
Jakša Milivojević

Uticaj rupturnog sklopa i hemijskog sastava karbonatnih stena na razvoj Bačevačkog merokarsta

Interpretacijom rupturnog sklopa terena i analizom hemijskog sastava karbonatnih stena, ispitivan je intenzitet kraškog procesa Bačevačkog merokarsta. Istraživanje je izvedeno metodom daljinske detekcije i standardnom geohemijskom metodom. Daljinskom detekcijom su analizirani aerosnimci istražnog područja. U okviru standardne geohemijske metode, volumetrijski su određeni sadržaji kalcijum-karbonata i magnezijum-karbonata u uzorcima krečnjaka. Rezultati dobijeni hemijskim analizama ukazuju na to da su uzorci iz zapadnog dela rezistentniji u odnosu na ostale, koji su znatno podložniji procesu karstifikacije. Na osnovu geološke građe, hemijskog sastava karbonatnih stena, geomorfologije i rupturnog sklopa terena, ustanovljen je znatno veći intenzitet kraškog procesa u istočnom i centralnom delu terena u odnosu na zapadni deo.

Uvod

Bačevački merokarst se nalazi u zapadnoj Srbiji, 100 km jugozapadno od Beograda i 10 km južno od Valjeva. On pripada širem području Lelićke karstne oblasti. Teren je nagnut u pravcu jugozapada. Najniža tačka područja istraživanja se nalazi u dolini Suvaje na 364 m nadmorske visine. Iduci ka severoistoku prelazi se u brdsko-planinski predeo sa najvisim vrhom od 891 m (Bačevački vis). Klima istražnog područja je umereno-kontinentalna (Đukanović 2000).

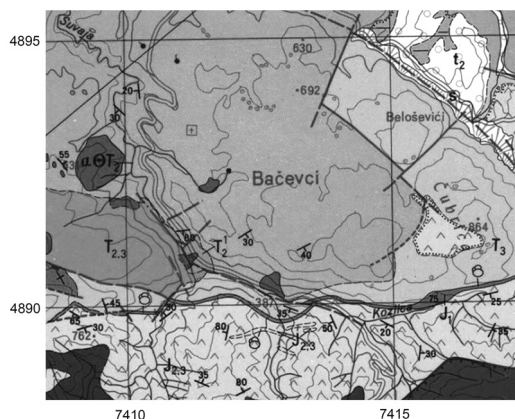
Reljef područja istraživanja je pretežno brdsko-planinski (Jovanović 1956). Nastao je pod dejstvom kraškog i fluvijalnog procesa. Fluvijalni reljef je razvijen na jugu istražnog područja, u dolini Suvaje. Površinski oblici kraškog reljefa predstavljeni su vrtačama, suvim i slepim dolinama. Vrtače su uglavnom većih dimenzija, dubina i do 40 m (Lazarević 1996).

Istražni prostor je izgrađen od stena trijasje i jurske starosti (slika 1). Najstariji sedimenti su dolomiti i dolomitični krečnjaci srednetrijasje starosti (anizijski kat T_2^1). Vulkanska aktivnost u trijasu se manifestovala pojavom porfirita i njihovih piroklastita u široj okolini Valjeva ($\alpha\theta T_2$). Porfiriti probijaju anizijske dolomite i donji deo ladinskih krečnjaka izazivajući slabije promene u tim stenama na neposrednom kontaktu. Preko sedimenata anizijskog kata, leži sloj krečnjaka i krečnjačkih breča ladinskog kata (T_2^2) koji zauzima centralni deo područja istraživanja. Javljaju se krečnjaci različitog sklopa, ali preovlađuju masivni i jedri. Gornji trijas (T_3), koji zahvata jugoistočni deo istražnog područja predstavljen je sprudnim krečnjacima, debljine oko 70 metara. Jurska serija počinje lijaskim krečnjacima (J_1), koji su otkriveni duž čitavog oboda krečnjačkog kompleksa Magleša, Čubrice i Blagulje na granici prema dijabaz-rožnačkoj formaciji ($J_{2,3}$) na jugu istražnog područja (Mojsilović *et al.* 1975).

Prve podatke o geologiji i geomorfologiji područja dao je Jovan Cvijić koji je u svom delu „Lelićki karst” detaljnije istražio kraške oblike i hidrografske pojave valjevskog kraja (Lazarević 1996). Radenko Lazarević je proučavao hidro-

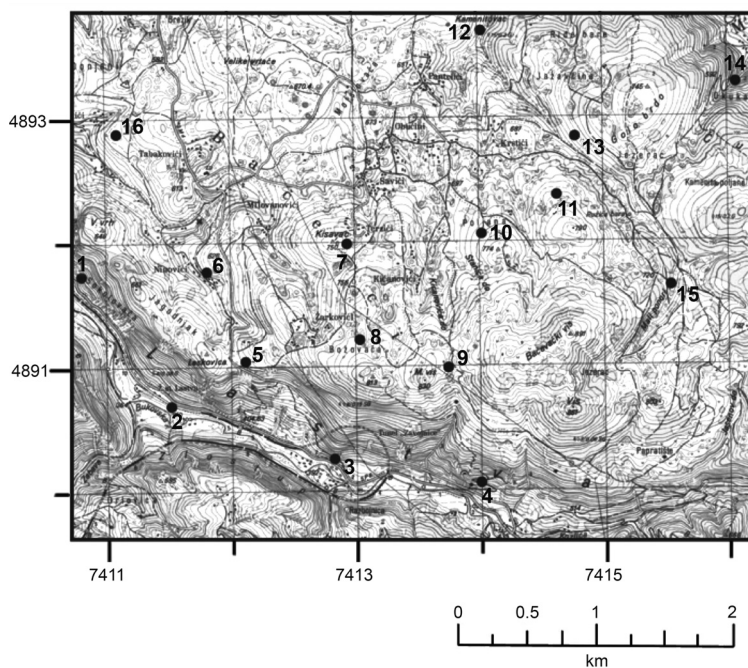
Jakša Milivojević (1995), Novi Sad, Bulevar Oslobođenja 25, učenik 3. razreda Gimnazije „Svetozar Marković” u Novom Sadu

MENTOR: Marko Vanić, dipl. inž. geologije



Slika 1. Geološka karta istraživnog područja (prema OGK SFRJ L34-136 Valjevo): $J_{2,3}$ – dijabaz-rožnačka formacija, J_1 – krečnjaci (lijas), T_3 – krečnjaci, $T_{2,3}$ – krečnjaci, T_2 – krečnjaci i krečnjačke breče (ladinski kat), αT_2 – dolomiti i piroklastiti, T_1 – dolomiti i dolomitični krečnjaci.

Figure 1. Geological map of investigated area (according to OGK /General Geological Map/ SFRJ L34-136 Valjevo): $J_{2,3}$ – diabase-chert formation, J_1 – limestones, T_3 – limestones, $T_{2,3}$ – limestones, T_2 – limestones and limestone breccia, αT_2 – dolomites and pyroclasts, T_1 – dolomites and dolomite limestone.



Slika 2. Topografska karta sa stajnim tačkama, prema Topografskoj karti List: Valjevo 4-2 (Bačevci), 1:25000

Figure 2. Topographic map with sampling points, according to Topographic map Paper: Valjevo 4-2 (Bačevci), 1:25000

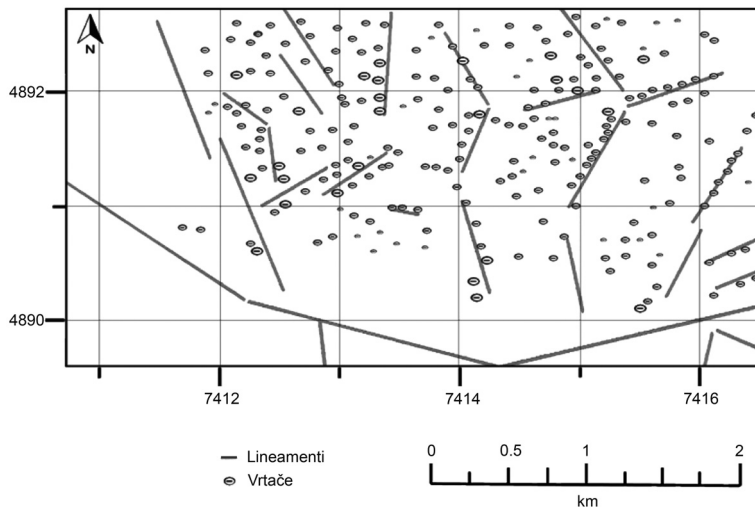
grafiju i speleologiju terena valjevskog kraja, na osnovu čega je dao katastarski prikaz speleoloških objekata ovog područja (1996).

Cilj istraživanja je utvrđivanje zavisnosti intenziteta kraškog procesa od rupturnog sklopa terena i hemijskog sastava karbonatnih stena Bačevačkog merokarsta.

Materijal i metode

Istraživanje je izvedeno metodom daljinske detekcije i osnovnom geohemijskom metodom. U analizi aerosnimaka su primenjena dva kriterijuma: geomorfološki i kriterijum za određivanje rupturnog sklopa (Pavlović *et al.* 2004). Rezultati dobijeni analizom aerosnimaka prikazani su interpretacionom kartom (slika 3).

Uzorkovanje karbonatnih stena je obavljeno na 16 stajnih tačaka (slika 2) U okviru standardne geohemijske metode, volumetrijski su određeni sadržaji kalcijum-karbonata i magnezijum-karbonata u krečnjacima. Dobijeni rezultati su prikazani na graficima procentualnog sadržaja kalcijum-karbonata i magnezijum-karbonata po stajnim tačkama.



Slika 3. Interpretaciona karta rupturnog sklopa terena

Figure 3. Integrated map of rupture composition (line: lineaments, circle: sinkholes)

Rezultati i diskusija

Kriterijumom za rupturni sklop su određene linearne strukture područja istraživanja, dok su geomorfološkim kriterijumom određene pozicije vrtčača na terenu (slika 3)

Najzastupljeniji oblici kraškog reljefa ovog područja su vrtčače. Vrtčače se javljaju u istočnom i centralnom delu istražnog područja. Najgušće su raspoređene u centralnom i severoistočnom delu. Primetno je nizanje vrtčača, duž određenog pravca, koje ukazuje na postojanje raseda i njegovo pružanje. Centralni i istočni deo odlikuje dosta složeniji rupturni sklop u odnosu na zapadni, što je u skladu sa podacima o položaju vrtčača na terenu.

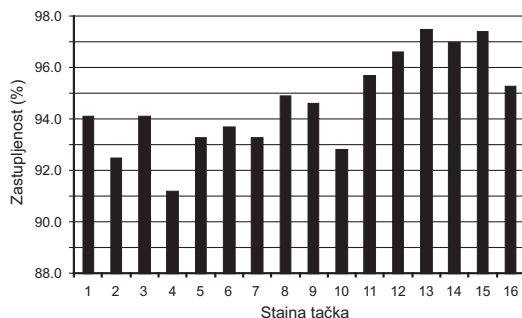
Standardnom geohemijskom metodom je analizirano 16 uzoraka karbonatnih stena, čime su obuhvaćene tri litostratigrafske jedinice (T_1^1 , T_2^2 , T_3^3). Zastupljenost kalcijum-karbonata varira od 92 do 98 procenata s tim da najviše vrednosti dostiže u severoistočnom delu istražnog područja – u predelu gusto raspoređenih vrtčača po trasama većih raseda (slika 4).

Sadržaj magnezijum-karbonata u krečnjacima se kreće u rasponu od 1.5 do 7 procenata (slika 5). Najviše vrednosti sadržaja $MgCO_3$ se javljaju u zapadnom delu područja, u okviru litoške jedinice T_2^2 i u njoj neposrednoj blizini.

Zapaža se promena u hemijskom sastavu krečnjaka idući od JZ ka SI područja istraživanja. Dakle, u jugozapadnom delu krečnjaci imaju

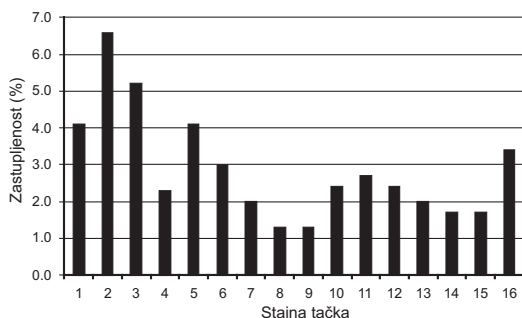
znatno manje $CaCO_3$ u odnosu na severoistočni, gde sadržaj $CaCO_3$ u krečnjacima iznosi i preko preko 97%. Obrnuta je situacija sa magnezijum-karbonatom kog u jugozapadnom delu ima oko tri puta više nego u severoistočnom. Kao posledicu svega toga imamo dosta razvijenije oblike kraškog procesa u centralnom i istočnom delu područja istraživanja u odnosu na zapadni (prema Krešić 1988).

Zbog većeg broja lineamenata i vrtčača, centralni i severoistočni deo terena karakteriše veća površina na kojoj padavine infiltracijom kroz diskontinuitete stenske mase poniru u podzemlje. Kako kišnica ulazi u karstni sistem u tom delu istražnog područja, ona usled velike razlike



Slika 4. Procentualna zastupljenost $CaCO_3$ u uzorcima karbonatnih stena

Figure 4. Percentage representation of $CaCO_3$ in samples of carbonate rocks



Slika 5. Procentualna zastupljenost $MgCO_3$ u uzorcima karbonatnih stena

Figure 5. Percentage representation of $MgCO_3$ in samples of carbonate rocks

u nadmorskim visinama (skoro 500 m), dobija ubrzanje, pod uticajem gravitacije. Oblici i položaji kanala podzemnih tokova su uglavnom uslovljeni pukotinama i rasedima.

Posledica svega ovog jeste intezivirana mehanička erozija kraškog procesa u centralnom i severoistočnom delu područja, gde podzemne vode dobijaju veliku kinetičku energiju pri oticanju u niže delove terena. Naspram toga, u zapadnom delu terena, voda ima manju kinetičku energiju, usled čega dominaciju preuzima hemijska erozija kraškog procesa. S obzirom na to da je mehanička erozija daleko brža i morfološki efektivnija od hemijske, uviđamo zašto je kraški proces intezivniji, a i sam kraški reljef razvijeniji, idući od jugozapada ka severoistoku (Ford i Williams 1989).

Zaključak

Na osnovu hemijskog sastava karbonatnih stena, geološke građe, geomorfologije i rupturnog sklopa terena Bačevačke površi ustanovljen je znatno veći intezitet kraskog procesa u severoistočnom u odnosu na jugozapadni deo područja.

Daljinskom detekcijom je utvrđena ispučnost istražnog područja sa izuzetkom zapadne oblasti. Rezultati dobijeni standardnom geo-hemijskom metodom ukazuju na to da su uzorci iz

zapadnog dela istražnog područja rezistentniji u odnosu na ostale uzorke, koji su podložniji procesu karstifikacije. Na osnovu dobijenih rezultata jasno se uočava veza između rupturnog sklopa terena i hemijskog sastava karbonatnih stena, kao glavnih i nerazdvojivih faktora u razvoju kraškog procesa, pri čemu hemizam stena predstavlja preduslov za razvoj rupturnog sklopa terena, a samim tim i kraškog procesa.

U cilju preciznije analize kraškog procesa neophodno je izvesti uzrokovanje voda sa terena i odrediti njihov pH, hemijski sastav i mineralizaciju. Da bi se pouzdano odredio uticaj atmosferskih padavina na razvoj kraškog procesa, trebalo bi u dužem vremenskom periodu pratiti pH i hemijski sastav kišnice.

Zahvalnost. Zahvaljujem se Marku Vaniću, dipl. inž. geologije, na sugestijama i podršci tokom izrade rada, Milenku Trijiću na pomoći tokom izrade hemijskih analiza. Takođe zahvaljujem Branislavu Saviću na pomoći u orijentaciji na terenu i Dušanu Brankovu na pomoći tokom elektronske obrade grafičkih podataka.

Literatura

Đukanović Đ. 2000. *Klima Valjevskog kraja*. Valjevo: Skupština opštine Valjevo

Ford C. D., Williams P. 1989. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. London: Wiley

Jovanović P. B. 1956. *Reljef sliva Kolubare*. Beograd: Srpska akademija nauka

Krešić N. 1988. *Karst i pećine Jugoslavije*. Beograd: Naučna knjiga

Lazarević R. 1996. *Valjevski kras*. Valjevo: Skupština opštine Valjevo

Mojsilović S., Navala M., Baklajić D., Tomić R., Pejović D., Avramović V. 1975. *Tumač za list: L34-136 Valjevo OGRJ SFRJ*. Beograd: Savezni geološki zavod

Pavlović R., Čupković T., Marković M. 2004. *Daljinska detekcija*. Beograd: Zavod za udžbenike

Jakša Milivojević

Impact of Rupture Composition and Chemical Structure of Limestones on the Development of Bačevci Karst

The study was conducted with the aim of analyzing the rupture composition of the field and chemical composition of limestones, in order to identify the dependency of the karst process in the area of Bačevci karst. The method of remote sensing and geochemical standard method have been used. The representation of faults was determined in most of the investigated area, with the exception of the western part. Within standard geochemical methods, amounts of calcium

carbonate and magnesium carbonate in the samples were determined volumetrically. The results obtained in the laboratory work indicate that the samples taken from the western part are more resistant than other samples that are more susceptible to the karstification process. According to the chemical composition of carbonate rocks, geological, geomorphological and rupture composition of the field, it was concluded that there is a higher intensity of karst processes in the north-eastern part of the field relative to the southwestern region of the study area. Analysis of the data clearly shows the correlation between rupture composition of the field and the chemical composition of carbonate rocks, as crucial and inseparable factors in the development of karst processes, in which rock chemistry is a prerequisite for the spread of ruptures on the field, and thus the karst processes. 