žirovski vrh«. Zaključno sa 1982. godinom objavio je 50 radova. Najviše je pisao o rezultatima istraživanja ležišta urana Žirovski Vrh (31), a u doktorskoj disertaciji je sumirao naučne rezultate svojih istraživanja, kao i istraživanja brojnih saradnika Geoinstituta i Geološkog zavoda Ljubljana. Ova disertacija je publikovana kao monografija (Posebna izdanja Geoinstituta, knjiga 7) 1982. godine i autor je za nju dobio Oktobarsku nagradu Beograda iste godine. U njoj su izloženi rezultati naučno-istraživačkog rada u šest poglavlja; obrađena je geološko-petrološko-strukturna građa alpskog prostora, zatim metalogenetskog rejona i samog rudišta. Pri tome je data nova detaljnija metalogenetska rejonizacija a takođe je izvršeno upoređenje ležišta Žirovski Vrh sa sličnim ležištima u svetu a naročito sa ležištima uranijuma na platou Kolorado. Metalogenetske karakteristike rudišta Žirovski Vrh izložene su kroz petrološko-geohemijske i fizičko-hemijske procese koji su doveli do obrazovanja ovih sedimentnih stena i uranijumovog orudnjenja u njima.

Rezultati izloženi u ovoj monografiji i drugim njegovim naučnim radovima korisno će poslužiti za definisanje i istraživanje novih geoloških formacija, potencijalno uranonosnih, u kojima treba očekivati otkrivanje novih uranijumskih ležišta.

Pored svestranih istraživanja ležišta urana Žirovski Vrh kao naročito značajan rezultat naučnog rada je unapređenje metode radiometrijskog oprobavanja, što je V. Omaljev teoretski i praktično razradio kao posebnu varijantu radiometrijskog oprobavanja (objavljeno 1968). Primenom ove varijante radiometrijskog oprobavanja omogućeno je uspešno probno otkopavanje uranove rude prilikom eksploatacionih istraživanja Žirovskog vrha, što je takođe objavljeno 1969, 1971. i 1976. godine.

Od 1976. godine teorijski razrađuje originalnu metodologiju statističkih ispitivanja (dvojni histogram), a koja je prvenstveno namenjena geohemijskim izučavanjima raspodele elemenata u geološkim telima. Numerički podaci o koncentracijama urana u stenama i orudnjenju Žirovskog Vrha služe za razradu nove metodologije, što je objavljeno u brojnim publikacijama.

Njegov plodan naučno-istraživački rad koji je i dalje u punom zamahu doneće nove naučne rezultate i korisne doprinose geološkoj nauci.

Svi saradnici Geoinstituta ponosni su nagradom koju je V. Omaljev zasluženo dobio i povodom ovog društvenog priznanja iskreno mu čestitaju i žele mnogo uspeha u daljem radu.

Veselin Jokanović