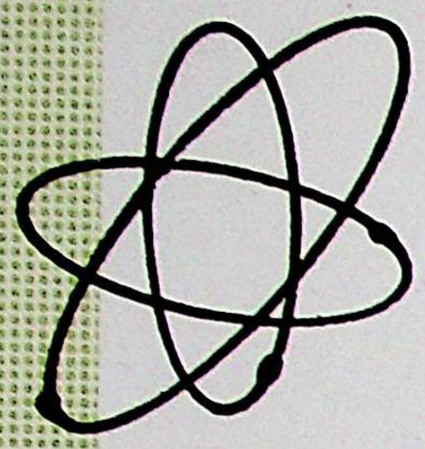


# RADOVI

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

**GODINA VIII / BROJ 8 / BEOGRAD 1973.**

REDAKCIJSKI KOLEGIJUM:

Stanislav Višić
Milorad Arsenijević
Stevan Divljan
Radoman Đurović
Nadežda Krstić
Veljko Omaljev
Aleksandar Pavlović
Radovan Simonović

ODGOVORNI UREDNIK

Radosav Pantić

Tiraž: 500 primeraka

Štampa: Grafičko preduzeće »Radiša Timotić«, Beograd, Jakšićeva 9

## SADRŽAJ — CONTENT


Str.
Page

1. Antonije Antonović: Geološki odnosi u jednom delu Stare planine (Janja, Balta Berilovac, Inovo) . . . . . 1

   Antonije Antonović: Geology of one part of Stara Planina mountain (Janja, Balta Berilovac, Inovo) . . . . . 11

2. Mirko Protić i Dragoslav Naumović: Tercijarni crveni peščari Zaplanja . . . . . 13

   Mirko Protić and Dragoslav Naumović: Tertiary red beds of Zaplanja (Serbia) . . . . . 23

3. Jelena Obradović: Silicijske stene vulkanogeno-sedimentne serije Crnogorskog primorja . . . . . 25

   Jelena Obradović: Silica sediments in volcano-sedimentary series in Montenegrin littoral . . . . . 32

4. Slobodan Vukašinović: Geološke implikacije podataka aerogeofizičkih ispitivanja izvršenih na području Trepče . . . . . 33

   Slobodan Vukašinović: Geological interpretation of aerogeophysical explorations of Trepča Area, Serbia . . . . . 45

5. Slobodan Vukašinović: Interpretacija aeromagnetne anomalije Kosmaj — Barajevo . . . . . 47

   Slobodan Vukašinović: Interpretation of Kosmaj — Barajevo aeromagnetic anomaly . . . . . 52

6. Nadežda Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva: 11. Amnicythere 53
   Nadežda Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds: 11. Amnicythere 90

7. Stanimir Putnik: Orudnjenje bakra u rudonosnoj zoni izvor Lajkovače . . . . . 101

   Stanimir Putnik: Copper-bearing zone of izvor Lajkovača . . . 110

8. Radule Popović i Antonije Antonović: Rudišta molibdenita Strelci i Vrutok u zapadnoj Makedoniji . . . . . 113

   Radule Popović and Antonije Antonović: Molybdenite ore deposits and Occurrences in Western Macedonia . . . . . 127

9. Dušan Kleut: Pojave fosfora u sedimentnim ležištima gvožđa zapadne Makedonije — sa osvrtom na njihovu geologiju i genezu . . . . 129

   Dušan Kleut: Phosphorus mineralizations in iron sedimentary deposits in West Macedonia . . . . . 140

Str.
Page

10. Radule Popović i Vojislav Vujanović: Rudne pojave mangana na planini Lebršnik kod Gacka . . . . . 141

Radule Popović and Vojislav Vujanović: The manganese ore-occurrences on the Mountain of Lebršnik in the vicinity of the town of Gacko . . . . . 154

11. Veljko Omaljev: Izbor lokacija istražnih horizonata na ležištu urana Žirovski vrh . . . . . 155

Veljko Omaljev: Selection of location of exploration levels in Žirovski Vrh uranium deposit . . . . . 166

12. Desimir Purić: Geološka analiza sistema i gustine mreže istraživanja jednog dela i rudonosnog paketa ležišta urana Žirovski vrh . . . 169

Desimir Purić: Geological analyzis of system and density of exploration network applied at the fikst mineralized level in Žirovski vrh uranium deposit . . . . . 178

13. Toplica Jančić: Mogućnosti primene geofizičkih metoda ispitivanja u rejonima sa pojavama termomineralnih voda . . . . . 179

Toplica Jančić: The possibility of application of geophysical methods in the area with appearances of thermal-mineral water . . . . 189

14. Vojislav Vujanović: Prilog poznavanja sadržaja retkih metala u slanim izvorima, vodama i slatinama Bačke, Banata, okoline Beograda i Mionice kod Valjeva . . . . . 191

Vojislav Vujanović: Contribution to the knowledge of rare metals contents in the salt waters and soils of Bačka, Banat, Belgrad vicinity and of Mionica near Valjevo . . . . . 192

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

ANTONIJE ANTONOVIĆ

UDK:55 (497.11)

# GEOLOŠKI ODNOSI U JEDNOM DELU STARE PLANINE (JANJA, BALTA BERILOVAC, ILOVO)

(sa 4 slike)

Na osnovu geološkog kartiranja u razmeri 1 : 10.000 tokom 1961. i 1962. g. došlo se do sledećih odnosa. Granitska gromada Janje sa liskunskim i amfibolskim gnajsevima izgrađuje prehercinski strukturni kat. Ovaj kompleks izdignut je u vidu horsta pre i za vreme deponovanja konglomerata i sedimenata molasnog tipa Inovske i Crnovrške serije, u okviru hercinskog strukturnog kata. Ovi sedimenti sadrže mnoge antracitske proslojke sa otiscima biljaka koje nisu karbonske starosti. Kako preko njih diskordantno leže gornjekarbonski sedimenti oni mogu biti, zbog obilja kopnenih biljaka, samo devonske starosti. Ovaj prikaz ukazuje na bitna neslaganja u interpretaciji ovih odnosa objavljenih u nekoliko radova iz 1967—1970. g.

Na simpozijumu o tektonici Krajišta održanom maja—juna 1967. godine u Ćustendilu (Bugarska), M. Kalenić i V. Aleksić podneli su referat: Prethodni rezultati ispitivanja profila Inovo — Repušnica (Stara planina). Pisac je na samom simpozijumu napomenuo referentima da se neki od osnovnih podataka iznesenih u referatu nalaze u izveštajima o geološkom kartiranju istog terena, a koji su deponovani u fondu Instituta za istraživanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu tokom 1962. i 1963. godine. Pomenuti autori su u svakom slučaju morali biti upoznati sa ovim materijalima, pošto je referat zasnovan na podacima prikupljenim tokom izrade osnovne geološke karte lista Knjaževac, započete 1966. g. Bez obzira na to, cilj ovoga rada nije da dokazuje autorstvo ili prioritet, već da ukaže na značajna i delom bitna neslaganja u prikazivanju i interpretaciji geoloških donosa ne samo u pomenutom radu, već i u mnogim kasnijim objavljenim radovima, zajedničkim ili pojedinačnih od dvojice autora imenovanih u početku.

Navedeni izveštaji odnose se na izradu geološke karte 1:10.000 područja Janje, Ćuštice i Inova, tokom 1961. i 1962. g., na površini od oko 120 km², gde se nalazi i profil Inovo — Repušnica. To su sledeći izveštaji:

a) Izveštaj V grupe Stare planine za 1961. g. (B. Munižaba, S. Divljan, M. Milačić, G. Rončević, A. Antonović). Inv. br. 1233; predat u fond 1962. g.

b) Strukturno-geološka karta granitske gromade Janje i njenih oboda (A. Antonović) — Aneks uz izveštaj: Prospekcija i istraživanje urana u oblasti Stare planine. Inv. br. 1475; predat u fond jula 1963. g.

c) Rezultati petroloških ispitivanja magmatsko-metamorfnog kompleksa Janje (Stara planina) — (S. Divljan). Inv. br. 1372; predat u fond 1963. g.

Svi citati ovih izveštaja stavljeni su među navodnike. Grafički prilozi preuzeti su isključivo iz izveštaja a) i b), sa manjim nebitnim izmenama, koje se uglavnom odnose na uprošćavanja i prilagođavanja za štampu. Jedina bitnija izmena izvršena je na sl. 1a (prilog iz izveštaja b) gde su gabrovi Zaglavačkog masiva i Orlovog kamena izdvojeni kao posebna jedinica. Ova karta (sl. 1a) predstavlja uprošćenu geološku kartu razmere 1 : 10.000, gde su mnoge jedinice izostavljene. Ova karta je rađena do linije Ravno Bučje — Tatrašnica, dok je prikaz geologije severoistočno od te linije izvršen na osnovu ranijeg kartiranja (1958) u razmeni 1 : 25.000. Slika 2 uzeta je iz izveštaja a) u gotovo neizmenjenom obliku, dok slika 3 predstavlja sliku sa istim brojem iz izveštaja b), koja se često spominje u citiranom tekstu.

## PRIKAZ GEOLOŠKE GRAĐE PREGORNJEKARBONSKIH TVOREVINA

Opis jedinica prikazan je prema strukturnim celinama (strukturnim katovima) od najstarijih ka najmlađim: I. Preherdinski strukturni kat, II. Hercinski strukturni kat, III. Kasno hercinski potkat, IV. Hercinsko-alpijski strukturni kat (u izveštaju b su izdvojeni IVa. Prelazni hercinsko-alpijski potkat i IVb. Ranoalpijski strukturni kat) i V. Kasnoalpijski strukturni potkat. Ovde se govori o formacijama prve dve jedinice.

»Na Staroj Planini, a posebno na kartiranom području, izražena je velika heterogenost i raznovrsnost geoloških procesa u jednom veoma dugom vremenskom periodu, tokom gotovo svih geoloških era, od paleozoika do najnovijeg doba, tako da se izvesni procesi i danas odvijaju. Osnovnu teškoću u razjašnjavanju događaja čini to što su kasnije tektonske akcije i metamorfizam jako sužavale opservaciju prethodnih faza... U svakom slučaju može se, sa dovoljno širine, primeniti naziv horst-antiklinorijuma kao osnovnog obeležja ove geografske i geološke celine.

I — Najstariju strukturnu jedinicu predstavlja kompleks magmatskih, pretežno granitoidnih stena i metamorfita, izdvojen kao predevonski horst granitske gromade Janje. Ovaj kompleks predstavlja litološki i strukturno jedinstvenu celinu, jasno izdvojenu od obodnih formacija Inovske i Crnovrške serije, kojima je gotovo u potpunosti okonturen. Višefaznost magmatizma sa potpuno različitim tipovima stena, od ultrabazičnih, bazičnih do kiselih, intenzivne metazomatske promene i ogroman broj raznovrsnih žičnih ekvivalenata — sve je to izraženo gotovo isključivo unutar ovog kompleksa. Po tome se, između ostalog, granitni masiv Janje bitno razlikuje na primer od obližnjeg granita Ravnog Bučja. Ovo u prvom redu ukazuje da je kompleks u obliku horsta postojao pre taloženja sedimenata inovske i crnovrške serije, pored obilja materijala pretaloženog iz kompleksa u ovim zadnjim formacijama, o čemu je ranije bilo reči (sl. 3). Samim tim, ova strukturna jedinica predstavlja određeni strukturni

kat oformljen u jednoj od prehercinskih orogenih faza.« (Izveštaj b, str. 10—11).

»Glavno obeležje granitskog Janjskog masiva je učešće velikog broja tvorevina različitog postanka i starosti na samim obodima ili unutar masiva. Drugo obeležje je visoki stepen tektonizacije i složen strukturni sklop samoga masiva i okolnih područja. Neposredan kontakt duž gotovo celog spoljašnjeg oboda masiva čine gabroidne stene, najčešće u vidu veoma uzanog pojasa. U unutrašnjem delu masiva nalaze se, između dva kraka, visokometamorfne stene.« (Izveštaj b, str. 3).

»Pojas metamorfnih stena unutar granitske gromade Janje izgrađen je najvećim delom od amfibolskih i biotitskih gnajseva i trakastih amfibolita, sa manjim partijama mermera, cipolina, piroksenlita i kvarcita . . . Napominjemo da je sastav i karakter pojedinih sastojaka amfibolskih ganjseva istovetan sa onim iz oblasti između Vratarnice i bugarske granice u severnom delu Stare Planine.« (Izveštaj b, str. 7—8).

Gabroidne stene unutar horsta čine omotač granitu i imaju veoma heterogenu građu po teksturi, strukturi i mineralnom sastavu, pa i po fazama stvaranja. Poseban i gotovo jedinstven fenomen predstavljaju alkalno metazomatske promene bazičnih stena, koji je detaljno proučio S. Divljan (izveštaji a — str. 28 i c — str. 32).

»II — Formacije inovske i crnovrške serije, iako su stvarane u ranijim fazama hercinske orogeneze, metamorfisane su i strukturno stabilizovane za vreme glavnih faza . . .

Prva i druga jedinica čine tzv. hercinsko jezgro Stare Planine, koje je prešlo u stadijum kratona posle glavnih faza hercinske orogeneze.« (Izveštaj b, str. 11).

Slabo metamorfisani sedimenti (metasedimenti) inovske serije su veoma dobro proučeni, i na geološkoj karti 1:10.000 izdvojena su tri pojasa prema litološkom sastavu: peščari i konglomerati, filiti i peščari, i škriljci. »U obodnom delu prema granitskom masivu nalaze se gotovo isključivo konglomerati, koji se ka jugozapadu postupno smenjuju sa peščarima, a ovi dalje sa argilošistima. Smenjivanje konglomenata, peščara i glinaca u prelaznim zonama je veoma brzo, tako da se često radi o bancima i proslojcima od nekoliko santimetara . . . Najdetaljnijim proučavanjem otkrivenih profila, nisu se mogli uočiti karakteristični pravilni ritmovi, koji bi ukazivali na stvarni položaj sedimenata i pored jako izražene ritmičnosti uopšte . . . U prelaznoj peščarskoj zoni se nalaze slojevi grafita sa ostacima biljaka, a u škriljcima se mogu naći, iako znatno ređe, banci krečnjaka. Sve to ukazuje na izraziti molasni karakter ovih sedimenata, koji su mogli postati jedino spiranjem sa kopna (sl. 3). Dok u severozapadnom delu sedimenata preovlađuje granitski materijal, u oblasti Ćuštice u sastav konglomerata ulaze najvećim delom valuci gabroidnih stena. Valuci metagabrodiorita i mikrogabrova zapaženi su u konglomeratima Tumbe iznad sela Inova.« (Izveštaj b, str. 6—7).

»Svi ispitivani primerci valutaka granita u peščaru inovske serije pokazuju sastav pretežno aplitoidnih albitskih granita i znatno ređe srednjezrnih biotitskih granita, koji su pretrpeli intenzivnu albitizaciju sa obrazovanjem neoalbita . . . Izrazito obogaćenje u natriji karakteristično je za granitske valutke kako inovske tako i crnovrške serije.« (Izveštaj c, str. 8—9).

»Grafitične partije se nalaze u vidu dužih proslojaka u prelaznom škriljasto-peščarskom pojasu, moćnosti su od nekoliko cm do 5 m.« (Izveštaj a, str. 18).

»Na osnovu nalaska flore u grafitskim škriljcima, koja za sada nije mogla da bude određena (prema usmenom saopštenju N. Pantića, nisu zapažene karbonske forme) i prema litološkoj građi tvorevina inovske serije, može se vršiti poređenje sa mnogobrojnim nalascima devonske flore u istočnoj Srbiji (N. Pantić, 1960).

U devonskoj periodi (K. Petković i M. Anđelković, 1960) u jednom delu istočne Srbije (unutrašnji deo Karpato-Balkanskog pojasa) egzistovali su prostrani izolovani i plitki baseni i lagune u kojima je deponovan materijal spiran sa kopna . . .

Iz ovoga se vidi da tvorevine inovske serije, koje su lokalizovane samo na ovo područje Stare Planine, mogu da pripadaju jednom od devonskih basena, pogotovu što sadrže proslojke grafita, analogno devonskim ugljevima Zvonačke banje«. (Izveštaj a, str. 19—20).

»Hlorit-epidot-albitski škriljci su normalan član Crnovrške serije. Intimno su vezani — čine postupan prelaz ka filitima-argilošistima«. (Izveštaj a, str. 21).

»Na više mesta, kod Debeštičke reke i Tatrašnice, nalaze se znatne partije krupnozrnih konglomerata sa valucima albitisanog granita. U Crnovrškoj seriji prevlađuju po prvobitnom postanku sitnozrne i pelitske stene, pretežno glinci i laporci, po čemu se ova uglavnom razlikuje od inovske serije, pored nešto većeg stepena metamorfizma«. (Izveštaj b, str. 7).

## Odnosi i starost metamorfnih stena i granita

»U celom nizu više ili manje metamorfisanih sedimenata i magmatskih stena u severozapadnoj Bugarskoj i istočnoj Srbiji, najčešće poznatom pod jednim sveobuhvatnim imenom — dijabaz-filitoidna formacija — starost je veoma proizvoljna, od kambrije do devona ili čak karbona . . . U ovom radu je izvršen pokušaj da se ukaže na mogućnost, da je razlika između inovske i crnovrške serije bila pre svega primarno litološka, zbog različitog karaktera sedimentacije na relativno malom prostranstvu. Nesumnjivo je da te razlike postoje i unutar celog staroplaninskog kristalastog kompleksa. Isto tako može se očekivati da je stepen metamorfizma jedne stratigrafske celine mogao da varira, na pr. od argilošista, do mikašista i gnajseva, u zavisnosti od mnogobrojnih činioca, prvenstveno tektonskih . . . Najzad, pojedini stratigrafski članovi su mogli da imaju veoma ograničeno prostorno razviće, ili da budu u određenim fazama emerzije najvećim delom razoreni . . . Ovde je samo istaknuta sasvim realna mogućnost da su i tvorevine crnovrške serije taložene istovremeno sa inovskom serijom i da su litološke razlike posledica facijalnog razvića na severoistočnom i jugozapadnom obodu (sl. 3) . . . Zbog pojave obimnih masa konglomerata sa valucima granita i gabrova, kao i zbog potpuno izdvojene celine magmatsko-metamorfnog kompleksa granitske gromade Janje, koja se jasno razlikuje od obodnih formacija po otsustvu granitizacionih

manifestacija u njima, morali smo zaključiti da je kompleks u celini stariji od inovske i obodnih delova crnovrške serije, a da su magmatske stene kompleksa mlađe od unutrašnjih visokometamorfnih stena«. (Izveštaj b, str. 8—9).

## Neslaganja u prikazu i interpretaciji podataka

O odnosima na ovom terenu dati su u nekoliko radova prikazi i interpretacije koje osetno ili čak bitno odudaraju od naših, iznesenih u prethodno citiranim izveštajima. Ovde prvo navodimo izvorni rad K a l e n i ć a i A l e k s i ć a (1967) o profilu Inovo — Repušnica (reprodukovanom na sl. 4) sa našim komentarom:

1. Zeleni škriljci (6) prikazani su kako leže ispod konglomerata i peščara (1, 2), a nalaze se i u centralnom delu profila, ispod mermera (7).

Prema našim podacima, zeleni škriljci se ustvari nalaze samo u severnom delu profila (crnovrška serija). Partije ovih škriljaca koje su prikazane u centralnom delu profila, kao i na južnom (kod Inova) ustvari predstavljaju uškriljene partije gabra. Isti je slučaj i sa granitgnajsom (3), koji isto tako ne postoji. Ove magmatske stene su zahvaćene klasičnim klivažom i ponašale su se pri nabiranju kao i kompetentne sedimentne stene. Najzad, konglomerati se južno od Repušničke reke nalaze i duž kontakta sa uzanim pojasom gabroidnih stena i granita Janjskog masiva i leže *ispod* zelenih škriljaca i odgovarajuće partije mermera. Uzgred napominjemo da su mnoge pojave konglomerata otkrivane tek posle pažljivog pretraživanja svih usečenih jaruga, a što je moguće tek kod rada na karti veće razmere, u našem slučaju 1:10.000.

2. Sve stene, sem obodnih peščara i konglomerata (1, 2) prikazane su kao eugeosinklinalne asocijacije stena, od kojih su jedne »a) regionalno metamorfisane do metaofiolitsko-filitoidnog kompleksa facije zelenih škriljaca« i druge »b) progresivno metamorfisane do amfibolsko-gnajsnog kompleksa almandin-amfibolitske facije«. Mermeri su, zatim prikazani kao jedan horizont koji se nalazi u stenama obeju facija, a njihovim litološkim upoređivanjem sa mermerom Bele reke (oko 100 km SZ od naše lokalnosti), gde je nađen kambrijski arheocijatus, kao i upoređivanjem celih metamorfnih serija, svim škriljcima ispod peščara i konglomerata data je rifejsko-kambrijska starost, i čak se kaže da je »prelaz rifeja u donju kambriju postepen«.

Prema našim nalazima ovde se jasno razlikuju dve po starosti sasvim različite generacije mermera odn. kristalastih krečnjaka. Jedni su u inovskoj i crnovrškoj seriji, a drugi unutar serije gnajseva i amfibolita (prikazani su samo na karti 1:10.000). Zato je iluzorno govoriti o mogućnosti korelacije sa kambrijskim mermerima Bele reke.

3. U strukturnom pogledu ovaj profil je prikazan kao antiklinala Gabrovnice, čije jezgro čine kristalasti škriljci, a na bokovima leže metakonglomerati starijeg paleozoika, kojima počinje novi hercinski ciklus sedimentacije.

Po nama, međutim, ovde se ne može govoriti o antiklinali (sl. 3), niti o bilo kakvoj drugoj nabornoj megastrukturi, sem o intenzivno ubranim slojevima, koji su jače ili slabije metamorfisani u bar dva navrata, tako

da je rekonstrukcija primarnih struktura veoma otežana. Jezgro ove hipotetičke antiklinale čini ustvari naš predevonski horst. Najzad, metakonglomerati ne predstavljaju početak novog sedimentacionog ciklusa, već vrlo verovatno kraj postojećeg (znatno ranije započetog) ciklusa, pošto su ovo molase a ne transgresivni konglomerati. Nešto dalje ćemo videti da postoji i nesporazum u pogledu vremena hercinskih zbivanja.

U daljim tekstovima pomenute dvojice autora u više navrata tretira se starost i položaj formacija iz ovog profila, sa svojevrsnim tumačenjima.

Aleksić V., 26. X 1967: »Na oformljeni bajkalski strukturni plan talože se epigeosinklinalni sedimenti koji započinju staropaleozojskim konglomeratima otkrivenim na Staroj planini (M. Kalenić, V. Aleksić, 1967) ... b) Neogejski megaciklus. Započinje pomenutim konglomeratima, čija starost nije definitivno utvrđena, ali se pretpostavlja da su preordovicijske, a postdonjekambrijske starosti (M. Kalenić, V. Aleksić, 1967)«.

Aleksić V., Kalenić M., (12. V 1969) govoreći o metakonglomeratima u predelu Tekije i Sipa, koje je A. Grubić (1962) uvrstio u bazalni deo dijabaz-filitoidne formacije i zaključio da imaju rifejsku starost, kažu da oni »Po svemu sudeći, više odgovaraju gornjem kambriumu-ordovicijumu, odnosno mogu biti ekvivalenti bazalnom delu t.zv. Inovske serije« o čemu je već pisano (M. Kalenić, V. Aleksić, 1967)«.

Ovde se očigledno radi o zbrci pojmova i tumačenja. U izvornom radu, na koji se autori uvek pozivaju, rečeno je da konglomeratima počinje hercinski ciklus sedimentacije. Međutim, u ranije citiranom radu V. Aleksića (26. X 1967) stoji: »Hercinski geosinklinalni ciklus u našim terenima obuhvata vreme sedimentacije počev od Cm2?, eventualno Cm3?, a sigurno od najnižih odeljaka ordovicijuma, preko silura, devona i donjeg karbona, sa jako izraženim pokretima u sudetskoj fazi i sa karbonsko-permskim molasama ($C3+P+T_1^1$)«. Mislimo da ionako ima isuviše zbrke u mnogobrojnim terminima, pa je ne bi trebalo praviti sa osnovnim i davno prihvaćenim pojmovima, kao što su hercinska orogeneza (geosinklinalni ciklus, ciklus sedimentacije i sl.), čiji početak se poklapa sa granicom silur-devon. Prethodno citirana konstatacija V. Aleksića u svakom slučaju nije prihvatljiva, kako to već proizlazi iz citiranih tekstova izveštaja, a o čemu će kasnije još biti reči.

Najzad, u rukopisnom tekstu tumača osnovne geološke karte za list Knajževac (B. Krstić, M. Kalenić i dr., 1971) za sedimente inovske serije se kaže: »Starost im nije paleontološki dokumentovana, ali se mogu uporediti sa sličnim sedimentima koji leže transgresivno preko porečko-belorečkog kristalina na listu Bor (Bela Reka, Miloševa Kula) koji su, po B. Boučeku (1965) verovatno silurske starosti. Jedan deo ovih sedimenata može međutim odgovarati i devonu«. Ovo je najzad veliko približavanje zaključcima koji su zapisani još 1963. g. (Izveštaj b). Drugopotpisani autor tumača nije međutim dao objašnjenje ovako drastičnim pomeranjima starosti inovske serije bez odgovarajuće paleontološke ili izotopske odredbe (gornji kambrijum-ordovicijum, 1969. g., odn. silur-devon, 1971. g.).

## Diskusija podataka iz izveštaja i novije literature

U domenu Stare planine mogu se uočiti dva izrazita diskontinuiteta fundamentalnog značaja, koji su markirani velikim masama konglomerata molasnog karaktera, kao i velikim razlikama u intenzitetu i facijama metamorfizma podinskih i krovinskih formacija.

### a) *Staropaleozojski diskontinuitet*

Ovaj prvi diskontinuitet je obeležen metakonglomeratima i peščarima inovske i crnovrške serije, o čijoj devonskoj starosti je bilo dovoljno reči u tekstovima izveštaja. Priobalni delovi inovske serije u sedimentološkom pogledu jako podsećaju na miocenske slojeve Iverka i doline Jadra u SZ Srbiji (A. Antonović, V. Todorović, 1959), po građi i dimenzijama sedimentacionog prostora, naravno ako se anulira redukcija inovskog prostora ubiranjem. U oba basena priobalne koncentracije biljne materije (lignit odn. grafit-antracit) bili su absorbenti urana, zbog čega su obe lokalnosti detaljno istraživane. Sigurno je da značajne mase ugljenične materije biljnog porekla u inovskoj seriji (ispitivanjima S. Hadžipopović utvrđeno je da se ovde radi, bar najvećim delom, o antracitu) ne mogu biti starije od devona. Zapadno od Stare planine nađeni su mnogobrojni izdanci sedimenata devona (Krstić B., i dr. 1971) isto kao i u drugim delovima istočne Srbije. Metasedimenti inovske i crnovrške serije, koji leže preko metamorfita i granita Janje (predevonski horst), pripadaju jednom velikom sedimentacionom ciklusu, koji je započet najkasnije početkom silura, a vrlo verovatno i u ordovicijumu. »Transgresivan položaj ordovicijskih naslaga marinskog tipa, preko pomenutih jako metamorfisanih i vecma ubranih tvorevina podloge, uz oštru diskordanciju, nesumnjivo označavaju granicu između preordovicijskih i staropaleozojskih (ordovicijskih, gotlandijskih i devonskih) tvorevina« — Petković K., Pantić N., 1963). Između najdonjeg ordovicijskog i donjodevonskog mora postoji gotovo neprekidan kontinuitet (Krstić B., Kalenić M., 1967). Ordovicijska transgresija zahvatila je veliki deo Evrope. Ordovicijski argiliti i peščari Kučajskih planina sadrže proslojke šamozitsko-sideritske rude gvožđa (ibidem) isto kao i ordovicijski identični sedimenti Stogova u zapadnoj Makedoniji (A. Antonović, R. Popović, S. Stojanović-Kuzenko, 1966). Oba profila pripadaju slojevima arenig-landeila. Isto tako je verovatno da je ovo more postojalo i u siluru odn. donjem devonu, tako da je ingresija trajala najmanje 100 miliona godina. Međutim, izgleda da je istočni deo istočne Srbije za sve vreme bio kopno, kao što je to slučaj sa Starom planinom. Ustvari, devonske molase (inovska serija) predstavljaju završnu fazu sedimentacije ordovicijsko-devonskog ciklusa, ili bolje reći — prelaz iz stadijuma geosinklinale u stadijum platforme. Po A. Bogdanovu (1968) granica silur-devon (395 miliona godina) predstavlja veliki diskontinuitet u zapadnom delu evrazijskog kontinenta, kada počinje, stvaranjem molasa kao platformnog pokrivača, variscijski (hercinski) orogeni ciklus. Na Staroj planini je možda nešto kasnije (srednji devon?) došlo do izdizanja horsta u domenu metamorfita i granita između Inova i Janje, istovremeno

sa deponovanjem sedimenata inovske i crnovrške serije. Mada se ne može govoriti o ovom horstu kao predevonskom sensu stricto, sigurno je da se radi o tvorevinama i procesima (sedimentacija, metamorfizam, magmatizam) prehercinskog strukturnog kata. Kako postoji jasna razlika u facijama i stepenu metamorfizma između predevonskog i hercinskog strukturnog kata, verovatno je da postoji znatan vremenski raspon, o čijoj dužini može samo da se nagađa na osnovu analogija. Određivanje apsolutne starosti granita Janje nije rešilo problem, pošto dobijeni iznos od 240 miliona godina (Deleon G., 1969) očigledno pokazuje vreme znatno kasnijih procesa regeneracije granita, (kada je možda izvršena i albitizacija granitskih valutaka inovske i crnovrške serije). Vrlo je verovatno da je ovaj kompleks metamorfita i magmatskih stena preordovicijski, što je sve što se o tome može reći sa bilo kakvim stepenom pouzdanosti.

### b) *Permski diskontinuitet*

Drugi važan diskontinuitet obuhvata širi raspon, od srednjeg devona do permotrijasa. Pošto je o ovom rasponu iscrpno pisano (Antonović, 1958, Petković K., Anđelković M., 1960, Petković K., Pantić N., 1963) ovde ćemo ukratko rezimirati procese i odnose. Preko jako ubranih metasedimenata inovske serije leže (kod Tovarnice) nemetamorfisani ali znatno poremećeni ugljonosni peščari vestfalskog (B i C) kata, sa interstratifikovanim vulkanitima (andezit, tuf), što odgovara našem kasnohercinskom potkatu. Po svoj prilici radi se o kontinentalnim izolovanim basenima malih razmera (SZ od Stare planine stvaraju se permokarbonski slični baseni). Preko ovih formacija leže velike mase slabo poremećenih, blago nagnutih crvenih peščara i konglomerata, sa buntzandštajnskom florom u gornjem delu, gde postupno prelaze u trijaske marinske sedimente. Glavnu podlogu čine srednjedevonski sedimenti inovske serije ubrani i slabije metamorfisani najverovatnije u sudetskoj fazi ubiranja. Ostaje još uvek otvoreno pitanje jednog velikog hijatusa (oko 70 miliona godina) između srednjeg devona i srednjeg vestfala. Ustvari ovde se nastavlja kontinentalni-platformni režim sedimentacije sve do najdonjeg trijasa, ali sa većim ili manjim prekidima: srednji (?) devon — 370 do 360 mil. g., vestfal B, C — 300 do 290 mil. g., stefan-perm (spoljašnja zona), — 285 do 260? mil. g., permotrijas oko 230 mil. g., da bi već oko 225 mil. g. ponovo započeo marinski režim sedimentacije. Ovaj raspon dakle iznosi najmanje 140 miliona godina. Zatim, od sudetske faze ubiranja, pre 320 miliona godina, Stara planina je neprekidno u pravom smislu reči kruta masa, koja se sa većim ili manjim prekidima, a naročito od permotrijasa, gotovo neprekidno spušta tokom gotovo celog mezozoika. Ustvari velike mase permotrijaskih crvenih konglomerata i peščara, za razliku od konglomerata i peščara inovske serije, nemaju karakter molasa, već predstavljaju početak mezozojskog sedimentacionog ciklusa i pitanje je koliko tu ima stvarno sedimenata permske starosti. Zato bi umesto ranije prihvaćenog hercinsko-alpijskog strukturnog kata ove tvorevine smatrali produktima ranoalpijskog strukturnog kata.

## Starost nekih magmatskih stena

Osim granita Janje, o kome je bilo reči ranije, navodimo podatke o nekim drugim lokalnostima Stare planine. Apsolutne starosti granita (prve tri lokalnosti) uzeli smo iz rada G. D e l e o n a (1969).

1. Granitporfir Aldinca,desetak km severno od oboda naše karte (sl. 1) — 287 miliona godina (cirkon, metoda Pb/U), što odgovara stefanskom katu gornjeg karbona.

2. Granit Ravnog Bučja — 282 miliona godina (biotit, metoda Sr/Rb, odredio Z. Č e r v e n j a k), što odgovara granici karbon-perm. Ovaj granit probija metasedimente i hloritsko sericitske škriljce crnovrške serije.

3. Granit Karibanje u krajnjem JI delu Stare planine (na našoj teritoriji) — 300 miliona godina (biotit, metoda Sr/Rb, odredio Z. Č e r v e n j a k), što odgovara gornjem vestfalu.

4. Porfiriti (andeziti) interstratifikovani u vestfalskim sedimentima Tovarnice, što odgovara apsolutnoj starosti od oko 300 miliona godina.

Kod svih lokalnosti se očigledno radi o postkinematskim hercinskim magmatskim stenama, u prvom redu granitima. Svi granitoidi se nalaze u Crnovrškoj seriji što je svakako i uzrok višeg stepena metamorfizma nego sedimenata inovske serije.

## Strukturni sklop

Na terenu su izraženi složeni megastrukturni oblici, pošto se očigledno radi o preoblikovanom terenu (ubiranje u kaledonskom i hercinskom ciklusu). Posebno je interesantna građa predevonskog horsta granitske gromade Janje (prehercinski strukturni kat). Sve nekadašnje sedimentne stene su intenzivno ubrane i uškriljene, metamorfisane do almandin-amfibolitske facije (S. D i v l j a n, izveštaj c), tako da se uopšte ne može govoriti o karakteru nabinnih struktura. Za granit Janje karakteristično je povijanje od ekvatorijalnog pravca pružanja u centralnom delu, ka submeridionalnom pravcu (SSZ 330°) na oba kraja, u obliku sprega, kao da se radi o grandioznom razmicanju (horizontalno kretanje). Sam oblik ukazuje na primarno konkordantan masiv. Deformacije velikog intenziteta, koje su na severnom završetku dovele sve jedinice, uključivši i granit do redukcije na trake širine par desetina metara (sl. 2), vršene su svakako na stenama koje su bile u plastičnom stanju. Ekvatorijalan pravac pružanja imaju i znatno mlađa granitska masa Ravnog Bučja kao i neki drugi magmatski masivi na prostoru Stare planine u Bugarskoj. To je svakako najstarija dubinska megastruktura razlomnog tipa.

Izduženi sedimentacioni baseni duž submenidionalnog pravca stvarani su počev od gornjeg karbona do mlađeg tercijara, uz aktiviranje i reaktiviranje dubinskih razloma, praćenih slabijim vulkanizmom, uslovljavajući zonalnu građu predela zapadno od Stare planine.

Posebno je interesantan veoma uzan rov na zapadnom obodu granitske gromade Janje, širok od nekoliko desetina do nekoliko stotina metara, koji se proteže od Inova do »ušća« u knjaževački tercijarni basen na dužini od oko 16 km. Rov je ispunjen grubozrnim konglomeratima sa blokovima i od nekoliko kubnih metara, sastavljenim od svih stena iz janjskog

kompleksa, a najviše od permotrijaskih crvenih peščara. Na nekim dublje usečenim mestima nađeni su tufiti i gline sa lignitom. Od fosila nađeni su fragmenti planorbisa, zatim pretaložene orbitoline i zubi od riba (Izveštaj a, 1962). Ovi sedimenti svakako nisu stariji od sličnih srednjemiocenskih sedimenata knjaževačkog basena. Moguće je da su konglomerati, kojih ima i u samom basenu, nešto mlađi i da ovaj rov predstavlja i korito starog (miopliocenskog) Timoka. Rov je svakako bio širi, ali je redukovan kasnijim pokretima osetnog intenziteta. Sada su ovi sedimenti strmo navučeni preko jako polomljenih urgonskih krečnjaka, a preko njih u isto takvom položaju leže amfibolski gnajsevi (sl. 2). Inače, ova regionalna dislokacija predstavlja produžetak poznate »vidličke kraljušti« Mil. Protića, sa vergencom ka istoku. Međutim, sadašnja vergenca na našem sektoru je obratna i o tome svakako treba voditi računa. Ovakvo raznovrsno i dugotrajno obnavljanje procesa duž istih pravaca je svakako uzrok ne malih neslaganja u geotektonskom rejoniranju između naših i bugarskih geologa, i ne samo između njih.

Najzad, treba pomenuti i najmlađa izdizanja severnog krila Janjske mase duž sadašnjeg gornjeg toka Timoka između Balta Berilovca i Inova. Kod ovog zadnjeg sela se samo na levoj obali Timoka jasno uočavaju terase na 390 m, 470 m, (najbolje izražena) i 520 m, dok je desna obala izražena u vidu strmog odseka sa gornjom kotom 150—200 m iznad nivoa reke (Izveštaj a, sl. 1).

## LITERATURA


1. Aleksić V., 26. X 1967: Osnovni principi rejonizacije rudnih ležišta alpske ensijalične geosinklinalne oblasti istočne i srednje Srbije. Zapisnici SGD, 1969.
2. Aleksić V., Kalenić M., 26. X 1967: Prethodni rezultati ispitivanja staropaleozojskih metakonglomerata antiklinalne strukture Gabrovnice (Stara planina) i njihov značaj za evoluciju kambrijskog magmatizma. Zapisnici SGD, 1969.
3. Aleksić V., Kalenić M., 12. V 1969: Osnove za utvrđivanje tektonske evolucije severnog stabla alpske geosinklinalne oblasti istočne i središne Srbije. Zapisnici SGD, 1971.
4. Aleksić V., Pantić N., Kalenić M., 1971: Razmatranje nekih tektonskih procesa u Srbiji u vezi sa tektonikom ploča ili novom globalnom tektonikom. Glas Prir. muz. srp. zem., ser. A, knj. 26.
5. Anđelković M., Grubić A., Sikošek B., 1967: Structural-facial zones of the East Serbian part of the Carpatho-Balkan arch. Geol. surv. of E. Serb. part. Carp. Balk. geol. assoc. VIII Congr. Belgrade.
6. Antonović A., 1958: Neka pitanja odnosa permskih i karbonskih tvorevina u građi Stare planine. Ves. Geol. zav. Beograd, knj. XV.
7. Antonović A., Todorović V., 1961: Geologija i uranonosne pojave planine Iverak. Radovi Inst. za istr. nukl. sir. sv. 1.
8. Antonović A., Popović R., Stojanović-Kuzenko S., 1966: Ordovicijumska trilobitska fauna na Stogovu. VI Savet. geol. Jug. deo I, Ohrid.
9. Bogdanov A. A., 1968: The tectonic history of the U.S.S.R. and adjecent countries. XXIII Int. congr. vo. 3, Prague.
10. Deleon G., 1969: Pregled rezultata određivanja apsolutne geološke starosti granitoidnih stena u Jugoslaviji. Radovi Inst. za geol. istr. nukl. sir. sv. 6.
11. Janković S., 1965: Metallogenetic epochs and ore districts of Eastern Serbia. Carp. Balk. geol. assoc. VII Congr. part III, Sofia.

12. Kalenić M., 25. I 1966: Prvi nalazak donje kambrije u Istočnoj Srbiji — južni Karpati. Zapisnici SGD, 1969.
13. Kalenić M., Aleksić V., 1967: Predvariteljnie rezultati isledovanij razrezov Inovo—Repušnica (Stara Planina), Jugoslavija. Geol. inst. BAN. Jubilen geol. sb., Sofija, 1968.
14. Krstić B., Kalenić M., 1967: Older Paleozoic. Geol. surv. of E. Serbia. Carp. Balk. geol. assoc. VIII congr. Belgrade.
15. Krstić B., Kalenić M., Divljan M., Maslarević Lj., Đorđević M., Dolić D., Antonijević I., 1971: Osnovna geološka karta SFRJ, list Knjaževac. Fond struč. dok. SGZ, Beograd.
16. Pantić N., 1960: Devonska flora istočne Srbije. Geol. an. Balk. pol. knj. XXVII.
17. Petković K., Anđelković M., 1960: Evolucija Karpato-Balkana istočne Srbije. Geol. an. Balk. pol., knj. XXVII.
18. Petković K., Pantić N., 1963: O prealpijskim orogenim pokretima u istočnoj Srbiji sa naročitim obzirom na mladovariscijsko ubiranje. Glas SANU, CCLIII, O.P.M.N., knj. 23.
19. Sikošek B., Ristić M., Divljan S., Antonović A., 1961: Geologičesko-tektoničeskoje sootnošenija, magmatizm i metalogenija Staroj Planini. Karp. Balk. geol. asoc., V s'ezd, IV sekcija, Bucuresti, 1963.

## Summary

ANTONIJE ANTONOVIĆ[1]

# GEOLOGY OF ONE PART OF STARA PLANINA MOUNTAIN (JANJA, BALTA BERILOVAC, INOVO)

Geological feature presented in this paper has been summarized from geological map of this area in 1:10.000 scale, created during 1961 and 1962. The area is particularly interesting as a key locality, where the relations of many specific geological formations have been expressed. Here, several structural stages and morphological units have been distinguished as well (Fig. 3).

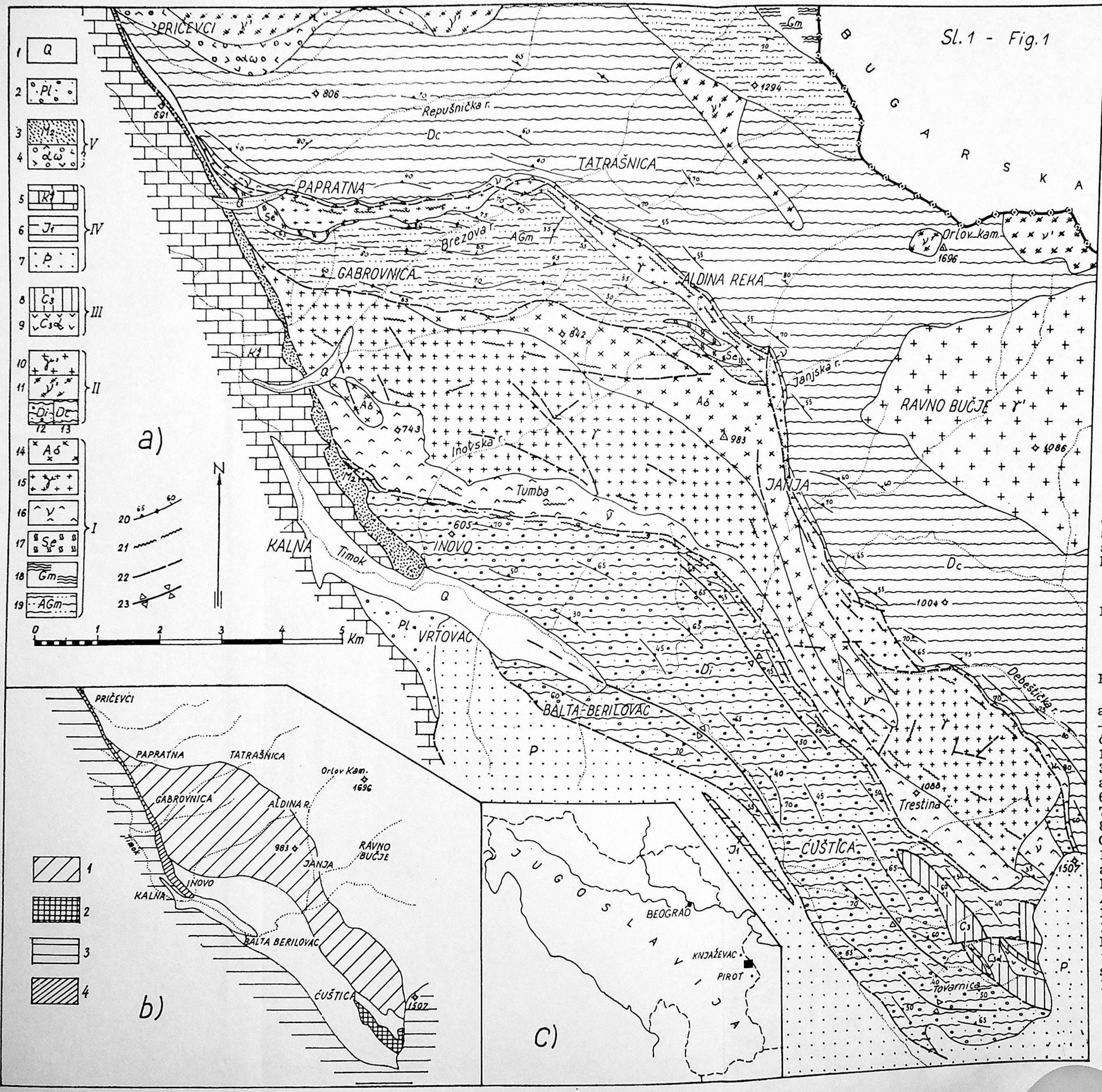
Prehercynian structural stage includes micaceous and amphibole gneisses intruded by a sequence of magmatic bodies, ranging from gabbro to granite, with phenomena of strong metasomatic interactions. The complex of all these metamorphic and igneous rocks, known as Janja granite mass, was uplifted as a horst before or during the deposition of sediments both of Inovo and Crni Vrh series. These sediments are composed mostly of conglomerate and sandstone forming molasse (Fig. 3). They are highly folded and slightly metamorphosed (metagreywacke and greenschist facies). They form, together with intruded granite of Ravno Bučje, Hercynian structural stage. Many thin interbeds of anthracite with prints of plants are interstratified with the sandstone of Inovo series. These strata are overlain by Upper Carboniferous (Westphalian B and C) sediments of the Late Hercynian substage. By this reason the deposits of both Inovo

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

and Crni Vrh series are considered to be Devonian in age. They coincide with final sedimentation episode on the margin of large Ordovician-Silurian marine basin. Large masses of Permian-Triassic red sandstones and conglomerates, gradually passing into Triasic limestones, fill up the great Mesozoic depression.

The Janja granite mass, being originaly a concordant intrusive body, was highly deformed by shearing stress along the tangentional dislocations of NW—SE direcotin, originated during Carboniferous, active also during Mesozoic and Tertiary. The western marginal deep high-angle fault, which separates the Cretaceous limestone from metamorphic complex, represents one of the major structural features in Eastern Serbia, known as Vidlič thrust fault. Along this fault a graben filled by Miocene conglomerate and tuff has been formed. These sediments were later strongly compressed together with metamorphic rocks and granite (Fig. 2).

Sl. 1 - Fig. 1




Sl. 1 — Strukturni sklop granitske gromade Janje i njenih oboda.

a) Geološka karta (redukovana geološka karta razmere 1 : 10.000 — Antonović A., Divljan S., Mančić T., Milačić M., Milićević M., Munižaba B., Obrenović M., Rončević G.).

1. Aluvium. 2. Poluvezan pesak i glina (pliocen). 3. Konglomerat, tuf (srednji miocen). 4. Andezitski aglomerat. 5. Masivni krečnjak (barem—apt). 6. Sivi peščar i konglomerat (donja jura). 7. Crveni peščar i konglomerat (permotrijas). 8. Tamnosivi peščar i konglomerat (gornji karbon). 9. Porfirit (gornji karbon). 10. Granit Ravnog Bučja. 11. Gabro. 12. Filit. arkozni peščar, konglomerat (inovska serija). 13. Filit, zeleni škriljac, konglomerat (crnovska serija). 14. Alkalno metasomatski izmenjene stene. 15. Granit Janje. 16. Gabroidne stene. 17. Serpentinit. 18. Biotitski gnajs. 19. Amfibolski gnajs, amfibolit. 20. Folijacija. 21. Delimično uškriljavanje masivnih stena. 22. Rased. 23. Ose nabora. I. Prehercinski strukturni kat. II. Hercinski strukturni kat. III. Kasno hercinski potkat. IV. Hercinsko-alpijski strukturni kat. V. Kasno alpijski potkat.

b) Karta strukturnih jedinica.

1. Predevonski horst. 2. Permokarbonski rov. 3. Mezozojska depresija. 4. Miocenski rov.

c) Karta položaja.

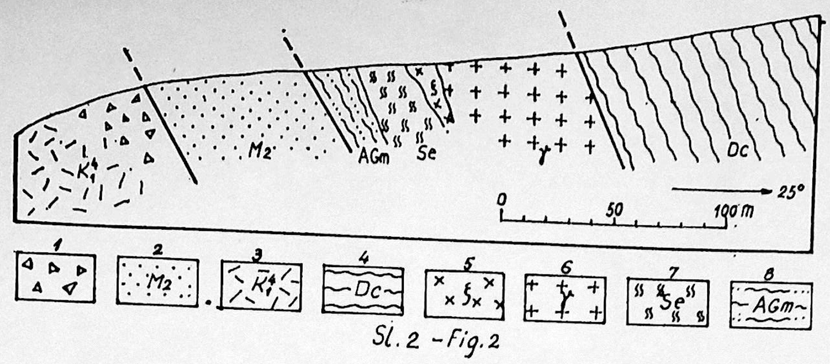
Fig. 1 — Structural feature of the Janja granite mass and marginal terrains.

a) Geologic map (reduced geologic map of 1 : 10.000 scale — Antonović A., Divljan S., Mančić T., Milačić M., Milićević M., Munižaba B., Obrenović M., Rončević G.). 1. Alluvium. 2. Poorly lithified sand, and clay (Pliocene). 3. Conglomerate, tuff (Middle Miocene). 4. Andesitic agglomerate. 5. Massive limestone (Baremian-Aptian). 6. Grey sandstone and conglomerate (Lower Jurassic). 7. Red sandstone and conglomerate (Permian-Triassic). 8. Dark-grey sandstone and conglomerate (Upper Carboniferous). 9. Porphyrite (Upper Carboniferous). 10. Granite of Ravno Bučje. 11. Gabbro. 12. Phyllite, arcose sandstone, conglomerate (Inovo series). 13. Phyllite, green schist, conglomerate (Crni Vrh series). 14. Alkali-metasomaticaly altered rocks. 15. Janja granite. 16. Gabbroic rocks. 17. Serpentinite. 18. Biotite gneiss. 19. Amphibole gneiss, amphibolite. 20. Foliation. 21. Partial schistosity of massive rocks. 22. Fault. 23. Axes of folds. I. Prehercynian structural stage. II. Hercynian structural stage. III. Late Hercynian substage. IV. Hercynian — Alpine structural stage. V. Late Alpine substage.

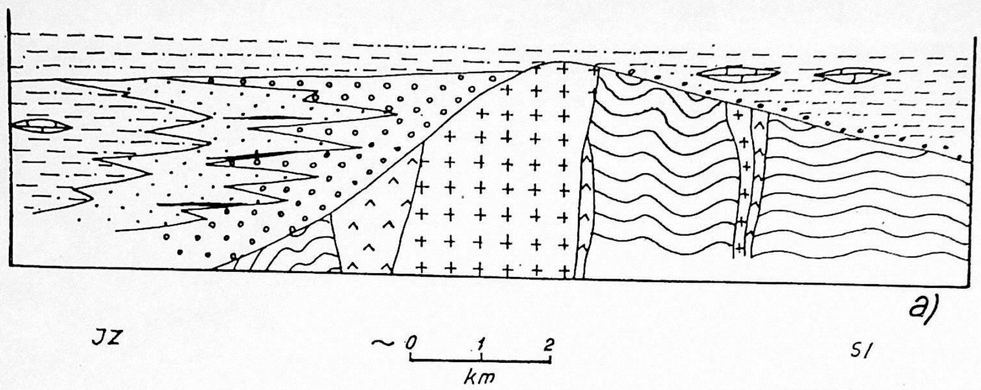
b) Generalized map of structural units.

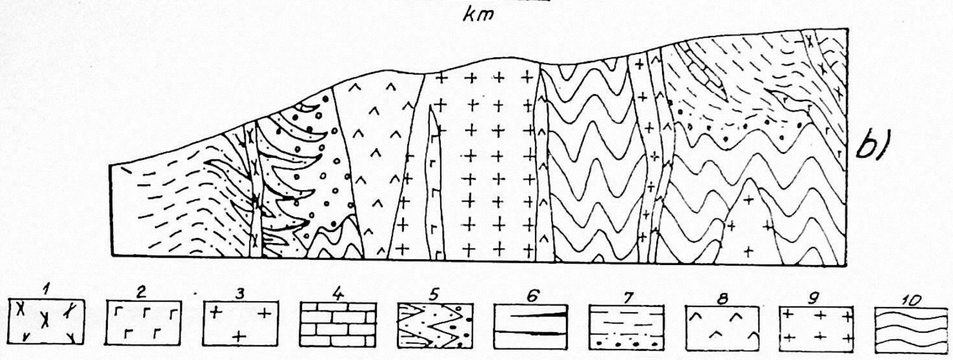
1. Predevonian horst. 2. Permian-Carboniferous graben. 3. Mesozoic depression. 4. Miocene graben.

c) Location map.

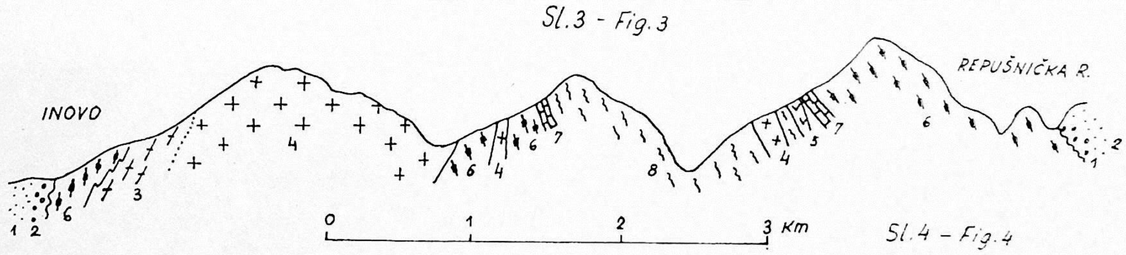



Sl. 2 - Fig. 2




Sl. 3 - Fig. 3




Sl. 4 - Fig. 4

Sl. 2 — Detaljni profil severozapadnog završetka granitske gromade Janje (Umin Do kod s. Papratne).

1. Tektonska breča. 2. Konglomerat i gliniziran tuf (srednji miocen). 3. Masivni krečnjak (barem—apt). 4. Filit (crnovrška serija). 5. Sijenit 6. Granit Janje. 7. Serpentinit. 8. Liskunski i amfibolski gnajs.

Fig. 2 — Detailed section of northwestern terminal part of Janja granite mass (Umin Do near Papratna village).

1. Tectonical breccia. 2. Conglomerate and clayey tuff (Middle Miocene). 3. Massive limestone (Baremian—Aptian). 4. Phyllite (Crni Vrh series). 5. Syenite. 6. Janja granite. 7. Serpentinite. 8. Micaceous and amphibole gneiss.

Sl. 3a — Šematski profil predevonskog paleoreljefa i facijalnog razvića devonskih sedimenata.

Sl. 3b — Šematski profil područja granitske gromade Janje pre taloženja gornjekarbonskih sedimenata.

Legenda: 1. Kvarcporfir. 2. Dijabaz. 3. Hercinski (Ravnobučanski) granit. 4. Krečnjaci-mermeri inovske i crnovrške serije. 5. Sedimenti Inovske serije. 6. Proslojci biljne materije (antracit). 7. Sedimenti crnovrške serije. 8. Gabroidne stene. 9. Granit Janje. 10. Gnajs.

Fig. 3a — Generalized section of Predevonian paleorelief and facial development of devonian sediments.

Fig. 3b — Generalized section of Janja granite area before the deposition of Upper Carboniferous sediments.

Legend: 1. Quartzporphyre. 2. Diabase. 3. Hercynian granite (Ravno Bučje). 4. Limestones — marbles of Inovo and Crni Vrh series. 5. Sediments of Inovo series. 6. Interbeds of plant material (anthracite). 7. Sediments of Crni Vrh series. 8. Gabbroic rocks. 9. Janja granite. 10. Gneiss.

Sl. 4 — Profil Inovo—Repušnica (po M. Kaleniću i V. Aleksiću, 1967).

1, 2. Konglomerat i peščar. 3. Granitognajs. 4. Granit. 5. Gabro. 6. Zeleni škriljci. 7. Mermeri. 8. Gnajsevi.

Fig. 4 — The Inovo—Repušnica section (M. Kalenić — V. Aleksić, 1967).

1, 2. Conglomerate and sandstone. 3. Granite-gneiss. 4. Granite. 5. Gabbro. 6. Green schists. 7. Marbles. 8. Gneisses.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

MIRKO PROTIĆ[1]
DRAGOSLAV NAUMOVIĆ[2]

UDK: 551.78:552.51 (497.11)

# TERCIJARNI CRVENI PEŠČARI ZAPLANJA

(sa 2 slike)

Crveni sedimenti basena Zaplanje, u blizini Niša, uglavnom peščari i manje konglomerati (otuda naziv crveni peščari), vezani su za jedan pojas širine do 3 km i dužine oko 25 km. Ovi sedimenti smatrani su do sada kao permski, međutim nova istraživanja autora ukazuju na njihovu pripadnost tercijaru. Povlatu crvenim peščarima čine sivi i žuti peščari nesumnjivo tercijarne starosti, dok su u bazi kristalasti škriljci.

I pored sličnosti u pogledu boje, crveni peščari Zaplanja jasno se razlikuju od permskih crvenih peščara susedne oblasti Suve planine, na osnovu niza obeležja. U petrološkom pogledu ove razlike su vidne ako se uzme u obzir modalni sastav, kao i prisustvo fragmenata jurskih oolitnih krečnjaka u crvenim peščarima Zaplanja, a zatim u dominantnom prisustvu kalcijum-karbonatne cementne materije u ovim poslednjim.

Na osnovu obrade elektronskim računskim putem podataka radiometrijskih analiza crvenih peščara Zaplanja, Suve planine i ostalih oblasti, i izvučenih krivih najboljeg slaganja, crveni peščari se jasno odvajaju od permskih peščara susedne i drugih oblasti sa kojima su ranije izjednačavani u pogledu starosti.

Sporadična pojava sivobeličastih peščara nosioca radioaktivnosti u seriji crvenih peščara Zaplanja specifično je obeležje ove serije i može se povezati sa pojavom sličnih tvorevina u Barbeškom basenu.

## ISTORIJAT PRETHODNIH ISPITIVANJA I GEOLOŠKI PRIKAZ

Prema ranijim proučavanjima crveni peščari basena Zaplanja kod Niša smatrani su permskim i kao takvi u stratigrafskom pogledu izjednačavani sa široko rasprostranjenim permskim crvenim peščarima obližnjih terena Suve planine (Prosek — Kunovica — Bancarevo — Vetanska reka — Kosmovac).

Partija crvenih peščara (i konglomerata) Zaplanja proteže se u vidu jednog pojasa širine do 3 km neposredno uz kristalin Babičke gore, od Ličja preko D. Dušnika i Krastavča do Draškove kutine (Taskovići). Prema J. Žujoviću (1893), K. Petkoviću (1930) i M. Čičulić (1961) ova partija crvenih peščara i konglomerata pripada permu. Kao

---

[1] Rudarsko-geološko-metalurški fakultet, Beograd — Bor, fakultet u Beogradu.

takva ona je smatrana i pri svim dosadašnjim istraživanjima od strane Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nukleamnih i drugih mineralnih sirovina.

Prihvatanjem ovakvog stratigrafskog položaja kako crvenih peščara i konglomerata tako i brojnih radioaktivnih anomalija u njima, isticana je i perspektivnost permskih crvenih peščara uopšte za iznalaženje uranske mineralizacije.

Pregledajući pristupačne izdanke crvenih peščara obodom kristalina Babičke gore u 1971. godini, proučavajući karakteristična obeležja ovih sedimenata i upoređujući ih sa obeležjima permskih sedimenata susednih oblasti, promatrajući njihov položaj na terenu, a posebno na osnovu rezultata laboratorijskog ispitivanja sakupljenog materijala, autori ovog rada su zaključili da partiju crvenih peščara i konglomerata obodom kristalina Babičke gore treba priključiti tercijaru a ne permu.

Za ranije istraživače ovog basena (Zaplanje), koji su prihvatali pripadnost crvenih peščara permu, postavljalo se samo pitanje gde postaviti granicu između nefosilonosnih crvenih peščara i pretežno žutih i sivih peščara nesumnjivo tercijarne starosti koji leže preko njih. Ovo prvenstveno stoga jer, kako navodi M. Čičulić (1961) za nekoliko profila, »nigde nije zapažena diskordancija između donjih crvenih peščara permske starosti i gornjih, tercijarne starosti«. A zatim dalje da se »ima utisak postupnog litološkog prelaza iz jednih u druge, pri čemu se padovi slojeva i jedne i druge serije potpuno podudaraju«.

Na postojanje dveju partija peščara u Zaplanjskom basenu ukazao je ranije K. Petković (1937), izdvajajući peščare intenzivno crvene boje sitnog zrna od peščara beložute i sive boje, krupnijeg zrna, sa dosta liskuna, trošnije građe i grublje strukture; u oba slučaja javljaju se i banci konglomerata. »Obično prva facija odgovara donjim delovima ove serije, a druga gornjim«, kaže dalje isti autor.

U jednom izveštaju, M. Protić, M. Veselinović-Čičulić, B. Maksimović i Ž. Đorđević, od 1952. godine su »istakli da crveni peščari na obodu Bogate glave i kod Ličja nisu permski, već da pripadaju tercijaru, pošto čine sastavni deo sigurno dokumentovanih tercijarnih tvorevina« (cit. po M. Čičulić, 1961).

Prema tome, ono što je ranije bilo poznato to je da je razlikovana partija crvenih peščara od partije beložutih i sivih peščara, samo što im je davana različita starost, pri čemu su se mišljenja razlikovala gde treba postaviti granicu.

U pogledu litološkog sastava, naročito permskih tvorevina, kaže se (M. Čičulić, 1961) da su »u donjim delovima zastupljeni konglomerati i breče intenzivno crvene boje, zatim dolaze jako crveni čvrsti kvarcni peščari i, najzad, sivi i žuti kvarcni peščari sa partijama ljubičastih, pla-vičastih i crvenkastih mekših glinovitih peščara. Upravo na onim mestima, gde počinju poslednje opisani slojevi, ulazimo već u terene koji su na geološkoj karti a i prema ranijim poznavanjima označeni kao tercijar.«

Partija crvenih peščara uz obod kristalina Babičke gore može se lepo promatrati na više mesta, naročito u potocima kod Ličja, G. i D. Dragovlja, zatim kod Krastavča i drugde. U našem daljem izlaganju zadržaćemo se najpre na obeležjima ovih tvorevina kod pomenutih mesta.

U litološkom pogledu ovu partiju pretežno sačinjavaju srednjo- i krupnozrni peščari, crvenkaste boje, sa prelazima u alverolitični, odnosno, u drugom slučaju, u konglomeratični peščar. Podređeno u odnosu na peščar, javljaju se konglomerati do nekoliko metara debljine, koji se sočivasto isklinjavaju. U podređenom odnosu prema crvenom peščaru javljaju se u njemu i banci sivobeličastih srednjo- do krupnozrnog peščara; debljine do nekoliko metara, značajnih kao nosioci radioaktivnih anomalija.

Partije peščara su više ili manje poremećene.

## PETROLOGIJA

Partija crvenih sedimenata u Zaplanju predstavljena je peščarima i konglomeratima. Međutim, pored toga ima i samostalnih partija krupnozrnih konglomerata.

*Konglomerati,* podređeni u pogledu zastupljenosti u odnosu na peščare sa kojima se zajedno javljaju, izgrađeni su od uglastih do slabo zaobljenih valutaka kvarca, kvarcita i liskunskih škriljaca. Odnos kvarca prema škriljcima 80:20 do 50:50.

Veličina fragmenata konglomerata varira od 1—2 do oko 10 cm u prečniku. Sortiranost je slaba.

Fragmenti kvarca, kvarcita i liskunskih škriljaca su nekad obrubljeni oksidom i hidroksidom Fe, koji inače zajedno sa glinovito-peskovitim česticama čine malo zastupljeno vezivo konglomeratima.

*Crvenkasti peščari,* kao najviše zastupljen član ove partije, raznovrsni su u pogledu granulometrijskog sastava. To su uglavnom krupno- i srednjozrni peščari. Mestimično se u ovim peščarima zapažaju pojave obezbojavanja u vidu pega do nekoliko santimetara u prečniku.

Glavni sastojci peščara su kvarc, feldspat i liskun, zatim odlomci stena (kvarcit), dok se kao sporedni sastojci u njima javljaju: apatit, turmalin, cirkon, magnetit, limonit, epidot.

Vezivo peščara, podređeno u odnosu na napred pomenute klastične sastojke, predstavljeno je Fe-glinovitom i kalcijum-karbonatnom materijom. Odnos njihove zastupljenosti varira u širokim granicama tako da su na jednom kraju peščari sa Fe-glinovitim cementom ili bolje reći matriksom, a na drugom kraju peščari sa velikim preovlađivanjem kalcijum-karbonatne materije kao cementa. Po tipu cement je kontaktni ili u porama. U peščaru D. Dragovlja zapažena je u jednom primerku pojava limonitisanog siderita u cementu.

Kvarc je dominantan sastojak sivih peščara. Zrna su mu pretežno subuglasta do uglasto-zaobljena; ređa zrna kvarcita su nekad zaobljena. Kvarc često pokazuje talasasto pomračenje. Nekad sadrži inkluzije metaličnog minerala. Fe — materijal iz veziva u nekim slučajevima ispunjava pukotine u kvarcu.

Feldspat je predstavljen mikroklinom i plagioklasom. Mikroklin je svež, pokazuje karakterističnо rešetkasto bližnjenje. Plagioklas je svež ili pretvoren više ili manje u kalcit, glinovitu ili silicijsku materiju.

Liskun je zastupljen muskovitom u svim ispitivanim primercima, dok je biotit ređi sastojak. Biotit je nekad promenjen i to bilo u mrku Fe-

-materiju (najpre obodom crna) ili u hlorit. U nekim slučajevima hlorit se javlja i kao samostalan sastojak stene. Usled tektonskog uticaja liske krupnijih liskuna su često povijene.

*Sivobeličasti peščari* imaju glavne sastojke isto kao i crvenkasti i rumenkasti peščari. To su: subuglasta zrna kvarca, ređe zaobljena zrna kvarcita i liskunskih škriljaca, zrna krečnjaka (ne uvek), zatim mikroklina, plagioklasa (pretežno svežeg), muskovita, oksidisanog biotita.

Razlika je međutim jasna u pogledu prirode cementne materije. To je ovde kalcijum-karbonatna i delimično glinovita materija, dok Fe-limonitske materije nema. Cement je obično pornog tipa, ali se neka zrna tesno dodiruju čineći kontaktni cement, kada su zrna obično obrubljena tankom crvenkastom materijom.

Sivobeličasti peščar D. Dragovlja sadržavao je, pored gore pomenutih sastojaka i oolitna zrna, veličine oko 1 mm, nekad koncentrične građe, izgrađena od limonitsko-karbonatne materije.

Takođe kod D. Dragovlja, u potoku iznad samog sela, naišli smo na jedan banak debljine pedesetak santimetara u tamnocrvenkastom peščaru, bogat fragmentima sa oolitima veličine do nekoliko milimetara.

Petrografski preparat ovih fragmenata jasno ukazuje da se radi o oolitskom krečnjaku. Pravilni ooliti su obično koncentrične građe i nekad sadrže u jezgru zrno kalcita ili kvarca. U njima se jasno zapaža i prisustvo dispergovane Fe-limonitske materije. Matičnu stenu ovim fragmentima oolitskog krečnjaka treba tražiti u obližnjem terenu, u čiji sastav ulaze i jurski krečnjaci.

U konglomeratičnom peščaru Ličja konstatovani su pored kvarca, kvarcita, rožnaca i odlomci promenjene bazične vulkanske stene, povezani krupnije iskristalisalom kalcijum-karbonatnom materijom.

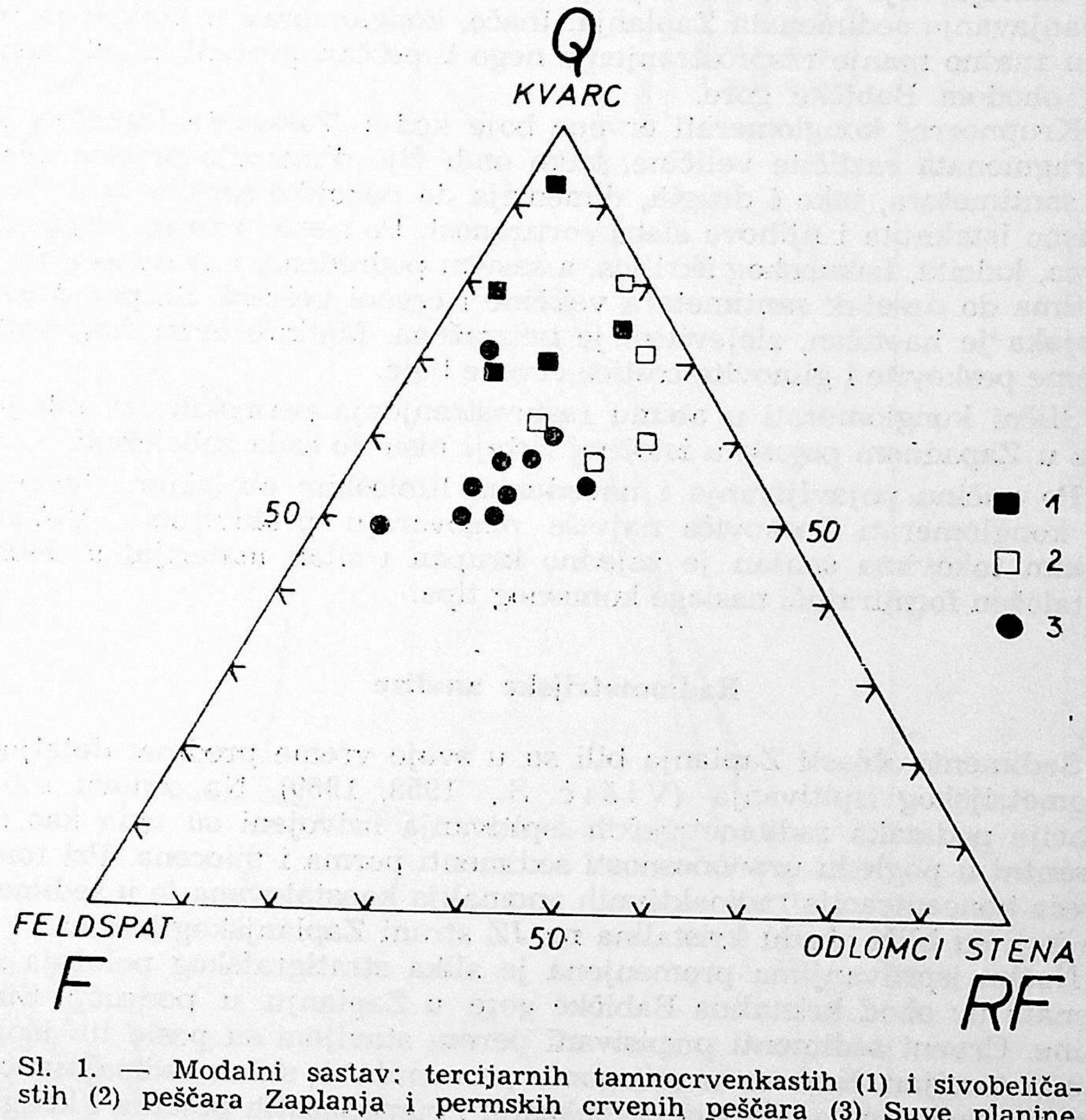
Konglomeratični peščar Gadžinog Hana sadrži, pored krupnih (preko 2 mm) fragmenata, pretežno kvarcita, psamitska zrna kvarca, albita, zatim liskun. Subuglasti kvarc je pretežno metamorfnog porekla, albit je sa inkluzijama — tipičan kakav se javlja u zelenim škriljcima zone Vlasina — Bukovik u istočnoj Srbiji, mikroklin je ređi sastojak, dok je liskun predstavljen muskovitom, ređe biotitom. Vezivo je kontaktno i u porama Fe-limonitska i kalcijum-karbonatna materija.

Udeo *teških minerala* u nekoliko posebno u tu svrhu ispitivanih primeraka tamnorumenkastih i sivobeličastih peščara kreće se od 1 do 1,5%. Ovaj relativno povišeni sadržaj teških minerala uslovljen je na prvom mestu dominantnim prisustvom limonitisanih zrna. Ova zrna su bilo obični sastojci peščara prevučeni limonitom ili su prava limonitska (limonitsko-hematitska) zrna. Pored ovih i delom neprovidnih oksidnih minerala, javljaju se kao sastojci teške frakcije: granat, cirkon, turmalin kao česti sastojci, dok su ređi od njih: rutil, apatit, staurolit, epidot, amfibol, barit. Međusobni odnos zastupljenosti pomenutih čestih sastojaka varira kod raznih primeraka, tako da je u jednom slučaju granat taj koji među njima dominira, a u drugom slučaju turmalin.

Granat u odlomcima kristala ili, ređe, celih kristala je ružičast. Pokazuje karakterističnu crepastu površinu zrna (naročito u primerku D. Dragovlja), što neki autori tumače kao rezultat regeneracije pri sedimentnim uslovima. Cirkon je dvojak, bezbojan i ružičast. Turmalin se takođe javlja u dve vrste, zelenkastomrk i ljubičastomrk.

S obzirom da karakterističnu asocijaciju teških minerala čine, ako izuzmemo limonitisana zrna, granat, cirkon i turmalin, koji se smatraju kao stabilni minerali, možemo pretpostaviti da su oni mogli doći iz ranijih sedimenata, dakle da su drugog ili trećeg ciklusa. Prisustvo stauro-lita je konstatovano i u permskim crvenim peščarima.

Na dijagramu (sl. 1) prikazan je modalni sastav tercijarnih tamnocrvenkastih i sivobeličastih peščara Zaplanja i permskih crvenih peščara Suve planine. Razlika između tercijarnih i permskih peščara je od-




Sl. 1. — Modalni sastav: tercijarnih tamnocrvenkastih (1) i sivobeliča-stih (2) peščara Zaplanja i permskih crvenih peščara (3) Suve planine.

Fig. 1. — Modal composition: Tertiary redish (1) and grayish-white (2) sandstones from Zaplanje, Permian red sandstones (3) from Suva planina

mah uočljiva. Ona se zasniva prvenstveno na razlici u relativnoj zastupljenosti feldspata, koga ima znatno više (preko 20%) u permskim peščarima, zbog čega se oni u mnogim slučajevima mogu označiti kao arkozni peščari, dok je isti sastojak u tercijarnim peščarima zastupljen manje (ispod 20%) tako da se ovi peščari, i to samo u nekim slučajevima, mogu označiti kao feldspatski peščari.

*Krupnozrni konglomerati.* — U oblasti Zaplanja ima i samostalnih partija konglomerata, kao što je to slučaj sa krupnozrnim konglomeratima kod s. Taskovića. Ispitivanjima ranijih autora ovakve partije konglomerata, s obzirom na crvenu boju i vezanost po svom pojavljivanju za crvene sedimente kojima je pripisivana permska starost, uvršćavane su u perm. Naša zapažanja ukazuju da ove konglomerate treba uvrstiti u tercijar.

Za izdvajanje konglomerata crvene boje u Zaplanju kao posebne partije, a isto tako bi se moglo reći i litološkog tipa, odlučili smo se zbog značaja koje ovakvo izdvajanje može da ima za pravilnije facijalno raščlanjavanje sedimenata Zaplanja. Inače, konglomerati o kojima je reč imaju znatno manje rasprostranjenje nego li peščani praćeni konglomeratima obodom Babičke gore.

Krupnozrni konglomerati crvene boje kod s. Taskovića izgrađeni su od fragmenata različite veličine, kako onih čije dimenzije prelaze desetine santimetara, tako i drugih, dimenzija do nekoliko santimetara, čime je jasno istaknuta i njihova slaba sortiranost. Po sastavu to su fragmenti kvarca, kalcita, liskunskog škriljca, a sasvim podređeno, i to samo u fragmentima do desetak santimetara veličine i crveni peščari. Raspored ovih sastojaka je haotičan, slojevitost je neizražena. Matkris ovim fragmentima čine peskovite i glinovite čestice crvene boje.

Slični konglomerati u obimu rasprostranjenja permskih crvenih peščara u Zapadnom pojasu u istočnoj Srbiji nisu do sada zabeleženi.

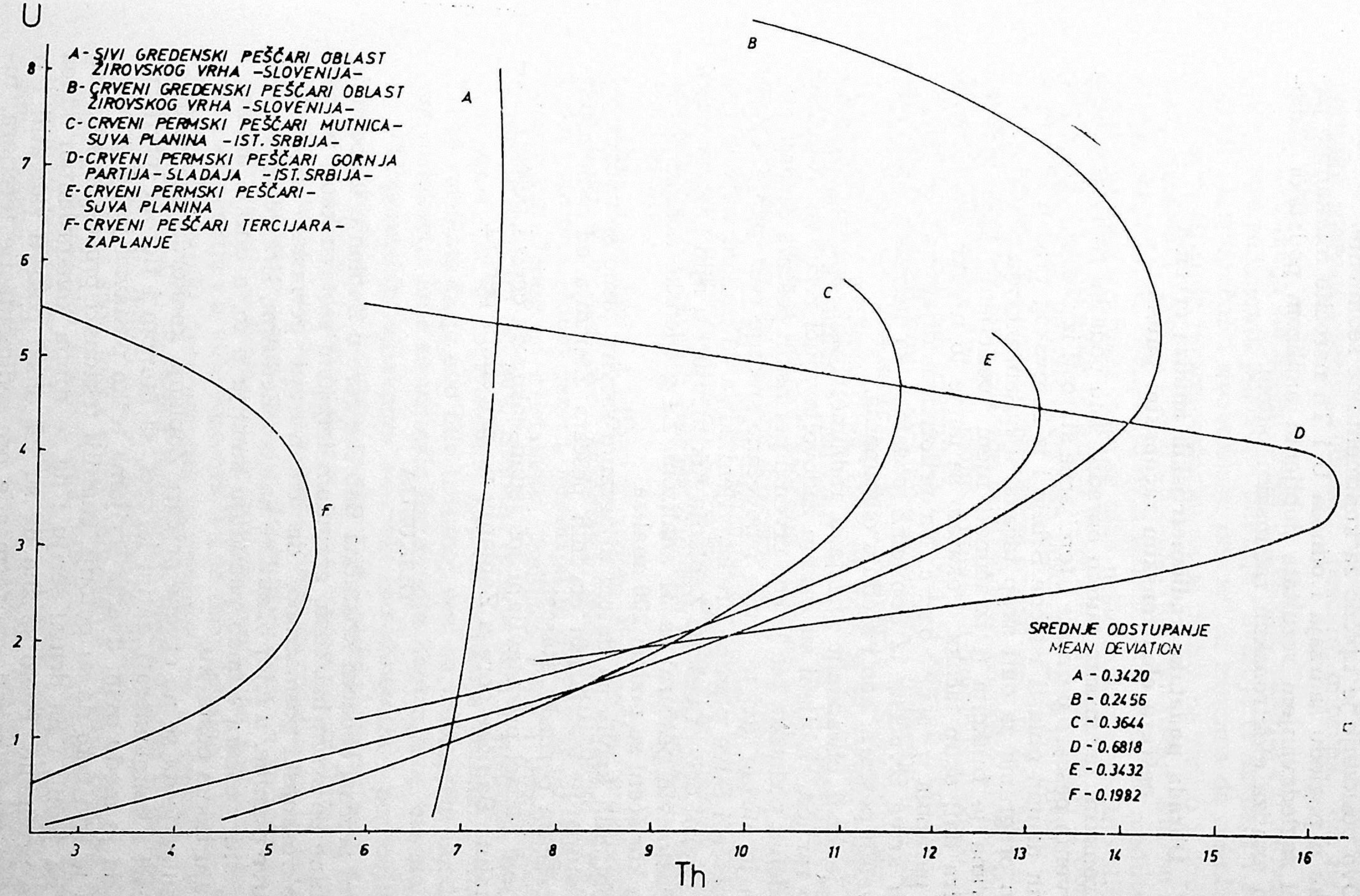
Po načinu pojavljivanja i navedenim litološkim obeležjima krupnozrni konglomerati Taskovića najviše odgovaraju proluvijumu. Velikim buičkim tokovima snašan je zajedno krupan i sitan materijal u dolinu i tu taložen formirajući naslage konusnog tipa.

## Radiometrijske analize

Sedimenti oblasti Zaplanja bili su u svoje vreme predmet detaljnog radiometrijskog ispitivanja (V i š i ć S., 1958, 1969). Na osnovu interpretacije podataka radiometrijskih ispitivanja izdvojeni su tada kao interesantni u pogledu uranonosnosti sedimenti perma i miocena. Pri tome, najveća koncentracija radioaktivnih anomalija konstatovana je u sedimentima koji su bliži obodu kristalina na JZ strani Zaplanjskog basena.

Našim ispitivanjima promenjena je slika stratigrafskog položaja sedimenata uz obod kristalina Babičke gore u Zaplanju u području Suve planine. Crveni sedimenti pripisivani permu stavljeni su posle tih ispitivanja u tercijar, čime se u mnogome promenila i slika radioaktivnosti permskih sedimenata. Partija crvenkastih i rumenkastih peščara i konglomerata obodom Babičke gore ne samo da se u pogledu litološkog obeležja razlikuje od permskih crvenih peščara unutar Suve planine, već se isto tako diferencira od njih i u pogledu sadržaja i odnosa radioaktivnih elemenata U i Th, kada se oni pobliže razmotre.

U pogledu sadržaja i odnosa U i Th može se reći da su sadržaji ovih elemenata u peščarima obodom Babičke gore u poređenju sa permskim peščarima Suve planine nešto niži, naročito Th, koji retko prelazi 5 ppm, dok peščari Suve planine pokazuju sadržaje Th i preko 10 ppm. Isto tako i odnosi Th/U su obično ispod 6, što nije slučaj sa permskim peščarima




ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA EMANIRANJA PREKO Rn-222

**Sl. 2. — Krive najboljeg slaganja sa podacima radiometrijskih analiza U i Th crvenih peščara permske i tercijarne starosti.**

**Fig. 2. — Best fit curves of radiometric data for Red sandstones of Permian (A — E) and Tertiary (F) ages**

Suve planine, kod kojih su vrednosti ovog odnosa varijabilni i mogu da pređu 7. Ovo poslednje je tipično za kontinentalne sedimente.

Razlike u pogledu sadržaja i odnosa U i Th naročito markantno padaju u oči sagledavanjem rezultata dobijenih analizom podataka radiometrijskih analiza elektronskim računskim putem.

## Obrada podataka radiometrijskih analiza crvenih peščara elektronskim računskim putem

Elektronskim računskim putem obradili smo podatke radiometrijskih analiza crvenih peščara permske i tercijarne starosti iz područja Suve planine, nekih drugih oblasti istočne Srbije i iz Žirovskog vrha u Sloveniji.

Preko programa za dati skup tačaka, u našem slučaju vrednosti U i Th, odabrana je funkcija (i izračunati njeni koeficijenti) koja najbolje aproksimira dati skup tačaka. Pokazalo se da je to u svim analiziranim grupama parabola $y=a(x)^2+bx+c$. Na priloženom dijagramu (sl. 2) prikazane su krive izvučene iz dobijenih podataka za nekoliko ispitivanih grupa crvenih peščara, kao i srednja odstupanja.

Iako je broj obrađenih podataka radiometrijskih analiza pojedinih grupa bio različit, dobijeni su sasvim zadovoljavajući rezultati. Najmanji broj obrađenih podataka bio je kod crvenih permskih peščara Sladaje (16), zbog čega je možda kod te grupe i povećano srednje odstupanje. Crveni permski peščari Suve planine predstavljeni su sa 48 radiometrijskih analiza, a tercijarni crveni peščari Zaplanja (uključujući u njih i jedan manji broj beličastosivih peščara) sa 31 analizom. Za gredenske peščare Žirovskog vrha korišćeni su podaci 200 analiza.

Iz dobijenih krivih na datom dijagramu sasvim jasno se uočava primetno odstupanje tercijarnih crvenih peščara Zaplanja od svih ostalih crvenih peščara permske starosti.

Dobijeni podaci predstavljaju još jedan dokaz da crveni peščari obodom kristalina Babičke gore u Zaplanju ne pripadaju permu.

## DISKUSIJA

Crveni peščari obodom kristalina Babičke gore u Zaplanju u području Suve planine po svom habitusu, granulometrijskom sastavu kao i po boji mogu, makroskopski posmatrano, da odgovaraju permskim peščarima unutar Suve planine, u čijoj blizini se nalaze. Međutim, šira geološka promatranja istih peščara odmah pobuđuju sumnju u to, a dublje analize i opovrgavaju takvu postavku.

Činjenica je da se na crvene peščare Zaplanja konkordantno nadovezuju peščari i konglomerati, zatim laporci, sa faunom i florom tercijarne starosti i da je među ovim dvema serijama teško postaviti jasnu granicu. Činjenica je isto tako da su potonji, znatniji tektonski procesi imali istog uticaja i na jednu i na drugu seriju i da se njima konkordantan odnos nije nigde promenio. Pošto se zna da su tektonski pokreti zahvatili i u znatnoj meri modifikovali sve formacije pre sedimentacije tercijara, tumačenje ovakvog odnosa je davano u smislu da se radi o prividnoj kon-

kordanciji, ustvari o diskordanciji između serije crvenih peščara, navodno permske starosti i serije žućkastih peščara miocena, što ne odgovara stvarnosti.

Konstatacija da seriju crvenih peščara sačinjavaju ustvari po boji raznovrsni sedimenti, poglavito tamnije i svetlije crvenkasti i rumenkasti peščari, a delimično i sivobeličasti peščari (u bancima do nekoliko metara debljine), otvarala je pretpostavku da se možda ne radi o jednoj posebnoj faciji permskih crvenih peščara u Zaplanju. Tom mišlju smo se i mi rukovodili pristupajući ispitivanju ovih sedimenata. Ovde se međutim, odmah stvara sumnja u smislu zašto se tako nešto makar približno slično ne nalazi ne samo u ostalom području Suve planine već negde u obimu široko rasprostranjenih permskih crvenih peščara u istočnoj Srbiji.

U pogledu petrografskog sastava crveni peščari Zaplanja u odnosu na permske peščare Suve planine razlikuju se: po nešto drugojačijem odnosu zastupljenosti glavnih sastojaka koji su u osnovi isti, po pojavi fragmenata jurskih oolitnih krečnjaka i albita iz zelenih škriljaca, po učešću (nekad dominantnom) kalcijum-karbonatne materije u građi cementa. Upoređujući modalni sastav peščara Zaplanja i Suve planine, uočava se jasna razlika između njih (sl. 1). Sem toga, sivobeličasti peščari iz serije crvenih peščara Zaplanja razlikuju se i po boji od permskih sedimenata.

O razlikama u pogledu sadržaja i odnosa urana i torijuma govoreno je u prethodnim poglavljima. Posebno su ove razlike uočljive pri upoređenju rezultata analiza elektronskim računskim putem obrađenih podataka radiometrijskih analiza. Na osnovu ovoga vrlo jasno se diferenciraju peščari iz serije crvenih peščara Zaplanja od svih ostalih permskih crvenih peščara.

Crveni peskoviti i glinoviti, delom šljunkoviti, sedimenti Zaplanja taložili su se uz sam obod kristalastih škriljaca Babičke gore u priobalskom području jednog jezera. Materijal je dolazio sa obližnjeg izdignutog kopna, izgrađenog od kristalastih škriljaca višeg i nižeg kristaliniteta i permskih crvenih peščara. Stupanj erozije ovih poslednjih morao je biti vrlo visok, jer su to tvorevine koje se odlikuju velikom kompaktnošću. Treba računati da je ovo bilo u tesnoj vezi sa izdizanjem obodnih terena van dislokacija koje su uslovile formiranje Zaplanjskog basena.

Od permskih, uglavnom alevrolitično-glinovitih i peskovitih sedimenata, stvarale su se koloidne suspenzije i mehanički rastvori, koji su posle prenosa u basen taloženi dajući slične tvorevine prvobitnim sedimentima od kojih vode poreklo. Karbonatne stene mezozoika su izgleda samo povremeno učestvovale znatnije u davanju materijala za taloženje prve serije tercijarnih sedimenata. To su bile tvorevine njihovog razlaganja u vidu suspenzije i u vidu rastvora, a isto tako, lokalno, i u vidu fragmenata (colitni krečnjak). Interesantno je pomenuti da su izgleda zeleni škriljci više učestvovali u izgradnji tercijarnih peščara nego li permskih crvenih peščara, bar oni delovi njihovi koji sadrže albita.

Iako je za sada teško vršiti upoređenje crvenih peščara Zaplanja sa crvenim klastičnim sedimentima Jelašnice i Aleksinačkog basena, treba pomenuti pojavu crvenih sedimenata i u ovim obližnjim tercijarnim basenima. Naime, u Jelašničkom i Aleksinačkom ugljenom basenu poznati su crveni klastični sedimenti ili »sedimenti« crvene serije, koji se nalaze u povlati donjomiocenskih jezerskih ugljonosnih naslaga. Njihova debljina

iznosi do 400 metara. Po D. Doliću (1966), ove crvene serije su stvarane u srednjem miocenu, a kao sastavni njihovi elementi navode se fragmenti crvenog peščara i kristalastih škriljaca.

Seriju crvenih klastičnih sedimenata Prisjana i Kamika, južno od Pirota, stavljenu na Geološkoj karti Jugoslavije 1 : 100.000 list Pirot, u perm, a na Geološkoj karti Srbije 1 : 200.000 u gornju kredu-senon, nedavno su P. Nikolić i M. Anđelković (1971) uvrstili u tercijar. Naime, ovi autori, uz obrazloženje, navode za crvene klastite Prisjana i Kamika, da im se »jedino čini ispravnim njihovo izdvajanje kao produkata jezerskih sedimenata tercijara«. I u ovom slučaju poreklo materijala je traženo pretežno u obližnjim permskim crvenim peščarima, koji su sedimentima novog sedimentnog ciklusa dali svoj pečat.

Crveni peščari Zaplanja, zajedno sa sivkastim i žućkastim klastičnim stenama u povlati, mogli bi (kao što je utvrđeno za ovo poslednje) da pripadaju srednjem miocenu, donjem miocenu, a možda i nešto starijim odeljcima tercijara, što će docnija ispitivanja utvrditi.

Sa Zaplanjiskim tercijarnim sedimentima pokazuju veliku litološku sličnost sedimenti istočne facije obližnjeg Barbeškog basena.

O osnovnoj litofacijalnoj podudarnosti istočne facije sedimenata Barbeškog basena sa Zaplanjskim miocenom govore detaljnije Ž. Jakovljević i Đ. Ivanović (1968) ne upuštajući se pritom u pitanje starosti crvenih sedimenata Zaplanja. Po ovim autorima crveni i crvenomrki kvarcni peščari predstavljaju osnovni tip stena istočne facije Barbeškog basena, dok se sivi, zelenkastosivi i žućkasti peščari javljaju samo u obliku nepravilnih sočiva ili proslojaka koji se bočno i vertikalno smenjuju sa crvenim peščarima. Ovakva i druga obeležja upućuju na zaključak da u pogledu litofacijalnog razvića treba izjednačiti sedimente istočne facije Barbeškog basena sa miocenom sedimenta Zaplanja.

Gornja proučavanja, pored značaja navedenog još u početku, ukazuju na to da samo boja sedimenata kao što je slučaj sa crvenim peščarom, ne može služiti uvek kao kriterijum za korelaciju.

(Predato za štampu januara 1972. god.)

## LITERATURA

1. Dolić D., 1966: — O crvenim serijama u jezerskom miocenu jelašničkog i aleksinačkog basena. Glasnik Prir. muz. knj. 21, Beograd.
2. Čičulić M., 1961: — Rezultati geoloških ispitivanja terena oblasti Zaplanja. Vesnik Zavoda za geol. i geofiz. istraživanja, knj. XIX, ser. A, Beograd.
3. Jakovljević Ž. i Ivanović Đ., 1968: — O litofacijalnom razviću neogena Barbeškog basena. Radovi Instituta za geol.-rud. istr. i ispit. nukl. i drug. min sir., sv. 4, Beograd.
4. Naumović D., 1964: — Izveštaj o litološkom ispitivanju permskih crvenih peščara od Sisevca do Ruj planine i crvene permske serije na Dunavu. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
5. Nikolić P. i Anđelković M., 1971: — Klastiti Prisijana i Kamika (južno od Pirota) i njihov značaj za paleogeografiju i tektoniku istočne Srbije. Zbornik radova RGM fakulteta i Instituta za bakar u Boru, Bor.
6. Petković K., 1930: — Geološki sastav i tektonski sklop Suve planine. Pos. izd. SAN, knj. LXXVI, 21, Beograd.

7. Petković K. i Protić M., 1937: — Tumač za geološku kartu — list Niš 1 : 100.000, Beograd.
8. Protić M., 1967: — Terigeni permski sedimenti Jugoslavije. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
9. Radošević S., 1958: — Prethodni izveštaj o petrografskom sastavu sedimentnih stena Zaplanjske oblasti. Ibid.
10. Višić S., 1969: — Uranonosnost sedimenata Zaplanja sa osvrtom na stepen istraženosti perma istočne Srbije. Radovi IGRI, sv. 5, Beograd.
11. Žujović J., 1893: — Geologija Srbije I. Beograd.

Summary

MIRKO PROTIĆ[1]
DRAGOSLAV NAUMOVIĆ[2]

## TERTIARY RED BEDS OF ZAPLANJE (SERBIA)

The Red beds of the Zaplanje basin in the vicinity of Niš, mainly sandstones and conglomerates, are forming a belt up to 3 km wide and 25 km in the lenght, with the crystalline shists in the base. These Red beds are considered as Permian in age, but the new investigations of the authors indicate their belonging to Tertiary. The gray and yellow sandstones of surely Tertiary age are overlying the Red beds.

Besides some lithological differences if compared with wide occurrences of Permian Red beds in East Serbia, the Red beds of Zaplanje are by some petrological and geochemical features clearly distinct from Permian beds. The differences are noticable in the modal composition (Fig. 1), by the Jurassic oolitic limestone fragments occurrence and the albite crystals (provided from the greenshist series) in the Red beds of Zaplanje, as in the dominant carbonate cementing matter in the last mentioned. Best fit curves of radiometric data for Red sandstones of Permian age in East Serbia and of Red beds of Zaplanje make a clear difference of the at first glance similar red sandstones of East Serbia and Zaplanje (Fig. 2).

Of a special interest are the sporadic occurrences of grayish white sandstones in the Terciary Red beds series of Zaplanje, as a facial differentiation phenomenon, having a significance as radioactivity bearing horizons.

[1] Faculty of Mining, Geology and Metallurgy, Beograd.
[2] Institute for geological and mining investigation and exploration of number and other raw materials, Beograd.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

JELENA OBRADOVIĆ[1]

UDK: 552.3+552.5 (497.16)

# SILICIJSKE STENE VULKANOGENO-SEDIMENTNE SERIJE CRNOGORSKOG PRIMORJA

(sa 4 slike)

Vulkanogeno-sedimentna serija, trijaske starosti, poznata i pod nazivom porfirit-rožna formacija, geološki je interesantna kako po pojavi vulkanskih stena i »pietra verde« tako i po pojavi silicijskih stena.

U ispitivanoj seriji mogu se izdvojiti dve asocijacije silicijskih stena, asocijacija spilita sa jaspisom i asocijacija tufova i tufita sa rožnacima. Silijicske stene formirane su u singenetskom i dijagenetskom stadijumu. Dok u prvu grupu ulaze jaspisi, uslojeni rožnaci i mešane stene — rožnački tufiti, drugu grupu silicijskih stena formiranih u dijagenetskom stadijumu čine konkrecije rožnaca, pojave sočiva sa amorfnom silicijom i pojave silicije u vidu cementne materije.

Silicija potrebna za formiranje ispitivanih stena neosporno je vezana za submarinsku vulkansku aktivnost; oslobađanje silicije vršilo se u nekoliko navrata.

## UVOD

Silicijske stene javljaju se u vulkanogeno-sedimentnoj seriji Crnogorskog primorja, ladinske starosti, u kojoj se smenjuju sa vulkanskim stenama, tufovima i tufitima kao i manjim količinama laporaca i krečnjaka. Najbolje otkriveni profili nalaze se u oblasti Budva — Bar u Bečićima.

Među silicijskim stenama mogu se uglavnom razlikovati tri vrste. U donjem delu serije, iznad spilita konstatovana je pojava jaspisa mrkocrvene boje. Druga vrsta javlja se pretežno u srednjem kao i u gornjem delu serije i predstavljena je ili konkrecijama rožnaca ili uslojenim rožnacima koji se smenjuju sa ostalim stenama serije. U ovom delu serije takođe su konstatovane pojave sivobelih sočiva kao i prelazne vrste između tufita i uslojenih rožnaca. U gornjem delu serije javljaju se vrlo retka sočiva izgrađena od skoro potpuno čiste, rastresite bele amorfne silicije.

U istoj vulkanogeno-sedimentnoj seriji, više u kontinentalnom delu, u oblasti Limljana, otkriven je lapilitski tuf kod koga su fragmenti andezit-bazalta vezani silicijskim cementom. Ova pojava predstavljala bi još jedan vid pojavljivanja silicije u ispitivanoj seriji, na kojoj se nećemo

[1] Rudarsko-geološko-metalurški fakultet, Beograd — Bor, fakultet u Beogradu.

duže zadržavati, pošto je ista opisana od strane J. Obradović i P. Ristića (1971).

U promenjenim vulkanskim stenama — porfiritima okoline Bara javljaju se mrkocrvene žilice, debljine do 1 cm, ispunjene sferolitnim kalcedonom.

## Jaspis

Jaspis, koji je konstatovan u donjem delu serije iznad spilita karakteriše se mrkocrvenom bojom i pojavom u obliku sočiva, dugog oko 10 m, čija debljina varira od 2—3 m. Izgrađen je od mikrokristalnih agregata kvarca i kalcedona. Sadrži radiolarije, veličine oko 50 mikrona, izgrađene od sferolitnog kalcedona. Hemijska analiza jaspisa data je na Tab. 1.

Hvorova (1968) smatra da se pojave jaspisa obično javljaju iznad spilitskih stena i da takav njihov položaj u odnosu na spilite ukazuje da se taloženje silicije javlja kada je aktivni period submarinske erupcije završen i kada počinje gasovito-hidrotermalna postvulkanska aktivnost. U ovom periodu su rastvori i isparljive komponente emitovali različite substance, naročito siliciju, koja je favorizovala razviće radiolarija.

U ispitivanoj seriji jaspis se javlja iznad spilita, što je u saglasnosti sa zapažanjima Hvorove (1968), a silicija za formiranje neosporno je vezana za submarinsku vulkansku aktivnost.

Tabela 1

Hemijske analize silicijskih stena
Chemical analyses of silica sediments

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 95.73% | 78.42% | 74.06% | 65.19% | 73.04% | 83.45% | 85.09% |
| $TiO_2$ | 0.15 | 0.35 | 0.21 | 0.25 | 0.30 | 0.21 | — |
| $Al_2O_3$ | 0.58 | 11.24 | 13.02 | 18.01 | 14.00 | 5.87 | 7.35 |
| $Fe_2O_3$ | 1.48 | 2.65 | 2.91 | 2.45 | 1.57 | 0.63 | 3.50 |
| FeO | 0.24 | 0.53 | 0.60 | 0.41 | 0.24 | 1.57 | 0.60 |
| MnO | 0.03 | 0.04 | 0.12 | 0.09 | 0.02 | 0.10 | 0.07 |
| MgO | 0.38 | 0.23 | 0.69 | 0.40 | 0.22 | 1.43 | 0.01 |
| CaO | 0.21 | 0.37 | 0.06 | 2.74 | 0.36 | 0.24 | 0.72 |
| $Na_2O$ | 0.20 | 4.78 | 4.43 | 1.23 | 2.20 | 1.08 | 0.27 |
| $K_2O$ | 0.22 | 0.15 | 0.68 | 0.72 | 0.72 | 2.77 | 1.11 |
| $H_2O^+$ | 0.84 | 0.66 | 1.36 | 6.82 | 5.51 | 1.67 | 1.60 |
| $H_2O^-$ | 0.28 | 0.60 | 0.79 | 1.68 | 1.40 | 0.36 | 0.58 |
| | 100.34 | 100.02 | 99.83 | 99.99 | 99.94 | 100.38 | 100.90 |

1. Jaspis, Bečići, an. D. Nikolić
   Jasper, Bečići, an. D. Nikolić
2. Centralni deo sočiva rožnaca, Bečići, an. D. Nikolić
   Central part of chert nodule, Bečići, an. D. Nikolić
3. Srednji deo sočiva rožnaca, Bečići, an. D. Nikolić
   Middle part of chert nodule, Bečići, an. D. Nikolić.
4. Spoljni deo sočiva rožnaca, Bečići, an. D. Nikolić
   Outer part of chert nodule, Bečići, an. D. Nikolić
5. Sivobelo sočivo rožnaca u vitroklastičnom tufu, Bečići, an. D. Nikolić
   Gray-white chert nodule in vitroclastic tuff, Bečići, an. D. Nikolić
6. Rožnački tufit, Buljarica, an. P. Ristić, iz rada J. Obradović, 1971.
   Chert-tuffite, Buljarica, an. P. Ristić, from the paper of J. Obradović, 1971
7. Rožnački tufit, Turčin, an. P. Ristić, iz rada J. Obradović, 1971.
   Chert-tuffite, Turčin, an. P. Ristić, from the paper of J. Obradović, 1971

## Rožnaci i rožnački tufiti

Sledeća pojava silicije otkrivena je pretežno u srednjem delu serije, ređe u gornjem delu i predstavljena je konkrecijama rožnaca koji se javljaju u zelenim tufovima ili pak tankim slojevima rožnaca čija boja varira od crne do crvene i sivozelene.

Debljina slojeva rožnaca u ispitivanoj seriji varira, retko prelazi 10 cm. Slojeviti rožnaci kao i konkrecije rožnaca izgrađeni su od mikrokristalastog kvarca i kalcedona. Sadrže radiolarije izgrađene od sferolitnog kalcedona, koji je nekad delimično zamenjen kalcitom, naročito u gornjem delu serije. Sadržaj silicije u rožnacima varira od 93—80% (celokupne hemijske analize rožnaca nisu urađene već samo parcijalne na siliciju).

U srednjem delu serije javljaju se sočiva, veličine 15×15 cm, koja pokazuju prelaz od vitroklastičnog tufa u kome se javljaju. Prelazi se mogu zapaziti zahvaljujući zonarnoj promeni boje.



Sl. 1. — Belosivo sočivo rožnaca u zelenom vitroklastičnom tufu, Bečići.

Fig. 1. — White-gray nodule in green vitroclastic tuff, Bečići.

Od ovih sočiva urađene su hemijske analize i to kako od prelazne, spoljne zone, tako i od srednje i unutrašnje zone. Na osnovu hemijskih analiza (tab. 1, an. 2, 3, 4) može se videti kako se menja sastav rožnaca u pomenutim zonama. Prema centralnom delu sočiva sadržaj silicije se povećava a aluminije smanjuje. Sadržaj silicije nije tako visok kao kod jaspisa ili ostalih pojava rožnaca.

Prema rentgenskim analizama u ovom sočivu konstatovani su kvarc, plagioklas u malim količinama, zatim seladonit, leonhardit i klinoptilolit. Mikroskopska ispitivanja pokazala su da je ovo sočivo sastavljeno od mikrokristalastog kvarca i kalcedona, malih količina terigenog kvarca kao i manjih količina seladonita i zeolita, koji su konstatovani u spoljnoj zoni, i koji se po sastavu ne razlikuju od vitroklastičnog tufa u kome se nalaze.

U srednjem delu serije konstatovana su takođe beličastosiva ili sivozelena sočiva (sl. 1) kod kojih nije izražena zonarnost a koja leže isto u zelenom vitroklastičnom tufu. Ona su sastavljena kako od mikrokristalastih agregata kvarca i kalcedona tako i od karakterističnih odlomaka vulkanskog stakla. Hemijska analiza ovog sočiva data je na tab. 1, an. 5. Rentgenska analiza ukazala je na sadržaj kvarca, plagioklasa, seladonita i analcima. Mineralni sastav je isti kao i kod vitroklastičnog tufa samo je sadržaj silicije povećan.



Sl. 2. — Sferolitni kalcedon u uslojenom rožnacu, Nx, × 42.

Fig. 2. — Spherolitic chalcedony in bedded chert, Nx, × 42.

Pojava sočiva sa prelaznim zonama kao i pojava beličastosivih sočiva sa povećanim sadržajem silicije može da predstavlja lokalno obogaćenje silicijom za vreme taloženja ili pak jednu vrstu dijagenetske promene.

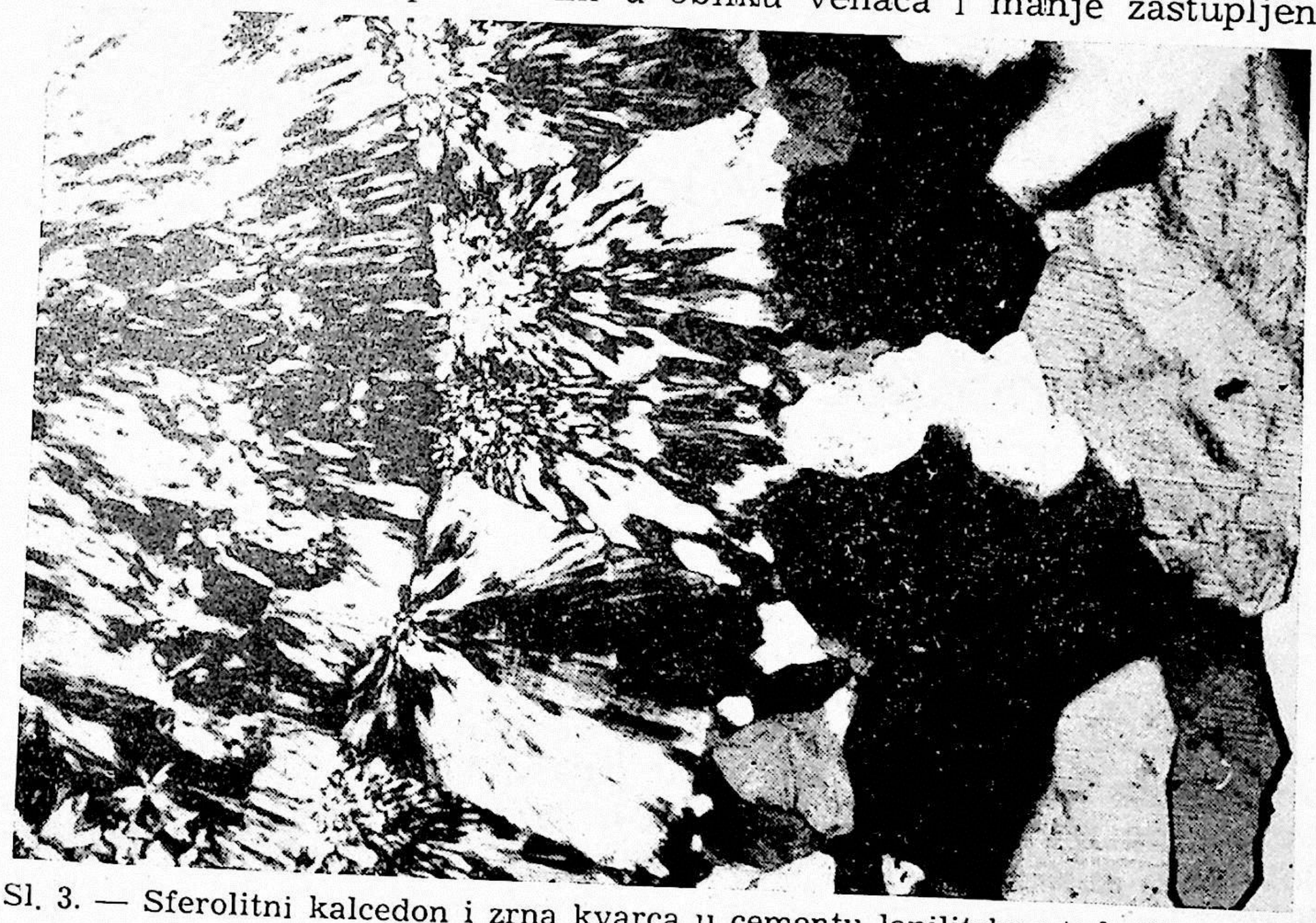
Za ovaj deo serije karakteristična je takođe pojava prelaznih stena između zelenih pelitskih tufita i uslojenih rožnaca, kod kojih sadržaj silicije varira od 83—85% (tab. 1. an. 6 i 7). Ovu vrstu stena nazvali smo rožnački tufiti, pošto su u njima pored silicije konstatovani seladonit i zeoliti kao dijagenetski produkti alteracije vulkanskog stakla.

## Sočiva amorfne silicije

U gornjem delu vulkanogeno-sedimentne serije javljaju se, mada retko, bela sočiva, veličine 10 × 10 cm, izgrađena od rastresite, skoro potpuno čiste amorfne silicije. Sadržaj $SiO_2$ u ovim sočivima iznosi 89.71%. Pored nepravilnih izotropnih zrna u mikroskopu se zapažaju i sitna nepravilna zrna kvarca, feldspata, vrlo retkog turmalina kao i glinovita materija.

## Silicija kao cementna materija

U oblasti Limljana konstatovan je lapilitski tuf kod koga su fragmenti andezit-bazalta vezani silicijskim cementom (J. Obradović i P. Ristić, 1971). Cementna materija predstavljena je sferolitnim kalcedonom, koncentrično raspoređenim u obliku venaca i manje zastupljenim



Sl. 3. — Sferolitni kalcedon i zrna kvarca u cementu lapilitskog tufa Nx; × 42.
Fig. 3. — Spherolitic chalcedony and quartz in cement material of lapillitic tuff, Nx; × 42.

sitnozrnim kvarcom, koji se obično javlja između venaca kalcedona. Unutrašnji deo venca pokazuje sferolitno pomračenje ali fibre kalcedona nisu tako jasno izražene kao u spoljnjem delu venca.

## Silicija u pukotinama vulkanskih stena

U promenjenim vulkanskim stenama-porfiritima okoline Bara javljaju se tanke pukotine, do 1 cm debljine, ispunjene mrkocrvenim bubrežastim kalcedonom. Pod mikroskopom se jasno zapaža sferolitna građa

kalcedona, koji mestimično pokazuje jasnije ili slabije izražene fibre. I ovaj kalcedon kao i ostali kalcedoni iz ispitivane serije su negativnog znaka izduženja i paralelnog pomračenja.



Sl. 4. — Kalcedon bez jasno izraženih fibri, Nx; × 45.

Fig. 4. — Spherolitic chalcedony without clearly distinguish fibers Nx; × 45.

## DISKUSIJA

Pojava silicijskih stena u ispitivanoj vulkanogeno-sedimentnoj seriji neosporno je vezana za ekstenzivnu submarinsku vulkansku aktivnost. Pošto u ispitivanoj seriji silicijske stene nisu vezane samo za jedan određen nivo, već se javljaju u celoj seriji, gde se smenjuju sa ostalim stenama, oslobađanje silicije vršilo se u nekoliko navrata. Tako je u ispitivanoj seriji konstatovana asocijacija spilita i jaspisa kao i asocijacija tufova i tufita sa rožnacima.

Formiranje uslojenih rožnaca u ovoj oblasti vulkanske aktivnosti možda se može objasniti direktnim taloženjem silicije, koja je vremenom rekristalisala u kalcedon i kvarc (Krauskopf, 1959). U literaturi postoji dosta podataka o primarnom poreklu uslojenih rožnaca (Chilinger, 1956; Bissel, 1959).

Mešanjem piroklastičnog materijala i silicije u vreme sedimentacije formirani su i rožnački tufiti.

Sočiva sa prelaznim zonama i belosiva sočiva predstavljaju jedan vid dijagenetske alteracije, zamenu piroklastičnog materijala silicijom koja je migrirala od spoljašnjeg ka centralnom delu sočiva. Prema Chilinger-u (1956) silicija može da migrira prema centralnom delu sočiva difuzijom iz okolne stene.

Silicija koja se javlja u obliku vezivne materije predstavljena je, kao što je već naglašeno, kalcedonom i kvarcom. Kalcedon je, kao sekundarna metastabilna faza, nastao transformacijom čvrste silicije u prisustvu alkalnih rastvora, tj. prošao je kroz faze promena od opala do kalcedona pa čak i do kvarca. Prisustvo kvarca ukazuje da je kalcedon kao metastabilna faza počeo da prelazi u stabilnu fazu — kvarc.

U vulkanogeno-sedimentnoj seriji ladinske starosti na Crnogorskom primorju javljaju se dve grupe silicijskih stena, koje su formirane u singenetskom odnosno dijagenetskom stadijumu. U prvu grupu ulaze jaspisi, uslojeni rožnaci i rožnački tufiti. Drugu grupu sačinjavaju konkrecije rožnaca, konkrecije rožnaca sa prelaznim zonama, sivobela sočiva i sočiva izgrađena od amorfne materije. U ovu grupu mogu se ubrojati i pojave silicije u vidu cementne materije.

Pukotine ispunjene bubrežastom silicijom koje se javljaju u prometnjenim porfiritima predstavljaju poseban vid pojavljivanja silicije u ispitivanoj seriji.

Sve silicijske stene bilo singenetske ili dijagenetske izuzev pojava sočiva sa amorfnom silicijom, izgrađene su od kalcedona paralelnog pomračenja i negativnog znaka izduženja kao i manjih količina kvarca. Dok prve formirane u singenetskom stadijumu obično sadrže i radiolarije izgrađene od sferolitnog kalcedona u drugoj grupi radiolarije nisu konstatovane.

## LITERATURA


Bissel H. J., 1959: Silica in sediments of the Upper Paleozoic of the Cordilleran Area; Silica in the sediments, Soc. Econ. Paleontologyst and Mineralogyst, Sp. Pub. 7, p. 150—156, Tulsa.

Chilinger G. V., 1965: Distribution and abundance of chert and flint as related to the Ca/Mg ratio of limestones; Geol. Soc. Am. Bull. vol. 67, p. 1559—1561.

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J., 1962: Rock-forming minerals; vol. 3, London.

Folk R. L., Weaver CH. E., 1952: A study of the texture and composition of chert; Am. Jour. Sci. v. 250, p. 498—510.

Folk R. L., Pittman J. S., 1971: Length-Slow Chalcedony: A New Testament for Vanished Evaporites; Jour. Sed. Petr., v. 41, № 4, p. 1045—1059.

Hvorova I. V., 1968: Geosynclinal siliceous rocks and some problems of their origin; Int. Geol. Cogress, Report of the Twenty-third Session, Prague, 1968, p. 105—113.

Krauskopf K. B., 1959: The Geochemistry of Silica in Sedimentary Environments; Silica in Sediments, Soc. Econ. Paleontologyst and Mineralogyst, Sp. Pub. № 7, p. 4—20.

Obradović J., 1971: Tufovi i tufiti vulkanogeno-sedimentne serije u oblasti Budva — Bar; Zbornik radova RGF, sv. 13 za 1970, Beograd, p. 63—80.

Obradović J., Ristić P., 1971: Lapilitski tuf iz vulkanogeno-sedimentne serije Crnogorskog Primorja. Geol. an. Balk. pol. knj. XXXVI, str. 155—161.

Pelto Ch. R., 1956: A study of Chalcedony; Am. Jour. Sci. v. 254, p. 32—50.

Stangačilović D., 1952: Montmorijonit (bentonit) Crne Gore; Glasnik Prir. muzeja Srp. zemlje, ser. A, knj. 5, st. 55—84.

## Summary

JELENA OBRADOVIĆ[1]

# SILICA SEDIMENTS IN VOLCANO-SEDIMENTARY SERIES IN MONTENEGRIN LITTORAL

In volcano-sedimentary series, Ladinian age, in Montenegrin littoral beside volcanic rocks there occur also tuffs, tuffites, small quantities of limestones and marls and some form of silica rocks.

It is usually possible to separate three kinds of silica among silica rocks. Jasper appear in lower part of the series. The second form of silica occurs in the middle part of the series, in chert nodules, in vitroclastic tuffs or in thin chert layers which alternate with tuffs and tuffites. Another form of silica which is composed of almost pure, soft amorphous silica in nodula shape forms, appears in the upper parts of the series.

In the inland zone of the same volcano-sedimentary series lappilitic tuffs have been discovered in which the fragments of andesite-basalte were cemented with silica cement.

The occurrence of silica rocks in investigated series is in connection with extensive submarine volcanic activity, ranging from spilites to tuffaceous material with liberation of silica in the ensuing reaction with the sea water and with gases and solutions which accompanied submarine volcanic eruption.

A mass of jasper appears above spilites, followed by the bedded or nodule chert as well as with mixed rocks, chert-tuffites, which alternate with tuffs and tuffites. It is possible to separate the association of volcanic rocks-spilite and jasper from the association of tuffs and tuffites with cherts. While the first association occurs in the lower part of the series, the second one appears in the middle and upper parts.

The occurrence of the bedded cherts in this area of volcanic activity can be readily explained with direct percipitation of silica which with time recrystalized into chalcedony and quartz.

The chert-tuffites occur as a mixture of pyroclastic and siliceous material at the time of sedimentation.

The chert nodules with the transition zone and white-gray nodules with greater silica content than in the vitroclastic tuff in which they occur, represent diagenetic alteration, i.e. the replacement of tuffaceous material by migration of silica towards the central parts of nodules. According to Chilinger (1956) silica can migrated towards the nodules by diffusion from the surrounding areas.

The occurrence of silica as cement material in lappilitic tuffs is undoubtedly of diagenetic origin. The chalcedony and quartz, which occur in cement, are the result of the transformation of solid silica in the presence of alcaline solutions.

All silica rocks of syngenetic or diagenetic origin, except amorphous silica, are composed of lenght-fast chalcedony and quartz. While the first ones formed in syngenetic stadium content Radiolaries bult up of spherolitic chalcedony, in the second group of silica rocks, which were formed in diagenetic stadium, Radiolaries are absent.

---

[1] Faculty of Mining, Geology and Metallurgy, Beograd.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

UDK: 55+629.138 (497.11)

# GEOLOŠKE IMPLIKACIJE PODATAKA AEROGEOFIZIČKIH ISPITIVANJA IZVRŠENIH NA PODRUČJU TREPČE

(sa 2 slike i 1 prilogom)

U ovom radu prikazana je geološka interpretacija podataka aerogeofizičkih (magnetskih-radiometrijskih) ispitivanja izvršenih na području Trepče. Radi razjašnjenja geotektonskog položaja rudnog rejona Trepče u sklopu tektono-magmatske zone višega reda, korišćeni su podaci regionalnih geofizičkih ispitivanja, u prvom redu aeromagnetskih, i sa terena koji znatno prevazilazi granice područja Trepče.

Aerogeofizička (magnetska-radiometrijska) ispitivanja na području Trepče izvedena su 1961. godine i to su bila prva takva ispitivanja za potrebe jednoga rudnika u našoj zemlji. Metodika rada bila je prilagođena zahtevima koje je trebalo udovoljiti merenjima magnetskog polja. Merenja su izvedena sa prosečne visine od 80 m, po pravolinijskim maršrutama čije je međusobno udaljenje iznosilo 250 m. Tačnost merenja (u mirnom polju) magnetskog polja iznosila je ±80 gama, a radioaktivnog ±2 μR/h.

Po završenim ispitivanjima obavljena je obrada i interpretacija dobijenih podataka. Deset godina kasnije (1971.) izvršena je i reinterpretacija. Potreba reinterpretacije proistekla je posebno iz sledećih razloga: 1. ranija interpretacija vršena je u uslovima nepostojanja detaljnijih geoloških karata za područje Trepče koje je obuhvaćeno aerogeofizičkim ispitivanjima; 2. izvedena interpretacija nije se mogla bazirati čak ni na rezultatima preliminarne nazemne provere registrovanih anomalija, jer ista nije ni obavljena; 3. takođe, ranija interpretacija izvršena je bez dovoljnog poznavanja magnetskih karakteristika stena sa ispitivanog terena; 4. i pored odsustva potrebnih podataka interpretacijom su uspešno rešena neka pitanja geološko-strukturnog karaktera i izdvojeni perspektivni delovi terena, gde su poslednjih godina detaljnim istraživanjima otkrivene nove rezerve olovo-cinkovih orudnjenja (Zijača). Otuda je proizašlo uverenje da bi reinterpretacija u uslovima postojanja novoprikupljenih podataka u proteklom periodu od 10 godina mogla dati dalji doprinos istraživanju mineralnih sirovina.

U proteklom periodu, posle izvršenih aerogeofizičkih ispitivanja, na području Trepče izvedena su obimna istraživanja (detaljna geološka kar-

tiranja, rudarski radovi, laboratorijska ispitivanja), a u toku 1971. godine obavljeno je prikupljanje uzoraka stena i laboratorijska odredba njihovih magnetskih karakteristika. Za proširenje saznanja o geološko-strukturnom sklopu terena Trepče, a time i za potpuniju reinterpretaciju aerogeofizičkih podataka bili su svakako od značaja i novi regionalni geološko-geofizički podaci sa drugih terena koji pripadaju istoj geostrukturnoj jedinici (Vardarsko-šumadijskoj zoni) kao i područje Trepče. Razumljivo je bilo očekivati da u međuvremenu dobijeni rezultati istraživanja pruže ne samo priliku da se oceni stepen uspešnosti ranije interpretacije, već da uslove i sticanje novih saznanja o geološko-strukturnom sklopu terena Trepče na bazi aerogeofizičkih podataka.

## 1. KRATAK OSVRT NA STRATIGRAFSKO-LITOLOŠKI SASTAV TERENA

Mada je stratigrafsko-litološki sastav područja Trepče već dobro poznat ipak, u cilju olakšanog razumevanja izloženih rezultata aeromagnetskih ispitivanja, prikazaćemo ga ukratko, na bazi podataka M. Kandića, D. Simića, I. Mićića, M. Klisića i M. Urošević a (9,23).

Po ovim autorima u geološkoj građi učestvuju sledeće formacije i stene: »Serija Trepča«, serpentinisani peridotiti, gabro amfiboliti, dijabaz-rožnačka formacija jure, gornjokredni sedimenti, tercijarne i kvartarne tvorevine (v. prilog).

»Serija Trepče« predstavlja najstarije tvorevine područja. Ranije se smatralo da je paleozojske starosti, dok je najnovijim istraživanjima dokazano da je serija bar delom trijaske starosti (9). Sastoji se od sedimentnih i magmatskih stena: slabo metamorfisanih klastita, karbonatskih stena i podređenije metamorfiisanih bazičnih stena. S obzirom na sastav proizilazi da je »serija Trepče« sedimentno-vulkanogenog porekla. Od posebnog značaja je činjenica da je u ovoj seriji, u krečnjacima i mermerima, deponovana glavna rudna masa koja je do sada otkrivena na istraživanom području.

Serpentinisani peridotiti su mlađi od »serije Trepče«, a stariji su od dijabaz-rožnačke formacije. Ne isključuje se mogućnost konsolidacije manjeg dela peridotita i u toku stvaranja dijabaz-rožnačke formacije. Serpentinisani peridotiti područja Trepče predstavljaju samo mali deo zone ovih stena, koja se proteže kroz čitavu Vardarsko-šumadijsku zonu.

Gabroamfiboliti se nalaze pretežno u kontaktnom pojasu koji se prostire između serpentinisanih peridotita i »serije Trepče«. Po načinu pojavljivanja izdvajaju se manje intruzivne mase ili proboji žičnog tipa u serpentinitima.

Dijabaz-rožnačka formacija stvarana je u juri, u vreme kada je sinklinalni vulkanizam bio posebno aktivan. Sedimentni članovi ove formacije su raznovrsni po sastavu; zastupljeni su: peščari, laporci, glinci, rožnaci i krečnjaci. Često se smenjuju sa magmatskim stenama kako u vertikalnom tako i u horizontalnom pravcu. Od magmatskih stena najveće učešće imaju dijabazi, zatim dijabaz-porfiriti, spiliti i tufovi. Proboji dijabaza javljaju se i u »seriji Trepče«.

Gornjokredni sedimenti imaju neznatno prostranstvo u području Trepče, u okviru aerogeofizički ispitanog terena. Otkriveni su jedino u rejonu južno od Crnuše. Donji deo serije izgrađuju bazalni konglomerati i laporoviti krečnjaci, a gornji fliš sastavljen od laporaca, alevrolita i sitnozrnih laporaca.

Tercijarne tvorevine imaju najveće rasprostranjenje. Po litološkom sastavu izdvajaju se tri nivoa: bazalna serija, vulkanogeni kompleks i pliocenski sedimenti. Bazalna serija je vrlo heterogena; izgrađena je od konglomerata, peščara, alevrolita, glinaca i u višim nivoima od piroklastita. Vulkanogeni kompleks nastao je kao produkat dve osnovne vulkanske faze koje su se odvijale u tercijaru na području Trepče. Prva faza, kojoj pripada veći deo vulkanogenog kompleksa, dala je produkte andezitsko-dacitskog sastava (uglavnom piroklastite, ređe proboje i izlive), a druga produkte latitsko-kvarclatitskog sastava (piroklastite, izlive i proboje). Stene druge faze konkordantno leže preko produkata prve faze. Pliocenski sedimenti predstavljeni su jezerskim sedimentima molaskog tipa.

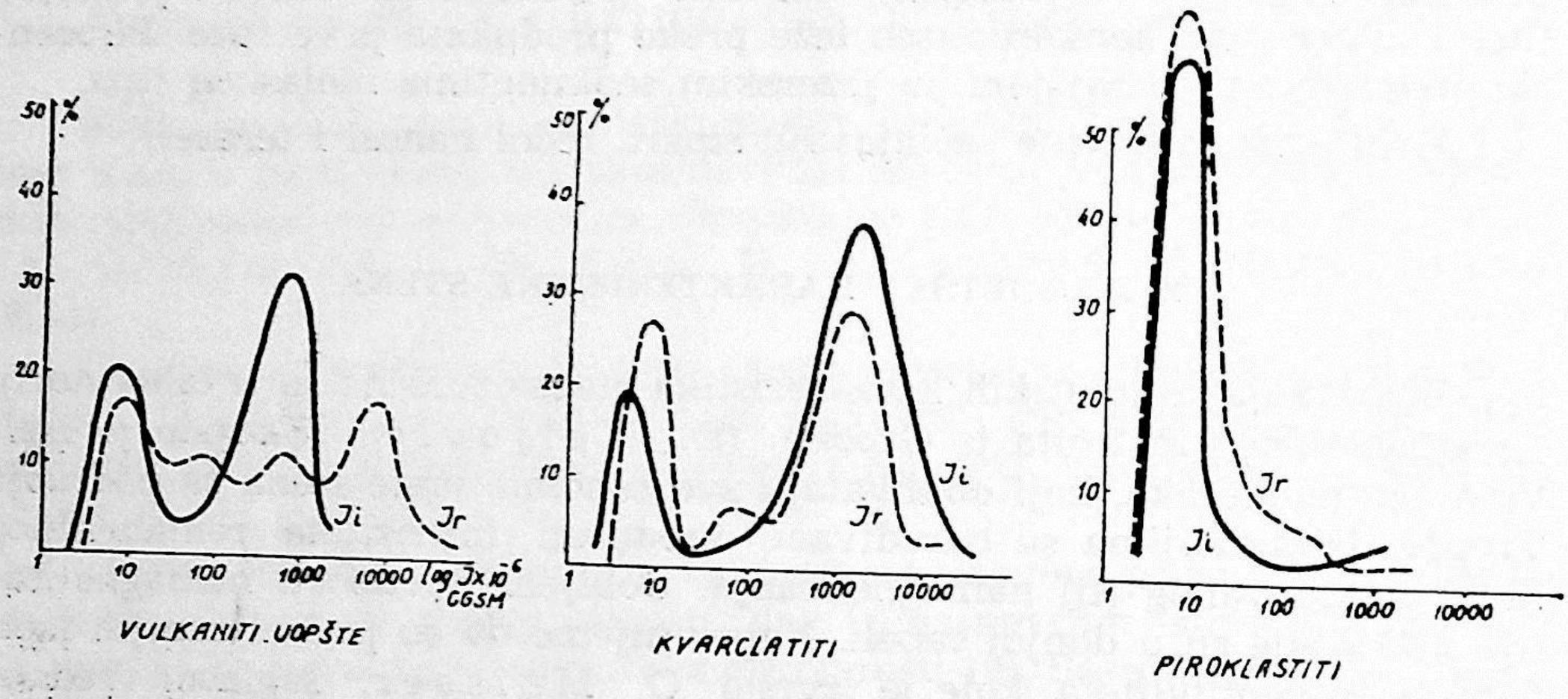
Kvartarne tvorevine sačinjavaju sipari, rečni nanosi i terase.

## 2. MAGNETSKE KARAKTERISTIKE STENA

Ispitivanja magnetskih karakteristika stena izvršena su u laboratoriji Geomagnetskog instituta iz Grocke (D. Veljović). Ukupno je ispitano 180 primeraka, koji obuhvataju sve osnovne vrste stena sa područja Trepče. Ispitivanjima su određivane vrednosti intenziteta remanentnog (Ir) i indukovanog (Ii) namagnetisanja. Dobijene vrednosti namagnetisanja prikazane su u donjoj tabeli. Napominjemo da su podaci ranijih ispitivanja susceptibiliteta, koje je izvršio O. Meisser, saglasni vrednostima Ii naznačenim u tabeli.

| Vrsta stena (makroskopska odredba) | Broj ispit. uzoraka | Ir×10⁻⁶ CGS | | Ii×10⁻⁶ CGS | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Predeo kolebanja | Prosečno | Predeo kolebanja | Prosečno |
| Vulkaniti uopšte | 34 | | | | |
| Izmenjeni | | 0—500 | 10 | 0—30 | 8 |
| Sveži | | 500—50000 | 5000 | 100—2400 | 700 |
| Kvarclatiti | 60 | | | | |
| Izmenjeni | | 0—100 | 8 | 0—50 | 7 |
| Sveži | | 100—50000 | 1600 | 50—3900 | 1700 |
| Piroklastiti | 36 | 0—1500 | 5 | 0—1900 | 7 |
| Dijabazi | 9 | 0—750 | 10 | 0—140 | 15 |
| Peščari DRF | 4 | 0—15 | 10 | 0—15 | 15 |
| Krečnjaci | 9 | 0—5 | 5 | 0—5 | 4 |
| Škriljci | 14 | 0—10 | 5 | 0—20 | 8 |
| Serpentiniti | 5 | 0—2900 | 900 | 0—1900 | 1200 |
| Silifikovane stene | 9 | 0—10 | 5 | 0—10 | 5 |

Po magnetskim karakteristikama pojedinih vrsta stena proizilazi da na području Trepče magnetne anomalije izazivaju uglavnom vulkaniti tercijara i serpentiniti, a moguće je očekivati i delimičan uticaj dijabaza. Za kvarclatite, vulkanite uopšte i piroklastite, koji su zastupljeni sa više ispitivanih uzoraka, prikazane su varijacione krive remanentnog i indukovanog namagnetisanja. Krive ukazuju da se po Ir i Ii kod kvarclatita i vulkanita uopšte izdvajaju dva osnovna varijeteta ovih stena — magnetični i nemagnetični, dok se piroklastiti pokazuju kao jasno nemagnetične stene. Nešto veća heterogenost u remanentnom namagnetisanju uočava se kod vulkanita uopšte, što je donekle i razumljivo s obzirom da su pod ovim nazivom obuhvaćeni oni tercijarni vulkaniti koji nisu mogli biti pouzdano makroskopski raščlanjeni kao daciti, andeziti ili kvarclatiti; vrlo verovatno da najveći broj uzoraka označenih kao vulkaniti uopšte pripada dacit-




Sl. 1. Varijacione krive remanentnog i indukovanog namagnetisanja za vulkanite uopšte, kvarc-latite i piroklastite.

Fig. 1. The variation curves of remanente and induced magnetism of volcanites in general, quartz-latites and pyroclastites.

sko-andezitskim stenama. Kod kvarclatita i dacitoandezita na varijacionim krivama izdvajaju se dva varijeteta zbog toga što se ove stene pojavljuju kao sveže — magnetične ili izmenjene — nemagnetične. Na prvi pogled iznenađujuće je da su serpentiniti područja Trepče neuobičajeno male magnetičnosti; međutim, dubinski razlom koji ispunjavaju serpentiniti imao je veoma važnu ulogu u magmatsko-metalogenim zbivanjima, pa je kao jedna od posledica tih procesa i znatna izmenjenost serpentinita, odnosno njihova smanjena magnetičnost.

## 3. GEOLOŠKA INTERPRETACIJA AEROGEOFIZIČKIH PODATAKA

### 3.1. Litološka priroda uzročnika anomalija

Rezultati provere anomalija, ustanovljene magnetske karakteristike stena i podaci najnovijih geoloških istraživanja omogućili su nam da dosta pouzdano utvrdimo prirodu uzročnika praktično svih anomalija otkrivenih aerogeofizičkim ispitivanjima na području Trepče.

Izdužena anomalna zona na potezu Zijača—Đidoma i manje promene ΔT intenziteta na istom pravcu prema Skočanskoj čuki (v. prilog) posledica su uticaja serpentinita, koji na većem delu zaležu ispod tercijarne sedimentno-vulkanogene serije. Anomalije ΔT u predelu vulkanitskih masiva Majdana, Sokolice, Crnog vrha, Kozjeg roga, Crnuše, Duhovca i Skočanske čuke izazvane su vulkanitima, uglavnom kvarc-latitima. Mestimične promene ΔT na severoistočnom delu aerogeofizički ispitanog terena, u rejonu Jovana, Bajgore i Bukoglava, izazvane su magnetičnim partijama dijabaza koji pretežno izgrađuju ove delove terena.

Interesantno je napomenuti da je prilikom ranije interpretacije magnetske anomalne zone u predelu Skočanska čuka — Mirače postojala dilema u odredbi uzročnika, jer je prostranstvo anomalije izrazitog intenziteta daleko prelazilo (na karti naznačene) granice rasprostranjenja kvarclatita. Ipak, oslanjajući se i na podatke radiometrijskih ispitivanja zaključeno je da kvarclatiti moraju imati veće rasprostranjenje, približno jednako prostranstvu magnetske anomalije i anomalije gama radioaktivnosti, a što je rezultatima provere (1971) i potvrđeno. S obzirom da se ovi kvarclatiti posebno izrazito magnetski ispoljavaju proizilazi zaključak o odsustvu značajnijih hidrotermalnih procesa na većem delu ovoga terena, što znači da je na njima i verovatnoća otkrivanja ekonomskih ležišta minimalna. Litološka priroda uzročnika ostalih anomalija ΔT intenziteta odgovara vrsti stene koja je na dotičnom mestu naznačena na geološkoj karti (pretežno probojima i izlivima vulkanita).

Imajući u vidu fenomen na kome se radiometrijska metoda zasniva, tj. stepen podobnosti radiometrijskih podataka u rešavanju geološko-strukturne problematike područja Trepče koja se pred aerogeofizička ispitivanja postavila, anomalije gama radioaktivnosti posebno ne razmatramo, već ih koristimo uglavnom pri objašnjenju magnetskih anomalija. Ovo tim pre što su u području Trepče vulkaniti isključivi uzročnici povišene radioaktivnosti.

## 3.2. Opšte geostrukturne karakterističke područja Trepče

Razmatrajući aerogeofizičke podatke sa geološko-strukturnog aspekta, a imajući u vidu i podatke regionalnih geološko-geofizičkih ispitivanja izvršenih u susednim regionima, došli smo do sledećih saznanja.

Aeromagnetski indicirani serpentiniti na pravcu Zijača — Đidoma — Skočanska čuka, koji su na najvećem delu prekriveni tercijarnom sedimentno-vulkanogenom serijom, označavaju najmarkantniju disjunktivnu strukturu, dubinsku dislokaciju (u daljem tekstu DD) na području Trepče. Ustvari serpentiniti obeležavaju deo jednog od najznačajnijih dubinskih razloma Vardarsko-šumadijske tektonomagmatske zone, koji je imao presudan značaj za metalogenetske procese, odnosno za formiranje mnogobrojnih ležišta olova i cinka u ovoj zoni. Po kontinuitetu anomalije ocenjeno je (1962) da je zona serpentinita kontinualna od glavne Ibarske serpentinitske mase do Đidome, što je kasnije bušenjem i potvrđeno. Dalje u pravcu jugoistoka serpentiniti diskontinuirano iskljinjavaju. Isklinjavanje i diskontinuitet serpentinita tumačimo kao posledicu primarne raspodele bazične magme duž DD, jer ne verujemo da su tektonski i hidroter-

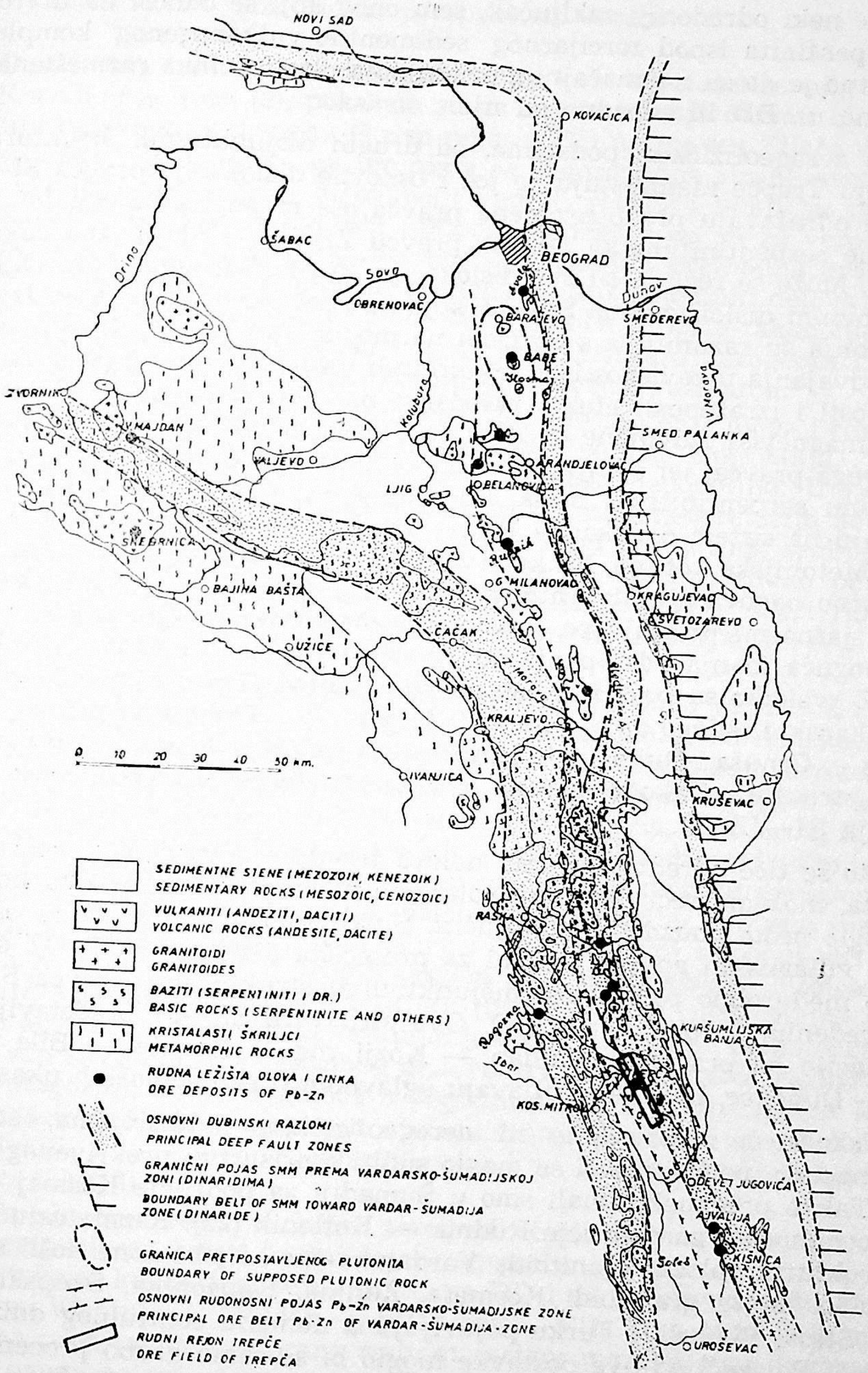
malni procesi bili tako izraženi na ovom delu terena, te da su uslovili reduciranje mase serpentinita i snižavanje njihove magnetičnosti. Blizu Skočanske čuke DD je presečena mlađom markantnom dislokacijom pravca SI—JZ koja je po svoj prilici poslužila kao put vulkanitima u rejonu Skočanske čuke — Bila. Ovi vulkaniti maskiraju DD pravac SZ—JI i onemogućavaju njeno dalje praćenje u pravcu JI. U svakom slučaju serpentiniti u predelu Slavkovačke reke, na perifernom delu aerogeofizički ispitanog terena, obeležavaju bar širi pojas DD.

S obzirom na značaj DD na pravcu Zijača — Skočanska čuka u metalogeniji olova i cinka smatramo da je njeno izučavanje jedno od najbitnijih pitanja za pravilno tumačenje geološke građe i usmeravanje daljih istraživanja na području Trepče i na susednim terenima. U vezi sa ovim postavlja se potreba određivanja geostrukturnog položaja područja Trepče u okviru geostrukturne jedinice višeg reda. Odmah ćemo naglasiti da po ovom pitanju nismo saglasni sa autorima koji osnovne strukture Trepče produžavaju na Rogoznu i dalje na Goliju (9,14). Naše shvatanje o geostrukturnom položaju rudnog rejona Trepče delimično se podudara sa shvatanjem F. Šumahera, K. Štira i R. Falca (20).

Polazeći od toga da je DD na pravcu Zijača — Skočanska čuka deo jedne od osnovnih razlomnih struktura koje se pružaju kroz čitavu Vardarsko-šumadijsku zonu, izučavali smo razlom u celini kako bi došli do realnijeg shvatanja o geološko-strukturnom položaju rudonosnog područja Trepče unutar ove tektono-magmatske zone. U ovom pravcu najveću pomoć pružili su nam podaci aeromagnetskih ispitivanja izvršenih na nekim drugim delovima Vardarsko-šumadijske zone (25, 26, 27). Suština našeg shvatanja sastoji se u tome da se u oblasti Rogozne i Kopaonika sučeljavaju dva dubinska razlomna pojasa (zone sa snopom dubinskih dislokacija) Vardarsko-šumadijske zone: zapadni granični razlomni pojas na pravcu Studena Voda — Titov Veles — Raduša — Goleš — Raška — Maljen i centralni razlomni pojas Đevđelija — Skopska Crna Gora — Priština — Brzeće (Kopaonik) — Kosmaj — Avala kome pripada i DD na području Trepče ograničavajući ga sa zapadne strane (v. sliku 2). Istočnu granicu Vardarsko-šumadijske zone, prema Srpsko-makedonskoj masi, obeležavaju mestimične pojave bazita na pravcu Dojran — Strumica — Radoviš — Crni vrh (Kratovsko-zletovska oblast) — Tulari — Kuršumlijska banja — Kragujevac — Kolari. Sučeljavanjem ovih dubinskih razloma u oblasti Kopaonika, Rogozne, Golije i Kotlenika tektonski je predisponiran teren za živu magmatsku i metalogenetsku aktivnost. U širem domenu zapadnog dela centralnog razloma nalaze se rudna ležišta olova i cinka Kišnica, Ajvalija, Trepča, Zijača, Koporić, Žuta Prlina, Belo brdo, Rudnik, Babe i Avala.

Dakle, po našem mišljenju, osnovne strukture Trepče imaju svoj nastavak ne prema Rogozni već prema Kopaoniku i Željinu (v. sliku 2).

Na području Trepče DD na pravcu Zijača — Skočanska čuka, sa serpentinitima koji isklinjavaju u pravou JI, razgraničava »seriju Trepče« od terena na severoistoku čiju osnovu čine tvorevine dijabaz-rožnačke formacije. Detaljniji podaci o litologiji terena iz domena DD, koja je jedna od bitnih faktora u metalogeniji olova i cinka, dati su u radu M. Kandića i dr. (9). Po ovom pitanju iz aerogeofizičkih podataka ne može se




Sl. 2. Dubinski razlomi, magmati i rudna ležišta (Pb, Zn) severnog dela Vardarsko-šumadijske i JI dela Slavonsko-sremske zone.

Fig. 2. The deep fault zones, magmatic rocks and Pb-Zn ore deposits of N part of Vardar-Šumadija and SE part of Slavonia Syrmian zone.

»izvući« neki određeniji zaključak, sem onog koji se odnosi na utvrđivanje serpentinita ispod tercijarnog sedimentno-vulkanogenog kompleksa. Evidentno je da su najznačajnija orudnjenja olova i cinka razmeštena neposredno uz DD ili zapadno od nje.

Po aerogeofizičkim podacima, od drugih disjunktivnih struktura na području Trepče manifestuju se još i osnovne dislokacije pravca SI—JZ. One se odražavaju preko promena pravca ose magnetske anomalne zone izazvane serpentinitima sa DD na pravcu Zijača — Skočanska čuka (v. prilog). Može se reći da su ove dislokacije po položaju uglavnom saglasne sa osnovnim dislokacijama SI—JZ koje su geološki ustanovljene. Izvesna odstupanja su razumljiva s obzirom na mogućnosti jednog ili drugog načina izdvajanja u zavisnosti od konkretnih uslova na terenu (stepena prekrivenosti i izraženosti efekta rasedanja na magnetsko polje). Smatramo da su magnetski izdvojene dislokacije SI—JZ najbitnije od svih dislokacija ovoga pravca, jer se njihov veliki »učinak« manifestuje u torziji i deplasmanu serpentinitskih masa. Po svoj prilici one se u pravcu JZ nastavljaju na sistem dislokacija Peć — Izvor, koje su delom uslovile stvaranje Metohijske kotline. Na karti naznačeni položaji ovih dislokacija vrlo verovatno odgovaraju stvarnim na terenu u domenu serpentinitske zone gde se jasno manifestuju po anomalnom magnetnom polju, dok su međutim moguća manja odstupanja od stvarnog pravca pružanja. Dislokacije SI—JZ svakako su poslužile kao dovodni putevi tercijarnim vulkanitima, jer je karakteristično da se vulkaniti Majdan — Sokoloca, Crni vrh — Kozji rog — Crnuša i Duhovce — Smrekovica nalaze u domenu ovih disjunktivnih struktura. Takođe, uočena je veza između pojava orudnjenja i dislokacija SI—JZ (9).

Što se tiče odredbe korenih delova tercijarnih vulkanita, vulkanskih aparata, možemo reći da ne raspolažemo elementima na osnovu kojih bi se moglo nešto pouzdanije zaključiti. Stekli smo uverenje da su osnovni centri vulkanskih aparata vezani za presecišta dislokacija SI—JZ sa približno međusobno paralelnim disjunktivnim strukturama pravca SZ—JI, raspoređenim sa obe strane DD. Ove strukture SZ—JI predstavljale bi dislokacije na pravcima Majdan — Kozji rog — Karače — Bila i Crni vrh — Duhovce, koje se ispoljavaju uglavnom preko geoloških ukazatelja.

Takođe, ne raspolažemo ni aerogeofizičkim indikacijama, odnosno predznacima, po kojima bi se moglo suditi o prisustvu prekrivenog plutonita. Takve predznake imali smo u Šumadiji za područje Kosmaj — Barajevo i donekle za područje Rudnik — Kotlenik (25). Razmatrajući opšti geostrukturni položaj granitoida Vardarsko-šumadijske zone došli smo do zaključka da se granitoidi Kosmaja, Željina, Kopaonika, Skopske Crne Gore, Štipa, Plavuša i Furke pojavljuju u domenu centralnog dubinskog razloma. Polazeći od ove postavke moglo bi se samo grubo proceniti gde ima smisla očekivati granitoidni plutonit na području Trepče.

Verovatno bi se preko podataka koji bi se dobili sada postojećim, visokoosetljivim aeromagnetometrom, moglo pouzdanije vršiti litološko raščlanjavanje »serije Trepče«, određivanje korenih delova tercijarnih vulkanita, ustanovljenje eventualno postojećeg plutonita i dr.

## 3.3. Rudno perspektivni tereni

Dosadašnja metalogenetska izučavanja, koja su sintetizovana u radu M. K a n d i ć a i dr. (9), pokazala su da se orudnjenja olova i cinka pojavljuju uglavnom u domenu (širem pojasu) DD na pravcu Zijača — Skočanska čuka i to najčešće na terenima sa jugozapadne strane ove strukture. Odlučujuću ulogu u distribuciji rudnih rastvora imali su naravno strukturni, magmatski i litološki faktori. S obzirom da su za verodostojniju selekciju terena po perspektivnosti neophodna prethodna proučavanja sa više aspekata, u vezi ocene perspektivnosti pojedinih delova terena Trepče možemo samo ukazati na ono što proističe iz opšte zakonomernosti razmeštaja orudnjenja, zakonomernosti koju iniciraju aerogeofizički podaci u kontekstu rezultata dosadašnjih geoloških istraživanja.

Pre svega potrebno je da istaknemo da se orudnjenja olova i cinka direktno ne indiciraju preko podataka aerogeofizičkih ispitivanja, jer je učešće feromagnetičnih minerala u rudnoj masi nedovoljno. U ranijem našem radu (24), polazeći od geološko-strukturne interpretacije aerogeofizičkih podataka (prognoze geološke građe ispod tercijarnog sedimentno-vulkanogenog pokrivača), izdvojili smo neke terene kao rudno perspektivne. Kao što je pomenuto kasnijim istraživanjima vrlo dobri rezultati postignuti su u rejonu Zijača — otkrivene su nove značajne rezerve olova i cinka.

Nesumnjivo, u razmeštaju olovo-cinkovih ležišta u oblasti Kopaonika i Šumadije odlučujuću predisponirajuću ulogu imale su dislokacije na zapadnom delu centralnog dubinskog razloma Vardarsko-šumadijske zone. U njihovom (širem) domenu raspoređene su najznačajnije pojave i ležišta: Kišnica, Ajvalija, Trepča, Zijača, Koporić, Žuta Prlina, Belo brdo, Rudnik, Babe i Avala, što verovatno nije slučajno, već je posledica određenih, specifičnih fizičko-hemijskih uslova koji su vladali duž ovih superregionalnih dislokacija dovodeći do stvaranja magmatskih ognjišta, odnosno rezervoara rudnih rastvora. Distribucija olova i cinka po ovoj složenoj strukturi odvijala se u zavisnosti od drugih faktora — magmatskih, litoloških i strukturnih faktora lokalnog karaktera (transverzalne, dijagonalne dislokacije i dr.). To ne znači da se orudnjenja olova i cinka ne mogu očekivati i dalje van šireg domena zapadnog dela centralnog dubinskog razloma (na primer Rogozni), ali verovatnoća u pogledu otkrivanja značajnijih ležišta je, po našem mišljenju, u svakom slučaju manja. Polazeći od ove koncepcije izdvojili smo osnovni rudonosni pojas Pb i Zn Vardarsko-šumadijske zone (v. sliku 2).

Na području Trepče u okviru aerogeofizički ispitanog terena, potencijalno perspektivan teren (rudni rejon) ograničen je, po našem mišljenju, severoistočnim kontaktom serpentinita sa DD i disjunktivnom strukturom na pravcu Vlahinja — Majdan — Kozji rog — Bila koja se sa vulkanskim korenima predstavila kao brana rudnim rastvorima u pravcu jugozapada. Unutar ovoga pojasa najperspektivnije delove terena određuju lokalni litološki i strukturološki faktori. Nažalost, po aerogeofizičkim podacima ne može se vršiti litološko raščlanjavanje »serije Trepče«, odnosno izdvajanje najpovoljnije sredine za orudnjenje, ispod tercijarnog sedimentno-vulkanogenog kompleksa koji mahom prekriva teren rudnog rejona Trepče. Međutim, polazeći od strukturoloških faktora, tj. od uočene veze iz-

među položaja orudnjenja i dislokacija SI—JZ, smatramo da se najperspektivniji tereni nalaze u širem domenu presecišta najmarkantnijih dislokacija pravca SI—JZ sa DD i to, s obzirom na opšte litološke karakteristike, pretežno sa zapadne strane DD (v. prilog). To znači da smo mišljenja da se značajnija skrivena rudna ležišta mogu očekivati u širem pojasu DD, duž aerogeofizički indiciranih struktura pravca SI—JZ, a u zavisnosti od opštih i lokalnih litoloških faktora. Ispravnost ovakve koncepcije potvrđuje se položajem do sada otkrivenih najznačajnijih ležišta (Trepča, Zijača), jer je karakteristično da su raspoređena baš u širem domenu presecišta DD sa najmarkantnijim dislokacijama SI—JZ koje su na osnovu aerogeofizičkih podataka izdvojene. Neki od izdvojenih najperspektivnijih terena detaljnije su već istraživani, a opisani su u radu M. Kandića i dr. (9). Mišljenja smo da istraživanja treba nastaviti i to u još detaljnijem vidu.

## 4. ZAKLJUČAK

1. Geostrukturni položaj rudnog rejona Trepče u Vardarsko-šumadijskoj zoni, po našem mišljenju, određuje prostranstvo dubinskih razloma. U oblasti Rogozne i Kopaonika sučeljavaju se dva dubinska razlomna pojasa (zone sa snopom dubinskih dislokacija): zapadni granični razlomni pojas na pravcu Studena Voda — T. Veles — Raduša — Goleš — Raška — G. Milanovac — Maljen i centralni razlomni pojas Vardarsko-šumadijske zone Đevđelija — Skopska Crna Gora — Priština — Brzeće (Kopaonik) — Gledić — Kosmaj — Avala, kome pripada i deo dubinskog razloma, odnosno dubinske dislokacije na području Trepče (v. sliku 2 i prilog). Sučeljavanjem ovih dubinskih razloma tektonski je predisponiran teren za živu magmatsku i metalogenetsku aktivnost. U širem domenu zapadnog dela centralnog razloma nalaze se rudna ležišta olova i cinka: Kišnica, Ajvalija, Trepča, Zijača, Koporić, Žuta Prlina, Belo brdo, Rudnik, Babe i Avala. Iz navedenog proizilazi naša nesaglasnost sa shvatanjem da se osnovne strukture Trepče produžavaju ka Rogozni i dalje ka Goliji. U cilju proveravanja ove koncepcije bilo bi od interesa proširiti aeromagnetska ispitivanja u pravcu SZ i JZ, na ostale delove terena u zoni Kišnica — Kraljevo.

2. Na području Trepče ustanovljeno je pružanje zapadnog dela centralnog razloma Vardarsko-šumadijske zone, koga prema zapadu ograničava dubinska dislokacija sa serpentinitima, na pravcu Zijača — Skočanska čuka. Dubinska dislokacija se sasvim jasno indicira na delu Zijača — Đidoma, gde se serpentiniti intenzivnije pojavljuju ispod tercijarne sedimentno-vulkanogene serije, dok se u pravcu JI manifestuje preko mestimičnih, slabo izraženih indikacija zbog diskontinuiranog isklinjavanja serpentinita u ovom pravcu. Ova dubinska dislokacija imala je presudan značaj na razvoj geoloških zbivanja na području Trepče. Pored nje, indirektno su, po torziji i deplasmanu serpentinita na njoj, ustanovljene i najmarkantnije strukture SI—JZ pravca pružanja, koje su takođe imale vidnog značaja za magnetizam i metalogeniju olova i cinka. Prema nekim geološko-geofizičkim ukazateljima koreni delovi tercijarnih vulkanita, vulkanski aparati, nalaze se u presecištu dislokacija SI—JZ sa disjunktivnim strukturama pravca SZ—JI koje su raspoređene paralelno i nedaleko

od dubinske dislokacije na pravcima: Majdan — Kozji rog — Karača — Bila i Crni vrh — Duhovce.

3. U razmeštaju rudnih ležišta olova i cinka u oblasti Kopaonika odlučujuću predisponirajuću ulogu imao je zapadni deo centralnog razloma Vardarsko-šumadijske tektonomagmatske zone, jer nije slučajno da su u njegovom (širem) domenu raspoređena značajna ležišta olova i cinka. Distribucija olova i cinka po ovoj složenoj rudonosnoj strukturi vršila se u zavisnosti od drugih faktora — magmatskih, litoloških i strukturnih faktora lokalnog karaktera. Pojave olova i cinka mogu se očekivati i van domena pomenute strukture (na primer na Rogozni), međutim verovatnoća otkrivanja značajnih ležišta je manja. Polazeći od ove koncepcije kao potencijalno najperspektivniji teren u Kopaoničkoj oblasti, naravno posle rudnog rejona Trepče, izdvajamo područje na potezu Koporić — Belo brdo. Na ovome terenu trebalo bi, u zavisnosti od rezultata aerogeofizičkih ispitivanja koja bi prethodila, izvršiti poluregionalna istraživanja u cilju otkrivanja skrivenih ležišta olova i cinka.

Na području Trepče potencijalno perspektivan teren (rudni rejon) ograničen je severoistočnim kontaktom serpentinita sa dubinske dislokacije Zijača — Skočanska čuka i disjunktivnom strukturom na pravcu Vlahinja — Majdan — Kozji rog — Bila. Unutar ovoga pojasa najperspektivnije delove terena određuju lokalni litološki i strukturološki faktori. Po našem mišljenju, značajnija skrivena rudna ležišta olova i cinka mogu se očekivati u širem domenu presecišta DD i najmarkantnijih dislokacija pravca SI—JZ (v. prilog), a u zavisnosti od litoloških faktora, koji se sada samo uopšteno mogu sagledati na bazi postojećih geoloških podataka. Na izdvojenim terenima, odnosno na najperspektivnijim delovima rudnoga rejona Trepče, trebalo bi izvesti detaljnija istraživanja ili preći na veći stepen detaljnosti ukoliko su istraživanja ranije započeta.

4. Aerogeofizičkim ispitivanjima treba obuhvatiti čitavu oblast između Kraljeva i Kišnice, i to primenom savremenog visokoosetljivog uređaja. Dobijeni podaci verovatno bi doprineli pouzdanijem rešavanju i onih pitanja koja na osnovu postojećih aerogeofizičkih podataka manje tačnosti nisu mogla biti uspešnije tretirana.

(Predato za štampu aprila 1972. godine)

## LITERATURA

1. Anđelković M., 1967: — Šumadijska zona — Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XXXIII, Beograd.
2. Ćirić B., 1957: — Tercijarni tektonski i magmatski pokreti na Kopaoniku. Zbornik II kongresa geologa FNRJ, Sarajevo.
3. Ćirić B., Karamata S., i Smejkal S., 1962: — Vodič za ekskurziju — magmatske stene, geološka građa i rudna ležišta Kopaonika. V Savetovanje geologa FNRJ, Beograd.
4. Đorđević M., 1966—1967: — Izvještaj o geofizičkim ispitivanjima metodom indukovane polarizacije u okolini Starog Trga. Fond struč. dokumenata Geološke službe Trepče, Zvečan.
5. Đorđević M., 1968: — Izveštaj o geofizičkom ispitivanju metodom IP-Vlahinja. Fond stručnih dokumenata geološke službe Trepče, Zvečan.

6. Forgan C. B., 1948: — Ore deposits at the Stantrg leadzinc mine — Yugoslavia. Reprinted from International Geological Congress Report of the Eighteenth Session. Great Ritain, Pert VII, London.
7. Grubić A., 1966: — Tektonske karakteristike Vardarske zone. Referati VI Savetovanja geologa FNRJ, Ohrid.
8. Ilić M., 1962: — Položaj kvarclatita u razvoju našeg tercijarnog magmatizma. Referati V Savetovanja geologa FNRJ, Beograd.
9. Kandić M., Simić D., Mićić I., Klisić M., Perić M. 1970: — Metalogenetske karakteristike rudnog polja Trepča — Fond stručnih dokumenata rudnika Trepča.
10. Karamata S., 1962: — Tercijarni magmatizam Dinarida, njegove faze i njegove osnovne petrohemijske karakteristike. Referati V Savetovanja geologa FNRJ, Beograd.
11. Kossmat F., 1924: — Geologie der zentralen Balkanhalbinsel — Berlin.
12. Meisser O., Šumi F., 1947/1950: — Trepča — geofizika. Fond stručnih dokumenata Geološke službe Trepče, Zvečan.
13. Mićić I., 1968: — Kontaktno-metamorfne, pneumatolitske i hidrotermalne promene kao pratioci mladog plutonizma na zapadnim padinama Kopaonika i Željina. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, knj. XXVI, Beograd.
14. Perić M., 1970: — Rezultati geofizičkih ispitivanja i njihov doprinos proučavanju metalogenetskih karakteristika rudnog polja Trepče — VII Kongres geologa — Zagreb.
15. Pešut D., 1962: — Tercijarna ležišta olova i cinka u Dinaridima i Rodopima — V Savetovanje geologa, Beograd.
16. Rakić S., 1962: — Klasifikacija genetskih tipova Pb-Zn, ležišta tercijarnog magmatizma Dinarida na osnovu karakteristika mineralnih parageneza — V Savetovanje geologa FNRJ, Beograd.
17. Smejkal S., 1962: — Metalogenija tercijarnog magmatizma u Dinaridima i Rodopima. Referati V Savetovanje geologa FNRJ, Beograd.
18. Smejkal S., 1962: — Strukture, mineralizacije, mineralne parageneze i geneze olovo-cinkovih ležišta kopaoničke oblasti (doktorska disertacija), Beograd.
19. Schumacher F., 1950: — Ležišta Trepča i njegova okolina, Beograd.
20. Schumacher F., Štir i Falc, 1950: — Magmatsko-tektonske zakonitosti u raspodeli rudnih ležišta na Balkanskom poluostrvu i uz osobiti obzir na Vardarsku zonu. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Srpske zemlje, A-3, Beograd.
21. Topalović A., 1966: — Tipovi Pb-Zn ležišta južnog Kopaonika. Referati VI savetovanja geologa FNRJ, Ohrid.
22. Topalović A., 1966: — Prilog tektonskoj građi Kopaonika sa ostrvom na području Starog Trga. Referati VI Savetovanje geologa FNRJ, Ohrid.
23. Urošević M. i dr. 1961: — Tumač za osnovnu geološku kartu FNRJ, list Kosovska Mitrovica, Beograd.
24. Vukašinović S., 1962: — Aerogeofizička ispitivanja na terenu Trepče — Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.
25. Vukašinović S., 1970: — Neki novi podaci o geološko-strukturnom sklopu Šumadije (na bazi rezultata aeromagnetskih ispitivanja) — VII Kongres geologa, Zagreb.
26. Vukašinović S., 1971: — Reinterpretacija podataka aerogeofizičkih ispitivanja izvršenih na području Trepče 1961. godine. Fond stručnih dokumenata IGRI.
27. Vukašinović S., 1972: — Prilog geotektonskoj rejonizaciji međugraničnog prostora Dinarida, Panonida i Srpsko-makedonske mase — Sednica Srpskog geološkog društva.

Summary

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ[1]

## GEOLOGICAL INTERPRETATION OF AEROGEOPHYSICAL EXPLORATION OF TREPČA AREA, SERBIA

This paper treats geological interpretation of air-borne magnetic and radiometric explorations of Trepča area. In order to obtain a better exploration of the exact structural position of Trepča mining area inside a higher order structural and magmatic unit, the regional geophysical data, and particularly the aeromagnetic, have been used, that were collected over a much larger area than the mining area in question.

The general conclusions and interpretations are the following:

1. The structural position of Trepča mining area inside the Vardar-Šumadija zone depends, in author's opinion, on the extension of deep fault zones. Two large, deep fault zones are intersecting in Rogozna—Kopaonik area — the western fault zone extending from Studena Voda — T. Veles — Raduša — Goleš — Raška — G. Milanovac — Maljen — Zvornik, and the central fault zone of Vardar-Šumadija zone, extending from Đevđelija — Skopska Crna Gora — Priština — Brzeće — Kopaonik — Gledić — Kosmaj — Avala; the deep fault zone at Trepča represents a part of the latet zone (fig. 2 and Encl.). The area, where these two zones intersect, has been predetermined for the intensive magmatic and metallogenetic activity. In the area of the western fault zone, the lead-zinc deposits of Kišnica, Ajvalija, Trepča, Zijača, Koporić, Žuta Prlina, Belo Brdo. Rudnik, Babe and Avala are located. These facts simply support author's opinion that the basic structures of Trepča do not extend toward Rogozna and further to Golija. To support further this opinion, aeromagnetic explorations shall be extended toward the NW and SE, to cover the other parts of Kišnica — Kraljevo area.

2. The presence of the western part of the Vardar-Šumadija central fault zone has been determined in Trepča area; this zone is, toward the west, limited by the deep lineament with serpentines, extending in Zijača — Skočanska Čuka direction. This lineament is clearly indicated between Zijača and Đidoma, where the serpentines outcrop trough the Tertiary volcanic-sedimentary sequence; in the SE direction, the indications are local and discontinious, due to the discontinious emplacements of serpentines in this area. This dislocation has had the decisive influence on geology of Trepča area. In addition to this dislocation, the presence of structure of NE—SW direction, that were also important in magmatic activity and deposition of lead-zinc mineralizations, have been detected indirectly, by torsion and emplacements of serpentinites. According to some geological and geophysical indications, the roots of Tertiary volcanites originated at intersection of NE—SW dislocations with the fault structures of NW—SE direction, located at a short distance and paralel to the deep fault zone Majdan — Kozji Rog — Karače — Samodreža and Crni Vrh — Duhovce.

---

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

3. The distribution of lead-zinc deposits of Kopaonik area has been highly influenced by the western part of the central Vardar-Šumadija deep fault zone. The actual emplacement of the individual ore deposits, along this complex structure, depended on other factors as well, such as the local magmatism, lithology and structures. The lead-zinc mineralizations may be expected outside this zone as well (such as one at Rogozna), but the probability that a larger deposit may exist is low. According to this concept, the other area, where the mineral deposits may be expected, is one between Koporić and Belo Brdo. This area shall be covered, depending on the results of aerogeophysical explorations, by semidetailed system of exploration in order to detect the concealed Pb—Zn deposits.

The potentially interesting zones, inside the Trepča mining area, has been limited by the NW contact of serpentinites from the Zijača — Skočanska Čuka dislocation and by the Vlahinja — Majdan — Kozji Rog — Samodreža structure. The most perspective areas, inside this zone, depend on the local lithologic and structural factors. According to author, the important concealed lead-zinc deposits may be expected at the intersection of deep fault zone and the largest NE—SW fault structures (Encl.) but also depending on lithologic factors, presently known only generally from the available geological data. These areas shall be covered by more detailed investigations than those already performed.

4. The entire area between Kraljevo and Kišnica shall be covered by aerogeophysical explorations, and the most advanced, highly sensitive equipment, shall be applied. The results of these proposed explorations may help in better understanding of some problems, that were not fully understood on the basis of the present results of aerogeophysical explorations, performed by equipment of lower sensitivity.

AEROGEOFIZIČKA-GEOLOŠKA KARTA
PODRUČJA TREPČE
(Geološki podaci po M.Kandiću, M.Uroševiću i dr.)

AEROGEOPHYSICAL AND GEOLOGICAL MAP
OF TREPČA AREA
(Geology compiled from works of M.Kandić M.Urošević et all.)

0 0,5 1 Km.

Jovan
Glavanovo p.
Madenja
Zlaca
Sokolica
Stupčina
Mažin
Zidoma
Duhan
Rasane
Vrh
Bukovik
Golare
MITROVICA
Crnuša
Pasoma
Smrekovnica
Skrovna
Skrovnica
Kraca
Skofanska Čuka
Bila
Mirače
Banjska

ALUVIJUM
ALLUVIUM

NEOGENI SEDIMENTI
NEOGENE SEDIMENTS

ŠILJCI I PROBOJI LATITSKO-KVARCLATITSKOG SASTAVA MIOCENSKE STAROSTI
MIOCENE LATITE-QUARTZLATITE FLOWS AND DYKES

PIROKLAST. LATITSKO-KVARCLATITSKOG SASTAVA MIOCENSKE STAROSTI
MIOCENE LATITE-QUARTZLATITE PYROCLASTITES

VULKANITI ANDEZITSKO-DACITSKOG SASTAVA OLIGOMIOCENSKE STAROSTI
OLIGOCENE-MIOCENE ANDESITE-DACITE VOLCANITES

GORNJOKREDNI SEDIMENTI
UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS

DIJABAZ-ROZNAČKA FORMACIJA
DIABASE-HORNSTONE FORMATION

GABROAMFIBOLITI JURSKE STAROSTI
JURASSIC GABBRO-AMPHIBOLITES

SERPENTINISANI PERIDOTITI
SERPENTINIZED PERIDOTITES

DIJABAZI
DIABASES

TRIJASKE TVOREVINE
TRIASSIC SEDIMENTS

PALEOZOJSKI ŠKRILJCI
PALEOZOIC SCHISTS

RASEDI
FAULTS

KRALJUŠTI
IMBRICATE STRUCTURES

ISTOČNO OD OVE LINIJE GEOLOŠKI PODACI SU PO M. UROŠEVIĆU I DR., A ZAPADNO PO M. KANDIĆU I DR.
THE GEOLOGICAL DATA WEST OF THIS BOUNDARY ARE COMPILED FROM THE WORKS OF M. KANDIC ET ALL. AND EAST OF BOUNDARY FROM THE WORKS OF M. UROSEVIC ET ALL.

Sokolica

Mažić

Trtldoma

Rosane

Skrovna

Skrovnica

MITROVICA

Crnuša

Pasoma

Karace

Skodgaska Cuka

Smrekovnica

Bitra

Mirače

Banjska

Cradina

ALUVIJUM
ALLUVIUM

NEOGENI SEDIMENTI
NEOGENE SEDIMENTS

IZLIVI I PROBOJI LATITSKO-KVARCLATITSKOG SASTAVA MIOCENSKE STAROSTI
MIOCENE LATITE-QUARTZLATITE FLOWS AND DYKES

PIROKLAST. LATITSKO-KVARCLATITSKOG SASTAVA MIOCENSKE STAROSTI
MIOCENE LATITE-QUARTZLATITE PYROCLASTITES

VULKANITI ANDEZITSKO-DACITSKOG SASTAVA OLIGOMIOCENSKE STAROSTI
OLIGOCENE-MIOCENE ANDESITE-DACITE VOLCANITES

GORNJOKREDNI SEDIMENTI
UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS

DIJABAZ-ROZNAČKA FORMACIJA
DIABASE-HORNSTONE FORMATION

GABROAMFIBOLITI JURSKE STAROSTI
JURASSIC GABBRO-AMPHIBOLITES

SERPENTINISANI PERIDOTITI
SERPENTINIZED PERIDOTITES

DIJABAZI
DIABASES

TRIJASKE TVOREVINE
TRIASSIC SEDIMENTS

PALEOZOJSKI ŠKRILJCI
PALEOZOIC SCHISTS

RASEDI
FAULTS

KRALJUŠTI
IMBRICATE STRUCTURES

ISTOČNO OD OVE LINIJE GEOLOŠKI PODACI SU PO M. UROŠEVIĆU I DR., A ZAPADNO PO M. KANDIĆU I DR.
THE GEOLOGICAL DATA WEST OF THIS BOUNDARY ARE COMPILED FROM THE WORKS OF M. KANDIC ET ALL. AND PAST OF BOUNDARY FROM THE WORKS OF M. UROŠEVIĆ ET ALL.

DIJAGRAMI ΔT INTEZITETA
DIAGRAME OF ΔT INTENSITY

IZORADE 8, 12 I 16 μR/h
ISORADES AT 8, 12 AND 16 μR/hr

ELEMENTI IZVEDENI NA OSNOVU AEROGEOFIZIČKIH PODATAKA:

DUBINSKA DISLOKACIJA SA SERPENTINITIMA KOJI SU UGLAVNOM POKRIVENI TERCIJARNOM SEDIMENTNO-VULKANOGENOM SERIJOM

DRUGE DISJUNKTURNE STRUKTURE VEĆEG ZNAČAJA

POTENCIJALNO PERSPEKTIVAN TEREN (RUDNI REJON)

TEREN ODE SE PRVENSTVENO MOŽE OČEKIVATI OTKRIVANJE NOVIH RUDNIH LEŽIŠTA (SKRIVENIH)

ELEMENTS IWFERRED FROM AEROGEOPHYSICAL DATA:

DEEP DISLOCATION WITH SERPENTINITES COVERED MOSTLY BY TERTIARY VOLCANIC-SEDIMENTARY SEQUENCE

THE OTHER IMPORTANT FAULT STRUCTURES

POTENTIALLY INTERESTING AREA

THE MOST PROSPECTIVE AREA WHERE THE NEW AND CONCEALED MINERAL DEPOSITS MAY BE EXPECTED

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ

UDK: 550.38 (497.11)

# INTERPRETACIJA AEROMAGNETNE ANOMALIJE KOSMAJ — BARAJEVO

(sa 1 prilogom)

U ovom radu prikazana je interpretacija aeromagnetske anomalije Kosmaj — Barajevo, koja je otkrivena prilikom aerogeofizičkih istraživanja urana u Šumadiji. Pretpostavlja se da geološka priroda uzročnika anomalije odgovara granitoidnom plutonitu. Data je ocena da je područje Kosmaj — Barajevo perspektivno sa aspekta otkrivanja skrivenih rudnih ležišta i izvora akumulirane geotermičke energije.

Aeromagnetska merenja na području Kosmaj — Barajevo izvršena su 1965. godine u okviru aerogeofizičkih (magnetskoradiometrijskih) istraživanja urana u oblasti Šumadije. Tom prilikom na ovom području ustanovljena je prostrana anomalija, anomalna zona. Razmatrajući pitanje mogućeg uzročnika anomalije, u uslovima nepostojanja podataka bilo kakve provere, došlo se do zaključka (15) da bi dalja istraživanja mogla doprineti sticanju novih važnih saznanja o geološko-strukturnom sklopu terena Šumadije i otkrivanju skrivenih rudnih ležišta (Pb, Zn, Cu, U) u domenu rasprostranjenja anomalije. Ovakav zaključak proistekao je iz sagledane mogućnosti da je anomalija izazvana prekrivenim plutonitom, čije apikalne delove bi predstavljali granitoidi Kosmaja i činjenice da se u domenu anomalije nalaze od ranije poznate rudne pojave olova i cinka (Babe, Ljuta strana). Nesumnjivo da je položaj ovih pojava davao osnova pretpostavci o postojanju određene veze između uzročnika magnetske anomalije i mineralizacionih procesa. Pojave su otkrivene zahvaljujući rudnim izdancima; bila bi velika slučajnost kada bi one bile jedina i najznačajnija orudnjenja na čitavom prostranstvu anomalije.

U cilju pouzdanog utvrđivanja uzročnika anomalije i ocene njenog značaja u pogledu mogućnosti doprinosa otkrivanju skrivenih rudnih ležišta planirana su određena ispitivanja. U 1970/71. godini izvedena su prethodna istraživanja — opšta ispitivanja regionalnog karaktera[1], na bazi kojih je izrađen program detaljnijih istraživanja — I faza sistematskih istraživanja anomalije (područja), čija realizacija tek predstoji. U okviru prethodnih istraživanja izvršeno je geološko rekognosciranje, određivane

[1] Finansirao Institut za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina.

su magnetske osobine stena, zatim su izvršena petrografska ispitivanja i mineraloške analize i obavljeni su odgovarajući radovi kabinetskog karaktera.

U ovom radu izložena interpretacija aeromagnetske anomalije bazira se na svim do sada prikupljenim podacima u području Kosmaj — Barajevo i na stečenim saznanjima koja se odnose na susedne regione, ali koja doprinose osvetljavanju i rešavanju geološko-strukturne problematike neposredno vezane za područje anomalije. Pretpostavlja se da će podaci detaljnijih istraživanja, ako do njih dođe, dati još dokumentovanije i određenije tumačenje aeromagnetske anomalije na području Kosmaj — Barajevo.

## 1. STRATIGRAFSKO-LITOLOŠKI SASTAV

Teren je dosta pokriven, tako da se izdanci retko nalaze. Detaljnija kartiranja vršena su samo u rejonu rudnih pojava na Babama i na Ljutoj strani. Prema raspoloživim fondovskim podacima (ZGGI, SGZ i IGRI) i podacima rekognosciranja izvršenog u cilju proučavanja anomalije, proizilazi da područje Kosmaj — Barajevo izgrađuju sedimenti jure, krede i neogena i tercijarne magmatske stene (v. prilog).

Jurske tvorevine predstavljene su gornjojurskim rožnačko-peščarskim stenama i čine najstarije sedimente na terenu. Kredni sedimenti imaju najveće rasprostranjenje, a posebno su značajni zbog toga što se u njima javljaju otkrivene pojave olova i cinka; sačinjavaju ih donjokredni peščari i gornjokredni fliš (peščari, laporci, krečnjaci). Neogeni sedimenti zastupljeni su krečnjacima, glinama i peskovima.

Magmatske stene otkrivene su na više lokaliteta, ali se nigde ne pojavljuju kao značajnije mase. Predstavljene su monconitskim granitima, dioritima, riolitima, dacitima, andezitima, kvarc-latitima i piroklastitima. Monconitski graniti otkriveni su kod sela Rogača, ispod Kosmaja. Izdanke ove stene S. Luković je okarakterisao kao apofize jednog dubljeg intruzivnog tela većih dimenzija (8). Kosmajski graniti izvršili su znatan kontaktno-metamorfni uticaj na okolne stene. Takođe, zapažene su i hidrotermalne promene u stenama rejona sela Baba. Kontaktno-metamorfne stene predstavljene su kornitima i skarnovima. a hidrotermalne promene se ogledaju u silifikaciji, karbonitizaciji, kaolinizaciii i piritizaciji. Ispitujući magmatsku stenu iz kamenoloma kod Ripnja N. Kreminac ju je odredila kao biotit-amfibol-pirokens diorit. Rioliti u vidu silova i dajkova, moćnosti 3 do 30 m, pojavljuju se kod sela Baba. Između njih i rudnih pojava utvrđena je prostorna veza. Daciti. andeziti i kvarc-latiti otkriveni su na Ljutoj strani i u gornjem toku Dubokog potoka. I ove stene su znatno izmenjene i propilitisane.

## 2. MAGNETSKE OSOBINE STENA

Magnetske karakteristike stena određivane su na uzorcima prikupljenim u toku geološkog rekognosciranja. Ukupno je prikupljeno i ispitano 30 primeraka, koji obuhvataju sve osnovne tipove stena sa područja Ko-

[2] Laboratorijska ispitivanja obavljena su u Geomagnetskom institutu — Grocka.

smaj — Barajevo. Laboratorijskim ispitivanjima[2] određivane su vrednosti intenziteta remanentnog (Ir) i indukovanog (Ii) namagnetisanja. Prosečne vrednosti namagnetisanja za pojedine vrste stena su sledeće:

| | Ir×10⁻⁶ CGS | Ii×10⁻⁶CGS |
|---|---|---|
| Sedimentne stene krede i neogena | 5 | 20 |
| Vulkaniti (pretežno izmenjeni) | 5 | 15 |
| Monconitski graniti Rogača | 100 | 700 |
| Korniti | 30 | 20 |
| Diorit (1 primerak) | 5 | 35 |

Premda, uopšteno gledano, broj ispitanih uzoraka stena nije dovoljan da bi se vršila sigurna interpretacija, ipak s obzirom na vrste stena koje učestvuju u geološkoj građi terena, po magnetskim karakteristikama opravdano je očekivati granitoidne stene kao uzročnik anomalije na području Kosmaj — Barajevo.

## 3. INTERPRETACIJA ANOMALIJE

### 3.1. Kvantitativna interpretacija

U celini posmatrana anomalna zona Kosmaj — Barajevo ima približno elipsastu formu, sa izrazito dužom osom u pravcu SZ — JI (v. prilog). Sniženo magnetsko polje severozapadno od Kosmaja uslovljava diskontinuitet anomalnih vrednosti pozitivnog znaka, što uz pojavu dva izrazita maksimuma ΔT i »stapanja« sa drugom anomalnom zonom na severoistoku (zonom Kosmaj — Ralja — Avala), anomalnu zonu Kosmaj — Barajevo čini složenijom.

S obzirom na konfiguranciju anomalnog magnetskog polja pretpostavljamo da polje uslovljava jedinstveni uzročnik na području Kosmaj — Barajevo, čiji morfološki (hipsometrijski) ekstremi odgovaraju ekstremima ΔT, a nije isključeno da je u pitanju i uticaj dva tela (uzročnika), koji su razdvojeni u predelu minimuma ΔT. Naravno, anomalna zona Kosmaj — Ripanj — Avala izazvana je posebnim uzročnikom. Po vrednostima ΔT proizilazi da uzročnici imaju veliko dubinsko rasprostranjenje, tako da se mogu primeniti interpretacione metode koje podrazumevaju da je niži kraj tela u »beskonačnosti«. Za sračunavanje dubine korišćene su metode tangente, gradijenta, viših izvoda i analitički postupci. Sračunate dubine, ustvari srednje vrednosti dubina dobijenih različitim metodama interpretacije, prikazane su na prilogu. Na delu maksimuma ΔT kod Rogača uzročnik dospeva do površine terena. Kao što se vidi dubina uzročnika raste od Rogača prema Barajevu, dostižući maksimalnu vrednost od oko 1900 m, s tim što je u predelu severozapadno od Guberevca prilično ujednačena. U reonu ekstremnih vrednosti ΔT deo uzročnika od osnovne mase ka površini terena ima »stepenčastu« formu. Sračunata dubina 1400 m na ekstremu kod Stojnika odnosi se na dubinu do osnovne mase

uzročnika. Prosečna širina uzročnika anomalne zone Kosmaj — Barajevo iznosi oko 7 km. Po anomalnom polju ΔT sračunato namagnetisanje uzročnika iznosi oko $500 \times 10^{-6}$ CGS. Magnetnoaktivni uzročnik u rejonu istočno od Ralje, iz zone Kosmaj — Avala, ima dubinu od oko 2,3 km.

## 3.2. Geološka interpretacija

Preliminarnom interpretacijom aeromagnetskih podataka čitave Šumadije došlo se do zaključka da osnovno geotektonsko obeležje ovoj oblasti daju dubinski razlomi, koji su zbog dugotrajne aktivnosti imali znatan uticaj na razvoj geološko-strukturnog sklopa; razlomi su imali presudan značaj u tektonskoj predispoziciji terena za magmatsku aktivnost (15). Jedan od ovih razloma prostire se neposredno uz područje Kosmaj — Barajevo, na pravcu Kosmaj — Ralja — Avala. To je ustvari centralni dubinski razlom Vardarsko-šumadijske zone[3], koga većim delom ispunjavaju baziti (serpentiniti, gabrovi). Na delu Gledić — Avala razlom kontroliše uglavnom serpentinite, koji se delimično mogu pratiti i na površini terena (Stragari, Kosmaj, Avala). To znači da su serpentiniti izazvali anomalnu zonu na pravcu Kosmaj — Avala; dakle, sračunata dubina uzročnika u rejonu istočno od Ralje odnosi se na dubinu serpentinita. Uopšte, može se reći da prostranstvo i intenzitet anomalija na ovom pravcu približno odražava stepen zastupljenosti i hipsometrijski nivo serpentinita u dubinskom razlomu. U odnosu na pravac prostiranja dubinskog razloma osa aeromagnetske anomalije Kosmaj — Barajevo zauzima oštar ugao.

Geološka priroda uzročnika anomalne zone na području Kosmaj — Barajevo najverovatnije odgovara granitoidnom plutonitu, čije apikalne delove bi predstavljali izdanci monconitskog granita Kosmaja (Rogača). Razlog da anomalnu zonu pripišemo uticaju plutonita, koji bi dakle bio intrudovan uz dubinski razlom Gledić — Avala (centralni razlom Šumadijsko-vardarske zone), nalazimo u sledećim činjenicama: 1. namagnetisanje uzročnika anomalije saglasno je magnetskim karakteristikama granita Rogača; 2. maksimum anomalne zone se poklapa položajno sa izdancima granita; 3. sedimenti (krede i neogena) i vulkaniti sa područja anomalne zone su praktično nemagnetični; 4. prostranstvo i oblik anomalne zone ukazuje da bi prostorni elementi uzročnika mogli odgovarati plutonitu i 5. na više lokaliteta u području anomalije zapažane su kontaktno izmenjene stene i pojave žičnih ekvivalenata granitoidne magme.

S obzirom da osa anomalne zone koincidira sa kontaktom kreda — neogen, opravdano je pretpostaviti da je utiskivanje granita izvršeno duž raseda koji je uslovio formiranje neogenog bazena. Po formi anomalnog polja može se zaključiti da duž ovoga raseda praktično nije dolazilo do kretanja posle intrudiranja granitoidne magme. Iz ovoga proizilazi da se i preko magnetskih podataka sagledava da starost plutonita nije preneogena. Sniženo polje ΔT severozapadno od Kosmaja najverovatnije je posledica naknadnih kretanja (posle intrudiranja) i znatnijih hidrotermalnih

---

[3] Severni deo Vardarsko-šumadijske tektono-magmatske zone, u čijem sklopu se nalazi i anomalno područje Kosmaj — Barajevo, prikazan je na slici 2 u radu »Geološke implikacije podataka aeromagnetskih ispitivanja izvršenih na području Trepče«, takođe objavljenom u ovom broju »Radova«.

procesa duž disjunktivnih struktura pravca SI — JZ. Manja je verovatnoća da su u pitanju dve posebne plutonitske mase, koje su razdvojene u pojasu minimuma ΔT, jer bila bi slučajnost da su intruzivna tela »zaobišla« baš predeo ovog neogenog basena.

Imajući u vidu činjenicu da se u domenu anomalne zone nalaze izvesne rudne pojave i da stadijum otkrivenosti plutonita odgovara (po Emonsu) kriptobatolitskom, kao uzimajući u obzir i strukturne kriterijume regionalnog i lokalnog karaktera, ocenili smo da je područje Kosmaj — Barajevo perspektivno sa aspekta otkrivanja skrivenih rudnih ležišta, u prvom redu olova i cinka, zatim bakra, urana i dr. U ovom pogledu najinteresantniji su kredni sedimenti, a verovatno i stariji delovi neogena.

Područje Kosmaj — Barajevo može se smatrati i potencijalnim nosiocem izvora akumulirane geotermičke energije. Mada nema površinskih manifestacija, mogućnost postojanja hipertermalnih karakteristika proističe iz činjenice da se odvijao višefazni magmatizam i realnih izgleda da se sedimentni pokritač sastoji od slojeva sa kolektorskim i slojeva sa izolatorskim svojstvima.

## 4. ZAKLJUČAK

Prostrana aeromagnetska anomalija na području Kosmaj — Barajevo izazvana je po svoj prilici jedinstvenim uzročnikom. Njegova dubina raste od sela Rogača, gde izlazi na površinu terena, prema Barajevu, dostižući maksimalnu vrednost reda 2 km, dok mu prosečna širina iznosi oko 7 km. Pretpostavlja se da geološka priroda uzročnika odgovara granitoidnom plutonitu, čije apikalne delove bi predstavljali izdanci monconitskog granita Rogača. S obzirom da se u domenu anomalne zone nalaze izvesne rudne pojave i da bi stadijum otkrivenosti pretpostavljenog plutonita odgovarao (po Emonsu) kriptobatolitskom, kao i uzimajući u obzir i strukturne kriterijume, ocenjeno je da je područje Kosmaj — Barajevo perspektivno sa aspekta otkrivanja skrivenih rudnih ležišta. Takođe, ovo područje se može smatrati i potencijalnim nosiocem izvora akumulirane geotermičke energije.

Imajući u vidu sve do sada postignute rezultate, pre i posle aeromagnetskih ispitivanja, proizilazi zaključak o potrebi daljih, detaljnijih istraživanja na području Kosmaj — Barajevo.

(Predato za štampu aprila 1972. god.)

## LITERATURA

1. Anđelković M., 1967: — Šumadijska zona — stratigrafija, paleografija, magmatizam i tektonika — Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XXXIII, Beograd.
2. Dimitrijević B., 1931: — Avala — posebno izdanje SAN, knj. LXXXV, Beograd.
3. Ilić M., 1962: — Položaj kvarclatita u razvoju našeg tercijarnog vulkanizma — V Savetovanje geologa, Beograd.
4. Ilić M., 1965: — Osnovne karakteristike razvoja tercijarnog magmatizma u Unutrašnjim Dinaridima i Rodopima — VI Savetovanje geologa, Ohrid.

5. Jadranin D., 1962: — Ležište žive Šuplja Stijena — V Savetovanje geologa, Beograd.
6. Karamata S., 1962: — Tercijarni magmatizam Dinarida, njegove glavne petrohemijske karakteristike — Ibid.
7. Lebedev S., Maksimović Z., 1966: — Nikal u rudniku žive »Šuplja Stijena« pod Avalom — VI Savetovanje geologa, Ohrid.
8. Luković S., 1955: — Geološko-petrološka studija Kosmaja — doktorska disertacija.
9. Marković B., Vuković M., 1967: — Završni godišnji izveštaj o regionalnim istraživanjima u području Šumadije za 1966. Fond stručne dokumentacije SGZ.
10. Marković B., Vuković M., 1969: — Rezultati istraživanja mineralnih sirovina na ležištu Kosmaj — Babe. Ibid.
11. Pešut D., 1962: — Tercijarna ležišta olova i cinka u Dinaridima i Rodopima — V Savetovanje geologa, Beograd.
12. Rakić S., 1959: — Mineralne parageneze u ležištima olova i cinka Babe pod Kosmajom — Vesnik ZGGI, Beograd.
13. Rakić S., 1962: — Klasifikacija genetskih tipova Pb-Zn ležišta tercijarnog magmatizma Dinarida na osnovu karakteristika mineralnih parageneza — V Savetovanje geologa, Beograd.
14. Smejkal S., 1962: — Metalogenija tercijarnog magmatizma u Dinaridima i Rodopima — Ibid.
15. Vukašinović S., 1970: — Neki novi podaci o geološko-strukturnom sklopu Šumadije (na bazi rezultata aeromagnetskih ispitivanja) — VII Kongres geologa, Zagreb.
16. Vukašinović S. i dr., 1971: — Prethodno proučavanje aeromagnetske anomalije na području Kosmaj — Barajevo i izrada programa za dalja istraživanja u domenu anomalije — Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
17. Vukašinović S., 1972: — Prilog geotektonskoj rejonizaciji međugraničnog prostora Dinarida, Panonida i Srpsko-makedonske mase — Zbor SGD.

## Summary

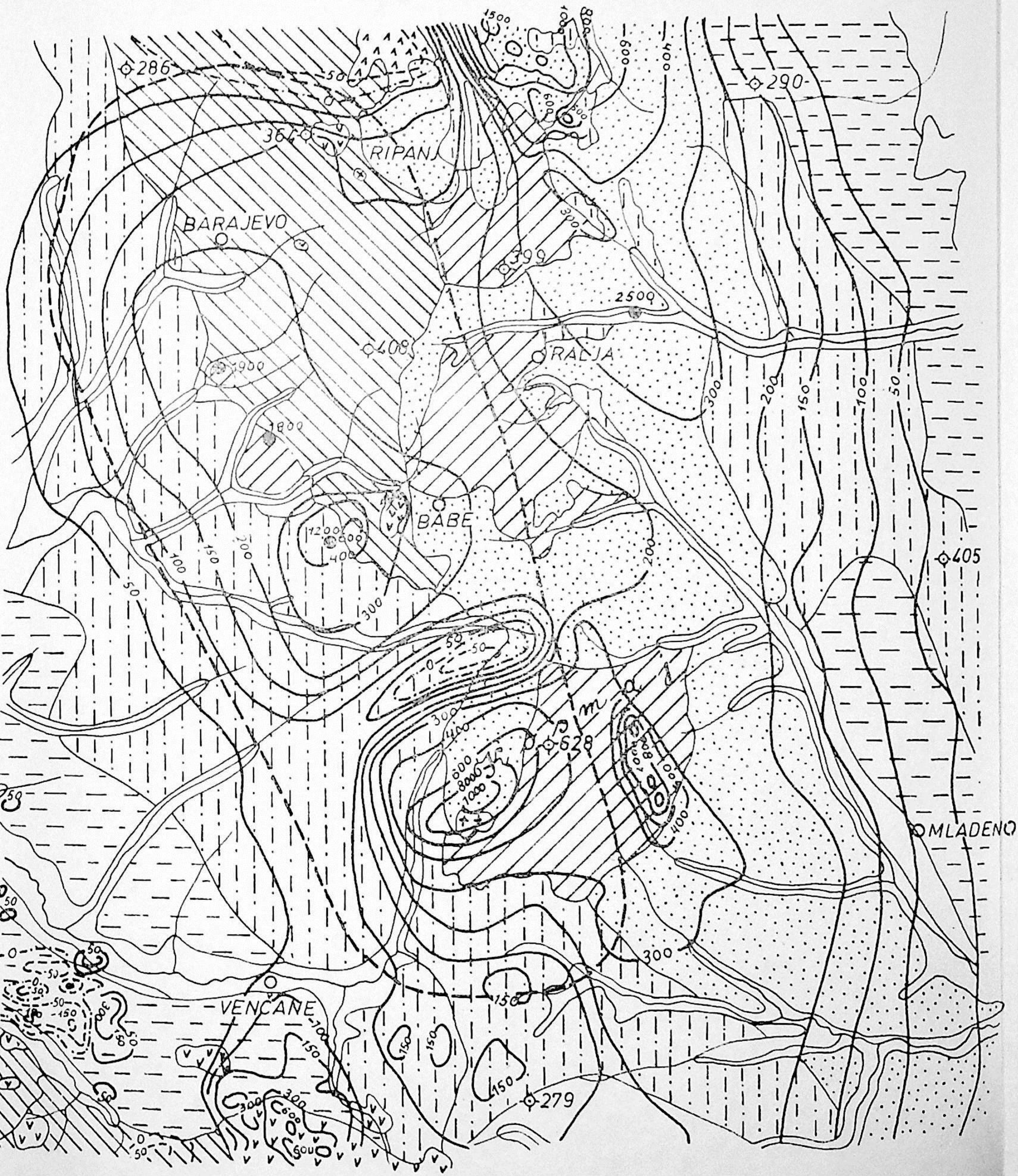
SLOBODAN VUKAŠINOVIĆ[1]

### INTERPRETATION OF KOSMAJ — BARAJEVO AEROMAGNETIC ANOMALY

The extensive Kosmaj — Barajevo aeromagnetic anomaly has been produced, most probably, by a single factor. The depth of this factor increases from the village of Rogač, where it reaches the surface, toward Barajevo, reaching the maximum magnitude of 2 km, with average width of 7 km. It is supposed that this factor represents a granitoide intrusive. with its apical parts protruding as the monzonite-granite at Rogač. Due to the fact that some mineral occurrences are known to exist in this area, as well as that the plutonic phase of this intrusive may correspond to cryptoabyssal and that the structures are favorable, it may be concluded that this area may be of interest in discovering concealed ore deposits, particularly those of lead and zinc. In addition, this area may be considered as one containing the appreciable accumulation of geothermal energy.

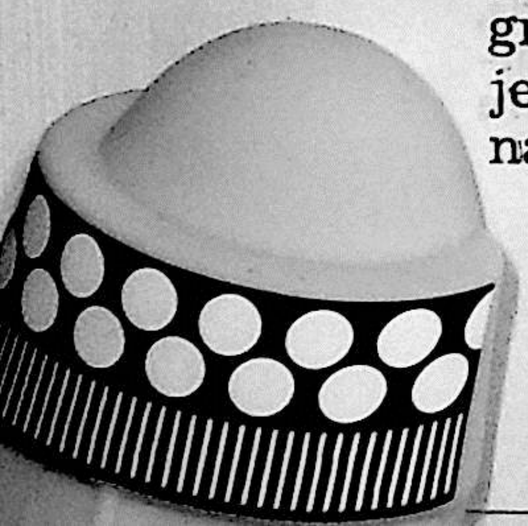
Based on all these results, the Kosmaj — Barajevo area is considered as interesting and shall be covered by the more detailed investigation.

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.


286
RIPANJ
BARAJEVO
1500
1000
800
600
400
290
300
399
2500
RAČA
1900
1800
BABE
1200
800
400
200
150
100
50
405
628
MLADENOVAC
VENČANE
279

zajedno sa prednjim delom ventralnog kraja gradi jedinstvenu široku okruglinu; zadnji deo ventralnog kraja najčešće je paralelan ili približno paralelan sa dorzalnim krajem i prav, ma da može biti blago lučan; zadnji kraj je dvojak: skoro prav s tim što neosetno, preko široke okrugline prelazi u ventralni, ili uglast tako da mu najistaknutiji deo, zaobljen ugao, leži na polovini visine. Duž prednjeg i anteroventralnog kraja spoljašnja lamela je povijena upolje gradeći svojim zadebljanjem spoljašnji greben; ispod nje se nalazi unutrašnja lamela koja ponekad prevazilazi spoljašnju gradeći kraj kapka. Od uglova samo su dorzalni uglovi jasni jer ventralni kraj preko široke okrugline prelazi u prednji i preko nešto uže u zadnji kraj. Ventralno udubljenje gledano iznutra dosta je duboko, njegova prednja strana je uvek strmija od zadnje; gledano spolja ventralno udubljenje je uvek, manje ili više, zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja; leži na 1/3 dužine.

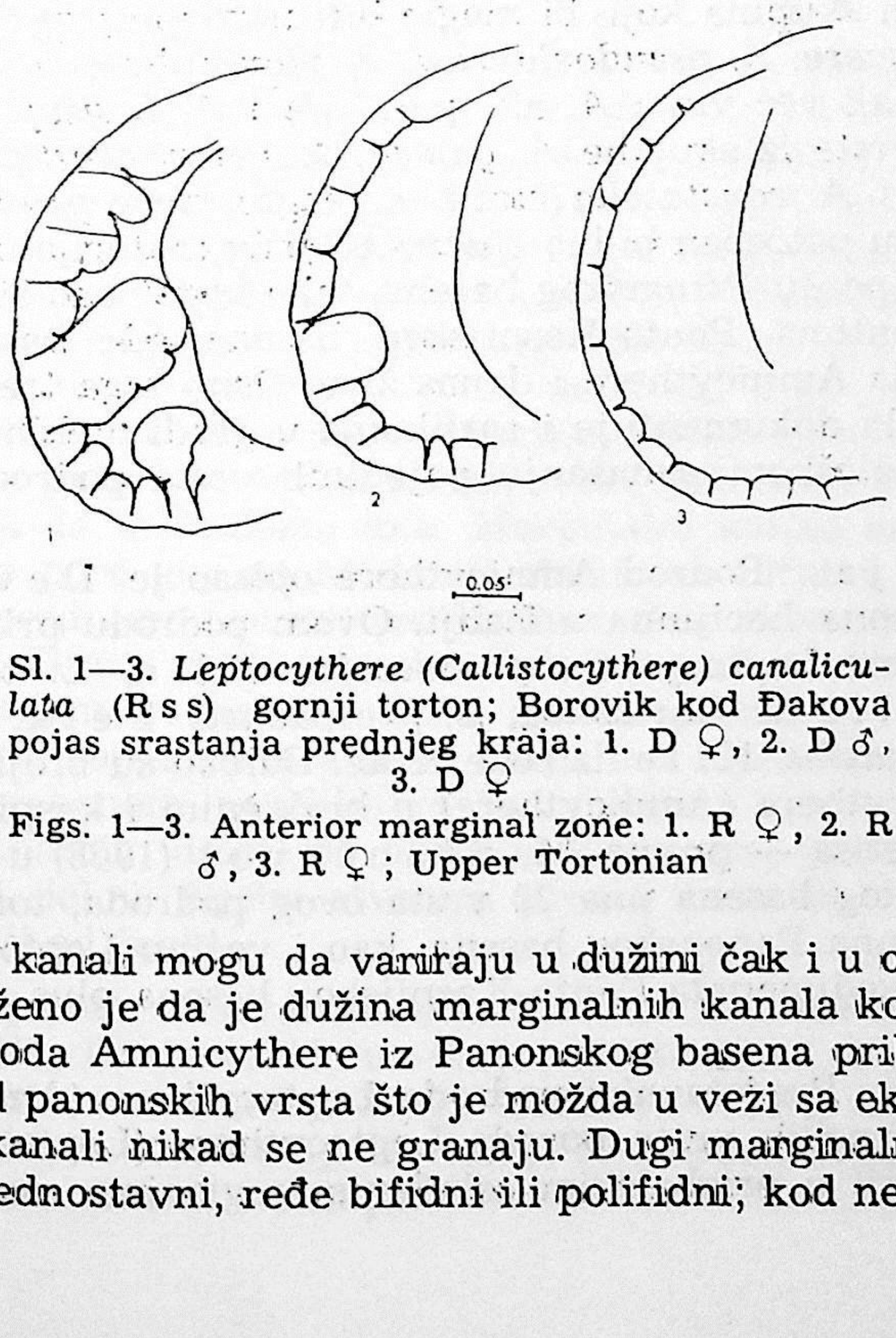
O r n a m e n t i k a : Ispupčenost ventralnog polja može imati oblik širokog i niskog rebra, tj. može biti ograničena sa donje i gornje strane, ali je najčešće ograničena samo sa donje strane dok sa gornje strane prelazi u centralno polje preko ravnomerno izvijene krivine, sa donje strane uvek se strmo spušta prema ventralnom kraju; prednja strana ovog izduženog ispupčenja ventralnog polja postepeno se utapa u krivinu kapka, dok je zadnja strana manje ili više jasno ograničena zbog čega izgleda kao grbica ili se baš završava grbicom, t.zv. ventralnom grbicom. Ventralna grbica obično je niska i ograničena samo sa dve (donje i zadnje) ili sa tri strane (i gornje); kada je viša okruglog je oblika, tj. ograničena je sa svih strana; kod retikuliranih vrsta kod kojih su na ventralnom polju muri poligonalnih fosa longitudinalno orijentisani gradeći rebra, ova rebra na ventralnoj grbici povijaju naviše potencirajući grbicu; visina ventralne grbice može da varira i u okviru iste vrste u zavisnosti od fenotipskih uslova — kod nekih primeraka može imati čak i oblik kugle postavljene na široku ali od kugle užu osnovu; kod mnogih, naročito kod retikuliranih vrsta na ventralnoj grbici nalazi se bodlja. Iza ventralne grbice površina kapka je ulegnuta, a iza tog ulegnuća i iznad njega skoro uvek se zapaža vertikalni nabor ljušture; kod skoro glatkih vrsta nabor je širok i često je ograničen samo na donju polovinu kapka gradeći posteroventralnu grbicu; kod retikuliranih vrsta nabor je obično uzan i na svom grebenu nosi zadnje vertikalno rebro; ovo rebro može biti nisko, označeno samo sa dva niza manje ili više pravilno orijentisanih fosa, ili visoko. Površina ljušture je i kod naizgled glatkih vrsta ukrašena jedva primetnom, rasplinutom retikulacijom, kod ukrašenih fose su jasne i duboke; na solumu nalaze se grupe okruglih jamica poređane pretežno po obodu fosa; pregradni zidovi fosa (muri) mogu biti orijentisani i zadebljali u rebra. Na površini ljušture kod različitih vrsta mogu biti razvijena različita rebra: horizontalna rebra na ventralnom, posteroventralnom ili dorzalnom polju; dijagonalno rebro koje preseca gornju polovinu posterocentralnog polja i koje se može nastaviti u medijalno horizontalno rebro; niz rebara uz dorzalni kraj može nadvišavati kraj kapka; često se javlja jedno ili dva rebra koja se spuštaju naniže i unapred od očne grbice. Očna grbica nije kod svih vrsta podroda Amnicythere jasno uočljiva, kod nekih je maskirana rebrima i drugim elementima ornamentike pa se može samo naslutiti. Izlazne pore marginalnih kanala duž prednjeg kraja nalaze se



ponekad na vrhovima bradavičastih ispupčenja a kako unutrašnja lamela katkad prevazilazi spoljašnju to ovaj niz grbica može biti povučen od kraja kapka; kada unutrašnja lamela ne prevazilazi spoljašnju u svim delovima podjednako, grbice u donjem delu prednjeg kraja mogu viriti van kraja kapka dok su u gornjem njegovom delu povučene od kraja kapka (videti: P o k o r n ý, 1952, sl. 32). Na vrhovima bradavičastih ispupčenja nalaze se i izlazni otvori lažnih marginalnih kanala kao i mnogih lateralnih kanala, naročito kada se oni nalaze na prednjoj polovini kapka.

Brava levog kapka sastoji se od prednje i zadnje alveole, žljeba između njih i jedne lajsne koja sa donje strane ograničava žljeb. Od navedenih samo lajsna spada u pozitivne elemente bravnog kraja levog kapka i može biti glatka ili neravna dok se o pravoj nazubljenosti ne može govoriti; iza zadnje alveole, na unutrašnjoj lameli, ponekad se primećuje konično ispupčenje. Na bravnom kraju desnog kapka nalaze se samo pozitivni elementi: prednji zub koji se sa svoje prednje strane strmo spušta a sa zadnje postepeno prelazi u bravnu lajsnu — ponekad ovaj prelaz može biti stepenast, zub je uvek slabo narezan (na tri dela); bravna lajsna neravna, tj. nejasno nazubljena kao i bravna lajsna levog kapka; zadnji zub, visok, na vrhu polukružan, strm sa prednje i zadnje strane, dva puta širi nego što je visok, lučne baze, obično je jedva primetno narezan sa tri brazdice.

Jezičak za čvršće zatvaranje kapaka nalazi se u dnu ventralnog udubljenja desnog kapka sa unutrašnje strane. Obično ima oblik zubića, ma da može imati oblik povijenog lučnog sečiva.




Sl. 1—3. *Leptocythere (Callistocythere) canalicu-lata* (R s s) gornji torton; Borovik kod Đakova pojas srastanja prednjeg kraja: 1. D ♀, 2. D ♂, 3. D ♀

Figs. 1—3. Anterior marginal zone: 1. R ♀, 2. R ♂, 3. R ♀; Upper Tortonian

Marginalni kanali mogu da variraju u dužini čak i u okviru iste vrste (sl. 1—3). Zapaženo je da je dužina marginalnih kanala kod nekih pontijskih vrsta podroda Amnicythere iz Panonskog basena približno dva puta manja nego kod panonskih vrsta što je možda u vezi sa ekologijom. Kratki marginalni kanali nikad se ne granaju. Dugi marginalni kanali su takođe najčešće jednostavni, ređe bifidni ili polifidni; kod nekih a ponekad i

kod svih marginalnih kanala zapažaju se grane koje probijaju spoljašnju lamelu, lažni marginalni kanali. Marginalni kanali su obično končasti, ma da ima vrsta (*L. multituberculata* i dr.) kod kojih su marginalni kanali na celoj dužini prošireni da se na samom kraju suze.

Lateralni kanali kod predstavnika podroda Amnicythere nisu brojni. Obično su intramuralni i to se najčešće nalaze na sučeljavanju mura. Jednostavni su ili sitasti ali im je broj otvora sitastih kanala mali.

Otisci mišića se ne razlikuju od otisaka mišića kod podroda Leptocythere (Leptocythere) (uporedite: K r s t i ć, 1970, str. 160, tab. 6, sl. 3): otisci zatvarača su longitudinalno izduženi, eliptičnog oblika i sva su četiri iste veličine. Otisak transverzalnog mišića je vrlo velik i skoro da dostiže po veličini celu skupinu otisaka zatvarača; oblik mu je eliptičan s tim što je elipsa deformisana na donjem delu sa prednje strane jednim dodatkom koji verovatno potiče od dela mandibularnog mišića; elipsa je iskošena a dodatak čini da otisak podseća na asimetrično slovo V. Ispod otiska transverzalnog mišića leži otisak mandibularnog mišića, a ispod otisaka zatvarača drugi mandibularni otisak. Iznad centralne grupe mišićnih otisaka nalazi se dorzalna grupa. Između otisaka zatvrača i otiska transverzalnog mišića nalazi se mandibularna mrlja, jasno udubljena kod većine predstavnika podroda Amnicythere.

Mužjaci su niži od ženki, zadnji kraj im je kraći, a posteroventralni zaravnjen, tj. ventralni u svojoj poslednjoj četvrtini povija naviše.

P o d e l a : Pokušaj podele podroda Amnicythere na grupe nije mogao biti proveden zbog njegove velike raznovrsnosti i niza prelaznih oblika između onih skupina koje bi mogle biti nazvane jezgrima grupa. Tako uz vrste *A. miscere, A. pseudoelderica, A. monotuberculata* i dr. uklapa se i *A. paralella,* ali već vrste *A.* aff. *paralella* i *A. dositeji* u velikoj meri podsećaju na vrste iz skupine *A. gamae, A. cornutocostata, A. anormalis. A. stanchevae* i *A. constatella* činili bi jezgro treće grupe itd. Za jednu sigurniju podelu potreban bi bio znatno bogatiji materijal nego što ga imamo u panonu i pontu Panonskog basena, tako bogat kao što je u kaspibrakičnim sedimentima Ponto-Kaspijskog basena gde kaspibrakični predstavnici podroda Amnicythere i danas žive. Osim toga trebalo bi pokušati da se ova podela dokumentuje i razlikama u građi mekih delova, a eventualno i na ekološkom ponašanju pojedinih vrsta podroda Leptocythere (Amnicythere).

E k o l o g i j a : Podrod Amnicythere opisao je D e v o t o iz slatkovodnog pleistocena Lacijuma u Italiji. Ovom podrodu pripadaju recentne slatkovodne vrste *Leptocythere proboscidea* K l i e, *L. karamani* K l i e, *L. angulata* K l i e iz Ohridskog, *L. prespaensis* P e t k. iz Prespanskog jezera i *L. fluviatilis* K l i e iz reke Krke. Daleko su brojniji predstavnici podroda Leptocythere (Amnicythere) u brakičnim i kaspibrakičnim sedimentima Paratetisa — prema M. S t a n č e v o j (1968) u sarmatu, meotu i pontu Dakijskog basena ima 20 vrsta ovog podroda, tome treba dodati 14 vrsta iz panona Panonskog basena, kao i većinu Leptocythere-vrsta iz kaspibrakičnih sedimenata Ponto-Kaspijskog basena plus recentne Kaspijske forme.

P o r e k l o : Predstavnici podroda Leptocythere (Amnicythere) vode poreklo od marinskih vrsta poroda Leptocythere (Leptocythere) koji su uvek bili brojniji u priobalskim oslađenim regionima mora nego u čisto

marinskoj sredini. U neogenu Panonskog basena rod Leptocythere naročito je brojan u brakičnom sarmatu dok je u panonu i pontu već ređi, ali ako posmatramo podrodove roda Leptocythere može se primetiti da broj vrsta podroda Leptocythere (Amnicythere) raste u kaspibrakičnim sedimentima u odnosu na brakične sedimente sarmata. Poslednji stepen prilagođavanja slatkoj vodi protekao je tokom postepenog pretvaranja kaspibrakičnog Paratetisa i njegovih južnih ogranaka (Metohija, Ohridsko jezero i dr.) u slatkovodne basene. U toku plio–pleistocena ove forme su sa Balkanskog prešle na Apeninsko poluostrvo.

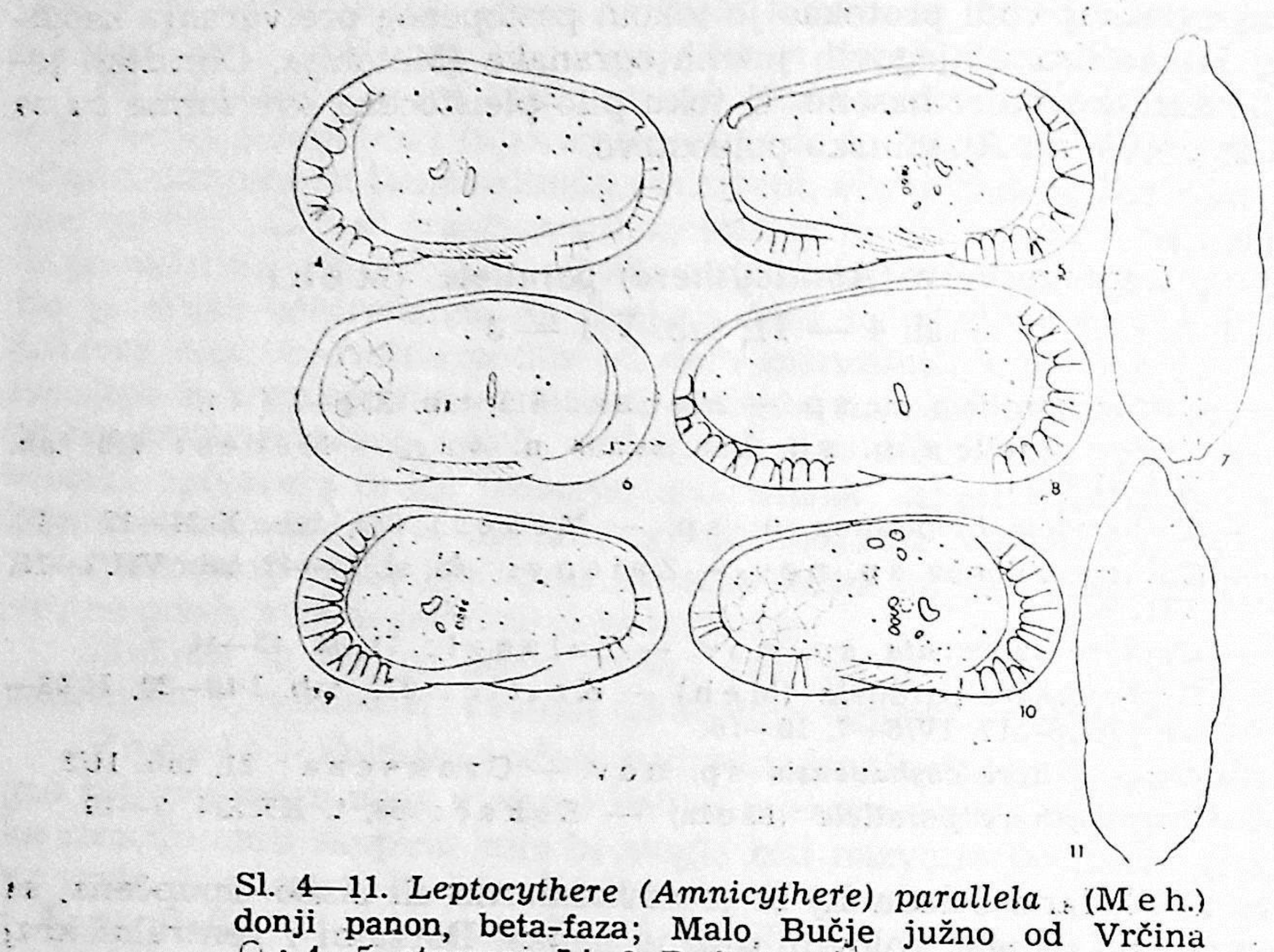
*Leptocythere (Amnicythere) parallela* (Meh.)
sl. 4 — 11, tab. V/1 — 3

1908. — *Krithe parallela* n. sp. — Mehes: 615, tab. X/1—3 (♂).
1908. — *Krithe parallela* n. sp. var. *minor* n. var. — Mehes: 616, tab. X/4—7 (♀).
? 1908. — *Cytherideis longissima* n. sp. — Mehes: 633, tab. X/24—27 (♂).
1944. — *Cythere oblonga* sp. nov. — Zalanyi: 66, sl. 39—42, tab. VII/5—11, VIII/9.
? 1944. — *Cythere subcavata* sp. nov. — Zalanyi: 71, sl. 43—44.
1960. — *Leptocythere parallela* (Meh.) — Krstić: 279, tab. I/19—20, II/22—23, III/16—17, IV/6—7, 10—16.
? 1963. — *Leptocythere coshavensis* sp. nov. — Станчева: 21, tab. II/2.
non 1972. — *Leptocythere parallela* (Meh.) — Sokač: 66, t. XXX/4, 7—10.

Opis: Gledano s leđa Lj ♀ je ravnomerno ali slabo ispupčena, sa maksimumom na drugoj polovini dužine kapka. Dorzalni i ventralni kraj L ♀ približno paralelni, prednji i zadnji kraj ekvilučni, ali zadnji sa zaobljenim uglom na polovini visine. Plitko i vrlo usko ventralno udubljenje zaklonjeno je ispupčenjem ventralnog polja. Nisko ispupčenje ventralnog polja završava se niskom grbicom iza koje se nalazi još jedna, takođe niska i samo sa donje strane ograničena grbica. Površina ljušture u odbijenom svetlu bez jasne ornamentike, ali neravna; u propuštenom svetlu se vidi da je zid ljušturice ukrašen krupnim poligonalnim jamicama, jasnim na zadnjem polju. Lateralni kanali retki, jednostavni, nisu zapaženi sitasti kanali ma da ih svakako ima. Marginalni kanali su dugi i široki, osim kod izlazne pore gde su končasti; obično su bifidni. Širina unutrašnjeg oboda na prednjem i posteroventralnom delu skoro da dostiže širinu pojasa srastanja. Bravu desnog kapka čini dug greben nazubljen na krajevima: na prednjem tri široka zubića, na zadnjem dug zub podeljen na četiri zubića. Levi kapak na bravnom kraju ima žljeb ograničen sa donje strane uzanim grebenom, zadebljalim na prednjem kraju u mali zuboliki izraštaj; u terminalnim delovima bravnog kraja ovaj grebenčić nedostaje te su nazubljeni delovi žljeba otvoreni prema unutrašnjosti kapka. Mužjaci su izduženiji od ženki.

Dimenzije crtanih primeraka: ♀ : otvorena je Lj: L: d—0,535, v—0,278, D: d—0,532, v—0,274; D: d—0,492, v—0,254; Lj: d—0,566, i—0,206; ♂: otvorena Lj: L: d—0,492, v—0,247, D: d—0,490, v—0,244; D: d—0,576, v—0,271; Lj: d—0,548, i—0,189; fotografisana Lj: d—0,556, v—0,257 mm a ima i sitnijih.

N a l a z i š t a : Konstatovana je na više mesta u donjem panonu, kako u alfa- tako i u beta-fazi, u Beogradu (sonde za vodovodni tunel) i okolini: Velika Moštanica (Sibovik 5, 10, 15), Malo Bučje; u Bosni u Ugljeviku (B-99 sa 17 m) i u okolini Prnjavora (Mujinački potok, Jasik, Lazina voda, Radulovići).



Sl. 4—11. *Leptocythere (Amnicythere) parallela* (M e h.) donji panon, beta-faza; Malo Bučje južno od Vrčina ♀ : 4—5. otvorena Lj, 6. D, 7. Lj s leđa ♂ : 8. D, 9—10. otvorena Lj, 11. Lj s leđa

Figs. 4—11. 4—5. Open C ♀, 6. R ♀, 7. C ♀, 8. R ♂, 9—10. open C ♂, 11. C ♂; Lower Pannonian, beta-phase

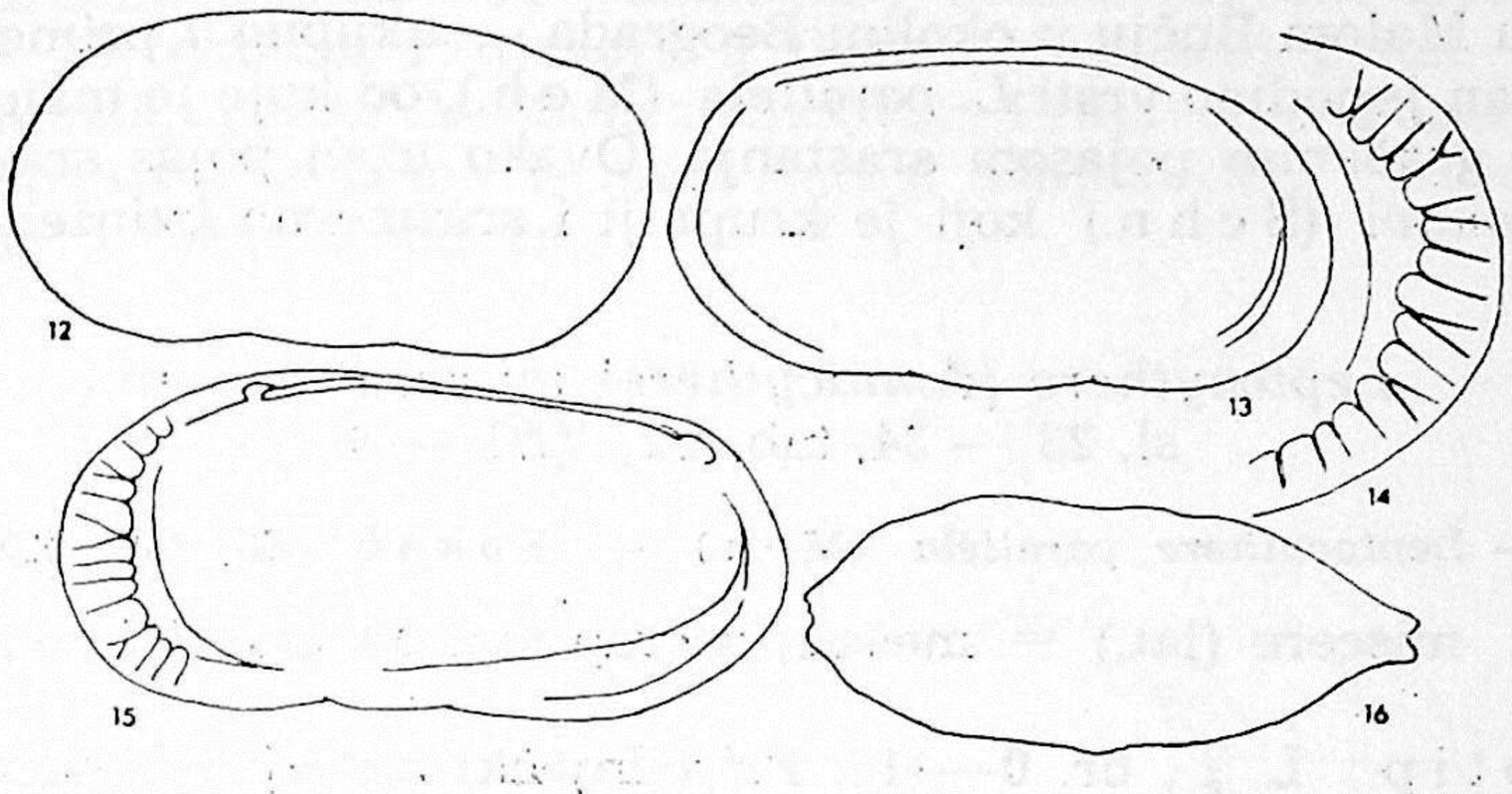
S r o d n o s t i : Skoro je sigurno da je *L. parallela* potomak široko rasprostranjene sarmatske vrste *L. plana* (S c h n.) (=? *Cytherina tenuis* R e u s s 1850, =? *Cytherella oblonga* Z a l a n y i 1944), s tim što je panonska forma skoro potpuno glatka i zdepastija od sarmatske.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *parallela* (M e h.)
sl. 12 — 16, tab. I/6

1970. — *Leptocythere parallela* (M e h.) — K r s t i ć, u Eremija: tabela 4.

U odnosu na *L. parallela L.* aff. *parallela* ima jače razvijeno ventralno ispupčenje koje donekle ima oblik rebra jer je upravljeno nadole; lučnog je oblika. Grbica iza ispupčenja ograničena je sa svih strana, tj. okruglasta je. Zid ljušture ukrašen sitnim, okruglim, gusto raspoređenim jamicama, primetnim jedino na posteroventralnom polju. Razmere su joj veće nego kod *L. parallela:* crtani primerci: ♀ : D: d—0,583, v—0,305; D: d—0,573, v—0,302; Lj: d—0,562, i—0,227; ♂ : L: d—0,661, v—0,319; D: d—0,658, v—0,315 mm. Nađena je samo u okolini Prnjavora: Prosjek i

Radulovići, na oba mesta u donjem panonu počev od granice zona A/B zaključno sa zonom D.



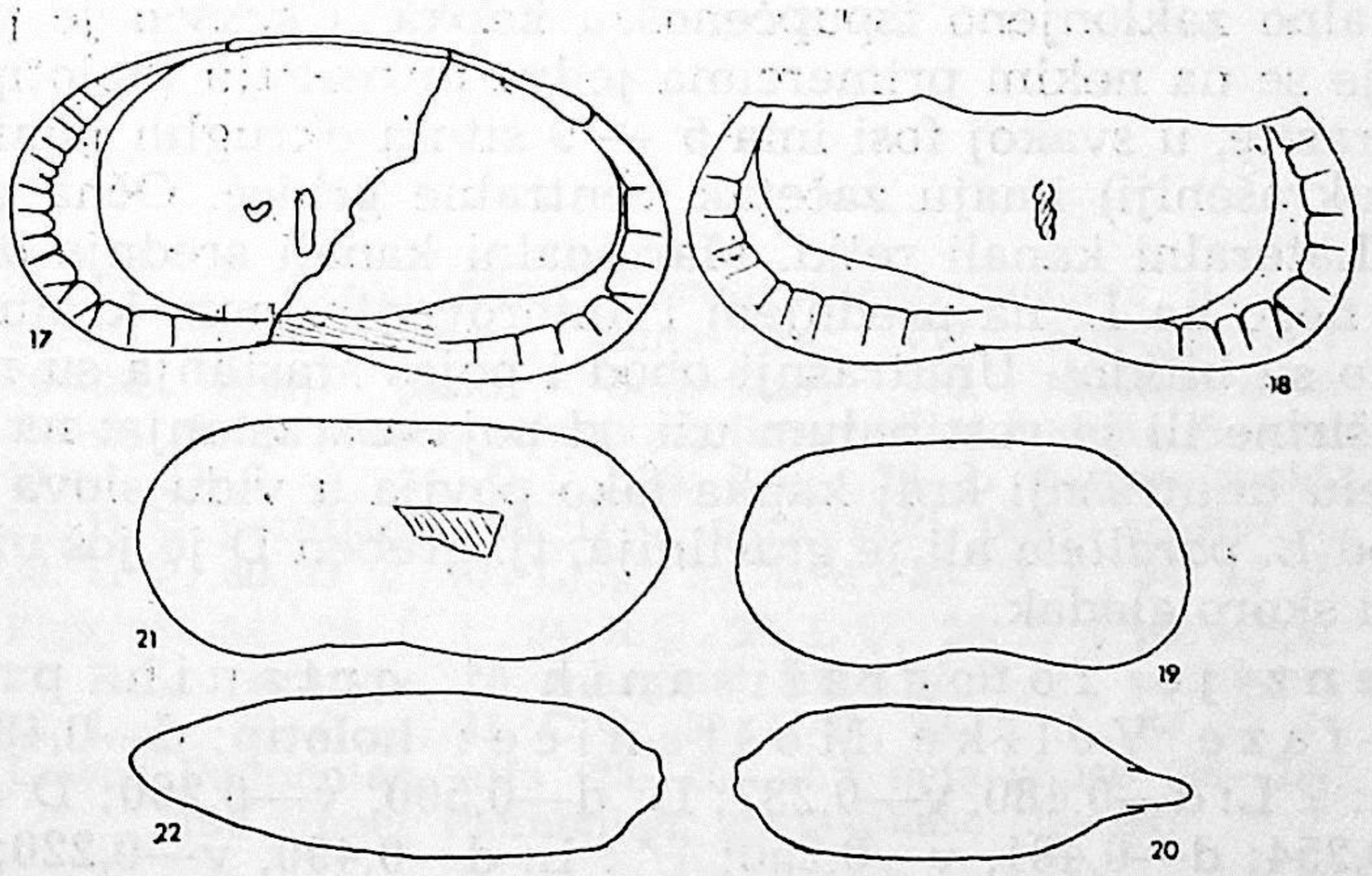

Sl. 12—16. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *parallela* (M e h.) donji panon, alfa- i beta-faza; Bosna, okolina Prnjavora (13—14. tač. 189, 15. tač. 194, 16. tač. 94) 12. L ♀, 13. D ♀, 14. D ♂, pojas srastanja, 15. L ♂, 16. Lj ♀ s leđa

Figs. 12—16. 12. L ♀, 13. R ♀, 14. marginal zone of R ♂, , 15. L ♂, 16. C ♂; Lower Pannonian, alfa (13—14) and beta--phase (15—16)

## *Leptocythere (Amnicythere)* s p. 1

sl. 17 — 22

Sitna forma ispupčenog zadnjeg dela ventralnog kraja. Marginalni kanali kraći nego kod *L. parallela* (M e h.) a linija srastanja pravija. Ukrašen je sitnim okruglim jamicama koje se vide samo u propuštenom




Sl. 17—22. *Leptocythere (Amnicythere)* s p. *1* donji panon, beta-faza; Malo Bučje u okolini Beograda 11—18. otvorena Lj ♀, 19—20. Lj ♀ s desna i s leđa, 21—22. Lj ♂ s leva i s leđa

Figs. 17—22. 17—18. open C ♀, 19—20. C ♀ from right and above, 21—22. C ♂ from left and above

svetlu. Brava ista kao i kod prethodne vrste. Dimenzije crtanih primeraka: ♀ : Lj: d—0,437, v—0,220, i—0,152; otvorena Lj: L: d—0,420, v—0,210; Lj ♂: d—0,504, v—0,234, i—0,155 mm. Nađena je samo u donjem delu beta-faze u Malom Bučju u okolini Beograda — ukupno 7 primeraka: 4 ♀ i 3 ♂. Sličan je jedino vrsti *L. parallela* (M e h.) od koje je manji i sa jednostavnije građenim pojasom srastanja. Ovako uzan pojas srastanja ima još *L. mironovi* (S c h n.) koji je krupniji i srazmerno izduženiji.

*Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. s p.
sl. 23 — 34, tab, I/2, VI/1 — 4

? 1972. — *Leptocythere parallela* (M e h.) — S o k a č: 66, tab. XXX/4, 7—10.

I m e: miscere (lat.) = mešati; zastupljeni su glatki i ukrašeni primerci.

H o l o t i p: L ♀, br. 0—416, Prirodnjački muzej u Beogradu.

P a r a t i p o i d i: 164 odrasle individue, br. 0—417 do 0—423.

T i p i č n o n a l a z i š t e: Velika Moštanica, potok Sibovik, tač. 2a.

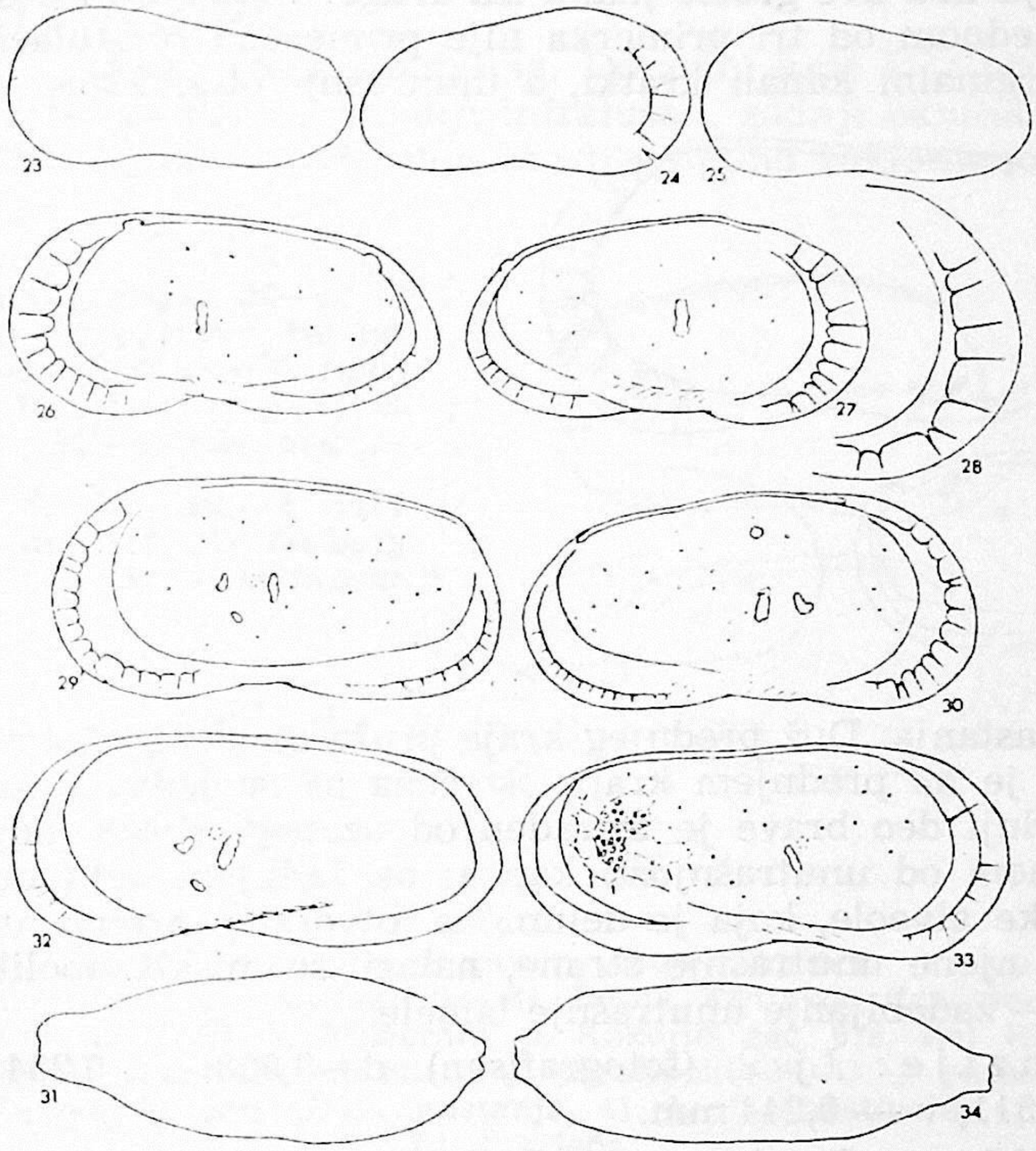
T i p i č a n n i v o: donji panon, beta-faza, zona sa *Propontoniella candeo* (D).

D i j a g n o z a: Ljušturica slabo ispupčena, naročito je spljošten prednji njen deo. Prednji kraj široko zaokrugljen. Ornamentika neizrazita, kombinovana od poligonalnih foveola i okruglih jamica u njima; kod mnogih primeraka retikulacija je u toj meri rasplinuta da se gubi. Pojas srastanja srednje širine.

O p i s: Gledano s leđa Lj ♀ bočno stisnuta, sa manje-više paralelnim stranama; naročito je mnogo stisnut prednji deo ljušture. Gledano sa strane dorzalni kraj L ♀ nagnut unazad, prednji ekvilučan, zadnji strm, ventralni uzano i jako udubljen malo ispred sredine. Ventralno udubljenje minimalno zaklonjeno ispupčenošću kapka. Ukrašen je poligonalnim fosama koje se na nekim primercima jedva primećuju (holotip) a na drugima su izrazite, u svakoj fosi ima 5 — 9 sitnih okruglih jamica. Pojedini primerci (ukrašeniji) imaju začetak ventralne grbice. Očna grbica jedva primetna. Lateralni kanali retki. Marginalni kanali srednje dužine, nešto duži na D nego na L, na prednjem i anteroventralnom kraju ima ih oko 15, izuzetno su bifidni. Unutrašnji obod i pojas srastanja su na prednjem kraju iste širine ili je vestibulum uži od pojasa srastanja; na posteroventralnom delu unutrašnji kraj kapka lako povija u vidu slova S. Brava je ista kao kod *L. parallela* ali je gracilnija, tj. greben D je još uži i na prednjem kraju skoro gladak.

D i m e n z i j e f o t o g r a f i s a n i h i c r t a n i h p r i m e r a k a i z b e t a - f a z e V e l i k e M o š t a n i c e: holotip: d—0,485, v—0,244; paratipoidi: ♀ L: d—0,480, v—0,237; D: d—0,500, v—0,260; D (crtani): d—0,495, v—0,254; d—0,481, v—0,250; ♂ : L: d—0,490, v—0,220; (crtan) d—0,528, v—0,254; D: d—0,508, v—0,230 mm. Crtani primerci iz alfa-faze Beograda: ♀ : L: d—0,552, v—0,274; D: d—0,556, v—0,278; Lj: d—0,545, i—0,206; ♂ : L: d—0,593, v—0,271; D: d—0,610, v—0,266; Lj: d—0,576, i—0,188 mm. Crtani primerci iz gama-faze Velike Moštanice: ♀ : Lj s leva: d—0,414, v—0,193; D: d—0,417, v—0,213; L ♂ : d—0,432, v—0,200 mm. Najkrupniji su primerci iz alfa-faze a najsitniji iz gama-faze.

Nalazišta: Ova vrsta konstatovana je u celom donjem panonu: Alfa-faza: Beograd: vodovodni tunel, čehoslovačka ambasada, Jadranska banka, podzemni prolaz kod »Londona«, stadion Crvene Zvezde — 24, autoput — 35; okolina Prnjavora u Bosni: Mujinački potok. Beta-faza: Beograd: Makiš; Velika Moštanica: Sibovik; Prnjavor u Bosni: vodenica na Crnom potoku. Izuzetno se može naći u donjem delu gornjeg panona, u gama-fazi: Velika Moštanica.

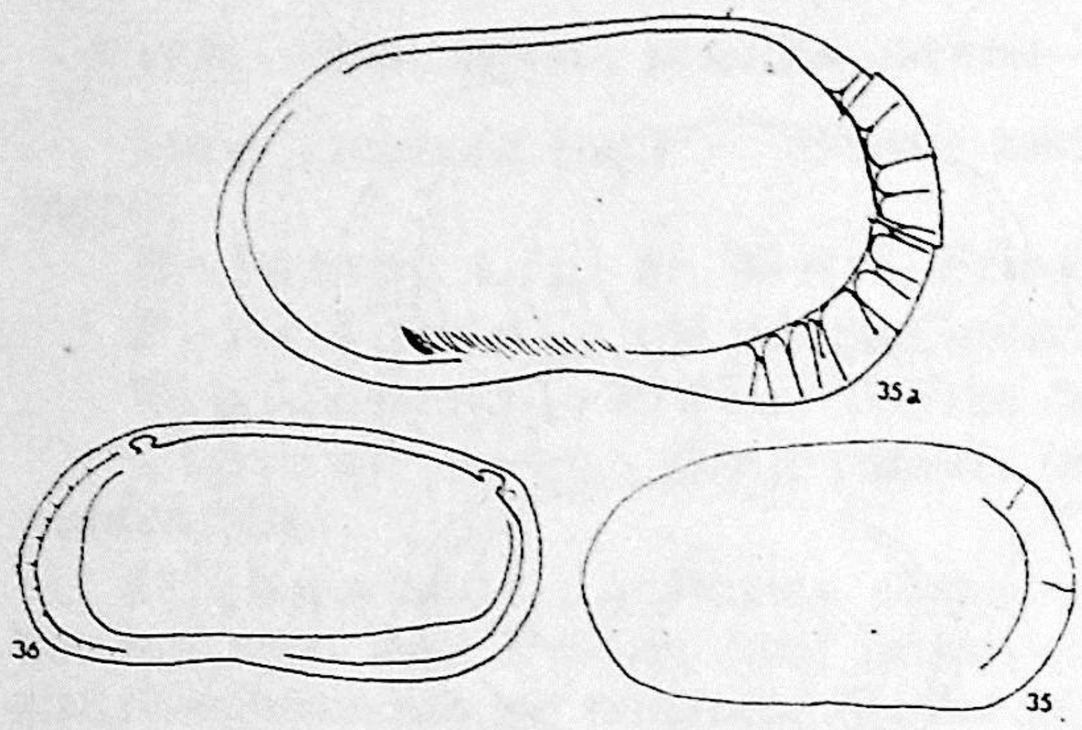



Sl. 23—34. *Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. sp.
23—25. gornji panon, gama-faza; Vel. Moštanica-17
26—28. donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica-2a
29—34. donji panon, alfa-faza; Beograd, »London«, S-3 sa 15 m 23. L ♂, 24. D ♀, 25. L ♀, 26. L ♂ paratipoid, 27. D ♀ paratipoid, 28. D ♀ paratipoid, pojas srastanja, 29. L ♀, 30. D ♀, 31. Lj ♀, 32. L ♂, 33. D ♂, 34. Lj ♂
Figs. 23—34. 23. L ♂, 24. R ♀, 25. L ♀, 26. L ♂ paratype, 27. R ♀ paratype, 28. marginal zone of R ♀, paratype; 29. L ♀, 30. R ♀, 31. C ♀, 32. C ♂, 33. R ♂, 34. C ♂, Lower Pannonian, alfa (23—25) and beta-phase (26—28), and Upper Pannonian, gama-phase (29—34)

Srodnosti: *L. miscere* spada u istu grupu sa *L. angusta* Klein iz apšerona Azerbajdžana ali je apšeronska vrsta niža, tj. izduženija i od panonskih mužjaka, i krupnija je. *L. striatocostata* Schw. takođe spada u istu grupu sa *L. miscere* ali je od njega dalji. *L. miscere* se može uporediti i sa jednom sarmatskom vrstom koju je B. Zalanyi (1944) opisao pod nazivom *Cytherella* sp. ind.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *propinqua* (L i v.)
sl. 35 — 36, tab. I/1

Jedna glatka vrsta podroda Amnicythere nađena je u gornjem pontu Grocke (Dubočaj—1). Ispupčenost Lj ♀ srednja. Prednji kraj L ♀ široko i pravilno zaokrugljen, infralučan, zadnji deo ventralnog kraja paralelan sa dorzalnim. Ventralno udubljenje plitko i široko. Na posteroventralnom polju ima dve grbice jednu iza druge: ventralnu i posteroventralnu. Ni na jednom od tri primerka nije primećena retikulacija, ni njeni tragovi. Marginalni kanali kratki, a unutrašnji obod skoro tri puta širi od pojasa srastanja. Duž prednjeg kraja pruža se nizak spoljašnji greben. Brava L ♂ je na prednjem kraju oštećena pa se jedva nazire izdužena alveola; srednji deo brave je izgrađen od uzanog žljeba odvojenog još užim grebenom od unutrašnjosti kapka; na zadnjem delu brave, iza široke i duboke alveole, koja je delimično otvorena prema unutrašnjosti kapka, a sa njene unutrašnje strane, nalazi se nisko,zuboliko, konično ispupčenje — zadebljanje unutrašnje lamele.




Sl. 35—36. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *propinqua* (L i v.) gornji pont; Grocka, potok Dubočaj, tačka 1 35. D ♀ (od fotografisane Lj), 35a. isto, više uveličano, 36. L ♂

Figs. 35—36. 35. R ♀ (of photographed C), 35 a. the same, more magnified, 36. L ♂; Upper Pontian

Dimenzije: Lj ♀ (fotografisan): d—0,508, v—0,254; L ♂ (nacrtan): d—0,511, v — 0,244 mm.

Nalazište: Grocka, potok Dubočaj, tačka 1.

Srodnosti: U odnosu na *L. propinqua,* kako ga prikazuju М. И. Мандельштам i koautori (1962, str. 201, tab. XXXI, sl. 18), naši primerci imaju nešto viši zadnji kraj i ispupčeniji zadnji deo ventralnog kraja a dimenzije su im nešto manje (0,55 : 0,47 mm). В. Э. Ливенталь (1929, str. 20) daje još veće dimenzije 0,65 mm) i ekvilučan prednji kraj. Od druge glatke gornjopontijske vrste podroda Amnicythere — *L. anormalis* Suz. razlikuje se manjim dimenzijama, manjom visinom u odnosu na dužinu i slabije razvijenim spoljašnjim grebenom duž prednjeg kraja kapaka.

*Leptocythere (Amnicythere) dositeji* n. sp.
sl. 37 — 42, tab. I/5, VI/ 6 — 8

? 1956. — *Leptocythere nodigera* Pok. — Ливенталь: 31, tab. IV/4.

Ime: po Dositeju Obradoviću.

Holotip: L ♀, br. 0—424, Prirodnjački muzej u Beogradu.

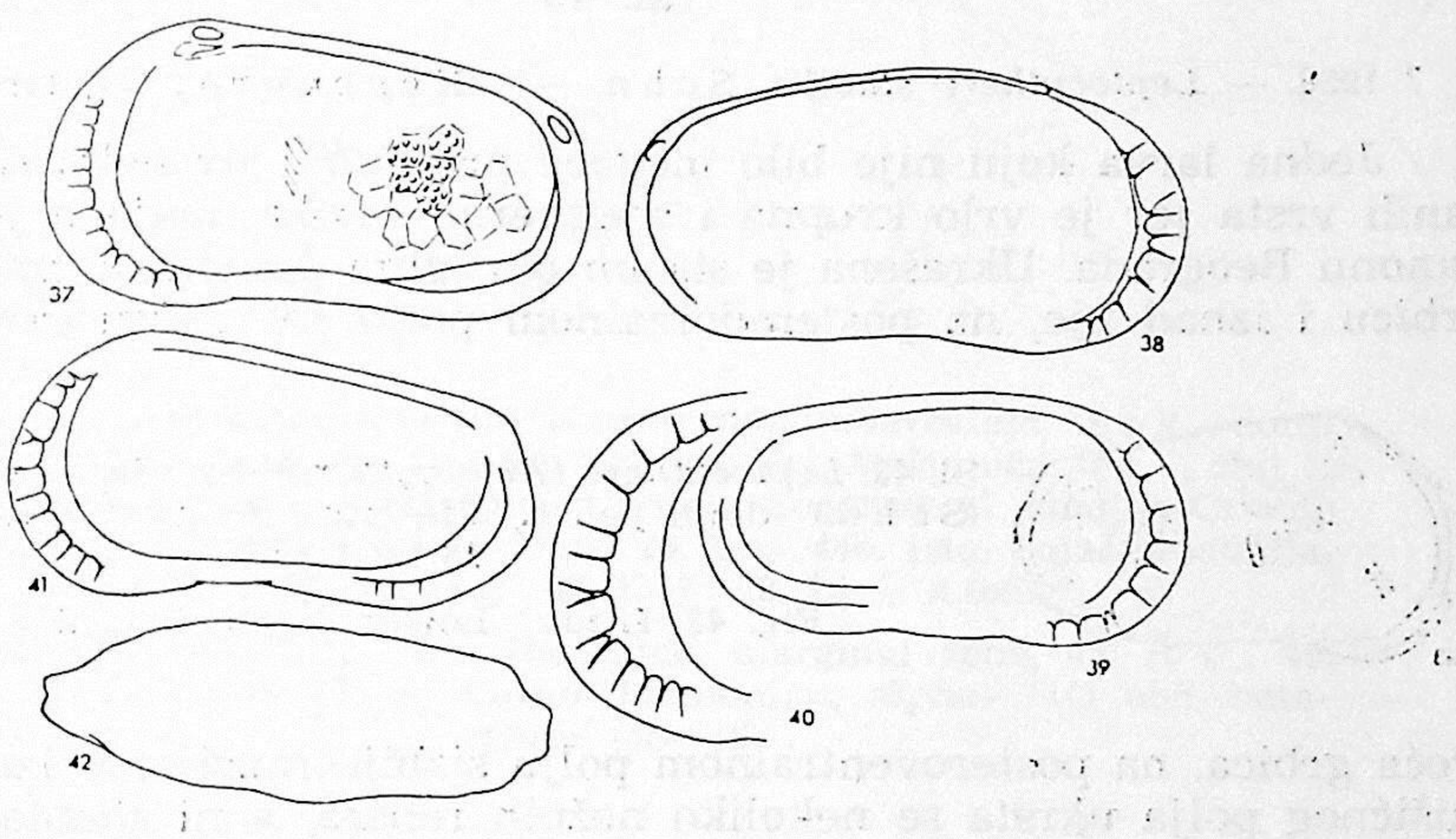
Paratipoidi: 2 L i 3 D ♀, 1 L ♂, br. 0—425 do 0—427.

Tipično nalazište: Bosna, okolina Prnjavora, Crni potok, kod vodenice.

Tipičan nivo: donji panon, beta-faza, prelazni slojevi od zone sa *Hemicytheria tenuistriata* u zonu sa *Propontoniella candeo* (C—D).

Dijagnoza: Ispupčenost velika. Dorzalni i ventralni kraj skoro paralelni. Ukrašena okruglim jamicama. Marginalni kanali srednje dužine, uglavnom nerazgranati.

Opis: Ljuštura dosta ispupčena. Dorzalni kraj L ♀ blago nagnut unazad skoro horizontalan, prednji infralučan, zadnji ekvilučan, na ventralnom široko i plitko udubljenje skoro potpuno zaklonjeno ispupčeno-




Sl. 37—42. *Leptocythere (Amnicythere) dositeji* n. sp. donji panon, beta-faza; 39—41. Bosna, Prnjavor, Crni potok, 42. Đurinci, Vinogradi, p, Kokorin, tač. 678, sloj 16
37. L ♀ paratipoid, 38. D ♀ paratipoid, 39. D ♀ paratipoid, 40. isto, pojas srastanja, 41. L ♂, paratipoid, 42. Lj ♂ s leđa

Figs. 37—42. Paratypes (except fig. 42); Lower Pannonian, beta-phase: 37. L ♀, 38. R ♀, 39. R ♀, 40. the same, marginal zone, 41. L ♂, 42. C ♂

šću ventralnog polja. Ispupčenost ventralnog polja završava se na 3/4 dužine kapka ventralnom grbicom, a iza njega se nalazi posteroventralna široka i okruglasta grbica. Očna grbica jasna i od nje naniže polazi slabo rebro malo iskošeno unapred. Površina kapaka ukrašena je okruglim, gustim jamicama, poređanim u koncentrične nizove duž prednjeg kraja i grupisane u poligonalne fose koje se vide samo u propuštenom svetlu. Lateralni kanali maskirani jamicama. Marginalni kanali srednje dužine, jednostavni, retko bifidni. Unutrašnji obod na prednjem kraju širok kao i pojas srastanja ili nešto širi. Mužjaci su srazmerno niži od ženki.

Dimenzije fotografisanih i crtanih primeraka iz Crnog potoka: ♀: holotip: d—0,535, v—0,280; paratipoidi: D: d—0,559, v—0,291; crtani: L: d—0,593, v—0,305; D: d—0,603, v—0,312; d—0,522, v—0,266; L ♂: d—0,562, v—0,285 mm. Primerci iz Đurinaca: L

oštećene fotografisane Lj ♀ : d—0,477, v—0,254; crtan Lj ♂ : d—0,549, i—0,188 mm.

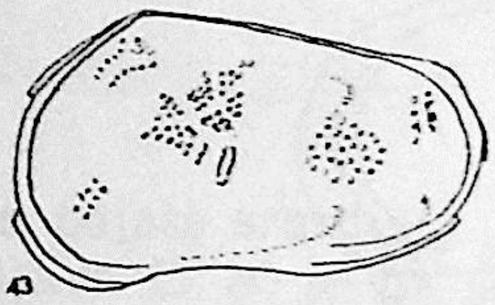
N a l a z i š t a : Isključivo beta-faza, peskovita facija, za koju je jedna od rukovodećih formi. Okolina Prnjavora u Bosni: Crni potok kod vodenice i Lazina Voda; u Srbiji: kod Beograda: Đurinci (Vinogradi) i Velika Moštanica (Sibovik 7/1), a kod Požarevca: Topolovnik.

S r o d n o s t : Oblikom i veličinom podseća na *L. parallela* (M e h.) od koga se razlikuje ornamentikom, strmijim zadnjim krajem, kraćim i jednostavnim marginalnim kanalima i većom ispupčenošću.

*Leptocythere (Amnicythere)* s p. j u v. e x. g r. *L. stabilis* (S c h n.)
sl. 43

? 1958. — *Leptocythere stabilis* S c h n. — Шеремета: 10, tab. I/7.

Jedna larva koju nije bilo moguće priključiti uz neku od ovde opisanih vrsta jer je vrlo krupna i srazmerno visoka, nađena je u donjem panonu Beograda. Ukrašena je sitnim okruglim jamicama, ima ventralnu grbicu i iznad nje, na posterodorzalnom polju još jednu grbicu, dok je



Sl. 43. *Leptocythere (Amnicythere)* s p. juv. ex gr. *L. stabilis* (S c h n.) donji panon, alfa-faza; Beograd, »London«, S-3 sa 13 m L juv.

Fig. 43. L juv.; Lower Pannonian, alfa-phase

treća grbica, na posteroventralnom polju slabije razvijena. Iznad i ispred mišićnog polja ukršta se nekoliko nežnih rebara, a ni standardna rebra: na anteroventralnom polju, na zadnjem polju i kod očne grbice nisu izrazita.

D i m e n z i j e c r t a n o g L j u v : d—0,528, v—0,270 mm.

N a l a z a š t e : Beograd, raskrsnica »London«, S—3 sa 13,0 m. Panon alfa.

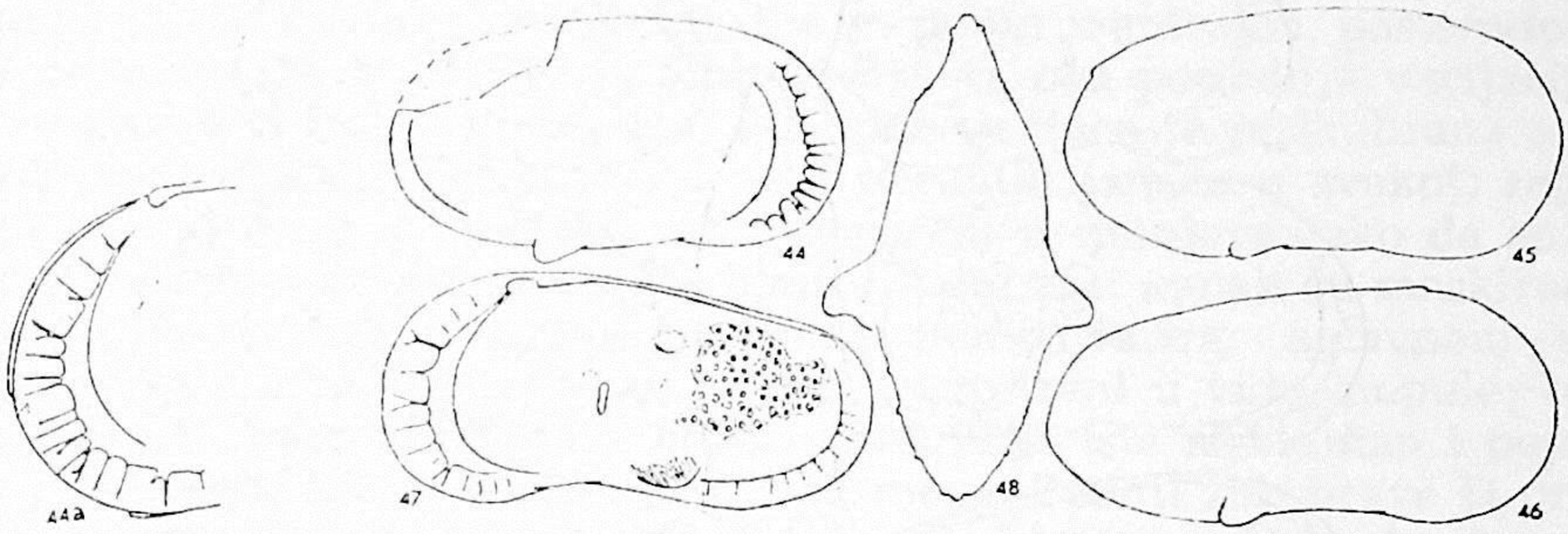
P r i m e d b e : U sarmatu se nalazi veoma slična (ili identična ?) forma koju je Шеремета u svojoj disertaciji (1958) odredio kao *L. stabilis* (S c h n.) — koji je srednjemiocenska vrsta. Ovu larvu prikazujemo ne samo zato da bi se dobila kompletnija slika o raznovrsnosti panonskih predstavnika podroda Amnicythere, već i zbog verovatnoće da je to još jedna sarmatska vrsta koja prelazi u donji panon.

*Leptocythere (Amnicythere) monotuberculata* S o k.
sl. 44 — 48, tab. I/2 — 3

1972. — *Leptocythere monotuberculata* n. s p. — S o k a č : 67, tab. XXX/18—21.

Ispupčenost Lj ♀ , ne računajući grbicu, iznosi oko trećinu dužine a visina približno polovinu dužine. Dorzalni kraj L ♀ blago nagnut unazad, prednji infralučan, zadnji skoro vertikalan. Ventralno udubljenje minimalno zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja. Ispupčenost ventralnog

polja završava se širokom, istaknutom grbicom upravljenom unazad. Površina ljušture ukrašena je jamicama, koje grupisane najčešće po 3 grade fose. Poligonalne fose se jasno vide na zadnjoj polovini ljušture u odbijenom, a na celoj ljušturi u propuštenom svetlu. Muri orijentisanih fosa grade slabo izraženo rebro koje se od očne grbice spušta naniže i unapred. Drugo, u istoj meri izraženo rebro je horizontalno, preseca mišićno polje i na prednjem delu kapka lučno povija završavajući se u predelu antero-




Sl. 44—48. *Leptocythere (Amnicythere) monotuberculata* S o k. donji panon: 44. beta-faza, 45—48. alfa-faza; 44. Vel. Moštanica, tač. 7, sloj 1; 45—46. Bosna, Prnjavor, Mujinački potok; Beograd: 47. stadion Crvene Zvezde, 48. »London«, S-3 sa 13 m 44. D ♀, 44a. isto, pojas srastanja, 45. D ♀, 46. D ♂, 47. L ♂, 48. Lj ♀ s leđa

Figs. 44—48. 44. L ♀, 44a. the same, marginal zone, 45. R ♀, 46. R ♂, 47. L ♂, 48. C ♀; Lower Pannonian, alpha- (44) and beta--phase (45—48)

ventralnog ugla, dok se na posterodorzalnom polju lomi koso naviše i završava na 2/3 dužine. Očna grbica jasna. Lateralni kanali su smešteni na vrhovima bradavičastih ispupčenja i to uglavnom u čvorovima mura; naročito se dobro vide pri posmatranju sa leđne strane. Marginalni kanali su srednje dužine do dugi, na prednjem i anteroventralnom kraju ih ima oko 20 od čega se 5 završava pre kraja kapka. Unutrašnji obod je uži od pojasa srastanja i može iznositi samo polovinu njegove širine.

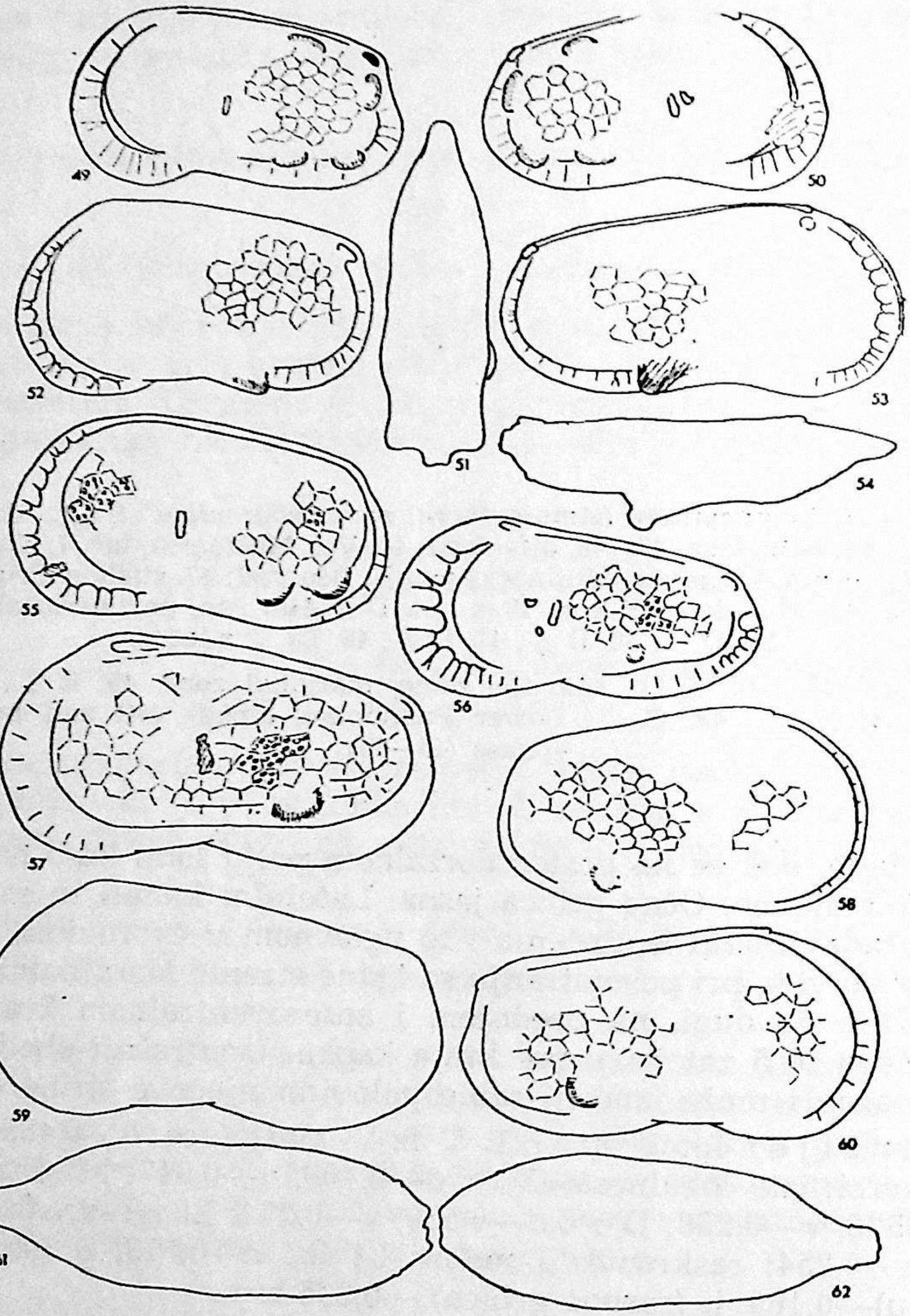
D i m e n z i j e : fotografisan L ♀ iz V. Moštanice: d—0,485, v—0,254; crtani primerci: ista lokalnost: D ♀ : d—0,499, v—0,247; Mujinački potok: D ♀ : d—0,528, v—0,268; D ♂ : d—0,538, v—0,254; Beograd: stadion: L ♂: d—0,535, v—0,254; raskrsnica London: Lj ♀ : d—0,518, $i_1$ (na prednjem maksimumu)—0,169, $i_2$ (raspon grbica) —0,295 mm.

N a l a z i š t a : U okolini Beograda i u okolini Prnjavora u Bosni nađena je samo u donjem panonu. Okolina Beograda: alfa-faza: Beograd: stadion Crvene Zvezde, vodovodni tunel, raskrsnica »London«; beta-faza: Velika Moštanica; u okolini Prnjavora konstatovana je u Mujinačkom potoku na prelazu alfa- u beta-fazu.

N a p o m e n a : Ima i drugih vrsta *(L. pseudoelderica)* ukrašenih jednom grbicom istog oblika kao što je grbica kod *L. monotuberculata.* Zbog toga prisustvo visoke grbice ne sme da bude jedini kriterijum za izdvajanje vrste *L. monotuberculata.*

*Leptocythere (Amnicythere)* cf. *pseudoelderica* Stanch.
sl. 49—62

? 1963. — *Leptocythere kuznetzovae* Vorosh. — Станчева: 16, tab. IV/11 (♂).
? 1963. — *Leptocythere pseudoelderica* sp. nov. — Станчева: 20, tab. IV/10 (♀).
1972. — *Leptocythere nodigera* Pok. — Sokač: 67, XXXI/9—12.




Sl. 49—62. *Leptocythere (Amnicythere)* cf. *pseudoelderica* Stanch. donji panon: 49—54. zona D, 55—56. zona C, 57—62. zona B, 49—51. Malo Bučje, 52—54. Makiš, 55—56. V. Moštanica-5, 57—62. Bosna, Prnjavor, Mujinački potok
49—50. otvorena Lj ♀, 51. Lj ♀ s leđa, 52. L ♀, 53. D ♂, 54. isto, s leđa, 55. L ♀, 56. L ♂, 57. L ♀, 58. D juv., 59. L ♂, 60. D ♂, 61. Lj ♂ s leđa, 62. Lj ♀ s leđa

Figs. 49—62. 49—50. Open C ♀, 51. C ♀, 52. L ♀, 53. R ♂, 54. the same, 55. L ♀, 56. L ♂, 57. L ♀, 58. R juv., 59. L ♂, 60. R ♂, 61. C ♂, 62. C ♀; Lower Pannonian, zone D (49—54), zone C (55—56) and zone B (57—62)

O p i s : Ljušturica krupna, pravougaona, srednje ispupčena. Prednji kraj L ♀ minimalno viši od zadnjeg. Kod mužjaka su uši jače izražene. Ventralno udubljenje malo, postavljeno na sredinu, zaklonjeno ispupčenjem ventralnog polja koje se završava grbicom. Ova grbica i još jedna do tri grbice, koje se mogu javiti na pojedinim primercima, najvarijabilniji su elemenat na ljušturi. Ventralna grbica može biti široka, niska i okruglasta (Prnjavor), često se javlja još jedna iza nje (Vel. Moštanica); ventralna grbica može biti uska i visoka (veoma istaknuta) i takođe okrugle baze (Makiš, Beograd, V. Moštanica); kada je niska i polumesečasta javljaju se još tri grbice pored ventralne — posteroventralna, posterodorzalna i dorzalna (Malo Bučje, V. Moštanica) — , ova poslednja varijacija javlja se u peskovitim sedimentima. Površina ljušture je retikulirana a u poligonalnim fosama je grupisano 2 — 5 okruglih jamica u svakoj; retikulacija se kod nekih primeraka (npr. iz peska) rasplinjava tako da se u odbijenom svetlu vide samo okrugle jamice. Lateralni kanali su maskirani ornamentikom. Dužina marginalnih kanala malo varira: uglavnom su kratki, pravi i končasti a izuzetno su duži i prošireni u vidu ampule; bifidni kanali su retki. Unutrašnji obod je približno iste širine kao i pojas srastanja ali može biti nešto širi ili uži od njega. Zadnji zub brave D prilično je istaknut, inače kao i kod drugih predstavnika podroda Amnicythere.

D i m e n z i j e ljušturica se smanjuju idući od starijih ka mlađim sedimentima panona: panon B/C: Prnjavor—70: ♀ : L: d—0,647, v—0,325; D: d—0,617, v—0,302; Lj: d—0,644, v—237; ♂ : L: d—0,665, v—0,325; D: d—0,670, v—0,305; Lj: d—0,678, i—0,225; panon C: Vel. Moštanica—5: D ♀ : d—0,570, v—0,295; L ♂ : d—0,535, v—0,266; panon D: Makiš: L ♀ : d—0,539, v—0,285; ♂ : L: d—0,556, v—0,264; D: d—0,590, v—0,276; d—0,545, v—0,254; Malo Bučje: ♀ : otvorena Lj: L: d—0,518, v—0,274, D: d—0,511, v—0,268; Lj: d—0,515, i—0,167; Lj ♂ : d—0,525, v—0,254 mm.

N a l a z i š t a : Javlja se samo u donjem panonu: alfa-faza: zona A: Beograd: autoput—35, vodovodni tunel; prelaz zona A/B: Beograd: Jadranska banka, raskrsnica »London« (S—3 na 13 m); zona B: isto (S—2 na 11,4 m), selo Mladenovac (potok Serava); prelaz zona B/C: Prnjavor—70 (Mujinački potok); beta-faza: zona C: Vel. Moštanica: potok Sibovik—5, 7/1, 7/3; prelaz zona C/D: Malo Bučje; zona D: Beograd: ugao Jasenićke i Vojislava Ilića, Makiš (S—36 sa 26,8—27,5 m).

*Leptocythere (Amnicythere) stanchevae* n. sp.
sl. 63 — 67, tab. III/3, VIII/1 — 4

I m e : po Mariji Stančevoj.

H o l o t i p : L ♀ , br. 0—428, Prirodnjački muzej u Beogradu.

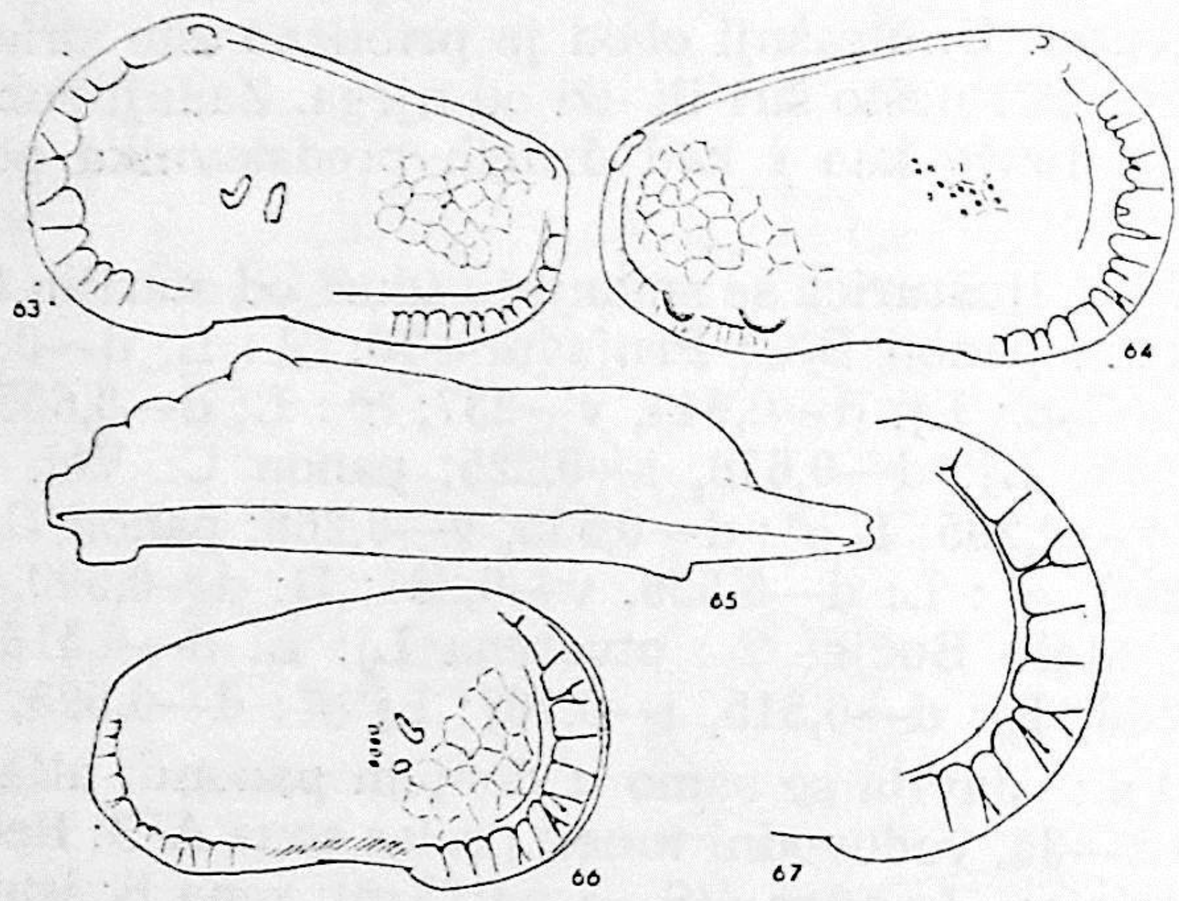
P a r a t i p o i d i : 2 D ♀ , br. 0—429.

T i p i č n o n a l a z i š t e : Boždarevac, potok Bučje, tačka 2.

Tipičan nivo: gornji deo gornjeg panona (gornji servijan), gornja zona (sa *Typhlocyprella lineocypriformis*).

D i j a g n o z a : Ljuštura kratka, na prednjem delu visoka, a nazad niska. Neposredno ispred ventralnog udubljenja ventralni kraj jako ispupčen gradeći sa prednjim jedinstvenu, široku okruglinu. Retikulacija nepravilna.

O p i s : Ispupčenost srednja; oblast mišićnog polja lako udubljena kao i donji deo posterocentralnog polja; najveća ispupčenost na 2/3 dužine, neposredno iznad polovine visine. Dorzalni kraj L ♀ nagnut unazad, prednji vrlo široko zaokrugljen, zadnji vertikalan, ventralni u svojoj zadnjoj polovini paralelan dorzalnom. Posterodorzalni ugao iznosi oko 100°, na vrhu je zaobljen. Ventralno udubljenje uzano i duboko, zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja pa izgleda oštro ograničeno prema širokoj krivini anteroventralnog kraja. Ispupčenje ventralnog polja sasvim nisko, završava se krupnom grbicom iza koje se nalazi još jedna, nešto niža; kod nekih primeraka na gornjem delu zadnjeg polja javlja se i treća grbica. Očna grbica maskirana ornamentikom. Površina ljušture ukrašena poligonalnim fosama koje su samo na ventralnom ispupčenju poređane u nizove sa ojačanim, jedinstvenim uzdužnim pregradnim zidovima koji formiraju niska rebra; na dnu svake fose ima 6 — 13 okruglih jamica; ornamentika nedostaje u širokoj zoni duž prednjeg kraja i u nešto užoj duž zadnjeg i posteroventralnog kraja. Lateralni kanali se nalaze na




Sl. 63—67. *Leptocythere (Amnicythere) stanchevae* n. sp. gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje: 63. tač. 1, 64—67. tač. 2

63. L ♀, 64. D ♀ paratipoid, 65. isto, s ventralne strane, 66. D ♀ paratipoid, 67. isto, pojas srastanja na prednjem kraju

Figs. 63—67. Paratypes (except fig. 63); Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 63. L ♀, 64. R ♀, 65. the same, ventral side, 66. R ♀, 67. the same, anterior marginal zone

vrhovima niskih koničnih ispupčenja na zadnjoj polovini kapaka dok na prednjoj polovini ova ispupčenja nedostaju. Marginalni kanali končasti, jednostavni ređe bifidni a jedan je (kod paratipoida) kvadrifidan. Unutrašnji obod uži od pojasa srastanja. Brava L ima krupnu alveolu na prednjem kraju koja je delimično otvorena prema unutrašnjosti kapka; na alveolu se nastavlja žljeb koji je neravnim grebenom odvojen od šupljine kapka; kod posterodorzalnog ugla nalazi se druga, veća alveola, takođe

otvorena prema unutrašnjosti kapka. Bravni kraj D sastoji se samo od pozitivnih elemenata: prednjeg narezanog (trodelnog) zuba, neravnog grebena, zadnjeg krupnog i visokog četvorodelnog zuba. Mužjaci su izduženiji od ženki.

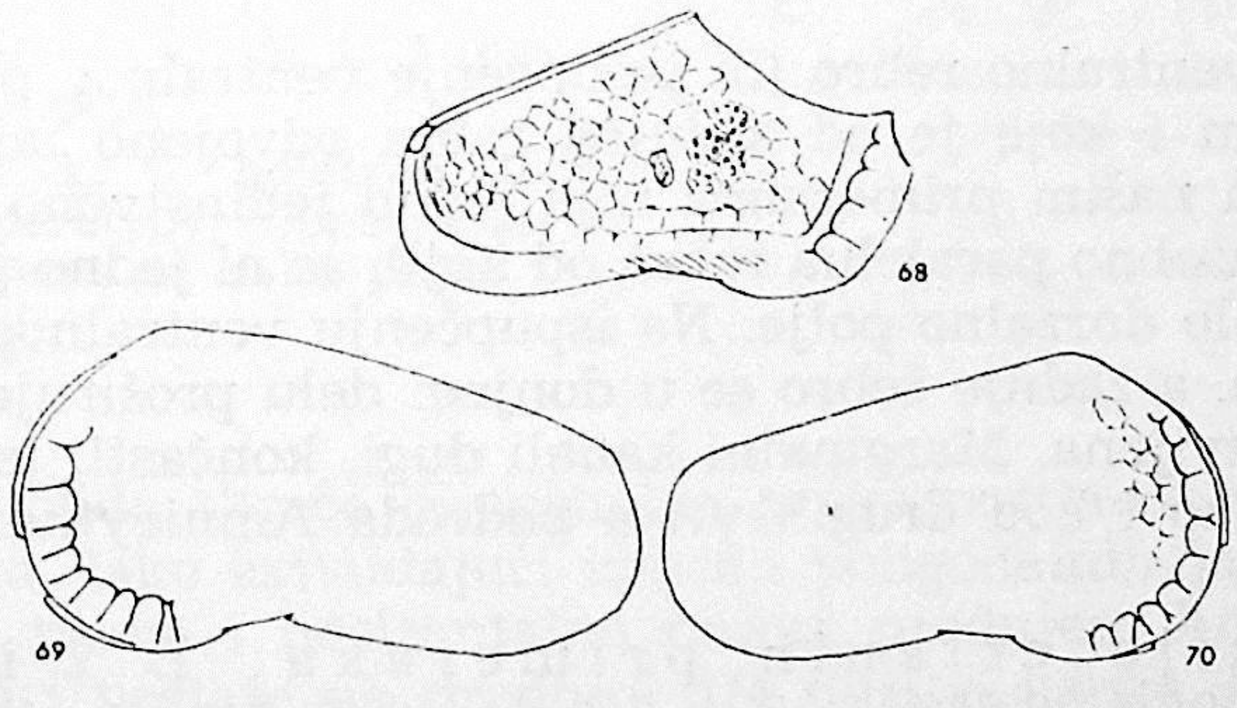
Dimenzije: holotip: d—0,495, v—0,274; paratipoidi (D ♀): d—0,505, v—0,282; d—0,524, v—0,308; crtani L ♀ iz lokalnosti Bučje—1: d—0,529, v—0,305 mm.

Nalazišta: Poznat je isključivo iz gornjeg dela gornjeg panona (gornji servijan, tj. kaspibrakični ekvivalenti delta-faze): Boždarevac (Bučje 1, 1a, 2), Vreoci (bušotina R1m—115, pet proba sa dubina između 141 i 114 m), Vrčin (autoput I).

Srodnosti: U donjem servijanu javlja se sitniji varijetet ove vrste *(L.* aff. *stanchevae),* nižeg zadnjeg kraja i izrazitije retikulacije ali nešto sitnijih jamica. Vrsta određena kao *L.* ex gr. *stanchevae* ima manju visinu, pravilnije je ispupčena, manja i sa jednostavnijim marginalnim kanalima. *L. stanchevae* se oblikom približava vrsti *L. malva* (Liv.) od koje je manja i sa slabije izraženom ornamentikom. Ornamentikom, a manje oblikom, približava se vrsti *L. scalebra* (Kul.) kod koje prednji kraj nije tako visok kao kod *L. stanchevae.* Slična je vrsti *L. accreta* Step. od koje je manja i ima komplikovanije marginalne kanale. Poslednje tri forme sa kojima je poređena *L. stanchevae* potiču iz apšeronskog i bakinskog kata Turkmenistana.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *caspia* (Liv.)
sl. 68 — 70

Niži i manji srodnik vrste *L. stanchevae,* sa razvijenijim ispupčenjem ventralnog polja koje podseća na rebro. Ventralna i posteroventralna grbica mogu biti jače razvijene, manje, ili mogu sasvim nedostajati, raz-




Sl. 68—70. *Leptocythere (Amnicythere)* ex gr. *stanchevae* gornji panon: 68. ekv. delta-faze, 69—70. gama-faza 68. Boždarevac, Bučje-2, 69—70, Bosna, Gradačac, Turić
68. D ♀, 69. L ♂, 70. D ♂

Figs. 68—70. 68. R ♀, 69. L ♂, 70 R ♂; Upper Pannonian, gama- (69—70) and equivalents of delta-phase

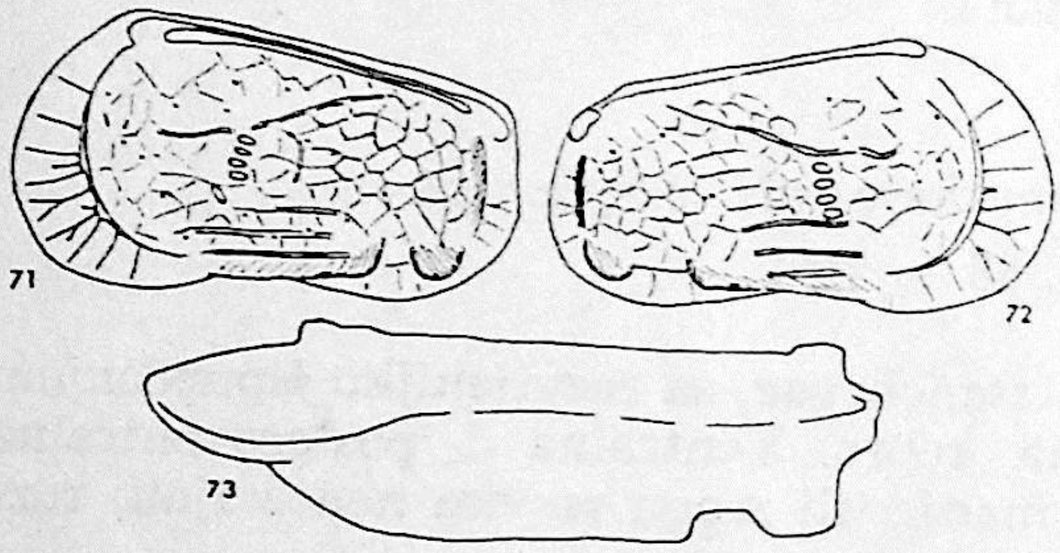
ličito kod različitih primeraka, ali su uvek manje nego kod *L. stanchevae*. Marginalni kanali retki, jednostavni, dugi. Polni dimorfizam jasan.

Dimenzije crtanih primeraka: Gradačac—3: D ♀ : d—0,505, v—0,278; L ♂ : d—0,556, v—0,285; Bučje—2: D ♀ : d—0,457, v—0,265 mm.

Nađena je u oba dela gornjeg panona: gama-faza: Turić kod Gradačca; ekvivalenti delta-faze: potok Bučje (1a, 2) u Boždarevcu kod Beograda.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *caspia* (Liv.)
sl. 71 — 73, tab. III/4

Opis: Ispupčenost srednja sa maksimumom na zadnjem polju. Dorzalni kraj L ♀ blago nagnut unazad; prednji kraj, zajedno sa prednjim delom ventralnog kraja čini jedinstvenu ali ne sasvim pravilnu okruglinu; zadnji deo ventralnog kraja paralelan sa dorzalnim; zadnji kraj vertikalan. Ventralno udubljenje na 2/5, blago asimetrično. Dorzalni uglovi jasni: anterodorzalni tup, sa oštrim vrhom; posterodorzalni skoro prav (oko 100°). Ukrašena je plitkim poligonalnim jamicama i rebrima. Položaj rebara je vrlo karakterističan za *L. caspia* — grubo rečeno ona teku paralelno krajevima izuzev prednjeg. Najistaknutije je zadnje rebro, zatim




Sl. 71—73. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *caspia* (Liv.) gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje: 71. tač. 1, 72—73. tač. 2
71. L ♀, 72. D ♀, 73. isto, s ventralne strane

Figs. 71—73. ♀; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 71. L, 72. R, 73. the same, ventral side

dolazi široko ventralno rebro (ili ispupčenje ventralnog polja) koje se završava grbicom i koje je od zadnjeg rebra odvojeno udubljenjem, dorzalno rebro na našim primercima nije jedno jedinstveno rebro već su to tri niska međusobno paralelna rebra od kojih se ni jedno posebno ne ističe a pokrivaju celo dorzalno polje. Na ispupčenju ventralnog polja nalaze se tri niska rebra, a zadnje rebro se u donjem delu proširuje u grbicu. Očna grbica nije razvijena. Marginalni kanali dugi, končasti, jednostavni ili bifidni. Brava kao i kod drugih vrsta podroda Amnicythere. Mužjaci nisu nađeni.

Dimenzije crtanih primeraka: D ♀ iz lokalnosti Bučje—2: d—0,500, v—0,262; L ♀ iz lokalnosti Bučje—1: d—0,502, v—0,270 mm.

Nađena je u najvišim partijama panona u Boždarevcu (potok Bučje, tačke 1 i 2).

Upoređena sa originalnim materijalom В. Э. Ливенталь-а uglavnom se slaže sa njim. Od forme koju crtaju Мандельштам i koautori (1962: str. 231, tab. XXXVII, sl. 10) naši su primerci četvrtastiji i sa slabije izraženim dorzalnim rebrima.

*Leptocythere (Amnicythere) costatella* n. sp.
sl. 74—76

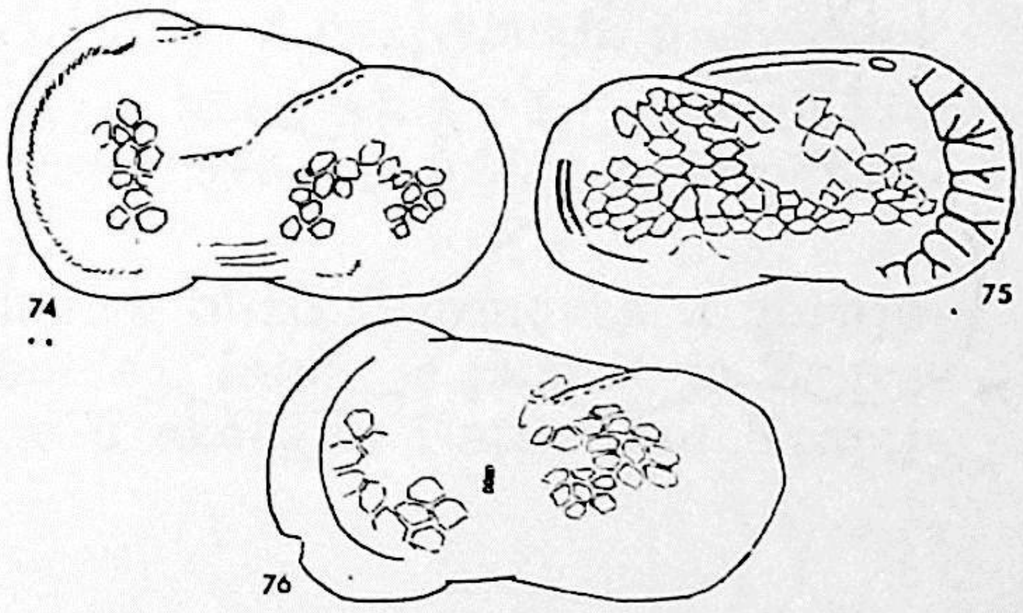
Ime: po niskim rebrima kojima je ukrašena.
Holotip: L ♀ br. 0—458, Prirodnjački muzej u Beogradu.
Paratipoid: D ♀ i D ♂, br. 0—459.
Tipično nalazište: Boždarevac, potok Bučje, tač. 2.
Tipičan nivo: gornji servijan, zona sa *Typhlocyprella lineocypriformis.*

Dijagnoza: Retikulirana, skoro pravilno pravougaona forma. Prednji kraj nešto viši od zadnjeg. Zadnji kraj uglast. Okarakterisana je sa nekoliko niskih rebara na dorzalnoj polovini kapaka.

Opis: Ljušturica ♀ srednje ispupčena, sa lako udubljenim centralnim i jače udubljenim posteroventralnim poljem. Najveća ispupčenost se nalazi u gornjem delu zadnjeg polja na prelazu ka posterocentralnom polju; dorzalno polje izrazito udubljeno. Dorzalni kraj blago nagnut unazad, prednji široko zaokrugljen, zadnji uglasto-zaokrugljen ekvilučan, ventralni ispupčen u prednjem delu jače i u zadnjem slabije. Ventralno udubljenje asimetrično, minimalno zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja. Ispupčenje ventralnog polja pokriveno je sa tri niza jamica čiji uzdužni pregradni zidovi formiraju začetke rebara; ispupčenost se završava jasnom grbicom na kojoj su pomenuta rebra izrazitija i skreću nagore. Ispupčenost zadnjeg polja je uzana, vertikalna i nosi jedno slabo izraženo, blago lučno, takođe vertikalno rebro, koje nije potpuno pravilno već krivuda u zavisnosti od položaja poligonalnih jamica. Na zadnjem delu dorzalnog polja počinje jedno jasno izraženo rebro, teče duž zadnje četvrtine dorzalnog kraja a onda skreće dijagonalno preko posterodorzalnog polja do mišićnih otisaka, lako krivudajući između poligonalnih jamica; od mišićnog polja teče pravo i horizontalno prema prednjem kraju ali je ovde manje izraženo i nestaje na prednjoj 1/4 dužine kapka. Poslednje rebro teče duž prednje 3/5 dorzalnog kraja, skreće ka očnoj grbici neposredno pre anterodorzalnog ugla, pokriva očnu grbicu u potpunosti, tu se grana, i obe grane, koje su niske, pružaju se naniže i unapred da bi se izgubile na kraju gornje trećine visine kapka. Poslednja dva rebra nisu na svim primercima podjednako jasno izražena, tj. znatno su slabija nego kod holotipa. D ♀ ima uže zaokrugljen prednji kraj i skoro neprimetan anterodorzalni ugao. Mužjaci su nešto niži od ženki i sa zarubljenim postero-

Sl. 74—76. *Leptocythere (Amnicythere) costatella* n. sp. gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje: 74, 76. tač. 2, 75. tač. 1
74. L ♀ holotip, 75. D ♀, 76. L ♂ paratipoid

Figs. 74—76. 74. L. ♀ holotype, 75. R ♀, 76. L ♂ paratype; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase



dorzalnim uglom. Marginalni kanali končasti, dugi, jednostavni ili bifidni, izuzetno polifidni.

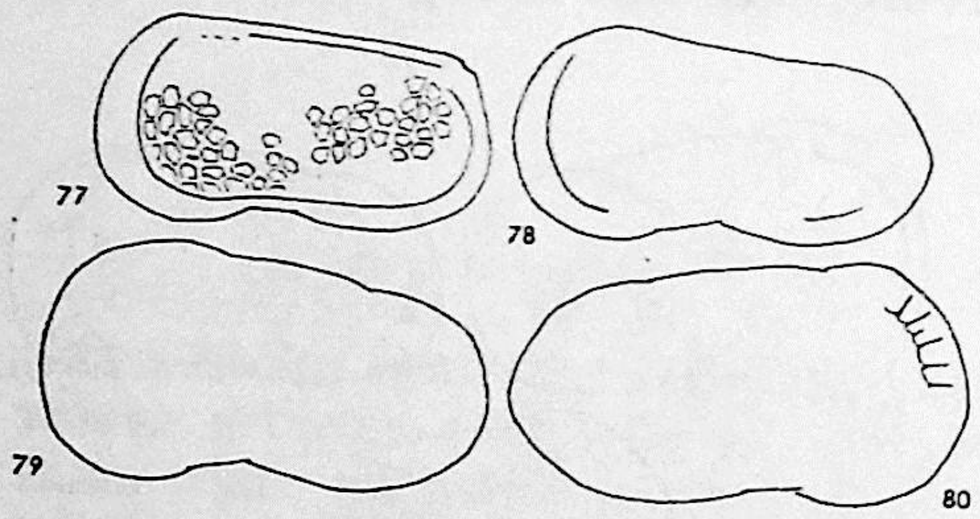
D i m e n z i j e : holotip: d—0,457, v—0,262; crtani paratipoid (L ♂): d—0,460, v—0,247; crtani primerak iz lokalnosti Bučje—1 (D ♀): d—0,445, v—0,228 mm.

N a l a z i š t a : Konstatovan je u obe zone gornjeg servijana u lokalnostima Vrčin (autoput I) i Boždarevac (potok Bučje, tačke 1, 1a, 2).

S r o d n o s t i : Ljušturice mušjaka, ako nemaju izrazita rebra, svojim oblikom a prvenstveno svojom izduženošću podsećaju na ženke vrste *L. sinegubi* K r. Ženke vrste *L. costatella* srazmerno su više, sa nešto šire zaokrugljenim prednjim krajem nego kod ženki *L. sinegubi*, a zadnji kraj im je prav i skoro vertikalan (kod *L. costatella* je uglast). Vrsta *L. costatella* je krupnija od vrste *L. sinegubi*.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *sinegubi* K r.
sl. 79—80

O p i s : Sitne, srednje ispupčene forme sa lako isturenom zadnjom polovinom ventralnog kraja a uzani deo ljušture uz taj kraj sasvim je spljošten tako da izgleda posavrnut. Duž široko zaokrugljenog prednje-anteroventralnog kraja takođe se nalazi jedna spljoštena i glatka zona. Ispupčenje ventralnog polja jasno, završava se grbicom iza koje dođe još jedna, posteroventralna grbica, a između njih je udubljenje koje se pruža do polovine visine kapka. Posterodorzalno polje jasno ispupčeno, a oblasi mišićnog polja i dorzalno polje lako udubljeni. Cela površina ljušture, osim marginalnih zona, jasno retikulirana.




Sl. 77—78. *Leptocythere (Amnicythere) sinegubi* K r. 77. gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2 78. gornji pont; istočna Srbija, Kobišnički plato, Srbovo
77. L ♀ , 78. L ♂

Sl. 79—80. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *sinegubi* K r. gornji panon, gama-faza; Bosna, Gradačac, Turić
79. L ♀, 80. D ♂

Figs. 77—78. L; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase (77) and Upper Pontian (78): 77. ♀, 78. ♂
Figs. 79—80. 79. L ♀, 80. R ♂ ; Upper Pannonian, gama-phase

D i m e n z i j e c r t a n i h p r i m e r a k a : L ♀: d—0,440, v—0,230; D ♂: d—0,445, v—0,220 mm. Nađeni su u gornjoj zoni (sa *Hemicytheria croatica)* donjeg dela gornjeg panona u Turiću kod Gradačca (Bosna).

Tipičan *L. sinegubi* konstatovan je u gornjoj zoni (sa *Typhlocyprella lineocypriformis)* gornjeg dela gornjeg panona u okolini Beograda u Boždarevcu (Bučje—2). Dimenzije jedino nađenog L ♀ su: d—0,410, v—0,220. Dimenzije crtanog L ♂ iz istočne Srbije (Srbovo): d—0,430, v—0,220 mm.

*Leptocythere (Amnicythere) litica* L i v. in M a n d. e t a l. sensu S o k a č
tab. III/1, VII/2—4

1972. — *Leptocythere litica* (L i v.) — S o k a č: 70, tab. XXXI/15—19.

Više vrsta podroda Amnicythere različiti autori uključuju u ovu Ливентальь-ovu vrstu, zbog njihove izduženosti a delimično i dimenzija. Opis *L. litica* prvi put je štampan 1962. g. u radu Мандельштама i koautora (str. 197, tab. XXXI, sl. 5—6) i po pravilu prioriteta L ♀ prikazan na sl. 5 treba da bude holotip. Naši primerci, iz lokalnosti Mislođinska vodenica (okolina Beograda) razlikuje se od holotipa u sledećem: Zadnja polovina ljušture je nešto viša. Zadnji kraj infralučan a ne ekvilučan, prednji kraj supralučan a ne infralučan. Zato što je prednji kraj manje izvučen unapred anterodorzalni ugao se nalazi na 1/6 a ne na 1/4 dužine. Ornamentika višeg reda — ventralna grbica i zadnje rebro — skoro isti. Ornamentika nižeg reda drugačija — fose su kod naših primeraka krupnije. Marginalni kanali su kod naših oblika sasvim kratki i nerazgranati (videti: A. S o k a č, 1972, tab. XXXI, sl. 19) dok su kod holotipa dugi. Primerci iz okoline Beograda u potpunosti se slažu sa primercima sa Zagrebačke gore (S o k a č, 1972).

Osim ovde opisane forme, koja je nesigurno određena kao mužjak, u istoj lokalnosti je nađena još jedna forma koju sa rezervom tretiramo kao ženku iste vrste. Visina im je jednaka, dužina ženke je manja a ispupčenost veća. Zadnji kraj ženki je ekvilučan i vertikalno simetričan. Ornamentika im je potpuno ista, tj. jamice su im podjednake veličine i na ventralnom polju poređane u nizove. Izvesna orijentacija jamica u nizove uočava se i na dnu gornje polovine ljušture ženke, što nije primećeno kod mužjaka. Kod ženki u potpunosti nedostaje zadnje rebro i umesto njega se javlja posteroventralna grbica. Sličnu formu, ali nižeg zadnjeg kraja, prikazuje A. S o k a č (1972: tab. XXXII, sl. 2) pod nazivom *L. andrusovi.*

D i m e n z i j e f o t o g r a f i s a n i h p r i m e r a k a: L ♀: d—0,556, v—0,315; D ♀: d—0,556, v—0,312; L ♂: d—0,576, v—0,305; nefotografisan D ♂: d—0,625, v—0,322 mm.

Nađen je samo kod Mislođinske vodenice blizu Obrenovca u gornjepontijskim peskovima sa *Congeria rhomboidea.* Inače je poznat sa Zagrebačke gore. Vrsta *L. litica* s. str. javlja se u akčagilu i apšeronu Kaspijskog basena.

*Leptocythere (Amnicythere) gamae* n. s p.
sl. 81—92

I m e: po gama-fazi za koju je karakteristična.

H o l o t i p: L ♀, br. 0—430, Prirodnjački muzej u Beogradu.

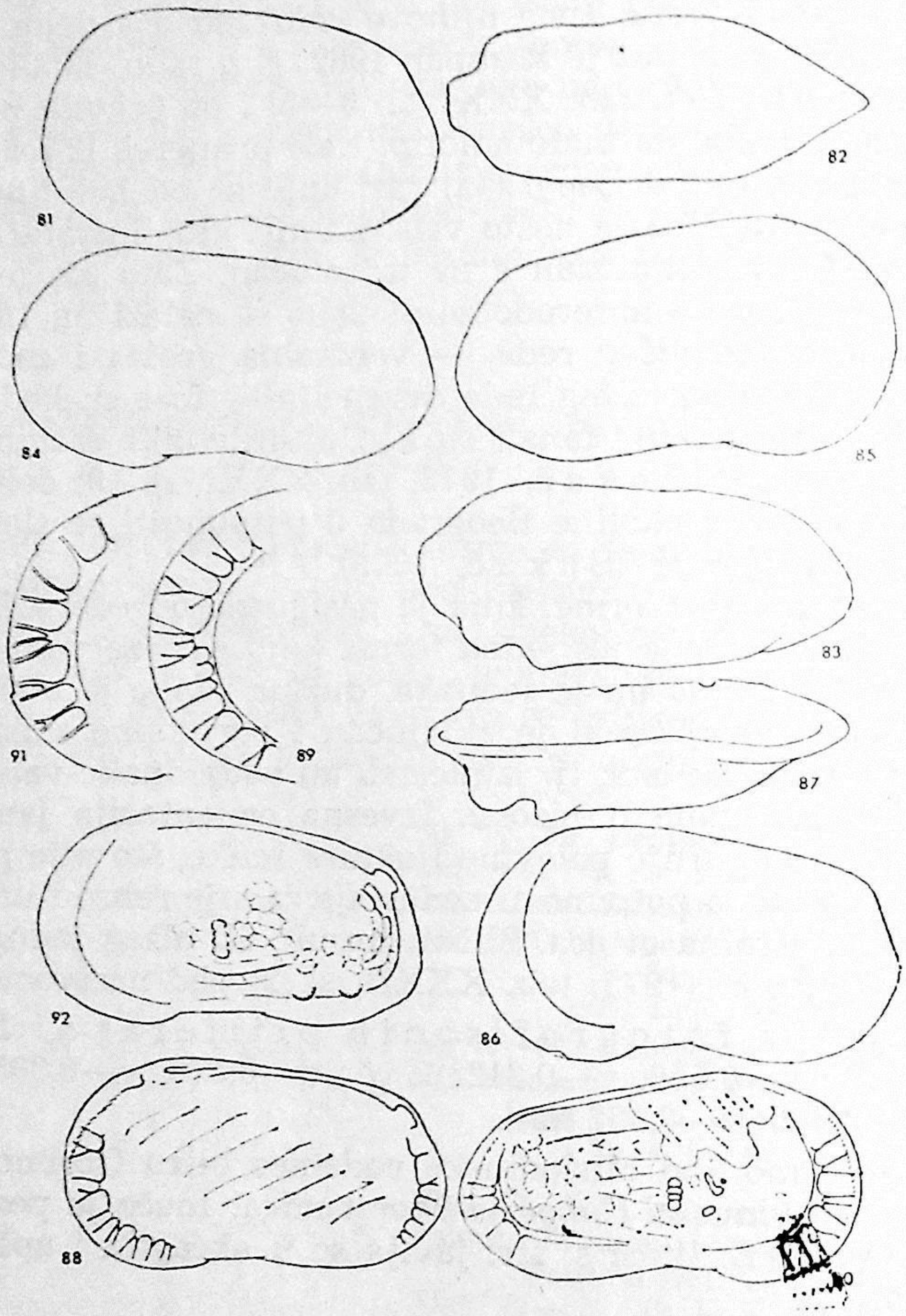
P a r a t i p o i d i: 7 L 1 D i 10 Lj ♀, 2 D 2 L i 1 Lj ♂, br. 0—431 0—432.

T i p i č n o n a l a z i š t e: Velika Moštanica, tač. 16 (gornji bunar).

T i p i č a n n i v o: gornji panon, gama-faza, gornja zona (sa *Hemicytheria croatica).*

D i j a g n o z a: Zdepasta, dosta ispupčena vrsta kod koje retikulacija, zajedno sa uzdužnim rebrima pokriva skoro celu površinu kapaka.

Opis: Lj ♀ pravougaono-ovalna, kratka, dosta ispupčena. Dorzalni kraj L ♀ blago nagnut unazad, skoro horizontalan; prednji kraj široko zaokrugljen, ekvilučan; zadnji infralučan. Ventralno udubljenje samo malo zaklonjeno ispupčenjem ventralnog polja. Iza ventralne grbice, ko-




Sl. 81—91. *Leptocythere (Amnicythere) gamae* n. sp. gornji panon, gama-faza; 81—85. Vel. Moštanica-17, 86—87. Arnajevo, 88—91. Bosna, Gradačac, Turić 81. L ♀ holotip, 82. Lj ♀ s leđa, paratipoid, 83. isto, iskosa, 84. L ♂ paratipoid, 85. D ♂ paratipoid, 86. L ♀, 87. isto, sa ventralne strane, 88. L ♀, 89. isto, pojas srastanja, 90. D ♀, 91. isto, pojas srastanja

Sl. 92. *Leptocythere (Amnicythere) gamae* n. sp., L ♀ gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2

Figs. 81—91. 81. L ♀ holotype, 82. C ♀ paratype, 83. the same, oblique, 84. L ♂ paratype, 85. R ♂ paratype, 86. L ♀, 87. the same, ventral side, 88. L ♀, 89. the same, marginal zone, 90. R ♀, 91. the same, marginal zone

Fig. 92. L ♀; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase

jom se završava ventralno ispupčenje, nalazi se još jedna isto tako niska i široka okruglasta grbica; ova druga, posteroventralna grbica kod nekih primeraka (Arnajevo) može biti viša od ventralne i vertikalno izdužena; inače su grbice na D uvek jače razvijene nego na L iste individue. Površina kapaka nepravlino je retikulirana na centralnom i zadnjem polju, dok je na ventralnom retikulacija orijentisana jer je kombinovana sa horizontalnim rebrima; na prednjoj polovini kapaka retikulacija se raspliinjava i onda su uočljive samo okrugle jamice koje se inače nalaze u poligonalnim fosama. Marginalni kanali su srednje dužine, tanki ili lako zadebljali, jednostavni a ređe bifidni ili trifidni. Unutrašnji obod širok 1/4 pojasa srastanja.

Dimenzije crtanih primeraka: holotip: d—0,569, v—0,305; paratipoidi: Lj ♀ : d—0,566, i—0,220; ♂ : L: d—0,583, v—0,288; D: d—0,610, v—0,312; D ♀ iz Vel. Moštanice—16: d—0,566, v—0,320; Gradačac—3: ♀ : L: d—0,528, v—0,288, D: d—0,569, v—0,291; L ♀ iz Bučja—2: d—0,545, v—0,295 mm.

Nalazišta: Ova vrsta konstatovana je samo u gama-fazi: zona sa *Hemicytheria croatica:* Beograd (podvožnjak u Pop-Lukinoj sloj 3, Ul. Gavrila Principa 31), Velika Moštanica (tačke 16 i 17), u Bosni kod Gradačca (tačka 3 — Turić); prelaz gama- u ekvivalente delta-faze: Arnajevo (put za Livade). Sitnija podvrsta ove vrste nađena je u ekvivalentima delta-faze u Boždarevcu (Bučje—2).

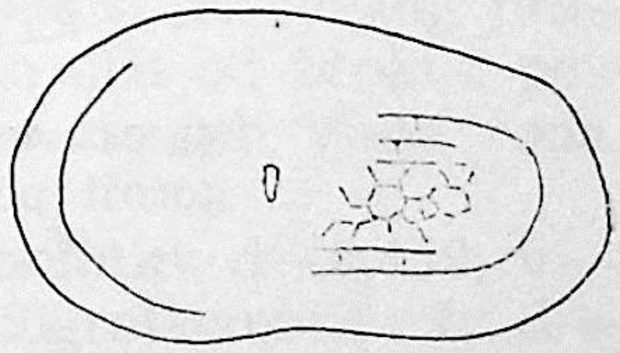
Srodnosti: Spada u istu grupu sa *L. cornutocostata* (Liv.), *L. anormalis* Suz i *L. litica (?).* Moguće je da joj je *L. cornutocostata* direktan potomak.

## *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *cornutocostata* (Schw.)

sl. 93, tab. III/2, VII/1

1972. — *Leptocythere cornutocostata* (Schw.) — Sokač: 68, tab. XXXII/4—6.

Opis: Ljušturica kratka i visoka, dosta ispupčena. Prednji kraj L ♀ široko je zaokrugljen ekvilučan, dorzalni blago nagnut unazad, zadnji kos, ventralni lako udubljen ispred sredine. Ventralno udubljenje samo minimalno zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja koja se završava polumesečastom grbicom. Iza ove, ventralne grbice, nalazi se posteroventralna depresija pa posteroventralna grbica minimalne visine. Površina ljušture ukrašena je longitudinalno izduženim poligonalnim fosama i niskim uzdužnim rebrima. Ornamentika nedostaje na prednjoj trećini ljušture. Spoljašnja lajsna duž prednjeg kraja nije ništa izrazitija nego kod



Sl. 93. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *cornutocostata* (Schw.), D ♀ gornji pont; Mislođinska vodenica kod Obrenovca

Fig. 93. R ♀; Upper Pontian

drugih vrsta ovog roda ali je uočljivija jer je tu ljuštura glatka. Svi nađeni kapci su neprozirno beli tako da marginalni kanali nisu dovoljno jasni u propuštenom svetlu: končasti su, jednostavni, ređe bifidni, ima ih 16 na prednjem i anteroventralnom kraju, a prilično su dugi jer oko 3/4 širine unutrašnje lamele otpada na pojas srastanja. Greben brave, koji se na ovom (L) kapku nalazi ispod žljeba a između prednje i zadnje bravne alveole, nazubljen je naročito na prednjem delu. Jezičak ventralnog kraja ima oblik iskrivljenog, lučnog sečiva. D ♀ je na zadnjoj polovini niži od L, ventralno udubljenje mu je pomereno iza polovine dužine. (Fotografisan D je oštećen, tj. ima pukotinu na prednjem polju.) Na bravi D prednji zub je visok, asimetričan, neprimetno narezan (trodelan); bravna lajsna počinje stepenikom postavljenim uza sam prednji zub i, u celini, blago je zatalasana; zadnji zub je visok, strm sa obe strane, poluokrugle »krunice«, bez uočljivih ureza. Mužjaci nisu nađeni.

Dimenzije: D ♀: crtan: d—0,525, v—0,295; fotografisan: d—0,508, v—0,288 mm (L je polomljen pa nije mogao biti izmeren).

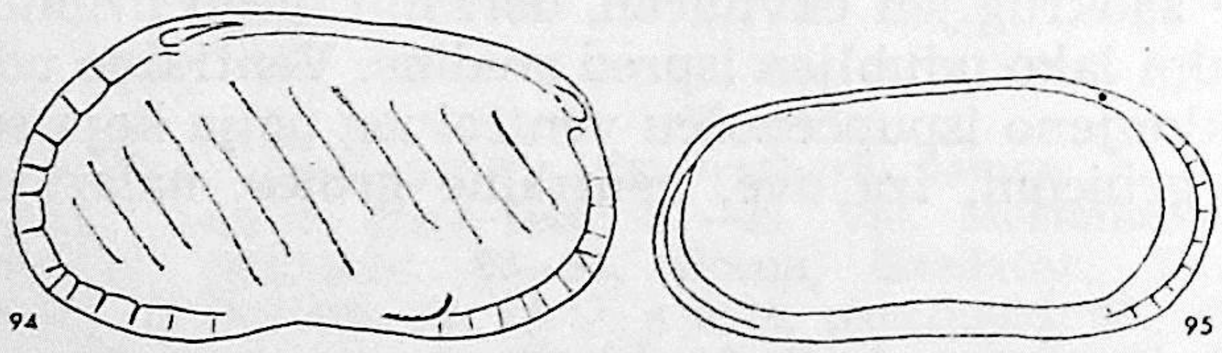
Nađen je u gornjem pontu okoline Beograda: blizu Obrenovca kod Mislođinske vodenice (peskovi sa *Congeria rhomboidea*, peskovite gline sa *C. croatica)* i kod Grocke u potoku Dubočaju (tačka 1).

U odnosu na *L. cornutocostata* iz apšerona Ponto-Kaspijskog basena naše, pontijske forme su kraće, nižeg zadnjeg kraja i manjih dimenzija (0,50—0,52 : 0,65—0,69 mm).

*Leptocythere (Amnicythere) anormalis* Suz.
sl. 94—95

u štampi — *Leptocythere (Amnicythere) anormalis* Suz. — Krstić: ——, tab. III/2—4.

Opis: Ljušturica ispupčena. Prednji kraj L ♀ infra- do ekvilučan, dorzalni blago iskošen unazad, zadnji skoro vertikalan. Ventralno udubljenje, plitko i široko, nije zaklonjeno ispupčenjem ventralnog polja. Ni-



Sl. 94—95. *Leptocythere (Amnicythere) anormalis* Suz.
gornji pont; 94. Banat, Lokve-15 sa 630—636 m IV/1
95. istočna Srbija, Kobišnički plato, Srbovo
94. L ♀, 95. D ♂

Figs. 94—95. 94. L ♀, 95. R ♂; Upper Pontian

ska, okruglasta ventralna grbica jasno je vidljiva. Od dva primerka kojima raspolažem jedan je gladak a drugi na centralnom polju ima niska i široka (rasplinuta) horizontalna rebra, 4 u donjem i 3 u gornjem delu

polja. U međurebarskim prostorima naziru se neravnine koje bi mogle biti redukovane poligonalne fose. Marginalni kanali kratki, jednostavni. Unutrašnji obod nije mogao biti posmatran. Duž prednjeg kraja konstatovana je spoljašnja lajsna koju i Suzin pominje.

Dimenzije crtanog L ♀: d—0,580, v—0,315 mm.

Nalazište: Lokve u Banatu, bušotina 13 (dubina 526—533 m) i bušotina 15 (dubina 630,0—636,0 m, probe IV/1 i I/1); gornji pont. Materijal preduzeća Nafta-Gas iz Novog Sada.

Srodnosti: Najsličnija je vrsti *L. cornutocostata* (Schw.).

*Leptocythere (Amnicythere) servica* n. sp.
sl. 96, tab. III/5, IV/5—8

1958. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Шеремета: 7, tab. I/4—5.
1960. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Krstić: 278, tab. I/18, III/15, IV/17—18, 20 (non 19).
1972. — *Leptocythere moravica* Pok. — Sokač: 66, tab. XXX/14—16 (♀).
1972. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Sokač: 66, tab. XXX/17 (♂).

Ime: Servia (lat.) = Srbija.

Holotip: L ♀ br. 0—460, Prirodnjački muzej u Beogradu.

Paratipoidi: 221 L i D ♀ i ♂, br. 0—461 do 0—463.

Tipična lokalnost: Velika Moštanica, potok Sibovik, tač. 11.

Tipičan nivo: gornji deo gornjeg panona, gornja zona (sa *Pontoniella candeo*).

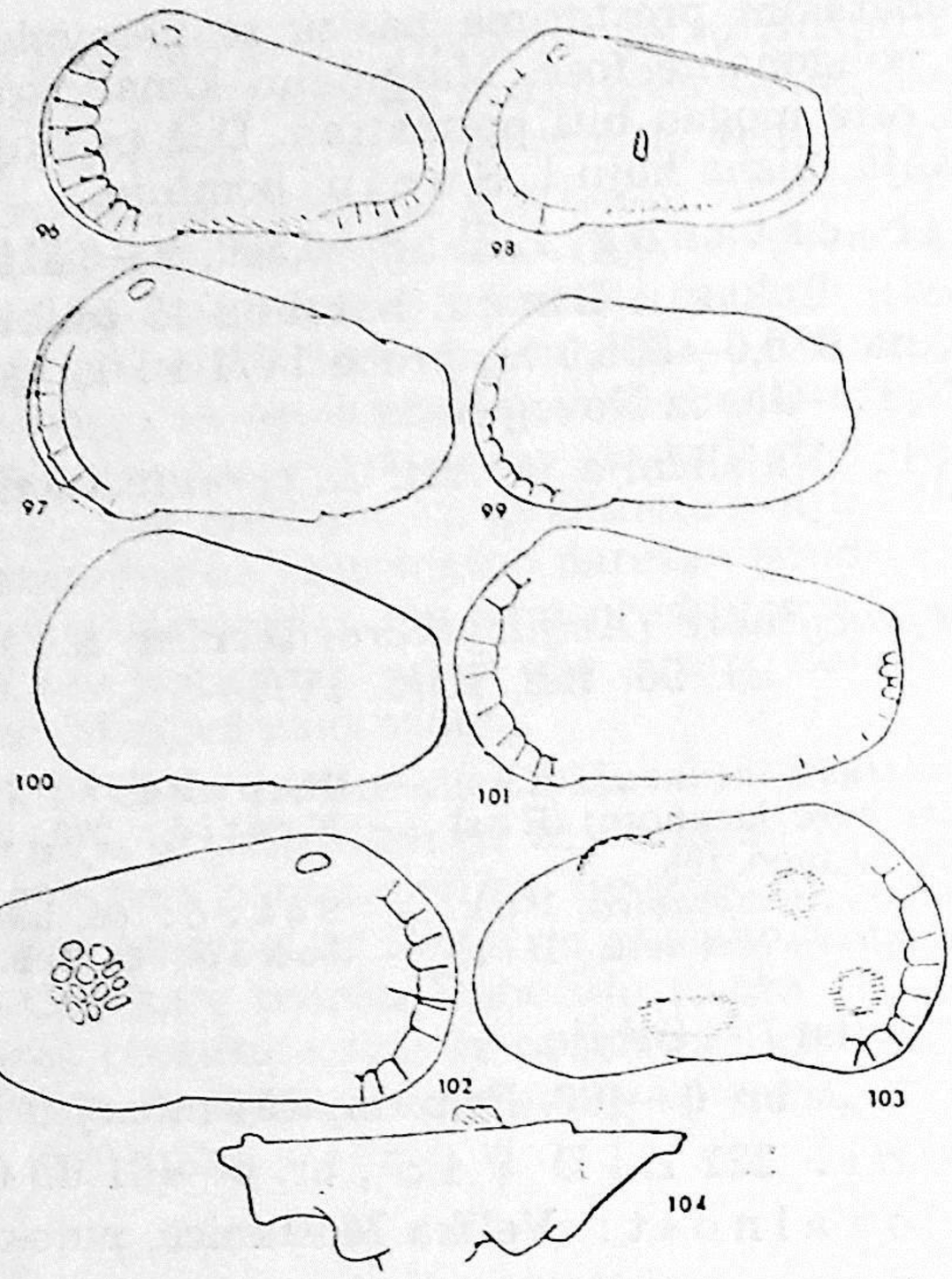
Dijagnoza: Prednji deo ljušture visok, zadnji vrlo nizak te ima trouglast oblik. Ukrašena je dubokim fosama. Na ventralnoj grbici ima bodlju.

Opis: Lj ♀ srednje ispupčena. Dorzalni kraj L ♀ jako iskošen unazad; prednji široko i pravilno zaokrugljen, ekvi- do infralučan; zadnji iskošen unazad pod uglom od oko 60°, zatim ekvilučan; ventralni blago udubljen. Oba dorzalna ugla tupa, prednji lako izvučen. Površina kapaka pokrivena sitnim, dubokim poligonalnim fosama i samo je polumesečasta zona duž prednjeg kraja skoro glatka, tj. na njoj se primećuju samo tragovi retikulacije. Dve nešto veće neretikulirane površine nalaze se u oblasti mišićnih otisaka — jedna na otiscima zatvarača, druga na otisku transverzalnog mišića. Zadnje rebro nisko. Očna grbica visoka i jasno ograničena. Ventralna grbica niska i završava se oštrom bodljom. Marginalni kanali dugi, končasti, jednostavni — retko bifidni, skoro od svakog pravog odvaja se po jedan lažni kanal. Mužjaci su nešto niži od ženki i posteroventralni kraj im je srezan kao i kod mužjaka drugih vrsta roda Leptocythere.

Dimenzije slikanih primeraka: holotip: d—0,450, v—0,262; paratipoidi: crtan D ♀: d—0,452, v—0,256; fotografisani ♂: L: d—0,430, v—0,250; D: d—0,424, v—0,227; L ♀ iz Malog Bučja: d—0,393, v—0,227; L ♀ iz donjeg ponta Meljaka: d—0,490, v—0,285 mm.

Nalazišta: Ima ga skoro u celom panonu od zone sa *Hemicytheria hungarica* do zone sa *Hemicytheria croatica*. U velikoj Moštanici nađen je u svim lokalnostima u kojima su razvijene gline (Sibovik 1, 2a, 7/1, 9,






Sl. 96. *Leptocythere (Amnicythere) servica* n. sp., L ♀ paratipoid donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-11

Sl. 97. *Leptocythere (Amnicythere)* cf. *servica* n. sp., L ♀ donji pont; Meljak, usek lazarevačkog druma

Sl. 98. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *servica* n. sp., L ♀ donji panon, beta-faza; Malo Bučje u okolini Beograda

Sl. 99. *Leptocythere (Amnicythere)* ex gr. *lacunosa*, L ♀ donji panon, beta-faza, Malo Bučje južno od Vrčina

Sl. 100—101. *Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (R s s) sensu P o k., L ♀
100. donji panon, beta-faza; Bosna, Prnjavor, Ilova
101. gornji panon, gama-faza; Vrčin, autoput-3

Sl. 102—104. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *lacunosa* (R s s) donji panon: 102. alfa-faza, 103—104. beta-faza 102. selo Mladenovac, potok Serava, 103—104. Vel. Moštanica-5
102. D ♂, 103. D ♀, 104. D ♀ s leđa

Fig. 96. L ♀ paratype; Lower Pannonian, beta--phase

Fig. 97. L ♀; Lower Pontian

Fig. 98. L ♀; Lower Pannonian, beta-phase

Fig. 99. L ♀; Lower Pannonian, beta-phase

Figs. 100—101. L ♀; Lower Pannonian, beta--phase (100) and Upper Pannonian, gama-phase (101)

Figs. 102—104. 102. R ♂, 103—104 R ♀; Lower Pannonian, alfa- (102) and beta-phase (103—104)

10, 14, 15), u Velikoj Plani (Radovanjska crkva), u Makišu (S-36 sa 26, 8—27,5 m), Beogradu (ugao Jaseničke i Vojislava Ilića) i Gradačcu (Turić). Jedna niža mutacija zapažena je u Malom Bučju. Primerci nađeni u donjem pontu Meljaka (usek lazarevačkog druma) imaju pliće ventralno udubljenje, viši zadnji kraj i krupniji su.

Upoređenje: U odnosu na *L. lacunosa* (Rss) sensu Pokorny prednji kraj *L. servica* je viši a zadnji niži. *L. lacunosa* nema bodlju na ventralnoj grbici i veća je od *L. servica.*

*Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (Rss) sensu Pokorný
sl. 100—101, tab. I/7, IV/2, VIII/5—6

1941. — Formenkreis G — Fahrion: 453, sl. 12—13.
1945. — *Cytheromorpha?* aff. *lacunosa* (Rss) — Pokorný: 9, sl. 7, tab. II/6.
1952. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Pokorný: 68, sl. 31—33, tab. II/8—9, VI/2.
non 1958. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Шеремета: 7, tab. I/4—5.
non 1960. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Krstić: 278, tab. I/18, III/15, IV/17—20.
non 1966. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Hanganu: tab. XLII/3.
non 1972. — *Leptocythere lacunosa* (Rss) — Sokač: 66, tab. XXX/17.

U ćelijici br. 90 Rojsove zbirke nalazi se jedini primerak panonske vrste roda Leptocythere (različite panonske forme grupisane su u ćelijicama između brojeva 68 i 91). Takva vrsta do sada nije nađena u jugoistočnom delu Panonskog basena: izdužena je, visokog i strmog zadnjeg kraja, izrazitih dorzalnih uglova od kojih je prednji izvučen u malo uho, ima ravnomernu retikulaciju, ventralnu grbicu i nisko zadnje rebro. (Jedan primerak ove vrste, koji potiče iz panona E Beča, Belvedergasse 12, dobila sam od K. Kollmann-a.) V. Pokorný je (1952) iz panona D Hodonina pod nazivom *L. lacunosa* (Rss) opisao jednu drugu vrstu kojoj je sa Rojsovom zajednička jedino ornamentika: kratka je, široko zaokrugljenog prednjeg kraja, visina zadnjeg kraja iznosi oko 2/3 visine prednjeg i zadnji kraj je poluokrugao a ne četvrtast kao kod Rojsove (Topomaterijal iz Hodonina dobila sam posredstvom Шеремете, a u Pragu sam videla i zbirku Pokorný-og). Svi primerci nađeni u jugoistočnom delu Panonskog basena odgovaraju vrsti *L. lacunosa* u smislu Pokornog. Među nađenim oblicima mogu se razlikovati dva tipa vezana za dva stratigrafska horizonta: u donjem panonu predstavnici *L. lacunosa* sensu Pok. (sl. 100) su kraći (odgovaraju Hodoninskim koji su takođe iz slavonijana), u gornjem panonu (sl. 101) nešto su izduženiji.

Dimenzije crtanih primeraka: L ♀: iz donjeg panona lokalnosti Ilova: d—0,467, v—0,285; iz gornjeg panona lokalnosti Vrčin: d—0,495, v—0,285 mm.

Nalazišta: U donjem panonu *L. lacunosa* (Rss) sensu Pok. konstatovan je u Topolovniku kod Požarevca, Vel. Moštanici (tač. 7/3 i 7/4) kod Beograda i na više mesta u okolini Prnjavora u Bosni (dolina Ilove, vodenica na Crnom potoku, izvor Đuraškovac kod Novog Sela, Lazina Voda, Mramor). Gornjepanonska, izduženija forma *L. lacunosa* (Rss) sensu Pok. nađena je u Aleksandrovcu kod Požarevca, Vrčinu (tač. 3)

i Velikoj Moštanici (tač. 16) kod Beograda, kod Junkovaca u Kolubarskom basenu i u Gradačcu u Bosni (fudbalsko igralište).

P r i m e d b e : Kao *L.* aff. *lacunosa* određena je jedna krupna grbičasta forma (D ♀ : d—0,518, v—0,296; D ♂ : d—0,562, v—0,302), nađena u donjem panonu Velike Moštanice, Sibovik-5 (sl. 102—104). Kao *L.* e x g r. *lacunosa* određen je sitan, retikuliran izdužen oblik (L ♀ : d—0,427, v—0,240 mm), nađen u gornjem slavonijanu Malog Bučja (sl. 99).

*Leptocythere (Amnicythere) lacunoidea* n. s p.
sl. 105, tab. IV/3, VIII/7—9

I m e : slična je vrsti *L.lacunosa.*

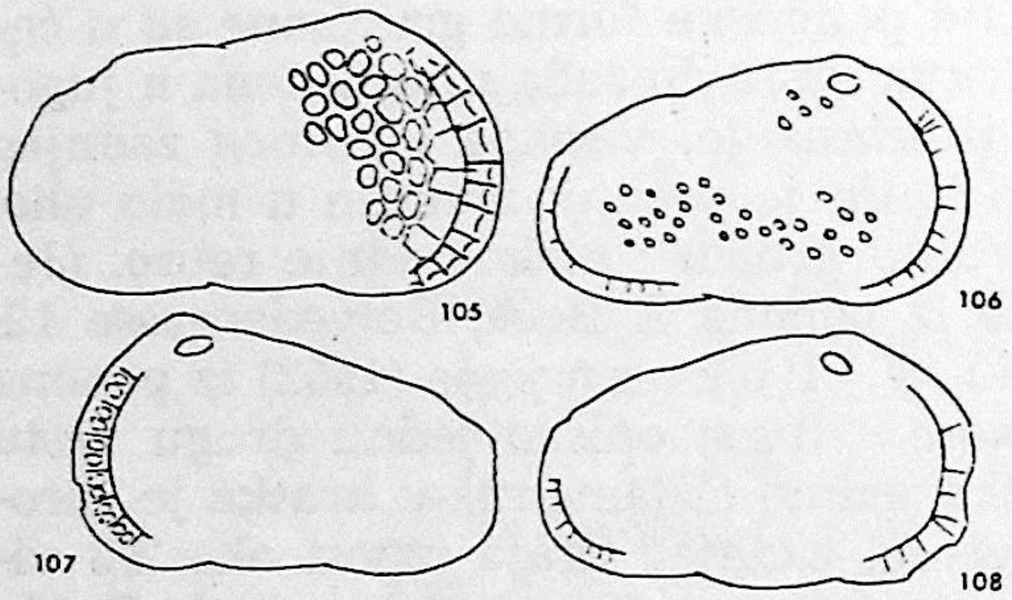
H o l o t i p : L ♀, br. 0—464, Prirodnjački muzej u Beogradu.

P a r a t i p o i d i : 5 L i 11 D ♀, 6 L i 11 D ♂, br. 0—465 do 0—467.

T i p i č n o n a l a z i š t e : Boždarevac, potok Bučje, tačka 2.

T i p i č a n n i v o : završne partije panona, zona sa *Typhlocyprella lineocypriformis.*

D i j a g n o z a : Posterodorzalno polje ispupčeno tako da zaklanja zadnju polovinu dorzalnog kraja. Ventralna i anterocentralna grbica jasno diferencirane. Retikulacija gruba.




Sl. 105. *Leptocythere (Amnicythere) lacunoidea* n. s p., D ♀ paratipoid gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2

Sl. 106—108. *Leptocythere (Amnicythere)* s p. *2* gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-1
106. D ♀, 107. L ♀, 108. D ♀

Fig. 105. R ♀, paratype; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase Figs. 106—108. ♀; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 106 R, 107. L, 108. R

O p i s : Lj ♀ dosta ispupčena. Dorzalni kraj blago nagnut unazad, prednji kraj široko zaokrugljen ekvilučan, zadnji skoro vertikalan. Anterodorzalni ugao izvučen u malo uho. Ventralno udubljenje delimično zaklonjeno ispupčenjem ventralnog polja. Ventralna grbica niska, nepravilna. Na vrhu anterocentralne grbice jedna fosa. Zadnje rebro jasno izraženo. Iza rebra i uz njega, nešto ispod polovine visine zadnjeg kraja nalazi se jedno bradavičasto ispupčenje sa otvorom lateralne pore na vrhu. Sitni zubići duž prednjeg kraja takođe nose pore na svojim vrhovima. Očna grbica nedovoljno jasna. Unutrašnja lamela prevazilazi zadebljali kraj spoljašnje lamele. Marginalni kanali srednje dužine, tanki, jednostavni. D ♀ nešto niži od L, sa slabije izvučenim anterodorzalnim uglom i uže zaokrugljenim zadnjim krajem. Mužjaci su niži od ženki.

D i m e n z i j e s l i k a n i h p r i m e r a k a : holotip: d—0,490, v—0,274; paratipoidi: D ♀ : fotografisan: d—0,500, v—0,292; crtan: d—0,505, v—0,288; fotografisan ♂ : L: d—0,492, v—0,271 mm.

Nalazišta: Isključivo gornji deo gornjeg panona (delta-faza): Boždarevac i Čitački tunel, oba u okolini Beograda. *L.* cf. *lacunoidea* je nađen u donjem pontu Male Moštanice.

Srodnosti: U odnosu na *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k. izduženija je i sa neravnom površinom ljušture. Prelazni oblik je izduženija mutacija *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k. iz donjeg servijana.

*Leptocythere (Amnicythere)* s p. 2
sl. 106—108

Opis: Ljušturica dosta ispupčena, sa dubokom depresijom dorzocentralnog polja; ispupčenost ljušture postepeno se spušta samo prema gornjem delu prednjeg kraja, sasvim blago prema prednjoj polovini dorzalnog kraja, a prema svim ostalim krajevima, uključujući i anteroventralno polje, naglo. Oblik se može videti sa crteža. Ukrašena je poligonalnim fosama snažnih i visokih mura, osim u polumesečastoj zoni duž prednjeg kraja gde se ornamentika rasplinjava. Dva ventralna rebra. Zadnje rebro čini kao neku granicu između posterocentralnog i zadnjeg polja koja leže pod uglom od 90° jedno prema drugom. Od maskirane očne grbice spušta se jedno rebro. Duž prednjeg kraja jasna spoljašnja lajsna. Mužjaci nisu nađeni.

Dimenzije crtanih primeraka: ♀: L: d—0,427, v—0,247, D: d—0,427, v—0,240; d—0,430, v—0,247 mm.

Nalazišta: Konstatovana je samo u donjem delu ekvivalenata delta-faze (zona sa *Serbiella sagittosa)* u Boždarevcu (potok Bučje, tačka 1).

Srodnosti: Ukrašena je slično vrsti *L. lacunosa* (R s s) ali joj se oblik i ispupčenost razlikuju od oblika i ispupčenosti drugih vrsta grupe *L. lacunosa.*

*Leptocythere (Amnicythere) larga* n. s p.
sl. 109—110, tab. IV/5, VII/9—10

Ime: largus, a (lat.) — izobilan (ukrasima).

Holotip: L ♀, br. 0—468, Prirodnjački muzej u Beogradu.

Paratipoidi: D ♀ i D ♂, br. 0—469.

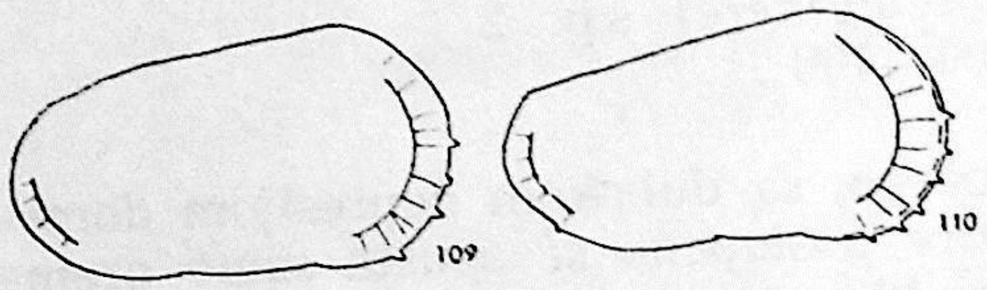
Tipično nalazište: Boždarevac, potok Bučje, tačka 2.

Tipičan nivo: završne partije panona (zona sa *Typhlocyprella lineocypriformis).*

Dijagnoza: Sa strane gledano ima oblik romboida sa nižim zadnjim krajem. Površina grubo retikulirana. Krupni zubići duž prednjeg i zadnjeg kraja. Na ventralnoj grbici kratka, debela, šiljata, prava, glatka bodlja.

Opis: Ispupčenost Lj ♀ znatna; ima dva maksimuma ispupčenosti iste visine odvojena blagim udubljenjem medijalne brazde. Dorzalni kraj L ♀ prav, iskošen unazad; prednji kraj infralučan; zadnji vertikalan do iskošen unapred; ventralni kraj, spolja gledano ravan, jer je zaklonjen ispupčenjem ventralnog polja. Dorzalni uglovi izvučeni u uši, i to naro-

čito posterodorzalni. Ispupčenje ventralnog polja nije ograničeno sa gornje strane, a završava se niskom grbicom na čijem je vrhu debela bodlja. Zadnje rebro slabo izraženo. Površina ljušture ukrašena dubokim, okruglasto-poligonalnim fosama, čiji su muri veoma debeli. Očna grbica delimično zaklonjena ornamentikom. Duž prednjeg kraja ima 8 bodljastih zubića, a duž posteroventralnog 4 ali nešto sitnija. Marginalni kanali srednje dužine, jednostavni, končasti, izlivaju se pored zubića.



Sl. 109—110. *Leptocythere (Amnicythere) larga* n. sp. gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2
109. D ♀ paratipoid, 110. D ♂ paratipoid

Figs. 109—110. Paratypes: Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 109. R ♀, 110. R ♂

D i m e n z i j e : holotip: d—0,447, v—0,240; paratipoidi: D ♀: d—0,440, v—0,240; D ♂ : d—0,435, v—0,223 mm.

N a l a z i š t a : Konstatovana je samo u gornjem servijanu (gornji deo gornjeg panona) u okolini Beograda: Vrčin (autoput-1), Boždarevac (potok Bučje: tačka 1a, 2), Kolubarski basen (bušotina Rlm-115 sa 139—141 m).

S r o d n o s t i : *L. larga* je srodna sa *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k., ali se za nju ne može direktno vezati. Slična je i *L. servica*, ali je kod *L. servica* bodlja na ventralnoj grbici tanja. Romboidnim oblikom, ventralnom bodljom i prisustvom bodljastih zuba duž prednjeg kraja lako se razlikuje kako od *L. lacunosa* tako i od *L. servica*.

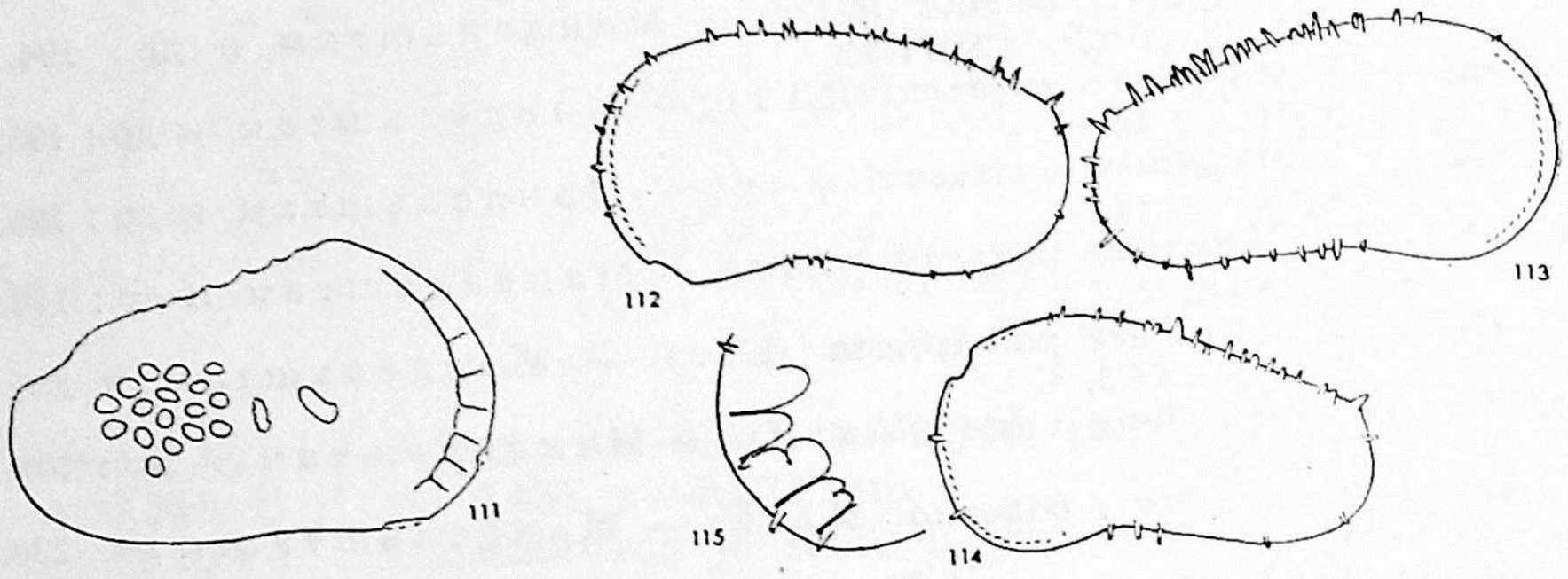
*Leptocythere (Amnicythere) palimpsesta* (L i v.)
sl. 111, tab. III/6, VI/10

1929. — *Cythere palimpsesta* n. sp. — Ливенталь: 15, tab. I/3, 4.
1929. — *Cythere andrusovi* n. sp. — Ливенталь: 16, tab. I/6, 7.
1929. — *Cythere picturata* n. sp. — Ливенталь: 16, tab. I/5.
1929. — *Cythere saljanica* n. sp. — Ливенталь: 17, tab. I/8—10.
? 1949. — *Cythere ergenensis* n. sp. — Швейер: 34, tab. VIII/4, 6.
? 1949. — *Cythere* sp. — Швейер: 35, tab. VIII/5.
? 1949. — *Cythere* aff. *picturata* L i v. — Швейер: 34, tab. VIII/7—9.
1956. — *Leptocythere andrusovi* L i v. — С у з и н: 91, tab. III/2.
1956. — *Leptocythere saljanica* L i v. — С у з и н: 92, tab. III/5, 6.
1956. — *Leptocythere picturata* L i v. — С у з и н: 93, tab. III/3, 7.
? 1956. — *Leptocythere palimpsesta compressa* L i v. — С у з и н: 94, tab. III/8, 9.
? 1956. — *Leptocythere* e x g r. *fragilis* L i v. — С у з и н: 115, t. IV/6.
1961. — *Leptocythere andrusovi* L i v. — А г а л а р о в а и др..: 80, tab. XLVII/1—7.
1961. — *Leptocythere saljanica* L i v. — А г а л а р о в а и др.: 82, tab. XLVIII/2, 3.
? 1961. — *Leptocythere saljanica nostras* L i v. — А г а л а р о в а и др.: 82, tab. XLVIII/4 (juv.).
1961. — *Leptocythere palimpsesta* L i v. — А г а л а р о в а и др.: 84, tab. L/2, 3, LII/6, LX/3.
1961. — *Leptocythere olivina* L i v. — А г а л а р о в а и др.: 84, tab. L/1, LI/1, 2, LVII/4.

1961. — *Leptocythere picturata* Liv. — Агаларова и др.: 99, tab. LIX/1, 3.
1961. — *Leptocythere* ex gr. *saljanica* Liv. — Агаларова и др.: 100, tab. LIX/2.
1961. — *Leptocythere* aff. *picturata* Liv. — Агаларова и др.: 102, tab. LX/1.
1961. — *Leptocythere explicata* Klein — Агаларова и др.: 127, tab. LXXIII/1—7.
? 1962. — *Leptocythere* sp. — Мандельштам и др.: ,193, tab. XXX/6 XXX/9, 10 (?), XXXV/12.
1962. — *Leptocythere olivina* (Liv.) — Мандельштам и др.: 194, tab. XXX/9, 10 (?), XXXV/12.
1962. — *Leptocythere saljanica* (Liv.) — Мандельштам и др.: 195, tab. XXX/11, 12.
1962. — *Leptocythere andrusovi* (Liv.) — Мандельштам и др.: 195, tab. XXX/13, 14.
? 1962. — *Leptocythere picturata* (Liv.) — Мандельштам и др.: 196, tab. XXXI/1, 2.
? 1962. — *Leptocythere palimpsesta* (Liv.) — Мандельштам и др.: 196, tab. XXXI/3, 4.
? 1962. — *Leptocythere vasta* (Mark.) — Мандельштам и др.: 208, tab. XXXIII/2.
1962. — *Leptocythere babenkoi* Mark. — Мандельштам и др.: 220, tab. XXXV/8.
? 1962. — *Leptocythere* aff. *rostrata* (Evl.) — Мандельштам и др.: tab. XXXIII/10.
? 1962. — *Leptocythere adulata* Asl. n. sp. — Мандельштам и др.: 249, tab. XXX/10.
? 1962. — *Leptocythere bacinica* Scheid. — Мандельштам и др.: 254, tab. LI/3.
? 1962. — *Leptocythere lunata* Step. — Мандельштам и др.: 255, tab. LI/5.
1963. — *Leptocythere? lacunosa* (Rss) — Grekoff et Molinari: 3, sl. 1, tab. II/3, 4.
1965. — *Leptocythere andrusovi* (Liv.) — Станчева: 23, tab. III/2.
1965. — *Leptocythere saljanica* (Liv.) — Станчева: 23, tab. III/9.
1965. — *Leptocythere palimpsesta* (Liv.) — Станчева: 23, tab. III/3.
? 1965. — *Leptocythere limbata* (Liv.) — Станчева: 25, tab. III/5.
? 1966. — *Leptocythere picturata* (Liv.) — Гофман: 76.
? 1966. — *Leptocythere saljanica* (Liv.) — Гофман: 86.
? 1966. — *Leptocythere picturata* Liv. — Шейдаева: 88, tab. III/7 (juv.).
1966. — *Leptocythere olivina* Liv. — Шейдаева: 89, tab. III/8.
1966. — *Leptocythere palimpsesta* Liv. — Шейдаева: 90, tab. III/11.
? 1966. — *Leptocythere normalis* Liv. — Шейдаева: 91, tab. III/12 (juv.).
1966. — *Leptocythere lacunosa* Rss. — Hanganu: tab. XLII/3.
1967. — *Leptocythere saljanica* Liv. — Агаларова: 92, tab. VIII/2.
1967. — *Leptocythere picturata* Liv. — Агаларова: 93, tab. VIII/3, 4.
? 1967. — *Leptocythere olivina* Liv. — Агаларова: 95, tab. IX/2, 3.
1967. — *Leptocythere palimpsesta* Liv. — Агаларова: 96, tab. IX/6.
1967. — *Leptocythere andrusovi* (Liv.) — Sokač: tab. III/3 (♀).
? 1967. — *Leptocythere* cf. *microlata* (Liv.) — Sokač: 74, tab. III/4 (♂).
1968. — *Leptocythere picturata* Liv. — Найдина: 148 (tabela).
1968. — *Leptocythere saljanica* Liv. — Найдина: 148 (tabela).
1969. — *Amnicythere palimpsesta* (Liv.) — Krstić: 844 (tabela).
1969. — *Leptocythere andrusovi* (Liv.) — Кармишина: 91 (текст).
non 1972. — *Leptocythere palimpsesta* (Liv.) — Sokač: 69, tab. XXXII/3.
non 1972. — *Leptocythere andrusovi* (Liv.) — Sokač: 69, t. XXXII/1, 2.
1972. — *Leptocythere saljanica* (Liv.) — Sokač: 70, tab. XXXI/13.
u štampi — *Leptocythere (Amnicythere) palimpsesta* (Liv.) — Krstić: ——, tab. II/4—6.

Opis: Ljušturica ♀ dosta ispupčena; ispupčenost skoro potpuno ravnomerna, sa jedva primetnim ulegnućem na dorzocentralnom polju.

Dorzalni kraj L ♀ nagnut unazad, uz posterodorzalni ugao stepeničasto povijen; prednji kraj ekvilučan, široko zaokrugljen; zadnji vertikalan i blago lučan. Ventralno udubljenje u celini zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja koje se završava naglo, ventralnom grbicom, koja nije jasno diferencirana. Zadnje rebro nije razvijeno. Površina ljušturice retikulirana. Očna grbica maskirana ornamentikom. Marginalni kanali retki, pra-




Sl. 111. *Leptocythere (Amnicythere) palimpsesta* (L i v.), D ♀ gornji pont; Banat, Lokve-13 sa 526, 82—532,92 m
Fig. 111. R ♀; Upper Pontian

Sl. 112—115. *Leptocythere (Amnicythere) naca* (M e h.) donji panon (D), beta-faza; Vel. Moštanica-2a
112, L ♀, 113. D ♀, 114. L ♂, 115. isto, pojas srastanja
Figs. 112—115. 112. L ♀, 113. R ♀, 114. L ♂, 115. the same, marginal zone; Lower Pannonian, beta-phase (D)

vi, jednostavni, prilično kratki. Na D ♀ stepeničasto povijanje dorzalnog kraja izrazitije nego na L. Mužjaci su manje ispupčeni i kod njih je razvijena posteroventralna grbica ili vertikalni nabor zadnjeg polja.

D i m e n z i j e s l i k a n i h p r i m e r a k a: fotografisan L ♀: d—0,566, v—0,332; crtan D ♀: d—0,540, v—0,312 mm.

N a l a z i š t a: U Panonskom basenu nađen je samo u gornjem pontu: Mislođin kod Obrenovca i Lokve u Banatu (bušotine: Lo-12a sa 645—651 m, Lo-13 sa 527—533 m i Lo-15 u 2 probe sa 630—636 m). Poznata je iz ponta Dakijskog basena. U ponto-Kaspijskom basenu nađena je od ponta do akčagila.

*Leptocythere (Amnicythere)* aff. *alizadei* S c h e i d.
tab. III/7

O p i s: Ljušturica ♀ srednje ispupčena sa maksimumom na 2/3 dužine i polovini visine; središnja brazda lako udubljena. Dorzalni kraj L ♀ nagnut unazad, prednji ekvi- do infralučan, zadnji vertikalan. Ventralno udubljenje delimično zaklonjeno ispupčenošću ventralnog polja po čijem se vrhu pruža ventralno rebro. Ispupčenost, odnosno ventralno rebro po-

stepeno utanjaju u posteroventralnu depresiju na čijem se zadnjem kraju ventralno rebro sučeljava sa zadnjim skoro pod pravim uglom. Zadnje rebro je kod većine primeraka visoko. Dorzalno rebro zaklanja dorzalni kraj na skoro celoj njegovoj dužini izuzev kod uglova, nastavlja se preko očne grbice u rebro koje se od očne grbice spušta naniže tekući približno paralelno prednjem kraju da bi skoro neprimetno prešlo u ventralno rebro. Površina ljušture retikulirana, sa tri male glatke površine na mestima otisaka mišića: zatvarača, transverzalnog i jednog dorzalnog. Marginalni kanali pravi, jednostavni, tanki, kratki. Kod ♂♂ ventralno udubljenje manje zaklonjeno, a zadnje rebro u proseku razvijenije nego kod ♀♀ .

Dimenzije fotografisanog L ♀: d—0,454, v—0,270 mm.

Nađen je jedino u gornjem pontu Grocke, potok Dubočaj, tačka 1.

Primedbe: *L.* aff. *alizadei* nešto je sitnija od *L. alizadei* (0,54 mm) i marginalni kanali su joj jednostavni a ne razgranati kao kod *L. alizadei* Scheid. (1966: 81, tab. II/3).

## *Leptocythere (Amnicythere) naca* (Meh.)

sl. 112—115, tab. II/3—6, V/4—7, VI/9

1908. — *Cythere naca* n. sp. — Mehes: 613, tab. X/8—12.
1958. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Шеремета: 14, tab. II/3—5.
? 1961. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Агаларова и др.: 122, tab. LXX/8—9.
1965. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Станчева: 26, tab. IV/3.
? 1966. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Шейдаева: 85, tab. III/3.
1967. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Sokač: tab. III/1.
? 1967. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Агаларова: 105, tab. XV/5—6.
1972. — *Leptocythere naca* (Meh.) — Sokač: 66, tab. XXX/11—13.

Opis: *L. naca* je u osnovi retikulirana forma kod koje su se bodlje naknadno razvile. Pri velikim uveličanjima u elektronskom stereo-skan mikroskopu zapaža se zrnasta struktura površine ljušture, uključujući i površinu bodlji. Samo kod ove vrste podroda Leptocythere (Amnicythere) direktno su posmatrani osim jednostavnih i sitasti lateralni kanali. Marginalni kanali dugi, razgranati, u bazi široki; skoro od svakog pravog odvaja se po jedan lažni marginalni kanal. Polni dimorfizam jasan. Kod larvi su bodlje i relativno i apsolutno deblje i duže nego bodlje odraslih individua.

Dimenzije slikanih primeraka: Donji panon: fotografisana ♀ : D: d—0,504, v—0,330; Lj: d—0,484, v—0,264; crtani: ♀ : L: d—0,495, v—0,257; D: d—0,480, v—0,254; L ♂ : d—0,566, v—0,250 mm. Primerci iz donjeg panona i ponta okoline Beograda skoro su iste veličine. Primerci iz gornjeg panona su krupniji: Beograd, Gavrila Principa 31: L ♀: d—0,566, v—0,308, D ♂ : d—0,520, v—0,300 mm.

Nalazišta: Konstatovana je u celom panonu i celom pontu. Donji panon: na više mesta u Beogradu, Makiš, sve lokalnosti u kojima je razvijena facija glina u Velikoj Moštanici, Malo Bučje južno od Vrčina, potok Kokorin u Vinogradima kod Đurinaca. Gornji panon: na više mesta u Beogradu, lokalnost Turić kod Gradačca u Bosni, bunar u naselju vikend-kućica na Umci, u Kolubarskom basenu u bušotini Rlm-115 sa

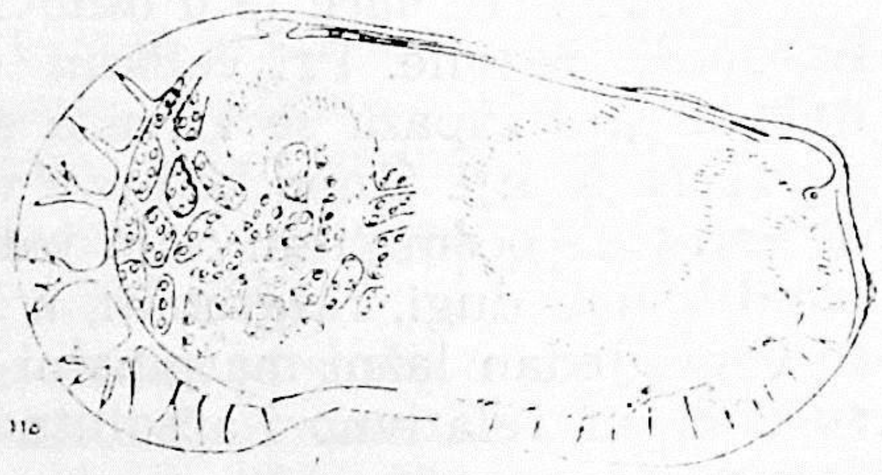
111—112 m dubine, u potoku Bučje u Boždarevcu. Pont: kod Piromana na dubini 19,5—47 m, kod Stublina na 25,5 m, na profilu pored Kolubare ispod Ivojevca u Mislođinu, u Kolubarskom basenu u bušotini Rlm-115 na 39—42 m dubine. Osim panonskog nađena je u pontu Dakijskog basena. Moguće je da primerci iz Ponto-Kaspijskog basena pripadaju posebnoj podvrsti vrste *L. naca*, mada to što su oni grbičasti može da se shvati i kao fenotipska varijacija u okviru vrste.

S r o d n o s t i : U prelaznim sarmatsko-panonskim slojevima Beograda (vodovodni tunel, S-VII sa 30 m) nađen je *L.* cf. *spinulosa* V o r o s h. kod koga su bodlje tako kratke da više liče na bradavičice nego na bodlje. Kod *L.* cf. *spinulosa* uočava se medijalno horizontalno rebro, a rebro koje se spušta od očne grbice izraženije je od medijalnog. Rebro očne grbice se zapaža i kod nekih stratigrafski mlađih primeraka (uporedite tab. VI sl. 9). Inače se kod *L. naca* rebra obično ne zapažaju. *L. spinulosa* je verovatno direktan predak vrste *L. naca*.

*Leptocythere (Amnicythere ?) multituberculata* (L i v.)
sl. 116, tab. III/8

u štampi — *Leptocythere (Amnicythere?) multituberculata* (L i v.) — K r s t i ć: ——, tab. III/15.

*L. multituberculata* je jedna od retkih kaspibrakičnih vrsta koje neizmenjene traju od ponta do danas i koje zahvataju veliko prostranstvo. Dimenzije fotografisanog D ♂ su: d—0,593, v—0,342 mm. U Panonskom basenu nađena je na Zagrebačkoj gori i u okolini Beograda — usek lazarevačkog druma kod Meljaka, Stubline na 25,5 m dubine — u donjem i gornjem pontu.



**Sl. 116. *Leptocythere (Amnicythere ?) multituberculata* (L i v.), L ♀ gornji pont; istočna Srbija, severoistočni rt Kobišničkog platoa**

**Fig. 116. L ♀ ; Upper Pontian**

*Leptocythere?* s p. 49
sl. 117—118, tab. IV/6

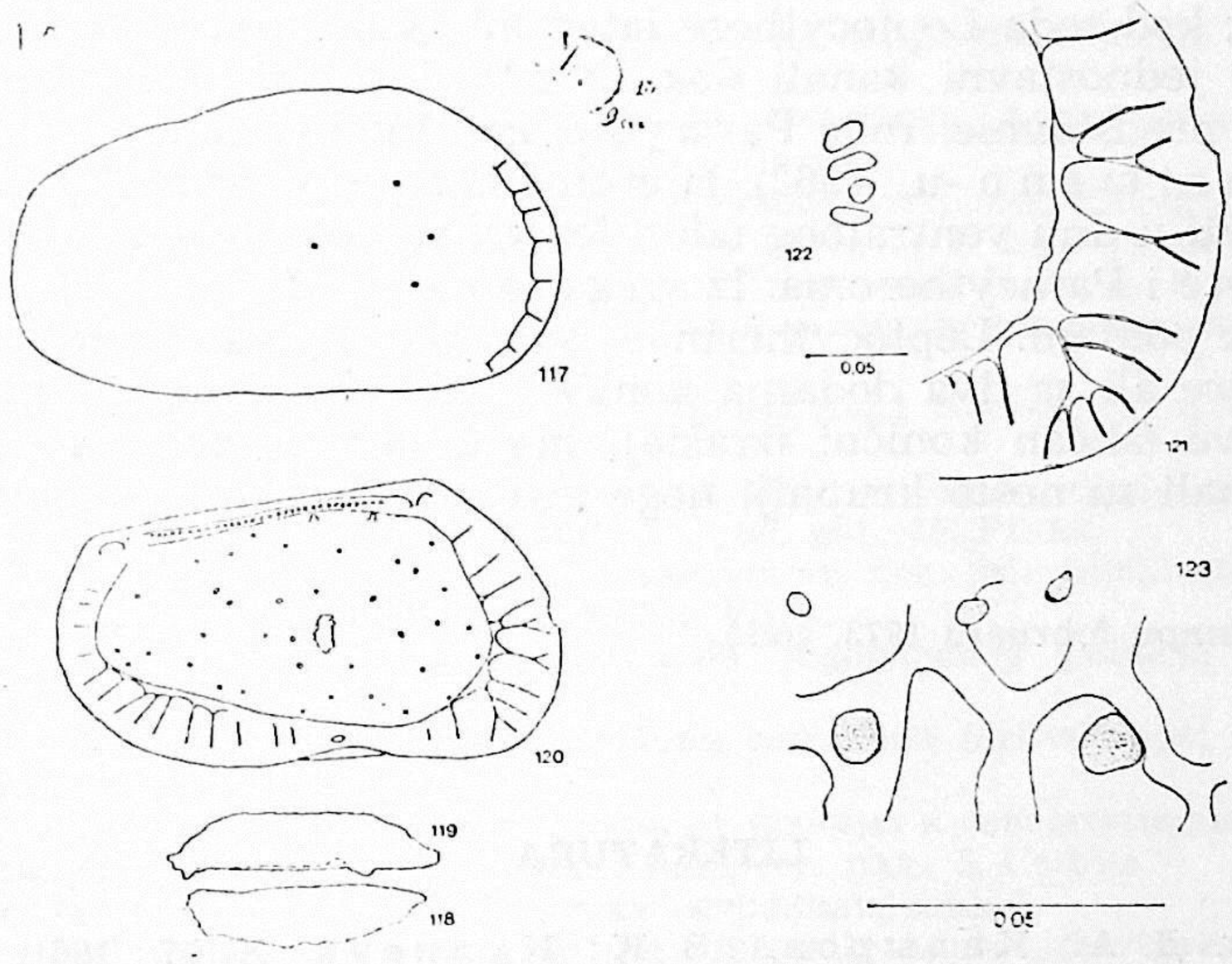
O p i s : Ljušturica ♀ srednje ispupčena. Dorzalni kraj D ♀ nagnut unazad pod uglom od oko 10—15°, prednji infralučan, zadnji skoro vertikalan (100°), ventralni blago udubljen na sredini. Udubljenje ventralnog kraja zaklonjeno je u potpunosti ispupčenjem ventralnog polja koje se završava niskom grbicom. Na zadnjem polju jasno se izdvaja vertikalno, nisko, blago lučno rebro. Očna grbica skoro potpuno zaklonjena ornamentikom. Površina ljušture ukrašena poligonalnim fosama srednje dubine. Lateralni kanali krupni ali na primercima iz Panonskog basena nisu mogli

biti detaljnije proučeni zbog nezadovoljavajuće očuvanosti. Marginalni kanali kod primerka iz Belog Potoka retki, tanki, jednostavni, a kod primerka iz Meljaka duži i bifidni. Brava D ima dva terminalna zuba i greben između njih.

Dimenzije D ♀ : slikan: d—0,693, v—0,391; iz Meljaka: d—0,570, v—0,315 mm.

Nalazišta: Donji pont okoline Beograda: Beli potok — bunar blizu crkve, Meljak — usek lazarevačkog druma.

Srodnosti: Slične forme, koliko mi je poznato, nisu do sada opisane u okviru tercijarnih i recentnih Cytherideida. Jedna druga vrsta, slična *L.* ? sp. *49*, nađena je u gornjem pontu basena Strume u grčkoj




Sl. 117—118. *Leptocythere?* sp. 49, D ♀ sa strane i s leđa donji pont; Beli Potok, bunar blizu crkve

Sl. 119—123. *Leptocythere?* aff. sp. 49, L ♀ sa strane, s leđa i detalji građe gornji pont; Grčka, basen Strume, proba K 35 (Gramann & Kockel, 1969; 121. pojas srastanja na prednjem kraju, 122. otisci mišića, 123. sitasti lateralni kanali

Figs. 117—118. R ♀ from outside and from above; Lower Pontian

Figs. 119—123. L ♀; Upper Pontian of Greece (Strimon Becken of Gramann and Kockel, 1969, Sample K 35): 119. outside, 120. from above, 121. anterior marginal zone, 122. adductor muscle scars, 123. sieve-type normal pore canal

istočnoj Makedoniji (coll. Niedersächsische L-Amt für Bodenforschung, Hannover) i Gramann je bio ljubazan da mi ustupi radi upoređenja sa *L.* ? sp. *49*, jer je to jedina forma koja joj je slična a čiji opis nije objavljen.

Pošto je *L.* ? aff. s p. *49* bolje sačuvana od *L.* ? s p. *49* na njoj su posmatrani krupni sitasti lateralni kanali sa velikim brojem pora u svakom od njih. Marginalni kanali dugi i razgranati. Brava L počinje grbicom, uz nju leži alveola koja se produžava u narezan žljeb na čijem kraju su plitka alveola i do nje koničan zub.

Sistematsko mesto *L.* ? s p. *49* i *L.* ? aff. s p. *49* nije jasno. Krupnije su od predstavnika rodova Leptocythere, Euxinocythere i Paracytheroma i srazmerno više od njih, mada im je oblik u osnovi isti. Raspored zuba i alveola na bravnom kraju sličan je kao kod predstavnika roda Loxoconcha[1], ali kod Loxoconcha nedostaje zadnji zub na L; oblik zuba kod opisanih primeraka odstupa od oblika kod Loxoconcha. Marginalni kanali su kod primeraka iz Panonskog basena jednostavni ili bifidni, dok se kod primeraka iz Grčke granaju slično kod kod predstavnika roda Euxinocythere iz potfam. Leptocytherinae. Lateralni kanali su krupni kao kod Loxoconcha; kod roda Leptocythere lateralni kanali su sitni i među njima preovlađuju jednostavni kanali dok su sitasti ređi i uvek imaju manji broj otvora; predstavnici roda Paracytheroma imaju krupne i jednostavne (? — po H a r t m a n n -u, 1962) lateralne kanale. Ventralni jezičak, oblika zubića, leži u dnu ventralnog udubljenja kao kod rodova Leptocythere, Euxinocythere i Paracytheroma. Iz svega se može zaključiti da je *L.* ? s p. *49* pripadnik podfam. Leptocytherinae sa bravom razvijenom po tipu Euxinocythere ali sa dva dodatna konična zubolika izraštaja na L, izvan krajeva brave (sličan konični izraštaj ima *L.* aff. *propinqua* iza brave); lateralni kanali su nešto krupniji nego kod drugih Leptocytherina i uvek sitasti.

(Predato za štampu februara 1973. god.).

## LITERATURA


А г а л а р о в а, Д. А.; К а д ы р о в а, З. К.; К у л и е в а, Х. М.: 1961 — Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Азербайджана; Баку.

А г а л а р о в а, Д. А.: 1967 — Микрофауна понтических отложений Азербайджана и сопредельных райнов; Аз. НИИ по добыче нефти, Ленинград.

Г о ф м а н, Е. А.: 1966 — Экология современных и новокаспийских остракод Каспийского моря; „Наука“, Москва.

G r a m a n n, F. & K o c k e l, F.: 1969 — Das Neogen im Strimonbecken (Griechisch-Ostmazedonien), Teil I. Lithologie, Stratigraphie und Paläogeographie; Geol. Jb., *87*, Hannover.

G r e k o f f, N. & M o l i n a r i, V.: 1963 — Sur une faune d'ostracodes saumatres du neogen de Castell'arquato (Emilia); Geol. Romana, *II*, Roma.

Е р е м и ј а, М.: 1970 — Неоген између Мотајице и Љубића; Геол. ан. Балк. пол., *XXXV*, Београд.

Z a l a n y i, B.: 1944 — Magarorsagi neogen ostracodac; Geol. Hungarica, ser. pal., fasc. *21*, Budapestini.

К а р м и ш и н а, Г. И.: 1969 — Об объеме видов некоторых плиоценовых остракод рода *Leptocythere;* Пал. журн., 2, Москва.

K o l l m a n n, K.: 1960 — Cytherideinae und Schulerideinae n. subfam. (Ostracoda) aus dem Neogen des östl. Oesterreich; Mitt. Geol. Ges., *51*, Wien.


---

[1] L ü t t i g, koji je uradio prethodne odredbe materijala iz Grčke (konačne odredbe, ali bez nekih vrsta koje su izostavljene, kao što je to slučaj sa *L.*? aff. s p. *49* dao je G r a m a n n, 1969) stavio je ovu formu u rod Loxoconcha.

Крстић, Н.: 1960 — Прилог познавању панонских остракода околине Београда, Геол. ан. Балк. пол., *27*, Београд.

Крстић, Н.: 1970 — Две врсте тортонских остракода *(Miocyprideis* и *Leptocythere)* из околине Београда у светлости скан-електронског микроскопа; Глас САНУ 278, од. прир.-мат. наука *33*, Београд.

Крстић, Н.: 1973 — Биостратиграфија конгеријских слојева околине Београда на основу остракода; пос. изд. ИГРИ, *4*, Београд.

Ливенталь, В. Э.: 1929 — *Ostracoda* акчагильского и апшеронского ярусов по Бабазананскому разрезу; Изв. Азерб. политехн. ин-та, Баку.

Ливенталь, В. Э.: 1956 — Стратиграфическое значение ракушковых рачков *(Ostracoda)* в неогене Закарпатъя; Науч. зап. львов. политехн. ин-та, *46*, Львов.

Мандельштам, М. И.; Маркова, Л. П.; Розыева, Т. Р. & Степанайтис, Н. Е.: 1962 — Остракоды плиоценовых и постплиоценовых отложений Туркменистана; Изв. АН ТССР, Ашхабад.

Mehes, G.: 1908 — Beiträge zur Kenntnis der pliozänen ostracoden Ungarns, II. Die Darwinulidaen und Cytheridaeen der unterpannonischen Stufe; Földt. Közl., *38*, Budapest.

Morkhoven, F. P. C. M.: 1963 — Post-Palaeozoic ostracoda, Generic descriptions, »Elsevier«, Amsterdam.

Найдина, Н. Н.: 1968 — Отряд ракушковые, *Ostracoda;* Атлас безпозвоночных Каспийского моря, КаспНИРХ, ВНИРО, Москва.

Найдина, Н. Н.: 1970 — Состав и распределение остракод Северного Каспия; Комплексные исследования Каспийского моря, I, 3. мос. универз., Москва.

Победина, В. И.; Ворошилова, А. Г.; Рыбина, О. И. & Кузнецова, З. В.: Справочник по микрофауне средне- и верхнемиоценовых отложений Азербайджана; „АЗГИННТ", Баку.

Pokorný, V.: 1945 — Mikrostratigrafie pannonu mezi Hodoninem a Mikulčicemi; Rozpr. Čes. Ak. Ved, II, 54, 23, Praha.

Pokorný, V.: 1952 — Skorepatci t.zv. »bazalniho horizontu subglobosovych vrstev« (pliocen) v Hodonine; Sbornik UUG, od. pal., *19*, Praha.

Reuss, A. E.: 1850 — Die fossilen Entomostraceen des österreichischen Tertiarbeckens, Haidingers Naturwiss. Abh., 3/1, Wien.

Sokač, A.: 1967 — Pontiska fauna ostrakoda jugoistočnog pobočja Zagrebačke gore; Geol. vjesnik, *20*, Zagreb.

Sokač, A.: 1972 — Panonska i pontska fauna ostrakoda Medvednice; Paleont. Jugoslavica, *11*, Zagreb.

Станчева, М.: 1963 — Остракодна фауна от неогена в северозападна България, II. Сарматски остракоди; Тр. геол. Бълг., сер. пал., 5, София.

Станчева, М.: 1965 — Ibid. IV. Понтски остракоди, ibid. 7.

Stancheva, M.: 1968 — New data on the subfamily *Leptocytherinae* Hanai, 1957; Известия геол. инст., сер. пал., *17*, София.

Stancheva, M.: 1972 — Sarmatian ostracodes from North-Eastern Bulgaria; ibid, *21*.

Сузин, А. В.: 1956 — Остракоды третичных отложений северного Предкавказья, Москва.

Hanganu, E.: 1966 — Studiul stratigrafic al pliocenului dintre văile Teleajeu şi Prahova (regiunea Ploieşti); Com. stud. geol., Inst. geol., ser. J strat., *2*, Bucuresti.

Hartmann, G.: 1967 — Ostracoda; in: Bronns, H. G.: Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Buch 2, Teil IV, Lief. 1, Leipzig.

Швейер, А. Б.: 1949 — Об *Ostracoda* плиоцена Северного Кавказа и нижнего Поволжя с некаторыми новыми данными к систематике ископаемых остракод, Тр. ВНИГРИ, нов. сер., *30*, Москва.

Шейдаева-Кулиева, Х. М.: 1966 — Остракоды понтического яруса восточного Азербайджана, АН АзССР, инст. геол., Баку.

Шеремета, В. Г.: 1958 — Стратиграфия паннонских отложений Закарпатья по фауне остракод; канд. дисертация, Львов.

Шорников, Е. И.: 1966 — *Leptocythere (Crustacea, Ostracoda)* Азово-Черноморского бассейна, Зоол. журн., 45, 1, Москва.

Summary

NADEŽDA KRSTIĆ[1]

# OSTRACODES OF THE CONGERIAN BEDS: 11
# AMNICYTHERE

This article gives the characteristics of the subgenus Leptocythere (Amnicythere) and describes 26 of its speciae. Eight speciae are new, 9 determined approximately and for two of them the nomenclature is open. In addition to the above, one species of the open nomenclature has been described though its connection with the genus Leptocythere is not confirmed.

## Subgenus LEPTOCYTHERE (AMNICYTHERE) Devoto, 1965

Shape: The lateral view shows that the representatives of the subgenus Leptocythere (Amnicythere) have the form of a footprint and viewed from above the shape of a skittle with a more pointed anterior margin and peaks which are not regular but widened and with ends cut. The dorsal margin is always more or less bent backward; the anterior margin together with the anterior part of the ventral margin makes a unique widely rounded circularity; the posterior part of the ventral margin is generally parallel or relatively parallel to the dorsal margin and straight although it may be little curved; the posterior margin is of two sorts: nearly straight and passing almost unnoticeably over a wide rounded circularity into the ventral margin, or angular with the most prominent part being the rounded angle at the middle of its height. Along the anterior and anteroventral margin the outer lamella is bent outside creating the outside bar by its own thickened part; the interior lamella lies beneath it and sometimes extends farther than the outer lamella forming the valve end. Among the angles only dorsal angles are distinct since the ventral margin passes via a widely rounded circularity into the anterior margin and via a little narrower circularity into the ventral margin. The ventral concavity seen from inside is rather deep, its anterior side always being steeper than the posterior side and seen from outside the ventral concavity is always, more or less screened by the ventral plication; it lies at first third of its length.

Ornamentation: The ventral plication may be in the shape of a wide and low rib, i.e. may be bounded from ventral and dorsal sides but most frequently it is limited only from the ventral side while above it passes into the central field evenly; the front end of this plication of the ventral field evenly diminishes in the valve curve while the posterior side is more or less abrupt which is the reason that it looks like a node or truly ends with a node, the ventral node. The ventral node is usually low and limited with only two (ventral and posterior) or with three sides (from above also); when it is high then it is semispherical i.e. limited from all sides; on reticulate specia with the ventral field in which the muri of

---

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

the polygonal fossae are longitudinally oriented, creating ribs, these ribs on the ventral node bend upwards emphasizing the node; the ventral node may vary in height within the same species which depend upon phenotypic conditions — on some specimens it may be in the shape a sphere placed on a wide base, but still narrower than the sphere; many speciae-especially the reticulate ones have a spine on the ventral node. Behind the ventral node the valve surface is subsided and above this depression there is a vertical plication in the carapace; on the smooth speciae the plication is wide and frequently lies at the bottom half of the posterior field creating the posteroventral node; on reticulate speciae the plication is usually narrow with the vertical rib on it. This rib may be low, marked only with two rows of more or less regularly oriented fossae or may be high. The carapace surface of seemingly smooth speciae is ornamented by ghost reticulation, while on the reticulate ones the fossae are distinct and deep; at the solum there are groups of small rounded pits predominantly along the solum edge; the muri may be oriented and thickened into ribs. Various speciae may have various ribs developed on the carapace surface: horizontal in the ventral, posteroventral or dorsal areas; a diagonal rib cutting the upper half of the posterocentral field in two and sometimes continuing into the median horizontal rib; the ribs next to the dorsal margin may overhang the valve end; often there is one or two ribs going down and forward in front of the eye tubercle. The eye tubercle is not distinct in all speciae of the subgenus Amnicythere; in some of them it is obscured by ribs and other elements of ornamentation and may only be hinted. Terminating pores of marginal pore-canals along the anterior margin lie sometimes on top of warty excrescences and since the inner lamella sometimes extends farther than the outer lamella this row of warts may be retreated from the valve end; when the inner lamella is nearby to the outer one the warts in the bottom of the anterior margin may protrude outside the valve end while in its upper part they may be drawn back away from the valve end (see: Pokorný, 1952, Fig. 32). On top of warts on anterior field there are openings of false marginal pore canals, as well as of some normal pores when they lie on the front half of the valve.

The hinge of the left valve consists of the anterior and posterior alveolae, a groove between them and a bar which bounds the groove from the valve inside. Among the above mentioned only the bar is a positive feature of the left valve hinge and it may be smooth or rough while there is no mention of real crenulation; behind the back alveola, on the inner lamella a cone-shaped eminence can sometimes be noticed. At the hinge of the right valve there are only positive features: the front tooth, steep on the front side and at the back gradually passing into the hinge bar — this transition may sometimes be in steps — the tooth is always slightly crenulated (divided in three parts); the hinge bar is rough, i.e. vaguely crenulated same as the hinge bar on the left valve; the posterior tooth, high, semi-circular on top, steep on the front and back sides, twice wider than high, with arched base and usually crenulated (with three minute sulci hardly noticeable).

The *snap-tooth* lies on the bottom of ventral cavity at the inner side of the right valve. It is usually in form of a tooth though it may be in the shape of a curved blade.

*Marginal pore canals* may vary in length even within the same species (Figs. 1—3). It has been noted that the length of marginal pore canals on some Pontian speciae of the subgenus Amnicythere from the Pannonian basin is two times shorter approximately than on the Pannonian speciae, which may be related to ecology. Short marginal pore canals never branch. Long marginal pore canals are also, most frequently, simple, rarely bifid or polyfid; some, and sometimes all marginal pore canals have branches penetrating the outer lamella. They are false marginal pore canals. Marginal pore canals are usually thread-like though there are speciae (*L. multituberculata* ed. al.) on which the marginal pore-canals are enlarged along their whole length and become narrow at the very end.

*Lateral pore canals* are not numerous on the representatives of the subgenus Amnicythere. They are usually intramural and most often can be found at the contact of muri; sometimes they lie on the top of the warts. They are simple or with sieve-plate, but a small number of openings penetrate the sieve-plate.

Muscle scars do not differ from the muscle scars of the subgenus Leptocythere (Leptocythere) (compare: Krstić, 1970, p. 160, pl. 6, fig. 3). The scars of adductor muscles are longitudinally elongate, elliptic and all four of the same size. The transversal muscle scar is very big almost reaching in size the whole group of the adductor muscle scars; it is elliptic, its ellipsis being deformed at the bottom of the front face by an addition which probably originate from a portion of the mandibular muscle; the ellipsis is oblique and due to this addition, the scar reminds of an asymetric V. The first mandibular muscle scar underlies the transversal muscle scar while the second mandibular muscle scar underlies the adductor muscles scars. The dorsal group of muscle scars overlies the central group and the lower of them is very big. Between the adductor and transversal muscle scars there is the fulcral point, clearly pitted on the majority of the subgenus Amnicythere representatives.

Males are lower than females, their posterior margin being shorter, the posteroventral margin flattened, i.e. the ventral margin bending in its last quarter.

Division: An attempt to divide the subgenus Amnicythere into groups could not be successful due to its diversity and a range of transitive forms between the lots which could be called group cores. Thus the *A. parallela* fits in well with the speciae of *A. miscere*, *A. pseudoelderica*, *A. monotuberculata* and al. but the speciae such as *A.* aff. *parallela* and *A. dositeji* are far from the speciae of the groups *A. gamae*, *A. cornutocostata*, *A. anormalis*. The *A. stanchevi* and *A. costatella* would make the core of the third group etc. Considerably richer material than we have in the Pannonian and the Pontian of the Pannonian basin, so rich as in caspibrakish sediments of the Ponto-Caspian basin, where caspibrackish representatives of the Amnicythere subgenus live till today, would be needed for a more sure division. Besides it would be worthwhile to try and prove this division also by different features of structure of soft parts and if possible by the ecological behaviour of the speciae belonging to the subgenus Leptocythere (Amnicythere).

*Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. sp.

Diagnosis: The carapace is not much swelled, its front part being flattened in particular. The anterior margin is widely rounded. Ornamentation is poor and it is combined of polygonal fossae and round pits on their solum; on many specimens the reticulation is so ghostly that it disappears. The zone of concrescence is of medium width.

Description: The back view of C ♀ shows that it is compressed laterally and has more or less parallel sides; the front part of the carapace is more compressed. The lateral view shows that the dorsal margin of L ♀ is bent backward, that the anterior margin is equicurvat, the posterior steep, the ventral narrowly and deeply concave just in front of the middle. The ventral concavity is screened a little by the valve swelling. It is ornamented with polygonal fossae which can hardly be discernible on some specimens (holotype) while on others they are expressive. Each fossa has 5—9 minute rounded pits. Some specimens (more ornamented ones) have an origin of the ventral node. Eye tubercle is hardly discernible. Lateral pore canals are rare. Marginal pore canals are of medium length, slightly longer on R than on L, about 15 of them being on the anterior and anteroventral margins. They are bifid exceptionally. The vestibulum and the zone of concrescence are equally wide on the anterior margin, or the vestibulum is narrower than the zone of concrescence; on the posteroventral region the inner margin is curved in from of S. The hinge is graceful. i.e. the ridge of R is very narrow and almost smooth on the anterior end.

Affinities: *L. miscere* belongs to the same group as *L. angusta* Klein from Apsheronian of Azerbaijan but the apsheronian species is lower, i.e. even more elongate than the Pannonian males and larger in size. *L. striatocostata* Schw. also belongs to the same group as *L. miscere*, but it is more distant in relationship. *L. miscere* may be compared with one sarmatian species which was described by B. Zalanyi (1944) under the name *Cytherella* sp. ind.

*Leptocythere (Amnicythere) dositeji* n. sp.

Diagnosis: Considerably swelled. The dorsal and ventral margins almost parallel. Ornamented with rounded pits. Marginal pore canals of medium length, generally without branches.

Description: The carapace rather swelled. The dorsal margin of L ♀ gently bent backward, almost horizontal, the anterior infracurvat, the prosterior one equicurvat, a wide and shallow concavity on the ventral margin almost completely screened by the ventral field swelling. This swelling ends with a ventral node at the third-quarter of the valve length, the posteroventral node, wide and rounded, lying behind it. The eye tubercle is distinct and a weak rib climbs down from it, slightly directed forward. The carapace surface is ornamented with round, dense pits arranged in concentric rows along the anterior margin and grouped in polygonal fossae visible only in transmitted light. Lateral pore canals are

masked by pits. Marginal pore canals are of medium length, simple rarely bifid. The vestibulum is wide same as the zone of concrescence or slightly wider. Males are proportionally lower than females.

Affinities: By the shape and size it reminds of *L. parallela* (Meh.) differing from it in ornamentation, steeper posterior margin, shorter and simple marginal pore canals and higher swelling.

*Leptocythere (Amnicythere) stanchevae* n. sp.

Diagnosis: C ♀ short, anteriorly high, posteriorly very low. Directly before the ventral concavity ventral margin is very swelled and with anterior one makes a large roundnes. Reticulation irregular.

Description: Moderately swelled; the muscle field slightly compressed same as the bottom of the posterocentral field; the greatest swelling at the second third of the length immediately above the middle point of the height. The dorsal margin of L ♀ bent backward, the anterior one widely rounded, the posterior one vertical, the ventral one parallel to the dorsal in its posterior half. The posterodorsal angle is about 100°, rounded on top. The ventral concavity is narrow and deep, its anterior side is vertical making the beginning of the anteroventral margin. The ventral field swelling ends in a large ventral node behind which there is the posteroventral one, little lower than the first; some specimens have the third node on the upper part of the posterior field. The eye tubercle is masked with ornamentation. The carapace is ornamented with polygonal fossae which on the ventral swelling are arranged in rows with strengthened united longitudinal muri forming low ribs; at the solum of each fossa there are 6—13 rounded pits; ornamentation disappears in a wide zone along the anterior margin and in somewhat narrower zone along the posterior and posteroventral margin. Lateral pore canals end on the peaks of low cone-shaped warts on the posterior half of the valve while the warts do not appear on the front half. Marginal pore canals are thread-like, simple, rarely bifid and one of them (on paratypoid) is quadrifid. The vestibulum is narrower than the zone of concrescence. The hinge of L has a large alveola on the anterior end partly opened towards the valve interior; this alveola continues into a groove which is separated from the inside of the valve by a rough bar; on the posterodorsal angle there is another one, larger alveola also opened towards the valve interior. The hinge of R consists of positive features only: the front crenulated tooth (three parts) the rough ridge, and large, high, four times crenulated posterior tooth. Males are more elongate than females.

Affinities: In the Lower Servian there appears a small variety of this species *(L.* aff. *stanchevae),* with lower posterior end and more expressive reticulation but slightly smaller pits. The species designated as *L.* ex gr. *stanchevae* is lower, more regularly swelled, smaller, and with simple marginal pore canals. By shape *L. stanchevae* approaches the species *L. malva* (Liv.) but it is smaller and its ornamentation is less expressed. By the ornamentation and less by shape it approaches the spe-

cies *L. scalebra* (K u l.) whose anterior part is not so high as on *L. stanchevae*. It is similar to the species *L. accreta* S t e p. but smaller and with more complicated marginal pore canals. The last three forms used to compare *L. stanchevae* originate from the Apsheronian and Bakunian stages of Turkmenistan.

*Leptocythere (Amnicythere) constatella* n. s p.

D i a g n o s i s: Reticulate, almost regular rectangular form. The anterior margin is higher than the posterior margin. The posterior margin is angular. It is characterized by several low ribs on the dorsal half of the valves.

D e s c r i p t i o n: The carapace of ♀ is moderately swelled with lightly compressed central and strongly compressed posteroventral field. The greatest swelling lies in the upper part of the posterior field at its passage to the posterocentral field; the dorsal field is also compressed. The dorsal margin of L ♀ is gently bent backward, the anterior one is widely rounded, the posterior is angular-rounded equicurvat, the ventral one is convex, more in the anterior and less in its posterior part. The ventral concavity is asymmetric, little screened by the ventral field swelling. The ventral field swelling is covered with three rows of pits, whose longitudinal muri form the origin of ribs; the swelling ends by a clearly discernible node on which the ribs are bent upward. The posterior field plication is narrow, vertical and bears a hardly prominent, gently curved, also vertical rib which is not completely regular but winds depending upon the position of polygonal fossae. At the posterior part of the dorsal field a prominent rib starts, runs along the last quarter of the dorsal margin and then makes a diagonal turn via the posterodorsal field to reach muscle scars field, slightly winding between polygonal fossae; leaving the muscle field it runs in a straight line and horizontally towards the anterior margin but it is less prominent and disappears on the first quarter of the valve length. The last rib runs along the front three-fifths of the dorsal margin, makes a turn towards the eye tubercule immediately before the anterodorsal angle, covers the eye tubercule in full, branches and then both branches, which are low, are directed downward and forward disappearing at the end of the upper third of the valve height. The last two ribs are not equally prominent on all specimens, i.e. they are much weaker than on the holotype. R ♀ has narrow rounded anterior margin and almost unnoticeable anterodorsal angle. Males are slightly smaller than females and have rounded posterodorsal angle. Marginal pore canals are thread-like, long, simple or bifid, exceptionally polyfiid.

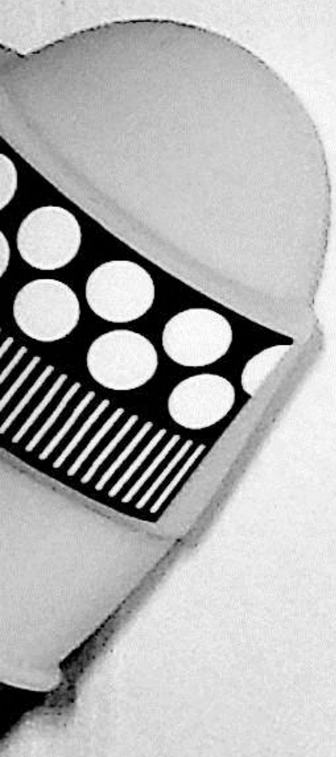
A f f i n i t i e s: The carapace of males, if they have not prominent ribs, then by their shape and primarily by their elongation remind of females of the species *L. sinegubi* K.r The females of the *L.costatella* are proportionally higher with more widely rounded anterior margin than on the females of *L. sinegubi*, while the posterior margin is straight and almost vertical (it is angular on *L. costatella)*. The species *L. costatella* is larger in size than *L. sinegubi*.

*Leptocythere (Amnicythere) gamae* n. sp.

Diagnosis: Thickset, rather swelled species on which longitudinal ribs reticulation covers almost the whole valve area.

Description: C ♀ is rectangular, egg-shaped, short, rather swelled. The dorsal margin of L ♀ is gently bent backward, almost horizontal; the anterior margin is rounded widely, equicurvat; the posterior margin is infracurvat. The ventral concavity is slightly sheltered by the swelling of the ventral area. Behind the ventral node which completes the ventral swelling there is a posteroventral rounded node, also low and broad; the latter on some specimens (Arnajevo) may be higher than ventral and vertically elongated; otherwise the tubercles on R are always more developed than on L of the same individual. The valve area has irregular reticulation on the central and posterior margins while the ventral reticulation is oriented since it is combined with the horizontal ribs; on the front half of the valves the reticulation vanishes and then only small rounded pits, otherwise lying in polygonal fossae, are visible. Marginal pore canals are of medium length, thin or slightly thickened, simple and rarely bifid or trifid. The vestibulum is wide one quarter of the zone of concrescence.

Affinities: It belongs to the same group with *L. cornutocostata* (Liv.), *L. anormalis* Suz. and *L. litica (?)*. It may be that the *L. cornutocostata* is its direct descendant.



*Leptocythere (Amnicythere) servica* n. sp.

Diagnosis: The front part of the carapace is high, the posterior very low. It is ornamented with deep rounded fossae. The ventral node has a spine.

Description: C ♀ is medium swelled. The dorsal margin of L ♀ is strongly bent backwar; the anterior one is widely and regularly rounded, equi- to infracurvat; the posterior margin is bent backward under an angle of about 60°, then equicurvat; the ventral one is slightly concave. Both dorsal angles are obtuse, the front one being slightly draw out as an ear. The valve surface is covered with minute deep polygonal fossae and only the crescent zone along the anterior margin is nearly smooth, i.e. there are no traces of reticulation. Two nonreticulate areas lie among muscle scars — one on the adductor muscle scars, the second on the transversal muscle scar. The posterior rib is low. The eye tubercle high and distinctly bounded. The low ventral node has a pointed spine on top. The marginal pore canals are long, thread-like, simple, rarely bifid, almost one false pore canal branching from each true pore canal. Males are little lower than females and their posterior part of the ventral margin is bent upwards same as on males of the other species of the Leptocythere.

Comparison: In relation to *L. lacunosa* (Rss) sensu Pokorný the anterior margin of *L. servica* is higher and the posterior lower. *L. lacunosa* has not a spine on the ventral node and is bigger than *L. servica.*

*Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (R s s) sensu P o k o r n ý

The slide № 90 of the R e u s s collection contains the single specimen of Pannonian species and of the genus Leptocythere (various Pannonian forms are grouped in the slides 68 to 91). Such a species has not been found in the south-eastern part of the Pannonian basin: it is elongate, with high and steep posterior margin, with distinct dorsal angles, the anterior one being drawn out into a small ear, ornamented with deep roundish polygonal fossae, and having a ventral node and a low posterior rib. (One specimen of this species, originating from the Pannone, zone E, from Wiena, Belvedergasse 12, I received from K. K o l l m a n n). From the Pannone, zone D of Hodonin V. P o k o r n ý (1952) described, under the name of *L. lacunosa* (R s s) another species which has only the type of ornamentation in common with the Reuss's species: it is short, with widely rounded anterior margin, the height of the posterior margin being about two thirds of the height of the anterior one. The posterior margin is subspherical and not square as at the Reuss species (the topomaterial from Hodonin I obtained through S h e r e m e t a and I saw the P o k o r n ý collection in Prague). All specimens found in the southeastern part of the Pannonian basin could be compared only with the species *L. lacunosa* in the sense as affirmed by P o k o r n ý. Among the forms found in SE of the Pannonian basin one may distinguish two types associated with two stratigraphic levels: in the Lower Pannonian the representatives of *L. lacunosa* sensu P o k. (Fig. 100) are shorter (as in Hodonin, which also are from the Slavonian), in the Upper Pannonian they are slightly more elongate (Fig. 101).

*Leptocythere (Amnicythere) lacunoidea* n. s p.

D i a g n o s i s: The posterodorsal area is most swelled and screens the back half of the dorsal margin. The ventral and anterocentral nodes are clearly differentiated. Rough reticulation.

D e s c r i p t i o n: C ♀ is rather swelled. The dorsal margin is gently bent backwards, the anterior margin being broadly rounded and equicurvat, the posterior one almost vertical. The anterodorsal angle is drawn out into a samll ear. The ventral concavity is partly screened by the ventral swelling. The ventral node is low, irregular. There is a foveola on the top of the anterocentral node. The posterior rib is distinct. Behind the rib and beside it, and slightly beneath the middle point of the posterior margin there is a big wart-like conical excrescence with a lateral pore opening on the top. Minute teeth along the anterior margin also have pores on their peaks. The eye tubercule is not clearly expressed because it is covered with fossatae ornamentation. The inner lamella extends farther then the thickened margin of the outer lamella. The marginal pore canals are of medium length, thin, single. R ♀ is slightly lower than L with the anterodorsal angle less drawn out and the posterior margin less rounded. Males are lower than females.

Affinities: Compared to *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k. this species is more elongate and the carapace surface is uneven (anterocentral node, posterodorsal swelling). The transitive form is a more elongate mutation of *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k. from the Lower Servian.

*Leptocythere (Amnicythere) larga* n. s p.

Diagnosis: The lateral view shows a rhomboidal shape with a low posterior margin. The surface is roughly reticulated. Spines along the anterior and posteroventral margins. A short, thick, pointed, straight, smooth spine rises from the ventral node.

Description: The swelling on C ♀ is significant; it has two maximums of swelling same in height and separated by a gentle compression of the medium sulcus. The dorsal margin of L ♀ is straight, bent backward; the anterior margin is infracurvat; the posterior one vertical and bent forward; the ventral margin, from outside, flat since it is screened by the ventral field swelling. The dorsal angles are drawn out into ears and in particular the posterodorsal one. The ventral field swelling is not limited from above and ends in a low node with a thick spine on top of it. The posterior rib is not distinct. The carapace surface is ornamented with deep, roundish-polygonal fossae with very thick muri. The eye tubercle is partly screened by the ornamentation. Along the anterior margin there are 8 spines and along the posteroventral margin four spines, little smaller than the former ones. Marginal pore canals are of medium length, plain, threead-like and end beside the marginal spines.

Affinities: *L. larga* is a relative of *L. lacunosa* (R s s) sensu P o k. but cannot be directly related to it. *L. servica* is also similar but its spine on the ventral node is thinner. By its rhomboidal shape, thick ventral spine and long marginal spines it can be easily differentiated from either *L. lacunosa* or *L. servica*.

*Leptocythere ?* s p. *49*

The systematic place of *L.?* s p. *49* and *L.?* aff. s p. *49* is not clear. They are larger than the representatives of the genus Leptocythere, Euxinocythere and Paracytheroma and proportionally higher though very similar in shape. The teeth and alveolae arrangement on the hinge is similar to the representatives of the genus Loxoconcha, but the latter have not the last tooth on L; the shape of teeth, on the specimen described, differentiate from the shape of teeth on Loxoconcha. Maybe that anterior and posterior »teeth« on L are concial extensions of iner lamella as it was notices in *L.* aff. *propinqua* (a small conical extension behind the posterior alveola on L ♂, see Fig. 36). Marginal pore canals are simple or branched on specimens of the Pannonian basin while on specimens from Greece they branch similarly to the representatives of the Euxinocythere genus from the family of Leptocytherinae. Normal pores are large as on Loxoconcha; in the genus Leptocythere normal pores are simple or closed with sieve-plates with few openings; the representatives of the genus Para-

cytheroma have large and simple (!?-by H a r t m a n n, 1962) lateral pore canals. The snap-tooth (in the shape of tooth) lies at the bottom of the ventral concavity same as at the genera Leptocythere, Euxinocythere and Paracytheroma. These forms probably belong to the subfam. Leptocytherinae.

The data about the holotypes and the dimensions of the above described specia are placed in serbocroatian text. The abbreviations from there mean: L — left valve, D — right valve, Lj — carapace, d — lenght, v — height, i — swelling.

## TABLA I

1. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *propinqua* (L i v.)
   gornji pont; Dubočaj-1, kod Grocke
   Lj ♀, 122 ×, br. 4837*, iskosa odozdo
2. *Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. s p.
   donji panon, beta-faza; V. Moštanica, Sibovik-2a
   L ♀ holotip, 123 ×, br. 4791
3, 4. *Leptocythere (Amnicythere) monotuberculata* S ö k.
   donji panon, beta-faza; V. Moštanica, Sibovik 7/1
   L ♀, stereopar: 3. 122 ×, 0°, br. 4786
   4. 122 ×, 5°, br. 4787
5. *Leptocythere (Amnicythere) dositeji* n. s p.
   donji panon, beta-faza; Prnjavor-76, Crni potok
   L ♀, 123 ×, br. 4790
6. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *parallela* (M e h.)
   donji panon, beta-faza; Prnjavor, Ilova-10/8 m
   L ♀, 123 ×, br. 4789
7. *Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (R s s)
   gornji panon, gama-faza; Junkovac, B-612/64 sa 59—62 m
   L ♀ spolja u propuštenom svetlu, 100 × ,foto B. Spasić

Stereo-skan fotografije: Dr. Ch. Samtleben, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel (izuzev sl. 7)

* Redni broj negativa u fototeci Geološko-paleontološkog instituta Univerziteta u Kilu (Nemačka).

## PLATE I

1. C (carpace) ♀, oblique from above; Upper Pontian
2. L (left valve) ♀ holotype; Lower Pannonian, beta-phase
3, 4. L ♀, stereopair; Lower Pannonian, beta-phase
5. L ♀; Lower Pannonian, beta-phase
6. L ♀; Lower Pannonian, beta-phase
7. L ♀ from outside, transmited light; Upper Pannonian, gama-phase

Electrone-scan micrographies by Dr. Ch. Samtleben, Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel (Germany), except Fig. 7 made by B. Spasić, Beograd

* Ordinal number of the negative in the photothec of Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Kiel (Germany)

TABLA (PLATE) I

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere

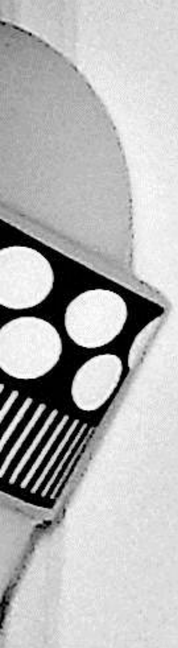


TABLA II

1, 2. *Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. s p., paratipoid
donji panon, beta-faza; V. Moštanica, Sibovik-2a
D ♂, stereopar: 1. 118 ×, 0°, br. 4677
2. 117,5 ×, 5°, br. 4678

3—6 *Leptocythere (Amnicythere) naca* (M e h.)
donji panon, beta-faza, V. Moštanica, Sibovik-2a
D ♀ iznutra, stereopar: 3. 118,5 ×, 0°, br. 4680
4. 118,5 ×, 5°, br. 4679
D ♀ spolja, stereopar: 5. 118,5 ×, 0°, br. 4682
6. 118,5 ×, 5°, br. 4683

Foto: Dr. Ch. Samtleben

PLATE II

1, 2. R (right valve) ♂ paratype, stereopair; Lower Pannonian, beta-phase
3—6 R ♀; Lower Pannonian, beta-phase: 3, 4. inside, stereopair
5, 6. outside, stereopair

Photo: Dr. Ch. Samtleben

TABLA (PLATE) II

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere

## TABLA III

1. *Leptocythere (Amnicythere) litica* L i v. sensu S o k a č
   gornji pont; Mislođinska vodenica, pesak sa *Cong. rhomboidea*
   L ♀, 122 ×, br. 4844
2. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *cornutocostata* (S c h w.)
   gornji pont; Grocka, potok Dubočaj, tačka 1
   D ♀, 121 ×, br. 4795
3. *Leptocythere (Amnicythere) stanchevae* n. s p.
   gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2
   L ♀ holotip, 123 ×, br. 4792
4. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *caspia* (L i v.)
   gornji panon, ekv. delta-faze Boždarevac, Bučje-2
   L ♀, 123 ×, br. 4793
5. *Leptocythere (Amnicythere) servica* n. s p.
   donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-11
   L ♀ holotip, 123 ×, br. 4777
6. *Leptocythere (Amnicythere) palimpseta* (L i v.)
   gornji pont; Banat, Lokve-15 sa 630—636 m IV/1
   L ♀, 120 ×, br. 4839
7. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *alizadei* S c h e i d.
   gornji pont; Grocka, potok Dubočaj, tačka 1
   L ♀, 122 ×, br. 4795
8. *Leptocythere (Amnicythere?) multituberculata* (L i v.)
   gornji pont; Stubline, 25,5 m
   D ♀, 79 ×, br. 4838

Foto: Dr. Ch. Samtleben

## PLATE III

1. L ♀; Upper Pontian
2. R ♀; Upper Pontian
3. L ♀ holotype; Upper Pannonian, equivalent of delta-phase
4. L ♀; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase
5. L ♀ holotype; Lower Pannonian, beta-phase
6. L ♀; Upper Pontian
7. L ♀; Upper Pontian
8. R ♀; Upper Pontian

Photo: Dr. Ch. Samtleben

TABLA (PLATE) III

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere

## TABLA IV

1, 4. *Leptocythere (Amnicythere) servica* n. s p.
donji panon, alfa-faza; Velika Plana, Radovanjska crkva 1
L ♂ , 135 ×, br. 4676; 4. L ♀ , 377 ×, br. 4681, bravni kraj i zadnji zub

2. *Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (R s s) sensu P o k.
donji panon, beta-faza; V. Moštanica, Sibovik-7, sloj 3
L ♀, 123 ×, br. 4776

3. *Leptocythere (Amnicythere) lacunoidea* n. s p.
gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2
L ♀ holotip, 125 ×, br. 4775

5. *Leptocythere (Amnicythere) larga* n. s p.
gornji panon, ekv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2
L ♀, 125 ×, br. 4774

6. *Leptocythere ?* s p. *49*
donji pont; Beli Potok, bunar blizu crkve
D ♀, 76 ×, br. 4794

Foto: Dr. Ch. Samtleben

## PLATE IV

1, 4. Left valve; Lower Pannonian, alfa-phase: 1. L ♂
4. L ♀ hinge margin and posterior tooth

2. L ♀; Lower Pannonian, beta-phase
3. L ♀ holotype; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase
5. L ♀; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase
6. R ♀; Lower Pontian

Photo: Dr. Ch. Samtleben

TABLA (PLATE) IV

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere

## TABLA V

1—3. *Leptocythere (Amnicythere) parallela* (M e h.)
donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-5
1. D ♀, 119 ×
2. isto, jednostavni lateralni kanali, 2046 ×
3. drugi primerak, bravni kraj D ♀, 185 ×

4—7. *Leptocythere (Amnicythere) naca* (M e h.)
donji panon, beta-faza; Moštanica, Sibovik-2a
4. D ♀ iznutra i odozdo, 185 ×
5. D ♀ spolja, 152 ×
6. isto, sitast lateralni kanal, 1980 ×
7. isto, 6600 ×

Foto: D. Keyser, Zoologisches Institut der Universität, Hamburg (Germany)

## PLATE V

1—3. R ♀; Lower Pannonian, beta-phase:
1. whole specimen
2. simple normal pore of the same specimen
3. other specimen, hinge margin

4—7. R ♀; Lower Pannonian, beta-phase:
4. inside and below
5. outside
6. the same, normal pore of sieve type
7. the same

Foto: D. Keyser, Zoologisches Institut der Universität, Hamburg (Germany)

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere



## TABLA VI

Uveličanje oko 100 ×

1—4. *Leptocythere (Amnicythere) miscere* n. s p.
donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-2a
paratipoidi: 1. L ♀, 2. D ♀, 3. L ♂, 4. D ♂

5. *Leptocythere (Amnicythere) parallela* (M e h.), Lj ♂
donji panon, beta-faza; Malo Bučje južno od Vrčina

6—8. *Leptocythere (Amnicythere) dositeji* n. s p.
donji panon, beta-faza;
6. Đurinci, leva pritoka Kokorina
7—8. Prnjavor, Crni potok
6 Lj ♀ s desna, 7—8 D ♀, isti primerak pod različitim osvetljenjem paratipoič

9. *Leptocythere (Amnicythere) naca* (M e h.), Lj ♀
gornji pont; Kolubarski basen, bušotina Rlm-115 sa 39—42 m

10. *Leptocythere (Amnicythere) palimpsesta* (L i v.), D ♀
gornji pont; Banat, bušotina Lokve-15 sa 630—636 m

## PLATE VI

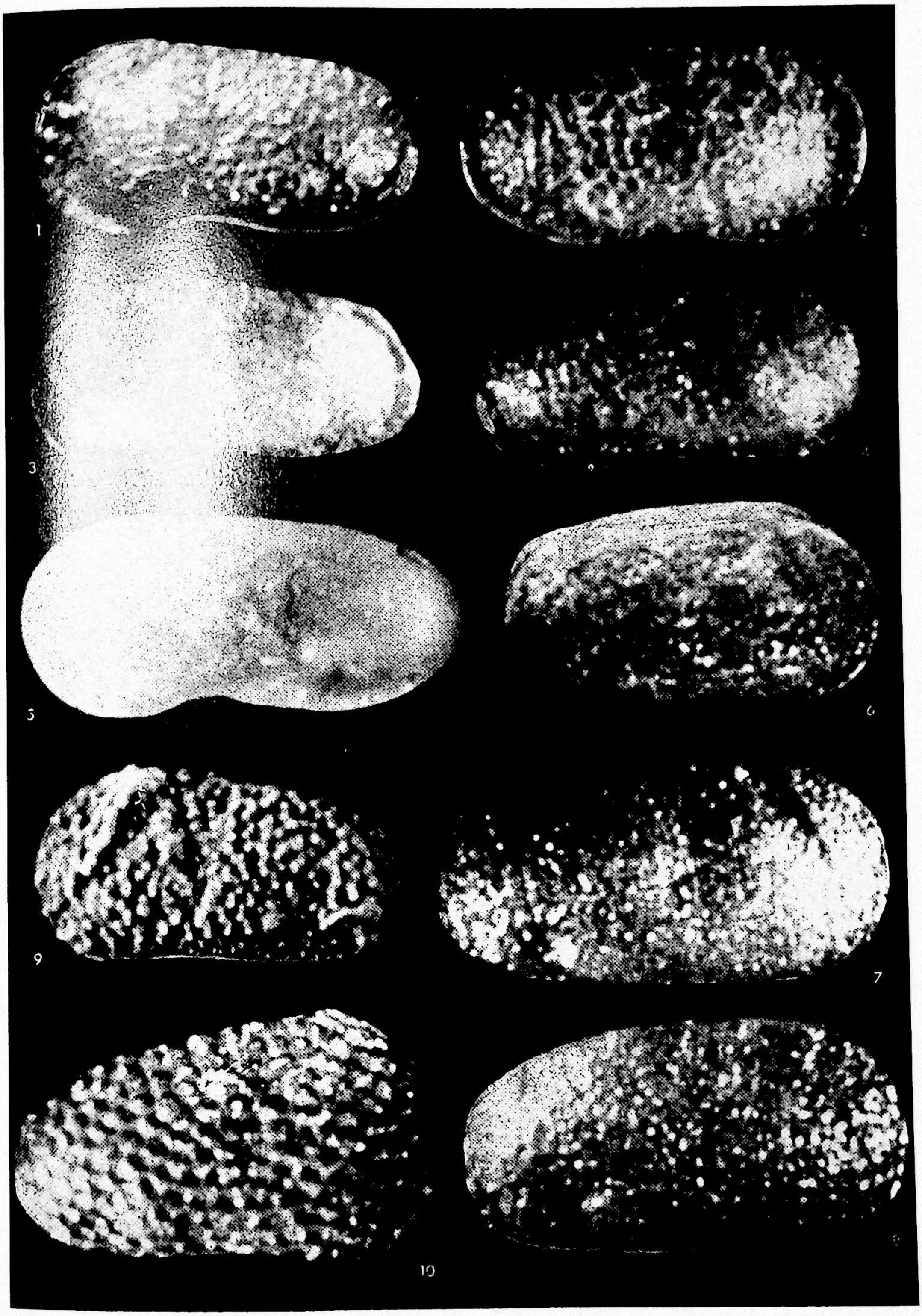
Magnification cca 100 ×

1—4 Paratypes: 1. L ♀, 2. R ♀, 3. L ♂, 4. R ♂; Lower Pannonian, beta-phase
5. C ♂; Lower Pannonian, beta-phase
6—8 Lower Pannonian, beta-phase: 6. C ♀ from the right
7—8. R ♀ paratype, two different directions of light
9. C ♀; Upper Pontian
10. R ♀; Upper Pontian

TABLA (PLATE) VI

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere



## TABLA VII

Uveličanje oko 100 ×

1. *Leptocythere (Amnicythere)* aff. *cornutocostata* (Schw.) L ♀
gornji pont; Mislođinska vodenica, pesak sa *Cong. rhomboidea*

2—4. *Leptocythere (Amnicythere) litica* (Liv.) sensu Sokač
gornji pont; Mislođinska vodenica, pesak sa *Cong. rhomboidea* 2. D ♀, 3. L ♂, 4. D ♂

5—8. *Leptocythere (Amnicythere) servica* n. sp.
donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-11
paratipoidi: 5. L ♀, 6 D♀, 7 ♂, 8. D♂

9—10. *Leptocythere (Amnicythere) larga* n. sp.
gornji panon, ekvivalenti delta faze;
9. Kolubarski basen, Rlm-115 sa 139—141 m
10. Boždarevac, Bučje-1a
9. L ♀, 10. D ♀

## PLATE VII

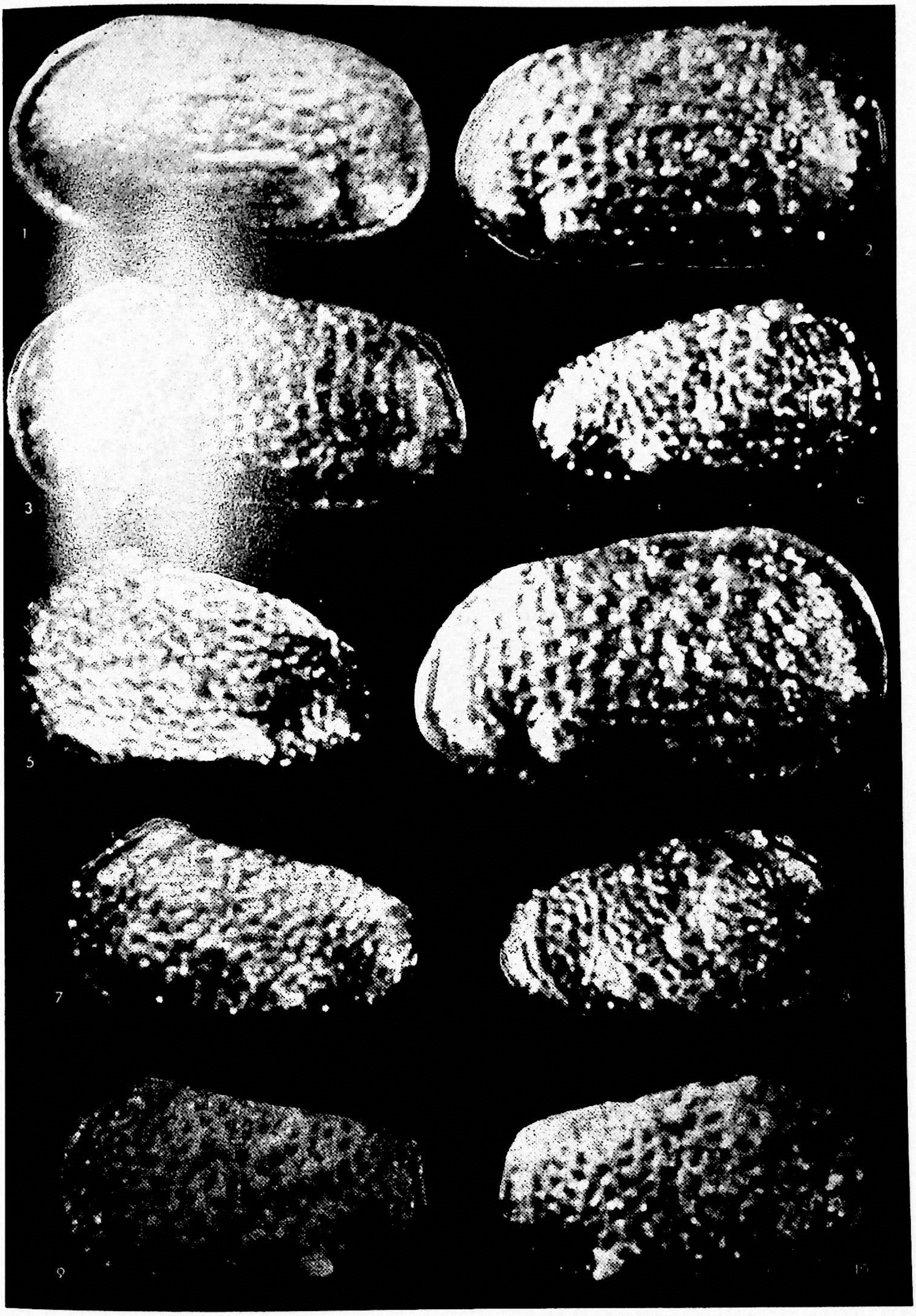
Magnification cca 100 ×

1. L ♀; Upper Pontian
2—4. Upper Pontian: 2. R ♀, 3. L ♂, 4. R ♂
5—8. Paratypes; Lower Pannonian, beta-phase: 5. L ♀, 6. R ♀, 7. L ♂, 8. R ♂
9, 10. Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 9 L ♀, 10. R ♀

TABLA (PLATE) VII

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere



## TABLA VIII

Uveličanje oko 100 ×

1—4. *Leptocythere (Amnicythere) stanchevae* n. s p.
gornji panon, ekviv. delta-faze; 1—2. Boždrarevac, Bučje-1
3—4. Kolubarski basen, Rlm-115 sa 125—129 m
1. D ♀, 2. D ♀, 3. D ♀, 4. D ♂

5—6. *Leptocythere (Amnicythere) lacunosa* (R s s) sensu P o k.
donji panon, beta-faza; Vel. Moštanica, Sibovik-7, sloj 3
5. L ♀, 6. D ♀

7—9. *Leptocythere (Amnicythere) lacunoidea* n. s p.
gornji panon, ekviv. delta-faze; Boždarevac, Bučje-2
paratipoidi: 7. D ♀, 8. L ♂, 9. D ♂

## PLATE VIII

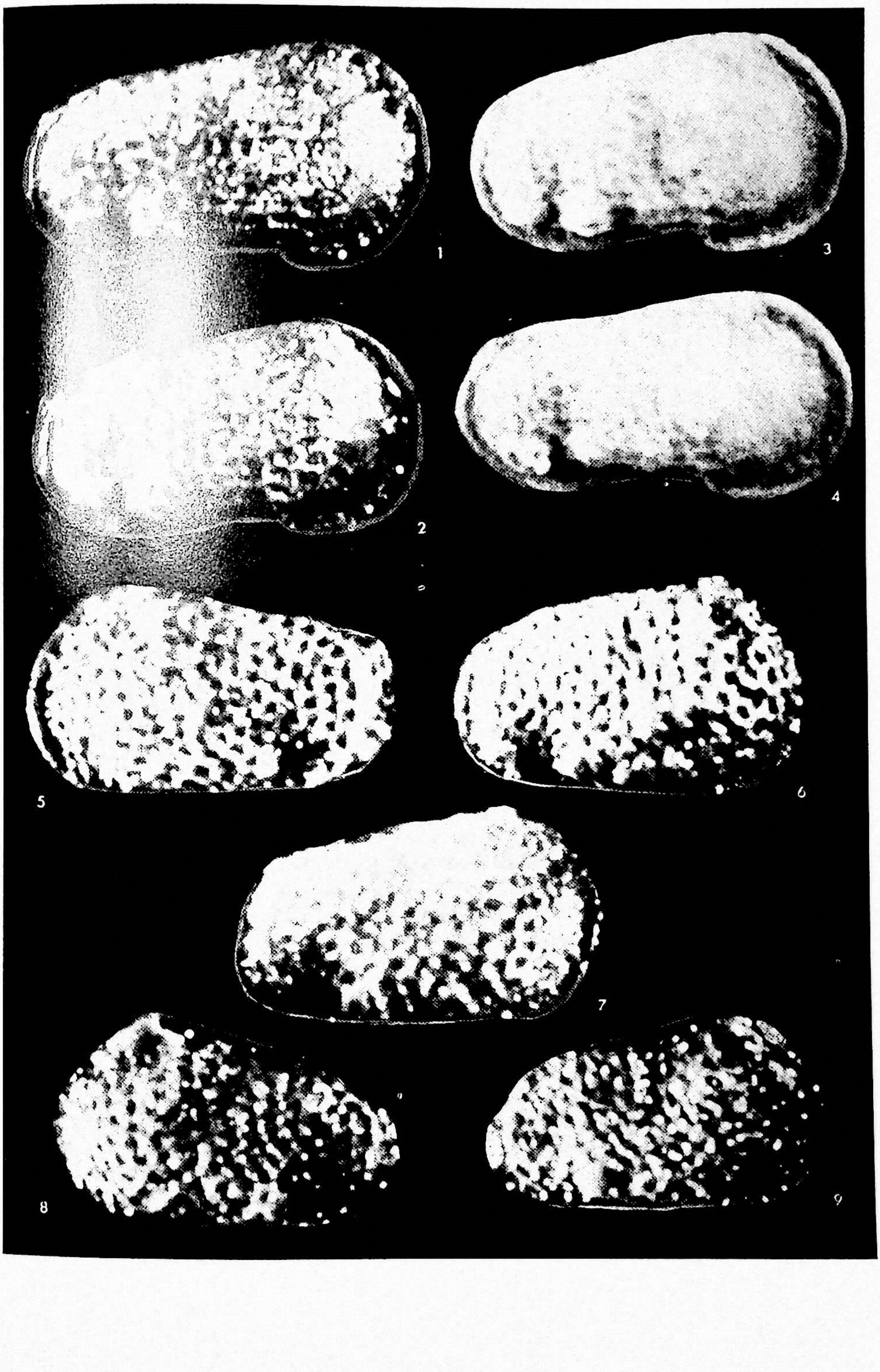
Magnification cca 100 ×

1—4. Upper Pannonian: 1—3 R ♀, 4. R ♂
5, 6. ♀ ; Lower Pannonian, beta-phase: 5. L, 6. R
7—9. Paratypes; Upper Pannonian, equivalents of delta-phase: 7. R ♀, 8. L ♂
9. R ♂

TABLA (PLATE) VIII

N. Krstić: Ostrakodi kongerijskih slojeva 11. Amnicythere

N. Krstić: Ostracodes of the Congerian Beds 11. Amnicythere



*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

STANIMIR PUTNIK

UDK: 553.43 (497.11)

# ORUDNJENJE BAKRA U RUDONOSNOJ ZONI IZVOR LAJKOVAČE

(sa 1 slikom i 3 priloga)

U ovom radu dat je kratak osvrt na dosadašnje rezultate istraživanja bakra na lokalnosti izvor Lajkovače, prvenstveno u cilju isticanja značaja dijabaz-rožnačke formacije kao metalogenetski povoljne sredine sa aspekta otkrivanja novih ležišta bakra u nas.

Orudnjenje bakra javlja se u brečiziranoj i hidrotermalno izmenjenoj zoni piritskih impregnacija dijabaznog sastava, sa oštrim (tektonskim) granicama podine i povlate prema okolnim stenama. Kontrolisano je rupturnim deformacionim oblicima i silifikacijom koja se prema našim dosadašnjim iskustvima u istraživanju bakra u dijabaz-rožnačkoj formaciji zapadne Srbije, može tretirati kao ozbiljan prospekcijski indikator. Glavni i praktično isključivi nosioc mineralizacije bakra je halkopirit, koji je pored uvek prisutnog i količinski dominantnog pirita, neravnomerno (koeficijenat varijacije 96%) raspoređen u stenskoj masi rudonosne zone. Prema rezultatima hemijskih analiza sadržaj bakra varira u vrlo širokom dijapazonu od 0,05 do preko 6%.

Institut za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, pristupio je prvim sistematskim istraživanjima bakra u rejonu Kosjerić — Povlen 1970. godine, u okviru započetog projekta istraživanja bakra u dijabaz-rožnačkoj formaciji zapadne Srbije. Ovim istraživanjima na području sela Radanovci između Kosijerića i Povlena otkrivena je rudonosna zona izvor Lajkovače, koja je na bazi rezultata kompleksnih detaljnih istraživanja (razmera 1:5 000) ocenjena kao perspektivna sa stanovišta bakronosnosti.

Istraživano područje u pravcu severozapad-jugoistok prostire se između planinskih vrhova Visa (852 m) i Gloga (957 m), a po kraćoj osi u pravcu severoistok-jugozapad ograničeno je potokom Lajkovača i grebenom Laze (prilog 1). Ispresecano je dosta razgranatom mrežom puteva bez čvrste podloge, od kojih je većina zimi neprohodna i za terenska vozila. Najbliže naseljeno mesto sa normalno regulisanim saobraćajem (automobilskim i železnica) je Kosjerić, preko koga se obavlja celokupni transport i snabdevanje.

Teren se karakteriše odlikama visokog planinskog kraja i ispresecan je čestom mrežom potoka i jaruga sa duboko usečenim koritima i

strmnm obalama. Glavnu hidrografsku arteriju čini potok Lajkovača, koji ispred Šumatnice prima vode Josičkog potoka i teče dalje u pravcu jugoistoka pod imenom Đuranski potok.

Ranija istraživanja i ispitivanja u ovom rejonu iako brojna, bila su uglavnom regionalnog karaktera i zahvatala su ovo područje sa aspekta izučavanja dijabaz-rožnačke formacije, odnosno pretežno su lito-stratigrafiskog i strukturno-geološkog karaktera. Stoga problem mineralnih sirovina u prvom redu bakra, u ovoj formaciji nije dovoljno proučavan, niti tretiran na odgovarajući način. Međutim, kada je reč o dijabaz-rožnačkoj formaciji, kao što smo već pomenuli postoji obilje materijala s obzirom da su još s kraja XIX veka proučavanje iste započeli naši eminentni geolozi, geomorfolozi i rudari: J. Žujović, J. Cvijić, D. Antula i P. Ilić, čiji su kontinuitet održale generacije geologa sve do danas. Od savremenih autora u cilju rešavanja strukturno-geoloških odnosa, veoma su nam koristili radovi B. Milovanovića i S. Karamate, B. Ćirića, J. Pamića, kao i osnovna geološka karta (Geološko-geofizički zavod — Beograd) grupe autora.

## GEOLOŠKO-STRUKTURNA GRAĐA UŽEG PODRUČJA RUDONOSNE ZONE IZVOR LAJKOVAČE

Istraživano područje se uglavnom sastoji od magmatskih stena: serpentinisanog peridotita, gabra, dijabaza i neuporedivo manjim delom karakterističnih tvorevina dijabaz-rožnačke formacije. Starost ovih stena određena je u okviru izrade osnovne geološke karte kao srednje- i gornjejurska, mada je još uvek ne mali broj autora tretira kao trijasku i krednu.

### Serpentinisani peridotit

Serpentinisani peridotit zahvata jugoistočni deo terena (prilog 1) i po količinskom učestvovanju u litološkoj građi zaostaje za dijabazom i gabrom. Čitava stenska masa je površinski raspadnuta, mehanički zdrobljena i serpentinisana, sa čestim prelazima u partije pravog serpentinita. Mikroskopskim ispitivanjima (M. Cukućan, V. Čebić i N. Kreminac) određena je granoblastična i mrežasta struktura. Stena je sastavljena od krupnih kristala rombičnog piroksena i mrežastog olivina po kome je stenska masa mestimično zadobila mrežastu strukturu. Od akcesornih sastojaka utvrđen je magnetit, hromit-spineli i metalični minerali — najčešće pirit. U oblasti Đuranskog potoka registrovano je nekoliko magnezitskih žica debljine 60 — 70 cm.

### Piroksenski gabro

Gabro se neprekidno proteže pravcem severozapad-jugoistok, gotovo duž čitavog istraživanog područja (prilog 1), zahvatajući njegov severni deo. Stena je najčešće zelenosive boje, mestimično u vidu manjih partija može biti tamnosiva. Zrnaste je teksture, veoma kompaktna i čvrsta.

Strukture je najčešće hipidiomorfno zrnaste, mada se mestimično sreće i kataklastična. Stenska masa je izgrađena od bazičnih plagioklasa i bojenih sastojaka — amfibola i piroksena, gde pirokseni količinski dominiraju nad amfibolima. Od akcesornih sastojaka redovno sadrži neprovidne metalične minerale — pretežno pirit.

### Dijabaz

Dijabaz je najzastupljeniji litološki član na lokalnosti izvor Lajkovače. Boje je najčešće tamnozelene do svetlozelene, a po nekada i tamnosive pa čak i mrke u zavisnosti od stepena alteracije. Stena je veoma sitnozrna, a u svežem stanju čvrsta i kompaktna. Gotovo 2/3 stenske mase je mehanički zdrobljeno, površinski raspadnuto i hidrotermalno izmenjeno. Hidrotermalne promene manifestovane su intenzivnom hloritizacijom, silifikacijom, albitizacijom, a u nešto manjoj meri epidotizacijom, karbonatizacijom i piritizacijom. Mikroskopskim ispitivanjima utvrđena je ofitska struktura. Dijabaz je izgrađen od štapićastih i izukrštanih plagioklasa (M. Cukućan), a međuprostori popunjeni su zrnima hloritisanih bojenih sastojaka. Izuzetno retko, samo mikroskopski, su registrovani albitisani plagioklasi i pirokseni u vidu fenokristala, tako da se ne mogu tretirati kao karakteristična pojava za ovu stenu. Od akcesornih sastojaka utvrđene su velike količine pirita, za razliku od malo zastupljenog ilmenita.

### Dijabaz-rožnačka formacija

Dijabaz-rožnačka formacija kao produkat eugeosinklinale unutrašnjih Dinarida, praćena inicijalnim magmatizmom, pokazuje veliku heterogenost u litološkom sastavu. Razvijena je u peščarsko-glinovitoj faciji sa vrlo čestim pojavama rožnaca i dijabaza, pored kojih su još prisutni alevroliti, dok se krečnjaci, laporci i konglomerati znatno ređe sreću. Našim istraživanjima zahvaćeni delovi ove formacije predstavljeni su uglavnom peščarima i laporovitim krečnjacima. Peščari se javljaju kako na ovoj lokalnosti tako i čitavoj zapadnoj Srbiji, u svim nivoima dijabaz-rožnačke formacije u najčešće sitnozrnim varijetetima sive do sivozelene boje. Pojavljuju se u vidu naizmeničnih smenjivanja masivnih sa tankoslojevitim partijama. Laporoviti krečnjaci se javljaju u manjim količinama u vidu vrlo tankih — tabličastih slojeva.

### Strukturne karakteristike

Uže područje rudonosne zone izvor Lajkovače (prilog 1) u strukturološkom pogledu, odlikuje se intenzivnim razvićem rupturnih deformacionih oblika. Ove rupturne deformacije predstavljene su pretežno sa dva tipa markantno izraženih raseda i to: longitudinalnim sa pravcem pružanja severozapad-jugoistok (paralelan sa generalnim pružanjem dijabaz-rožnačke formacije) i transverzalnim tipom sa pravcem pružanja severoistok-jugozapad, po kojima je čitavo područje zadobilo blokovsku struk-

turu. Pored ova dva karakteristična tipa raseda, mestimično se sreću i rasedi dijagonalnog tipa, ali upadljivo manje učestanosti pojavljivanja

Prvi sistem raseda (longitudinalni), mestimično čini tektonsku granicu između pojedinih litoloških članova i nesumnjivo je najstariji. U okviru ovog sistema po svojim dimenzijama, kao i prema makroskopski veoma upadljivim manifestacijama hidrotermalnih izmena, ističu se dva raseda. Jedan se proteže od Visa, preko Laništa i Laza do ispod Gloga, a drugi počinje ispod Šumatnice i pruža se desnom obalom potoka Lajkovače sve do krajnjeg severozapadnog dela ispitivanog područja, gde od mesta sučeljavanja gabra, dijabaza i peridotita (južno od Smiljeve kose) na dužini od preko 1 000 m čini povaltu rudonosne zone izvor Lajkovače.

Drugi tip (transvezalni) raseda je nesumnjivo mlađi i prema našim ispitivanjima postrudni. Ovo se jasno uočava u oblasti same rudonosne zone, gde se duž raseda ovog tipa sreću vrlo česta pomeranja orudnjenih intervala.

Većina registrovanih raseda sva tri navedena sistema je strmog pada, a neki od njih mada retko, su ezetativni.

Rupturne deformacione oblike na istraživanom području prati intenzivno razgranata pukotinska tektonika. Pukotine su takođe strmog pada i najčešće su saglasne elementima zaleganja pojedinih ruptura. U genetskom smislu, to su uglavnom tenzione pukotine najčešće otvorene (zjapeće), mada mogu biti i zapunjene produktima kristalizacije iz hladnih rastvora. Pored tenzionih pukotina, neosporno je dokazano prisustvo pukotina smičućeg tipa sa često veoma ilustrativno izraženim tragovima kretanja — strijama.

## RUDONOSNA ZONA IZVOR LAJKOVAČE

Po površinskom okonturivanju i indiciranju orudnjenja po padu rudonosne zone (bušotina RB—7, prilog 1) u 1970. godini, dalje istraživanje vršeno je uglavnom istražnim bušenjem i samo mestimično rudarsko-geološkim istražnim radovima (potkop P—1, prilog 1 i 2). Na ovaj način do kraja 1972. godine, istražena je po pružanju (bušenjem) ova rudonosna struktura na dužini od preko 1 200 m, a po padu istraživana je kombinovanjem na dva nivoa ispod izdanaka na površini i to: nivo 50 i 200 m, u smislu što bržeg grubog prostornog okonturivanja. Samo u centralnom delu zone (horizont 745 m, prilog 1 i 2), vršeno je delimično istraživanje podzemnim geološko-rudarskim istražnim radovima u cilju provere kvalitativno-kvantitativnih karakteristika orudnjenja dobijenih istražnim bušenjem.

U petrološkom pogledu, zona se sastoji od intenzivno-hidrotermalno izmenjenog i brečiziranog dijabaza, strukturološki jasno definisanog u obliku zone piritskih impregnacija. Hidrotermalne promene manifestovane su intenzivnom hloritizacijom, karbonatizacijom, silifikacijom, piritizacijom i mestimično albitizacijom i epidotizacijom. Debljina rudonosne zone, koja u zavisnosti od tektonskog režima u sebi mestimično sadrži manje ili veće blokove sterilnog dijabaza, varira u vrlo širokim granicama od 20 do blizu 150 m. Generalni pravac pružanja je saglasan pružanju dijabaz-rožnačke formacije (severozapad-jugoistok), sa najčešće strmim padom u jugoistočno polje (65 — 85°). Izuzetak u tom smislu, je krajnji

severozapadni deo zone, gde se vrednosti padnog ugla kreću od 40 — 55°. Granica prema okolnim stenama je tektonska i gotovo redovno predstavljena rasednom zonom debljine od nekoliko do desetak metara sa naglašenom sericitizacijom i hloritizacijom. Gotovo po pravilu u povlati zone sreće se uralitisani gabro, a u podini dijabaz. Elementi zaleganja zone pretežno su saglasni tektonskim granicama između pojedinih litoloških članova na istraživanom području.

Stenska masa hidrotermalno izmenjenog i brečiziranog dijabaza u rudonosnoj zoni, ispresecana je kako longitudinalnim rupturama, tako i transverzalnim u ovom slučaju postrudnim (pružanje severoistok-jugozapad) koje su uslovile česta smicanja, kidanja i pomeranja ove strukture (prilog 1 i 2), dajući joj pri tome blokovski izgled. Naime, pored pomeranja i smicanja lokalnog karaktera, rudonosna zona izvor Lajkovače na do sada istraživanom delu, jasno je izdeljena na tri tektonska bloka i to: severozapadni, centralni i jugoistočni. Zona se u prvom (severozapadnom) tektonskom bloku odlikuje blažim padnim uglovima (40 — 55°) kako u podinskom tako i povlatnom delu, kao i daleko manjim varijacijama debiljne. Centralni blok međutim, koji je pored bušenja istraživan potkopom P—1 (prilog 2), u celini se karakteriše strmim i često vertikalnim rupturama praćenim sericitizacijom i hloritizacijom, sa znatno češćim i uočljivijim tragovima kretanja pojedinih delova stenske mase u zoni. Učestanost pojavljivanja sterilnih partija (sa aspekta metaličnih minerala) znatno je češća u ovom delu rudonosne strukture. Jugoistočni deo zone, prema našoj gruboj tektonskoj rejonizaciji izdvojen kao treći strukturni blok, upadljivo je pomeren u pravcu severoistoka. Odlikuje se velikim promenama debljine kako po pružanju tako i po padu (od 20 do blizu 150 m). U sebi sadrži manje ili veće uklopke, a ponekad i čitave partije peridotita.

Razumljivo je da ove intenzivno razvijene rupturne deformacione oblike u zoni prati vrlo razuđena pukotinska tektonika, sa već izloženim osobinama u poglavlju strukturnih karakteristika užeg područja ove rudonosne zone.

## Kvalitativno-kvantitativne karakteristike orudnjenja

Skoro čitava stenska masa rudonosne zone izvor Lajkovače, sadrži izvesne količine halkopirita u vidu impregnacija. Koncentracije halkopirita u njima variraju u vrlo širokom dijapazonu od jedva primetnih tragova do srednje čestih impregnacija, koje se na bazi rezultata dosadašnjih oprobavanja mestimično mogu svrstati u siromašne impregnacione rude (0,02 — 0,5% Cu). Međutim, pored navedenih impregnacija, duž rudonosne strukture sreću se rudna tela u vidu izduženih štokova i sočiva, sa halkopiritom u obliku žica, sočiva, šlira i »gnezdastih« nagomilanja (sl. 1) sa mestimičnim prelazima u masivnu halkopiritsku rudu. Ova rudna tela pored naglašene strukturne kontrole, redovno prati intenzivna silifikacija u vidu žica i sočiva. Rudna tela u zavisnosti od režima postrudne tektonike, po pružanju se mogu pratiti na dužini od nekoliko stotina metara u sva tri izvdojena tektonska bloka. Mada po padu rudne zone još uvek nisu konačno istražene, na bazi dosadašnjih rezultata istražnog bušenja

može se očekivati red veličina od 100 do verovatno preko 300 m. Ovo je mestimično već potvrđeno bušotinama RB—7, RB—27 i RB—31 (prilog 1) kojima je u severozapadnom strukturnom bloku praćeno orudnjenje po padu zone na dužini od oko 250 m, a da pri tome još uvek nije konačno okontureno. Oblik rudnih tela usled čestih račvanja, zadebljavanja i isklinjavanja, vrlo je nepravilan kako po pružanju tako i po padu rudonosne zone. Prema sadašnjem stepenu poznavanja stiče se utisak da rudna tela u jugoistočnom i centralnom strukturnom bloku po dubini isklinjavaju

KULISNI BLOKDIJAGRAM HODNIKA H-2 OD 60–68 m.
U POTKOPU P-1

0 1 2 3 m

PANEL DIAGRAM OF GALLERY H-2 FROM 60–68 m. OF ADIT P-1

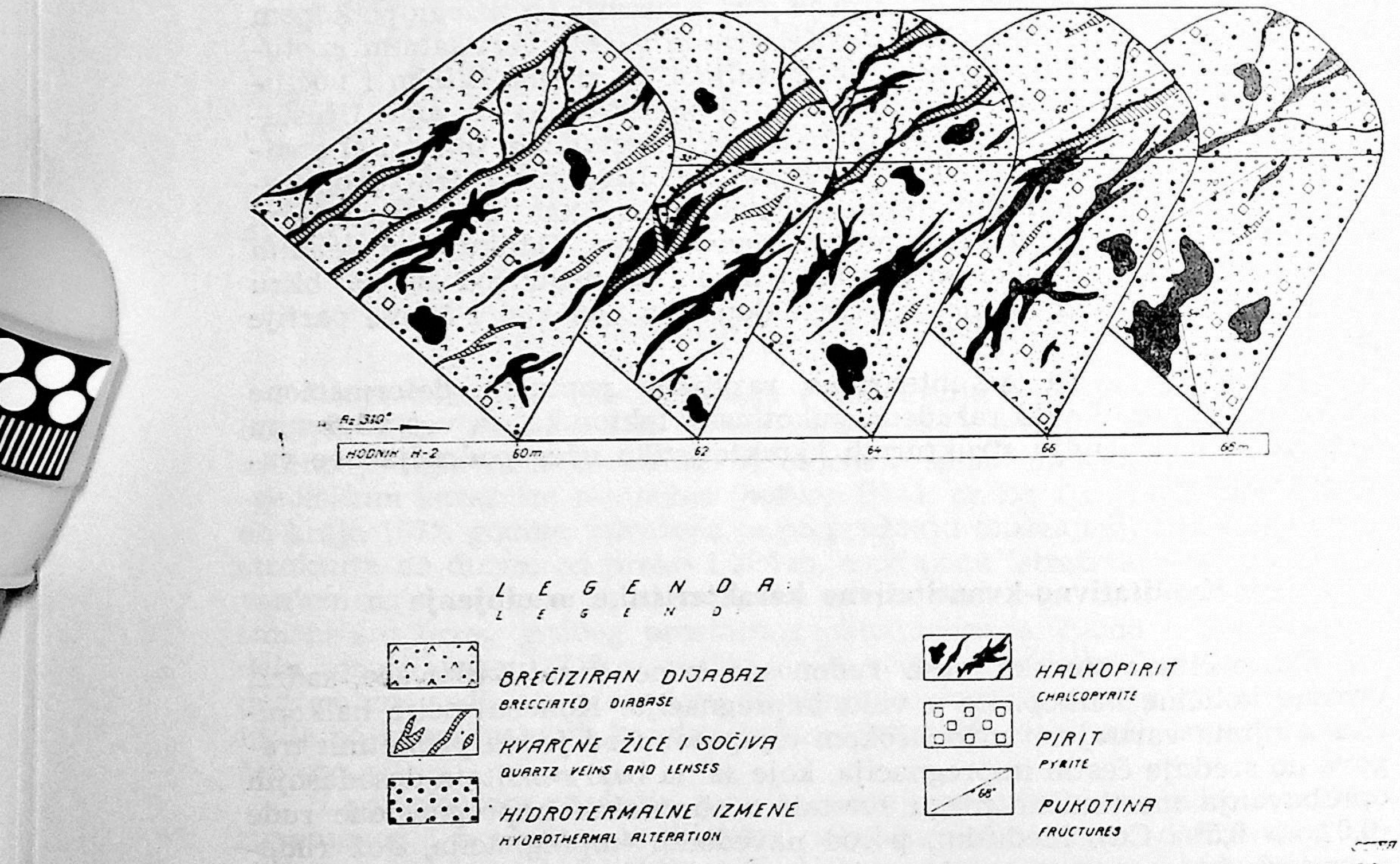



FIG. 1

i da je najoptimalniji nivo u kvalitativnom i kvantitativnom smislu, između 30 i 100 m ispod izdanaka na površini. Međutim, ovo zapažanje se ni u kom slučaju ne može preneti na severozapadni tektonski blok, gde je orudnjenje, kao što je već rečeno, praćeno po padu na dužini od preko 250 m, pri relativno nepromenjnoj debljini rudnog tela na sva tri presečena nivoa.

Sadržaj bakra na do sada istraživanom delu ove rudonosne zone, varira u vrlo širokim granicama od 0,05 do preko 6%. Temelji se na podacima oprobavanja rudnih izdanaka na površini, jezgra bušotina i potkopa P—1 (prilog 3).

Komparativnom analizom do sada dobijenih rezultata u sva tri tektonskom reonizacijom izdvojena dela rudonosne zone, došli smo do saznanja da postoje izvesne mestimično markantne razlike u kvalitativnom i kvantitativnom smislu. Naime, dok se rudno telo u prvom strukturnom bloku karakteriše relativno ujednačenim kvalitetom i kvantitetom orudnjenja (srednji sadržaj 1,25% Cu, srednja debljina preko 5 m na dužini od 250 m) kako po pružanju tako i po padu, dotle se u centralnom i jugoistočnom delu rudne zone sreću česte promene u jednom i u drugom smislu.

U tom pogledu rudna tela u centralnom strukturnom bloku na potezu između bušotina RB—18 i RB—15, pokazuju za sada najbolji kvalitet orudnjenja (sadržaj od 0,5 do preko 6% Cu), ali neujednačenu debljinu i prostiranje po dubini, za razliku od situacije u jugoistočnom delu zone, gde preovlađuju rudna tela slabijeg kvaliteta (srednji sadržaj 0,70% Cu) i znatno većih dimenzija.

Sadržaji retkih elemenata, kao i elemenata pratilaca, prema podacima spektrohemijskih analiza duž čitavog do sada istraživanog dela rudonosne zone, ne prelaze normalne fonske vrednosti karakteristične za analizirane delove stenskih masa.

Na osnovu do sada dobijenih rezultata, koji u prvom redu baziraju na podacima istražnog bušenja, u rudonosnoj zoni izvor Lajkovače indicirano je ležište bakra sa procenjenom količinom rude od preko 2,000.000 t i sadržajem od 0,5 do preko 6% Cu, odn. srednjim sadržajem od 1,2%. Sadržaj zlata prema kompozit probama iznosi 1 gr/t, a srebro varira u dijapazonu od 2 — 22 gr/t. Pri ovome naglašavamo da orudnjenje bakra u rudonosnoj zoni još uvek nije prostorno do kraja okontureno kako u pravcu pružanja tako i po padu, što svakako ukazuje na još veću perspektivnost sa aspekta otkrivanja novih količina rude bakra u njoj.

Koeficijenat varijacije za rudni interval, računat je pri minimalnom graničnom sadržaju bakra od 0,4% (granica ruda — jalovina, određena je na bazi analogije sa sličnim ležištima) iznosi 96%. Prema dobijenoj vrednosti istog, a na osnovu tablice N. Bariševa, ležište bakra u rudonosnoj zoni izvor Lajkovače pripada grupi sa neravnomernom raspodelom korisne komponente.

Po sadržaju vodećih korisnih komponenti piritska ležišta uopšte, dele se na sumporno-piritska, bakronosno-piritska i bakar-cink-piritska. Shodno tome, a s obzirom na činjenicu da se cink javlja u praktično zanemarljivim količinama (tragovi), ležište indicirano na lokalnosti izvor Lajkovače, nesumnjivo pripada piritsko-bakronosnom tipu.

## Mineralni sastav

Glanvi i praktično isključivi nosilac mineralizacije bakra je halkopirit, koji se pored pirita količinski dominantnog minerala impregnacione zone, javlja u asocijaciji sa halkozinom, kovelinom, sfaleritom, markasitom, magnetitom, a u uslovima oksidacione zone i limonitom. Pri ovome

naglašavamo da je količinski udeo sfalerita, a naročito halkozina i kovelina u pomenutoj mineralnoj asocijaciji toliko nizak da osim mineraloškog nemaju gotovo nikakvog praktičnog značaja.

Pirit i halkopirit, pored impregnacija različite gustine u rudnoj zoni, javljaju se još u vidu žica, sočiva, šlira i »gnezdastih« nagomilanja (sl. 1). U vezi s tim, kako makroskopskim tako i rudnomikroskopskim ispitivanjima (V. Vujanović) konstatovano je da se halkopirit najčešće koncentriše u delovima mineralizovane zone obogaćenim piritom.

Od nerudnih minerala u rudnoj zoni najčešće se sreću kalcit i kvarc u vidu sočiva i vrlo razgranatih žica debljine od nekoliko santimetara do nekoliko desetina santimetra. Ova silifikacija u pomenutom vidu gotovo zakonito prati hlakopiritske koncentracije, pa se stoga u daljem istraživanju bakra u dijabaz-rožnačkoj formaciji može tretirati kao pouzdan prospekcijski indikator.

U daljem tekstu daćemo karakteristike pojedinih metaličnih minerala u najkraćim crtama.

*Pirit.* — Ovaj mineral se najčešće javlja u vidu zrna vrlo promenljive veličine, često dosta izlomljenim, koja metasomatski potiskuju stenu. Ako je u kristalnom stanju, tada se sreće u veoma krupnim i pravilnim kristalnim formama. Nisu retke ni piritske gel-forme (ritmičke koncentrisane i ovalne).

*Halkopirit.* — Vrlo često u vidu zrna, partija i plaža potiskuje starije minerale pirit i kvarc. Ova halkopiritska zrna veoma su razgranata, a katkad i upadljivo izdužena, često uklapaju zrna, a ponekad i kristale pirita. Rudnomikroskopski je mestimično utvrđeno pojavljivanje halkoripita u piritu u obliku sitnih zrna i inkluzija.

*Halkozin i kovelin.* — Nastali su kao produkat destruktivnih odnosa u halkopiritu. Obično se javljaju po obodu halkopiritskih zrna ili duž prslina u njemu. Mada su halkozin i kovelin tipični minerali zone sekundarnog obogaćenja, našim dosadašnjim radovima nismo ustanovili postojanje iste u količinskom odnosu koji bi bio od nekog ekonomskog značaja.

*Sfalerit.* — Javlja se samo mestimično u mineralizovanoj zoni u formi vrlo retkih zrna i partija. Redovno sadrži izdvajanja pirhotina i halpopirita, s tim što pirhotinska izdvajanja količinski dominiraju nad halkopiritskim V. Vujanović (1972).

*Limonit.* — Nastao je kao produkat raspadanja pirita i halkopirita u uslovima oksidacione zone. Vrlo su česte pseudomorfoze limonita po piritu. Limonit nastao raspadanjem halkopirita po svetlomrkoj boji i načinu pojavljivanja u vidu žica, šlira i sočiva, makroskopski se razlikuje od istog minerala piritskog porekla.

*Markasit.* — Vrlo redak član mineralne asocijacije rudonosne zone izvor Lajkovače, uglavnom vodi poreklo od pirhotina čiju je cepljivost zadržao.

*Magnetit.* — Sreće se samo u oblasti kontakta dijabaz-peridotit u vidu vrlo sitnih zrna.

Prema do sada prikupljenim podacima, stiče se utisak da je pirit prvo oformljeni metalični mineral ove rudne zone i da je nastao kao produkat jedne posebne faze hidrotermalnog stvaranja. Kasnija faza (ili nekoliko faza) verovatno je uslovila postanak halkopirita, što se može zaključiti iz

paragenetskih odnosa. Naime, uklapanja i potiskivanja zrna i kristala pirita, zatim pojavljivanje u vidu finih zrna i inkluzija u piritu, nesumnjivo ukazuju na činjenicu kasnijeg formiranja halkopirita. Na bazi rudnomikroskopskih analiza paragenetskih odnosa (V. Vujanović, 1972) utvrdio je sukcesiju: pirit-kvarc-halkopirit-kalcit.

## Geneza ležišta

Ne samo na lokalnosti Lajkovača, već i u čitavoj zapadnoj Srbiji, našim dosadašnjim istraživanjima i ispitivanjima konstatovali smo da mineralizacija bakra zaleže u tzv. partijama »samostalnog« dijabaza, koje se javljaju u vidu izliva ili plitkih intruzija u okviru dijabaz-rožnačke formacije. Prema S. Jankoviću (Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije — 1967) ova mineralizacija nastala je u Staroalpskoj metalogenetskoj epohi. Orudnjenje je najverovatnije vezano za magmatizam ranog stadijuma eugeosinklinale unutrašnjih Dinarida, odnosno za njen veoma karakterističan slabo diferencirani podmorski vulkanizam predstavljen spililit-dijabaznim formacijama.

Vrlo naglašena strukturna kontrola, manifestacije intenzivnih hidrotermalnih izmena i mineralni sastav ove rudonosne zone, ukazuju na hidrotermalno poreklo orudnjenja. Međutim, osim nesumnjive činjenice da je mineralizacija bakra lokalizovana u dijabazima i brečama dijabaznog sastava, nismo do sada uspeli da dokažemo njihovu neposrednu vezu sa orudnjenjem. Prema sadašnjem stepenu poznavanja hipoteza A. Zavaritskog (1936) o genezi piritskih ležišta, čini nam se najprihvatljivija. Naime, u sadašnjem trenutku, pretpostavka da mineralizovani hidrotermalni rastvori vode poreklo iz magmatskog ognjišta i da su natapali vulkanogene komplekse posle njihovog stvaranja, čini nam se najprihvatljivijom. No, problem geneze kome će se u narednim fazama svakako pokloniti daleko veća pažnja, biće predmet obimnijih geološko-mineraloških izučavanja u tom smislu.

(Predato za štampu decembra 1972. g.)

## LITERATURA

1. Ćirić B.: Neka zapažanja o dijabaz-rožnačkoj formaciji Dinarida. Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja NR Srbije, knj. XI, Beograd.
2. Ćirić B., 1960: Glavna obeležja eruptivno-rožnačkih tvorevina. Simpozijum o problemima alpskog inicijalnog magmatizma, ref. VIII, Sarajevo.
3. Janković S., 1967: Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije, »Prosveta«, Požarevac.
4. Krejter V. M., 1964: Poiski i razvedka mestoroždenij poljeznih iskopaemih, Nedra, Moskva.
5. Milovanović B. i Karamata S., 1957: O dijapirizmu serpentina, Vesnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja SR Srbije, knj. XIII, Beograd.
6. Pamić J., 1964: Magmatske i tektonske strukture u ultramafitima bosanske serpentinske zone, Posebna izdanja Geološkog glasnika, knj. II, Sarajevo.
7. Petrovskaja N. V., 1964: Geologija rudnih mestoroždenij, tom. VI, Izdateljstvo »Nauka«, Moskva.

8. Putnik S., Milutinović D., Višić S. i dr., 1970: Izveštaj o geološkim istraživanjima u reonu Kosjerić — Povlen za 1970. godinu. Fond str. dok. IGRI, Beograd.
9. Putnik S., Isailović S., Simić V. i dr., 1971: Izveštaj o prospekciono-istražnim radovima na istraživanju bakra u zapadnoj Srbiji za 1971. godinu. Fond str. dok. IGRI, Beograd.
10. Putnik S., 1971: Rudne pojave i mineralizacija bakra u rudonosnoj zoni Radanovci — Taor. Radovi IGRI, Beograd.
11. Putnik S., 1972: Izveštaj o detaljnim istraživanjima bakra u zapadnoj Srbiji u 1972. godini. Fond IGRI, Beograd.
12. Starostin V. I., 1965: Geologija rudnih mestoroždenij, tom. VII, Izdateljstvo »Nauka«, Moskva.
13. Zavarickij A. N., 1936: Kolječedanoje mestoroždenije Bljava na Južnom Urale i kolječedanije zaleži Urala voobšče, Izdateljstvo AN. SSSR (Tr. Geol. in-ta UF. AN SSSR, vip. 5).

## Summary

STANIMIR PUTNIK[1]

### COPPER-BEARING ZONE OF IZVOR LAJKOVAČA

The copper ore mineralization at the locality of the source of Lajkovača, deposited in the brecciated (impregnated with pyrite), zone, with the sharp (structural) contacts of the foot wall and the hanging wall towards the surrounding rocks. In the petrological sense, the zone is composed of hydrothermally altered diabase and breccia of diabasic composition. The thickness of the zone varies at a very large rate from 20 to nearly 150 m.

Up to the end of 1972. this ore-bearing structure was traced by the exploratory drilling along the strike at the length of 1200 m, and along the dip was explored at two levels below the outcrops (the levels of 50 and 200 m) in the sense of more rapid space delineatian.

The main practically exclusive bearer of copper mineralization is chalcopyrite, irregularly distributed in the ore bearing zone (coefficient of variation is 96%). Nearly the whole rock mass of the ore bearing zone contains some quantity of chalcopyrite in the form of impregnations, which according to the chemical analyses at some places could be treated as the poor impregnation ore (Cu-content to 0,5%). However, besides the menitoned impregnations, along the ore bearing structure there are the ore bodies in the form of elongated stocks and lenses with chalcopyrite being appeared as veins, lenses, schlieren and »nest« concentrations (fig. 1) with transition into massive ore in some places.

The copper content at up to now investigated part of this ore bearing structure varies at a very large scale from 0,05 to over 6%, being based on the data of sampling of outcrops, cores of drill holes and adit P—1 (fig. 3).

On the basis of the obtained results, predominantly based on the data of the exploratory drilling, in the ore bearing zone of the source of Laj-

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

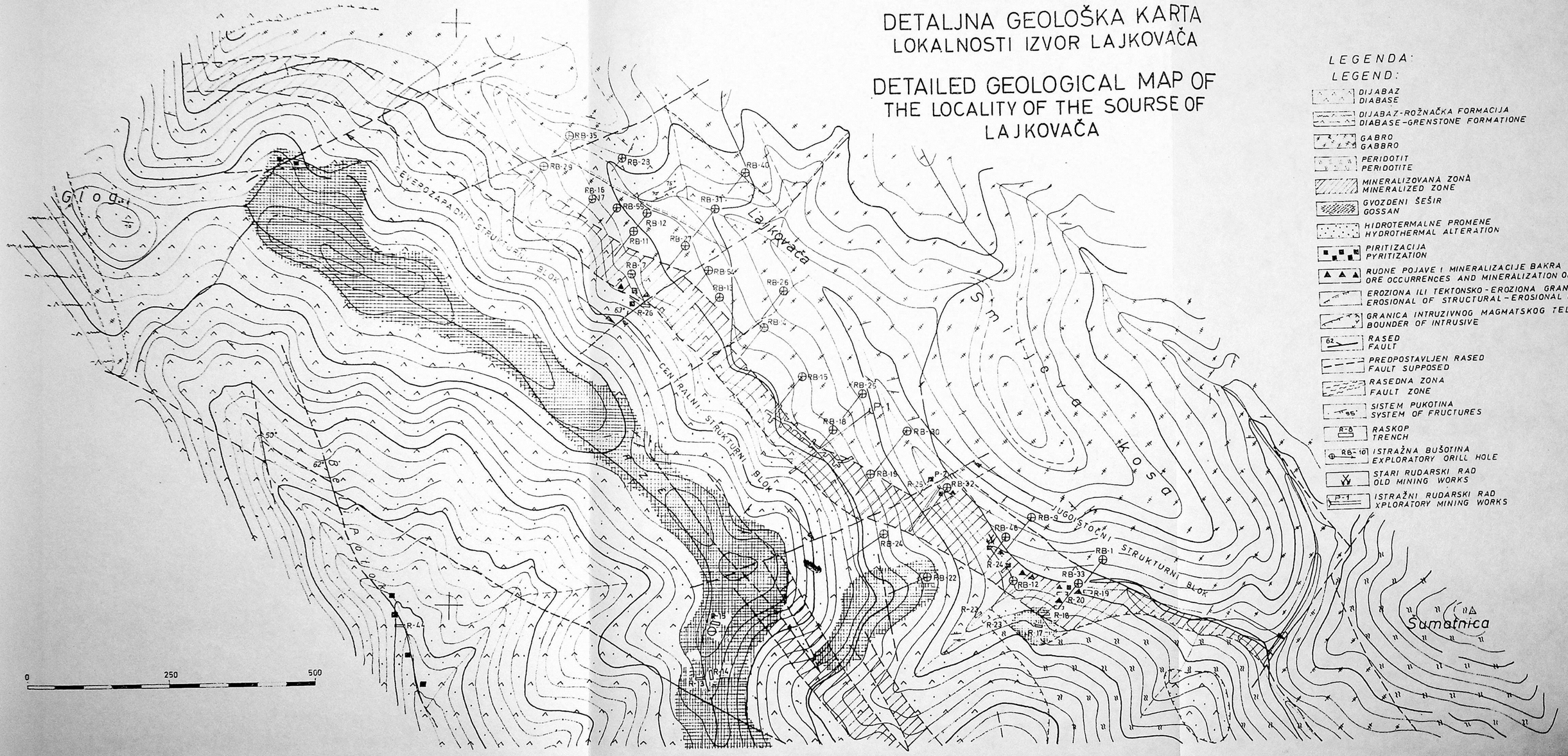
kovača has been indicated the copper deposit with the evaluation of the amount of ore of more than 2,000.000 t and the content of 0,5 to over 6% Cu, respectively the mean content of 1,2%. The content of gold of composite sample amounts 1 gr/t, silver largely varies from 2 to 22 gr/t. It is necessary to point out that the copper ore in the ore bearing zone has not yet been delineated both in the direction of strike and dip, what certainly gives more perspective from the aspect of the discovery of new amount of copper ore in it.

By means of the ore microscopic investigation, besides pyrite being quantitatively a dominant mineral of the pyritic impregnation zone and chalcopyrite as practically exclusive bearer of copper ore mineralizations it has been revealed chalcocite, covellite, sphalerite, marcasite, magnetite, and limonite. However, the quantitative portion of these minerals is very low, thus they have no practical significance except the mineralogical one.

The very pronounced structural control, manifestations of intensive hydrothermal changes and the mineralogical composition of this ore bearing zone point out at the hydrothermal origin of the ore mineralization. However, except the undoubted fact that the copper mineralization is localized in diabase and breccia of diabasic composition ,it was impossible up to now to prove their direct connection with the ore mineralization. But the problem of genesis, which will be studied with more attention in the next phase of the exploration, will be the subject of the more comprehensive geologiacl-mineralogical investigations in this sense.

# DETALJNA GEOLOŠKA KARTA
## LOKALNOSTI IZVOR LAJKOVAČA

# DETAILED GEOLOGICAL MAP OF
## THE LOCALITY OF THE SOURSE OF
## LAJKOVAČA



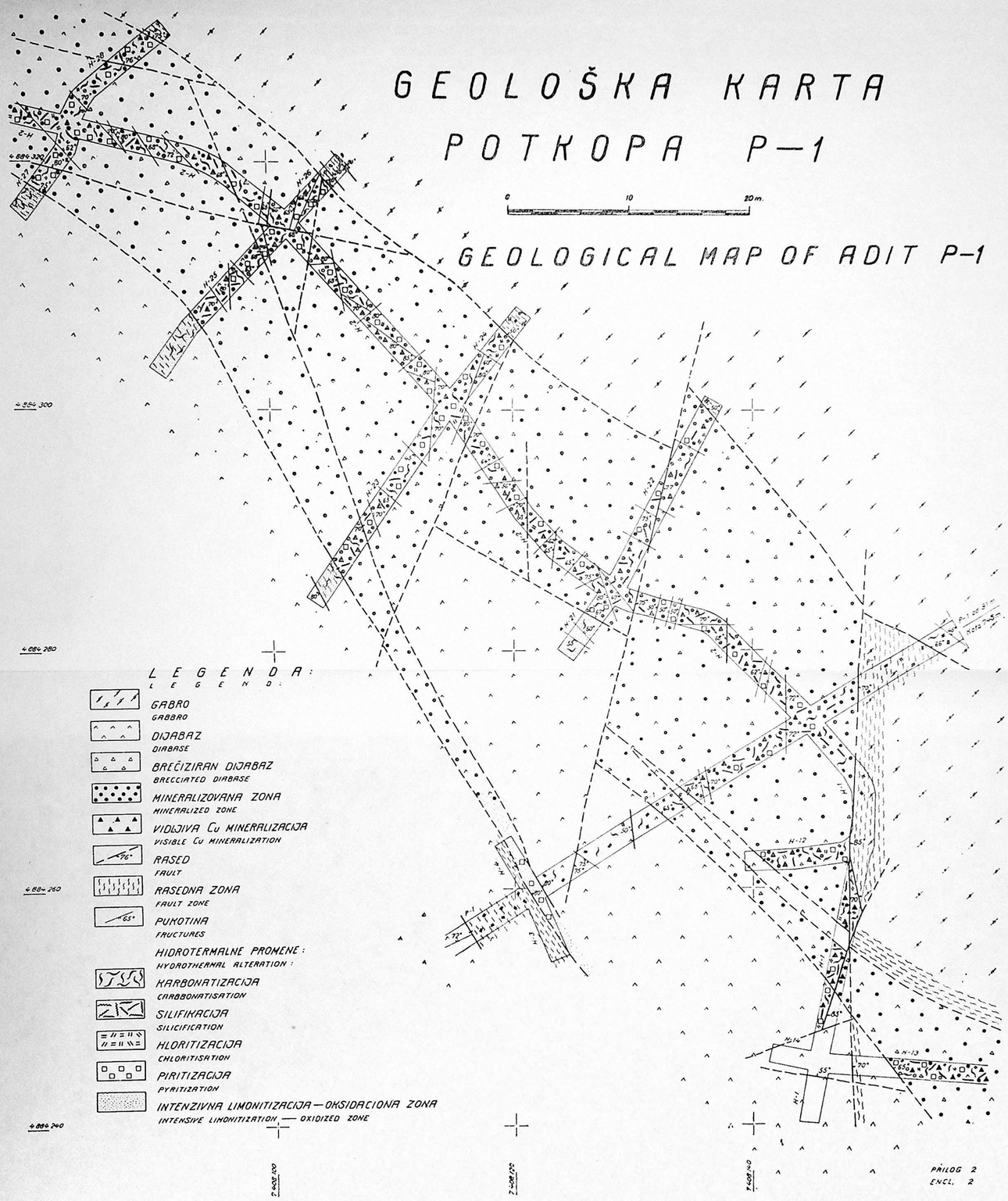

LEGENDA:
LEGEND:

- DIJABAZ / DIABASE
- DIJABAZ-ROŽNAČKA FORMACIJA / DIABASE-GRENSTONE FORMATIONE
- GABRO / GABBRO
- PERIDOTIT / PERIDOTITE
- MINERALIZOVANA ZONA / MINERALIZED ZONE
- GVOZDENI ŠEŠIR / GOSSAN
- HIDROTERMALNE PROMENE / HYDROTHERMAL ALTERATION
- PIRITIZACIJA / PYRITIZATION
- RUDNE POJAVE I MINERALIZACIJE BAKRA / ORE OCCURRENCES AND MINERALIZATION OF COPPER
- EROZIONA ILI TEKTONSKO-EROZIONA GRANICA / EROSIONAL OF STRUCTURAL-EROSIONAL BOUNDER
- GRANICA INTRUZIVNOG MAGMATSKOG TELA / BOUNDER OF INTRUSIVE
- 62 RASED / FAULT
- PREDPOSTAVLJEN RASED / FAULT SUPPOSED
- RASEDNA ZONA / FAULT ZONE
- 55 SISTEM PUKOTINA / SYSTEM OF FRUCTURES
- R-8 RASKOP / TRENCH
- RB-10 ISTRAŽNA BUŠOTINA / EXPLORATORY DRILL HOLE
- STARI RUDARSKI RAD / OLD MINING WORKS
- P-1 ISTRAŽNI RUDARSKI RAD / XPLORATORY MINING WORKS

# GEOLOŠKA KARTA POTKOPA P–1

0 10 20 m.

## GEOLOGICAL MAP OF ADIT P–1




LEGENDA:
LEGEND:

- GABRO — GABBRO
- DIJABAZ — DIABASE
- BREČIZIRAN DIJABAZ — BRECCIATED DIABASE
- MINERALIZOVANA ZONA — MINERALIZED ZONE
- VIDLJIVA Cu MINERALIZACIJA — VISIBLE Cu MINERALIZATION
- RASED — FAULT
- RASEDNA ZONA — FAULT ZONE
- PUKOTINA — FRACTURES

HIDROTERMALNE PROMENE:
HYDROTHERMAL ALTERATION:

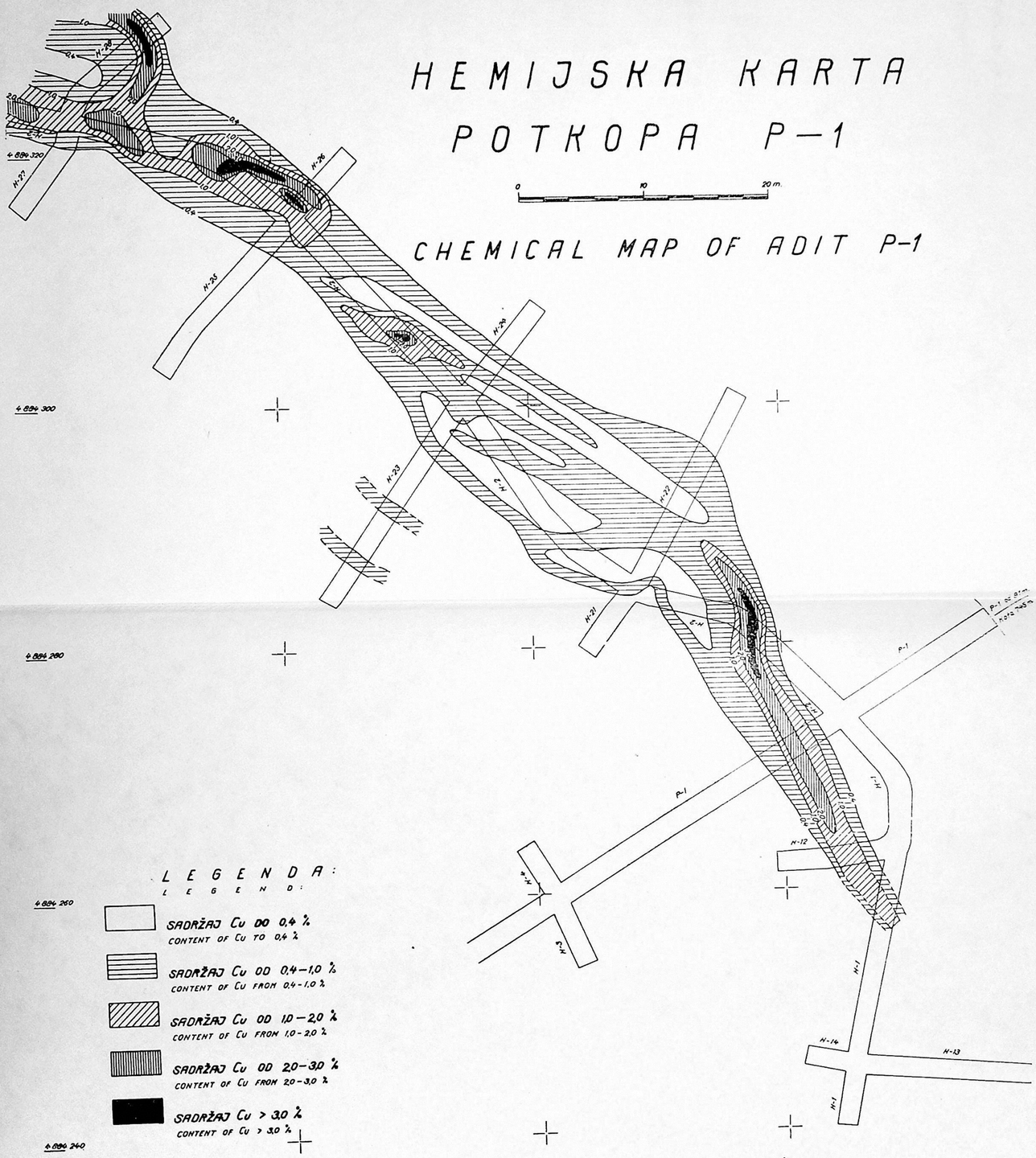
- KARBONATIZACIJA — CARBONATISATION
- SILIFIKACIJA — SILICIFICATION
- HLORITIZACIJA — CHLORITISATION
- PIRITIZACIJA — PYRITIZATION
- INTENZIVNA LIMONITIZACIJA — OKSIDACIONA ZONA — INTENSIVE LIMONITIZATION — OXIDIZED ZONE

PRILOG 2
ENCL. 2

# HEMIJSKA KARTA POTKOPA P–1

0 10 20 m.

## CHEMICAL MAP OF ADIT P–1




### LEGENDA:
### LEGEND:

- SADRŽAJ Cu DO 0,4 %
  CONTENT OF Cu TO 0,4 %
- SADRŽAJ Cu OD 0,4–1,0 %
  CONTENT OF Cu FROM 0,4–1,0 %
- SADRŽAJ Cu OD 1,0–2,0 %
  CONTENT OF Cu FROM 1,0–2,0 %
- SADRŽAJ Cu OD 2,0–3,0 %
  CONTENT OF Cu FROM 2,0–3,0 %
- SADRŽAJ Cu > 3,0 %
  CONTENT OF Cu > 3,0 %

PRILOG 3
ENCL. 3

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

RADULE POPOVIĆ
ANTONIJE ANTONOVIĆ

UDK: 553.46 (497.17)

# RUDIŠTA MOLIBDENITA STRELCI I VRUTOK U ZAPADNOJ MAKEDONIJI

(sa 4 slike)

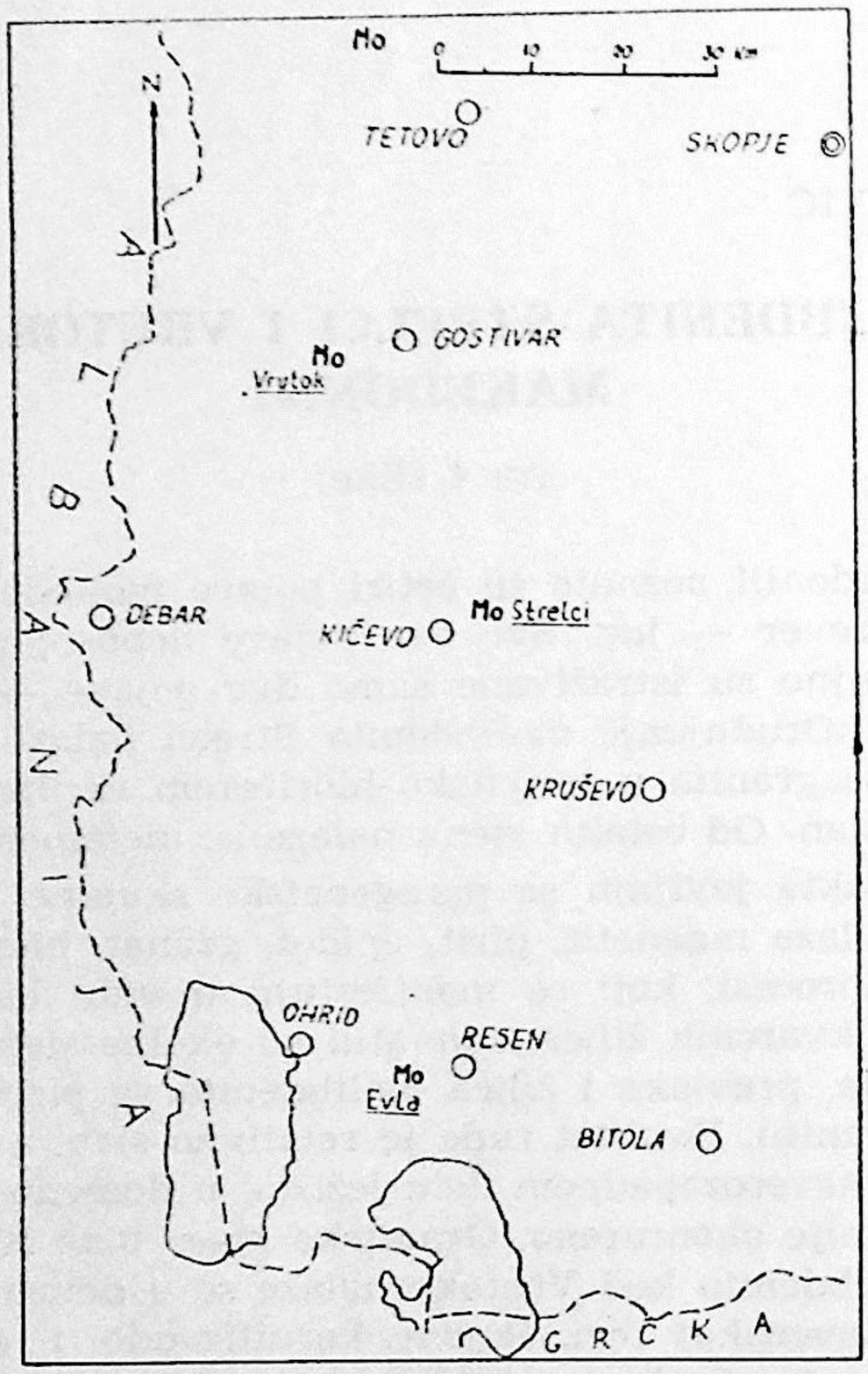
U zapadnoj Makedoniji poznate su četiri pojave molibdenita, koje se nalaze u jednoj zoni pružanja sever — jug. Sve ove pojave neposredno su vezane za male intruzije granita. Detaljno su istraživane samo dve pojave — Strelci kod Kičeva i Vrutok kod Gostivara. Orudnjenje molibdenita Strelci nalazi se u domenu jedne prstasto razbijene mase granita u sericitsko-hloritskom škriljcu koji je u širem domenu kontakta kornitisan. Od ostalih stena nalaze se metamorfisani riolit i gabroidne stene. U zoni kontakta javljaju se paragenetske skupine minerala koje liče na skarn i u čiji sastav ulaze magnetit, pirit, epidot, granat, hlorit i kalcit. Intenzivni alkalno-metasomatski procesi, koji se manifestuju u vidu biotitizacije i stvaranja kvarcno-feldspatskih i kvarcnih žilica, zahvatili su okolne stene. Orudnjenje se javlja u vidu impregnacija, prevlaka i žilica molibdenita sa piritom najčešće u kornitisanom škriljcu i u granitu. Kvalitet rude je relativno slab, a najveće koncentracije molibdena se nalaze u severozapadnom delu ležišta, u domenu bušotine S—1, u kom pravcu orudnjenje još nije okontureno. Granitska masa tone isto tako u tom pravcu. Sporadične pojave molibdenita kod Vrutoka nalaze se u domenu dve male granitske mase u Vrutočkoj i Ravenskoj reci. Pojave kornitizacije i alkalne metasomatoze ovde u potpunosti izostaju. Ovde se javljaju povećani sadržaji molibdena (srednje oko 11 ppm) u tamnim filitima, naročito oko Vrutoka. Oba pomenuta orudnjenja se nalaze unutar jedne metalogenetske oblasti, gde su u više navrata utiskivani graniti. Starost vrutočkog granita, a verovatno i strelačkog je gornja karbonska, dok je starost orudnjenja najverovatnije staroalpijska — kimerijska.

## UVOD

U zapadnoj Makedoniji poznate su četiri lokalnosti sa pojavama molibdenita koje su raspoređene od Prespanskog jezera do Šar planine u pravcu sever — jug (sl. 1). To su, idući od juga ka severu, lokalnosti Evla kod Resena, Strelci kod Kičeva, Vrutok kod Gostivara i najsevernija pojava na visovima Šar planine kod Tetova. Sva ova nalazišta molibdenita vezana su za male intruzije granitoida, ali su jedino istraživane lokalnosti Strelci i Vrutok, koje su predmet ovoga rada.

## POJAVA MOLIBDENITA U SELU STRELCI KOD KIČEVA

Ova pojava se nalazi u samom ataru sela Strelci, 6 km severoistočno od Kičeva. Pojava je poznata još od 1905. g., ali prvi podaci o geološkim zapažanjima potiču iz 1951. g. (K. Bogojevski), a najstariji istraživački radovi datiraju od 1959. g. (M. Stojanović). Ovo područje pokriveno je aeromagnetskim ispitivanjima 1960. g. (S. Vukašinović), a 1966. g. urađena je osnovna geološka karta (T. Ivanovski, I. Nestrovski, M. Ranković). Sistematska istraživanja započeta su




**Sl. 1. Pregledna karta pojava molibdenita u zapadnoj Makedoniji.**

**Fig. 1. Index map of molybdenite ore occurrences in Western Macedonia.**

isto tako 1966. g. i trajala su sa prekidima do 1972. g. Tom prilikom vršeno je detaljno geološko kartiranje, metalometrijska prospekcija (potočni talozi), kombinovana električna i magnetska ispitivanja, kao i istražno bušenje. U ovim radovima su učestvovali R. Popović, T. Jančić, A. Antonović, M. Jakovljević, I. Vasić (geološka, geofizička i geohemijska ispitivanja), V. Ćebić, M. Cukućan (petrološka ispitivanja), D. Kleut (rudna mikroskopija), M. Arsenijević, M. Dromnjak, S. Maksimović (spektrohemijske analize) i Z. Červenjak (hemijske analize).

## Geološka građa

Unutar prostranog pojasa filitoidnih stena, koje u zapadnoj Makedoniji imaju veliko prostranstvo, srećemo na jednoj sasvim ograničenoj površini od svega oko 1 km² veoma raznovrsne magmatske stene, sa složenim međusobnim odnosima i mnogobrojnim vidovima alteracije i orudnjenja (sl. 2). Sve ove stene zahvaćene su u više navrata orogenim pokretima, tako da su pretrpele intenzivno ubiranje praćeno penetrativnim deformacijama — uškriljavanjem. Isto tako magmatske stene su pretrpele slične promene različitog intenziteta. Sve je to uslovilo veoma tešku identifikaciju prvobitnog karaktera stena, tako da na pr. imamo gotovo kontinualan prelazni niz od sericitsko-hloritskih, preko aktinolitsko-hloritskih škriljaca do amfibolita i gabrova, mada se ovde prvobitno radilo o jasno različitim sedimentnim i magmatskim stenama. Rioliti su na pr. toliko uškriljeni, da ih je od sericitskih škriljaca ponekad moguće razlikovati mikroskopski, po tipičnom vulkanskom kvarcu. Granitoidne stene su isto tako mestimično jako uškriljene, a njihovi kontakti su usled metasomatskih procesa postali najčešće sasvim neuočljivi. Najzad, intenzivnom kalijskom metasomatozom, ne samo u domenu kontakta sa granitom, došlo je do stvaranja između ostalog, velikih količina biotita, koji je prisutan u svim stenama, uključivši i gabroidne stene.

Zbog svega toga ovde je na uobičajen način nemoguće izvući tačne granice, pre svega granitoida, sem ukoliko bi se uradio izuzetno veliki broj mikroskopskih preparata stena.

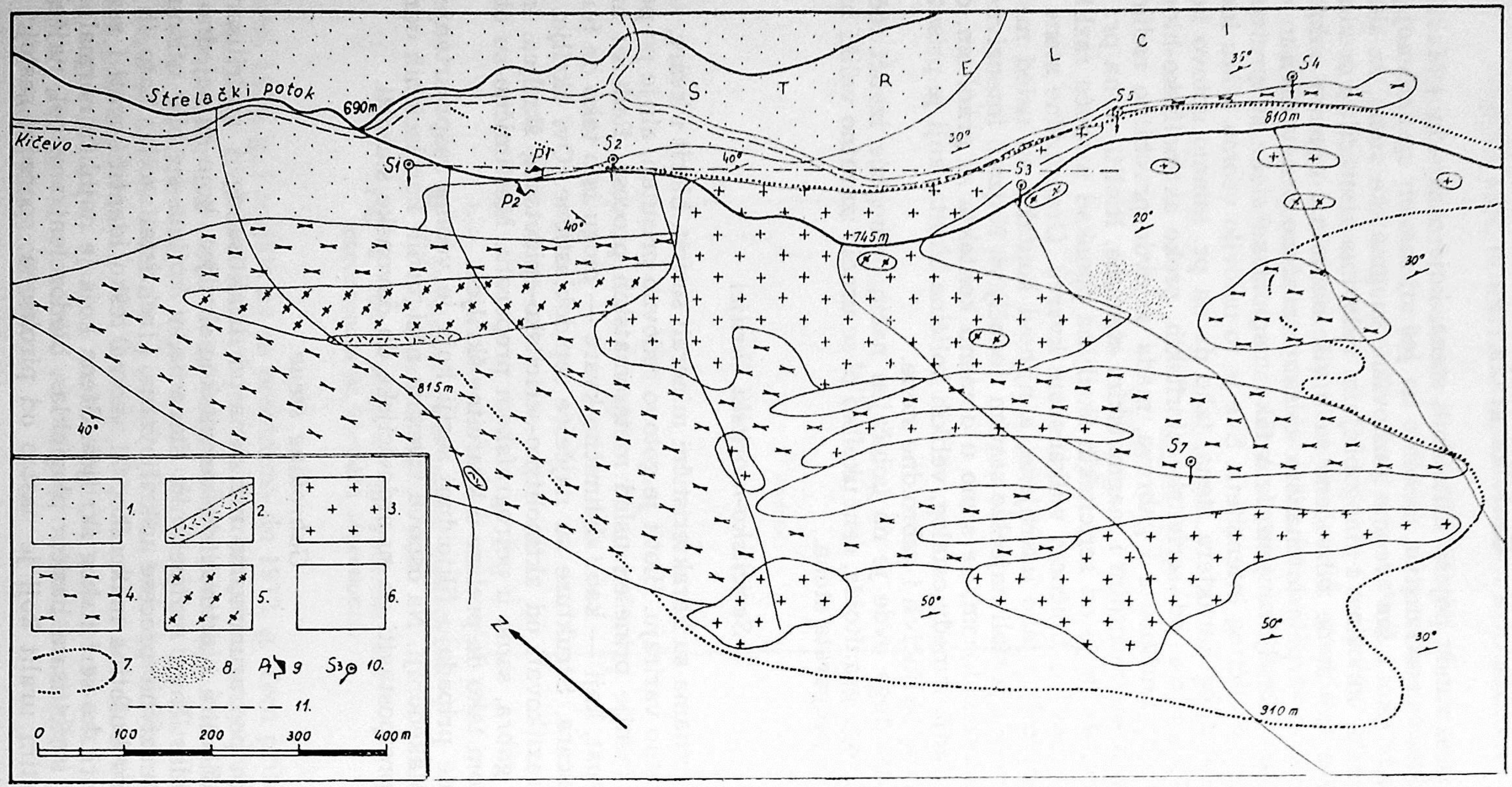
### *Sericitsko-hloritski škriljci*

U ovim stenama su karakteristični minerali sericit, hlorit i kvarc, koji količinski znatno variraju. Biotit je gotovo redovno prisutan, ali je po pravilu znatno kasnije primešen usled metasomatskih procesa. Ređi su muskovit i feldspat, koji — kao i delimično kvarc — mogu isto tako da budu i sastojci peščara. Strukture su najčešće lepidoblastične. Ovi škriljci se često mogu razlikovati od aktinolitsko-sericitsko-epidotskog škriljca, koji je nastao od gabra, samo u petrografskom preparatu. Mestimično su obogaćeni kvarcom tako da prelaze u kvarcitne škriljce.

Ove stene pripadaju filitoidnoj seriji koja je veoma rasprosrtanjena u zapadnoj Makedoniji. Na osnovu izvesnih nesigurnih korelacionih odnosa, može se pretpostaviti da su ordovicijske do devonske starosti.

### *Gabroidne stene*

Pod ovim podrazumevamo niz stena od uralitisanog i sosiritisanog gabra do amfibolita i aktinolitsko sericitskog škriljca, koje su zajedno sa prvobitnim klastičnim sedimentnim stenama, u kojima su bile utisnute, pretrpele intenzivne procese uškriljavanja i rekristalizacije. Zato ih je čak i u jezgru bušotina makroskopski veoma teško identifikovati i razlikovati od hloritsko-sericitskog škriljca. Stena koja je najbliža normalnom gabru sadrži sericitisani bazični plagioklas, bledozeleni amfibol, najčešće hloritisan, zatim uralit koji je nastao od piroksena; sporedni sastojci su




Sl. 2. Geološka karta molibdenitskog ležišta Strelci. 1. Aluvijalni i terasni nanos; 2. Kvarcna žica; 3. Granitoidne stene; 4. Metamorfisani riolit porfir; 5. Gabroidne stene; 6. Sericitsko-hloritski škriljci; 7. Granica orudnjenja i dejstva alteracionih procesa; 8. »Skarn« (pretežno magnetit sa piritom); 9. Potkop; 10. Kosa bušotina; 11. Osa blokdijagrama (sl. 3).

Fig. 2. Geologic map of molybednite ore deposit Strelci. 1. Alluvial and terrace deposits; 2. Quartz vein; 3. Granitoide rocks; 4. Metamorphosed rhyolite porphyre; 5. Gabbroid rocks; 6. Sericite-chlorite schists; 7. Limit of mineralization and alteration processes; 8. »Skarn« (mostly magnetite and pyrite); 9. Adit; 10. Inclined drill hole; 11. Axis of block diagram (fig. 3).

rudni mineral, sfen, leukoksen i apatit. Često se javlja i kao sosiritski škriljac, koji se sastoji od sosiritisanog plagioklasa, uralita i epidota. Najzad, kao krajnji produkat metamorfizma javlja se i aktinolitski škriljac, u kome su glavni sastojci aktinolit, epidot i sericit. Pored navedenih, gotovo redovni sastojci su sekundarni kvarc i kalcit, u nagomilanjima ili u vidu žilica, zatim biotit, koji je naknadno unešen procesima alkalne metasomatoze.

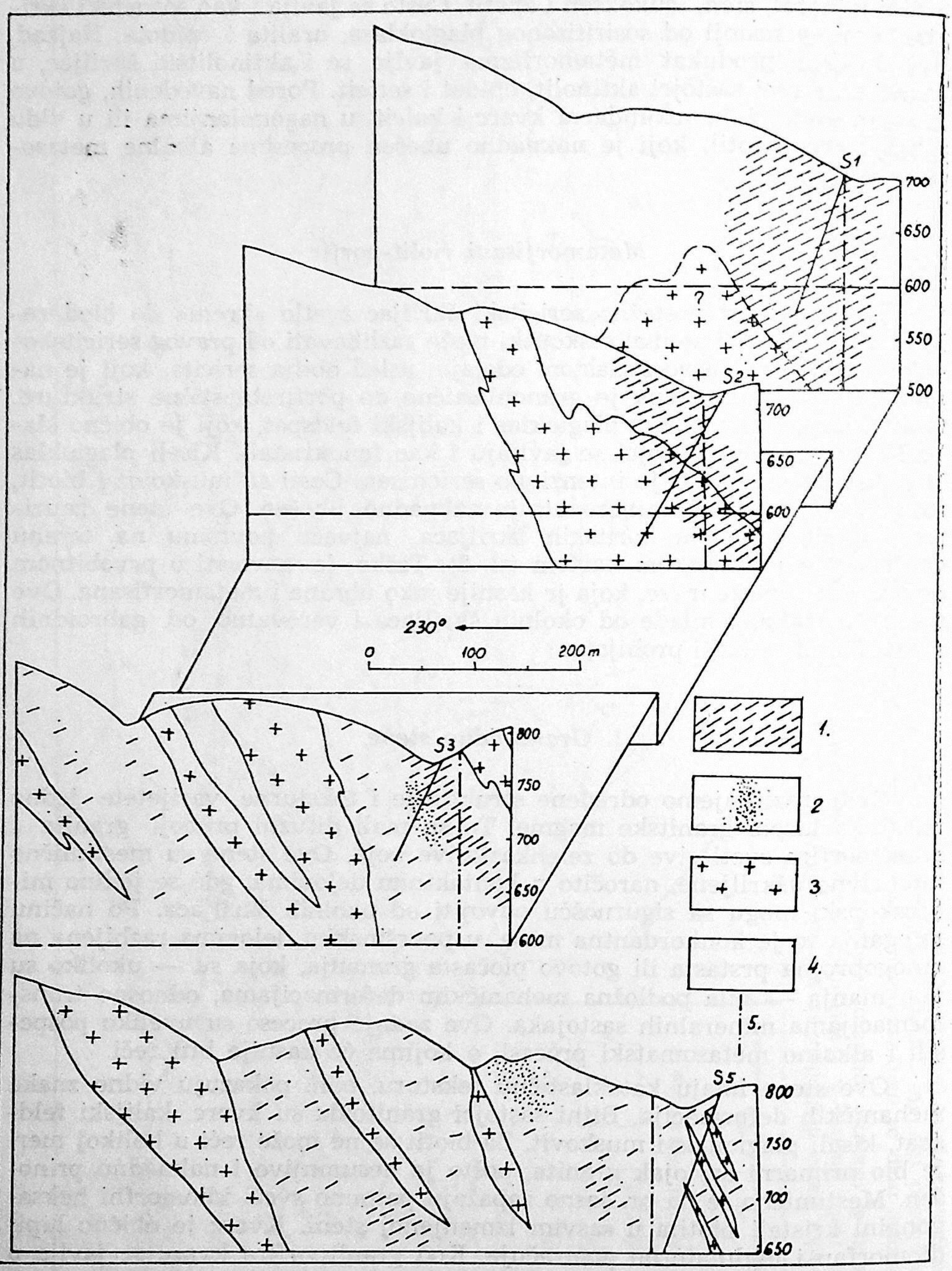
### *Metamorfisani riolit-porfir*

To je ustvari pretežno sericitski škriljac svetlo »krem« do bledozelenkaste boje, koji se makroskopski može razlikovati od pravog sericitsko-hloritskog škriljca po svilastom odsjaju, usled obilja sericita, koji je nastao od feldspata. Stena je granoblastične do porfiroblastične strukture. Glavni sastojci su kvarc, plagioklas i kalijski feldspat, koji je obično slabo kaolinisan; ovi sastojci se javljaju i kao fenokristali. Kiseli plagioklas iz reda albit-oligoklas je intenzivno sericitisan. Česti su muskovit i biotit, mada je ovaj zadnji najverovatnije naknadno unošen. Ove stene zauzimaju, posle sericitsko-horitskih škriljaca, najveću površinu na terenu obuhvaćenom geološkom kartom (sl. 2). Teško je govoriti o prvobitnom obliku ove stenske mase, koja je kasnije jako ubrana i metamorfisana. Ove stene su svakako mlađe od okolnih škriljaca i verovatno od gabroidnih stena, dok ih graniti probijaju.

### *Granitoidne stene*

Ovde razlikujemo određene strukturne i teksturne varijetete jedne relativno kisele granitske magme. To su mali difuzni proboji granita i granitporfira svetlosive do zelenkastosive boje. Ove stene su mestimično intenzivno uškriljene, naročito u kontaktnim delovima, gde se jedino mikroskopski mogu sa sigurnošću odvojiti od okolnih škriljaca. Po načinu zaleganja to je konkordantna masa, u površinskim delovima razbijena na mnogobrojna prstasta ili gotovo pločasta grananja, koja su — ukoliko su bila manja — bila podložna mehaničkim deformacijama, odnosno transformacijama mineralnih sastojaka. Ove zadnje procese su uveliko pospešili i alkalno metasomatski procesi, o kojima će kasnije biti reči.

Ove stene imaju kataklastičnu teksturu, odn. pokazuju vidne znake mehaničkih deformacija. Bitni sastojci granitoida su kvarc, kalijski feldspat, kiseli plagioklas i muskovit. Za biotit se ne može reći u kolikoj meri je bio primarni sastojak granita, pošto je nesumnjivo i naknadno prinošen. Mestimično se na pr. jasno zapažaju potpuno sveži idiomorfni heksagonalni kristali biotita u sasvim izmenjenoj steni. Kvarc je obično hipidiomorfan i undulatorno pomračuje. Kod granitporfira kvarc se javlja u bipiramidalnim oblicima. Kalijski feldspat nastupa kao mikroklin i mikropertit, delom albitisan. Plagioklas dolazi kao albit-oligoklas i najčešće je sericitisan. Sekundarni sastojci su već pomenuti sericit, zatim hlorit, nastao od primarnog biotita, ređe epidot i kalcit. Akcesorni sastojci su cirkon i sfen, ređe apatit.




Sl. 3. Blokdijagram molibdenitskog ležišta Strelci. 1. Orudnjenje; 2. »Skarn«; 3. Granitoidne stene; 4. Kristalasti škriljci i druge stene; 5. Osa blokdijagrama.

Fig. 3. Block diagram of molybdenite ore deposit Strelci. 1. Mineralization; 2. »Skarn«; 3. Granitoide rocks; 4. Grystalline schists and other rocks; 5. Axis of blockdiagram.

Na ovoj steni je vršeno određivanje apsolutne starosti (G. D e l e o n), ali su zbog intenzivnih promena, u prvom redu usled alkalizacionih procesa, dobijeni višeznačni pa i nelogični rezultati, što kod izmenjenih granita nije redak slučaj. Preliminarna ispitivanja jednog uzorka su najviše ukazivala na eventualnu jursku starost, što se svakako više odnosi na kasnije procese, o čemu će biti više reči u sledećim odeljcima.

## Procesi alteracije (endogene promene)

Pod ovim podrazumevamo u prvom redu alkalno-metasomatske procese, zatim stvaranje kornita i »skarna«. Redosled stvaranja bi međutim bio najverovatnije obrnut, te će ovi fenomeni biti tako i opisivani.

*Pod izrazom skarn* podrazumevamo mineralnu paragenezu koja nije tipično skarnovska i koja se najvećim delom sastoji od magnetita, pirita, epidota i kvarca, sa dosta granata, hlorita i kalcita. Ovde se javlja i kalijski feldspat kao i kiseli plagioklas, ali su oni najverovatnije naknadno uneseni, isto kao i vrlo redak biotit. Sporedni sastojci su apatit i sfen. Ova parageneza minerala se javlja na dva mesta: na površini u JI delu terena, na visini bušotine S—5 (sl. 2), kao i u bušotini S—3, na dubini od 52 — 63 m (sl. 3).

*Kornitizacija* je relativno neujednačeno zahvatila škriljce u domenu proboja granitskih tela. Najveće mase kornita nalaze se na JZ kraju rudišta, gde su granitske mase najviše razbijene i zauzimaju relativno više nivoe. Međutim, na severoistočnom obodu granita, kornitizacija gotovo i ne postoji. Ovaj proces je ustvari najviše izražen silifikacijom, uz formiranje tipične trakaste teksture. Na taj način kornit predstavlja sitnozrni agregat kvarca, sericita i muskovita odn. hlorita sa obilnim piritom. Kvarc se javlja u vidu nagomilanja sitnozrnih agregata ili kao mnogobrojne žilice. Ovu stenu je praktično nemoguće jasno odvojiti naročito od sericitsko hloritskog škriljca čak ni pod mikroskopom.

*Alkalna metasomatoza* je dobila u okviru strelačkog granita impozantne razmere, kakve se u našim ležištima samo izuzetno sreću. Tri glavna minerala koja dominiraju celim područjem u okviru alkalizacionih procesa su biotit, feldspat i kvarc. Zapravo, ovde se radi s jedne strane o biotitizaciji i s druge strane o kvarcno-feldspatskim žilicama sa rudnim mineralima. Biotit je prisutan svuda, kao što je već ranije rečeno, počev od granita i većih partija sericitsko-hloritskih škriljaca, do gabroidnih stena, gde je manje obilan. Zato se teško mogu prihvatiti izrazi kao biotitski granit ili biotitski škriljac, već je pravilnije govoriti o biotitizovanim stenama. Pri tom se ne isključuje postojanje manjih količina primarnog biotita, ne samo u granitu. Feldspatizacija se makroskopski najočitije zapaža kao kvarcno-feldspatske žice i žilice, debljine najčešće 1 — 2 cm, koje prožimaju naročito partije škriljavih stena u domenu kontakta sa granitom. Kvarc u žilicama je bele boje i javlja se u krupnozrnim agregatima. Feldspat je obično ružičaste boje, a mikroskopski su određeni mikroklin sa nešto mikropertita, kao i zamućen plagioklas. Neposredno uz jednu takvu žilicu u mikroskopu je zapažena biotitizacija sericitsko-hloritskog škriljca, u kome se žilica nalazi. Pored ovih minerala dosta su česti kalcit i pirit, koji se u ovim žilicama i žicama naročito javljaju uz gotovo

redovno prisutan molibdenit. Uz granit na kontaktu se javljaju i pojedinačna zrna feldspata i kvarca, što poprima karakter granitizacije. Kvarcno-feldspatske žice i žilice su obilnije u severnom delu terena, odnosno u dubljim partijama škriljaca u blizini kontakta sa granitom, što se naročito vidi u bušotini S—2. Zato nam obilje ovih žilica u bušotini S—1 ukazuje na moguće prisustvo granita, koji inače do kraja ove relativno plitke bušotine nije presečen.

Pored kvarcno-feldspatskih mnogo su češće kvarcne žice i žilice koje su isto tako molibdenonosne. Ustvari one su stvarane u istom ciklusu kada i one prve i jedina je razlika što ne sadrže feldspat. Na severnom obodu granita, na kontaktu gabra i riolita, nalazi se jedna kvarcna žica debela 2—3 m, sa dosta pirita, u kojoj međutim molibdenit uopšte nije mogao da bude primećen.

## Orudnjenje

Orudnjenje lokalnosti Strelci je gotovo isključivo molibdenitsko. Molibdenit se javlja u vidu usamljenih zrnaca i gnezdašca nepravilnog oblika odnosno u vidu finih žilica i prevlaka. Za molibdenit su karakteristične i mehaničke prevlake — »razmazi«, zbog čega se ovaj mineral lako uočava i pri veoma malim koncentracijama. Već je ranije rečeno da je pirit veoma obilan, pa se često javlja i u asocijaciji sa molibdenitom, ali su paragenetski odnosi nejasni. U istim takvim heterogenetskim odnosima javljaju se gotovo redovno magnetit i rutil. Halkopirit je znatno ređi, dok se sfalerit javlja u tragovima. U bušotini S-1 na 98 m mikroskopski je utvrđen antimonit, udružen sa homogenim piritom. U domenu potkopa na površini je čest i molibdenski oker.

Molibdenit se javlja u svim stenama, najčešće u kornitisanom škriljcu, kao i u granitu, u njegovom kontaktnom pojasu prema kornitisanim škriljcima. Distribucija molibdenita je neujednačena (sl. 3). Najveće koncentracije, dosta homogeno raspoređene, nađene su u domenu bušotine S-1 odn. u najsevernijem delu terena. Ova difuzna ali relativno dosta ujednačena koncentracija molibdena proteže se najverovatnije do bušotine S-2, gde su sadržaji već slabiji. U sledećim bušotinama orudnjenje je više razbijeno, sa srednjim sadržajima molibdena kao i u bušotini S-2. Na taj način, prostor u čijem se domenu nalazi bušotina S-1 i potkopi, predstavlja najoptimalniji deo rudišta po količinama molibdena. U jednom intervalu od 20 m u bušotini S-1, srednji sadržaj molibdena iznosi 0,08%. U koncentratu molibdenita kod potkopa P-1 sa 30% molibdena sadržaj renijuma iznosi 25 gr/t. Prema podacima ispitivanja fenomena indukovane polarizacije, orudnjena zona se može protezati ispod kvartarnog pokrivača još najmanje 300 m od potkopa dalje ka SZ. Pošto ni sama bušotina S-1 nije došla do završetka orudnjene zone u dubini, jasno je da se u ovom delu rudišta istraživanja dubinskim bušenjem moraju nastaviti. Isto tako je očigledno da orudnjenje molibdena u celini sledi gornje delove granitske mase, koja tone ka severozapadu.

Kod već opisanih partija skarna, utvrđena je drugojačija mineralna parageneza: magnetit i pirit, sa ranije navedenim nerudnim mineralima. Halkopirit je znatno podređen, isto kao i hematit i martit, koji se javljaju

uz magnetit. Pirhotin se javlja veoma retko i to u vidu inkluzija u piritu. Ovde isto tako ima molibdenita, ali samo sporadično, isto kao i feldspata, mada je jasno da ne pripadaju toj paragenezi. Hemijske analize pokazuju ovde znatno povećane sadržaje bakra, osetno veće od molibdena, nasuprot drugim mestima van skarnovskih partija, gde su povećani sadržaji molibdena praćeni veoma niskim sadržajima bakra. Inače u celom rudištu srednji sadržaji bakra i molibdena su gotovo isti, u svakom slučaju ispod sadašnjih ekonomskih kategorija, izuzev molibdena u pojedinim delovima ležišta.

Na taj način u rudištu Strelci može se govoriti o dve parageneze minerala, koje su donekle prostorno izdvojene barem u pogledu maksimalnih koncentracija, a koje su vezane i za različite faze minerogeneze. Vremenski je starija »skarnovska« parageneza minerala pirit-magnetit-halkopirit sa epidotom, granatom i kvarcom kao nerudnim pratiocima. Druga parageneza se odnosi na molibdenit kao gotovo jedini rudni mineral, ako se izuzme pirit čije mesto nije jasno, uz koji idu kvarc, feldspat i kalcit kao nerudni pratioci.

Molibdenitsko rudište Strelci predstavlja jedno od najznačajnijih endogenih ležišta metala u zapadnoj Makedoniji. Po svojoj sveukupnoj građi ima najviše sličnosti sa ležištima Mačkatica i Klajmeks koja pripadaju tipu visokotemperaturnih hidrotermalnih ležišta odn. kvarcno-molibdenskih štokverkno-impregnacionih ležišta (po S. Jankoviću, 1967), koja su u svetu ekonomski najznačajnija. O starosti orudnjenja može se suditi po sledećoj koincidenciji. Ukoliko su alkalno metasomatski procesi, sa čijim je produktima vezano i orudnjenje, uticali na izotopske odnose, stvarajući novu sliku preraspodele, kako je ranije napomenuto, na osnovu koje se pretpostavlja jurska starost granita, onda je upravo orudnjenje te starosti, dok bi graniti bili stariji. Na taj način bi orudnjenje odgovaralo ranoalpijskoj (kimerijskoj) orogenoj fazi.

## POJAVA MOLIBDENITA KOD VRUTOKA

Lokalnost Vrutok nalazi se na 6—7 km JZ od Gostivara, na jugoistočnim padinama plinine Vraca (Šar planina). Pod ovom lokalnošću podrazumeva se jedno šire područje molibdenitskih pojava, koje bi odgovaralo jednom rudnom rejonu ili polju površine od 8 km². Unutar ovog polja nalaze se dve manje mase granita, poznate pod imenom vrutočki i ravenski graniti prema istoimenim selima u čijim se domenima nalaze (sl. 4).

Jedna kvarcna žica sa molibdenitom i halkopiritom u gornjem toku Vrutočkog potoka bila je poznata od ranije, a početkom pedesetih godina, prilikom izbijanja kaverne za vrutočku elektranu nađene su prevlake molibdenita u filitu. Kako su radiometrijskom prospekcijom 1959. g. otkrivena anomalna povećanja radioaktivnosti u domenu vrutočkog granita, 1961. g. vršena su detaljna istraživanja uključivši i geološko kartiranje u razmeri 1 : 10.000, kojom prilikom je registrovano nekoliko pojava molibdenita u domenu oba granitska masiva (R. Simonović, 1961). Tokom 1966. g. vršena je regionalna odn. poludetaljna metalometrijska prospekcija na molibden i bakar šireg područja, a tom prilikom vršena su i nešto detaljnija ispitivanja otkrivenih pojava molibdenita (A. Čipan, 1967).

Najzad, tokom 1971. g. ovo područje pokriveno je mrežom prospekcije na površini od oko 25 km². Duž profila postavljenih na međuodstojanju od 400 m uzimani su na svakih 80 m uzorci stena odn. tla ukoliko nije bilo izdanaka u blizini. Svi uzorci su analizirani na molibden i bakar, a znatan broj uzoraka, naročito u domenu granita, ispitivan je petrološki, u prvom redu radi utvrđivanja karaktera i stepena alteracija. Na znatno reduciranoj površini vršena su ispitivanja indukovane polarizacije i magnetizma (vertikalna komponenta). Istovremeno vršena je reambulacija postojeće geološke karte razmere 1 : 10.000. U svim ovim radovima učestvovali su M. Jakovljević, I. Vasić, T. Jančić i A. Antonović. Petrološka ispitivanja vršili su V. Ćebić i Mir. Cukućan, a hemijske analize uzoraka vršio je Z. Červenjak.

## Geološka građa

Geološki sastav terena je nešto jednostavniji nego u lokalnosti Strelci (sl. 4).

Geološku osnovu čini kompleks filitoidnih stena veoma monotonog petrološkog sastava. To su filitične stene, odn. sericitsko hloritski škriljci, pretežno lepidoblastične, ponekad psamitske strukture. Obično su sive boje, mestimično crne boje zbog organske materije. Najčešći i gotovo jedini sastojci su kvarc, sericit i hlorit. Kada ova stena sadrži veće količine kvarca, prelazi u kvarcitični škriljac. Ponekad se pojavljuje kalcit u toliкoj meri da filit prelazi u karbonatni škriljac. Posebno se javljaju mermerisani krečnjaci, obično u stratigrafski višim delovima ove serije, ali najčešće u južnom delu terena. Južno od Vrutoka, desetak kilometara izvan oboda naše karte, nađeni su u ovim krečnjacima devonski fosili (T. Ivanovski, usmeno saopštenje). Međutim, pitanje starosti filitične serije ostaje potpuno otvoreno s obzirom na protivrečne podatke dobijene raznim vidovima ispitivanja.

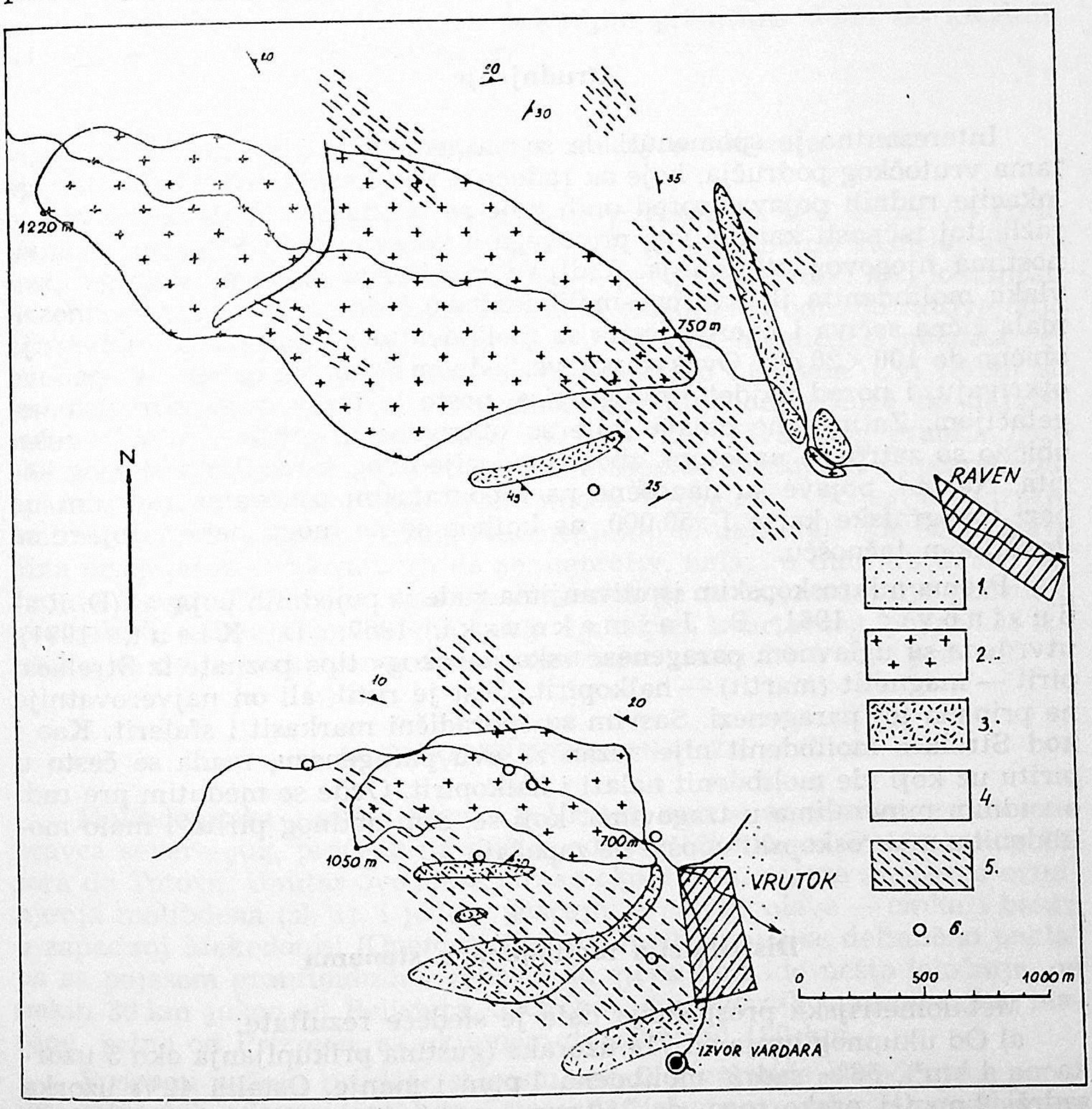
*Kvarciti* zauzimaju znatno prostranstvo na ovom terenu i oni se kod sela Ravena i eksploatišu. Za razliku od kvarcitičnih škriljaca to su masivne stene. Njihov postanak nije dovoljno jasan, ali se može sa dosta izvesnosti govoriti o sekundarnim kvarcitima. U tom slučaju oni bi bili produkat intenzivne silifikacije kao posledica endogenih (hidrotermalnih) procesa. Ove stene imaju veoma jednostavan mineralni sastav. Pored kvarca u vidu zrna sa tipičnim zupčastim spajanjem, nalaze se samo ređe liske muskovita.

Znatno ređe javljaju se *sosiritisani gabro* i *aktinolitski škriljac*, kao i *škriljavi riolit*, čime je upotpunjena litološka građa kao na lokalnosti Strelci. Međutim, zastupljenost ovih zadnjih stena je ovde neuporedivo manja.

*Graniti* su najmlađe stene na ovom delu terena. Obe pomenute mase vrutočkog i ravenskog granita su potpuno istog mineralnog sastava. Boje su svetlosive, strukture su hipidiomorfno zrnaste i kataklastične. Bitni sastojci su kvarc, kalijski feldspat, plagioklas i muskovit. Kvarc je deformisan i undulatorno pomračuje. Kalijski feldspat se javlja u vidu kaolinisanog mikroklina i mikropertita. Plagioklas je iz reda albit-oligoklas i obično je znatno sericitisan. Bojeni sastojak je muskovit i dosta retko bio-

tit. Akcesorni sastojci su apatit i cirkon. Pukotinice u granitu su najčešće ispunjene sericitom i hloritom.

Graniti nesumnjivo probijaju filitičnu seriju, ali su zone kontakta gde dolazi do mešanja materijala, nasuprot strelačkom granitu, veoma uzane, desetak centimetara ili ređe nekoliko desetina centimetara. Zato bi se ovde moglo govoriti o jednom znatno hladnijem utiskivanju granita. Isto tako, upoređujući ove granite sa lokalnosti Strelci, ovde izostaju pojave skarna, a naročito fenomeni koji ukazuju na alkalno metasomatske procese (biotitizacija, kvarcno-feldspatske žilice). Jedini vid alteracije neposrednije vezan za granite je obezbojavanje filita, tako da su ove partije




Sl. 4. Uprošćena geološka karta molibdenonosnog područja Vrutok. 1. Aluvijalni nanos; 2. Granit; 3. Kvarcit; 4. Pretežno filiti; 5. Površine sa anomalnim sadržajem molibdena u stenama; 6. Pojave molibdenita.

Fig. 4. Simplified geologic map of molybdene bearing Vrutok area. 1. Alluvial deposit; 2. Granite; 3. Quartzite; 4. Mostly phyllite; 5. Surfaces covering anomalous content of molybdenum in rocks; 6. Molybdenite occurrences.

na geološkim kartama označene kao sericitsko hloritski škriljci. Moguće je da je ovde došlo i do slabije silifikacije. Velike mase kvarcita, ukoliko se radi o sekundarnim kvarcitima, ne mogu se međutim neposredno vezati za utiskovanje granita, već se najverovatnije radi o kasnijim hidrotermalnim procesima.

Na jednom uzorku vrutočkog granita određivana je apsolutna starost putem odnosa $Sr^{87}/Rb^{87}$ i $Ar^{40}/K^{40}$ u muskovitu (G. D e l e o n, 1969). Kod prvog odnosa dobijena je starost od $292 \pm 4$ miliona godina, a kod drugog 287 miliona godina, što se uglavnom dosta dobro slaže. Ova apsolutna starost odgovara najgornjem karbonu odn. granici karbon—perm.

## Orudnjenje

Interesantno je spomenuti da se na geološkim i prospekcionim kartama vrutočkog područja, koje su rađene u tri navrata, uvek nalaze druge lokacije rudnih pojava, pored onih koje se poklapaju. Ovde se ne radi o različitoj tačnosti karata, već pre svega o karakteru orudnjenja i mogućnostima njegovog otkrivanja. Vidljive manifestacije orudnjenja su prevlake molibdenita ili kvarcno-molibdenitske žilice u škriljcima, odnosno mala žična sočiva i gnezda pirita sa molibdenitom u granitima, dimenzija obično do $100 \times 20$ cm. Ovakve pojave, jednom pronađene, teško se ponovo otkrivaju, i pored najdetaljnijeg opisa, pošto je teren gusto obrastao vegetacijom. Zatim, one pojave koje su otkrivene u koritu Vrutočke reke, obično su zatrpane nanosom, zbog regulacije ovog inače dosta strmog korita. Najzad, pojave su nanošene na topografskim osnovama rađenim na bazi topografske karte 1 : 50.000, na kojima se ne mogu naneti pojave sa dovoljnom tačnošću.

Prema mikroskopskim ispitivanjima rude iz pojedinih pojava (D. R a d u s i n o v i ć, 1961; B. J a š m a k o v s k i, 1967; D. K l e u t, 1971), utvrđene su uglavnom parageneze »skarnovskog« tipa poznate iz Strelaca: pirit — magnetit (martit) — halkopirit. Čest je rutil, ali on najverovatnije ne pripada toj paragenezi. Sasvim su sporadični markasit i sfalerit. Kao i kod Strelaca molibdenit nije vezan za ovu paragenezu, mada se često u piritu uz koji ide molibdenit nalazi i halkopirit. Ovde se međutim pre radi o rudnim mineralima u tragovima, koji se, sem obilnog pirita i malo molibdenita, makroskopski uopšte ne zapažaju.

## Distribucija molibdena u stenama

Metalometrijska prospekcija dala je sledeće rezultate:

a) Od ukupnog broja od 714 uzoraka (gustina prikupljanja oko 3 uzorka na 1 $km^2$), 58% sadrži molibdena 1 ppm i manje. Ostalih 42% uzorka sadrži 2 ppm i preko toga, do 360 ppm maksimalno, ali srednji ponderisani sadržaj molibdena iznosi 11 ppm. Ako ovaj sadržaj pokriva površinu od 10 $km^2$, i ako se uzme visinska razlika od 500 m, onda se dobija pozamašna količina od 100.000 tona metala. Ona je međutim nepovratno rasuta, i teško da će ikada moći da bude iskorišćena, čak i u domenu Vrutoka, gde su koncentracije dosta veće.

b) Koncentracije molibdena nisu ni u kakvoj zavisnosti od pojedinih tipova stena, bilo da se radi o granitu ili kvarcitu (sl. 4). Najveće koncentracije molibdena sa srednjim sadržajem oko 20 ppm nalaze se južno od vrutočkog granita. Ovo najveće anomalno polje ograničeno je ka jugu mermerisanim krečnjacima, a ka istoku tone pod kvartarni pokrivač na kome se nalazi selo Vrutok. Ostale površine anomalnih sadržaja nepravilno su razbacane, ali čine široku zonu generalnog pravca pružanja sever—jug.

c) Pojave molibdenita ne poklapaju se uvek, a naročito u vrutočkom granitu, sa površinama anomalnog sadržaja molibdena. Zapravo većina ovih površina nalazi se izvan granita. Škriljci sa organskom materijom su svakako bili povoljnija sredina za difuzno prožimanje rastvorima i deponovanje molibdena, dok je u kompaktnijim granitima došlo do lokalnih nagomilanja pirita sa molibdenitom.

### Poreklo, karakter i značaj orudnjenja

Orudnjenje se u krajnjoj liniji može povezati za iste izvore od kojih potiče i granit, ali se najverovatnije radi o jednoj znatno kasnijoj aktivnosti, moguće čak i kimerijskoj, kao što je pretpostavljeno i kod lokalnosti Strelci. Ovde je došlo do velikog rasipanja orudnjenja odn. do razdvajanja silifikacije od nešto kasnijeg prinosa molibdenita. Mogućnost nalaska većih koncentracija na ovom prostoru je praktično ništavna. Ovi tereni su duboko erodovani, tako da vertikalno odstojanje od najniže do najviše tačke u vrutočkom granitu iznosi 350 m, a kod ravenskog granita i do 470 m. Unutar ovih značajnih visinskih raspona, dostupnih neposrednom opažanju, nisu uočene nikakve pravilnosti u pogledu varijacije sadržaja molibdena, niti bilo kakvi drugi fenomeni koji bi ukazivali bilo da je glavnina orudnjenja erodovana ili da se, naprotiv, nalazi u dubljim delovima. Jedino što pruža izvesne šanse je činjenica da se najznačajnije područje anomalnih sadržaja molibdena nastavlja ispod kvartarnog pokrivača ka istoku, te dalja istraživanja treba eventualno nastaviti u tom pravcu.

## METALOGENETSKA ANALIZA

Molibdenitska rudišta Strelci i Vrutok nalaze se unutar jedne zone pravca sever—jug, praćene na dužini od oko 120 km, od Prespanskog jezera do Tetova. Unutar ove zone, široke oko 20 km, nalaze se, pored orudnjenja molibdena (sl. 1), i jedine značajnije pojave olova — cinka i bakra u zapadnoj Makedoniji (Openica, Berikovo). Ova zona se delimično poklapa sa pojasom granitoidnih i gabroidnih stena koji ide nešto istočnije, od nekih 30 km južno od Pelistera, u Grčkoj, do severnih ogranaka Šar planine, južno od Prizrena, sa ukupnom dužinom od 180 km.

Posebnu pažnju privlače starosni opsezi granitoida određeni na osnovu izotopskih odnosa (apsolutna starost). Najviše uzoraka (4) analizirano je od pelisterskog granita, zatim jedan od kruševskog i jedan od vrutočkog, o kome je već bilo reči. Sa područja Pelistera analizirana su i dva uzorka gnajseva. Ispitivanja su vršena metodom Sr/Rb, Ar/K i Pb/alfa cirkona. Od ovih 9 uzoraka 2 je analizirala G. Šoptrajanova, a

ostale G. D e l e o n. Svi ovi podaci nalaze se u radu G. D e l e o n a od 1969 (str. 171). Svih 5 analiza izotopskog odnosa Sr/Rb u biotitu iz granita i gnajseva Pelistera ukazuju na starost između 48 i 68 miliona godina, što odgovara starijem tercijaru. Ista starost dobijena je analizom cirkona iz dva uzorka. Ostali rezultati se međusobno dosta razlikuju. Na pr. starost biotita iz granita kod Nižepolja određena metodom Ar/K iznosi 461 milion godina, slično kao i starost granita kod Trnova određena metodom Sr/Rb (odredba stene u celini) — 456 miliona godina, što odgovara srednjem ordovicijumu. Zatim, gnajs kao stena sa ove zadnje lokalnosti po istoj metodi pokazuje starost od 308 miliona godina (gornji karbon), a starost muskovita u istom uzorku i po istoj metodi iznosi 190 miliona godina (gornji trijas). Najzad, jedan primerak kruševskog granita ima starost od 148 miliona godina (biotit, metoda Sr/Rb), što odgovara srednjoj juri. Na ovu diskusiju se može primetiti: a) da višeznačni rezultati ukazuju na višefaznost procesa koji su doveli do promena izotopskog sastava, b) da su ovim odredbama dobijeni starosni opsezi starijeg tercijara, trijasa-jure, gornjeg karbona i srednjeg ordovicijuma, a najčešće su dobijana po dva opsega na jednom istom uzorku, i c) da je zbog ovakvih odstupanja neophodno imati znatno veći broj odredbi apsolutne starosti da bi se mogli bolje upotrebiti za metalogenetsku analizu.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu svih ovih podataka mogu se doneti sledeći zaključci:

1. Unutar granitoidnog pojasa zapadne Makedonije utiskivanje ovih stena vršeno je u više navrata i to tokom starijeg paleozoika, mlađeg paleozoika i srednjeg mezozoika. Utiskivanje ovih granita praćeno je oslobađanjem lakoisparljivih komponenata sa alkalijama i teškim metalima (Mo, Cu, Pb, Zn). Ovakvih aktiviranja bilo je i tokom tercijara. Svi granitoidi se isto tako mogu shvatiti i kao produkat jedinstvenog ognjišta, aktiviranog tokom više stotina miliona godina.

2. Sva poznata orudnjenja molibdena vezana su isključivo za t. zv. male intruzije, među kojima bi se mogle razlikovati »vruće« i »hladne« intruzije. Kod »vrućih« granita (Strelci) se javljaju različiti strukturni varijeteti, zatim prostrani oreol kontaktno metasomatskih i drugih izmena, što sve kod »hladnih« granita (Vrutok) izostaje. Graniti Strelaca i Vrutoka su najverovatnije iste, gornjekarbonske starosti. Vrlo je moguće, međutim, da su alkalno metasomatske promene nastale usled dejstva granita kasnije faze. Na pr. kod Strelaca je pretpostavljena jurska starost biotita, što se može odnositi na aktivnost vezanu za utiskivanje velikih masa kruševskog granita, koji su od Strelaca udaljeni svega 10—15 km, a čija je apsolutna starost isto tako jurska. Ima se čak utisak da se obe mase nalaze na istoj razlomnoj strukturi pružanja SZ—JI.

Ovi zaključci nameću dublja proučavanja postojećih podataka, od kojih nisu svi uključeni u ovu analizu (geohemijska ispitivanja granitoida, gravimetrijska i geomagnetska ispitivanja i dr.), kao i dopunska ispitivanja, između ostalog masovnije određivanje apsolutne starosti granitoida, izučavanje i otkrivanje osnovne tektonske strukture centralnog dela zapadne Makedonije, koja još uvek nije poznata.

Može se pak izvući jedinstven zaključak da u okviru zapadno-makedonskog pojasa granitoidnih stena postoji izrazita molibdenska specijalizacija, tako da se ovaj pojas može izdvojiti kao posebna molibdenska metalogenetska jedinica (oblast). Starost ove metalogeneze nije dovoljno jasna, ali se može smatrati ranoalpiskom. Unutar ove oblasti ne treba isto tako zanemariti i mogućnost otkrivanja bakrovih orudnjenja.

(Predato za štampu septembra 1973. god.).

## LITERATURA


1. Antonović A., Jančić T., 1971: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima i bušenju u reonu Berikovo—Tuin i Strelci u 1970. g. Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
2. Deleon G., 1969: Pregled rezultata određivanja apsolutne geološke starosti garnitoidnih stena u Jugoslaviji. Radovi Instituta za istraž. nukl. sir., sv. 6, Beograd.
3. Ivanovski T. sa saradnicima, 1966, 1968: Godišnji izveštaji o geološkom kartiranju za Osnovnu geološku kartu SFRJ. Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
4. Jakovljević M., Vasić I., 1972: Godišnji izveštaj o izvršenim radovima na regionalnom geološkom istraživanju područja zapadne Makedonije. Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
5. Jakovljević M., Jančić T., Vasić I., Antonović A., 1972: Godišnji izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima zapadne Makedonije u 1971. (lokalnost Vrutok). Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
6. Jančić T., Popović R., Antonović A., 1967: Izveštaj o istraživanjima na području zapadne Makedonije (reon Makedonski Brod — Samokov, lokalnosti Strelci, Berikovo i dr.). Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
7. Popović R., Jančić T., 1968: Izveštaj o istraživanjima u zapadnoj Makedoniji (lokalnosti Strelci i dr.). Fond struč. dokum. Instituta za istraž. nukl. sir., Beograd.
8. Stojanović M., 1961: Izveštaj o istraživanjima rudne pojave molibdenita u selu Strelci za 1960. g. Fond struč. dokum. Geološkog zavoda Skopje.
9. Čipan A., 1967: Izveštaj za strategijska prospekcija vo Vrutok i Elovica, Gostivarsko, vo 1966. g. Fond struč. dokum. Geološkog zavoda Skopje.


## Summary

RADULE POPOVIĆ[1]
ANTONIJE ANTONOVIĆ[1]

### MOLYBDENITE ORE DEPOSITS AND OCCURRENCES IN WESTERN MACEDONIA

In Western Macedonia (southern Yugoslavia) four molybdenite occurrences are known, located throughout a relatively narrow north-trending zone. They are associated with small granitic intrusions. Only Strelci and Vrutok localities were investigated.

---

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

Molybdenite mineralization of Strelci locality is restricted to the contact zone between an irregularly shaped granite mass and surrounding silicified sericite-chlorite schists (hornfels). From the other rocks the most common are metamorphosed rhyolite, then gabbro and amphibolite. Along the contact zone occurs a distinctive mineral assemblage as well, resembling the skarn, composed of magnetite, pyrite, epidote, garnet, chlorite and calcite. The country rocks surrounding granitic body have been affected by alkali metasomatic processes producing largely developed biotitization, feldspathization (quartz-feldspar) and silicification (quartz veinlets). The ore bodies are impregnations, coantings and veinlets of molybdenite associated with abundant pyrite and scarce chalcopyrite in hornfels, schistose rhyolite and granite. The grade of ore is relatively low, but the largest concentration of molybdene has been found in the north-western part of the deposit, in the bore hole S-1. Lateral extension of mineralization toward north-west is not known.

Sporadic occurrences of molybdenite are distributed in the area around two granite masses in the Vrutok locality. The appearance of hornfels or alkali metasomatizm is lacking. The area was covered by a rock sampling pattern and several surfaces showing a high molybdenum content (ranging up to 11 ppm in average) has been detected mostly in dark phyllite.

The molybdenite ore occurrences and deposits including two described localities and many granite masses constitute a distinct metallogenic zone. The age of Vrutok granite and probably of Strelci granite is Upper Carboniferous. The age of molybdenite mineralization could be Early Alpine — Kimmeridgian.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

ĐUŠAN KLEUT

UDK: 550.42:546.18:553.3 (497.17)

# POJAVE FOSFORA U SEDIMENTNIM LEŽIŠTIMA GVOŽĐA ZAPADNE MAKEDONIJE

## — sa osvrtom na njihovu geologiju i genezu —

(sa 2 slike)

Prisustvo fosfora u rudama gvožđa zapadne Makedonije, kao i uopšte sadržaj fosfora u ležištima gvožđa, postavlja se kao problem. Za geologe ova pojava je interesantna sa geohemijskog stanovišta, a tehnolozi joj posvećuju veliku pažnju zbog problema u vezi sa tehnološkom obradom rude.

Interesantno je da sva ležišta sedimentnih ruda gvožđa u zap. Makedoniji sadrže fosfor. Autor je do sada objavio podatke o sadržaju fosfora u ležištu Tajmište (1967. god. radovi ovog Instituta) i za neka druga ležišta gvožđa u Makedoniji (1971. god. VII kongres geologa u Zagrebu).

Ovim radom pokušalo se na konkretnim primerima prikazati geneza i migracija fosfora, prostorna i fizičko-hemijska veza fosfora sa pojedinim mineralima u proučavanim ležištima gvožđa i to Tajmišta, Demir Hisara, Orlov kamena, Judova, Malkoveca, Ehloveca i drugih lokalnosti.

Reč je o sedimentnim ležištima gvožđa, devonske starosti, čiji je postanak uslovljen submarinskim erupcijama bazičnih efuziva. U stvaranju ležišta učestvovao je materijal poreklom iz submarinskih erupcija i materijal poreklom sa kopna. Stalożene u pretežno geloznom stanju mineralizacije gvožđa su kasnije, u vreme dijagneneze, pretrpele čitav niz promena i transformacija mineralnog sastava a zbog epigenetskog unošenja karbonata i metamorfnih uticaja. I sam fosfor u ovim ležištima potiče delom sa kopna (apatit kao detritični materijal), a delom iz morskih rastvora. Fosfor koji se nalazio u morskoj sredini rastvoren u vidu nekog fosfata stalożen je zajedno sa primarno stvorenim sideritom. Kasnije dolazi do delimičnog migriranja fosfora iz primarno stvorenog siderita, pošto ovaj prelazi u druge minerale a usled rušenja strukture primarnog siderita i oslobađanja fosfornog jona iz nje, i stvaranja dijagenetskog apatita.

Ovo je samo naizgled komplikovan ali u suštini prirodan i logičan položaj fosfora u rudi. Zbog toga njegov fizički i hemijski odnos prema drugim mineralima u ležištima zahteva opširnija objašnjenja što je autor i pokušao da izvrši ovim radom.

## UVOD

Posle drugog svetskog rata otkriveno je više novih nalazišta rude gvožđa u zapadnoj Makedoniji. Deficitarnost Jugoslavije u metalima, kao i postavljeni uslovi da izgradnja željezare u Skoplju mora bazirati na domaćim sirovinama, bili su razlozi intenzivnih ulaganja u geološka istra-

živanja. U vrlo kratkom vremenu tj. od 1949. godine, kada su započeti istražni radovi na Tajmištu, pa za narednih desetak godina geološka služba Makedonije obezbedila je potrebnu sirovinsku bazu za buduću železzaru. Valja napomenuti da samo Tajmište, ležište na planini Bistri, ima preko 130 miliona tona rude osrednjeg kvaliteta i nalazi se na terenu koji je već spojen sa Skopljem asfaltnim drumom i prugom normalnog koloseka.

Prema mišljenju Inž. V. Sosića manje količine troskve nađene kod nekih od ovih ležišta rude gvožđa ukazuju da je i u prošlosti vršena eksploatacija gvožđa u ovim krajevima, ali je ona bila verovatno malih razmera, pošto ne postoje očuvani stari rudarski radovi. Isti autor smatra da je ta eksploatacija ležišta gvožđa u Makedoniji bila malog obima, najverovatnije, zbog sadržaja fosfora u rudi.

Godine 1963. prišlo se, zbog loše tehnološke obrade rude, detaljnom proučavanju mineralnog sastava (kvantitativnog mineralnog sastava rude) jer su za dotadašnja poznavanja ovog sastava postojale opravdane sumnje. Naime, shvatanja da je ruda šamozitna opovrgavala je, u prvom redu tehnologija, a i drugi podaci. Postavilo se i pitanje fosfora u ovim rudama.

Tajmištu je u tim proučavanjima posvećena najveća pažnja. Rezultati dobijeni za ovo ležište, koje je sistematski proučavano, upoređivani su i proveravani na drugim ležištima istog tipa, iste geološke starosti, iste geneze i vrlo bliskog mineralnog sastava. Na osnovu novih i već poznatih geoloških podataka zasnovana su sadašnja genetska tumačenja.

Proučavanja mineralnog sastava i paragenetskih odnosa vršena su na reprezentativnom materijalu (probama težine više stotina kilograma pa i do dve tone). Pri laboratorijskoj obradi materijala korišćena je metoda teških tečnosti, elektromagnetne separacije i metoda sedimentacije sa ciljem dobijanja pojedinačnih mineralnih frakcija iz sastava rude. Izdvojeni su čisti ili relativno čisti koncentrati mineralnih komponenti rude. Na ovaj način, pored ostalih podataka, utvrđeno je i prisustvo nekih minerala koji su veoma malo zastupljeni u rudi a koji nisu mogli da budu uočeni čak ni u više stotina ranije pregledanih mikroskopskih preparata.

Laboratorijska ispitivanja uzoraka rude i stene izvršena su u laboratoriji našeg Instituta, dok je većina hemijskih analiza urađena u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu. Pri sakupljanju geoloških podataka na terenu i dobijanju reprezentativnog materijala za analize nesebično su se angažovali geolozi geološko-rudarskog basena u Kičevu.

## GEOGRAFSKI I OPŠTI GEOLOŠKI PODACI O ISPITIVANIM LEŽIŠTIMA RUDA GOŽĐA U ZAPADNOJ MAKEDONIJI

Rudne mineralizacije gvožđa nalaze se u Makedoniji, počev od Gostivara na severu pa sve do Ohrida na jugu. Ima ih i južnije od Ohrida (Crvene vode) a poznata su nalazišta i u Albaniji, zatim na terenima istočne Srbije. To su pojave istog tipa rude i staropaleozojske starosti. Ustvari područje zapadne Makedonije predstavlja samo deo znatno veće geološke celine tj. paleozojske geosinklinale. Svakako da su među njima ekonomski najinteresantnija nalazišta Tajmište, severno od Kičeva, Malkovec, Svi-

njište, Judovo, Orlov kamen, Demir Hisar (Slepča), južno od Kičeva kao i Ehlovec JZ od Kičeva i druga nalazišta.

Komunikacijske prilike su jako poboljšane u toku istraživanja i otvaranja rudnika Tajmišta, a u toku su i dalji napori u tom pravcu.

Geološka istraživanja ovih ležišta, koja su vršena poslednjih godina, omogućila su da se dođe do novih i značajnih podataka.

Ruda se nalazi u filitičnoj seriji. Ova serija je u raznim lokalnostima i različite moćnosti. Na Tajmištu, na primer, njena moćnost iznosi preko 1000 metara u vertikalnom profilu. To je tamnosiva filitična serija u čijem se vertikalnom profilu naizmenično višestruko smenjuju po boji različiti slojevi ili čitava grupa slojeva. Na prvi pogled dobija se utisak da je ovakvo naizmenično smenjivanje sedimenata uslovljeno pulsiranjem morskog dna. U vezi sa tim, poznato je da i drugi podaci idu u prilog takvom shvatanju, kao što je pojava submarinskih erupcija, koja ukazuje da je dno geosinklinale u to vreme bilo labilno (lit. 2). Međutim. novija petrološka ispitivanja stena oko rudnih slojeva, pokazala su da organska materija (bitumija) nije ujednačeno raspoređena na tom profilu. Ona je, pored ostalih petroloških razlika, razlog što su isti sedimenti ili različiti sedimenti iz ovog profila makroskopski često puta označavani na različite načine ili pak na isti način kao tamnosivi filit, prugasti filit i tome slčno.

Novijim ispitivanjima došlo se i do podataka da se rudni sedimenti najčešće nalaze u seriji koju čine hloritsko-sericitski škriljci, opšteg filitičnog izgleda. Deo serije koji je u podini rudnih sedimenata karakteriše prisustvo metamorfisanih peščara sa sadržajem glinovite materije. I ovaj deo profila, kao i prethodni, makroskopski ima izgled filita zbog sadržaja organske materije i izvanredno sitnozrne mineralne građe.

Još 1952. godine L. Noth za ovu tamnosivu filitičnu seriju pretpostavlja da je karbonske starosti. Kasnije zajedno sa M. Dolencom, prihvata devonsku starost ove serije. Zatim su nađeni oskudni ostaci krinoida. Zahvaljujući tome je i izvršena bliža odredba geološke starosti ove serije.

U osnovi terena nalaze se bazične magmatske stene (dijabazi) čiji izdanci za sada nisu otkriveni u predelu ležišta Tajmišta, ali su nađeni na nekoliko drugih lokalnosti, kao kod Slepče na putu Kičevo — Ohrid kod sela Vrbljana i u Lazaropolju. Preko tih stena leže silurske tvorevine. U stvari, magmatske stene mestimično probijaju silur, tako da na nekim mestima preko njih direktno naleže donji devon. Inače, iznad silura u normalnom superpozicionom redu javlja se moćna devonska serija, pri čemu je zastupljen samo donji devon i donji deo srednjeg devona. Donji deo srednjeg devona završava se krečnjacima. Usled regresije i nastupanja kontinentalne faze, u seriji nedostaje srednji i gornji deo srednjeg devona, gornji devon i ceo mlađi paleozoik. Posle dugog hiatusa, ovaj teren ponovo tone, pa zbog toga preko krečnjaka srednjeg devona diskordantno leže sedimenti trijaske starosti, koji su predstavljeni brečoidnim ružičastim krečnjacima.

Cela serija je metamorfisana i uškriljena, krečnjaci su mermerisani a fosili uglavnom uništeni.

Rudni sedimenti se nalaze u delu profila koji je blizu granice donjeg i srednjeg devona, ali najverovatnije pripadaju donjem devonu. To su se-

dimenti sočivastog izgleda i većinom su skoro horizontalnog položaja, odnosno sa blagim nagibom zaležu pod sedimente povlate i humusa.

Sva ležišta sedimentnih ruda gvožđa u zapadnoj Makedoniji tektonski su bila više puta poremećena. Pod ovim se podrazumeva veći broj tektonskih elemenata ali ne i većih razmera što je u skladu sa tvrđenjem L. Noth-a po kome nije bilo većih nabiranja. Naročito su izraženi sitni rasedi sa manjim vertikalnim i kosim pomeranjima, kao i brojne obične prsline bez ikakvog pomeranja. Stvaranjem sitnih bora i njihovih promenjivih pravaca pružanja uslovljeno je i stvaranje prslina raznih pravaca. A. Cissarc razlikuje staro kaledonsko nabiranje sa osama pravca SSI do SI, sa stepenastim rasedanjem u pravcu ZSZ. Iste pravce imala je i kasnija variscijska orogeneza. Međutim, ni poslednje dinarsko nabiranje, koje je izvršeno u pravcu SSZ, nije izvršilo bitniju promenu već stvorenih tektonskih odnosa.

## Opšti pregled mineralnog i hemijskog sastava rudnih ležišta

Osnovne podatke o mineralnom sastavu i genezi ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji dali su A. Cisarc (1953), M. Dolenc (1960) i L. Noth (1961) i drugi. Prema ovim autorima ležišta su sedimentnog tipa, oolitne strukture, a poreklo gvožđa u njima je iz submarinskih eruptivnih bazičnih efuziva, koje su nastupile u završnom stadiju razvoja devonske geosinklinale ove oblasti. To potvrđuje i pojava tufitičnog materijala u devonskoj sivoj seriji u kojoj se nalazi i ruda. Unošenje gvožđa u morsku sredinu bilo je naglo a oblik u kojem je ono staloženo isključuje mogućnost njegovog porekla sa kopna.

Rudne sedimente izgrađuje veoma sitnozrna mešavina minerala različitog hemijskog sastava i različitog stepena kristaliniteta. Oolitne su strukture i izvanredno neujednačene zastupljenosti mineralnih sastojaka u raznim delovima pojedinih ležišta.

Iako su u pitanju ležišta sedimentnog tipa, pri čemu je taloženje rudne materije izvršeno u širokom području, u kojem se ne očekuju osetne promene u mineralnom sastavu i strukturi, bar unutar pojedinih ležišta, zbog istih uslova stvaranja, ipak je do ovih promena došlo tokom geološke istorije ležišta. Takve promene u mineraloškim i strukturnim odnosima nastale su pod uticajem dijagenetskih i metamorfnih procesa u ležištima.

Prema podacima o mineralnom sastavu (A. Cisarc 1953. god.) ovih ležišta ona su određena kao Fe-silikatna. Ova ležišta su kasnije, pošto Cisarc govori o šamozitu kao glavnom mineralu nosiocu gvožđa u njima, nazvana šamozitnim ležištima gvožđa. Takav naziv su prihvatili i drugi autori (J. Duhovnik 1961. god.). Međutim, odnosi pojedinih mineralnih komponenti i elemenata ovim ispitivanjima nisu u potpunosti razjašnjeni (lit. 12).

Primenjena metodika i rezultati novijih ispitivanja ukazuju na drukčije odnose mineralnih sastojaka ovih ležišta. Tako na primer za Tajmište (po D. Kleutu 1963. god.) glavni sastojci rude su siderit, magnetit, getit, i Fe-hloritski minerali koji bi u nekoj drugoj sredini normalno bili smatrani za nerudne minerale, zbog niskog sadržaja gvožđa.

Rudno ležište na Tajmištu, u celini, ima ovaj hemijski sastav: Fe 37,3%, $SiO_2$ 17,6%, $Al_2O_3$ 8,3%, P 1%, CaO 3,3%, MgO 1,25% itd.

Prema nalazima Instituta u Mehanobru (SSSR, 1968. god.) ovi rezultati su potvrđeni, a ruda sadrži siderita 43,4%, hidroksida gvožđa 16,5%, magnetita 11,9%, Fe-hlorita 24,2% na 100% rude.

Približno iste razlike važe i za sva ostala ležišta gvožđa u zapadnoj Makedoniji s tim što postoje razlike u procentima glavnih nosilaca gvožđa u ležištima. Značajno je napomenuti da se sadržaj grupe Fe-hloritskih minerala u ostalim ležištima, uglavnom, osetno smanjuje upoređujući sa Tajmištem.

Od ostalih sastojaka rude javljaju se: hematit, pirit, martit, maghemit, markasit, arsenopirit, ilmenit, halkopirit, pirhotin, getit, i limonit.

Od petrogenih minerala najčešći su: glinovita materija, organska materija, apatit, staurolit, epidot, zoizit, piroksen, granat, rutil, amfibol, sfen, cirkon, barit, turmalin, hlorit, biotit, kvarc feldspat, kalcit, sericit, antracit, anhidrit i drugi. Neki od ovih minerala su staloženi kao rezistati pri normalnom toku ranije započete sedimentacije, a neki su nastali metamorfnim i dijagenetskim uticajima i preobražajima.

Primarno staložen rudni sediment na primer na Tajmištu verovatno je bio izgrađen od oolitnih tvorevina u vidu mešavina silikata i karbonata gvožđa, pri čemu su ooliti čisto silikatnog ili čisto sideritskog sastava bili verovatno sasvim retki. Međutim, prostor između oolita bio je, najverovatnije, pretežno silikatnog sastava. Prvobitni silikatni karakter ovih ležišta uslovljen je činjenicom da se ovde na relativno malom prostoru (Tajmište) našla ogromna količina Fe-silicijskog gela iz submarinskih erupcija. Mada su karbonati izrazito reaktivna materija njih nije bilo u tolikoj meri da celokupnu količinu prispelog Fe-silicijskog gela obore u vidu karbonata kao što je to bio slučaj na primer na Orlovom kamenu. Zbog toga je gvožđe obarano u colitima izvanredno komplikovane ljuspaste građe gde se smenjuju materije silikatnog i karbonatnog sastava. Ali, zbog kasnijih dijagenetskih i metamorfnih preobražaja, došlo je dobrim delom do uništavanja prvobitnih struktura kao i do promene mineralnog sastava u ležištima. Njih je još u vreme rane dijageneze zahvatio metamorfizam u nekoliko etapa a takođe i snažna karbonatizacija u više jasno razdvojenih etapa.

Dakle, zbog kasnijih procesa, posebno zbog stvaranja oksida gvožđa pod uticajem dinamometamorfizma i zbog unošenja karbonata, došlo je do uspostavljanja recentnih odnosa korisnih mineralnih sastojaka u ležištima. Naročito intenzivna karbonatizacija odvijala se u međuprostorima (između oolita) usled čega je taj prostor sada najčešće popunjen mlađim sideritom, a silicija koja je u vreme rane geneze zauzimala taj prostor sada se nalazi u vidu sočiva pa čak i kvarcnih žilica u ležištu, raspoređenih najčešće duž opštih pravaca škriljavosti rudnih sedimenata.

U skladu sa tim pojava fosfora u strukturi primarnog siderita zahteva posebno analizu ovakvog rasporeda sadržaja i genetskih uslova taloženja fosfora.

## Fosfor u ležištima gvožđa zapadne Makedonije

Jedan od problema koji su dugo vremena ostali nerazjašnjeni je i sadržaj fosfora u ovim ležištima. Još je A. Cisarc konstatovao apatit u rudi Tajmišta, ali je zastupljenost ovog minerala bila i suviše mala, u preparatima koje je proučavao, da bi se za njega mogla vezati ukupna količina fosfora koja se javlja u rudi. Ovu činjenicu su takođe zapazili J. Duhovnik, M. Avramović i drugi. Sadržaj fosfora u rudi Tajmišta je oko 1%.

Kasnije (1963) V. Sosić (lit. 20) zaključuje da bi nosilac fosfora u rudi mogao biti neki mineral iz vivijanitske grupe pošto su hemijske analize pojedinih sitovnih frakcija reprezentativnog materijala sa Tajmišta pokazale da sa opadanjem sadržaja gvožđa opada i sadržaj fosfora.

Ispitivanjem reprezentativnih uzoraka sa Tajmišta, metodama koje su napred navedene, dobijeni su koncentrati pojedinih minerala iz sastava rude pa i koncentrat apatita. Hemijskom analizom rude i hemijskom analizom koncentrata apatita došlo se do podataka da apatit veže nešto oko 1/4 od ukupnog sadržaja fosfora u rudi. Drugi minerali fosfora nisu konstatovani pa se prišlo hemijskom ispitivanju svakog pojedinačnog mineralnog sastojka rude na sadržaj fosfora.

Hemijskom analizom siderita iz različitih faza stvaranja utvrđeno je da samo primarno stvoreni siderit sadrži fosfor, dok siderit stovren kasnije putem epigenetskog unošenja karbonata u rudne sedimente, ne sadrži ovaj elemenat.

Iako je rudni sediment predstavljen izavnredno sitnozrnom mešavinom raznih minerala, ipak je siderit iz pojedinačnih faza sideritizacije moguće izdvojiti relativno čist. Međutim, primarno stvoreni siderit se meša sa ostalim mineralnim komponentama u takvim razmerama da ga je fizičkim metodama teško izdvojiti u čistoj frakciji. Ovo mešanje je naročito izraženo sa hloritskim komponentama i ostalim mineralima jalovine. Hemijske analize većeg broja uzoraka nedvosmisleno pokazuju da je ipak primarni siderit glavni nosilac fosfora u rudi. Evo nekih od tih analiza:

| Broj probe | $SiO_2$% | $P_2O_5$% |
|---|---|---|
| 32700/I | 13.43 | 2,93 |
| 32705/IV | 17,16 | 2,40 |
| 32900/II | 18,16 | 2,54 |

Sadržaj $SiO_2$ i $P_2O_5$ u istim uzorcima rude pošto je iz njih prethodno separisan dobar deo siderita iznosi:

| Broj probe | $SiO_2$% | $P_2O_5$% |
|---|---|---|
| 32700/I | 26,06 | 0,72 |
| 32705/IV | 22,16 | 0,17 |
| 32900/II | 19,74 | 0,77 |

Iz hemijskih analiza vidi se da je glavni deo fosfora otišao sa sideritom. U sideritu postoje, dakle, molekuli $FePO_4$ umesto nekih molekula $FeCO_3$ što je sasvim moguće s obzirom da je jonski potencijal jona $CO_3$ vrlo blizak jonskom potencijalu jona $PO_4$ pa se oni mogu zamenjivati u strukturi siderita.

Kada se zna da je deo fosfora vezan za primarni siderit lako se može objasniti uzrok opadanja sadržaja fosfora pojedinih sitovnih frakcija u kojima inače opada i sadržaj gvožđa i obrnuto.

Naknadna karboratizacija svih zapadnomakedonskih ležišta gvožđa vršena je odozgo pa naniže, usled čega su gornji delovi ovih ležišta jače zahvaćeni ovim procesima nego donji. Isto tako, delovi ležišta zahvaćeni pojedinim fazama sideritizacije najčešće se sa dubinom isklinjavaju. U potkopima na Tajmištu zapaža se dosta često oblik sideritizacije u vidu žilica najmlađeg siderita a koje takođe isklinjavaju sa dubinom. U svim tim mladim sideritima, postalim naknadnim unošenjem karbonata, ne dolazi do koncentracije fosfora. Ustvari, samo onaj siderit koji sadrži fosfor može se smatrati sideritom primarno stvorenim a koji je prilikom taloženja povukao sa sobom i fosfor iz morske sredine. Pojava ovakvog obaranja fosfora u prirodi poznata je od ranije a u laboratorijskim uslovima koristi se kao indirektna metoda otklanjanja i najmanjih tragova fosfora iz nekog rastvora putem zajedničkog obaranja sa karbonatima.

Isto tako neka novija shvatanja višefazne sideritizacije u smislu »podmlađivanja« primarno stvorenog siderita, odnosno stvaranja mlađeg siderita putem procesa regeneracije primarnog siderita pod uticajem hidrotermalnih rastvora, imala bi opravdanja ako bi se prihvatilo shvatanje da hidrotermalni rastvori nisu dolazili iz dubljih delova zemljine kore, već sa površine, da za te rastvore nije predstavljala nikakvu prepreku filitična serija ispod i iznad rudnih slojeva, i da ti zamišljeni hidrotermalni rastvori nisu ostavili za sobom nikakvih drugih tragova izuzev »regenerisanog« siderita, a sve je to zaista malo verovatno (lit. 20). Na Tajmištu postoje, mada vrlo retko, sitne kvarcne žilice koje predstavljaju silicijsku materiju iz Fe-silicijskog gela, dakle singenetskog porekla, grupisanu ponegde u vidu kratkih žilica kao posledica dijageneze.

Čak i sa pretpostavkom da je mlađi siderit u ovim ležištima postao putem »podmlađivanja« odnosno »regeneracijom« primarnog siderita morala bi ukupna zastupljenost bivšeg primarnog siderita biti ista kao zbir sadašnjeg primarnog i regenerisanog siderita. Međutim po tim novim shvatanjima, ležišta gvožđa o kojima je reč primarno su silikatna sa vrlo malo siderita.

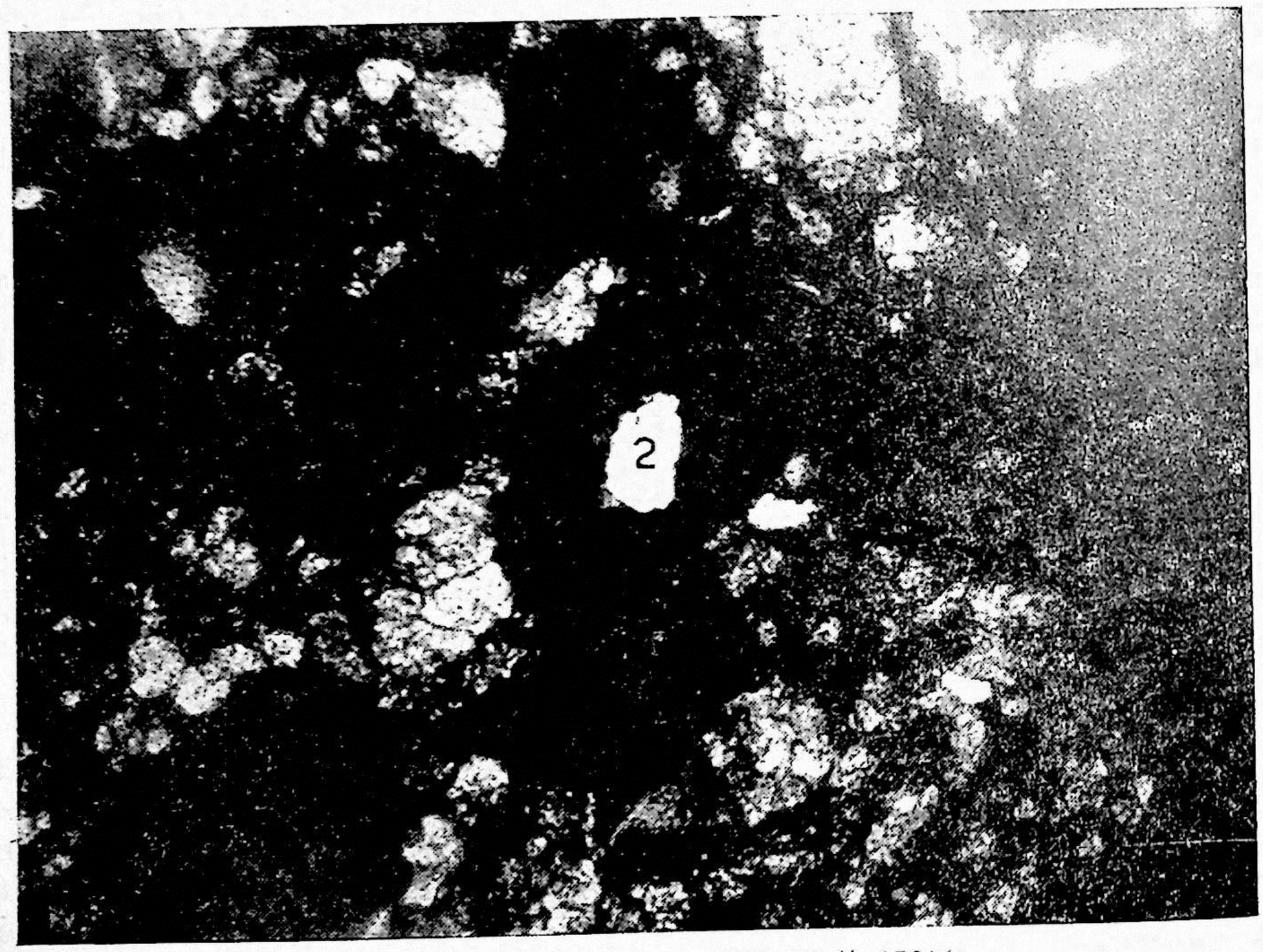
## Poreklo fosfora u sedimentnim ležištima gvožđa u zapadnoj Makedoniji

Sva sedimentna ležišta gvožđa zapadne Makedonije, obuhvaćena ovim ispitivanjima, sadrže izvesnu količinu fosfora u svom hemijskom sastavu. Zajednička im je karakteristika i to da je fosfor u njima vezan za iste minerale ali u različitim procentima. Naime, minerali nosioci fosfora u ovim ležištima, apatit, dijagenetski apatit, i primarno staloženi siderit, imaju različitu zastupljenost u pojedinim ležištima gvožđa.

Fosfor vezan za dijagenetski stvoreni apatit i za siderit su potpuno istog porekla. Međutim, fosfor vezan za akcesorni apatit je drukčijeg porekla.

Naime, u ovim ležištima ima dve vrste apatita. Jedan deo ovog minerala dospeo je u rudni sediment kao detritični materijal poreklom sa kopna. Takav apatit u nekim slučajevima zauzima središnji deo u oolitima gde je poslužio kao zametak u njihovom stvaranju umesto zrna kvarca, feldspata i drugih minerala koji su najčešće služili kao zameci u stvaranju oolita. On vrlo često pokazuje znake transportovanja, a nalazi se u sedimentima podine, zatim u rudnim sedimentima i u sedimentima povlate. To znači da je donošenje ovog apatita u morske sedimente imalo kontinuirani tok i nezavisan od događaja u samom basenu.

Druga vrsta apatita postala je naknadno tj. u vreme dijageneze ležišta. Ima ga samo u r u d n i m s e d i m e n t i m a. Ovaj apatit je postao u vreme kada su stvorene i značajnije količine magnetita na račun Fe-

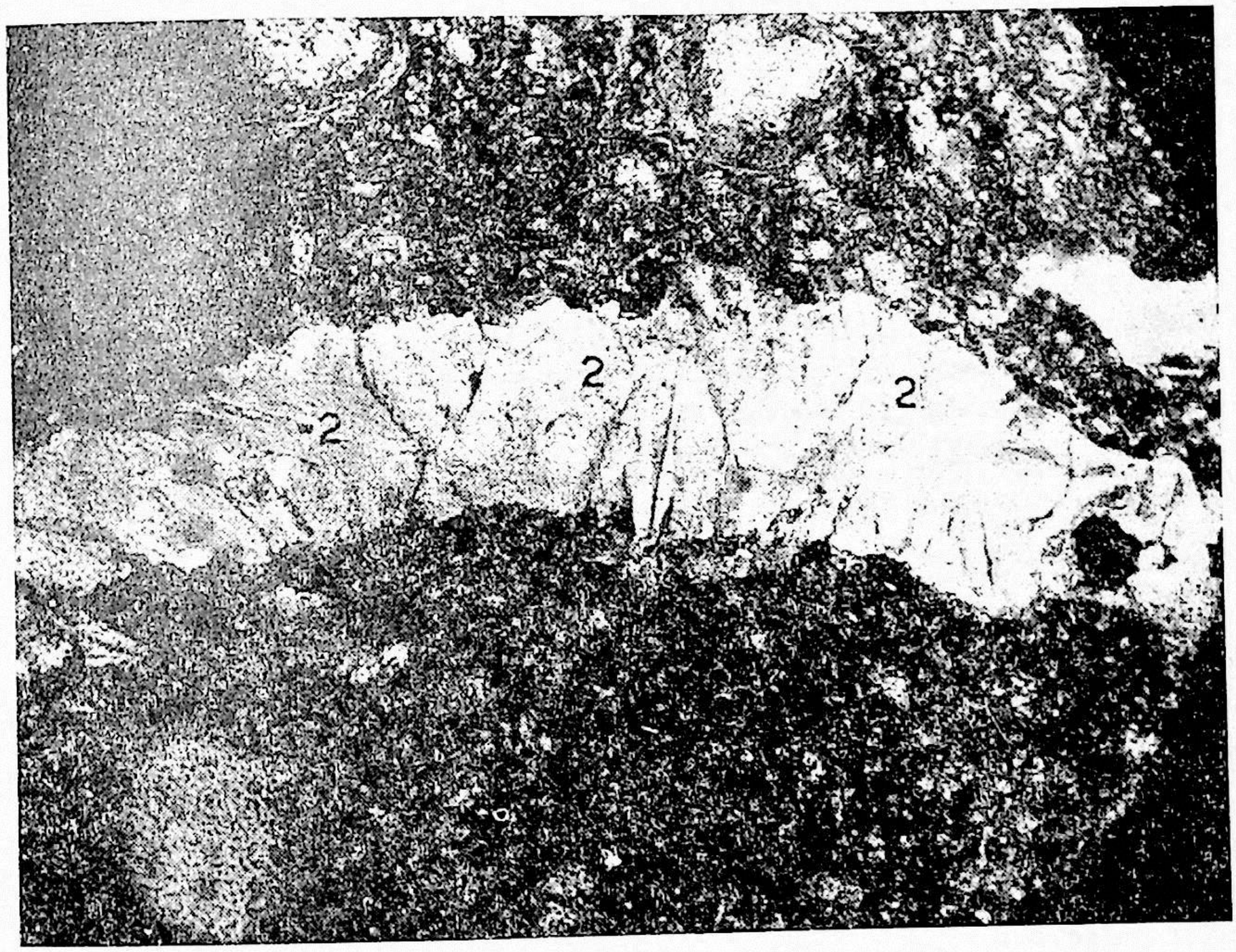



Sl. 1. Propuštena svetlost, Nikoli //, 150×;
1. presek nekoliko oolitnih zrna, 2. apatit u centru oolitnog zrna gde je poslužio kao zametak prilikom stvaranja toga oolita.

Fig. 1. Transmitted light, Nicols //, 150×;
1. cross-section of some oolitie grains, 2. apatite in the central part of oolitie grain, representing a nucleus for the formation of the oolite.

-silikata i na račun primarnog siderita. Stvaranjem magnetita na račun primarnog siderita došlo je do oslobađanja fosfora iz ovog siderita, njegovog koncentrisanja u povoljnoj sredini, u kojoj najzad dolazi do stvaranja apatita. Na to ukazuje nalaženje ove vrste apatita gotovo uvek u

delovima ležišta sa većim sadržajem magnetita ili pak tamo gde postoje sigurni znaci da je u nekoj etapi u toku dijageneze ležišta bio visok sadržaj magnetita. U delovima ležišta gde se očuvao približno isti sadržaj primarno stvorenog siderita ne sreće se apatit ove vrste. To ukazuje da je postanak ovog apatita u slučajevima gde je došlo do zamene primarnog siderita magnetitom, usko vezan sa ovim procesom. Zato se ovaj apatit najčešće pojavljuje u vidu tankih žilica (sl. 2), koje prožimaju i presecaju mineralne parageneze. Posebno je pitanje zašto u ovakvim slučajevima nije došlo, umesto apatita, do stvaranja nekog minerala iz vivijanitske grupe, i zašto su ovi apatiti, kao što je to zapazio i A. Cisarc u ležištu Judovo, uvek anomalno dvoosni.




Sl. 2. Propuštena svetlost, Nikoli //, 360×;
1. mešavina rudnih minerala i minerala ganga među kojima se ističe magnetit — crna zrna, 2. žilica dijagenetskog apatita kroz rudnu masu.

Fig. 2. Transmited light, Nicols //, 360×;
1. the mixture of ore and gangue minerals. Magnetite is very well expressed, forming black grains and elongated agregates, 2. A veinlet of diagenetic apatite, cutting the fine grained ore — agregate.

Pojava da je apatit, stvoren u procesu dijageneze, anomalno dvoosan može se objasniti niskom temperaturom stvaranja, za razliku od apatita koji potiče sa kopna i čije je poreklo najverovatnije vezano za magmatske gostene čiji apatit ima normalne optičke osobine. Prema tome, može se govoriti o istom poreklu fosfora vezanog za primarno stvoreni apatit i za apatit stvoren u vreme dijageneze ležišta. Razlika je samo u tome što je za stvaranje ovog apatita bila potrebna koncentracija fosfora poreklom iz

primarnog siderita, kod kojeg je usled destrukcionih procesa došlo do rušenja strukture i oslobađanja fosfornog jona iz nje.

Fosfor koji se sada nalazi bilo u sideritu bilo u dijagenetskom apatitu, prinešen je u morsku sredinu u rastvornom stanju iz koje je taložen u vreme stvaranja ležišta. Dospeo je u tu sredinu ili raspadanjem fosfata na kopnu i ostataka životinja u moru ili je istog porekla kao i gvožđe tj. iz submarinskih erupcija, što je i najverovatnije.

Tako, u ostalim ležištima gvožđa ovog tipa u Makedoniji postoje isti odnosi fosfora prema ostalim mineralima u rudi kao i na Tajmištu gde su ovi odnosi po prvi put utvrđeni. Međutim, različit stepen metamorfisanosti tih ležišta odrazio se na mesto i položaj fosfora. Kao izrazit primer je ležište Judovo gde je metamorfizam bio toliko snažan da je ranija rudna komponenta (siderit) najvećim delom prešla u hematit, gde skoro i nema očuvanog primarnog pa i naknadno stvorenog siderita. Fosfor se, međutim, koncentrisao u vidu fosfornih kvrga i žilica, a njegova migracija je bila značajna kako unutar ležišta tako i izvan njega, čak i u susednim mermerisanim krečnjacima. Nema sumnje da ovaj fosfor na Judovu ukazuje da je ovo ležište nekad bilo izgrađeno pretežno od siderita, a da su žilice i kvrge anomalno dvoosnog apatita nastale njegovim pretvaranjem u hematit. Čak bi se približna zastupljenost primarnog siderita u ovom ležištu pre izvršenog metamorfizma mogla odrediti posredstvom fosfora tako da se dijagenetski stvoreni apatit (fosfor) preračuna na primarni siderit čijim je prestankom postojanja upravo uslovljeno stvaranje tog apatita.

## ZAKLJUČAK

Sedimentne rude gvožđa u zapadnoj Makedoniji sadrže značajnu količinu fosfora u svom hemijskom sastavu.

Mineraloškim proučavanjima utvrđeni su minerali koncentratori ovog elementa.

Glavni deo fosfora u ležištima nije izražen u vidu samostalnih minerala fosfora, već se ta količina ovog elementa, nalazi u još očuvanom primarnom sideritu.

Ulazak fosfora u strukturu siderita bio je moguć zbog bliskosti jonskog potencijala jona $PO_4$ i jona $CO_3$. Ovome su pogodovali i uslovi taloženja gvožđa u vidu geloznih tvorevina kao i reaktivna priroda karbonata i njihova sklonost da iz rastvora apsorbuju čak i slabe tragove fosfora.

Pored siderita, koji koncentriše oko 3/4 ukupnog sadržaja fosfora, u rudi, konstatovano je prisustvo apatita i to u dve različite vrste.

Apatit u žilicama i kvrgama, anomalno dvoosan, izrazito mlađi po vremenu stvaranja od sredine u kojoj se nalazi, zastupljen samo u rudnim sedimentima a nema ga u sedimentima podine i povlate rudnih sedimenata, javlja se samo u onim delovima ležišta gde je deo primarnog siderita prešao u druge minerale, nema ga tamo gde se očuvao približno isti sadržaj primarnog siderita tokom dijageneze itd. Ovaj apatit je postao od fosfora koji je prvobitno bio u sideritu. Usled alteracionih procesa on se oslobodio iz siderita i koncentrisao u povoljnoj sredini. Zbog uslova stvaranja, prvenstveno zbog niske temperature, postao je anomalno dvoosan.

Druga vrsta apatita je sasvim drukčijeg porekla. To je apatit u centru izvesnog broja oolita gde je poslužio kao zametak u njihovom stvaranju. Česti su oblici ovog apatita koji ukazuju na njegovo transportovanje. Normalnih je optičkih osobina, a poreklom je sa kopna, verovatno iz magmatskih stena zahvaćenih erozijom.

Dakle, fosfor u sideritu i u žilicama apatita postalog u toku dijageneze ležišta je istog porekla, tj. dospeo je u rudni sloj iz morske sredine zajedno sa gvožđem. Verovatno je ovaj fosfor poreklom iz submarinskih erupcija bazičnih efuziva odakle je i gvožđe. Apatit kao detritični materijal u rudi je, dakle, sasvim drukčijeg porekla.

Nikakvi znaci epigenetskog unošenja fosfora u rudna ležišta na terenima zapadne Makedonije nisu do sada zapaženi.

(Predato za štampu marta 1973. god.).

## LITERATURA


1. Arsovski M., 1962: Rezultati strukturno-geološkog kartiranja na području Darda Kule i s. Lešnice, Fond geološkog zavoda Makedonije, Skoplje.
2. Cissarz A., 1953: Prilog petrografiji i genezi ležišta silikatnih ruda gvožđa u jugozapadnoj Makedoniji (prevod sa nemačkog) — Fond stručnih dokumenata Željezare u Skoplju.
3. Dolenc M., 1951: Sadržaj, opšti pregled nastupanja železnih ruda u Zapadnoj Makedoniji, kratak opis nalazišta železnih ruda, Fond dokumenata Železare u Skoplju.
4. Dolenc M., 1960: Izveštaj, Geologija Tajmišta, Fond stručnih dokumenata SGZ Beograd.
5. Duhovnik J., 1961: Izveštaj, Poročilo o integraranju rudnih uzorcev s področja Tajmište in Demir Hisar — Fond Željezare u Skoplju.
6. Izmajlov N., 1950: Prethodni izveštaj o rezultatima kartiranja terena gvozdenih ruda Demir Hisar okolije — Fond geozavoda Makedonije, Skoplje.
7. Jančić T.; Popović R.; Cvetić S., 1962: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima rude Fe o oblasti Kičevo — Fond stručnih dokumenata SGZ, Beograd.
8. Kleut D., 1963, 1964, 1965, 1966: Izveštaji Mineraloško-genetska studija ruda gvožđa Zapadne Makedonije — Fond SGZ Beograd.
9. Kleut D., 1964: Mineraloška studija ruda gvožđa Zapadne Makedonije — magistarska teza, neobjavljeno, Fond Rudar. geol. fakulteta.
10. Kleut D., 1966: Mineraloško-petrografske karakteristike rude Tajmišta — Zapisnici srpskog geološkog društva.
11. Kleut D., 1966: Mineralni sastav rudišta Tajmišta sa osvrtom na njegovu genezu, Referati VI Savetovanja geologa Jugoslavije u Ohridu.
12. Kleut D., 1968: Fosfor u ležištu gvožđa Tajmišta — Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 4. Beograd.
13. Kuvendijski T., 1961: Geološki izveštaj istražnih radova za 1961. godinu, Fond stručnih dokumenata Željezare Skoplje.
14. Kuvendijski T., 1962: Elaborat o istražnim radovima na Tajmištu, Fond stručnih dokumenata Željezare Skoplje.
15. Page B., 1955: Geološka struktura (tektonika) ležišta železne rude u blizini Tajmišta, zapadna Makedonija, Jugoslavija, — Fond stručnih dokumenata Saveznog geološkog zavoda Beograd.
16. Pirkmajer B., 1960: Studija pripreme Fe rude Tajmišta, — Fond dokumenata Željezare Skoplje.
17. Noth L., 1952: Izveštaj o geološkim radovima na rudniku Cer kao i pregledu istražnih radova kod Slepče i Judova (Makedonija), — Fond stručnih dokumenata geološkog zavoda Makedonije u Skoplju.

18. Noth L., 1950: Izveštaj o obilasku istražnih radova kod Slepče i Tajmišta, kao i istraživanju manganske rude kod Kuratice, Makedonija, — Fond SGZ Beograd.
19. Rakić S., 1953: Izveštaj o pregledu mikroskopskih preparata rudišta Tajmište. Fond SGZ Beograd.
20. Vujanović V., Cvetić S., 1966: Regeneracioni i drugi postgenski procesi u Fe ležištima zapadne Makedonije, — Referat VI Savetovanja geologa Jugoslavije, Ohrid.

## Summary

DUŠAN KLEUT[1]

### PHOSPHORUS MINERALIZATIONS IN IRON SEDIMENTARY DEPOSITS IN WEST MACEDONIA

The Macedonian sedimentary iron ores contain the appreciable quantities of phosphorus.

The mineralogical investigations have revealed, that the main part of phosphorus is not prezent as the independent phosphate minerals, but is mainly contained in primary siderite. The introduction of phosphorus into the siderite has been possible due to the similar ionic potentials between the $PO_4$ and $CO_3$ ioni. The further factors that acted in this way, were the conditions that favored the iron deposition in the form of gel, as well as high reactivity of carborates and their coprecipitation of even the traces fo phosphorus.

In addition of siderite, that has concentrated abour 3/4 of phosphorus in the ore, the presence of two types of apatite has been also demonstrated.

The apatite found in the form of konts and veinletes and normaly biaxial, and apparently formed lately, is present only in the mineralized sediments and not in the parts of deposits where much of siderite has been altered into the other minerals and not were the similar porcentage of primary siderite has been preserved during the diagenesis. This apatite has been formed by phosphorus that has been originaly present in siderte and has been, by the desructive processes, removed from the siderite and concentrated in the favorable environment. Due to the low temperature, as well as the other conditions, it became anomaliously biaxial.

The other form of apatite, of a completely different origin, is located as the »seed« inside some oolites, where it has initiated their formation. It has the normal optical parameters and has been transported from the dry land, most probably from the eroded magmatic rocks.

The phosphorus in siderite and in the apatite veinlets, formed during the diagenesis of deposit, is of the same origin, i.e., has been introduced into the mineralized strata from the marine environment, together with iron. This phosphorus has originated, most probably, trough the submarine basic eruptions, that has also produced iron. The detritic apatite in the or is, consequently, of a completely different origin.

No traces of epirogenetic introduction of phosphorus into the West Macedonian ore deposits have been observed so far.

[1] Institute for geological and mining investigations and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

RADULE POPOVIĆ
VOJISLAV VUJANOVIĆ

UDK: 553.3 (497.12)

# RUDNE POJAVE MANGANA NA PLANINI LEBRŠNIK KOD GACKA

(sa 4 slike u tekstu i 5 mikrofotografija)

Radovi koje smo obavili na planini Lebršnik 1968. god. omogućili su nam da prikupimo obilan materijal na osnovu kojeg se došlo do novih podataka o kojima stručna javnost nije do sada bila obaveštena. S tim u vezi u radu su prikazane geološko-strukturne odlike, način pojavljivanja, geohemijske, paragenetske i genetske karakteristike pojava ruda mangana na planini Lebršnik.

Orudnjenje je gornjokredne starosti i vezano je za rožnace. To je jedan stratigrafski nivo kome podinu čine laporci a krovinu krečnjaci, koji pripadaju durmitorskom flišu.

Na osnovu naših istraživanja i korelativnih odnosa sa drugim pojavama ruda mangana u Jugoslaviji došli smo do zaključka da primarno orudnjenje pripada porfirit-rožnoj formaciji i da je vulkansko-sedimentnog porekla.

Posle formiranja ležište je bilo pod uticajem tektonskih poremećaja, koji su deformisali prvobitan položaj gornjokrednih sedimenata a zajedno sa njima i rudonosni sloj. Uz to jasno je utvrđeno da je ležište bilo i pod uticajem kiselog magmatizma što je dovelo do remobilizacije primarne rude mangana i stvaranja regenerisane.

Mineraloški sastav je relativno jednostavan, naime, od rudnih minerala, do sada, su utvrđeni: manganit, psilomelan i piroluzit, a od nerudnih: manganski kalcit, kalcit, kalcedon i kvarc. Izdvojena su tri tipa parageneze: primarna, termalna (regenerisana) i descedentna.

## OPŠTI PODACI

Na Lebršniku do sada su poznate dve rudne pojave i to u lokalitetima Ravna greda i Kamenjača, a na osnovu mehaničkog oreola rasejavanja i geoloških odnosa (isti profil i isti nivo) moguće je očekivati, ispod osulinskog materijala, prisustvo Mn-mineralizacija i na Ivanča polju (sl. 4). Navedene pojave se nalaze na listu Gacko 4 (razmera 1:50.000).

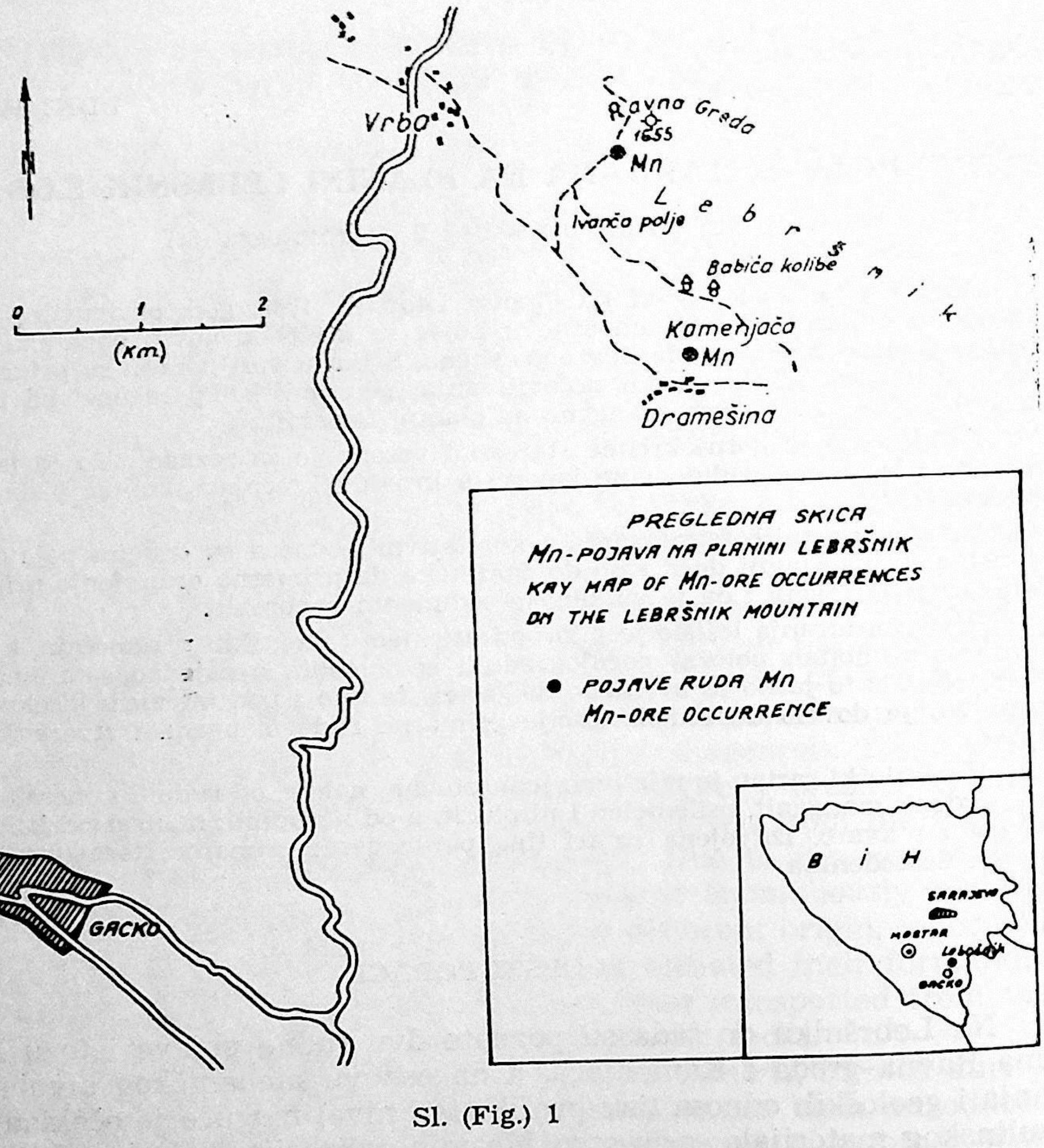
Pojava Ravna greda nalazi se istočno od sela Vrbe, a Kamenjača severno od sela Dramešine; udaljene su od automobilskog puta Gacko — Foča dva, odnosno 5 km, a prilaz im je moguć jedino pešačkim stazama.

Navedene rudne pojave se nalaze između 1.550 i 1.600 m nadmorske visine. To je tipična karstna oblast u kojoj jedino rastinje predstavljaju planinske trave na pašnjacima, a zapadno od Ravne grede teren je po-

kriven bukovom šumom. Na Lebršniku je razvijen pravi holokarst, a škarpe, vrtače, jame, ponori i pećine su najčešći morfološki oblici.

Na terenu postoji veći broj pećina od kojih su najveće: Dramešinska, Vilina i Babića pećina. U ovim pećinama ima vode preko cele godine.

Od tekućih voda zapažaju se samo manji potoci, koji se hrane vodom iz većeg broja izvora, čija je izdan u kontaktu krečnjaka i laporaca. Ovi izvori ne presušuju preko cele godine, a njihove, kao i sve površinske vode, na ovom terenu, preko reke Mušnice pripadaju Jadranskom slivu.




Sl. (Fig.) 1

Rudne pojave o kojima je reč poznate su još od pre drugog svetskog rata. Na osnovu literaturnih podataka, pojavu Ravna greda obišli su i o njoj ostavili zapise V. Havelka, Sauresig, V. Simić, V. Čubrilović, V. Mikinčić i R. Jovanović, a posle drugog svetskog rata D. Varićak, Lj. Barić, M. Jakovljević, Đ. Čelebić, V. Orelj, R. Popović i M. Jeremić. Pojavu Kamenjača

je otkrio Lj. Barić, a obišao ju je M. Jeremić. U novije vreme obe pojave su obišli i autori ovog rada.

Na lokalnosti Ravna greda vršena je i delimična eksploatacija pre i posle drugog svetskog rata. Procenjuje se da je ukupno izvađeno oko 1000 t rude, u kojoj se prema nepouzdanim podacima sadržaj mangana kretao oko 40%.

Od rudarskih radova urađena su na Ravnoj gredi tri potkopa i više raskopa, a na Kamenjači jedan potkop. Ovi radovi su samo delimično dostupni osmatranju, jer su zarušeni većim delom. Na Ravnoj gredi, kao što je rečeno, urađena su tri potkopa od kojih su dva bila locirana direktno u rudi, dok je treći bio lociran u podini rude tj. u laporcima. Prema obaveštenju meštana, ovaj poslednji je dug oko 40 m. Na osnovu halde dolazi se do zaključka da ovaj potkop nije izašao iz laporaca. Danas je on potpuno zarušen. Od prva dva potkopa, koji su locirani u rudi, jedan je potpuno zarušen, a drugi je dug svega 2,5 m; očuvan je i tu se jasno zapaža da se ruda na ulaznom delu gubi u patosu zbog čega su, verovatno, i obustavljeni dalji radovi na ovom potkopu.

U lokalnosti Kamenjača urađen je jedan potkop, ali kako je većim delom zarušen danas su osmatranja moguća jedino na ulaznom delu.

Na lokalnosti Ravna greda urađen je veći broj raskopa, ali mahom u laporcima. Oni su zarušeni, a na osnovu halde izgleda da ruda nije nigde presečena.

Međutim, raniji rudarski radovi iako su većim delom zarušeni ipak su nam pomogli pri ispitivanju i donošenju određenih zaključaka.

## REZULTATI ISPITIVANJA

Deo terena na kome se javljaju do sada poznate rudne pojave izgrađen je od laporaca i krečnjaka koji pripadaju durmitorskom flišu gornjokredne starosti.

Laporci predstavljaju podinu rudi i zahvataju, naročito na širem prostoru izvan rudnih pojava, velike površine. Ta serija nije homogena, već se u njoj jasno diferenciraju glinoviti, glinovito-bituminozni i peskoviti laporci, zatim peščari, konglomerati i tanji ili deblji proslojci i banci krečnjaka. Često se u njima sreću rožnaci u obliku proslojaka ili rožnih kvrga. Osim toga nije redak slučaj da se u njima naiđe i na tufogene sedimente u obliku tanjih proslojaka, koji se makroskopski vrlo teško zapažaju.

Krovinski deo rudonosnom horizontu predstavljaju krečnjaci, koji izgrađuju najveći deo planine Lebršnik. Oni su ujedno i završni član gornjokrednog fliša. Tankoslojeviti su do bankoviti, sa dosta proslojaka i kvrga rožnaca. Debljina proslojaka sa rožnacima je najčešće 5 do 20 cm.

Po Zariji Bešiću (lit. 1) durmitorski fliš od koga je izgrađen i Lebršnik, »normalno i transgresivno leži na titonskim žućkastobelim krečnjacima«. Na području planine Lebršnik gradi jednu sinklinalu, koja idući u pravcu severoistoka prelazi u antiklinalu Kuka. Osa sinklinale Lebršnika blago tone prema JI. Ovo se delimično vidi i na slici br. 2.

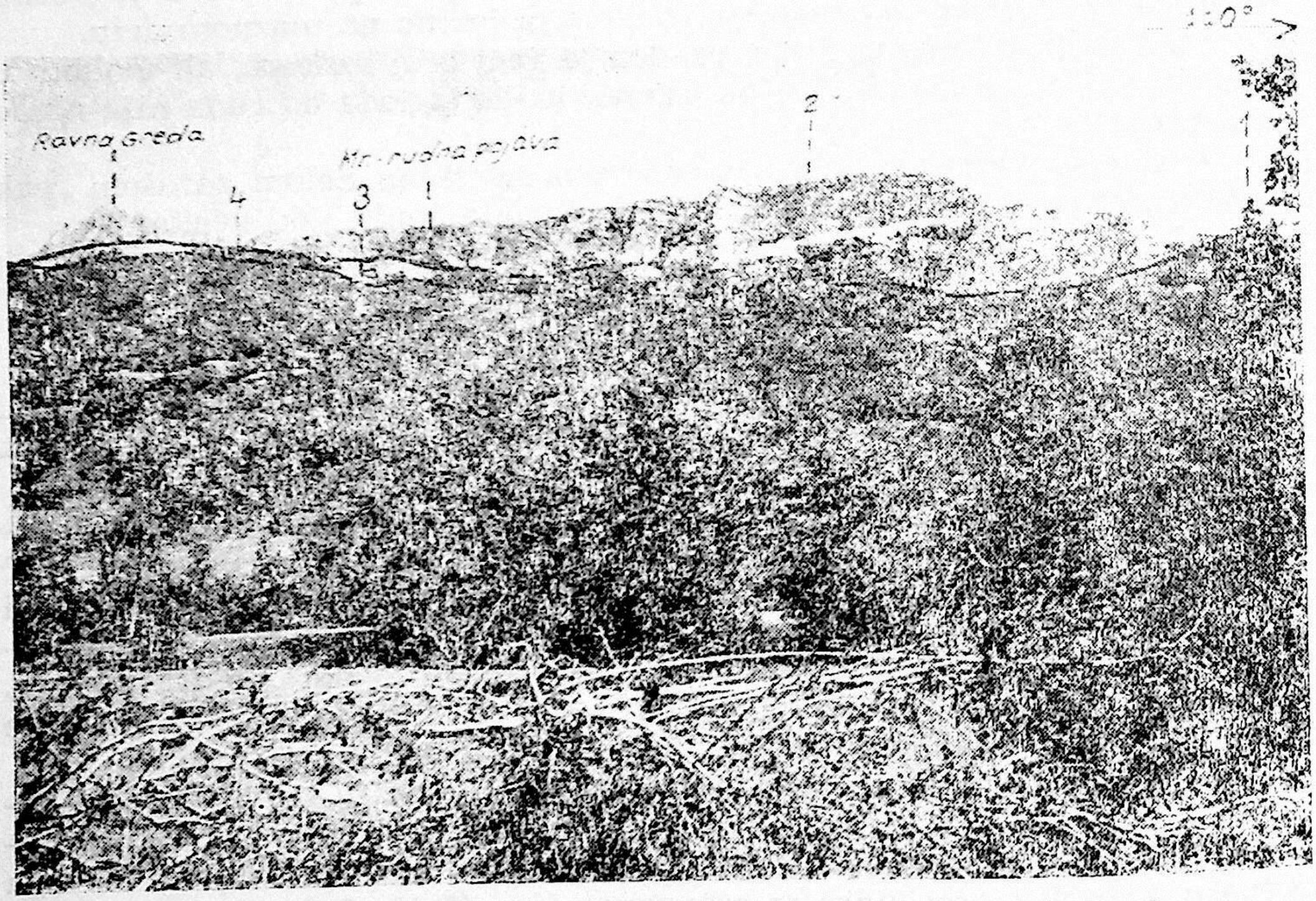
Osim navedene strukture na Lebršniku je zapaženo i više strukturnih deformacija nižeg reda; tako na primer zapažaju se nabori čije se dimenzije kreću od santimetarskih do hektometarskih, što je naročito izraženo u laporcima. Ose ovih nabora imaju dinarski pravac pružanja.

Pored nabornih, ovde su markantne i razlomne strukture. Postoje dva sistema raseda i dva sistema pukotina. Jedan sistem raseda i njemu paralelan sistem pukotina je paralelan sa pružanjem osa nabora, odnosno ima dinarski pravac pružanja, dok drugi sistem raseda i pukotina ima pravac pružanja koji je upravan na prethodni, a to znači da se pruža u pravcu SI — JZ (vidi sl. 4).

## Lokalnost Ravna greda

Ova lokalnost se nalazi na krajnjem severozapadnom delu Lebršnika. Rudna pojava je otkrivena rudarskim radovima na dužini od oko 50 m. Iznad same pojave diže se vertikalno krečnjački odsek visine preko 20 m.

Na izdanku ruda se javlja u vidu dva proslojka, međusobno razdvojena krečnjačkim proslojkom. Profil na ovoj pojavi je, relativno jednostavan. Naime, u podini se nalaze laporci, preko kojih leži podinski rudni sloj u rožnacu, a iznad ovog nalazi se krečnjak a onda dolazi krovinski

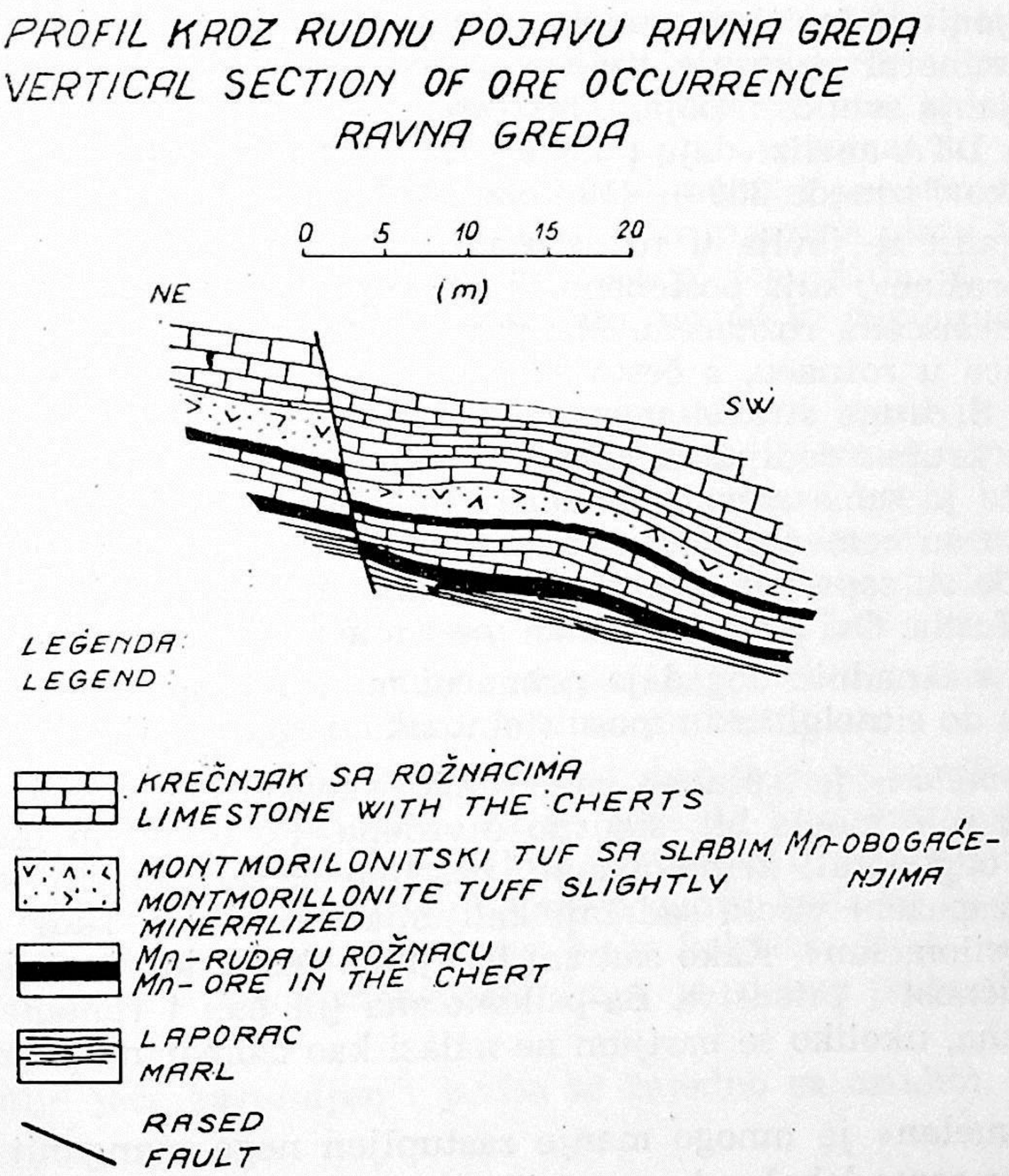



Sl. 2. Severozapadne padine Lebršnika. Mn — pojava Ravna greda
1 — laporci; 2 — krečnjak sa rožnacima; 3 — osulina; 4 — geološka granica

Fig. 2. North-Western part of Lebršnik. Mn — occurrence Ravna greda
1 — marl; 2 — limestone with cherts; 3 — scree; 4 — geologic boundary

rudni sloj na kome leži montmorionitski tuf sa slabim Mn-mineralizacijama (sl. 3). Završni član ovog profila čini krečnjak sa rožnacima. Iz ovog proizilazi da se, generalno posmatrano, ruda javlja na kontaktu laporaca i krečnjaka. Ujedno to govori o promenjenim uslovima sedimentacije.

Međutim, ovako jednostavan profil je dobrim delom iskomplikovan naknadnim tektonskim poremećajima. U krovinskim delovima rudne pojave, jasno se zapažaju tragovi tektonskog lomljenja. S obzirom na prisustvo stena različitog plasticiteta, tragovi kretanja se različito manifestuju. Naime, nešto dalje od rudne pojave zapazili smo u laporcima najtipičniji plisaž, a u krovinskim delovima rude pravu milonitsku breču. Ovakva situacija jasno govori da se ovde radilo o značajnim tektonskim pritiscima i poremećajima. Svi su izgledi da je krečnjački kompleks Lebršnika transportovan horizontalno, što nije nemoguće ako se ima u vidu blizina durmitorske kraljušti. No, budući radovi daće konačan odgovor na ovo pitanje, pošto su naša osmatranja bila ograničena na zapadni deo Lebršnika.




Sl. (Fig.) 3

Debljina rudnih slojeva je nejednaka. Na delovima terena gde smo vršili osmatranja, kod podinskog sloja kreće se do 0,80 m, a kod povlatnog rudnog sloja do 0,20 m. Međutim, nedovoljna otkrivenost rudnih slojeva, kao i tektonske deformacije onemogućavaju u sadašnjoj situaciji da se utvrdi prava debljina i prostorna zastupljenost rudnih slojeva.

## Mineralne parageneze

Mada je opisana rudna pojava siromašna u mineralnim vrstama, utvrđeno je prisustvo tri parageneze (primarna, termalna, descedentna) koje ćemo u sledećem ukratko opisati.

### *Primarna manganska parageneza*

Prostorno je u najužoj vezi sa rožnacem, sa kojim intimno prorasta. Ovde je najvećim delom zastupljen manganit, koga u manjoj ili većoj meri prati »psilomelan«. Slučajevi visoke koncentracije manganita uz veoma slabo prisustvo »psilomelana«, i obratno, takođe su zapaženi.

*Manganit* je ispitivan rudno-mikroskopski, i termički (DTA). Mikroskopski, mineral pokazuje tipične optičke osobine manganita (relativna moć odbijanja svetlosti, boja, birefleksija, anizotropija, unutrašnji refleksi i dr.), dok DTA analize daju pikove karakteristične za ovaj mineral (endotermni pikovi između 380 — 410 i oko 1000°)*

Manganit se javlja u rožnacu na vrlo različit način, počev od disperzne »prašine«, koja postepeno ili naglo prelazi u osnovnu masu manje ili više onečišćenu rožnacem. Manganit se takođe sreće i u vidu brojnih sitnih iglica u rožnacu, a često su zapažene i sitnoigličaste plaže ovog minerala. S druge strane, manganit se javlja i u tipičnim gel oblicima, tj. u vidu krupno-radijalnih agregata, ritmičkih kao i ovalnih ili jajastih zrna. Često je sama stena izgrađena iz okruglih providnih zrna (radiolarije?), koja su cementovana manganitom. Nepravilna prorastanja sa sterinom takođe su zapažena, a u nekim slučajevima manganit preuzima oblike mikro fosila. Ovi poslednji oblici mestimično dominiraju.

Usled naknadnih događaja primarni manganit je često prekristalisao u finozrnu do sitnoigličastu masu (tektonika, regeneracija).

*»Psilomelan«* je ispitivan rudno-mikroskopski i termički, ali mu prava priroda nije mogla biti sigurno utvrđena. Po optičkim osobinama on bi mogao odgovarati kriptomelanu, posebno iz razloga što su u nekim uzorcima zapaženi visoki sadržaji kalijuma (do 1%) u rudi u kojoj se javlja i »psilomelan«. Kako sadržaj barijuma često dostiže i do 0,4%, postoji mogućnost i prisustva Ba-psilomelana (ili čak i romanešita), pored kriptomelana, ukoliko se barijum ne nalazi kao izomorfna primesa u kriptomelanu.

»Psilomelan« je mnogo manje zastupljen nego manganit i najvećim delom on se samo lokalno koncentriše. Javlja se u vidu sitnih zrna i »prašine« u rožnacu, ili je intimno prorastao sa manganitom. U poslednjem slučaju često se radi o finozrnim mešavinama ova dva minerala, odnosno o međusobnom »mrežastom« prorastanju. Često je »psilomelan« izlučen i u tipičnim gel oblicima, naročito ritmičkim, zatim u vidu jajastih i ovalnih zrna, koja su nekad ugrađena u osnovnu masu manganita. U celini uzev, psilomelan se javlja u oblicima koji su slični onim kod manganita. »Psilomelan« takođe nekad preuzima spoljne oblike mikro fosila. Inte-

---

* Termičke analize uradila je mineralog S. Hadži-Popović.

resantno je na kraju ukazati da se »psilomelan« (a nekad i manganit), javlja i u vidu ljuspastih zrna, pri čemu se očigledno radi o bivšim ljuspicama detritičnog liskuna ili hlorita, koje su ova dva minerala metasomatski zamenili. Ljuspice su obično dimenzija do nekoliko stotina mikrona.

### *Termalna (regenerisana) parageneza*

U izgradnji ove parageneze učestvuju manganit, Mn-kalcit, kalcit i kvarc. Ova parageneza je mlađa od prethodne i potiskuje je u vidu žilica i metasomatski. Takođe je zapaženo da termalni minerali cementuju polomljenu primarnu mangansku rudu.

*Manganit* se javlja u prslinama u primarnoj rudi i rožnacu, zatim u vidu lokalnih nagomilanja, te na kraju u vidu metasomatskih potiskivanja primarne rude i okolne stene. Mestimično su brojne geode u primarnom manganitu ispunjene termalnim manganitom, koga prate kalcit i Mn-kalcit. Manganit se javlja u manje-više krupnim zrnima, ali često i u vidu kristala i njihovih druza, naročito u šupljinama i pukotinama u primarnoj rudi i steni. Mestimično se zapažaju i krupnozrne plaže termalnog koje sadrže uklopljena zrna i loptice primarnog manganita, ili »psilomelana«. Manganit je često uklopljen u kalcitu, nekad se izlučujući duž samih zidova prsline.

Postoje dve generacije termalnog manganita, pri čemu je manganit II stvaran mnogo kasnije, kada su primarna ruda i termalni manganit I bili već delom polomljeni. Tako se sada mogu zapaziti breče koje se sastoje iz primarne rude i termalnog manganita I, a koje su cementovane krupnozrnim kalcitom i kristalnim manganitom II. Ovaj poslednji manganit takođe je stariji od krupnozrnog kalcita u kome leži ugrađen.

Prilikom izlučivanja termalnog manganita, a delom možda i ranije (tektonika), primarni manganit često je sitno prekristalisao.

*Kalcit* i *manganski kalcit.* Zastupljenost manganskog kalcita u odnosu na kalcit nije utvrđivana, ali može da se kaže da je kalcit, uopšte uzev, dosta rasprostranjen. Mn-kalcit je delom pretvoren u descedentni »psilomelan«. Pri tom se često radi o pseudomorfozama, kada se finozrni »psilomelan« javlja u rombičnim presecima. Neka kalcitska zrna puna su disperse »prašine« termalnog manganita, koja je delom submikroskopski sitna.

*Kvarc* nije jače zastupljen i javlja se zajedno sa ostalim termalnim mineralima.

### *Descedentna parageneza*

Predstavljena je *»psilomelanom«, piroluzitom, kalcitom,* ređe *kalcedonom* i retko *manganitom.*

»Psilomelan« jer ispitivan mikroskopski i termički, ali u pogledu njegove detaljne odredbe važi isto što je gore navedeno za primarni »psilomelan«. To znači da ni u ovom slučaju nije moglo biti sigurno dokazano da se radi o kriptomelanu. Veoma je zastupljen i sa primarnim manganida-

tom on predstavlja glavnu manganski rudu u ovoj lokalnosti. »Psilomelan« se mnogo ređe javlja u vidu žilica u starijim manganskim mineralima i mnogo češći je u milonitskim brečama mermerisanog krečnjaka, gde se javlja kao cementni materijal, zajedno sa hidrotermalnim i descedentnim kalcitom, a nekad i sa descedentnim manganitom. Mestimično se »psilomelan« javlja i kao »intergranularni film« u krečnjaku. Descedentni »psilomelan« se u znatnoj meri pretvara u piroluzit, mada ovaj poslednji u celini uzev, najvećim delom nastaje iz manganita.

## Lokalnost Kamenjača

Kao što je već pomenuto, ova lokalnost se nalazi severno od sela Dramešine (sl. 1). Istraživana je jednim kraćim potkopom (na osnovu veličine halde, najverovatnije je da nije duži od 5 m), lociranim u tektonskoj breči u kojoj se javlja Mn-mineralizacija. Veći deo potkopa je zarušen. Ovaj deo terena je izgrađen od krečnjaka sa rožnacima, što u generalnom profilu, odnosno geološkom stubu, predstavlja krovinu rudonosnom horizontu. Rased u kome se javlja Mn-mineralizacija pripada sistemu poprečnih raseda, tj. onih čiji je pravac pružanja upravan na pravac pružanja slojeva (ovaj sistem raseda jasno se vidi i na sl. 4).

Mn-mineralizacija koja se ovde javlja je epigenetska i ona predstavlja cement tektonskoj breči. Na osnovu podataka koje navodi M. Jeremić (lit. 2) prateći ovu mineralizaciju po pružanju ona se postepeno sužava da bi se na kraju pretvorila u jednu pukotinu zapunjenu Mn-mineralima.

Imajući u vidu položaj rudnih pojava Ravna greda i Kamenjača, u odnosu na reljef, jasno proizlazi da ova, iako pojava sa sekundarnim mineralizacijama, postaje interesantna. Naime, rudonosni horizont, koji je otkriven u lokalnosti Ravna greda, proteže se i na delove terena severno od Kamenjače. Podzemne vode, čija se izdan nalazi u istom horizontu u kome se nalazi i orudnjenje, rastvaraju rudu mangana i pod uticajem gravitacije kreću se prema jugozapadu putevima koje je tektonika otvorila sistemom poprečnih raseda i pukotina transportujući rastvoreni mangan, koji se mestimično u pogodnim uslovima izlučuje formirajući sekundarne mineralizacije, kakva je i ova.

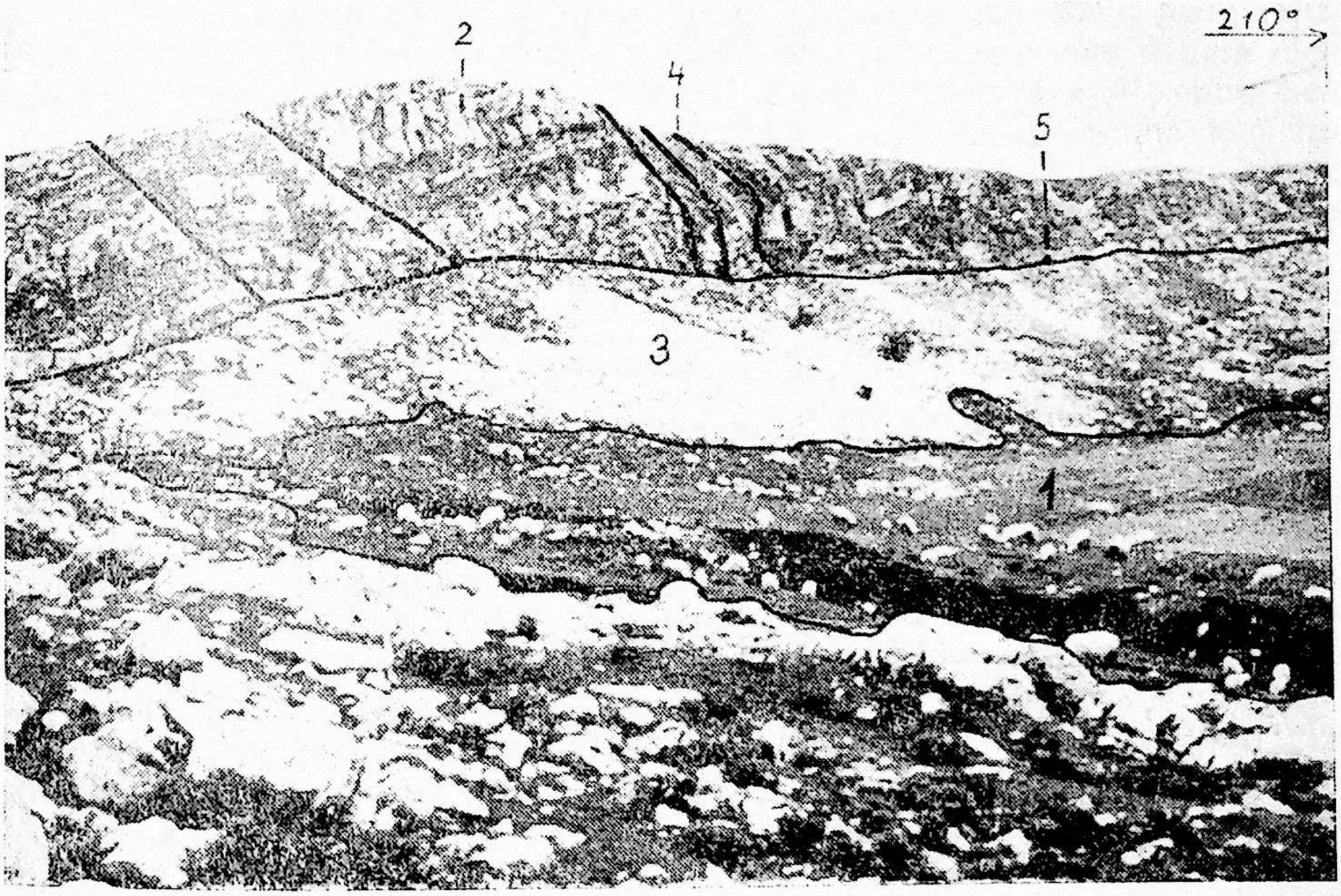
Kako je napred rečeno, ovde se radi o jednoj tektonskoj zoni, gde se javlja krečnjačka breča cementovana descedentnim manganskim mineralima. Reč je pri tom o »psilomelanu« koji se manje ili više pretvara u *piroluzit*, a nekad im se pridružuje i malo *limonita*. Ovi minerali nastupaju i u prslinama u krečnjačkoj breči, ili u vidu »intergranularnog filma«. »Psilomelan« je finozrn do sitnoigličast, ili radijalan, a piroluzit se javlja i u vidu kristala, često relativno krupnih, i izlučuje se u nekoliko generacija. U opisanoj krečnjačkoj breči mestimično se zapažaju i fragmenti primarne manganske rude (primarni »psilomelan« u rožnacu), zatim sitna zrna kvarca i kalcedona. Primarni »psilomelan« se i ovde nekad javlja u fosilnim oblicima. U navedenim fragmentima zapaža se takođe i termalni (regenerisani) manganski kalcit, nekad u rombičnim presecima, i uglavnom pretvoren u finozrni descedentni »psilomelan«.

### Lokalnost Ivanča polje

Mada u ovoj lokalnosti nije otkriven ni jedan rudni izdanak, zapažen je veći broj komada primarne rude, koji predstavljaju mehanički oreol rasejavanja. Između Ravne grede i Ivanča polja teren je izgrađen od krečnjaka sa rožnacima, koji predstavljaju krovinu rudonosnom horizontu. Osim toga reljef terena je takav da se u potpunosti isključuje mogućnost porekla rudnih komada iz lokalnosti Ravna greda.

Ovde imamo isti geološki profil kao i u lokalnosti Ravna greda, što se jasno vidi na sl. 4.

S obzirom na to, kao i na prisustvo mehaničkog oreola rasejavanja, nužno se nameće zaključak da je moguće, ispod osuline, a u zoni kontakta laporaca i krečnjaka sa rožnacima, očekivati prisustvo Mn-orudnjenja.




Sl. 4. Ivanča polje.
1 — laporac; 2 — krečnjak sa rožnacima; 3 — osulina; 4 — poprečni rasedi; 5 — geološka granica.

Fig. 4. Ivanča polje.
1 — marl, 2 — limestone with cherts; 3 — scree; 4 — transverse faults; 5 — geologic boundary.

## OSNOVNE GEOHEMIJSKE KARAKTERISTIKE

Spektrohemijske analize (M. Arsenijević) vršene su na »nečistom« materijalu, s ozbirom da se pojedini minerali nisu mogli separisati, niti u potpunosti odvojiti od okolnih stena (rožnac, krečnjak) pa ipak, rezultati do kojih se došlo u mnogome su pomogli pri genetskom tumačenju opisanih pojava.

Tabela 1

Sadržaj elemenata

u manganskim rudama iz okoline Gacka (u gr/t)

| Broj uzoraka | La | Pb | Ga | Ge | Mo | Cu | Ni | Co | Cr | Ti | V | Y | Rb | Cs | Ca | Ba | Sr | K | Na | Mg | Al | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | — | 35 | 5 | 10 | 40 | 200 | 27 | 110 | 14 | 120 | 37 | — | 25 | — | >1% | 3000 | 450 | >1% | 1000 | 5000 | 3500 | 800 |
| 2. | — | 15 | 5 | — | 17 | 200 | 47 | 40 | 4 | 40 | 17 | — | — | — | >1% | 180 | 25 | 2000 | 2500 | 2000 | 2300 | 700 |
| 3. | — | 12 | 5 | — | 30 | 200 | 70 | 40 | 10 | 80 | 10 | — | — | — | >1% | 80 | 180 | 800 | 100 | 2700 | 2000 | 170 |
| 4. | — | 200 | 20 | 15 | 200 | 200 | 250 | 80 | 14 | 250 | 80 | — | — | — | >1% | 450 | 140 | 1000 | 600 | 7000 | 4000 | 900 |
| 5. | — | 27 | 8 | — | 40 | 200 | 80 | 200 | 6 | 20 | 37 | — | — | — | 2000 | 1400 | 20 | 3000 | 300 | 4500 | 3500 | 250 |
| 6. | — | 120 | 5 | 10 | 80 | 200 | 30 | 450 | 3 | 15 | 40 | — | tr. | — | >1% | 4000 | 500 | 3000 | 3000 | >1% | 3000 | 3500 |
| 7. | — | 90 | 5 | 20 | 90 | 200 | 55 | 170 | 27 | 100 | 30 | — | 5 | — | >1% | 3000 | 500 | >1% | 3000 | 6000 | 3500 | 700 |
| 8. | — | 30 | 6 | 10 | 40 | 200 | 70 | 110 | 14 | 40 | 17 | — | tr. | — | >1% | 4000 | 350 | 3000 | 500 | 3000 | 3000 | 800 |
| 9. | — | 90 | 12 | 13 | 120 | 200 | 60 | 550 | 10 | 35 | 100 | — | 14 | — | >1% | 4000 | 1200 | >1% | 5000 | 7000 | 4000 | 1000 |
| 10. | 90 | 30 | 16 | — | 17 | 200 | 250 | 80 | 15 | 1600 | 100 | 30 | 45 | ? | >1% | 150 | 1200 | 5000 | 1000 | 9000 | 4000 | >1% |

1—9: Manganska ruda u rožnacu. Lokalnost Ravna greda.

10: Manganska ruda u krečnjačkoj breči. Lokalnost Kamenjača.

Spektralne analize su otkrile prisustvo većeg broja elemenata, od kojih se neki javljaju i u relativno visokim koncentracijama (vidi tabelu 1). U sledećem pokušaćemo da utvrdimo poreklo ovih elemenata.

S obzirom da se neki elementi kao što su K, Na, Ca, Al, Mg i dr. javljaju u različitim tipovima manganskih ležišta, njihovo prisustvo u opisanim lokalnostima nam ne govori mnogo. Stoga ćemo se ukratko osvrnuti samo na one elemente čije prisustvo može da indicira poreklo ruda u kojima se ovi elementi javljaju. Tako se, na primer, prisustvo nikla, kobalta, hroma, vanadijuma, a donekle i titana i bakra, može lako objasniti ako primarnu mangansku rudu genetski vežemo za dijabaz (porfirit)--rožnu formaciju Jugoslavije, jer je poznato da i u svetu uopšte i u našoj zemlji, ova formacija i odgovarajuće Fe-Mn rude u njoj, po pravilu sadrže manje ili veće koncentracije ovih elemenata. Gore izloženo, kao i niz drugih podataka koji su napred izneseni, ukazuju da se ovde doista radi o manganskim pojavama koje su genetski vezane za navedenu formaciju. Međutim, ovde se nedvosmisleno nameće pitanje porekla niza drugih elemenata, čije povećane koncentracije, pa čak ni prisustvo uopšte, nisu karakteristični za navedeni tip ležišta. Ovde je reč o elementima kao što su lantan, germanijum, rubidijum, a donekle i olovo i galijum. Dosadašnje iskustvo kod nas (lit. 8) a i u svetu uopšte, govori da germanijum i lantan po pravilu ne prate manganska ležišta ovog tipa i da oni najčešće karakteništu juvenilne parageneze, genetski vezane za kisele i alkalne stene. Olovo i galijum takođe ne predstavljaju elemente karakteristične za našu dijabaz-rožnačku formaciju, mada se mestimično sreću u istoj. Izuzetak čini zona u kojoj se nalaze Mn-ležišta Čevljanović — Draževići — Ozren, kod Sarajeva (lit. 7) u kojima su povećane koncentracije olova pravilo. Međutim, ovde su takođe poznate i pojave sedimentnih ležišta olova, pa prisustvo ovog elementa u manganskoj rudi ne predstavlja iznenađenje. S druge strane u ležištu Čevljanović, prema gornjoj literaturi, zapažene su i mlađe sulfidne parageneze, mada su one mineraloškog značaja. Lantan i germanijum zapaženi su u sedimentnom manganskom ležištu Cer (Kičevo), ali su oni ovde proizvod uticaja granita koji je izvršio regeneraciju primarnog manganskog ležišta i prineo niz juvenilnih elemenata, između ostalog i lantan i germanijum (lit. 6).

S obzirom da za sada nema nikakvih podataka koji bi ukazivali na mogućnost remobilizacije ovih elemenata iz nekih stena koje su ih sadržavale, logična je pretpostavka da su ovi elementi naknadno prinešeni u toku neke mlade magmatske akcije. Ovde se pre svega misli na germanijum, lantan i rubidijum, a delom i na olovo, dok pitanje porekla galijuma ostaje za sada otvoreno. Posebno iz razloga što galijum u sedimentnim formacijama nije redak element, mada se javlja u minimalnim koncentracijama. Juvenilni prinos elemenata izvele su mlade granitoidne stene.

## Geneza

Dosadašnja kao i naša geološko-strukturna i minero-genetska proučavanja nedvosmisleno ukazuju da su primarne manganske rude iz lokalnosti Ravna greda vulkansko-sedimentnog načina postanka i da su kako genetski tako i prostorno u najužoj vezi sa okolnim rožnacima. Način

prorastanja primarnih manganskih minerala, međusobno, kao i u odnosu na rožnac, ukazuju u potpunosti na odsustvo struktura potiskivanja, što ide u prilog zaključku da su i ove rude i okolna stena jednovremeno stvarani. Prisustvo »bazičnih« pratilaca kao što su Ni, Co, V, Cr, a delom i Cu i Ti, inače skoro redovnih pratilaca naših manganskih ležišta genetski vezanih za dijabaz (porfirit)-rožnačku formaciju, predstavlja dokaz više za gornju interpretaciju, pa se doista može reći da se radi o vulkansko-sedimentnom plitkovodnom tipu ležišta genetski vezanom za ovu formaciju.

S obzirom da je navedena formacija od strane nekih autora (lit. 3), razvrstana u dve podgrupe, tj. u dijabaz-rožnu i porfirit-rožnu, postavlja se pitanje u koju podgrupu spadaju gore opisana ležišta. Upoređivanjem geohemijskih karakteristika veoma je teško doći do sigurnog zaključka, posebno što se gore navedeni elementi, »bazični pratioci«, javljaju u ležištima obe podgrupe. Međutim, mi ipak smatramo da su pojave na Ravnoj gredi, genetski vezane za porfirit-rožnačku formaciju i to iz sledećih razloga:

a) što se i ovde, kao i u drugim ležištima iz ove formacije (Crnogorsko primorje, na primer, lit. 9), primarna ruda pre svega karakteriše značajnim prisustvom manganita;

b) što se ležište Ravna greda, kao i Mn-ležišta Crnogorskog primorja, nalaze u istim stenama (rožnaci);

c) što se u oba slučaja radi o formaciji koja je kredne starosti;

d) što se u oba slučaja radi o mestimičnim pojavama montmorionita, u rudonosnoj formaciji i što je ovaj montmorionit nastao iz bivših proslojaka tufova, koji su po svoj prilici po sastavu odgovarali porfiritima.

Iz svega ovog bi proizilazilo da manganska pojava Ravna greda, kao ni njoj slične pojave iz bliže i dalje okoline, ne predstavlja ništa izuzetno i da ona samo predstavlja dokaz više da se porfirit-rožna formacija Crnogorskog primorja normalno nastavlja prema severu kroz Hercegovinu i možda dalje u Bosni. Ova formacija svakako sadrži stene i porfiritskog i dijabaznog sastava (8).

Primarno manganske ležište Ravne grede je usled kasnijih tektonskih pokreta bilo podvrgnuto uticaju magmatskih (verovatno plutonskih) kiselih stena, usled čega je dolazilo do delimične remobilizacije primarne manganske rude i do stvaranja regenerisanog manganita, kalcita i Mn-kalcita. Na ovo ukazuje i prisustvo lantana, germanijuma, rubidijuma, a možda delom i olova (možda čak i galijuma) u manganskoj rudi, koji po pravilu ne prate ovaj tip ležišta, i koji su najvećim delom, genetski vezani za magmatsku akciju koja je i dovela do remobilizacije primarne manganske rude. Što se tiče molibdena, mi njega ovde ne smatramo juvenilnim, s obzirom da su dosadašnja ispitivanja (lit. 8) pokazala da je ovaj element normalan pratilac naših manganskih ležišta genetski vezanih za dijabaz (porfirit)-rožnačku formaciju. Mestimična migracija i koncentracija molibdena (kao uostalom i drugih primarnih elemenata) u toku regeneracije ležišta, svakako se događala o čemu, između ostalog, svedoče i jako neujednačeni sadržaji ovog metala u različitim uzorcima, ali, prema autorima, ove razlike uglavnom nisu posledica juvenilnog priliva molibdena.

Remobilisana parageneza se u mnogo čemu razlikuje od primarne. Tako strukture potiskivanja koje se uvek vide kod termalnih minerala, u primarnoj rudi su sasvim odsutne. Takođe se na osnovu potiskivanja i punjenja (prsline) jasno uočava da je termalna parageneza mlađa od primarne. Na kraju, po pravilu je termalna parageneza krupnozrnija od primarne, a termalni minerali se često javljaju i u vidu kristala.

Posle izlučivanja termalne parageneze, dolazi ponovo do tektonske akcije i do milonitiziranja kako primarnih stena tako i rude, a ležište izbija na površinu, gde usled dejstva površinskih (i podzemnih) voda dolazi do rastvaranja kako primarnih tako i regenerisanih manganskih minerala i do stvaranja descedentnog »psilomelana«, piroluzita i malo limonita, retko i manganita. Ova descedentna parageneza, zajedno sa znatnim količinama kalcita, potiskuje prethodne parageneze, a često se javlja i kao cementni materijal polomljenoj primarnoj i regenerisanoj rudi i okolnoj steni, pri čemu dolazi do stvaranja orudnjenih tektonskih breča.

Što se tiče lokalnosti Kamenjača, ovde dominiraju descedentni minerali (»psilomelan«, piroluzit), uz nešto limonita i znatne sadržaje kalcita. Međutim, fragmenti sa primarnom psilomelanskom rudom, koji se mestimično javljaju u krečnjačkoj breči, govore da je i ovde primarna ruda vulkansko-sedimentnog karaktera i da je genetski identična onoj sa Ravne grede. Kako se u navedenim fragmentima mestimično zapaža i hidrotermalni manganski kalcit (uglavnom pretvoren u »psilomelan«), može se zaključiti da je i ovde primarna manganska ruda delom kasnije remobilisana, a pod uticajem mlađeg magmatizma, zapravo onog istog koji je doveo do regeneracije i u ležištu Ravna greda.

(Predato za štampu 16. novembra 1973. godine).

## LITERATURA


1. Bešić Zarija, 1958: Još nešto o geotektonici Crne Gore. Geološki glasnik, knj. II, Titograd.
2. Jeremić Mihajlo, 1959: Manganska ležišta i pojave u BiH. Glasnik Prirodnjačkog muzeja, serija A, knj. XII.
3. Petković M., 1961: Trijasko metalogenetsko područje Vareš. Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.
4. Popović R., Vujanović V., 1968: Izveštaj o terensko-laboratorijskim ispitivanjima manganskih ruda sa planine Lebršnik kod Gacka. Fond stručnih dokumenata Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina — Beograd.
5. Simić, V., Čubrilović V., Mikinčić V., Jovanović R., 1938: Izveštaj o geološkom snimanju VI lista geološke karte BiH 1:200.000 — severni deo. Godišnjak Geološkog instituta Kraljevine Jugoslavije, god. I, Beograd.
6. Vujanović V., 1961: Mineralogija manganskog ležišta Cer. Glasnik Prir. muzeja, Beograd.
7. Vujanović V., 1962: Mineralogija manganskog ležišta Čevljanović. Glasnik Prir. muzeja, Beograd.
8. Vujanović V., 1968: Mineralogija, geohemija i geneza sedimentnih manganskih ležišta Jugoslavije. Radovi IGRI, Beograd.
9. Vujanović V., 1967: Manganske pojave Crnogorskog primorja. Glasnik Prir. muzeja, Beograd.

Summary

RADULE POPOVIĆ[1]
VOJISLAV VUJANOVIĆ[1]

# THE MANGANESE ORE-OCCURRENCES ON THE MOUNTAIN OF LEBRŠNIK IN THE VICINITY OF THE TOWN OF GACKO

The area investigated is placed on the western slopes of the mountain of Lebršnik in the vicinity of the town of Gacko. This area is dominated by the diabase (porphyrite)-chert-formation the succession of which is as follows: 1. Marl, 2. Chert, 3. montmorillonite tuff and 4. limestone.

The primary ore is essentialy consisting of manganite and »psilomelane« (cryptomelane?). The host rock is the chert which occurs as beds generally up to 1 meter thick.

The Later tectonics produced a system of fractures and fissures, along which the hot waters circulated partialy remobilising the primary ore. In this period regenerated manganite, calcite and Mn-calcite, including scarce quartz, have deposited.

After the deposits have reached the surface, they have been subjected to the effects of descending waters, which produced abundant »psilomelane« (cryptomelane?), pyrolusite and calcite and small amounts of litmonite.

The primary manganese ore inlcudes a number of elements which are well known as the followers of the diabase (porphyrite)-shert-formation in this country (Co, Ni, Cr, Ti etc.). The later hydrothermal solutions introduced the traces of La, Ge, Rb, Pb and perhaps of Ga. These as well as another data suggest that the remobilisation of the primary ore was caused by the influence of later granitoid rocks.

Throughout the activity of hydrothermal as well as of descending waters migration of elements took place (table 1).

The manganese ores from Lebršnik belong to the volcanic-sedimentary-hidrothermal type related to porphyrite-chert-formation, which is well developed in the montenegrian coastal area, continuing at the NW within Herzegovina and Bosna.

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.



1. *Ravna greda*

Primarni manganit (svetlosiv) u rožnacu (sivocrn). Manganit je trakasto izlučen, manjim delom u vidu guste »prašine« u steni. Vazduh, 38×.
Primary manganite (light gray) in the chert (grayblack).



2. *Ravna greda*

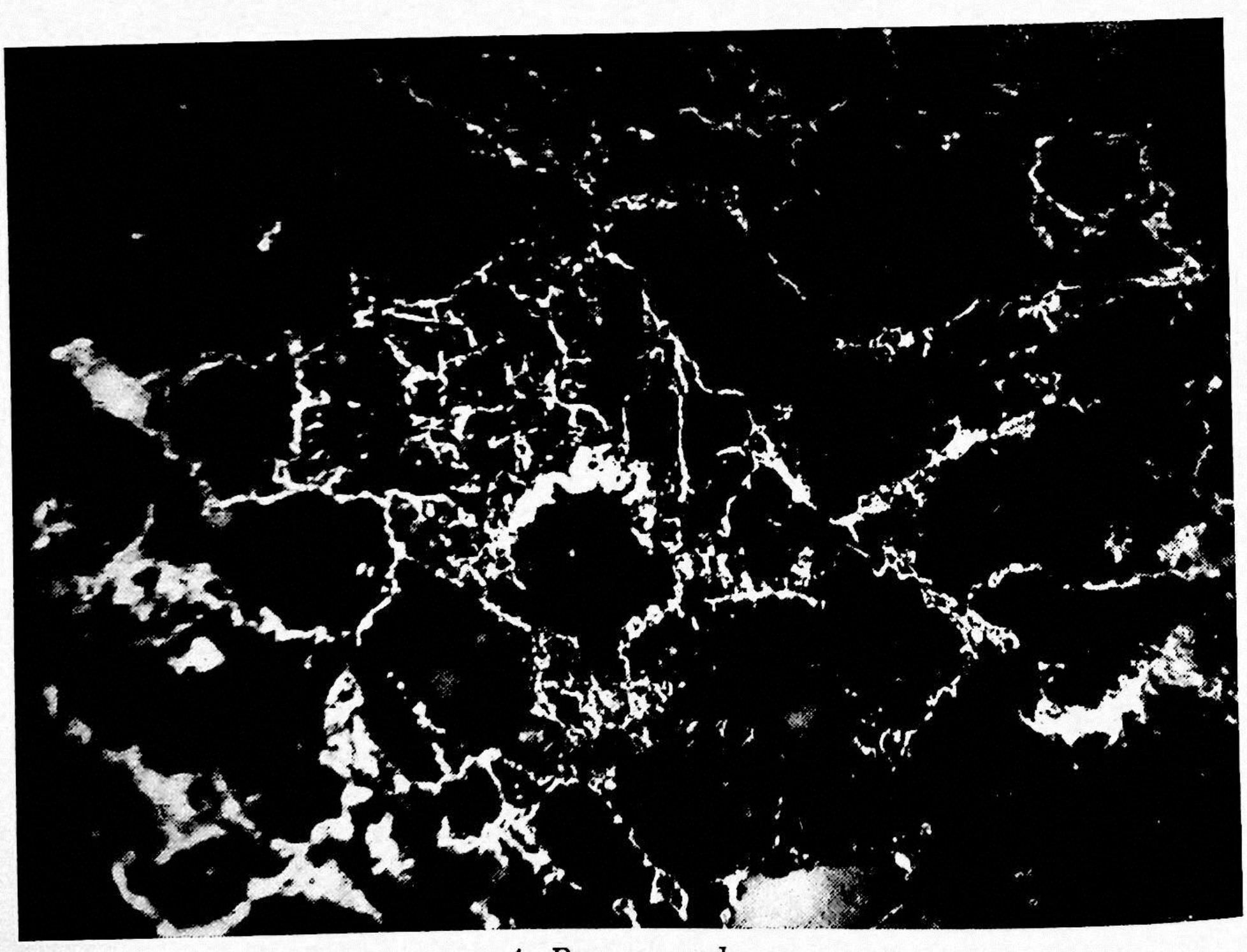
Primarni »psilomelan« (siv) u loptastim i oblicima gela u osnovnoj masi rožnaca (crn). Ulje, 180×.
Primary »psilomelane« (gray) in the chert (black).



3. *Ravna greda*

Regenerisani manganit (kristalan, siv, sa vidljivom birefleksijom) u regenerisanom kalcitu (sivocrn). Ulje, 180×.

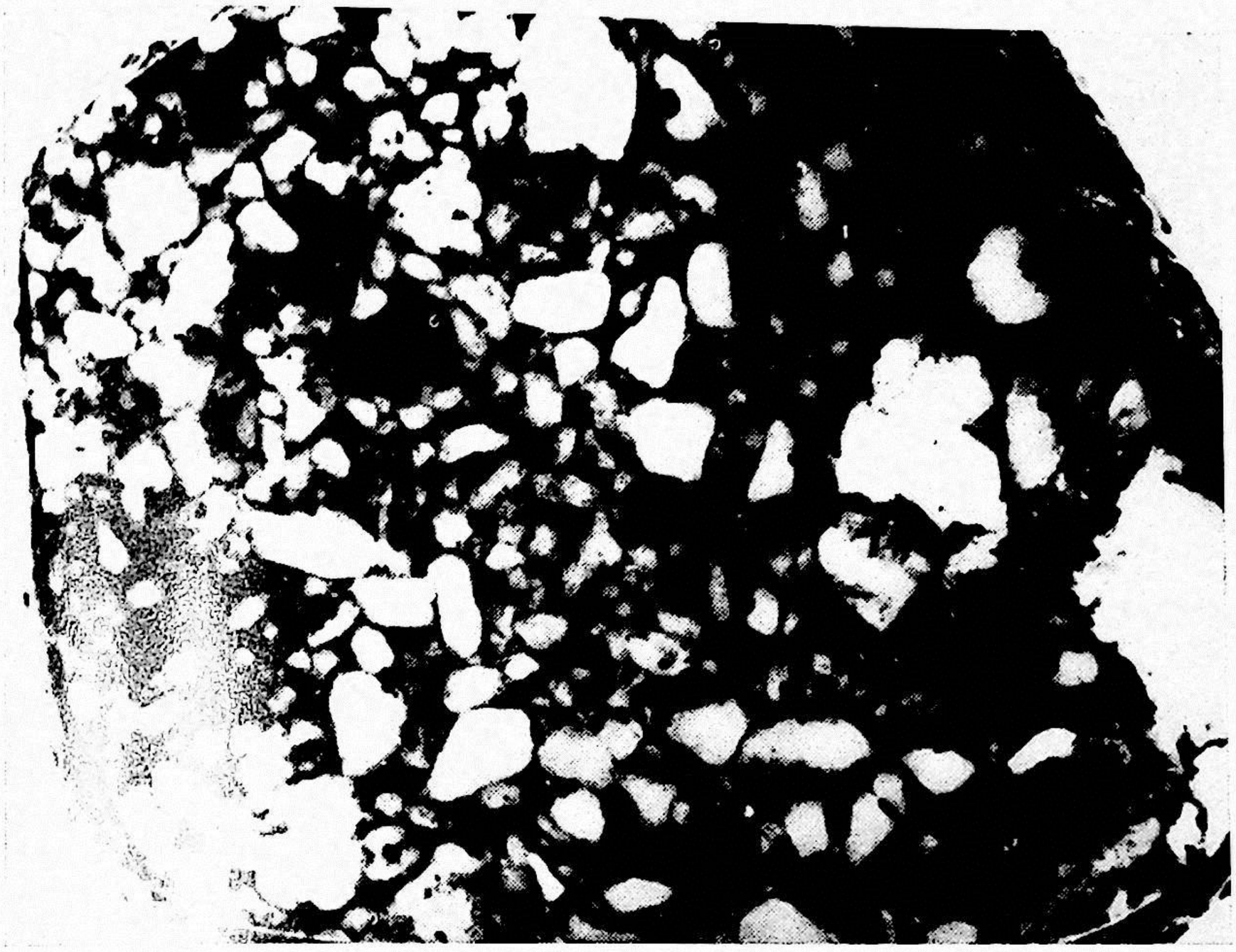
Regenerated manganite (crystalline, variable gray) in regenerated calcite (grayblack).



4. *Ravna greda*

»Intergranularni« film descedentnog psilomelana (svetlosiv) u krečnjaku (sivocrn do crn). Ulje, 180×.

Intergranular film of descending »psilomelane« in chert (grayblack).



5. *Kamenjača*

Krečnjačka breča (belo) cementovana descedentnom manganskom rudom (psilomelan, piroluzit, crno). Uvećano 1,5×.
Limestone breccia cemented by descending psilomelane.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

VELJKO OMALJEV

UDK: 553.495 (497.12)

# IZBOR LOKACIJA ISTRAŽNIH HORIZONATA NA LEŽIŠTU URANA ŽIROVSKI VRH

(sa 5 slika)

Ovaj rad predstavlja studiju, iz 1968. godine, gustine mreže istražnih radova, koja je rađena da bi se moglo nastaviti istraživanje ležišta urana Žirovski vrh, po vertikali. Završetak izrade glavnog istražnog potkopa P-10 na horizontu 430 m postavilo je ovaj problem pred konačno usvajanje.

Autor je više godina studirao i realizovao lokacije, sisteme i gustinu mreže istražnih radova na ovom ležištu. Problem istraživanja novih, nižih horizonata je razmatran više puta na savetovanjima i konsultacijama, naročito posle 1964. godine. Posle konačnog lociranja glavnog istražnog potkopa 1965. godine, razrađena je koncepcija detaljnog istraživanja drugih horizonata. Ovaj rad predstavlja poslednju reviziju sistema i gustine mreže istražnih radova na novim horizontima, koji su kasnijih godina razrađeni u Projektima rudarskih istražnih radova i realizovani (ovi istražni radovi su u toku od 1970. godine). U radu je uglavnom zadržan način izlaganja u budućem vremenu, iako je to sada prošlost.

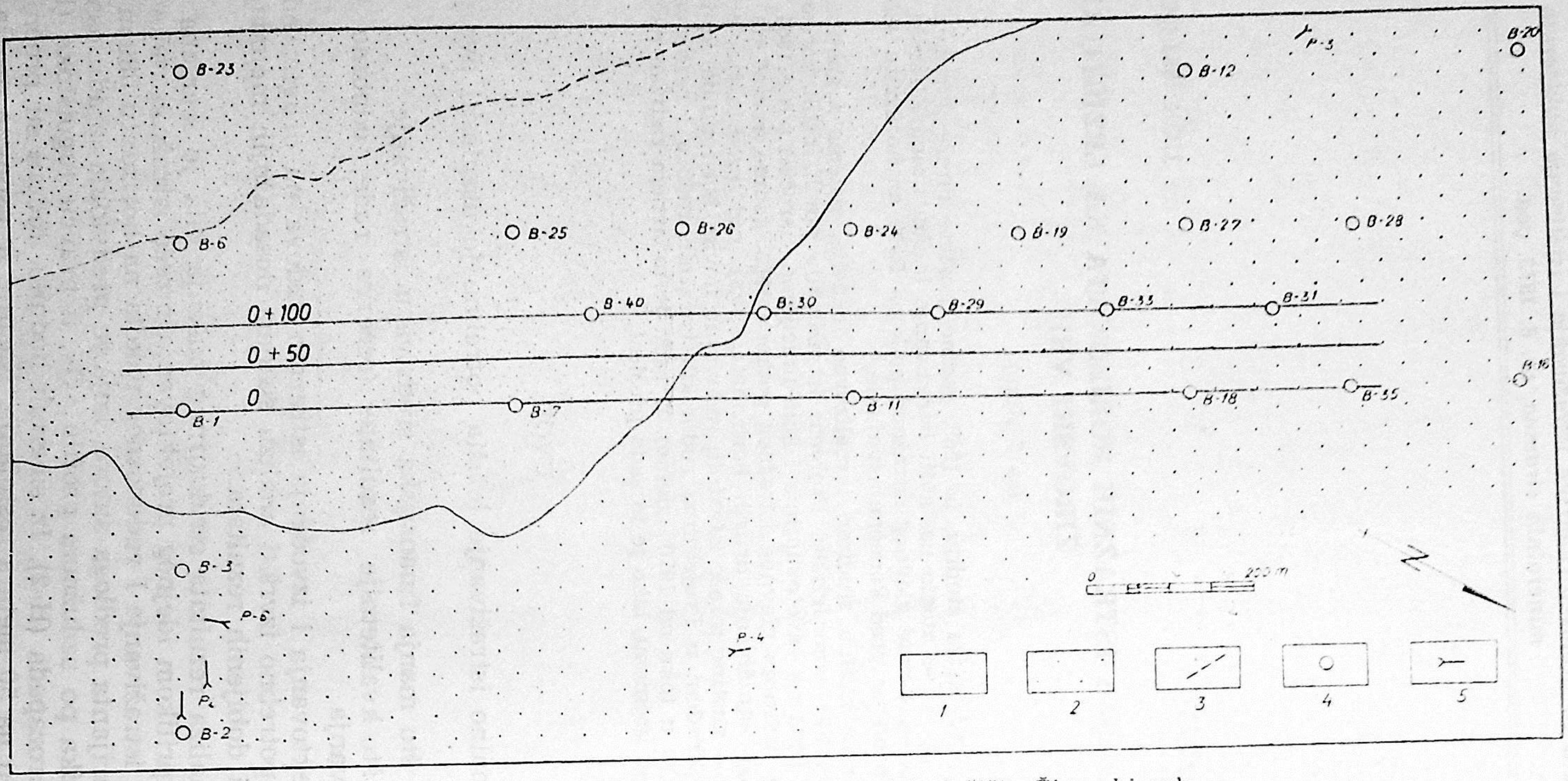
## UVOD

Za racionalno istraživanje ležišta potrebno je usaglasiti dve protivrečnosti:

1. uložiti što manja finansijska sredstva u istraživanje,
2. dobiti što kvalitetnije rezultate (rezerve rude, odnosno urana) istraživanja.

Pre projektovanja i izvođenja istražnih radova na drugim horizontima, bilo je potrebno izvršiti analizu sistema dosadašnjih metoda istraživanja, kao i dobijenih rezultata.

Slična analiza rezultata strukturnog bušenja bila je izvršena marta 1962. godine, prilikom idejnog projektovanja mreže istražnih radova, odnosno sistema istraživanja I rudonosnog paketa na horizontu 580 m. Odabrana je II varijanta predloga autora, koja je predviđala izradu osnovnih smernih hodnika po uzdužnom profilu »O«, u pravcu jugoistoka (H-1) i u pravcu severozapada (H-2). Iz smernih hodnika rađeni su prečni hodnici, po pravilu na 50 metara rastojanja. Kasnije je osnovna mreža prečnih hodnika razređena ili pogušćena, zavisno od toga kakav se stepen




Sl. 1. Pregledna geološka karta centralnog dela ležišta Žirovski vrh.
1 — crvena serija, 2 — siva serija, 3 — rased, 4 — bušotine, 5 — potkopi.

Fig. 1. Geologic map of central part of Žirovski Vrh uranium deposit.
i — Red series, 2 — Gray series, 3 — Fault, 4 — Drill holes, 5 — Mining works.

istraženosti želi dobiti (V. Omaljev 1966). Iz prečnih hodnika bušeni su profili perkusivnih bušotina, po pravilu na 5 metara rastojanja. Dubina perkusivnih bušotina je zavisna od tipa bušaćeg pribora, a najbolji rezultati se postižu do dubine 20, odnosno 30 metara (zavisno da li se buši od horizontale na dole ili na gore). Za istraživanje nižih rudonosnih slojeva izvodilo se jamsko rotaciono bušenje do 160 metara dubine. Bušotine se po pravilu lociraju po mreži 50×50 metara, koje u stvari predstavlja pogušćenje osnovne mreže površinskih bušotina 400×400 metara. Na taj način je ostvaren jedinstven sistem istraživanja na površini i u jami.

## ANALIZA DOSADAŠNJEG SISTEMA ISTRAŽIVANJA

Ležište urana Žirovski vrh obuhvata površinu oko 4 km² na severoistočnim padinama planine Žirovski vrh.

Osnovna metoda istraživanja ležišta je bušenje. U fazi strukturnog istraživanja ležišta, bušeno je po osnovnoj mreži 400×400 metara. Zbog nedostatka finansijskih sredstava za ovo istraživanje, osnovno bušenje po pomenutoj mreži je samo delimično izvedeno. Izbušena su tri strukturna poprečna profila na rastojanju 1.600 metara i jedan uzdužni profil »O« koji ih povezuje. U međuprostoru između profila izbušeno je nekoliko bušotina na severozapadnom delu ležišta.

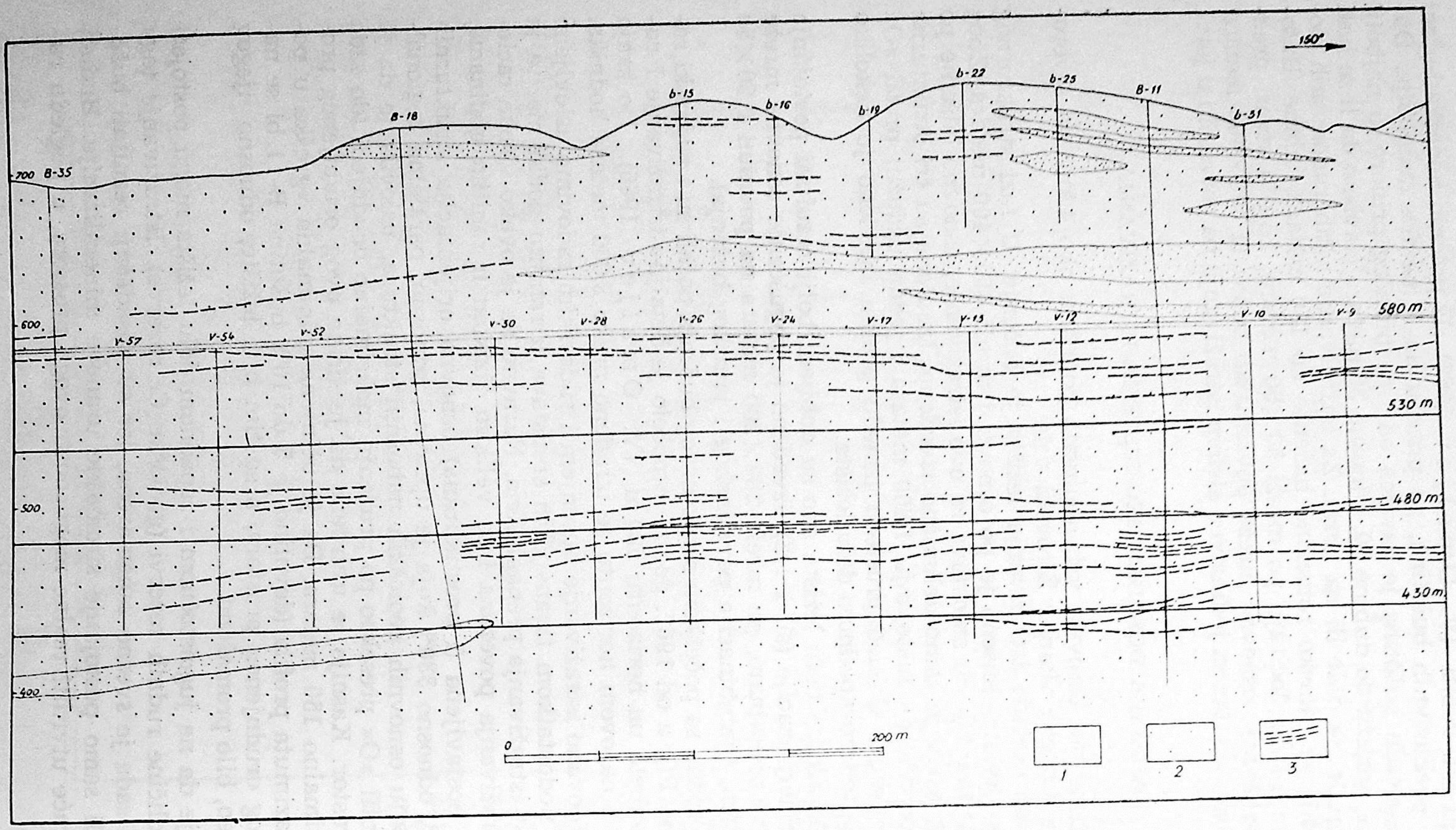
Na centralnom delu ležišta gde su dobijeni bolji rezultati postojanja uranove mineralizacije (sl. 1 i 2), izvedeno je pogušćenje osnovne mreže bušenja i to nepotpuno, po mreži 200×200 metara na površini i 50×50 metara u jami (kombinacija površinskog i jamskog bušenja).

Istovremeno sa početkom strukturnog bušenja počeli su i rudarski radovi (potkop Pi), a od 1962. godine otpočelo je detaljno istraživanje I rudonosnog paketa na horizontu 580 m (V. Omaljev 1966). Do kraja 1968. godine na ovom horizontu je izrađeno preko 8.000 metara hodnika.

Kombinovano istraživanje bušenjem i rudarskim radovima uslovljeno je stalnim nedostatkom finansijskih sredstava u ranijim godinama, te je racionalnost istraživanja prenaglašena. Naravno da je ovako visoka racionalnost istraživanja povezana i sa velikim rizikom u ranijim godinama.

Dobro postavljena (i prostudirana) osnovna orijentacija strukturnih profila (60°, odnosno 330°) koja je upravna, odnosno, paralelna regionalnom pružanju osnovnih geoloških nabornih struktura, uslovila je da je uzdužni profil »O« presekao po pružanju maksimalno orudnjeni (do sada poznati) prostor. Kasnije je utvrđeno da je širina ovog orudnjenog prostora maksimalno 150 metara. Da je učinjena minimalna »greška u postavljanju azimuta profila (dovoljno je 5 do 10°), bušotina B-11 bi se našla van ovog orudnjenog prostora, a sa tim bi i ležište, odnosno njegov centralni deo, bilo promašeno.

Jasno je da na jugoistočnom i zapadnom delu ležišta mogu postojati značajne količine rudnih rezervi (geološke $C_2$ rezerve). Istraživanje toga prostora za sada je svesno zanemareno, jer su dosadašnji rezultati bušenja dokazali samo postojanje siromašne uranove mineralizacije. Budući rudnik moraće utvrditi realne mogućnosti ovoga prostora, u pogledu rudonosnosti.




Sl. 2. Detalj uzdužnog profila O.
1 — crveni peščari, 2 — sivi peščari i konglomerati, 3 — uranova mineralizacija i ruda.

Fig. 2. Detail of longitudinal section O.
1 — Red sandstones, 2 — Gray sandstones and conglomerates, 3 — Uranium mineralization and ore.

Dobro locirani i veoma detaljno geološko-geofizički obrađeni istražni radovi, dali su za rezultat ležište urana na površini oko 1 km² sa centralnom tačkom približno u bušotini B-11 (sl. 1). Po ukupnoj količini rudnih rezervi urana metala, ležište je uvršteno u srednjeveliko ležište urana (po sovjetskoj klasifikaciji) sa rezervama od 1.000 do 10.000 tona urana metala (V. Omaljev 1965).

Ležište urana Žirovski vrh je deponovano u sedimentnim stenama sa jasnom stratigrafsko-litološkom kontrolom (sivi peščari i konglomerati sive serije gredenskih slojeva). Uranova mineralizacija je lokalizovana u rudna tela sočivastog oblika pojavljivanja, koja slede slojevitost kao strukturnu geološku kontrolu (V. Omaljev 1967). Na osnovu ovih podataka ležište pripada IV morfološkoj grupi uranovih ležišta.

Osnovna naborna struktura na centralnom delu ležišta preliminarno je interpretirana kao prevrnuti nabor. Eksploatacionim istraživanjem (V. Omaljev 1969 a i 1971) dokazano je postojanje prevrnute sinklinale, koja idući ka jugozapadu prelazi u kosu antiklinalu. Jugozapadno krilo antiklinale nije istraženo, te je neizvesno kako ova antiklinala prelazi u sinklinalu (moguće je da su svi nabori prevrnuti). S obzirom da rudna tela slede slojevitost, ovo pitanje je od najvećeg značaja, a može se rešiti detaljnim istraživanjem nižih horizonata.

Genetski, ovo ležište urana pripada infiltracionom epigenetskom tipu u peščarima. Uran je u ležište unet podzemnim vodama, verovatno još za vreme perma kada se vršila sedimentacija crvene serije. Kako rudna tela slede slojevitost, naborne strukture su postrudne starosti. Takođe je zapaženo da rupture samo mehanički raskidaju rudna tela, te su i oni postrudne starosti. Rasedi su najčešće malih amplituda pomeranja, zapažen je samo jedan veći rased (sl. 1) sa amplitudom skoka većom od 10 metara.

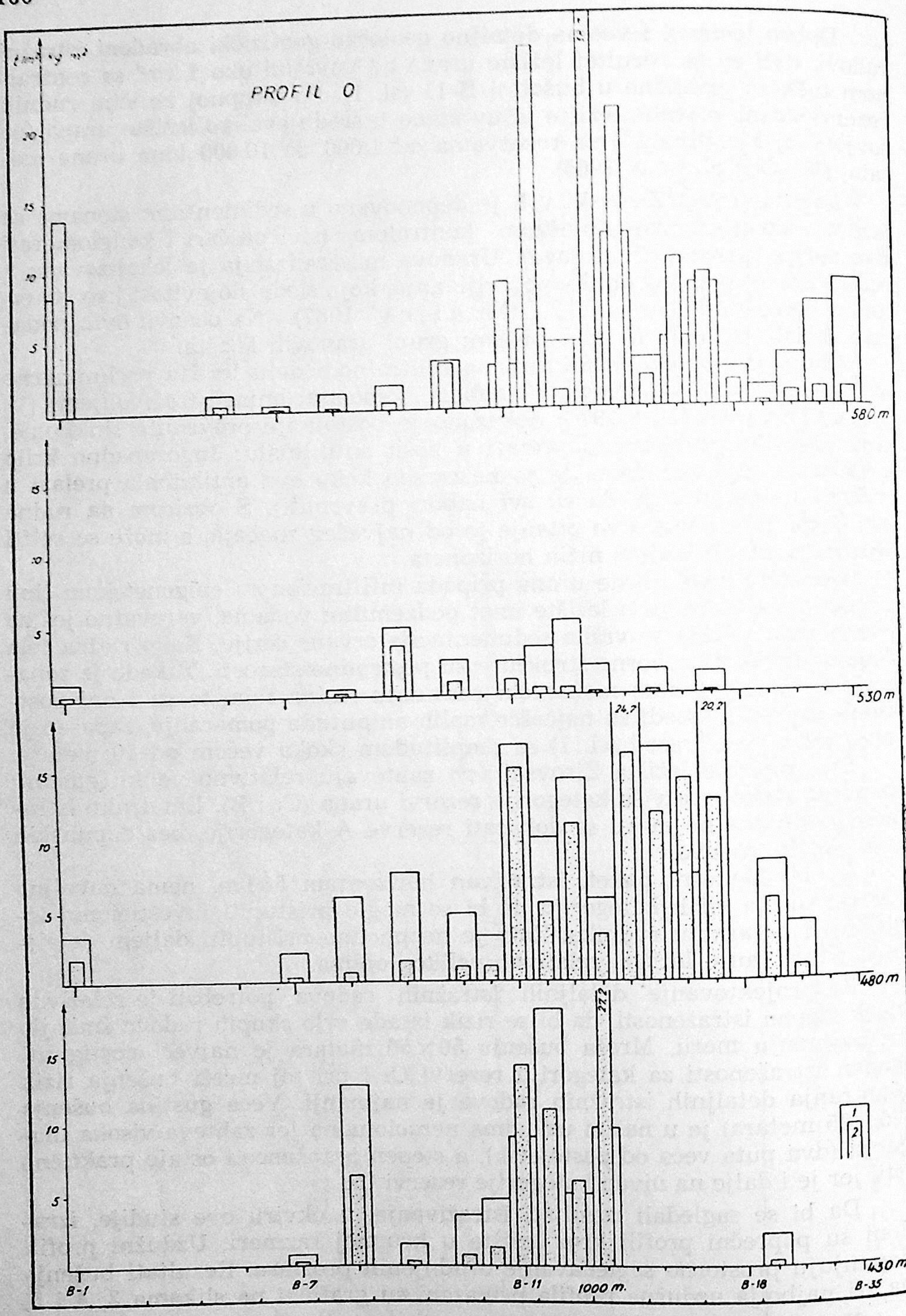
Ove osobine ležišta Žirovski vrh zahtevaju relativno veliku gustinu istražnih radova za više kategorije rezervi urana ($C_1$ i B). Detaljnim istražnim radovima ne mogu se dokazati rezerve A kategorije, bez dopunskih vrlo gustih radova.

Prvi rudonosni paket, istraživan horizontom 580 m, nema dovoljno rezervi urana viših kategorija da bi se moglo pristupiti investicionoj izgradnji i otvaranju rudnika. Zato je neophodno pristupiti daljem detaljnom istraživanju ležišta, relativno velikog obima.

Za projektovanje detaljnih istražnih radova potreban je relativno visok stepen istraženosti, da bi se rizik izrade vrlo skupih radova smanjio na najmanju meru. Mreža bušenja 50×50 metara je najveći postignuti stepen istraženosti za kategoriju rezervi $C_2$ i pri toj mreži bušenja rizik planiranja detaljnih istražnih radova je najmanji. Veća gustina bušenja (25×25 metara) je u našim uslovima neracionalna jer zahteva visoka ulaganja (dva puta veća od postojećih), a stepen istraženosti ostaje praktično isti, jer je i dalje na nivou kategorije rezervi $C_2$.

Da bi se sagledali rezultati istraživanja, u okviru ove studije, izrađeni su poprečni profili kroz ležište u krupnoj razmeri. Uzdužni profili dopunjuju prostorno sagledavanje orudnjenih prostora. Rezultati bušenja na tri najbolja uzdužna profila prikazani su grafički na slikama 3, 4 i 5.

Najniži horizont koji se može otvoriti horizontalnim pristupnim potkopom je približno na koti 430 metara. Vertikalni prostor do istraženih horizonta 580 m (150 metara) je istražen rotacionim bušotinama za kate-




Sl. 3. Orudnjenost na uzdužnom profilu O.
1 — ruda, 2 — uran.

Fig. 3. Mineralization along the longitudinal section O.
1 — ore, 2 — uranium.

goriju rezervi $C_2$ i na tom prostoru treba izvoditi naredna detaljna istraživanja.

Prvobitna koncepcija detaljnog istraživanja ovog prostora, koja je bila razrađena u Ekonomsko-tehničkoj analizi (I. Gornik i S. Rajić 1966) predviđala je izradu 5 novih istražnih horizonata na međusobnom vertikalnom rastojanju 30 metara. Predviđena je izrada novih horizonata 430, 460, 490, 520 i 550 metara. Sistem detaljnih istražnih radova bio bi isti kao i na horizontu 580 m.

Sistem detaljnih istražnih radova na horizontu 580 m je bušenje iz prečnih hodnika profila perkusivnih bušotina, približno vertikalnih (na gore i na dole), već prema konkretnoj geološko-tektonskoj građi toga dela ležišta. Orijentacija ovih profila je upravna na regionalno pružanje slojeva. Maksimalno dozvoljeno rastojanje profila za rezerve viših kategorija su: 50 metara za kategoriju $C_1$ i 25 metara za kategoriju B.

Rudna tela u prostoru su regulisana slojevitošću, a ta činjenica je dokazana eksploatacionim istraživanjem u I rudonosnom paketu (V. Omaljev 1969a). Granica razdeobe rude i jalovine je preliminarno određena na vrednosti 0,03% U. Ova rudna kontura kao i druge izolinije jednakih sadržaja imaju vrlo složen oblik u prostoru, koji se ne može dovoljno istražiti detaljnim istraživanjem (za kategoriju rezervi A).

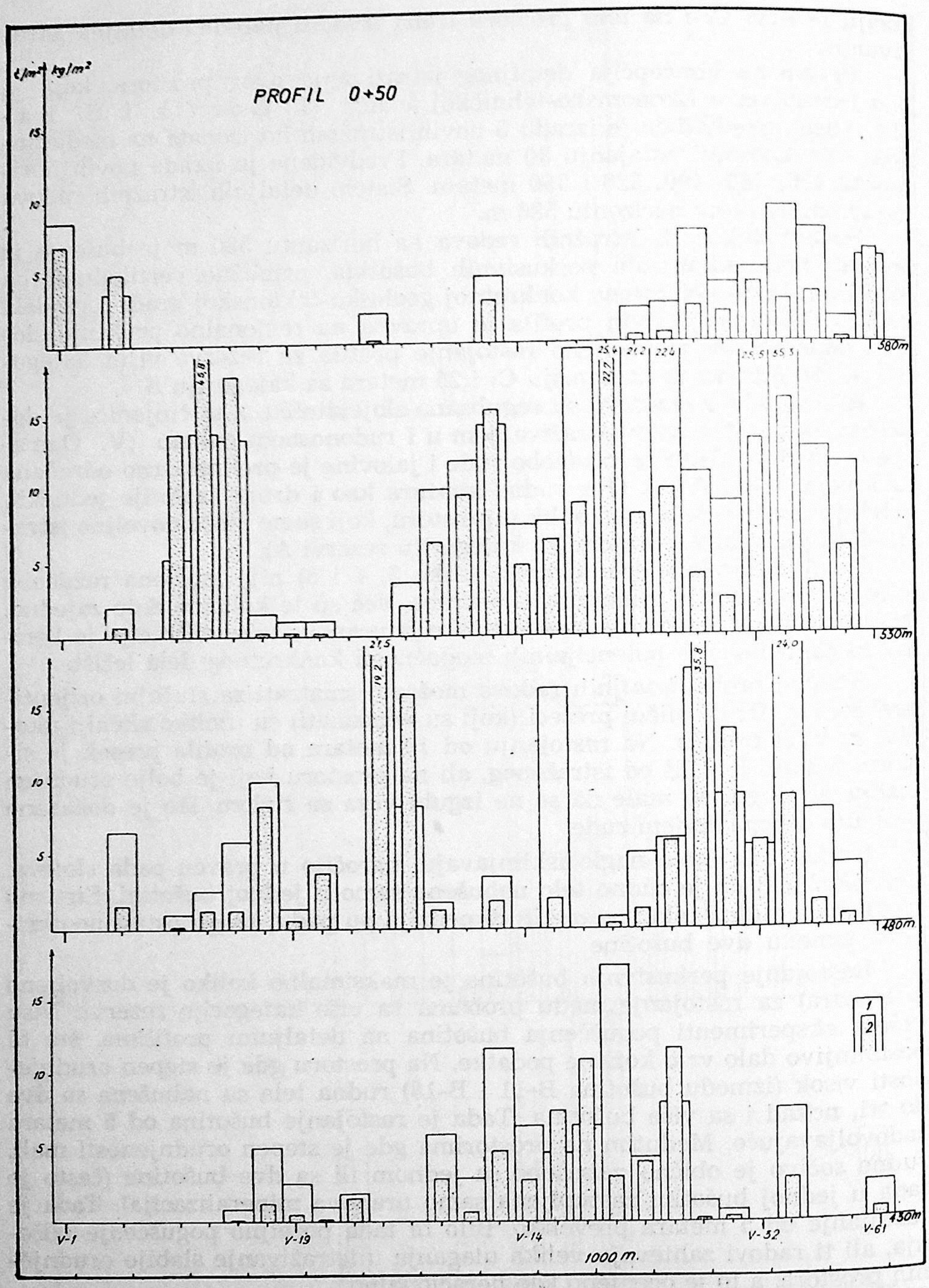
Na dijagramima orudnjenosti (slike 3, 4 i 5) nije izvršena razdeoba rude od siromašnije mineralizacije urana, već su te količine date zajedno. Mreža bušotina je retka i svaka detekcija uranove mineralizacije je korisna za sagledavanje potencijalnih mogućnosti konkretnog dela ležišta.

Istražni profil detaljnih radova možemo smatrati za slučajni orijentisani presek. Drugi slični preseci (koji su nepoznati) su utoliko sličniji ukoliko su bliži profilu. Na rastojanju od 10 metara od profila presek je sigurno znatno različit od istraženog, ali na prostoru koji je bolje orudnjen razlike su dovoljno male da se ne izgubi veza sa rudom, što je dokazano probnim otkopavanjem rude.

Rudna tela često naglo isklinjavaju, naročito u pravcu pada slojeva. Čest je slučaj da je rudno telo nabušeno samo u jednoj bušotini. Sigurno je da mala rudna tela metarskih dimenzija po padu, mogu ostati neotkrivena između dve bušotine.

Rastojanje perkusivnih bušotina je maksimalno koliko je dozvoljeno (5 metara) za rastojanje među probama za više kategorije rezervi. Nisu vršeni eksperimenti pogušćenja bušotina na detaljnim profilima, što bi nesumnjivo dalo vrlo korisne podatke. Na prostoru gde je stepen orudnjenosti visok (između bušotina B-11 i B-18) rudna tela su nabušena sa dve do tri, nekad i sa više bušotina. Tada je rastojanje bušotina od 5 metara zadovoljavajuće. Međutim na prostorima gde je stepen orudnjenosti mali, rudno sočivo je obično nabušeno sa jednom ili sa dve bušotine (često je tada u jednoj bušotini zastupljena samo uranova mineralizacija). Tada je rastojanje od 5 metara preveliko. Bilo bi tada poželjno pogušćenje bušenja, ali ti radovi zahtevaju velika ulaganja u istraživanje slabije orudnjenih prostora, a to je ocenjeno kao neracionalno.

Možemo zaključiti da je dosadašnji sistem detaljnog istraživanja ležišta na horizontu 580 m racionalan i efikasan. Njegove slabe strane su relativno velika rastojanja između profila bušenja i između bušotina, koja su maksimalna za konkretnu kategoriju rudnih rezervi.




Sl. 4. Orudnjenost na uzdužnom profilu O + 50.
1 — ruda, 2 — uran.

Fig. 4. Mineralization along the longitudinal section O + 50.
1 — ore, 2 — uranium.

## PREDLOG SISTEMA I GUSTINE MREŽE ISTRAŽIVANJA DRUGIH HORIZONATA

Generalni pad sive serije, koja je nosilac uranove mineralizacije, je prema jugozapadu. Na horizontu 580 m istraživanje orudnjenog prostora po padu je izvršeno na celoj širini (sem oko bušotine B-1). Dalja detaljna istraživanja mogu da budu samo iznad ili ispod ovog horizonta.

Plitka bušenja do 100 metara sa površine (sl. 2), koja predstavljaju pogušćenje istražnog dubokog bušenja, pokazala su mali stepen orudnjenosti oko geofizičkih anomalija (iznad horizonta 580 m).

Jamsko rotaciono bušenje, koje takođe predstavlja pogušćenje mreže istražnog bušenja, dalo je dobre rezultate. Istražen je vertikalni prostor između horizonata 430 i 580 m (do 150 metara debljine). Smatramo da dalje detaljno istraživanje ležišta treba izvoditi između ova dva horizonta.

Vertikalna rastojanja među istražnim horizontima potrebno je odrediti tako da se postigne maksimalna racionalnost i uštedi u skupim rudarskim radovima. Zato smatramo da je neophodno da rastojanja između horizonata budu veća. S obzirom da je bušenje metoda detaljnog istraživanja, a hodnici su samo priprema (pristup mestu bušenja), uštede se smeju planirati samo na smanjenju količine rudarskih radova.

Predlažemo da se detaljno istraživanje na drugim horizontima nastavi po istom sistemu tako, da istražni profili perkusivnih bušotina budu ispod postojećih. Perkusivne bušotine bušiti na gore do 30, a na dole do 20 metara. Istražni horizont kontroliše vertikalni prostor od 50 metara. Iz ovoga sledi da je optimalno rastojanje među istražnim horizontima 50 metara.

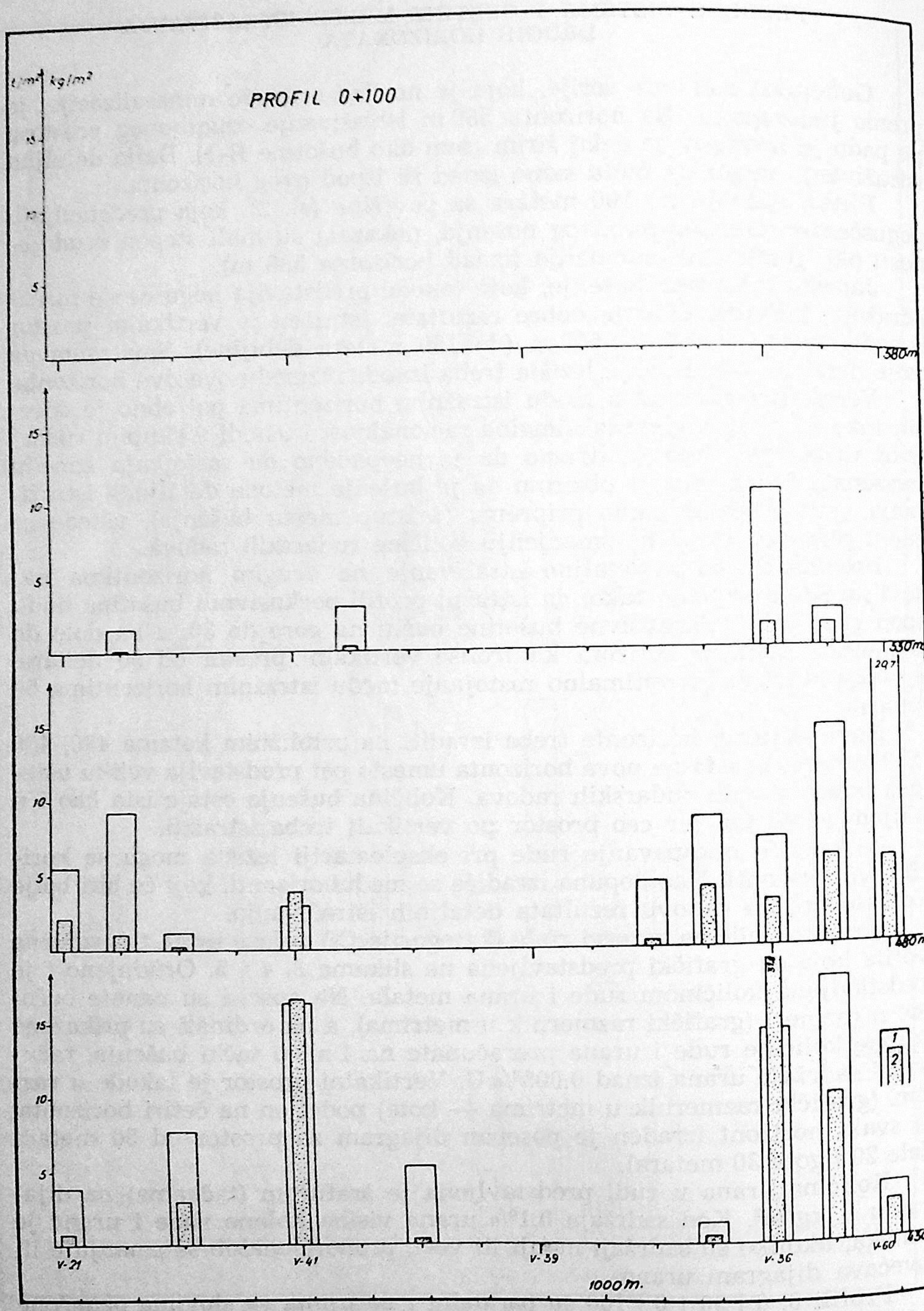
Nove istražne horizonte treba izraditi na približnim kotama 430, 480 i 530 metara. Izrada tri nova horizonta umesto pet predstavlja veliku uštedu u izradi skupih rudarskih radova. Količina bušenja ostaje ista kao i u ranijem predlogu, jer ceo prostor po vertikali treba istražiti.

Za buduće otkopavanje rude pri eksploataciji ležišta mogu se koristiti ovi horizonti. Kao dopuna izradiće se međuhorizonti, koji će biti bolje projektovani na osnovu rezultata detaljnih istraživanja.

Najveća količina rezervi rude (kategorije $C_2$) nalaze se na tri uzdužna profila koja su grafički predstavljena na slikama 3, 4 i 5. Orudnjenost je predstavljena količinom rude i urana metala. Na apscisi su nanete bušotine u razmeri (grafički razmernik u metrima), a na ordinati su prikazane ukupne količine rude i urana preračunate na 1 $m^2$ u tački bušenja, računajući sadržaje urana iznad 0,005% U. Vertikalni prostor je takođe u razmeri (grafički razmernik u metrima — kote) podeljen na četiri horizonta. Za svaki horizont izrađen je poseban dijagram za prostor od 50 metara (dole 20 i gore 30 metara).

Količina urana u rudi predstavljena je šrafurom (tačkama) na dijagramu u kg/$m^2$. Kod sadržaja 0,1% urana visina kolone rude i urana je jednaka, ukoliko su sadržaji manji ili veći, proporcionalno se smanjuje ili povećava dijagram urana.

Profili 0, 0+50 i 0+100 su paralelni i na njima su slovima označene bušotine koje su na istim poprečnim profilima. Ostale bušotine su označene kratkim crtama na apscisi. Bušenje na profilima nije jednake gustine, profil 0+100 je ređe izbušen. Takođe je prostor oko bušotine B-11 gušće izbušen od prostora oko bušotina B-1 i B-7.




Sl. 5. Orudnjenost na uzdužnom profilu O + 100.
1 — ruda, 2 — uran.

Fig. 5. Mineralization along the longitudinal section O + 100.
1 — ore, 2 — uranium.

Na dijagramima se zapažaju pojedini maksimumi orudnjenosti na pomenutim profilima. Nedostatak je svakako nejednaka gustina bušotina, ukoliko su bušotine ređe od 50 metara dijagrami su razmaknuti.

Evidentno je da se ruda u pravcu severozapada pomera u pravcu pada sive serije. To je verovatno posledica nedovoljne podudarnosti pravca profila sa geološko-tektonskim pravcima. Ruda se nalazi vertikalno jedna ispod druge i minimalno se pomera po padu sive serije. Širina orudnjenog prostora je oko 150 metara, dalje po padu sive serije rudna tela isklinjavaju. Prilikom izrade prečnih hodnika na drugim horizontima, o ovoj činjenici treba strogo voditi računa.

Povoljna okolnost je da se maksimalno orudnjeni prostori na horizontima nalaze jedan ispod drugog, u vertikalnoj koloni. Nekad je kolona malo iskošena (oko bušotine B-1). Ova strukturna karakteristika orudnjenja znatno će doprineti racionalnijem istraživanju i jeftinijem otkopavanju rude pri budućoj eksploataciji ležišta.

Manji stepen orudnjenosti u koloni B-11 do B-18 (koja je najveća u ležištu) na horizontu 530 m na profilu O smatramo da je prividan (sl. 3), jer na sledećem profilu (sl. 4) na istom horizontu imamo upravo maksimalnu orudnjenost. Smatramo da je neopravdano pretpostaviti da na tom prostoru ima bitno manje rude.

Vertikalna kolona orudnjenosti prostora oko bušotine B-1 je zastupljena i na nižim horizontima. Činjenica je da je ovaj prostor nedovoljno istražen, naročito na profilu O (sl. 3). Takođe oko bušotine B-7 (koja predstavlja izraziti minimum orudnjenosti na profilu O), na sledećem profilu ima bogate rude na nižim horizontima (sl. 4).

Prilikom lociranja potkopa P-10 na horizontu 430 m vodilo se računa o činjenici da oko bušotina B-1 i B-7 može biti značajnih rezervi rude. Ovaj prostor rudnik će kasnije istraživati.

## ZAKLJUČAK

Ležište urana Žirovski vrh nalazi se kod sela Gorenja Vas u SR Sloveniji, oko 30 kilometara zapadno od Ljubljane (putem 40 km). Ležište se neprekidno istražuje od 1961. godine.

Uranova ruda se nalazi u sivoj seriji gredenskih slojeva sa jasnom litološko-strukturnom kontrolom.

Rudna tela su relativno mala i sočivastog oblika pojavljivanja. Strukturna kontrola rude je slojevitost. Sadržaji urana u rudi su dovoljno visoki da se ležište može ekonomično eksploatisati. Ležište pripada IV morfološkoj grupi uranovih ležišta.

Ležište je monomineralnog sastava, korisna komponenta je pehblenda koja se razvila u cementnoj materiji sivih peščara i konglomerata. Štetne komponente su sulfidi (kojih ima relativno malo) i karbonati.

Po količini rezervi urana metala, ležište pripada srednjevelikim uranovim ležištima (rezerve 1.000 do 10.000 tona U). Izračunate rezerve rude su dovoljne da se ležište može eksploatisati.

Nije izvršen opit tehnološkog dobijanja tehničkog koncentrata $U_3O_8$ u poluindustrijskom obimu.

Stepen istraženosti, za investicionu izgradnju, je mali te su rezerve pretežno nižih kategorija (dokazane i geološke $C_2$).

Da bi se obezbedile dovoljne količine rezervi rude urana viših kategorija ($C_1$ i B), neophodno je nastaviti detaljno istraživanje ležišta.

Prostor oko bušotina B-11 i B-18 je maksimalno orudnjen na vertikalnoj debljini 150 metara, koji treba detaljno istražiti do stepena obezbeđenja dovoljnih količina industrijskih rezervi i rezervi viših kategorija rude da bi mogla početi eksploatacija.

Predlaže se otvaranje tri nova istražna horizonta, na vertikalnom rastojanju od 50 metara, na približnim kotama 430, 480 i 530 metara.

(Predato za štampu 2. oktobra 1971. godine).

## LITERATURA

1. Gornik I. i Ralić S., 1966: Prethodna ekonomsko-tehnička analiza proizvodnje urana iz rudnog ležišta Gorenja Vas. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
2. Omaljev V., 1965: Ležište uranijuma Žirovski Vrh. Nuklearna energija 3/65, Beograd.
3. Omaljev V., 1966: Detaljno istraživanje I rudonosnog paketa u ležištu uranijuma Žirovski Vrh. Nuklearna energija 5/66, Beograd.
4. Omaljev V., 1967: Razvoj gredenskih slojeva i uranove mineralizacije u ležištu urana Žirovski Vrh. Radovi IGRI, sveska 3, Beograd.
5. Omaljev V., 1969a: Eksploatacijsko raziskovanje v uranovem rudišču Žirovski vrh. Geologija, razprave in poročila, 12. knjiga, Ljubljana.
6. Omaljev V., 1969b: Istraživanje ležišta urana Žirovski Vrh u 1968. godini. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
7. Omaljev V., 1971: Eksploataciono istraživanje I rudonosnog paketa u ležištu uranijuma Žirovski Vrh. Nuklearna energija, broj 2 — 3, 1970/71, Beograd.

## Summary

VELJKO OMALJEV[1]

### SELECTION OF LOCATION OF EXPLORATION LEVELS IN ŽIROVSKI VRH URANIUM DEPOSIT

The paper treats the study of system of exploration of Žirovski Vrh uranium deposit during 1968, that have covered the further investigation of this deposit in the vertical direction.

Up to the present, the deposit has been investigated by a system of drill-holes, both from the surface and from the adits. Based on the results of structural drilling, an area of about 1 sq. km. has been selected, where the exploratory drilling and the detailed investigation by underground methods were applied at level 580 m.

The results of exploratory drilling along the profiles are presented in figures 1, 2 and 3. The mineralization has been presented by the amount of ore and this of uranium as metal. The abscissa represents the drill holes in a given scale, and the ordinate represents the quantities of ores and

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other raw materials, Beograd.

uranium metal calculated as the ton per square meter ($t/m^2$ and $kg/m^2$) at the drilling point, the cut-off level being 50 ppm.

It has been reccomended that the additional explorations should be performed below the level 580, between the drill holes B-11 and B-18, where the mineralization is at maximum. Three new levels were suggested (430, 480 and 530 m), instead of five originaly suggested. The recomendation has been based on the successful aplication of the percussive drilling of the inter-level space (50 meters). The local topography permits to start the adit at 430 m level from the surface, and the area subject to detailed investigation is up to 150 m thick.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

DESIMIR PURIĆ

UDK: 55+553.495 (497.12)

# GEOLOŠKA ANALIZA SISTEMA I GUSTINE MREŽE ISTRAŽIVANJA JEDNOG DELA I RUDONOSNOG PAKETA LEŽIŠTA URANA ŽIROVSKI VRH

(sa 5 slika, 1 tabela i 2 priloga)

**U ovom radu se tretiraju bitni parametri ležišta urana Žirovski vrh, preko kojih je izvršena analiza gustine mreže istražnih radova određenog prostora. Analizirano je nekoliko gustina mreža istražnih radova. Preko varijanti analiza potvrđena je postojeća mreža( gustina) istražnih radova, koja je opravdana za dokazivanje određene kategorije rudnih rezervi urana od posebnog značaja za ovu grupu ležišta.**

**Sa stanovišta geološkog poznavanja ležišta, razmatranja i analiziranja podataka ove analize i industrijsko-ekonomskog značaja rudnih rezervi za IV grupu uranskih ležišta, potvrđuje se da rastojanje između prečnih hodnika treba da bude 50 m, a probe (perkusivne bušotine) 5 m i to za rezerve $C_1$ kategorije, koje prema industrijsko-ekonomskim zahtevima iznose 85% od ukupnih rezervi za ovakav tip ležišta.**

**Velika odstupanja kod rezervi i sadržaja urana posledica je karakteristika ovog tipa orudnjenja, jer se ovde radi o rudnim telima komplikovane morfologije, čija je dužina po pružanju uglavnom manja od 100 m i sa mrežom prečnih hodnika većom od 50 m međusobnog rastojanja ne bi mogla biti ispitana mnoga rudna sočiva ni tela i tako bi se pravile velike greške u ukupnim rezervama urana.**

## UVOD

Ležište urana Žirovski vrh nalazi se na SI padinama istoimene planine, južno od sela Gorenja Vas, a zapadno od Ljubljane na udaljenosti oko 40 km. Teren pripada predgorju Julijskih Alpi i pokriva sekciju Bled 4c 1 : 25.000.

Istražnim radovima od 1961. do 1971. godine na istraživanju ležišta urana Žirovsik vrh, prikupljeni su brojni podaci i panametri, koji se nameću istraživačima za njihovu višestruku analizu i studije.

Na osnovu 16 poprečnih profila konstruisane su varijante moguće mreže istraživanja. Ukupna dužina prečnih hodnika je 739 m iz kojih je izbušeno 153 jamske perkusivne bušotine ukupne dužine od 2.617 m, sa 211 rudnih intervala, urađeno je 13 mogućih varijanti analize gustine mreže istražnih radova za određeni prostor ležišta.

Cilj ovog rada je da analizira dosadašnji način (sistem) istraživanja na prostoru ležišta koji je istražen sa najgušćom mrežom istražnih radova, koji su dali parametre na kojima bazira ova analiza. Analizirana je gustina istraživanja ovog prostora ležišta sa mogućim odgovarajućim varijantama.

## KRATAK PRIKAZ GEOLOGIJE LEŽIŠTA ŽIROVSKI VRH

Poseban ekonomski interes za istraživanje urana predstavljaju terigeni sedimenti perma planine Žirovski vrh. U fazi prvih prospekcionih radova do detaljnih istraživanja posebna pažnja obraćena je produktivnoj faciji perma na uran.

Permske terigene sedimente predstavljaju dve facije, kojima vrsta cementa daje makroskopske razlike i raspoznavanje. Jasno su definisane dve facije gredenskih slojeva i to: Facija sivih peščara, breča i konglomerata sa mestimičnim interkalacijama sericitsko-hloritskog škriljca i Facija crvenih peščara, breča i konglomerata.

Uranska mineralizacija, rudna sočiva i tela nalaze se isključivo u faciji sivih peščara, breča i konglomerata.

Facija sivih peščara, breča i konglomerata izgrađena je od kvarca, ređe kiselih feldspata, fragmenata osnovne mase eruptivne stene, fragmenata kvarcporfira, keratofira i rožnaca. Muskovit je skoro uvek redovno prisutan. Znatan je udeo i vulkanskog materijala u izgradnji ove facije (S. Radoševi ć).

Siva facija peščara, breča i konglomerata je cementovana silicijsko-sericitskom masom i dvovalentnim gvožđem. Ovaj cement daje faciji sivu boju. Debljina ove facije kreće se od 200 do 400 m.

Facija crvenih peščara, breča i konglomerata predstavljena je psemitima a ređe psefitskim i pelitskim stenama. Materijal za stvaranje ove facije dale su stene metamorfnog i magmatskog porekla.

Cement crvenih peščara, breča i konglomerata je kontaktnog i pornog tipa, koji se sastoji uglavnom od gvožđevite materije mrkocrvene boje uz učešće sericita. Moćnost ove facije kreće se od 300 do 500 m. Povlatu produktivne sive facije peščara, breča i konglomerata čini facija crvenih peščara, breča i konglomerata.

### Način pojavljivanja orudnjenja

U okviru facije sivih peščara, breča i konglomerata, kao jedine produktivne serije na užem i širem prostoru ležišta Žirovski vrh, izdvojen je pojas mineralizacije. U pojasu mineralizacije izdvojeni su rudonosni paketi (V. Jokanovi ć), koji predstavljaju jednu prostornu celinu, gde su rudonosni nivoi relativno česti, tako da se lako izdvajaju u pojasu mineralizacije.

Detaljnim rudarskim, geološkim i geofizičkim istraživanjima izdvojen je prvi rudonosni paket, koji je istražen sa horizonta 580 m i predstavlja najviši nivo pojasa mineralizacije u ležištu. Radovima u ovom rudonosnom paketu dokazani su parametri za ocenu ovog ležišta, koji su kasnije upotrebljeni na horizontu 530 i 430 m.

Uranova rudna tela nemaju karakterističke sloja, ali prati slojevitost i nalazi se u vidu rudonosnih sočiva. Ako su sočiva gusto koncentrisana, onda se to tretira kao rudno telo (prilog 2). Rudna tela su vrlo složene morfologije, koja se ne može tačno odrediti detaljnim istraživanjima. Okonturivanje rudnih tela jedino je izvodljivo sa instrumentima za merenje gama zračenja, odnosno oprobavanja.

Struktura rudnih tela je trakasta i masivna. Orudnjene trake su promenljive, okvirno ne prelaze 1 m po pružanju. Oblik i veličina rudnih tela je funkcija gustine rudnih traka. Spajanjem i nagomilavanjem više ovakvih traka dobija se masivna ruda (V. O m a l j e v).

Veličina rudnih sočiva i tela po padu i pružanju je različita (prilog 2). Red veličine je od 1 m do nekoliko dkm. Detaljni istražni radovi dokazali su dimenzije rudnih sočiva i tela i konstatovano je da su veća po pružanju, odnosno da su izduženija u pravcu pružanja slojeva. Odnos dužine prema širini kreće se u granicama 2—10 : 1, a moćnost takođe varira u širokim granicama od 1 cm do više metara (prilog 2).

## Analiza gustine mreže istraživanja

Na osnovu dosadašnjih rezultata istraživanja ležišta urana Žirovski vrh utvrđeni su potrebni parametri koji su omogućili klasifikaciju ležišta, kategorizaciju i proračun rudnih rezervi. Dobijeni rezultati i parametri iskorišćeni su i za ovu analizu.

Za ovu analizu sistema i gustinu mreže istražnih radova odabran je prostor između strukturnih bušotina B-11 i B-18, odnosno između prečnih hodnika H-243 i H-227 na dužini od 400 m (prilog 1).

Na ovom prostoru pogušćena je ranije postojeća mreža istražnih radova. Ovo pogušćenje izvedeno je na taj način što su u levom boku hodnika H-2 urađeni prečni hodnici na svakih 25 m po pružanju, čime je postojeća mreža hodnika kao i broj bušotina jamskog perkusivnog bušenja skoro udvostručen.

Rezultati dobijeni ovom mrežom detaljnih istraživanja uzeti su kao najpouzdaniji za ovu analizu i u odnosu na nju, vršeno je razređenje mreže prečnih hodnika i jamskih perkusivnih bušotina.

Dužina prečnih hodnika koji su uzeti za ovu analizu kreće se od 50—70 m u zavisnosti od geološke interpretacije položaja rudnih tela u vreme njihove izrade.

Iz svakog prečnog hodnika izvođeno je uglavnom vertikalno jamsko perkusivno bušenje na gore i na dole u zavisnosti od geološko-tektonskog sklopa predmetnog dela ležišta. Prečni hodnici u stvari su pripremni hodnici za jamsko perkusivno bušenje.

Rastojanje između bušotina je po pravilu 5 m, a odstupanja su obično u delovima gde postoji mala mogućnost postojanja rudnih tela, izuzev nekoliko veoma retkih slučajeva koji su uslovljeni smetnjama tehničke prirode u zonama kretanja stenskih blokova.

Prosečna dubina bušotina je oko 20 m tako da je istražen prostor po vertikali od oko 40 m.

Na prostoru koji je uzet za ovu analizu, rudna tela se nalaze ispod horizonta 580 m, sa koga je vršeno istraživanje.

Svaka bušotina je karotirana gama radioaktivnim karotažom čijom interpretacijom su dobijeni kvalitativni i kvantitativni podaci o nabušenim rudnim intervalima (broj rudnih intervala, sadržaj urana i debljina rudnog intervala).

Za potrebe ove analize, rezerve rude i urana metala računate su metodom paralelnih vertikalnih profila. Svaki detaljni profil jamskog perkusivnog bušenja reprezentuje blok.

Osnovni parametri za proračun ovih rezervi rude i metala bili su sledeći (uzeti su kao u izveštaju o istraživanju ležišta Žirovski vrh za 1968. god., literatura 4, V. Omaljev):

*Minimalni sadržaj* urana na rudnom intervalu je 300 gr/t, a to je isti minimalni sadržaj koji je odvajao rudu od jalovine prilikom probnog otkopavanja.

*Minimalna debljina* je definisana preko minimalne akumulacije. Smatramo da je minimalni sadržaj 300 gr/t U na minimalnoj debljini 0,5 m, a to daje akumulaciju 150 $(300 \times 0{,}5) = 150$ gr/t × m.

Na osnovu ova dva kriterijuma na detaljnim profilima je pravouglo okonturena površina na kojoj postoje rudni intervali za računanje rezervi.

Kao koeficijent za popravku $(K_p)$ — koeficijent produktivnosti uzet je odnos ukupne debljine rude prema ukupnoj dužini bušotina (na okonturenoj površini), koji izražava odnos količine rude prema ukupnoj količini tzv. iskopine.

$$K_p = \frac{\sum d}{\sum l}$$

gde je:

d — debljina rudnog intervala u bušotini

l — dužina bušotine na okonturenoj površini

*Srednji sadržaj* urana u rudi dobijen je ponderisanom sredinom:

$$C \quad \frac{\sum A}{\sum d}$$

gde je:

$C$ — srednji sadržaj urana na profilu

$A$ — akumulacija veća od 150

$d$ — debljina rudnog intervala u bušotini

*Zapreminska težina rude* određena je ranije na osnovu manjeg broja uzoraka i srednja vrednost iznosila je 2,9 t/m³ koja je uzeta i za ovaj proračun.

*Vlažnost rude* s obzirom da je minimalna — zanemarena je.

*Dužina rudnog bloka* — širina uticaja istražne linije *(L)*.

Na osnovu gornjih parametara računate su rudne površine, ukupne rezerve rude, popravni koeficijenti, stvarne rezerve rude, srednji sadržaji urana te rezerve metala za svaki profil jamskog perkusivnog bušenja. Sve ovo računato je posebno, a u zavisnosti od rastojanja perkusivnih bu-

šotina 5 ili 10 m i rastojanja između istražnih profila 25, 50 i 100 m u svim mogućim kombinacijama položaja prečnih hodnika i proba. Sve tabele rezervi rude i metala, zbog obimnosti podataka nisu prikazane u ovom radu, no su uzeti samo bitni pokazatelji koji su izneti u tabeli 1.

U ovaj proračun uzeto je:

— 16 prečnih hodnika ukupne dužine 739 m
— 153 jamske perkusivne bušotine ukupne dužine 2.617 m
— 211 rudnih intervala sa parametrima.

## SKUPNA TABELA VARIJANTI ANALIZA ZA GUSTINU MREŽE ISTRAŽIVANJA

TABELA 1

| VARIJANTA | MREŽA ISTRAŽIVANJA | ODSTUPANJA U % U ODNOSU NA VARIJANTU I | | | MAKSIMALNE RAZLIKE U % U ODGOVARAJUĆOJ MREŽI | | | MAKSIMALNE RAZLIKE U OD VARIJANTE I | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | REZERVE RUDE | SADRŽAJ URANA | REZERVE METALA | REZERVE RUDE | SADRŽAJ URANA | REZERVE METALA | REZERVE RUDE | SADRŽAJ URANA | REZERVE METALA |
| I | HODNICI NA 25 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 100 | 100 | 100 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| II | HODNICI NA 25 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 89,3 | 87,5 | 78,2 | 2.0 | 17.7 | 12.9 | 12.7 | 12.5 | 21.8 |
| II a | HODNICI NA 25 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 87.3 | 105.2 | 91.1 | | | | | | |
| III | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 94.8 | 92.2 | 87.8 | 10.4 | 11.0 | 20.9 | 5.2 | 7.0 | 12.2 |
| III a | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 105.2 | 103.9 | 108.7 | | | | | | |
| IV | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 85.8 | 86.9 | 74.0 | 13.8 | 11.0 | 20.1 | 14.2 | 13.6 | 26.2 |
| IVa | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 88.0 | 97.8 | 85.7 | | | | | | |
| IVb | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 99.0 | 93.8 | 93.1 | | | | | | |
| IVc | HODNICI NA 50 m. BUŠOTINE NA 10 m. | 86.4 | 93.8 | 81.2 | | | | | | |
| V | HODNICI NA 100 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 82.8 | 91.9 | 76.5 | 50.5 | 87.1 | 50.6 | 31.2 | 57.3 | 27.1 |
| Va | HODNICI NA 100 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 80.7 | 157.3 | 127.1 | | | | | | |
| Vb | HODNICI NA 100 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 06.5 | 93.7 | 100.0 | | | | | | |
| Va | HODNICI NA 100 m. BUŠOTINE NA 5 m. | 131.2 | 70.2 | 91.8 | | | | | | |

Na ovaj način sačinjeno je 13 varijanti preko kojih je analizirana i sagledana potrebna gustina mreže istražnih radova preko određenih varijanti i mogućih kombinacija (tabela 1).

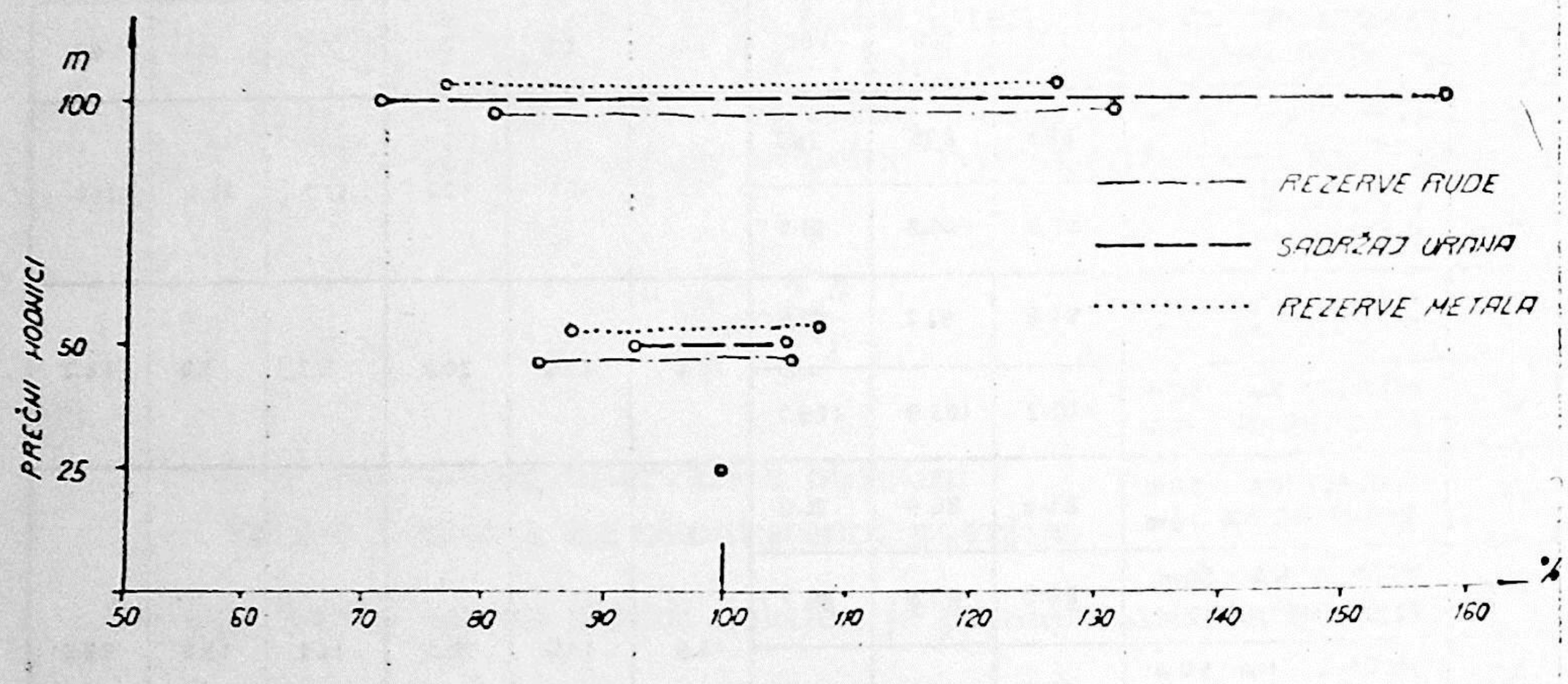
Za ova razmatranja uzeta su tri najbitnija pokazatelja rezerve rude, sadržaj urana i rezerve metala, koje smo analizirali u raznim mogućim

kombinacijama mreže prečnih hodnika i proba. Ova tri pokazatelja su upoređivana i na taj način se došlo do maksimalnih odstupanja (najniže i najviše vrednosti) na osnovu čega je izveden zaključak o optimalnoj gustini mreže istražnih radova.

Za analizu racionalne gustine istraživanja izrađene su varijante I, II, IIa, III, IIIa, IV, IVa, IVb, IVc, V, Va, Vb i Vc. Varijante su sadržale kompletan proračun rudnih rezervi, metodom paralelnih profila. Iz ovih varijanti uzeti su samo bitni pokazatelji (rezerve rude, sadržaj urana i rezerve metala), koji su izraženi u procentima prema varijanti I i u okviru mogućih kombinacija (tabela 1).

Radi jasnijeg sagledavanja i uvida u optimalnu gustinu mreže istraživanja, ukratko se prezentira postupak formiranja varijanti sa mogućim kombinacijama u okviru određene mreže gustine istraživanja (25, 50 i 100 m prečni hodnici — prilog 1), koje su uzete u obzir za analizu.

*Varijanta I* — u koju su uzeti svi prečni hodnici i jamske perkusivne bušotine, predstavlja najgušću mrežu istraživanja koja se nalazi u prostoru ležišta koji se analizira (prilog 1).




SL. 1 ODSTUPANJA PARAMETARA U ODNOSU NA NAJGUŠĆU MREŽU ISTRAŽIVANJA

Ova varijanta uzeta je kao najpouzdanija ali nije imalo mogućnosti da se rezultati ove mreže upoređuju sa sličnom varijantom na ovom ili nekom drugom ležištu (nije bilo ni otkopavanja rude u analiziranom prostoru). Ova mreža je poslužila za izradu ostalih mogućih varijanti — kombinacija za analizu.

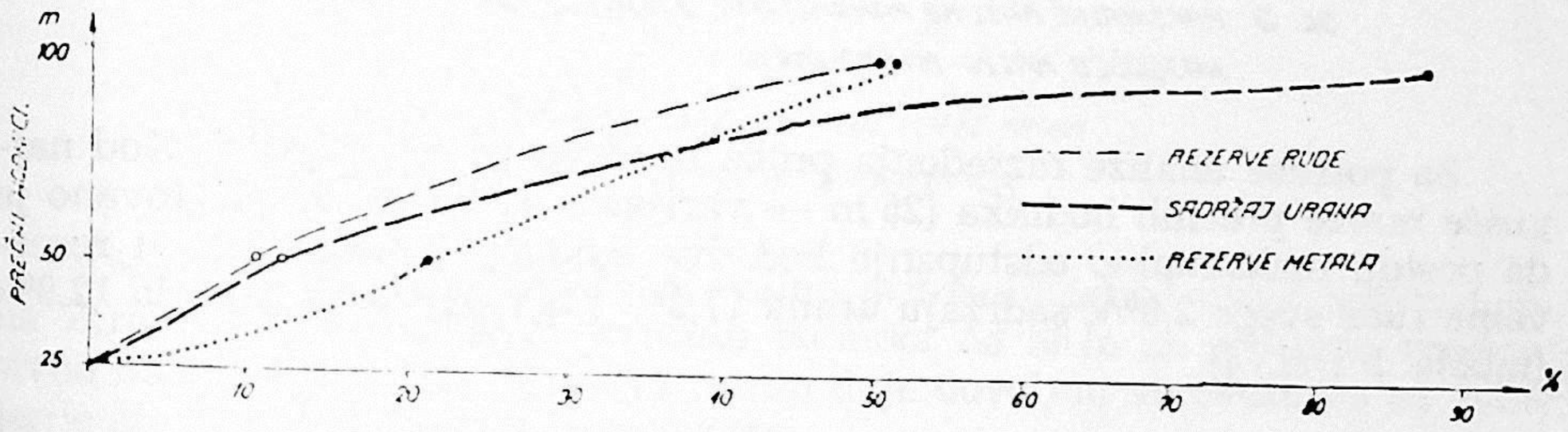
*Varijante II i IIa* — imaju istu gustinu prečnih hodnika kao i varijanta I, samo je vršeno razređenje proba na 10 m u dve moguće kombinacije. Ovo je urađeno na taj način što su u varijanti II uzete u račun probe — perkusivne bušotine počev od hodnika H-2 svaka neparna (1, 3, 5, 7 . . .) a u varijanti IIa svaka parna (2, 4, 6, 8 . . .).

*Varijante III i IIIa* — imaju gustinu prečnih hodnika na 50 m u dve moguće kombinacije. Rastojanje između proba je 5 m u oba slučaja. Za varijantu III uzeti su u račun profili prečnih hodnika počev sa hodnikom H-243, a za varijantu IIIa počev sa hodnikom H-213 (prilog 1).

*Varijante IV, IVa, IVb i IVc* — imaju gustinu prečnih hodnika na 50 m sa rastojanjem proba na 10 m u 4 moguće kombinacije koje su sačinjene na isti način kao za varijante II i IIa.

*Varijante V, Va, Vb i Vc* — imaju gustinu prečnih hodnika na 100 m u 4 moguće kombinacije. Rastojanje između proba je 5 m u sva četiri slučaja. Za varijantu V uzeti su u račun profili prečnih hodnika počev sa hodnikom H-243 a ostale varijante počinju sa hodnicima H-213 (Va), H-241 (Vb) i H-215 (Vc) — prilog 1).

Skupna tabela varijanti analize za gustinu mreže istraživanja na ležištu Žirovski vrh, istakla je maksimalne razlike u procentima kod odgovarajućih mreža istraživanja sa mogućim kombinacijama i maksimalne razlike u procentima u odnosu na varijantu I, koja je usvojena kao mreža istraživanja sa pouzdanim parametrima rudnih rezervi (rezerve rude, sadržaj urana i rezerve metala). Vrednost glavnih parametara rudnih rezervi u varijanti I označeni su sa 100%, a u ostalim varijantama takođe u procentima u odnosu (poređenju) na vrednost parametara varijante I (tabela 1 i sl. 1).



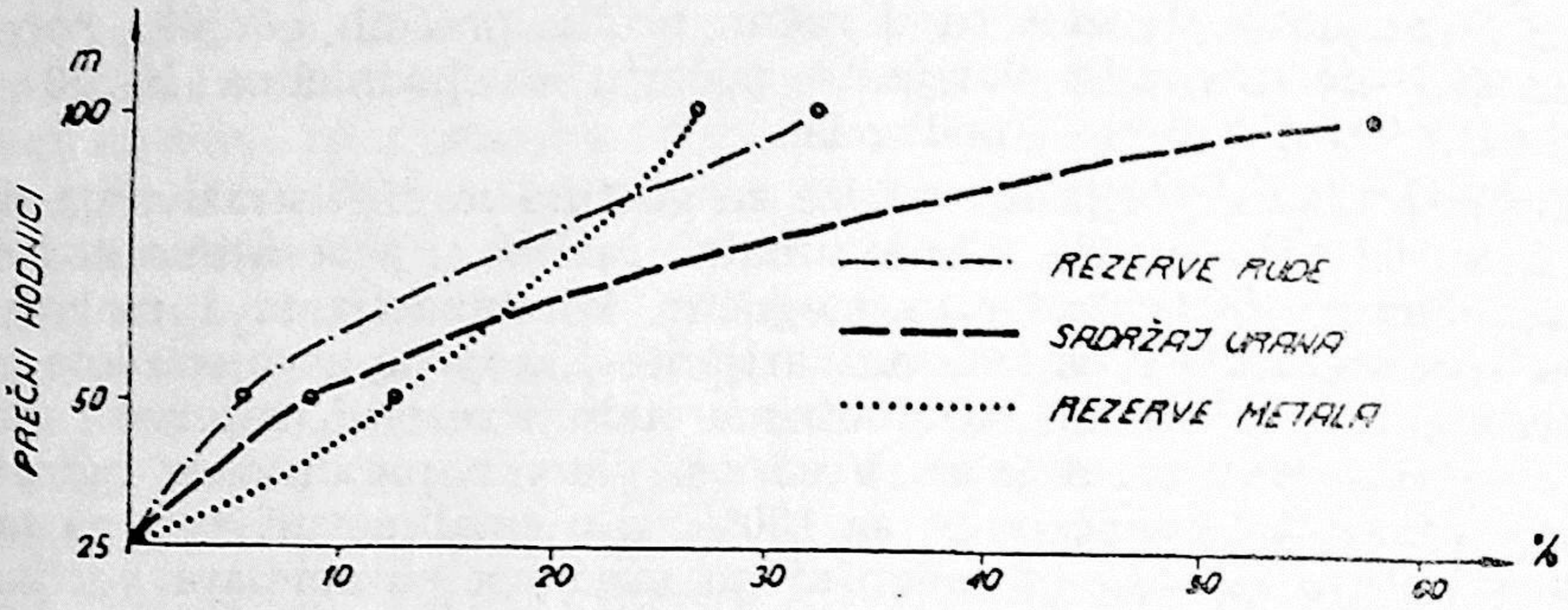

SL. 2 RAZLIKE NAVEDENIH PARAMETARA KOD MOGUĆE KOMBINACIJE ODREĐENE MREŽE ISTRAŽIVANJA

Kod mreže prečnih hodnika na 50 m sa rastojanjem proba od 5 m (varijante III i IIIa) konstatovane su maksimalne razlike u mogućoj odgovarajućoj mreži za rezerve rude 10,4%, za sadržaj urana 11,3% i za rezerve metala 20,9%. Ove razlike nisu velike i u granicama su normalnih odstupanja. Ova mreža prečnih hodnika i proba (perkusivnih bušotina) odgovara rezervama $C_1$ kategorije, koje prema industrijsko-ekonomskim zahtevima treba da iznose 85% ukupnih rezervi na ležištu (tabela 1 i sl. 2).

Kod mreže prečnih hodnika na 100 m sa rastojanjem proba na 5 m (varijante V, Va, Vb i Vc) maksimalne razlike kod mogućih kombinacija odgovarajuće mreže istražnih radova iznose: rezerve rude 50,5%, sadržaj urana 87,1% i rezervama metara od 50,6%. Ova su odstupanja svakako velika i posledica je karakteristika ovog tipa orudnjenja, jer se na ovom ležištu radi o rudnim telima komplikovane morfologije, čija je dužina po pružanju uglavnom manja od 100 m i sa mrežom prečnih hodnika većom od 50 m međusobnog rastojanja, ne bi mogla biti ispitana mnoga rudna sočiva ni tela i tako bi se pravile velike greške u realnim rezervama urana (prilog 2).

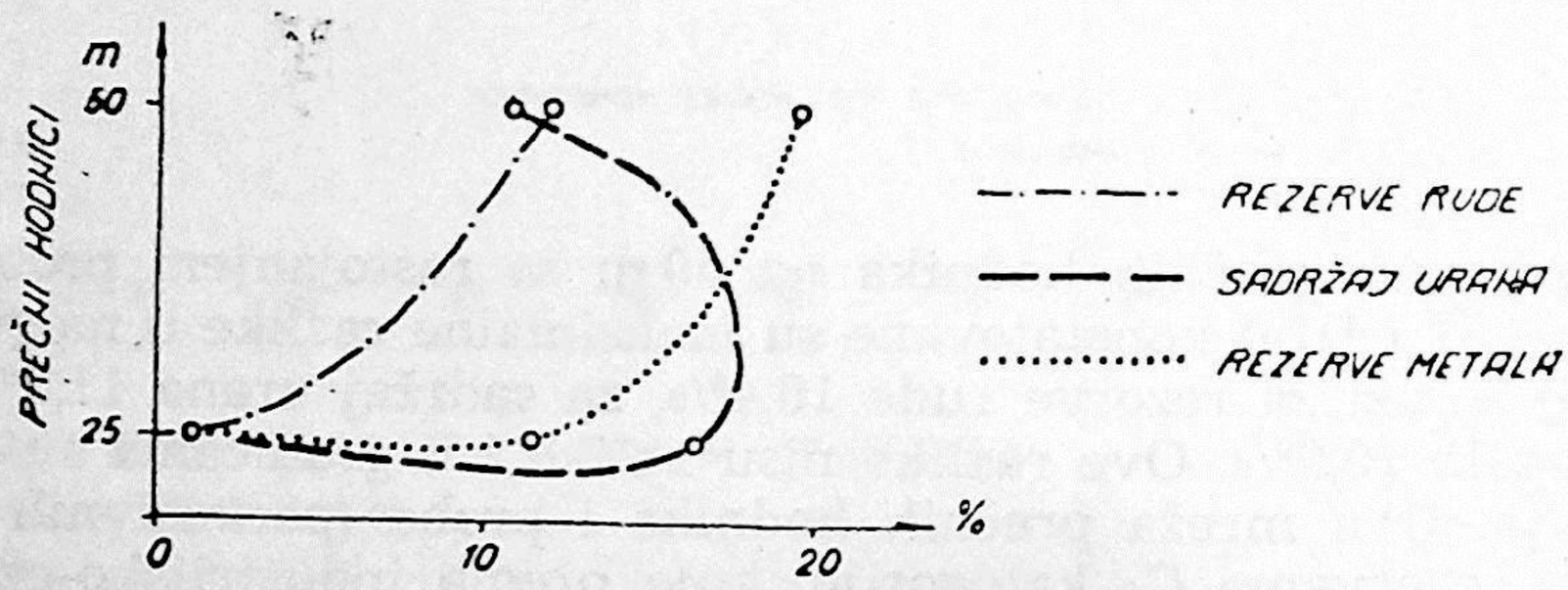
Ilustracije radi na sl. 2 prikazane su maksimalne razlike rezervi rude, sadržaja urana i rezerve metala, kod moguće kombinacije varijanti analiza za rastojanja prečnih hodnika 50 i 100 m sa probama na 5 m.

Maksimalne razlike parametara kod rastojanja prečnih hodnika 50 i 100 m i proba na 5 m u odnosu na varijantu I, prikazane su na sl. 3 i tabeli 1. Za hodnike na 50 m maksimalne razlike su minimalne, a kod hodnika na 100 m razlike su znatno veće.




SL. 3 MAKSIMALNE RAZLIKE PARAMETARA U ODNOSU NA NAJGUŠĆU MREŽU ISTRAŽIVANJA

Za potrebe analize razređenja proba urađeno je 6 varijanti. Kod najgušće mreže prečnih hodnika (25 m — varijante II i IIa), konstatovano je da postoji maksimalno odstupanje kod dve moguće kombinacije u rezervama rude svega 2,0%, sadržaju urana 17,2% i u rezervama metala 12,9% (tabela 1 i sl. 4).




SL 4 ODSTUPANJE PARAMETARA KOD REDE MREŽE PROBA U MOGUĆIM KOMBINACIJAMA

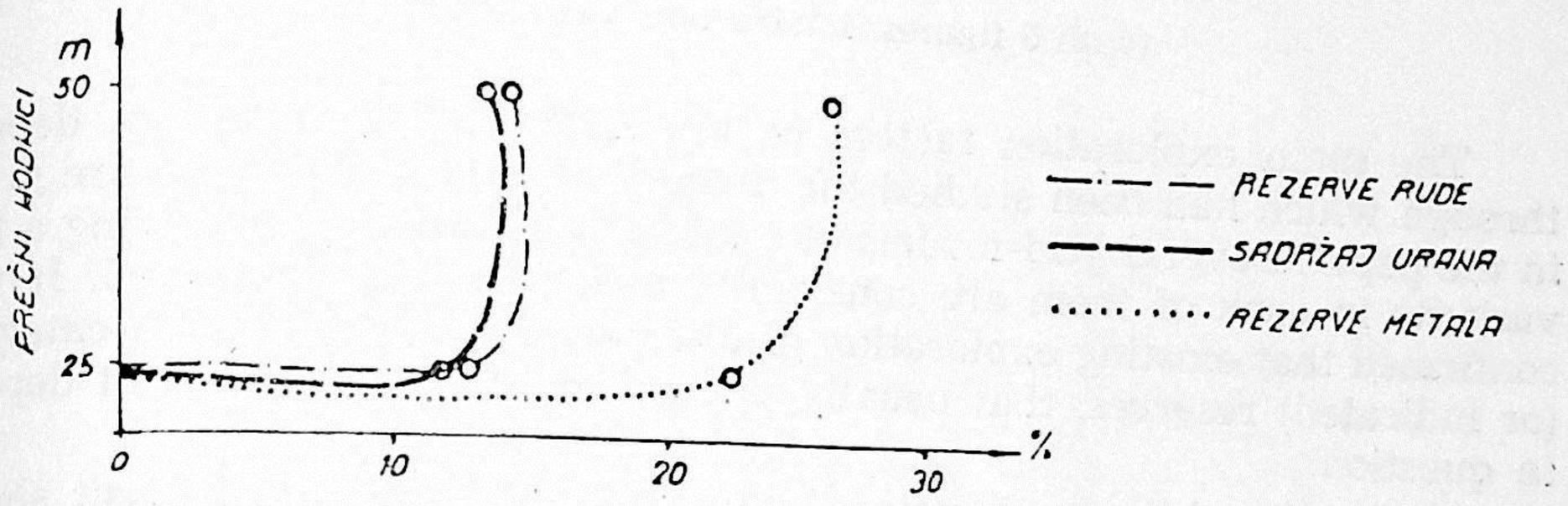
Kod razređenja mreže proba kad su prečni hodnici na 50 m (varijante IV, IVa, IVb i IVc) postoje maksimalne razlike u mogućim kombinacijama koje nisu velike. Za rezerve rude je 13,8%, sadržaj urana 11,4% i u rezervama metala 19,1% (sl. 4).

Rastojanje prečnih hodnika na 25 i 50 m, sa razređenom mrežom proba (perkusivne bušotine) od 5 na 10 m, dobijene su maksimalne razlike u procentima prema najgušćoj mreži istraživanja (varijanta I), koje su u granicama normalnih odstupanja (tabela 1 i sl. 5).

Dobijena odstupanja u jednom i u drugom slučaju nisu velika iz čega proizilazi da se može prihvatiti i varijantaređih proba (10 m).

Međutim, treba naglasiti, da je ovaj deo prvog rudonosnog paketa koji je uzet za ovu analizu kako izgleda sa najravnomernijim rasporedom rudnih tela u prostoru ležišta te je ovo jedan od razloga ovako malih odstupanja u slučajuređih proba (10 m).

Prema tome ove analize razređenja proba pokazuju da istraživači leže ništa nisu pogrešili u izboru maksimalno dozvoljenog rastojanja (5 m) između proba (na osnovu koeficijenta varijacije sadržaja) za ovaj tip orudnjenja.




SL 5 ODSTUPANJE PARAMETARA KOD REDE MREŽE PROBA U ODNOSU NA NAJGUŠĆU MREŽU ISTRAŽIVANJA

Ova analiza pokazuje da je realno prihvatiti istraživanje ležišta urana Žirovski vrh gustinom prečnih hodnika od 50 m sa probama (perkusivne bušotine) na 5 m. Ovakva mreža daje dovoljnu verovatnoću za dobijanje što realnijih parametara ležišta.

(Predato za štampu aprila 1972)

## LITERATURA

1. Gornik I. i Ralić S., 1966: Prethodna ekonomsko-tehnička analiza proizvodnje urana iz ležišta Gorenja Vas. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
2. Janković S., 1967: Oprobavanje i proračun rezervi mineralnih sirovina — Beograd.
3. Jokanović V., 1962: Prethodni rezultati proučavanja stratigrafije i paleo-reljefa permskih kontinentalnih formacija u Sloveniji i karakter uranske mineralizacije. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
4. Omaljev V., 1969: Istraživanje ležišta Žirovski vrh u 1968. god. Ibid.
5. Pižov P. A. i Gudkov B. M., 1966: Primenenije matematičeskoj statistiki pri razvetki neder, Moskva.
6. Purić D. i Lukacs E., 1970: Geološki projekat istražnih radova ležišta urana Žirovski vrh za 1971. i 1972. god. Fond stručne dokumentacije IGRI, Beograd.
7. Purić D., 1968: Geološko-ekonomska analiza sistema istraživanja ležišta urana Žirovski vrh. Ibid.
8. Ristić M. i Markov C., 1971: Mineraloško-geohemijske odlike, sredina taloženja, indikatori orudnjenja i način postanka ležišta urana Žirovski vrh u SR Sloveniji. Radovi IGRI, sveska 7, Beograd.
9. Radošević S., 1969: Litofacijalne karakteristike permskih terigenih sedimenata Pohorja i njihovo upoređenje sa istim sedimentima Žirovskog vrha i Škofja Loke u Sloveniji. Ibid.

## Summary

DESIMIR PURIĆ[1]

# GEOLOGICAL ANALYZIS OF SYSTEM AND DENSITY OF EXPLORATION NETWORK APPLIED AT THE FIKST MINERALIZED LEVEL IN ŽIROVSKI VRH URANIUM DEPOSIT

(with 5 figures, 1 table and 2 enclosure)

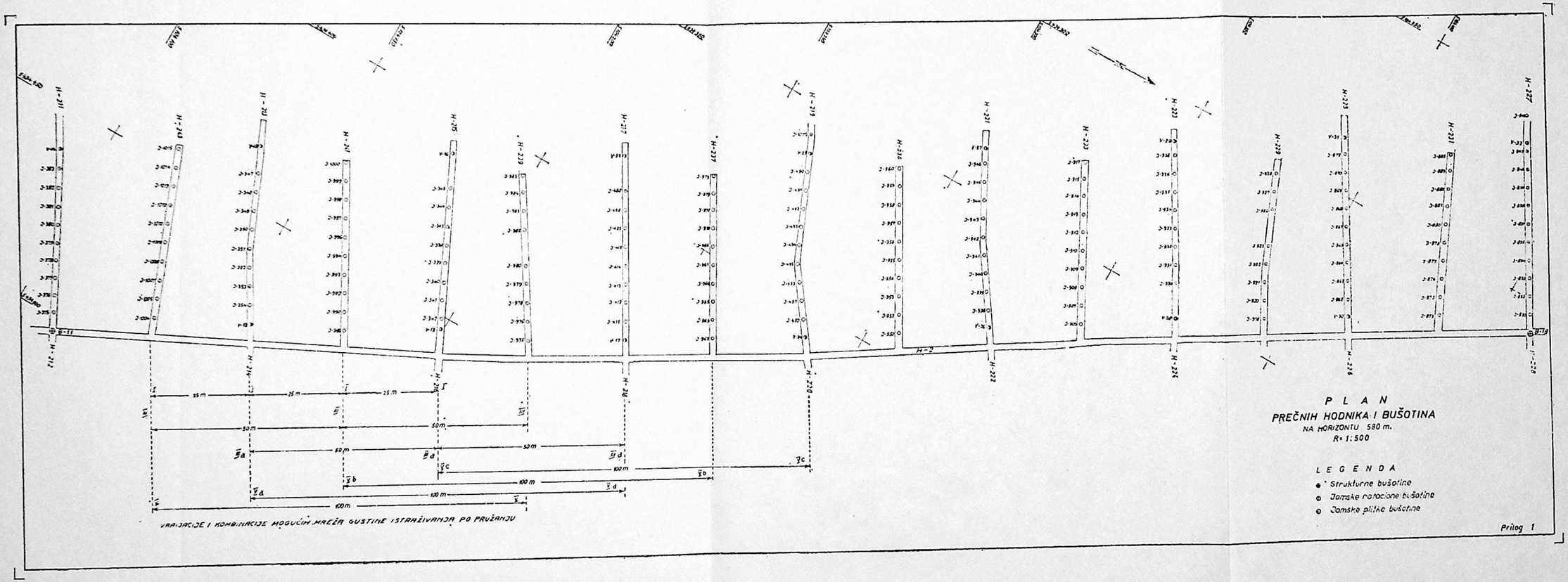
The main exploration factors of the Žirovski vrh uranium deposit through which had been studied the density of exploration grid are given in the paper. Several grid-models of exploration workings including a few variants in each of them are considered and mutually compared. It was confirmed that existing exploration grid is entirely enough for $C_1$-category (or indicated) reserves, that usually depend on the complexity of deposit in question.

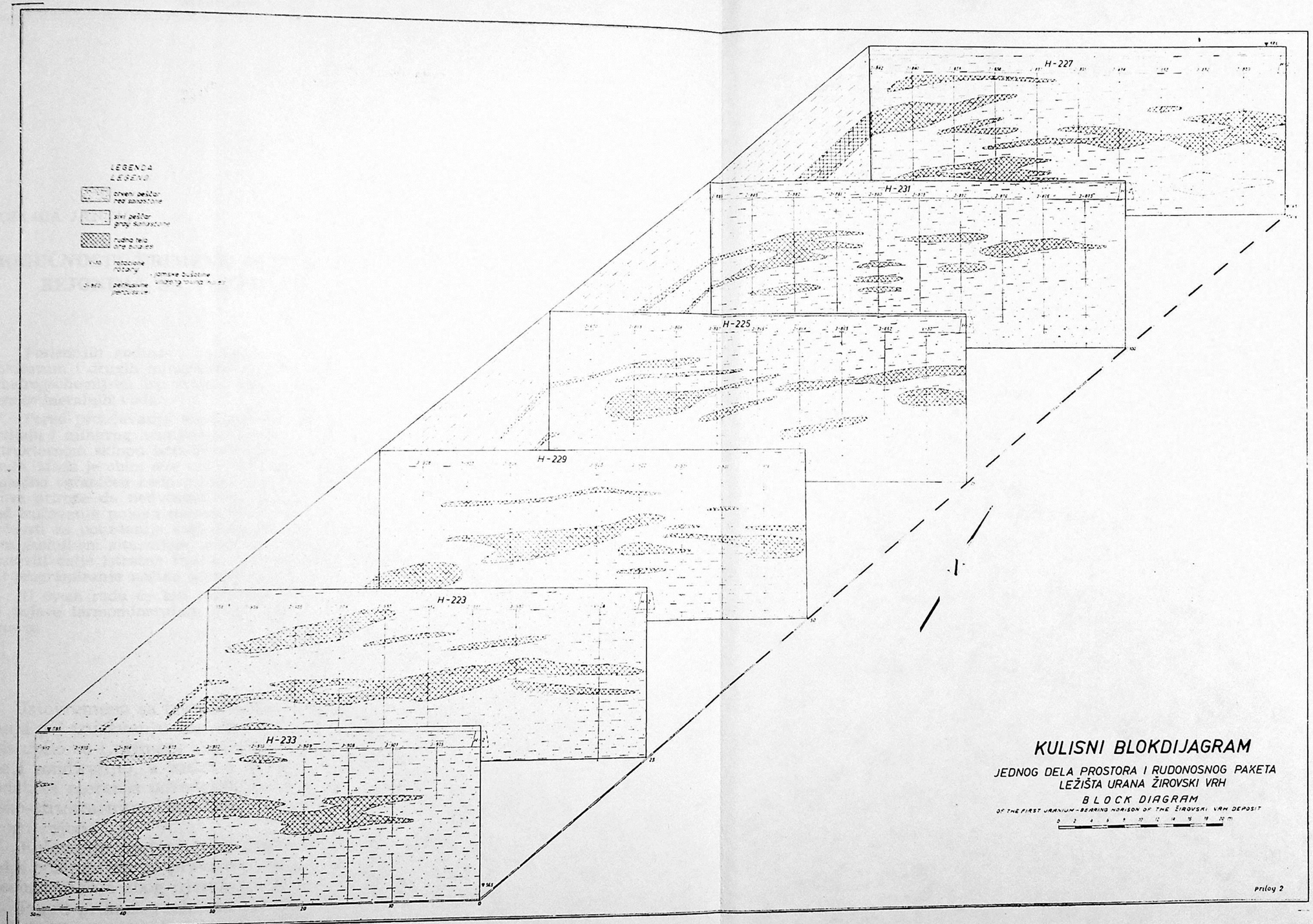
The study of the exploration grid in the Žirovski vrh deposit shows that applied exploration grid is quite in agreement with the request for exploration of the IV group of uranium ore deposits. For calculation of $C_1$ reserve, that represents about 85% of total one in a such type of ore deposit, it is need as we found in the Žirovski vrh, that distances between mining workings should be 50 m and between samples (percussive holes) 5 m as well.

Calculated optimal exploration grid of 50 m by 50 m is agreed with applied system. Due to, generally, complicated morphology of ore bodies in the Žirovski vrh, any more rare exploration grid is not acceptable.

---

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.


H-211
H-212
H-213
H-214
H-215
H-216
H-217
H-218
H-219
H-220
H-221
H-222
H-223
H-224
H-225
H-226
H-227
H-228
H-229
H-230
H-231
H-232
H-233
H-234
H-235
H-236
H-237
H-238
H-239
H-240
H-241
H-242
H-243
H-244
H-245
H-246
H-247
H-248
H-249
H-250
H-251


LEGENDA
LEGEND
H-227
H-231
H-225
H-229
H-223
H-233
KULISNI BLOKDIJAGRAM
JEDNOG DELA PROSTORA I RUDONOSNOG PAKETA
LEŽIŠTA URANA ŽIROVSKI VRH
BLOCK DIAGRAM
OF THE FIRST URANIUM-BEARING HORISON OF THE ŽIROVSKI VRH DEPOSIT
Prilog 2

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

TOPLICA JANČIĆ[1]

UDK: 550.83+622.322

# MOGUĆNOSTI PRIMENE GEOFIZIČKIH METODA ISPITIVANJA U REJONIMA SA POJAVAMA TERMOMINERALNIH VODA

(sa 4 slike)

Poslednjih godina u Institutu za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina posebna pažnja se obraća na hidrogeološka i hidrogeohemijska ispitivanja rejona u kojima postoje izvori mineralnih, odnosno termomineralnih voda.

Pored proučavanja hidrogeoloških karakteristika terena u kojima se ove vode javljaju i njihovog hemijskog sastava, u cilju upotpunjavanja podataka o geološko-strukturnom sklopu istraživanih terena primenjivane su i geofizičke metode ispitivanja. Mada je obim ove vrste istražnih radova u odnosu na ostale bio znatno manji i ujedno ograničen nedovoljnim finansijskim sredstvima, ipak su prikupljeni podaci takve prirode da nedvosmisleno ukazuju na korisnost primene geofizičkih metoda kod izučavanja pojava mineralnih i termomineralnih voda. Naime, stvorene su mogućnosti za pouzdanije sagledavanje kretanja podzemnih voda uslovljenih postojećom geološkom situacijom, a samim tim i užeg lociranja zona u kojima bi trebalo nastaviti dalje istražne radove (pre svega bušenja) kako bi se konačno moglo izvršiti programiranje načina tehničkog zahvata tih voda, odnosno njihove eksploatacije.

U ovom radu će biti prikazani rezultati geofizičkih ispitivanja koja se odnose na pojave termomineralnih voda kod Savinca i Mlakovca u rejonu Gornjeg Milanovca.

## UVOD

Istovremeno sa izvođenjem hidrogeoloških i hidrogeohemijskih ispitivanja pri izučavanju termomineralnih voda u rejonu Gornjeg Milanovca, pristupilo se i primeni geofizičkih metoda, pre svega električnih (kartiranje i sondiranje), a zatim i mognetskih sa ciljem da se preko dobijenih podataka merenja određenih fizičkih parametara, upotpune podaci o geološko-strukturnim, litološkim i hidrogeološkim odlikama stenskih masa ovoga rejona.

Rešavanje postavljenog problema zahtevalo je studiozni istraživački rad s obzirom da se prisustvu pojava termomineralnih voda poklanjala posebna pažnja zbog njenih lekovitih svojstava.

Pored prikaza rezlutata električnih ispitivanja, posebno bismo istakli značaj primene magnetske metode koja se u principu smatra manje po-

[1] Savezni geološki zavod.

godnom za rešavanje problema vezanih za inženjersko-geološka i hidrogeološka istraživanja. Naime, geološki uslovi u rejonu Gornjeg Milanovca, sa prisustvom stena izrazitog magnetskog susceptibiliteta (serpentinisani peridotiti, odnosno serpentiniti), omogućili su da primena magnetske metode bude od velike koristi, pa je ona dobila specifičnu ulogu u rešavanju geološko-strukturne problematike.

## Geološka građa istraživanih terena

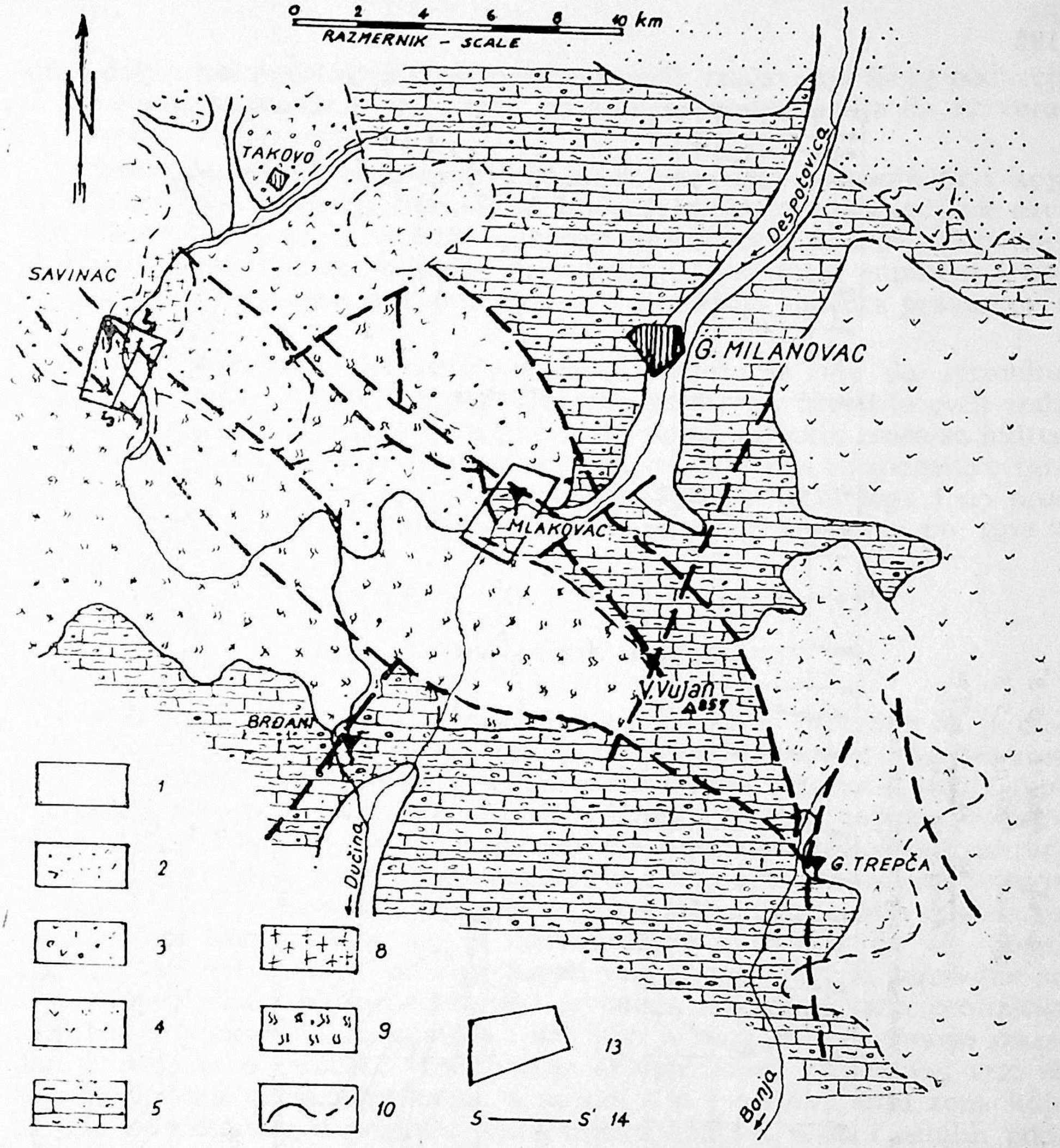
Da bi prikaz rezultata geofizičkih ispitivanja bio što potpuniji prethodno ćemo u opštim crtama dati pregled geološkog sastava i tektonskih odlika terena na osnovu podataka do kojih se došlo dosadašnjim geološkim i hidrogeološkim izučavanjima šireg rejona Gornjeg Milanovca (vidi literaturu). Ukazaćemo i na hidrogeološke karakteristike stenskih masa koje su značajne za distribuciju kako izdanskih (hladnih) voda tako i termomineralnih voda.

Šire područje Gornjeg Milanovca izgrađeno je od sledećih formacija: serpentinisanih peridotita (serpentinita), trijaskih sedimenata, krednih sedimenata, vulkanogenog kompleksa Boračko-kotleničkog masiva, miocenskih sedimenata i aluvijalnih nanosa. U domenu samih lokalnosti najzastupljenije stene su serpentinisani perodotiti i kredni sedimenti, zatim trijaski krečnjaci (lokalnost Savinac) i miocenski sedimenti, a najmanje aluvijalni nanosi. Vulkanogeni kompleks Boračko-kotleničkog masiva je nešto istočnije od istraživanih lokalnosti (slika 1).

Serpentinisani peridotiti, odnosno serpentiniti, javljaju se u jugozapadnom delu terena i čine osnovu mlađih sedimenata. Oni kraljušasto naležu preko trijaskih i krednih sedimenata, tj. u tektonskom su kontaktu sa njima duž jedne dislokacione zone pravca pružanja SZ — JI. Ovaj kontakt je delimično maskiran miocenskim sedimentima i aluvijalnim nanosom. Serpentiniti su ispucali i izdeljeni u manje blokove, a duž dislokacionih zona jako polomljeni i zahvaćeni hidrotermalnim procesima. Otuda u hidrogeološkom smislu serpentiniti do izvesne dubine mogu imati funkciju kolektora zahvaljujući mehaničkim oštećenjima stenske mase, tj. poseduju pokotinsku poroznost. Međutim, u dubljim nivoima, tačnije rečeno ispod nivoa izraženog mehaničkog oštećenja i van rupturnih struktura, serpentiniti spadaju u grupu hidrogeoloških izolatora.

Aluvijalni nanosi su konstatovani u dolinama reka Banje, Despotovice i Dičine i izgrađeni su od peskova i šljunkova različite krupnoće zrna. Oni predstavljaju hidrogeološki kolektor voda tipa zbijene izdani sa slobodnim nivoom s obzirom na poroznost samog aluvijalnog nanosa.

Vulkanogeni kompleks Boračko-kotleničkog masiva, predstavljen dacitoandezitima, kvarclatitima i latitima, kao i bazaltoidnim stenama, zahvata oblast van površina geofizičkih ispitivanja, ali u sklopu šireg rejona Gornjeg Milanovca ima poseban značaj s obzirom na razvoj tercijarnog vulkanizma i njegovu pripadnost unutrašnjim Dinaridima. Kako se tereni gde su obavljena hidrogeološka, hidrogeohemijska i geofizička ispitivanja nalaze blizu zapadnih, odnosno jugozapadnih delova ovog vulkanogenog kompleksa, neosporno je da su zbivanja u njemu imala svog odraza i na neposrednu okolinu. To je od posebnog interesa kod eventu-




Sl. 1. Pregledna geološka karta okoline G. Milanovca.
1. aluvijum; 2. piroklastiti — tufovi i breče; 3. miocen — sedimentno-vulkanogena serija; 4. dacito-andeziti; 5. miocen — laporci, peščari, laporoviti krečnjaci; 6. gornja kreda — krečnjaci, laporoviti krečnjaci i peščari; 7. donja kreda — peščari, laporci i gline; 8. trijas — bankoviti krečnjaci; 9. serpentinisani peridotiti (serpentiniti): 10. geološka granica; 11. pretpostavljeni rasedi; 12. termomineralni izvori; 13. površine geofizičkih ispitivanja; 14. geološko-geofizički profil.

Fig. 1. Generalized geological map of G. Milanovac area.
1. alluvium; 2. pyroclastites — tuffs and breccias; 3. miocene — sedimentary-volcanic serie; 4. dacites-andesites; 5. miocene — marls, sandstones, marly limestones; 6. upper cretaceous — limestones, marly limestones and sandstones; 7. lower cretaceous — sandstones, marls and clays; 8. triasic — compacte limestones; 9. serpentinous peridotites (serpentinites); 10. geological border; 11. inferred faults; 12. thermal-mineral springs; 13. geophysical investigations areas; 14. geological — geophysical profile.

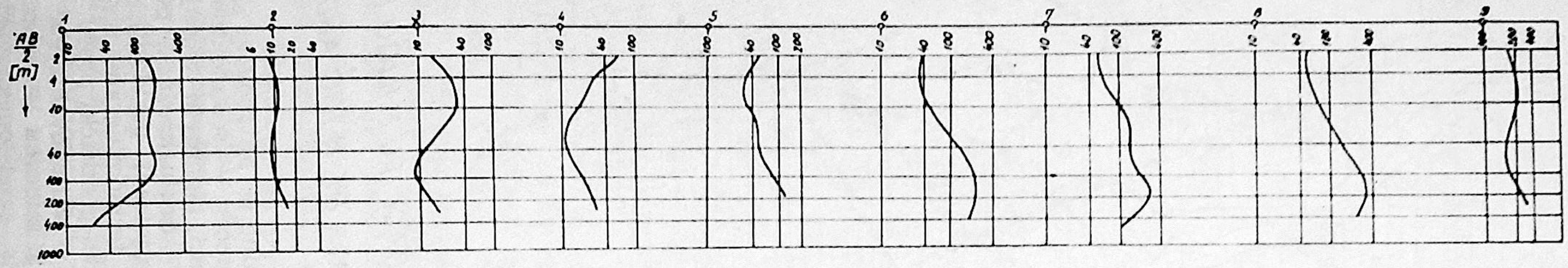
SAVINAC - PROFIL S-S'

SAVINAC - PROFILE S-S'

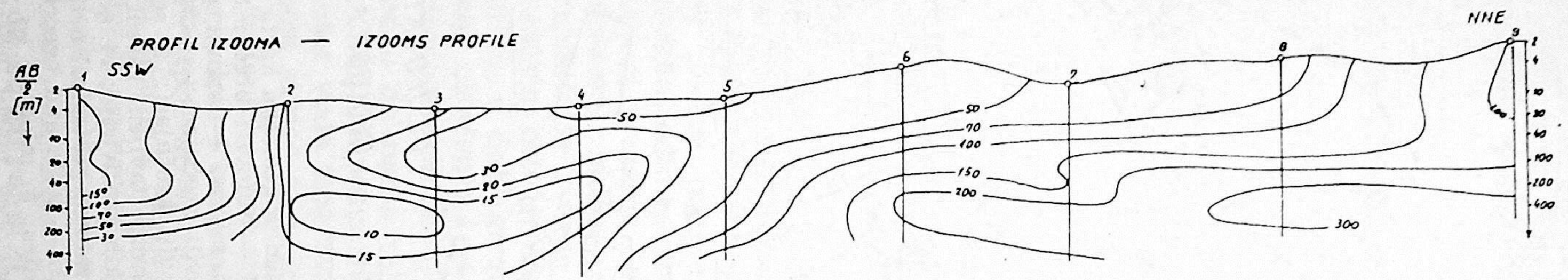
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 km

RAZMERNIK - SCALE

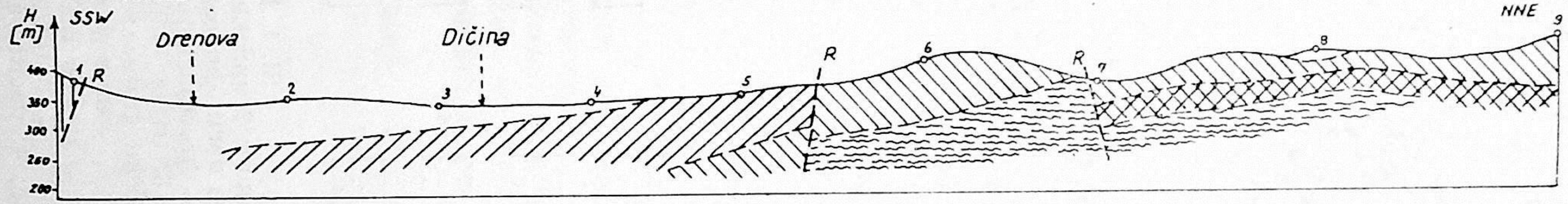
DIJAGRAMI ELEKTRIČNOG SONDIRANJA — DIJAGRAMS OF ELECTRICAL SOUNDING

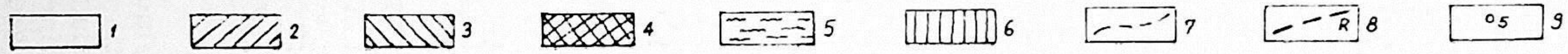



PROFIL IZOOMA — IZOOMS PROFILE




GEOLOŠKO-GEOFIZIČKI PROFIL — GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL PROFIL



alnih daljih hidrogeoloških i hidrogeohemijskih izučavanja šireg područja sa pojavama termomineralnih voda, za koje se pretpostavlja da su vezane za mlađi vulkanizam.

Tektonske odlike ispitivanih lokalnosti su odraz orogenih faza koje su zahvatile šire područje Gornjeg Milanovca: variscijske, laramijske, savske i štajerske. One su uslovile današnji geološko-strukturni sklop gornjomilanovačkog basena u kome su izdvojeni markantni rupturni i naborni oblici sa pravcem pružanja SZ — JI i posebno ruptura pravca pružanja SI — JZ.

Prema podacima dosadašnjih izučavanja može se reći da termalne vode najverovatnije potiču iz dislokacionih struktura. Mešanje ovih voda sa izdanskim, koje se formiraju u plićim delovima stenskih masa sa hidrogeološkim kolektorskim svojstvima, dovodi do sniženja temperature termalnih voda (najveća temperatura vode je 27°C), a osim toga i do promene njihovog hemijskog sastava, tako da se one svrstavaju po tipu u mešane vode.

## Rezultati geofizičkih ispitivanja

Na osnovu napred iznetih podataka, a polazeći od postavke da je cirkulacija većine termalnih voda u rejonu Gornjeg Milanovca uslovljena ne samo postojećim hidrogeološkim i hidrodinamičkim zakonima, već i geološko-strukturnim karakteristikama istraživanih terena, poenta geofizičkih ispitivanja u ovoj fazi bila je posvećena rešavanju geološko-strukturnih problema. Obim izvršenih geofizičkih radova, iako nedovoljan, ipak je omogućio izvesno potpunije sagledavanje geološko-strukturnih odnosa na istraživanim lokalnostima, što je nedvosmisleno pokazalo da se, pored ostalih ovoj vrsti radova mora pridavati veći značaj. Naime, tamo gde su uz hidrogeološka i hidrogeohemijska izvođena i kombinovana geofizička ispitivanja (električna, magnetska i dr.) bilo je moguće dati mnogo pouzdanije podatke o geološko-strukturnom sklopu terena i njegovoj vezi sa hidrogeološkim karakteristikama, a samim tim i o izdvajanju zona koje bi bile interesantne u pogledu otkrivanja termalnih voda i ostalih podzemnih vodotokova.

Izučavajući pojave termomineralnih izvora u rejonu Gornjeg Milanovca, od geofizičkih metoda primenjene su električne i magnetska. Na lokalnosti Savinac primarnu ulogu su imala električna ispitivanja (sondiranje i kartiranje), dok su na lokalnosti Mlakovac od posebnog značaja bila magnetska ispitivanja.

---

Sl. 2. Lokalnost Savinac — profil S—S'

1. električna otpornost 5—60 omm; 2. električna otpornost 30—100 omm; 3. električna otpornost 100—350 omm; 4. električna otpornost 450—800 omm; 5. električna otpornost 80—150 omm; 6. električna otpornost 400—900 omm; 7. granica električnih sredina; 8. pretpostavljeni rased; 9. električna sonda.

Fig. 2. Locality Savinac — profile S—S'

1. electrical resistivity 5—60 omm; 2. electrical resistivity 30—100 omm; 3. electrical resistivity 100—350 omm; 4. electrical resistivity 450—800 omm; 5. electrical resistivity 80—150 omm; 6. electrical resistivity 400—900 omm; 7. border of electrical media; 8. inferred faults; 9. electrical sounding.

Uzevši uopšteno za sve ispitivane lokalnosti, na osnovu podataka električnog sondiranja izdvojeno je više električnih sredina koje približno odgovaraju određenim geološkim sredinama. To su:

1. Električna sredina sa vrednostima specifične električne otpornosti $\rho = 5$ do 60 omm koja verovatno odgovara humusu, aluvijonu i gornjem nivou miocenskih sedimenata, pretežno glinovitog sastava.

2. Električna sredina sa vrednostima $\rho = 30$ do 100 omm koja bi odgovarala donjem nivou miocenskih sedimenata, glinovito-laporovitog do karbonatno-peskovitog sastava.

3. Električna sredina u kojoj vrednosti $\rho$ variraju u granicama od 100 do 350 omm, a koja bi odgovarala krečnjacima različite poroznosti i stepena skaršćenosti, delom dolomitičnim.

4. Električna sredina sa vrednostima $\rho = 450$ do 800 omm koja bi predstavljala hidrotermalno izmenjene stenske mase, pretežno silifikovane, u vulkanogenoj seriji ili krečnjacima.

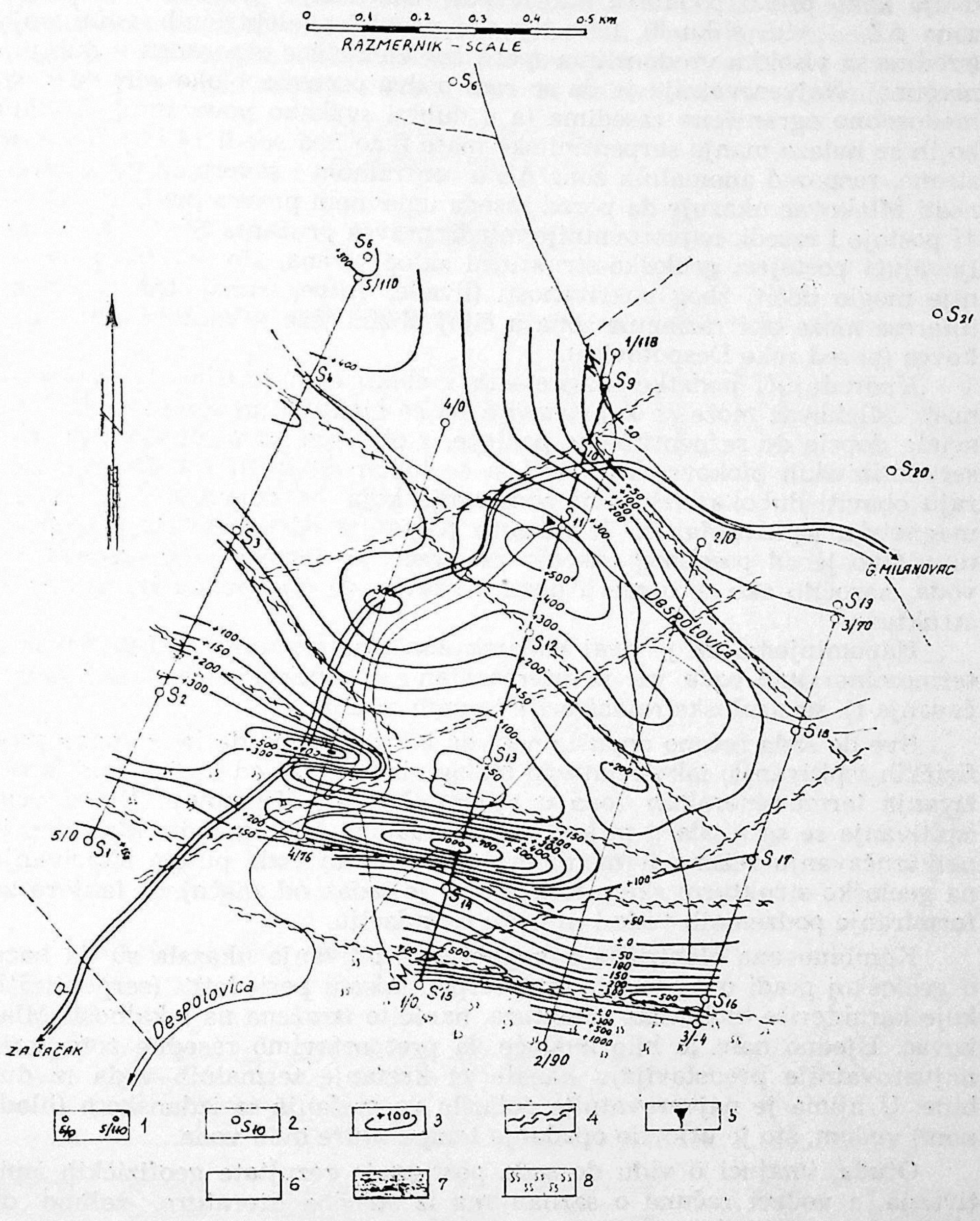
5. Električna sredina sa vrednostima $\rho = 400$ do 900 omm koja odgovara serpentinitima različite kompaktnosti i izmenjenosti.

Na lokalnosti Mlakovac posebno se može izdvojiti i električna sredina sa vrednostima $\rho = 40$ do 60 omm koja bi odgovarala konglomeratično-glinovito-laporovitoj faciji u bazi krednih sedimenata, a na lokalnosti Savinac električna sredina sa vrednostima $\rho = 80$ do 150 omm za koju se pretpostavlja da ukazuje na uškriljene laporce nedefinisane starosti.

Izdvajanje električnih sredina i njihovo povezivanje sa geološkim sredinama više je uopštenog karaktera s obzirom na pomanjkanje bušotina koje bi omogućile korelativnu vezu između veličine električne otpornosti i litološkog sastava terena u dubljim nivoima. Ovo tim pre što je geološkim kartiranjem utvrđeno ritmičko smenjivanje facija sedimentnih tvorevina, pa je pri takvim geološkim uslovima veoma teško izvršiti identifikaciju električnih sa geološkim sredinama. Otuda bi se pre moglo reći da pojedine električne sredine predstavljaju rezultantnu specifičnu električnu otpornost »paketa« slojeva i proslojaka u sedimentnoj seriji. Ipak, i u ovakvim uslovima, bilo je moguće preko podataka električnih ispitivanja indicirati pojedine zone razloma na svim istraživanim lokalnostima. Takav primer dat je na dijagramima električnog sondiranja, profilu izoома i predstavljenom geološko-geofizičkom profilu (sl. 2, profil S—S').

Znatno povoljniji uslovi za izdvajanje geoloških struktura bili su na delovima terena gde su uz električna ispitivanja obavljena i magnetska. Naime, preko magnetskih ispitivanja bilo je moguće ukazati i na prisustvo serpentinita u dubljim nivoima, s obzirom da su to stene sa znatno izraženim magnetskim svojstvima u odnosu na ostale geološke članove. Kombinovana električna i magnetska ispitivanja ukazala su na položaj serpentinitske mase koja čini bazu opšteg geološkog sklopa terena. Konstatovano je postojanje blokovske strukture koja je naročito izražena na lokalnosti Mlakovac (sl. 3).

Obrada rezultata geofizičkih ispitivanja sa lokalnosti Mlakovac je pokazala da korišćenje podataka više geofizičkih metoda omogućava kompletniju interpretaciju, a samim tim doprinosi uspešnijem rešavanju navedene problematike. Na profilu M — M' (slika 4) vidi se da serpentiniti imaju različite nivoe zaleganja uslovljene postojećom blokovskom strukt-




Sl. 3. Lokalnost Mlakovac — karta izodinama ΔZ.
1. profili magnetskog merenja; 2. električna sonda; 3. izodiname ΔZ; 4. pretpostavljena zona razloma; 5. termalni izvor; 6. aluvijalni nanos; 7. sedimenti krede i miocena; 8. serpentinisani peridotiti; 9. geološko-geofizički profil M—M'.

Fig. 3. Locality Mlakovac — map of isodynames ΔZ.
1. profiles of magnetic measurements; 2. electrical sounding; 3. isodynames ΔZ; 4. inferred zones of crevices; 5. thermal spring; 6. alluvial deposits; 7. miocene and cretaceous sediments; 8. serpentinous peridotites; 9. geological-geophysical profile M—M'.

turom. Tektonski odnos serpentinita i sedimentnih tvorevina jasno se izdvaja kako preko podataka magnetskih ispitivanja (prekidi anomalnih zona ΔZ — vidi sliku 3), tako i preko podataka električnih ispitivanja (sredine sa visokim vrednostima specifične električne otpornosti u dubljim nivoima). Najverovatnije je da se radi o dva osnovna bloka serpentinita, međusobno ograničena rasedima (a u dubini svakako povezanih), između kojih se nalaze manje serpentinitske mase (kao kod sondi 14 i 7). S druge strane, raspored anomalnih zona ΔZ u centralnom i severnom delu lokalnosti Mlakovac ukazuje da pored raseda uglavnom pravca pružanja SZ — JI postoje i rasedi, najverovatnije mlađi, pravca pružanja SI — JZ, uslovljavajući postojeći geološko-strukturni sklop terena, što se na površini nije moglo uočiti zbog pokrivenosti (livade, njive, šume). Od posebnog interesa može biti razlomna zona u čijoj blizini leže termalni izvori Mlakovca (pored reke Despotovice).

Upoređujući podatke magnetskih i električnih ispitivanja sa lokalnosti Mlakovac može se konstatovati da se električnim sondiranjem nije svuda doprlo do serpentinitske podloge, s obzirom na međusobni položaj serpentinitskih blokova. To znači da se tokom budućih istraživanja moraju obaviti duboka električna sondiranja koja bi doprinela da se, uz magnetska ispitivanja, što je moguće potpunije odredi položaj serpentinita. Ovo je od posebnog značaja za praćenje tokova termomineralnih voda, naročito ako se uzme u obzir postavka da one potiču iz rupturnih struktura.

Napominjemo da je ovaj podatak značajan ne samo kod izučavanja termomineralnih voda, već je interesantan i sa aspekta seizmoloških proučavanja tj. seizmološke rejonizacije trusnih terena.

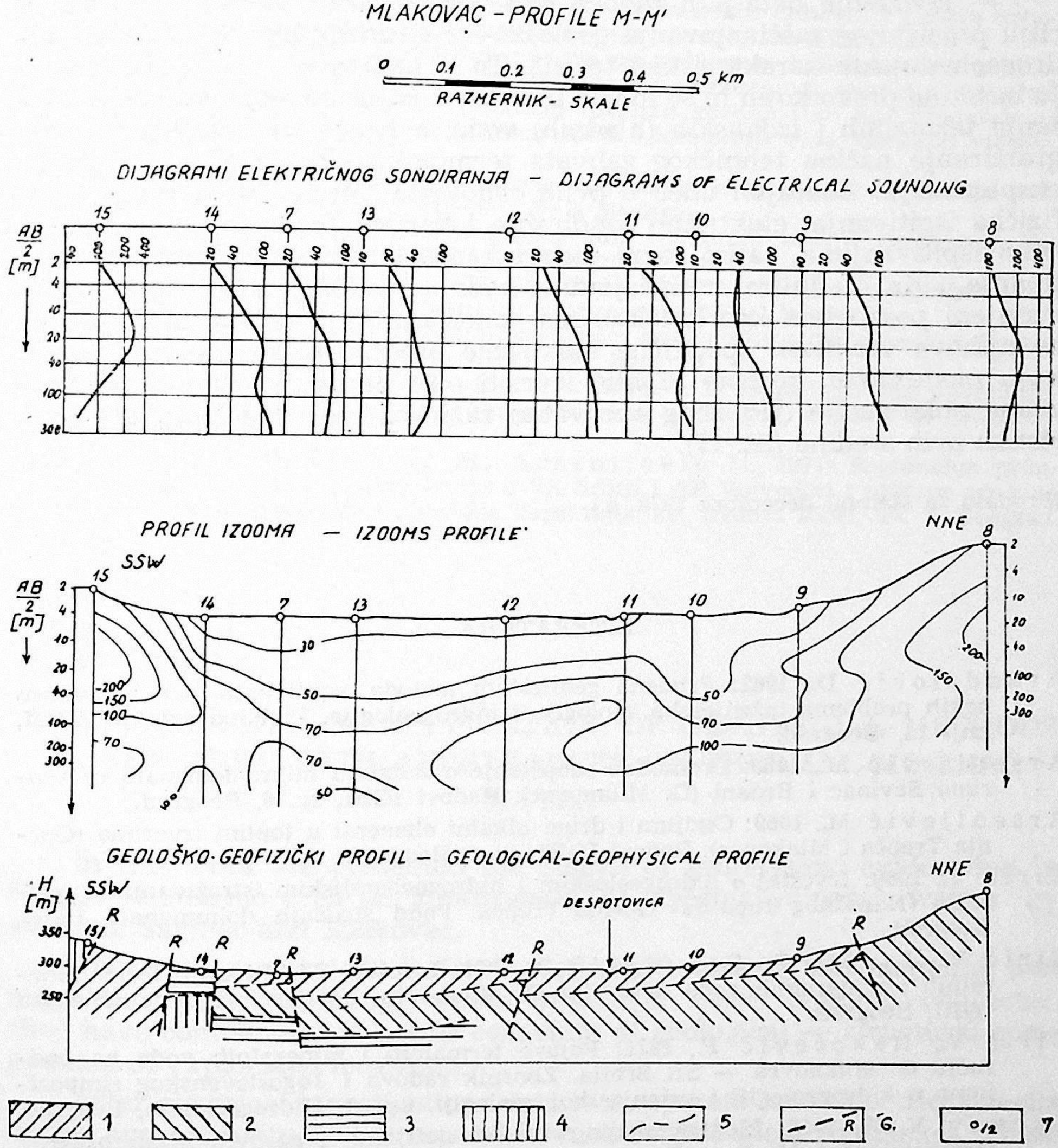
Sve do sada rečeno dopušta nam da konstatujemo da je primena geofizičkih ispitivanja, iako relativno malog obima, bila od koristi kod istraživanja termomineralnih voda u rejonu Gornjeg Milanovca. Uloga ovih ispitivanja se sastojala u prikupljanju podataka koji su indirektno doprineli izučavanju režima termomineralnih i ostalih voda putem ukazivanja na geološko-strukturni sklop terena koji je jedan od značajnih faktora za formiranje podzemnih voda i njihovu cirkulaciju.

Kombinovana električna i magnetska ispitivanja ukazala su da bazu u geološkoj građi ovog terena čine serpentinisani periodotiti (serpentiniti) koje karakteriše blokovska struktura, naročito izražena na lokalnosti Mlakovac. Ujedno nam je bilo moguće da pretpostavimo rasedne zone koje najverovatnije predstavljaju kanale za kretanje termalnih voda iz dubine. U njima je najverovatnije dolazilo do mešanja sa izdanskom (hladnom) vodom, što je uslovilo opadanje temperature ovih voda.

Otuda, imajući u vidu do sada postignute rezultate geofizičkih ispitivanja, a vodeći računa o saznanjima iz stručne literature, želimo da ukažemo na metodologiju i perspektivu daljih istraživanja termomineralnih voda u rejonu Gornjeg Milanovca:

— Nastavljanje regionalnih i poludetaljnih istraživanja šireg područja Gornjeg Milanovca prema Takovu ka severozapadu i Gornjoj Trepči ka jugoistoku, kako bi se utvrdila veza koja bi mogla postojati između do sada proučavanih lokalnosti. To bi omogućilo sagledavanje geološko-strukturnog sklopa celokupnog regiona, njegovih hidrogeoloških i hidrogeohemijskih odlika. Od geofizičkih ispitivanja, s obzirom na geološki sa-

stav terena, a pre svega na prisustvo magnetičnih serpentinitskih masa, kao i na postojanje hidrotermalno izmenjenih zona, za rešavanje strukturnih odnosa primenili bi magnetsku metodu dopunjenu dubokim električnim sondiranjem i električnim kartiranjem na dva do tri nivoa. Primena drugih geofizičkih metoda bila bi uslovljena rezultatima napred




Sl. 4. Lokalnost Mlakovac — profil M—M'.
1. električna otpornost 5—60 omm; 2. električna otpornost 100—350 omm; 3. električna otpornost 40—60 omm; 4. električna otpornost 400—900 omm; 5. granica električnih sredina; 6. pretpostavljeni rasedi; 7. električna sonda.

Fig. 4. Locality Mlakovac — profile M—M'.
1. electrical resistivity 5—60 omm; 2. electrical resistivity 100—350 omm; 3. electrical resistivity 40—60 omm; 4. electrical resistivity 400—900 omm; 5. border of electrical media; 6. inferred faults; 7. electrical sounding.

navedenih geofizičkih ispitivanja, kao i rezultatima hidrogeoloških i hidrogeohemijskih ispitivanja. Sve ove vrste ispitivanja pratili bi odgovarajući laboratorijski radovi (petrografsko-mineraloške analize, hemijske analize, određivanje fizičkih svojstava stenskih masa i dr.) kao i preliminarna bušenja sa ciljem utvrđivanja korelativne veze između litološkog sastava terena i veličine pojedinih fizičkih parametara.

— Izvođenje detaljnih radova oko već poznatih termalnih izvora u cilju preciznijeg raščlanjavanja geološko-strukturnih, hidrogeoloških i hidrogeohemijskih karakteristika terena. To bi omogućilo pravilniju lokaciju bušotina preko kojih bi se moglo utvrditi u kojim nivoima dolazi do mešanja termalnih i izdanskih (hladnih) voda, a što je od važnosti za programiranje načina tehničkog zahvata termomineralnih voda i njihovu eksploataciju. Značajan udeo u ovim radovima trebalo bi da imaju geofizička ispitivanja: električno sondiranje i kartiranje dopunjeno magnetskim ispitivanjima, zatim razni vidovi karotaža bušotina, termička ispitivanja, i dr. Međutim, u slučajevima kada se vodonosni horizonti, predstavljeni peskovima kao kolektorima, smenjuju sa proslojcima gline, pa se njihove vrednosti specifične električne otpornosti dovoljno ne razlikuju međusobno, korisno bi bilo izvršiti opit primenjujući metodu izazvane polarizacije (IP) zbog verovatno različitih polarizacionih karakteristika ovih sredina (lit. 17).

(Predato za štampu decembra 1972. g.)

## LITERATURA


Aranđelović D., 1962: Primena geofizičkih metoda ispitivanja pri rešavanju nekih problema inženjerske geologije i hidrogeologije. Posebno izdanje ZGGI, knj. 13, Beograd.

Arsenijević M., 1969: Prethodno saopštenje o sadržaju mikroelemenata u izvorima Savinac i Brđani (G. Milanovac). Radovi IGRI, sv. 6, Beograd.

Arsenijević M., 1969: Cezijum i drugi alkalni elementi u toplim izvorima (Gornja Trepča i Mlakovac). Radovi IGRI, sv. 6, Beograd.

Ćirić V., 1969: Izveštaj o hidrogeološkim i hidrogeohemijskim istraživanjima područja »Narodnog kupatila« Gornja Trepča. Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.

Ćirić V., Jančić T., Rakočević P., 1971: Izveštaj o ispitivanju termomineralnih i mineralnih voda u okolini G. Milanovca. Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.

Ćirić V., Rakočević P., 1971: Pojave termalnih i mineralnih voda na području G. Milanovca — SR Srbija. Zbornik radova I Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, knj. I, Hidrogeologija, Beograd.

Dahnov V. N., 1953: Električeskaja razvedka neftjanih i gazovih mestoroždenij. Gostoptehizdat, Moskva.

Đurović R., 1965: Hidrogeološke zakonitosti rasporeda termomineralnih voda SR Srbije. Rudarstvo, geologija i metalurgija br. 1, Beograd.

Ilić M., 1961: Geologija gornjomilanovačkog tercijarnog basena i okolnih facija. Vesnik ZGGI, knj. XIX, serija A, Beograd.

Ilić M., 1968: Vulkanogeno-sedimentne facije u neogenim basenima SR Srbije. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1964—1967, Beograd.

Jakosky J. J., 1960: Exploration geophysics, second edition. Trija Publiching Company, Los Angeles.

Jakubovski B. J., Ljahov L. L., 1964: Elektrorazvedka. Izdateljstvo »Nedra«, Moskva.

Jančić T., 1971: Izveštaj po temi »Proučavanje odnosa anomalija ΔZ i rezultata električnog kartiranja i sondiranja u rejonu Gornji Milanovac — Gornja Trepča sa osvrtom na mogućnost praćenja zona razloma duž kojih se javljaju termalni izvori«. Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.

Kapetanović Ž., 1960/61: Mlakovac (G. Milanovac). Balneološki institut, Beograd.

Kovačević S., 1962: Poremećenje dijagrama geoelektričnog sondiranja zbog prelaženja strujnih i potencijalnih elektroda preko nekih dubokih i plitkih nehomogenosti u horizontalnom pravcu. Geološki vjesnik, sv. XVI, Zagreb.

Krulc Z., 1961: Primjena geofizičkih metoda pri rešavanju hidrogeoloških problema u Jugoslaviji. Referat na Savetovanju o primenjenoj geofizici, Beograd.

Krulc Z., 1962: Neka iskustva i praktični rezultati geoelektrike kod pronalaženja i ispitivanja nalazišta arteških, subarteških i termalnih voda. Geološki vjesnik, sv. XVI, Zagreb.

Kuzmina E. N., 1968: Korišćenje metode izazvane polarizacije za ispitivanje podzemnih voda. Geologija i razvedka, № 2, Moskva.

Mundrov D., 1962: Hidrogeološka proučavanja termalnih voda u Bugarskoj. Vesnik ZGGI, knj. II, serija B, tom II, Beograd.

Rakočević P., Jančić T., 1972: Izveštaj o istraživanju termomineralnih voda Bogutovačke Banje. Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.

Rakočević P., 1972: Izveštaj o hidrogeološkim ispitivanjima na lokalnosti Gornja Trepča. Fond stručnih dokumenata IGRI, Beograd.

Stangačilović D., 1969: Podvodni vulkanizam u kruševačkom zapadnomoravskom i topličkom basenu. Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1964/1967. god., Beograd.

Vujanović V., Teofilović M., Arsenijević M., 1971: Regionalna proučavanja mineralnih voda i banja u SR Srbiji i AP Vojvodini i njihove osnovne geološke, geohemijske i genetske karakteristike. Radovi IGRI, sv. 7, Beograd.

## Summary

TOPLICA JANČIĆ[1]

### THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF GEPHYSICAL METHODS IN THE AREA WITH APPEARANCES OF THERMAL-MINERAL WATER

In this work are presented the results of geophysical exploration in Gornji Milanovac area on appearances of thermal-mineral waters by villages: Savinac and Mlakovac.

There are applicated electrical methods (sounding and mapping) and magnetic method. Although works have had, more regional character, they have contributed to better conection of geological — structural composition of explorated localities.

After electrical investigations data it is separate more electrical media which approximatively correspond to certain geological complexes. Those complexes have a function as collectors of ground-water or represented impermeable layers.

The magnetic investigation has been of particular impotrance, because it is possible, according to extent, intensity and disposition of ΔZ anomalies, to fixed the position of serpentinites in geological composition

[1] Geological Federal Institute.

and his block tectonic structure as result of orogenous phasis of wich investigationated region has been holded during geological evolution. It is noticed the existence of many faults zones in NW — SE and NE — SW direction. Particular importance is given to the fault on locality Mlakovac in whose immediate nearness appear thermal water spring because to the supposition that the thermal-mineral water come of dislocation.

In general, complied data indirectly have contributed to the study of the regime of the termal-mineral and other waters in accordance with geological and structural composition of area wich is very importance factor for forming underground waters and theirs circulation.

After all, on give the suggestions for further methodology of work as wel regional and semidetailed as detailed investigations to pointing at the importance and the place which the geophysical exploration metods have in particular phasses of the works.

*Radovi Instituta za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, sv. 8, 1973. god.*

VOJISLAV VUJANOVIĆ

UDK: 550.4

# PRILOG POZNAVANJU SADRŽAJA RETKIH METALA U SLANIM IZVORIMA, VODAMA I SLATINAMA BAČKE, BANATA, OKOLINE BEOGRADA I MIONICE KOD VALJEVA

(sa 1 tabelom)

Ovaj prilog je u direktnoj vezi sa nedavno objavljenim referatom autora održanom na VII Kongresu geologa SFRJ u Zagrebu (1970), a koji je izašao iz štampe u Knjizi III, pod naslovom »Ispitivanje sadržaja retkih metala u slanim izvorima, vodama i slatinama Bačke, Banata, okoline Beograda i Mionice kod Valjeva.«

Kako je pomenuti referat omaškom objavljen bez glavne tabele u kojoj su dati rezultati spektrohemijskih ispitivanja oko 70 uzoraka voda i sedimenata, to smo prinuđeni da ovde prikažemo navedenu tabelu. Potreba za njeno objavljivanje je utoliko veća, što se u pomenutom referatu ista tabela diskutuje kroz ceo tekst i što ona u stvari predstavlja osnovni dokument za sve zaključke iznesene u navedenom referatu i jedini poznati dokument ove vrste koji se odnosi na sadržaje mikroelemenata u vodama i sedimentima iz navedenih prostora.

Kako je tekstuelni prikaz tabele u celosti dat u navedenom referatu, to u stvari ova tabela treba da predstavlja sastavni deo istog i kao takvu je treba tretirati.

Summary

VOJISLAV VUJANOVIĆ[1]

# CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF RARE METALS CONTENTS IN THE SALT WATERS AND SOILS OF BAČKA, BANAT, BELGRAD VICINITY AND OF MIONICA NEAR VALJEVO

This paper represents an additional enclosure to the article »The contents of the rare metals in the salt waters and soils from Bačka, Banat, vicinity of Belgrad and Mionica near Valjevo«, which was reported (1970) at the VII-th. Geological Congress, Zagreb, Yugoslavia.

The enclosed Table was discussed close in the above cited article, thus there is no necessity for new explanation of them. Both the mentioned article and this paper represent a natural whole.

[1] Institute for geological and mining investigation and exploration of nuclear and other mineral raw materials, Beograd.

REZULTATI SPEKTRALNIH ANALIZA SLANIH VODA I TALOGA U ISPITIVANOM PODRUČJU IZRAŽENI U gr/t

| Lab. broj | Lokalnost | | Zr | Mg | Mn | Fe | Ca | V | Cu | Na | Cr | Ba | Sr | Pb | Ga | Ti | Y | Ni | Co | Sc | Li | Rb | Cs | La | Al | Si | Dužina probe u m. | X |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B-10.509 | Mionica, Vrujci | V | — | >1% | 13 | 237 | >1% | — | 7 | >1% | 13 | 55 | 236 | — | — | 36 | — | tr. | tr. | — | 466 | 65 | 81 | — | 900 | + | iz 6 analiza | 0,34 |
| 510 | Mionica, Vrujci | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | 50 | — | — | | | 10 | |
| 513 | Mionica, Slanac | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32 | 80 | | — | | | 3 | |
| 514 | Planinica | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 270 | — | — | | | | 6 | 0,69 |
| 515 | Mionica, Štale | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 220 | — | — | | | | | 0,48 |
| 516 | Opovo, Sl. bara | S | 150 | >1% | 600 | >1% | >1% | 26 | 5 | >1% | 32 | 180 | 80 | tr. | 12 | 2000 | 15 | 17 | 4 | 8 | 54 | 200 | — | — | >1% | >1% | 180 | |
| 517 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40 | 70 | — | — | | | 6 | |
| 518 | „ V. Slatina | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32 | 80 | — | — | | | 17 | |
| 519 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | tr. | — | | | | | 11,3 |
| 520 | „ „ | S | 100 | 8000 | 800 | >1% | >1% | 18 | 3 | 3160 | 23 | 140 | 56 | 5 | — | 1000 | 8 | 14 | 3 | 7 | 32 | 150 | — | — | >1% | >1% | 41 | |
| 521 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | — | — | | | | | 8,6 |
| 522 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25 | 80 | — | — | | | 20 | |
| 523 | „ „ | V | | >1% | tr. | 70 | 200 | tr. | tr. | >1% | tr. | tr. | 25 | — | — | — | — | — | — | — | 7 | — | — | | 280 | | | 5,5 |
| 524 | „ „ Bunar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100 | 170 | 20 | | | | | 0.7 |
| 525 | „ Rakitaš | S | 140 | 8000 | 1000 | >1% | >1% | 30 | 8 | >1% | 30 | 220 | 40 | — | 10 | 2500 | 15 | 20 | 6 | 10 | 60 | 150 | — | — | >1% | >1% | 231 | |
| 528 | „ Baranda | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 70 | 150 | — | | | | 10 | |
| 529 | „ „ | S | 316 | >1% | 800 | >1% | >1% | 50 | 3 | 8000 | 50 | 150 | 64 | 13 | 10 | 2500 | 21 | 20 | 3 | 8 | 60 | 100 | — | tr. | >1% | >1% | 24 | |
| 530 | „ „ | V | — | 900 | 10 | 50 | 80 | tr. | tr. | >1% | — | tr. | 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 270 | | | 13,5 |
| 531 | „ „ | S | 120 | >1% | 400 | >1% | >1% | 50 | 8 | >1% | 50 | 200 | 64 | — | 12 | 2000 | 16 | 23 | 6 | 7 | 80 | 180 | — | tr. | >1% | >1% | 165 | |
| 534 | „ Peč. Slatina | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | | | | | 13,8 |
| 535 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40 | 60 | — | | | | 0,5 | |
| 537 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | 60 | — | | | | 10 | |
| 538 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | — | — | | | | | 10,2 |
| 539 | Sefkerin, M. Sl. | S | 160 | >1% | 600 | >1% | >1% | 25 | 4 | 5000 | 30 | 170 | 70 | — | 10 | 1500 | 10 | 20 | 3 | 7 | 35 | 70 | — | — | >1% | >1% | 141 | |
| 540 | „ M. Slatina | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | — | — | | | | | 1,45 |
| 541 | „ „ | S | 120 | 7000 | 400 | >1% | >1% | 20 | 3 | 8000 | 170 | 110 | 45 | 10 | 10 | 1450 | 9 | 11 | 3 | tr. | 22 | 100 | — | — | >1% | >1% | 71 | |
| 542 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32 | 90 | — | | | | 61 | |
| 543 | „ Slatina | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 120 | — | | | | 156 | |
| 545 | Farkadžin M. Sl. | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 60 | — | | | | 47 | |
| 546 | „ V. Slatina | S | 100 | 3000 | 450 | >1% | 800 | — | 4 | 2200 | 13 | 130 | tr. | 15 | — | 1100 | 8 | 15 | 2 | 6 | 25 | 70 | — | — | >1% | >1% | | |
| 547 | „ Atske Slat. | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 25 | — | | | | | 2,5 |
| 548 | Sakule, „ | S | 120 | 2500 | 316 | >1% | 800 | 20 | 3 | 3000 | 130 | 100 | 20 | — | tr. | 1400 | 9 | 9 | 2 | 5 | 15 | 70 | — | — | >1% | >1% | | |
| 549 | Perlez, Lisič. Sl. | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15 | 5 | — | | | | | 1,02 |
| 550 | „ „ | S | 220 | 6000 | 800 | >1% | 1000 | 60 | 8 | 6000 | 35 | 150 | 35 | 13 | — | 2500 | 20 | 20 | 7 | 8 | 20 | 80 | — | tr. | >1% | >1% | 200 | |
| 551 | Perlez, Pop. Sl. | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 54 | 120 | — | | | | 30 | |
| 577 | Elemir, Okanj | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | — | — | | | | | 38,5 |
| 552 | „ „ | S | 160 | >1% | 500 | >1% | >1% | 60 | 5 | 8000 | 35 | 120 | 70 | 12 | 12 | 1500 | 10 | 20 | 5 | 8 | 35 | 40 | — | — | >1% | >1% | 16 | |
| 553 | „ „ | V | — | 2500 | tr. | 160 | 130 | tr. | tr. | >1% | tr. | tr. | 20 | — | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | — | 1200 | + | | 9,25 |
| 554 | „ „ | S | 300 | 7000 | 900 | >1% | >1% | 20 | 10 | 8000 | 20 | 150 | 35 | — | 12 | 2500 | 11 | 25 | 3 | 7 | 32 | 25 | — | tr. | >1% | >1% | 0,6 | |
| 555 | „ „ | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40 | 80 | — | | | | 250 | |
| 556 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 7 | — | | | | | 10,1 |
| 557 | Melenci, Rusanda | S | 900 | >1% | 1000 | >1% | >1% | 30 | 6 | >1% | 60 | 170 | 90 | — | 14 | 5000 | 30 | 20 | 3 | 7 | 32 | 25 | — | — | >1% | >1% | 350 | |
| 558 | „ „ | V | — | 560 | 150 | tr. | tr. | tr. | tr. | >1% | — | tr. | 9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 110 | + | | 51,9 |
| 559 | „ „ | S | 160 | 7000 | 316 | >1% | >1% | 20 | tr. | >1% | 45 | 150 | 60 | — | tr. | 900 | 8 | 9 | 2 | tr. | 25 | 16 | — | — | >1% | >1% | 270 | |
| 560 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — | — | | | | | 71,2 |
| 562 | „ Mala Rusanda | S | 220 | 7000 | 900 | >1% | >1% | 40 | 9 | >1% | 50 | 180 | 56 | — | 12 | 2500 | 20 | 20 | 7 | 5 | 60 | 90 | — | tr. | >1% | >1% | 90 | |
| 563 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | — | — | | | | | 18,1 |
| 564 | Belo jez. Lukino s. | S | 150 | >1% | 800 | >1% | >1% | 20 | 3 | 6000 | 30 | 230 | 70 | tr. | tr. | 900 | tr. | 10 | 3 | 6 | 17 | 50 | — | — | >1% | >1% | 100 | |
| 565 | Ečka Belo jez. | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 60 | 80 | — | | | | | 0,54 |
| 566 | „ Botoški rit | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 35 | 70 | — | | | | 26 | |
| 567 | N. Bečej, Slatina | S | 220 | 7000 | 900 | >1% | >1% | 20 | 5 | >1% | 35 | 316 | 100 | 15 | 12 | 1500 | 8 | 18 | 3 | tr. | 30 | 65 | — | — | >1% | >1% | 500 | |
| 568 | „ „ | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | — | — | | | | | 29,25 |
| 570 | „ „ | V | — | 2500 | — | — | — | tr. | tr. | >1% | 2 | tr. | 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 130 | | | 71,3 |
| 571 | „ „ | S | 400 | >1% | 1000 | >1% | 7000 | 50 | 20 | >1% | 75 | 260 | 120 | 15 | 14 | 4000 | 20 | 20 | 5 | 6 | 32 | 80 | — | — | >1% | >1% | 46 | |
| 572 | „ „ | V | — | 1200 | tr. | 100 | 800 | tr. | — | >1% | 10 | tr. | 60 | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — | — | | | | | 33,75 |
| 573 | „ „ | S | 230 | 6000 | 500 | | 7000 | 12 | 2 | >1% | 30 | 150 | 90 | 10 | 10 | 1500 | tr. | 6 | tr. | tr. | 15 | 20 | — | — | >1% | >1% | 50 | |
| 575 | „ „ | S | 110 | >1% | 900 | | 4000 | 70 | 100 | >1% | 45 | 150 | 90 | tr. | 12 | 2500 | 10 | 30 | 6 | 8 | 81 | 130 | — | — | >1% | >1% | 0,2 | |
| 578 | Kikinda, Slatina | S | 130 | 8000 | 900 | >1% | >1% | 18 | 5 | >1% | 20 | 200 | 80 | tr. | 12 | 1100 | 7 | 10 | 3 | 5 | 25 | 25 | — | — | >1% | >1% | 50 | |
| 579 | Kikinda, Česma | V | — | 5000 | 150 | tr. | 40 | tr. | — | >1% | — | tr. | 25 | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | — | — | 90 | + | | 0,78 |
| 581 | Mol, Molska bara | V | — | >1% | — | — | 250 | — | — | >1% | tr. | tr. | 15 | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | — | — | | + | | 18,3 |
| 583 | Starčevo, Bunar | V | — | >1% | 100 | tr. | >1% | 20 | 3 | >1% | 4 | 140 | 500 | tr. | — | tr. | — | tr. | — | — | 60 | tr. | — | — | 1500 | + | | 1,2 |
| 584 | Alibunar, Slatina | V | — | >1% | | | | | | >1% | | | | | | | | | | | 20 | 15 | — | | | >1% | | 0,5 |
| 585 | „ „ | S | 180 | >1% | 800 | >1% | >1% | 22 | 8 | >1% | 32 | 170 | 70 | — | 9 | 1500 | 8 | 23 | 3 | 6 | 15 | 45 | — | — | >1% | >1% | 25 | |
| 586 | Jerma, Slatina | S | 400 | >1% | 350 | >1% | >1% | 70 | 8 | 8000 | 60 | 300 | 130 | tr. | 14 | 4500 | 21 | 25 | 4 | 9 | 32 | 60 | — | tr. | >1% | >1% | 20 | |
| 587 | „ Česma | V | tr. | >1% | 200 | 800 | >1% | — | 2 | >1% | 5 | 316 | 1500 | 14 | — | 50 | — | — | — | — | 10 | — | — | tr. | >1% | >1% | | 0,57 |
| 589 | Ritopek, Sl. bunar | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 270 | — | — | | | + | | 5,1 |
| 590 | „ Bunar | V | — | >1% | — | tr. | >1% | 9 | tr. | >1% | — | tr. | 160 | — | — | — | — | — | — | — | 4 | 12 | — | — | >1% | >1% | | 2,8 |

LEGENDA:

1% — glavni element
— — nije konstatovan
prazna mesta — nije analiziran

S — sadržaj elemenata u sedimentu
V — sadržaj elemenata u suvom ostatku iz 1 lit. vode
X — količina suvog ostatka u 1 lit. vode izražena u gr.