

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	61	I	311-324	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	---------	---

УДК 552.321.3(497.11-15)

Оригинални научни рад

МИНЕРАЛОГИЈА, ПЕТРОЛОГИЈА, ГЕОХЕМИЈА
MINÉRALOGIE, PÉTROLOGIE, GÉOCHIMIE

**ГРАНОДИОРИТИ СТРАЖАНИЦЕ НА ЗАПАДНИМ
ПАДИНАМА ЦЕРА (ЗАПАДНА СРБИЈА)**

од

Вере Кнежевић*, Владице Цветковића* и Кристине Ресимић*

Гранодиоритски интрузив Стражанице лоциран је на самом западном делу церског платинског масива. Стена је светлосива и хомогена, изграђена од кварца, плагиокласа, биотита и микроклина као битних састојака и акцесорија: циркона, оргита, апатита, врло мало мусковита, епидота и сфена. Стражанички гранодиорит, миоцenske старости, води порекло од I-магми контаминираних корним материјалом. Образован је смештањем магми вулканских лукова у пре- до пост -колизивним геотектонским условима. После интрузије олигоценских гранитоида Борање, Цера и Богатића, наступила је фаза мировања, након које је јако резагревање, пре око 20 м.г., индукувало мобилизацију и парцијално до веома интензивно стапање раније формираних гранитоидних маса. Делимично стопљен и мобилизиран кварцмонзонитско-гранодиоритски плутон Цера дијагностички се издиже, и као маса ниског термичког капацитета даје типичну реоморфну интрузију. Растопи формиран, или јачим стапањем рестита, или дубљих делова интрузије Богатића, мобилишу се и утискују по активаном разлому Велики Мајдан-Богатић дајући леукогранодиорите Стражанице.

Кључне речи: гранодиорит, Стражаница, рејувенација биотита, вулкански лук, асимилација, радиометријска старост.

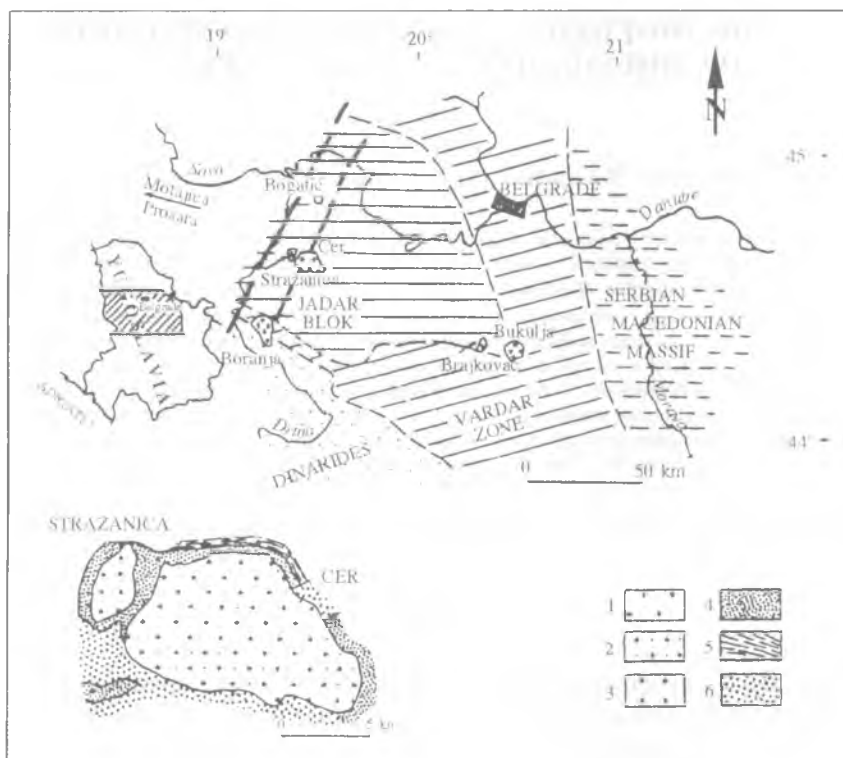
УВОД

Гранитоидни масив планине Цер (западна Србија), који се простире на око 20 km (сл. 1), петролошки је веома хетероген. Интрузивне стене овог масива формиране су у различитим временским раздобљима и из различитих магматских извора.

У централном и источном делу планине налази се кварцмонзонитско-гранодиоритски плутон који је на много места, а нарочито по маргинама, испробијан леукократним гранитима. Гранодиоритска маса Стражанице, лоцирана на самом западном делу церског масива, потпуно је одвојена и од осталих плутонита Цера раздвојена комплексном контактном зоном ширине око сто метара. Стражаничка маса има облик издуженог сочива, смера ССИ-ЈЈЗ, дужине око 5 km, а ширине максимално до 2.5 km, које је утиснуто у арглофилите и пепчаре јадарског пермокарбона и које интензивно метаморфише. Северно од Стражанице, код Богатића, у дубоким истражањем бушоти-

нама, па дубинама од 1333 m до 1500 m (где је бушотина и завршена) констатоване су појаве тоналита (Вуков и Миливојевић, 1993).

Стражанничке гранитоиде као посебну групу први помиње Урошевић (1899). Он је на подручју Цера издвојио амфиболске гнајсеве (квармошонити–гранодиорити, прим. аутора), гранулите (леуократни гранити са гранатом) и, најзад, граните који се јављају у западном подручју (Стражанница). Као посебну врсту магматита, и генетски и материјално, издваја их и Кнежевић (1962), наводећи да су ове стене млађе од осталих плутонита Цера, и да по времену интродовања вероватно одговарају гранодиоритским стенама Борање. С друге стране, Divljan i dr. (1978) сматрају ове стене комагматским са осталим гранитоидима Цера. Кнежевић et al. (1994), анализирајући положај терцијарних гранитоидних масива јужне маргине Панонског басена, дају основне карактеристике ових стена: старост од око 17–19 м.г., I–тип магме и рејувенацију услед резагревања (изнад 300°C) у времену од око 17 м.г.



Сл. 1. Положај церског гранитоидног масива: Легенда: 1. Кварцмонзонит. 2. Леуократни гранит. 3. Гранодиорит Стражаннице. 4. Контактно–метаморфне стене. 5. Палеозоик. 6. Неоген и квартар.

Fig. 1. The position of the granitoid massif of Cer Mt. Legend: 1. Quartz monzonite, 2. Leucocratic granite, 3. Granodiorite of Strazhanica, 4. Contact metamorphic rocks, 5. Paleozoic, 6. Neogene and Quaternary.

Интересантан је положај стражанничке масе на аеромагнетској структурно–геолошкој карти Вукашиновића (према Višiću i Simiću, 1981). Она лежи на крусној разломној зони истог пружања, која највероватније представља западни гранични разлом Јадарског терана (Karamata et al., 1994).

ПЕТРОЛОГИЈА ГРАНОДИОРИТА СТРАЖАНИЦЕ

Стражанички гранодиорит је светлосива, једра, хомогена стена, углавном уједначеног и крупног зрна. Изразито је кугласто лучена. У јужним и северним деловима сочива запајају се каткад партије са повећаним зрнима калијског фелдспата и честом мirmekитском структуром.

Стенску масу изграђују кварц (25.5% vol.), плагиоклас (47.5%), биотит (10.5%) и микроклин (15.5%). Заступљеност биотита је углавном стална, те готово сви варијетети имају леуократни карактер, док количински односи кварца и фелдспата варирају. Аксесорије су циркон, ортит, апатит, врло мало мусковита, епидота и сфена.

Кварц је ксеноморфан, уидулозан и редовно зунчасто срастао.

Плагиоклас је обично зонаран и представља најкрупнији и најобилнији састојак у стени. Према анализама електронском микросондом и подацима мерења на теодолитном микроскопу ситнија зрна показују састав од 20 до 25% an (табела 1). Крушија, зонарна зрна имају базичнија језгра и до 36.5% an компоненте, док су маргине знатно киселије – са 25 до 30% an. Кристали плагиокласа су бистри и свежи, а око и уз њих каткад се јавља по које зрно епидота, које понекад има ортитско језгро.

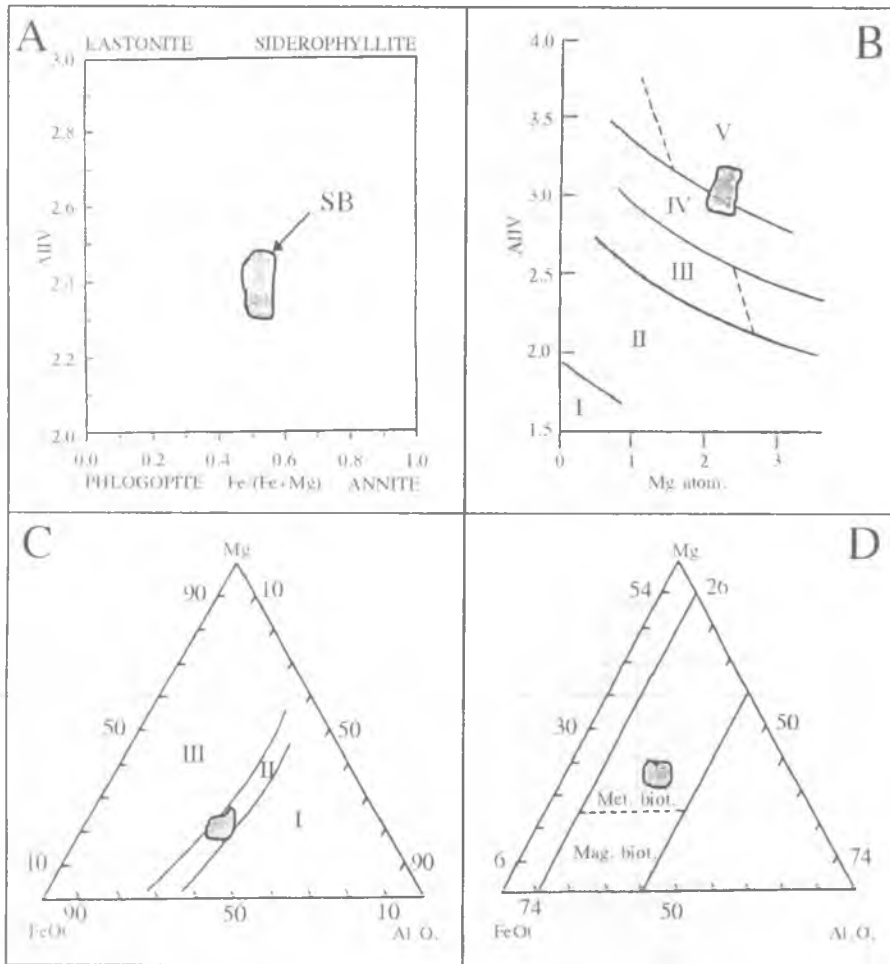
Табела 1. Хемијски састав плагиокласа (Pl) и алкалног фелдспата (Al^F) из гранодиорита Стражанице.

Table 1. Chemical composition of the plagioclase (Pl) and alkali feldspar (Al^F) of the Stražanica granodiorites.

	Pl1	Pl2	Pl3	Pl4	Pl5	Pl6	Al ^F 1	Al ^F 2	Al ^F 3	Al ^F 4	Al ^F 5	Al ^F 6
SiO ₂	63.23	62.82	63.36	64.18	62.69	63.60	65.11	65.90	64.94	65.14	64.85	64.99
Al ₂ O ₃	24.12	23.03	23.38	22.86	23.74	22.78	18.59	17.94	18.14	19.02	19.02	18.89
CaO	4.53	4.38	4.06	3.27	4.23	4.20	.00	.00	.00	.00	.00	.00
Na ₂ O	7.50	8.60	8.76	8.59	8.56	8.47	.98	1.02	.91	.98	.72	.73
K ₂ O	.23	.27	.26	.25	.26	.17	15.78	15.35	15.88	15.68	15.63	15.16
Σ	99.61	99.10	99.82	99.15	99.48	99.22	100.46	100.21	99.87	100.82	100.22	100.77
Формуле израчунате на бази 32 кисеоника (Formulae calculated on the basis of 32 oxygen.)												
Si	2.8394	2.8127	2.8140	2.8755	2.7954	2.8498	2.9854	3.0340	2.9970	2.9756	2.9857	2.9735
Al	1.2765	1.2153	1.2238	1.2071	1.2476	1.2030	1.0046	.9734	.9867	1.0240	1.0321	1.0186
Ca	.2179	.2101	.1932	.1570	.2021	.2016	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
Na	.6530	.7466	.7543	.7462	.7401	.7358	.0871	.0910	.0814	.0868	.0643	.0648
K	.0132	.0154	.0147	.0143	.0148	.0097	.9230	.9015	.9349	.9137	.9180	.9432
Ab	.739	.768	.784	.813	.773	.777	.086	.092	.080	.087	.065	.064
An	.247	.216	.201	.171	.211	.213	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Or	.015	.016	.015	.016	.015	.010	.914	.908	.920	.913	.935	.936

K–фелдспат, са јасно видљивом микроклинском решетком, јако варира и по количини и по величини зрна. Крушија зрна микроклина уклапају и плагиоклас и биотит и кварц. Садржај албитске компоненте варира од 6.4 до 9.2%. Хемијски састав алкалног фелдспата дат је на табели 1.

Биотит се јавља у мрким, ксеноморфним љуспама. Састав анализираних кристала биотита из гранодиорита Стражанице приказан је на табели 2, а њихов хемијски карактер дат је дијаграмима Fe:Fe+Mg:Al^{IV}, Mg:Al^I и FeO^I:Al₂O₃:MgO (сл. 2a–d). Испитивани лискун одговара биотиту који не egzистира ни са једним другим



Сл. 2. Дијаграми за одређивање хемијског карактера биотита из гранодиорита Стражанице: А - $\text{Fe}/\text{Fe}+\text{Mg}:\text{Al}^{\text{IV}}$; В - $\text{Mg}:\text{Al}^{\text{I}}$ (Nachit et al., 1985, према Neiva et al., 1996; I - Пералкални гранитоиди, II - Алкални гранитоиди, III - Субалкални гранитоиди, IV - Калкоалкални гранитоиди, V - Алуминијско-калијски гранитоиди), С и D - $\text{FeO}:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{MgO}$ (Gokhale, 1968, према Neiva et al., 1996; I - Биотит удружен с мусковитом, II - Биотит који није удружен с другим бојеним минералима, III - Биотит удружен с пироксеном и хорнблендом); SB - Биотити гранодиорита Стражанице.

Fig. 2. Plots for determining chemical character of the Stražanica biotites: A - $\text{Fe}/\text{Fe}+\text{Mg}:\text{Al}^{\text{IV}}$; B - $\text{Mg}:\text{Al}^{\text{I}}$ (Nachit et al., 1985, after Neiva et al., 1996; I - Peralkaline granitoids, II - Alkaline granitoids, III - Subalkaline granitoids, IV - Calcalkaline granitoids, V - Aluminium-potassic granitoids), C and D - $\text{FeO}:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{MgO}$ (Gokhale, 1968, after Neiva et al., 1996; I - Biotite associated with muscovite, II - Biotite not associated with other mafic minerals, III - Biotite associated with pyroxene and hornblende); SB - Biotites from the Stražanica granodiorites.

бојеним минералом, истовремено показујући карактеристике метаморфног биотита, што је, вероватно, последица рејувенације овог састојка у фази чистудовања леукократних гранитоида Цера.

Табела 2. Хемијски састав биотита из гранодиорита Стражанице.

Table 2. Chemical composition of the biotite of the Stražanica granodiorites.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	37.19	36.98	35.32	36.93	36.80	37.02	36.84	36.46	36.49	36.59	37.16	36.86
TiO ₂	2.09	2.10	1.89	2.11	2.31	2.38	2.21	2.17	2.15	2.39	2.38	2.46
Al ₂ O ₃	16.74	16.44	17.21	16.13	16.68	16.86	16.67	16.99	16.67	16.61	16.69	16.53
FeO	19.38	20.15	19.96	19.68	19.52	19.35	19.73	19.53	19.57	19.64	19.29	19.45
MgO	9.97	9.65	10.16	9.96	9.83	9.93	10.15	9.76	9.71	9.79	9.61	9.61
Na ₂ O	.14	.15	.12	.07	.11	.13	.08	.14	.09	.08	.08	.12
K ₂ O	9.77	9.72	8.95	9.91	9.89	9.81	9.96	9.66	9.77	9.89	9.67	9.57
Σ	95.28	95.19	94.61	94.79	95.14	95.48	95.64	94.71	94.45	94.99	94.88	94.60
Формуле израчунате на бази 22 кисеоника (Formulae calculated on the basis of 22 oxygens)												
Si	5.6601	5.6591	5.5656	5.6720	5.6241	5.6249	5.6076	5.5937	5.6201	5.6080	5.6730	5.6529
Ti	.2392	.2417	.2178	.2437	.2655	.2719	.2530	.2504	.2490	.2755	.2732	.2837
Al	3.0027	2.9651	3.1081	2.9197	3.0044	3.0192	2.9905	3.0721	3.0259	3.0004	3.0030	2.9877
Fe ²⁺	2.4667	2.5788	2.5579	2.5278	2.4948	2.4588	2.5115	2.5058	2.5207	2.5174	2.4528	2.4945
Mg	2.2617	2.2011	2.3206	2.2801	2.2392	2.2489	2.3028	2.2319	2.2291	2.2365	2.1867	2.1967
Na	.0413	.0445	.0357	.0208	.0326	.0383	.0236	.0416	.0269	.0238	.0237	.0357
K	1.8968	1.8975	1.7495	1.9416	1.9281	1.9014	1.9339	1.8905	1.9195	1.9336	1.8832	1.8722

Табела 3. Хемијски састав ортита из гранодиорита Стражанице.

Table 3. Chemical composition of the orthite of the Stražanica granodiorites.

	1	2	3
SiO ₂	36.89	36.77	36.84
Al ₂ O ₃	23.57	22.99	22.82
Fe ₂ O ₃	15.44	16.07	16.36
MnO	.25	.29	.32
CaO	23.43	22.99	22.86
Σ	99.58	99.11	99.20
Формуле прерачунате на бази 8 кисеоника (Formulae calculated on the basis of 8 oxygens)			
Si	2.9151	2.9238	2.9284
Al	2.1951	2.1545	2.1379
Fe ³⁺	.9179	.9616	.9785
Mn	.0167	.0195	.0215
Ca	1.9837	1.9586	1.9469

Ортит и епидот се јављају углавном у ситним зрнима, обично правилних форми. Каткад, као што је речено, ортит чини језгро епидотском зрцу. Еухедрална форма ових минерала указује на кристализацију под високим притисцима у раној фази кристализационог циклуса, уз истовремено стварање киселијих плагиокласа. Према хемијском саставу епидот одговара пистациту. Хемизам ортита приказан је на табели 3.

ГЕОХЕМИЈА, ГЕОТЕКТОНСКИ УСЛОВИ СТВАРАЊА И СТАРОСТ ГРАНОДИОРИТСКИХ СТЕНА СТРАЖАНИЦЕ

Хемијска испитивања гранодиорита вршена су у Лабораторији за петрологију Рударско-геолошког факултета у Београду. Елементи у траговима су анализирани у лабораторијама IГЕМ Руске академије наука (аналитичар Т. Марченко), као и једним делом у спектрохемијској лабораторији Геоинститута у Београду. Изотопска старост је одређивана на Нуклеарном институту Мађарске академије наука у Дебрецену (аналитичар др З. Печкај), а Sr, Nd и Sm изотопи на ЕТХ, у Цириху од стране проф. др Р. Штајгера.

Табела 4. Хемијски састав гранодиорита Стражанице.

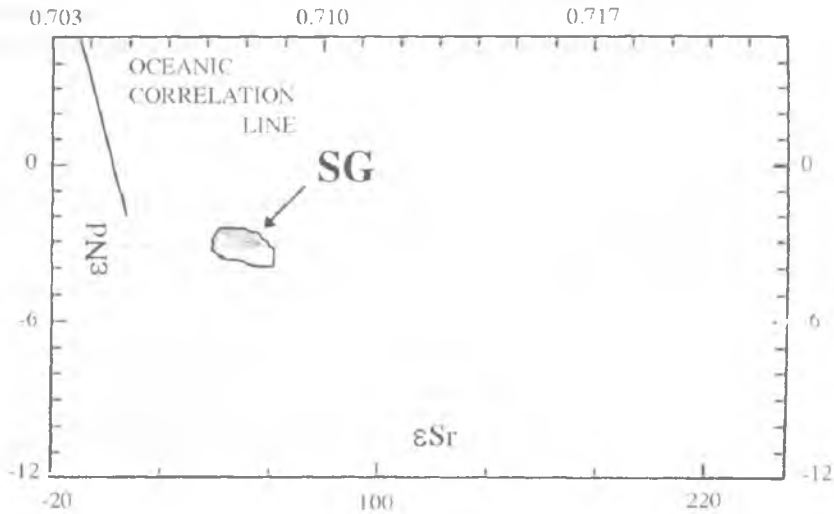
Table 4. Major element chemistry of the Stražanica granodiorite.

	C-24	C-25	C-33	C-250	C-266	C-267	C-298	C-525	C
SiO ₂	68.05	69.00	68.16	67.52	70.14	68.97	68.25	70.47	68.58
TiO ₂	0.25	0.20	0.17	0.50	0.18	0.18	0.50	0.08	0.34
Al ₂ O ₃	16.18	16.89	17.09	16.59	15.85	16.70	14.75	15.38	16.47
Fe ₂ O ₃	0.34	1.67	1.40	1.87	0.94	1.37	1.53	2.25	1.11
FeO	2.14	1.64	1.51	1.65	1.12	1.10	1.79	1.49	1.67
MnO	0.09	0.08	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	1.27
MgO	1.10	1.75	1.89	0.65	0.73	0.98	0.65	0.99	0.06
CaO	3.25	2.50	3.30	2.80	3.13	3.45	3.85	2.90	2.98
Na ₂ O	5.27	4.02	2.95	5.50	4.59	3.16	4.80	4.20	3.66
K ₂ O	2.57	2.00	2.64	2.28	3.14	2.95	2.85	2.03	2.57
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.17	0.12	0.13	0.19	0.17	0.10	0.10
P ₂ O ₇	0.37	0.44	0.68	0.50	0.51	0.66	0.46	0.33	0.53
H ₂ O	0.23	0.17	0.12	0.13	0.16	0.26	0.12	0.00	0.19
Σ	99.85	100.37	100.11	100.13	100.65	100.01	99.78	100.57	99.53

Објашњење: C-24 – Стражаничка река, доњи ток; C-25 – Стражаничка река, горњи ток; C-33 – поток Садуце; C-250 – Стражаница, мањи каменолом; C-266 – поток Садуце; C-298 – Трновица; C-525 – Вратачки Венац; C – Средњи хемијски састав.

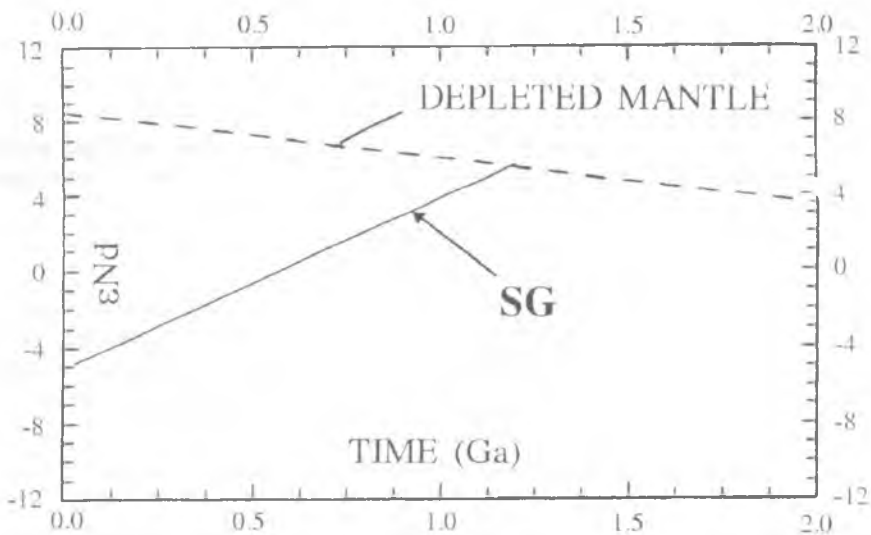
Explanation: C-24 – lower part of the Stražanica river; C-25 – upper part of the Stražanica river; C-33 – Saduce creek; C-250 – Stražanica, small quarry; C-266 – Saduce creek; C-298 – Trnovica; C-525 – Vratacki Venac; C – Average chemical analysis.

На основу садржаја макроелемената (табела 4), стене стражаничке масе одговарају гранодиоритима до леукотоналитима. Према односима силиције и нормативног корунда/диоксида (Chappell and White, 1974) гранодиорити се концентришу око граничне линије корних и гранитоида омотача, а према односима двовалентног и тровалентног гвожђа и диференцијацијског индекса (Ishihara et al., 1979), у гранично подручје илменитско-магнетитских серија. Садржаји и односи микроелемената (табела 5) указују на I-карактеристике и афинитет вулканских лукова магме која је дала овај гранодиорит. То исто следи и из односа Rb/Sr, Ba/Sr, Ba/V. Резултати изотопских анализа гранодиорита Стражанице дати су на табели 6. Односи Sr-Nd изотопа (сл. 3) такође указују на I-карактеристике изворне магме која је у извесном степену контаминирана корним материјалом. Ради одређивања степена контаминације и старости кристалног асимилата (сл. 4) рађени су садржаји



Сл. 3. Дијаграм односа ϵSr - ϵNd - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ гранодиорита Стражанице за одређивање карактера примарне магме; SG – Гранодиорити Стражанице; oceanic correlation line – океанска корелациона линија.

Fig. 3. Diagram ϵSr - ϵNd - $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ for the Stražanica granodiorites for determining primary magma character; SG – Stražanica granodiorites.



Сл. 4. Дијаграм T (Ga) : ϵNd старости кристалних асимплата у гранодиориту Стражанице; SG – Гранодиорити Стражанице; Depleted mantle – Делетирани омотач; Time (Ga) – Време (милијарда година).

Fig. 4. T (Ga) vs ϵNd diagram for determining the age of crustal assimilates of the Stražanica granodiorite; SG – Stražanica granodiorites.

неодимијума и самаријума. Минимална старост материјала уведеног у растоп који је дао гранодиорите износи око 1 Ga (милјарда година), док ϵNd варира од -4.3 до -4.4 , што указује на виши степен контаминације од осталих гранитоида јужне маргине Панонског басена (Кнежевић et al., 1994; Karamata et al., 1990), па чак и Борање.

Табела 5. Средњи садржај микроелемената из осам проба гранодиорита Стражанице (ppm).
Table 5. Average trace element contents from eight granodiorite samples (ppm).

El.	Ba	Be	V	Ga	Co	Cu	Cr	Mn	Nb	Nd	Sr	Sm	Zr	Pb	Y	Rb	F	Yb	Ni
ppm	641	10	35	15	5	20	48	700	9	14	562	27	187	60	20	70	70	2	13

Интерпретација геотектонских услова вршена је на основу Пирсових дијаграма (Pearce et al., 1984; сл. 5а,б), дијаграма Batchelor and Bowden (1985) – сл. 6а, и Harris et al. (1986) – сл. 6б, на којима се гранодиорити Стражанице налазе у пољу гранитоида вулканских лукова, односно, активних континенталних маргина и пре-колиззионних или пост-колиззионних гранита.

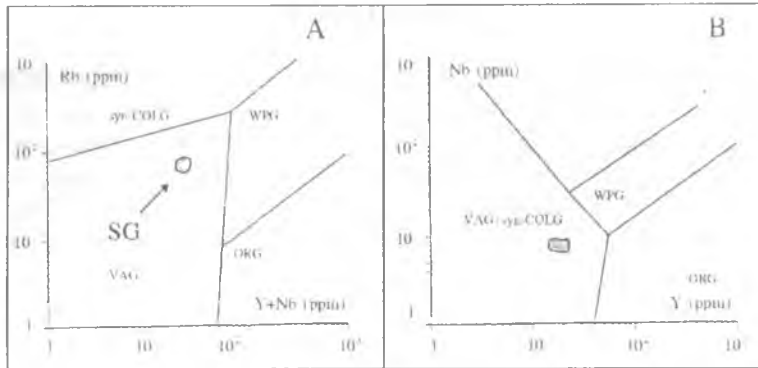
Табела 6. Резултати две изотопске анализе гранодиорита Стражанице.
Table 6. Two isotopic analyses of the Stražanica granodiorites.

	Sr	Rb	Sm	Nd	Sr	ϵNd	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$
1	588	61	2.619	13	29	-4.3	.30855	.706637	.114532	.512403
2	691	73	2.288	14	35	-4.4	.32805	.707049	.119852	.512406

Старост гранодиорита Стражанице одређивана је на целој стени, укупном фелдспату, калијском фелдспату и биотиту. Највећу старост показује укупан фелдспат, 19.1 ± 0.8 м.г.; на калијском фелдспату и целој стени старост је идентична – 18 м.г., док биотит даје нешто нижу вредност – 17.17 ± 0.65 , која највероватније одговара последњем регионалном резагревању комплекса у време интрузије леукократних гранитоида.

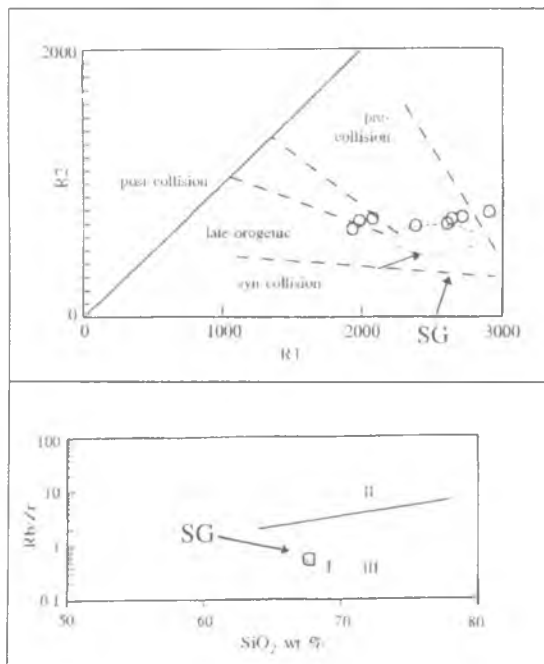
ЗАКЉУЧАК

Ако се наведени подаци корелишу са карактеристикама гранитоидних стена Борање, Цера, као и тоналита Богатића који је откривен у бушотинама (Вуков и Миливојевић, 1993), може се предложити могући петролошки модел. После интрузије олигоценских гранодиорита Борање, кварцмонзонита Цера и тоналита Богатића наступила је фаза мировања, након које је јако резагревање, пре око 20 м.г., индуковало мобилизацију и парцијално до веома интензивно стапање раније формираних гранитоидних маса. Делимично стопљен и мобилизиран кварцмонзонитско-гранодиоритски плутон Цера дијапирски се издиже, и као маса ниског термичког капацитета, даје типичну реоморфну интрузију. Растопи формиран или јачим стапањем рестита, или дубљих делова интрузије Богатића, мобилишу се и утискују по активiranом разлому Велики Мајдан-Богатић дајући леукогранодиорите Стражанице. У време каснијег загревања, парцијалног стапања корног материјала и штрудовања S-леукогранита Цера, стражаничка маса је само резагревана. Стога се биотит, који је тада рејувениран, одликује специфичним хемијским саставом и показује старост њиховог утискивања.



Сл. 5. Дискриминациони дијаграми Y+Nb:Rb (A) и Y:Nb (B) (Pearce et al., 1984) за одређивање геотектонског смештаја гранитоида; Објашњење: syn-COLG - Синколизивни гранити, VAG - Гранити вулканских лукова, WPG - Гранити плоча, ORG - Гранити океанских гребена; SG - Гранодиорити Стражанице.

Fig. 5. Discrimination plots Y+Nb:Rb (A) and Y:Nb (B) (Pearce et al., 1984) for determining geotectonic setting of granites; Explanation: syn-COLG - Syn-collision granites, VAG - Volcanic-arc granites, WPG - Within-plate granites, ORG - Oceanic ridge granites; SG - Stražanica granodiorites.



Сл. 6. Дијаграми за одређивање геотектонских услова образовања гранитоида; A:R1- R2, (Batchelor and Bowden, 1985); B:SiO₂:Rb/Zr, (Harris et al., 1986); Објашњење: R1=4Si-11(Na+K) 2(Fe+Ti), R2=6Ca+2Mg+Al, I- Пре-колизивни гранитоиди, гранитоиди вулканских лукова или активних континенталних маргина, II- Син-орогени гранитоиди, III- Пост-колизивни гранитоиди, SG- Гранодиорити Стражанице.

Fig. 6. Diagrams for determining the geotectonic conditions of granitoids formation: A:R1 vs R2, (Batchelor and Bowden, 1985); B:SiO₂ vs Rb/Zr, (Harris et al., 1986); Explanation: R1=4Si-11(Na+K) 2(Fe+Ti), R2=6Ca+2Mg+Al, I- Pre-collision, volcanic arc or active continental margin granitoids, II- Syn orogenic granitoids, III- Post-collision granitoids, SG- Stražanica granodiorites.

ЗАХВАЛНОСТ

Овај рад је омогућен средствима у оквиру Пројекта ГЕОДИНАМИКА Српске академије наука и уметности. Аутори се захваљују Т. Марченко (ИГЕМ РАН, Москва) за анализе микроелемената, З. Печкају (АТОМКИ, Дебрецен, Мађарска) за одредбе старости, проф. др Р. Штајгеру (ЕТХ, Цирих) за анализе изотопских односа, као и проф. др Д. Миловаповићу (Рударско-геолошки факултет, Београд) за анализе хемијског састава минерала рађене на Минералошко-петрографском Институту у Хамбургу.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Geol. Penins. Balk.	61	1	311-324	Београд, децембар 1997 Belgrade, Decembre 1997
--	----	---	---------	---

UDC 552.321.3(497.11-15)

Original scientific paper

МИНЕРАЛОГИЈА, ПЕТРОЛОГИЈА, ГЕОХЕМИЈА
MINÉRALOGIE, PÉTROLOGIE, GEOCHIMIE

GRANODIORITES OF STRAŽANICA ON THE WESTERN SLOPES OF CER MT. (WESTERN SERBIA)

by

Vera Knežević, Vladica Cvetković and Kristina Resinic

The Stražanica intrusion represents a homogeneous granodioritic mass, intruded along a large fault into Pennocambrian argilophyllite and sandstones of the Jadar facies. The most important minerals are quartz, plagioclase, biotite and K feldspar with zircon, apatite, magmatic epidote, orthite and sphene. K-feldspar is represented by microcline with 6.4 to 9.2 % Ab. Plagioclase is abundant constituent. The cores of coarser zonal crystals are andesitic, but their rims and finer grains correspond to oligoclase. Biotite belongs to the group which does not exist with other coloured minerals displaying metamorphic character, too. According to geochemical data, the Stražanica granodiorite belongs to I-type magmatite contaminated by crustal material. The age of crustal assimilate is about 0.85 Ga. The degree of contamination, determined by Sr isotopes and εNd is temperate weaker than contamination of the Cer and Boranja granodioritic massif. The Stražanica granodiorite is Miocene, 19-17 Ma.; the lowest age (about 17 m.y.) show only biotites that are the oldest, but reheated by intruding of Cer leucogranite. Geochemical composition indicates the rocks originated during precollisional condition and have a distinctive volcanic arc affinity.

Key words: Granodiorite, Stražanica, rejuvenation of biotite, volcanic-arc, assimilation, radiometric age.

INTRODUCTION

The granitoid massif of Cer Mt. (West Serbia), which has a very heterogeneous and complex petrology, is composed of rocks formed in different time and from various magmatic sources. In the central and eastern parts of the mountain a quartzmonzonite-granodiorite pluton is situated, which is at lot of places, especially on its rim penetrated by leucogranites. The granodioritic mass of Stražanica, located on the westernmost part (fig. 1), is completely separated from the rest of the Cer intrusive rocks by a complex contact zone, about hundred meters wide. It is NNE-SSW oriented lens-shaped body, about 5 km wide and maximum 2.5 km long. About 20 km northern from

Stražanica, near Bogatić, into a deep borehole (1333–1500 m) appearances of tonalitic rocks have been found (Vukov and Milivojević, 1993).

Urošević (1899) first recognized the granodiorites of Stražanica as a special group. Within the whole Cer region he divided amphibolitic gneisses of the central part (i.e. quartzanonzonite–granodiorites, com. auth.), granulite (garnet bearing leucogranites) and the Stražanica granites which appear at the western margin. Likewise Knežević (1962) described the rocks of Stražanica as a special genetic and compositional (material) group, considering them younger than the other Cer plutons and probably simultaneous to the granodiorites of Boranja. On the contrary, Divljan et al. (1978) considered these rocks comagmatic with the other Cer granitoids. Recently Knežević et al. (1994), studying Tertiary granitoid massifs of the southern margin of the Pannonian basin, gave principal characteristics of the whole Cer intrusive: according to the authors I-type of magma has crystallized about 19–17 Ma, with a rejuvenation (reheating of more than 300°C) about 17 Ma.

On the aeromagnetic structural geologic map by Vukašinić, (after Višić and Simić, 1981) the Stražanica mass rests on a large NNE–SSW oriented fault zone, which probably represents the western border of the Jadar terrane (Karamata et al., 1994).

PETROLOGY

The granodiorite of Stražanica is compact, lightgrey rock, displaying oblique jointing and uniform coarsegrained texture. On the southern and northern parts of the lens, varieties with enlarged K–feldspar crystals accompanied by myrmekitic texture also occur.

The rock mass is generally composed of quartz (25.5 % vol.), plagioclase (47.5 %), biotite (10.5 %) and K–feldspar (15.5 %) with zircon, orthite, apatite, rare muscovite, epidote and sphene as principal accessories. The quartz feldspar ratio usually varies, while the amount of biotite remains rather constant (rarely above 10 vol. %), making all the granodioritic varieties leucocratic.

Quartz is represented by anhedral and undulose grains, often with simplectite intergrowths.

Zoned plagioclase is the most abundant rock constituent. According to the microprobe analyses as well as universal stage investigations, composition of the small grains varies from 20 to 25 % An (table 1). Coarser crystals, are characterized by basic cores (36.5 % An) and more acid rims (25–30 % An).

K–feldspar is represented by randomly distributed grains of various size always with microclitic lamellae. The amount of Ab–component varies from 6.4–9.2 % (table 1). Coarser microcline grains often contain plagioclase, biotite and/or quartz inclusions.

Biotite appears as darkcolored, xenomorphic flakes. According to their chemical composition (table 2, fig. 2a–d), the micas from the Stražanica granodiorite correspond to biotite which is not conformable with other mafic minerals, as well as to metamorphic biotite; it clearly indicates a rejuvenation of this constituent during the period of intrusion of the Cer leucocratic granitoids.

Orthite and epidote build small, euhedral crystals; sometimes epidote displays orthite core. The idiomorphism of these minerals is a result of growing under relatively high pressure, during the early stage of crystallisation, simultaneously to the acidic plagioclase overgrowth.

GEOCHEMISTRY, GEOTECTONIC SETTING AND AGE OF THE STRAZANICA GRANODIORITE

Bulk chemical analyses have been made at the Laboratory of petrology, Faculty of Mining and Geology, Belgrade. Trace element contents have been obtained by renthgeno-fluorescent analysis at the IGEM, of the Russian Academy of Sciences (Analit. T. Marčenko), and Spectrochemical laboratory of Geoinstitute, Belgrade. The isotopic age have been carried out at the Nuclear Institute ATOMKI, of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen (Analit. Z. Peckay), while Sr, Nd and Sm-isotope ratios determined Prof. R. Steiger from ETH, Zurich.

According to major element chemistry (table 4), the rocks of the Stražanica mass evolved from granodioritic to leucotonalitic magmas. On the SiO_2 -corund (diopside) plot (Chappell and White, 1984) the investigated rocks fall near the boundary line between crustal and mantle granitoids, while $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ratio (Ishihara et al., '979) indicates their transitional ilmenite-magnetite series affinity. The trace element contents and ratios show I-type as well as distinctive volcanic-arc affinity of the Stražanica granodiorites, what is clearly evident by Rb/Sr, Ba/Sr and Ba/V, as well. Sr-isotope ratios indicate I-type magma with a certain degree of crustal contamination (table 6, fig. 3). According to Nd-Sm isotopic composition (table 6, fig. 4), the minimal age of the material involved is 0.85 Ga. ϵNd varies from -4.3 to -4.4 what indicates the degree of contamination was lower comparing to the other granitoids from the southern margin of the Pannonian basin (Knežević et al., 1994; Karamata et al., 1990), as well as to the Boranja granodiorite.

The radiometric age of the Stražanica granodiorites has been obtained on the whole rock samples, two feldspars, K-feldspar and biotite. The two feldspars samples show 19.1 ± 0.8 Ma while single K-feldspar and whole rock samples gave 18 Ma. Biotites are younger, giving 17.17 ± 0.65 Ma, appointing to the time of the last regional reheating of the complex, during the Cer leucogranites emplacement.

According to the geotectonic discrimination diagrams (Pearce et al., 1984 - fig. 5a,b; Batchelor and Bowden, 1985 - fig 6a; Harris et al., 1986 - fig. 6b) the Stražanica granodiorites correspond to the field of volcanic-arc granites, as well as to the active continental margin and pre-collisional geotectonic setting.

CONCLUSION

In order to establish a possible petrological model a correlation of all the above mentioned characteristics of the Stražanica massif, together with the features of the Boranja and Cer granitoids, as well as with the tonalite of Bogatić (Vukov and Milivojević, 1993), has been performed. It could be assumed that after intrusion of the Oligocene granodiorite of Boranja, quartzmonzonite of Cer and tonalite of Bogatić, a relaxation phase began. After that, a strong reheating gave rise to mobilisation and partial or strong melting of earlier formed granitoid mass. Partially molten and mobilised quartzmonzonite-granodiorite pluton of Cer, ascends as a typical reomorphic intrusion of low heat capacity. The solutions, evolved from stronger melting of restite or deeper parts of Bogatić intrusion, have been mobilised and intruded along the active fracture of Veliki Majdan-

–Bogatić, producing the Stražanica leucogranites. During the period of later temperature increase, which provided partial melting of host crustal material and therefore intrusion of the Cer S–leucogranites, the Stražanica mass was only reheated, what is depicted by the radiometric age of the rejuvenated biotite.

ACKNOWLEDGEMENT

This study has been made as a part of activities of the GEODINAMICS Project of the Serbian Academy of Sciences and Arts. The authors extend their sincere appreciation to dr T. Marchenko (IGEM RAN, Moscow) for the trace element analyses, dr Z. Pecskey (ATOMKI, Debrecen) for the radiometric determinations, Prof. dr R. Steiger (ETH, Zurich) who made the isotopic analyses and Prof. dr D. Milovanović (Faculty of Mining and Geology, Belgrade) who analysed chemical composition of minerals at the Mineralogisch–Petrographisches Institut in Hamburg.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Batchelor R.A. and Bowden P., 1985: Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chem. Geol.* 48, 43–55.
- Chappell B.W. and White A.J.R., 1974: Two contrasting granite types. – *Pacific Geol.* 8, 173–174.
- Divljan S., Mihailović V. i Cvetić S., 1978: Prikaz novijih shvatanja o genezi granitoidnih stena Cera (zapadna Srbija). XI kongres geologa Jugoslavije. 2, 314–321. Sarajevo.
- Harris N.B.W., Pearce J.A. and Tindle A.G., 1986: Geochemical characteristics of collisional–zone magmatism. In: Coward M.P. and Ries A.C. (eds) "Collision Tectonics". – *Geol. Soc. Spec. Publ.* 19, 67–81.
- Ishihara S., Sawata H., Arpornsuwan S., Busaracome P. and Bungbrahearti N., 1979: The magnetite series and ilmenite-series granitoids and their bearing on tin mineralization particularly of the Malaya Peninsula. – *Geo. Soc. Malaysia.* 11, 103–110. Kuala Lumpur.
- Karamata S., Krstić B., Dimitrijević M.D., Knežević V., Dimitrijević M.N. and Filipović I., 1994: Terranes between the Adriatic and Carpatho–Balkan arc. – *Bull. CVIII de l'Acad. Serbe des Sci. et des Arts, Class. des Sci. math. et natur.* 34, 47–66.
- Karamata S., Steiger R., Djordjević P. and Knežević V., 1990: New data on the origin of granitic rocks in Western Serbia. – *Bull. CII de l'Acad. Serbe des Sci. et des Arts, Classe des Sci. math. et natur.* 32, 1–9.
- Knežević V., 1962: Postanak i petrohemijski karakter magmatskih i kontaktno metamorfnih stena Cera. *Zbornik Rud.–geol. fakulteta za 1959/1960.* 7, 190–201.
- Knežević V., Karamata S. and Cvetković V., 1994: Tertiary granitic rocks along the southern margin of the Pannonian basin. – *Acta Mineralogica Petrographica.* 35, 71–80. Szeged.
- Neiva A.M.R., Christofides G., Eleftheriadis G. and Soldatos T., 1996: Geochemistry of Granitic Rocks and Their Minerals from the Kavala pluton, Northern Greece. – *Chem. Erde.* 56, 117–142.
- Pearce J.A., Harris N.B.W. and Tindle A.G., 1984: Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. – *Jour. Petrol.* 24, 4, 956–983.
- Урошевић С. (=Урођевић), 1899: Цер – Петрографска студија. – *Глас Српске Краљ. Акад.* 57, 280–328. Београд.
- Višić S. i Simić V., 1981: Vrednovanje geofizičkih indicacija na istraživanju urana u području Cer–Iverak. *Radovi Geoinstituta.* 15, 25–46. Београд.
- Вуков М. и Миливојевић М. (=Вуков and Миливојевић), 1993: Прво откриће тоналита терцијарне старости у Мачви. *Геол. ан. Балк. пол.* 57/1, 309–321, Београд.