Geoinstitut

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

RADOVI

GODINA XXI / KNJIGA 15. / BEOGRAD 1981.

Yu ISSN 0537 — 846 X

Geoinstitut

Research Organization for Geological, Geophysical and Mining Exploration of Nuclear and Other Mineral Raw Materials, Exploratory Drilling, Engineering Geology and Hydrogeology.

PROCEEDINGS

YEAR XXI / VOLUME 15. / BELGRADE 1981.

Yu ISSN 0537 — 846 X

Geoinstitut

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

RADOVI

GODINA XXI / KNJIGA 15. / BEOGRAD 1981.

REDAKCIJSKI ODBOR

Stevan Divljan
Miroslava Dromnjak
Đorđe Ivanović
Nadežda Krstić
Jelena Luković
Milan Milojević
Slobodan Vukašinović

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

Nadežda Krstić

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

SADRŽAJ — CONTENTS

Strana
Page

1. Veljko Omaljev i Gojko Rančević: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u pokrivaču dvoliskunskih škriljaca Slatinske reke (Kukavica) na osnovu direktnih terenskih merenja 7

   Veljko Omaljev and Gojko Rančević: Distribution of uranium, thorium and potassium in soil montle of two-mica schists in Slatinska reka (Mt. Kukavica) area, based on results of direct field measurements 23

2. Stanislav Višić i Vladan Simić: Vrednovanje geofizičkih indikacija na istraživanju urana u području Cer-Iverak 25

   Stanislav Višić and Vladan Simić: Evaluation of geophysical indications in uranium exploration of Cer-Iverak area 46

3. Veljko Omaljev: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u granitoidnom masivu Cera 47

   Veljko Omaljev: Distribution of uranium, thorium and potassium in granitic massif of Cer 69

4. Milan Petrović: Raspoloživost urana, torijuma i teške vode u svetu u svetlu rezultata studije INFCE 71

   Milan Petrović: Availability of uranium, thorium and heavy Water in the world in view of the findings of the INFCE study 87

5. Dušan Radusinović: Mineralni sastav, strukturne i granulometrijske karakteristike minerala u rudnom ležištu Bobija 89

   Dušan Radusinović: The mineral composition, textural and granulometric characteristics of ore from Bobija deposit 106

6. Radule Popović: Prethodna beleška o Fe-mineralizacijama na Radočelu i Čemernu 107

   Radule Popović: Preliminary note on occurrences of the Fe-mineralizations on the Radočelo and Čemerno Mts 110

7. Dragan Koprivica: Geološka korelacija terena Hopa-Artvin-Šavšat . . 111
   Dragan Koprivica: Geological correlation in the Hopa-Artvin-Savsatarea 128

8. Radule Popović: Some metallogenetical characteristics of the Murgul area (Turkey) 131

   Radule Popović: Neke metalogenetske karakteristike Murgulske oblasti (SI Turska) 137

9. Milorad Arsenijević i Miroslava Dromnjak: O geohemijskoj specijalizaciji i lokalnoj raspodeli rubidijuma u nekim granitoidima Srbije . . 139

   M. Arsenijević et M. Dromnjak: Sur la specialization geochimigue des granitoides de Serbie en Rb derivee de la distribution locale 159

10. Nadežda Krstić, Olga Isaković, Krsta Batalović i Jelica Ćorić: Prilog poznavanju kvartarnih sedimenata Mirijeva u Beogradu . . . 161

N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić: A contribution on quaternary of Mirijevo area Belgrade 174

11. Slobodan Vukašinović: O građi zemljine kore duž profila Debar-Delčevo prema podacima aeromagnetskih ispitivanja 175

Slobodan Vukašinović: Earth crust setting along the Debar-Delčevo profile based on the data of the airborne magnetic survey 182

12. Milica Ratković-Vujić i Olga Isaković: Prekvartarni reljef na južnoj padini Vračara u Beogradu 183

Milica Ratković-Vujić and Olga Isaković: Pre-quaternary relief on the southern slope of Vračar in Belgrade 186

13. Antonije Antonović: Breccia sheets — a new formation in NW Libyan Jamahiriyah 187

Antonije Antonović: Brečasti pokrovi — nova formacija u SZ Libijskoj Džamahiriji 190

14. Nadežda Krstić: New nonmarine eocene ostracodes from NW Libiya . . 193

Nadežda Krstić: Novi slatkovodno-brakični ostrakodi SZ Libije . . . 197

15. Heinz Kozur: Einige neue ostracoden — arten aus dem oberperm des Bük-Gebirges (Nardungarn) 199

Heinc Kocur: Neke nove vrste ostrakoda iz gornjeg perma Buk planine (S. Mađarska) 204

16. Slobodan Vukašinović: Osvrt na publicističku problematiku u geološkim naukama u nas 205

Slobodan Vukašinović: Comments on some problems related to publications of geological papers 207

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 7—24, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 7—24, 1981, Belgrade.

Veljko Omaljev i
Gojko Rončević

UDK 519.25 : 550.4 : 550.378 (497.11)
Originalni naučni rad

RASPODELA URANA, TORIJUMA I KALIJUMA U POKRIVAČU DVOLISKUNSKIH ŠKRILJACA SLATINSKE REKE (KUKAVICA) NA OSNOVU DIREKTNIH TERENSKIH MERENJA

(sa 4 slike i 5 tabela)
Ključne reči: geohemija, statistika, radioaktivni elementi, Kukavica, JI Srbija.

U ovom radu su statistički obrađeni podaci o koncentracijama radioaktivnih elemenata u pokrivaču dvoliskunskih škriljaca, koji su dobijeni na osnovu direktnih terenskih merenja sa prenosnim višekanalnim gama spektrometrom. Rad predstavlja nastavak primene nove metodologije statističkih izučavanja raspodele elemenata u stenama pomoću dvojnih histograma Omaljeva.

UVOD

Određivanje koncentracija glavnih radioaktivnih elemenata u stenama merenjem karakterističnih gama-zrakova određene energije, koji potiču od radioaktivne dezintegracije atoma U^{238}, Th^{232} i K^{40} u terenskim uslovima, relativno je nova metoda ispitivanja u nas, te do sada nije bilo objavljenih radova iz ove oblasti. Mogućnosti ove metodologije rada su veoma velike, jer se mogu relativno brzo, uz skromne troškove, dobiti veći broj podataka od bilo koje druge metodologije rada. Pri tome se naročita pažnja mora posvetiti pouzdanosti ove metode određivanja koncentracija urana, torijuma i kalijuma višekanalnim merenjem gama radioaktivnosti direktno na površini terena, s obzirom na korišćenje empirijski i eksperimentalno određenih konstanti za preračunavanje intenziteta gama zračenja u koncentracije prirodnih radioaktivnih elemenata u stenama.

Na lokalnosti Ajdučka čuka, oko jedan kilometar severoistočno od rudne pojave urana Slatinska reka (oko 6 km jugozapadno od Grdelice) na severoistočnim padinama planine Kukavica, izveden je eksperiment spektrometrijskog određivanja koncentracija urana, torijuma i kalijuma. Višekanalno merenje gama radioaktivnosti je izvedeno direktno na površini terena, koji je pokriven u tolikoj meri da su izdanci stena veoma retki.

U ovom radu su statistički određeni podaci o koncentracijama urana, torijuma i kalijuma u zemljišnom pokrivaču formiranom nad dvoliskunskim škriljcima. Primenjena je metodologija dvojnih histograma Omaljeva. Teorijska osnova ove metodologije je objavljena (V. O m a l j e v, 1977, 1978a,

1978b) i za uspešno praćenje izložene interpretacije neophodno je upoznavanje sa teoremama i zakonima raspodele koji su tom prilikom definisani (V. O m a l j e v, 1978b).

Svaka litološka jedinica, kao zajednica minerala i elemenata, predstavlja određenu geohemijsku sredinu, koja je formirana u toku hoda geološkog vremena. Zato su populacije ispitivanih elemenata reprezentovane statističkim uzorcima, koji se formiraju saglasno sa litološkom jedinicom koja predstavlja elemenat geološke građe terena.

Procesi primarne diferencijacije materije zemljine kore doveli su do akumulacije urana, torijuma i kalijuma u kiselim stenama, čiji su najbolji predstavnci kisele magmatske stene. Nedovoljno su izučeni uslovi migracije i akumulacije radioaktivnih elemenata u procesu regionalnog metamorfizma, a svakako su značajne razlike u koncentracijama U, Th i K u sedimentima koji su kasnije metamorfisani.

Koliko je autorima poznato, do sada nije bilo sličnih izučavanja koncentracija radioaktivnih elemenata u eluvijalno-deluvijalnom pokrivaču, koji se formira u procesu površinskog raspadanja stena. Obim ovog eksperimenta nije dovoljan za izučavanje procesa migracije radioaktivnih elemenata prilikom površinskog raspadanja stena na izučavanom terenu, a to nije ni bio cilj eksperimenta. Ovim radovima se želelo ispitati pouzdanost i upotrebljivost same metode određivanja koncentracija U, Th i K direktnim merenjem gama radioaktivnosti na površini terena.

Statistička analiza raspodele radioaktivnih elemenata izvedena je samo na statističkom uzorku iz pokrivača formiranom nad dvoliskunskim škriljcima. Nedovoljan broj podataka merenja na pokrivaču nad gnajs-granitima onemogućava statističku analizu.

Statistička analiza raspodele ovih elemenata je izvedena u linearnoj i logaritamskoj statističkoj razmeri (V. O m a l j e v, 1977). Napominjemo da pojam statističke razmere nema nikakve veze sa pojmom grafičke razmere u kojoj su nacrtani dvojni histogrami, već ona predstavlja model raspodele podataka po klasama geološke nezavisne promenljive (V. O m a l j e v, 1977, 1978b).

U ovom radu takođe obrađujemo raspodelu odnosa Th/U, po modelu koji je objavljen (V. O m a l j e v, 1980c), takođe u linearnoj i logaritamskoj statističkoj razmeri.

Uloga geoloških nezavisnih promenljivih igraju koncentracije ispitivanih elemenata u jedinačnim zapreminama (V. O m a l j e v, 1978b), a njihovi simboli su: **x** za uran, **y** za torijum i **z** za kalijum.

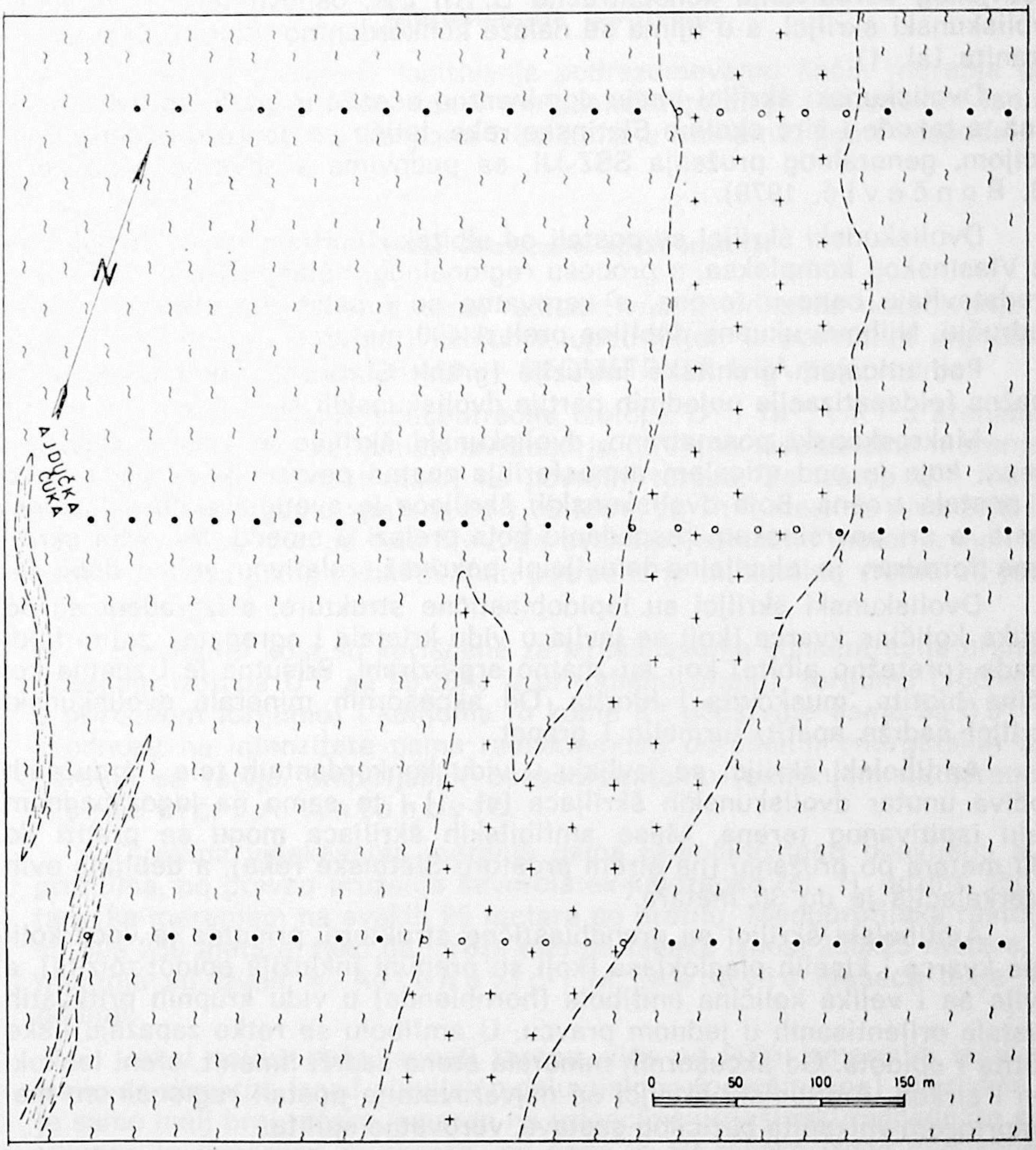
Crteže je izradio V i t o m i r G r b i ć, na čemu mu iskreno zahvaljujemo.

GEOLOŠKI SASTAV TERENA

Severoistočne padine planine Kukavica izgrađuju metamorfne stene, koje pripadaju gornjem (Vlasinskom) metamorfnom kompleksu. To su kristalasti škriljci nižeg stepena kristaliniteta, koji vode poreklo od sedimenata stvaranih u eugeosinklinalnim uslovima, verovatno krajem proterozoika i početkom paleozoika. Sedimentne i vulkanogeno-sedimentne stene su metamorfisane do facije zelenih stena, verovatno za vreme kaledonske oroge-

neze. Konačno formiranje ovog metamorfnog kompleksa je bilo za vreme hercinske orogeneze, kada se formira i kontinentalni elemenat Srpsko-makedonske mase.

Granitoidi Kukavice se javljaju kao male intruzije u gornjem metamorfnom kompleksu i verovatno su postali za vreme kalendonske orogeneze.



Sl. 1 — Geološka karta lokalnosti Ajdučka čuka kod Slatinske reke.
1 — dvoliskunski škriljci; 2 — gnajs-granit; 3 — amfibolski škriljci; 4 — tačke merenja (spektrometrija) — puno, podaci koji su statistički obrađeni.

Fig. 1 — Geological map of the Ajdučka Čuka locality near Slatinska Reka.
1 — two-mica schists; 2 — granite-gneiss; 3 — amphibole schists; 4 — places of spectrometric measurements — heavy dots, statisticaly treated data.

Graniti Slatinske reke su kompaktni i jedri, što ukazuje na manju geološku starost. U ovim mlađim granitima se nalaze pojave uranove mineralizacije, vezane za rasedne zone pružanja severoistok — jugozapad (G. R o n č e v i ć, 1979).

Na lokalnosti Ajdučka čuka, gde je izveden eksperiment gama-spektrometrijskog određivanja koncentracije U, Th i K, osnovu terena izgrađuju dvoliskunski škriljci, a u njima se nalaze konkordantno utisnuta tela gnajs-granita (sl. 1).

Dvoliskunski škriljci imaju dominantno učešće u građi ispitivanog terena, a takođe i šire okoline Slatinske reke. Ističu se dobro izraženom folijacijom, generalnog pružanja SSZ-JJI, sa padovima u severoistočno polje (G. R o n č e v i ć, 1979).

Dvoliskunski škriljci su postali od albitsko-hloritsko-muskovitskih stena Vlasinskog kompleksa, u procesu regionalnog metamorfizma. Ove stene predstavljaju osnovu terena, a verovatno su i najstarije stene na ovom području. Njihova ukupna debljina prelazi 400 metara.

Pod uticajem granitske intruzije (granit Slatinske reke) izvršena je snažna feldspatizacija pojedinih partija dvoliskunskih škriljaca.

Makroskopski posmatrano, dvoliskunski škriljac je veoma sitnozrna stena, koja je pod uticajem atmosferilija znatno površinski raspadnuta te je postala trošna. Boja dvoliskunskih škriljaca je svetlosiva do sivozelenkasta, a pri površinskom raspadanju boja prelazi u smeđu. Na ovim škriljcima formiran je eluvijalno-deluvijalni pokrivač, relativno velike debljine.

Dvoliskunski škriljci su lepidoblastične strukture, a izgrađeni su od velike količine kvarca (koji se javlja u vidu kristala i agregata), zatim feldspada (pretežno albita) koji su znatno argilizirani. Prisutna je i znatna količina biotita, muskovita i hlorita. Od akcesornih minerala dvoliskunski škriljci sadrže apatit, turmalin i granat.

Amfibolski škriljci se javljaju u vidu konkordantnih tela i izduženih sočiva unutar dvoliskunskih škriljaca (sl. 1) i to samo na jugozapadnom delu ispitivanog terena. Mase amfibilskih škriljaca mogu se pratiti do 300 metara po pružanju (na širem prostoru Slatinske reke), a debljina ovih interkalacija je do 30 metara.

Amfibolski škriljci su granoblastične strukture, prisutna je veća količina kvarca i kiselih plagioklasa (koji su prepuni inkluzija epidot-zoizita), a javlja se i velika količina amfibola (hornblenda) u vidu krupnih pritkastih kristala orijentisanih u jednom pravcu. U amfibolu se retko zapažaju liske biotita i epidota. Od akcesornih minerala stena sadrži ilmenit, sfen, leukoksen i cirkon. Amfibolski škriljci su najverovatnije postali regionalnom metamorfozom vulkanita bazičnog sastava, verovatno spilita.

Aplitoidni gnajs-granit se javlja na centralnom delu ispitivanog terena (sl. 1). Relativno velika masa ove stene leži konkordantno u seriji dvoliskunskih škriljaca. Površinskim raspadanjem gnajs-granita stvoren je takođe relativno debeo eluvijalno-deluvijalni pokrivač, tako da su granice prema okolnim dvoliskunskim škriljcima maskirane ovim pokrivačem.

Gnajs-granit je kompaktna, veoma sitnozrna stena, paralelne škriljave teksture. Boje je svetlosive do skoro bele. Posmatrana pod mikroskopom, stena je sitnozrne kataklastične do lepidoblastične (ređe aplitske) struk-

ture. Gnajs-graniti su izgrađeni od velike količine feldspata (kiselih plagioklasa i mikroklina), dok se kvarc javlja u sitno-granularnim agregatima. Od bojenih minerala stena sadrži biotit, koji je sitno ljuspast i paralelno orijentisan, a javlja se u asocijaciji sa epidot-zoizitom.

Metodologija ispitivanja

Pod metodologijom ispitivanja podrazumevamo način merenja gama radioaktivnosti na terenu, kao i metodološki pristup statističkim ispitivanjima raspodele urana, torijuma i kalijuma u stenama, kao i raspodele odnosa Th/U.

Terenska višekanalna spektrometrija

Za terenska merenja gama radioaktivnosti, odnosno određivanja koncentracija urana, torijuma i kalijuma, upotrebljen je portabilni digitalni višekanalni spektrometar GR-410 — GEOMETRICS, USA proizvodnje.

Da bi se odredile koncentracije izotopa U^{238}, Th^{232} i K^{40} u stenama (u ppm ili % ukupnog kalijuma), izvršeno je direktno višekanalno merenje intenziteta gama radioaktivnosti na površini terena. Za izotop U^{238} meri se energetski nivo gama spektra od 1,76 MeV, za Th^{232} meri se nivo 2,62 MeV i za K^{40} meri se nivo od 1,46 MeV. Za svako pojedinačno merenje ovih energentskih nivoa gama radiaktivnosti potrebno je minimalno vreme od jednog minuta.

Konstante koje su korišćene za izračunavanja koncentracija urana (sa učešćem izotopa U^{238} sa 99,28% u prirodnom uranu), torijuma (100% Th^{232} u prirodnom torijumu) i kalijuma (u kome K^{40} učestvuje samo sa 0,0119%) u odnosu na intenzitete gama radiaktivnosti određenih energetskih nivoa odredili su ranije, empirijski i eksperimentalno (merenjem na terenu) S. Gojković, i A. Antonović.

Direktna višekanalna merenja gama radioaktivnosti obavljena su po profilima, po pravcu pružanja severoistok-jugozapad (sl. 1), dužine 550 metara, sa merenjem na svakih 25 metara po profilu. Međuprofilska rastojanja su bila 250 metara, tako da mreža mernih tačaka iznosi 250x25 metara. Ova merenja su izveli A. Antonović i M. Maravić meseca maja 1980. godine.

Usled velike pokrivenosti terena, više od 90% izmerenih tačaka nalazilo se direktno iznad eluvijalno-deluvijalnog (površinskog) pokrivača, dok je samo mali broj tačaka izmeren na izdancima površinski raspadnute stene. Ukupno je izmereno 68 tačaka, od čega je 50 tačaka iznad dvoliskunskIh škriljaca, 17 tačaka iznad gnajs-granita, a samo 1 tačka iznad amfibolskog škriljca (sl. 1).

Statistička ispitivanja

Statistička ispitivanja raspodele urana, torijuma i kalijuma izvedena su analizom trokomponentnih dvojnih histograma Omaljeva, a ispitivanja

raspodele odnosa Th/U izvedena su analizom dvokomponentnih histograma Omaljeva.

Svaka informacija (tačka merenja) o koncentracijama U, Th i K predstavlja trokomponentni sistem, u kome samo jedna komponenta može u konkretnom slučaju igrati ulogu nezavisne promenljive, dok su druge dve komponente zavisne promenljive. U trokomponentnom sistemu su moguće tri ovakve kombinacije, jer svaki elemenat, odnosno njegova koncentracija, može igrati ulogu nezavisne promenljive (V. O m a l j e v, 1980a). Zato se za statistički uzorak u kome se ispituju raspodele ovih radioaktivnih elemenata konstruišu po tri trokomponentna dvojna histograma, koja čine jednu celinu (sl. 2 i sl. 3).

Raspodela relativnih frekvencija parametara informacija (kao trokomponentnih sistema), kao zavisno promenljivih, ponašaju se kao funkcije nezavisne promenljive (V. O m a l j e v, 1980a) na sledeći način:

f(x), f(y) i f(z) predstavljaju raspodelu relativnih frekvencija *orudnjenja statističkog* (ukupne količine materijala) po uranu (x), torijumu (y) i kalijumu (z).

$f_x(x)$, $f_y(x)$ i $f_z(x)$ predstavljaju raspodelu relativnih frekvencija urana, torijuma i kalijuma po uranu.

$f_x(y)$, $f_y(y)$ i $f_z(y)$ predstavljaju raspodelu relativnih frekvencija urana, torijuma i kalijuma po torijumu.

$f_x(z)$, $f_y(z)$ i $f_z(z)$ predstavljaju raspodelu relativnih frekvencija urana, torijuma i kalijuma po kalijumu.

Statistička ispitivanja raspodele elemenata u određenoj statističkoj razmeri predstavljaju celinu, koja je specifična i treba je konsekventno sprovoditi. Upoređenja raspodele elemenata iz dva statistička uzorka moguća su samo u istoj statističkoj razmeri. U našem slučaju izvodimo posebna ispitivanja u linearnoj i posebna ispitivanja u logaritamskoj statističkoj razmeri.

Slična situacija je i kod statističkog ispitivanja raspodele odnosa $w = Th/U = y/x$, oznake promenljivih i način konstruisanja dvokomponentnih histograma su objavljene (V. O m a l j e v, 1980c), te neće biti ponavljanja. Ova statistička ispitivanja takođe izvodimo u linearnoj i logaritamskoj statističkoj razmeri, a tom prilikom se konstruiše samo po jedan dvokomponentni histogram (ova vrsta histograma nema dvojni karakter). Nezavisnu promenljivu igra odnos $w = Th/U$, po kojoj se vrši raspodela relativnih frekvencija zavisno promenljivih f(w), $f_x(w)$ i $f_y(w)$, odnosno statističkog orudnjenja urana i torijuma.

Parametri raspodele uvek su dati u matematičkoj formi, u skladu sa ranije formulisanim zakonima raspodele (V. O m a l j e v, 1978b).

U tabeli 1 dati su numerički podaci o koncentracijama urana, torijuma i kalijuma (kao i odnosi Th/U), rangirani od x_{min} do x_{max}.

Tabela 1 — Koncentracije urana, torijuma i kalijuma u tačkama merenja i odnos Th/U

Redni broj	U ppm	Th ppm	Th/U	K % %	Redni broj	U ppm	Th ppm	Th/U	K % %
				Dvoliskunski škriljac					
1	0,4	4,5	11,25	0,75	41	2,8	3,6	1,28	0,67
2	0,5	2,0	4,00	0,83	42	2,8	7,5	2,68	1,05
3	0,9	5,8	6,44	0,61	43	2,9	3,4	1,17	0,36
4	1,0	3,2	3,20	0,66	44	3,0	5,7	1,90	1,09
5	1,1	3,3	2,97	0,60	45	3,1	6,4	2,06	1,02
6	1,2	5,1	4,25	1,12	46	3,2	7,0	2,19	1,00
7	1,2	5,7	4,75	1,22	47	3,2	3,8	1,19	1,12
8	1,2	6,1	5,08	1,07	48	3,2	5,6	1,75	1,70
9	1,3	2,8	2,15	0,76	49	3,5	6,4	1,82	1,52
10	1,4	3,3	2,35	0,67	50	3,7	4,9	1,32	0,80
11	1,4	4,7	3,35	0,91					
12	1,4	4,9	3,50	1,53		101,8	240,8	137,49	43,66
13	1,4	4,7	3,36	0,60					
14	1,5	4,5	3,00	0,37					
15	1,6	4,4	2,75	0,67			gnajs-granit		
16	1,6	4,6	2,87	0,64					
17	1,6	3,0	1,87	2,22	1	0,8	7,5	9,73	0,65
18	1,8	7,9	4,39	0,98	2	0,9	2,5	2,78	0,36
19	1,9	4,9	2,58	1,22	3	0,9	2,9	2,22	0,50
20	1,9	5,5	2,89	0,77	4	1,0	7,0	7,00	0,82
21	1,9	5,6	2,95	0,96	5	1,2	4,9	4,08	0,57
22	1,9	3,2	1,68	0,52	6	1,3	3,9	3,00	0,26
23	2,0	4,4	2,20	0,60	7	1,4	4,9	3,50	1,48
24	2,0	4,5	2,25	0,82	8	1,5	5,3	3,53	0,72
25	2,0	3,7	1,85	0,46	9	1,6	3,3	2,06	0,50
26	2,1	2,8	1,33	0,78	10	1,7	3,7	2,18	0,77
27	2,1	3,6	1,71	0,65	11	1,8	5,3	2,94	0,67
28	2,1	3,8	1,80	1,99	12	2,0	4,9	2,45	0,50
29	2,1	5,5	2,62	0,60	13	2,2	2,9	1,32	0,62
30	2,2	4,4	2,00	1,03	14	2,3	3,1	1,35	0,44
31	2,2	3,0	1,36	0,58	15	2,3	4,1	1,78	0,45
32	2,3	3,6	1,56	0,26	16	2,7	5,2	1,93	0,73
33	2,3	4,8	2,08	0,64	17	3,0	4,7	1,57	0,80
34	2,3	9,5	4,13	1,35					
35	2,3	5,8	2,52	0,84		28,6	76,1	53,42	10,84
36	2,3	4,7	2,04	0,56					
37	2,5	3,3	1,32	0,28					
38	2,5	4,1	1,64	0,52			Amfibolski škriljac		
39	2,5	6,6	2,64	0,71					
40	2,5	8,7	3,48	0,98	1	1,6	4,4	2,75	0,67

RASPODELA URANA, TORIJUMA I KALIJUMA

U geološkoj građi ispitivane lokalnosti Ajdučka čuka zastupljene su tri vrste stena, koje uopšte predstavljaju posebne geohemijske sredine (sl. 1). U opštem slučaju raspodela ispitivanih radioaktivnih elemenata zavisna je od karaktera geohemijske sredine u stenama. Predpostavljamo da se karakter geohemijske sredine prenosi i u eluvijalno-deluvijalni pokrivač formiran nad stenama, zato smo formirali posebne statističke uzorke, koji predstavljaju populacije ispitivanih elemenata (tabela 2).

Tabela 2 — Statistički uzorci sa srednjim sadržajima ispitivanih elemenata i odnosom Th/U

Statistički uzorak	N	U ppm	Th ppm	Th/U	K %
Dvoliskunski škriljci	50	2,04	4,82	2,36	0,87
Amfibolski škriljci	1	1,60	4,40	2,75	0,67
Gnajs-granit	17	1,68	4,48	2,67	0,64

Statistički uzorak iz pokrivača dvoliskunskih škriljaca jedino je po broju podataka dovoljno veliki da bi se moglo prići statističkim ispitivanjima raspodele ispitivanih elemenata. Broj podataka u statističkom uzorku iz pokrivača gnajs-granita je isuviše mali za bilo kakva statistička ispitivanja, a da ne govorimo o jednom podatku iz pokrivača amfibolskih škriljaca.

Sudeći po srednjim sadržajima urana, torijuma i kalijuma u pokrivaču ovih vrsta stena može se predpostaviti da je u procesu površinskog raspadanja dvoliskunskih škriljaca i gnajs-granita došlo do izluživanja pomenutih elemenata. Dobija se utisak da su ovi procesi išli u pravcu izjednačavanja srednjih sadržaja ispitivanih elemenata u pokrivaču nad ovim stenama. Takođe predpostavljamo da nije bilo uslova za preraspodelu urana, torijuma i kalijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima i gnajs-granitima u smislu stvaranja novih (mlađih) parcijalnih populacija; tj. predpostavljamo da je karakter raspodele ostao nepromenjen, jedino su smanjeni sadržaji svake informacije (probe), dobijene direktnim merenjem gama radioaktivnosti.

Srednji sadržaj urana u pokrivaču dvoliskunskh škriljaca je smanjen približno za 30% u odnosu na sadržaj urana u dvoliskunskim škriljcima dobijen radiometrijskim analizama 8 primeraka ovih stena (3,09 ppm — V. O m a l j e v, 1980b). Iznenađuje relativno veoma nizak srednji sadržaj urana u pokrivaču gnajs-granita, predpostavljamo da je stepen izluženja iz ovih stena veći.

Iznenađuje nizak srednji sadržaj torijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima i gnajs-granitima. Izvesno je bilo izluženja torijuma u procesu površinskog raspadanja ovih stena, ali teško je predpostaviti da je stepen izluženja veći kod torijuma u odnosu na uran. Sadržaji torijuma su relativno visoki u dvoliskunskim škriljcima (11,61 ppm) i gnajsevima (10,78 ppm — V. O m a l j e v, 1980b). Veći stepen smanjenja sadržaja torijuma u odnosu na smanjenje sadržaja urana otkriva nam odnos Th/U, koji je znatno smanjen u pokrivaču nad ovim stenama. Ovoliko smanjenje sadržaja torijuma u pokrivaču ne može se objasniti samo njegovom migracijom u procesu površinskog raspadanja, verovatno postoji i neka sistematska greška u koeficijentu za preračunavanje intenziteta gama radioaktivnosti u koncentracije torijuma.

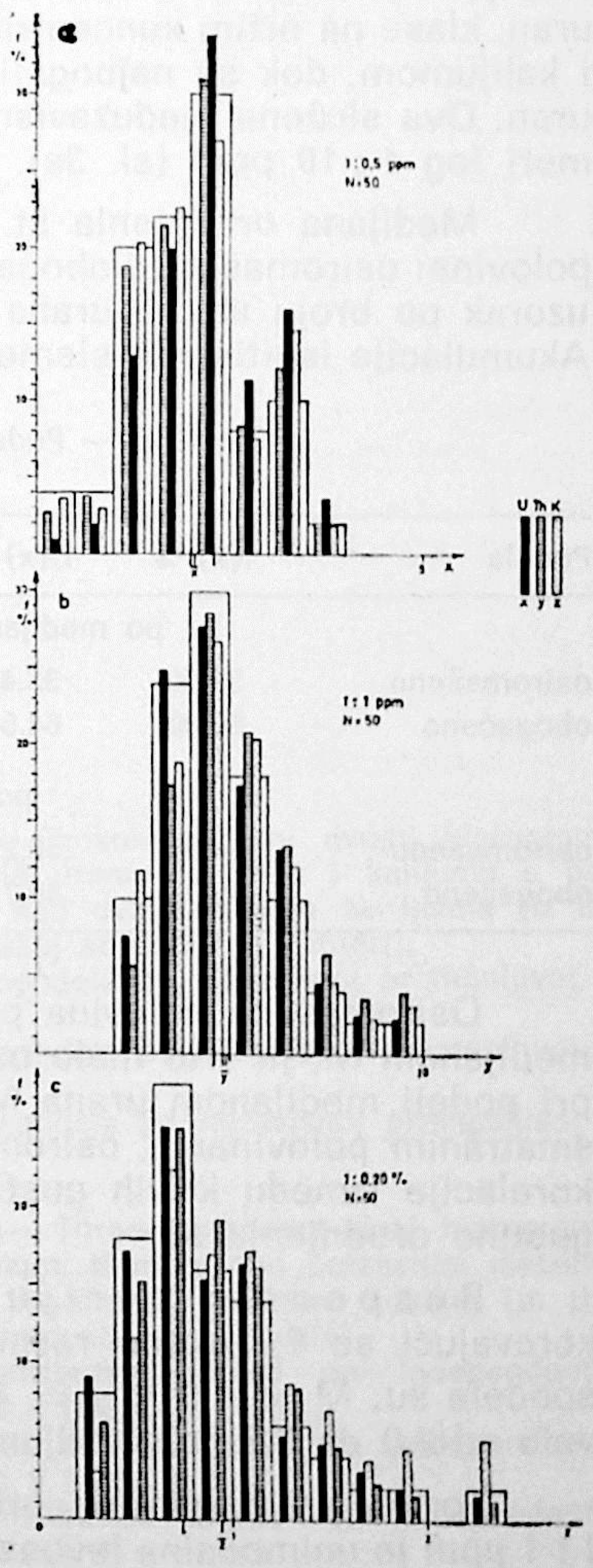
Veliko smanjenje srednjeg sadržaja kalijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima i gnajs-granitima može se objasniti intenzivnom migracijom kalijuma u procesu raspadanja feldspata i liskuna u površinskim uslovima oksidacije, samo se deo kalijuma zadržao u mineralima glina u pokrivaču.

Dvoliskunski škriljci

Raspodela radioaktivnih elemenata u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima je predstavljena statističkim uzorkom od 50 informacija, što je na nivou minimalnog broja podataka za statistička ispitivanja.

Raspodela urana je približno simetrična, po 1. zakonu (V. Omaljev, 1978b), sa parametrima raspodele $M = 2{,}0 = \bar{x} = 2{,}04 < Mx = 2{,}3$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,4 do 3,7 ppm U.

Raspodela relativnih frekvencija orudnjenja statističkog f(x) u linearnoj statističkoj razmeri 1 : 0,5 ppm je približno simetrična, ali bimodalna. Glavni modus orudnjenja se nalazi u 5. klasi intenziteta: 30,00% za orudnjenje stastitičko i 33,69% relativnih frekvencija urana. Sporedni modus je neizražajan (sl. 2a) i nalazi se u 7. klasi.



Sl. 2 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele urana, torijuma i kalijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima (u linearnim statističkim razmerama).
a — raspodela po nezavisnoj promenljivoj x (U),
b — raspodela po nezavisnoj promenljivoj y (Th),
c — raspodela po nezavisnoj promenljivoj z (K).

Fig. 2 — Three-component dual histograms of uranium, thorium and potassium distribution in mantle of two-mica schists (in the linear statistical scales).
a — distribution based on independently variable x (U),
b — distribution based on independently variable y (Th),
c — distribution based on independently variable z (K).

Raspodela u logaritamskoj statističkoj razmeri log 1 : 10 ppm je jasno unimodalna i približno simetrična, modus u 4. klasi I log dekade dominira sa 36,00% relativnih frekvencija orudnjenja statističkog i sa 39,59% urana (sl. 3a).

Sav uran u dvoliskunskim škriljcima se nalazi u kompaktnoj i uslovno unimodalnoj populaciji, bez ikakvih tragova kasnije preraspodele. To je verovatno posledica raspodele urana među glavnim petrogenim mineralima, u kome akcesorni minerali praktično malo učestvuju.

Međuzavisnost u raspodeli torijuma po uranu je složene prirode, jer se ona ne odnosi toliko na zavisnost od raspodele relativnih frekvencija urana, već od raspodele orudnjenja statističkog (sl. 2a). Krive gustine torijuma i kalijuma praktično prate krivu gustine orudnjenja statističkog, stim da su klase na nižim koncentracijama urana nešto osiromašene u torijumu i kalijumu, a bogatije klase su obogaćene. Posmatrano u odnosu na elemenat uran, klase na nižim koncentracijama urana su veoma obogaćene torijumom i kalijumom, dok su najbogatije klase relativno osiromašene, u odnosu na uran. Ova složena međuzavisnost je manje kontrastna u logaritamskoj razmeri log 1 : 10 ppm (sl. 3a).

Medijana orudnjenja st. (M) deli statistički uzorak po masi na dve polovine: osiromašenu i obogaćenu, dok medijana urana (Mx) deli statistički uzorak po broju atoma urana na dve polovine: osiromašenu i obogaćenu. Akumulacije ispitivanih elemenata u ovim polovinama su dati u tabeli 3.

Tabela 3 — Podela statističkog uzorka medijanama

Podela	f(x) %	$f_x(x)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Y(x)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_z(x)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani orudnjenja statističkog M				
osiromašeno	50,00	35,46	1,44	46,64	4,49	49,38	0,86
obogaćeno	50,00	64,54	2,63	53,36	5,14	50,62	0,88
			po medijani urana Mx				
osiromašeno	64,00	50,29	1,60	57,72	4,34	62,87	0,86
obogaćeno	36,00	49,71	2,81	42,28	5,66	37,13	0,90

Osiromašena polovina po uranu ovog statističkog uzorka, pri podeli medijanom M, je vrlo malo osiromašena i u torijuma. Slična situacija je i pri podeli medijanom urana Mx. Kalijum je ravnomerno raspoređen u posmatranim polovinama, osiromašenje je simbolično. To je posledica dobre korelacije između krivih gustina torijuma i kalijuma po uranu sa krivom gustine orudnjenja st.

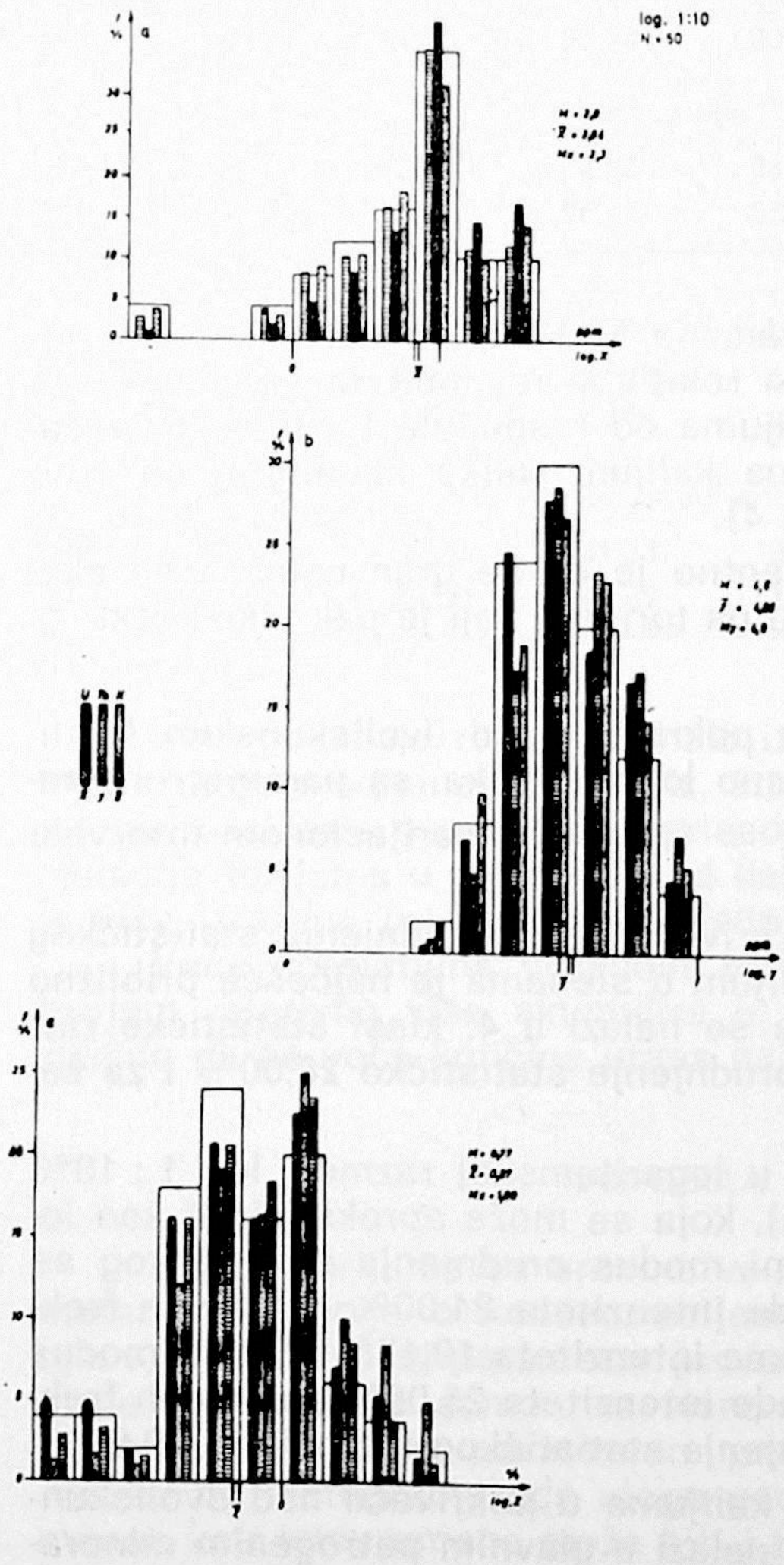
Raspodela torijuma je levoasimetrična, tj. logaritamska, pokoravajući se 2. zakonu raspodele (V. Omaljev, 1978b). Parametri raspodele su: $M = 4{,}6 < \bar{y} = 4{,}82 < My = 4{,}9$ ppm, na varijacionom intervalu od 2,0 do 9,5 ppm torijuma.

Forma krive gustine orudnjenja statističkog u linearnim odnosima 1 : 1 ppm je unimodalna levoasimetrična, sa modusom u 5. klasi intenziteta:

za orudnjenje statističko 30,00% i za torijum 28,65% relativnih frekvencija (sl. 2b).

U logaritamskim odnosima ova forma krive gustine orudnjenja statističkog je logaritamski simetrična i unimodalna, sa modusom u 7. klasi I log dekade sa intenzitetima: za orudnjenje statističko 30,00% i za torijum 28,65% relativnih frekvencija (sl. 3b). Forme raspodele u linearnim i logaritamskim odnosima su različite, a intenzitet modusa je identičan, što je retka slučajnost.

Sav torijum u pokrivaču nad dvoliskunskm škriljcima se nalazi u kompaktnoj i unimodalnoj populaciji, što je svakako posledica njegove rasejanosti u glavnim petrogenim mineralima. Nema tragova parcijalnih populacija, te je najverovatnije da u raspodeli torijuma praktično malo učestvuju akcesorni minerali.



Sl. 3 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele urana, torijuma i kalijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima (u logaritamskoj statističkoj razmeri).
a — raspodela po nezavisnoj promenljivoj x (U),
b — raspodela po nezavisnoj promenljivoj y (Th),
c — raspodela po nezavisnoj promenljivoj z (K).

Fig. 3 — Three-component dual histograms of uranium, thorium and potassium distribution in mantle of two-mica schists (in the logarithmic statistical scale).
a — distribution based on independently variable x (U),
b — distribution based on independently variable y (Th),
c — distribution based on independently variable z (K).

Međuzavisnost u raspodeli urana po torijumu je složena, ali se može navesti da je sem jednog većeg izuzetka prisutna korelativna zavisnost urana od torijuma (sl. 2b i 3b). Izražen je znatan suvišak urana na niskim koncentracijama torijuma, uz izvestan manjak na najvišim koncentracijama torijuma.

Sem izuzetka najsiromašnije klase (sl. 2b) zastupljena je visoka korelativna zavisnost kalijuma od torijuma, koja je takođe ispoljena i u logaritamskim odnosima (sl. 3b). Krive gustine kalijuma i torijuma su visoko saglasne.

Tabela 4 — Podela statističkog uzorka medijanama

Podela	f(y) %	$f_Y(y)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_X(y)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Z(y)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani orudnjenja statističkog M				
osiromašeno	50,00	37,71	3,63	45,97	1,87	43,08	0,75
obogaćeno	50,00	62,29	6,00	54,03	2,20	56,92	0,99
			po medijani torijuma My				
osiromašeno	62,00	49,63	3,85	56,48	1,85	55,59	0,78
obogaćeno	38,00	50,37	6,38	43,52	2,33	44,41	1,02

Osiromašene polovine po medijanama M i My pokazuju malo osiromašenje u uranu, što znači da je uran relativno ravnomerno raspoređen u zavisnosti od torijuma. Zavisnost kalijuma od raspodele torijuma je veća, tako da se u obogaćenim polovinama kalijum toliko akumulira da daje srednju koncentraciju oko 1% (tabela 4).

Na osnovu ovih zavisnosti evidentno je da se uran nalazi više akumuliran u drugim mineralima u odnosu na torijum, koji je pak više vezan za minerale koncentratore kalijuma.

R a s p o d e l a k a l i j u m a u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima je izrazito levoasmetrična, odnosno logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 0{,}77 < \bar{z} = 0{,}87 < Mz = 1{,}00\%$, na varijacionom intervalu od 0,26 do 2,22% kalijuma.

Relativno velika leva asimetrija krive gustine orudnjenja statističkog za kalijum (sl. 2c) je neočekivana, kalijum u stenama je najčešće približno simetrično raspoređen. Izraziti modus se nalazi u 4. klasi statističke razmere 1 : 0,20%, sa intenzitetima: za orudnjenje statističko 28,00% i za kalijum 22,40% relativnih frekvencija.

Forma krive gustine orudnjenja u logaritamskoj razmeri log 1 : 10% je u osnovu multimodalna (trimodalna), koja se može aproksimirati kao logaritamski približno simetrična. Glavni modus orudnjenja statističkog se nalazi u 2. klasi I negativne log dekade intenziteta 24,00% relativnih frekvencija, sa sporednim modusom kalijuma intenziteta 19,17%. Glavni modus kalijuma se nalazi u 1. klasi I log dekade intenziteta 25,06% relativnih frekvencija, sa sporednim modusom orudnjenja statističkog intenziteta 20,00%.

Relativno kompaktna populacija kalijuma u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima ukazuje da se kalijum nalazi u glavnim petrogenim minera-

lima. Multimodalnost ove populacije je svakako posledica postojanja nekoliko parcijalnih populacija kalijuma dovoljno bliskih po intenzitetu koncentracija, a koje se nalaze u različitim frakcijama pokrivača koje se razlikuju po sadržaju kalijuma. To je svakako posledica preraspodele kalijuma u pokrivaču zbog površinskog raspadanja kalijevih minerala (feldspata i liskuna) iz dvoliskunskih škriljaca.

Međuzavisnost urana u odnosu na kalijum je veoma složena, jer kriva gustine urana po kalijumu pokazuje veću vezanost za krivu gustine orudnjenja statističkog nego za krivu gustine kalijuma. Uran po kalijumu je relativno ravnomerno raspoređen u prostoru, pokazujući izvesno osiromašenje na nižim koncentracijama kalijuma (sl. 2c i sl. 3c), odnosno obogaćenje na višim njegovim koncentracijama.

Raspodela torijuma u zavisnosti od kalijuma pokazuje veću korelativnu zavisnost, jer kriva gustina torijuma pokazuje izvesnu vezanost za krivu gustine kalijuma, pored vezanosti za krivu gustine orudnjenja statističkog. Karakteristično je relatvno veliko osiromašenje u torijuma najbogatijih klasa kalijuma (sl. 2c i sl. 3c).

Tabela 5 — Podela statističkog uzorka medijanama

Podela	f(z) %	$f_z(z)$ %	$\bar{z}$ %	$f_x(z)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Y(z)$ %	$\bar{y}$ ppm
			po medijani orudnjenja statističkog M				
osiromašeno	50,00	33,23	0,58	45,68	1,86	43,23	4,16
obogaćeno	50,00	66,77	1,16	54,32	2,21	56,77	5,47
			po medijani kalijuma Mz				
osiromašeno	68,00	51,33	0,66	63,56	1,90	62,71	4,44
obogaćeno	32,00	48,67	1,33	36,44	2,32	37,29	5,61

Uran pokazuje relativno malo izraženu akumulaciju u obogaćenim polovinama po medijanama M i Mz, što je posledica njegove relativno ravnomerne raspodele u prostoru, zavisno od kalijuma. Stepen polarizacije akumulacije torijuma u zavisnosti od kalijuma je viša od urana (tabela 5), što je više izraženo pri podeli medijanom orudnjenja statističkog.

Veća korelativna vezanost torijuma za kalijum može značiti da se torijum relativno više akumulira u mineralima kalijuma, od urana. To bi značilo da se veća količina urana nalazi u kvarcu.

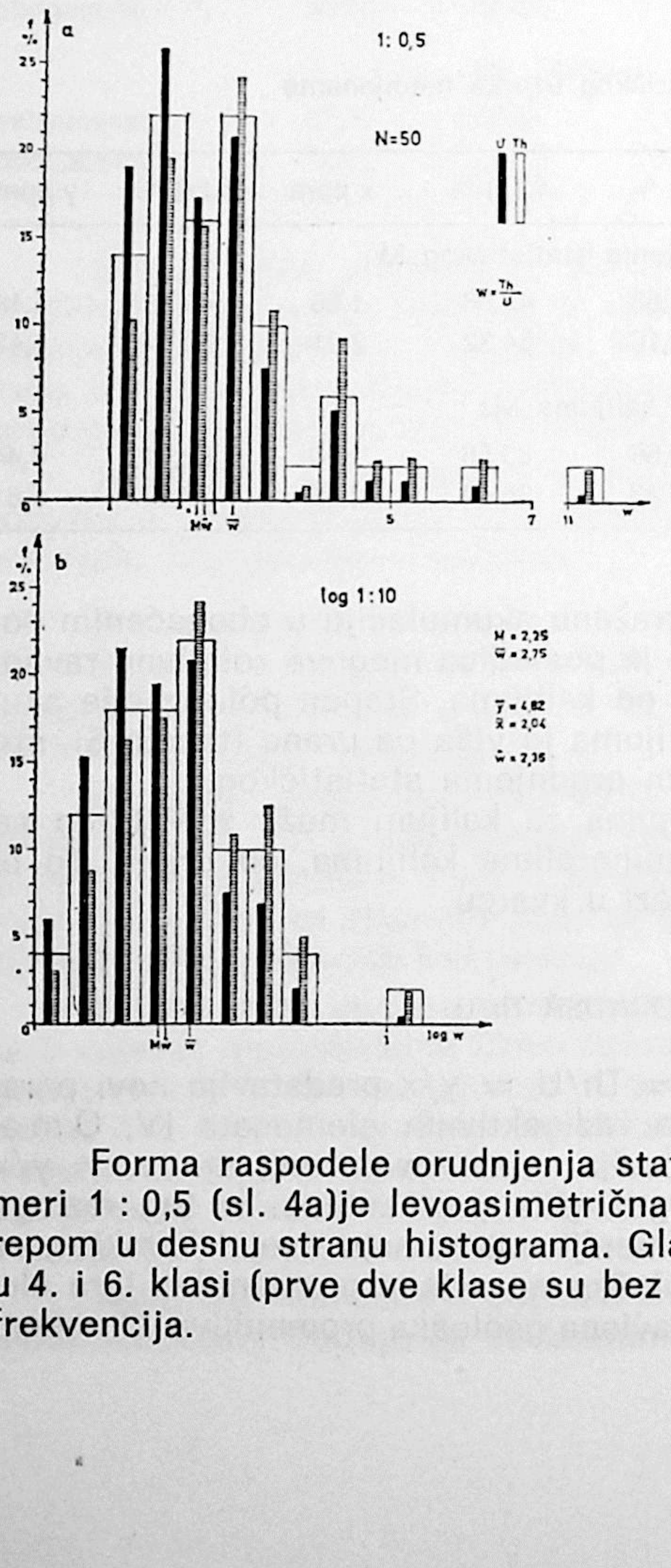
RASPODELA ODNOSA Th/U

Odnos torijuma sa uranom $w = Th/U = y/x$ predstavlja novi parametar informacije o koncentracijama radioaktivnih elemenata (V. O m a l j e v, 1980c). Ovaj parametar predstavlja neimenovan broj, zato $w = y/x$ može igrati ulogu samo nezavisne geološke promenljive. Iz tog razloga histogrami sa ovom nezavisnom promenljivom nemaju dvojni karakter, za razliku od histograma gde ulogu geološke nezavisne promenljive igra elemenat, koji istovremeno može biti i zavisna geološka promenljiva. U našem

slučaju ulogu zavisno promenljivih, pored orudnjenja statističkog, igraju i elementi uran i torijum.

Statistička ispitivanja odnosa w = Th/U izvodimo na statitičkom uzorku od 50 informacija iz pokrivača dvoliskunskih škriljaca lokalnosti Ajdučka čuka (sl. 1) kod Slatinske reke.

Raspodela relativnih frekvencija orudnjenja statističkog f(w) u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima je levoasimetrična, odnosno logaritamska (po 2. zakonu — V. O m a l j e v, 1978b), sa parametrima raspodele $M = 2{,}25 < \bar{w} = 2{,}75$, na varijacionom intervalu od 1,17 do 11,25 (poslednji podatak ima vrednost 6,44). Odnosi parametara sredine skupa su: $\hat{w} = 2{,}36 < \bar{w} = 2{,}75$ (gde je $\hat{w} = \bar{y}/\bar{x}$), što izaziva malo levo pomeranje po apscisi, tako da se parametar w nalazi između medijane orudnjenja statističkog M i aritmetičke sredine skupa $\bar{w}$.



Sl. 4 — Dvokomponentni histogrami raspodele urana i torijuma po nezavisnoj promenljivoj w = y/x = Th/U, u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima.
a — u linearnoj statističkoj razmeri 1 : 0,5,
b — u logaritamskoj statističkoj razmeri log 1 : 10.

Fig. 4 — Two-component histograms of uranium and thorium distribution based on independently variable w = y/x = Th/U, in mantle of two-mica schists.
a — in the linear statistical scale 1 : 0,5,
b — in the logarithmic statistical scale log 1 : 10.

Forma raspodele orudnjenja statističkog u linearnoj statističkoj razmeri 1 : 0,5 (sl. 4a)je levoasimetrična, multimodalna, i sa relativno dugim repom u desnu stranu histograma. Glavni modusi orudnjenja st. se nalaze u 4. i 6. klasi (prve dve klase su bez podataka) intenziteta 22% relativnih frekvencija.

Raspodela orudnjenja statističkog u logaritamskoj statističkoj razmeri log 1 : 10 je unimodalna i približno logartamski simetrična (sl. 4b). Glavni modus se nalazi u 5. klasi I log dekade sa intenzitetom 22,00% relativnih frekvencija orudnjenja statističkog. Najbogatija informacija je usamljena na desnoj strani histograma i verovatno ne pripada kompaktnoj populaciji (odgovara najsiromašnijoj probi u uranu, koncentracije 0,4 ppm U).

Kompaktnost populacije odnosa w = Th/U ukazuje na jednorodnost dvoliskunskih škriljaca, sa aspekta genetske jednorodnosti sedimentnih stena koje su metamorfizmom pretvorene u metamorfite.

Na niskim vrednostma nezavisne promenljive w = Th/U nalazi se akumulacija urana, čije relativne frekvencije preovlađuju nad torijumovim. Na desnoj strani histograma akumuliran je torijum, čije relatvne frekvencije preovlađuju nad uranovim na višim vrednostima nezavisne promenljive. Izjednačavanje vrednosti relativnih frekvencija urana i torijuma [tačka preseka krivih gustine $f_x(w)$ i $f_y(w)$] označava vrednost parametra sredine $\hat{w}$, što izražava suštinu odnosa Th/U. Aritmetička sredina $\bar{w}$ predstavlja samo parametar krive gustine orudnjenja statističkog f(w) i ona ne izražava suštinu odnosa w = Th/U = y/x (V. Omaljev, 1980c).

Vrednost odnosa srednjih sadržaja torijuma i urana $\hat{w} = \bar{y}/\bar{x}$ je relativno mala po brojnoj vrednosti, manja je od vrednosti odnosa klarka torijuma sa uranom za sedimentne stene (3,44 — po A. P. Vinogradovu, iz V. Omaljev, 1980c) i nalazi se na nivou odnosa klarka torijuma sa uranom za glinovite sedimente kontinentalne kore geosinklinala (2,69 — po A. B. Ronovu i A. A. Jaroševskom, 1976; iz V. Omaljev, 1980c). Možemo smatrati da je ovaj podatak u saglasnosti sa mišljenjem da su dvoliskunski škriljci postali metamorfozom geosinklinalnih sedimenata, koji su bili pretežno glinovitog sastava; uz predpostavku da se odnos Th/U nije bitno promenio prilikom površinskog raspadanja ovih stena.

ZAKLJUČAK

Na lokalnosti Ajdučka čuka, u blizini pojave urana Slatinska reka, izvršeno je ekspermentalno određvanje koncentracija urana, torijuma i kalijuma direktnim višekanalnim terenskim merenjem gama radioaktivnosti (direktno na površinu terena).

U geološkoj građi ove lokalnosti učestvuju dvoliskunski škriljci (sa interkalacijama amfibolskih škriljaca) i gnajs-graniti. Površinskim raspadanjem formiran je relativno debeo eluvijalno-deluvijalni pokrivač nad ovim stenama.

Zbog malog broja podataka statistička ispitivanja su izvedena samo u statističkom uzorku iz pokrivača nad dvoliskunskim škriljcima.

Raspodela urana u ovim stenama je simetrična, sa kompaktnom populacijom urana rasejanog u materijalu pokrivača. Dobijeni srednji sadržaj urana ukazuje na izluženje oko 1/3 urana iz dvoliskunskih škriljaca prilikom površinskog raspadanja, ali je forma raspodele ostala nasleđena iz populacije iz primarne stene.

Raspodela torijuma je logaritamska, sa unimodalnom i kompaktnom populacijom. Srednji sadržaj torijuma je veoma snižen, što se ne može

objasniti samo izluživanjem. Verovatno postoji sistematska greška negativnog znaka u koeficijentu preračunavanja intenziteta gama radioaktivnosti u koncentracije torijuma.

Raspodela kalijuma je logaritamska, sa kompaktnom multimodalnom populacijom, što ukazuje na izvesnu preraspodelu ovog elementa u pokrivaču nad dvoliskunskim škriljcima. Veoma nizak srednji sadržaj kalijuma ukazuje na intenzivno izluženje prilikom površinskog raspadanja primarnih kalijevih minerala (feldspata i liskuna).

Odnos Th/U takođe ukazuje na relativno veće smanjenje koncentracija torijuma u odnosu na uran u ovom pokrivaču.

Kompaktnost izučavanih populacija ukazuje na verodostojnost dobijenih podataka, tako da se ova metoda merenja može uspešno primenjivati u praksi.

Recenzent Slaviša Gojković

Prihvaćeno 25. IX 1981.

LITERATURA

1. Omaljev, V., 1977: Geostatistički prikaz rudnog tela pomoću dvojnog histograma. Tehnika, RGM No. 10, Beograd.
2. Omaljev, V., 1978a: Karakteristike krive raspodele frekvencija korisne komponente u orudnjenju. Tehnika, RGM No. 10, Beograd.
3. Omaljev, V., 1978b: Teorijska osnova nove metodologije ispitivanja rasporeda korisnih komponenti u prirodnoj sredini. Radovi Geoinstituta, knjiga 12, Beograd.
4. Omaljev, V., 1980a: Trokomponentni dvojni histogram na primeru odnosa raspodele urana, torijuma i kalijuma u gredenskim slojevima Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
5. Omaljev, V., 1980b: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u magmatskim i metamorfnim stenama Kukavice i Besne Kobile. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
6. Omaljev, V., 1980c: Model ispitivanja raspodele odnosa Th/U na primeru gredenskih slojeva Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
7. Rončević, G., 1979: Izveštaj o istraživanju urana na području Vranje—Pčinja u 1978. godini. FSD Geoinstituta, Beograd.
8. Ronov, A. B. i Jarošev skij, A. A., 1976: Novaja modelj himičeskogo strojenija zemnoj kori. Geohimija, No. 12, Moskva.
9. Vinogradov, A. P., 1962: Srednie soderžanie himičeskih elementov v glavnih tipah izverženih gornih porod zemnoj kori. Geohimija, No. 7, Moskva.

Summary

DISTRIBUTION OF URANIUM, THORIUM AND POTASSIUM IN SOIL MANTLE OF TWO-MICA SCHISTS IN SLATINSKA REKA (MT. KUKAVICA) AREA, BASED ON RESULTS OF DIRECT FIELD MEASUREMENTS

by

Veljko Omaljev and Gojko Rončević

Key words: geochemistry, statistics, radioactive elements, Mt. Kukavica, SE Serbia.

An experimental analysis of uranium, thorium and potassium, by the portable multichannel gamma-ray spectrometer, was attemped at Ajdučka Čuka, near the uranium occurrence of Slatinska Reka, in Mt. Kukavica area, SE Serbia.

The geology of this area consists of two-mica schists, with minor amphibolite schists intercalations, and of gneiss-granite. The surface weathering of these rocks has formed a relatively thick soil mantle.

The direct field measurements were conducted with GEOMETRIX GR-410 four channel gamma-ray spectrometer, callibrated with the corresponding standards. The stations were spaced by 25 meters along up to 550 m long sections, mutually spaced by 250 meters (Fig. 1).

The statistical investigations were conducted by the application of dual-histogram method proposed by Omaljev (1977, 1978a and 1978b), and represent the further systematic work on distribution of natural radioactive elements in rocks. The authors have also wished to investigate the posibility of application of portable gamma-ray spectrometer in such a work. The study of distribution of radioactive elements was performed by the three-component dual histograms proposed by Omaljev (1980a).

The limited number of data has made possible the study of soil mantle of two-mica schists only.

The distribution of uranium in mantle of two-mice schists is symetrical and follows the 1st law (V. Omaljev, 1978b). Uranium is related to a compact and conditionally unimodal popalution, without traces of a subsequent redistribution. About 30% lower medium concentrations of uranium in mantle relative to schists indicate its leaching during the oxidation.

The distribution of thorium is logarithmic, and follows the 2-nd law. Thorium forms a compact and unimodal population, without the traces of a subsequent redistribution. The large reduction of its average concentrations relative to schists can be only partly attributed to leaching, and it seems also that there is a minor error in calibrations constants for thorium.

The distribution of potassium in soil mantle is also logarithmic, with a relatively compact multimodal population. The rather low potassium concentrations indicate an intensive leaching, due to the weathering of potassium minerals (mostly feldspars und micas).

Relatively good correlation between potassium and thorium indicates their presence in the clayey fraction of mantle.

The distribution of thorium/uranium rations (w = Th/U = y/x) is also logarithmic. The compactness of this population indicates the homogeneous mantle, i. e., the homogenity of the original two-mica schists, and, finaly, the homogenity of original sedimentary rocks, subsequently transformed into the schists.

The compactness of the studied populations points out to the reliability of data obtained by the direct field measurements by portable gamma-ray spectrometer, and suggests the further application, on a larger scale, of this method in study of distribution of radioactive elements in rocks.

The compactness of investigated populations indicates also that during the processes of weathering, no redistribution and formation of subsequent partial populations have taken place, but only the leaching, of various intensity, was acting on particular elements.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 25—46, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 25—46, 1981, Belgrade.

Stanislav Višić i
Vladan Simić

UDK 550.83 (497.11)
Originalni naučni rad

VREDNOVANJE GEOFIZIČKIH INDIKACIJA NA ISTRAŽIVANJU URANA U PODRUČJU CER — IVERAK

(sa 7 slika)

Ključne reči: geofizika, uran, tercijarni sedimenti, graniti.

Izvršena je analiza svih podataka geofizičkih ispitivanja izvedenih pre dve decenije u uranosnom području planina Cer (graniti) i Iverak (tercijarni sedimenti). Od geofizičkih metoda, ispitivanja su obuhvatila u sve tri faze (regionalna, poludetaljna, detaljna) primenu gamametrije, a u detaljnoj još i emanometrije. Analizirani su takođe i rezultati aeromagnetskih regionalnih ispitivanja obavljenih pre desetak godina kao i rezultati opitno-metodskih ispitivanja izvedenih u ovom području pre nekoliko godina primenom metoda radiometrije, geoelektrike, gravimetrije i magnetometrije.

Na osnovu sintetizovanih podataka svih dosadašnjih geofizičkih ispitivanja, data je u ovom radu potencijalnost područja Cer — Iverak u pogledu uranonosnosti. Sa aspekta geofizičkih kriterijuma izvršeno je rejoniranje celog područja s obzirom na stepen perspektivnosti pojedinih njegovih delova. Shodno vrednovanju geofizičkih indikacija, izdvojene su tri kategorije terena od interesa za dalja istraživanja. Za svaku kategoriju predložene su odgovarajuće vrste istraživanja i ispitivanja da bi se: za prvu — proširile rudne rezerve urana, za drugu — otkrile uranonosne rasedne zone i za treću — lokalizovali tereni za eventualna detaljna ispitivanja i istraživanja. Područje Cer — Iverak se, dakle, ocenjuje kao perspektivno u pogledu mogućnosti prisustva ležišta urana od ekonomskog značaja.

UVOD

Prvo registrovanje anomalija gama radioaktivnosti datira od 1957. godine (S i m i ć, P e j a t o v i ć, 1958). One su uočene na planini Iverak u ataru sela Joševo. Usputnom prospekcijom, korišćenjem GM brojača tipa »Lovac« na lokalnosti Ravni potok otkriveni su uranonosni peščari (A n t o n o v i ć, T o d o r o v i ć, 1961). Ovo je iniciralo sistematski pristup ispitivanju područja Cer — Iverak. Primenjena je aeroradiometrijska prospekcija a zatim automobilska i pešačka. Ova ispitivanja su izvedena 1958. i 1959. godine. Na osnovu rezultata regionalne (P e t r o v i ć, 1959, S i m i ć, 1960) i poludetaljne (S i m i ć, P e j a t o v i ć, 1958) radiometrijske prospekcije izdvojeni su lokaliteti sa pojavama urana na kojima su vršena detaljna geofizička ispitivanja primenom radiometrijskih metoda.

Krajem 1959. godine prestaje aktivnost na geofizičkim ispitivanjima usled čega ostaju nedovršena ne samo detaljna nego i poludetaljna ispitivanja u ovom rejonu (V i š i ć, P e j a t o v i ć, 1959).

Rezultat kompleksnih istraživanja u periodu 1957. do 1960. godine je otkrivanje niskoprocentnog ležišta urana u tercijarnim sedimentima planine Iverak i indiciranje uranskih mineralizacija u granitima na južnim padinama Cera, kao i izvora vode visoke radioaktivnosti Joševo.

Pomenuti prekid aktivnosti traje oko 20 godina. U okviru regionalnih aeromagnetskih ispitivanja SR Srbije, ovim premerom prekriveno je i područje Cer — Iverak (V u k a š i n o v i ć, 1974). Novi pristup istraživanju urana u ovom rejonu počinje 1978. godine kada se izvode i opitno-metodska geofizička ispitivanja primenom metoda radiometrije (emanacija, gama-spektrometrija), geoelektrike (električna otpornost, izazvana polarizacija), gravimetrije i magnetometrije (A n t o n o v i ć, 1979).

U toku 1980. godine, vršena su studijska izučavanja područja Cer — Iverak — Korenita — Jadar sa posebnim osvrtom na metalogeniju urana. Tom prilikom obuhvaćena su i izučavanja rezultata svih ranijih geofizičkih ispitivanja u ovom području (V i š i ć, S i m i ć, 1980). Upravo tada sačinjena studijska analiza geofizičkih podataka predstavlja osnovni materijal čijom nadogradnjom je formiran ovaj rad u kome je izvršeno sintetizovanje rezultata regionalne (aeromagnetometrija, aeroradiometrija, automobilska prospekcija) i poludetaljne (pešačka radiometrija) prospekcije, zatim detaljnih istraživanja i opitno-metodskih ispitivanja za područje Cer — Iverak.

Na ovaj način omogućeno je da se na osnovu geofizičkih indikacija, uzimajući u obzir i nova saznanja u domenu problematike istraživanja urana u svetu, sagleda, sa aspekta, dakle, geofizičkih kriterijuma, potencijalnost ovog područja, s obzirom na njegovu uranonosnost. Vrednovanjem geofizičkih indikacija izdvojene su tri kategorije terena. Prvoj po stepenu perspektivnosti pripada centralni deo tercijarnog basena Iverak, južno od granitskog masiva Cer, drugoj krajnji južni deo granitoida Cera i trećoj kategoriji pripadaju uglavnom neki od endokontaktnih delova granitskog masiva. U poglavlju koje se odnosi na ocenu potencijalnosti izdvojenih kategorija, dato je i mišljenje o tome koje vrste ispitivanja i istraživanja odgovaraju pojedinim kategorijama označenih terena.

Razmatrani rezultati gama radiometrijskih ispitivanja, prikazani u ovom radu, dati su u mikrorentgenima na čas (μR/h) umesto sada priznate jedinice u SI sistemu mera, tj. femtoamper po kilogramu (fA/kg). Ovo je učinjeno zbog lakše veze sa korišćenom izvornom literaturom u kojoj su intenziteti gama radioaktivnosti izraženi u μR/h.

STEPEN ISTRAŽENOSTI

Regionalna aeromagnetska ispitivanja obavljena su u sklopu regionalnih geofizičkih izučavanja SR Srbije (V u k a š i n o v i ć, 1974). Međumaršrutna rastojanja iznosila su 2 km. Korišćen je aeromagnetometar G-803.

Regionalna aeroradiometrijska ispitivanja izvedena su na površini od oko 250 km^2 obuhvatajući kako granitoide Cera tako i tercijarne sedimente Iverka sve do reke Jadar na jugu. Ispitivanja su izvedena uređajem ASGM-25 sa GM prijemnikom (P e t r o v i ć, 1959). Na užem području Iverka izvedena su i ispitivanja sa scintilacionim uređajem ACS-101 na po-

vršini oko 50 km^2 (S i m i ć, 1960). Ova ispitivanja su vršena po maršrutama međusobnog rastojanja oko 200 m a na visini ispod 50 m.

Automobilska gama prospekcija obuhvatila je takođe granitoide Cera i tercijarne sedimente Iverka na površini oko 200 km. Međumaršrutna rastojanja su, zavisno od prohodnosti puteva, bila na rastojanju i preko 500 m. Izvođena su uređajem sa GM prijemnikom.

Poludetaljna pešačka gama radiometrijska prospekcija izvedena je u području tercijarnih sedimenata Iverka i u krajnjem južnom pojasu granitoida Cera na površini približno 120 km^2. Ova geofizička ispitivanja vršena su korišćenjem scintilacionih brojača 111C. Ispitivanja imaju poludetaljan karakter s obzirom na rastojanja profila od oko 100—200 m.

Detaljna geofizička ispitivanja, primenom metoda gama i emanacije, izvedena su na malim površinama, uglavnom u domenu tercijarnih sedimenata Iverka, na lokalnostima Vranjevina, Zukovina, Graorište, Trebljevinski potok, Dobrića potok, Duboka jaruga, Ravni potok i Lomača. U domenu granita izvršen je vrlo mali obim navedenih ispitivanja i to samo na lokalnosti Milina. Površine ovih lokalnosti su reda veličine 0,1 do 0,3 km^2. Rastojanja profila ispitivanja bila su do 50 m.

Od geofizičkih metoda u procesu istraživanja orudnjenja urana primenjen je i gama karotaž bušotina, kao i gama-beta metoda pri premeru podzemnih rudarskih radova i raskopa.

Što se tiče ocene stepena istraženosti i kvaliteta geofizičkih ispitivanja može se konstatovati da je u fazi regionalne radiometrijske prospekcije stepen istraženosti na zadovoljavajućoj visini, a kvalitet ispitivanja odgovara periodu u kome je prospekcija izvođena. Ovo se odnosi samo na uže područje granitoida Cera i tercijara Iverka. Okolni teren, međutim, nije još regionalno ispitivan primenom radiometrijske prospekcije. Kvalitet regionalnih aeromagnetskih ispitivanja je adekvatan nameni a na visokom je nivou s obzirom na primenjen metodološki postupak i performanse korišćene savremene tehnike. Aeromagnetometrijom je prekriveno ne samo područje Cer — Iverak već i njegova šira okolina jer je na ovakav način ispitana čitava teritorija SR Srbije.

Stepen istraženosti korišćenjem poludetaljne radiometrijske prospekcije je nedovoljan ze bližu ocenu o prirodi anomalija gama radioaktivnosti u većem delu granitoida Cera i njegovog paleozojskog i tercijarnog omotača. Za područje tercijarnih sedimenata Iverka i južnog dela granitoida Cera, ova prospekcija zadovoljava potrebe u smislu usmeravanja daljih detaljnih ispitivanja i istraživanja.

Stepen detaljne geofizičke istraženosti je na niskom nivou. Ovo se odnosi ne samo na malį obim izvršenih radova već i na metodološki postupak, koji s obzirom na veliku pokrivenost terena, treba da obuhvati adekvatan vid ispitivanja sa dubljim zahvatom. Ovde se pre svega misli na sondiranje primenom metoda gama i emanacije. Uz to, neophodna su į ispitivanja od kojih se očekuje doprinos rešavanju strukturno-geoloških problema i indiciranje rasednih zona kao potencijalnih nosilaca uranskog orudnjenja, naročito u domenu južnog pojasa granitoida Cera. Efikasnost rešavanja ovog problema sagledana je kroz primenu metoda geoelektrike i gravimetrije.

REZULTATI IZUČAVANJA

Podaci aeromagnetskih ispitivanja analizirani su sa aspekta geološko-strukturnog položaja uranonosnog područja Cer — Iverak i prikazani na slici 1.

Analizirani podaci aeroradiometrijske i automobilske prospekcije sistematizovani su i prezentirani u vidu karata gama radioaktivnosti na slikama 2, 3 i 4. Rezultati izučavanja podataka pešačke prospekcije dati su takođe u vidu karte gama radioaktivnosti na slici 5.

Sistematizovani rezultati poludetaljnih, detaljnih i opitno-metodskih ispitivanja prikazani su na slici 6. sa uprošćenom geološkom osnovom. Na istoj takvoj osnovi prikazani su na slici 7 sintetizovani rezultati izučavanja sa ocenom potencijalnosti područja Cer — Iverak sa aspekta geofizičkih kriterijuma.

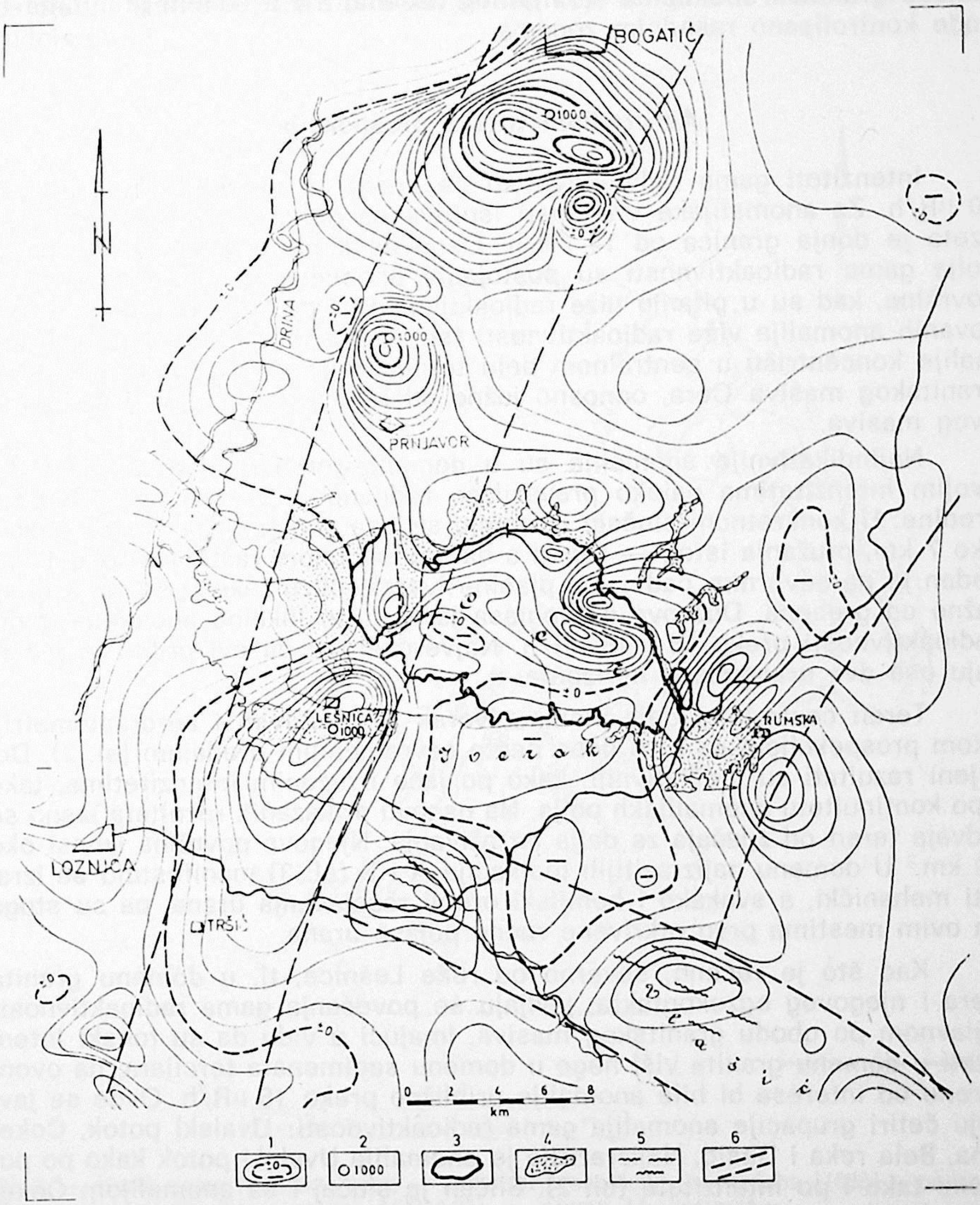
Aeromagnetometrijska ispitivanja

Rezultati regionalnih aeromagnetskih ispitivanja su od izvanrednog značaja naročito za izučavanje pojedinih strukturnih-metalogenetskih jedinica i odredbu njihovog položaja u opštem geološko-strukturnom sklopu većih teritorija. U našem slučaju od značaja je da se granitoidi Cera i tercijarni basen Iverka po svom strukturno-geološkom položaju nalaze u prostoru promena i sučeljavanja generalnih strukturnih trendova što je jasno uočljivo na osnovu aeromagnetskih indikacija (sl. 1).

Aeromagnetska ispitivanja izvedena su 1973. godine (V u k a š i n o v i ć, 1974, 1976, 1978). Prema ovim podacima, aeromagnetski se indiciraju kako razlomi pružanja sever — jug sa prisustvom magmata na potezu Boranja — Cer — Bogatić, tako i razlomi duž reke Lešnice na južnom obodu masiva Cer. Sistem raseda u domenu reke Lešnice na južnom obodu masiva Cer približno je paralelan sa dislokacijama na potezu Loznica — Vlašić. Geološko-strukturni položaj granitoida Cera je, dakle, u domenu presecišta navedenog sistema rasedanja sa sistemom dislokacija na potezu V. Majdan — Loznica — Prnjavor — Bogatić (sl. 1). Moguće prisustvo tercijarnog magmatizma kontrolisanog pojasom dislokacije Korenita — Jadarska Lešnica — Vidojevica — Prnjavor — Bogatić moglo bi se vezati za eventualno endogeno poreklo urana kontrolisano položajem rasednih zona u rejonu Cer — Iverak.

Tektoniziranje i alteracija južnog dela granita Cera može se objasniti položajem ovog prostora u odnosu na pomenute sisteme dislokacija i njihovo ukrštanje na šta jasno ukazuje i magnetski minimum u rejonu Joševo — Iverak. Aeromagnetski se takođe jasno očituje i velika depresija preko izrazitog i prostranog minimuma Iverak — Korenita (sl. 1). Magnetski maksimumi Kosanin grad, Bela reka i Vidojevica indiciraju položaj najkompaktnijih masa granita u domenu masiva Cera. Aeromagnetske anomalije pozitivnog znaka u okolini granitskog masiva ukazuju i na moguće prisustvo polimetaličnih mineralizacija unutar paleozojskih metasedimenata iz ovog područja.

Šire gledano, strukturno-geološki položaj područja Cer — Iverak odgovara geološko-strukturnim odnosima u području Bukulja — Belanovica (V i š i ć, 1961, 1971). Naime, južni deo granitoida Bukulje je tektoniziran i izra-



Sl. 1. — Aeromagnetska-strukturno-geološka karta područja Cer — Iverak (prema S. Vukašinoviću): 1. — Izoanomale T — intenziteta; 2. — sračunate dubine prekrivenih uzročnika (metri); 3. — granitoidi Cera; 4. — devonski do trijaski sedimenti; 5. — paleozojske metamorfne stene; 6. — značajnije dislokacije ili strukturne granice.

Fig. 1. — Aeromagnetic-structural-geologic map of Cer — Iverac area (after S. Vukašinović): 1. — Isoanomalies of T — intensity; 2. — calculated depths of burried causes of anomalies (meters); 3. — granitoids of Cer; 4. — devonian to triassic sediments; 5. — paleozoic metamorphic rocks; 6. — more significant dislocations or structural boundaries.

sedan i na južnom obodu nalazi se izrazita depresija Belanovičkog tercijarnog basena. Ovo je od značaja za ocenu uranonosnosti područja Cer — Iverak kad se ima u vidu da u području Bukulja — Belanovica imamo uransko orudnjenje kako u tercijarnim sedimentima, tako i u rasednim zonama između granita i sedimenta tercijarnog basena, a i u samim granitima takođe kontrolisano rasednim zonama.

Aeroradiometrijska prospekcija

Intenziteti gama radioaktivnosti se kreću od nekoliko μR/h do oko 20 μR/h. Za anomalijske vrednosti ispitivanog polja gama radioaktivnosti uzeta je donja granica od 14 μR/h. Osnovne karakteristike konfiguracije polja gama radioaktivnosti su postojanje anomalija u vidu kontinuiranih površina, kad su u pitanju niže radioaktivnosti, i pojavljivanje usko lokalizovanih anomalija više radioaktivnosti (sl. 2). Jasno se uočava da se anomalije koncentrišu u centralnom delu tercijarnog basena Iverak, južno od granitskog masiva Cera, odnosno južno od reke Lešnice, kao i po obodu ovog masiva.

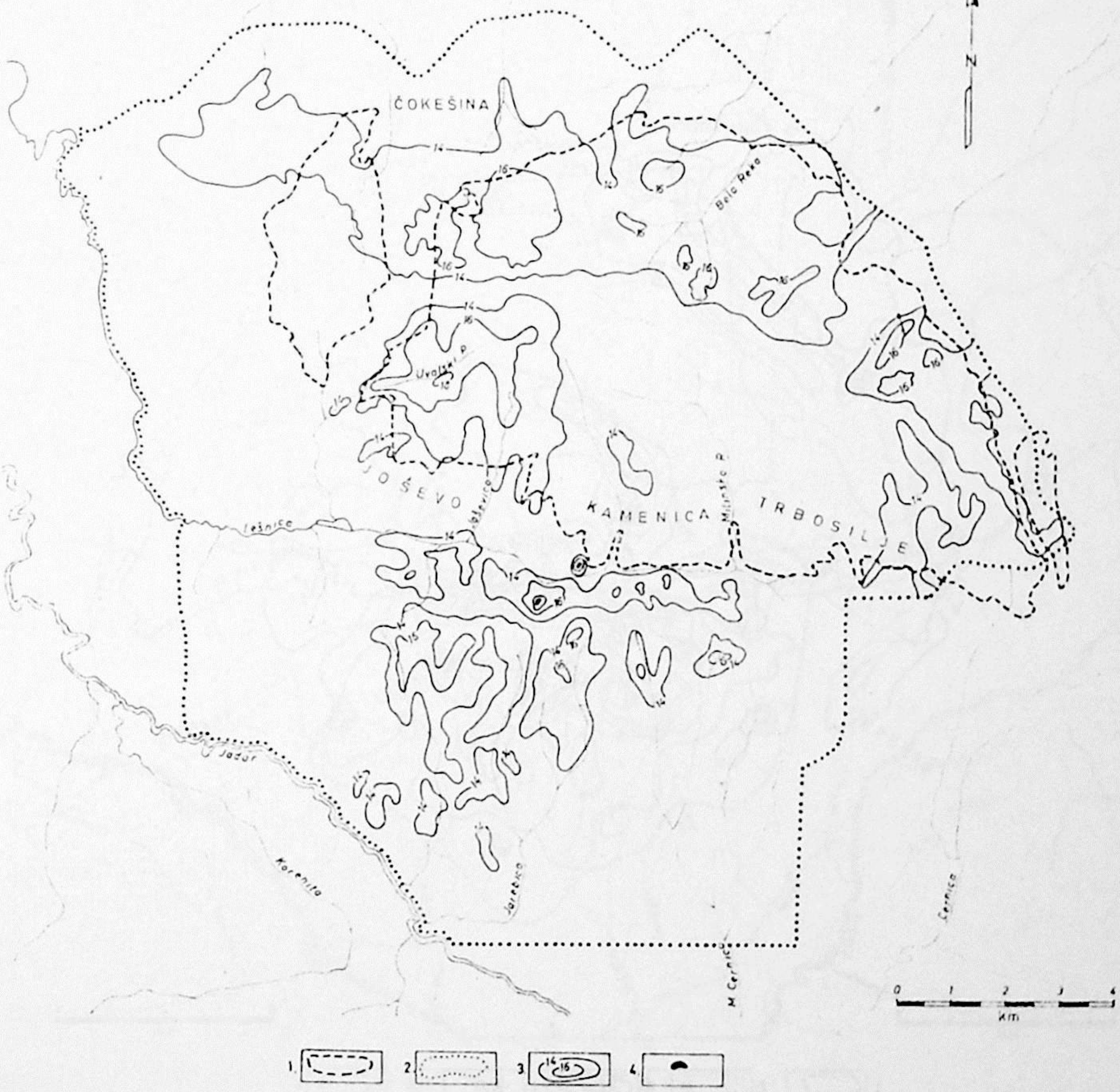
Najindikativnije anomalije su u domenu tercijarnih sedimenata jer svojim intenzitetima daleko prevazilaze redovno nizak fon ove geološke sredine. U konkretnom slučaju izdvajaju se dva anomalijska pojasa dužine oko 7 km, pružanja istok — zapad a na međusobnom rastojanju oko 1 km. Jedan je na severnim padinama planine Iverak, blizu reke Lešnice, a drugi južno od grebena. Duž ova dva pojasa javljaju se lokalne anomalije gama radioaktivnosti preko 16 i 18 μR/h. Najverovatnije da ovi približno indiciraju ose dva uranonosna horizonta.

Teren centralnog dela planine Iverak je prekriven i aeroradiometrijskom prospekcijom sa u to doba nešto savremenijim uređajem (sl. 3). Dobijeni rezultati su indikativniji, kako po jače izraženim intenzitetima, tako i po kontinuitetu anomalijskh polja. Na osnovu prikazanih rezultata jasno se izdvaja teren od značaja za dalja istraživanja. Njegova površina iznosi oko 30 km.^{2} U domenu najizrazitijih indikacija A i B (sl. 3) manifestuju se izraziti mehanički, a svakako i hemijski oreoli rasejavanja urana, pa su stoga na ovim mestima prvo otkrivene rudne pojave urana.

Kao što je rečeno, severno od reke Lešnice, tj. u domenu granita Cera i njegovog egzokontakta, javljaju se povećanja gama radioaktivnosti uglavnom po obodu granitskog masiva. Imajući u vidu da su fonski intenziteti u domenu granita viši nego u domenu sedimenata tercijara, na ovom terenu od interesa bi bile anomalije približno preko 16 μR/h. Ovde se javljaju četiri grupacije anomalija gama radioaktivnosti: Uvalski potok, Čokešina, Bela reka i Desić. Najizrazitija je anomalija Uvalski potok kako po površini tako i po intenzitetu (sl. 2). Sličan je slučaj i sa anomalijom Čokešina. Ostale dve grupacije anomalija su razbijenog i lokalnog tipa. O oceni ovih indikacija može se govoriti tek posle prekrivanja tog terena i poludetaljnom pešačkom radiometrijskom prospekcijom, koja nije još izdvojena na ovom terenu (sl. 5).

U domenu južnog pojasa granita, duž reke Lešnice, nema aeroradiometrijskih anomalija gamaradioaktivnosti što se može tumačiti znatnim ste-

penom pokrivenosti ovog dela terena kao i prisustvom tektoniziranih, alterisanih i ispranih granita u tom prostoru masiva. Izuzetak čini usko lokalizovana anomalija iznad izvora radioaktivne vode i okoline ovog izvora u ataru sela Joševo (sl. 2). Prisustvo ovog izvora daje značaj nesumnjivom postojanju rasednih zona na ovom terenu koje mogu biti nosioci uranskog orudnjenja.



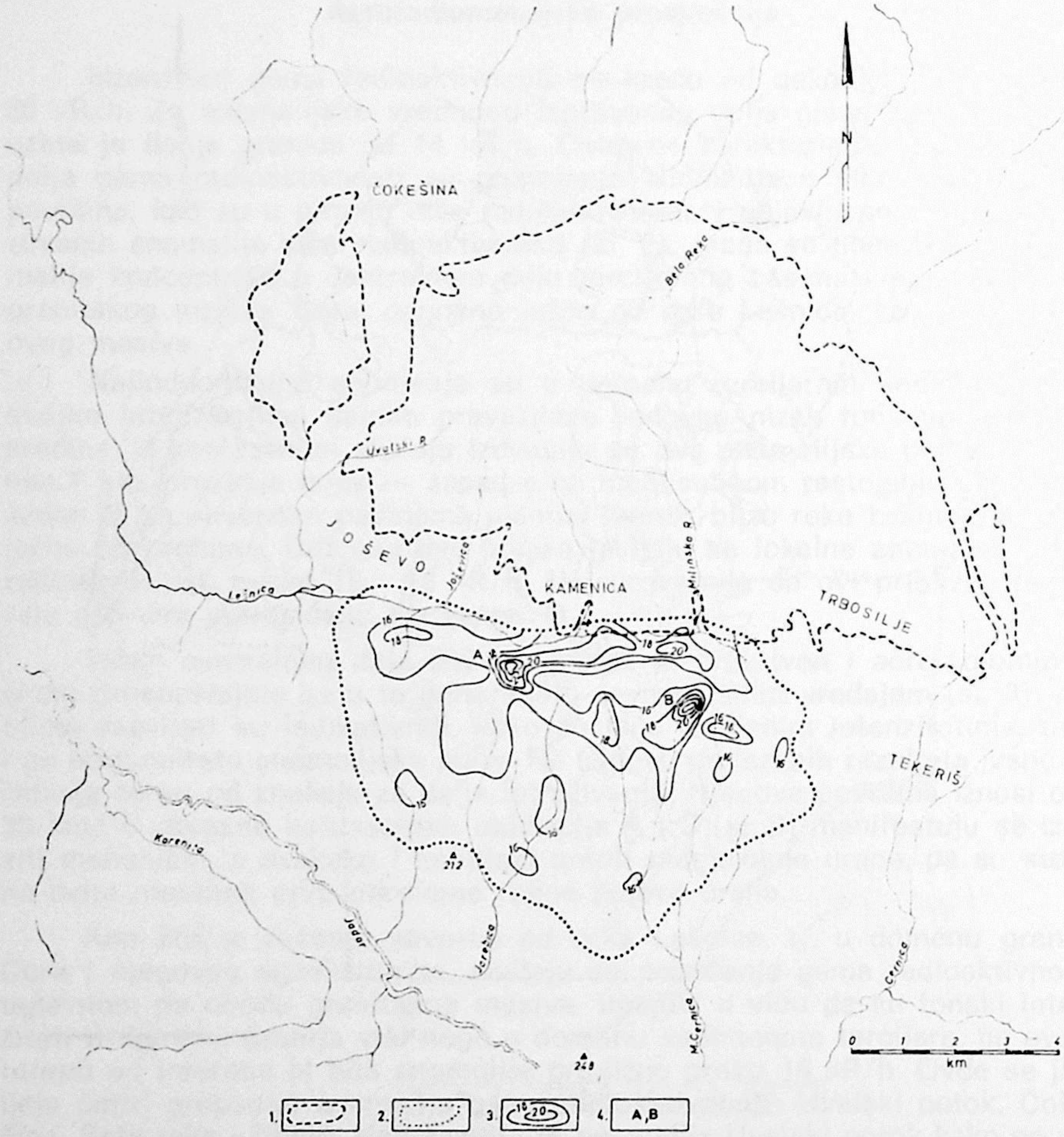
1. 2. 3. 4.

Sl. 2. — Karta gama radioaktivnosti — rezultati prospekcije iz vazduha (1958) u području Cer — Iverak (korišćen uređaj ASGM-25) — prema M. Petroviću:
1. — Granitoidi Cera; 2. — ispitivan teren; 3. — izorade (uR/h); 4. — radioaktivnosti preko 20 uR/h.

Fig. 2. — Gamma radioactivity map — results of airborne prospection (1958) in Cer — Iverak area (used equipment ASGM-25) — after M. Petrović:
1. — Granitoids of Cer; 2. — investigated terrain; 3. — isorades (uR/h); 4. — radioactivities above 20 uR/h.

Automobilska prospekcija

Opšte povećanje gama radioaktivnosti dobijeno je automobilskom prospekcijom u domenu tercijarnih sedimenata Iverka i granitskog masiva Cera (sl. 4). Ova povećanja su iznad 12 μR/h. Fonske vrednosti gama ra-



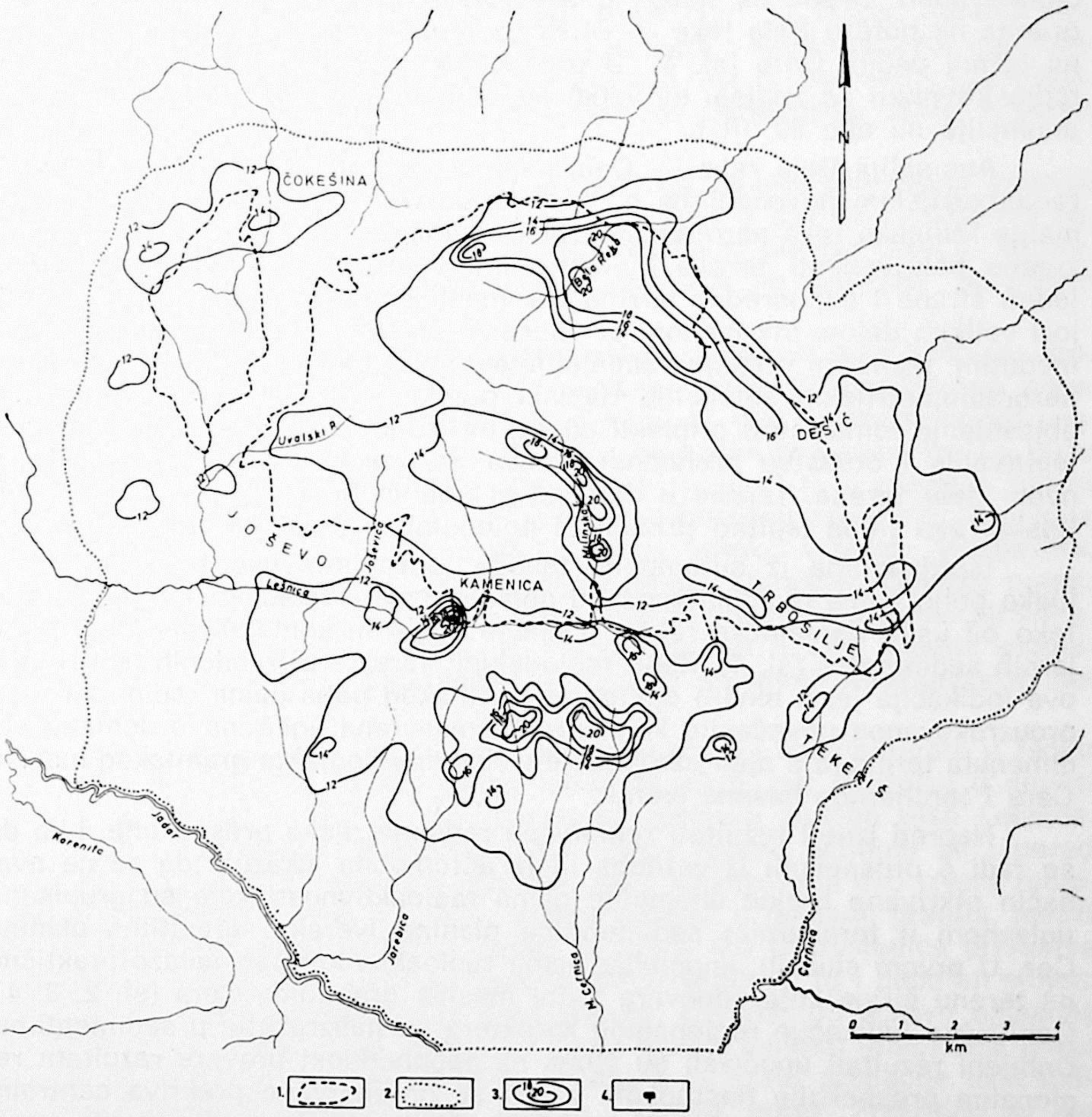
1. — 2. — 3. — 4. A,B

Sl. 3. — Karta gama radioaktivnosti — rezultati prospekcije iz vazduha (1959) u području Cer — Iverak (korišćen uređaj ACS-101):
1. — Granitoidi Cera; 2. — ispitivan teren; 3. — izorade (uR/h); 4. — najiztrazitije indikacije — rudne pojave urana.

Fig. 3. — Gamma radioactivity map — results of airborne prospection (1959) in Cer — Iverak area (used equipment ACS-101:
1. — Granitoids of Cer; 2. — investigated terrain; 3. — isorades (uR/h); 4. — most prominente responses — uranium ore occurances.

dioaktivnosti su znatno niže za tercijarne sedimente nego za granite pa su donje granice anomalijskih intenziteta znatno nižih nivoa kod tercijarnih sedimenata nego kod granita. Registrovane maksimalne vrednosti gama radioaktivnosti i na Iverku i na Ceru su preko 20 μR/h.

U tercijarnim sedimentima Iverka anomalijsko polje gama radioaktivnosti, registrovano ispitivanjima iz automobila, zahvata površinu oko 30 km² i u znatnoj meri koincidira sa terenom koji se izdvaja na bazi aeroradio-



1. 2. 3. 4.

Sl. 4. — Karta gama radioaktivnosti — rezultati automobilske prospekcije u području Cer — Iverak:
1. — Granitoidi Cera; 2. — ispitivan teren; 3. — izorade (uR/h); 4. — izvor radioaktivne vode.

Fig. 4. — Gamma radioactivity map — results of carborne prospection in Cer — Iverak area:
1. — Granitoids of Cer; 2 .— investigated terrain; 3. — isorades (uR/h); 4. — Spring of radioactive water.

metrijskih ispitivanja (sl. 2 i 3). U slučaju automobilske prospekcije jasnije je izražen južni anomalijski pojas sa najistaknutijim indikacijama dok se severni ne manifestuje dovoljno (sl. 4) jer su strme padine prema reci Lešnica onemogućile izvođenje ispitivanja iz automobila. Bitno je da se i na osnovu ovog vida regionalne prospekcije jasno izdvaja potencijalno perspektivan teren gde su otkrivena orudnjenja urana u sedimentima tercijara.

U području granitoida Cera registrovane su dve anomalije gama radioaktivnosti. Jedna se nalazi u severoistočnom endokontaktnom pojasu granita na potezu Bela reka — Desić, a druga je u domenu Milinske reke na južnoj padini Cera (sl. 4). U prvom slučaju povećane vrednosti gama radioaktivnosti se javljaju na većoj površini. Maksimalni intenziteti za obe anomalije su oko 20 μR/h.

Anomalija Bela reka — Desić samo mestimično koincidira sa aeroradiometrijskim povećanjima gama radioaktivnosti (sl. 2). U domenu anomalije Milinska reka aeroradiometrijskih indikacija nema. Ovo je posledica znatne pokrivenosti terena i niske osetljivosti korišćenog radiometra, s jedne strane i neposredne blizine automobilskog radiometra stenskoj podlozi velikim delom otkrivenoj duž usečenih puteva, s druge strane. Ako se, međutim, razmatra otsustvo anomalija automobilske prospekcije u domenu aeroradiometrijskih anomalija Uvalski potok i Čokešina (sl. 2), onda se objašnjenje tome može pripisati gustoj mreži aeroradiometrijskih maršruta ispitivanja i otsustvu prohodnih puteva za prospekciju iz automobila na ovom delu terena. Terene u domenu anomalija Bela reka — Desić i Milinska reka treba ispitati primenom poludetaljne pešačke prospekcije.

Ispitivanjima iz automobila takođe je registrovano izrazito anomalijsko polje gama radioaktivnosti u domenu izvora radioaktivne vode nedaleko od ušća Kameničke reke u Lešnicu u blizini kontakta granita i tercijarnih sedimenata (sl. 4). Zbog regionalnog karaktera izvedenih ispitivanja, ova indikacija je, u okviru opšteg anomalijskog polja gama radioaktivnosti prouzrokovanog povećanim koncentracijama urana, locirana u domenu sedimenata tercijara a njen uzročnik je u domenu kontakta granitskog masiva Cera i tercijarnog basena Iverak.

Napred izneti rezultati regionalne radiometrijske prospekcije, bilo da se radi o prospekciji iz vazduha ili iz automobila, ukazuju da su na ovaj način otkrivene brojne anomalije gama radioaktivnosti koje su grupisane uglavnom u tercijarnim sedimentima planine Iverak i granitima planine Cer. U prvom slučaju, anomalije gama radioaktivnosti se nalaze praktično na terenu širine koja odgovara širini masiva granitoida Cera (sl. 2, 3, 4). Geofizičke indikacije regionalnog karaktera su najizrazitije u sedimentima. Dobijeni rezultati upućivali su stoga na neophodnost provere rezultata regionalne prospekcije postupkom kojim se prvenstveno prekriva centralni deo tercijarnog basena Iverak primenom nazemne gama radiometrije u razmeri 1:10.000 u domenu izrazito anomalijskih intenziteta polja radioaktivnosti i do 20.000 na okolnom terenu. Posle provere indikacija regionalne prospekcije u sedimentima tercijarnog basena Iverak, poludetaljna radiometrijska ispitivanja su obuhvatila i proveru indikacija regionalne prospekcije u domenu planine Cera.

Cilj ovih ispitivanja je otkrivanje uzročnika regionalnih indikacija, odnosno njegovo što pouzdanije identifikovanje po položaju sa određivanjem

lokaliteta za detaljna ispitivanja i to prvenstveno na onim mestima gde se indiciraju rudne pojave urana.

Poludetaljna pešačka gama prospekcija

Napred je rečeno da su poludetaljna radiometrijska ispitivanja primenom gama metode izvršena u domenu tercijarnih sedimenata Iverka i na krajnjem južnom delu granita Cera. Pri tome su prekriveni i delovi paleozoika na krajnjem zapadu ispitivanog terena (sl. 5). Dakle, najveći deo granitnog masiva i njegov severoistočni, severni i severozapadni egzokontaktni obod paleozoika i tercijarnih sedimenata nije na pomenuti način ispitivan jer je u to doba prekinuta aktivnost na istraživanju urana u ovom rejonu.

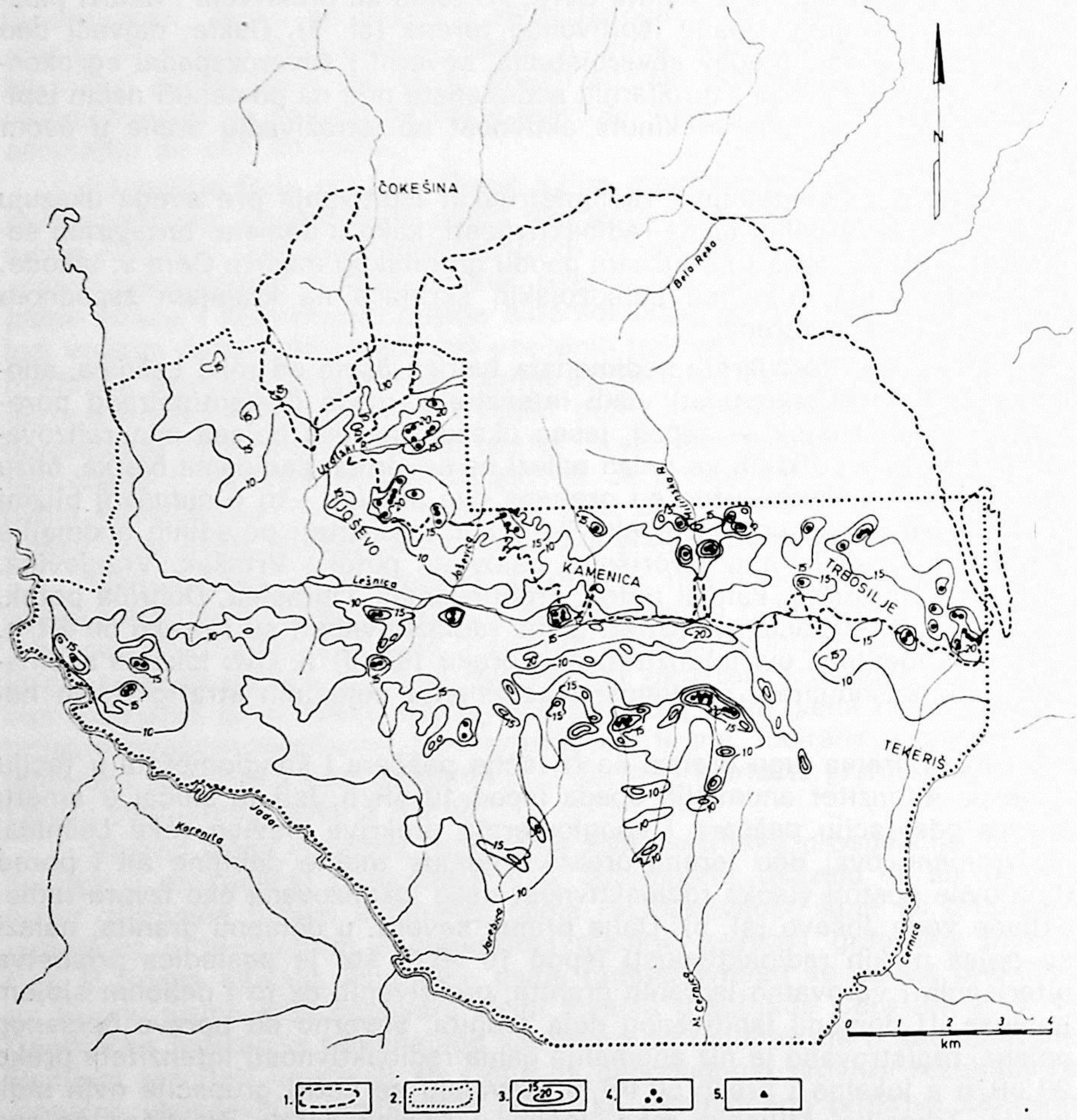
Rezultati poludetaljnih radiometrijskih ispitivanja pre svega ukazuju na prisustvo anomalija gama radioaktivnosti, kako u domenu tercijarnih sedimenata Iverka, tako i na južnom obodu granitskog masiva Cera a, takođe, i na ispitivanim delovima paleozojskih škriljaca na krajnjem zapadnom delu istraživanog terena.

U domenu tercijarnih sedimenata Iverka, južno od reke Lešnica, anomalije gama radioaktivnosti viših intenziteta, mada diskontinuirano poređanih u pravcu istok — zapad, jasno ukazuju na dva pojasa mineralizovanih sedimenata od kojih se jedan nalazi na severnim padinama Iverka, blizu reke Lešnica, a drugi južno od grebena ove planine i to u njegovoj blizini (sl. 5). Dužina oba pojasa je oko 7—8 km. Intenziteti pojedinih anomalija su preko 20 μR/h, a u izvorišnim delovima potoka Vrtašak, Vranjevina, Zukovina, Graorište, Palički potok, Trebljevanski, Obrašina, Dobrića potok, Ravni potok i Lomača, intenziteti gama radioaktivnosti su i preko 50 μR/h. Na nekim mestima ovi intenziteti su i preko 100 μR/h. Ove lokalne anomalije direktno indiciraju uranonosne sedimente pojedinih stratigrafskih horizonata.

Idući prema jugu prelazi se iz facije peščara i konglomerata u faciju glina pa intenzitet anomalija opada ispod 10 μR/h. Isti je slučaj u smeru severa gde faciju peščara i konglomerata prekriva aluvion reke Lešnica. Istovremeno ovaj deo terena prekriva humus znatne debljine ali i pored toga ovde postoji visoka radioaktivnost usko lokalizovana oko izvora radioaktivne vode Joševo (sl. 5). Dalje prema severu, u domenu granita, nalazi se pojas niskih radioaktivnosti ispod 10 μR/h što je posledica prisustva alterisanih i verovatno ispranih granita, prekrivenih uz to i debelim slojem humusa. U domenu ispitivanog dela granita, severno od upravo opisanog pojasa, registrovano je niz anomalija gama radioaktivnosti intenziteta preko 20 μR/h a lokalno i preko 50 μR/h. Izdvajaju se četiri grupacije ovih indikacija: Trbosilje, Milinska reka, Joševo i Uvalsk potok. Praktično se zna da su neke od anomalija iz grupe Milinska reka prouzrokovane uranskom mineralizacijom kontrolisanom rasednim zonama, dok se za ostale ne može govoriti o uzročniku zbog toga što nisu detaljnije ispitivane.

Za anomalije na zapadu ispitivanog terena, blizu reke Jadar, koje se nalaze u domenu paleozoika, takođe se ne može ništa bliže reći jer ni ovde nisu vršena detaljnija ispitivanja. Isti je slučaj i sa povećanjima gama radioaktivnosti jugozapadno od granitoida Vidojevice.

Iz izloženog proizilazi da je u domenu anomalija gama radioaktivnosti centralnog dela planine Iverak, južno od Lešnice, za sada najperspektivniji prostor u pogledu otkrivanja uranskih orudnjenja. Treba naglasiti da je neophodno obaviti poludetaljna ispitivanja preostalog dela granitskog masiva Cera kao i njegov obodni pojas paleozoika i tercijarnih sedimenata na seve-



Sl. 5. — Karta gama radioaktivnosti — rezultati poludetaljnih ispitivanja primenom pešačke prospekcije u području Cer — Iverak:
1. — Granitoidi Cera; 2. — ispitivan teren; 3. — izorade (uR/h); 4. — indikacije gama radioaktivnosti (preko 20 ur/h); 5. — izvor radioaktivne vode.

Fig. 5. — Gamma radioactivity map — results of semidetailed investigation by application of ground radiometric prospection in Cer — Iverak area:
1. — Granitoids of Cer; 2. — investigated terrain; 3. — isorades (uR/h); 4. — gamma radioactivity responces (above 20 uR/h); 5. — spring of radioactive water.

roistoku, severu i severozapadu. Tek posle toga može se pristupiti izboru najperspektivnijih lokaliteta u granitoidima Cera, tercijaru i paleozoiku za detaljna ispitivanja. Moguće je da lokaliteti Trbosilje, Milinska reka, Joševo i Uvalski potok ostanu kao najznačajniji za detaljna ispitivanja i posle završetka poludetaljne prospekcije celog područja.

Detaljna ispitivanja

U početku je rečeno da su detaljna ispitivanja bila malog obima i da su izdvojena na devet lokaliteta na veoma ograničenim površinama. Sve lokalnosti su u domenu tercijarnih sedimenata izuzev Milinske reke (sl. 6). Ova ispitivanja obuhvatila su primenu metoda gama i emanacije u neposrednoj okolini registrovanih indikacija u prethodnim fazama prospekcije.

Najveći obim detaljnih geofizičkih ispitivanja izveden je u domenu tercijarnih sedimenata i to na južnim padinama planine Iverak na potezu od potoka Vranjevina na istoku do Dobrića potoka na zapadu. To je upravo prostor gde su proveravane najmarkantnije radiometrijske indikacije aeroradiometrijske (sl. 2 i 3), automobiske (sl. 4) i pešačke (sl. 5) prospekcije. Međuprostori pojedinih indikacija na lokalnostima Vranjevina, Zukovina, Graorište, Palički potok, Trebljevinski potok, Obrašina i Dobrića potok, nisu međutim detaljno ispitivani. Na pomenutim lokalnostima primenom gamametrije i emanacije, po adekvatnoj mreži tačaka ispitivanja, tačno su lokalizovani uranonosni horizonti i otkrivani rudni izdanci. Praćenje rudonosnih horizonata vršeno je od izdanaka, obično u potocima, na obe strane na malim dužinama, reda veličine do 200 m. Posle ovih radova i određivanja moguće pozicije izdanaka uranonosnih slojeva, izvođeno je raskopavanje. Identifikovanje uranske mineralizacije u raskopima vršeno je radiometrijskim premerom, što je bila osnova za određivanje intervala oprobavanja.

U postupku detaljnih ispitivanja, od otkrivanja uranonosnih slojeva i odredbe pokazatelja orudnjenja, došlo se do saznanja da su geofizičke indikacije sledećeg reda veličine za pojedine radiometrijske metode: nazemna gamametrija — intenziteti od oko 30 μR/h do preko 100 μR/h su od značaja za prisustvo orudnjenih sedimenata; emanometrija — koncentracije radioaktivnih emanacija od oko 20 emana do preko 100 emana, pri učešću radona preko 50%, ukazuju na prisustvo orudnjenih sedimenata; gamametrija u rudarskim radovima — intenziteti od oko 50 μR/h do preko 150 μR/h označavaju orudnjene intervale za radioaktivnu ravnotežu koja je za ovaj tip ležišta određena i za odnos Ra/U iznosi oko 60% (Simić, 1960); intenziteti gama + beta radioaktivnosti u rudarskim radovima od oko 100—200 μR/h do preko 500 μR/h označavaju prisustvo orudnjenja urana u sedimentima. Sračunat odnos intenziteta gama + beta radioaktivnosti i hemijskog sadržaja urana iznosi oko $K = 0{,}60$ ali za sadržaje veće od oko 400 gr/t dok na primer, za sadržaje oko 100 do 150 gr/t ovaj koeficijent je čak veći od jedinice.

Uporedo sa izvođenjem detaljnih geofizičkih ispitivanja i proverom registrovanih indikacija raskopavanjem, vršena su i istraživanja podzemnim rudarskim radovima (manjim galerijama) a posle toga i istražnim bušenjem. Svaka bušotina je radiometrijski ispitivana — karotirana. Za kvan-

titativnu interpretaciju rezultata gama karotaža prethodno je izrađen etalon na osnovu koga je utvrđen, za date uslove, koeficijent prevođenja intenziteta gama radioaktivnosti u bušotinama u sadržaje urana. Dakle, dobijani su pokazatelji kvaliteta orudnjenja — debljina rudnog intervala i sadržaj metala. Ovaj koeficijent za istraživani teren iznosi oko 70 μRh/h za 100 gr/t urana.

Najveći obim istražnih radova izveden je u istočnom domenu ose geofizičkih indikacija, južno od trigonometra Debeli Rit (sl. 6). Rezultati svih istražnih radova na ovom delu terena ukazuju na prisustvo uranskog orudnjenja u tercijarnim sedimentima — niskoprocentnog ležišta urana. Dakle, dobijene geofizičke indikacije imaju karakter rudnih indikacija. Prema tome, iste ili slične geofizičke indikacije u drugim tercijarnim sedimentnim basenima mogu se tumačiti kao rudne indikacije.

Na severnim padinama planine Iverak, tj. u tom delu tercijarnog basena, detaljna ispitivanja izvedena su samo na tri uska lokaliteta i to Lomača, Ravni potok i Duboki potok (sl. 6). I ovde su primenjene metode gamametrija i emanometrija. Dobijeni rezultati takođe su proveravani raskopima. Rudarski radovi i istražno bušenje obavljano je samo u domenu Ravnog potoka gde su takođe otkriveni uranonosni peščari sa ugljevitom materijom. Dakle, detaljna geofizička ispitivanja nisu obavljena sistematski, obuhvatajući kontinuirano teren kome odgovaraju indikacije regionalnih ispitivanja (sl. 2, 3 i 4) i indikacije poludetaljne pešačke radiometrijske prospekcije (sl. 5) na severnim padinama Iverka.

U domenu granitoida Cera detaljna ispitivanja su izvođena samo na vrlo uskom delu lokaliteta Milina (sl. 6). Ovde su obavljeni premeri gama i gama + beta radioaktivnosti. Dobijene indikacije ukazuju na prisustvo radioaktivne rasedne zone u granitima pravca pružanja severozapad — jugoistok. Proverom ovih indikacija raskopavanjem i bušenjem, utvrđeno je prisustvo uranske mineralizacije vezane za alterisan materijal u rasednoj zoni unutar granita.

Ostale indikacije u granitima nisu detaljno ispitivane. Upravo, nastao je prekid u istraživanju urana u ovoj oblasti pa su stoga ostala nedovršena istraživanja ovog uranonosnog područja.

Opitno-metodska ispitivanja

U toku 1978. godine, posle prekida oko 20 godina na istraživanju urana, u ovom području nastavljena su istraživanja. Od geofizičkih ispitivanja izvedena su radiometrijska (emanacija i gama spektrometrija), geoelektrična (električna otpornost i izazvana polarizacija), gravimetrija i magnetometrija. Sva ova ispitivanja su izvedena duž tri profila od kojih srednji preseca granitski masiv Cera i zalazi duboko u tercijar Iverka na jugu kao i u paleozoik na severu. Druga dva profila presecaju kontaktni pojas granita i tercijara i zalaze, kao i prvi, u tercijar Iverka (sl. 6).

Najbrojnije indikacije emanacije i gama spektrometrije su u tercijarnim sedimentima, upravo tamo gde su i ranije konstatovana orudnjenja urana. Dobijene su i u kontaktnom pojasu granita i tercijarnih sedimenata i to kako u domenu aluviona Lešnice tako i nad alteri sanim granitom.

Geoelektrična ispitivanja primenom metoda EO i IP su izvedena kartiranjem i sondiranjem. Osnovne indikacije ovih ispitivanja su: registrovanje pojasa alterisanih granita u području Kamenice na širini preko 1 km. Takođe su kartiranjem registrovani položaji pojedinih raseda koji su brojniji u južnom endokontaktnom kao i u severnom egzokontaktnom delu granita. Kartiranjem je u ovom zadnjem delu indicirana i anomalijska zona izazvane polarizacije čija priroda nije poznata za sada (sl. 6).

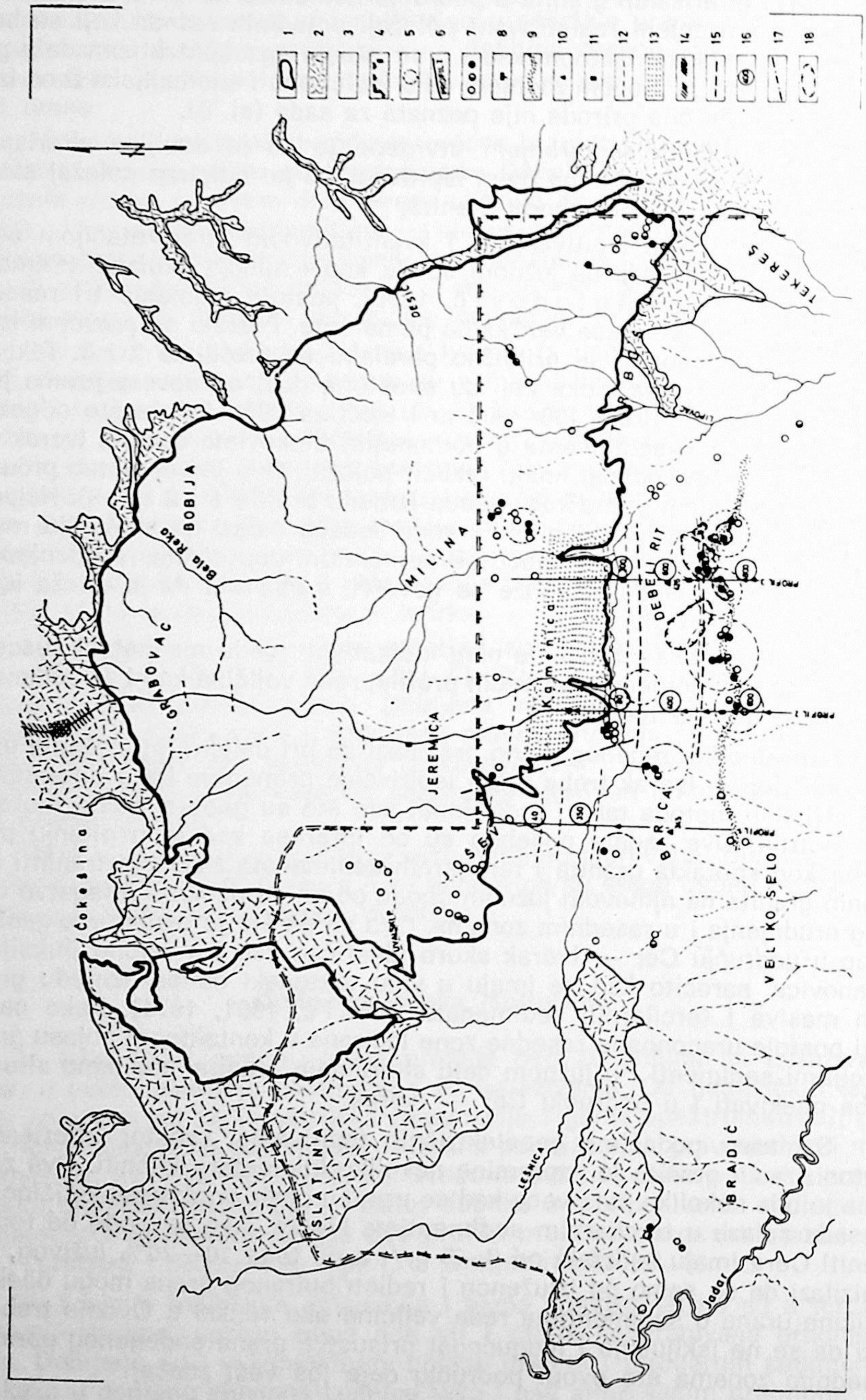
Geoelektričnim sondiranjem utvrđeno je da je debljina alterisanih granita do 100 m. Osim toga ovim ispitivanjima je indiciran položaj stepenastih raseda na južnom obodu granita.

Gravimetrijskim ispitivanjima i kvantitativnom interpretacijom određeni su položaji raseda na južnom obodu kao i njihovi skokovi. Prema R. Mužijeviću (cit. Antonović, 1979), postoje najmanje tri rasedne zone koje su izazvale veće vertikalno pomeranje. Pružaju se pravcem istok — zapad a međusobno su približno paralelni na profilima 2 i 3. Tako su uočena tri sukcesivna bloka koji su spušteni idući od severa prema jugu prvi za 80—300 m, drugi 400—600 m i treći za 600—800 m što odgovara debljini tercijarnih sedimenata u pomenutim blokovima basena Iverak (sl. 6). Na profilu 1 ovi odnosi imaju različit položaj. Ovo je verovatno prouzrokovano postojanjem poprečnih raseda između profila 1 i 2 (sl. 6). Najverovatnije je da se izvor radioaktivne vode Joševo nalazi na ukrštanju rasednih zona pružanja istok — zapad sa pomenutim poprečnim rasedanjem. O tačnijoj poziciji raseda ne može se govoriti s obzirom da je mreža ispitivanja bila veoma retka.

Geomagnetska ispitivanja nisu indikativna jer je magnetski susceptibilitet granita u domenu ispitivanih profila, reda veličina kao i za sedimente tercijarnog basena Iverak.

Iz prethodno rečenog jasno proizilazi da pri daljem istraživanju urana u rejonu Cer — Iverak treba vršiti ispitivanja primenom kako direktnih radiometrijskih metoda tako i indirektnih kao što su geoelektrične metode i gravimetrija. Ove zadnje posebno su od interesa kad je u pitanju pojas tektonskog kontakta granita i tercijarnih sedimenata i tektoniziranih i alterisanih granita na njihovom južnom obodu pošto se očekuje prisustvo uranskog orudnjenja i u rasednim zonama. Ovo stoga što je strukturno-geološki sklop u području Cer — Iverak skoro identičan kao i u rejonu Bukulja — Belanovica, naročito kad se imaju u vidu tektonski odnosi između granitskih masiva i tercijarnih sedimenata (Višić, 1961, 1971). Kako na Bukulji postoje uranonosne rasedne zone locirane u kontaktnom pojasu granit--tercijarni sedimenti i u južnom delu alterisanih granita, analognu situaciju treba očekivati i u području Cer — Iverak.

Saglasno podacima geoelektričnih ispitivanja, prostor alterisanih i tektoniziranih granita je zapremine nekoliko kilometara kubnih. Ova zapremina je bila nekoliko puta veća kad se uzmu u obzir erodovane količine koje se sada nalaze u tercijarnim sedimentima Iverka. Ako se pođe od toga da graniti Cera imaju sadržaje od 3—5 gr/t a od toga 10—20% luživog, onda proizilazi da se samo od izluženog i redistribuiranog urana mogu očekivati količine urana u sedimentima reda veličine oko 10.000 t. Ovome treba dodati da se ne isključuje i mogućnost prisustva urana endogenog porekla u rasednim zonama što ovom području daje još veći značaj.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
TEKERES
Beli Rekp
BOBIJA
GRABOVAC
MILINA
Kamenica
DEBELI RIT
JEREMICA
Cokešina
SLATINA
LESNICA
BARICA
VELIKO SELO
BRADIĆ
Jadar

OCENA POTENCIJALNOSTI

Saglasno rezultatima svih dosadašnjih geofizičkih ispitivanja, u području Cer — Iverak izvršena je rejonizacija potencijalno perspektivnih terena s obzirom na mogućnost otkrivanja ležišta urana. Pri tome treba imati u vidu da stepen istraženosti celog područja nije na istom nivou. To se pre svega odnosi na nezavršenu poludetaljnu radiometrijsku prospekciju granita Cera i njihovog severoistočnog, severnog i severozapadnog oboda izgrađenog od sedimenata devona do trijasa u kojima ima i terigenih tvorevina, kao i od tercijarnih sedimenata.

U prvu kategoriju po perspektivnosti spadaju tercijarni, terigeni sedimenti centralnog dela planine Iverka južno od granita Cera i reke Lešnice gde debljina facije peščara i konglomerata iznosi nekoliko stotina metara. Najmarkantnije radiometrijske indikacije ukazuju na moguće prisustvo dva osnovna uranonosna horizonta ili se možda radi o jednom koji izdanjuje na suprotnim stranama grebena Iverak (sl. 7). Površina izdvojenog terena je oko 15 km^2. Njegova duža osa se pruža pravcem istok — zapad, paralelno tektonskom kontaktu granita Cera i tercijarnog basena Iverak. Izvan ovog prostora ne treba istraživati uran u sedimentima tercijarnog basena Iverak.

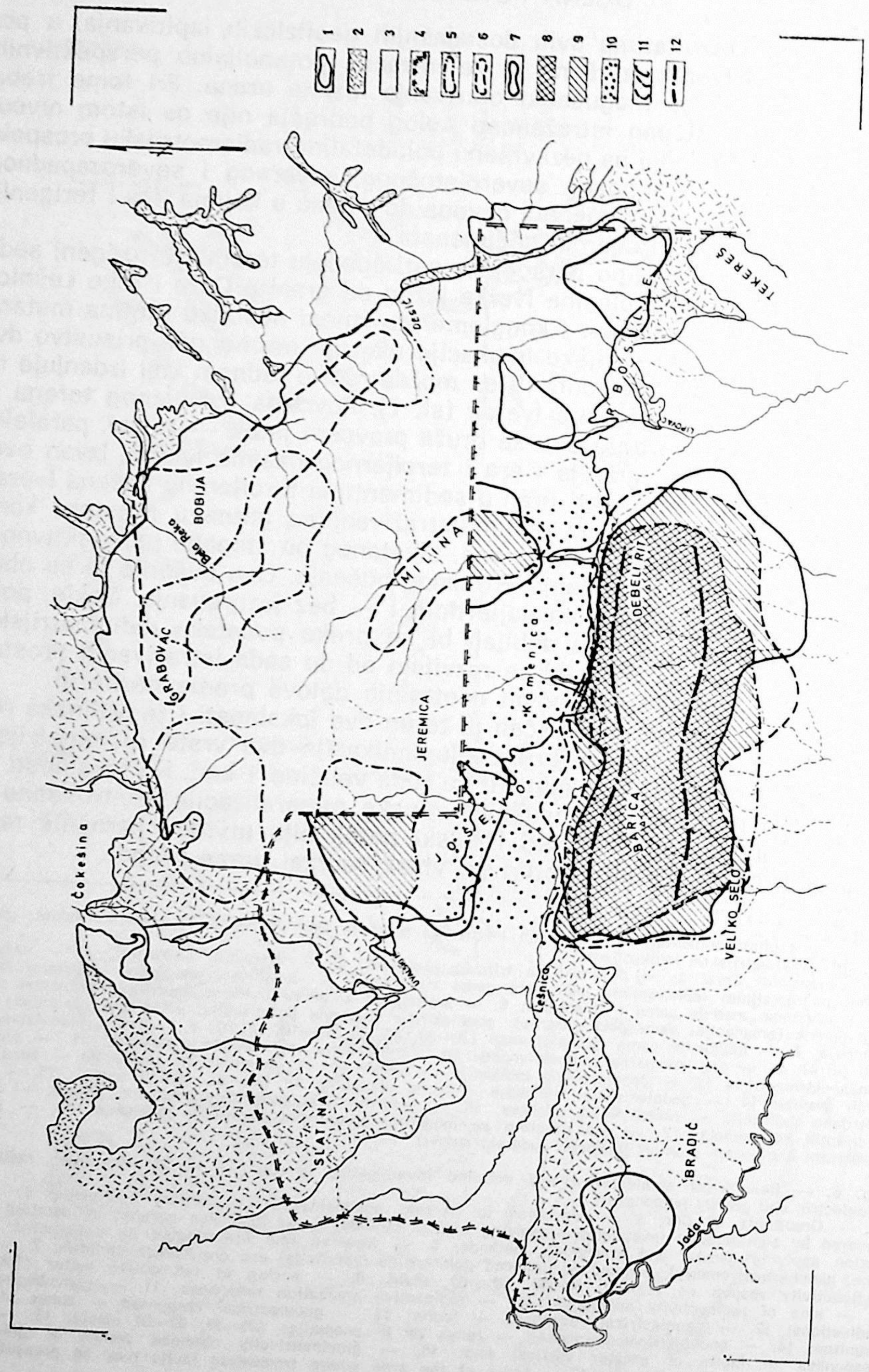
Najracionalniji pristup daljim istraživanjima urana u prostoru kome odgovara naznačena površina terena, svrstanog po stepenu perspektivnosti u prvu kategoriju, je izvođenje istražnog bušenja. Ovo bušenje bi se obavljalo po postupku koji bi bio najjeftiniji i — bez jezgrovanja. Dakle, pokazatelji kvaliteta orudnjenja dobijali bi se preko podataka radiometrijskog karotaža. Istražno bušenje bi se razvijalo od do sada istraživanih prostora perspektivnog terena i njegovih centralnih delova prema periferiji.

U drugu kategoriju uvršćen je teren dve lokalnosti i to Milinska reka i Uvalski potok. Ovde se prekrivaju indikacije dve vrste radiometrijskih ispitivanja. Površine tih lokalnosti su reda veličine 1 km^2. Na lokalnosti Milinska reka utvrđeno je prisustvo uranske mineralizacije kontrolisane rasednom zonom. Na lokalnosti Uvalski potok nije utvrđen uzročnik radiometrijskih indikacija ali je otkriven visok sadržaj urana u vodi.

Sl. 6. — Rezultati poludetaljnih i detaljnih ispitivanja područja Cer — Iverak sa radiometrijskim, geoelektričnim i gravimetrijskim indikacijama:
1 — Granitoidi Cera; 2. — devonski do trijaski sedimenti; 3. — tercijarni sedimenti; 4. — teren prekriven poludetaljnim ispitivanjima primenom gama metode; 5. — lokalnosti prekrivene detaljnim ispitivanjima primenom metode gama i emanacije; 6. — profili duž kojih su izvršena ispitivanja primenom metoda radiometrije (emanacija, gamaspektrometrija), geoelektrike (izazvana polarizacija, električna otpornost) i gravimetrije; 7. — indikacije gama radioaktivnosti (20—30, 30—50, 50—100 uR/h); 8. — izvor radioaktivne vode (700 uR/h); 9. — osa anomalija radioaktivnosti; 10. — indikacije radioaktivne emanacije; 11. — indikacije gamaspektrometrije; 12. — geoelektrične indikacije — rased; 13. — geoelektrične indikacije — zona alterisanih granita; 14. — geoelektrične indikacije — zone anomalija IP (20—30, 30—50 msec); 15. — gravimetrijske indikacije — rasedi većih skokova; 16. — gravimetrijski prognozirane dubine granita — debljine tercijarnih sedimenata; 17. — osa prostora sa mogućim prisustvom poprečnih rasedanja; 18. — detaljno istraživani uranonosni prostori (bušenje, rudarski radovi).

Fig. 6. — Results of semidetailed and detailed investigation of Cer — Iverak area with radiometric, geoelectric and gravity responses:
1. — Granitoids of Cer; 2. — devonian to triassic sediments; 3. — tertiary sediments; 4. — area covered by semidetailed investigation applying gamma method; 5. — localities covered by detailed investigation applying gamma and emanation methods; 6. — traverse line investigated by radiometric (emanation, gammaspectrometry), geoelectric (induced polarization resistivity) and gravimetric methods; 7. — gamma radioactivity respon es (20—30, 30—50, 50—100 uR/h); 8. — spring of radioactive water (700 uR/h); 9. — axis of radioactivity anomalies; 10. — radioactive emanation responses; 11. — gammaspectrometry indications; 12. — geoelectrical responses — faults; 13. — geoelectrical responses — zones of altered granites; 14. — geoelectrical responses — zones of IP anomalies (20—30, 30—50 msec); 15. — gravity responses — faults of greater vertical slip; 16. — gravimetrically obtained depths of granites — thickness of tertiary sediments; 17. — axis of the area where transverse faults may be present; 18. — uraniumbearing areas explored in detail (drilling, underground works).

←


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
TEKERES
BOSUTE
OZEJ
BOBIJA
Bela Reka
GRABOVAC
MILINA
JEREMICA
Kamenica
DEBELI RIT
BARICA
VELIKO SELO
Čokešina
SLATINA
Lešnica
Jadar

Drugoj kategoriji pripada isto tako teren tektonskog kontakta granita i tercijarnih sedimenata u domenu reke Lešnice kao i južni pojas tektoniziranih i alterisanih granita na potezu Joševo — Kamenica — Trbosilje. Dužina ovog pojasa u pravcu istok — zapad je preko 7 km, a njegova širina iznosi 1 do 2 km (sl. 7). Ovaj teren je izdvojen na osnovu geoelektričnih i gravimetrijskih indikacija koje ukazuju na tektonizirane i alterisane granite i na prisustvo sistema raseda. Od radiometrijskih indikacija ovde je konstatovano samo nekoliko emanacionih i gama spektrometrijskih anomalija kao i visoka gama radioaktivnost vode izvora Joševo u kojoj su prisutne visoke koncentracije radona. Osim uzdužnih raseda pružanja istok — zapad, postoje i poprečni rasedi a na njihovom ukrštanju je lociran izvor radioaktivne vode koja najverovatnije potiče iz udaljenijeg prostora u kome se nalazi uranska mineralizacija.

Izdvojene terene druge kategorije treba detaljno ispitivati da bi se otkrile uranonosne rasedne zone kako unutar granita tako i u pojasu njihovog tektonskog kontakta sa sedimentima tercijarnog basena — tektonskog rova Iverak. Da bi se odredio prostorni položaj pojedinih rasednih zona, kao i debljina i priroda njihovog prekrivača, potrebno je izvršiti odgovarajuća geoelektrična ispitivanja u kombinaciji sa gravimetrijom. Koja je od rasednih zona i u kojim svojim delovima uranonosna — ustanoviće se jedino izvođenjem sistematskog ispitivanja po gustoj mreži tačaka kombinovanom primenom gamametrijskog i emanometrijskog sondiranja i alfametrije.

U treću kategoriju svrstani su najmanje istraženi tereni. To su lokalnosti Trbosilje, Milinska reka, Joševo na južnom delu granitskog masiva Cera i Desić, Bela reka i Čokešina na severnom delu granitskog masiva. Ovoj kategoriji pripada i lokalnost Bradić gde se radiometrijske indikacije nalaze u domenu paleozojskih metasedimenata (sl. 7).

Svi navedeni lokaliteti pripadaju terenu koji je na najnižem stepenu istraženosti u području Cer — Iverak. Praktično, za taj teren moglo bi se reći da je ispitan na nivou regionalne faze iako izvedena aeroradiometrijska i automobilska prospekcija nije zahvatila u dovoljnoj meri sedimente paleozoika i tercijara na severozapadnom, severnom i severoistočnom obodu granitskog masiva Cera. Zbog toga je celishodno da se taj teren prekrije nazemnim poludetaljnim gamametrijskim ispitivanjima u razmeri 1:10.000

Sl. 7. — Perspektivni tereni za otkrivanje ležišta urana shodno rezultatima geofizičkih ispitivanja u području Cer — Iverak:
1. — Granitoidi Cera; 2. — devonski do trijaski sedimenti; 3. — tercijarni sedimenti; 4. — teren prekriven poludetaljnim radiometrijskim nazemnim ispitivanjima; 5. — teren izdvojen na osnovu aeroradiometrijskih indikacija; 6. — teren izdvojen na osnovu indikacija automobilske prospekcije; 7. — teren izdvojen na osnovu rezultata nazemnih geofizičkih ispitivanja; 8. — perspektivan teren prve kategorije; 9. — perspektivan teren druge kategorije; 10. — perspektivan teren druge kategorije izdvojen na osnovu geoelektričnih i gravimetrijskih indikacija — prisustvo rasednih zona i alterisanih granita; 11. — perspektivan teren treće kategorije; 12. — osa najmarkantnijih indikacija.

Fig. 7. — Promissing areas for discovery of uranium deposits according to the results of geophysical exploration in Cer — Iverak region:
1. — Granitoids of Cer; 2. — devonian to triassic sediments; 3. — tertiary sediments; 4. — terrain covered by semidetailed ground radiometric investigation; 5. — delineated terrain according to the indications of airborne radiometric prospection 6. — delineated terrain according to the indications of carborne radiometric prospection; 7. — delineated terra in according to the results of ground geophysical exploration; 8. — promissing areas of first order; 9. — promissing areas of second order; 10. — promissing areas of second order delineated according to the geoelectrical and gravimetric responses — presence of fault zones and altered granites; 11. — promissing areas of third order; 12. — axis of the most outstanding responses.

←

sa primenom i gamaspektrometrije u domenu izrazitijih anomalija radioaktivnosti. Na ovaj način izdvojili bi se, ukoliko postoje, uži lokaliteti kao mogući nosioci uranskog orudnjenja od interesa za narednu fazu istraživanja.

Zaključak

Istraživanja urana u području Cer — Iverak su izvođena pre više od dve decenije. Trajala su oko tri godine. U tom periodu izvođena su i geofizička ispitivanja regionalnog, poludetaljnog i detaljnog karaktera primenom radiometrijskih metoda. Provera dobijenih geofizičkih indikacija rezultirala je u otkrivanju niskoprocentnog ležišta urana u tercijarnim sedimentima planine Iverak i pojava mineralizacija urana u granitoidima planine Cer kao i izvora radioaktivne vode u kontaktnom pojasu između tercijarnog basena Iverka i granitskog masiva Cer. Radovi na istraživanju urana u ovom području se obustavljaju 1960. godine.

Naknadni pristup istraživanju urana u području Cer — Iverak otpočinju 1978. godine. Pored ostalih radova izvode se i geofizička ispitivanja koja imaju opitno-metodski karakter. Primenjuje se kompleks metoda duž nekoliko profila koji seku kontaktni pojas između granita Cera i sedimenata Iverka a zaleže znatnim delom u granitski masiv i tercijarni basen. U međuvremenu su izvedena i aeromagnetska ispitivanja u sklopu regionalnog premera SR Srbije.

Na osnovu analize i sinteze svih geofizičkih podataka sagledana je potencijalnost uranonosnosti područja Cer — Iverak. Sa aspekta geofizičkih kriterijuma izvršeno je rejoniranje područja s obzirom na stepen perspektivnosti pojedinih njegovih delova. Shodno vrednovanju geofizičkih indikacija, izdvojene su tri kategorije terena od interesa za detaljna istraživanja. Za svaku od ovih kategorija terena preporučuju se odgovarajuća istraživanja i ispitivanja.

Centralni deo tercijarnog basena Iverak, kome pripada teren površine oko 15 km^2 južno od granitskog masiva Cer, svrstan je po stepenu perspektivnosti u prvu kategoriju. U cilju proširenja i utvrđivanja rudnih rezervi urana, dalja istraživanja ovog prostora treba izvoditi sistematskim bušenjem postupkom koji bi bio najjeftiniji što podrazumeva pre svega bušenje bez jezgrovanja.

Da bi se indicirale uranonosne rasedne zone i odredio njihov prostorni položaj u pojasu južnog dela granita i tektonskog kontakta granitskog masiva Cer i tercijarnog basena Iverak, ovaj teren, svrstan po stepenu perspektivnosti u drugu kategoriju, treba prekriti detaljnim ispitivanjima kombinovanim primenom metoda geoelektrike, gravimetrije i radiometrije.

Trećoj kategoriji pripadaju tereni koji su na najnižem nivou istraživanja. U pitanju su endokontaktni delovi granitskog masiva Cer, a takođe i egzokontaktni pojas u kome se nalaze paleozojski i tercijarni sedimenti van basena Iverak. Ove terene treba prekriti poludetaljnim geofizičkim ispitivanjima primenom radiometrijskih metoda u cilju raščišćavanja dileme — da li ovde ima ili nema značajnijih uranskih mineralizacija koje bi bile od značaja za detaljna istraživanja.

Prihvaćeno 16. VI 1981.

Recenzent dr A. Antonović

LITERATURA

1. Antonović A., 1979: Izveštaj o istraživanju urana na području Cera i Iverka u 1978. godini, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
2. Antonović A., Todorović V., 1961: Geologija i uranonosne pojave planine Iverak, Radovi Geoinstituta, sv. br. 1 — Beograd.
3. Bowie S. H., Cameron J., 1976: Existing and new techniques in uranium exploration, Symposium on exploration of uranium ore deposits — Vienna, Austria.
4. Bruce S. et al, 1976: A case for »other« Geophysical methods in exploration for uranium deposits, Symposium on exploration of uranium ore deposits — Mexico City, Mexico.
5. James E. G., James C. F., 1976: Uranium exploration using the track atch method, Symposium on exploration of uranium ore deposits — Vienna, Austria.
6. Petrović M., 1959: Radiometrijska prospekcija iz vazduha planina Iverka i Cera u 1958. godini, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
7. Petrović M., Višić S., 1969: Rezultati primene aeroradiometrijske metode i sagledavanje njenog daljeg korišćenja u Jugoslaviji, Radovi Geoinstituta, sv. br. 6 — Beograd.
8. Rowntre J. C., Masher D. V., 1976: A case history of the discovery of the Jabiluka uranium deposits, east Alligator river region, northern territory of Australia, Symposium on exploration of uranium ore deposits — Vienna, Austria.
9. Simić V., Pejatović, S., 1958: Izveštaj o istraživanju urana na planini Iverak, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
10. Simić V., 1963: Prilog interpretaciji rezultata aeroradiometrijskih ispitivanja, Radovi Geoinstituta, sv. br. 2 — Beograd.
11. Simić V., 1960: Izveštaj o prospekciji iz vazduha u 1959. godini, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
12. Simić N., 1960: Izbor metode određivanja radioaktivne ravnoteže i proučavanje iste na sedimentima ležišta urana Iverak, I Poljsko-Jugoslovenski simpozijum — Kowary, Poljska.
13. Simić N., Simić V., 1960: Rezultati radiohemijskih ispitivanja nekih proba sa terena Iverak, Vesnik, knj. I — Zavod za geološka i geofizička istraživanja — Beograd.
14. Višić S., Pejatović S., 1959: Izveštaj o istraživanjima urana u oblasti planine Iverak, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
15. Višić S., 1961: Pojave i ležišta urana u oblasti planine Bukulje, Radovi Geoinstituta, sv. br. 1 — Beograd.
16. Višić S., 1971: Uranonosna područja oblasti Šumadije, Radovi Geoinstituta, sv. br. 7 — Beograd.
17. Višić S., Simić V., 1980: Geofizičko-metalogenetska izučavanja uranonosnog rejona Cer — Iverak — Korenita — Jadar, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
18. Vukašinović S., 1974: Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima na terenu SZ Srbije, Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
19. Vukašinović S., 1976: Geološka interpretacija aeromagnetske karte Zapadne Srbije, izrađene na bazi podataka aeromagnetskih ispitivanja 1973., 1974. i 1975., Fond str. dok. Geoinstituta — Beograd.
20. Vukašinović S., 1978: Geostrukturni sklop i rudno-perspektivni tereni Zapadne Srbije kroz podatke aeromagnetskih ispitivanja, Zapisnik srpskog geološkog društva za 1977. godinu — Beograd.

Summary

EVALUATION OF GEOPHYSICAL INDICATIONS IN URANIUM EXPLORATION OF CER — IVERAK AREA

by

Stanislav Višić and Vladan Simić

Key words: geophysics, uranium, sediments, granites

Twenty years ago the uranium exploration in the area Cer — Iverak have been undertaken. During period of three years the regional, semi-detailed and detailed geophysical — radiometric exploration has been applied. As a result of exploratory works undertaken, the low grade uranium occurences in the granitic rocks of Cer as well as the radioactive water well Joševo, have been discovered. During 1960. all activity on the uranium exploration in the area has been stoped. Second period of exploration started in 1978. Besides other geological and geochemical works, the geophysical exploration including intagrated application of radiometric, geoelectric, magnetic and gravity methods have been undertaken. This was done along several profiles located across the contact of granitic rocks and tertiary sediments of Iverak. In the meantime the airborne magnetic survey of the whole area (regional aeromagnetic survey of Serbia) has been completed.

On the basis of the integrated analyses of all available data the uranium potentiality of Cer — Iverak area has been evaluated, and the surfaces, according to the degree of prospectiveness, have been outlined.

According to the evaluation of geophysical results three main parts of the area for detailed exploration have been delineated. For each of those area the coresponding explorations and investigations have been recommended.

The most prospecting part of the area is the central part of tertiary sediments of Iverak, south from granitic rocks of Cer. In order to enlarge and estimate uranium ore reserves in this area, the systematic exploratory drilling without corring followed by gamma logging is suggested.

Second part of interest for finding of uranium mineralization, of the area Cer — Iverak is the southern part of granitic rocks and tectonic zones in it, as well as tectonic contact of granites and tertiary sediments. In this part of the area it would be necessary to undertake detailed integrated investigation applying radiometric, geoelectric and gravimetric geophysical methods.

In the third group of localities belongs the endocontact belt of granitic intrusion of Cer and contact belt of paleozoic and tertiary sediments beyond the Iverak sedimentary basin. All these localities should be covered by semidetalle geophysical exploration apllying radiometric methods in order to clarifie the question — is there any important uranium mineralization or not.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 47—70, god. 1981., Beograd
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 47—70, 1981, Belgrade.

Veljko Omaljev

UDK 553.495 : 519.2 (497.11)
Originalni naučni rad

RASPODELA URANA, TORIJUMA I KALIJUMA U GRANITOIDNOM MASIVU CERA

(sa 6 slika i 10 tabela)

Ključne reči: metalogenija, statistika, radioaktivni elementi, granit, granodiorit, Cer.

Ovaj rad predstavlja nastavak primene nove metodologije statističkih ispitivanja raspodele radioaktivnih elemenata u stenama.

Granitoidni masiv Cera imao je prvobitno granodioritski sastav, koji je kasnije delimično izmenjen procesima alkalne metasomatoze u dvoliskunski granit. Sadržaji radioaktivnih elemenata u prvobitnim granodioritima su izmenjeni u ovom procesu, kao rezultat izmene mineralnog sastava. Graniti su osiromašeni u uranu i torijumu, a obogaćeni u kalijumu. Karakter raspodela ovih radioaktivnih elemenata je takođe izmenjen.

UVOD

U okviru studijskih izučavanja granitoidnog masiva Cera kao potencijalnog izvora urana (V. F i l i p o v i ć, 1980) izvedeno je uzorkovanje ovih stena. Koristeći ove podatke o sadržajima urana, torijuma i kalijuma u granitoidnim stenama Cera izvedeno je statističko ispitivanje raspodele radioaktivnih elemenata, primenom originalne metodologije autora (V. O m a l j e v, 1978a, 1978b).

U ranijem periodu je bilo studijskih ispitivanja granitoida Cera sa aspekta uranonosnosti (S. P a v l o v i ć, 1963), ali ova izučavanja nikad nisu bila završena. Nismo bili u mogućnosti da se služimo podacima sakupljenim u okviru ovih studijskih ispitivanja.

Radiometrijske analize urana, torijuma i kalijuma su izrađene u Radiometrijskoj laboratoriji Geoinstituta u Beogradu, od strane Ružice Nedimović.

Populacije izučavanih elemenata u granitoidnim stenama Cera su predstavljene statističkim uzorcima pojedinih vrsta stena, kao i kolektivnim statističkim uzorkom koji predstavlja celu masu cerskog plutona. Srednji sadržaji urana, torijuma i kalijuma ovih statističkih uzoraka upoređivani su sa klarkom zemljine kore ili njenim geosferama, odnosno sa klarkom odgovarajućih magmatskih stena. Procesi primarne diferencijacije materije zemljine kore doveli su do akumulacije ovih radioaktivnih elemenata u kiselim magmatskim stenama, odnosno u granitnoj geosferi kontinentalne kore.

Nedovoljan broj podataka onemogućio je statistička ispitivanja raspodele ovih elemenata u pojedinim diferencijatima granita i granodiorita, tako da se cela masa granita i granodiorita posmatra kao jedinstvena. Autor je ranije definisao (V. O m al j e v, 1978b) minimalni broj podataka u statističkom uzorku od 200, a po ovom kriterijumu ni jedan statistički uzorak ne zadovoljava. U praksi je vrlo čest slučaj malog broja podataka, tako da smatramo 50 podataka kao uslovno minimalan broj, pri kojem se mogu vršiti statistička ispitivanja. Ovaj uslov zadovoljavaju svi uzorci st.

Statistička ispitivanja raspodele urana, torijuma i kalijuma paralelno izvodimo u linearnim i logaritamskim statističkim razmerama. Napomi-njemo da pojam statističke razmere (V. O m a l j e v, 1978b) nema nikakve veze sa pojmom grafičke razmere u kojoj su histogrami nacrtani. Statistička razmera određuje veličinu jedne klase (u linearnim odnosima), odnosno broj klasa svake logaritamske dekade.

Intruzija granitoidne magme datirana je kao donje permska (I. F i l i p o v i ć, 1973; S. M o j s i l o v i ć, 1977) na osnovu geoloških kriterijuma. To su prvobitno bile stene granodioritskog sastava (S. D i v l j a n, i dr., 1978), koje su utisnute u paleozojski kompleks sedimentnih stena. Kasnije dolazi do intenzivnih procesa alkalne metasomatoze koje dovode do promena, stvaraju se dvoliskunski graniti, nekad sa porfiroblastima muskovita. Geohronološko datiranje Rb-Sr metodom (Geoinstitut) i K-Ar metodom (SAD) dobijena je starost biotita od 17 do 18 miliona godina, što odgovara donjem miocenu. To je verovatno vreme procesa alkalne metasomatoze, tj. vreme stvaranja granita na račun granodiorita.

STATISTIČKI UZORCI GRANITOIDA CERA

Statistički uzorci koji predstavljaju populacije radioaktivnih elemenata formirani su po petrološko-geološkom kriterijumu.

Od svih informacija-proba formiran je kolektivni (zajednički) statistički uzorak od 168 podataka, koji predstavlja populacije radioaktivnih elemenata u celoj masi cerskog plutona.

Cerski granitoidni masiv izgrađuju (u velikim masama) dve vrste stena: granodioriti i graniti. Od informacija-proba uzetih u ovim vrstama granitoidnih stena formirani su parcijalni statistički uzorci, i to:

— Granodiorit, statistički uzorak od 104 podataka

— Granit, statistički uzorak od 64 podataka

Srednji sadržaji radioaktivnih elemenata u formiranim statističkim uzorcima dati su u tabeli 1.

Tabela 1 — Struktura statističkih uzoraka sa srednjim sadržajima ispitivanih elemenata

Statistički uzorak	N	U ppm	Th ppm	Th/U	K %
Granit	64	4,04	11,51	2,85	3,94
— granit c.s.	50	4,13	11,26	2,73	3,96
— granit c.s. sa porfiroblastima muskovita	14	3,69	12,40	3,36	3,88
Granodiorit	104	4,73	14,02	2,96	2,83
Cerski pluton	168	4,46	13,06	2,93	3,26

Sadržaji urana i torijuma su najviši u granodioritima, a opadaju u granitima zavisno od stepena napredovanja alkalno-metasomatskih promena. Ponašanje kalijuma je suprotno, njegovi sadržaji rastu u granitima za oko 1%, što je bitna karakteristika alkalne metasomatoze.

Srednji sadržaji urana su uvek iznad klarka za zemljinu koru i kisele magmatske stene (po A. P. V i n o g r a d o v u, 1962), a u granodioritu se nalaze na nivou klarka za granite (po S. R. T a y l o r u, 1964). Srednji sadržaji torijuma u cerskom plutonu su na nivou klarka za zemljinu koru (13 ppm); u granodioritu su nešto viši, a u granitima su nešto niži od pomenutog klarka. Granitoidi Cera su osiromašeni u torijumu što otkriva odnos Th/U koji je neuobičajeno nizak s obzirom da se radi o magmatskim stenama (sem jednog izuzetka uvek je manji od 3).

Srednji sadržaji kalijuma u cerskom plutonu se nalaze na nivou klarka za kisele magmatske stene (3,34%); u granodioritu su znatno niži (tabela 1), dok su u granitu znatno viši od pomenutog klarka. U procesu alkalne metasomatoze dolazi do znatnog priliva kalijuma, tako da su graniti veoma obogaćeni, iznad klarka za granite (po T a y l o r u, 1964 — 3,34% K).

Redosled statističkih ispitivanja raspodele urana, torijuma i kalijuma u ovim statističkim uzorcima je: 1) granit, 2) granodiorit, 3) granitoidni pluton Cera. Redosled ispitivanja počinjemo od najkiselijeg parcijalnog predstavnika, a završavamo sa kolektivnim predstavnikom cele mase granitoidnog plutona Cera.

Osnovni podaci o geološkim promenljivim komponentama

Informacije (probe) o koncentracijama izučavanih elemenata predstavljaju trokomponentne sisteme (V. O m a l j e v, 1980b). U jediničnoj količini (masi) materijala probe (q), koju kraće zovemo **orudnjenje st.,** nalaze se jedinične koncentracije urana (x), torijuma (y) i kalijuma (z). Koncentracije svakog elementa ponašaju se kao geološke nezavisne promenljive (V. O m a l j e v, 1978b), po kojima se menjaju geološke zavisne promenljive na sledeći način:

f(x) — Raspodela orudnjenja st. po uranu.
$f_x(x)$ — Raspodela urana po uranu.
$f_y(x)$ — Raspodela torijuma po uranu.
$f_z(x)$ — Raspodela kalijuma po uranu.
f(y) — Raspodela orudnjenja st. po torijumu.
$f_y(y)$ — Raspodela torijuma po torijumu.
$f_x(y)$ — Raspodela urana po torijumu.
$f_z(y)$ — Raspodela kalijuma po torijumu.
f(z) — Paspodela orudnjenja st. po kalijumu.
$f_z(z)$ — Raspodela kalijuma po kalijumu.
$f_x(z)$ — Raspodela urana po kalijumu.
$f_y(z)$ — Raspodela torijuma po kalijumu.

Raspodelu relativnih frekvencija ovih funkcija po bilo kojoj geološkoj nezavisnoj promenljivoj dajemo dvojnim histogramom (O m a l j e v a), jednokomponentnim i trokomponentnim. Intenziteti funkcija f(x), f(y) i f(z), koji predstavljaju raspodelu orudnjenja st., su dati stubovima, a intenziteti

funkcija f_x, f_y i f_z su dati stubićima unutar stubova, na dvojnim histogramima. Manja širina stubića (koja predstavlja elemente) na dvojnim histogramima je samo grafičko rešenje (zbog preglednosti histograma), a interval stubića takođe zahvata celu širinu klase, po apscisi. Stubići su šrafirani, na jednokomponentnim dvojnim histogramima su uvek ispunjeni, a na trokomponentnim histogramima su različito šrafirani; svaki element ima svoju šrafuru.

Za svaki statistički uzorak konstruisana su po tri dvojna histograma, po svakoj geološkoj nezavisnoj promenljivoj. Za jednokomponentne dvojne histograme izvršeno je grupisanje po elementima, dok su trokomponentni dvojni histogrami grupisani po statističkim uzorcima.

Tip raspodele svakog elementa, koji igra ulogu nezavisne promenljive, određen je parametrima raspodele po jednom od tri zakona koje je autor ranije definisao (V. O m a l j e v, 1978b). Numeričke vrednosti parametara raspodele predstavljaju glavne tačke dvojnih histograma, a to su: medijana (M) ili medijana orudnjenja st., srednji aritmetički sadržaj elementa ($\bar{x}$ $\bar{y}$ i $\bar{z}$) i medijana elementa (Mx, My i Mz). Parametri raspodele dati su numerički i grafički na svakom dvojnom histogramu (sl. od 1 do 6).

RASPODELA URANA, TORIJUMA I KALIJUMA

Raspodela urana, torijuma i kalijuma u granitoidnim stenama cerskog plutona je predstavljena populacijama statističkih uzoraka, formiranim u zavisnosti od mineralnog sastava i geneze. Osnovne populacije ovih radioaktivnih elemenata, koje se nalaze u ovim granitoidnim stenama, su nepoznate. Uzorkovanjem mase granitoida na površini terena dobijene su informacije o koncentracijama izučavanih elemenata u tačkama oprobavanja. Sve informacije-probe iz određene vrste granitoidnih stena Cera predstavljaju skup ili populaciju u okviru statističkog uzorka.

Granitoidni masiv Cera je izgrađen od dvoliskunskih granita i biotit-hornblenda granodiorita, a po ovim vrstama granitoidnih stena formirani su parcijalni statistički uzorci.

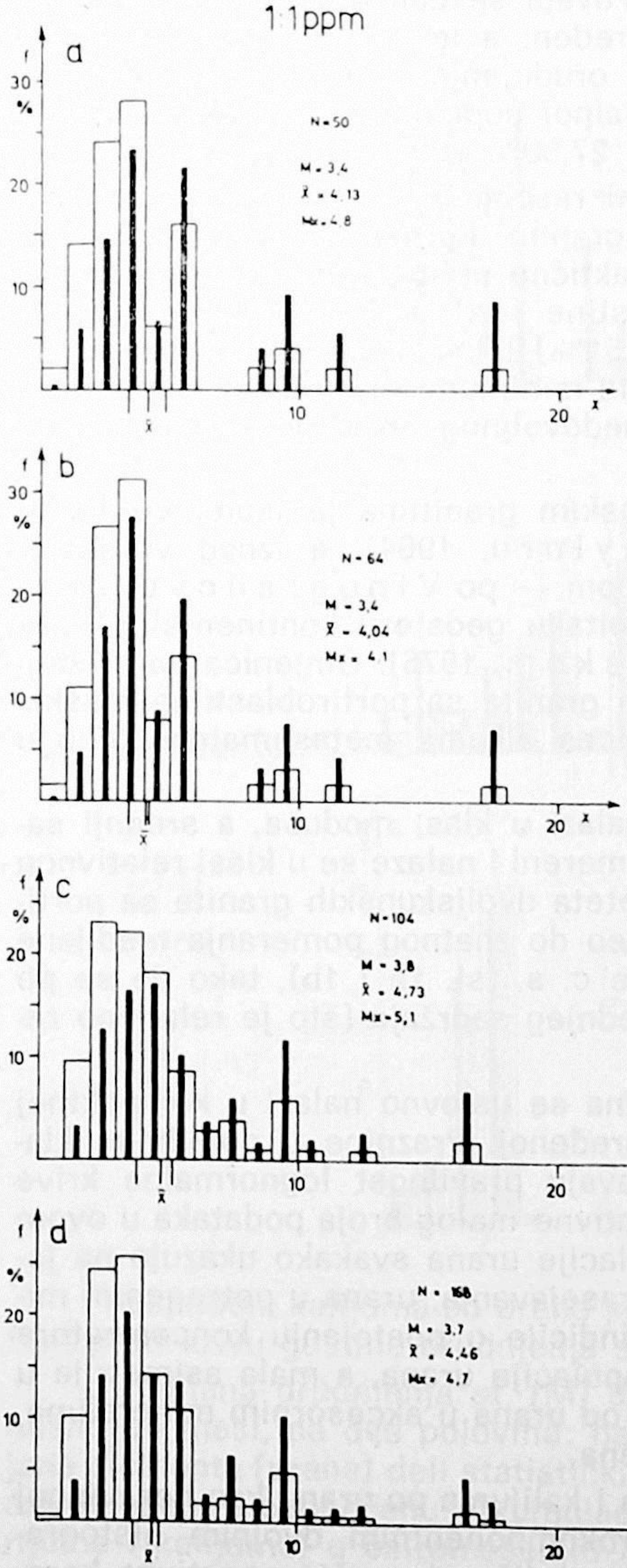
Granit

Dvoliskunski graniti Cera su produkat alkalno-metasomatskih promena pojedinih delova granodiorita. Razvijeni su pretežno u obliku nepravilnih masa na severozapadnom i južnom delu cerskog plutona. U okviru ovih dvoliskunskih granita izdvojen je varijetet dvoliskunskog granita sa porfiroblastima muskovita (S. M o j s i l o v i ć, i dr., 1977). Ove promene su geohronološki datirane u vreme donjeg miocena i pripadaju tektono-magmatskoj aktivizaciji vezane za završnu etapu savske faze alpijske orogeneze.

U procesu alkalne metasomatoze razaraju se mnogi minerali i stvaraju novi (S. D i v l j a n, i dr., 1978), biotit zamenjuje hornblendu, stvaraju se muskovit i K-feldspat zbog priliva kalijuma. Od naročitog je značaja smanjenje sadržaja akcesornih minerala od 2,09% zapreminskih u granodioritu na 1,20% u biotitisanom tipu stene do 0,37% u dvoliskunskim granitima (bez novih akcesornih minerala, kao što su turmalin i granat). U dvoliskunskom granitu naglo pada sadržaj alanita.

Raspodela radioaktivnih elemenata je predstavljena statističkim uzorkom od 64 informacije, što čini 38,1% od broja podataka kolektivnog statističkog uzorka cerskih granitoida.

U dvoliskunskim granitima uzeto je 50 podataka, što čini 78,12% a u dvoliskunskim granitima sa porfiroblastima muskovita uzeto je svega 14 proba (21,88%). Takođe je svojevremeno formiran statistički uzorak dvoliskunskih granita (50 informacija), ali zbog ograničenog prostora raspo-



Sl. 1 — Dvojni histogrami raspodele urana, u linearnim statističkim razmerama.
a) granit c.s., b) granit, c) granodiorit, d) cerski pluton.

Fig. 1 — The dual histograms of uranium distribution, in the linear statistical scale.
a) granite c.s., b) granite, c) granodiorite, d) plutonite of Cer.

dela izučavanih elemenata u njemu nije prikazana o ovom radu. U tekstu će povremeno biti osvrta na dvoliskunske granite c. s., jer u linearnim statističkim razmerama su prikazani histogrami ovog statističkog uzorka.

Raspodela urana u granitima je levoasimetrična, tj. logaritamska po 2. zakonu (V. Omaljev, 1978b). Parametri raspodele su $M = 3{,}4 < \bar{x} = 4{,}04 < Mx = 4{,}1$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,9 do 17,9 ppm urana, nasleđenom iz granita c.s.

Po formi raspodele u linearnim odnosima (sl. 1) nema razlike između granita i granita c.s. (sl. 1a i sl. 1b). Izdvaja se deo parcijalne populacije urana koji je približno normalno raspoređen, a levu asimetriju raspodele izazivaju bogatije probe. Glavni modusi orudnjenja st. i urana se nalaze u 4. klasi i pripadadju dominantnoj parcijalnoj populaciji. Intenziteti modusa su: za orudnjenje st. 31,25% i za uran 27,60% relativnih frekvencija.

Takođe nema bitne razlike u formi raspodele u logaritamskim odnosima između dva statistička uzorka iz granita. Forma raspodele krive gustine f(x) je približno lognormalna i praktično unimodalna, sa modusom u 6. klasi I log dekade (sl. 2). Kriva gustine $f_x(x)$ je bimodalna, sa modusima u 6. klasi (19,36%) i 8. klasi (19,51%) I log dekade. Karakteristično je da u nekim klasama se nalaze relativni minimumi ili su klase uopšte bez podataka, što je verovatno posledica nedovoljnog broja podataka u ovom statističkom uzorku.

Srednji sadržaj urana u dvoliskunskim granitima je ispod vrednosti klarka za granite (4,8 ppm — po Tayloru, 1964), a iznad vrednosti klarka za kisele magmatske stene (3,5 ppm — po Vinogradovu, 1962), a znatno iznad vrednosti klarka za granitsku geosferu kontinentalne kore (2,7 ppm — po Ronovu i Jarošev skom, 1976). Činjenica da srednji sadržaj urana u varijetetu dvoliskunskih granita sa porfiroblastima muskovita opada, navodi na zaključak da proces alkalne metasomatoze teče u pravcu osiromašenja granita u uranu.

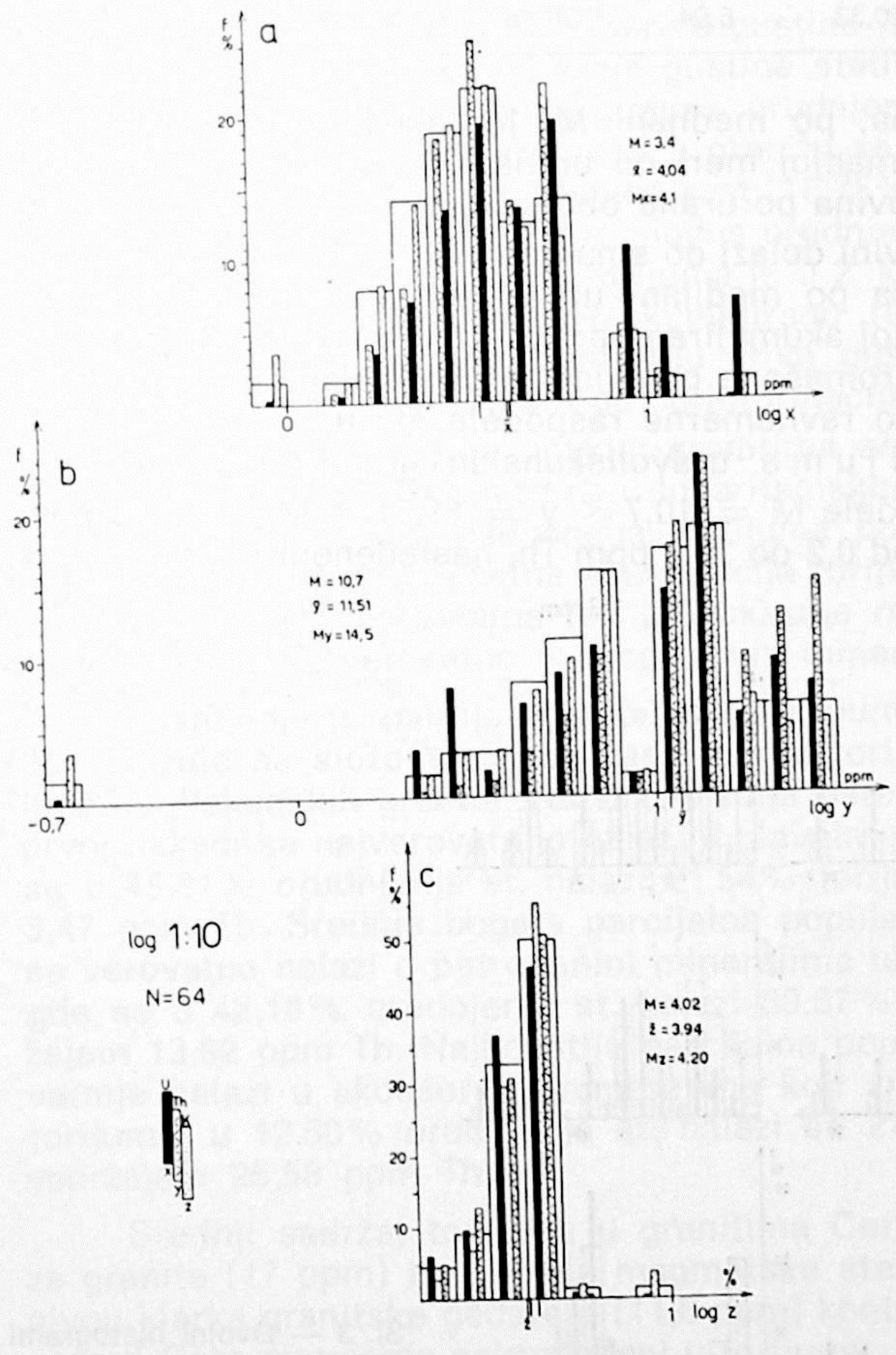
Medijana orudnjenja st. (M) se nalazi u klasi modusa, a srednji sadržaj i medijana urana (Mx) su desno pomereni i nalaze se u klasi relativnog minimuma. Osiromašenje u uranu varijeteta dvoliskunskih granita sa porfiroblastima muskovita (tabela 1) je doveo do znatnog pomeranja medijane urana (Mx) u levo, u odnosu na granite c. s. (sl. 1a i 1b), tako da se po vrednosti veoma približila vrednosti srednjeg sadržaja (što je relativno redak slučaj).

Sav uran u dvoliskunskim granitima se uslovno nalazi u kompaktnoj populaciji, približno lognormalno raspoređenoj. Praznine u pojedinim klasama histograma (sl. 2a), koje narušavaju pravilnost lognormalne krive gustine f(x), su verovatno posledica relativno malog broja podataka u ovom statističkom uzorku. Kompaktnost populacije urana svakako ukazuje na jedinstveni proces akumulacije, odnosno rasejavanja, urana u petrogenim mineralima dvoliskunskih granita. Nema indicije o postojanju koncentratora urana koji bi dali bogatije parcijalne populacije urana, a mala asimetrija u logaritamskim odnosima svakako dolazi od urana u akcesornim mineralima, ali nije izražena posebna populacija urana.

Međuzavisnosti raspodele torijuma i kalijuma po uranu kao nezavisnoj geološkoj promenljivoj je prikazana trokomponentnim dvojnim histogramima, u logaritamskim odnosima. Karakteristična je opšta negativna kore-

lativna zavisnost zavisnih promenljivih (torijuma i kalijuma) od nezavisne promenljive (urana).

Zavisnost raspodele torijuma po uranu je relativno složena. Ispoljena je akumulacija torijuma u oblasti maksimuma urana, naročito u klasama modusa urana (sl. 2a). Na levoj strani histograma, u oblasti nižih koncentracija urana, torijum je u malom suvišku u odnosu na uran. Na desnoj strani histograma, u oblasti viših koncentracija urana ispoljen je znatan nedostatak torijuma u odnosu na uran.



Sl. 2 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele urana, torijuma i kalijuma u granitu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po torijumu (log y)
c) raspodela po kalijumu (log z)

Fig. 2 — Three-component dual histograms of uranium, thorium and potassium distribution in the granite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based to thorium (log y)
c) distribution based on potassium (log z)

Raspodela kalijuma po uranu je približno ravnomerna, jer kriva gustine $f_z(x)$ prati krivu gustinu orudnjenja st. f(x), oscilacije su malo izražene.

Medijana orudnjenja st. (M) deli statistički uzorak po volumenu, odnosno po masi, na dve polovine: osiromašeni i obogaćeni. Isto tako medijana elementa (urana) deli statistički uzorak po broju atoma na dve polovine: osiromašenu i obogaćenu. Akumulacije zavisno promenljivih elemenata (torijuma i kalijuma) u osiromašenim i obogaćenim polovinama po nezavisno promenljivom elementu (uranu) dajemo u tabeli 2.

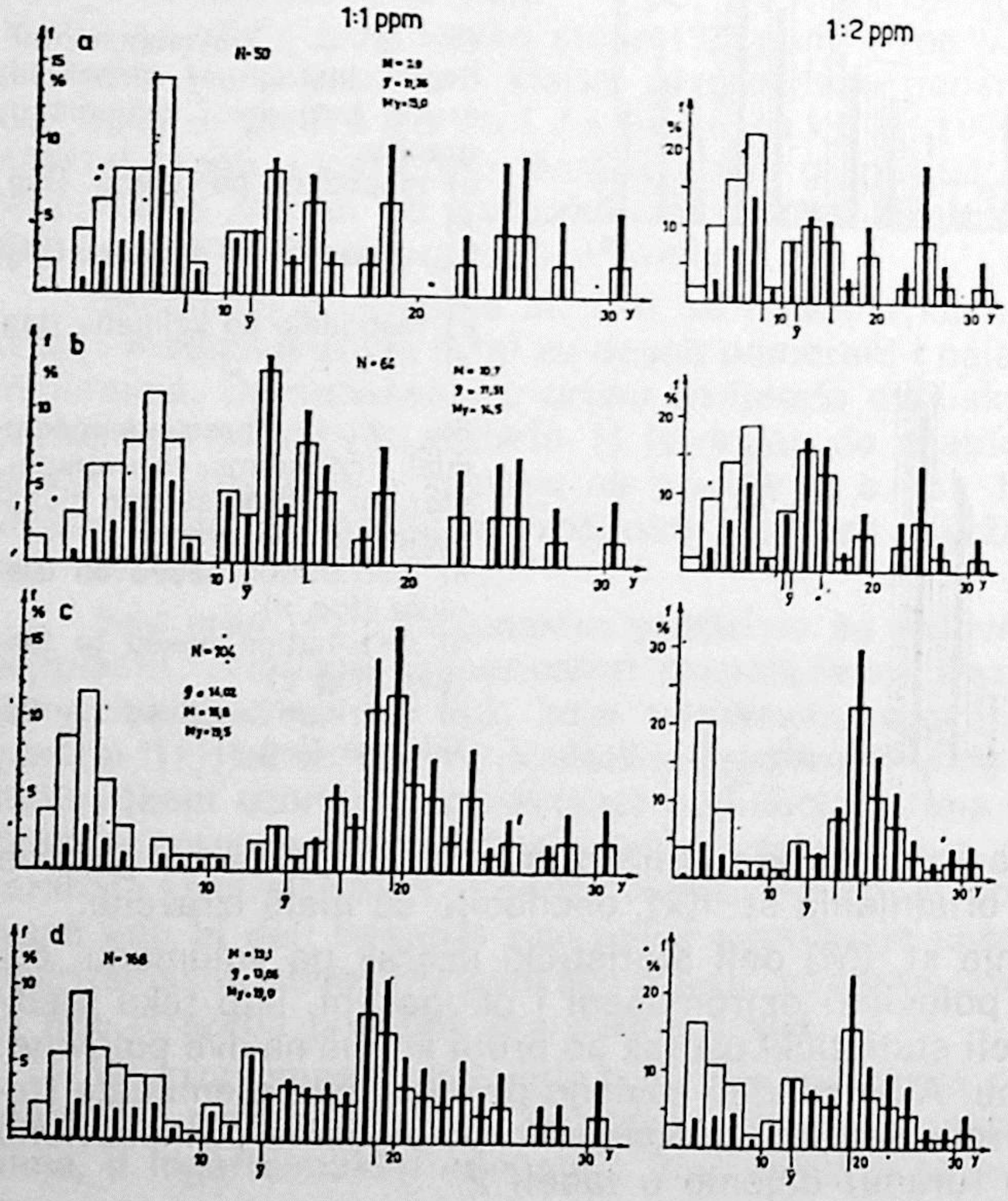
Tabela 2 — Podela statističkog uzorka granit

Podela	f(x) %	$f_x(x)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_y(x)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_z(x)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	30,86	2,49	37,05	8,53	53,21	4,20
obogaćeno	50,00	69,14	5,58	62,95	14,49	46,79	3,69
			po medijani Mx				
osiromašeno	70,31	49,67	2,85	61,85	10,12	73,53	4,12
obogaćeno	29,69	50,33	6,84	38,15	14,78	26,47	3,52

Osiromašena polovina, po medijani M, je takođe osiromašena i u torijumu (tabela 2), alį u manjoj meri od urana. Obrnuta je situacija kod kalijuma, osiromašena polovina po uranu obogaćena je u kalijumu u tolikoj meri da u obogaćenoj polovini dolazi do smanjenja srednjeg sadržaja (z).

Osiromašena polovina po medijani urana Mx je relativno osiromašena u torijumu, jer je u njoj akumulirano preko 61% torijuma. Stepen obogaćenja kalijumom ove osiromašene polovine je minimalan, što je svakako posledica njegove relativno ravnomerne raspodele, po uranu.

Raspodela torijuma u dvoliskunskim granitima je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 10{,}7 < \bar{y} = 11{,}51 < My = 14{,}5$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,2 do 30,9 ppm Th, nasleđenom iz granita c. s.



Sl. 3 — Dvojni histogrami raspodele torijuma.
a) granit c.s., b) granit, c) granodiorit, d) cerski pluton

Fig. 3 — The dual histograms of thorium distribution.
a) granite c.s., b) granite, c) granodiorite, d) plutonite of Cer.

Kriva gustine f(y) u linearnim odnosima (sl. 3b) je multimodalna. Izdvajaju se tri parcijalne populacije torijuma. Glavni modusi se nalaze u 13. klasi histograma statističke razmere 1 : 1 ppm, sa intenzitetima: za orudnjenje st. 12,50% i za torijum 13,46% relativnih frekvencija. Glavni modus orudnjenja st. u granitu c. s. se nalazi u 7. klasi (sl. 3a), u najsiromašnijoj parcijalnoj populaciji.

Forma krive gustine f(y) u logaritamskim odnosima (sl. 2b) je približno lognormalna, ako zanemarimo izrazitu prazninu u 10. klasi I log dekade. Najsiromašnija proba je usamljena na levoj strani histograma i ne pripada ovoj populaciji. Kod ove krive gustine je izražena desna logaritamska asimetrija, za razliku od krive gustine statističkog uzorka granita c. s. (od 50 podataka) gde je kriva gustine orudnjenja st. približno simetrična. Glavni modusi populacije torijuma u granitu se nalaze u 2. klasi II log dekade, sa intenzitetima: za orudnjenje st. 18,75% i za torijum 23,38% relativnih frekvencija. U granitu c. s. modus orudnjenja st. se nalazi u 9. klasi I log dekade (18,00%), a modus torijuma je u 2. klasi II log dekade (15,26%). Međutim, u poslednjoj klasi je akumulirano 19,55% torijuma, što izaziva izvesno levu logaritamsku asimetriju krive gustine $f_Y(y)$, ali zbog ograničenog prostora ovaj histogram od 50 informacija nije prikazan.

Sav torijum u dvoliskunskim granitima se nalazi u kompaktnoj i unimodalnoj populaciji, posmatrano u logaritamskim odnosima. To je posledica akumulacije, odnosno rasejavanja, torijuma po petrogenim mineralima u jedinstvenom procesu. Znatna akumulacija torijuma u najbogatijim klasama na desnoj strani histograma (sl. 2b) ukazuje na znatno prisustvo koncentratora torijuma, verovatno u akcesornim mineralima.

Postojanje tri parcijalne populacije torijuma u linearnim odnosima (sl. 3b) ukazuje na složene uslove rasejavanja torijuma u petrogenim mineralima dvoliskunskih granita. Najsiromašnija parcijalna populacija torijuma u prvoj dekadi se najverovatnije nalazi u glavnim petrogenim mineralima, gde se u 45,31% orudnjenja st. nalazi 21,54% torijuma sa srednjim sadržajem 5,47 ppm Th. Srednje bogata parcijalna populacija torijuma druge dekade se verovatno nalazi u petrogenim mineralima uključujući i neke akcesorije, gde se u 42,18% orudnjenja st. nalazi 50,67% torijuma sa srednjim sadržajem 13,82 ppm Th. Najbogatija parcijalna populacija torijuma se najverovatnije nalazi u akcesornim mineralima koji se ponašaju kao koncetratori torijuma, u 12,50% orudnjenja st. nalazi se 27,79% torijuma sa srednjim sadržajem 25,58 ppm Th.

Srednji sadržaj torijuma u granitima Cera je ispod vrednosti klarka za granite (17 ppm) i za kisele magmatske stene (18 ppm), a nalazi se na nivou klarka granitske geosfere (11,6 ppm) kontinentalne kore. Dvoliskunski graniti Cera su veoma osiromašeni u torijumu.

Zastupljena je relativno visoka korelativna zavisnost raspodele urana po torijumu, koja je negativnog znaka. Uran se relativno najviše akumulira na najnižim koncentracijama torijuma, u I log dekadi uran je uvek u suvišku u odnosu na torijum. U II log dekadi (sl. 2b) situacija je složenija, izražen je nedostatak urana u odnosu na torijum sa izuzetkom klase modusa.

Raspodela kalijuma po torijumu je takođe ravnomerna, slična kao i u prethodnom slučaju. Karakteristično je da najbogatija proba sa kalijumom

dolazi u najsiromašniju probu sa torijumom u 7. klasi I negativne log dekade (sl. 2b). Najbogatije probe na desnoj strani histograma su relativno osiromašene u kalijumu.

Tabela 3 — Podela statističkog uzorka granit

Podela	f(y) %	$f_y(y)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_x(y)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_z(y)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	25,76	5,93	42,78	3,45	50,72	4,00
obogaćeno	50,00	74,24	17,08	57,22	4,62	49,28	3,89
			po medijani My				
osiromašeno	73,44	50,05	7,84	65,70	3,61	58,45	3,14
obogaćeno	26,56	49,95	21,64	34,30	5,21	41,55	6,17

U osiromašenoj polovini po medijani orudnjenja st. (M) nalazi se relativno velika akumulacija urana (preko 42%), tako da je obogaćena polovina u torijumu minimalno obogaćena i u uranu. Raspodela kalijuma na ove dve polovine je približno jednaka, ali nešto je veća masa kalijuma u osiromašenoj polovini (tabela 3).

Podelom statističkog uzorka medijanom torijuma My postignuto je relativno malo obogaćenje i u uranu i kalijumu obogaćenih polovina. Zavisnost raspodele kalijuma po torijumu je značajno veća od zavisnosti u odnosu na uran (tabele 2 i 3).

Raspodela kalijuma u dvoliskunskim granitima je desnoasimetrična, po 3. zakonu (V. Omaljev, 1978b). Parametri raspodele su: $\bar{z} = 3{,}94 < M = 4{,}02 < Mz = 4{,}20\%$, na varijacionom intervalu od 2,30 do 9,01% K (predposlednja proba ima 5,28%), nasleđenim iz granita c. s.

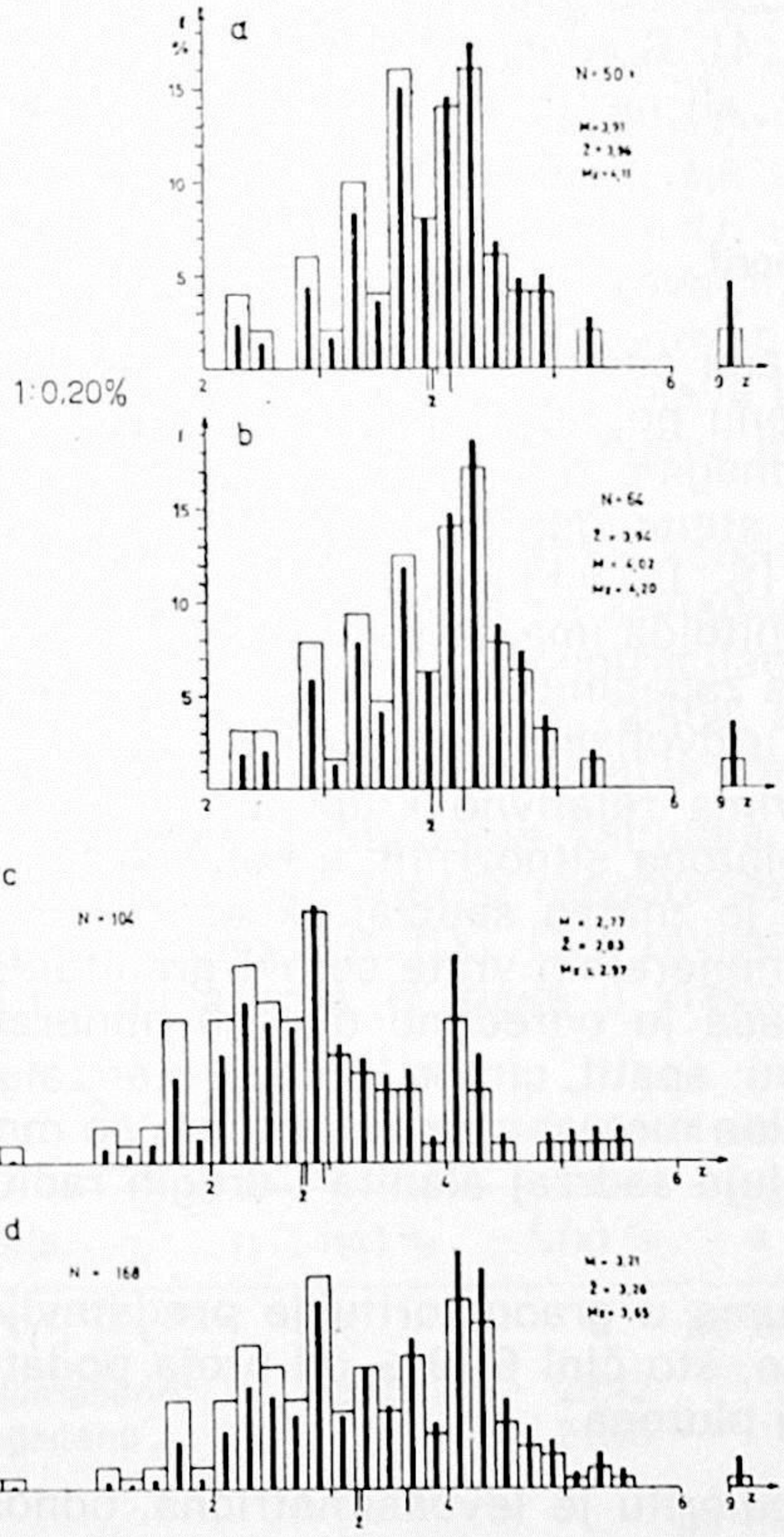
Forma krive gustine orudnjenja st. f(z) u linearnim odnosima (sl. 4b) je unimodalna približno simetrična. Relativno mala desna asimetrija je povećana postojanjem ekstremno bogate probe, koja ne pripada ovoj populaciji. Interesantno je da je raspodela kalijuma u granitima c. s. (sl. 4a) bimodalna, a izostanak levog modusa orudnjenja st. u granitima dolazi do pojave male desne asimetrije.

Forma krive gustine orudnjenja st. u logaritamskim odnosima je jasno logaritamski desno asimetrična. To je posledica nepogodnosti logaritamskih odnosa na apscisi za prikazivanje desnoasimetričnih raspodela. Do sada nije pronađen način grafičkog prikazivanja desnoasimetričnih raspodela jer nije poznata kriva po kojoj bi se ova raspodela mogla prikazati (V. Omaljev, 1978b).

Srednji sadržaj kalijuma u dvoliskunskim granitima se nalazi iznad vrednosti klarka za granite (3,34%), odnosno za kisele magmatske stene (3,34%), a znatno iznad vrednosti klarka za granitsku geosferu (2,40%). Ove stene su obogaćene kalijumom.

Praktično sav kalijum u dvoliskunskim granitima se nalazi u kompaktnoj populaciji. To je svakako posledica akumulacije, odnosno rasejavanja kalijuma po približno normalnom zakonu. Najbogatije probe indiciraju

ekstremne akumulacije kalijuma, ali one nemaju karakter parcijalne populacije. Ovakva kompaktnost populacije kalijuma može se tumačiti postankom kalijevih minerala u jednoj fazi nastanka. Najverovatnije su procesi alkalne metasomatoze razorili ranije kalijeve minerale stvarajući nove, tako da sada postoji samo jedna populacija kalijuma nastala u procesu alkalne metasomatoze. Tada se stvaraju koncentratori kalijuma (K-feldspati i muskovit sa biotitom), a desnoasimetrična raspodela kalijuma ukazuje na postojanje malo intenzivnih koncentratora kalijuma u granitu.



Sl. 4 — Dvojni histogrami raspodele kalijuma.
a) granit c.s., b) granit, c) granodiorit, d) cerski pluton.

Fig. 4 — The dual histograms of potassium distribution.
a) granite c.s., b) granite, c) granodiorite, d) plutonite of Cer.

Raspodela zavisno promenljivih elemenata urana i torijuma po kalijumu je složena, ali je logaritamska forma histograma nepogodna za ova izučavanja.

Tabela 4 — Podela statističkog uzorka granit

Podela	f(z) %	$f_z(z)$ %	$\bar{z}$ %	$f_x(z)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_y(z)$ %	$\bar{y}$ ppm
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	42,40	3,34	54,74	4,42	50,45	11,61
obogaćeno	50,00	57,60	4,54	45,26	3,65	49,55	11,40
			po medijani Mz				
osiromašeno	57,81	50,59	3,45	61,09	4,26	55,51	11,05
obogaćeno	42,19	49,41	4,62	38,91	3,72	44,49	12,13

Polarizacija na osiromašenu i obogaćenu polovinu po kalijumu je minimalna, što je svakako posledica uopšte ravnomerne raspodele kalijuma u prostoru. To je svakako posledica prisustva kalijuma u glavnim petrogenim mineralima dvoliskunskih granita, a raspored kalijevih minerala je približno ravnomeran u prostoru. Sa tim je u vezi i približno simetrična raspodela kalijuma.

Kao posledica negativne korelativne zavisnosti urana i torijuma po kalijumu dolazi do akumulacije ovih elemenata u osiromašenim polovinama. Stepen akumulacije je znatan, tako da dolazi do pojave osiromašenja u uranu i torijumu obogaćenih polovina (tabela 4). Stepen ove polarizacije je nešto veći pri podeli medijanom kalijuma Mz, ali ne u tolikoj meri kao u ranijim slučajevima.

Granodiorit

Granodioriti izgrađuju osnovnu masu cerskog plutona, a istovremeno predstavljaju intruzivnu magmatsku stenu postalu kristalizacijom magmatskog rastopa. Intruzija granodioritske magme datirana je u vreme donjeg perma. Osnovna masa ove intruzivne stene određena je kao biotit-hornblenda kvarc-monconit — granodiorit (S. D i v l j a n, i dr., 1978). Na današnjem erozionom nivou ova vrsta granitoida ima najveće rasprostranjenje na istočnoj polovini cerskog plutona. Na zapadnoj polovini znatne mase granodiorita su metasomatski promenjeni u dvoliskunske granite.

Granodioriti su u obodnim delovima relativno krupnozrni i melanokratni, dok su u centralnim delovima plutona sitnozrniji, a količina bojenih sastojaka se smanjuje. Karakterističan je znatan sadržaj akcesornih minerala, preko 2% zapreminskih. Po broju mineralnih vrsta cerski granitoidi su među najbogatijim u Jugoslaviji, do sada je određeno oko 50 mineralnih vrsta. Najznačajniji akcesorni minerali su: apatit, cirkon, epidot, sfen, alanit, monacit, torit i uraninit. Procesima alkalne metasomatoze razaraju se mnogi akcesorni minerali, a naročito se smanjuje sadržaj alanita i drugih radioaktivnih akcesornih minerala.

Raspodela urana, torijuma i kalijuma u granodioritu je predstavljena statističkim uzorkom od 104 informacije, što čini 61,9% od broja podataka kolektivnog statističkog uzorka cerskog plutona.

R a s p o d e l a u r a n a u granodioritu je levoasimetrična, odnosno logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 3{,}8 < \bar{x} = 4{,}73 < Mx = 5{,}1$ ppm, na varijacionom intervalu od 1,1 do 26,4 ppm U.

Forma krive gustine orudnjenja st. f(x) u linearnim odnosima (sl. 1c) je tipična levoasimetrična, a u osnovi polimodalna. Glavni modus orudnjenja st. se nalazi u 3. klasi (1. klasa je bez podataka) intenziteta 23,08% relativnih frekvencija. Glavni modus urana se nalazi u 5. klasi, sa intenzitetom 17,09% relativnih frekvencija. Najbogatije probe su usamljene na desnoj strani histograma.

Kriva gustine orudnjenja st, u logaritamskim odnosima (sl. 5a) je unimodalna. Pretežni deo populacije urana je lognormalno raspoređen. Karakteristično je postojanje malog logaritamskog repa, u kome se nalaze relativno malobrojne parcijalne populacije urana. Modus orudnjenja st. se

nalazi u 6. klasi I log dekada intenziteta 19,23% relativnih frekvencija, a modus urana je u sledećoj 7. klasi intenziteta 17,09% relativnih frekvencija.

Srednji sadržaj urana u cerskom granodioritu se nalazi na nivou vrednosti klarka za granite i znatno je viši od vrednosti klarka kiselih magmatskih stena i granitske geosfere kontinentalne kore. Granodioriti Cera su relativno obogaćeni uranom, bogatiji su od dvoliskunskih granita.

Pretežni deo populacije je kompaktan i čini lognormalno rasejani uran u petrogenim mineralima granodiorita, gde se u 95,2% orudnjenja st. nalazi 83,1% urana sa srednjim sadržajem 4,12 ppm urana. Srednji sadržaj kompaktnog dela populacije se nalazi na nivou srednjeg sadržaja granita c. s. (4,13 ppm U — sl. 1a). Obogaćenje uranom dolazi od parcijalnih populacija logaritamskog repa, gde se u 4,8% orudnjenja st. nalazi 16,9% urana sa srednjim sadržajem 20,78 ppm U. Parcijalna populacija urana ovog malog logaritamskog repa se najverovatnije nalazi u akcesornim mineralima koji ograničeno igraju ulogu koncentratora urana. Principijelno, logaritamski rep indicira rudonosne procese. Pojava uraninita u granodioritima je nedovoljno intenzivna da bi mogli ovu pojavu interpretirati kao pojavu rudonosnih procesa u ovim stenama plutona.

Postoji relativno visoka korelativna zavisnost raspodele torijuma od urana u granodioritima. Ova zavisnost je relativno složena: suvišak torijuma nad uranom na nižim koncentracijama nezavisno promenljive postepeno raste do klase modusa, dalje opada, a u najbogatijim klasama logaritamskog repa postoji relativni nedostatak torijuma (sl. 5a).

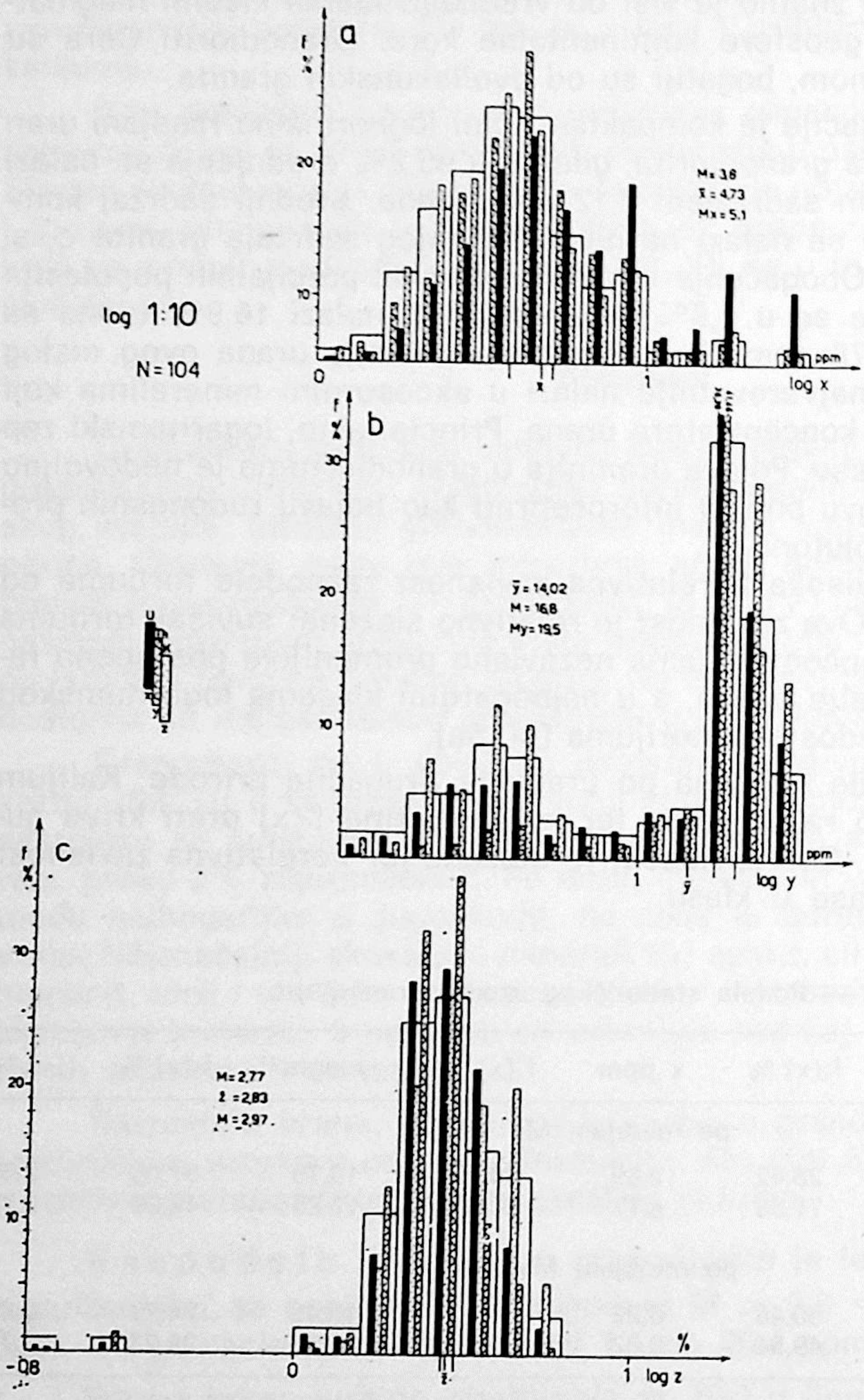
Zavisnost raspodele kalijuma po uranu je drugačije prirode. Kalijum je relativno ravnomerno raspoređen, jer kriva gustine $f_z(x)$ prati krivu gustine orudnjenja st. $f(x)$. Ova zavisnost je složena jer korelativna zavisnost često menja znak iz klase u klasu.

Tabela 5 — Podela statističkog uzorka granodiorit

Podela	f(x) %	$f_x(x)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Y(x)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_z(x)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	28,42	2,69	38,48	10,79	51,00	2,89
obogaćeno	50,00	71,58	6,77	61,52	17,25	49,00	2,78
			po medijani Mx				
osiromašeno	74,04	50,46	3,22	65,81	12,46	74,77	2,86
obogaćeno	25,96	49,54	9,02	34,19	18,47	25,23	2,75

Stepen polarizacije osiromašenih i obogaćenih polovina nezavisno promenljive (urana) je maksimalan, što se iskazuje velikim razlikama u srednjim sadržajima. Torijum se pretežno akumulira u obogaćenoj polovini (tabela 5) pri podeli medijanom orudnjenja st. (M), dok se kalijum pretežno akumulira u osiromašenoj polovini pri minimalnoj razlici u srednjim sadržajima kalijuma između ovih polovina. Slična je situacija i pri podeli medijanom urana (Mx), što je svakako posledica veoma ravnomerne raspodele kalijuma po uranu. U drugom slučaju torijum se pretežno akumulira u osi-

romašenoj polovini, tako da se smanjuje razlika u srednjem sadržaju torijuma između dve polovine pri podeli medijanom Mx.



Sl. 5 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele urana, torijuma i kalijuma u granodioritu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po torijumu (log y)
c) raspodela po kalijumu (log z)

Fig. 5 — Three-component dual histograms of uranium, thorium and potassium distribution in the granodiorite.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on thorium (log y)
c) distribution based on potassium (log z)

Raspodela torijuma u granodioritu je desnoasimetrična, pokoravajući se 3. zakonu (V. Omaljev, 1978b), što je bitno različito u odnosu na granite. Parametri raspodele su: $\bar{y} = 14{,}02 < M = 16{,}8 < My = 19{,}5$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,9 do 22,9 ppm Th.

Forma krive gustine f(y) je izrazito bimodalna, što je posledica postojanja dve različite populacije torijuma, kako u linearnim tako isto i u logaritamskim odnosima.

Ove dve parcijalne populacije torijuma se najbolje vide na histogramu u linearnim odnosima (sl. 3c). Siromašnija populacija je raspoređena levo-asimetrično, sa modusom orudnjenja st. u 4. klasi intenziteta 11,54% (za torijum 2,91%) relativnih frekvencija. U 37,5% mase orudnjenja st. nalazi se samo 10,92% torijuma sa srednjim sadržajem 4,08 ppm Th. Ovaj deo populacije torijuma se svakako nalazi u glavnim petrogenim mineralima (u kvarcu, feldspatima i liskunima), a raspodela se pokorava logaritamskom zakonu. To se najbolje vidi na dvojnom histogramu u logaritamskim odnosima (sl. 5b), gde je ova parcijalna populacija torijuma lognormalno raspoređena. Modusi se nalaze u 6. klasi I log dekade intenziteta: za orudnjenje st. 8,65% i za torijum 2,15% relativnih frekvencija.

Bogatija parcijalna populacija torijuma je približno normalno raspoređena (sl. 3c), ako zanemarimo mnogobrojne oscilacije krive gustine orudnjenja st. u oblasti druge i treće dekade. Glavni modusi se nalaze u 20. klasi intenziteta: za orudnjenje st. 11,54% i za torijum 16,01% relativnih frekvencija. Ovaj deo populacije sadrži 89,08% torijuma u 62,5% mase orudnjenja st., sa srednjim sadržajem 19,98 ppm Th. Torijum bogatije parcijalne populacije se najverovatnije nalazi u akcesornim mineralima (alanit, monacit, cirkon, apatit, i drugi), koji igraju ulogu koncentratora torijuma. Kao posledica postojanja koncentratora torijuma u granodioritu imamo slučaj prevelike koncentracije u 13. klasi II log dekade (sl. 5b), gde se u 31,73% orudnjenja st. nalazi 41,46% torijuma. Ove prevelike akumulacije izazivaju desnu asimetriju raspodele.

Srednji sadržaj torijuma u granodioritu je viši od srednjeg sadržaja u granitu, a nalazi se na nivou klarka zemljine kore (13 ppm, po V i n o g r a d o v u). Granodioriti su relativno osiromašeni u torijumu u odnosu na vrednost klarka za granite i kisele magmatske stene (18 ppm), što se najbolje vidi iz odnosa Th/U koji je izuzetno mali i iznosi svega 2,96 (tabela 1).

Složena međuzavisnost raspodele urana po torijumu otkrivaju neke zakonitosti. Uran je u relativnom suvišku u siromašnijoj parcijalnoj populaciji, što se može tumačiti da se u glavnim petrogenim mineralima nalazi znatno više urana u odgovarajućim količinama torijuma, odnosno u približno jednakim koncentracijama oko 4 ppm. U bogatijom parcijalnoj populaciji torijuma (sl. 5b) ima relativno manje urana, što znači da u akcesornim mineralima ima relativno manje urana od torijuma. Ranije je napomenuto da se parcijalna populacija urana malog logaritamskog repa (sl. 5a) nalazi u akcesornim mineralima, ali su to drugi minerali koji nemaju toliko torijuma da bi bili njegovi koncentratori (moguće je da se radi o pojavi uraninita).

Zavisnost raspodele kalijuma po torijumu je nešto drugačije prirode, jer je njegova zavisnost prvenstveno usmerena na krivu gustine orudnjenja st. U siromašnoj parcijalnoj populaciji torijuma kalijum je u znatnom suvišku, jer njegovi stubići probijaju stubove orudnjenja st. U bogatijoj parcijalnoj populaciji oseća se relativni nedostatak kalijuma. To je svakako posledica da se ova bogatija populacija nalazi u mineralima koji sadrže manje kalijuma, odnosno u jediničnim masama ovih proba ima više akcesornih minerala.

Tabela 6 — Podela statističkog uzorka granodiorit

Podela	f(y) %	f_y(y) %	$\bar{y}$ ppm	f_x(y) %	$\bar{x}$ ppm	f_z(y) %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	24,26	6,80	46,57	4,40	56,12	3,18
obogaćeno	50,00	75,74	21,23	53,43	5,05	43,88	2,49
			po medijani My				
osiromašeno	69,23	49,73	10,97	67,67	4,62	74,16	3,03
obogaćeno	30,77	50,27	22,91	32,33	4,97	25,84	2,38

Akumulacija urana u obogaćenoj polovini pri podeli medijanom orudnjenja (M) je malo veća od akumulacije u osiromašenoj polovini. Slična je situacija i pri podeli medijanom torijuma My, tako da se dobija utisak relativno ravnomerne raspodele urana po torijumu. Kalijum se suprotno ponaša, nešto više se akumulira u osiromašenim polovinama (tabela 6), tako da u obogaćenim polovinama dolazi do smanjenja srednjeg sadržaja kalijuma ($\bar{z}$).

Raspodela kalijuma u granodioritu je logaritamska, sa parametrima raspodele $M = 2{,}77 < \bar{z} = 2{,}83 < Mz = 2{,}97\%$, na varijacionom intervalu od 0,19 do 5,57% K.

Forma krive gustine orudnjenja st. u linearnim odnosima (sl. 4c) je multimodalna, ali se uslovno može shvatiti kao blago levoasimetrična, te je bitno različita u odnosu na granite. Više parcijalnih populacija kalijuma slivaju se u osnovnu populaciju. Glavni modusi se nalaze u 15. klasi histograma u statističkoj razmeri 1:0,20%, intenziteta: za orudnjenje st. 13,46% i za kalijum 13,78% relativnih frekvencija.

U logaritamskim odnosima (sl. 5c) raspodela je približno lognormalna, sa malo izraženom levom logaritamskom asimetrijom. Glavni modusi se nalaze u 5. klasi I log dekade intenziteta: za orudnjenje st. 26,92% i za kalijum 26,95% relativnih frekvencija.

Sa izuzetkom najsiromašnijih proba, sav kalijum u granodioritu se nalazi u kompaktnoj i unimodalnoj populaciji, što je svakako posledica akumulacije, odnosno rasejavanja kalijuma po petrogenim mineralima granodiorita.

Srednji sadržaj kalijuma u granodioritu je niži od vrednosti klarka kalijuma za kisele magmatske stene, odnosno je viši od klarka intermedijarnih magmatskih stena i klarka zemljine kore.

Složenost međuzavisnosti raspodele radioaktivnih elemenata po kalijumu se ogleda u znatnoj akumulaciji urana, a naročito torijuma u oblasti modusa kalijuma (sl. 5c), gde se u dve klase akumuliralo preko 2/3 torijuma i oko 57% urana. Najbogatije probe su osiromašene u uranu i torijumu.

Tabela 7 — Podela statističkog uzorka granodiorit

Podela	f(z) %	$f_z(z)$ %	$\bar{z}$ %	$f_x(z)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Y(z)$ %	$\bar{y}$ ppm
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	35,81	2,03	49,14	4,64	59,38	16,65
obogaćeno	50,00	64,19	3,64	50,86	4,81	40,62	11,39
			po medijani Mz				
osiromašeno	63,46	49,54	2,21	63,97	4,76	77,86	17,20
obogaćeno	36,54	50,46	3,91	36,03	4,66	22,14	8,49

Uran se ravnomerno raspoređuje na osiromašene i obogaćene polovine (tabela 7) u zavisnosti od kalijuma, tako da su srednji sadržaji urana približno jednaki. Torijum se međutim akumulira u osiromašenim polovinama tako da su obogaćene polovine sa nižim srednjim sadržajima torijuma ($\bar{y}$). To je predpostavljamo posledica rasejavanja urana po glavnim petrogenim mineralima (koji su u znatnoj meri kalijevi minerali), odnosno akumulacije torijuma u nekim akcesornim mineralima u granodioritu.

Granitoidni pluton Cera

Granitoidni pluton Cera izgrađuju granodioriti i graniti, koji su postali alkalnom metasomatozom granodiorita. Raspodela urana, torijuma i kalijuma u cerskim granitoidima predstavljena je statističkim uzorkom od 168 informacija-proba.

R a s p o d e l a u r a n a u granitoidnim stenama Cera je levoasimetrična, po logaritamskom zakonu (V. O m a l j e v, 1978b), sa parametrima raspodele $M = 3,7 < \bar{x} = 4,46 < Mx = 4,7$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,9 do 26,4 ppm U.

Forma krive gustine orudnjenja st. u linearnim odnosima (sl. 1d) je levoasimetrična, nasleđena iz granodiorita. Glavni modusi se nalaze u 4. klasi i nasleđeni su iz granita.

Forma krive gustine orudnjenja st. u logaritamskim odnosima (sl. 6a) je lognormalna sa relativno kratkim logaritamskim repom. Slivanjem populacije urana iz granita poboljšana je idealnost ove lognormalne forme krive gustine iz granodiorita, tako da se može smatrati da u granitoidima Cera postoji jedinstvena osnovna populacija urana.

Srednji sadržaj urana u ovim stenama je nešto niži od klarka urana za granite, a znatno je viši od klarka za kisele magmatske stene i klarka za granitoidnu geosferu kontinentalne kore.

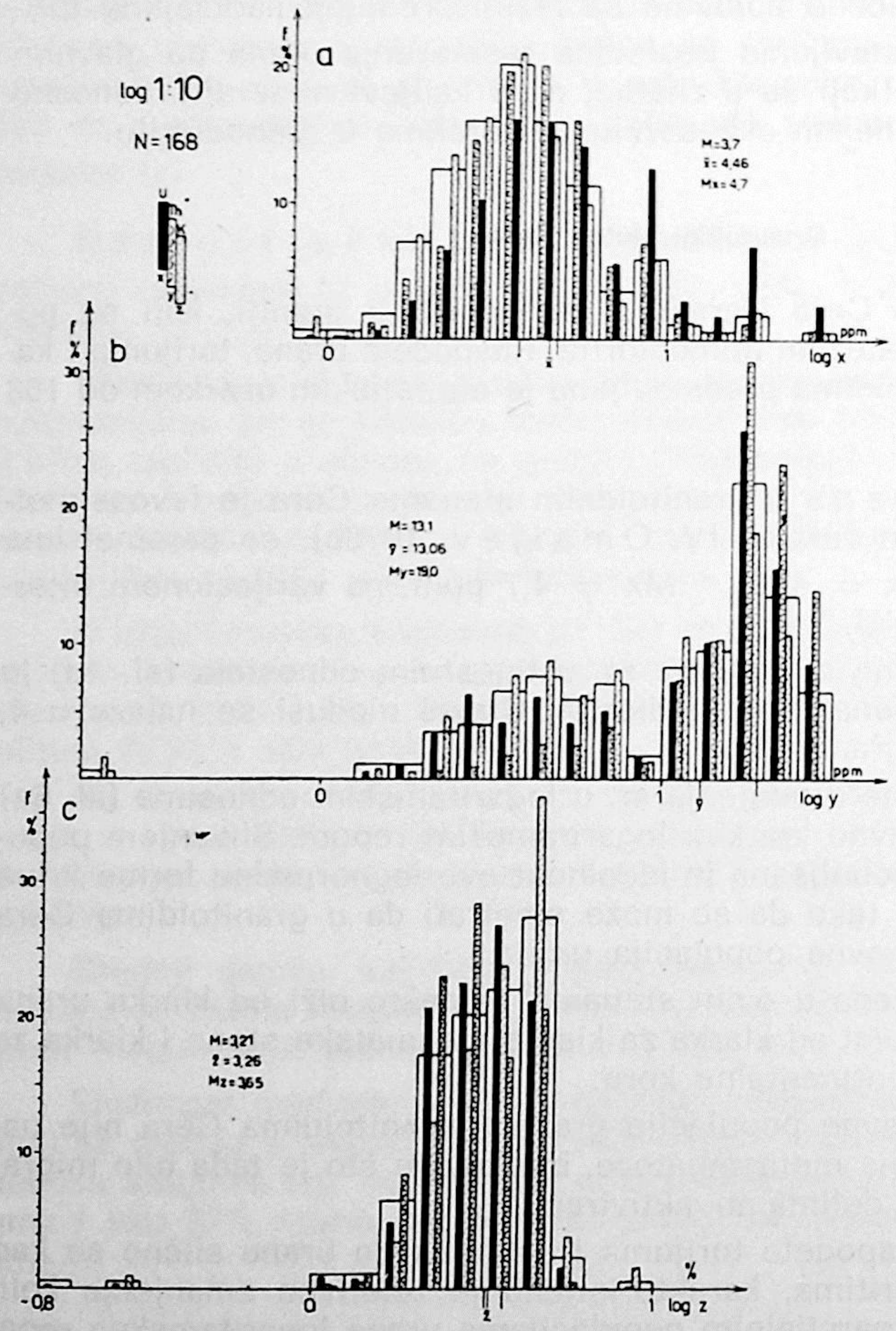
Kompaktnost osnovne populacije urana u granitoidima Cera nije narušena procesima alkalne metasomatoze, bez obzira što je tada bilo migracije urana koji je bio delimično aktiviran.

Međuzavisnost raspodele torijuma i kalijuma po uranu slične su kao u granitima i granodioritima, karakteristično je relativno smanjenje količina ovih elemenata u parcijalnim populacijama urana logaritamskog repa.

Tabela 3 — Podela statističkog uzorka cerski pluton

Podela	f(x) %	$f_x(x)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_y(x)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_z(x)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	28,75	2,57	37,26	9,73	52,81	3,44
obogaćeno	50,00	71,25	6,36	62,74	16,39	47,19	3,07
			po medijani Mx				
osiromašeno	72,62	49,96	3,07	64,39	11,58	74,26	3,33
obogaćeno	27,38	50,04	8,16	35,61	16,99	25,74	3,06

Torijum se pretežno akumulira u obogaćenim polovinama (tabela 8), a kalijum u osiromašenim polovinama; slično kao i u granitima i granodioritima.



Sl. 6 — Trokomponentni dvojni histogrami raspodele urana, torijuma i kalijuma u cerskom plutonu.
a) raspodela po uranu (log x)
b) raspodela po torijumu (log y)
c) raspodela po kalijumu (log z)

Fig. 6 — Three-component dual histograms of uranium, thorium and potassium in the plutonite of Cer.
a) distribution based on uranium (log x)
b) distribution based on thorium (log y)
c) distribution based on potassium (log z)

Raspodela torijuma u granitoidima Cera je približno simetrična (po 1. zakonu — V. Omaljev, 1978b), sudeći po parametrima raspodele: $\bar{y} = 13{,}06 \approx M = 13{,}1 < My = 19{,}0$ ppm, na varijacionom intervalu od 0,2 do30,9 ppm Th, nasleđenom iz granita c.s.

Forma krive gustine orudnjenja st. u linearnim odnosima ni približno nije simetrična (sl. 3d) zbog postojanja dve jasno razdvojene parcijalne populacije torijuma, koje se jasno razlikuju i u logaritamskim odnosima (sl. 6b).

Siromašnija parcijalna populacija je levoasimetrično raspoređena (logaritamski) i jasno je bila odvojena i u granitima i granodioritima. U 39,88% orudnjenja st. nalazi se akumulacija od 14% torijuma, sa srednjim sadržajem 4,59 ppm Th.

Bogatija parcijalna populacija torijuma je uslovno simetrično raspoređena, a jasno je odvojena samo u granodioritima. U 60,12% orudnjenja st. nalazi se 86% torijuma, sa srednjim sadržajem 18,69 ppm Th. U ovoj populaciji su slivene najmanje dve odvojene populacije, koje su jasne samo u granitima, koje se sada ne mogu jasno razdvojiti bez proizvoljno postavljenih granica. U logaritamskim odnosima ova bogatija populacija je kompaktna i približno longnormalno raspoređena. Glavni modusi dominiraju, a nalaze se u 3. klasi II log dekade intenziteta: za orudnjenje st. 22,02% i za torijum 30,88% relativnih frekvencija.

Srednji sadržaj torijuma u ovim granitoidima je niži od klarka torijuma za granite i kisele magmatske stene, a jednak je sa klarkom torijuma za zemljinu koru (13 ppm). Granitoidi Cera su osiromašeni u torijumu, što se najbolje vidi iz veoma niske vrednosti odnosa Th/U = 2,93, što je neuobičajeno nisko.

Zavisnost raspodele urana i kalijuma po torijumu je slična kao u granodioritima, ali bez ekstremno visoke akumulacije urana u klasi modusa torijuma (sl. 6b). Na višim koncentracijama torijuma relativno je manje urana, a naročito kalijuma.

Tabela 9 — Podela statističkog uzorka cerski pluton

Podela	f(y) %	$f_Y(y)$ %	$\bar{y}$ ppm	$f_X(y)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Z(y)$ %	$\bar{z}$ %
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	23,19	6,10	41,36	3,70	56,65	3,69
obogaćeno	50,00	76,81	20,07	58,64	5,23	43,35	2,82
			po medijani My				
osiromašeno	72,02	50,30	9,12	68,79	4,26	69,49	3,14
obogaćeno	27,98	49,70	23,21	31,21	4,98	30,51	3,55

Uran je neznatno više akumuliran u obogaćenim polovinama u odnosu na masu orudnjenja st. Kalijum se izrazito akumulira u osiromašenim polovinama, tako da dolazi do smanjenja srednjeg sadržaja kalijuma ($\bar{z}$) u obogaćenim polovinama.

R a s p o d e l a k a l i j u m a u granitoidima Cera je približno simetrična, sudeći po parametrima raspodele: M = 3,21 ≈ z = 3,26 < Mz = 3,65%, na varijacionom intervalu od 0,19 do 9,01% K.

Kriva gustine orudnjenja st. u linearnim odnosima (sl. 4d) je multimodalna, ali se uslovno može smatrati da je simetrična. Glavni modus orudnjenja st. se nalazi u 15. klasi (11,31%), a glavni modus kalijuma se nalazi u 21. klasi (12,78%).

Forma krive gustine st. u logaritamskim odnosima (sl. 6c) je desnoasimetrična, a to dovodi do prevelike akumulacije kalijuma u klasi modusa (36,28%). Sav kalijum se praktično nalazi u kompaktnoj populaciji, slično kao u granitima (po formi) i granodioritima.

Srednji sadržaj kalijuma u ovim granitoidima je nešto niži od klarka kalijuma za granite i kisele magmatske stene, što odgovara po mineraloškom sastavu uzimajući celu masu plutona.

Zavisnost raspodele urana i torijuma po kalijumu je slična kao u granitima i granodioritima. Uran relativno preovlađuje nad kalijumom zaključno sa klasom ispred modusa, a dalje u desno po apscisi (sl. 6c) oštro pada ispod relativnog učešća kalijuma. Slično je i sa torijumom, koji oštro pada jednu klasu pre urana.

Tabela 10 — Podela statističkog uzorka cerski pluton

Podela	f(z) %	$f_z(z)$ %	$\bar{z}$ %	$f_x(z)$ %	$\bar{x}$ ppm	$f_Y(z)$ %	$\bar{y}$ ppm
			po medijani M				
osiromašeno	50,00	36,71	2,39	53,84	4,81	65,17	17,02
obogaćeno	50,00	63,29	4,12	46,16	4,12	34,83	9,10
			po medijani Mz				
osiromašeno	62,50	49,86	2,60	63,47	4,53	78,84	15,64
obogaćeno	37,50	50,14	4,35	36,53	4,35	21,16	8,76

Izražena je tendencija akumulacije urana u osiromašenim polovinama tako da dolazi do malog pada srednjeg sadržaja urana ($\bar{x}$), što bi odgovaralo relativno ravnomernoj raspodeli urana po kalijumu. Torijum se izrazitije akumulira u osiromašenim polovinama, tako da dolazi do znatnog sniženja srednjeg sadržaja torijuma ($\bar{y}$) u obogaćenim polovinama.

ZAKLJUČAK

Izučavanje raspodele urana, torijuma i kalijuma u granitoidnim stenama cerskog plutona izvedeno je pomoću dvojnih histograma autora (jednokomponentnih i trokomponentnih), paralelno u linearnim i logaritamskim statističkim razmerama.

Populacije izučavanih elemenata u granitoidnim stenama Cera predstavljene su statističkim uzorcima, formiranih od proba uzetih na površini cerskog masiva. Osnovu cerskog plutona izgrađuju granodioriti, postali intruzijom magme u vreme donjeg perma. Procesima alkalne metasomatoze u

vreme donjeg miocena pojedini delovi granodiorita pretvoreni su u dvoliskunske granite. Raspodela urana, torijuma i kalijuma je izučavana po parcijalnim statističkim uzorcima granodiorita i granita, kao i u kolektivnom uzorku celog plutona.

Raspodela urana u granodioritu je levoasimetrična (lognormalna sa malim logaritamskim repom), a u granitu je približno lognormalna. Sav uran u granodioritu i granitu se nalazi u kompaktnoj i unimodalnoj populaciji, a mali logaritamski rep u granodioritu ukazuje na postojanje slabih koncentratora urana, verovatno akcesornih minerala (a među njima i uraninita). Uran je rasejan po petrogenim mineralima po logaritamskom zakonu. Srednji sadržaj urana u granodioritu se nalazi na nivou klarka urana za granite, dok je u granitu srednji sadržaj urana nešto niži, ali ipak viši od klarka urana za kisele magmatske stene. U procesu alkalne metasomatoze izvestan deo urana se mobilisao i migrirao u nama nepoznati prostor. Kod granodiorita je naročito izražena geohemijska specijalizacija na uran.

Raspodela torijuma u granodioritu je desnoasimetrična, a u granitu levoasimetrična (sudeći po parametrima raspodele), spajanjem ovih populacija dobijamo približno simetričnu raspodelu u plutonu. U granodioritu su jasno odvojene dve parcijalne populacije torijuma, siromašnija je levoasimetrično raspoređena i nalazi se rasejana u glavnim petrogenim mineralima, a bogatija je simetrično raspoređena i nalazi se preteženo u akcesornim mineralima. U granitu se u linearnim odnosima razlikuju tri parcijalne populacije torijuma, ali u logaritamskim odnosima postoji jedna kompaktna i unimodalna lognormalno raspoređena populacija torijuma. Srednji sadržaj torijuma u granodioritu je niži od klarka za granite i nalazi se na nivou klarka torijuma za zemljinu koru. Srednji sadržaji torijuma u granitu su niži od granodiorita, u procesu alkalne metasomatoze razoreni su (smanjeni) mnogi akcesorni minerali, a mobilisani torijum iz njih migrirao je u nepoznati prostor. Granitoidne stene Cera su osiromašene u torijumu.

Odnos Th/U je indikativan za granitoidne stene cerskog plutona jer je vrednost uvek manja od 3. Odnos ovih elemenata u granitoidnim stenama, računatim po tablicama Vinogradova, uvek je veći od 5, a računat po tablicama Taylora veći je od 3,5. Ovako niska vrednost odnosa Th/U je posledica osiromašenja u torijumu ovih magmatskih stena uz normalni sadržaj urana koji je na nivou sadržaja za granitoidne stene. Na osnovu odnosa Th/U možemo smatrati da su granitoidne stene cerskog plutona metalogenetski specijalizovane na uran, što je u saglasnosti sa njihovom geohemijskom specijalizacijom.

Raspodela kalijuma u granodioritu je približno lognormalna, ali je istovremeno bliska i simetričnoj raspodeli. U granitu je izražena mala desna asimetrija raspodele kalijuma. Najveći deo populacije kalijuma u granodioritu i granitu se nalazi u kompaktnoj populaciji, što je svakako posledica akumulacije, odnosno rasejavanja kalijuma u glavnim petrogenim mineralima ovih granitoida. Srednji sadržaj kalijuma u granodioritu je niži od vrednosti klarka za granite i kisele magmatske stene, što znači da su ove stene primarno bile osiromašene u kalijumu. U procesu alkalne metasatoze došlo je do znatnog priliva kalijuma sa strane, tako da se u dvoliskunskim granitima srednji sadržaj kalijuma nalazi znatno iznad vrednosti klarka za granite i kisele magmatske stene.

Međuzavisnost raspodele urana, torijuma i kalijuma su veoma složene i kompleksne. Izražena je tendencija akumulacije relativnih frekvencija zavisno promenljivih elemenata po nezavisno promenljivoj, što je naročito potencirano kod kalijuma.

Torijum u zavisnosti od urana se relativno više akumulira u obogaćenim polovinama, dok u zavisnosti od kalijuma raspodela torijuma je ravnomerna bez izražene relativne akumulacije po osiromašenoj i obogaćenoj polovini; u granodioritima, međutim, torijum se više akumulira u osiromašenoj polovini po kalijumu.

Raspodela kalijuma po uranu je približno ravnomerna, jer se kriva gustine kalijuma modelira prema varijacijama krive gustine orudnjenja st. Jedini izuzetak je relativno visoka akumulacija kalijuma po torijumu u obogaćenoj polovini pri podeli medijanom My u granitu.

Uran se nešto više akumulira u obogaćenim polovinama statističkog uzorka po torijumu, slično u granitu i granodioritu. Činjenica da najveće akumulacije torijuma nisu praćene odgovarajućim akumulacijama urana svakako je posledica da u akcesornim koncentratorima torijuma ima relativno malo urana. Akcesorni koncentratori za uran i za torijum nisu iste mineralne vrste.

Uran se malo akumulira u osiromašenim polovinama po kalijumu u granitu, dok u granodioritu nema razlike po akumulaciji urana između osiromašene i obogaćene polovine (po kalijumu).

Recenzent Slaviša Gojković
Prihvaćeno 25. IX 1981.

LITERATURA

1. Divljan, S., Mihajlović-Vlajić, N. i Cvetić, S., 1978: Prikaz novijih shvatanja o genezi granitoidnih stena Cera (Zapadna Srbija). Zbornik radova, IX kongres geologa Jugoslavije, Sarajevo.
2. Filipović, I., i dr., 1973: Tumač za list Vladimirci 1 : 100.000 OGK. Savezni geološki zavod, Beograd.
3. Filipović, V., 1980: Izučavanje mogućih izvora urana kao preduslova za stvaranje ležišta urana. Izučavanje geologije nuklearnih sirovina u SR Srbiji — 1976—1980. godina. Fond str. dok. Republičke zajednice nauke Srbije, Beograd.
4. Mihailović-Vlajić, N., Divljan, S. i Markov, C., 1974: Opšta razmatranja o procesima grajzenizacije na teritoriju SFRJ. 8. jugoslovenski geološki kongres, 1, Ljubljana, 1976.
5. Mojsilović, S., i dr., 1977: Tumač za list Zvornik 1 : 100.000 OGK. Savezni geološki zavod, Beograd.
6. Omaljev, V., 1978a: Karakteristike krive raspodele frekvencija korisne komponente u orudnjenju. Tehnika, RGM No. 10, Beograd.
7. Omaljev, V., 1978b: Teorijska osnova nove metodologije ispitivanja rasporeda korisnih komponenti u prirodnoj sredini. Radovi Geoinstituta, knjiga 12, Beograd.
8. Omaljev, V., 1979: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u gredenskim slojevima Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 13, Beograd.
9. Omaljev, V., 1980a: Raspodela urana, torijuma i kalijuma u magmatskim i metamorfnim stenama Kukavice i Besne Kobile. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
10. Omaljev, V., 1980b: Trokomponentni dvojni histogram na primeru odnosa raspodele urana, torijuma i kalijuma u gredenskim slojevima Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.

11. Omaljev, V., 1980c: Model ispitivanja raspodele odnosa Th/U na primeru gredenskih slojeva Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, knjiga 14, Beograd.
12. Omaljev, V., i dr., 1980d: Metalogenetska izučavanja nuklearnih sirovina SR Srbije (godišnji izveštaj za petu fazu rada u 1980. godini). Fond str. dok. Geoinstituta, Beograd.
13. Pavlović, S., 1963: Izučavanje granitoidnih masiva Surdulice, Cera, Stalaća, Gornjana i Plavne. Fond str. dok. Geoinstituta, Beograd.
14. Ronov, A. B., Jaroševskij, A. A., 1976: Novaja modelj himičeskogo strojenija zemnoj kori. Geohimija, No. 12, Moskva.
15. Taylor, S. R., 1964: Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. Geochim. et Cosmochim. Acta, Vol. 28, No. 8, p. 1273—1285.
16. Vinogradov, A. P., 1962: Srednie soderžanie himičeskih elementov v glavnih tipah izverženih gornih porod zemnoj kori. Geohimija, No. 7, Moskva.
17. Vojtkevič, G. V. i Zakrutkin, V. V., 1976: Osnovi Geohimii. Moskva.

Summary

DISTRIBUTION OF URANIUM, THORIUM AND POTASSIUM IN GRANITIC MASSIF OF CER

by

Veljko Omaljev

Key words: metallogeny, statistic, radioactive elements, granite, granodiorite, Cer, NW Serbia.

This paper represents a further application of a new method of statistical study of distribution of radioactive elements in the rocks.

The granitic massif of Cer was originally of granodioritic composition, that has been subsequently partly modified into the two-mica granite by processes of alkaline metasomatosis. The concentrations of radioactive elements were modified by these processes, with reduction of uranium and thorium, and increase of potassium concentrations in the granite (Table 1).

Distributions of uranium, thorium and potassium were studied by the application of dual histograms, as proposed by this author (V. Omaljev, 1978b, 1979, 1980a and 1980b), both in the linear and logarithmic statistical scales.

The populations of the studied elements were represented by the statistical samples, with samples collected from granite and granodiorite. All samples form a collective statistical sample, that represents the entire mass of Cer granitic pluton.

Distribution of uranium in granite and granodiorite is approximately lognormal, with a characteristically small logarihtmic "tail" in granodiorite. All uranium in these rocks forms a compact population, distributed in the petrogene minerals. Granodiorite contains a more elevated partial population in logarihtmic "tail", related probably to accessory minerals, that include uraninite as well. The average uranium concentration in granodiorite is at the average (Clark's) concentrations for granite; it is lower in granite, but still higher relative to average concentrations in acidic rocks.

By destruction of some minerals during the alkaline metasomatosis, a part of uranium was mobilized and has migrated into a presently unknown space.

Thorium distribution is right-asymetric in granodiorite, and left-asymetric in granite. By combining these two populations, an approximately symetrical distributions for Cer pluton is obtained. There are distinctive two partial thorium populations in granodiorite, and three in granite. The richest partial thorium population is in accessory minerals. The processes of alkaline metasomatosis destroys and reduces the amounts of accessory minerals, mobilizing a part of thorium population, wich migrates into a presently unknown space. The granodiorite, and particularly the granite of the Cer area, show a reduction in thorium concentrations.

A low Th/U ratio, which is always less than 3, has been caused by reduction in thorium concentrations. According to this ratio, it can be concluded that the granitic rocks of Cer were specialized metallogenetically for uranium.

Potassium distribution in granodiorite is approximately lognormal, but also close to symetrical distribution. A slight right-asymetric potassium distribution is present in granite. The average potassium concentration in granodiorite is lower that the Clark's values for granite and acidic magmatic rocks, pointing out that these granitic rocks contained originally lower potassium concentrations. During the alkaline metasomatosis, the appreciable ammounts of potassium were introduced, resulting in the average concentration to be higher that in the Clark's values for granite and acidic magmatic rocks.

The interdependences in distributions of uranium, thorium and potassium are rather complex. There is a marked tendency in an increased accumulation of dependently varable elements at lower concentrations of independently variable element, particularly developed in potassium.

Thorium is, relative to uranium, more accumulated in the enriched parts; its distribution relative to potassium is approximately uniform, without a marked accumulation in granite; in granodiorite, thorium is, relative to potassium, more accumulated in the depleted parts.

Distribution of potassium, relative to uranium and thorium, is approximately uniform, as demonstrated by the similarity of potassium and statistical mineralization density curves. In granite, however, potassium has accumulated in the enriched part, separated by the thorium median My.

Uranium is slightly more accumulated in the enriched parts of thorium. However, the accumulations of thorium in the right part of histogram are not accompanied by corresponding accumulations of uranium, caused, most probably, by the fact that in the accessory thorium concentrators there is no much uranium. The thorium and uranium accessory concentrators were not of the same mineral types.

Uranium is not intensively accumulated in the parts that show decreased potassium in granite; in granodiorite, uranium distribution relative to potassium is uniform, and there is no polarization in uranium concentrations between the depleated and enriched parts.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 71—88, god. 1981., Beograd
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 71—88, 1981, Belgrade.

Milan Petrović

UDK 621.384 : 338.984.4
Pregledni članak

RASPOLOŽIVOST URANA, TORIJUMA I TEŠKE VODE U SVETU U SVETLU REZULTATA STUDIJE INFCE

U članku je dat sažet prikaz rezultata dvogodišnjeg rada na studiji INFCE i to u delu koji se odnosi na dugoročan razvoj u svetu industrije nuklearnih sirovina (urana i torijuma) i teške vode, u kojem radu je autor u ime naše zemlje takođe učestvovao.

U skladu sa ocenjenim razvojem nuklearne energetike do 2025. godine, kao i mogućim razvojem pojedinih tehnologija nuklearnog gorivnog ciklusa i reaktorskih sistema, ocenjene su potrebe u nuklearnim sirovinama i teškoj vodi u svetu, kao i mogućnosti da se ove potrebe zadovolje.

UVOD

U toku 1978. i 1979. godine obavljena je značajna međunarodna aktivnost na proceni dugoročnog razvoja nuklearnog gorivnog ciklusa u svetu (do 2025. godine), pod skraćenim nazivom INFCE (International Fuel Cycle Evaluation). Inicijativa za rad na ovoj Studiji potekla je od SAD, a doprinos su, srazmerno svojim mogućnostima, dale oko 60 zemalja, među kojima i Jugoslavija, kao i više međunarodnih organizacija koje se bave nuklearnom energetikom ili energetikom uopšte.

Plenarna konferencija INFCE, koja je održana krajem februara 1980. godine, verifikovala je rezultate Studije. Istaknuto je da je ovo prvi put da se na ovako širokom međunarodnom nivou, zajedničkim radom, izvrši svestrano sagledavanje postojećeg stanja i problema kao i dâ ocena dugoročnog razvoja nuklearne energetike u svetu, što će mnogim zemljama biti od koristi kod sopstvenog opredeljenja i programiranja razvoja u ovoj oblasti.

Na preko 1500 stranica teksta (8. knjiga), Studija INFCE razmatra nuklearni gorivni ciklus u celini, od istraživanja i proizvodnje nuklearnih sirovina (urana i torijuma) i teške vode, preko obogaćivanja, gorivnih elemenata, prerade istrošenog goriva do problema odlaganja radioaktivnih otpadaka. Studija, takođe, ukazuje na moguće pravce razvoja nuklearne energetike uopšte, a posebno na razvoj nuklearnog gorivnog ciklusa i nekih reaktorskih sistema u budućnosti.

Ovde će biti reči o mogućoj raspoloživosti nuklearnih sirovina, pretežno urana i teške vode u svetu i mogućnostima da iste zadovolje proce-

Adresa autora: MILAN PETROVIĆ, dipl. inž. Savezni komitet za energetiku i industriju, Omladinskih brigada 1. Novi Beograd.

njeni razvoj nuklearnih energetskih kapaciteta. Ova materija je bila predmet rada Radne grupe 1. Studije INFCE, u čijem radu je i autor učestvovao.

1. Razvoj nuklearne energetike

Potrebe sveta u energiji kao i zadovoljenje istih zavise od niza faktora: kao što su: porast stanovništva, stopa ekonomskog razvoja, razvoj tehnologija za proizvodnju i korišćenje goriva, raspoloživosti energetskih izvora, nacionalne i međunarodne energetske politike i dr. Ovi faktori su međusobno zavisni pa je problem sagledavanja dugoročnih potreba za energijom i mogućnostima snabdevanja sa istom veoma složen.

Kod razmatranja dugoročnog razvoja nuklearne energetike za potrebe Studije INFCE, uzeta je 2025. godina kao gornja granica, sa dva specifična vremenska intervala, do 2000. godine i od 2.000. do 2025. godine. Zbog neizvesnosti koje prate ocenu razvoja energetike uopšte, pa i nuklearne, za period od skoro 50 godina, umesto jedne verovatne mogućnosti razvoja koje praktikuju brojne studije ove vrste, uzete su kao osnova svih daljih razmatranja dve ekstremne mogućnosti razvoja nuklearne energetike. Ove dve mogućnosti razvoja predstavljaju podlogu čitave Studije INFCE na osnovu kojih su, uzimajući u obzir i druge okolnosti, sagledane potrebe u uranu, torijumu, teškoj vodi i drugim materijalima i uslugama nuklearnog gorivnog ciklusa.

Tabela 1

PROCENJENI RAZVOJ NUKLEARNE ENERGETIKE U SVETU (Gwe)*)

Godina	Usporen trend	Ubrzan trend
1985	245	274
1990	373	462
1995	550	770
2000	850	1.200
2005	1.100	1.650
2010	1.300	2.150
2015	1.450	2.700
2020	1.650	3.350
2025	1.800	3.900

*) Bez SSSR, NR Kine i ostalih istočnih zemalja.

Procena razvoja nuklearne energetike do 2000. godine u svetu bazirana je dobrim delom na zvaničnim informacijama niza država, koje se odnose na očekivani razvoj proizvodnje i potrošnje primarne energije, udela električne energije u celini i posebno iz nuklearnih elektrana. U nedostatku podataka iz pojedinih zemalja ili grupacija zemalja korišćeni su za ove svrhe raspoloživi podaci i ocene međunarodnih organizacija.

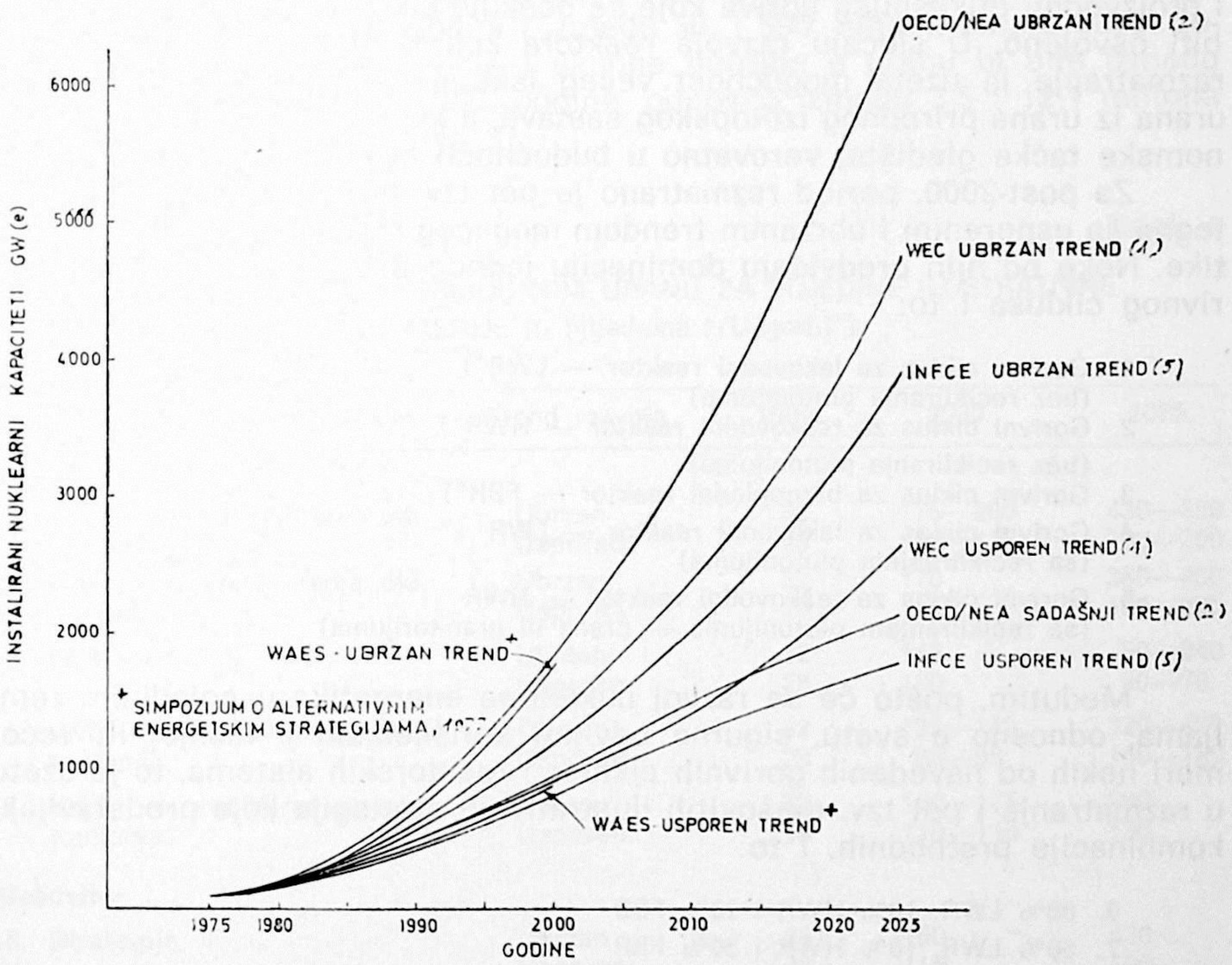
Kod procene razvoja nuklearne energetike za period 2000—2025. godina, uzete su u obzir novije, dobro dokumentovane i međunarodno prihvaćene razne studije i drugi dokumenti (1, 2).

Na osnovu ovih podataka, a uzimajući u obzir probleme koji se poslednjih godina javljaju kod razvoja nuklearne energetike u pojedinim zemljama,

Studija INFCE sagledava **usporen** odnosno **ubrzan** trend razvoja nuklearne energetike u svetu na način prikazan u tabeli 1.

Ocenjeno je da bi se razvoj nuklearnih energetskih kapaciteta mogao odvijati tako da bi u 2000. godini bio između 850 i 1.200 GW(e), a u 2025. godini između 1.800 i 3.900 GW(e).

Treba, međutim, napomenuti da prikazani usporen trend razvoja, zbog pomenutih problema, ne prati linearno prosečni razvoj nuklearne energetike u poslednjih pet godina, već osetno zaostaje (oko 250 GWe u 2025. godini), dok je ubrzani trend razvoja znatno ispod sličnih predviđanja pomenutih



Sl. 1. PROJEKCIJA INSTALIRANIH NUKLEARNIH KAPACITETA U SVETU
(BEZ SSSR-a, NR.KINE I DR. ISTOČNIH ZEMALJA)

i drugih međunarodnih organizacija (sl. 1). Na osnovu rečenog moglo bi se zaključiti da su INFCE predviđanja dugoročnog razvoja nuklearne energetike realnija, ma da se ne isključuje mogućnost, a to i Studija dopušta, da se razvoj kreće i van uzetog okvira.

2. Potrebe za uranom, torijumom i teškom vodom

Potrebe za uranom, torijumom i teškom vodom pretežno su u funkciji kako razvoja nuklearnih energetskih kapaciteta tako i tipova reaktora koji

će se koristiti u budućnosti. Uzet je u obzir niz mogućih tipova reaktora i gorivnih ciklusa koji bi se koristili u budućnosti i na osnovu njih su sračunate potrebe za pojedinim sirovinama.

Za period do 2000. godine potrebe u sirovinama su, uglavnom, dobijene na osnovu podataka široko sprovedene međunarodne ankete o predviđenom razvoju pojedinih tipova reaktora odnosno gorivnih ciklusa u svakoj zemlji posebno. Pri tome je, u nekim slučajevima, uzeta u obzir i mogućnost recikliranja plutonijuma u termalnim reaktorima, kao i efikasnija upotreba prirodnog urana i torijuma bazirana na uvođenju novih tipova reaktora, unapređenju tehnologije izgradnje sadašnje generacije reaktora i proizvodnji efikasnijeg goriva koje se očekuje da će u narednim godinama biti osvojeno. U slučaju razvoja reaktora koji koriste obogaćeni uran, u razmatranje je uzeta mogućnost većeg iskorišćenja (izdvajanja) fisionog urana iz urana prirodnog izotopskog sastava, a koje će, posmatrano sa ekonomske tačke gledišta, verovatno u budućnosti biti opravdano činiti.

Za post-2000. period razmatrano je pet tzv. prostih ilustrativnih strategija sa usporenim i ubrzanim trendom mogućeg razvoja nuklearne energetike. Neke od njih predviđaju dominaciju jednog tipa reaktora odnosno gorivnog ciklusa i to:

1. Gorivni ciklus za lakovodni reaktor — LWR*)
   (bez recikliranja plutonijuma)
2. Gorivni ciklus za teškovodni reaktor — HWR*)
   (bez recikliranja plutonijuma)
3. Gorivni ciklus za brzooplodni reaktor — FBR*)
4. Gorivni ciklus za lakovodni reaktor — LWR
   (sa recikliranjem plutonijuma)
5. Gorivni ciklus za teškovodni reaktor — HWR
   (sa recikliranjem plutonijuma — urana ili uran-torijuma).

Međutim, pošto će se razvoj nuklearne energetike u pojedinim zemljama, odnosno u svetu, sigurno odvijati korišćenjem u manjoj ili većoj meri nekih od navedenih gorivnih ciklusa i reaktorskih sistema, to je uzeto u razmatranje i pet tzv. mešovitih ilustrativnih strategija koje predstavljaju kombinacije prethodnih, i to:

6. 80% LWR, 10% HWR i 10% FBR
7. 60% LWR, 10% HWR i 30% FBR
8. do 60% FBR, 10% HWR a ostalo LWR
9. 30% LWR, 10% HWR i 60% FBR
10. 30% LWR, 10% HWR, 30% FBR i 30% FWR
    (torijumski ciklus)

Navedenih deset ilustrativnih strategija, uzimajući u obzir ocenjenu vremensku dinamiku njihovog komercijalnog uvođenja, uz procenjeni razvoj nuklearne energetike, bili su osnova za sračunavanje potrebnih količina urana, torijuma i teške vode. Na ovaj način došlo se do odgovora na jedan od zadataka Studije INFCE, sagledane su strategije razvoja nuklearne ener-

---

*) LWR — Light Water Reactor
*) HWR — Heavy Water Reactor
*) FBR — Fast Breeder Reactor

getike, odnosno nuklearne tehnologije koje su najefikasnije sa gledišta korišćenja pre svega urana čije su rezerve u prirodi ograničene.

Sračunavanje potreba u nuklearnim sirovinama i uslugama pojedinih gorivnih ciklusa izvršena su prema programu Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA). Ovde će biti reči samo o potrebama za uranom, torijumom i teškom vodom.

Potrebe u uranu. Zavisno od procenjenog razvoja nuklearne energetike (tabela 1), zatim korišćenja pojedinih tipova reaktora i gorivnih ciklusa, godišnje potrebe u uranu kretale bi se u veoma širokom opsegu, između 85 i 200 hiljada tona u 2000. godini i između 50. i 590. hiljada tona u 2025. godini (tabela2). Saglasno ovome i ukupne potrebe u uranu bi bile između 1,3 i 2,2 miliona tona do 2000. godine, odnosno između 3,5 i 12,1 miliona tona do 2025. godine (tabela 3).

Tabela 2

GODIŠNJE POTREBE U PRIRODNOM URANU ZA POJEDINE ILUSTRATIVNE STRATEGIJE (u hiljadama t/U god.)*)

REAKTORSKA STRATEGIJA	Trend razvoja	1980.	2000.	2025.
Proste:				
1. LWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	32	175—200	430—590
	Usporen	28	120—135	190—260
2. HWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	32	170	360—480
	Usporen	28	115	160—220
3. FBR	Ubrzan	32	145	50—240
	Usporen	28	100	50—70
4. LWR — sa recikliranjem plutonijuma	Ubrzan	32	125—140	320—420
	Usporen	28	85—95	140—180
5. HWR — sa recikliranjem plutonijuma	Ubrzan	32	160—175	290
	Usporen	28	110—115	130
Mešovite:				
6. Strategija	Ubrzan	32	160	430
	Usporen	28	110	190
7. Strategija	Ubrzan	32	155—160	336—410
	Usporen	28	105	150—170
8. Strategija	Ubrzan	32	155—160	290—350
	Usporen	28	105	140—165
9. Strategija	Ubrzan	32	135	185—250
	Usporen	28	90—95	75—90
10. Strategija	Ubrzan	32	145—150	255—330
	Usporen	28	95—100	110—135

* 1. Bez SSSR, NR Kine i ostalih istočnih zemalja.
2. Donja granica izdvajanja fisionog iz prirodnog urana je 0,2% U^{235} (tails assey).

Pod pretpostavkom usporenog razvoja nuklearne energetike, zatim ubrzanom korišćenju brzooplodnih reaktora u post-2000. periodu i recikliranju plutonijuma u termalne reaktore posle 1990. godine, potrebe u uranu bi bile relativno male (oko donjih granica navedenih količina)).

Tabela 3

UKUPNE POTREBE U PRIRODNOM URANU ZA POJEDINE ILUSTRATIVNE STRATEGIJE (u milionima t/U)*)

REAKTORSKA STRATEGIJA	Trend razvoja	1980.	2000.	2025.
Proste:				
1. LWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	0,11	2,0—2,2	9,5—12,1
	Usporen	0,10	1,5—1,6	5,4—6,8
2. HWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	0,11	2,0	8,8—10,0
	Usporen	0,10	1,5	5,2—5,8
3. FBR	Ubrzan	0,11	1,8	4,7—6,9
	Usporen	0,10	1,3	3,5—3,7
4. LWR — sa recikliranjem plutonijuma	Ubrzan	0,11	1,7—1,8	7,2—9,0
	Usporen	0,10	1,3	4,0—5,0
5. HWR — sa recikliranjem plutonijuma	Ubrzan	0,11	1,9	7,9—8,7
	Usporen	0,10	1,4	4,7—4,9
Mešovite:				
6. Strategija	Ubrzan	0,11	1,9	9,3
	Usporen	0,10	1,4	9,5
7. Strategija	Ubrzan	0,11	1,9	8,2—9,0
	Usporen	0,10	1,3	4,7—5,0
8. Strategija	Ubrzan	0,11	1,9	7,8—8,4
	Usporen	0,10	1,3	4,6—4,9
9. Strategija	Ubrzan	0,11	1,8	5,9—6,7
	Usporen	0,10	1,3	3,5—3,8
10. Strategija	Ubrzan	0,11	1,8	7,0—7,8
	Usporen	0,10	1,3	4,0—4,3

Postoji više razloga, od kojih su neki ranije navedeni, koji ukazuju da se verovatno neće moći da odvija razvoj nuklearne energije i nuklearne tehnologije u budućnosti, a naročito u post-2000. periodu na način koji bi za posledicu imao min. odnosno maks. potrošnju urana gledano u svetskim razmerama, kako to pretpostavljaju pojedine ilustrativne strategije. Stvarne potrebe u uranu trebalo bi da se kreću između navedenih količina, a kada je u pitanju procena za 2000. godinu ista je bliža donjoj granici godišnjih i ukupnih potreba. U post-2000. periodu, a posebno u 2025. godini ove potrebe bitno bi zavisile od brzine i opsega uvođenja i korišćenja brzooplodnih reaktora.

*) 1. Bez SSSR, NR Kine i ostalih istočnih zemalja.
2. Donja granica izdvajanja fisionog iz prirodnog urana je 0,2% U^{235} (tails assay).

Ukupne potrebe u uranu za ceo vek rada reaktora (30 godina) koji su u pogonu, koji se grade i koji će biti izgrađeni do 1990. godine odnosno 2000. godine, ocenjuju se da će se kretati između 1,0 i 1,9 odnosno između 2,0 i 4,9 miliona tona (tabela 4). Stvarne potrebe u ovom slučaju biće verovatno između navedenih količina. Međutim, i u slučaju da ove potrebe budu bliže gornjoj granici, danas poznate rezerve urana u svetu mogle bi iste zadovoljiti.

Tabela 4

UKUPNE POTREBE U PRIRODNOM URANU ZA CEO VEK RADA SVIH REAKTORA KOJI ĆE BITI PUŠTENI U POGON DO 1990. I DO 2000. GODINE (u milionima t/U)*)

REAKTORSKA STRATEGIJA	Trend razvoja	1990.	2000.
LWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	1,7—1,9	4,2—4,9
	Usporen	1,4—1,5	2,9—3,4
HWR — bez recikliranja plutonijuma	Ubrzan	1,8	4,5
	Usporen	1,4	3,1
FBR i sve mešovite strategije	Ubrzan	1,4	3,6
	Usporen	1,1	2,5
LWR sa recikliranjem plutonijuma od 1990. godine	Ubrzan	1,2—1,3	2,8—3,3
	Usporen	1,0	2,0—2,3
HWR — sa recikliranjem plutonijuma od 2000. godine	Ubrzan	1,4	3,7
	Usporen	1,1	2,5

Među parametrima koji su od većeg značaja za procenu količina potrebnog urana veliki uticaj imaju: donja granica izdvajanja fisionog iz prirodnog urana (tails assay) koje se vrši u postrojenjima za obogaćivanje, zatim brzina i vreme uvođenja odnosno korišćenja brzooplodnih reaktora i vremenska dinamika prerade iskorišćenog goriva kao i recikliranje dobijenog plutonijuma i urana.

Promene u stepenu izdvajanja fisionog urana (U^{235}) iz urana prirodnog izotopskog sastava imaju obrnuti efekat na potrošnju prirodnog urana i potrebnih usluga obogaćivanja u slučaju strategija koje koriste obogaćeni uran. Izbor donje granice izdvajanja fisionog urana zavisi kako od cene prirodnog urana tako i od troškova usluga obogaćivanja. Porast cena prirodnog urana u odnosu na cenu obogaćivanja opravdava smanjenje donje granice izdvajanja fisionog urana iz prirodnog i obrnuto.

Sračunavanja potrebnih količina urana, datih u tabelama 2—4, izvršena su na bazi donje granice izdvajanja fisionog urana iz urana prirodnog izotopskog sastava od 0,2% U^{235}. Međutim, ukoliko bi došlo do promene cene prirodnog urana, koje bi na pr. imale za posledicu promenu donje granice od 0,2% na 0,1% odnosno na 0,3%, tada bi trebalo manje odnosno više prirodnog urana za 13% odnosno 20% od navedenih količina u tabelama 2—4.

Slična razmatranja u pogledu skraćenja ili produženja vremena do prerade iskorišćenog goriva posle njegovog odstranjivanja iz reaktora i koriš-

*) 1. Bez SSSR, NR Kine i ostalih istočnih zemalja.
2. Donja granica izdvajanja fisionog iz prirodnog urana je 0,2% U^{235} (tails assay).

ćenje plutonijuma, npr. u brzooplodnim reaktorima, imaju za posledicu manje ili veće potrebe za uranom čak i do 25% za one strategije koje sadrže ovaj tip reaktora.

Potrebe u torijumu. Procenjuje se da u bližoj, pa čak i u daljoj budućnosti neće doći do korišćenja torijumskog gorivnog ciklusa u većim razmerama.

Dve ilustrativne strategije uzete su u obzir koje bi mogle da budu korišćene pretežno u post-2000. periodu, a koje bi kao sirovinu za gorivo koristile i torijum.

Ocenjeno je da bi se godišnje potrebe u torijumu mogle kretati između 1.500 i 14 hiljada tona u 2000. odnosno 2025. godini (usporen razvoj) i između 2.500 i 35 hiljada tona u 2000. god. odnosno 2025. godini (u slučaju ubrzanog razvoja nuklearne energije).

Ukupne potrebe u torijumu sagledavaju se u jednom širokom opsegu od 2.400 tona u 2000 godini (usporen razvoj) do 610 hiljada tona u 2025. godini (ubrzani razvoj).

Teška voda. U više razmatranih ilustrativnih strategija uzeta je u obzir mogućnost korišćenja reaktora sa teškom vodom (HWR). Ceni se da bi u tom slučaju godišnje potrebe u teškoj vodi bile u stalnom porastu, od oko 1.000 tona (1980) do 10 hiljada tona (2000) u slučaju ubrzanog razvoja i 6.000 tona (2000) u slučaju usporenog razvoja nuklearne energetike.

Ukupne potrebe se predviđaju da bi bile između 60. i 90 hiljada u 2000. godini za slučaj usporenog odnosno ubrzanog razvoja nuklearne energije.

Potrebe u teškoj vodi u post-2000. periodu u mnogome zavise od prihvaćene strategije sa teškovodnim reaktorima, jer bi neke od njih, ukoliko bi se razvijale i koristile, bile obezbeđene potrebnim količinama teške vode iz reaktora koji u to vreme prestaju sa radom, znači u ovom slučaju ne bi bilo potrebno dalje razvijati proizvodnju teške vode. Međutim, ukolko to ne bi bio slučaj, već se razvijaju npr. proste ilustrativne strategije 2. i 5. koje zahtevaju velike količine teške vode, tada bi godišnje potrebe u teškoj vodi naglo porasle i iznosile bi 55. odnosno 160. hiljada tona u 2025. godini za usporen odnosno ubrzan trend razvoja nuklearne energije; dok bi u ovom slučaju ukupne potrebe za teškom vodom iznosile 1 odnosno 1,2 miliona tona.

Ukoliko bi se razvoj teškovodne nuklearne tehnologije odvijao po nekoj od mešovitih ilustrativnih strategija (6—9) što je verovatnije, potrebe u teškoj vodi bi bile znatno manje i godišnje bi se kretale između 5 i 10 hiljada tona u zavisnosti od trenda razvoja nuklearne energetike.

3. Snabdevanje nuklearnim sirovinama

Rezerve urana. Snabdevanje uranom za period do 2025. godine moglo bi se ostvariti iz ležišta koja se sada eksploatišu kao i onih koja bi se u međuvremenu otkrila i pripremila za eksploataciju, a prema tekućim tehnološkim mogućnostima i ekonomskim uslovima pri čemu troškovi proizvodnje ne bi prelazili 130 $/kgr U (dolar iz 1978. godine). Procene rezervi urana

u svetu se već duže vreme periodično obavljaju od strane Agencije za nuklearnu energiju zemalja OECD (NEA) i Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA). Ove procene se danas uzimaju kao najprihvatljivije. Kao i u slučaju potreba ne raspolaže se ni sa podacima o rezervama urana iz SSSR, NR Kine i drugih istočnih zemalja.*)

Procene poznatih rezervi urana u svetu izvršene su prema već ustaljenoj kategorizaciji, na relativno sigurne (Reasonably Assured Resources-RAR) i dodatno ocenjene (Estimated Additional Resources-EAR).**)

Najnovije procene rezervi urana u svetu prema ovakvoj kategorizaciji, prikazane su u tabeli 5 (3).

Tabela 5

POZNATE REZERVE URANA PO KONTINENTIMA
(u 1000 t/U)

KONTINENT	Relativno sigurne rezerve		Dodatno ocenjene rezerve	
	Do 80 $ po kgr U	Od 80 do 130 $ po kgr U	Do 80 $ po kgr U	Od 80 do 130 $ po kgr U
Severna Amerika	752	224	1.145	759
Afrika	609	167	139	124
Australija	290	9	47	6
Evropa	66	325	49	49
Azija	40	6	1	23
Južna Amerika	97	5	99	6
Svet (bez SSSR, NR Kine i dr. istočnih zemalja)	1.850	740	1.480	970

Ukupne poznate rezerve urana od oko 5 miliona tona skoncentrisane su u nekoliko užih područja u svetu. Skoro 80% relativno sigurnih rezervi se nalazi u S. Americi, Africi i Australiji. Značajne rezerve urana ove vrste u Evropi nalaze se u Švedskoj (300 hiljada t). U pitanju su ogromne količine crnih bituminoznih škriljaca sa relativno niskim sadržajem urana (oko 0,03%) čija se eksploatacija zbog ekonomskih, ekoloških i dr. razloga ne sagledava u bližoj budućnosti. Preko 90% dodatno ocenjenih rezervi skoncentrisano je u nekoliko država Severne Amerike i Afrike.

Pored poznatih rezervi, prikazanih u tabeli 5, poznate su u nekoliko oblasti u svetu i rezerve sa dosta niskim sadržajem urana čiji bi troškovi

---

*) Prema oceni američkih stručnjaka rezerve urana u SSSR, NR Kini i drugim istočnim zemljama nisu manje od 25% od poznatih rezervi u ostalom svetu.

**) Relativno sigurne rezerve urana odnose se na ležište poznate veličine, sadržaja i oblika iz kojih se proizvodnja urana može ostvariti pri datom intervalu troškova i pri korišćenju proverene tehnologije eksploatacije i prerade rude. Količina i sadržaj urana u ležištu utvrđena je na bazi odgovarajućih oprobavanja i merenja.

Dodatno ocenjene rezerve urana su one koje se na podlozi pouzdanih geoloških podataka smatraju da postoje u neposrednoj okolini dobro istraženih ležišta, zatim u nedovoljno istraženim ležištima kao i ocenjene rezerve neotkrivenih ležišta u okviru geoloških struktura sa poznatim ležištima. Ocena količine i sadržaja su uglavnom bazirani na poznavanju karakteristika ležišta na delovima koji su najbolje istraženi ili karakteristika sličnih ležišta.

proizvodnje bili iznad 130 $/kgr U. Smatra se da ove rezerve, sem izuzetno, neće biti korišćene za dobijanje urana, bar ne do kraja ovog stoleća. Međutim, ako se eventualni razvoj nuklearne energije bude odvijao ubrzano po nekoj strategiji koja zahteva velike količine urana, tada bi značaj ovih rezervi mogao osetno da poraste.

Dodatni potencijal rezervi urana. Pored navedenih rezervi u čisto uranskim ležištima (tabela 5), sa dosta razloga se smatra da postoje još značajne neotkrivene rezerve urana u užoj i široj okolini već poznatih ležišta. Postoje, takođe, veliki izgledi za otkrivanje ruda urana u nizu novih, slabo istraženih područja u svetu. Izgledi za otkrića ove vrste, po oceni međunarodnih eksperata su veoma povoljni, a prikazani su u nedavno pripremljenom izveštaju NEA (OECD) — IAEA koji se odnosi na svetski potencijal u uranu (4). U ovom izveštaju se dosta dokumentovano ukazuje na čitav niz regiona u svetu gde je moguće odgovarajućim istraživanjima otkriti značajne rezerve urana. Takođe je data i jedna procena tzv. spekulativnih rezervi iz kojih bi se uran dobijao pri troškovima proizvodnje do 130 $/kgr U. (Tabela 6).

Tabela 6

SPEKULATIVNE REZERVE URANA PO KONTINENTIMA
(u milionima t/U)

KONTINENT	Broj zemalja	Spekulativne rezerve
Severna Amerika	3	2,1—3,6
Afrika	51	1,3—4,0
Južna i Centralna Amerika	41	0,7—1,9
Azija i Daleki istok	41	0,2—1,0
Australija i Okeanija	18	2,0—3,0
Zapadna Evropa	22	0,3—1,3
Svet (bez SSSR, NR Kine i dr. istočnih zemalja)	176	6,6—14,8

Ostali izvori urana. Sa tehnološke strane posmatrano uran je moguće dobijati i iz nekoliko veoma siromašnih (uranom) izvora, kao što su crni bituminozni škriljci, fosfati, zatim nekih vrsta granita i ugljeva pa i iz morske vode.

Ma da su ovi izvori veoma veliki u smislu rezervi, ipak, njihov značaj da doprinesu povećanju svetske godišnje proizvodnje urana u većini slučajeva je ograničen.*) Prisutan je niz ograničenja i teškoća, koji se razlikuju od slučaja do slučaja. Često su prisutni problemi tehničke prirode. Međutim, i u slučajevima poznate tehnologije prerade, troškovi dobijanja su redovno visoki. Npr. kod dobijanja urana iz morske vode troškovi bi prelazili čak 800 $/kgr U. Pored toga u nekim slučajevima proizvodnja urana je zavisna od obima proizvodnje glavnog proizvoda (uran iz fosforne kiseline) ili od istovremene proizvodnje i niza drugih elemenata (bituminozni škriljci). Kada se eksploatiše velika masa siromašne rude, nastaje i problem odla-

*) Ceni se da su samo rezerve urana u fosfatima oko 15 miliona tona, a to je tri puta veća količina od danas poznatih rezervi u ležištima urana (4,5).

ganja velikih količina jalovine i s tim u vezi zaštita životne sredine kao i drugi problemi.

Jedan od izvora za koji se ocenjuje da pruža izvesne izglede za dobijanje urana su crni bituminozni škriljci koji mogu da sadrže 0,005% i više urana (pomenuti švedski škriljci imaju 0,03%). Ove stene prisutne su na više lokaliteta u svetu i mogle bi pod izvesnim uslovima biti u doglednoj budućnosti izvor ekonomičnog dobijanja urana. Takav bi slučaj, po nekim ocenama mogao biti sa **Chattanooga** škriljcima u SAD (prosečni sadržaj 0,006—0,008%) gde bi se mogla dobiti velika količina urana od oko 4 miliona tona, pri troškovima proizvodnje od oko 180 $/kgr U (dolar iz 1978), pod uslovom da se istovremeno pored urana kao koprodukti izdvajaju sirova nafta, sumpor, vanadium, nikal, kobalt, molibden i torijum.

Konačno, uran se može dobiti u relativno manjim količinama iz jalovine ranije prerađivanih ruda urana i nekih drugih metala. Na ovaj način se poslednjih godina već ostvaruje manja proizvodnja u SAD i Južnoj Africi, a slične mogućnosti postoje i u drugim zemljama. Izvesna količina urana bi se mogla takođe dobiti, pri odgovarajućim uslovima, ponovnom preradom urana osiromašenog u izotopu U^{235}. Najzad, ne treba isključiti mogućnost korišćenja urana i plutonijuma za energetske potrebe, koji su danas namenjeni za vojne ciljeve, u slučaju da se postigne sporazum o delimičnom ili čak i potpunom nuklearnom razoružanju.

Proizvodnja urana na osnovu poznatih rezervi. Kao posledica naglog povećanja cena nafte i orijentacije na sve veće korišćenje nuklearne energije, poslednjih godina je u svetu proizvodnja urana u stalnom porastu. Sažet prikaz ovoga porasta po kontinentima kao i ukupna proizvodnja urana zaključno sa 1976. godinom data je u tabeli 7.

Tabela 7

PROIZVODNJA URANA U SVETU (u t/U)*)

KONTINENT	do 1977.	1977.	1978.
Severna Amerika	321.820	17.290	21.000
Afrika	113.930	8.720	9.740
Evropa	25.690	2.400	2.570
Australija	8.160	360	520
Južna Amerika	340	100	130
Azija	40	0	0
Svet (bez SSSR, NR Kine i dr. istočnih zemalja)	469.980	28.870	33.900

Kao što se vidi, najveća proizvodnja urana je ostvarivana u prošlosti, a i poslednjih godina, u S. Americi (SAD i Kanadi), Africi (J. Afrika, Niger, Gabon), Australiji i u Evropi (Francuska).

Razvoj jednog broja rudarskih centara u svetu poslednjih godina stagnira. Međutim, u izgradnji je veći broj novih centara. Pored toga moguće je,

*) Prema podacima radne grupe NEA/IAEA za rezerve urana u svetu.

na osnovu danas poznatih rezervi, izgraditi i niz drugih centara za proizvodnju urana.

Sa razlogom se ocenjuje da je moguće i dalje povećavati proizvodnju urana u narednim godinama. Očekuje se da će najveći porast proizvodnje urana u ovom periodu biti ostvaren u Australiji, Kanadi, SAD i Africi.

Takođe se ocenjuje da postoje mogućnosti i daljeg povećanja proizvodnje urana u svetu, u prvom redu na osnovu poznatih rezervi u Australiji i SAD, koja bi iznosila između 110 i 120 hiljada tona godišnje, a postigle bi se oko 1990. godine. Posle toga bi proizvodnja urana na bazi danas poznatih rezervi postupno opadala, delom zbog iscrpljenosti jednog broja ležišta, ali i zbog eksploatacije siromašnijih ruda, tako da bi oko 2025. godine proizvodnja bila samo oko 20 hiljada tona godišnje (tabela 8).

Tabela 8

MAKS. PROIZVODNE MOGUĆNOSTI URANA U PERIODU 1980—2025.
NA OSNOVU DANAS POZNATIH REZERVI (u 1000 tU)*)

ZEMLJA	1980.	1990.	2000.	2010.	2020.	2025.
Australija	0,6	20,0	10,0	—	—	—
Kanada	7,2	15,5	12,5	10,7	10,5	10,4
Francuska	3,5	4,4	1,6	—	—	—
Namibija	4,1	5,0	4,6	—	—	—
Južna Afrika	6,5	10,4	10,0	10,0	10,0	10,0
SAD	19,9	40,8	51,6	40,7	12,3	—
Niger	4,0	8,5	5,5	—	—	—
Ostali	3,0	6,3	11,0	9,5	11,0	—
SVEGA	48,8	110,9	106,8	70,9	43,8	20,4
Fosfati	1,0	5,0	8,0	12,0	14,0	16,0
UKUPNO	49,8	115,9	114,8	82,9	57,8	36,4

Pored ocenjene proizvodnje bazirane na poznatim rezervama, dodatna količina urana očekuje se da će biti dobijena kao nuzproizvod ili tačnije međuproizvod, kod proizvodnje fosforne kiseline. Zbog relativno niskih troškova očekuje se da će proizvodnja urana iz fosforne kiseline biti u stalnom porastu, od nekih hiljadu tona u 1980. godini na oko 16 hiljada tona godišnje u 2025. godini. Postoje mišljenja da bi ova proizvodnja mogla biti i veća. Međutim, treba istaći činjenicu da je obim proizvodnje urana direktno zavisan od obima proizvodnje fosforne kiseline, a ova je ograničena potrebama tržišta. Uz ovo dodajmo i činjenicu da se zbog izrazito visokih proizvodnih troškova (oko 500 $/kgr U) ne predviđa u bliskoj budućnosti eksploatacija i prerada sirovih fosfata samo u cilju dobijanja urana (5).

Očekuje se, takođe, da će biti dobijena manja količina urana pri preradi nekih porfirskih ruda bakra, zatim preradi materijala iz uranskih ja-

*) Tabela XXIV, Glava 4. (5).

lovišta, a ne isključuje se mogućnost dobijanja izvesne količine urana i iz pomenutih bitumenoznih škriljaca.

Treba, ipak, istaći činjenicu da procena max. razvoja proizvodnje urana za ovako dugačak vremenski period može biti realizovana pod optimalnim uslovima, kao što su: povoljne političke i tržišne prilike, dovoljna raspoloživost stručnjaka, opreme i finansiskih sredstava, regulisana pitanja zaštite životne sredine koja proističu iz istraživanja i eksploatacije i drugo.

Raspoloživost urana iz novo-otkrivenih rezervi. Raspoloživost urana iznad već iznetog nivoa proizvodnje zavisiće od rezultata istraživanja i razvoja novih rezervi ruda sa prihvatljivim troškovima dobijanja urana iz njih. Kao što je prethodno izneto, izgledi za otkrivanje ove vrste rezervi i proizvodnje urana iz njih su dosta dobri (tabela 6).

Za otkrivanje novih rezervi urana, za koje se sa dosta razloga predpostavlja da postoje u zemljinoj kori, tj. u geološki gledano pogodnim sredinama, potreban je značajan napor i sredstva za istraživanje i razvoj ležišta i to po jednoj optimalnoj vremenskoj dinamici, pri čemu je stalno neophodno poboljšavanje metoda i tehnike istraživanja, eksploatacije ruda i njihove prerade. Mada je danas teško sagledati vremensku dinamiku i značaj budućih otkrića, ipak, ukoliko se nastavi priraštaj relativno sigurnih rezervi urana u budućnosti, kao što je bio u poslednjih deset godina, onda bi se moglo očekivati povećanje ove vrste rezervi do 2025. godine u obimu ne manjem od 1,8 miliona tona, a možda i znatno većem.

Ubrzana eksploatacija ruda urana sa relativno niskim troškovima eksploatacije, verovatno će imati za posledicu njihovo iscrpljivanje, pa prema tome i potrebu za intenzivnijim istraživanjima na manje dostupnim terenima i na većim dubinama što će nalagati još veće napore i uvećane troškove. Smatra se da će se aktivnost na istraživanjima, koja je sada koncentrisana na nekoliko oblasti u svetu, stalno širiti u narednim godinama, a potrebna sredstva sigurno neće biti manja od oko 500 miliona dolara godišnje, koliko se zapravo poslednjih godina troši u ove svrhe.

Sve procene pokazuju (4,5) da najveći deo spekulativnih rezervi (tabela 6) ne može biti otkriven i pripremljen za eksploataciju do 2025. godine. Prema ocenama DOE (Department of Energy of USA) iz spekulativnih rezervi moglo bi u pomenutom periodu da bude raspoloživo 2,5 do 4,0 miliona tona U. U ovom slučaju bi svetska godišnja proizvdnja urana u 2025. godini mogla biti veća za 1,5 do 2,5 puta od one koja se smatra da će se postići iz danas poznatih rezervi polovinom 1990. godine, tj. između 175. i 305. hiljada tona.

Rezerve i raspoloživost torijuma. Poznate rezerve torijuma u svetu procenjuju se danas na oko 1,5 miliona tona. Ove rezerve koncentrisane su pretežno u priobalnim peskovima sa monacitom u Indiji, Australiji, Brazilu, SAD i Egiptu, ali i u nekim uranskim ležištima u Kanadi (Elliot Lake-Agnew Lake).

Pošto je potražnja za torijumom danas neznatna, to je i njegova proizvodnja u svetu svega oko hiljadu tona. Proizvodne mogućnosti su znatno veće i mogle bi u veoma kratkom roku da odgovore i petostrukim potrebama.

Opšta je saglasnost (5) da postoje izvanredne mogućnosti za otkrivanje novih rezervi torijuma u nizu zemalja u svetu. Međutim, danas poznate re-

zerve torijuma su dovoljne da podmire dugoročne potrebe u ovoj sirovini za one strategije koje bi ga koristile i u slučaju ubrzanog trenda razvoja nuklearne energetike.

4. Proizvodnja i raspoloživost teške vode

Kod realizacije programa izgradnje tzv. teškovodnih reaktora, najveća količina teške vode je potrebna za njihovo početno punjenje. Potrebe u teškoj vodi u toku eksploatacije reaktora su veoma male, oko 1% godišnje od početnog punjenja. Stoga se teška voda uzima kao komponenta reaktora i računa kao investicioni trošak. Na kraju životnog veka jednog teškovodnog reaktora njegova teška voda se koristi za punjenje novoizgrađenih reaktora ove vrste.

Svetske rezerve voda, jezera i okeana, predstavljaju praktično neograničen izvor teške vode ili deuterium oksida. Ekstrakcija teške vode iz ovih izvora može se vršiti a da se bitno ne umanji njena koncentracija u njma.

Vodonik je drugi izvor za dobijanje teške vode pa je obezbeđenje dela svetskih potreba u teškoj vodi iz njega moguće već danas sa postojećom tehnologijom.

Od nekoliko tehnologija za dobijanje teške vode danas se u industrijskim razmerama koriste samo dve, dok su ostali postupci u razvoju. Smatra se da će glavni postupak za dobijanje teške vode, barem do kraja ovoga veka, ostati postupak sa H_2S i vodom, dok je NH_3 — vodonični postupak razvijen poslednjih godina i pored nekih prednosti ima i ozbiljan nedostatak, jer je veličina proizvodnih kapaciteta ograničena raspoloživošću vodonika.

Tehnologija proizvodnje teške vode zahteva velika kapitalna ulaganja, a takođe i velike potrebe za energijom u prvom redu električnom. Međutim, i pored toga, investicioni troškovi za izgradnju postrojenja za proizvodnju teške vode koja bi podmirila potrebe jednog značajnijeg programa izgradnje teškovodnih reaktora, relativno su mali.

U budućem razvoju nuklearne energetike u svetu smatra se da ne postoje bitne prepreke za proizvodnju potrebnih količina teške vode, čak i pod pretpostavkom da teškovodni reaktori dominiraju u budućem razvoju nuklearne energetike.

5. Potrebe u odnosu na mogućnosti proizvodnje nuklearnih sirovina i teške vode

I pored istaknute okolnosti da je dosta nezahvalno procenjivati potražnju i zadovoljenje iste u prvom redu za uranom, za sledećih skoro 50 godina, to s obzirom na politički, komercijalni i tehnički uticaj koji uran, torijum i teška voda imaju, ukazaće se na njihov mogući dugoročni razvoj.

Kada je u pitanju proizvodnja torijuma, sve okolnosti ukazuju da će ista biti dovoljna da podmiri potrebe do kraja ovog stoleća. Povećane potrebe za ovom sirovinom u prvih 25 godina sledećeg stoleća, čak i u slučaju ubrzanog razvoja nuklearne energetike, mogu biti zadovoljene iz danas utvrđenih rezervi.

Ne bi trebalo da bude problema da se zadovolje potrebe i u teškoj vodi, jer je vreme izgradnje postrojenja za proizvodnju teške vode kraće od izgradnje nuklearne elektrane koja ovu vodu koristi.

Međutim, industrija urana, čije su maks. proizvodne mogućnosti date u tabeli 8, mogla bi, na osnovu danas poznatih rudnih rezervi, da odgovori potrebama, zavisno od uslova mogućeg razvoja nuklearne energetike, najdalje do 2005. godine (tabela 2).

Dalje zadovoljenje potreba u uranu biće u prvom redu uslovljeno rezultatima istraživanja i mogućnostima eksploatacije novootkrivenih ležišta, ali i od brzine uvođenja unapređenih i novih reaktorskih sistema i gorivnih ciklusa koji imaju potrebu za relativno manjim količinama urana. Moguća prozvodnja urana od 175 do 305 hiljada u 2025. godini (1,5 do 2,5 puta veća proizvodnja od one koja se očekuje polovinom 90-ih godina), mogla bi da zadovolji potrebe za ovom sirovinom većine strategija u slučaju usporenog razvoja nuklearne energetike (tabela 2).

U svakom slučaju moglo bi se zaključiti da će, globalno posmatrano, dugoročne potrebe u uranu biti zadovoljene u većoj meri ukoliko se koriste efikasniji tipovi reaktora i gorivnih ciklusa.

Problem koji je sada prisutan i koji će možda u budućnosti biti još više naglašen, leži u činjenici regionalnog debalansa između potreba za uranom i mogućnostima da se na isti odgovori sopstvenom proizvodnjom. Ako se izuzmu SAD, koje imaju usaglašenu proizvodnju sa svojim potrebama, veliki broj zemalja potrošača urana, moraju isti obezbediti iz inostranstva. S druge strane, nekoliko najvećih svetskih proizvođača (Australija, Južna Afrika, Namibija i dr) u bližoj budućnosti ne planiraju razvoj nuklearne energetike, pa je njihova proizvodnja pretežno namenjena izvozu odnosno potrošnji u drugim zemljama. S ovim u vezi sve više se ističe važnost dugoročnog obezbeđenja potrošača sa uranom, ali se istovremeno naglašava i važnost sigurnog tržišta na kojem bi proizvođač mogao da plasira svoju proizvodnju i da istu dalje po potrebi razvija.

6. Tehnička, politička i druga ograničenja od uticaja na raspoloživost nuklearnih sirovina

Ma da su u Studiji INFCE projekcija potreba i mogućnosti njihovog zadovoljenja, u prvom redu u pogledu urana, razmatrane nezavisno, očigledna je njihova međuzavisnost. Potrošači kao i proizvođači urana moraju i dalje da računaju sa neizvesnostima. Prisutna je činjenica da potrošači često ne mogu dovoljno pouzdano da predvide svoje buduće potrebe (npr. zbog zakašnjenja pa i izmena u programima razvoja i izgradnje nuklearnih elektrana). S druge strane proizvođači su često izloženi neizvesnostima u vezi promena postojećih i donošenja novih propisa i mera od strane svojih vlada. Sve ovo stvara složene probleme oko usaglašavanja moguće proizvodnje i snabdevanja sa potrebama u uranu.

Kod razmatranja faktora koji su od uticaja na raspoloživost, pre svega urana, jer se pitanje raspoloživosti torijuma neće postaviti pre kraja ovog stoleća, obavljena je za potrebe Studije INFCE dosta široka konsultacija

zemalja koje su učestvovale u ovoj Studiji. Smisao konsultacije je bio da se sagledaju nastojanja i aktivnosti koji su od uticaja na istraživanja i proizvodnju urana, a odnose se na ograničenje tehničke i druge prirode, značaj šire međunarodne saradnje i drugo.

Pokazalo se da proizvođači i potrošači za sada, uglavnom posmatraju i ocenjuju probleme u vezi raspoloživosti urana u svetu sa različitih pozicija i vide različite perspektive razvoja. Oni su, ipak, u jednom saglasni: da je stabilnost međunarodnog tržišta neophodan preduslov za preduzimanje intenzivnijih istraživanja i proizvodnju urana, a prema unapred dugoročno utvrđenoj dinamici potreba. S ovim u vezi se smatra da bi zajednička ulaganja sredstava u industriji urana doprinela stabilnosti tržišta i sigurnijem snabdevanju (deoba rizika, stabilnije i obostrano prihvatljive cene).

Druga, po prirodi različita ograničenja, koja nisu malobrojna, najverovatnije bi se mogla putem odgovarajuće međunarodne saradnje prevazići, bilo odgovarajućim ulaganjima npr. za pronalaženje racionalnih postupaka za istraživanje i proizvodnju urana (otkrivanje prikrivenih rudnih tela, prerada nekonvencionalnih ruda i dr.), za zaštitu životne sredine i dr., i to pod uslovom da se pri tom razvija međusobno poverenje da će proizvedeni uran biti korišćen isključivo u miroljubive svrhe.

Z a k l j u č a k

Prema ocenama Studije INFCE očekuje se da će u sledećih pola veka nuklearna energija imati sve veću ulogu. Ocenjuje se da će krajem ovog veka u svetu (bez SSSR, NR Kine i drugih istočnih zemalja) biti u pogonu nuklearne elektrane ukupne snage između 850 i 1.200 GW/e), a četvrt veka kasnije između 1.800 i 3.900 GW/e).

Potrebe u uranu u znatnoj meri će zavisiti od razvoja novih i usavršavanja postojećih reaktorskih sistema i gorivnih ciklusa koji imaju znatno manje potrebe u uranu u odnosu na danas široko korišćenu tehnologiju lakovodnih reaktora i goriva koje se koristi za njih. S tim u vezi ocenjuje se da će se potrebe u uranu kretati između 85 i 200 hiljada tona u 2000. godini i između 50 i 590 hiljada tona u 2025. godini.

Na osnovu danas poznatih rezervi od oko 5 miliona tona, proizvodnja urana u svetu mogla bi se razvijati od oko 39 hiljada tona koliko je ostvareno u 1978. godini do najviše 110-120 hiljada tona godišnje krajem ovoga veka. Potom bi se proizvodnja smanjivala do nivoa oko 20 hiljada tona koja bi se ostvarila u 2025. godini.

Održavanje sve veće proizvodnje urana krajem ovoga i u prvoj četvrtini sledećeg veka moguće je blagovremenim preduzimanjem intenzivnih istraživanja i otkrivanjem novih ležišta, što je prema geološkim procenama moguće postići. U ovom slučaju bilo bi moguće ostvariti proizvodnju između 165 i 175 hiljada tona urana u 2000. godini i između 175 i 305 hiljada tona urana u 2025. godini.

Ostvarenje navedene proizvodnje u prvom redu zavisi od rezultata istraživanja, ali i od niza drugih faktora (pogodna politička i tržišna klima,

dovoljno stručne radne snage i opreme, finansiskih sredstava, regulisanih problema zaštite životne sredine i oko korišćenja zemljišta i dr.).

Proizvodnja urana iz drugih izvora, i ako su u njima rezerve urana velike, čak i u slučajevima kada su troškovi njegovog dobijanja relativno niski (npr. uran iz fosforne kiseline), bitno ne može uticati na zadovoljenje svetskih potreba u celini i ako za pojedine zemlje ovaj način dobijanja i zadovoljenja potreba u uranu može biti značajan pa i jedini.

Godišnje potrebe u uranu, u poređenju sa mogućnostima proizvodnje na bazi danas poznatih rezervi, moglo bi biti zadovoljene za veći broj razmatranih reaktorskih strategija do 2000. godine, dok bi iste mogle biti zadovoljene do 2025. godine jedino u slučaju usporenog trenda razvoja nuklearne energetike i ubrzanog uvođenja unapređenih reaktorskih tehnologija koje traže relativno male količine urana. U svim ostalim slučajevima poznate rezerve nisu dovoljne pa je stoga neophodno intenzivirati istraživanja u cilju otkrivanja novih ležišta urana.

Ne očekuje se da će biti tehničkih problema u vezi proizvodnje i snabdevanja torijumom i teškom vodom za sve razmatrane strategije razvoja nuklearne energije koje njih koriste.

Prihvaćeno 2. VI 1981.

Recenzent R. Pantić

LITERATURA

1. Nuclear Resources, Conservation Commission of the World Energy Conference (WEC), August 1977 (updated und published by IPC Science and Technology Press, April 1978}.
2. Nuclear Fuel Cycle Requirements and Supply Considerations Through the Long Term, NEA (OECD) February 1978.
3. Uranium Resources, Production and Demand, Rep. NEA (OECD) IAEA, December 1979.
4. World Uranium Potential, An International Evaluation, Rep. NEA (OECD) IAEA, December 1978.
5. Fuel and Heavy Water Availability, Rep. of WG 1. (INFCE), February 1980.

Summary

AVAILABILITY OF URANIUM, THORIUM AND HEAVY WATER IN THE WORLD IN VIEW OF THE FINDINGS OF THE INFCE STUDY

by

Milan Petrović*)

During the period 1978 and 1979 significant international activities were carried out (with the participation of 60 countries and a few international organizations) for evaluation of the long term development of nuclearpower in the world, known as INFCE (International Fuel Cycle Evaluation).**)

These activities resulted in a comprehensive study (8 volumes with over 1500 pages) elaborating on a few complete fuel cycles, from explo-

*) Federal Committee for Energy and Industry, Belgrade.
**) Excluding the Peoples Republic of China, USSR and other socialist countries.

ration and production of nuclear raw materials (uranium and thorium) and heavy water to uranium enrichment, fabrication of fuel elements, fuel reprocessing and disposal of radioactive waste. This study also indicates possible ways of development of nuclear power in general and especially development of particular nuclear fuel cycles and reactor systems in future.

The article deals with possible avilability of nuclear raw materials and heavy water in the world and the possibilities thereof to meet the anticipated development of nuclearpower. This subject was the mandate of the INFCE Working Group 1 in whose deliberations the autor himself took part.

It is estimated that over the next half century nuclear power will be of growing importance in the world. The nuclear capacities are expected to increase from 140 GW in 1980 to 850—1200 GW in the year 2000, ie. 1800—3900 GW in 2025.

On the basis of the known reserves of uranium amounting to 5 million tons it is estimated that the production of uranium could develop from 50.000 tons in 1980 to reach 110—120.000 tons per year at the end of century and after that gradually decline to only 20.000 a year in 2025.

Maintaining of a growing rate of uranium production at the end of this and begining of the next century would be possible only if intensive exploration is undertaken in due time to provide for the discovery of new deposits and enable their development which appears to be possible on the basis of favourable geological conditions in a number of regions in the world. In such case it would be possible to sustain an increasing production of uranium in the world until 2025 at the level of 165—170.000 tons in the 2000 or 175—305.000 tons in 2025.

Acheivenemnt of this production would depend in the first place on the results of exploration but also on other factors (favourable political climate, market, adequate number of experts, necessary equipment, sufficient financial resources and regulation of environmental problems, etc.).

Production of uranium from non-conventional sources although implying large quantities and even in cases when production costs are comparatively small (eg. extraction of uranium from phosphoric acid) cannot significantly support meeting of the world demand although for some countries this type of production to meet the requirements for uranium may be very significant and even the only solution.

Annual requirements for uranium, when compared to the possibilities for production on the basis of the known world reserves of uranium could be met until the year 2000 for a large number of reactor strategies, while for the period until 2025 they could be provided for only under condition of a slowed down trend of development of nuclear energy and an accelerated introduction of advanced reactor technologies which require comparatively small quantities of uranium. In all other cases the known reserves of uranium would not suffice and necessitate intensified exploration with a view to discovering new uranium deposts.

Technical problems related to supply of thorium and heavy water are not expected for any of the considered strategies of nuclear power development using either of these.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 89—106, god. 1981. Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 89—106, 1981, Belgrade.

Dušan Radusinović

UDK 549 + 553.3/44 (497.11)
Stručni članak

MINERALNI SASTAV, STRUKTURNE I GRANULOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE MINERALA U RUDNOM LEŽIŠTU BOBIJA

Ključne reči: separacija, sulfidi, sulfati, z. Srbija

UVOD

Sulfidno-sulfatno orudnjenje u Bobiji (zapadna Srbija) determinisao je autor ovog rada kao jedan izrazit primer vulkano-sedimentnog tipa stvaranja rudnih ležišta i rezultate tih proučavanja objavio u časopisu »Tehnika« br. 4, 1980. godine. Prema tome podaci o opštegeološko-strukturnim karakteristikama kao i o načinu postanka rudnog ležišta sa genetskom interpretacijom uslova stvaranja orudnjenja u Bobiji, nalaze se u navedenom objavljenom članku.

U ovom radu autor želi da sada iznese detaljnije podatke o mineralnom sastavu rude, strukturnim i paragenetskim odnosima minerala u ležištu kao i o njihovim granulometrijskim karakteristikama u rudnim telima sulfidnog i sulfatnog orudnjenja, do kojih je došao prilíkom rada na mineraloškoj studiji ovog interesantnog rudnog ležišta.

Rudna tela u ležištu su bogata mineralnim sadržajem ali su korisni sastojci jako sitnozrni i osnovni sulfidni minerali se veoma teško makroskopski zapažaju u rudi kao rezultat svojevrsnih uslova postanka ležišta. Raznovrstan mineralni sastav koji je u ležištu utvrđen kao i podaci o načinu javljanja pojedinih minerala u rudi, njihovim složenim međusobnim strukturnim odnosima i mogućnostima oslobađanja iz rudnog agregata, biće od neospornog značaja za upoznavanje orudnjenja ovakvog genetskog tipa, naročito u pogledu pristupa eksploataciji i tehnološkoj obradi rude.

MINERALNI SASTAV I KARAKTERISTIKE JAVLJANJA MINERALNIH VRSTA U RUDNOM LEŽIŠTU

Rudno ležište u Bobiji je produkt endogenih mineralizacionih procesa i finozrne sedimentacje u jednoj sinklinalnoj strukturi. Rudni materijal je endogenog porekla, iz termalnih rastvora, u vezi sa intermedijarnom magmatskom aktivnošću. Mineralni materijal je obaran iz rastvora usled naglih promena u fizičkohemijskim uslovima, u prvom redu opadanja temperature i pritiska kao i mešanja hidrotermalnih i površinskih (morskih) voda, prilikom izbijanja mineralnih termi na samoj površini zemljine kore. U tim uslovima dolazilo je do stvaranja brojnih kristalizacionih klica i nastajanja minerala koji svojom veličinom ne prelaze dimenzije dispersne faze koloida. Tako je došlo do koncentracije rudnih minerala koji se u vidu suspenzije

nalaze rasuti u vodenoj sredini iz koje se mineralne čestice obaraju, koagulišu i deponuju na morskom dnu uglavnom kao gelozne tvorevine. Izuzetno u tim uslovima stvaranja dolazi mestimično i do postanka minerala iz pravih jonskih rastvora i to u slučajevima kada su hidrotermalni rastvori, zbog nekih lokalnih uslova, bili sprečeni da dospeju neposredno do morskog dna.

Mineralni sastav ležišta

Uslovi stvaranja rudnog ležišta bili su veoma pogodni i omogućili su koncentracije **Pb, Zn, Fe, Ba, S** i drugih rudnih elemenata na malom prostoru, dajući tako izrazito bogata rudna tela raznovrsnog mineralnog sastava.

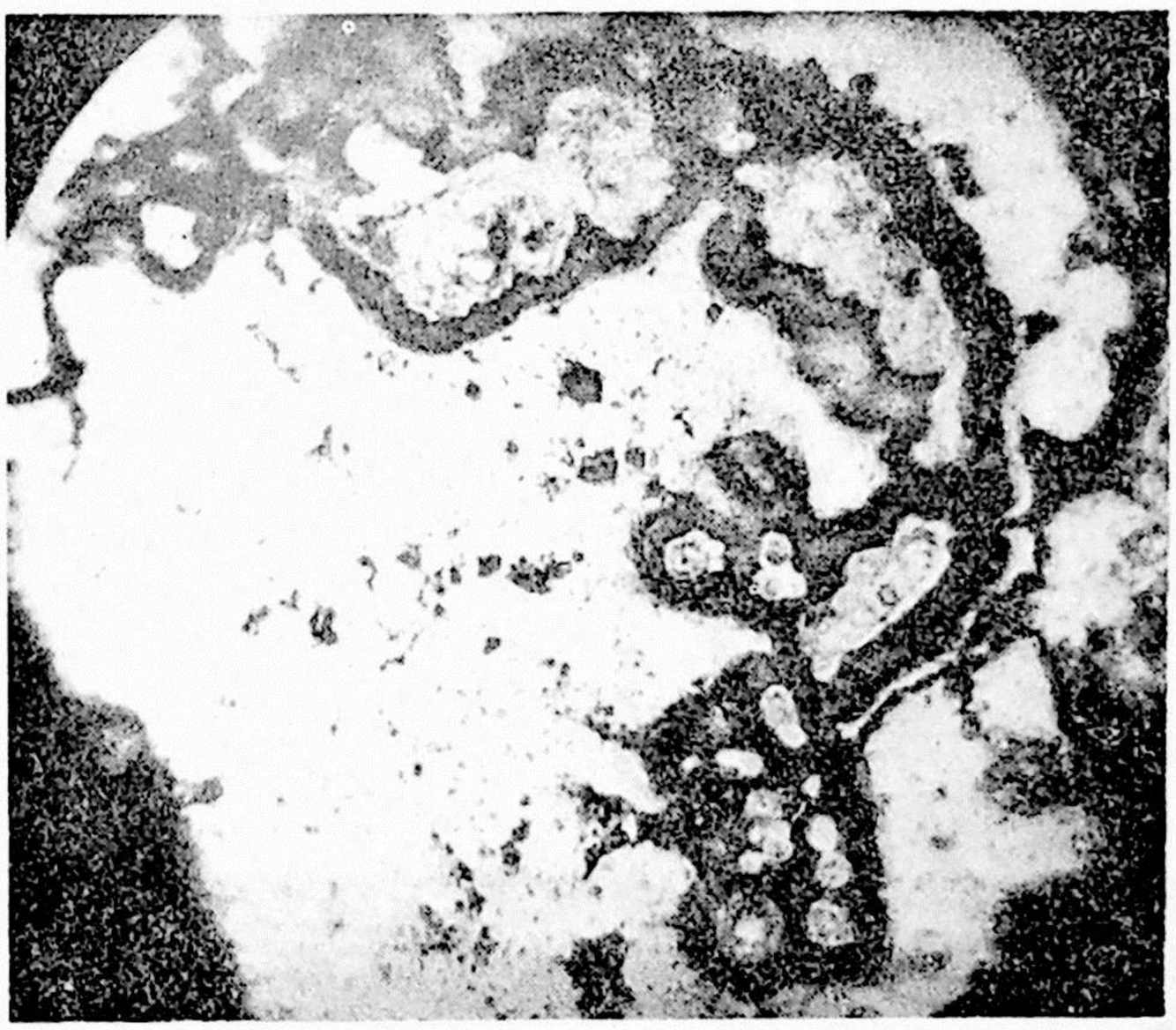
Detaljnim mineraloškim ispitivanjima ležišta utvrđen je sledeći mineralni sastav:

— pirit, markasit, galenit, sfalerit, tetraedrit i barit kao glavni i količinski najzastupljeniji mineralni sastojci rude;
— halkopirit, pirhotin i arsenopirit kao retki primarni pratioci orudnjenja, količinski sasvim neznatne zastupljenosti u ležištu;
— ceruzit, halkozin, kovelin, bornit, malahit i limonit, kao produkti supergenih alteracionih procesa;
— magnetit i hromit kao akcesorni sastojci stena iz neposredne okoline orudnjenja;
— kvarc, kalcedon, kalcit, dolomit, feldspati, muskovit, biotit, amfibol, piroksen (monoklinični), granat staurolit, turmalin, epidot, hlorit, sericit i alofan kao minerali jalovine, stvoreni jednim delom kao alteracioni produkti endo odnosno egzogenih procesa a drugim delom to su petrogeni sastojci (uneti prilikom sedimentacije orudnjenja) stena u kojima se javlja rudno ležište olova, cinka i barita.

Karakteristike javljanja pojedinih minerala u rudi

P i r i t — je najzastupljeniji rudni mineral u ležištu. Javlja se u nekoliko generacija koje se karakterišu različitim morfološkim osobinama kao i strukturnim prorastanjima u rudnim telima ležišta. U prvoj generaciji pirit se javlja kao kompaktna masa sa sklonošću ka idiomorfnom razviću kristalnih zrna. Druga generacija pirita je razvijena u tipično koloidnim strukturnim oblicima i zonarno koncentričnom građom sa sferoidnim, mestimično i radialno zrakastim agregatima. Pirit iz treće generacije je veoma sitnozrn, sa dimenzijama zrna koje se često nalaze ispod granice determinacije rudnomikroskopskim metodama, jer je pirit stvaran sa ostalim sulfidnim mineralima kao galenitom, sfaleritom i tetraedritom u jednoj posebnoj fazi koja se karakteriše izvanrednom sitnozrnošću sastojaka do submikroskopskih razmera, i izdvojena je u ležištu kao — sitnozrni mineralni agregat — ustvari to bi bila jedna emulziona smeša od svih četiri navedena sulfidna minerala. Četvrta generacija je predstavljena sekundarno nastalim piritom od pirhotina i delom od markasita. I najzad nešto pirita je stvarano i u okolnim stenama kao akcesorni sastojak tih stena koje su zahvaćene sulfidnim orudnjenjem. Ma da se pirit javlja u pet generacija, od stvarnog značaja za ležište su samo prve tri generacije, jer su velike količinske zastupljenosti u rudnim telima dok ostale dve imaju samo mineraloški značaj a njihova zastupljenost je sasvim neznatna u ležištu.

Pirit prorasta sa svim mineralnim komponentama u ležištu. On najčešće prorasta sa sfaleritom, zatim galenitom i ređe sa tetraedritom, od glavnih sulfidnih sastojaka rude, i sa baritom i kalcedonom od minerala jalovine. Idiomorfno razvijeni pirit nije obilnije zastupljen u ležištu. Čak i takva piritska kristalna zrna mestimično su sa očuvanim tragovima prvobitno koloidne unutrašnje građe piritskih zrna. Tako su najčešće zastupljeni kolomorfni oblici pirita u rudi, gde se piritski agregati sastoje od kuglica različitih veličina, zatim od sfera i polusfera, delom koncentrične građe a delom kao radijalno zrakasti agregati. Pirit se karakteriše raznovrsnim strukturnim i teksturnim oblicima prorastanja ali je najčešće nosilac koloidno-ritmičkih geloznih struktura u ležištu. Na slikama 1, 2, 5 i 7 prikazani su strukturni odnosi pirita.



Sl. 1 — Koloidne strukture pirita (beo). Nikoli //. Uvećanje 200 X.

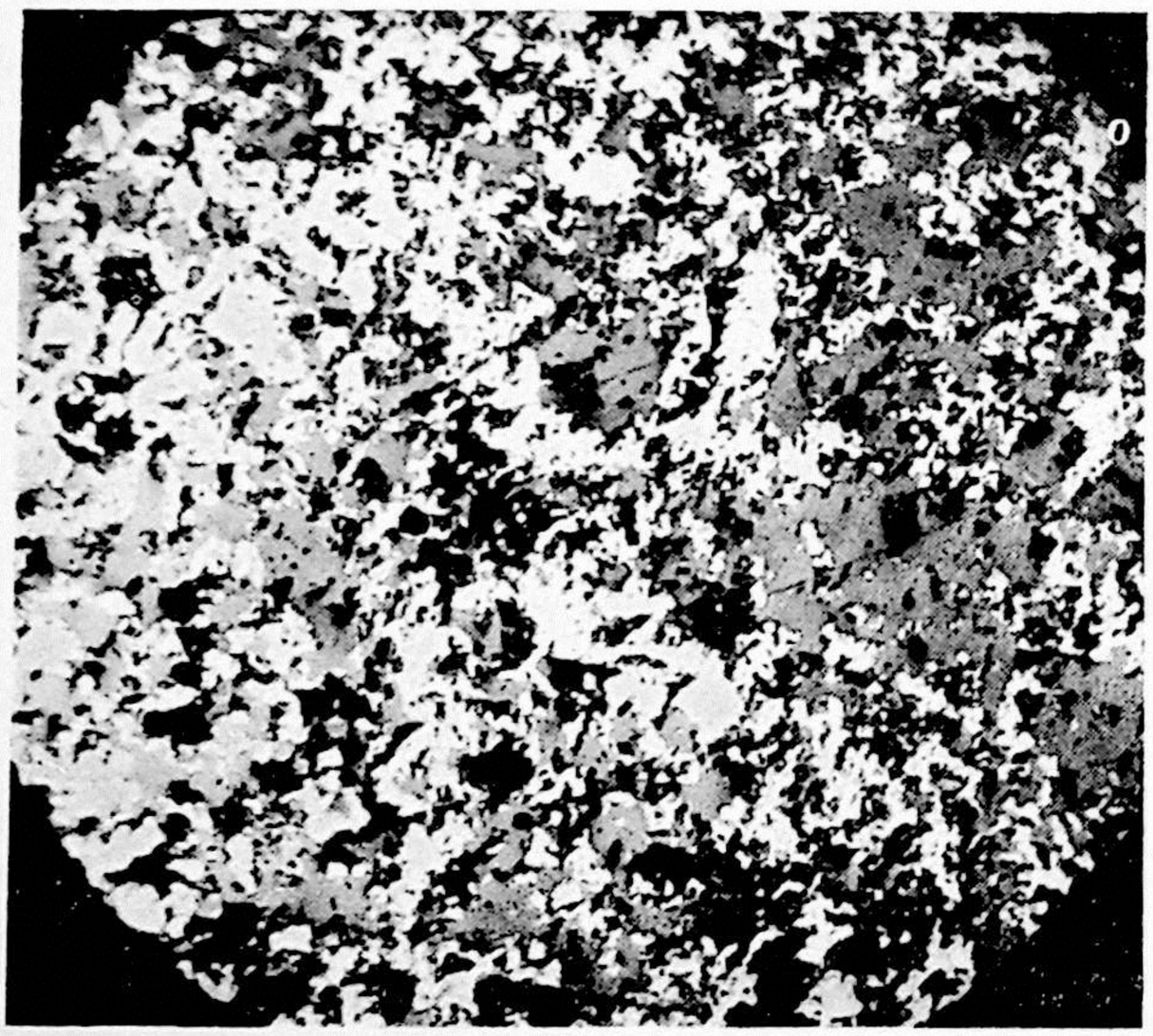
Količinska zastupljenost pirita u sulfidnim rudnim telima je velika i obično prelazi preko jedne trećine pa ide čak i do preko 90% u nekim delovima ležišta, što predstavlja mestimično izvanredne koncentracije sulfida gvožđa; ali u baritskim rudnim telima sadržaji pirita bitno opadaju (oko svega 1,5%) jer u njima uopšte opada učešće sulfida do neznatnih tragova.

U supergenim uslovima pirit se neznatno pretvara u limonit. Limonit nastao transformacijom pirita takođe je sa koloidno rimičkom građom i u tim agregatima se mestimično nađu još neznatni zaostaci očuvanog pirita. Međutim, proces transformacije pirita u površinskim uslovima je neznatnog intenziteta i praktično bez značaja za rudno ležište.

S f a l e r i t — je posle pirita najzastupljeniji sulfidni mineral u rudnom ležištu. On je nastao u tri generacije u toku mineralizacionih procesa stvaranja ležišta. Generacije su izdvojene na osnovu strukturnih i paragenetskih odnosa sfalerita prema glavnim sastojcima sulfidnih rudnih tela. Sfalerit iz prve generacije stvaranja je uglavnom kolomorfnih oblika i znatne

je zastupljenosti. Druga generacija sfalerita pokazuje težnju ka idiomorfnom razviću i nije veće zastupljenosti u rudnim paragenezama sulfidnih rudnih tela. Treća generacija sfalerita je takođe u kolomorfnim strukturama i stvarana sa piritom, galenitom i tetraedritom u jednoj fazi sa izvanrednom sitnozrnošću sastojaka — takozvani sitnozrni mineralni agregat, u kome se komponente javljaju čak i u submikroskopskim dimenzijama. Najveće količine sfalerita su stvorene kao prva generacija, zatim kao treća a najmanje je on stvoren kao idiomorfna tvorevina u drugoj generaciji.

Sfalerit prorasta sa svim glavnim rudnim mineralima u ležištu i to naročito sa piritom i galenitom zatim i sa tetraedritom i baritom. Prorastanja sfalerita sa piritom su vrlo česta i raznovrsna po formi. Mestimično su to intenzivna prožimanja sa grubomirmekitskom strukturom a ponekad se inkluzije pirita javljaju pravilno raspoređene slično halkopiritskim izdvajanjima u sfaleritu. Sa tim piritskim inkluzijama se nađe i po neka od halkopirita. Međutim ova prorastanja su rezultat primarne raspodele a ne strukturnih izdvajanja u sfaleritu. Prorastanja pirita i sfalerita su mnogo



Sl. 2 — Sfalerit (siv) prorastao sa piritom (beo). Nikoli //. Uvećanje 200 X.

češća nego sfalerita sa galenitom i drugim mineralima, naročito u zrnastim agregatima sa koloidnim strukturama u kojima se smenjuju zone pirita sa zonama sfalerita. Ima slučajeva kada se u centru koloidnog agregata nalazi sfalerit a zatim se oko njega razvija zona koloidnog pirita. Verovatno da je i sklonost sfalerita ka razvijanju u koloidno-ritmičkim strukturama uticala da su pirit i sfalerit u ovom ležištu češće u međusobnoj asocijaciji nego, što je u mnogim ležištima uobičajenije, sa galenitom. Prorastanja sfalerita i galenita su naročito česta u fazi stvaranja takozvanog sitnozrnog mineralnog agregata. Tu su sitna gotovo submikroskopska zrna sfalerita raznovrsno prorasla sa galenitom. Isto tako, relativno češće su i prorastanja galenita i sfalerita u delovima rudnih tela

u kojima su minerali stvarani iz jonskih rastvora a ne iz geloida. U obe ove dve generacije sfalerita gde su galenitska prorastanja česta, prisutno je i nešto tetraedrita koji je delom prorastao i sa sfaleritom. Naročito su složena prorastanja sfalerita i tetraedrita u sitnozrnim mineralnim agregatima. Sa baritom sfalerit je retko u asocijaciji a u baritskim rudnim telima se nalazi samo u tragovima. Prorastanja sfalerita su ilustrovana na mikrofotografijama (Sl. 2 i 6) Procesi alteracije nisu zapaženi na sfaleritu u ovom ležištu.

G a l e n i t — se javlja često u rudnim telima ležišta i po količinskoj zastupljenosti ima ga samo nešto malo manje od sfalerita. On se, slično kao i sfalerit, stvarao uglavnom u tri generacije u ležištu. Najveće količine galenita stvarane su u glavnoj fazi deponovanja mineralnog sadržaja u ležištu, koja se odlikuje izrazito tvorevinama koloidno-ritmičkih struktura i u kojoj su stvarane i najveće količine pirita i sfalerita u ležištu. Uprkos činjenici da galenit poseduje izrazitu tendenciju ka idiomorfnom razviću on se najvećim delom stvarao iz geloida a samo neznatno iz kristaloida, gde je uglavnom geloznih struktura u prvom a nepravilnih kristalnih formi ili idiomorfnih oblika u drugom slučaju. Posebna generacija stvaranja galenita je ona iz takozvanih sitnozrnih mneralnih agregata u kojoj je on asociran u jednoj emulzionoj smeši sa ostalim glavnim sulfidnim sastojcima rude, u kojoj je galenit takođe kolomorfno razvijen. Najčešća prorastanja galenita su sa piritom. Oni su na raznovrsne načine međusobno prorasli. Koloidno ritmički agregati galenita su u brojnim slučajevima zahvaćeni piritom tako da se preko galenitskih sfera sa spoljne strane nalaze zone geloznog pirita i ponekad se ovi agregati završavaju sa piritskim vencem oko njih. Ovakve strukturne slike se naročito često javljaju u kompaktnim piritskim agregatima u kojima se nalaze nagomilanja galenita a u samom galenitu se tada nalaze koloidne čestice pirita. Ima delova rudnih tela koja su izgrađena ug-

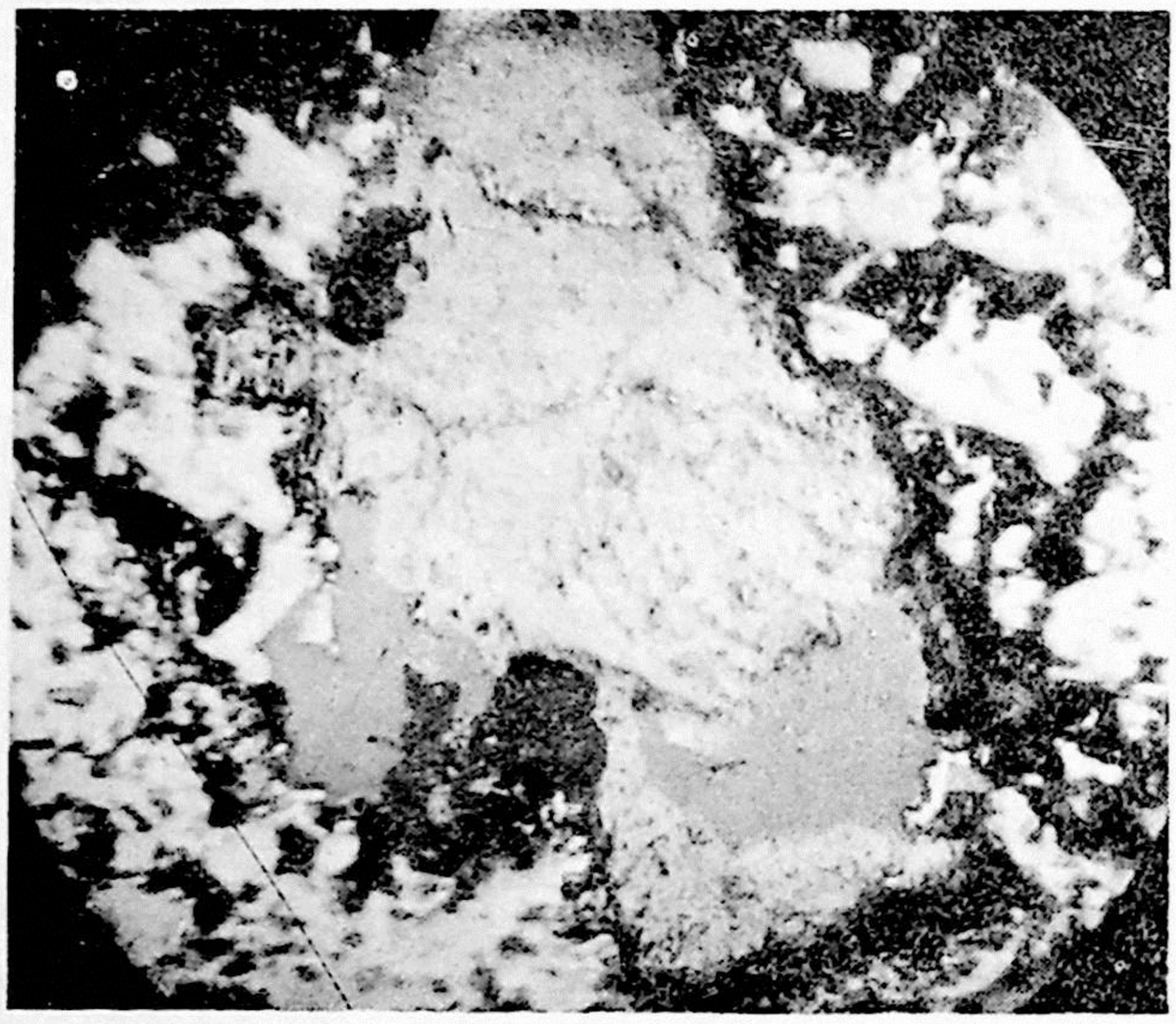


Sl. 3 — Galenit (beo) sa malo tetraedrita (siv) i baritskim gangom (sivo crn). U tetraedritu mikrožilica pirita (beo). Nikoli //. Uvećanje 200 X.

lavnom od pirita i galenita na navedeni način međusobno proraslih. Galenit je prisutan i u asocijaciji sa sfaleritom i tetraedritom i sa njima prorasta stvaran gotovo jednovremeno bilo iz geloida ili iz kristaloida.

Strukture prorastanja galenita u rudi ilustrovane su na mikrofotografijama (Sl. 3 i 4).

Galenit je u površinskim uslovima zahvaćen supergenim procesima. Međutim procesi alteracije su neznatnog intenziteta javljanja i samo su u veoma retkim slučajevima bili determinisani. Tako je u oksidacionoj zoni,

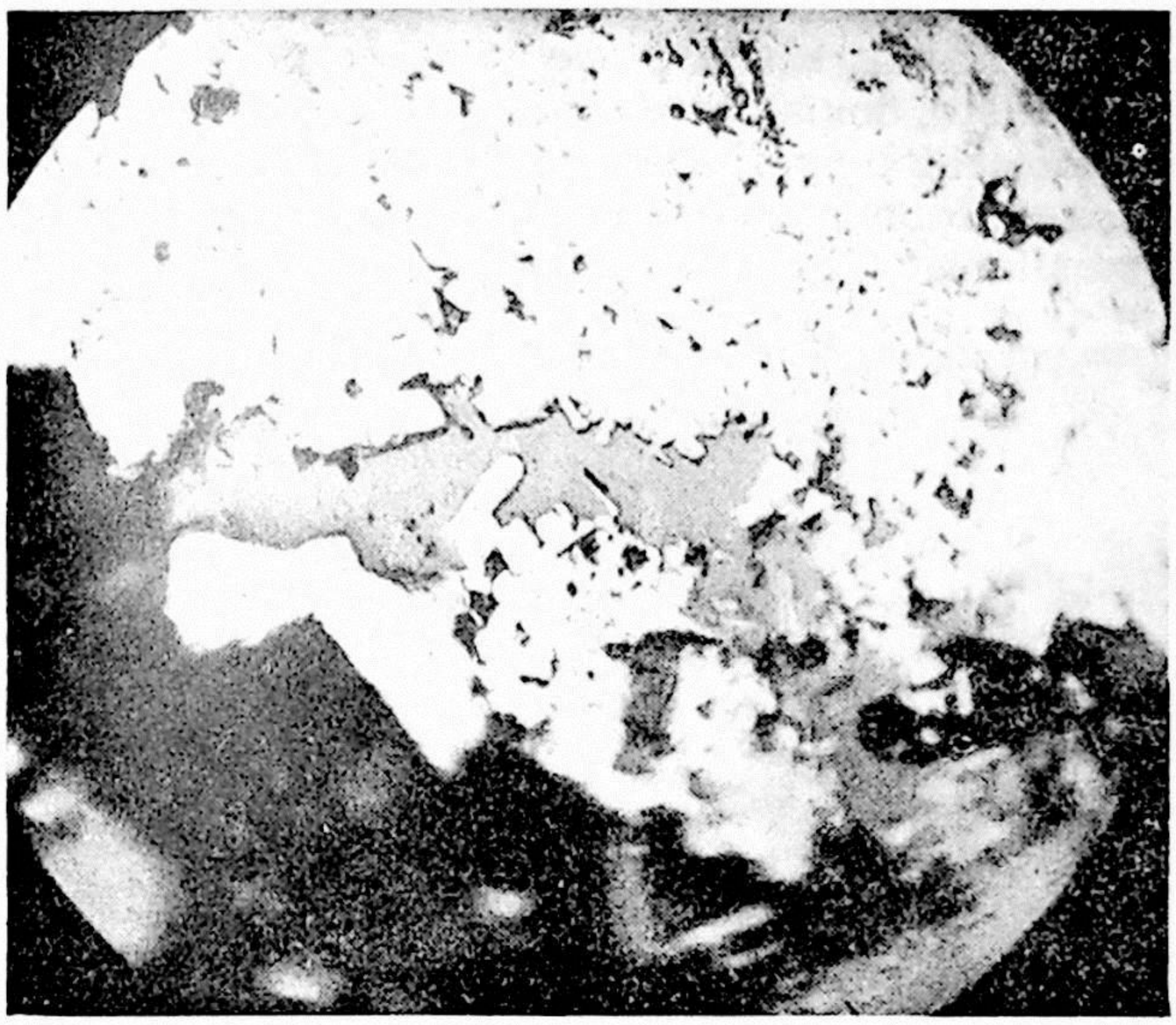


Sl. 4 — Galenit sa jasno vidljivom koloidno-ritmičkom građom (sivo beo). U galenitu nešto tetraedrita (tamnije siv) a po obodu pirit (beo). Nikoli //. Uvećanje 600 X.

pod dejstvom supergene alteracije, galenit neznatno pretvoren u ceruzit. Taj proces je zahvatio samo pojedine galenitske agregate i to u njihovim obodnim delovima a ekstremno retko ceruzit se razvio i duž prslinica i pukotinica u galenitu.

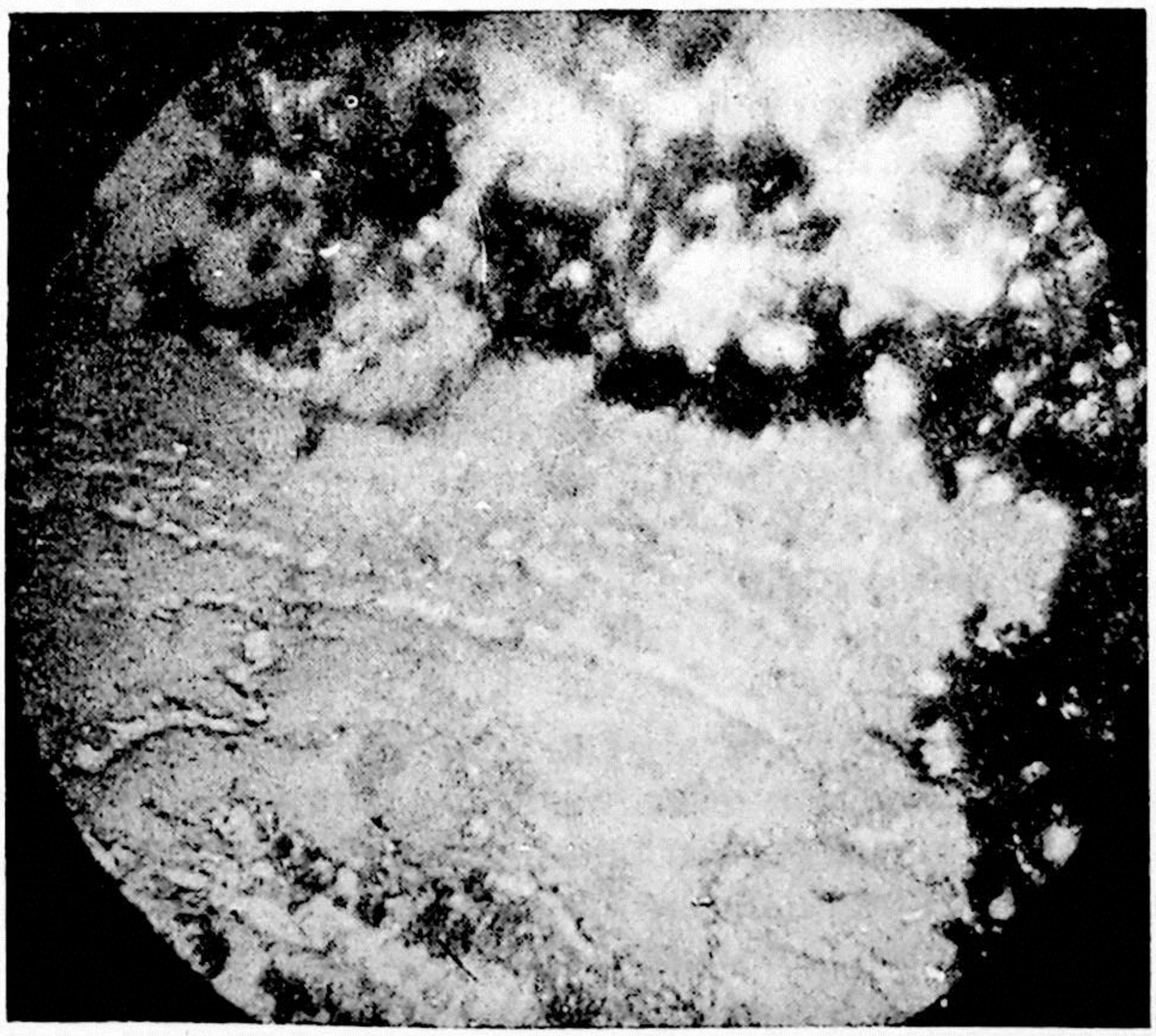
T e t r a e d r i t i — Minerali tetraedritske grupe su znatno zastupljeni u ležištu i čine bitan sastojak orudnjenja. Međutim oni su nekoliko puta manje zastupljeni od galenita ili sfalerita (tri do pet puta) u sulfidnim rudnim telima a u baritskim se nalaze samo u neznatnim tragovima. Najvećim delom odgovaraju tetraedritu a veoma retko varijetetu tenantitu. Stvarani su u više generacija ali su najveće količine tetraedrita nastale u takozvanom sitnozrnom mineralnom agregatu gde su u emulzionoj smeši sa piritom, galenitom i sfaleritom. Zatim je tetraedrit čest u kolomorfnim strukturama sa sfaleritom i piritom, a u fazi stvaranja iz kristaloida sa galenitom. U koloidno ritmičkim agregatima tetraedriti su u asocijaciji sa piritom a ređe sa sfaleritom ili galenitom. U tim prorastanjima su česti slučajevi smenjivanja zona geloznog pirita sa zonama tetraedrita i to tako da se obično tetraedriti javljaju u centralnim delovima a pirit se koloidno ritmički deponuje i obuhvata tetraedrite. Na mikrofotografijama (Sl. 5 i 6) ilustrovana su prorastanja tetraedrita.

U supergenim uslovima, dejstvom površinskih voda, tetraedriti se pretvaraju u sekundarne tvorevine od sulfida bakra kovelin i halkozin. Kovelin je nešto većeg rasprostranjenja nego halkozin, mada su oba neznatnih količina u ležištu.



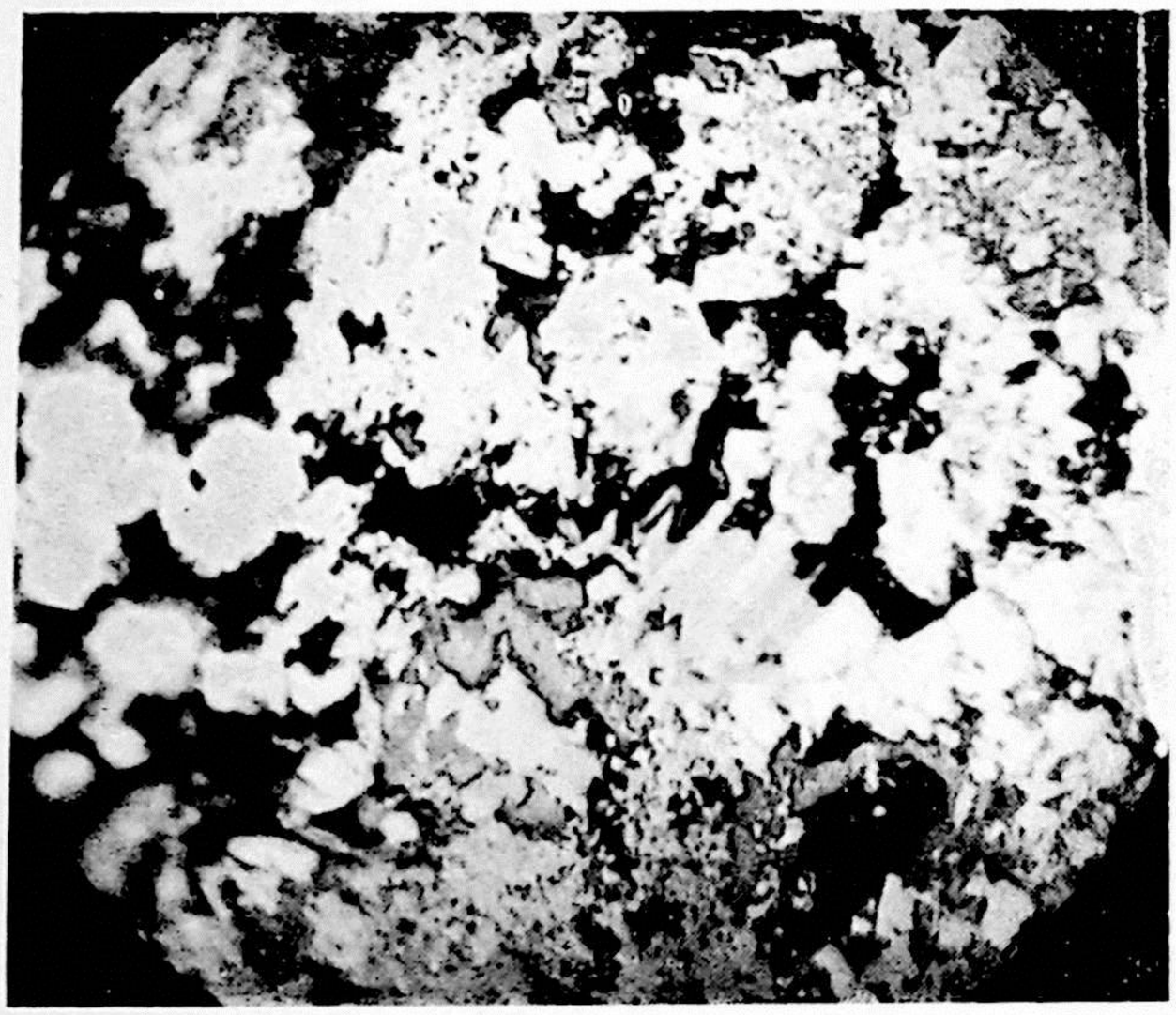
Sl. 5 — Tetraedrit (siv) kao žilica u piritu (beo). Gang je baritski (crn). Nikoli //. Uvećanje 200 X.

M a r k a s i t — se nalazi dosta često u rudnim telima ležišta. Naročito je on znatno zastupljen sa piritom i to u onim delovima ležišta gde je došlo do stvaranja kompaktnih piritskih masa. Markasit je stvaran u tri generacije



Sl. 6 — Tetraedrit (svetlije siv) u geloznim strukturama prorasta sa gelpiritom (beo reljefan, u nizovima) i sfaleritom (tamnije siv). Tipičan sastav takozvanog sitnozrnog mineralnog agregata. Nikoli //. Uvećanje 600 X.

u sulfidnim rudnim telima, i to kao prva generacija je njegovo stvaranje sa piritom u izrazito velikim nagomilanjima gvožđa sulfida u ležištu gde se stvaraju njihovi zrnasti agregati udruženi u kompaktnim masama skoro isključivo izgrađenim od ova dva minerala; zatim je markasit stvaran u drugoj generaciji kao gelozni materijal i najzad nešto markasita je stvoreno transformacijom pirita. Prva generacija markasita je najvećeg rasprostranjenja i količinske zastupljenosti u ležištu, dok su ostale dve mnogo manje zastupljene. Markasit prorasta skoro jedino sa piritom. Ta prorastanja su nepravilna i najčešće se radi o međusobnim udruživanjima ova dva minerala u granularne agregate koji mestimično izgrađuju skoro u celini neke delove



Sl. 7 — Markasitska prorastanja sa piritom. Markasit je delom lamelarne unutrašnje građe (sivo beo) a pirit (beo) delom kao pseudomorfoza po markasitu. Jako sitnozrni agregati (sivi) kroz pirit su od tetraedrita i sfalerita. Gang je baritski (crn). Nikoli / /. Uvećanje 600 ×.

rudnih tela. Markasit je u tom agregatu najčešće u nepravilnim kristalnim zrnima a ređe su razvijene i polisintetičke blizne lamele. U baritskim rudnim telima markasit nije bio determinisan. Na mikrofotografiji (Sl. 7) prikazani su odnosi markasita i pirita.

A r s e n o p i r i t — je nađen skoro jedino u asocijaciji sa piritom i to uglavnom u kompaktnim piritskim masama. On je razvijen u nepravilnim kristalnim zrnima koja su mestimično sa izraženom težnjom ka idiomorfnim oblicima. Arsenopirit je sa nešto relativno krupnijim zrnima obično preko pola milimetra dužine pojedinih kristala. Sem sa piritom arsenopirit je izuzetno retko nađen i u tetraedritima u vidu inkluzija idiomorfnih oblika kao i u samostalnim zrnastim agregatima u baritskom gangu i tada je takođe jako sitnozrn.

P i r h o t i n — je veoma redak mineral u ležištu a i kada se nađe, onda su to gotovo uvek neznatne količine inkludovane u piritu. On se javlja isključivo u masivnim i kompaktnim zrnastim agregatima pirita. Verovatno da je prvobitno pirhotin bio znatno više zastupljen u ležištu ali da je kasnije transformisan u markasit odnosno u pirit. Do ovakvog zaključka se dolazi na osnovu nalaska pirita sa izraženim pravcima cepljivosti koji su

karakteristični za pirhotin a takođe se nalaze i inkluzije pirhotina u piritu u vidu zaostataka, tako da bi ovi piriti predstavljali pseudomorfoze po pirhotinu.

H a l k o p i r i t — se veoma retko nalazi u rudnom ležištu. Javlja se u asocijaciji sa sfaleritom, tetraedritom i piritom. Sa sfaleritom halkopirit se javlja dvojako kao nepravilna međusobna prorastanja i kao inkluzije u sfaleritu. Prorastanja liče na strukture zamenjivanja i potiskivanja sfalerita halkopiritom nekad i u vidu žilica koje prožimaju sfalerit. Inkluzije su nepravilno rasute po sfaleritu i ne odnose se na strukturna prorastanja ova dva minerala. U odnosu na tetraedrit halkopirit se javlja u obodnim delovima tetraedrita kao nepravilne inkluzije. U piritu se halkopirit javlja u kompaktnim delovima sulfidnih rudnih tela, rasut po piritu kao sitne inkluzije i to uglavnom u onoj generaciji pirita u kojoj se javlja i pirhotin.

K o v e l i n — je mineral nastao sekundarnim putem kao produkt supergene transformacije tetraedrita. On je neznatne količinske zastupljenosti u ležištu i lokalizovan u gornjim blizupovršinskim delovima orudnjenja. Kovelin se javlja u vidu sitnozrnih agregata gde su pojedina zrna od svega nekoliko mikrona u prečniku. Ti agregati su nepravilnih oblika ali ponekad imaju ovalne i loptaste forme. Kovelin se javlja i u skramama preko tetraedrita a izuzetno retko i preko sfalerita. Kovelinske skrame su veoma tanke i kao jedan film oblažu minerale preko kojih se javljaju ili delom prodiru duž prslinica i mikropukotinica u njima. Neznatne količine kovelina nisu od ekonomskog značaja u ležištu, ali mestimično mogu da budu štetan sastojak rude prilikom eksploatacije i metalurške obrade glavnih metala iz ovog rudnog ležišta.

H a l k o z i n — se javlja sa kovelinom i takođe je sekundaran mineral nastao pretvaranjem tetraedrita. Znatno je manje zastupljen od kovelina i zapravo se radi samo o neznatnim tragovima halkozina u rudi.

B o r n i t — je veoma redak mineral i nađen je samo na jednom mestu u ležištu i to u minimalnoj količini. On je takođe sekundarna tvorevina i nastao je od tetraedrita zajedno sa kovelinom sa kojim je uvek u asocijaciji.

M a l a h i t — je neznatno zastupljen u rudnim telima ležišta. I on je sekundarna tvorevina ali za razliku od gore navedenih sekundarnih sulfida bakra, malahit je stvaran u oksidacionim uslovima.

Malahit se javlja u vidu skrama po rudnim mineralima u sulfidnim rudnim telima ali i kao pigment u mineralima jalovine. Naročito su minerali glina, u površinskim uslovima, slabije ili jače impregnisani malahitom od koga im i potiče zelena boja. Do stvaranja malahita došlo je u blizupovršinskim delovima rudnih tela u kojima su prodirale površinske vode i pod dejstvom supergenih procesa došlo je do razaranja tetraedrita i u redukcionim uslovima do stvaranja sekundarnih sulfida bakra a u oksidacionim do stvaranja bazičnog karbonata bakra — malahita.

C e r u z i t — je neznatno zastupljen u rudi. On se nalazi u blizupovršinskim delovima rudnih tela kao produkt supergenih transformacija galenita. Taj proces je veoma slabog inteziteta javljanja tako da se ceruzit razvio samo mestimično i to na obodu nekih zrna galenita a delom i duž cepljivosti kao i u pukotinicama galenita.

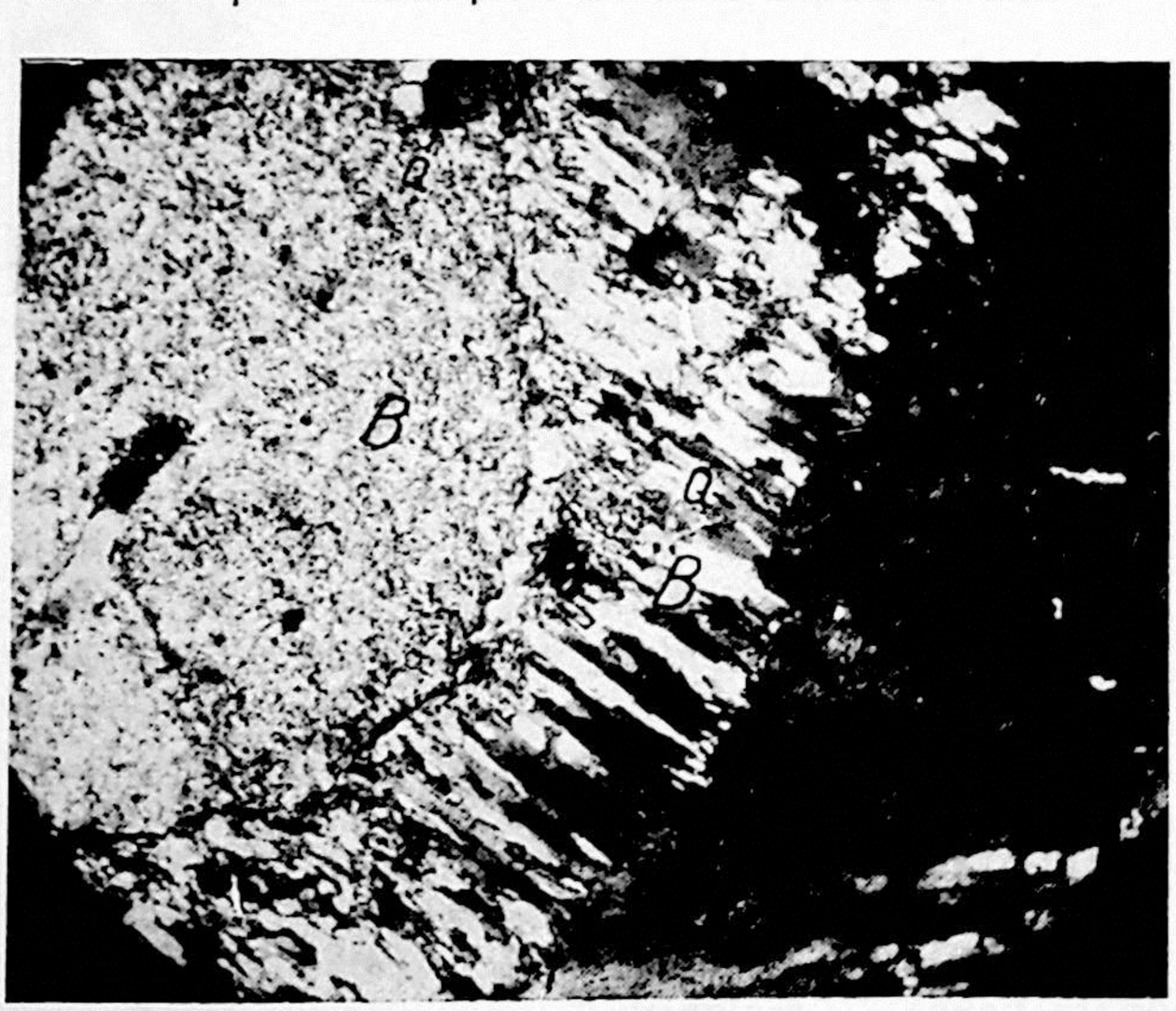
L i m o n i t — je neznatne količinske zastupljenosti a takođe nije ni velikog rasprostranjenja u ležištu. Mnogo je ređi u sulfidnim nego u baritskim rudnim telima. Najvećim delom limonit je nastao pretvaranjem pirita u supergenim uslovima. On se prema tome javlja kao pseudomorfoza po piritu, zatim se javlja i kao precipitat iz hladnih površinski voda i tada se taloži u vidu skrama po pukotinicama i prslinicama rudnih minerala a i okolnih stena i najzad se limonit javlja kao pigment u mineralima jalovine.

Limonit u najvećem broju slučajeva odgovara amorfnom varijetetu a izuzetno retko se javi i getitska komponenta.

B a r i t — je jedan od najrasprostranjenijih minerala u ležištu a takođe je i veoma velikog inteziteta javljanja. On gradi sopstvena rudna tela u ležištu ali se često javlja i u sulfidnim rudnim telima i tada je prisutan kao jalovina. Prema tome barit predstavlja u ovom ležištu veoma interesantnu i ekonomski značajnu mineralnu sirovinu.

Barit prorasta sa svim glavnim rudnim mineralima u sulfidnim paragenezama ležišta kao sa piritom, sfaleritom, galenitom i tetraedritom. Najčešće se javlja u vidu spleta mikrožilica različito orjentisanih u rudi ili se nalazi kao sitnozrni nepravilno razvijeni mikrogranularni agregati. Barit često zapunjava međuprostore i pukotinice u sulfidnom orudnjenju i to mestimično kao jedini mineral jalovine u njima.

Barit se koncentriše uglavnom u gornjim nivoima orudnjenja i u nekim slučajevima dolazi skoro do monomineralnih nagomilanja barita u rudi. U sopstveno baritskim telima on je zastupljen prilično varijabilno od nekoliko desetina procenata pa i do 90% barita u rudi.



Sl. 8 — Barit u heterogenim zrnastim agregatima (B). Zrna kvarca (Q) su sa baritom. Nikoli //. Uvećanje 24 X.

Barit je sitnozrn i ta zrna se udružuju u granularne agregate koji se različito raspoređuju u rudi, delom su orjentisani paralelno slojevitosti u vidu traka, žičica ili žilica a delom su nepravilnih formi sa heterogenom veličinom pojedinih kristalnih zrna i različite prostorne orijentacije. Na mikrofotografijama (Sl. 3 i 8) prikazane su strukture baritskih agregata.

Na baritima se zapažaju i poremećaji izazvani pod dejstvom tektonskih zbivanja. Naročito su promene izražene jasnije na agregatima barita nešto krupnijeg zrna. Ti poremećaji se manifestuju kataklaziranjem i undulatornim optičkim osobinama barita. Kataklaziranje je različitog stepena intenziteta od stvaranja pukotinskih sistema pa do intenzivnog drobljenja baritskih agregata u rudnim telima.

K a l c i t i d o l o m i t — se nalaze dosta retko u rudnim telima kao jalovina, ali su znatno zastupljeni u okolnim karbonatskim stenama ležišta.

Kalcit je u orudnjenju nešto više zastupljen od dolomita. Okolne karbonatne stene u kojima je mestimično deponovano i orudnjenje su u pojedinim delovima ispresecane mikrožilicama barita i kvarca.

K v a r c — je dosta čest u ležištu. On se nalazi u više generacija koje su čak i sasvim različitog genetskog porekla u ležištu. Jednim delom kvarc je poreklom od peščarskih sedimenata u kojima je i deponovano orudnjenje, drugim delom je iz vulkanogenih stena — bipiramidalni kvarc, i najzad kvarc je rezultata stvaranja mineralizacionim procesima u toku orudnjenja.

Kvarc genetski vezan za procese orudnjenja nije obilnije zastupljen u ležištu, nego su veće količinske zastupljenosti prve dve generacije kvarca. Najvećim delom kvarc nastao sa orudnjenjem odgovara kalcedonskom varijetut i prorasta sa rudnim mineralima i sa baritom. Naročito je kalcedon čest u koloidnim agregatima pirita. Često se u agregatima sa kalcedonom javlja i argilizacija sa mineralima ilitom, montmorionitom, kaolinitom, sericitom i hloritom u orudnjenju. Kalcedon je prorastao i sa baritom i na osnovu tih strukturnih odnosa zapaža se da je stvaran pre barita, što znači da je proces silifikacije stariji od baritizacije.

P e t r o g e n i m i n e r a l i — se javljaju kao minerali jalovine uneti u orudnjenjima iz okolnih stena ležišta. Determinisan je znatan broj mineralnih vrsta kao feldspati, amfiboli, pirokseni (rombični), granati, turmalin, staurolit, muskovit, biotit, sericit, hlorit, alofan, epidot, magnetit i hromit. Ovi minerali su iz stena različitog genetskog porekla i u njima su sačinjavali glavne ili delom akcesorne sastojke a delom su nastali alteracionim endo — ili egzogenim procesima. Količinska zastupljenost ovih minerala je neznatna u sulfidnim ali obilna u baritskim rudnim telima. Minerali kao alteracioni produkti (turmalin, hlorit, sericit i dr.) najvećim delom su poreklom iz vulkanogenih stena, i karakterišu procese turmalinizacije, sericitizacije, hloritizacije i argilizacije na stenama iz neposrednog kontakta sa rudnim telima. **Alofan** je redak mineral i stvoren je u toku procesa argilizacije, uglavnom feldspata, u delovima ležišta sa baritskim rudnim telima. Nalazi se u žičicama i žilicama neznatne debljine, zatim kao nepravilna nagomilanja i najzad u vidu skrama preko barita. Obično je bezbojan ali se javlja mestimično i jasno zeleno obojen usled apsorbcije malahita (tada može skoro oko 1% bakra da sadrži) a takođe može da sadrži i povećane količine ostalih metala kao i drugih elemenata (Zn — 0,17%, Pb — 0,035%, Sc — 0,016% i dr.). **Magnetit** je veoma redak i nalazi se u neznatnim količinama, tako da se njegovo poreklo može objasnti jedino iz okolnih stena u kojima je bio kao njihov akcesorni sastojak i prema tome nije u vezi sa mineralizacionim procesima koji su doveli do stvaranja rudnog ležišta. **Hromit** je takođe veoma redak mineral i javlja se isključivo kao akcesorni sastojak serpen-

tinisanih stena, koje su otkrivene u predelu rudnog ležišta. On je razvijen u samostalnim kristalima i rasut je nepravilno po steni ali je toliko redak da se ne može govoriti o nekoj impregnaciji stene hromitom, jer se javlja samo u tragovima. Kristalna zrna su idiomorfno razvijena u prostim kristalografskim oblicima, najčešće su oktaedarske forme. Kristali hromita su jako sitnozrni. Na njima su zapažene promene izazvane tektonskim pritiscima i koje se manifestuju stvaranjem pukotina i kataklaziranjem hromita. U tim pukotinama hromita, mestimično je dolazilo do protoka mineralizacionih rastvora i do obaranja u njima neznatnih količina sulfidnih minerala uglavnom pirita.

Mineralne parageneze u ležištu

Ispitivanjima mineralnog sastava orudnjenja u ležištu, utvrđivanjem karakteristika javljanja pojedinih minerala i proučavanjem njihovih strukturnih i paragenetskih odnosa, bilo je moguće izdvojiti u ležištu četiri glavne mineralne parageneze: piritsku, sfaleritsku, galenitsku i baritsku u kojima su mineralne vrste stvarane u više generacija.

Piritiska parageneza ima jedno od najznačajnijih mesta u rudnom ležištu i to kako po intenzitetu javljanja tako i po ekstenzitetu u celokupnom orudnjenju. U ovoj paragenezi preovladava količinski pirit a ostali minerali su daleko manje zastupljeni. Pored pirita, kao najbitnijeg sastojka u ovoj asocijaciji, stvarane su i neznatne količine pirhotina i markasita, kao i minimalne količine arsenopirita i halkopirita. Ima indikacija da su stvaranja pirhotina u ovoj paragenezi bila mnogo intenzivnije zastupljena ali da su pirhotini u toku rudnog procesa pretrpeli transformacije u pirit a delom i markasit, na šta ukazuju neke strukture piritskih agregata sa pirhotinskim zaostacima i pseudomorfnim oblicima pirita.

Parageneza sfalerita a isto tako i galenitska su ekonomski od najvećeg značaja u ležištu. Sfaleritska se karakteriše neznatnim stvaranjem pirita a naročito galenita, tetraedrita i halkopirita u ovoj mineralnoj paragenezi. Međutim se u galenitskoj stvaraju nešto veće količine pirita, iz ove generacije u ležištu, a znatno manje sfalerita, dok su tetraedriti približno jednako zastupljen u obe parageneze ili ih možda ima nešto više u galenitskoj, naročito u fazi stvaranja takozvanog sitnozrnog mineralnog agregata u rudnim telima.

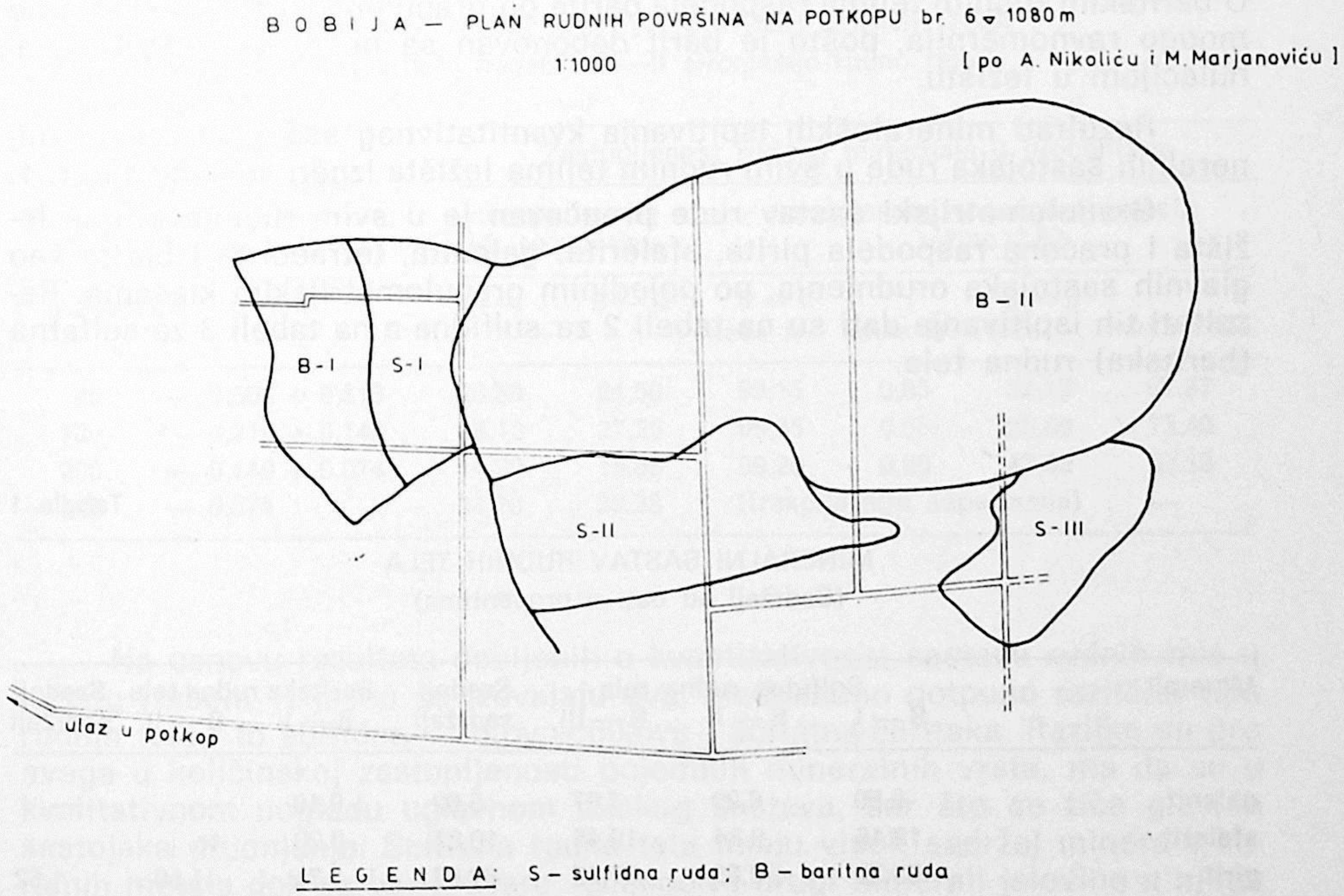
Baritska parageneza ima veliko rasprostranjenje a i znatnu količinsku zastupljenost u ležištu. U njoj su sulfidni minerali prisutni samo u tragovima, u onim delovima u kojima barit izgrađuje sopstvena rudna tela; a s druge strane baritska parageneza predstavlja jalovinu u sulfidnim rudnim telima.

GRANULOMETRISKE KARAKTERISTIKE ORUDNJENJA

Orudnjenje u ležištu Bobija se karakteriše velikom sitnozrnošću mineralnih sastojaka kao rezultat fizičko-hemijskih uslova koji su vladali u toku mineralizacionih procesa jednog vulkanogeno-sedimentnog ciklusa u kome

su minerali deponovani uglavnom kao gelozne tvorevine. Na taj način stvoreni rudni minerali ne prelaze svojom veličinom dimenzije dispersne faze koloida, obaraju se iz rastvora i koagulišu dajući mineralne agregate sa složenim strukturnim prorastanjima pojedinih minerala u rudnim telima ležišta. Zbog komplikovanog prorastanja minerala u rudi i njihove velike sitnozrnosti bilo je teško dobiti slobodna, monomineralno čisto izdvojena zrna pojedinih mineralnih vrsta iz rudnih tela u ležištu. Naročito se ovaj zaključak odnosi na sulfidne delove ležišta, dok su baritski znatno jednostavnije prorasli i uslovi oslobađanja minerala iz rude barita mnogo povoljniji. Tako se prilikom rada na granulometrijskim ispitivanjima rude često pratila raspodela mineralnih sraslaca a manjim delom, naročito u krupnijim granulometrijskim klasama, raspodela slobodnih mineralnih sastojaka.

Granulometrijskim ispitivanjima su obuhvaćeni svi delovi rudnog ležišta na nivou potkopa br. 6. (plan rudnih površina). Materijal je



drobljen sa postupnim prosejavanjem, tako da prvo prođe kroz sita sa otvorima od 35 meša. Tako su za prosejavanje korišćena sita sa sledećim otvorima: 35, 48, 100, 200 meša (sistem Tyler). Na taj način su dobijene četiri granulometrijske klase na kojima su vršena separisanja teškim tečnostima (bromoform sp. tež. 2,82) i elektromagnetom (Frantz isodinamic). Separacija teškim tečnostima nije uspešno izvršena na mineralima iz granulometrjske klase minus 200 meša odnosno — 0,074 mm otvora sita, zbog finoće mineralnih zrna ali je njihov mineralni sastav ispi-

tivan rudnomikroskopskom metodom. Takođe i rezultati elektromagnetne separacije rudnog materijala nisu dali zadovoljavajuće rezultate zbog praktičnog otsustva feromagnetičnih a sasvim neznatnih količina i paramagnetičnih minerala u rudi, čiji sadržaji nisu bitno uticali na kvantitativne odnose minerala u granulometrijskim klasama.

Granulometrijskim ispitivanjima predhodila je detaljna mineraloška obrada rudnog materjala sa utvrđivanjima kvantitativne zastupljenosti glavnih mineralnih sastojaka rude. Treba posebno naglasiti da su u sulfidnim rudnim telima sadržaji osnovnih mineralnih sastojaka rude ostali bitno nepromenjeni u svojim međusobnim kvantitativnim odnosima unutar pojedinih granulometrijskih klasa. Količine slobodnih mineralnih zrna u pojedinim klasama variraju za određene mineralne vrste ali sa tendencijom procentualno većeg oslobađanja iz agregata u vezi sa usitnjenošću materijala. Tako se na primer u klasi krupnoće zrna minus 0,074 mm. nalaze količine slobodnih zrna pirita, sfalerita i galenita u količinama oko ili mestimično čak i preko 50% od njihove ukupne zastupljenost u toj granulometrijskoj klasi. U baritskim rudnim telima raspodela barita po granulometrijskim klasama je mnogo ravnomernija, pošto je barit deponovan sa nešto povoljnijom granulacijom u ležištu.

Rezultati mineraloških ispitivanja kvantitativnog sadržaja glavnih mineralnih sastojaka rude u svim rudnim telima ležišta izneti su u tabeli br. 1.

Granulometrijski sastav rude proučavan je u svim rudnim telima ležišta i praćena raspodela pirita, sfalerita, galenita, tetraedrita i barita kao glavnih sastojaka orudnjenja, po pojedinim granulometrijskim klasama. Rezultati tih ispitivanja dati su na tabeli 2 za sulfidna a na tabeli 3 za sulfatna (baritska) rudna tela.

Tabela 1

MINERALNI SASTAV RUDNIH TELA
(Sadržaji su dati u procentima)

Minerali	Sulfidna rudna tela S — I	S — II	S — III	Srednji sadržaji	Baritska rudna tela B — I	B — II	Srednji sadržaji
galenit	6,59	6,20	7,07	6,62	0,10	—	—
sfalerit	12,16	9,84	10,45	10,82	0,20	tr.	—
pirit	63,52	72,85	67,25	67,87	1,75	1,50	1,62
tetraedrit	1,71	1,54	3,76	2,33	tr.	—	—
kovelin	—	0,56	—	—	—	—	—
barit	5,30	3,58	1,62	3,50	92,00	28,00	60,00
kvarc i kalcedon	8,20	4,20	7,90	6,77	5,20	63,00	34,10
ostali minerali jalovine: feldspati + hloriti + amfiboli + sericit + kalcit	2,40	0,50	1,85	1,58	0,50	7,00	3,75
	99,88	99,27	99,90	99,49	99,75	99,50	99,47

Tabela 2

GRANULOMETRIJSKI SASTAV SULFIDNE RUDE
(Sadržaji su dati u procentima)

Granulometrijske klase		Zastupljenost rudnog materijala po klasama	Sadržaji slobodnih mineralnih zrna u klasi				
Otvor sita			minerali				
u mešama	u mm		pirit	sfalerit	galenit	tetraedrit	barit
48	— 0,5 + 0,318	19,62	10	0,7	0,2	tr.	0,6
100	— 0,318 + 0,149	34,34	14	4,5	0,2	tr.	7
200	— 0,149 + 0,074	16,84	24	13	8	2	8
—200	— 0,074	28,52	65	45	50	25	3
		99,32					

Tabela 3

GRANULOMETRIJSKI SASTAV BARITNIH RUDNIH TELA
(B—I baritom bogato i B—II siromašno rudno telo)

Granulometrijske klase		Zastupljenost rudnog materijala u procentima					
		neseparisanog teš. tečnostima	separisanog u tečnosti specif. težine 2,82				
otvor sita							
u mešama	u mm	B — I	B — II	B — I teža fr.	B — I lakša fr.	B — II teža fr.	B — II lakša frakc.
48	— 0,500 + 0,318	23,50	21,50	99,15	0,85	32,13	67,87
100	— 0,318 + 0,149	28,10	27,26	99,35	0,65	26,60	73,40
200	— 0,149 + 0,074	14,20	15,85	99,20	0,80	47,82	52,18
— 200	— 0,074	34,20	35,38	(frakcija nije separisana)			—

Na osnovu rezultata dobijenih o kvantitativnom sastavu rudnih tela u ležištu (tabela 1) jasno se izdvajaju dva, međusobno potpuno različita tipa rudnih tela i to sulfidna — olovo-cinkova i sulfatna-baritska. Razlike su pre svega u količinskoj zastupljenosti pojedinih mineralnih vrsta, ma da su u kvalitativnom pogledu uglavnom bliskog sastava, bar što se tiče glavnih sastojaka orudnjenja. Sulfidna rudna tela imaju visok sadržaj minerala olovnih metala dok se barit, kvarc, kalcedon i drugi minerali jalovine u njima javljaju u neznatnim količinama. U sulfatnim rudnim telima je sasvim obrnut slučaj, barit je glavni sastojak a takođe i kvarc i kalcedon sa ostalim nerudnim mineralnim pratiocima mogu imati i značajne sadržaje u rudi, dok su sulfidni minerali neznatno zastupljeni, sa tragovima ili čak sasvim izostaju, a od njih je najčešći pirit i to sa sadržajima oko jedan i po procenat.

Sulfidna rudna tela se karakterišu sa približno bliskim sadržajima osnovnih mineralnih sastojaka kao galenita, sfalerita i pirita u pojedinim rudnim telima ležišta; dok ostali minerali kao u prvom redu barit, zatim tetraedrit, kovelin i najzad minerali jalovine prilično variraju u ukupnom sa-

stavu pojedinih rudnih tela. Tako minerali korisnih metala olova, cinka, gvožđa i bakra čine preko 87% u sastavu sulfidnih orudnjenja a sastav jalovine je sa učešćem od nešto preko 12% i od toga je najviše zastupljen barit (1,6—5,3), zatim kvarc sa kalcedonom (4,2—8,2%) dok su ostali uglavnom petrogeni minerali neznatno zastupljeni. Prema tome sulfidna rudna tela su sa veoma velikim stepenom orudnjenja i izvanredno značajnom koncentracijom metala u rudi.

Sulfatna rudna tela su heterogenog sastava. U njima je glavna mineralna komponenta barit. Postoje u ležištu značajna nagomilanja barita sa koncentracijom i preko 90% ove mineralne vrste (baritsko rudno telo B — I) ali sadržaji mogu da budu i siromašniji i da iznose i ispod 30% zastupljenosti barita u nekim delovima rudnog ležišta (baritsko rudno telo B — II). Jalovina u baritskim telima je uglavnom od kvarca i kalcedona i nalazi se u sadržajima od svega nekoliko procenata pa i do preko 60% u rudnim telima. Ostali minerali jalovine (petrogeni minerali) su neznatno zastupljeni sa sadržajima od 0,5%—7% maksimum u rudi.

Granulometrijskim ispitivanjima je utvrđeno da se minerali iz rudnih agregata teško dobijaju u slobodnim mineralnim zrnima, zbog genetsko-strukturnih uslova stvaranja orudnjenja. Naročito su u tom pogledu bila otežana ispitivanja granulometrijskog sastava sulfidnih rudnih tela dok su sulfatna bila povoljnije granulacije i dobijeni zadovoljavajući rezultati.

Granulometrijski sastav sulfidnih rudnih tela najvećim delom se odnosi na mikst zrna, jer zbog jako sitnih mineralnih čestica i složenosti njihovih međusobnih prorastanja oslobađao se samo jedan deo minerala u samostalnim zrnima u pojedinim granulometrijskim klasama. Najveće količine rudnog materijala, kao što se vidi iz podataka u datim tabelama, nalazi se u klasi krupnoće — 0,318 + 0,149 i — 0,074. Raspodela slobodnih mineralnih zrna glavnih mineralnih sastojaka sulfidnih tela je neravnomerna po pojedinim klasama i za prve tri klase je sasvim nezadovoljavajućih količina. U četvrtoj granulometrijskoj klasi (— 0,074) sulfidni rudni minerali se javljaju nešto obilnije u slobodnim mineralnim zrnima i to pirit sa oko 65%, sfalerit 45%, galenit 50% i tetraedrit 25% od njihove ukupne količine u granulometrijskoj klasi. Međutim i u ovom slučaju ostaju znatne količine ovih minerala kao sraslaci, jer su njihova mineralna zrna veličine ispod 50 mikrona u prečniku. Upravo zbog tako finozrnih javljanja minerala ni separacija teškim tečnostima nije bila naročito uspešna, jer je zbog mineralnih sraslaca teža frakcija uvek iznosila više od 99% od ukupnog rudnog materijala u klasi.

Baritska rudna tela su takođe izgrađena od sitnozrnih agregata ali su relativno jednostavnijih strukturnih odnosa minerala u njima, te je i raspodela barita po granulometrijskm klasama ravnomernija. Najveće količine rudnog materijala su u drugoj i četvrtoj klasi krupnoće, kao i kod sulfidnih rudnih tela, samo što se ovde radi uglavnom o raspodeli slobodnih zrna barita a znatno manje o mineralnim sraslacima. U baritskom telu B — I zastupljenost slobodnih baritskih zrna u granulometrijskim klasama je gotovo potpuna a u baritskom telu B — II je oko 70%. Sraslaci barita su najčešće sa karbonatima, ređe kvarcom i neznatno sa ostalim mineralima jalovine i sa sulfidima. Relativno povoljno oslobađanje barita iz rudnih agregata rezultat je u prvom redu njegove granulacije i načina prorastanja sa drugim mineralima naročito u delovima ležišta sa izrazitim obogaćenjem baritom.

Zaključak

Rudno ležište u Bobiji je produkt endogenih mineralizacionih procesa i finozrne sedimentacije u jednoj sinklinalnoj strukturi u vezi sa postmagmatskom aktivnošću. U tim uslovima je stvaran raznovrstan mineralni materijal u ležištu sa preko 30 mineralnih vrsta različitog genetskog porekla u rudnim telima. Minerali su jako sitnozrni, jer su deponovani iz rastvora u kojima su se nalazili u vidu suspenzije, gde pojedine mineralne čestice nisu prelazile dimenzije dispersne faze koloida i obarane su na morskom dnu kao gelozni rudni agregati.

Na osnovu ispitivanja mineralnog sastava orudnjena i strukturnih i paragenetskih odnosa minerala, u ležištu su izdvojene četiri glavne mineralne parageneze: piritska, sfaleritska, galenitska i baritska od kojih su izgrađena rudna tela u ležištu.

Strukturni odnosi minerala u ležištu su veoma složeni, mineralni sastojci jako stnozrni i ruda kompaktna. Brojne mineralne vrste raznovrsno međusobno prorastaju, mestimično i kao emulzione smeše sa submikroskopskm razmerama pojedinih mineralnih čestica (takozvani sitnozrni mineralni agregati), i uglavnom su sa koloidno-ritmičkim geloznim strukturama.

U ležištu se javljaju dva, po sastavu potpuno različita tipa rudnih tela: sulfidna — olovo-cinkova i sulfatna — baritska. Sulfidna sadrže i preko 87% minerala korisnih metala (Pb, Zn, Fe, Cu) a sulfatna od oko 30—90% barita.

Granulometrijskim ispitivanjima utvrđena je velika sitnozrnost mineralnih sastojaka. U sulfidnim rudnim telima ni posle usitnjavanja rude na veličinu zrna — 0,074 mm. nisu dobijene zadovoljavajuće količine slobodnih mineralnih zrna glavnih rudnih minerala (svega negde oko 50% od njihovog ukupnog učešća). Međutim u sulfatnim rudnim telima raspodela slobodnih baritskih zrna je ravnomernija po granulometrijskim klasama i u bogatim rudnim telima (B — I) barit je separisanjem skoro potpuno oslobođen iz rudnog agregata, zbog njegove granulacije i povoljnijeg načina prorastanja u rudnom ležištu gde izrađuje sopstvena rudna tela.

Prihvaćeno 2. VI 1981. Recenzent D. Kleut

LITERATURA

1. Nikolić, A., Marjanović, M. — Ležište olova, cinka i barita »Bobija« — 1973. I Savetovanje o istraživanjima olovo-cinkovih mineralizacija na teritoriji SFRJ — Zvečan.
2. Ramdohr P. — Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Berlin, 1955.
3. Radusinović, D. — Sulfidno-sulfatno orudnjenje u Bobiji (Z. Srbija) — primer vulkano-sedimentnog (stratiformnog) tipa rudnog ležišta. »Tehnika« br. 4, Beograd 1980.

Summary

THE MINERAL COMPOSITION, TEXTURAL AND GRANULOMETRIC CHARACTERISTICS OF ORE FROM BOBIJA DEPOSIT

by

Dušan Radusinović

Key words: separation, sulfide, sulfate, w. Serbia.

The mineral composition of lead, zinc and barite deposit Bobija is rather complex and more than 30 different minerals were identified.

The granulometric investigations indicate not only the extremely fine mineral grains, but also their complex intergrowths, which prevents the separation of adequate amounts of free mineral grains such as pyrite, sphalerite, galena and tetrahedrite, even after very fine milling of ore. However, barite can be rather easily separated from sulfate ore bodies due to its more simple intergrowings.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 107—110, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 107—110, 1981, Belgrade.

Radule Popović

UDK (047) 553.3 (497.11)
Prethodno saopštenje

PRETHODNA BELEŠKA O Fe-MINERALIZACIJAMA NA RADOČELU I ČEMERNU

Ključne reči: metalogenija, gvožđe, jz Srbija.

U toku provere aeromagnetskih anomalija, a u okviru istraživanja Fe-mineralizacija na Radočelu i Čemernu nađene su pojave koje nisu bile registrovane u našoj literaturi. Istina na krajnjim južnim delovima Mirilovca (lokalnost Čista) na Radočelu V. S i m i ć (1954.) pominje pojave Fe-mineralizacija.

Mineralizacija na Radočelu i Čemernu vezane su za amfibolite.

R a d o č e l o. Pojave Fe-mineralizacije vezane su za najbližu okolinu vrha Radočela. One se javljaju u lokalitetima: Krivača, Jelena poljana i Mirilovac.

Na osnovu naših osmatranja ceo teren izgrađen je od stena višeg stepena metamorfizma (sericitski škriljci, sericitsko-muskovitski škriljci, amfiboliti, kvarciti i mermer), stena nižeg stepena metamorfizma (argilošisti, filiti, mermerisani krečnjački škriljci i dr.) i metamorfisanog gabra.

Tu se, verovatno, radi o primarno vulkanogeno-sedimentnoj formaciji metamorfisanoj mestimično u amfibolitsku faciju.

Starost navedene formacije vrlo je problematična, s obzirom da je metamorfizam ovde posledica ne samo regionalnog dinamo-metamorfizma, već i blizine granodioritskog plutona, čiji su izdanci i druge manifestacije jasno uočljivi na širem prostoru Radočela i Čemerna. Stoga ako bi posmatrali samo stepen metamorfizma i na taj način povezivali sa drugim lokalnostima onda ove stene bi mogle pripadati starijem paleozoiku ili čak proterozoiku, međutim, ako se uzmu u obzir i druge okolnosti (geološke i metalogenetske) i razmišljanja pojedinih istraživača onda bi te formacije bile znatno mlađe. No kako nema dovoljno podataka taj problem ostaje otvoren.

Obzirom na veliku pokrivenost terena, pravih izdanaka nema. Ali, kako je pronađen izrazito veliki mehanički oreol rasejavanja i kako su u njegovom domenu registrovane i aeromagnetske anomalije, a obzirom da se to sve javlja na najvišim delovima Radočela, onda nema sumnje da se ovde radi o prisustvu Fe-mineralizacija od kojih i vodi poreklo pomenuti mehanički oreol rasejavanja.

Na osnovu nađenih komada tu su izdvojena dva tipa mineralizacija: Fe-hloritski škriljac sa dosta magnetita i krupnim (više mm u prečniku) oolitima, koji su tektonski deformisani u elipsoide različitih dimenzija i magnetitske mineralizacije sa Cr-spinelom i visokom koncentracijom magnetita. U oba ova tipa javlja se visoki sadržaj Fe, što se vidi iz hemijskih analiza nekoliko uzoraka navedenih tipova mineralizacija (Tabela 1), ali isto tako se zapaža i visoki sadržaj Cr i Ni.

Tabela 1*) u %

Fe ukupno	Fe rastvorno	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Mn	Ni	Cr	S	P_2O_5	G. Ž.
50,24	48,12	10,65	6,85	0,20	0,23	0,12	1,50	0,05	20 gr/t	3,72
38,64	33,28	20,03	6,17	0,20	2,66	0,06	1,15	0,22	0,01	2,00
46,53	40,72	17,15	9,05	0,43	0,05	0,25	1,37	0,12	0,01	1,88
50,04	45,24	19,35	4,27	0,07	0,26	0,15	1,58	0,10	0,01	0,30
39,72	39,51	10,66	11,82	0,70	0,12	0,14	0,95	0,15	0,01	4,12

Zahvaljujući dobroj očuvanosti pojedinih zrna ovde je moguće pratiti evoluciju razvoja mineralizacije. Obzirom da je Cr-spinel udružen sa magnetitom, tu se preko zajedničkih zrna može pratiti kako je primarano u magmatskom rastopu kristalisao Cr-spinel, a smanjenjem Cr i privođenjem Fe počinje kristalizacija magnetita, najpre kao mešavina Cr-spinela i magnetita, da bi bila završena kristalizacija zrna magnetita.

Ovakvu istu situaciju imali smo na pojavama koje se nalaze na levoj obali reke Reka u lokalitetima Božići i Perišin potok. (R. P o p o v i ć, D. K l e u t, 1979.).

Imajući sve to u vidu, kao i oolitsku strukturu, najverovatnije je, da su ove mineralizacije nastale na nekoj staroj kori raspadanja u kojoj su sačuvana pojedina rudna zrna na kojima se vide primarni genetski odnosi. Međutim, celokupan genetski proces nije proučen.

Č e m e r n o. Litostratigrafska situacija i ovde je ista kao i na Radočelo. Amfiboliti Čemerna predstavljaju produžetak amfibolita sa Radočela.

Na SZ padinama Kraljske u potocima, mestimično, se nalaze komadi potpuno istog tipa Fe-mineralizacije kao i na Radočelu, dakle magnetit, Cr-spinel i Fe-hlorit, a i hemijski sastav je sličan (Tabela 2). Na žalost izdanak nije pronađen.

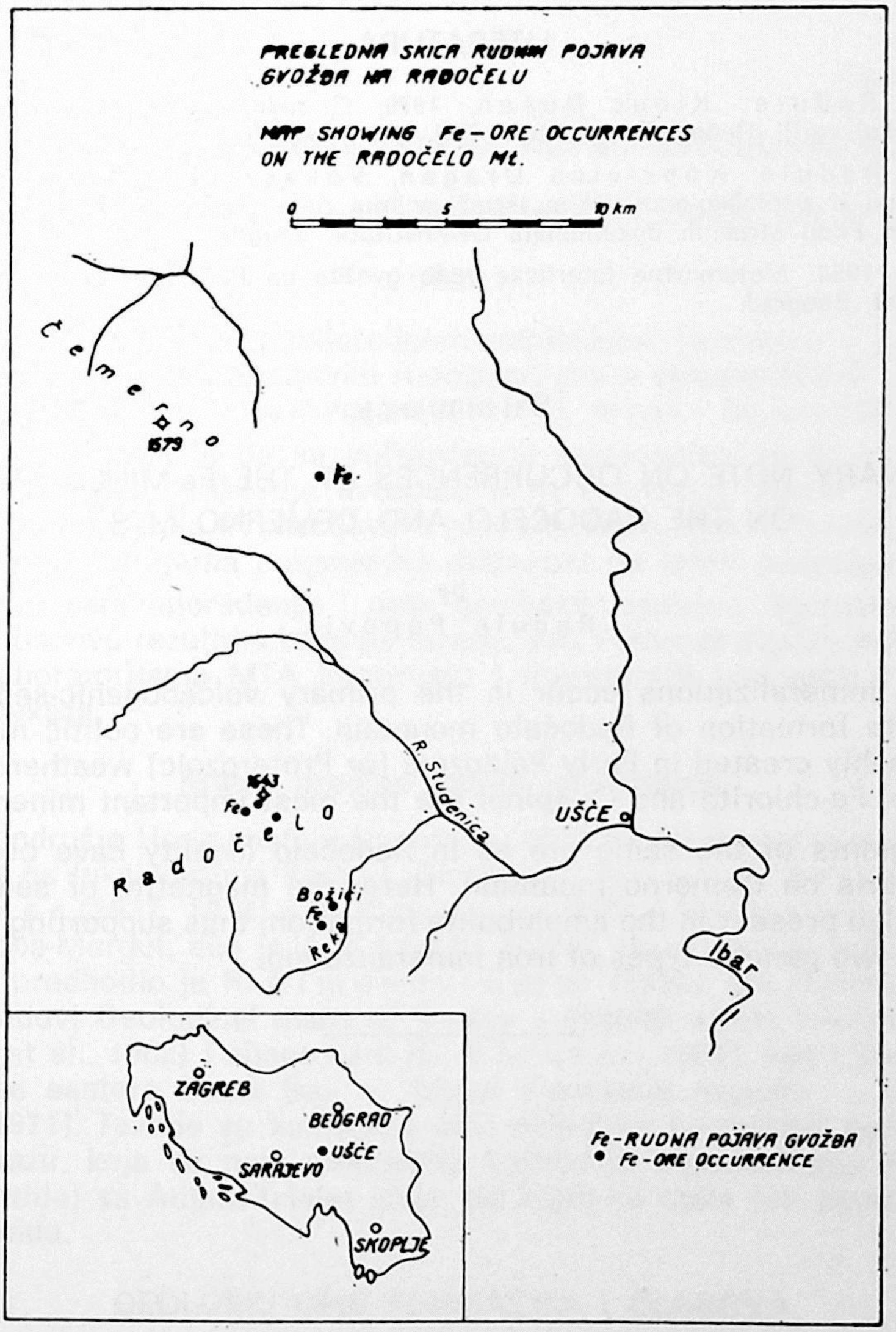
Tabela 2 u %

Fe ukupno	Fe rastvorno	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Mn	Ni	Cr	S	P_2O_5	G. Ž.
44,68	43,32	12,85	3,10	0,08	0,10	0,11	1,48	0,10	0,01	3,74

*) Analize uradio Z. Červenjak.

Međutim, u amfibolitima Čemerna nađene su povišene koncentracije magnetita. Tu se radi o stratiformnom tipu mineralizacije, primarno, verovatno sedimentnog porekla.

Ovi amfiboliti nose slojeve kvarcita, različite debljine, a pojedini od njih nose obogaćenja magnetitom. Te koncentracije su neravnomerne i javljaju se u vidu tankih proslojaka.



Debljina pojedinih slojeva kvarcita sa magnetitom nije utvrđeno, ali na osnovu osmatranja ona je veća od 0,3 m.

Magnetit je slabo martitiziran. Sadržaj Fe kreće se iznad 18%, a Ti iznad 0,4%, dok je učešće Cr i Ni sasvim nisko, tako da se ovaj tip Fe-mine-

ralizacije ne može genetski povezati sa onim na Radočelu i nađenim komadima Fe-mineralizacije severo-zapadno od Kraljske na Čemernu.

Iz svega navedenog jasno se ističe da Radočelo i Čemerno predstavljaju još jedno interesantno područje parametamorfita zapadne Srbije sa aspekta metalogenije Fe-mineralizacija.

Prihvaćeno 16. VI 1981. Recenzent C. Markov

LITERATURA

Popović Radule, Kleut Dušan, 1979: O rudnim pojavama gvožđa u studeničkoj seriji. Radovi Geoinstituta, Knj. 13., Beograd.

Popović Radule, Koprivica Dragan, Vukašinović Slobodan, 1980: Izveštaj o geološko-geofizičkim istraživanjima ruda gvožđa u paleozoiku Zapadne Srbije. Fond stručnih dokumenata Geoinstituta. Beograd.

Simić V., 1954: Metamorfne lateritske rude gvožđa na Radočelu. Vesnik Geozavoda, Knj. XI, Beograd.

Summary

PRELIMINARY NOTE ON OCCURRENCES OF THE Fe-MINERALIZATIONS ON THE RADOČELO AND ČEMERNO MTS

by

Radule Popović

Iron mineralizations occur in the primary volcanogenic-sedimentary amphibolite formation of Radočelo mountain. These are oolitic mineralizations probably created in Early Paleozoic (or Proterozoic) weathering crust. Magnetite, Fe-chlorite and Cr-spinel are the most important minerals.

Fragmnts of the same ore as in Radočelo locality have been found in the debris on Čemerno mountain. Here, the magnetite of sedimentary origin is also present in the amphibolite formation, thus supporting evidence about the two genetic types of iron mineralization.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 111—129, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 111—129, 1981, Belgrade.

Dragan Koprivica

UDK 55 (56)
Stručni članak

GEOLOŠKA KORELACIJA TERENA HOPA—ARTVIN—ŠAVŠAT

Ključne reči: kartiranje, sedimenti, magmatiti, tektonika, senon-kvartar, SI Turska.

UVOD

Autor je radio na poludetaljnom geološkom kartiranju i prospekciji sulfidno-bakarnih i polimetaličnih rudnih pojava u crnomorskom regionu SI Turske na područjima Hopa i Pazar (1970/71), Artvin i Šavšat (1972/73).

Cilj ovog rada je da se vulkanogena sedimentna serija, senonske i paleogene starosti, prikazuje svrstana u tri formacije. Zatim izvršena je korelacija formacija sa tri proučavana područj (Hopa, Artvin, Šavšat). Takođe je prikazana i tercijarna magmatska aktivnost na istim područjima.

Izvršio sam upoređenje i opis geoloških stubova ispitivanih terena (sl. 1), na osnovu rezultata rada na terenu, kao i laboratorijskih analiza (urađene u laboratorijama MTA Enstitüsü) i literaturnih podataka o geologiji Malog Kavkaza.

Kratak pregled ranijih istraživanja

Za područje Hopa postoje izveštaji u MTA Institutu o starim rudarskim radovima, na lokalnostima Peronit, Sivrikaya i Kutunit: A. S t r i v e (1902), E. Z i m m e r (1937, 1938) i V. K o v e n k o (1941). Najpotpuniji rad za područje Hopa-Murgul, dao je A. K r a ë f f (1963). Na području Artvina našim radovima predhodio je R. S i m o n o v i ć et al. (1972). Od regionalnog značaja su radovi Geological maps of Turkey 1:500000, sheet Trbzon (T. G a t t i n g e r et al., 1962) i sheet Kars (C. E r e n t ö z, 1961), kao i Metalogenic zon in the eastern Black Sea — Minor Caucasus regions . . . (S. P e j a t o v i ć, 1971). Takođe su korišćena dela pojedinih sovjetskih autora o Malom Kavkazu, koja su nam omogućila korelaciju i povezivanje Black Sea zone (Pontida) sa Adjaro-Trialet zone, od kojih će neka biti komentarisana u ovom radu.

GEOLOŠKI OPIS FORMACIJA I ČLANOVA

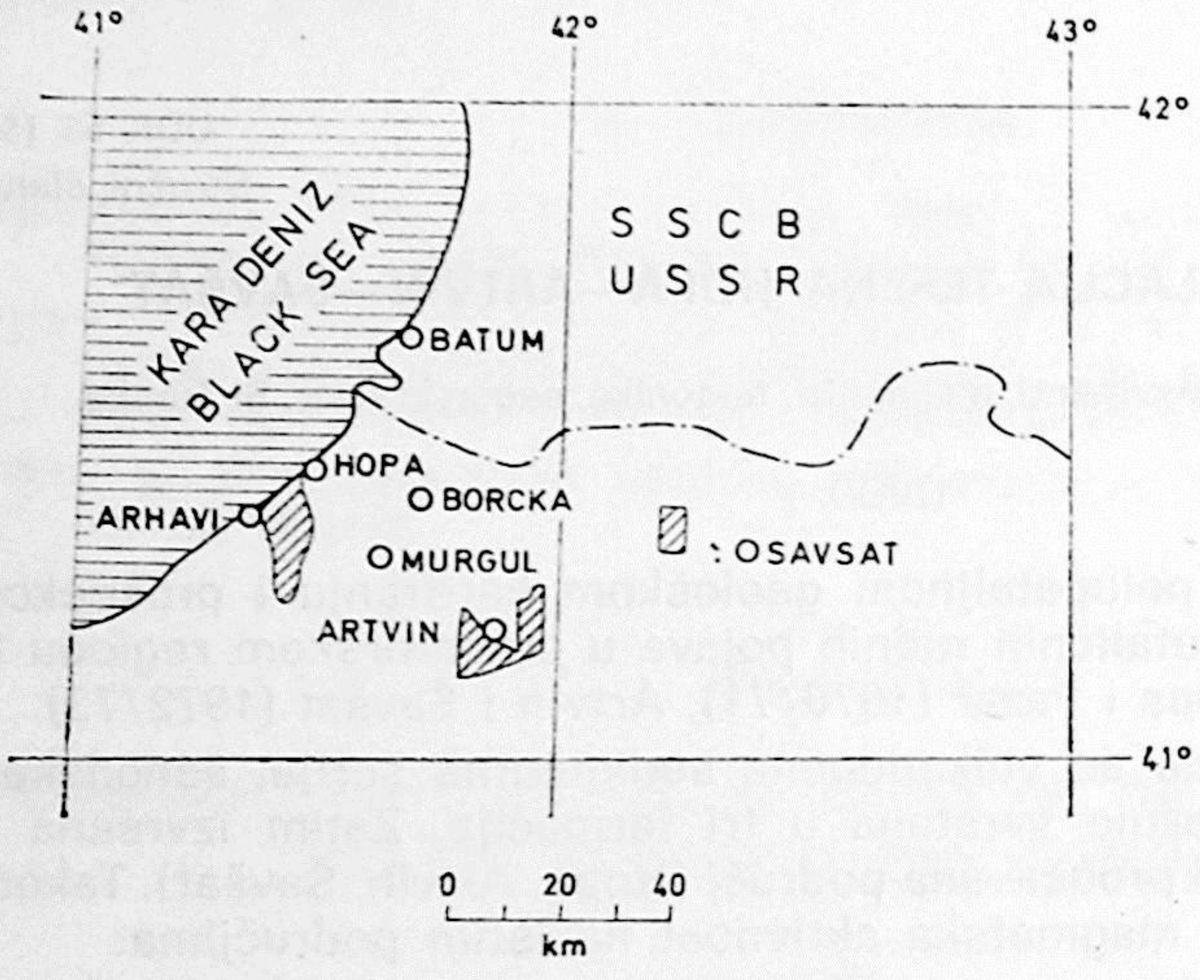
Prikazivanje pojedinih formacija i članova ispitivanog regiona biće izloženo hronološkim redom od najstarijih do najmlađih. Ovo je teško u

---

Referat saopšten na: First Geological congress of the Midle East, September 1979., Ankara.

potpunosti sprovesti zbog prisustva različitih litoloških članova u istom vremenskom periodu.

Prema litološkom sastavu i hronologiji upoređenih geoloških stubova, na terenima Hopa — Artvin — Šavšat (sl. 2, fig. 2), izdvojeni su i opisani formacije i članovi.



Sl. 1. Pregledna skica ispitivanih terena.

Fig. 1. Schematic map of investigated area.

Biotitski granit, prema literaturi tretiramo kao paleozojski.

Hloritski škriljci i glinci, problematčne mezozojske starosti. Ove stene čine paleoreljef gornjokrednih formacija i ne ulazimo u njihovo rasčlanjavanje.

Senonsko-paleogena serija podeljena je na formacije. Za ovu podelu autor je koristio litostratigrafske karakteristike stena i hronološku superpoziciju, na osnovu čega su izdvojene:

Dacitska vulkanogeno-sedimentna formacija.

Bazična vulkanogno-sedimentna formacija i

Riodacitska vulkanogeno-sedimentna formacija

U okviru ovih formacija izdvojeni su njihovi članovi i opisani.

Posebno su opisane paleogene sedimentne stene, čija je starost od najgornjeg mastrihta do srednjeg eocena.

Takođe opisan je i tercijarni magmatizam u kome učestvuju intruzivne i vulkanske stene.

Biotitski granit (Yb)

Ovaj granit je otkriven sa obe strane kanjona reke Čoruh, uzvodno od Artvina. To je deo artvinskog bloka (geoantiklinale zaostalog tipa po M. V. Muratovu, 1949). Ovaj granit je i najstariji član ispitivanog regiona.

Biotitski granit retko se sreće u svežem stanju i takve partije su zrnaste teksture, sa dosta biotita i kvarca a zapažaju se i feldspati. Struktura mu je zrnasta a ređe pokazuje svojstva i mikrogafik strukture. (D. P e š i ć). Stena se sastoji od ortoklasa, plagioklasa, kvarca i biotita. S. K a r a m a t a (1973) na osnovu hemijske analize ovog granita, u kome slabo preovlađuje ortoklas nad plagioklasom, stenu je svrstao u monconitski ili akeritski granit, a prema Niggli-evim vrednostima magmatski tip: granosijenitska, K-niz.

Na regionalnim geološkim kartama Turske (listovi Trabzon i Kars), ovaj granit prikazan je kao paleozojski.

Hloritski škriljci i glinci (J—K?)

Ovaj član prisutan je na vrlo malom prostoru, JZ od Artvina. Leži preko paleozojskog granita ili je u tektonskom odnosu sa njim. Na terenu je izraženo smenjivanje uškriljenih peščara, argilošista sericitsko-hloritskih škriljaca. Zapažena su i mikro ubiranja (plise) i folijacija, a i orijentacija sastojaka. U ovim stenama ima i mermerisanih sočiva i slojeva krečnjaka.

Sericitsko-hloritski škriljci i argilošisti imaju lepidoblastičnu strukturu i sastoje se od sericita, hlorita, kvarca, glinovite materije i ređe zrna albita. Za sada bez palentoloških podataka T. G a t t i n g e r et al. (1962) tretiraju ove stene kao jura-kreda?

Dacitska vulkanogeno sedimentna formacija

Ova formacija na području Artvina najbolje je otkrivena. Karakteriše se heterogenim litološkim sastavom. Izgrađena je pretežno od dacita, u manjoj meri od riodacita i redovno prisutnih piroklastita (tufne breče i tufovi). Zbog prisustva sedimenata ima vulkanogeno-sedimentni karakter. Osobito je izraženo prisustvo tufova, tufnih peščara i mikrobreča u gornjem delu formacije, zbog čega je podeljena na dva člana. Svi varijeteti ove formacije u Crnomorskom regionu imaju veliko prostranstvo i različito su tretirani od raznih autora. Po A. K r a e f f-u (1963) izdvojeni su kao »albites dacites I«. Na prostoru Murgula, ove stene S. B u s e r (1970) tretira kao kvarcporfirske sa nasleđenom predpostavkom da je njihova starost gornja jura? — donja kreda?. Na području Sinkot — Umasen i Kuvarshan — Irsa, R. S i m o n o v i ć (1972) poistovetio je »gornju« riodacitsku formaciju sa »donjom« dacitskom i prikazao kao jednu riodacitsku seriju.

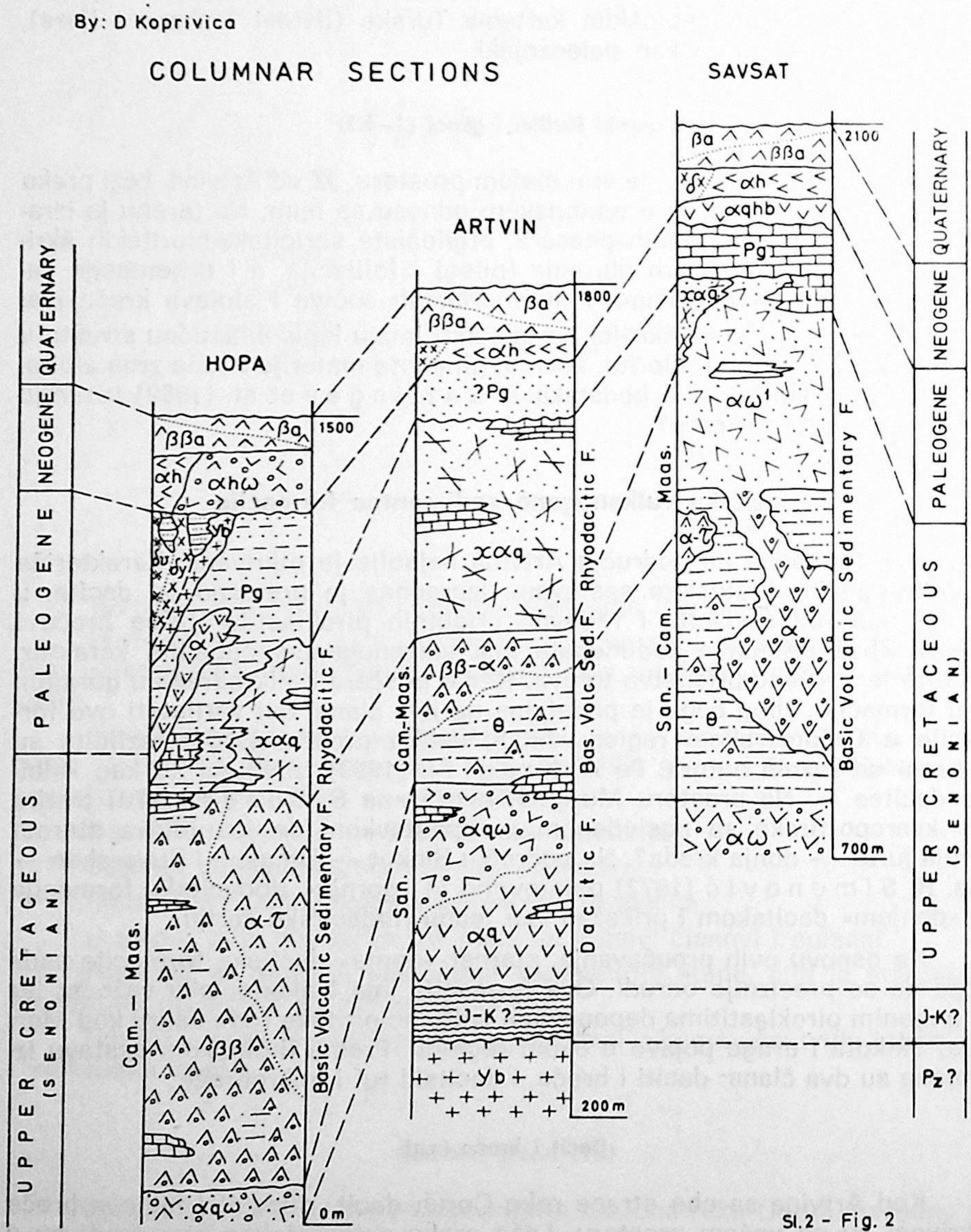
Na osnovu ovih proučavanja, starost »donje« dacitske formacije sada može da se preciznije odredi. Ova formacija ima i ekonomsku važnost jer su u njenim piroklastitima deponovane sulfidno-piritske rude bakra kod Murgula, Sinkota i druge pojave u ovom regionu. Prema litološkom sastavu izdvojena su dva člana: daciti i breče, i dacitski tuf i mikrobreče.

Dacit i breče (αq)

Kod Artvina sa obe strane reke Çoruh dacit, riodacit i njihove breče otkriveni su na većem prostoru. Leže preko paleozojskog granita ili su u tektonskom odnosu sa njim i mlađim riodacitom. Granica prema bazičnoj

vulkanogenoj formaciji negde je direktno a gde postoje dacitski tufovi i mikrobreče, preko njih postupno leži bazična formacija. U eroziono-tektonskom prozoru nema uvek dacitske formacije ispod bazične, što ukazuje da nije njeno rasprostranjenje kontinualno.

Dacit i riodacit su masivne i brečoidne stene, ređe sa izraženim slivnim površinama. Makroskopskim osmatranjima redovno je prisutan bipira-



Sl. 2 - Fig. 2

Sl.2 - Upoređenje geoloških stubova Hopa-Artvin-Šavšat.

Tercijarni magmatizam: βα-Augit bazalt; ββα-Augit dijabas; αh-Hornblenda andezit; αhω-Hornblenda andezit piroklastiti; δυ-Diorit gabro; δγ-Granodiorit i kvarcdiorit; γb'-Biotit granit; αqhb-Hornblenda biotit dacit;

Paleogene sedim. stenes Pg-Krečnjak; ?Pg- Arkozni peščar; Pg-Tufozni, laporoviti i glinoviti peščari.

Riodacitska vulk. sed. formacija: α-Andezit; xαq- Riodacit i dacit; xαq-Riodacitski tufovi i breče.

Bazična vulk, sed. formacija: l-Krečnjaci; αω-Andezitske breče i tufovi; ατ-Andeziti i trahiandeziti; ββ-Spilitisani dijabaz i bazalt; ββα-Amigdaloidni dijabaz i andezit; α-Amigdaloidni andezit; θ- Tufozni peščar, mikrobreče i dijabaz; αω -Andezitske breče

Dacitska vulk. sed. formacija: αqω-Dacitski tuf i mikrobreče; αq-Dacit i breče.

J-K -Hloritski škriljci i argilošisti.

Yb- Biotitski granit.

Fig.2 - Columnar sections Hopa-Artvin-Savsat.

Tertiary Magmatism: βα-Augite Basalt; ββα-Augite Diabase; αh-Hornblende Andesite; αhω- Hornblende Andesitic Pyroclastites; δυ- Diorite and Gabro; δγ-Granodiorite and Quartsdiorite; γb'-Biotite Granite; αqhb-Hornblende Biotite Dacite.

Paleogene Sedimentery Rocks: Pg-Limestone; ?Pg-Arkosic Sandstone; Pg-Tuffaceous, Marly and Clayey Sadstones.

Rhyodacitic Volc. Sed. Formation: α- Andesite; xαq-Rhyodacite and Dasite; xαq-Rhyodacitic Tuffs and Breccias.

Basic Volc. Sed. Formation: l-Limestones; αω-Andesitic Breccias and Tuffs; ατ-Andesite and Trachyandesite; ββ-Diabase and Basalt, spilitized; ββα-Diabase and Andesite, amygdaloidal; α-Amygdaloidal Andesite; θ-Tuffaceous Sandstone, Microbreccias and Diabase.

Dacitic Volc. Sed. Formation: αω-Andesite Breccias; αqω-Dacit tuff and Microbreccias; αq-Dacit and Breccias.

J-K -Chlorite Shysts and Slates.

Yb- Biotite Granite.

←

midalni kvarc a ređe hijalični. Vidljivi su i fenokristali feldspata. Sveže partije ovih stena su retke. Najčešće su alterisane, delom od hidrotermalnih akcija a delom od površinskog raspadanja. Boja ovih stena varira od svetlosive do sive, ljubičaste i okeraste. Ove stene često su silifikovane i argilizirane, a mestimično i piritisane.

Na osnovu brojnih petrografskih analiza (D. P e š i ć & J. J a n č e v s k i) najviše je primeraka određeno kao dacit, čija je struktura holokristalasto porfirska i retko fluidalna. Fenokristali su korodovani kvarc, plagioklasi (albit — oligoklas) i Fe-Mg minerali totalno hloritisani, a ređe je sačuvan biotit. Osnovna masa je sitnozrna i sastoji se od K-feldspata, plagioklasa i kvarca. Riodacit ima isti sastav uz prisustvo K-feldspata. Dacitske i riodacitske breče istog su habitusa. Imaju litoklastičnu i kristaloklastičnu strukturu. Kvarc-porfiri su najverovatnije iste stene iz reda dacita i riodacita, čiji su feldspati dosta razoreni (plagioklasi?), a ponekad se identifikuju K-feldspati. Odredba kvarc-porfirskih stena dobijena je duž tek tonskih zona, gde su stene dosta kataklazirane do uškriljavanja, što takođe otežava tačnu determinaciju.

Dacitski tuf i mikrobreče (αqw)

Ove stenske mase su izdvojene kod Artvina. Odnos prema dacitu i riodacitu nije dovoljno jasan i teško je uočljiv, zbog čega je dat karakter granice sa postupnim prelazom. Ali bez sumnje ovaj član čini gornje delove dacitske formacije. Osmatrane na terenu dacitske mikrobreče i tufovi su glinovitog habitusa i redovno limonitisani sa jako izraženom alteracijom. Boja im varira od beličaste, okeraste do braonkaste. Prema mikroskopskim analizama potvrđuje se tufnoglinoviti karakter, što je normalno za odlaganje tufova u submarinskoj sredini. Struktura ovih stena je kristaloklastična, ređe litoklastična i sitnozrna. Redovno su izražene mikroalteracije kao kod dacita i riodacita.

Konstatovano je retko prisustvo proslojaka i sočiva krečnjaka u ovim tufovima i mikrobrečama. U profilu šumskog puta Lase Sr. (JJI od Bakcak M.) iz ovih krečnjaka određena je sledeća mikrofauna kao senonska (I. Č a k m a k): *Globotruncana tricarinata, Globotruncana* sp., *Globigerina* sp., *Gümbelina* sp. Takođe 400 m južno od ove lokalnosti iz tankih slojeva krečnjaka (u dacitskim tufnim mikribrečama) određena je sledeća mikrofauna (F. A r m a g a n): *Globotrucana concavata, Glb. coronata, Glb. tricarinata, Glb. linneiana* i *Gümbelina* sp., koja potvrđuje starost santonskog potkata. Duž pomenutog šumskog puta (Lase Sr. — Kolaset Sr.) izraženo je smenjivanje dacitskih i riodacitskih tufova i mikrobreča sa peščarima i krečnjacima dok se pređe u pravu bazičnu formaciju tufnih peščara i dijabaza. Takođe prema podacima R. S i m o n o v i ć a (1972), sa desne strane reke Čoruh dacitsko-riodacitska formacija ima konkordantan odnos sa bazičnom vulkanogeno-sedimentnom formacijom. Svi ovi podaci ukazuju da gornji deo dacitske formacije (horizont tufnih mikrobreča i krečnjaka) odgovara donjem senonu (santonskom potkatu).

Na području Hope identifikovana je mala partija dacitskih breča i tufova duž same obale mora (D. K o p r i v i ca, 1977), čiji položaj u odnosu na bazičnu formaciju nije jasan i skoro redovno je u tektonskom odnosu.

Na području Šavšata ove stene nisu konstatovane u okviru ispitivanog terena i njihovom nivou odgovaraju andezitske breče.

Bazična vulkanogeno sedimentna formacija

Ova formacija je razvijena na većem prostoru u Crnomorskom regionu (Pontidi) i od strane prethodnih istraživača tretirana je različito. T. G a t t i n g e r et al. (1962), tretiraju je kao gornjokrednu vulkanogenu faciju, koja se sastoji od andezitskih i bazaltskih lava, tufova i aglomerata — debljine od 1000 m sa interkalacijom sedimenata. A. K r a e f f (1963) je na području Hopa — Murgul ovu formaciju opisao kao »spilitic series II«, čija debljina takođe dostiže do 1000 m.

Bazičnu vulkanogeno-sedimentnu formaciju smo dobro proučili prilikom rada u Crnomorskom priobalskom pojasu (Hopa — Arhavi, Pazar) i tada smo joj dali naziv serija*) (D. K o p r i v i c a et al., 1971; D. K o p r i v i c a, 1977). Na Artvinskom području debljina ove formacije iznosi oko 300——400 m pa se smanjuje do isklinjenja. Na području Šavšata čine odgovarajući niz: tufni peščari sa dijabazom, amigdaloidni andezit i andezitske breče, koji imaju veću debljinu od 1000 m. Iz izloženog se vidi da se ova formacija karakteriše heterogenim sastavom (dijabazi, bazalti i andeziti) što bi odgovaralo dijabazspilit-keratofirskoj asocijaciji. Ovaj ciklus bazičnih ekstruzija manifestuje se kao bočno i vertikalno smenjivanje ovih vulkanogenih facija stena, zbog čega je njihovo izdvajanje praktično vrlo otežano. Sve ove vulkanske stene karakteriše pretežno izražena spilitizacija sa amigdaloidnom strukturom. Dijabazi, bazalti i andeziti javljaju se u vidu slivova sa kuglastim lučenjem, »pillow« lava, aglomerata i breča. Na području Hopa preovlađuju dijabazi i bazalti, kod Artvina dijabazi i andeziti, a kod Šavšata uglavnom andeziti. Ove efuzive redovno prate interstratifikovani sedimenti tufova, mikrobreča i tufnih peščara sa slojevima i sočivima krečnjaka, zbog čega cela formacija ima vulkanogeno-sedimentni karakter. Na ispitivanim terenima izvršili smo odvajanje sedimenata (tufova, tufnih peščara i krečnjaka) od dijabaza, bazalta i andezita, kao i andezita od dijabaza i bazalta. Prema izloženom izdvojeni su sledeći članovi u okviru bazične vulkanogeno-sedimentne formacije na ispitivanim terenima.

Hopa	Artvin	Šavšat
Andesite and trachyandesite.	Diabase and andesite amygdaloidal.	Andesitic breccias and tuffs.
Diabase and basalt, spilitized and their pyroclasts.	Tuffaceous breccias, sandstones and diabase.	Amygdaloidal andesite and trachyandesite.
		Tuffaceous sandstones, microbreccias and diabase.
		Andesitic breccias.

Andezitske breče (αw)

Sa ovim članom kod Šavšata, u profilu rečice Čukur počinje geološki stub. Andezitske breče imaju karakter vulkanogeno-sedimentnih breča i

*) Autor je sada prikazuje kao formaciju, jer sve vulkanogeno-sedimentne formacije u ovom regionu čine gornjokrednu seriju.

pravih piroklastičnih breča sa uglastim fragmentima i blokovima. Sastoje se od komada porfirskog andezita sa ređim slivnim površinama. Sveže partije su sive boje. Struktura im je litoklastična i kristaloklastična. Tufozni peščari, mikrobreče i dijabazi nastavljaju se postupno preko andezitskih breča pa je moguće da ovaj član pripada konijačkom potkatu.

Tufozni peščari, mikrobreče i diabazi (Θ)

Ove stene kod Šavšata imaju tipičan vulkanogeno-sedimentni karakter. Sadrže i slojeve krečnjaka. Izražena slojevitost pada ka JI, ređe istoku i SI. Zapažena su ritmička smenjivanja amigdaloidnog andezita, tufno-andezitskih breča i tufoznih peščara.

Andezitske mikrobreče su redovno silifikovane, argilizirane i kalcitisane. Struktura im je litoklastična. Sastoje se od fragmenata andezita i plagioklasa a cementna masa je kalcitska.

Tufni peščari često se smenjuju sa karbonatskim i peskovitim krečnjacima. Struktura im je mikrobrečasta, litoklastična i srednjezrna, a cementna masa tufozna.

Dijabazi se javljaju u vidu interstratifikovanih silova (banaka). Ove dijabaze karakteriše pomanjkanje augita.

Na osnovu brojnih mikropaleontoloških analiza (I. Č a k m a k) iz slojeva krečnjaka sa lokalnosti Köpek D. i Šarabul M. određene su sledeće vrste i rodovi: *Globotruncana lapp. coronata, Glb. tricarinata, Glb. cf. concavata, Glb. lapparenti, Glb. arca, Glb. cf. arca, Glb. cf. calcarata, Glb. linneiana, Glb. cf. linneiana, Gümbelina* sp., *Radiolaria, Textularidae.* Prema determinisanoj mikrofauni ovaj član odgovara srednjem senonu, a prisustvo *Glb. concavata* upućuje na Santonian.

Tufne breče, peščari i diabazi dobro su razvijeni kod Artvina sa obe strane reke Čoruh. Tamo gde nema dacitske formacije ovaj član leži transgresivno preko paleozojskog granita. Takođe u izgradnji ovog člana smenjuju se tufne breče, tufozni peščari, dijabazi i krečnjaci.

Tufne breče imaju litoklastičnu strukturu i sastavljene su od fragmenata vulkanskih stena: andezita i dijabaza, ređe dacita i Fe-Mg minerala. Cementna masa je od glinovito-tufne materije.

Tufni peščari imaju zrnastu strukturu, sitnozrnu do pelitsku, kada prelaze u glinovite peščare. Ove sedimente takođe prate mase ili silovi konkordantnih dijabaza.

Krečnjaci su redovno glinoviti ili peskoviti i struktura im je sitnozrna. Često sadrže ostatke mikrofaune iz kojih su određene (F. A r m a g a n & I. Č a k m a k) sledeće vrste i rodovi: Globotruncana lapparenti, Glb. arca, Glb. coronata, Glb. ilnneiana, Glb. cf. bulloides, Glb. tricarinata, Glb. cf. concavata, Glb. cf. fornicata, Globigerina sp., Gümbelina sp., Globigerinella sp., Pseudocyclamina sp., Pseudotextularia sp., Lagenida, Rotalida, Miliolida, Heterohelix sp., Radiolaria, Briozoa, preseci gatseropda i Algae. Na osnovu determinisane mikrofaune i ovaj član bazične vulkanogeno-sedimentne formacije takođe pripada srednjem senonu.

Amigdaloidni andezit (α) i trahiandezit (α—τ)

Na području Šavšata odgovaraju facijama dijabaz-bazalta i andezita--trahiandezita kod Hope i Artvina. Struktura ovog andezita je porfirska i amigdaloidna, ređe fluidalna. Stena je jako argilizirana (illite and montmorillonite) i piritisana. Može se predpostaviti da su postojale dve faze piritizacije. Prva je singenetska sa stvaranjem andezita (brojne rudnomikroskopske analize pokazale su prisustvo pirita kao akcesornog minerala ove stene). Druga faza piritizacije vezana je za stvaranje sulfidnih (Cu, Zn, Pb) orudnjenja. Andezit i trahiandezit je jako izbeljen i silifkovan. Ima lepo izraženo prizmatično lučenje.

Andezit i trahiandezit je dosta prisutan na području Hopa-Murgul, gde čini postupan prelaz ka dijabazu i bazaltu.

Amigdaloidni diabaz i andezit (ββ—α)

Ove stene kod Artvina nije praktično moguće odvojiti. Andeziti imaju porfirsku i holokristalasto-porfirsku strukturu. Fenokristali su alterisni plagioklasi (andezin) i retki hloritisani Fe-Mg minerali. U okviru djabaza i andezita zapaženi su varijeteti andezit-bazalta i andezit-dijabaza. Amigdule su ispunjene hloritom, kalcitom i kalcedonom.

Spilitisani diabaz i bazalt (ββ)

Ove stene izgrađuju veći deo ispitivanog regiona. Ovaj član redovno je zastupljen duž obale Hopa — Arhavi, Pazar i dalje prema zapadu gde tone u Crno more. Veliko razviće ima prema jugoistoku (Murgul, Artvin). Dijabazi i bazalti imaju često izraženu »pillow« teksturu, zatim kombinacija kugli i breča daje aglomerate, a u odsustvu kuglastog lučenja razvijene su prave breče. Boja ovih stena varira zavisno od njihove svežine. Karakteristična je u njima interkalacija tufoznih peščara i krečnjaka. Prisustvo sedimenata sa mikrofaunom ukazuje na povremeno smirivanje vulkanske aktivnosti. Iz slojeva krečnjaka ovog člana određene su neke forme već pomenute mikrofaune, koje potvrđuju njihovu starost kampan-mastriht.

I pored pretežno izražene spilitizacije dijabaza i bazalta, postoje delovi stenskih masa u kojima nije ovaj proces izražen. Spilitisane partije karakte-ɪse brojno prisustvo amigdula, koje su ispunjene kalcitom, hloritom, kvarcom, zeolitom i ređe aktinolitom, epidotom, prenitom, skapolitom i limonitom (D. P e š i ć). Dijabazi imaju ofitsku strukturu u kombinaciji sa amigdaloidnom, a bazalti holokristalasto porfirsku takođe u kombinaciji sa amigdaloidnom.

Andezitske breče i tufovi (αw')

Kod Šavšata ove stene odgovaraju završnom delu bazične vulkanogeno-sedimentne formacije. One verovatno predstavljaju nastavak ekstruzije amigdaloidnog andezta u vidu piroklastične facije. Ovo gledište potvrđuje prisustvo manjih partija andezita sa porfirskom i amigdaloidnom strukturom. U gornjm delovima tufnih peščara prisutna su sočiva krečnjaka sprudnog

karaktera, koja sadrže preseke i fragmente rudistne faune i mikrofaune Lepidorbitoides sp., Siderolites sp., Textulariella sp. i rotalide. Prema superpoziciji članova i oskudnoj fauni, ovaj član odgovara mastrihtu.

Krečnjaci (ι)

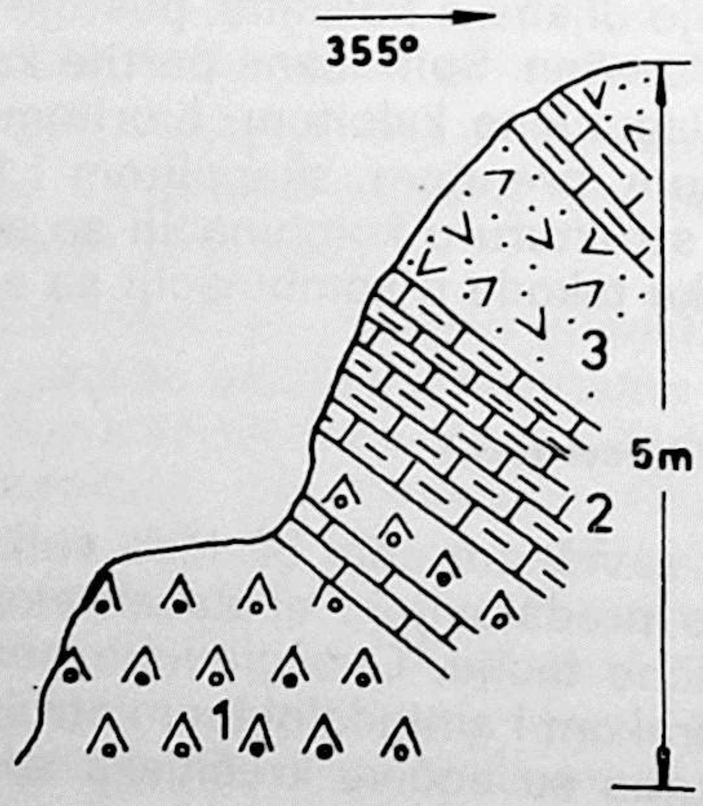
Ovi krečnjaci na području Hope i Šavšata imaju malo prostranstvo. Kod Hope imaju terigeni karakter i sastoje se od sitnozrnog kalcita sa retkim zrnima kvarca i feldspata. Kod Šavšata sastoje se od klastičnog materijala i fragmenata makrofaune. Determinisani su oskudni ostaci mikrofaune: Globotruncana lapparenti, Siderolites sp., Gümbelina sp., Algae, Briozoa. Ovi krečnjaci verovatno čine prelazni horizont između mastrihta i paleocena.

Riodacitska vulkanogeno sedimentna formacija

Članovi ove formacije leže preko bazične vulkanogeno-sedimentne formacije ili su u tektonskom odnosu sa njom. Facija glinovitih tufova i tufoznih peščara na lokalnosti Peronit — Sivrikaya, bočno i vertikalno se isklinjava u korist paleogenih sedimenata — homotaksne facije. Postanak tufoznih peščara usko je vezan za riodacitske izlive i njihove tufove, i prema njima imaju postupan prelaz ili su u tektonskom odnosu. Stene ove facije imaju vulkanogeno-sedimentni karakter sa velikim prisustvom piroklastičnog materijala i sa prelazom od pelitskih tufova i tufita do tufoznih peščara. Na celoj lokalnosti Peronit — Sivrikya jako su izražene hidrotermalne promene sa masovnom piritizacijom i mineralizacijom Zn i Cu.

Iz slojeva i sočiva glinovitih krečnjaka određena je sledeća mikrofauna (I. Č a k m a k): Globotruncana lapparenti, Glb. lapparenti lapparenti, Globigerina sp., Gümbelina sp. i Textularia sp. Prema prisutnoj mikrofauni i superpoziciji ovaj član pripada najgornjem mastrihtu — donjem paleocenu.

Riodacitski tufovi i breče kod Artvina leže konkordantno preko bazične vulkanogeno-sedimentne formacije. Ovakav odnos može se pratiti u profilu šumskog puta severno od Kayacik M. (sl. 3). Ovde se jasno vidi konkor-



Sl. 3 — Profil na šumskom putu severno od Kayacik M.
1 — Amigdaloidni dijabaz sa slojevima krečnjaka. 2 — Laporoviti i silifikovani krečnjaci. 3 — Klastični tufovi sa kvarcom.
Fig. 3 — Section at forest road north of Koyacik M.
1 — Amygdaloidal diabase with limestone interbeds. 2 — Marly and silicified limestone. 3 — Clastic tuffs with quartz.

dantan odnos sa istim padnim uglom paralelnih slojeva sa prelazom iz bazične u riodacitsku formaciju. Ovaj prelazni horizont debljine oko 50 m izgrađen je od tufnih peščara, laporovitih i silifikovanih krečnjaka i klastičnih slabo vezanih tufova sa prisustvom kvarca. Ostali delovi riodacitske formacije (po vertikali naviše) izgrađeni su od riodacitskih tufova i breča uz redovnu pratnju tufnih peščara i u manjoj meri krečnjaka. Tamo gde nema bazične formacije, riodacitska leži preko paleozojskog granita ili je u tektonskom odnosu sa njim.

Kod Ahlat Köyü preovlađuju ekstruzivi i to riodacit a manje dacit.

Boja članova ove formacije varira od ljubičaste, sive, do žute i bele (kao kod Hope). Mikroskopske analize su pokazale prisustvo svih facija stena u ovoj formaciji kao i kod Hope. Ovde je konstatovano i prisustvo hijaloandezita u vidu slojeva u klastičnim tufovima i krečnjacima. Sedimentni karakter ovoj formaciji daju tufni peščari sa prisustvom krečnjaka, koji sadrže ostatke mikrofaune kao kod Hope, kao i Rotalidae, Briozoa, igle od Ehinida i fragmente moluska. Prema otkrivenoj fauni i superpoziciji, formacija je iste starosti kao kod Hope (mastriht-paleocen).

Riodacit i dacit (χαq)

Kod Hope leži preko dijabaza i bazalta u vidu eroziono-tektonskih ostataka. Na riodacitu i dacitu jako su izražene hidrotermalne promene u vidu argilizacije (montmorillonite i ređe illite), silifikacije i hloritizacije. Kao površinski produkt alteracije izražena je jaka limonitizacija.

Sivri Tepe sa svojim sadašnjim izgledom ima karakter vulkanskog centra (nek).

Struktura riodacita i dacita je holokristalasto porfirska i retko mikrofirska. Fenokristali su plagioklasi (albit i oligoklas) uz pratnju kalijum feldspata. Kvarc je redovno bipiramdalan i korodovan. Osnovna masa je od feldspata ili albita. Tufovi imaju sitnozrnu i kristaloklastičnu strukturu.

Kod Šavšata riodacitske stene imaju malo prostranstvo. Utisnute su u tufne peščare i stratifikovane andezitske breče. Istog su sastava i strukture i zahvaćene su istom vrstom i stepenom alteracija kao kod Artvina i Hope, pa smatramo da su iste starosti.

Andezit (α')

Od ovog andezita je izgrađen Ciha Tepe (kod Hope) i deluje kao nek. Probija donji deo paleogenih sedimenata (homotaksne facije) pod uglom od 60—80°. Ovaj andezit sa osobinama trahiandezita verovatno je mlađi od riodacita.

Centralni deo Ciha Tepe i pojedine žice, sadrže veće količine zeolita u vidu orijentisanih belih traka i elipsi, dužine 1—2 cm. Struktura stene je porfirska i holokristalasto porfirska sa sitnozrnom osnovnom masom. Izražena je kalcitizacija fenokristala i do 90%. Osnovna masa izgrađena je od argilizirane i silifikovane mase.

Paleogene sedimentne stene (Pg)

Tufozni, glinoviti i laporoviti peščari (Homotaxis facies)

Ove stene razvijene su na području Hopa, Borčka i Kuarshan. Kod Hope su sačuvane kao sinklinalni ostaci (Ulukent — Pinarli i duž grebena Magara). Ostaci ovih sedimenata grade inversan reljef. Leže direktno preko bazične vulkanogeno-sedimentne formacije i preko litoloških članova: krečnjaka, peskovitog krečnjaka i breča, koji se bočno i vertikalno isklinjavaju u korist ove homotaksne facije. Ova facija počinje od najgornjeg mastrihta i traje do srednjeg eocena. Ovakav način sedimentacije i dužine trajanja daje joj karakter homotaksne facije. Pored izražene ritmičnosti tufogenih, glinovitih i laporovitih peščara idući ka gornjim horizontima, facija sve više dobija karakter finijih sedimenata, tako da najgornji nivo izgrađuju glinovito-laporoviti sedimenti. Često su prisutni i slojevi krečnjaka, koji se isklinjavaju.

Iz slojeva krečnjaka određena je sledeća mikrofauna: Globotruncana cf. lapparenti lapparenti, Glb. globigerinoides. Glb. arca, Gümbelina sp., Globigerina sp., Lenticulata sp., a iz laporaca najgornjeg dela facije određeni su numuliti (Y. P e k m e n): Numulites guettardi (d'Archiac), Numulites subaticicus (H. D u v i l l e), Opeculina, Discocyelina. Određeni numuliti preciziraju starost donjeg lutesiena. Sa ovim se i završava sedimentni geosinklinalni ciklus u ispitivanom regionu.

Arkozni peščari

Ovaj peščar kod Artvina leži preko paleozoika i senonske serije. U ovom članu nismo konstatovali faunističke ostatke, a prema superpoziciji on verovatno odgovara paleogenu. Ovi sedimenti imaju karakteristike taloženja u manjem basenu sa slabo izraženim sortiranjem materijala. Ovi peščari su sačuvani u tektonskom rovu IJI od Artvina.

Krečnjaci

Kod Šavšata na području Uzümlü Yayla — Maden Köyu, nalaze se beli slojeviti, bankoviti i masivni krečnjaci sa ostacima mikrofaune Orduna erki, Miliolidae i Algae. Prema komparaciji sa sličnim krečnjacima kod Ordu-a (I. Č a k m a k) odgovarali bi paleocenu.

Sve ove facijalne razlike paleogenih sedimenata poznate su i prisutne van granica SI Turske i u Adjro Tralet zone (G. Z a r i d z e, 1968; G. D z o c e n i d z e, G. T v a l c r e l i d z e, 1968).

Tercijarni magmatizam

Ovaj magmatizam ima svoje karakteristike u Pontid — Trialete zone (G. M. Z a r i d z e, 1968). Najviše su razvijeni granodiorit, kvarc-diorit i gabrodiorit sa vulkanskim ekvivalentima. Opisaćemo pojedine članove prema

starosti, ma da njihovo često smenjivanje i postupan prelaz to otežava. T. G a t t i n g e r et al. (1962) smatraju da su ove magmatske stene stvarane za vreme eocena ili pak pripadaju mlađem periodu.

Hornblenda biotit dacit (αqhb)

Kod Šavšata (u potoku Čaglayan), ovaj dacit utisnut je u vidu silova i proboja u senonske tufne peščare i mikrobreče. Stena ima gust habitus i pritkast izgled teksture. Vidljivi su kristali feldspata, hornblende i manje kvarca. Karakteriše se prizmatičnim lučenjem, sa velikim brojem pukotina. Struktura stene je holokristalasto porfirska i porfirska.

Po A. A z i z b e k o v-u et al. (1970) na periferiji Adjaro — Trialete zone, na granici sa Artvinsko-Bolnskim srednjim masivom prisutan je paleocenski vulkanizam sa dacitima male debljine. Prema tome i ovaj dacit mogao bi biti iste starosti.

Biotit granit (Yb')

Kod Hope (JI od Gurgenč lik-a) konstatovan je biotitski granit u paleogenim peščarima, koji su u blizini kontakta sa granitom silifikovani. Ovaj granit ima izraženo kuglasto lučenje i grusira se saglasno površinama lučenja. Struktura granita je hipidiomorfno zrnasta u kombinaciji sa granofirskom. Stena je izgrađena od zrna ortoklasa, manje plagioklasa i ljuspi biotita. Kvarc je od nepravilnih zrna ili je granofirski prorastao sa feldspatima.

Granodiorit i kvarc-diorit (δy)

Takođe kod Hope (južno od sela Yolgečen) otkrivene su ove stene na kontaktu sa paleogenim sedimentima. Zatim su konstatovane brojne žice i silovi granodiorita i kvarc-diorita na području Hope.

Granodiorit prema učešću bojenih minerala odgovara augitsko-biotitskom tipu sa prisustvom hornblende. Struktura je najčešće zrnasta, zatim hipidiomorfno-zrnasta i ređe u kombinaciji sa mikrogranofirskom. Stena je izgrađena od plagioklasa i u manjoj K-feldspata. Kvarc je u vidu nepravilnih zrna zastupljen sa 5—25%.

Kvarc-diorit hornblenda-augitski ima zrnastu strukturu i isti sastav kao granodiorit. Konstatovano je prisustvo i kvarc-mikrodiorita.

Takođe kod Artvina često su prisutni granodioriti i kvarc-dioriti, koji probijaju stene različite starosti. Izraženo je mešanje krupnozrnog granodiorita sa sitnozrnim kvarc-dioritom.

Formiranje ovih intruzvnih stena vršilo se najverovatnije u periodu oligocen-miocen (M a g a k h y a n et al., 1962).

Diorit i gabro (δυ)

Kod Hope, zajedno sa granodioritom, konstatovano je prisustvo diorita i gabra, kao i manji izdanci kod Kutunita i Gürgenčlika. Diorit je makro-

skopski vrlo sličan sa granodioritom i varira od krupnozrnog do sitnozrnog tipa. Gabro varira od zrnaste do pegmatitske strukture, sa kristalima augita i preko 1 cm.

Pojava ovih stena u granodioritskom i kvarc-dioritskom kompleksu moguća je utiskivanjem manjih masa mlađeg gabra ili kao hibridni produkt — rezultati asimilacije pri utiskivanju granitoidne magme u okolne bazične stene i njihovog zaklapanja u svoju masu. Za ovako tumačenje imamo prisustvo hibridnog produkta granodiorita koji čini prelaz ka gabrodioritu (D. P e š i ć), zapadno od starog rudnika Kutunit.

Na području Šavšata u okviru hornblenda andezita konstatovane su manje partije hornblenda augit diorita i u manjoj meri kvarc-diorita. Može se predpostaviti da su ove intruzivne stene stvarane za vreme oligo-miocena ili su pak mlađe.

Hornblenda andezit (αh) i piroklastiti (αhw)

Ove stene javljaju se često u vidu manjih tela, proboja, najčešće u vidu silova i žica i to u celom regionu.

Kod Hope su konstatovani varijeteti ovih stena po učešću bojenih minerala: augit hornblenda andezit, augit biotit andezit i augit andezit. U centralnom delu sinklinale Ulukent — Pinarli, deponovani su piroklastiti od ovog andezita u kojem se smenjuju breče, aglomerati i tufovi sa prisustvom slivova andezita.

Kod Artvina je zapaženo da se hornblenda andezit manifestuje duž većih rasednih struktura. Stena se jako grusira i podložna je raspadanju.

Kod Šavšata ima većih masa hornblenda andezita u svežem stanju kao i alterisanih (grusirani i piritisani). Ovde se može predpostaviti da je stvaranje hornblenda andezita bilo višefazno. Sveže partije sadrže obilje kristala hornblende, čija dužina dostiže 2 cm a širina 0,5 cm. Takođe pojedine partije sadrže do 50% bojenih sastojaka, pretežno hornblende. Struktura andezita je redovno holokristalasto porfirska.

Konstatovano je u manjoj meri redovno prisustvo hornblenda dacita. Na osnovu brojnih petrografskih analiza (D. P e š i ć), ovaj andezit ima tendenciju okiseljavanja. Dacit ima iste petrološke osobine kao i hornoblenda andezit, samo u njegov sastav ulaze neznatne količine kvarca.

Upoređujući ove andezite sa sličnim stenama na Malom kavkazu (A. A z i z b e k o v et al., 1965), moguće je da su pliocenske starosti.

Augit diabaz i bazalt (ββa, βa)

Ovo su najmlađe efuzivne stene u Crnomorskom regionu. Javljaju se u vidu mnogobrojnih žica i silova i ređe manjh tela. Probijaju sve postojeće formacije i članove u ovom regionu. Kod Hope i Šavšata prisutni su i andezit-bazalti. Ove stene su produkt finalnog tercijarnog magmatizma, čije su ekstruzije trajale i do kvartara.

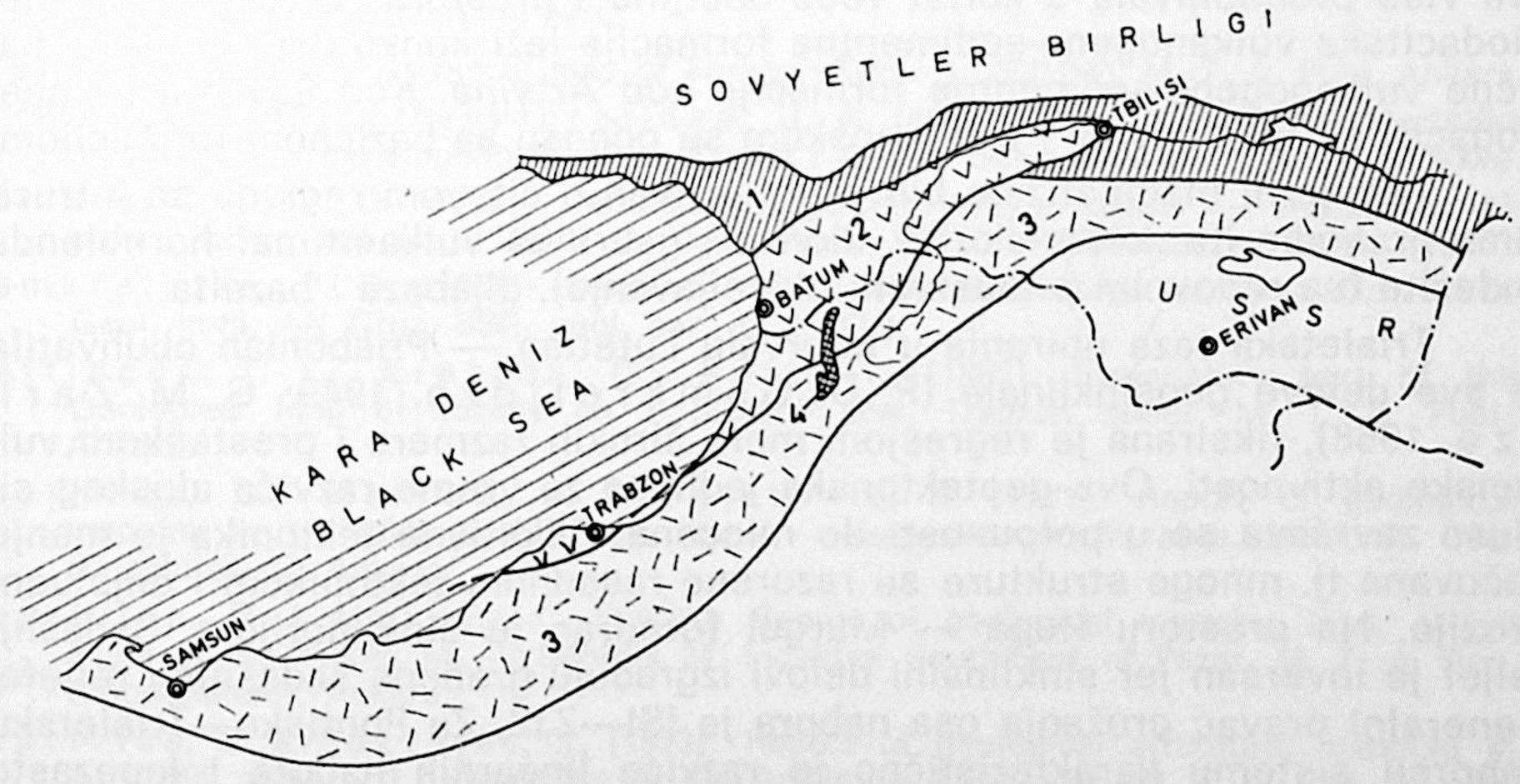
Dijabazi su tamnozelene boje do sivomaslinaste, na prelomu sveži. Struktura im je ofitska i zrnasta. Stene se sastoje od oligoklasa (uglavnom albit) i Fe-Mg alterisanih minerala.

Bazalti imaju strukturu porfirsku i holokristalasto porfirsku. Fenokristali su plagioklasi (labrador, manje albit) i augit.

Zajednička karakteristika dijabaza, bazalta, dijabaz-bazalta i andezit--bazalta je da redovno sadrže veće količine augita, za razliku od senonskih dijabaza i bazalta koji sadrže vrlo malo augita.

TEKTONIKA I MAGMATIZAM

Ovaj region pripada Pontisko — Trialetskoj geotektonskoj jedinici. Prema brojnim novijim proučavanjima sovjetskih geologa: G. I. Magakhyan (1960), G. S. Dzocenidze, G. A. Tvalchrelidze (1968), G. M. Zaridze (1968) i drugi, izvršena je sistematizacija geotektonskih jedinica na Malom Kavkazu koje se direktno nastavljaju prema zapadu, u oblasti Crnog mora i Anatoliskog platoa. Tako Adjaro Trialete zone ulazi u sastav Pontid-Trialete geotektonske jedinice, čiji produžetak na zapadu tone pod Crno more. S. Pejatović (1971) ovu jedinicu tretira kao Black Sea — Adjaro Trialete zone. U svojoj evoluciji za vreme razvića Alpskog ciklusa (gornja kreda — tercijar) ova jedinica je imala tipičan eugeosinklinalni karakter. Ograničena je sa severa Zakavkaskom zonom (median masif), a sa juga Bleck Sea — Somkhito Karabakh zonom sl. 4. Hemijsko-mineraloški karakter formacija ove geosinklinale je bazično karbonatni sa periodičnim okiseljavanjem, a petrološke osobine su vulkanogeno-sedimentne. Razvila



Sl. 4 — Šematski prikaz geotektonskih jedinica prema Dzocenidze i Tvalčrelidze (1968), Pejatović (1971) i Koprivica.
1 — Kavkaska zona (međuvenačna masa). 2 — Crnomorska-Adžaro-Trialetska zona. 3 — Crnomorska-Samhito Karabahska zona. 4 — Metamorfna i paleozojska serija (Artvinski blok — »gliba«).

Fig. 4 — Schematic presentation of main structural units after of Dzocenidze and Tvalchrelidze (1968), Pejatović (1971) and Koprivica.
1 — Caucasus zone (Median mass). 2 — Black Sea-Adjaro-Trialete zone. 3 — Black Sea-Somkhito Karabakh zon. 4 — Metamorphic and paleozoic series (Artvine block).

se na paleozojskoj osnovi kao rezultat dubinskih razloma Zakavkaske ploče i obrazovanja šavnih geosinklinala koje su razdvojene geoantiklinalama (G a m k r e l i d z e, 1957).

U južnom delu Pontisko — Adjaro Trialete zone za vreme senona se stvaraju vulkanogeno-sedimentno-karbonatne formacije (pre ubiranja). Za vreme ubiranja — laramijska faza (gornji senon — eocen) stvaraju se fliškoliki sedimenti (karbonatni i glinovito-laporoviti) na području Hopa — Borčka — Artvin. U ovo vreme padaju i riodacitske ekstruzje, tj. kiseli vulkanizam prati geosinklinalno izdizanje.

Za razliku od geološkog stuba na terenu Hopa — Murgul, kod Artvina imamo otkriven profil do paleozojske podloge u tektonsko erozionom prozoru Čoruh reke. Preko paleozojskg granita leže erozioni ostaci hloritskih škriljaca i argilošista (problematične starosti). Zatim sledi dacitska formacija. Preko nje leži bazična vulkanogeno-sedimentna formacija, manje debljine nego na terenu Hopa — Murgul. Interval sedimenata: tufnih peščara, krečnjaka i mikrobreča predstavlja period prestanka kiselog vulkanizma do početka bazičnih ekstruzija.

Period stvaranja bazične vulkanogeno-sedimentne formacije pada u vreme maksimalnog produbljivanja dna geosinklinale. Samim tim ima i veće rasprostranjenje od dacitske formacije te je dobrim delom i tramsgresivna kod Artvina. Kod Šavšata dacitska formacija nije konstatovana i mesto nje imamo andezitske breče. Kod Hope i duž obale Crnog mora bazična vulkanogeno-sedimentna formacija je najdeblja i najrasprostranjenija. I tako dobija se utisak da idući od Malog Kavkaza ka Crnom moru Geosinklinala se sve više produbljivala u korist veće debljine i prostora bazične formacije. Riodacitska vulkanogeno-sedimentna formacija leži konkordantno preko bazične vulkanogeno-sedmentne formacije kod Artvina. Kod Šavšata i Hope, riodaciti su intrudovani i u tektonskom su odnosu sa bazičnom formacijom.

Tercijarni magmatizam bio je intenzivan u čitavom regionu sa intruzijama granodiorita, kvarc-diorita, diorita i gabra sa vulkanitima: hornblenda andezita (sa redovnim prisustvom okiseljavanja), dijabaza i bazalta.

Trialetska faza ubiranja u intervalu Lutetian — Priabonian obuhvatila je sve delove geosinklinale (P. D. G a m k r e l i d z e, 1949; G. M. Z a r i d z e, 1968), fiksirana je regresjom mora širokih razmera i prestankom vulkanske aktivnosti. Ova geotektonska jedinica za vreme razvića alpskog ciklusa završava se u potpunosti do miocena. Plikativna tektonika je manje sačuvana tj. mnoge strukture su razorene rasednom tektonikom i dejstvom erozije. Na prostoru Hopa — Murgul formiran je sinklinorijum. Sadašnji reljef je inversan jer sinklinalni delovi izgrađuju grebene sadašnjeg reljefa. Generalni pravac pružanja osa nabora je ISI—ZJZ. Za Pontisko—Trialetsku nabornu sistemu karakteristično je razviće linearnih nabora i lepezasto prevrtanje njihovo na Artvinsko — Bolnisku geoantiklinalu (blok). Kretanje masa vršeno je sa juga ka severu (G. M. Z a r i d z e, 1968). Sa desne strane kanjona Čoruh reke, sve stratifikovane formacije generalno padaju prema SI a ose nabora imaju pravac SZ — JI. Kod Šavšata svi članovi sedimentnih formacija uglavnom padaju ka istoku.

Na ovom regionu evidentna su tri tipa raseda, zavisno od odnosa sa pružanjem formacija i to: longitudinalni i transferzalni. Na području Hope najčešće su registrovani longitudinalni rasedi pravca pružanja ISI — ZJZ

i transferzalni SSZ — JJI, a u manjoj meri su zastupljeni rasedi pravca pružanja SZ — JI. Istočno od Artvina nalazi se dislokacija prvog reda, generalnog pravca pružanja SI — JZ. Ova dislokacija čini granicu između paleozojskog Artvinskog bloka i vulkanogeno-sedimentnih formacija gornje krede i paleogena. Mlađa rasedna struktura Mezraa paralelna je sa Artvinskom i zajedno grade Artvinski rov. Na ovom području postoje još dve grupe raseda manjih razmera pravca pružanja SZ — JI i S — J. Kod Šavšata je rasedna tektonika jako izražena i dominiraju dva sistema rasednih struktura. Prvi sistem je longitudinalnog tipa, pravca pružanja SZ — JI, a drugi ima pravac S — J. Od miocena do kvartara poznato je opšte izdizanje Malog Kavkaza i po podacima A. T. A s l a n y a n a (1958) ono je dostiglo od 2 do 3,5 km. Kod Šavšata je evidentno da se nalaze paleogeni krečnjaci na visinama preko 2000 i 2500 m.

Prihvaćeno 16. VI 1981. Recenzent G. Rončević

LITERATURA

A s l a n y a n, A. T. (1958): Regionalnaya geologiya Armenii. »Aypetrat«. In Dzocenidze, G. S.; Tvalchrelidze, G. A. (1968).

A z i z b e k o v, S. A. et al. (1965): Metalogenia vulkanogenih formaciy Malogo Kavkaza. Voprosi metalogenii, XXII sessia, Dokladi sovetskih geologov, Nedra, Moskva.

A z i z b e k o v, S. A.; D z o c e n i d z e, G. S. (1970): Magmatism of the Caucasus, Iran and Turkey. Geological series, No. 12, Moskow.

B u s e r, S. (1970): Geologie der Umgebung des Kopferbergwerks Murgul. M. T. A. Rep., No. 5073 (unpublished), Ankara.

E r e n t o z, C. (1961): Geological map of Turkey »Kars« 1 : 500.000. M. T. A. Publ. Ankara.

D z o c e n i d z e, G. S.; T v a l c h r e l i d z e, G. A. (1968): Sravnitel'naya harakteristika magmatizma i metalogenii Kavkaza, Kryma i Karpat. Seria geologich., No. 8, Moskva.

G a m k r e l i d z e, P. D. (1949): Geologicheskoye stroyeniye Adjaro — Trialetskoy sistemi. Izd-vo AN Gruz. SSR. In Dzocenidze, G. S.; Tvalchrelidze, G. A. (1968).

G a m k r e l i d z e, P. D. (1957): Osnovnie cherti tektonicheskogo stroenia Gruzii. Tr. Geol. in-ta, AN Gruz, SSR, geol. ser., t. X (XV).

G a t t i n g e r, T. E.; E r e n t ö z, C.; K e t i n I., (1962): Explanatory text of the Geological Map of Turkey on 1 : 500.000 scal, Trabzon sheet. M. T. A. Publ., Ankara.

K o p r i v i c a, D.; M a r k o v, C. & P e j a t o v i ć, S. (1971): Report of geological mapping in 1 : 10.000 scal at the Hopa — Kavak-Gürgenclik area. M. T. A. Rep. (unpublished), Ankara.

K o p r i v i c a, D. & M a r k o v, C. (1971a): Report of geological mapping in 1 : 10.000 scale at the Yukari M. — Sehitlik M. localites South-East of Pazar. M. T. A. Rep. (unpublished), Ankara.

K o p r i v i c a, D. & P o k r a j a c, S. (1973): Report of geological structural mapping in 1 : 10.000 scale and prospection in the Artvin — Ahlat area. M. T. A. Rep. (unpublished), Ankara.

K o p r i v i c a, D. N o v o v i ć, T. & P o k r a j a c, S. (1973a): Report of geological — structural mapping in 1 : 10.000 scale with special review on the sulphide (Cu, Zn, Pb) occurrences in the area North-West of the Savsat place. M. T. A. Rep. (unpublished), Ankara.

K o p r i v i c a (1977): Geology, structural features and sulphide and mangenese occurrences of the Hopa-Arhavi (North-East Turkey). Bulletin No. 87. M. T. A., Ankara.

K o v e n k o, V. (1941): Notes sur les gisements de Peronit. M. T. A. Rep. No. 307 (unpublished), Ankara.

Kraëff, A. (1963): Geology and mineral deposits of the Hopa-Murgul region (western part of the province of Artvin, North-East Turkey), M. T. A. Bull., No. 60, Ankara.

Magaklyan, I. G. (1960): Structural-metallogenic zones ofMinor Caucasus. In the book »Regularites in distribution of the mineral raw materials«, vol. 3, Ac. Sci. U.S.S.R., Moskow.

Magaklyan, I. G. et al. (1962): Uslovia obrazovania i razmestenia medno-molibdenovih mestorozdeniy Armyanskoy SSR. Zakonomernosti rasmesteniya poleznih iskopaemih, V, Moskva.

Muratov, M. V. (1949): Tektonika i istoria razvitia Alpiyskoy geosinklinalnoy oblasti yuga evropeyskoy chasti SSSR i sopreddelnih stran. Tektonika SSSR, t. II. Izd. AN SSSR, Moskva. In Dzocenidze, G. S., Tvalchrelidze, G. A. (1968).

Pejatović, S. (1971): Metallogenic zones in the eastern Black Sea — Minor Caucasus regions and distinquishing features of their metallogeny. M. T. A. Bull., No. 77, Ankara.

Simonović, R. et al. (1972): Report of geological mapping in 1 : 10.000 scale and prospection in the Artvin area. M. T. A. Rep. (unpublished), Ankara.

Struve, A. (1902): Gisements près des villages Peronit et Pancoli. M. T. A. Rep., No. 624 (unpublished), Ankara.

Zaridze, M. G. (1968): O geosinklinalnom tektono-magmaticeskom cikle razvitiya Malogo Kavkaza v Alpiskuyu Epohu. Geologiya i razvedka, No. 6, Moskva.

Zimmer, E. (1937): Les gisements de cuivre de la règion d'Archavi et Peronit. M. T. A. Rep., No. 344 (unpublished), Ankara.

Zimmer, E. (1938): Report sur quelques gisements de manganèse de la règion entre Hopa et Vice. M. T. A. Rep. No. 502 (unpublished), Ankara.

Summary

GEOLOGICAL CORRELATION IN THE HOPA — ARTVIN — SAVSAT AREA

by

Dragan Koprivica

In this paper the comparative lithostratigraphical characteristics of members and formations forming the Hopa, Artvin and Savsat terrains, as well as their differences, are presented. All of these volcanic-sedimentary and intrusive rocks originated in the uniform Black Sea — Adjaro Trialet eugeosyncline which existed during the Upper Cretaceous — Tertiary time, being developed on the Paleozoic basement. In the Coruh River canyon, near Artivin, the initial deposition starts with the Dacitic Formation.

In the Artvin column the complete Dacitic Formation is exposed. This formation was considered to be probably of Jurassic — Cretaceous age, but according to our records it appears to be sufficient paleontological evidence to substantiate Lower Senonian (Santonian) age.

The Basic Volcanic Sedimentary Formation near Artvin overlays, without any visible unconformity, the Dacitic Formation, separated by a

thin sedimentary interbeds. This formation is characterized by rapid alternation of different material. Near Artvin alternate mostly diabases and andesites less frequently-basalts and andesite-diabases, and near Hopa occur superpositional sequences of diabases, basalts, andesites and trachyandesites.

Diabases and basalts are mostly spilitized and the total sequence could correspond to the diabase-spilite-keratophyre rock association.

Near Savsat, in this formation dominate the andesitic rocks. This facial difference appears as important feature in the Artvin Paleozoic residual type geoanticline. On the base of abundant micro-fauna the Basic Formation is Upper Senonian (Campanian — Maastrichtian) in age. Basic Formation had been emplaced during the most intense deepening of the geosyncline.

Near Artvin the Basic formation has been conformably overlain by volcanic-sedimentary Rhyodacitic Formation. At both Artvin and Hopa rhyodacitic rocks are accompanied by pyroclastic rocks composed of tuffs and breccias with interbeding tuffitic sandstones and limestones, with the Maastrichtian — Paleocene micro-fauna. The geosyncline existed also during this time in which the flysch sediments and limestones were deposited: in the isolated basins the arcose sandstones were formed. The uppermost horizon represented by marly sediments near Hopa is of Lutetian age. By this stage ended the life of this uniform Black Sea — Adjaro Trialet geosyncline and in later time existed only some isolated lacustrine basins.

During the late Alpine orogenetic activity at the place of the former geosyncline, the new Pontide — Trialet geotectonical zone was established. This period of tectonical activity is characterized by intense Tertiary magmatism which produced quartzdiorite, granodiorite and gabbrodiorite, accompanied by corresponding volcanic equivalents, mostly hornblenda-augite andesite.

The final volcanic activity, with the large extrusions of augite-diabase and augite-basalt, occurred during the Neogene and Quaternary.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15, str. 131—137, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 131—137, 1981, Belgrade.

UDK 55 + 553.43/44 (56)
Originalni naučni rad

SOME METALLOGENETICAL CHARACTERISTICS OF THE MURGUL AREA (TURKEY)*)

By Radule Popović

Key words: Metallogeny, sulfides, NE Turkey

From the very begining of modern geological investigations of the Middle East region the attention of geologists was directed to the Murgul area, in which many various copper, lead, zinc, molybdenum and manganese ore occurrences and deposits of a high economic importance have been discovered. This area is also characterized by complex geotectonical relations and an unusual metallogenetical feature. Its significance is pronounced by the position in a metallogenetical zone of planetar magnitude, which extends all over Turkey at about 500 km airline, generally 40 km in width. The Murgul disctrict is however characterized by 12 localities with more than 25 ore occurrences and mineralizations of various shape and considerable difference in economical importance. It includes large ore deposites exploited for many tens of years; among them the most important are Anayatak, Cakmakaya, Basköy, Akarsen, Hohur Sirt, Kilise Tepe etc. (Fig. 1).

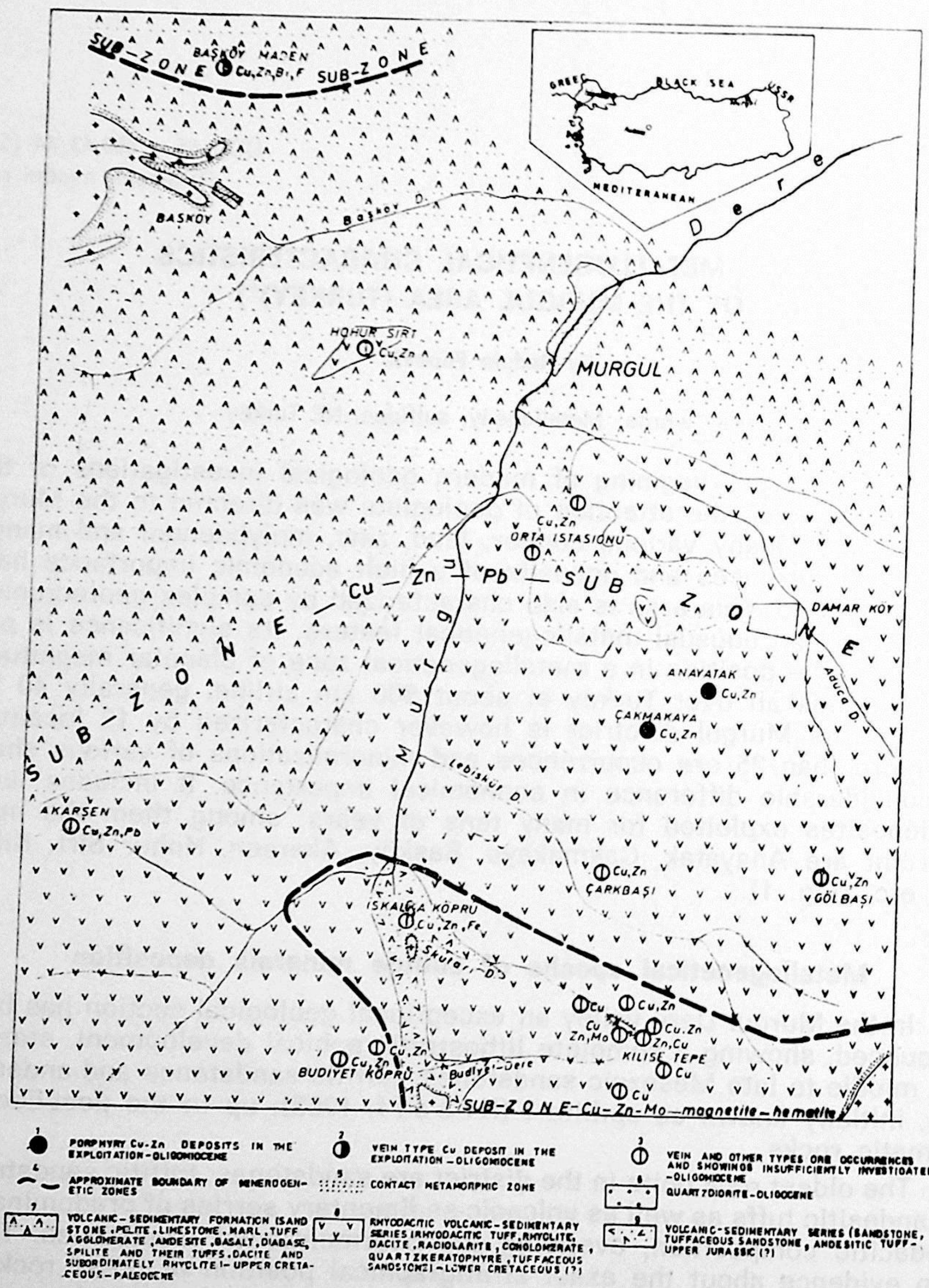
Metallogenetical epochs of sulfide minerals deposition

In the Murgul Dere valley an exceptional geological section has been pronounced, showing a complete lithostratigraphical development, starting from middle to late Mesozoic sandstones, tuffitic sandstones and andesitic tuffs, initially known as spillite I (K r a e f f, 1963), up to the post-Eocene magmatic rocks.

The oldest rock units in the district are sandstones, tuffitic sandstones and andesitic tuffs as well as volcanic-sedimentary serries of predominantly rhyodacitic composition, overlying the overmentioned sandstones. There is no evidence about the exact stratigraphical position of these rocks. It has been suggested by most of authors that the age of greenish-grey and tuffitic sandstones might be Upper Jurassic and pressumably the lowermost Cretaceous. The rhyodacitic serries should be accordingly Lower Creta-

*) This artical was reported at the First Geological Congress of the Middle East (GEOCOM-I), in the 4—7 September 1979. period. Ankara — Turkey.

SCHEMATIC DISTRIBUTION OF THE MAJOR LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS WITH ZONAL DISTRIBUTION OF MINERALIZATIONS



ceous in age. Other overlying volcanic-sedimentary formations are, judging from the paleontological evidence, Upper Cretaceous and Paleogene in age (K r a e f A., 1963, B u s e r S. and C v e t i ć S., 1973 and others). This rock

sequence was later introduced by quartzdiorite masses of different size, dispersed all over the Murgul area.

Comments regarding the age of different types of mineralization and metallogenetic relation to the corresponding petrological medium are based on the overmentioned standpoints.

Here we have the relevant evidence of two volcanic-sedimentary formation. One of them, of which only more acidic portions crop out, originated — regarding the available reports — during Upper Jurassic and Lower Cretaceous time. Other formation, Upper Cretaceous — Paleogene in age, is highly exposed, showing a large range of petrographical sequences, starting from basic rocks which grade into more and more acidic rocks. Consequently, the both phases of volcanic activity are characterized by different metallogenetic feature, so that older volcanism is associated with iron sulfide (pyrite) mineralization; with the younger one only weak and sporadic pyrite and manganese mineralization has been coupled.

These feature is evidenced by geochemical and other investigations of volcanic rocks at mineralized localities, as Kilise Tepe, Akarsen, Hohur Sirt, Basköy, then in Çakmakaya and Anayatak district as well as in other localities in Murgul area (Belikli Yayla, Barnalük Tepe, Akarsen and others) affected by the over mentioned volcanism*).

Magmatic activity took place intensively during the Tertiary, represented by numerous granodiorite and quartzdiorite intrusions. It is believed the volcanism to be a part of global tectomagmatic dynamism as a Jurassic and Cretaceous event, followed by deep magmatic activity, in which a large pluton was disposed in the post-Eocene time. The average volume of this pluton could range over 10.000 cub. km. It has occupied the core of the Pontic anticlinorium, followed by many separate larger or smaller masses, sills and dykes, intruded inside the surrounded secondary structures, thus cosing the contact metamorphic phenomena in the country rocks.

The two relatively close minerogenetical periods of Cu-Zn-Pb mineralizations bear relations to this magmatic activity. One of them is related to the contact metamorphic changes of country rocks produced by quartzdiorite intrusions. In the next period the considerable amount of iron, copper, zinc and lead has been introduced into existing fault fractures, comparing with subordinated molybdenum and other metals.

Contact metamorphic mineralizations are remarkable very near to the Basköy village, represented by scarn developed on the contact of quartzdiorite and limestones with marls. Near Iskalka Köprü and in the source part of the Murgul Dere river occurs hornfels at the contact of quartzdiorite and sandstones.

This mineralization is of an interest for the time being only as a mineralogical indication of possible larger concentration of different metals in the contact zone.

---

*) It should be stressed that the cited standpoint differs from the opinion adopted by Vujanović V. (1975, 1976) who suggested that the rhyodacitic serries is actually Senonian in age and that is characterized by volcanic-sedimentary Cu, Zn, Pb mineralizations; he also consider the most important ore deposits of the Murgul area as products of this volcanism.

Since the sediments affected by quartzdiorite are Eocene in age, as dated by fossils (Š t e r n I., 1971), the age of this intrusive rock as well as the corresponding minerogenetical processes are of the post-Eocene time.

As implied by I. M a g a k h y a n (1962) some ore deposits in Armenia are of the same age, according to the apsolute age dattation of granodioritic rocks in this region.

In that way the overmentioned evidences suggest the Oligo-Miocene age for the main minerogenetical period, during which the most important ore deposits of the Murgul area were created.

Some remarks about the genesis of sulfide mineralizations

From the structural point of view the sulfide ore deposits and occurrences correspond to the large Pontide anticlinorium with the Tiryal Dag — Tatos Daglari in its core.

Metallogenetical specialization of granodiorite intrusion in the Minor Caucasus and in the Murgul area, related to copper, molybdenum, zinc and lead, is clearly described in published studies and unpublished reports of the M.T.A. Institute in Ankara (M a g a k h y a n I. at all. 1962, P o p o v i ć R., 1972, 1976). In these records (P o p o v i ć R., 1972, 1976) the sharp difference between the Cu, Zn and Pb background contents is visible, as it is seen from the table below:

Rock types	Number of samples	Cu ppm	Zn ppm	Pb ppm
Volcanics of rhyolitic and rhyodacitic composition	790	30	115	36
Quartzdiorite	85	93	210	47

In addition to these records, at some places, as for instance at Kilise Tepe, some of the many quartzdiorite intrusions show locally extreme contents of zinc measuring up to 10%, thus representing relatively rich ore of this metal, whereas the copper content is much more lower, reaching not more than 0,05%. Sphalerite forms regular crystals up to 3 mm in size. This mineral exhibits the chalcopyrite exsolutions and also replacement by the latter chalcopyrite (P o p o v i ć R., V u j a n o v i ć V., 1972).

An other example also from Kilise Tepe has pronounced the same feature. In a quartzdiorite outcrop west of central ridge of Kilise Tepe — Kopuk mountains grades of 0.5% Cu and 1% Zn were found (P o p o v i ć R., 1972). There are some other similar situations exemplifying high contents of cooper and other metals in granodiorites. One of them is granodiorite intrusion in the Çoruh river valley, on the Borcka — Artvin road, near the crossway to Kuarshan, as well as on the Artvin — Melo road, where this intrusive mass is highly eroded.

In support of these informations our interest should be focussed to two geochemical sections across the Cakmakaya ore deposit. In both of them the copper contents in the ore body and in the immediate surrounding environments are very contrast, decreasing rapidly from ore grades to the normal rock average values. This feature indicates the sharply limited boundaries of the metal concentrations within the fractured zones.

About this persistent idea speak the geochemical records at Kilise Tepe (P o p o v i ć R., 1972) where anomalies are strictly coupled with faults and other shear zones. The same case is at Iskalka Köprü, Basköy, Hohur Sirt as well as at Cakmakaya and Anayatak, where the ore bodies are also located in a shear zone of regional character (P o p o v i ć R., 1976).

These informations suggest conclusion that the most important Cu, Zn, Pb, Mo mineralizations are related to the shear zones. Deposition of these metals has occured in volcanic-sedimentary formations and percolating solutions were introduced by quartzdiorite intrusions at medium levels. The terrain has been tectonicaly reworked forming favourable medium for deposition of ore minerals.

If we ignore pyritic mineralizations and sporadic chalcopyrite grains occuring in the oldest lithostratigraphic sequences of the Murgul area, originated in probable volcanic-sedimentary conditions, then the most prominent mineralizations of economical importance are those of the probable subvolcanic-hydrothermal type, created at medium temperature conditions*). Minerals — mostly pyrite — usually apear as nicely developed crystals. These are cubes, octahedres and pyritohedres mostly 0.5—2 cm and sometimes more than 5 cm in size. Beside them, the pretty tetragonal chalcopyrite crystals are also present. Author have had pleasure to collect some good specimens in C a k m a k a y a i n 1971, representing a druse of quartz crystals more then 1 cm in lenght with chalcopyrite crystals more then 5 mm in size. However, it should note appearance of coloform sulfides, which some authors have found as supporting evidence for volcanic-sedimentary origin of these mineralizations (V u j a n o v i ć V., 1970, 1976).

In the area as a whole the chief ore minerals are pyrite, chalcopyrite, sphalerite, less galena, bornite, chalcosine, covelite, barite and fluorite (the last one is present in the Basköy mine). Since the high grades of molybdenum have been found in geochemical samples at Kilise Tepe (up to 1000 ppm), appearance of molybdenite should be expected.

Mineralizations occur in typical shear zones, which constitute tectonical breccias, cemented by ore minerals and silica. Here have also been manifested zones of mylonitization, shistozity, argillisation and silicification locally with karbonatization and other alterations of hydrothermal origin.

Zonality of minerals

On the basis of former informations (P o p o v i ć R., 1976) the typical zonal distribution of ore deposits and occurrences surrounding the Tiryal Dag — Tatos Daglari granodioritic pluton is evident. Because of these

*) It should be stressed that the high temperature minerals are also present, mostly in contact-metamorphic zones in the surrounding country rocks.

factors the Murgul area could partially occupy the Mo-Zn-Cu and Cu-Zn zones. In both of mentioned two zones the three sub-zones can be distinguished, according to distribution of minerals in ore deposits.

In the source part of Murgul Dere river, then at Kilise Tepe and Iskalka Köprü, which represent the first sub-Zone, nearest to granodioritic pluton, the following minerals are the most abundant: pyrite, sphalerite, chalcopyrite, magnetite, specularite, and a nonidentified molybdenum mineral (the most probably molybdenite, following the high contents of molybdenum in geochemical samples).

To the second sub-zone the following localities are restricted: Anayatak, Cakmakaya, Ortaistasyon, Akarsen, Hohur Sirt and Budiyet Köprü. Here the most common minerals are pyrite, chalcopyrite, sphalerite and tetrahedrite (tennantite) as well as galena in Akarsen.

Finally, the third zone occupies, regarding the recent informations, the Basköy mine area, where the chief minerals are pyrite, chalcopyrite, sphalerite, fluorite, rare tetrahedrite and also some bismuth sulfosalt (Fig. 1).

It could be summarized that the first sub-zone has been characterized by molybdenum mineral, magnetite and specularite, the other sub--zone by galena and also by absence of the first sub-zone minerals and the third zone is marked by fluorite and sulfosalt of bismuth.

It has generally been considered that in the time being the second sub-zone may be of value in the economic development. Attention should be also directed to the other two sub-zones, that may be of much more greater importance, in which little is known and more immense amount of investigations should be done.

Accepted 16. VI 1981. Recensed by dr V. Vujanović

LITERATURA — BIBLIOGRAPHY

1. Buser S., 1970.: Geologie der Umgebung des Kupferbergwerks Murgul. M.T.A. Rep. No. 5073, Ankara.
2. Buser S., Cvetić S, 1973.: Geologie der Umgebung der Kupfererzlagerstatte Murgul in der Türkei. Bulletin of the M.T.A. Institute of Turkey, No. 81.
3. Kraeff A., 1963.: Geology and Mineral Deposits of the Hopa-Murgul region (Western part of the province of Artvin, NE Turkey). M.T.A. Bull. No. 60 Ankara.
4. Magakhyam I. at all, 1962.: Uslovija obrazovanija i razmeščanija medno-molibdenovih porfirovih mestoroždenij Armjanskoj SSR. Zakonomernosti razmeščenija poleznih iskopaemih, V. Moskva.
5. Popović R., 1972.: Report on the Detailed Geological Maping (Scale 1 : 2.000), Geochemical Investigation Prospecting and the Exploration of ore Occurences at the Kilise Tape, Locality Murgul. M.T.A. Rep. No. 5067. Ankara.
6. Popović R., Vujanović V., 1972.: Ore Microscope Determination at the Murgul area (in the Report on the Detailed Geological maping-Scale 1 : 2.000, Geochemical Investigation Prospecting and the Exploration of ore Occurences at the Kilise Tepe, Locality Murgul. M.T.A. Rep. No. 5067. Ankara.
7. Popović R., 1976.: Some of the Structural and Genetic Characteristics and zonal Distribution of Nonferrous Metals Deposits in Eastern Pontides. Bull. of the M.T.A. Institute of Turkey. No. 85.

8. Štern (Ivan) Janez. 1971.: Bericht über Geologische Arbeiten der Jugoslavischen Geologen-Gruppe im Gebiet Murgul-Akarsen-Basköy (Turkei) im Jahr 1970. Ankara.

9. Vujanović V., 1972.: Olovo-cinkovo ležište Kepribaši-Tirebolu (Turska) — Zapisnici Srp. Geol. društva za 1971. god. Beograd.

10. Vujanović V., 1974.: The Basic Mineralogic, Paragenetic and Genetic Characteristics of the Sulphide Deposits Exposed in the Easterm Black-sea Costal Region (Turkey). Bull. of the M.T.A. Institute of Turkey, No. 82, Ankara.

11. Vujanović V., 1976.: Mikro strukture sulfidnih vulkansko-sedimentnih ruda istočnih Pontida (Turska). Zapisnici Srpskog geološkog društva za 1975. i 1976. god. Beograd, 1977. god.

Radule Popović*)

REZIME

Neke metalogenetske karakteristike Murgulske oblasti (SI Turska)**)

Ključne reči: metalogenija, sulfidi, severoistočna Turska.

U Murgulskoj oblasti moguće je izdvojiti dva glavna genetska tipa mineralizacija: vulkanogeno-sedimentni i subvulkansko hidrotermalni. Prvom tipu pripadaju beznačajne piritske mineralizacije sa retkim halkopiritom. One se nalaze u najstarijem vulkanogeno-sedimentnom kompleksu, gornjojurske i donjokredne starosti. Drugom tipu pripadaju mineralizacije i ležišta koji se vezuju za granodioritski pluton. Ove mineralizacije vezuju se za posteocensku metalogenetsku epohu.

Geohemijska ispitivanja pokazala su da se granodiorit odlikuje višim sadržajem bakra, cinka i olova nego riodacitske vulkanske stene.

Upoređujući raspored različitih minerala u Murgulskoj oblasti, može se konstatovati da je u glavnim Mo-Zn-Cu i Cu-Zn zonama moguće izdvojiti tri subzone. To su: subzona sa: piritom, sfaleritom, halkopiritom, magnetitom, spekularitom i za sada neidentifikovanim mineralom molibdena, zatim subzona sa: piritom, halkopiritom, sfaleritom, tetraedritom (tenantit) i galenitom i najzad treća subzona sa: piritom, halkopiritom, sfaleritom, fluoritom, retkim tetraedritom i bizmutskom sulfasoli.

---

*) Geoinstitut, Rovinjska 12, Beograd

**) Ovaj rad saopšten je na Prvom kongresu geologa Srednjeg istoka (GEOCOMI), održanog u Ankari 4—7. septembra 1979. godine.

RADOVI Geoinstituta, knjiga 15, str. 139—159, god. 1981., Beograd.
PROCEEDINGS of Geoinstitute, vol. 15, pp. 139—159, 1981, Belgrade.

Милорад Арсенијевић и
Мирослава Дромњак

УДК 544.62:546.35:550.4 (497.11)
Оригинални научни рад

О ГЕОХЕМИЈСКОЈ СПЕЦИЈАЛИЗАЦИЈИ И ЛОКАЛНОЈ РАСПОДЕЛИ РУБИДИЈУМА У НЕКИМ ГРАНИТОИДИМА СРБИЈЕ

Кључне речи: геохемија, рубидијум, гранитоиди, Србија.

Користећи нови приступ (И. В. Александров) већ је показано да се расподела Rb у глобалном, а нарочито у регионалном смислу (3), по-наша управо тако да омогућава уочавање погодности ове методике. Наиме, преко глобалне расподеле изучена је и регионална расподела и показало се да у гранитоидима Србије није присутна специјализација на Rb. Ако је у питању друга врста магме, као што су алкални сијенити, онда се такав тип магме означава као специјализован у односу на друге врсте. Да би се ово још ближе утврдило и показала стремљења Rb и кроз типове гранитоида у њиховом сукцесивном низу, проучиће се и његова локална расподела у појединачним регионима.

МЕТОДИКА ИСПИТИВАЊА

Гранитоиди у Србији су предмет непрекидних геолошких истраживања (3—7, 9—10, 12—15, 17—20). У новије време ова испитивања су још више употпуњена (С. Дивљан и др.) подацима о петролошким и геохемијским особинама масива путем узорковања по одговарајућој мрежи.

Узорци су испитивани петрографски (С. Дивљан и др.), хемијски (З. Червењак и сарадници) на Na и K и спектрохемијски на Rb, Li и Cs (М. Арсенијевић), као и на друге елементе, са грешком ± 15—20%.

При изучавању проблема специјализације, у овоме случају су битни локални фактори. Ови су зависни од дубине залегања интрузива, размера, облика, врсте стене и других тешко контролишућих чинилаца. Изучавањем локалне расподеле циљ је да се уоче утицаји локалних фактора, односно значај врсте стене на расподелу Rb у процесу формирања гранитоида или његове деструкције.

Преко једначине регресије и коефицијента корелације изводи се закључак о деловању поменутог чиниоца. Јер, значајније одступање од $r_1 = \pm 1{,}00$, снижење вредности r_1, управо истиче дејство локалних утицаја. Провера ове поставке изведена је на 157 узорака, што значи тамо где је било доступних различитих диференцијата. При томе је урађено 10 корелационих анализа (М. Арсенијевић, М. Дромњак) на узорцима у којима садржај K није силазио испод 1,8%.

Употребљени су индекси X-log односа K/Rb, Y-log садржаја Rb, $\bar{X}$ и $\bar{Y}$ средње вредности, δx и δy — варијације око $\bar{X}$ и Y, „a" — нагиб регресионе праве, r_l — коефицијент корелације, r_{kr} — ниво грешке од 5%, D — грешка Y_c, K_{sp} — коефицијент специјализације, K_g-горња граница контроле (+), K_d — доња граница контроле (—), N — број узорака, Sy-варијација око функције и df-степени слободе, y_i-изведена геометријска средња вредност.

Кратак преглед основних особина гранитоида

За анализу локалне расподеле посматрани су масиви који у себи садрже различите диференцијате. Услед тога је било могуће, са више или мање поузданости, да се прате гранитоиди Цера, Букуље, Жељина и Кукавице. Сви ови гранитоидни масиви припадају Динарској геохемијској зони којој се прикључује и српско-македонска маса са вардарско-шумадијском тектонском зоном. Да би се јасније сагледали узроци локалног распореда и уопште понашања Rb у појединачним регионима и типовима стена неопходно је да се истакну и главна обележја у погледу хемизма или минералног састава.

Регион Ц е р а. Гранитоиде овога масива проучавали су многи истраживачи у које спадају С. У р о ш е в и ћ (1899), В. К н е ж е в и ћ (1960), С. П а в л о в и ћ, С. Д и в љ а н, Д. Н и к о л и ћ и многи други.

Према С. Павловићу (18) гранитоиди се налазе у палеозојским шкриљцима у виду делом откривеног хорста који изграђују више типова гранитоидних стена међу којима су гранодиорити, дволискунски гранити, аплити и пегматити.

Д в о л и с к у н с к и алкални калијски гранити заузимају централни и СИ део масива. Крупнозрни су и са често присутним мирмекитским прорастањем, микроклинизацијом и албитизацијом (18). Од минерала се срећу ортоклас, ређи микроклин, мусковит, биотит, кисели плагиоклас, обогаћење кварцом и ређа хорнбленда, променљиве количине турмалина и других пнеуматолитских минерала (каситерит, берил, уранинит и др.). Присутне су и кварцно-мусковитске фације са турмалином, сличне грајзенима и са пегматитским структурама (18). Ови гранити су богати Si а однос K и Na иде у корист калијума дајући им особине алкалних типова или ови прелазе у монцонитски тип магме (леукогранитски тип).

Г р а н о д и о р и т и су заступљени у западном и СЗ или као зона у централном делу масива. Карактерише их сличан састав као и дволискунске. Изузев турмалина, осетно расте количина базичнијег плагиокласа а према ободу је нарочито у порасту количина биотита и хорнбленде. Насупрот кварцу, мусковит и микроклин су ретки. Срећу се порфирска прорастања и здробљене структуре (18). Ове стене прелазе преко акерит-гранита у акеритске гранодиорите уз пораст Na и базичности.

П е г м а т и т и и а п л и т и се најчешће појављују у гранодиоритима (18; 9) везујући се за гранодиоритско-монцонитску магму. Жице су захваћене натријском метасоматозом уз обогаћење албитом. У овим стенама је нађен литијски минерал — сподумен (14), колумбит (18) и други минерали.

Најновија испитивања (9) изводећи закључке из ранијих петролошких (17—19), геохемијских (5), минералошких (13, 19) и других изучавања (Р. Томић, 1975; С. Мојсиловић, 1977), показала су да су дволискунски гранити настали метасоматским променама гранодиорита са јаче или слабије израженом грајзенизацијом. Ове појаве су и раније биле проучене и присуство дволискунских гранита уопште приписивало се грајзенизационим процесима (М. Г. Руб, 1959, и др.).

Регион Букуље. Не улазећи у бројна испитивања вршена на овоме масиву (С. Урошевић, М. Илић и др.), детаљнија проучавања су обавили С. Павловић и С. Дивљан. Према овим подацима масив изграђују три врсте гранита, аплитске и пегматитске жице (17—19).

Гранити се налазе у филитима, хлоритским и лискунским шкриљцима са мермерима и гнајсевима а заплављују их млађи седименти. Поред термичког метаморфизма, запажена је такође и фелдспатизација омотача, нарочито у нижим нивоима, уз контакт (гранулити).

Минерални састав означава прелазе између монцонита и алкалних гранита. У монцонитима преовлађује плагиоклас и нешто мање је ортокласа и микроклина, док алкалне граните одликује ортоклас или је његова количина приближно једнака са плагиокласом уз пораст садржаја биотита и мусковита. Присутни су монацит, торит, каситерит, уранинит и други споредни састојци и секундарни минерали (17—19).

По хемизму магме претежно су монцонитски а мање алкални калијско-натријски и акеритски гранити.

Пегматитске жице су танке са ретким берилом и, заједно са аплитима, срећу се у граниту а ређе у омотачу. У неким кварцним жицама и у алувионима налази се каситерит (С. Максимовић, 1955; Д. Радусиновић и Ц. Марков, 1971).

Регион Жељина. По С. Павловићу и С. Дивљану гранитоиди се јављају у кристаластим шкриљцима са корнитима и знацима контактног метаморфизма у омотачу, у коме се срећу и микрогранити, ближе масиву и ретко у њему (17).

Гранитоиди су крупнозрни, порфироидни и средњезрнасти са прелазима у микрограните и порфирске типове. Карактерише их преовлађивање базичнијег плагиокласа и променљива количина ортокласа. Ободни део гранитоида не садржи ортоклас, сиромашнији је кварцом, несталног је садржаја биотита, амфибола а обогаћен је сфеном.

У ствари, то су стене гранодиоритског до диоритског типа магме, просечно веће количине Na него у централном делу масива где К често надмашује Na. С. Дивљан ове стене одређује као хорнбленда-биотитске гранодиорите и истиче присуство дволискунских и биотитских аплитоидних гранита, као и мусковитских у метаморфном ореолу са турмалинизацијом.

Пегматитске жице, поред осталог, садрже и берил (З. Максимовић и др.).

Регион Кукавице. На основу проучавања С. Павловића (17) и С. Дивљана у кристаластој серији су распрострањени гранитоиди који

имају особине „инјекционих гнајс-гранита до гранит гнајсева“ без одлика правог интрузива (17).

Разликују се плагиокласно-микроклинско-ортокласни типови гнајс--гранита уз већу количину биотита од мусковита или су ове стене са подређеним плагиокласом у односу на микроклин (17). Њихова структура је порфироидна до порфиробластична са појавом катаклазирања. Сами гранитоиди чине прелаз између алкалних гранита и монцонита при незнатном преовлађивању Na над K. Новијим испитивањима разврстани су на крупнозрне и ситнозрне аплитоидна гнајс-граните (С. Дивљан, 1979). Пегматитске жице су бројне у неким деловима масива, али оне нису овога пута проучаване.

Локална расподела Rb и односа K/Rb

Локална расподела биће изучена по литолошким типовима на одређеним просторима региона. Уствари, ова посматрања се изводе у односу на глобалну ($\log Rb = -1{,}03 \log (K:Rb) + 0{,}54$) и регионалну расподелу користећи се одговарајућим регресијама (Једн. I, II, III, VI; 3) за поједине регионе у којима то дозвољава величина популације за литолошке типове. Тако, основне карактеристике за популације по литолошким типовима произилазе из одговарајућих једначина расподеле парова K:Rb и Rb:

Цер:

— $\log Rb$ гранодиорит $= -1{,}043 \log (K:Rb) + 0{,}52$ (IX)
— $\log Rb$ двопироксенски гранит $= -0{,}990 \log (K:Rb) + 0{,}51$ (X)
— $\log Rb$ пегматити $= -1{,}202 \log (K:Rb) + 1{,}02$ (XI)

Букуља:

— $\log Rb$ гранит $= -1{,}045 \log (K:Rb) + 0{,}55$ (XII)
— $\log Rb$ пегматити $= -1{,}250 \log (K:Rb) + 1{,}02$ (XIII)

Жељин:

— $\log Rb$ гранит $= -1{,}253 \log (K:Rb) + 1{,}12$ (XIV)

Кукавица:

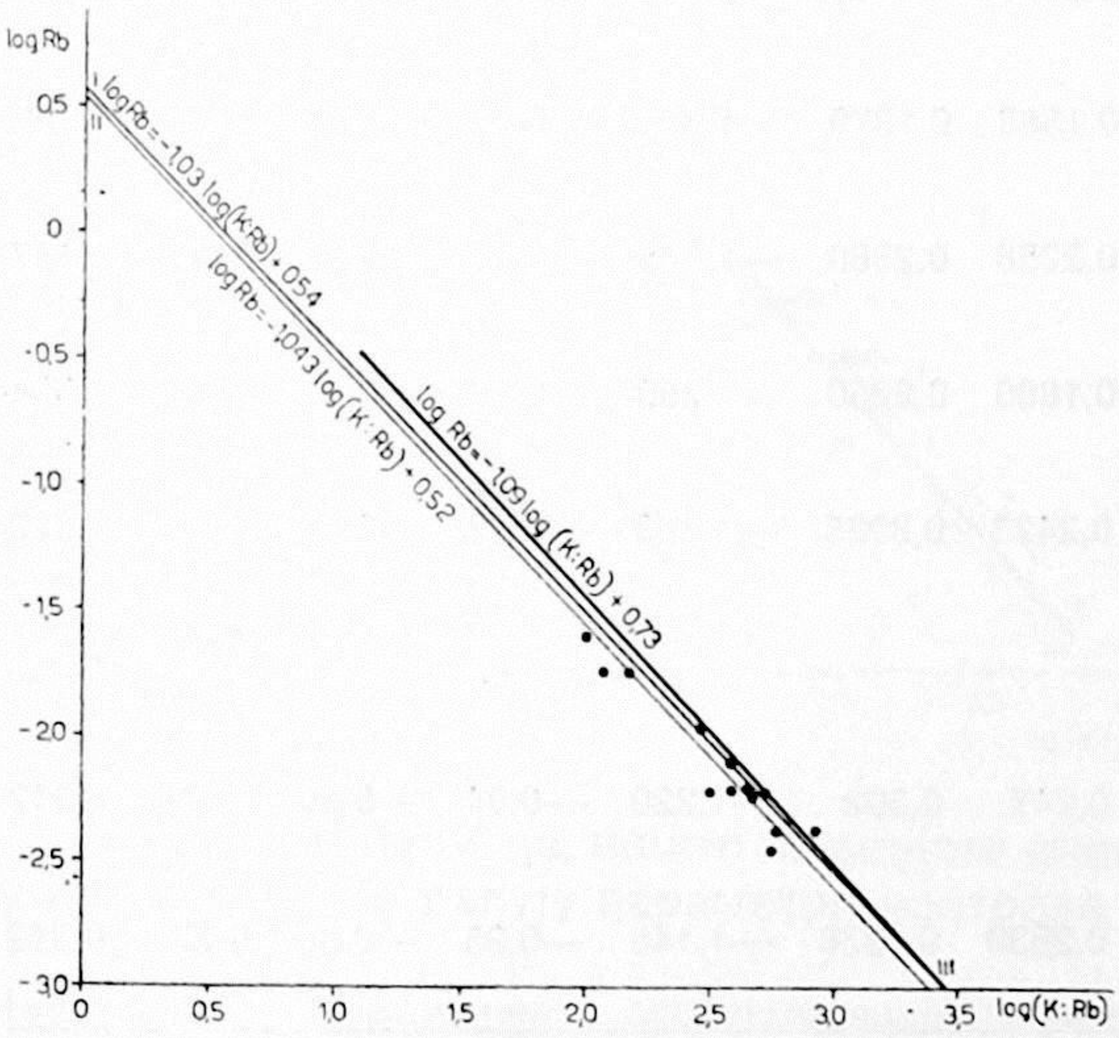
— $\log Rb$ гнајсгранит (крупнозрни) $= -1{,}220 \log (K:Rb) + 1{,}16$ (XV)
— $\log Rb$ гнајс гр. (ситнозрни) $= -1{,}14 \log (K:Rb) + 0{,}85$ (XVI)

Церски масив изграђују већ поменути типови стена и у томе смислу ће се посматрати и особине расподеле.

Гранодиорити садрже Rb од 10—250 gr/t, при чему 71,4% вредности пада испод 100 gr/t а односи K/Rb се распоређују у интервалу 100—1880. Садржај K варира од 1,3—3,7% и углавном се задржава испод 3,0%. Услед тога, однос K/Rb прелази границу двоструке средине за глобалну расподелу (K:Rb = 590) са 14,3%, што значи да се већина индекса уклапа у нормалне вредности за гранитоиде. Код високих односа K/Rb јавља се пад садржаја Rb (< 50 gr/t) а садржај K достиже 3,7% или неједнако пада садржај једног и другог састојка.

С обзиром на кретање овога пара истиче се и њихова висока зависност (једн. IX; Таблица 1), важећа на нивоу 5% (r_{kr}), чиме се несумњиво наглашава зависност концентрисања Rb од понашања K. Из овога про-

истиче готово паралелан ход регресија гранодиорита и глобалне расподеле које се секу далеко изнад поља корелације (log K/Rb = —1,54; log Rb = 2,12). У односу на регионалну расподелу одступање се сређе испод поља корелације (log K/Rb = 4,46 и log Rb = —4,13) и то улево. Све ове изражене тежње су незнатне, али указују на успорен раст Rb. Осим тога, ове особине се одражавају на средњим вредностима и посебно на K_{sr} = 0,88 (глобал.) и K_{sr} = 0,82 (регионал.) налазећи се испод доње границе (K_b) која утврђује чак и негативну специјализацију: $K_s > K_{sr} < K_b$ (Таблица 2).



Сл. 1 — Корелација log (K:Rb):logRb у гранодиориту Цера: I — глобална расподела· II — гранодиорит, III — регионална расподела.

Дволискунски гранит се одликује садржајем Rb од 40——250 gr/t а 27% вредности остају испод 100 gr/t. Са друге стране, свега 2,8% вредности односа K/Rb прелази двоструку средину за глобалну расподелу. При томе, садржаји K досежу 1,8—4,7% и где само 2,8% садржаја остаје испод 2,5% K. Сви ови општи подаци се уграђују у специфичне особине расподеле и утичу на високу зависност овога пара (r_i = —0,90). Правац регресије за ове граните прати глобалну расподелу (Сл. 2) уз незнатно одступање улево (log K:Rb = 0,75 и log Rb = = —0,23) а слично је и у односу на регионалну расподелу (log K:Rb = 1,9 и log Rb = —1,37).

Даља анализа заступљености Rb, у овоме приступу, истиче да је K_{ir} = 1,09—1,19. Одмах се види благо надвишавање горње границе важности K_s изнад које не делује општа законитост концентрисања Rb (Таблица 6). Наиме, овај прелази границу условљену глобалном расподелом а у односу на регионалну показује само слабу тежњу у правцу специјализације, мада је она у масиву практично занемарљива.

Пегматити и аплити носе Rb у садржајима од 60—180 gr/t, док се K задржава у границама 1,9—7,0% и кога местимично прати натризација пегматита, слично осталим гранитоидима у масиву. Односи

трпели су уношење ређих елемената (М. Арсенијевић; 5) у новостворене минерале (мусковит и др.), управо у фази финалног диференцирања и очвршћавања магме у апикалним деловима. Главни део магматског заостатка није био довољно одвојен од магме у погодном затвореним систему условљеном омотачем. Крајње остварење су били процеси грајзенизације и тање пегматитске жице, утиснуте у прслинама, у граниту или кристаластој серији. Ови процеси се огледају и у присуству Sn, Be или Nb у минералима стена и у појачаном расејавању у масиву и јачих нагомилања каситерита у завршној жичној кварцној фази (С. Максимовић, 1961; Д. Радусиновић, Ц. Марков, 1971).

Жељински масив чине гранодиорити, дволискунски аплитоидни и мусковитски гранити и пегматити.

Гранити садрже 35—250 gr/t Rb који у плагиокласном типу пада и до 35 gr/t а калијум до 1,4%. У аплитоидном К досеже до 3,5%, док у граниту уопште не прелази 4,4%. Однос К/Rb се креће од 177—1008 и његову највишу вредност следи најнижи садржај Rb и нормалан садржај К (3,53%).

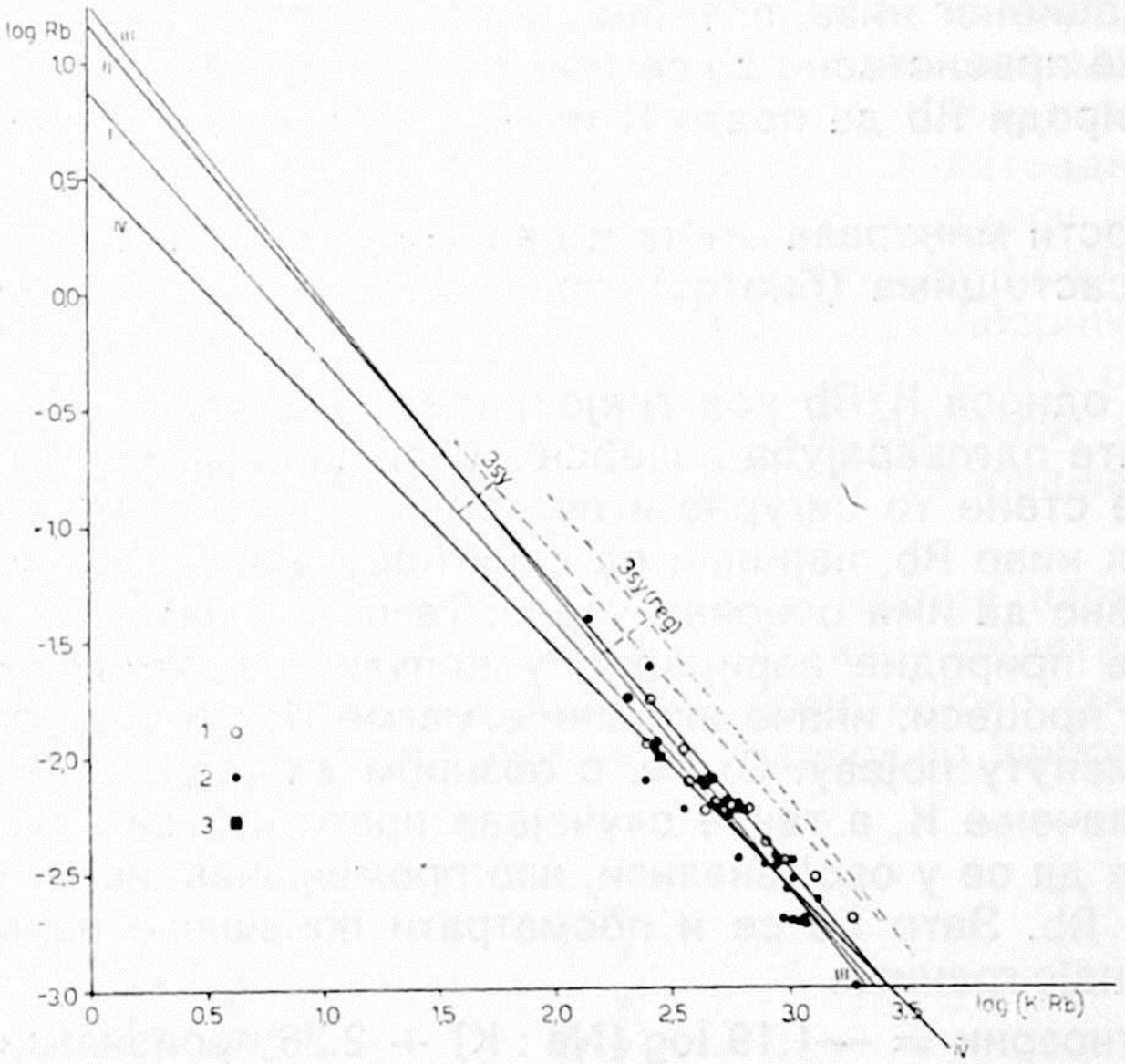
Корелационом анализом (једн. XIV) добија се коефицијент $r_l = 0{,}82$ значајан на нивоу важности (r_{kr} 5%). По томе, расподела Rb се уклапа у општу законитост у односу на глобалну коју линија регресије сече у пољу корелације (log K/Rb = 2,89 и log Rb = —1,81) а слично је и у погледу на регионалну (log K/Rb = 2,34 и log Rb = —1,81). Одступања су занемарљиво мала и расподела се задржава у оквиру грешке функције (једн. I, II и XIV; 3). Утврђено понашање се потврђује и са $K_{sr} = 0{,}58$ (на глоб.) и $K_{sr} = 0{,}92$ (регионал.) чије вредности поуздано контролишу K_a и K_b најављујући негативну специјализацију у оквиру опште законитости.

Пегматити достижу садржај Rb од 60—700 gr/t и К до 6%. У односу на средњи садржај региона, њихов $K_{sr} = 0{,}88$, док према глобалној средини коефицијент $K_{sr} = 1{,}04$. Тако, упркос порасту садржаја Rb његова расподела остаје у пределу опште законитости. Појединачне--микролокалне појаве дају K_{sr} до 1,38 (глобал.) и $K_{sr} = 1{,}27$ (регионал.) и који излазе из оквира контролних граница (Таблица 6) указујући на местимична обогаћења.

Масив Кукавице чине крупнозрни гнајс-гранити и ситнозрни аплитоидни гнајс-гранити и пегматитске жице у кристаластој серији (нису обрађиване).

Крупнозрни гнајс-гранит карактеришу садржаји Rb од 10——180 gr/t од којих 81% пада испод 100 gr/t. Садржај К се сврстава у интервал 2,6—4,61% са 56% случајева изнад 3,5%. Такви садржаји Rb и К условљавају кретање односа К/Rb од 256 до 3740. Екстремни однос К/Rb одговара најнижем садржају Rb (10 gr/t) и релативно високом садржају К (3,74%). Такво кретање односа К:Rb несумњиво открива опште осиромашење ових гранитоида рубидијумом (фракционисање Rb). Ова појава се одражава и на специфичном концентрационом нивоу Rb ($\overline{X} = 55$ gr/t; из Σ log Rb) који је овде готово главни регулатор односа за, уствари, варирајуће садржаје у оквиру интервала садржаја једног и

другог састојка. Нема сумње да се то одражава и на корелацији (једн. 15) са $r_i = -0{,}94$ која је, према степенима слободе $df = 14$, важећа на нивоу 5% и 1% грешке (Таблица 5). Сви односи се уклапају у оквире 3 Sy, у глобалном или регионалном смислу.



Сл. 4 — Корелација log (K:Rb): logRb у гранитоидима Кукавице: 1 — крупнозрни гн. гранит, 2 — ситнозрни гн. гранит, 3 — средина глобалне расподеле; I — ситнозрни гн. гранит, II — крупнозрни гн. гранит, III-III — регионална расподела, IV-IV — глобална расподела.

Линија регресије се сече са оном за глобалну испод поља корелације (log K/Rb = 3,26 и log Rb = —2,82) одступајући удесно. Незнатно одступање, на специфичном нивоу садржаја K и Rb, још је мање изражено у односу на регионалну (log K/Rb = 1,67 и log Rb = —0,87) расподелу. Према томе, све ове чињенице упозоравају да је у овој популацији оцртана изузетна област садржаја Rb. На ово указује и $K_{пр} = 1{,}19$ (на глобал.) и $K_{пр} = 1{,}17$ (на регионал.), мада је $K_{пр}$ за цео регион ограничен оквиром $K_г$ — $K_ь$ у регионалној расподели, док у локалној се примећује одступање (Таблица 2).

С и т н о з р н и гнајс гранит се одликује широким распоном садржаја Rb и то од тр(5) до 400 gr/t. и код кога 16,1% вредности прелазе 100 gr/t. Калијум лежи у интервалу од 1,96—6,0% од чега само 23% прелази 3,5%. Однос овога пара почиње са вредношћу 134, где је K = 5,35% и Rb = = 400 gr/t, достижући до 1960 када је K = 1,96%, Rb = 10 gr/t и Na = 4,5%.

Међусобна условљеност ових компонената контролише се и коефицијентом корелације (једн. XVI; Таблица 1) $r_i = -0{,}95$ значајним на нивоу грешке 5%. На тај начин се потврђује висока зависност овога пара у процесу формирања ових стена, на специфичном концентрационом нивоу Rb и K. Осим тога, пресецање регресије са регресијом за глобалну расподелу (log K:Rb = 2,82 и log Rb = —2,36) и регионалну расподелу (log K/Rb = 4,19 и log Rb = —2,93) подвлачи нешто правилнији ток

промене величине K:Rb (Сл. 4). Коефицијент $K_{кр} = 0{,}98$ (на глобал.) или $K_{кр} = 0{,}92$ (на регионал.) са своје стране више говори о негативној специјализацији, односно о дефициту Rb, јер је $K_{кр} \sim K_{ь}$.

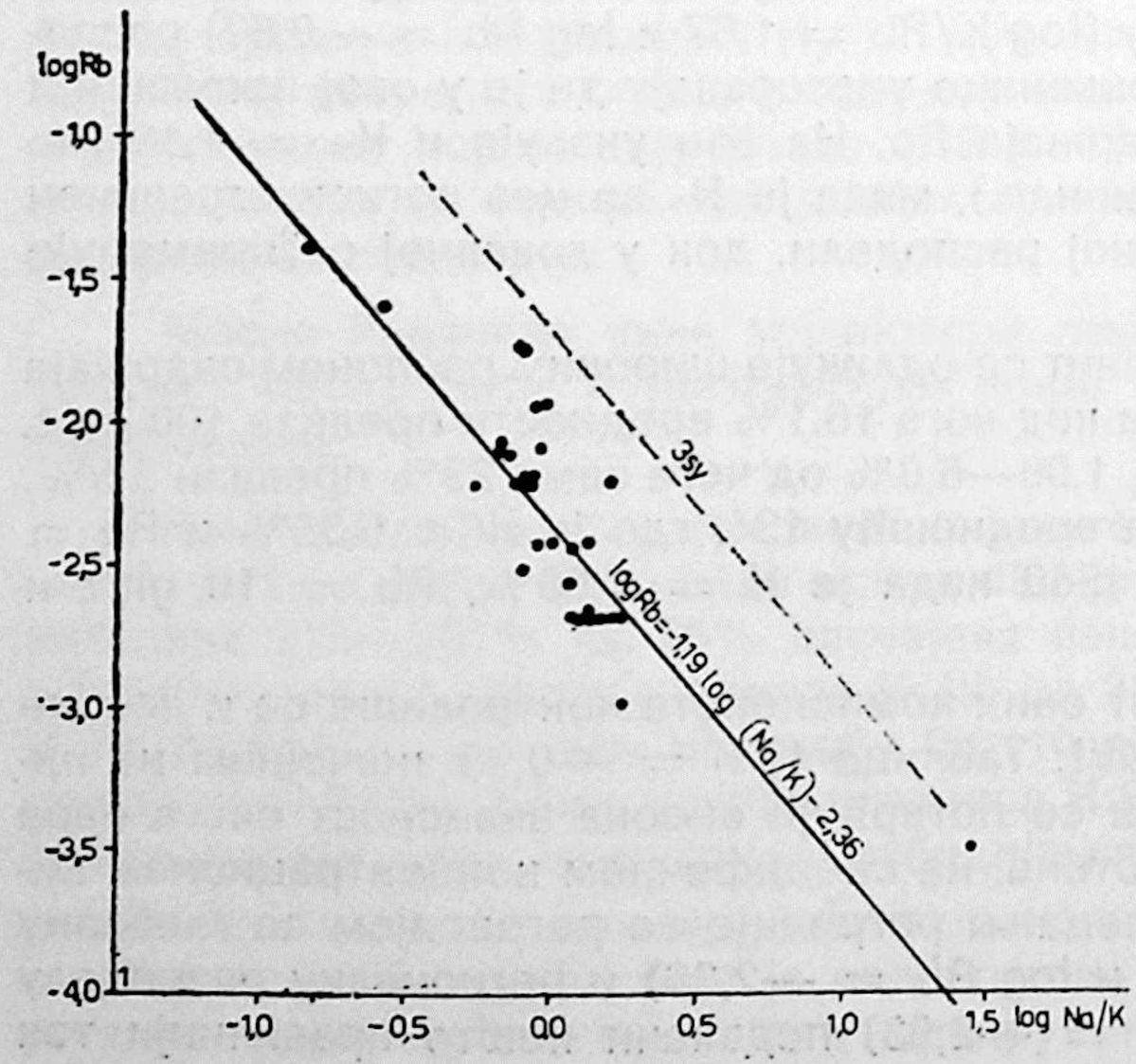
Сви параметри указују да је расподела Rb у обе врсте гнајс-гранита сличног карактера. Међутим, поставља се питање узрока претежно ниских садржаја Rb и високих односа K/Rb просечно некарактеристичних за гранитоиде диференцијационог низа, посебно за поменуте масиве. Решење овога проблема може првенствено да се тражи у следећем:

а) у геохемијској природи Rb да прати K или да се повлачи у приступу натризације.

b) у рубидијумоносности минерала стена и делимичном фракционисању Rb према бојеним састојцима (биотит), при њиховом стварању и алтерацији.

Досадашња анализа односа K/Rb код гнајс-гранита показала је да варијације садржаја K прате одговарајућа колебања садржаја Rb. Коефицијенти корелације за ове стене то сигурно и потврђују ($r_{ı} = -0{,}94$ до $-0{,}95$). Али, уопште низак ниво Rb, најнижи од свих проучаваних гранитоида по регионима, свакако да има основни узрок. Тако, док зависност K и Rb одражава њихове природне варијације у популацији, хемизам растопа и гранитизациони процеси, иначе алкалније магме (K+Na), могу у многоме да објасне поменуту појаву. Стога, с обзиром да садржај Na достиже и до 6% уз повлачење K, а такве случајеве прати изразит пад садржаја Rb, неопходно је да се у овој анализи, као променљива, испита и однос Na/K заједно са Rb. Зато ће се и посматрати понашање пара Na/K : Rb у сваком типу гнајс-гранита.

Из израза log Rb ситнозрни $= -1{,}19$ log (Na : K) + 2,36 произилази коефицијент $r_1 = -0{,}84$ за df = 28 (Сл. 5). На нивоу грешке P 005% $= -0{,}36$ (r_2) и P 001% $= -0{,}46$ (r_3), очигледно r_1 постаје значајно показујући високу зависност садржаја Rb од промене садржаја Na и K. Услед тога,

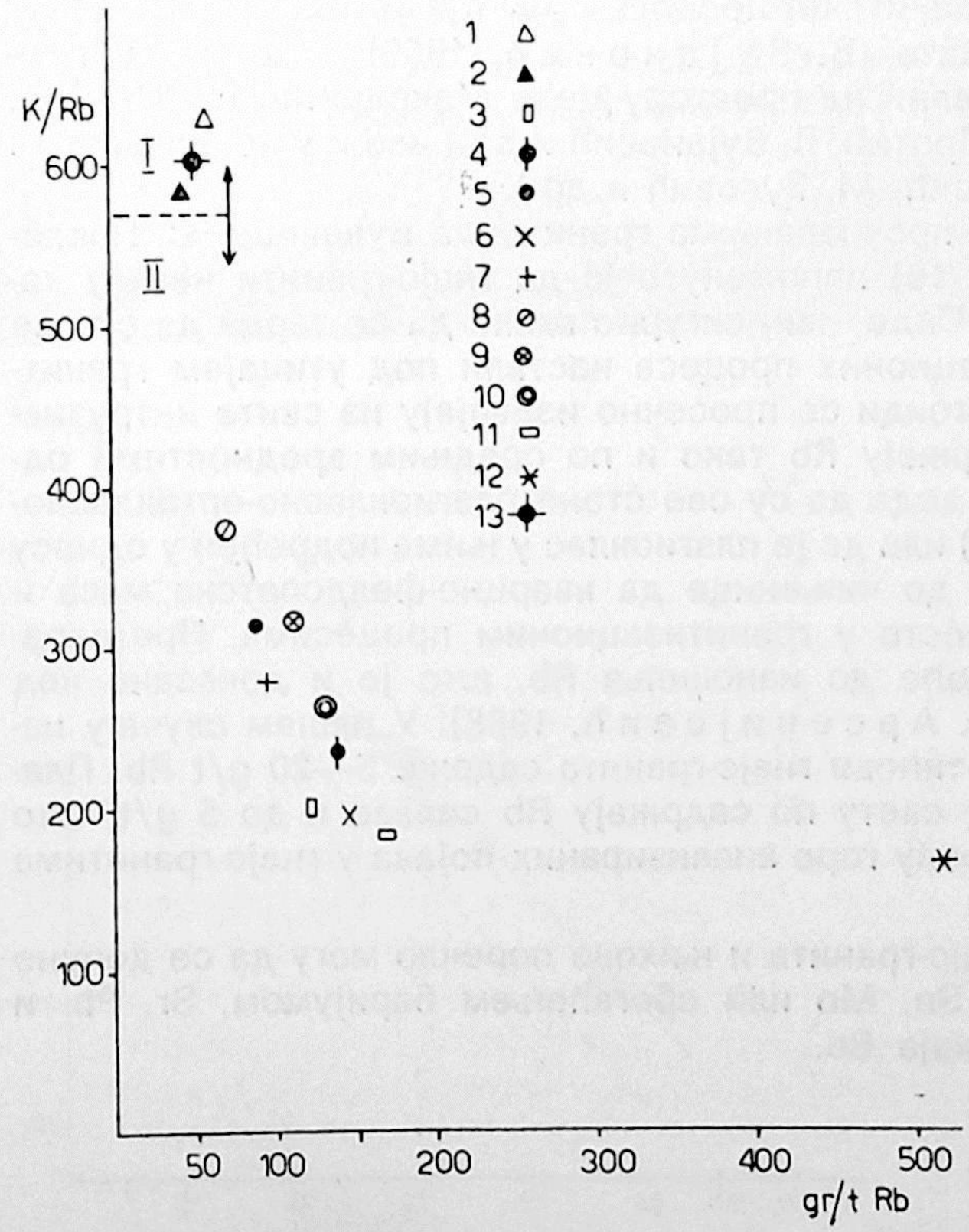


Сл. 5 — Корелација log Na/K:log Rb у ситнозрном аплитоидном гнајс-граниту Кукавице.

високи садржаји Rb следе низак однос Na/K, односно пораст калијума због врсте фелдспата (калијски) и присуства лискуна. На другој страни, пад садржаја K и пораст садржаја Na (плагиокласи) воде општем осиромашењу магме или стене рубидијумом заједно са алтерацијом биотита. Отуда, а повезано и са другим појавама, ситнозрни гнајс-гранити задобијају тако ниске појединачне садржаје Rb и високе вредности K/Rb.

Крупнозрни гнајс-гранит, помоћу израза log Rb = —1,47 log (Na:K) + 2,34, не показују зависност Rb и Na, док однос K/Rb : Rb одражава високу повезаност ових компонената. Карактеристично је да је средња вредност односа log Na/K виша у аплитоидном гнајс-граниту истичући његову просечну јачу натризацију у односу на крупнозрни гнајс-гранит. Ово се види и из средњих вредности Na (2,83%) и K (2,94%) у аплитоидном и Na (2,59%) и K (3,03%) у крупнозрном гнајс-граниту. Најзад, за аплитоидне гнајс-граните се са сигурношћу открива законитост утицаја натризације на осиромашење рубидијумом, што код крупнозрних није јасно изражено, поред неоспорног деловања овога процеса у појединачним случајевима.

Да би се неке појаве још јасније изразиле узећемо средине за локалну расподелу односа K/Rb, као представничке статистичке узорке свих литолошких типова. Из геометријске средине (γ) и дисперзије (δ) добија се гранична вредност и довољно широка област дисперзије вред-



Сл. 6 — Однос Rb: K/Rb у разним гранитоидима Србије (из log $\overline{X}$): 1 — крупнозрни гнајс-гранит Кукавице, 2 — ситнозрни гнајс-гранит Кукавице, 3 — гранити Јастребца, 4 — пегматити Жељина, 5 — гранити Жељина, 6 — пегматити Букуље, 7 — гранити Букуље, 8 — гранодиорити Цера, 9 — двољискунски гранити Цера, 10 — пегматити Цера, 11 — гранити СИ Србије, 12 — алкални сијенити Црног Камена (Прилеп, Македонија), 13 — гранитоиди Кукавице; I — област метаморфног комплекса, II — област диференцијационог низа гранитоида.

ности K/Rb за интрузивне граните. Ова гранична вредност се утврђује код односа $K/Rb = \gamma + 2\delta = 567$ изнад које сигурно наступа подручје гранитизационо-метаморфног комплекса (Сл. 6, I). Управо у овој области (Сл. 6, I) се смешта око 50% појединачних вредности K/Rb и посебно индекси односа K/Rb (X) за аплитоидне и крупнозрне гнајс-граните, као и за цео регион. Истовремено то је област ниских садржаја Rb и високих вредности односа K/Rb.

Ако се у вези са овим проблемом анализира добијени дијаграм (Сл. 6), пара $Rb(\bar{\gamma})$: $K/Rb(\bar{\times})$, за све гранитоиде по регионима, јављају се област гранитизационо-метаморфног и метаморфног комплекса, затим, област интрузивних гранита са својим пегматитима и изразито подручје у коме се смештају магме алкалног типа (Црни Камен).

По мишљењу Д. О. С т а в р о в а (23), прелазећи од гнајсева према анатексис-гранитима однос K/Rb расте, што је први запазио К. К. Ж и р о в (1962). Међутим, у процесу гранитизације, под дејством гранитске магме, у апикалном делу и при утискивању у гнајсну серију, у растоп прво ступа кварцно-фелдспатна маса. Биотит касније и теже реагује а може да буде и промењен. Кретањем и утискивањем таквог растопа, упрошћено речено, околне стене задобијају мигматитски карактер све до еволуције у гранитоиде (T^o веће од 640°C) неуједначеног хемијског и минералног састава. Оваква мигматитизација, уз појаву правих анатексис текстура непосредно до гранитског пробоја, први пут је код нас запажена у гнајсној серији Витолишта (В. В у ј а н о в и ћ, 1959) а затим су процеси гранитизације изучавани на простору целе Македоније (С. Цветић, С. Дивљан, В. Ћебић, М. Протић, В. Вујановић и др.) као и у неким другим областима (М. Димитријевић, М. Вуковић и др.).

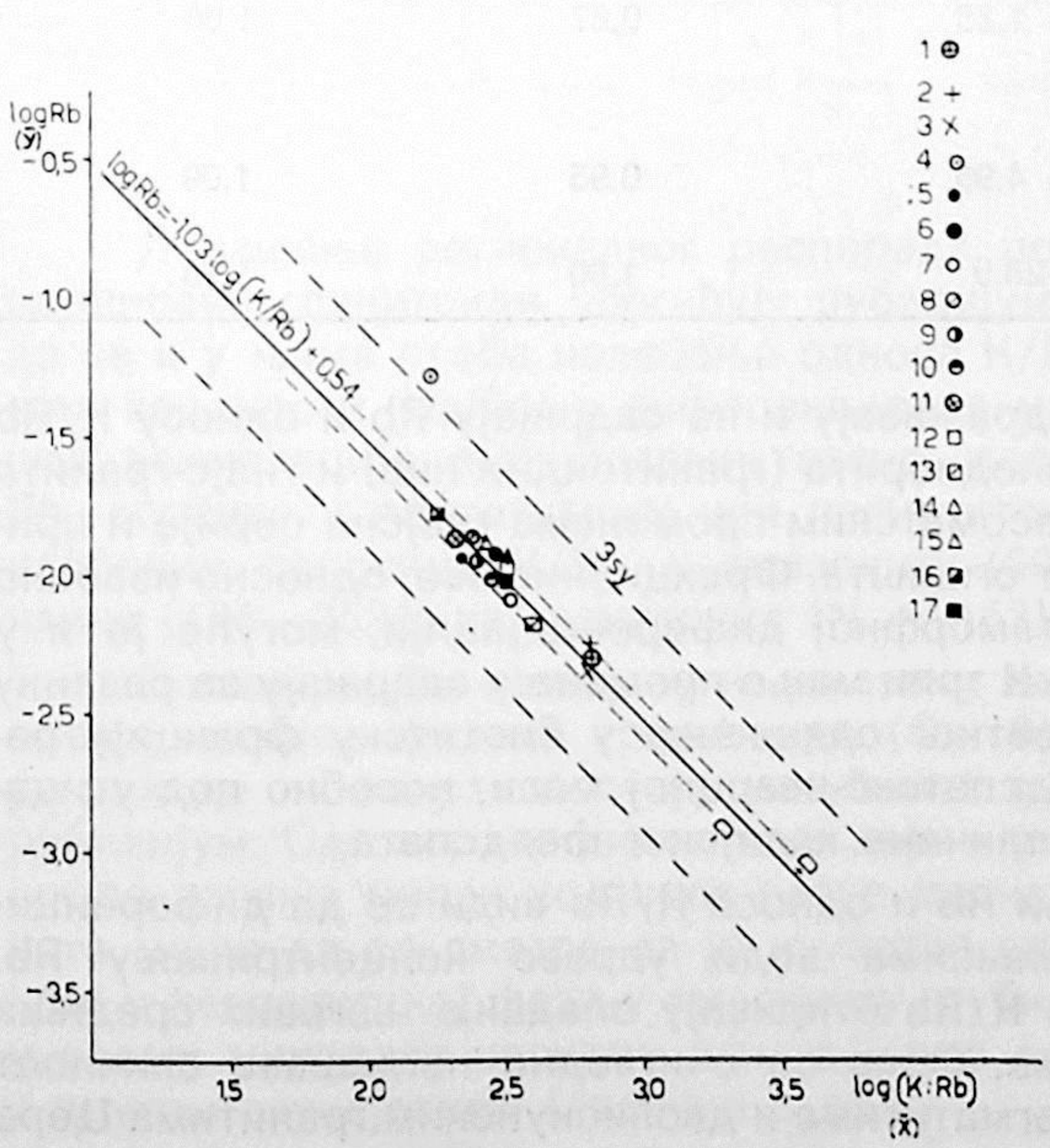
Према петролошким проучавањима гранитоида Кукавице (С. Павловић и С. Дивљан; 17, 18, 19) напоменуто је да гнајс-гранити немају карактер правог интрузива. Сада, пак, сигурно може да се тврди да су ове стене производ гранитизационих процеса настали под утицајем гранитске магме. Јер, ови гранитоиди се просечно издвајају из свите интрузивних гранита како по садржају Rb тако и по средњим вредностима односа K/Rb. Ако се овоме дода да су ове стене плагиокласно-ортокласно--микроклински типови (17) или да је плагиоклас у њима подређен у односу на микроклин, долази се до чињенице да кварцно-фелдспатска маса и лискуни имају посебно место у гранитизационим процесима. Претварањем биотита може да дође до изношења Rb, што је и доказано код епигенетских процеса (М. А р с е н и ј е в и ћ, 1968). У нашем случају изразити Na-, плагиокласни типови гнајс-гранита садрже 5—20 g/t Rb. Плагиокласи из гранитоида у свету по садржају Rb силазе и до 5 g/t, што све говори и о правом узроку горе анализираних појава у гнајс-гранитима Кукавице.

Све ове особине гнајс-гранита и њихово порекло могу да се допуне и ниским садржајем Li, Sn, Mo или обогаћењем баријумом, Sr, Pb и присуством ниских садржаја Be.

Опште особине расподеле и специјализације гранитоида у погледу рубидијума

Ако се цео проблем расподеле и концентрисања Rb у овим гранитоидима уопшти, добијају се основне линије његовог понашања у регионалном смислу и по локалним типовима стена. Било каква колебања садржаја Rb и односа K/Rb у локалној расподели не ометају да средине ($\log \bar{X}$ и $\bar{Y}$) карактеристично прате глобалну зависност и да се уклапају у оквире $\pm$ D за глобалну расподелу (Сл. 7). Такво кретање састојака подвргава геохемијску расподелу Rb општој условљености од просечне заступљености калијума при високом коефицијенту зависности. Сва одступања функција, одражавајући дисперзију у пољу глобалне расподеле, не излазе из граница толеранције на линији везе K-Rb и показују час брже концентрисање час успоренији ход диференцијације Rb према доњем делу графика. Нарочито је наглашен пад садржаја Rb и пораст односа K/Rb код гнајс-гранита (Кукавица) са свим одликама гранитизационих појава. Насупрот овоме наступа алкални сијенит (Црни Камен) који одступа од глобалне расподеле и заузима посебно место у гранитоидном низу диференцијације магме на широким просторима.

Горе утврђена општа законитост још боље се приказује кроз локалне параметре (Сл. 18, Таблица 2 и 5). Анализом распона K/Rb, у масивима и литолошким типовима стена, запажа се да се добијена граница K/Rb = 567 или 590 често премашује, поред Кукавице, и код других гранитоида. То се види у свим масивима или типовима стена изузев у пегматитима. Свакако да је ова појава најизраженија у гранодиоритима и мање у дволискунским гранитима Цера, затим на Жељину, итд. Ова одлика је непосредно везана са падом садржаја Rb и K, затим натриза-



Сл. 7 — Повезаност глобалне, регионалне и локалне расподеле Rb и односа K/Rb у гранитоидима Србије: 1 — Кукавица, 2 — гнајс-гранит — крупнозрни, 3 — гнајс-гранит — ситнозрни, 4 — сијенит, Ц. Камен, 5 — Јастребац, гранодиорити, 6 — Жељин, 7 — гранити, Жељин, 8 — пегматити, Жељин; 9 — Букуља, 10 — гранити, Букуља, 11 — пегматити, Букуља, 12 — Цер, 13 — гранодиорити, Цер 14 — дволискунски гранити, Цер, 15 — пегматити, Цер, 16 — СИ Србија, 17 — средина глобалне расподеле за гранитоиде Србије.

цијом, врстом фелдспата, променама биотита (хлоритизација, мусковитизација и др.), асимилацијом и повећањем базичности или гранитизационим феноменима.

Натризација се у микролокалном смислу примећује у готово свим гранитоидима, али није свуда изразита и карактеристична (Таблица 3). Однос локалне натризације према глобалној (Na/K = 0,87) рељефно истиче појачану натризацију гранодиорита Цера, гнајс-гранита Кукавице, нарочито аплитоидних гнајс-гранита. Ови задњи се у генетском погледу издвајају из области гранитоидног низа.

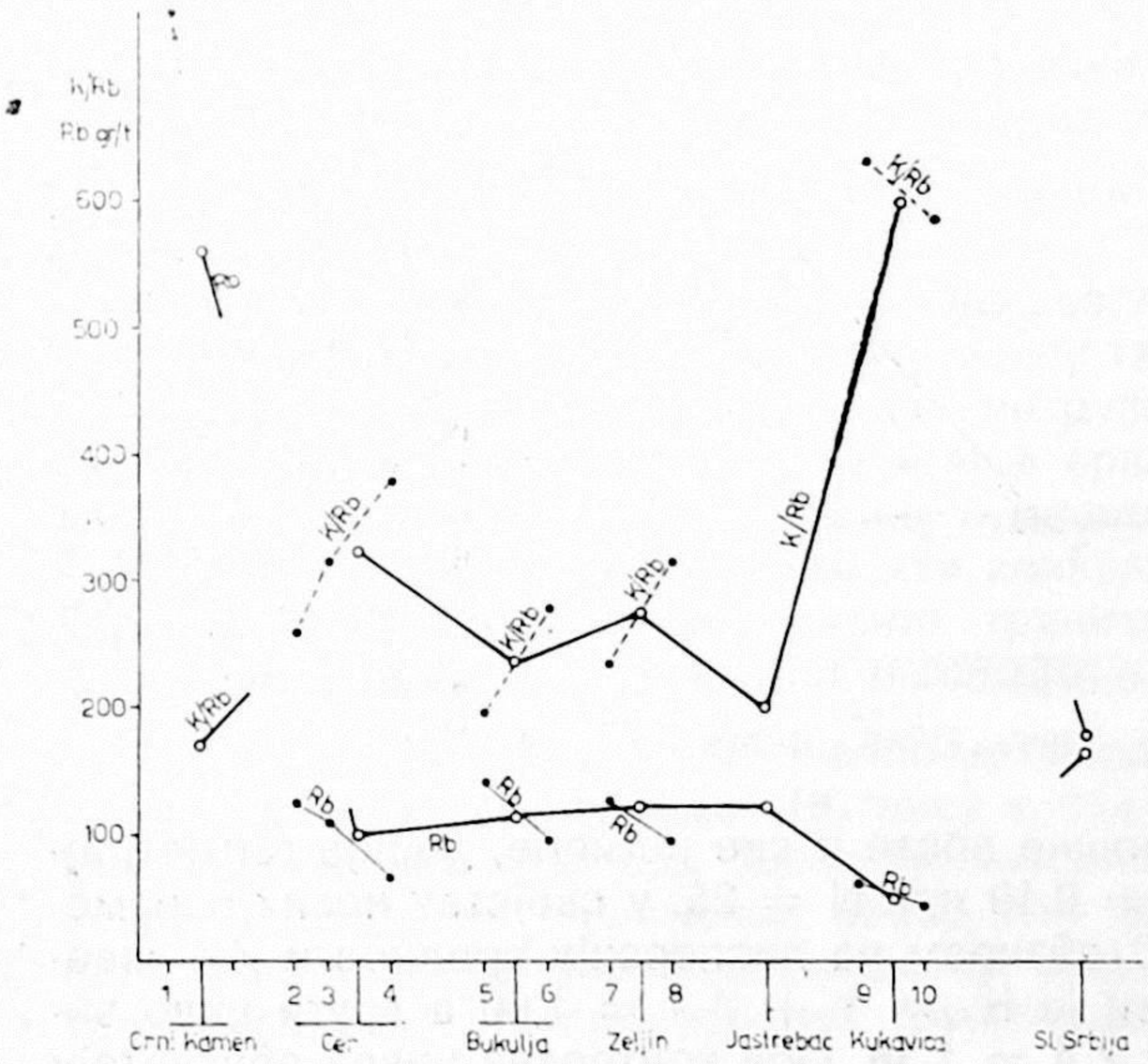
Таблица 3. — Вредности Na/K у гранитоидима Србије.

Регион Врста стене	Na/K od — do	$\overline{X}$ (из Σ N log Na/K)	Индекси натризације у односу на глобалну средину Na/K
Глобална расподела		0,87	
Цер:			
— гранодиорити	0,12— 5,70	1,19	1,37
— дволискунски гранити	0,41— 2,09	0,62	0,71
— пегматити	0,08— 1,58	0,63	0,72
Букуља:			
— гранити	0,08— 1,33	0,74	0,85
— пегматити	0,08— 2,18	0,72	0,83
Жељин:			
— гранити	0,34— 1,61	0,91	1,04
— пегматити	0,39— 2,18	0,89	1,02
Јастребац:			
— гранодиорити	0,67— 1,25	0,87	1,00
Кукавица:			
— крупнозрни гнајс-гранит	0,55— 4,96	0,95	1,09
— ситнозрни аплитоидни гнајс-гранит	0,67—28,9	1,00	1,15

Поменуте особине се одражавају и на садржају Rb и односу K/Rb на специфичан начин код гранодиорита (гранитоидни низ) и гнајс-гранита (Кукавица) повезаних са метасоматским променама гнајсне серије и приносом материје из магматског огњишта. Фракционисање, односно извесно раздвајање Rb и K, при метаморфној диференцијацији, могуће је и у овоме случају (26) услед чега K трпи мање промене у садржају за разлику од Rb. Рубидијум због вероватног одлажења у биотитску фракцију растопа осиромашује се у фелдспатско-кварцној маси, посебно под утицајем натризације и опадања количине калијског фелдспата.

Даљим свођењем тежњи Rb и односа K/Rb види се да диференцијација у гранитоидним комплексима води управо концентрисању Rb. Супротна стремљења односа K/Rb откривају опадање његових средњих вредности према пегматитима. Овде се очигледно наглашава сличност јачине концентрисања Rb у пегматитима и дволискунским гранитима Цера

указујући да су у томе процесу пегматитске жице ипак најмлађе (Сл. 8) и да постижу највиши степен обогаћења у региону. То значи да се и поред деструкције примарних парагенеза и уношења ретких метала осећају особине примарне стене на којој су извршене промене, као што се то запажа и на гранодиоритима. Слични процеси се односе и на Букуљу и све друге масиве где су присутна дејства магматског заостатка, финалне пегматитске фазе и каснијих оживљавања активности, наравно знатно нижег интензитета него на Церу или Букуљи.

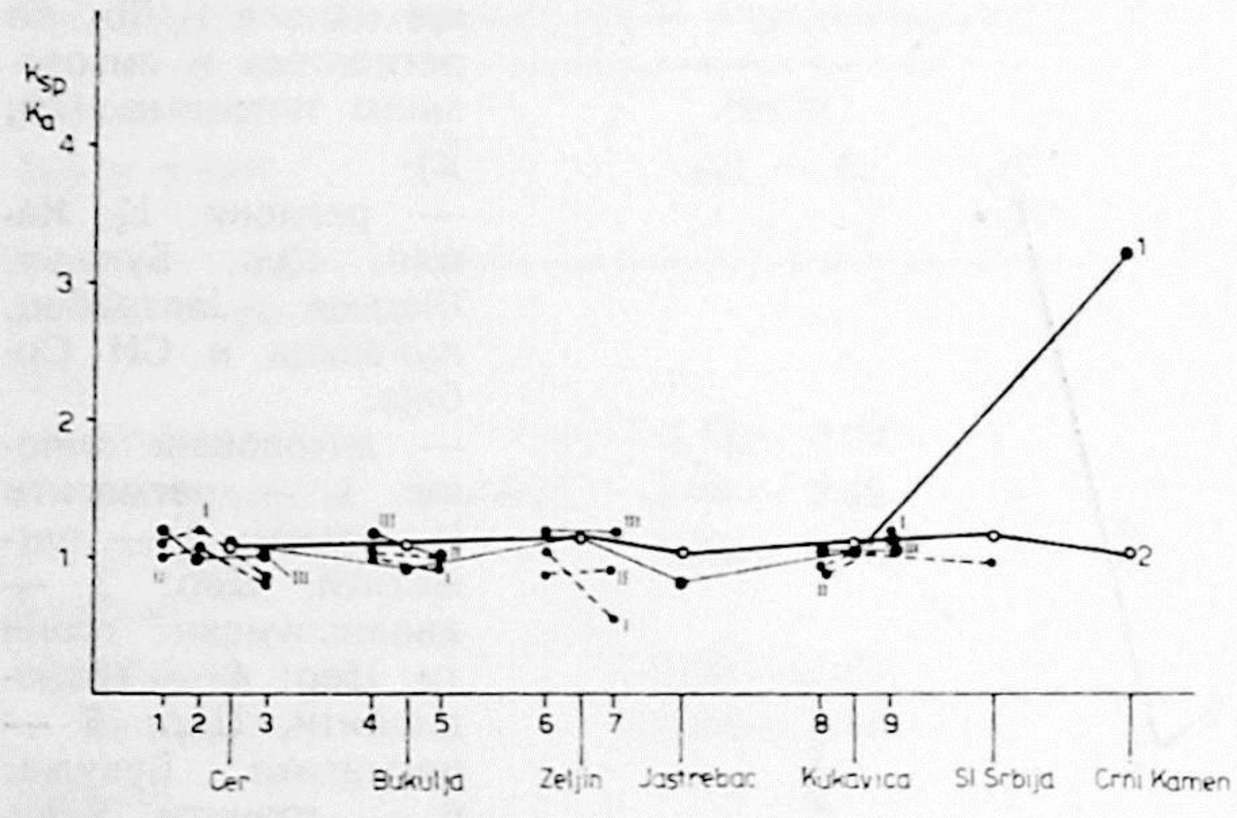


Сл. 8 — Тежње концентрисања Rb и кретање односа K/Rb по регионима и литолошким типовима (log $\overline{X}$):
— региони: Ц. Камен, Цер, Букуља, Жељин, Јастребац, Кукавица и СИ Србија;
— литолошки типови: 1 — пегматити Ц. Камен; 2 — пегматити, Цер; 3 — дволискунски грани ти, Цер; 4 — гранодиорити, Цер; 5 — пегматити, Букуља; 6 — гранити, Букуља; 7 — пегматити, Жељин, 8 — гранити Жељин; 9 — крупнозрни гн. гранит, Кукавица; 10 — ситнозрни гн. гранит, Кукавица.

Понашање регионалног распореда показује да се најмање диференцирани гранитоиди обогаћују рубидијумом (Јастребац, СИ Србија) и да се и у њима осећа колебање односа K/Rb са тенденцијом пада средњих вредности. Најбоље диференцирана магма алкалног сијенита, и поред асимилације амфиболских стена, достиже највишу концентрацију Rb, особито у пегматитској или пегматитоидној фази (до 2000 gr/t) са најнижим односима K/Rb у амазониту (50—300) за разлику од микроклина (154—2524) из гранитоида (N = 157).

Посматрајући изведену и доказану зависност пораста садржаја Rb према млађим фазама гранитоида (Сл. 9), потребно је да се, најзад, утврди да ли заиста постоји могућност специјализације гранитоида на рубидијум. Одговор на ово питање даје и рељефност криве K_p и K_s из којих се запажа миран ход кроз разне масиве. Једино алкални сијенит заиста може да се сматра да је изузетно специјализован на Rb. Наступајући у пегматитској фази у амазониту, рубидијум достиже свој максимум у овоме минералу носиоцу или то може да буде и неки други минерал у другим случајевима (лискуни и др.).

Ако се учини још један осврт на коефицијент специјализације, примећује се да овај незнатно надвишава контролну границу (Ка) за дволискунске граните (Цер), букуљски гранит се налази на самој граници а слично је и код гнајс-гранита (Кукавица) који по регионалном K_{sp} није специјализован на Rb. Међутим, да би се ова појединачна одступања јасније разумела треба да се има у виду да је свака оштра статистичка граница вештачка, али и увек присутна у геохемијским тумачењима. Зато, у циљу сигурнијег закључка све вредности K_{sp} за гранитоиде треба да се нађу у пољу дисперзије (регионални и локални) обухватајући изучаване популације. То ће се коначно извести помоћу $\gamma + n \cdot \delta$.



Сл. 9 — Понашање K_{sp} за Rb у гранитоидима (Србија): 1 — крива K_{sp} за регионе, 2 — горња граница важности K_{sp} (K_a); I — K_{sp} локалне расподеле у односу на глобалну, II — K_{sp} локалне расподеле у односу на регионалну, III — горња граница важности K_{sp} (K_a).

Стога се, за све литолошке врсте и све регионе, добија геометријска средина $\gamma\ K_{sp} = 1{,}03$, $\delta = 0{,}19$ при $N = 25$. у својству нових параметара у оваквом тумачењу. С обзиром на дисперзију вредности K_{sp}, изведени први степен сигурности је $K'_a = \gamma + 3\delta = 1{,}60$ а други ниво сигурности износи $K''_a = \gamma + 2\delta = 1{,}38$. Оба контролна нивоа обухватају коефицијенте специјализације свих проучаваних гранитоида. Према овоме, ван $\gamma + 3\delta$ остаје једино $K_{sp} = 3{,}27$ који представља упоредни масив алкалног сијенита (Ц. Камен). Услед тога се за ову магму, као и са њом повезане пегматите, може да тврди да је специјализована на Rb.

ЗАКЉУЧАК

На основу изведене анализе података истиче се следеће:

1. Проучавани су гранити, гранодиорити, пегматити и аплити, зависно од њихове појаве, из масива Цера, Букуље, Жељина, Јастребца, Кукавице (гнајс-гранити) а гранитоиди СИ Србије и калијски сијенит Ц. Камена (Македонија) посматрани су као упоредни. Ови гранитоиди, изузев сијенита Ц. Камена (Прилеп), било да је реч о јаче или слабије диференцираним магмама, са завршном пегматитском фазом или незнатно израженом, према вредности K_{sp} ($< 1{,}38$) не показују специјализацију у погледу садржаја Rb, добијену из односа log (K:Rb) и log (Rb) и $\bar{Y}/\bar{Y}_1$. Расподела Rb остаје у оквиру опште законитости кристализационе диференцијације.

2. Пратећи расподелу Rb кроз гранодиорите, граните, аплите и пегматите, открива се концентрисање Rb од гранитоида према пегматитској фази уз истовремено опадање вредности K/Rb према пегматитској и у пегматитској фази. Ово се запажа из средњих вредности Rb у гранитоидима (геометријске средине) које се крећу од 48—110 g/t а код пегматита до 141 g/t. Однос K/Rb за гранитске врсте стена остаје у оквиру 630—281 а за пегматите пада до 199.

Јасно одступање од ове популације гранитоида показују калијски сијенити (Ц. Камен) чији средњи садржај (ϒ) износи 562 g/t Rb а вредност односа K/Rb силази до 169 (ϒ).

Из ових података се запажа смер концентрисање Rb на линији гранити-пегматити и издваја посебан тип алкалне магме сијенита. Ови су сијенити са $K_{пр} = 3{,}27$, специјализовани на Rb.

3. Концентрациони нивои Rb и вредности односа K/Rb истичу разлике између диференцираних магматских комплекса-типова стена и гнајс-гранита региона Кукавице наглашавајући гранитизационо порекло гнајс-гранита. Ове особине показују да су главни изучавани масиви гранитоида, изузев гранитоида Кукавице, интрузивног карактера. Интрузивни гранитоиди су на своме путу избијања вршили метасоматске промене околних стена, приносили састојке и вршили асимилацију местимично мењајући и свој састав у бочним или апикалним деловима, што је иначе познат процес. Код гранитизованих гранитоида (Кукавица), поред натризације, долази и до извесног раздвајања Rb и K.

4. Нека тврђења о регионално-метаморфном пореклу наших гранитоида „са малим изузецима" (8) нису у складу са металогенијом и магматизмом наших простора. Таква тумачења су могла да произађу једино услед недовољног уважавања постојећих петролошких и геохемијских података. Наша проучавања, напротив, дају и доказе о магматском интрузивном пореклу посматраних гранитоида.

Прихваћено 16. II 1982. Рецензент Д. Пешић

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. И., 1976: — Содрежание Rb и отношение K/Rb и Ka/Rb как показатели танталоносности гранитов, Геохимия No 2, Москва.
2. Александров В. И., 1978: — О геохимических специализации гранитоидов, Геохимия No 2, Москва.
3. Арсенијевић М., 1981, Дромњак М.: — Изучавање геохемијске специјализације гранитоида Србије на примеру Rb, Техника: Рударство, Геологија и Металургија, Београд.
4. Арсенијевић М., 1960: — Геохемијска испитивања калијских фелдспата из пегматитско-пнеуматолитских творевина (Прилепска област), Глас. Прир. муз., Серија А, књ. 13, Београд.
5. Арсенијевић М., 1964/67: — Претходна разматрања расподеле Be, Sn, Nb и Mo у минералима гранитоида као индикатора геохемијских поља у области Динарида и Карпато-балканског лука, Радови, Геоинститут, књ. 3, Београд.
6. Арсенијевић М., 1961: — О ореолима дисперзије урана и торијума, Симпозијум о уранској минерализацији Југославије и Италије, Рим.
7. Арсенијевић М., 1965: — Металометријска испитивања ореола дисперзије торијума и урана (Црни Камен), Глас. прир. муз., Серија А, књ. 19—20, Београд.

8. Вујановић В., 1973, Цветић С., Теофиловић М.: — Порекло гнајсева Србије и Македоније, Записници Срп. геол. друштва за 1973 год., Београд.
9. Дивљан С., 1978, Михаиловић-Влајић Н., Цветић С.: — Приказ новијих схватања о генези гранитоидних стена Цера (з. Србија), IX Конгрес геолога, Сарајево.
10. Дивљан С., 1979: — Неке петролошке, минералошке и геохронолошке карактеристике стена Малог Јастребца (централна Србија), Радови Геоинститута, књ. 13, Београд.
11. Жиров К. К., 1962, Урсова М. А.: — К геохимии шелочеи в гранитах Тараковского масива Енисеиского крижа, Геохимия No 2, Москва.
12. Кнежевић В., 1959: — Постанак и петрохемиски карактер магматских и конт. мет. стена Цера, Зборник Радова Руд. геол. фак., св. 7, Београд.
13. Михаиловић-Влајић Н., 1974, Дивљан С., Марков Ц., 1974: — Општа разматрања о процесима грајзенизације на територији СФРЈ, VIII Конгрес геолога СФРЈ, Блед.
14. Николић Д., 1963: — Пегматити СФРЈ, Фонд струч. док. Геоинститута, Београд.
15. Обреновић М., 1958: — Геологија терена и истраживање радиоактивних минерала на локалности Ц. Камен, фонд струч. док. Геоинститута, Београд.
16. Овчиников Л. Н., 1964: — Елементи примеси как индикатори процессов рудообразования и испольэование закономерности их распределения при поисках и разведке рудних месторожде, В. књ. „Химия земной кори", Москва.
17. Павловић С., 1964: — Проучавање гранитоидних масива Југославије, фонд струч. док. Геоинститута.
18. Павловић С, 1963: — Изучавање гранитоидних масива Сурдулице, Цера, Сталаћа, Горњана и Плавне, фонд струч. док. Геоинститута, Београд.
19. Павловић С., 1962: — Изучавање гранита Брњице, Букуље и Јастребца и њихова перспективност на уран, Фонд струч· док. Геоинститута, Београд.
20. Протић М., 1959, Цветић С.: — Алкални сијенити Црног Камена, Геол. Анали Балканског полуострва, Београд.
21. Ставров О. Д., 1966: — Рубидий-индикатор процесса дифференциации гранитних магм, Советская геологиая No. 6, Москва.
22. Ставров О. Д., 1963: — Основние черти геохимии лития, рубидия и цезия в процессе становления гранитних интрузивов и связаних с ними пегматитов, Сб, „Геология месторождения редких елементов" Вшп. 21, Госгеолиздат.
23. Ставров О. Д., 1971: — К проблеме гранита и его рудоносности в связи с геохимией рубидия, Геохимия Но. 10, Москва.
24. Таусон Л. В., 1961: — Геохимия редких елементов в гранитоидах, Изд-во АН СССР, Москва.
25. Shaw M. D., 1968: — A review of K-Rb fractionation trends by covariance analysis, Geochemica and Cosmochemica Acta, Vol. 32, No. 6.
26. Whitney Ph., 1969: — Variations of the K/Rb in migmatite paragneisses of the northwest Adirondaks, Geochemica and Cosmochemica Acta, No. 10.
27. Jakeš P., 1979, White R. J. A.: — K/Rb ratios of rocks from island areas, Geochemica and Cosmochemica Acta, No. 9.

Résumé

SUR LA SPECIALIZATION GEOCHIMIQUE DES GRANITOIDES DE SERBIE EN Rb DERIVEE DE LA DISTRIBUTION LOCALE

par

M. Arsenijević et M. Dromnjak

Les etudes ont été efectuées dans les massifs de Cer, Bukulja, Željin, Jastrebac, Kukavica et aussi les masifs de Brnjica, Neresnica et C. Kamen ont été entrpris comme les massifs comparable. Sur les échantillons des roches ont été faites les analyses chimiques (K et Na) et les analyses spectrochimiques de Rb. en but des études du coefficient de la specialization en Rb du magmas granitoides de differents massifs.

On y a été faite une correlation ($Y_c = ax + b$) entre log Rb et log (K:Rb), dont r_1 ne depasse pas la limite 0,37—0,96), pour obtenir le coefficient de la specialization des granitoide à l'egard de l'enrichessement en Rb de magmas au cours de leur differenciation (d'après I. V. Aleksandrov; 2). De telle analyse provient la constatation qu'iln'apparaît aucune specializaton géochimique en Rb de ces granitoides observés ($K_{sp} < 1,38$) à l'exeption du magmas des syènites potassiques hyperalcalines (C. Kamen, Prilep, Dacedoine). La valuer $K_{sp} = 1,38$ represente une limite de controle qui provient de toutes les valeurs de K_{sp} (locale et regionale) et qui ont été formés par l'expression $\gamma + 2\,\delta$. ($N = 25$).

Une concentration legère en Rb s'arrive à partir des granites vers les pegmatites comme le produit de developement de la differenciation de magmas. Mais, dans le pegmatites, qui sont en question, n'apparaît pas le mineral amazonite qui concentre le Rb, sauf dans les pegmatites liés à la phase des syenites hyperalcalains.

Ceux deux variables-ci (Rb et le rapport K/Rb) ont discriminé les granitoides intrusifs des granitoide d'une origine metasomatique (granitisés) formés par l'influence de magmas acide (Kukavica). Aussi, une faible separation le Rb et le K a lieu dans l'espace. En même temps, on apperçoit une abaissement du teneur en Rb ($\overline{Y} = 48—58$ g/t) et un agrandissement de la valeur de rapports K/Rb ($\overline{X} = 630—563$). Ces phénomènes ont suivi par l'enrichessement en Pb, Ba, etc. dans les roches granitisées.

RADOVI Geoinstituta, knjiga 15, str. 161—174, god. 1981., Beograd.
PROCEEDINGS of Geoinstitute, vol. 15, pp. 161—174, 1981, Belgrade.

Надежда Крстић, Олга Исаковић,
Крста Баталовић и Јелица Ћорић

УДК 551.79 (497.11)
Стручни чланак

ПРИЛОГ ПОЗНАВАЊУ КВАРТАРНИХ СЕДИМЕНАТА МИРИЈЕВА У БЕОГРАДУ

Истражним радовима изведеним за потребе изградње новог насеља у Миријеву (Београд) констатовани су дебели квартарни седименти који до сада нису били познати. Базални део квартара налази се местимично испод дна Миријевског потока (сл. 3), тј. Миријевски поток је усечен у квартарне седименте.

При проучавању седимената квартара примењене су следеће методе: геолошко-геомеханичко картирање језгра бушотина, геотехничке анализе језгра (које поред осталог обухватају одредбе гранулометријског састава и количину калцијум карбоната), палеонтолошке анализе макро и микрофауне са реконструкцијом палеосредине, анализе карата размере 1 : 1.000 и анализу аерофотоснимака.

Теренске и друге опсервације

Квартарне творевине дебље од 15 метара констатоване су на локацијама објеката Т-13, Т-14, Т-15 и Т-16 као и у бушотини М-278 за саобраћајницу. Четири наведена објекта налазе се на десној страни Миријевског потока и то прва три јужно од безименог поточића, десне притоке Миријевског потока, а Т-16 северно од ове притоке. Бушотина М-278 постављена је високо на левој страни потока (сл. 1).

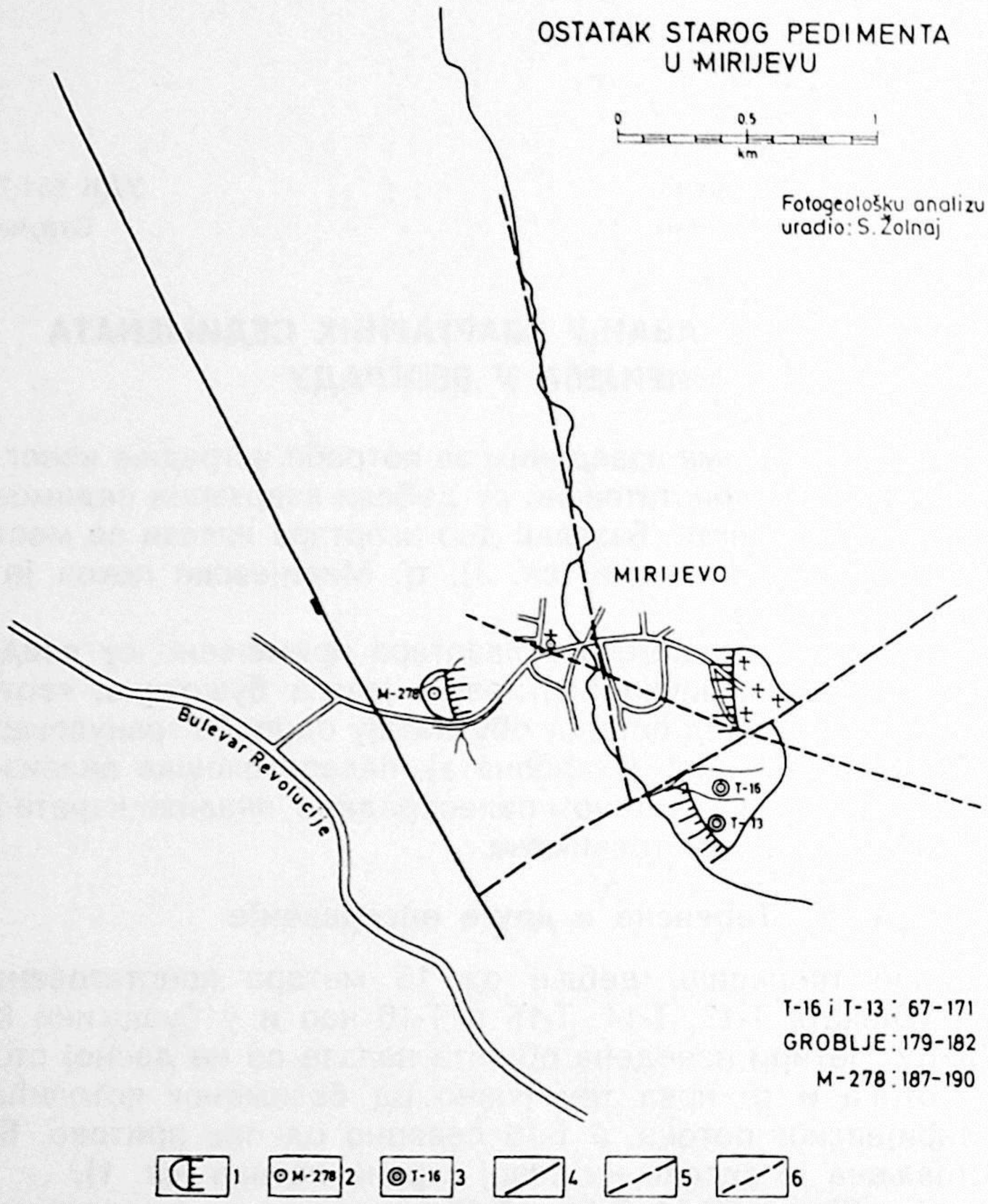
Локације објеката Т-13, Т-14 и Т-15 налазе се на троугластом платоу који лежи између Миријевског потока и његове десне притоке. Бушењима су констатована два нивоа квартара који су између себе несагласни (сл. 2). У подини, некад и испод 26 m дубине леже сарматски пескови и ламиниране лапоровите глине (у ламинама се смањују тамно сива глина и калциум карбонатни прах). У повлати је I лесни хоризонт.

Доњи ниво квартара изграђен је од сиво-зелених и мрких алеврита са сочивима песка.

У алевритима има 75—86% прашиновите фракције а овај проценат само изузетно силази ниже, до 57% прашине. Глиновите фракције обично има мало, 3—16%. Песковиту фракцију чини углавном ситнозрни песак, средњезрног има сасвим мало — укупно учешће песка је 7—19%. Изузетно има и крупнозрног песка — до 3%. Количина калцијум карбоната

Адреса аутора, изузев првопотписане (која је из Геоинститута): Косовопројект, Београд, Звечанска 1.

варира између 1,5 и 13% у маси, не рачунајући калцијум карбонатне конкреције којих такође има. Органске материје има 0,5% а глине су илитско-монморионитског типа (Д. Пешић и С. ХаџиПоповић, 1980).



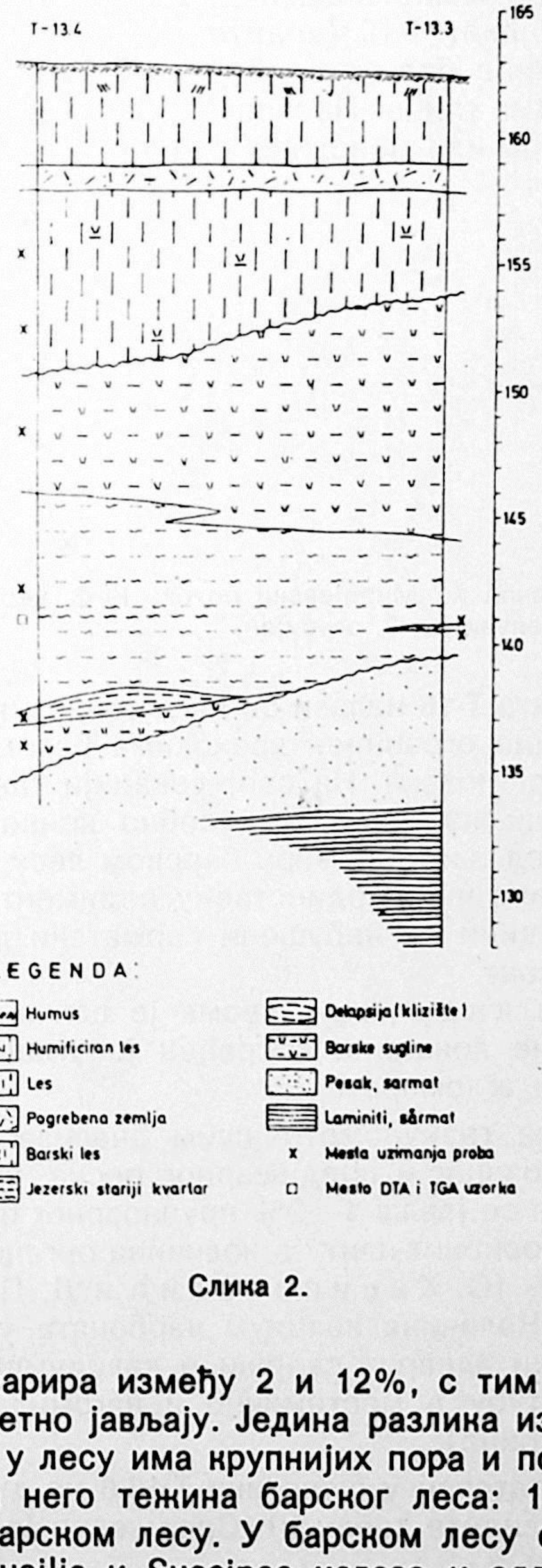
Слика 1. Анализа аерофотоснимка: 1. делови старог педимента, 2. појединачне бушотине, 3. групе бушотина, 4. сигуран расед (потврђен бушењем), 5. вероватан расед, 6. могућ расед.

Сиви део доњег квартарног пакета местимично је услојен (Т-13,3 на 16,7—17,6 m, а у —Т-13,4 местимично у интервалу између 17,0 и 25,5 m), што указује на промене енергије водене средине. Поједине партије сивог дела пакета имају изразиту сиво-маслинасту до петролеј-зелену боју и у њима је констатован повећан садржај глине и то монтморионита.

Од фауне нађени су само фрагменти копнених пужева и то у завршном делу пакета.

Горњи ниво квартара сачињавају барски лес и лес (сл. 2). Они су између себе конкордантни. Раздвојени су једним нивоом погребене земље (фосилни елувијум).

У гранулометријском саставу нема разлике између барског леса и леса. Количина прашине варира између 81 и 91%. Глина је заступљена у малој мери 3—5%, изузетно до 10%. Ситнозрни и, нешто мање, средњезрни песак заједно чине 4—10%. Крупнозрни песак се не јавља у свим узорцима а када се јави не прелази 1—2 изузетно 3%. Количина

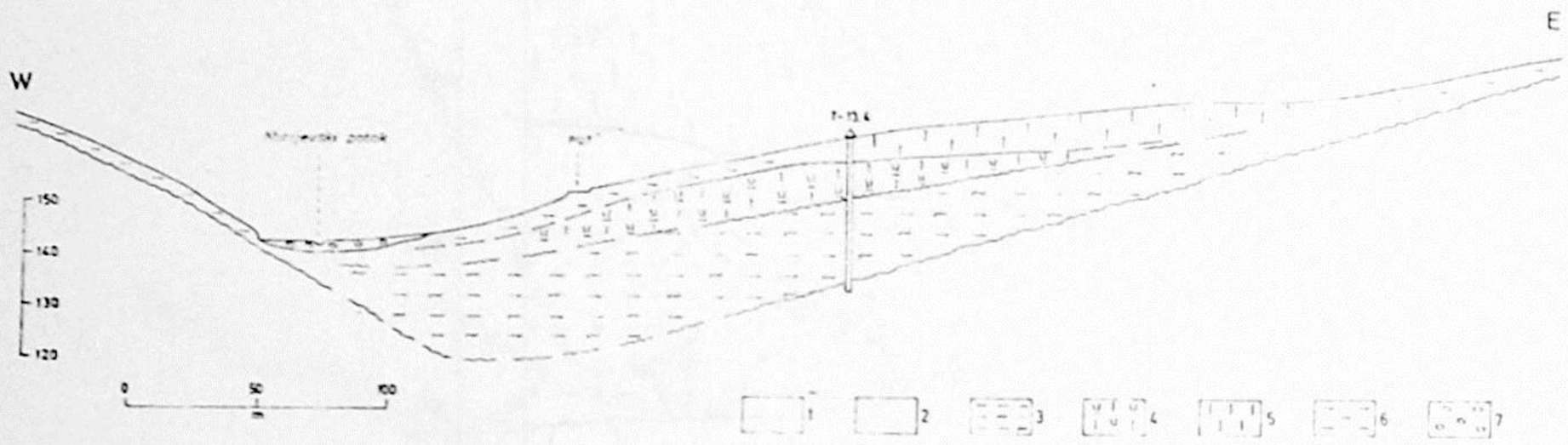


Слика 2.

калцијум карбоната варира између 2 и 12%, с тим што се вредности преко 10% само изузетно јављају. Једина разлика између барског леса и леса је у томе што у лесу има крупнијих пора и пора те му је запреминска тежина мања него тежина барског леса: 13,7—16,4 у лесу и 15,9—17,6 KN/m^3 у барском лесу. У барском лесу се поред одломака копнених пужева Clausilia и Succinea налазе и одломци шкољке Pisi-

dium чиме је доказана да је барски лес заиста стваран у воденој средини. У лесу је нађен копнени пуж Helix pomatia.

У реону објеката Т-13 и Т-14 констатовано је једно велико фосилно клизиште, (Баталовић и Ђорић, 1981) близу базе доњег пакета квартара. Већи његов део утврђен је у јарузи палеорељефа између бушотина М-243, М-244 и М-246 а његов дистални део допире до бушотине М-250 (Т-13.4). На локацији објекта Т-15 запажено је још једно фосилно клизиште, мањег обима, у реону бушотина М-258, М-259 и других. Ово клизиште се може везати за фосилно клизиште констатовано у бушотинама за објекат Т-16 (видите ниже). Тела фосилних клизишта граде лапоровите глине беличасте боје, али има и пескова који су свакако донети на лећима глина. Пескови се јављају у виду сочива дебелих неколико сантиметара или неколико дециметара.



Слика 3. Профил попречан на Миријевски поток: 1—2. неоген, 3. старији квартар, 4. барски лес, 5. лес, 6. делувијум, 7. алувијон.

Локација објекта Т-16 налази се на дугачком и уском језичку (коси) који је са обе стране ограничен краковима безименог поточића, десне притоке Миријевског потока. На овој локацији такође су издвојена два нивоа квартара, који изгледају међусобно конкордантни (сл. 4). Није јасно да ли горњи од њих одговара барском лесу, како је то приказано на блокдијаграму, или чини јединствену седиментациону целину са доњим пакетом. У подини су набушени сарматски ламинити, а у повлати лежи I лесни хоризонт.

Доњи ниво квартара веома је сличан сивим партијама истог нивоа претходне локације. Изграђен је углавном од алеврита али има сочива песка и агломерата.

Алеврит према гранулометријским анализама има 56—86% прашине, 4—30% ситнозрног и средњезрног песка, као и 4—14% глине. У појединим узорцима се јавља 1—2% крупнозрног песка. Глиновита фракција припада монтморионит-илиту а количина органске материје се креће у распону 0,5—1,0% (С. Хаџипоповић и Д. Пешић, 1980; М. Вукасовић, 1980). Количина калциум карбоната у алевриту варира између 2 и 12,5%, али алеврит садржи и калциумкарбонатне конкреције расуте по целом стубу а местимично и нагомилане (нпр. у бушотини Т-16-7 на 16,7 m дубине).

Песак је констатован у бушотини Т-16-6 на дубини од 18,0—18,4 m и на 20,5—21,0 m (видите таблу II). Средњезрн је до ситнозрн и углавном добро сортиран.

Агломерати се јављају у бушотини Т-16-7 на 16,3—17,0 и 19,5—20,15 m. Чине их минимално заобљени и незаобљени одломци полуочврслих алевролита и лапоровито-глиновитих стена у алевритско-песковитом матриксу.

Слојевитост се јавља местимично а има и танко слојевитих партија. У бушотини Т-16-3 на 14,3—16,1 m дубине има слојића дебљине 0,5—1,0 cm. Слојићи се разликују на основу промене боје — сива, тамно сива и светло сива — или на основу промене гранулације — алеврит глиновит и алеврит песковит.

Од фауне нађени су Punctum pygmaeum, Vallonia costata, Vitrea crystallina, Clausilia (Т-16-7 sa 17,0 m), Truncatellina cylindrica, Succinea putrs (Т-16-7 sa 15,8 m), Zonitoides cf. sepultris, Helix (Т-16-6 sa 19,4 m) од копнене фауне и Candona cf. dedelica, Pseudocandona albicans, Ilyocypris cf. biplicata sensu, Harten (1979), Candona sp. juv. cf. C. paionica (Т-16-6 на 17,1 m) од водене.

Најбројнија од водених форми, Candona dedelica, до сада је нађена само на једном месту у Македонији, у језерцу повезаном са извором, у месецу априлу (Петковски, 1969). У овакав биотоп могу се укључити и остале врсте. Ilyocypris biplicata заједно са I. gibba насељава мале воде које не пресушују и вероватно припада топлољубивој фауни. Pseudocandona albicans се, осим других биотопа, може наћи и на плитким обалама језера (Клие, 1938).

Према томе може се претпоставити да се на овом месту налазио водени басен, вероватно језерског типа, са хладном водом и да је у непосредној близини било и извора.

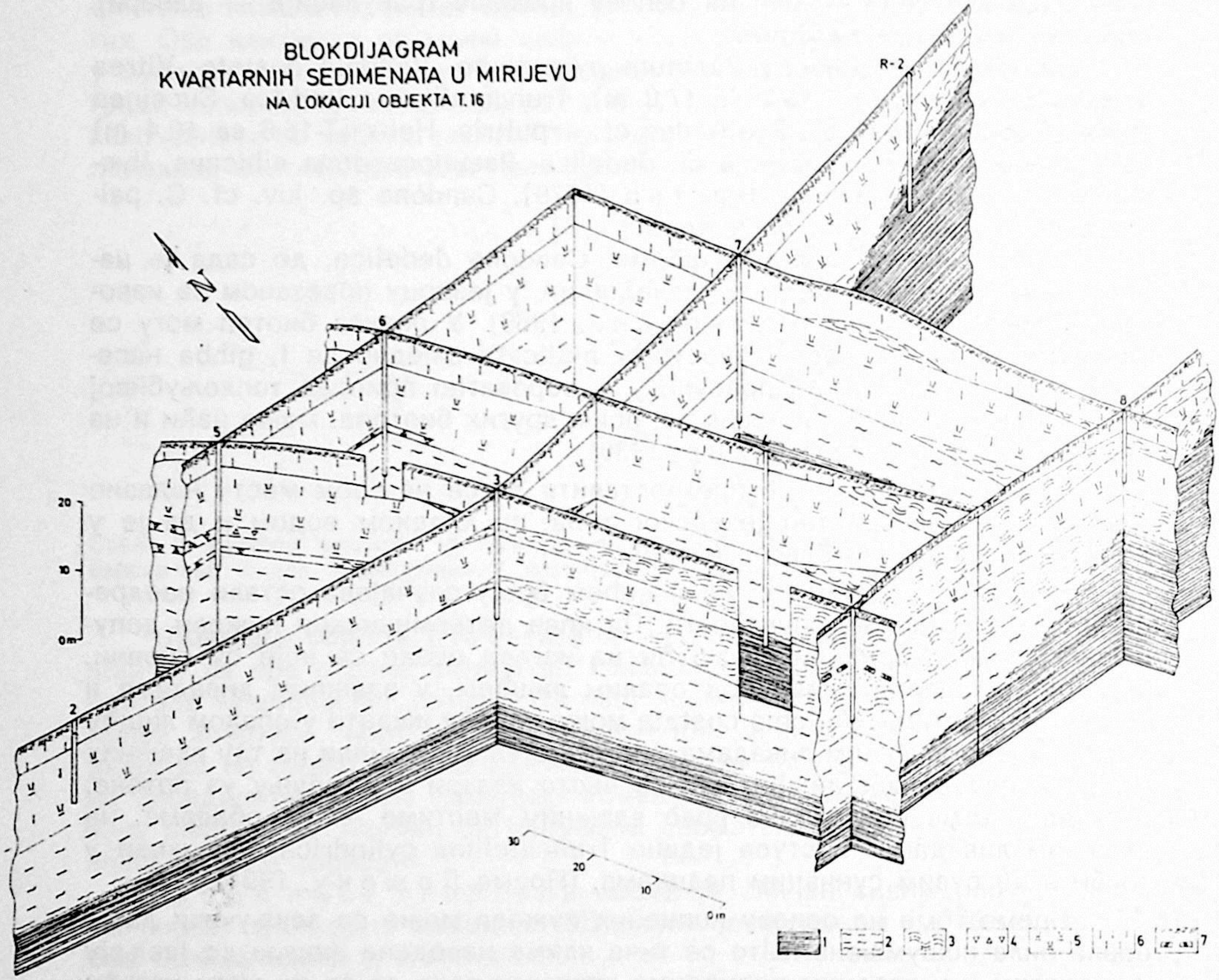
Копнени организми су у највећем броју случајева остали неодређени због недовољне очуваности. Па ипак детерминисани пужеви допуњавају слику о средини указујући на изглед обале са које су спрани. Punctum pygmaeum живи под опалим лишћем, у влажним ливадама и на другим местима. Vallonia costata може такође живети у опалом лишћу и на умерено влажним ливадама. Vitraea crystallina живи на тлу влажних шума, испод опалог лишћа, али се често налази и у жбуњу уз потоке. Succinea putris обитава на врло влажним местима — на обалама, на влажним ливадама. Отступа једино Truncatellina cylindrica која живи у трави и на сувим сунчаним падинама. (Према Ложек-у, 1964).

Према томе на основу копнених пужева може се закључити да је обала била пошумљена. Што се тиче климе наведене форме се јављају и у топлим и у хладним периодима квартара тако да се не могу извући сигурни закључци о температурама које су тада владале. (Подаци из Ложек-а, 1964).

Горњи ниво квартара изграђују стене које по свом гранулометријском саставу чине прелаз између ситнозрног песка и алеврита. Боје су смеђе-жуте или жуте, некад смеђе, а само местимично сивкасто-зеленкасте или рђасте. У овим седиментима понегде се запажа интрасеријско преталожавање.

Резултати гранулометријских анализа (из 8 узорака) су: ситнозрног песка има 35—60%, прашине 31—57% а глине 4—14%. Садржај калциум карбоната се креће између 3 и 14%, а беле прашинасте накупине $CaCO_3$ само су понекад упола очврсле у трошне конкреције.

Хоризонтална слојевитост се јавља местимично и уочава се због смене пескова и алеврита (бушотина Т-16-3 на 5,6—9,5 m и Т-16-5 на 6,7—12,0 m). На основу услојености и мрља сиво-зелене боје, која је вероватно примарна, могуће је да и горњи ниво припада истој серији као доњи ниво (сл. 4). У прилог ове претпоставке говори и налазак водене фауне чија је асоцијација слична као асоцијација доњег нивоа на локацији објекта Т-16.



Слика 4: 1. сарматски ламинити, 3. фосилно клизиште, 4. интрасеријско преталожавање, 7. фрагменти хумуса; остале шрафуре као на сл. 3.

Од акватичне микрофауне одређени су Ilyocypris biplicata (50% од одраслих индивидуа, којих укупно има 245 капака), Potamocypris zschokkei (24,5%), Candona cf. dedelica (16%), Candona cf. paionica (5%), Eucypris pigra (3%), Pseudocandona albicans (1%), Typhlocypris cf. eremita (0,5%), Candona cf. protzii juv., Herpetocypris? indet., а од макрофауне Pisidium casertanum и Lymnaea truncatula (све из бушотине Т-16-7 са 12,8 m). Уз водене констатовани су и копнени организми, у мањој или већој мери, али углавном лоше сачувани, поломљени су под утицајем дијагенетских процеса, те је већину крупнијих облика немогуће од-

редити. Од ситних детерминисани су Punctum pygmaeum, Pupila muscorum (T-16-7 са 12,8 m), Clausilia dubia (исто, са 9,6 m) али су и од њих неки само фрагментарно сачувани.

Начин живота водене микрофауне делимично је приказан напред. Ипак морамо допунити податке за најбројнију врсту, Ilyocypris biplicata sensu Harten (1979), неким додатним разматрањима. У популацији ове врсте из пробе T-16-7 са 12,8 m јасно се разликују два типа индивидуа — ситније и крупније. Према лабораторијским посматрањима (Szczechura, 1971) неких других врста, ситније форме припадају летњим а крупније зимским генерацијама. Ово наравно подразумева да вода није пресушивала у току лета нити се мрзла у току зиме.

Друга по бројности врста водене микрофауне је Potamocypris zschokkei. Она је карактеристична за хладне изворе а на север допире до Шведске (Клие, 1938). У квартару веома је бројна у травертинима извора и потока где у екстремним случајевима може да буде једина микрофауна; главни је индикатор за текућу изворску воду (Абсолон, 1973).

Остале врсте микрофауне су малобројне. Candona paionica и њена подврста C. paionica minor живе у језерима — Дорјанском и Преспанском; прва живи ближе обали у зони макрофита и љуштура где је врло бројна у пролеће, а друга претпоставља профундал (Петковски, 1958, 1960). Eucypris pigra је лако прилагодљива врста која нарочито воли пиштевине и сасвим плитку текућу воду. То је пролећна форма која припада хладној стенотермној фауни, у Алпима допире до 2000 m а на север до високих планина северне Шведске (Клие, 1938). У фосилном стању нађена је у поточним травертинима (Абсолон. 1973).

Од водених мекушаца Pisidium casertanum живи у потоцима, мочварама, периодичним ливадским барама, изворима, рибњацима. Lymnaea truncatula живи у малим стајаћим водама, а у већим само уз обале, обично близу ваздуха и често измили из воде. Има је до алпијског региона. У квартару је честа у топлим и хладним периодима. (Подаци из Ложек-а, 1964).

Пошто две најбројније врсте водене фауне припадају биотопу потока и извора а међу осталима има и језерских облика може се закључити следеће. Вода у којој је горе наведена фауна живела била је плитка и спора текућица обрасла биљем и била врло хладна. С једне стране налазила се врло близу извора а с друге се уливала у водени басен, вероватно језерског типа.

Од копнених организама који су одређени до врсте, изузев Punctum pygmaeum-a који је горе приказан, има још два облика. Pupila muscorum живи у трави отворених сунчаних станишта умерено влажних низијских ливада и у другим биотопима. У квартару је честа у свим одељцима али је у хладним, нарочито у лесу најчешћа. Clausilia dubia претежно живи на умерено влажним стенама али и на стаблима, врло често на кречњачкој подлози. У квартару налази се у седиментима топлих и хладних периода мада је у хладним периодима чешћа у низијама у којима данас недостаје. (По Ложек-у, 1964).

Према томе падине изнад воде највероватније нису више биле пошумљене. Ту се налазило само жбуње уз воду, а даље трава влажне ливаде. Температура је била нижа него данас.

Фосилна клизишта (Баталовић и Ћорић, 1981) на локацији објекта Т-16 постала су у најмање две фазе делапсионих кретања. Прва фаза је била у времену између стварања доњег и горњег пакета преeолских седимената, а друга између горњег пакета и еолских лесних творевина. Материјал клизишта обе фазе су беличасте лапоровите глине без фосила, вероватно сарматске старости (од ламинита који такође не садржи фауну), а затим мање количине песка, такође сарматског (?), и мрких глина фосилног хумусног слоја. Песак и хумифициран слој су понети при клижењу глине (у бушотини Т-16-1 уклопци хумуса дециметарских димензија налазе се на 8,0—10,3 m а песак је непосредно испод укопака, на 11,5—13,5 m).

Вероватно у вези са делапсионим кретањима прве фазе дошло је и до интрасеријског преталожавања. У бушотини Т-16-6 на дубини од 13,0—14,2 m налазе се зеленкасто-сивкасти песковити алеврити са уклопцима сивих алеврита. На блокдијаграму се може видети да се ниво са интрасеријски преталоженим материјалом налази на истој висини са клизиштем прве фазе. Претпоставка је да је у питању делимично консолодован квартарни материјал који је померен, с места на коме се налазио, процесима клижења, тј. одгурнут је телом клизишта.

Бушотина М-278 налази се у улици Драгољуба Ристића испред броја 1. Бушена је само до 14 метара тако да дебљина кзартара није позната. Ипак су пробушена два нивоа преeолских квартарних седимената (сл. 5). У подини се налазе сарматске лапоровите глине, алеврити и пескови, са богатом фауном констатовани у суседним бушотинама. Нешто даље према гребену брда има и панонских лапора са фауном горњег славонијана. У повлати је лес.

Доњи ниво квартара изграђен је од алеврита зеленкасто-сиве до петролеј-зелене боје у доњем делу и беличасто-жућкастих лапора који леже преко њих. У зеленкасто-сивим алевритима чести су одломци копнених пужева — Clausilia, Vallonia, Vertigidae? — а само ретко се налазе нежне љуштурице преталожених панонских остракода. У беличасто-жућкастим лапорима (39% калциум карбоната а по крупноћи: 75% праха, 19% глине, 6% песка) нађени су бројни и добро сачувани доњепанонски фосили — Amplocypris, Hungarocypris, Thaminocypris, Limnocardium praeponticum, Congeria — и ретки аутохтони копнени пужеви — Clausilia и други. Овако добро сачувани панонски фосили говоре о минималном транспорту. Доњи ниво завршава се елувијалним лапорима боје рђе и беличасти-смеђе боје, са јасном границом према повлатним седиментима.

Горњи ниво квартара одређен је као барски лес. То су алеврити смеђе боје. У доњем делу боја им је смеђе-мрка.

Према гранулометријској анализи садрже 82—84% прашине, 8—10% глине и 6—9% песка ситнозрног и средњезрног и до 1% крупнозрног. Количина калциум карбоната износи 3—14,5%.

Од фауне су нађени водени и копнени организми. Водени су Typhlocypris eremita, T. aff. hvarnensis, Valvata cristata, Mixtacandona botosaneanui, Bithynia tentaculata, Eucypris pigra, Lymnaea truncatula, Mixtacandona transleithanica. Копнени су Punctum pygmaeum, Clausilia dubia, Succinea oblonga elongata, Vallonia pulchella, Trichia hispida, Vertigo pygmaea, Vitrea. Многобројни су преталожени фосили сарматске и панонске старости.

Од водених организама Typhlocypris и обе Mixtacandona-е данас припадају подземној фауни. Typhlocypris eremita обитава у бунарима, пећинама и изворима, али је њена палеоекологија другачија. У Чехословачкој (А б с о л о н, 1973) је нађена у кредастим мочварним седиментима. Mixtacandona botosaneanui и M. tranleithanica живе у једној пећини у Румунији, односно у фреатској издани Градишћа у Аустрији (D a n i e l o p o l, 1978; L ö f f l e r, 1960). Valvata cristata живи у плићим водама богатим биљем; у квартару је има у топлим периодима и влажним одељцима хладних периода. Bithynia tentaculata подједнако насељава биљем богате стајаће воде као и текућице; у квартару је нађена у седиментима топлих периода укључујући граничне одељке са хладним периодама.

Из наведених података може се закључити да су водени организми живели у малој стајаћици богатој биљем, сразмерно хладне воде.

Начин живота копнених организама, који у ранијем тексту нису споменути је: Succinea oblonga живи на влажним местима а понекад на релативно сувим стаништима, масовно се јављај у лесу често као S. o. elongata. Vallonia pulchella — различити биотопи укључив замочварене ливаде; у квартару у мочварним седиментима топлих периода. Vertigo pygmaea — сва отворена станишта укључив влажне ливаде; у квартару у интерглацијалима и интерстадијалима. Trichia hispida данас живи у долинама (ливаде, жбуње, шумарци) и на другим местима; у квартару веома чест претежно у хладним периодима, типичан лесни пуж. (Подаци из Л о ж е к-а, 1964).

Копнене форме указују на отворене травне пределе, без шуме али у близини воде, односно на влажно тло.

Лесоидни материјал који се налази у повлати у целини је хумифициран а дебео је, укључив и хумусни ниво, само 2 m. Вероватно је делувијалног порекла, бар делимично (делимично је можда еолски).

Као о д р о н могли би да се протумаче бели лапори са панонским фосилима који местимично садрже квартарну фауну копнених пужева. Одрони су вероватно били комбиновани са делувијалним и пролувијално делувијалним процесима. Налазак овог панонског лапора унутар квартарне серије намеће претпоставку о издизању панонског блока, у непосредној близини, са кога је лапор одроњаван и спиран. Ерозија је током времена ублажила стрмину и захватила и сарматске седименте западно од раседа (са сл. 1), те се у барском лесу налазе поред панонских и бројни сарматски микрофосили.

Хипсометријски односи три описане локалности су: локације објеката Т-13 до Т-15 и Т-16 налазе се на приближно истој надморској висини. Максимална разлика између кота појединих бушотина износи 4 m

и свакако је проузрокована денудационим процесима. Кота бушотине М-278 је око 20 m виша од претходних. С обзиром да је барски лес констатован испод објекта Т-13, као и у бушотини М-278 логично је претпоставити да су ове две локације некад биле на истој висини и да су дислоковане неотектонским покретима.

Анализа аерофотоснимака (сл. 1) показала је да су две групе бушотина које се налазе десно од Миријевског потока, као и бушотина М-278 која се налази лево од њега, постављене на терасним подовима.

На десној страни Миријевског потока терасни под је деформисан јаругама и искошен денудационим процесима. У продужењу према северу терасног пода на коме се налазе објекти Т-13 до Т-15 и објект Т-16, али на око 10 m већој висини, идентификован је раседом отсечен део исте терасе (на њему је миријевско гробље). Овим раседом предиспониран је ток безименог поточића, десне притоке Миријевског потока. Према С. Жолнају, коме захваљујемо на фотогеолошкој анализи, између ова два дела терасе налази се још један расед који се укршта са управо описаним. Трећим раседом предиспониран је ток Миријевског потока. Четврти расед није запажен на снимцима али је доказан биостратиграфском методом[1]). Покушај да се на аерофотоснимцима препозна још неки остатак терасе на десној страни Миријевског потока није успео јер су терасни подови у великој мери разуђени поточићима и јаругама. Можда најбоље сачуван је баш део терасе на коме лежи гробље. Део терасе на коме леже објекти Т-13 до Т-16 пресечен је поточићем и деформисан плитким јаругама.

Најнефотогеничнији је део терасе лево од Миријевског потока. Он можда уопште не би могао бити идентификован на снимку да није било бушотине М-278. Овај део терасе је са северне и јужне стране деформисан јаружицама, али је зато терасни нагиб према Миријевском потоку јасан.

Теренска провера фотогеолошких резултата показала је да се тераса јасно издваја од падина брда изнад ње. И ако искошена денудационим процесима, тераса, тј. терасни под је мање стрм од падина брда. (Тај мањи нагиб је искоришћен као погодан простор за лоцирање објеката.) Тераса се при посматрању с друге стране потока, са леве стране, јасно разликује и на основу другачије вегетације него што је имају падине изнад ње. На тај начин се тераса на десној страни Миријевског потока може пропратити и северно од Миријева. Доста је јасна и тераса у изворишном делу Миријевског потока, јужно од групе објеката Т-13 до Т-15.

Старост

Нема сигурних биостратиграфских доказа за старост описаних седимената. На основу литологије и фауне за њих се једино може рећи

---

[1]) На падини према Миријевском потоку, почев од Ћуртовог брда на северу, до Савезног хидрометереолошког завода на југу избушен је велики број сонди и испитан биостратиграфском методом. У једном делу бушотина има само панона, чак до 200 м дубине, у другом делу само сармата. Захваљујући густини бушотина азимут раседа је могао бити прецизно повучен. Тако се испоставило да је то јужни део раседа констатованог код панчевачког моста (К р с т и ћ и О б р а д о в и ћ, 1980).

да су старији од I лесног хоризонта и млађи од понта. Први лесни хоризонт навејан је на акватичне седименте са обе стране Миријевског потока. Нађена фауна се јавља у целом квартару, може да зађе у палудинске слојеве али, је нема у каспибракичном понту.

Чему би могли да одговарају ови седименти? Профилом дуж панчевачког моста Ласкарев (1938) је показао да преко сарматских глина леже средњеплеистоценски слојеви са Corbicula fluminalis. Слична је ситуација и на Дорћолу (Крстић и Обрадовић, у штампи) где дискордантно преко сармата леже седименти средњег плеистоцена а изнад њих, такође несагласно, акватични седименти горњег плеистоцена (барски лес).

На основу поређења са профилима панчевачког моста и Дорћола логично је претпоставити да доњи пакет квартарних седимената у Миријеву одговара средњем плеистоцену. Горњи пакет квартара, тј. барски лес, одговара горњем плеистоцену и то вероватно његовом горњем делу јер се навејавање прашине континуално продужило и кад су баре биле запуњене.

Реконструкција услова таложења

Пре таложења квартарних седимената постпонтијски рељеф је већ био формиран. Наиме једна долина се пружала приближно у истом правцу којим данас тече Миријевски поток.

У току средњег(?) плеистоцена дошло је до зајезеравања у суседном делу Панонског басена (Дорћол, Земун[2])). Један залив тог језера зашао је у постојећу долину. У заливу нису таложени типични језерски седименти. Ту су се скупљале првенствено делувијално-пролувијалне творевине градећи педимент и дно долине. Језерски режим је преовлађивао само у кратким временским периодима, онда кад су таложени услојени седименти. Уз источну обалу залива, тј. дуж источног обода заравни педимента извирала је вода творећи пиштевине и поточиће који су се уливали у залив. Ту су, у сразмерно кратком временском периоду, створени услови за живот водених организама. У најдаљем делу залива дошло је до замочваривања, ма да не сталног, и до стварања барских седимената мрке боје. Повремено је преовладавао пролувијални режим када су депоновани одломци алевролита и лапораца.

На стрмим падинама источне стране залива повремено је долазило до формирања клизишта. Клизиле су сарматске ламиниране лапоровите глине. Има две генерације клизишта. Можда би било смело везати их са неотектонским покретима дуж бројних раседа на овом терену (Крстић, 1978, сл. 1). У сваком случају, прва генерација клизишта створена је у средини таложења средњег? плеистоцена. Друга генерација, која се на источној страни очитује као клизиште, можда је истовремена са одроном(има) на западној страни. Створена је при крају таложења средњег? плеистоцена. То би такође могло да значи да је и расед панчевачки мост

---

[2]) У Земуну се у млађем делу средњег плеистоцена налази језерска микрофауна, кредасти седименти, а алеврит и ситнозрни песак, су танко услојени у хоризонталне слојеве (Обрадовић и Крстић, 1981).

— Ћуртово брдо тада био активан (али сада уз издизање западног блока?) и да је после тога дошло до одроњавања тек издигнутог панона.

Вероватно при самом крају средњег? и током највећег дела горњег плеистоцена дуж запуњеног залива формира се нова долина. Она се усекла у још мекане седименте средњег? плеистоцена, али, судећи према профилима бушотина (видите сл. 3), није дошла до преквартарног рељефа, тј. до неогена. Стварање ове долине и недостатак већег дела горњеплеистоценских седимената може се објаснити издизањем јужног блока на раседу паралелном са Дунавом.

Запуњавање Панонске низије током горњег плеистоцена условило је издизање ерозионог базиса потока? који је створио долину усечену у седименте средњег? плеистоцена. При крају горњег плеистоцена долина је забарена и у те баре се таложи лесна прашина док их није испунила а после тога се продужава навејавање сувоземног леса. Створена долинска раван налазила се тада на истој висини као Земунски лесни плато (и други платои). Остаци ове јединствене (лесне) заравни Панонске низије сачувани су уз сам обод низије, углавном у трибутарним долинама, у виду тераса (упоредите П. С. Јовановић, 1922, 1951; Ж. Јовичић, 1960).

До раседања тераса и њиховог дислоковања у три нивоа, на терену Миријева, дошло је у холоцену. Танак лесни покривач могао је бити навејан и после дислоковања као и пре тога. Али барски лес високо на левој страни Миријевског потока стваран је свакако истовремено са сада 20 m нижим барским лесом на његовој десној страни и тада су били на истој висини. За разламање јединствене терасе (заравни) на три дела довољно је два раседа, ма да их је можда било и три (сл. 1). Активност ових раседа у холоцену и скок од 10, односно 20 (10+10) m дуж њих указује на: (1) да су и други раседи у Београдском дунавском кључу, где их има велики број, вероватно били активни и у квартару, укључујући и холоцен и (2) да се несме искључити могућност аутохтоних земљотреса и јачих од 4°MCS (Вукашиновић, 1976) какви су до сада забележени на територији Београда.

Прихваћено 25. IX 1981. Рецензент др М. Марковић

ЛИТЕРАТУРА

Absolon A.: 1973 — Ostracoden aus einigen Profilen spät- und postglazialer Karbonatablagerungen in Mitteleuropa; Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 13, München.

Баталовић К. и Ћирић Ј.: 1981 — Узроци настанка клижења терена у горњем делу водотока Миријевског потока; V југосл. симпоз. за путеве, Блед.

Вукасовић М.: 1980 — Извештај о рендгенским испитивањима (узорак Т-16-4 са 17,1—17,3 м); Фонд докумената Геоинститута (у извештају: Квартар на десној страни Миријевскгг потока), Београд.

Вукашиновић М.: 1976 — Сеизмичка трешња Београда са околином; Acta seizm. Iugosl., 4, Београд.

Danielopol D.: 1978 — Über Herkunft und Morphologie der Süsswasser hypogäischen Candoninae (Crustacea, Ostracoda); Sitzungsber. Österr. Akademie Wiss., Math.-naturw., I, 187, 1—5, Wien.

Harten D. van: 1979 — Some new shell characters to diagnose the species of the Ilyocypris gibba-biplicata-bradyi group and their ecological significance; VII symp. ostr. Beograd.

Јовановић П.: 1922 — Прибрежни језерски рељеф београдске околине, геоморфолошка испитивања; Београд.

Јовановић П.: 1951 — Осврт на Цвијићево схватање о абразионом карактеру рељефа по ободу Панонског басена; Зборник радова Географ. инст., 1, Београд.

Јовичић Ж.: 1960 — Рељеф београдског Подунавља и слива Топчидерске реке; ибид, 7.

Klie W.: 1938 — Ostracoda; Tierwelt Deutschlands, 34, III, Jena.

Крстић Н.: 1978 — Остракоди у миоцену Београдског дунавског кључа; Зборник радова IX конгр. геол. Југ., Сарајево.

Крстић Н. и Обрадовић Ј.: 1980 — Ослађени миоценски седименти старе Карабурме у Београду; Симпоз. рег. геол. палеонт., Завод рег. геол. пал. РГФ Универзитета, Београд

Крстић Н. и Обрадовић Ј.: у штампи — Прилог познавању плеистоцена улице Ђуре Ђаковића у Београду; Записници СГД за 1980. год., Београд.

Ласкарев В.: 1938 — Трећа белешка о квартарним наслагама у околини Београда; Геол. ан. Балк. пол., **15,** Београд.

Ložek V.: 1964 — Quartärmollusken der Tschechoslowakei; Rozpr. ÚÚG, **31,** izd. ČSAV, Praha.

Löffler H.: 1960 — Die Entomostrakenfauna der Ziehbrunnen und einigen Quellen des nördlichen Burgenlandes; Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt.

Обрадовић Ј. и Крстић Н.: 1981 — Литостратиграфске и биостратиграфске карактеристике седимената на потезу обалоутврде Дунава у Земуну; Фонд докум. предузећа Косовопројект, Београд.

Petkovski T.: 1958 — Zwei neue Ostracoden aus dem Dorjansee; Biološki glasnik, **11,** Skopje.

Petkovski T.: 1960 — Zur Kenntnis der Crustaceen der Prespasees; Fragmenta Balcanica — Mus. Mac. sci. nat., **3,** 15, Skopje.

Петковски Т.: 1969 — Неколку нови и значајни *Candoninae* од Охридско езеро и некои други краишта на Европа; Acta Musei Macedonici sci. natur., **11,** 5 (95), Скопје.

Пешић Д. и Хаџипоповић С.: 1980 — Извештај о диференцијално термичком и термогравиметријском испитивању узорка из Миријева (Београд), бушотина Т-13.4, 22,0 м (у извештају: Испитивање старијег квартара Миријева); Фонд. докум. Геоинститута, Београд.

Szchechura J.: 1971 — Seasonal changes in a reared fresh-water species, *Cyprinotus (Heterocypris) incongruens,* and their importance in the interpretation of variability in fossil Ostracodes; Paléoécologie des Ostracodes — Colloque, Bull. Centre rech. SNPA, 5 suppl., Pau.

Хаџипоповић С. и Пешић Д.: 1980 — Извештај о диференцијално-термичким и термогравиметријским анализама узорака (у извештају: Квартар на десној страни Миријевског потока); Фонд. докум. Геоинститута, Београд.

Summary

A CONTRIBUTION ON QUATERNARY OF MIRIJEVO AREA BELGRADE

By N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić

The remnants of the Quaternary pediment, in the uppermost part of Mirijevo stream valley is preserved, morfologically, in form of a terrace. In the cross section the terrace consists of three levels.

In the lower Quaternary level is present mainly silt with sand and agglomerate lenses. The land snail fauna is numerous, but there is the ostracode fauna as well, in the infrequent bedded sequences.

The middle Quaternary level contains more sand and consists of sandy silt or silty sand, pure sand beeing as thin intercalations in the bedded sequences. The bedded sequences are thicker and contain the same ostracode species as the lower level, and some water molluscs as well. Land snails are also present.

The third Quaternary level is swampy loess and loess. The loess — I horizon — is 3—4 m thich. It is wery pure in fauna. The swampy loess contain pelecypods, ostracodes and numerous land snails.

The quoted three levels, on the east valley side, are separated by two levels of the fossil landslides. The marly clay of fossil landslides are of Sarmatian origin. Laterally the fossil landslides pass locally into the zones of large intraclasts (cm-dimension). On the east side of the valley the upper two Quaternary levels are devided, insteed of landslide, by a slumping. This supposed slumping has originated from Pannonian marl developed up this side of the valley.

Analysing the hypsometry of the different parts of the terrace, as well as according to photogeology, the three faults of Quaternary age were inperred, which disturbed the Mirijevo terrace. The fourth fault identified biostratigraphically and located between the Sarmatian and Pannonian, was also in Quaternary active and has caused the slumping. The faults are, probably, still active, as indicated by the recent authochtone earthquakes up to 4°MCS.

The age of the terrace sediments was determined by the correlation with other Quaternary deposits on this and other side of Danube and Sava rivers in Belgrade region. The ostracode fauna is unsufficiently known, and land sneils and water molluscs found here are persistent forms. It is supposed that the lower two Quaternary levels are of Middle Pleistocene age, because Corbicula fluminalis Beds are transgresive in Makiš, Zemun and Pančevo over Miocene and Pliocene. The third level, I horizon of loess with the swampy loess below, is of Upper Pleistocene age.

Објашњење Табле I и Табле II. Језгро бушотине Т-16-6 (из документационог материјала предузећа Косовопројект). Дубина је означена бројкама на десној страни сандука. На крајевима маневара, код 6., 8. и 10. метра језгро је ротирано. Профил бушотине је следећи:

TABLA I PLATE

0,0 — 0,15 хумус

0,15— 2,1 хумифицирани лес и лес смеђе боје

2,1 — 3,7 фосилни хумус (погребена земља) мрке боје

3,7 — 4,8 делувијални материјал лесоидног хабитуса

4,8 — 6,5 алеврити глиновити или песковити са прашинастим накупинама калцијум карбоната (неочврслим конкрецијама)

6,5 —10,7 исти алеврити, али без накупина калцијум карбоната, боје смеђе до сивкасто-смеђе, препуни копнених, квартарних пужева

10,7 —14,3 алеврит песковити, зеленкасто-сивкасте боје а рђаст у песковитим прослојцима

Фото: М. Тимчић

Објашњење Табле I и Табле II. Продужетак:

ТАБЛА II PLATE

у интервалу 13,0—14,2 м интрасеријско преталожавање — уклопци су изграђени од сивих алеврита; свуда доста макрофауне

14,3 —17,05 на граници са претходним слојем пукотина од око 60°; даље алеврит глиновит, боје смеђе-сиве, местимично мрко-сиве; прослојак песка са 16,6—16,9 м има светло-зеленкасту до рђасту боју; има макрофауне — копнених пужева

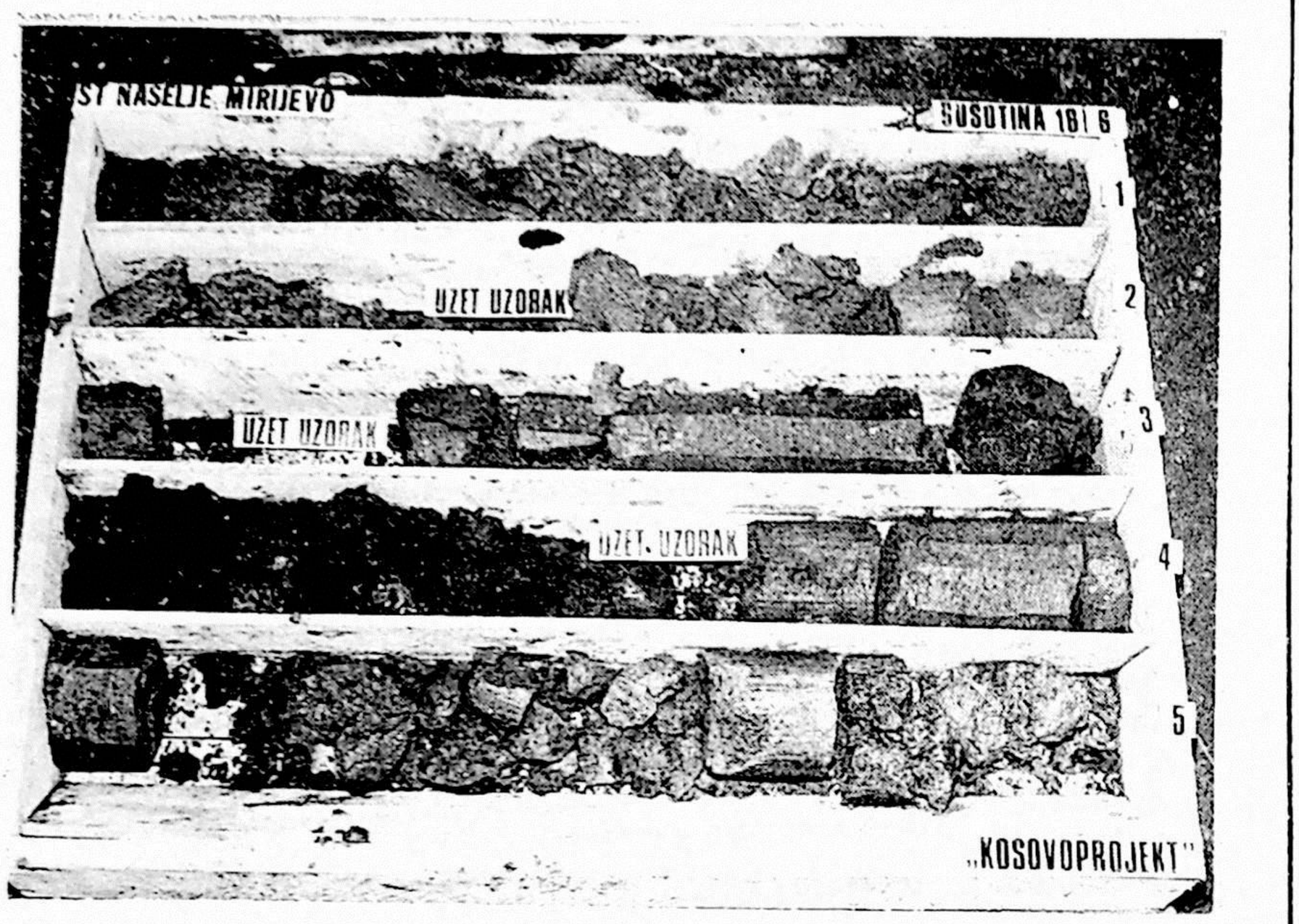
17,05—21,0 алеврит глиновит са прослојцима песка на 18,0—18,4 и на 20,5—21,0 м, боје сивкасто-зеленкасте до петролеј-зелене; садржи макро и микрофауну — фауна пужева (копнених) бројна, остракоди ретки (позитивна проба на 17,1—17,3 м).

Фото: М. Тимчић

ТАБЛА I PLATE

Н. Крстић, О. Исаковић, К. Баталовић и Ј. Ћорић: Прилог познавању квартарних седимената Миријева у Београду.

N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić: A contribution on Quaternary of Mirijevo area Belgrade.





ТАБЛА II PLATE

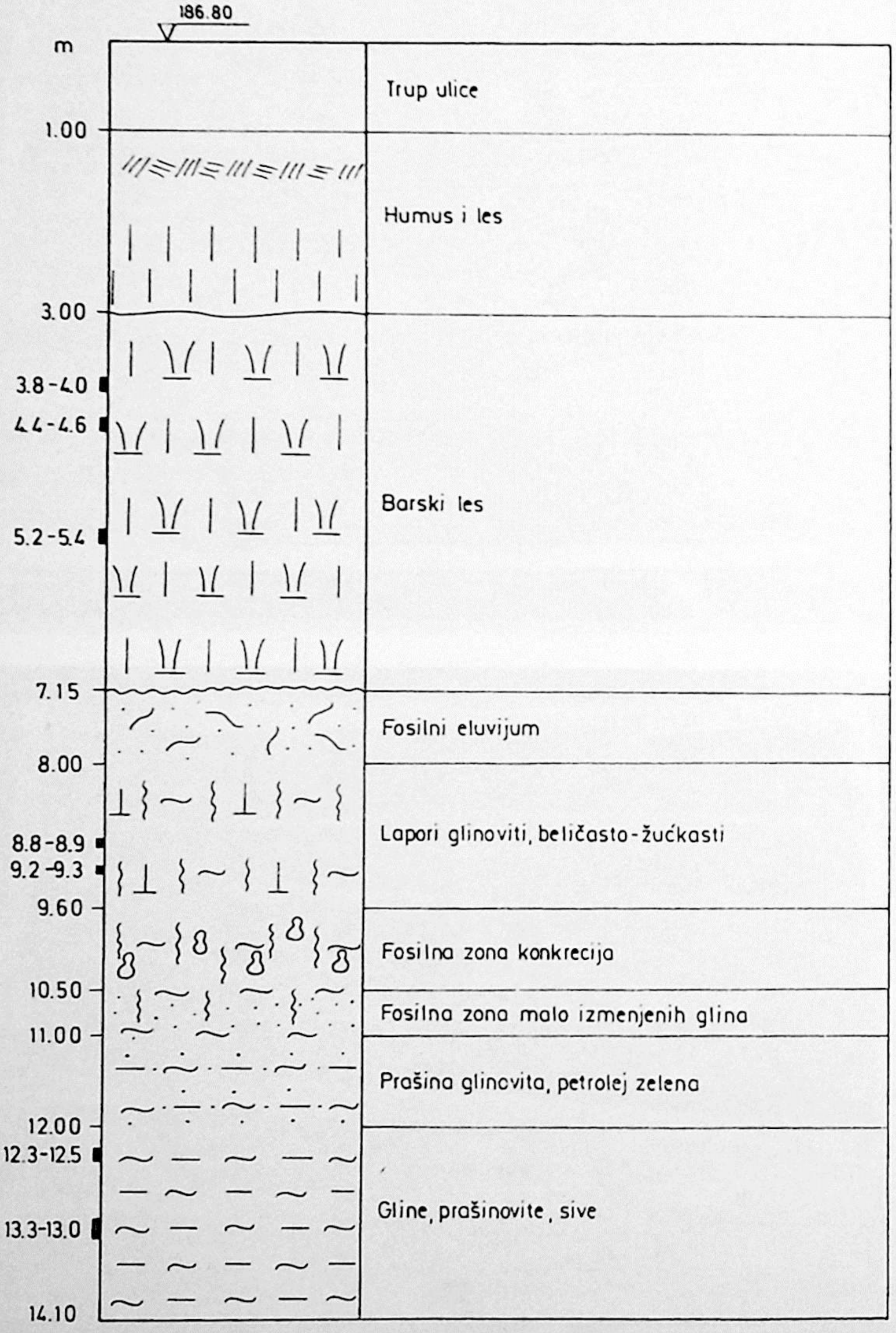
Н. Крстић, О. Исаковић, К. Баталовић и Ј. Ћорић: Прилог познавању квартарних седимената Миријева у Београду.

N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić: A contribution on Quaternary of Mirijevo area Belgrade.



ТАБЛА III PLATE

MIRIJEVO
BUŠOTINA M-278



Sl. 5

ТАБЛА III PLATE

Н. Крстић, О. Исаковић, К. Баталовић и Ј. Ћорић: Прилог познавању квартарних седимената Миријева у Београду.

N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić: A contribution on Quaternary of Mirijevo area Belgrade.



ТАБЛА IV PLATE

Микрофосили сликани у пропуштеном светлу у глицерину

1—3. *Candona (Candona) cf. paionica* Петковски
бушотина Т-16-7 са 12,8—13,0 м
1. десни капак мужјака, 2. десни капак ларве, 3. десни капак женке

4—6. *Candona (Candona) cf. dedelica* Петковски
4 и 6. Т-16-7 са 12,8 м; 5. Т-16-6 са 17,1 м
4. леви капак мужјака, 5. леви капак женке, 6. десни капак женке

7. *Candona (Mixtacandona) botosaneanui* Danielopol
бушотина М-278 са 4,4—4,6 м
десни капак женке

8—9. *Candona (Typhlocypris) eremita* Вејдовски
бушотина М-278 са 4,4—4,6 м
8. леви капак женке, 9. десни капак ларве

10. *Candona (Pseudocandona) albicans* Brady
бушотина Т-16-7 са 12,8—13,0 м
десни капак женке

11. *Eucypris pigra* (Fischer)
бушотина Т-16-7 са 12,8—13,0 м
десни капак женке (без глицерина)

12—13. *Ilyocypris cf. biplicata* (Koch) sensu Harten)
бушотина Т-16-7 са 12,8—13,0 м
12. леви капак женке, летња фрома, 13. десни капак женке

14—15. *Potamocypris zschokkei* (Kaufmann)
бушотина Т-16-7 са 12,8—13,0 м
14. леви капак женке, 15. десни капак женке

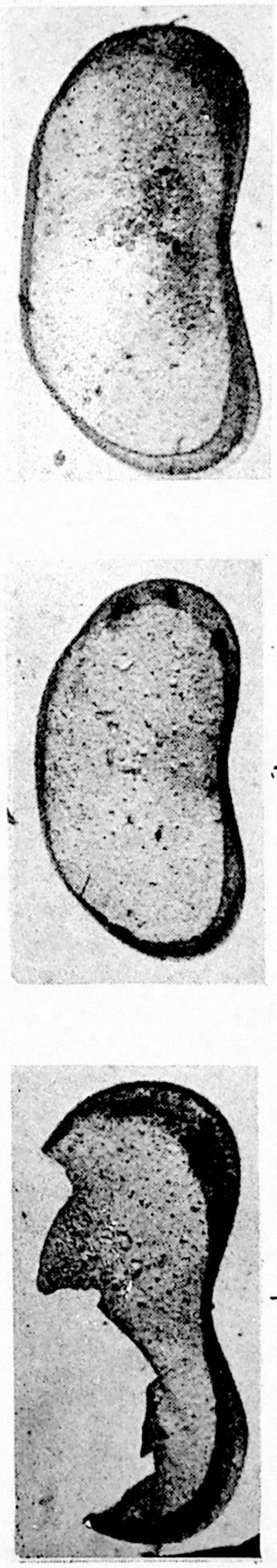
Увеличање око 40 x

Фото: С. Жолнај

ТАБЛА IV PLATE

Н. Крстић, О. Исаковић, К. Баталовић и Ј. Ћорић: Прилог познавању квартарних седимената Миријева у Београду.

N. Krstić, O. Isaković, K. Batalović and J. Ćorić: A contribution on Quaternary of Mirijevo area Belgrade.


1

2

3

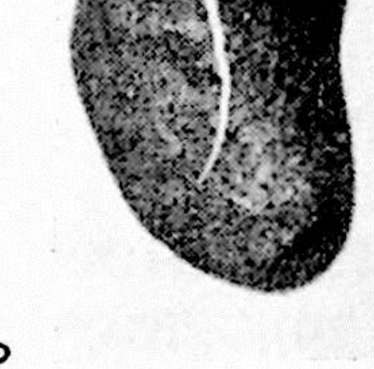
4


5


6

7


8


9

10


11


12

13

14

15

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 175—182, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 175—182, 1981, Belgrade.

Slobodan Vukašinović

UDK 550.814 : 551.4 (497.17)
Stručni članak

O GRAĐI ZEMLJINE KORE DUŽ PROFILA DEBAR — DELČEVO PREMA PODACIMA AEROMAGNETSKIH ISPITIVANJA

(sa 2 priloga)

Ključne reči: Geofizika, aeromagnetizam, tektonika, dubinski razlomi.

Aeromagnetska ispitivanja duž profila Debar — Delčevo izvedena su 1979. god., u cilju izučavanja geološke građe Zemljine kore. U istom cilju duž ovog profila izvršeno je i duboko seizmičko sondiranje, čiji podaci su u obradi. Investitor ispitivanja bio je Sovet za istraživački raboti vo rudarstvo i geologija — Skopje.

Aeromagnetska merenja izvršena su iz aviona sa magnetometrom osetljivosti 0.1 nT, duž tri maršrute međusobno udaljene 4 km (v. prilog 1). Merenja su obavljena na dva visinska nivoa: viši nivo imao je istu apsolutnu visinu — 2500 m, dok je na nižem avion blago sledio osnovne morfostrukture terena na prosečnoj relativnoj visini leta od oko 500 m. U cilju povezivanja maršruta izvršena su i merenja duž poprečnih trasa, koje su išle po jedna na oba periferna dela uzdužnih — osnovnih maršruta. Radi kontrole rada aeromagnetometra i određivanja tačnosti merenja ponovljena su merenja na nekim kraćim delovima središne maršrute, na delovima koji se nalaze u relativno mirnom magnetskom polju. Srednja kvadratna greška merenja iznosi $\pm$ 0.8 nT.

Rezultati aeromagnetskih merenja grafički su prikazani na prilogu 1, u vidu dijagrama ΔT intenziteta oba nivoa sve tri maršrute, od kojih su oni za bočne maršrute — 1 i 3, radi preglednosti, translatirani u odnosu na situacioni položaj dotičnih maršruta. Geotektonska interpretacija dijagrama--anomalnog polja ΔT grafički je iskazana na prilogu 2, uz dijagrame ΔT središnje maršrute (maršruta 2).

Karakteristike dijagrama — anomalnog polja ΔT

Na osnovu dijagrama ΔT intenziteta (v. prilog 1) proizilazi da je na sve tri maršrute i oba visinska nivoa profila Debar — Delčevo opšta slika anomalnog magnetnog polja istovetna. Dijagrami su međusobno praktično korespondentni, ispoljavaju iste anomalije — uzročnike. Razumljivo, postojeće razlike u detaljima forme i amplituda pojedinih anomalija potiču od

DIJAGRAMI ΔT INTENZITETA NA PROFILU DEBAR - DELČEVO

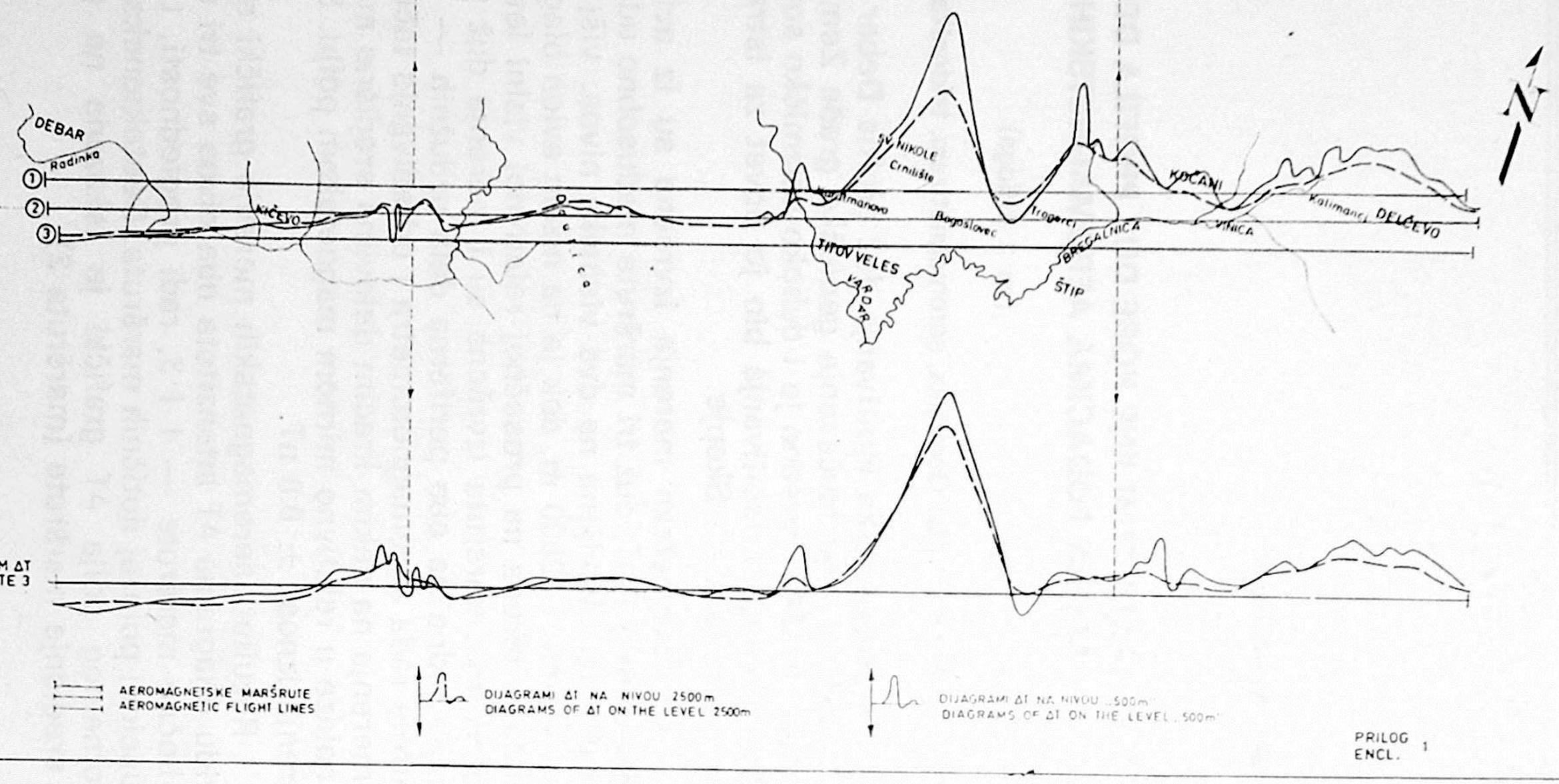
DIAGRAMS OF ΔT INTENSITY ON THE DEBAR - DELČEVO FLIGHT LINES

0 5 10 15 20 Km

DIJAGRAM ΔT MARŠRUTE 1

DIJAGRAM ΔT MARŠRUTE 2

DIJAGRAM ΔT MARŠRUTE 3



AEROMAGNETSKE MARŠRUTE
AEROMAGNETIC FLIGHT LINES

DIJAGRAMI ΔT NA NIVOU 2500m
DIAGRAMS OF ΔT ON THE LEVEL 2500m

DIJAGRAMI ΔT NA NIVOU 500m
DIAGRAMS OF ΔT ON THE LEVEL 500m

PRILOG 1
ENCL.

različitog položaja odgovarajućeg dela maršrute — magnetometra u odnosu na uzročnike (različito horizontalno i vertikalno udaljenje).

Po osobenosti anomalnog polja, zapaža se oštra razlika između JZ i SI dela profila Debar — Delčevo, koje međusobno razgraničava relativno lokalna anomalija u predelu Vardara. Razlika se ogelda kako u fonu anomalnog polja isto i u broju, prostranstvu i intenzitetu anomalija, sve u korist SI dela.

Na JZ delu profila geomagnetsko polje je skoro na čitavoj dužini ujednačeno, a po intenzitetu blisko je normalnom. Samo jedna jasnija izražena anomalija registrovana je na sve tri maršrute i oba nivoa, u rejonu Brezovca. Na maršruti 1 iskazana je prostom formom, dok je na ostale dve maršrute »sinusoidne« forme, sa više ekstrema; složenost i intenzitet anomalije povećava se ka maršruti 3. Uočljivo je da se fon anomalnog polja JZ dela profila menja u predelu ove anomalije, od isključivo negativnog polja sa Debarske strane do pretežno pozitivnog polja prema severoistoku. Negativno polje je dosta ujednačeno po intenzitetu, samo je blago »zatalasano« na maršruti 1. Pretežno pozitivno anomalno polje između anomalije u rejonu Brezovca i Vardara je takođe dosta ujednačeno posebno na maršruti 1, sa nešto izraženijom varijabilnošću na mašrutama 2 i 3, gde se sagledava postojanje individualisanih anomalija nižeg intenziteta.

Na SI delu profila, na delu severoistočno od Vardara, geomagnetsko polje je izrazito poremećeno. Anomalno polje zahvata ovaj deo profila u celini, nadovezivanjem više prostorno bliskih anomalija, koje u osnovi čine tri jasno individualisane složene anomalije. Gledajući od JZ ka SI prva od ove tri anomalije, ona prema Vardaru (Karatmanovo — Crnište), dostiže intenzitet oko 200 nT. Na maršruti 1 i delimično na maršruti 2 (na dijagramu nivoa »500 m«) iskazuje integralitet od dve pojedinačne anomalije. Središna i severoistočna anomalija su izražene brojnim ekstremima. Po intenzitetu obe slabe od severa ka jugu — prema maršruti 3, naročito središnja. Uočljivo je da se opšta forma središne anomalije prilično menja od maršrute do maršrute, dok je kod severoistočne u osnovi ista.

Interpretacija dijagrama — anomalnog polja ΔT

Na osnovu postojećih geoloških karata i ranije stečenih saznanja o odnosu geološke građe i anomalnog magnetskog polja na širem prostoru profila Debar — Delčevo, proizilazi da su napred prikazane anomalije izazvali baziti (serpentiniti, gabrovi, dijabazi), škriljci sa impregnacijama magnetita, paleozojski granitoidi sa stenama kristalastog omotača i tercijarni vulkaniti. Opšte povećanje ili sniženje anomalnog polja, na dužini delovima maršruta, uslovljeno je građom ne samo gornjeg već i donjeg dela Zemljine kore.

Jedinu jasnije izraženu anomaliju na JZ delu profila, u rejonu Brezovca, uslovili su kristalasti škriljci sa impregnacijama magnetita. U pitanju je Brezovačka zona ovih stena, na kojoj su ranije vršena istraživanja ležišta gvožđa (1).

Postojeće manje promene ΔT relativno lokalnog karaktera, na delu profila zapadno od Vardara, posledica su delimične magnetske heterogenosti pripovršinskih geoloških serija — paleozoika i proterozoika.

Opšte povećanje i sniženje (negativno) anomalno polje JZ dela profila, kao i veću anomaličnost severoistočnog dela u odnosu na JZ, uslovljava, kako je navedeno, građa Zemljine kore u celini. Činioce koji su u ovome imali prevashodni uticaj, promena debljine bazaltnog sloja ili nešto drugo, biće moguće određenije sagledati tek u kontekstu podataka dubokog seizmičkog sondiranja.

Lokalnu anomaliju u predelu Vardara, koja po osobenosti anomalnog polja deli profil na dva dela, izazvali su serpentiniti. Ovi serpentiniti čine segment poznate zone bazita koja se pruža preko cele Makedonije i dalje, na pravcu Studena Voda (granica sa Grčkom) — Raduša.

Anomalije severoistočnog dela profila, tri jasno individualisane složene anomalije, posledica su uticaja različitih uzročnika — bazita, tercijarnih vulkanita i paleozojskih granitoida sa stenama kristalastog omotača. Svaka od njih izazvana je skoro isključivo jednom od ove tri vrste stena.

Anomaliju Kartmanovo — Crnište uslovili su baziti — gabrovi, dijabazi i serpentiniti, koji su prekriveni tercijarnim sedimentima. Ovakav zaključak o litološkoj prirodi uzročnika anomalije proističe iz ranije ustanovljenog odnosa geološke građe i anomalnog magnetskog polja na potezu Đevđelija — Skopska Crna Gora (3). Naime, tada je po kontinualnoj anomalnoj zoni na ovom pravcu i mestimičnom izdanjivanju bazita na magnetskim maksimumima, zaključeno da je i zona bazita kontinualna, da čini podlogu tercijarnim sedimentima između poznatih masa bazita Dren — Boula i Skopske Crne Gore. Kontinuitet bazita je kasnije bušenjem potvrđen. Sračunata dubina ovih bazita u domenu profila Debar — Delčevo iznosi oko 1500 m.

Središnja anomalija, na prostoru Trogerci — Kočani, posledica je uticaja uglavnom tercijarnih vulkanita — ignimbrita i andezitodacita. Pored njih postojanju anomalije najverovatnije su doprineli i prekriveni baziti, čije se postojanje predpostavlja po kontinuitetu nekih ranije utvrđenih magnetskih struktura Kratovsko-zletovske oblasti do terena koje izgrađuju baziti (4). Slabljenje anomalnog polja ka jugu (maršruti 3) uslovljeno je isklinjavanjem Kratovsko-zletovskog vulkanitskog masiva u ovom pravcu.

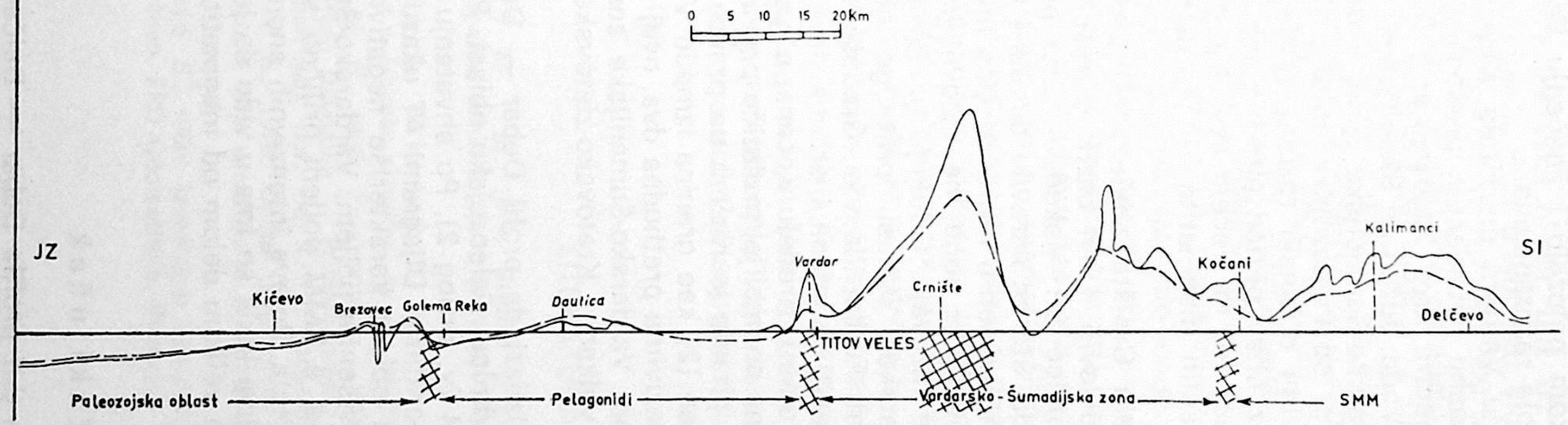
Severoistočna anomalija, anomalija na širem prostoru Delčeva, izazvana je granitoidima sa stenama kristalastog omotača. Ove relativno magnetoaktivne stene otkrivene su u recentnom erozionom nivou.

Po anomalnom polju u celini, na čitavom profilu Debar — Delčevo, i po litološkoj prirodi uzročnika pojedinih anomalija, značenju struktura u kojima su uzročnici nastali, kao i imajući u vidu do sada stečena saznanja o geološko-strukturnom sklopu šire teritorije, izvedeni su određeni zaključci geotektonskog karaktera. Determinisani su dubinski razlomi i izvršeno je opšte geotektonsko rejoniranje duž profila, razgraničavanje osnovnih geotektonskih jedinica (v. prilog 2).

Dubinski razlomi kao strukture koje presecaju čitavu Zemljinu koru, predstavljajući granice individualisanih geotektonskih jedinica višeg reda, magnetski su izraženi anomalijama uzročnika koje kontrolišu ili opštim porastom — sniženjem anomalnog polja na znatnijem delu profila. Kao što se na prilogu 2 vidi, označena su četiri dubinska razloma.

DIJAGRAMI ΔT INTENZITETA (MARŠRUTE 2) I OSNOVNE GEOTEKTONSKE JEDINICE NA PROFILU DEBAR - DELČEVO

DIAGRAMS OF ΔT INTENSITY (OF FLIGHT LINE N° 2) AND PRINCIPAL GEOTECTONICAL UNITS OF THE DEBAR - KOČANI CROSS-SECTION



DIJAGRAM ΔT NA NIVOU 2500m
DIAGRAM OF ΔT ON THE 2500 LEVEL

DIJAGRAM ΔT NA NIVOU „500m"
DIAGRAM OF ΔT ON THE „500m" LEVEL

DUBINSKI RAZLOMI
DEEP FAULT ZONES

PRILOG 2
ENCL.

Postojanje dubinskog razloma u predelu Goleme ruke, uz magnetski ukazatelj — opšti skok polja, sagledava se po globalnom geostrukturnom sklopu terena, po geotektonskom položaju i značenju Pelagonske mase, odnosno Paleozojske oblasti, koje razgraničava.

Dubinski razlom u predelu Vardara markiraju serpentiniti, odnosno njima izazvana anomalija. Saglasno navedenom prostranstvu serpentinita, prostire se više stotina kilometara kroz Jugoslaviju i Grčku, na pravcu Zvornik — Raduša — Studena Voda. Južno od Skoplja ovaj razlom čini granicu između Pelagonida i Vardarsko-Šumadijske zone, a severno razgraničava Vardarsko-Šumadijsku zonu od Paleozojske oblasti. U ranijim našim radovima nazvali smo ga Zapadni dubinski razlom Vardarsko-Šumadijske zone. Aktivan je praktično kroz čitav period alpskog tektonomagmatskog ciklusa, naročito u tercijaru kada su na većem delu njegovog rasprostranjenja nastale velike mase kiselih magmatita — tercijarni vulkaniti Kožuva i dr.

Dubinski razlom u predelu Crništa obeležavaju prekriveni baziti i markantna anomalija koju su uslovili. I ovi baziti izgrađuju zonu koja po pružanju daleko prevazilazi granice SR Makedonije, na pravcu Avala — Skopska Crna Gora — Đevđelija, što se naravno odnosi i na prostranstvo dubinskog razloma. Ovaj razlom, uveden u literaturu pod imenom Centralni dubinski razlom Vardarsko-Šumadijske zone, ne uslovljava suštinske razlike između delova terena koje razdvaja. Odlikuje ga takođe češća aktivnost u alpskom tektonomagmatskom ciklusu, prate ga intenzivne pojave kiselih magmatita — granodioriti Furke, Plavuša, Gradeških planina, Skopske Crne Gore, tercijarni vulkaniti Damjana i dr.

Postojanje dubinskog razloma u predelu Kočana, u graničnom pojasu dve jasno individualisane složene anomalije, proističe prevashodno po geološko-strukturnim odnosima. U pitanju je razlom na pravcu Kragujevac — Dojran koji je još ranije zapažen (2) kao granica između Vardarsko-Šumadijske zone i SMM. Saglasno nazivima prethodna dva, ovaj razlom je označen kao Istočni dubinski razlom Vardarsko-Šumadijske zone. Za njegovu aktivnost vezani su tercijarni vulkaniti Kratovsko-zletovske eruptivne oblasti i dr.

Iz napred navedenog proizilazi da profil Debar — Delčevo preseca četiri osnovne geotektonske jedinice: Paleozojsku oblast, Pelagonide, Vardarsko-Šumadijsku zonu i SMM (v. prilog 2). Po shvatanju mnogih autora prve tri jedinice pripadaju Dinaridima. Dijagrami ΔT ukazuju da se u domenu ovog profila Paleozojska oblast karakteriše negativnim anomalnim poljem, Pelagonidi relativno povišenim poljem, Vardarsko-Šumadijska zona anomalijama visokog intenziteta, a SMM poljem prilično slično Pelagonidima, s tim što je višeg intenziteta. Pojava intenzivnih anomalija u Vardarsko-Šumadijskoj zoni je razumljiva kada se ima u vidu da je u pitanju tektono-magmatska zona izgrađena velikim delom od magmatita koje odlikuje viši magnetski susceptibilitet.

Zaključak

Aeromagnetska ispitivanja duž profila Debar — Delčevo izvedena su 1979. godine, u cilju dobijanja podataka koji će uz podatke dubokog seiz-

mičkog sondiranja poslužiti proučavanju građe Zemljine kore. Aeromagnetska ispitivanja, merenja totalnog intenziteta geomagnetskog polja, izvršena su na dva visinska nivoa, duž tri maršrute međusobno udaljene 4 km. Viši nivo imao je istu apsolutnu visinu — 2500 m, dok je niži bio na prosečnoj relativnoj visini od oko 500 m.

Aeromagnetskim merenjima ustanovljena je vrlo interesantna slika anomalnog polja duž ispitanog profila. U anomalnom polju zapaža se oštra razlika između JZ i SI dela profila. Na JZ delu profila geomagnetsko polje je blisko normalnom, karakteriše se opštim povećanjem odnosno sniženjem anomalnog polja, sa samo jednom jasnije izraženom anomalijom — Brezovec. Na SI delu profila geomagnetsko polje je izrazito poremećeno. Registrovane su brojne prostorno bliske anomalije, raspoređene po čitavoj dužini ovog dela profila, koje u osnovi čine tri složene anomalije profila.

Uzročnici anomalija su različite magnetoaktivne stene. Anomaliju Brezovca, na JZ delu profila, izazvali su kristalasti škriljci sa impregnacijama magnetita. Anomaliju u predelu Vardara, koja po osobenosti konfiguracije anomalnog polja razgraničava dva dela profila, uslovili su serpentiniti. Tri jasno individualisane složene anomalije SI dela profila posledica su u osnovi bazita (gabrova, dijabaza, serpentinita), tercijarnih vulkanita i paleozojskih granitoida sa stenama kristalastog omotača, respektivno gledajući od Vardara prema Delčevu. Opšta povećanja ili sniženja anomalnog polja uslovljena su građom Zemljine kore u celini.

Po karakteristikama anomalnog magnetskog polja i litološkoj prirodi uzročnika pojedinih anomalja, kao i na osnovu ranije stečenih saznanja o geološko-strukturnom sklopu šire teritorije, determinisani su dubinski razlomi i izvršena je geotektonska rejonizacija — razgraničavanje osnovnih geotektonskih jedinica duž ispitanog profila.

Prihvaćeno 2. VI 1981. Recenzent T. Jančić

LITERATURA

1. Jakovljević M. i dr. 1974: Studija o geološko-geofizičkim istraživanjima na području Zapadne Makedonije u periodu 1960—1971. god. FSD Geoinstituta, Beograd.
2. Maksimović B., Sikošek B. 1954: Geološki sastav i struktura jednog dela Ovčeg polja i Tikveša. Trudovi, sv. 4, Skopje.
3. Vukašinović S., 1966: Prostranstvo i kontinuitet bazičnih stena u Vardarskoj zoni na potezu Đevđelija — Priština prema podacima aeromagnetskih ispitivanja. Geološki anali Balk. pol., knj. XXXII, Beograd.
4. Vukašinović S., 1970: Opšte geostrukturne karakteristike Kratovosko-zletovske eruptivne oblasti koje proističu iz rezultata geofizičkih ispitivanja. Radovi Geoinstituta, sv. 7, Beograd.
5. Vukašinović S., 1980: Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima duž profila Debar — Delčevo. FSD Geoinstituta, Beograd.

Summary

EARTH CRUST SETTING ALONG THE DEBAR — DELČEVO PROFILE BASED ON THE DATA OF THE AIRBORNE MAGNETIC SURVEY

by

Slobodan Vukašinović

Key words: Geophysics, airborne magnetic, tectonic, deep faults.

Airborne magnetic survey along the Debar — Delčevo profile was carried out in 1979 and the obtained data complemented with results of deep seismic sounding will serve for the study of frame of earth crust. Airborne magnetic surveys, measurements of the total intensity of geomagnetic field, were flown at the two levels along the three survey lines which were spaced 4 km apart. The higher level had the same absolute altitude — 2500 m, while the lower one was at the approximate relative altitude of about 500 m.

Causes of detected anomalies are different magnetoactive rocks. The anomaly of Brezavec, situated at the southwestern part of the profile, is caused by crystalline schists with magnetite impregnations (encl. 1). The anomaly in the Vardar region, which due to the particular configuration of the anomalous field fixes the boundaries of two parts of the profile, has been caused by serpentinite. The three clearly individualized complex anomalies in the northeastern part of the profile are in general results of basic rocks (gabbro, diabase, serpentinite), Tertiary volcanic rocks, and Palaeozoic granitoid with crystalline rocks of an envelope respectively looking from Vardar towards Delčevo. General increases and decreases of the anomalous field are generally results of the earth crust setting.

According to the features of the anomalous magnetic field and the lithologic nature of causes of single anomalies, as well as on the previous knowledge on the geologic — structural setting of the large territory, deep-seated faults have been determined and made the limitation of the basic geotectonic units along the investigated profile (encl. 2).

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 183—186, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 183—186, 1981, Belgrade.

Milica Ratković-Vujić i
Olga Isaković

UDK (047) 551.79/497.111
Saopštenje

PREKVARTARNI RELJEF NA JUŽNOJ PADINI VRAČARA U BEOGRADU

Ključne reči: fosilna klizišta, neogen, kvartar, deluvijum, proluvijum, les.

U reljefu formiranom u vremenu između ponta i gornjeg pleistocena konstatovana su dva velika fosilna klizišta. Kliženjem su bili zahvaćeni sarmatski sedimenti. Umirena su posle taloženja kvartarnih proluvijalno-deluvijalno-eolskih tvorevina.

Poslednjih desetak godina vršena su obimna geotehnička istraživanja na teritoriji južne padine Vračara u Beogradu, između ulica Skerlićeve, Nebojšine, Bokeljske i Braničevske.

Izvedenim istražnim radovima izdvojeni su neogeni (sarmat i panon) i kvartarni sedimenti.

Sarmatski glinovito-laporoviti, uglavnom laminirani sedimenti imaju proslojaka krečnjaka i laporaca. Gornje partije ovih sedimenata, bliže površini, izmenjene su uticajem atmosferilija i usled oksidacije pirita. Niže partije su kompaktne, bez pukotina, tamno sive boje i u njima su nađeni ostaci faune: *Cerastoderma inopinata, C. vindobonense, Acteocina, Miliolidae* (N-3 sa 25,5 m). Izvedenim istražnim radovima nije utvrđena donja granica sarmata.

Preko sarmatskih leže panonski slojevi pretstavljeni isključivo glinovito-laporovitim sedimentima. Boje su sive do plavičasto-sive, ako su primarno-neizmenjeni, a žućkaste u površinskim partijama usled raspadanja pirita i izdeljeni su nepravilnim sistemom pukotina i prslina. Fauna nije bogata: *Micromelania laevis, Planorbis praeponticus, Limnocardium praeponticum* (N-3 sa 18,6 m), *Orygoceras fuchsi, Valvata, Congeria, Amplocypris, Hungarocypris, Thaminocypris* (N-7 sa 24,7 m). Debljina im se u bušotinama kreće između 2 i 37 m, a javljaju se od Hadži Milentijeve ul. na više.

Stariji kvartarni sedimenti pretstavljeni su proluvijalno-deluvijalnom glinom, laporovito-šljunkovitom. Boje su tamno mrke. Često sadrži fragmente kopnenih puževa, među kojima se retko nađu celi primerci, kao *Cepaea vindobonensis* (iz N-13 sa 7,8 m). Debljina im je nejednaka i kreće se između 0,3 i 6,0 m.

Preko ovih sedimenata leži deluvijalno-proluvijalna prašinasto-peskovita glina. Boje je tamno smeđe. U njoj nađena fauna kopnenih puževa živela je na travnim sunčanim padinama i sličnim mestima — *Vitrea crystallina* (iz N-7 sa 6,8 m), *Vallonia pulchella, Pupilla muscorum, Oxichilus* i dr. (iz N-17 sa 4,9 m). Debljina ovih glina se kreće između 1,0 i 8,6 m.

Kvartar se završava eolskim lesnim sedimentima sa sočivastim proslojcima proluvijalnih sedimenata. Ukupna debljina im je 4,0—10,5 m.

Les je glinovita prašina smeđe boje. Ima brojne mikro- i makro-pore. Vertikalne je cepljivosti. Retko *Chondrula tridens*.

Proluvijalni sedimenti iz lesnog paketa pretstavljeni su krečnjačkom drobinom izgrađenom od nezaobljenih komada sarmatskih krečnjaka i pretaloženih valutaka krednih krečnjaka. Konstatovani su u dve bušotine. U bušotini N-13 leže na 3,2—3,8 m dubine (vidite fotografiju), a u bušotini DIB-12 na 4,8—5,2 m. Kota DIB-12 je 4,55 m ispod kote N-13.

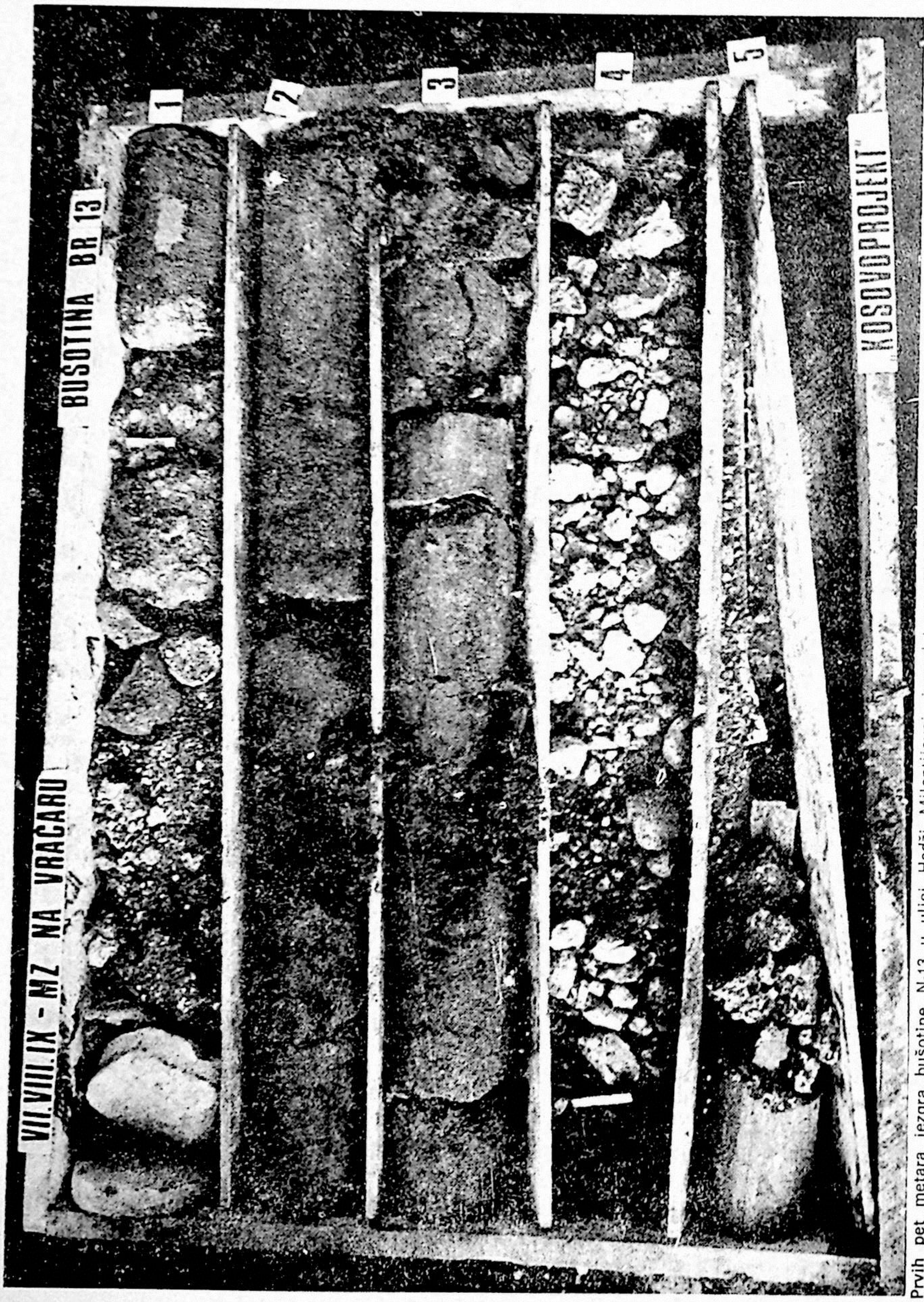
Maksimalna ukupna debljina kvartarnih sedimenata je 21,2 m u bušotini 830 u ul. Internacionalnih brigada br. 9.

Erozija i denudacija u vremenu između ponta i mlađeg pleistocena, tj. u toku najmanje 2 miliona godina, formirali su reljef, generalno uzev, ne

Adresa autora: Kosovoprojekt, Beograd, ul. Zvečanska 1.

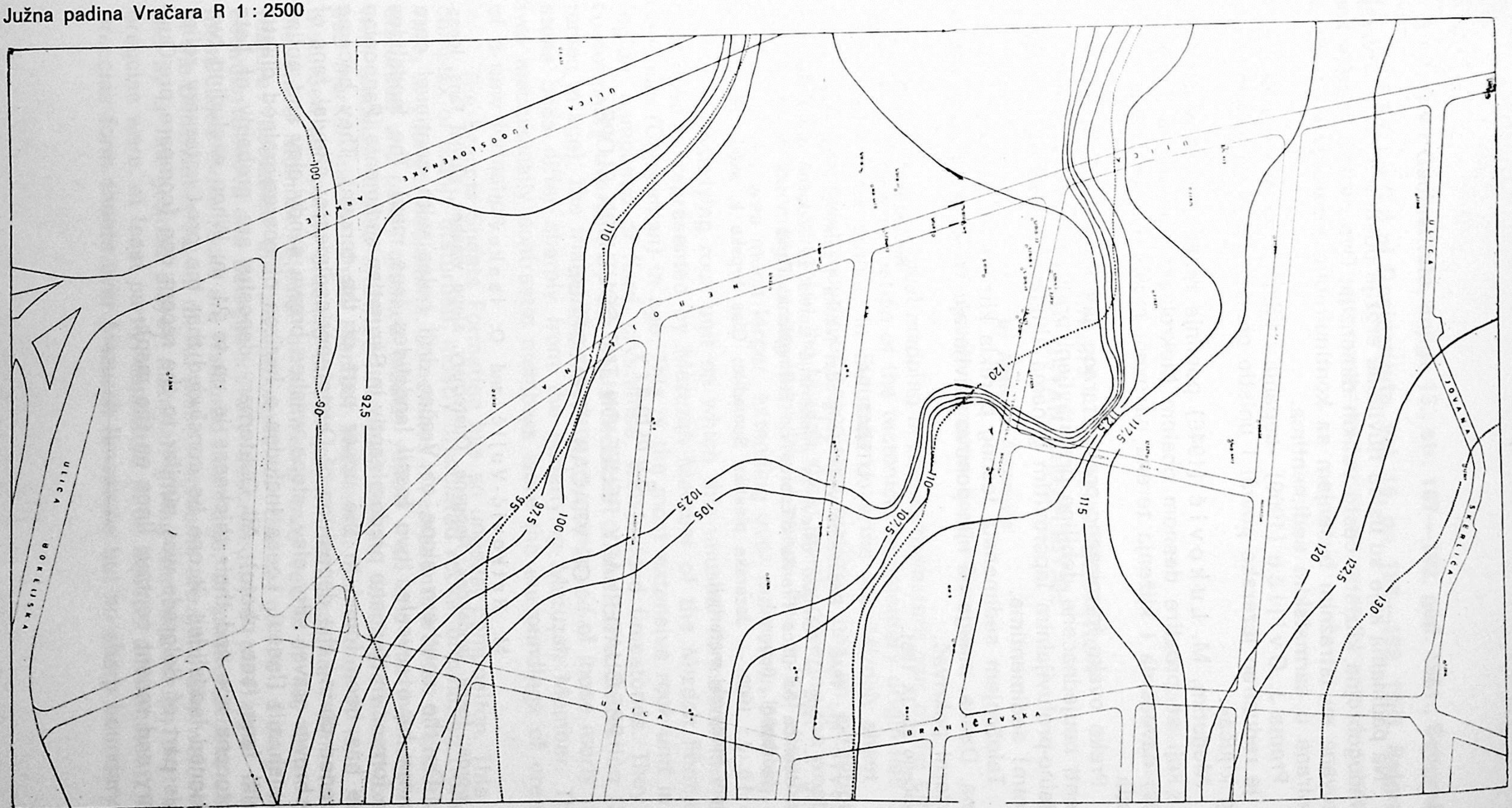
mnogo različit od današnjeg. Erodovane su više partije panonskih slojeva, uključujući i pontijske koje im slede a koje su zajedno, prema nekim procenama, bile najmanje 200 m deblje nego danas.

Ovaj reljef je bio jako nepravilan (vidite prilog) a od velikog značaja za njegovo stvaranje su bili procesi kliženja.



Prvih pet metara jezgra bušotine N-13 u ulici Hadži Milentijevoj, ispred broja 24. U ovoj bušotini donja granica eolskih sedimenata nalazi se na 3,2—3,8 m. mrkih glina je na 7,0 m, a donja granica kvartara (prema sarmatu) na 8,8 m.
First five meters of the drill hole N-13. Intercalation of alluvial fan pebles is between 3,2 and 3,8 m.

Južna padina Vračara R 1 : 2500



LEGENDA:

....110....	izolinija savremenog reljefa, 110 apsolutna kota terena ekvidistanca 2,5 m.
o 816 o MB-4412 o G-415 o DIB-12	istražna bušotina iz fonda postojeće dokumentacije 130,97 — kota savremenog terena.
— 110 —	izolinije prekvartarnog reljefa. (kontakt kvartara i tercijera) 110 apsolutna kota ekvidistanca 10 m.
● N-11	istražena bušotina rađena u 1981. god. za razradu urbanističkog projekta.

Na padinama koje su usled fluvijalne erozije postale strmije, stvaraju se mnogobrojna klizišta, često velikih dimenzija. Dva ovakva klizišta konstatovana su istražnim bušenjem sa kontinuiranim jezgrovanjem. Oba su formirana u sarmatskim sedimentima.

Prema J. Cvijiću (1909) »cepanja i kliženja su bila glavni činilac koji je reducirao jezerske površi i uništio obalske linije na terenu dunavskog ključa«.

Međutim, M. Luković (1946) pominje rased post-sarmatske starosti koji se prostire desnom obalom Mokroluškog potoka, a J. Perić (1963) navodi da i kliženja terena na ovom mestu idu verovatno od tog raseda.

Preko ovako formiranog prekvartarnog paleoreljefa leže kvartarni sedimenti neujednačene debljine pretstavljeni proluvijalno-deluvijalnim i deluvijalno-proluvijalnim laporovitim glinama šljunkovito-peskoviti, i eolskim (lesnim) sedimentima.

Taloženjem sedimenata lesnog porekla klizišta su pokrivena i umrtvljena. Danas, mnoga od njih ponovo oživljavaju kada im se skine zaštitni kvartarni pokrivač.

Prihvaćeno 25. IX 1981. Recenzent dr Nadežda Krstić

LITERATURA

Luković M.: 1946 — Podzemne vode Beograda; Nauka i tehnika, II, Beograd.

Perić J.: 1963 — Tehnički uslovi za injektiranje tunela za vodovod grada Beograda, deonica od ulice Franša d'Eperea do Tašmajdana; Fond struč. dokum. RGF — hidrogeol., Beograd.

Cvijić J.: 1909 — Jezerska plastika Šumadije; Glas Srpske k. akad., 79, Beograd.

Različiti fondovski materijali.

Summary

PRE-QUATERNARY RELIEF ON THE SOUTHERN SLOPE OF VRAČAR IN BELGRADE

by

M. Ratković-Vujić and O. Isaković

Key words: fossil landslides, Neogene, Quaternary, slope washes, aluvial fans, loess.

On the southern slope of Vračar drill holes with continual core recovery have revealed two fossil landslides (see map). The landslides were formed in Neogene predominantly in Sarmatian sediments (Pannonian stage has been found in the upper part of the terrain). They became deadened during the deposition of Quaternary sediments: alluvial fans of dark brown gravel silty clay, slope washes brown sandy clay and eolian brownish silt (loess). Loess includes a horizon of coarse-grained clastic alluvial fans (see photo). All Quaternary deposits are probably of Late Pleistocene age and their thickness is up to 21 m. When excluding two mentioned landslides, it can be concluded that the pre-Quaternary relief in this part of Belgrade was similar to the recent one (compare pre-Quaternary and recent contour lines on the map).

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 187—192, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 187—192, 1981, Belgrade.

UDK 551.78. 551.2 (612)
Originalni naučni rad

BRECCIA SHEETS — A NEW FORMATION IN NW LIBYAN JAMAHIRIYAH

by Antonije Antonović

Key words: Tectonic formation, Eocene-Quaternary.

During the geological mapping in the northwestern part of the Libyan Jamahiriyah a new formation of the tectonical-sedimentary origin has been discovered by the author, in the area covering the Mizdah sheet. This formation, composed mostly of brecciated material, has an extention of about 200 sq. km., mostly in the Mizdah sheet, partly covering the western-most part of the neighbouring Bani Walid sheet. The initial distribution of these rocks was much larger, extending over more than 5000 sq. km. (fig. 1).

The underlying rock unit on which this unusual formation has been developed is represented by Mazuzah Member of the Mizdah Formation Senonian (Campanian) in age. This is the most extensive rock unit in the region, composed of hard, crystalline, well-bedded limestones. They are conformably overlain by the Thala Member of the same formation (Santonian in age). The friable Thala sediments composed of loose marly limestone beds differ sharply from the underlying Mazuzah Member. These two mechanically contrastic members were the surroundings of creation of a new formation.

The Breccia Sheets Formation has an unusual compositon. This is a complex of highly disturbed, mostly brecciated rocks, originating from the Thala or younger sediments. Sometimes it represents a mass of chaotically disturbed and partly crushed tabular yellow marl and marly limestone of with blackish coated silicified limestone lenses, which are a well-expressed marker for the Thala Member sediments. Sometimes it is a highly disturbed and partly crushed tabular yellow marl and marly limestone of the Thala Member. Blocks of sediments may reach up to 10 m. Such feature resembles the allochthonous of the argille scagliose between Genova and Bologna in Italy, described by B. M. Page. 1963. In most cases these rocks are fractured into larger or smaller blocks usually of the dimensions 0.2—2 m. All these fragments are generally well-cemented by a fine-grained clayey material, giving the impression that these breccias were, at least partly, deposited in an aquatic environment. These breccias form sheets over Mazuzah limestone but no sharp boundary was

observed, suggesting that the process of brecciation had gradually involved the strata with friable interbeds of the Thala Member, which overlie the Mazuzah limestone (fig. 2). Some blocks of marl are more or less powdered, the others look like semi-rounded (fig. 3).

The thickness of the Breccia Sheets Formation is rather uniform, varying from 8—16 m. In the landscape this rock unit forms rounded hillocks and are easily identified. The breccias are covered locally by coarse gravel of old wadi terraces, composed of well-rounded limestone and chert pebbles, most frequently 2—5 m in thickness. The both deposits are at places covered by basalt flows which may also directly overlie the Breccia Sheets Formation.

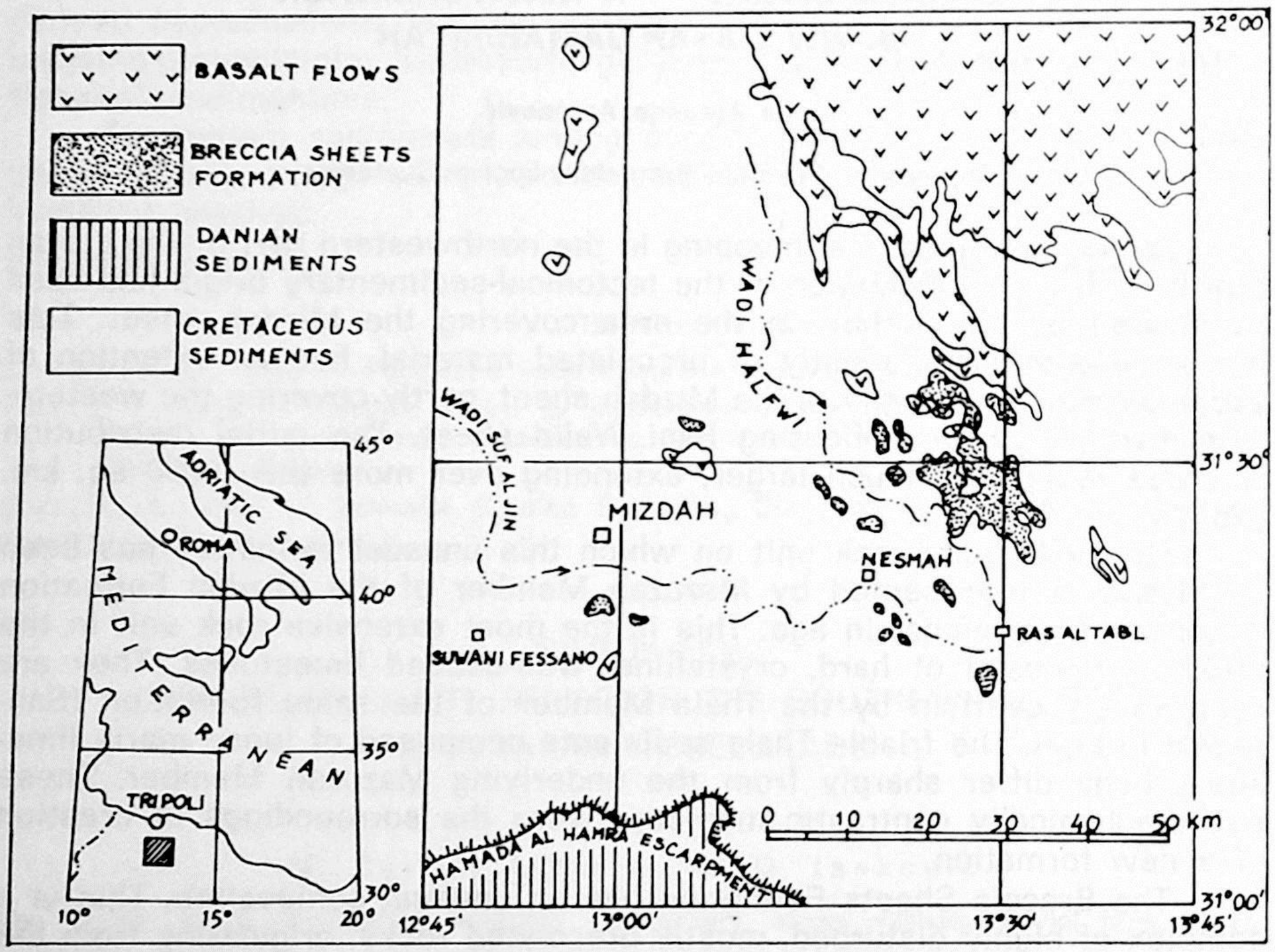


Fig. 1 — Location map and general geological map.

Sl. 1 — Karta položaja i pregledna geološka karta.

The age of the Breccia Sheets Formation is not clearly defined; it could span from the Eocene up to Pliocene, due to the fact that the area where these sheets were formed became dry land after the Had Limestone Member had been deposited, in the Danian Stage. In the same time, ranging from Eocene up to Pliocene, were extruded overlying basalt flows, according to the absolute age determination (S. Borsi and G. Ferara, of the University of Pisa, cited by G. Piccoli, 1971.

The origin of this formation is also not completely clear. It can be supposed that they represent the remnants of rock slumps during the



Fig. 2 — 1. Basalt flow, 2. Breccia Sheets Formation, 3. Mazuzah Limestone Member; Wadi Tafalgo, at 9 km north of Nesmah (looking westward).

Sl. 2 — 1. Bazaltni sliv, 2. Formacija brečastih pokrova, 3. Član Mazuza krečnjak; vadi Tafalgu, 9 km severno od Nesme (pogled ka zapadu).



Fig. 3 — Close view of Breccia Sheet Formation. At 15 km north of Ras al Tabl.

Sl. 3 — Izgled Formacije brečastih pokrova izbliza. Na 15 km severno od Ras al Tabla.

southwards retreat of the Hamada al Hamra Escarpment, cemented in an aquatic milieu, even some remaining isles of those show a field distinction of the brecciated sheets. It is more tenable to suppose that a highly heterogeneous complex of the friable and compact rocks, remaining on the surface after the erosion of the Had Limestone, was further disturbed and crumbled by the numerous earthquakes associated with corresponding tectonical activity.

The role of earthquakes in disturbing of separate beds has been mentioned by H. D a m b e r g e r, 1973. This author described the influence of earth tremors on the coal seams covered "by water and, in places, probably by a thin layer of unconsolidated material". The earth quake, probably accompanied by various forms of water waves, "affected the upper part of the seam especially severely".

It could be only added that the earth tremors which affected the Thala semi-consolidated beds, covered at least by seasonal swamps, were much more severe and more frequent.

In the overmentioned paper, P a g e concluded that large masses of the allochthonous a r g i l l e s c a g l i o s e and other weak sediments were moved laterally by gravitative sliding.

It is quite possible that gravitative slidings were initially started with earth tremors. The vast Mediterranean region from North Africa up to the Adriatic Sea coincides with the portion of African Plate moved and subducted toward the north. This region is up nowadays the scene of seismic and volcanic activity, as it was during the Middle and Late Tertiary epochs.

It could be expected the rests of similar formations to be discovered in other places in the Mediterranean region or further to the east.

Antonije Antonović

R e z i m e

BREČASTI POKROVI — NOVA FORMACIJA U SZ LIBIJSKOJ DŽAMAHIRIJI

Ključne reči: Tektonska formacija, eocen-kvartar.

Tokom izrade geološke karte SZ dela Libijske Džamahirije pisac je otkrio jednu novu formaciju tektonsko-sedimentnog porekla u oblasti koju zahvata list Mizda. Ova formacija izgrađena pretežno od brečastog materijala, zahvata oko 200 km², većinom na listu Mizda, pokrivajući delom krajnji zapadni deo susednog lista Bani Valid. Prvobitno protezanje ovih stena bilo je znatno veće, preko 5000 km² (sl. 1).

Stensku jedinicu podloge na kojoj je razvijena ova neobična formacija predstavlja Član Mazuza, Formacije Mizda, senonske (kampanske) starosti. Ovo je najrasprostranjenija stenska jedinica u ovom regionu, izgrađena od čvrstih, kristalastih, dobro uslojenih krečnjaka. Preko njih konkordantno leži Član Tala iz iste formacije (santonske starosti). Trošni sedimenti Tala koji se sastoje od slojeva inkompetentnih laporovitih krečnjaka

oštro se razlikuju od podnožnog Člana Mazuza. Ova dva mehanički kontrastna člana bila su pozornica stvaranja nove formacije.

Formacija brečastih pokrova ima neobičan sastav. To je kompleks jako poremećenih, pretežno brečiziranih stena koje potiču od Tala ili mlađih sedimenata. Ona ponekad predstavlja masu haotično poremećenih slojeva kristalastih krečnjaka (Mazuza) i laporovitih krečnjaka sa zacrnjenim silifikovanim krečnjakom u vidu sočiva, koji su dobro izražen marker za sedimente Člana Tala. Katkad su to jako poremećeni i delimično polomljeni pločasti žuti laporci i laporoviti krečnjaci Člana Tala. Blokovi sedimenata mogu dostići do 10 m. Ovakva slika podseća na alohtone a r g i l l e s c a g l i o s e između Đenove i Bolonje u Italiji, koje je opisao B. M. P a g e, 1963 g. U većini slučajeva ove stene su iskomadane u veće ili manje blokove veličine obično 0,2—2 m. Svi ovi komadi su uglavnom dobro cementovani finozrnom glinovitom materijom, stvarajući utisak da su ove breče bile bar delimično stvarane u vodenoj sredini. Ove breče čine pokrove preko krečnjaka Mazuza ali nije zapažena oštra granica, što ukazuje da je proces brečiziranja postupno zahvatao trošne proslojke Člana Tala, koji leže preko krečnjaka Mazuza (sl. 2). Neki blokovi laporca su manje-više pretvoreni u prašinu, dok drugi izgledaju kao poluzaobljeni (sl. 3).

Debljina Formacije brečastih pokrova je prilično ujednačena i varira od 8—16 m. U reljefu ova stenska jedinica formira zaobljena brdašca koja se lako prepoznaju. Breče su lokalno pokrivene krupnozrnim šljunkom starih vadi terasa, koji se sastoje od dobro zaobljenih valutaka krečnjaka i rožnaca, moćnosti najčešće 2—5 m. Ove obe naslage su mestimično pokrivene slivovima bazalta koji isto tako mogu da leže direktno preko Formacije brečastih pokrova.

Starost Formacije brečastih pokrova nije jasno određena; ona može da varira od eocena do pliocena, zbog činjenice da je oblast u kojoj su stvarani ovi pokrovi postala kopno posle taloženja Člana Had Krečnjaka u danskom katu. Istovremeno su se preko ovih breča izlivali bazalti, od eocena do pliocena, sudeći po određenoj apsolutnoj starosti (S. Borsi i G. Ferara iz Univerziteta u Pizi, citirao G. P i c c o l i, 1971 g.)

Postanak ove formacije isto tako nije potpuno jasan. Može se pretpostaviti da ona predstavlja ostatke skliznutih stenskih masa tokom pomeranja otseka Hamada al Hamra ka jugu, cementovanih u vodenoj sredini, mada se pojedina ostrva ovih masa terenski razlikuju od brečastih pokrova. Pre se može prihvatiti da je jako heterogeni kompleks trošnih i čvrstih stena, koji je zaostao posle erozije Had Krečnjaka, bio dalje poremećen i drobljen tokom mnogobrojnih zemljotresa vezanih za odgovarajuću tektonsku aktivnost.

Ulogu zemljotresa u poremećenju pojedinih slojeva pominje D a m b e r g e r, 1973 g. Ovaj autor je opisao uticaj zemljotresa na slojeve uglja pokrivenih »vodom i mestimično verovatno tankim slojem nevezanog materijala«. Zemljotres, verovatno praćen različitim oblicima vodenih talasa, »zahvatio je gornji deo sloja posebno jako«.

Ovde se jedino može dodati da su zemljotresi koji su zahvatili još nedovoljno konsolidovane Tala slojeve, pokrivene u najmanju ruku sezonskim barama, bili mnogo jači i češći.

U gorepomenutom članku, B. M. P a g e je zaključio da su prostrane mase alohtonog a r g i l l e s c a g l i o s e i drugi slabi sedimenti bili bočno pokretani gravitacionim klizanjem.

Sasvim je moguće da su gravitaciona klizanja prvobitno pokretana zemljotresima. Prostrani Mediteranski region od severne Afrike do Jadranskog mora poklapa se sa delom Afričke ploče koja je pokretana i podvlačena ka severu. Ovaj region je danas pozornica seizmičke i vulkanske aktivnosti, kao što je bio od srednjeg i mlađeg tercijara.

Može se očekivati da se ostaci sličnih formacija mogu otkriti na drugim mestima u Mediteranskom regionu ili dalje ka istoku.

Prihvaćeno 25. IX 1981. Recenzent Dušanka Vulović

LITERATURA

A n t o n o v i ć, A., 1976: Geologic map of Libya 1 : 250,000 with Explanatory booklet, sheet Mizdah NH-33-1, IRC, Tripoli.

D a m b e r g e r, H.: 1973: Physical properties of the Illinois Herrin (No. 6) coal before burrial, as inferred from earthquakeinduced disturbances. VIIe Congrès internation. de stratigraphie et de geologie du Carbonif., Krefeld, BDR.

P a g e, B. M., 1963: Gravity tectonics near Passo della Cisa, Northern Apennines, Italy. Geol. Soc. of America Bull., v. 74, p. 655—672.

P i c c o l i, G., 1971: Outlines of volcanism in Northern Tripolitania. Symposium on the geology of Libya, p. 323—331, Tripoli.

R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 193—198, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 193—198, 1981, Belgrade.

UDK 565.33. 551.781 (612)
Originalni naučni rad

NEW NONMARINE EOCENE OSTRACODES FROM NW LIBYA

by

Nadežda Krstić

Key words: Paleontology, ostracodes, saltwater, Eocene, Libya.

From Charophyta limestone are described two new ostracode species and the three more of open nomenclature.

During the geological mapping of the area in the west of Sirte gulf, organized by Industrial Research Centre of Libyan Arab Jamahiriyah and conducted by Geoinstitute, in some of the Tertiary limestones the fresh to salt water microfossils were found. There are **Charophytes, Ostracodes** and **Foraminiferes.** Most abundant are **Charophytes** represented by **Raskyella pecki meridionale** G r a m b a s t, **Maedleriella lavocati** G r a m b a s t and many others. Of foraminifers were found **Miliolidae** and **Discorbidae.** Ostracodes were represented by new specia and, may be, some new genera. Material was collected by the field team headed by N. M i j a l k o v i ć (1977). In order to isolate the carbonate microfossils, the compact limestone was treated by concentrated acetic acid and dehydrated copper sulfate (P. D o n z e, 1958, p. 12; T. N ö t z o l d, 1965; S. Ž o l n a j, 1979).

This article was printed with generous permition of the autorities of the Industrial Research Centre (IRC) of Libyan Arab Jamahiriyah.

Elpidium? libycum n. s p.

Pl. I, figs 1—4

Name: after the country where it was found.
Halotypus: complete female carapace; collection of IRC, Tripoli.
Paratypes: 24 female carapaces, 9 males and 26 juveniles; collection of IRC, Tripoli.
Stratum typicum: Eocene, the horizon *Raskyella pecki meridionale.*
Locus typicus: scarp south of Wadi an Nusayr; sample no. 2387-II-B-15/1.

Description: Low, very inflated species. Right valve slightly longer than the left. The dorsal margin of females short and horizontal, the anterior infra- to equicurvated, the ventral concave but sheltered by inflation of the valves, and the posterior entirely symmetrical to the anterior. Males longer, with a long and sinuated dorsal margin, gently oblique upper and large rounded lower part of the posterior margin. The surface nearly smooth

— slightly ribbed on the ventral field. Internal features were not examined, due to the closed valves.

Dimensions: holotype: l*-0,577, h-0,341, i-0,420; paratypes: females: l-0,551, h-0,308, i-0,347; l-0,577, h-0,347, i-0,398; males: l-0,692, h-0 360, i-0,436; l-0,659, h-0,347, i-0,391 mm (photographed speciments).

Other localities: In addition to the type locality, it was found in several (4) other localities: east (point no. 2387-III-A-11) and south-east of Wadi Zamzam (point no 2387-III-B-4), in Shu'hbat Umm al Birrim al Fatayim (point no 2487-III-C-39/1) and at scarp towards the Wadi Bayy Al Kabir (point no 2487-III-C-3/14).

Relationship: The lateral shapes of our males have some similarity with **Cytheridella.** But **E. libycum** has no median sulcus as **Cytheridella** and is much more inflated. All species od the genus **Cytheridella** are pitted, and if **E. lybicum** has the pitts at all (surface is partly eroded by the acetic acid) they should be very small. In the dorsal view **E. libycum** is very close to the species of the genus **Elpidium** (Danielopol, 1975; Colin et Danielopol, 1980), which is smooth as well. The species **E.? libycum** should belong to the **Afrocythere-Elpidium** group as proposed by Colin and Danielopol (1978, p. 566; 1980, p. 30).

Kovalevskiella? costata n. sp.

Pl. I, figs 5—11

Name: after ribbed carapace.

Holotypus: right female valve, collection of IRC, Tripoli.

Paratypes: 5 females, 2 males and 1 juvenile, all damaged except the juvenile, — collection of IRC, Tripoli.

Stratum typicum: Eocene, horizon *Raskyella pecki meridionale.*

Locus typicus: scarp in the source area of the wadi between Ard al Mar'ah and the Fezzan road, sample no. 2387-II-B-46/2.

Description: High, inflated species with median sulcus. The dorsal margin is short and inclined backwards, in posterior part sheltered by the inflation of posterodorsal filed; anterior margin infracurvated, ventral convex and posterior oblique. Males are much longer than the females and have posterior part of ventral margin horizontal. Surface is covered by strong longitudinal ribs bent in the anterior and posterior fields parallel to the valve margin; between the ribs there is a small trapezoidal or rhombodial fields (fossae), parted by the low muri. The lateral pores are rare.

Dimensions: holotype: l-0,590, h-0,372; paratypes: females: L: l-0,564, h-0,360; C: l-0,577, h-0,385, i-0,360; L male: l-0,609, h-0,334 mm. Photographed specimens from a locality south-east of Wadi Zamzam: female: l-0,538, h-0,321, i-0,334; male: l-0,666, h-0,353, i-0,372 mm.

Other three localities: south-east of Wadi Zamzam (point no. 2387--III-B-4), south of Wadi al Nusayr (point no. 2387-II-B-15/1), Shu'bat al Birrim al Fatayim (point no. 2487-III-C-39/1). In the first mentioned locality all specimens of this species have a knob on the centroventral inflation.

---

*) The abbreviations mean: l — length, h — height, i — inflation (swelling), L — left valve, R — right valve, C — complete carapace.

Relationship For this species even the determination of the subfamily, **Limnocytherinae,** is not certain. No one genus of this subfamily has such ornamentation and the shape. Some morphological (and ecological) similarity has with the genus **Nannokliella** of subfamily **Kliellinae** Schäfer (1945), a very small form living subterranean in Greece. In shape it has something common with **Lophocythere, Macrodentina** and **Klieana** from Jurassic-L. Cretaceous, or marine genus **Loxocythere** living in New Zealand.

Cypridopsis? sp.

Pl. I, figs 14—15

Because it was not possible to examine the internal chracters the determination of the genus is not certain. It could belong to the genus **Cyclocypris** also. **Cypridopsis? sp.** was found in the lowermost part of **Charophyta**-limestone in two localities: east of Wadi Zamzam (point no. 2387-III-A-11) and north-west of Wadi Masaid (point no. 2387-II-D-32).

Potamocypris? sp.

Pl. I, figs 12—13

Apperteinance of this species to the genus **Potamocypris** is more doubtful than the apperteinance of the previous species to the genus **Cypridopsis,** because it is badly preserved. It was found in two localities: near Wadi al Zaydan (point no. 2387-III-C-29) and ESE of Ard al Mar'ah near the Fezzan road (point no. 2387-II-D-32).

Cypridarum gen. inc. sp. div.

Pl. I, figs 16—18

There are several species similar in the shape (and belonging to the same unknown genus?) found in four localities: east (point no. 2387--III-A-11) and south-east of Wadi Zamzam (point no. 2387-III-B-4), south of Wadi al Nusayr (point no. 2387-II-B-15/1) and ESE of Ard al Mar'ah (point no. 2387-II-D-32).

Ecology

The forms described as **Elpidium, Cypridopsis, Potamocypris** and **Cypridarum** belongs to the freshwater fauna. Only the form here described as **Kovalevskiella** should belong to the salt water fauna, together with very rare foraminifers. The charophyts could tolerate salt water environment, but they primary are fresh water forms. So the milleu could be assigned as mio- to mesohalinicum (between 3 and 10‰ S).

Accepted 25. IX 1981. Recensed by Radmila Popović

REFERENCES

Carbonnel G. et Ritzkowski S.: 1969 — Ostracodes lacustres de l'Oligocène; Arch. sci., 22, 1, Genève.

Colin J.—P. and Danielopol D.: 1978 — New data on the systematics of the Limnocytheridae (Ostracoda, Crustacea) Géobios, 11, 4, Lyon.

Colin J.—P. et Danielopol D.: 1980 — Sur la morphologie, la systématique, la biogéographie et l'évolution des ostracodes Timiriaseviinae (Limnocytheridae); Paleobiologie Continentale, 11, 1, Montpellier.

Danielopol D.: 1965 — Nouvelles données sur les Ostracodes d'eau douce de Roumanie: *Cordocythere phraeticola* n. gen. n. sp., *Eucypris petkovskii* n. sp., *Limnocytherini* et *Metacyprini* nouvelles tribus de la sous-famille *Lymnocytherinae* Sars, 1925; Ann. limnol., 1, 3, Toulouse.

Danielopol D.: 1971 — Quelques remarques sur le peuplement Ostracodologique des eaux douces souterraines d'Europe; Bull. Centre. Rech. SNPA, 5 suppl., Pau.

Danielopol D.: 1975 — Remarques sur la diversification morfologique de trois nouvelles espèces *d'Elpidium* (Ostracoda) à Cuba; Bull. Amer. Paleont., 65, Ithaca — New York.

Donze P.: 1958 — Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la »fosse vocontienne«; Thèse Fac. sci. Univ. Lyon.

Klie W.: 1935 — Ostracoda aus dem Tropischem Westafrica; Arch. Hydrobiol., 28, Stuttgart.

Krstić N.: 1972 — Neue Ostracoden aus dem Obermiozän von Donja Mutnica (Paraćin, Serbien); Bull. sci. Youg., A, 17, 5—6, Zagreb.

Krumbiegel G.: 1962a — Ostracodenfunde aus der mitteleozänen Braunkohle des Geiseltales; Geologie, 2, Berlin.

Krumbiegel G.: 1962b — Ostracodenfunde im Tagebau Neumark — Süd (Geiseltal); ibid.

Mijalković N.: 1977 — Explanatory Booklet, sheet al Qadahiyah, Geological map of Libya 1 : 250.000; Industr. Research Centre, Tripoli.

Moor R.: 1961 — Tretaise on Invertebrate Paleontology, Part Q — Ostracoda; Geol. soc. America and Univ. Kansas Press, Kansas.

Morkhoven F.: 1963 — Post-Palaeozoic ostracoda; Elsevier publ. comp., Amsterdam—London—New York.

Nötzold T.: 1965 — Die Präparation von Gyrogoniten und kalkigen *Charophyten* — Oogonien aus festen Kalksteinen; Monatsber. Deutsch. Acad. Wiss., 7, 3, Berlin.

Pinto I. and Purper I.: 1970 — A neotype for *Elpidium bromelarium* Müller, 1880 (type species for the genus) and a revision of the genus *Elpidium* (Ostracoda); Publ. Escol. geol., 19, Porto Alegre.

Pinto I. and Sanguinetti Y.: 1962 — A complete revision of the genera *Bisulcocypris* and *Theriosynecum* (Ostracoda) with the world geographical distribution (including *Metacypris, Elpidium, Gomphocythere, Cytheridinella);* ibid, 4.

Purper I.: 1975 — *Cytheridella boldi* Purper sp. nov. (Ostracoda) from Venezuela and a revision of the genus *Cytheridella* Daday, 1905; An. Acad. brasil. ciênc., (1974), 46, 3/4, Brassilia.

Schäfer H.: 1945 — Grundwasser-Ostracoden aus Griechenland; Arch. Hydrobiol., 40, 4, Stuttgart.

Žolnaj S.: 1979 — Carbonate microfossil separation from hard limestone; Proc. VII internat. symp. ostracod., ed. Serb. geol. soc., Beograd.

Rezime

Nadežda Krstić

NOVI SLATKOVODNO-BRAKIČNI OSTRAKODI SZ LIBIJE

Ključne reči: Paleontologija, ostrakodi, bočatna voda, eocen, Libija.

Tokom rada Geoinstituta na geološkoj karti terena zapadno od zaliva Sirt — list Al Qaddagiyah, prikupljena je bogata mikrofauna. Deo proba, uzetih iz čvrstih krečnjaka sadržao je, pored čestih harofita, manji broj ostrakoda i nešto foraminifera. U članku je opisano najmanje 5 vrsta ostrakoda koji ukazuju na slatkovodnu do slatkovodno-brakičnu sredinu. Sistematski položaj svih pet vrsta je nesiguran. Vrste **Kovalevskiella? costata** n. s p. i **Cypridinarum** verovatno pripadaju novim rodovima. Starost je određena na osnovu girogonita **Raskyella pecki meridionale** G r a m b a s t i **Maedleriella lavocati** G r a m b a s t kao oversijan.

PLATE I TABLA

1— 4 *Elpidium libycum* n. sp.
1. female carapace, dorsal view, holotype; 2—4 paratypes: 2. female carapace from the left, 3. male carapace from the left, 3. male carapace, dorsal view.
The locality (point no. 2387-II-B-15/1) lies to the south of Wadi an Nusayr.

5—11 *Kovalevskiella? costata* n. sp.
5. female carapace, dorsal view, 6. female carapace from the left, paratype, 7. left female valve, outside, paratype, 8. right female valve, outside, holotype, 9. left male valve, outside, paratype, 10. male carapace from the right, 11. the same, dorsal view.
5, 10, 11. The locality SE of Wadi Zamzam (point no. 2387-III-B-4); 6—9. locality to the south of Wadi an Nusayr (point no. 2387-II-B-46/2).

12—13 *Potamocypris? sp.*
12. female? carapace in dorsal view, 13. the same, from the left.
Locality ESE of Ard al Mar'ah, near Fezzan road (point no. 2387-II-D-32).

14—15 *Cypridopsis? sp.*
14. female? carapace from the left, 15. the same in dorsal view.
Locality to the east of Wadi Zamzam (point no. 2387-III-A-11).

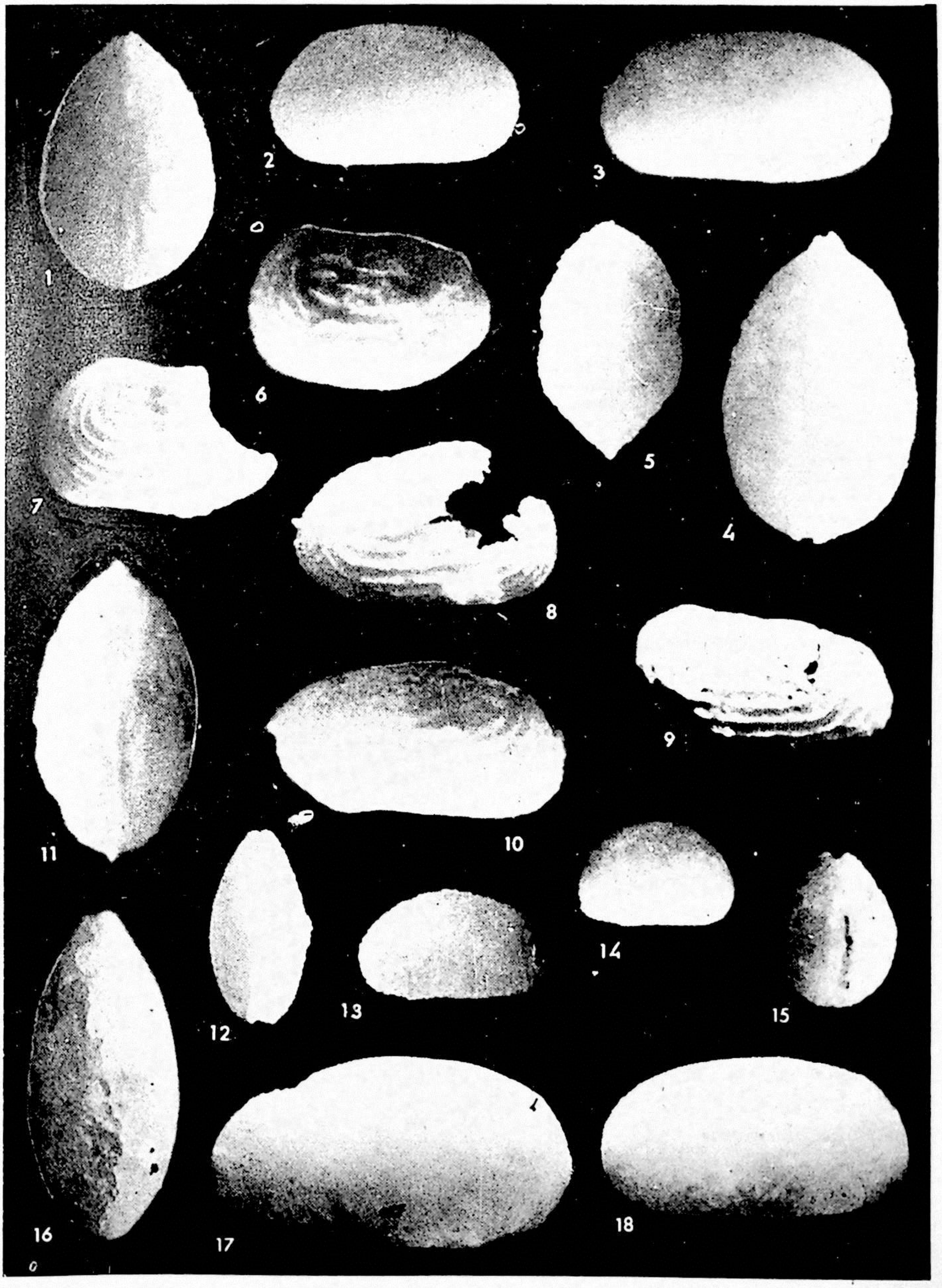
16—18 *Cypridarum gen. inc. sp.*
16. female? carapace, dorsal view, 17. female? carapace from the left, 18. juvenile carapace from the left.
Locality east of Wadi Zamzam (point no. 2387-III-A-11).

Magnification cca 60 x.

Photo: Đ. Cekić

PLATE I TABLA

N. Krstić: New nonmarine Eocene ostracodes from NW Libya
N. Krstić: Novi slatkovodno-brakični ostrakodi SZ Libije



R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 199—204, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 199—204, 1981, Belgrade.

UDK 56 : 551.736 (439.1)
Originalni naučni rad

EINIGE NEUE OSTRACODEN-ARTEN AUS DEM OBERPERM DES BÜKK-GEBIRGES (NORDUNGARN)

Heinz Kozur

Key words: Paleontology, ostracodes, Permian, Hungary.

Summary: A new subfamily, 3 new genera, and 4 new species and subspecies of Upper Permian ostracodes from the Bükk Mountains (northern Hungary) are described.
Zusammenfassung: Eine neue Unterfamilie, 3 neue Gattungen und 4 neue Arten und Unterarten von oberpermischen Ostracoden aus dem Bükk-Gebirge (Nordungarn) werden beschrieben.

Im Bükk-Gebirge wurde die bisher artenreichste oberpermische Ostracodenfauna der Welt nachgewiesen. Sie enthält mehr als 80 Arten, darunter zahlreiche neue Taxa, von denen nachfolgend einige beschrieben werden.

Oberordnung Podocopamorphes K o z u r, 1972
Ordnung Beyrichiida P o k o r n y, 1953
Unterordnung Nodellocopina B e c k e r, 1968, emend

Bemerkungen: Die **Nodellocopina** B e c k e r, 1968 emend. Werden hier im Sinne der **Binodocopina** S c h a l l r e u t e r, 1972, aber einschließlich der Gattung **Nodella** Z a s p e l o v a, 1952 verwendet. Begründung siehe unter **Neoulrichia** n. g e n.

Oberfamilie Drepanellacea U l r i c h & B a s s l e r, 1923
Familie Bolliidae B o u č e k, 1936
Unterfamilie Neoulrichiinae n o v. s u b f a m.

Diagnose: Kleine halbkreisförmige, subtriangulare oder triangulare Ostracoden mit langem geradem Dorsalrand, der deutliche Dorsalecken aufweist. Vorderende höher als das zugespitzte oder unten abgeschrägte Hinterende. Ventralrand konvex.

Seitliche Schalenoberfläche granuliert bis kräftig retikuliert. Am Dorsalrand liegen zwei unterschiedlich weit getrennte kräftige Knoten, die nicht lobusartig verlängert und nicht durch einen Ventrallobus verbunden

Anschrift: Dr. sc. H. Kozur, Hungarian Geological Institute, Népstadion út 14, H-1143 Budapest (Hungary).

sind. Entlang des freien Randes befindet sich eine meist flache, schmale, glatte Randleiste. Verkalkte Innenlamelle fehlt oder ist nur durch eine randliche Verdickung entlang des freien Randes angedeutet.

Sexualdimorphismus bei den stratigraphisch jüngsten Formen deutlich.

Vorkommen: Mittleres Ordovizium — Oberperm.

Zugewiesene Gattungen:

Ulrichia J o n es, 1890 Mittleres Ordovizium — Oberdevon
Tetrastorthynx K e s l i n g, 1953 Mitteldevon
? Tmelolophus K e s l i n g, 1953 Mitteldevon
Solleikope B e c k e r, 1978 höheres Westfal (oberes Mittelkarbon)
Neoulrichia n. gen. Oberperm

Bemerkungen und Beziehungen: Die Bollinae B o u č e k, 1936 besitzen lange Loben, die ventral verbunden sind oder wenig hervortretende Knoten und Loben. Sie sind offensichtlich eine polyphyletische Gruppe.

Die Neoulrichiinae n, subfam. haben sich vom Mittleren Ordovizium bis zum Oberperm morphologisch nur wenig geändert. Lediglich der bei den oberpermischen Formen zu beobachtende Sexualdimorphismus, ist ein wesentliches neues Merkmal.

Gattung **Neoulrichia** n. gen.

Typusart: **Neoulrichia pulchra** n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Nach der morphologischen Ähnlichkeit mit der viel älteren Gattung **Ulrichia** J o n e s, 1890.

Diagnose: Kleine, schwach gewölbte, im Seitenumriß subtriangulare bis fast halbkreisförmige Ostracoden. Dorsalrand lang, gerade, mit scharfen Dorsalecken. Ventralrand konvex. Am Dorsalrand liegen am Ende des vorderen und am Beginn des hinteren Schalendrittels zwei weit getrennte, hohe Knoten. Schalenoberfläche kräftig und grob retikuliert. Auf den Knoten ist die Retikulation feiner. Der freie Rand kann fein bestachelt sein.

Schloß adont. Verkalkte Innenlamelle durch sehr schwach verdickte Zone entlang des freien Randes angedeutet.

Sexualdimorphismus deutlich (modifizierter lobater Dimorphismus). Er wird vor allem durch die unterschiedliche Größe des vorderen Knotens angezeigt.

Vorkommen: Oberperm. Oberste Bank im Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (Bükk-Gebirge) und obere Bellerophonschichten der Südalpen.

Bemerkungen und Beziehungen: Es besteht auffällige Ähnlichkeit mit **Ulrichia** J o n e s, 1890 aus dem Ordovizium bis Oberdevon. Die Knoten liegen jedoch bei dieser Gattung viel näher beieinander und die Randrippe ist recht kräftig ausgebildet.

Solleikope B e c k e r, 1978 aus dem oberen Westfal stimmt in der Ausbildung der Randstruktur bereits völlig mit der neuen Gattung überein. Die beiden dorsalen Knoten sind jedoch viel größer und liegen sehr eng beieinander. Die Schalenoberfläche ist granuliert.

Tetrastorthynx K e s l i n g, 1953 aus dem Mitteldevon hat einen triangularen Seitenumriß mit zugespitztem Hinterende. Die Schalenoberfläche ist granuliert.

Die Drepanellacea U l r i c h & B a s s l e r, 1923 zeigen mit Ausnahme der Gattung **Nodella** Z a s p e l o v a, 1952 keinerlei Sexualdimorphismus. Das ist der Grund, weshalb sie trotz sonstiger guter Übereinstimmung mit den Beyrichiida z. T. zu den Kirkbyocona gestellt werden (G r ü n d e l, 1969). Mit **Nodella** Z a s p e l o v a, 1952 existiert jedoch ein ansonsten typischer Vertreter der Drepanellacea, dessen Sexualdimorphismus man als rudimentären velaten Dimorphismus ansehen kann. Das zeigt die enge Verwandtschaft der Drepanellacea (und damit der Binodicopina) zu den anderen Beyrichiida an. In diesem Zusammenhang ist der Dimorphismus bei **Neoulrichia** n. gen. hochinteressant. Formen mit gleich großen Knoten und solche, bei denen der vordere Knoten wesentlich größer als der hintere ist (z. T. doppelt so groß) kommen stets zusammen vor, Es handelt sich dabei um einen modifizierten lobaten Dimorphismus, da die dorsalen Knoten von **Neoulrichia** n. gen. reduzierte Loben sind. Die Randstacheln scheinen bei Formen mit großem vorderem Knoten im allgemeinen wesentlich deutlicher zu sein als bei Formen mit gleich großen Knoten, wo sie auch ganz fehlen können. Hier könnten sogar Anklänge an einen velaten Dimorphismus auftreten, doch muß noch untersucht werden, ob erhaltungsbedingte Unterschiede ausgeschlossen werden können.

Der lobate Dimorphismus bei **Neoulrichia** n. gen. spricht sehr für die Zugehörigkeit der Neoulrichiinae n. subfam, und damit der Drepanellacea U l r i c h & B a s s l e r zu den Beyrichiida P o k o r n y. Außerdem legt dieser Befund nahe, die Binodicopina S c h a l l r e u t e r, 1972 und die Nodellocopina B e c k e r, 1968 in einer Unterordnung zusammenzufassen, weil man sonst auch für **Neoulrichia** n. gen. eine eigene Unterordnung schaffen müßte.

Neoulrichia pulchra n. g e n. n. s p.

Taf. 1, Fig. 1

1981 **Drepanellacea** (?) — P a s i n i, Taf. 1, Fig. 2, 3

Holotypus: Das Exemplar af Taf 1, Fig. 1; Slgs.-Nr. Ko 1980/84.

Locus typicus: Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V.

Stratum typicum: Probe NvV1/7/1980. Oberste aufgeschlossene Bank. Basales Dzhulfian.

Material: Mehr als 100 Klappen.

Diagnose, Vorkommen und Beziehungen: Wie für die Gattung.

Maße: l = 385—407 µm, h = 215—264 µm, l/h = 1,52—1,80

Ordnung Podocopida S a r s, 1866
Unterordnung Cytherocopina G r ü n d e l, 1967
Oberfamilie Bythocytheracea S a r s, 1926
Familie Bythocytheridae S a r s, 1926
Unterfamilie Bythocytherinae S a r s, 1926
Gattung Parabythocythere n. g e n.

Typusart: **Parabythocythere permica** n. g e n. n. s p.

Derivatio nominis: Nach der morphologischen Ähnlichkeit mit der Gattung **Bythocythere** S a r s, 1866.

Diagnose: G. kräftig und ziemlich gleichmäßig gewölbt. Seitenumriß subrectangular mit breit gerundetem Vorderende und gleich hohem his etwas höherem, steil bis mäßig steil abgeschrägtem Hinterende, das einen kurzen Kaudalfortasatz wenig unterhalb des Dorsalrandes besitzt. Dorsalrand lang, gerade. Ventrale Umrißlinie schwach konkav bis gerade. Schalenoberfläche im ventralen Teil und vorn oftmals retikuliert. Auf der Ventralfläche und auf ventralen Teilen der Seitenfläche sind schwache Längsrippen vorhanden. Am hinteren Schalenabfall kann ein Knoten auftreten, der ebenfalls schwach längsberippt ist.

Schloß adont. Verkalkte Innenlamelle schmal bis mäßig breit, mit deutlichem Vestibulum.

Vorkommen: Oberperm des Bükk-Gebirges und Bellerophonschichten der Südalpen.

Zugewiesene Arten: **Parabythocythere permica** n. gen. n. sp. **Parabythocythere** n. sp. A.

Bemerkungen und Beziehungen: **Bythocythere** Sars, 1866 ist im Umriß ähnlich, besitzt aber ein lophodontes Schloß.

Triassocythere Gründel & Kozur, 1973 weicht in der Ausbildung des Hinterrandes ab und besitz wie alle Pseudocytheridae eine sehr breite verkalkte Innenlamelle sowie eine völlig glatte Schalenoberfläche.

Parabythocythere permica permica n. gen. n. sp.

Taf. 1, Fig. 3

Derivatio nominis: Nach dem Vorkommen im Perm

Holotypus: Das Exemplar auf Taf. 1, Fig. 3; Slgs.-Nr. Ko 1980/I-3

Locus typicus: Mihalovits-Steinbruch bei Nagyvisnyó (Nord-Bükk)

Stratum typicum: Probe Bükk 27/1977 (siehe Kozur, in Vorbereitung). Steinbruchmitte. Abadehian (unteres Oberperm).

Material: 12 Klappen.

Diagnose: Mit den Gattungsmerkmalen. Vorderrand unten abgeshrägt. Hinterrand sehr steil abfallend. Größte Höhe niemals nahe dem Hinterrand. Hinterer Schalenabfall zur flachen Randzone sehr steil, aber niemals mit Knoten an seinem Beginn. Schalenoberfläche höchstens ventral schwach retikuliert, ventrale Längsrippen aber deutlich.

Maße l = 370—466 µm, h = 184—228 µm, l/h = 1,9—2,25

Vorkommen: Mihalovits-Steinbruch bei Nagyvisnyó. Abadehian.

Bemerkungen und Beziehungen: Die sonst übereinstimmende **Parabythocythere** n. sp A (Beschreibung erfolgt an anderer Stelle) besitzt einen Knoten am Beginn des hinteren Schalenabfalls.

Parabythocythere permica postera n. sub. sp.

Taf. 1, Fig. 2, 4

Derivatio nominis: Nach der stratigraphischen Abfolge der beiden Unterarten.

Holotypus: Das Exemplar auf Taf. 1, Fig. 2, Slgs.-Nr Ko 1980/I-31

Locus typicus: Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (B a l o g h, 1964)

Stratum typicum: Probe NvV 1/6/1980. Oberste aufgeschlossene Bank. Basales Dzhulfian.

Material: Mehr als 100 Klappen.

Diagnose: Mit den Gattungs- und Artmerkmalen. Vorderrand symmetrisch gerundet; anterodorsale Ecke etwas weiter hinten gelegen als bei **P. permica permica.** Größte Höhe der Schale meist unmittelbar vor dem mäßig steil abgeschrägten Hinterende. Hinterer Schalenabfall mäßig steil. Schalenoberfläche ventral und vorn schwach retikuliert, manchmal auch nur grubig.

Maße: l = 396—480 µm, h = 194—240 µm, l/h = 1,8—2,19.

Vorkommen: Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (Bükk-Gebirge) und obere Bellerophonschichten der Südalpen. Dzhulfian.

Bemerkungen und Beziehungen: Die unterscheidenden Merkmale zu **P. permica permica** n. gen. n. sp. sind in der Diagnose aufgeführt.

Gattung **Fueloepicythere** n. gen.

Typusart: **Fueloepicythere pulchra** n. gen. n. sp.

Derivatio nominis: Zu Ehren von Prof. Dr. J. F ü l ö p, Budapest, in Dankbarkeit für die großzügige Unterstützung der Arbeit.

Diagnose: Seitenumriß rectangular. Ventrale Umrißlinie annähernd gerade. Hinterrand gleich hoch oder etwas höher als der gerundete Vorderrand, wenig bis mäßig abgeschrägt, mit kurzem Kaudalfortsatz in Verlängerung des Dorsalrandes oder geringfügig darunter. Posterodorsal und posteroventral mit je einem großen, säulenförmig hohen, grob retikulierten Knoten. Kleiner Augenknoten vorhanden. Ventrolateraler Bereich mit zarten retikulierten Längsrippen. Übrige Schalen oberfläche glatt bis schwach grubig.

Schloß adont. Verkalkte Innenlamelle vorn breit, sonst mäßig breit bis schmal. Vestibulum deutlich.

Vorkommen: Bisher nur vom Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (basales Dzhulfian) bekannt.

Zugewiesene Art: **Fueloepicythere pulchra** n. gen. n. sp.

Bemerkungen und Beziehungen: Ähnliche Bythocytherinae-Gattungen sind bisher nicht bekannt. Vermutlich repräsentiert **Fueloepicythere** n. gen. einen selbständigen Tribus innerhalb der Bythocytherinae. Weitere Beobachtungen müssen die taxonomische Wertigkeit der großen säulenförmigen Knoten klären.

Fueloepicythere pulchra n. gen. n. sp.

Taf. 1, Fig. 5—7

Derivatio nominis: Pulcher (lat.) = schön

Holotypus: Das Exemplar auf Taf. 1, Fig. 6; Slgs.-Nr. Ko 1980/I-6.

Locus typicus: Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (B a l o g h, 1964)

Stratum typicum: Probe Bükk 30/1977 (1,30 m über der Basis der knolligen Kalke). Basales Dzhulfian.

Material: 26 Exemplare.
Diagnose, Vorkommen und Beziehungen: Wie für die Gattung.
Maße: l = 407—429 µm, h = 220—242 µm, l/h = 1,69—2,1.

Primljeno 16. II 1982. Recenzent dr Nadežda Krstić

LITERATURVERZEICHNIS

Balogh, K.: Die geologischen Bildungen des Bükk-Gebirges. — Jahrb. ungar. geol. Anst., 48 (2), S. 245—719, Budapest 1964.

Becker, G.: Zur Morphologie und Systematik der *Palaeocopida* — Gattungen *Nodella* Zaspelova und *Aechminella* Harlton. — Senckenbergiana lethaea, 49 (5/6), S. 547—563, Frankfurt a. M. 1968.

Gründel, J.: Neue taxonomische Einheiten der Unterklasse *Ostracoda (Crustacea)*. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. 1969 (6), S. 353—361, Stuttgart 1969.

Gründel, J. & Kozur, H.: Zur Taxonomie der *Bythocytheridae* und *Tricorninidae (Podocopina, Ostracoda)*. — Monatsber. deutsch. Akad. Wiss. Berlin, 13 (10/12), S. 907—937, Berlin 1971 (1972).

Kozur, H.: Einige Bemerkungen zur Systematik der *Ostracoden* und Beschreibung neuer *Platycopida* aus der Trias Ungarns und der Slowakei. — Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, 2, S. 1—27, Innsbruck 1972.

Kozur, H.: Ostracoden aus dem höheren Perm des Bükk-Gebirges. — (In Vorbereitung).

Pasini, M.: Nota preliminare su una fauna ad ostracodi dei livelli superiore della formazione a Bellerophon delle Dolomiti. — Riv. Ital. Paleont., 87 (1), S. 1—22, Luglio 1981.

Schallreuter, R.: *Drepanellacea (Ostracoda, Beyrichiocopida)* aus mittelordovizischen Backsteinkalkgeschieben. IV. *Laterophores hystrix* sp. n., *Pedomphalella germanica* sp. n. und *Easchmidtella fragosa* (Neckaja). — Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss., A, Geol. Paläont., 17 (1), S. 139—145, Berlin 1972.

Rezime

NEKE NOVE VRSTE OSTRAKODA IZ GORNJEG PERMA BUK PLANINE (S. MAĐARSKA)

od

Hajnc Kocura

Opisani su jedna nova subfamilija, 3 nova roda i 4 nove vrste, odnosno podvrste gornje permskih ostrakoda iz Buk planine (severna Mađarska).

TAFEL I TABLA

Bemerkungen: Die Lage der Lokalitäten ist aus Balogh, 1964 zu entnehmen.

Fig. 1: *Neoulrichia pulchra* n. gen. n. sp., Holotypus, RK, Einsenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (nördliches Bükk-Gebirge), Probe NvV 1/7/1980 (oberste aufgeschlossene Bank, ca. 5 m über der Basis der knolligen Kalke), basales Dzhulfian, Slgs.-Nr. Ko 1980/I-84, V = 200 x

Fig. 2, 4: *Parabythocythere permica postera* n. sub. sp., Eisenbahneinschnitt Nagyvisnyó V (nördliches Bükk-Gebirge), basales Dzhulfian; Fig. 2: Holotypus, RK, Probe NvV 1/6/1980 (oberste aufgeschlossene Bank, ca. 5 m über der Basis der knolligen Kalke), Slgs.-Nr. Ko 1980/I-31, V = 150 x; Fig. 4: LK, Probe Bükk 30/1977 (1,30 m über der Basis der knolligen Kalke), Slgs.-Nr. Ko 1980/I-10, V = 150 x

Fig. 3: *Parabythocythere permica permica* n. gen. n. sp., Holotypus, LK, Mihalovits-Steinbruch bei Nagyvisnyó (nördliches Bükk-Gebirge), Probe Bükk 27/1977 (mittlerer Teil des Aufschlusses, vgl. Kozur, in Vorbereitung), Abadehian (unteres Oberperm), Slgs.-Nr. Ko 1980/I-3, V = 150 x

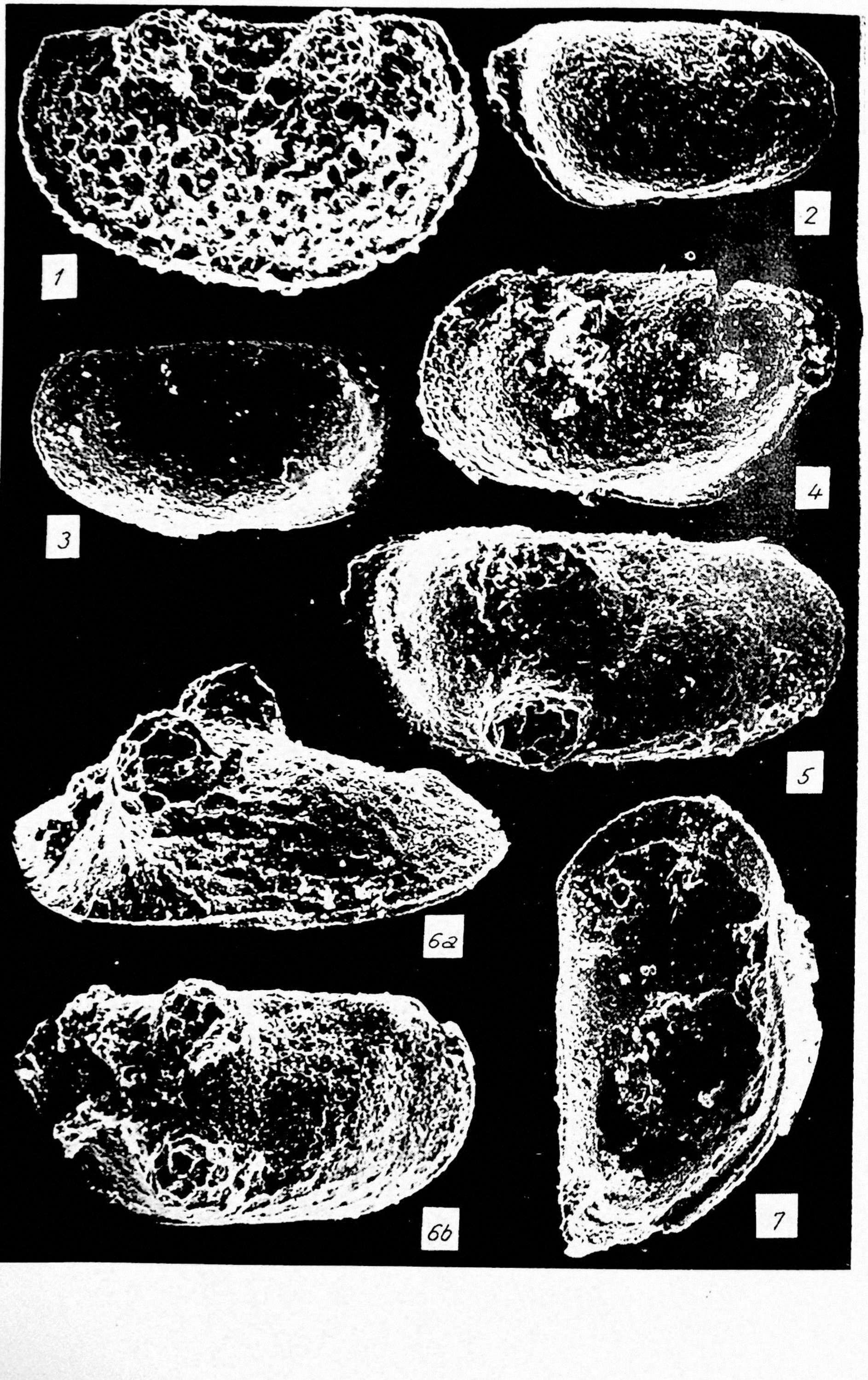
Fig. 5—7: *Fueloepicythere pulchra* n. gen. n. sp., Eisenbahnaufschluß Nagyvisnyó V (nördliches Bükk-Gebirge), Probe Bükk 30/1977 (1,30 m über der Basis der knolligen Kalke), basales Dzhulfian; Fig. 5, 7: Paratypen, Slgs-Nr. Ko 1980/I-7, V = 180 x, Fig. 5: RK, Seitenansicht, Fig. 7: LK von innen; Fig. 6: Holotypus, RK, Slgs.-Nr. Ko 1980/I-6, a) Ansicht schräg von unten, V = 200 x, b) Seitenansicht, V = 180 x

→

ТАБЛА I PLATE

H. Kozur: Einige neue Ostracoden-Arten aus dem Oberperm des Bükk-Gebirges (Nord Ungarn)

H. Kocur: Neke nove vrste ostrakoda iz gornjeg perma Buk planine (S. Madarska)



R A D O V I Geoinstituta, knjiga 15., str. 205—207, god. 1981., Beograd.
P R O C E E D I N G S of Geoinstitute, vol. 15, pp. 205—207, 1981, Belgrade.

Slobodan Vukašinović

UDK 048.07

OSVRT NA PUBLICISTIČKU PROBLEMATIKU U GEOLOŠKIM NAUKAMA U NAS

Ključne reči: kritika, literatura.

Postojeće stanje u objavljivanju radova iz geoloških nauka u nas nije zadovoljavajuće sa različitih aspekata, pa zahteva ozbiljnu raspravu i intervenciju, kako ne bi smo u potpunosti sišli sa koloseka istinske nauke. Iz diskusija sa kolegama o ovoj problematici proizilazi da se u osnovi nalaze dva problema: nekorektan odnos nekih autora prema drugim i opšta »poplava« u broju objavljenih radova.

Prvi problem ogleda se u nastojanjima obezvređivanja radova drugih autora, bilo kroz grubu javnu polemiku bilo prećutkivanjem-nenavođenjem rezultata prethodnih istraživanja, relevantnih u dotičnoj problematici. U pitanju je dakle nekorektan odnos, što prema važećim normama u nauci i prema tradiciji nije vrlina istinskih stvaralaca. Neakademska kritika shvatanja drugih autora naročito je izražena u raspravama za ili protiv GEOSINKLINALNE TEORIJE odnosno TEKTONIKE PLOČA, FIKSISTIČKOG ili MOBILISTIČKOG pogleda na tektonsku evoluciju Zemlje, u čemu se prvenstveno pojedini profesori Univerziteta ne ponašaju saglasno svojoj funkciji. U želji da istaknu sebe ne biraju reči da obezvrede druge, što je za posebnu osudu, jer za to koriste društvena sredstva, novac namenjen izdavanju naučnih dela koja nemaju karakter rasprava već sinteza rezultata određenih istraživanja. I kada bi kritički raspoloženi autori zaista imali čvrste naučne činjenice u prilog svojih postavki, ne bi imali pravo na nedolično ponašanje u obračunu sa autorima drugačijih shvatanja, od kojih je neke nesumnjivo zahvatilo pomodarstvo, »iznalaze« okeane i ploče litosfere na po veličini neadekvatnim prostorima. (Za pokretanje eventualno postojećeg »mehanizma ploča« i ostvarenje odgovarajućih efekata bilo bi svakako potrebno da te ploče prevazilaze određene razmere). Neosporno je da tako pouzdanih i dovoljnih činjenica nema, da se o dotičnoj problematici u svetu na široko diskutuje, a verovatno će o tektonskom razvitku Zemlje i buduće generacije pomno raspravljati, trudeći se da prevashodno reše probleme u geologiji nacionalnih teritorija, kojih će svakako biti i tada.

Saglasno navedenom ponašanju u našoj geološkoj delatnosti došlo je do stvaranja klanova ne samo po shvatanjima već i do grupašenja po završenim školama (Prirodno-matematički ili Tehnički fakultet), zatim do privatizacije pojedinih časopisa, prigrabljivanja sredstava namenjenih izdavanju naučnih dela — knjiga, monografija i dr. Jer, kako inače objasniti da se pod

firmom naučnih dela izdaju i takva sa polemičnim tonovima najnižeg nivoa? Nažalost, u nezdrave odnose uvlače se i eminentni naučnici poodmaklih godina, zloupotrebljava se njihov autoritet, koji u žalu za onim što prolazi radije vide dobro u starom. Svakako da ovo može da obeshrabri naročito mlađe kadrove koji nastoje u »dobro staro« uneti »dobro novo«. O ovome bi prvenstveno morali da vode računa profesori Univerziteta, kao pedagoški radnici, koji imaju najveću odgovornost i obavezu u podizanju naučnog podmlatka.

U našoj geološkoj literaturi rado se u radovima navode i ističu geolozi koji su istraživali u davnoj prošlosti. To je dobro. Ali, savremenici se najčešće zaboravljaju. Uvažavaju se pretežno onda ako dotičnim autorima koncepciski odgovaraju. Za potkrepljenje svojih pogleda neki istraživači se proizvoljno pozivaju na druge metode (npr. geofizičke), mada je izvesno da njihove rezultate u suštini nisu konsultovali, uglavnom zbog nepoznavanja osnova dotične metode. Nedostatak skromnosti nekih autora se ogleda kroz činjenicu da sami sebe u svojim radovima svrstavaju — navode među najznačajnije istraživače u rešavanju određene problematike.

Poslednjih godina karakteristična je i hiperprodukcija objavljenih radova, u domaćim časopisima, tematskim simpozijuma i kongresima. Vlada opšte uverenje da od tih radova samo malobrojni zaslužuju epitet naučnih publikacija, a da mnogi nemaju ni zavidan stručni nivo. Dakle, nije u pitanju subjektivno devalviranje tuđeg rada, već ukazivanje na negativnu pojavu koja je po mnogima prisutna. Evidentna je masovna pojava da se u radovima deskriptivno tretira ova ili ona analiza materijala sa terena ili geološki sastav nekog lokaliteta, a da primenjena metodologija i dobijeni rezultati ne predstavljaju ni naučni ni stručni doprinos osvetljavanju odgovarajuće problematike. Prirodna je želja što mi svi, posebno mlađe kolege, težimo afirmaciji, sticanju većih zvanja a tako i objavljivanju radova, kao jednom od bitnih uslova za napredovanje. Pisac ovih redova ne isključuje mogućnost da je i sam potpadao pod uticaj ove pojave, mada je relativno veća publicistička aktivnost proistekla iz osećanja obaveze da se i drugi upoznaju sa rezultatima ispitivanja prostranih područja, čiji faktografski podaci (aeromagnetske karte) bar jednim manjim delom mogu ostalim istraživačima pružiti relevantne elemente u njihovim proučavanjima. Svakako, u objavljivanju radova mora bit određene mere, kriterijuma, kako od autora tako isto i od recenzenata — redakcija, a posebno od onih koji vrednuju objavljene radove kao uslov za sticanje odgovarajućih stručnih i naučnih zvanja, ne povodeći se za brojem radova (najčešće isključivo po tome), već njihovom sadržinom.

Nedavno se počelo i sa objavljivanjem knjiga u kojima se isključivo prikazuju pojedine krupne geostrukturne jedinice po republičkim teritorijama, koje ne donose ništa novo; u pitanju su ranije objavljeni tekstovi saobraženi administrativnim granicama. Za autore je bitno da su štampanjem knjige zadovoljili svoju sujetu i dobili honorare, a što se time umanjuju sredstva za istinska naučna dela, to za njih nije od značaja.

Postojeće nezdravo stanje u publicističkoj problematici u geološkim naukama moglo bi se prevazići kada bi recenzentski odbori naučnih fondova, knjiga — časopisa, kongresa i simpozijuma odgovorno obavljali svoju funkciju, dosledno tražili ispunjenje određenih kriterijuma da bi radovi mo-

gli biti štampani ili objavljeni na naučno-stručnim skupovima. Naravno da bi objektivna selekcija radova dovela do korektnog ponašanja među autorima, racionalizacije trošenja društvenih sredstava i obustave hiperprodukcije radova koji nemaju odgovarajući nivo. Verodostojni izbor radova uslovio bi i smanjenje ne malog broja simpozijuma, na kojima se najčešće dosta potroši a malo sazna u naučno-stručnom pogledu.

Prihvaćeno 25. IX 1981.

Summary

COMMENTS ON SOME PROBLEMS RELATED TO PUBLICATIONS OF GEOLOGICAL PAPERS

by Slobodan Vukašinović

Key words: kriticism, literature.

The problems in some of papers in Yugoslav geological publications are mainly of two kinds. One is sometimes the incorrect attitude of some authors towards the other authors, such as the intentional omission of the results of previous investigations in some papers. The other problem represents the hyperproduction and by far too extensive number of papers treating some limited topic or field of research.