

DUBINSKI KRŠ BELOPALANAČKE KOTLINE  
THE PHREATIC KARST OF THE BELA PALANKA BASIN

JOVAN B. PETROVIĆ

Referat na Simpoziju o kraškem površju  
Postojna, 12.—14. junija 1985  
*Paper presented on the Symposium of karst surface*  
*Postojna, June 12—14, 1985*

Naslov — Address  
dr. JOVAN B. PETROVIĆ, univ. prof.  
Institut za geografiju PMF Novi Sad  
Ul. V. Vlahovića 1.  
21000 Novi Sad  
Jugoslavija

Izvlaček

UDK 551.444(497.11-11)

**Petrović Jovan B.: Globoki kras Belopalanške kotline**

V dnu Belopalanške kotline, ki ga v nasprotju z apneniškim obodom grade neogeni jezerski sedimenti, je več kraških izvirov. Največji je Krupačko vrelo, kjer izvira voda iz ca. 20 m globokega jezera, potapljači pa so ugotovili nadaljevanje v jamskem rovu, ki se spusti 58 m pod nivo reke Nišave, ki predstavlja krajevno erozijsko bazo. Rovi so izdelani globoko pod neogenom in so nastali še pred ojezeritvijo.

Abstract

UDC 551.444(497.11-11)

**Petrović Jovan B.: The phreatic karst of the Bela Palanka basin.**

Several karst springs emerge from the bottom of the Belopalanka basin, which is built of neogene lacustrine sediments, in opposite to the limestone borders of the basin. The largest among the springs is Krupačko vrelo, water appearing from a 20 m deep lake. The divers established a siphon passage, explored up to 58 m below the local erosion base (Nišava river). The cave system is formed deep below the neogene and origins before the lake phase.

## DUBINSKI KRŠ BELOPALANAČKE KOTLINE

Belopalanačka kotlina se nalazi u srednjem Ponišavju, u Istočnoj Srbiji. Kotlinu, sa dnom na visini od 260—270 m, okružuju Suva planina (Trem, 1.808 m) sa juga i jugozapada i Svrljiške planine (Zeleni vrh 1.334 m) sa severa i severoistoka. Od uzvodne Đurđevopoljske kotline odvojena je suteskom sv. Oca a od nizvodne Niške Sićevačkom klisurom. Dno kotline izgrađeno je od neogenih, jezerskih sedimenata dok su okolne planine sastavljene od krečnjaka. Ovakav geološki sastav uslovio je i pojavu jakih kraških vrela. Na južnom obodu kotline, u supodini Suve planine, gravitaciono ističe Belopalanačko vrelo dok na severnom obodu, u supodini Svrljiških planina, uzlazno izbija Krupačko vrelo. Ovo vrelo je, pod imenom Modro oko, bilo predmet posebnog interesovanja J. Cvijića još krajem prošlog veka jer predstavlja retku pojavu u kršu Istočne Srbije.

### GEOLOŠKI SASTAV I TEKTONSKI ODNOSI

Belopalanačka kotlina je spuštена duž nišavskih raseda istovremeno kada su najintenzivnije ubirane i izdizane okolne planine, odnosno, krajem oligocena i početkom miocena. Glavni rasedi su označeni pojavom termalno-kraških izvora duž severnog i južnog oboda kotline.

Belopalanačka kotlina je tokom neogena bila ujezerena pa su na njenom dnu nataloženi relativno debeli sedimenti. U centralnom delu kotline oni imaju debljinu i do 160 m a predstavljeni su prvenstveno laporcima a zatim konglomeratima i peščarima. Uz obod kotline neogeni sedimenti se penju i do visine od 620 m i diskordantno naležu preko kretacejskih krečnjaka Suve i Svrlijskih planina. Sa kotlinskih strana neogeni, vodonepropustni sedimenti sprani su do visine korita Nišave samo u neposrednoj okolini Belopalanačkog i Krupačkog vrela.

Planine koje okružuju kotlinu imaju veoma jednostavnu geološku građu. Suva planina je u celosti izgrađena od kretacejskih krečnjaka a u njenom jezgru dominiraju permski crveni peščari i paleozojski škriljci. U građi Svrlijskih planina, izgrađenih takođe od kretacejskih krečnjaka, sa jezgrom od paleozojskih škriljaca, javlja se i jedna uska i ograničena zona flišnih tvorevina. Kretacejski fliš je taložen u neposrednom zaleđu Krupačkog vrela.

Debljina krečnjačkih naslaga na obodnim planinama kreće se i do više stotina metara, na Suvoj planini i preko 700 m. Krečnjačke stene čine podinu i jezerskim sedimentima dna kotline. Krečnjačke stene, slojevite, bankovite i masivne, jako su poremećene, ubrane i izlomljene a po sastavu su veoma čiste. Zbog toga su i skaršćene sve do vodonepropusne podine. Tako Suva i Svrlijske planine, na kojima su zastupljeni svi površinski i podzemni kraški oblici, predstavljaju oblasti bez površinskog oticanja. Njihove vode su podzemno orjentisane prema dolinama Nišave, Svrlijskog Timoka i Kutinske reke.

### KRUPAČKO VRELO

Krupačko vrelo ili Modro oko izbija na severnom obodu Belopalanačke kotline a u supodini Svrlijskih planina. Iz vrelskog jezera voda ističe na visini od 260 m i posle toka od oko 250 m uliva se u reku Nišavu. Amfiteatralni basen vrelskog jezera sa tri strane okružen je liticama a samo je prema jugozapadu otvoren. U njegovom neposrednom zaleđu završava se viseća skaršćena dolina koja silazi sa glavnog venca Svrlijskih planina.

U poznatoj studiji »Izvori, tresave i vodopadi u Istočnoj Srbiji« J. Cvijić posebnu pažnju posvećuje Modrom oku, što dokazuje i izobatska karta u prilogu. On iznosi da i ovo vrelo, poput Žagubičkog, »izbija iz ujezerene vrtače koja je potopljena«. Vrelsko jezero je duboko oko 14 m a ovakva vrela po pravilu »imaju veliku izdašnost« (1, p. 54). Kasnija ispitivanja potvrdila su J. Cvijićeva zapažanja jer je na Krupačkom vrelu izmerena maksimalna izdašnost od 8 m<sup>3</sup>/s. U minimumu izdašnost Krupačkog vrela ne spada ispod 0,2 m<sup>3</sup>/s. To potvrđuje da ovo vrelo ima veoma prostranu sabirnu oblast. Kako u južnoj supodini Svrlijskih planina, tj. na severnom obodu belopalanačke kotline, nema više kraških izvora to znači da su vode koje padnu na glavni planinski venac upućene prema Krupačkom vrelu pa njegov hidrološki sliv zahvata površinu od 76—82 km<sup>2</sup> (2, p. 15).

### BASEN MODROG OKA

Hidrološko-morfološki sistem Krupačkog vrela čine basen Modrog oka, potopljeni pećinski kanali i jezerska otoka. Razvoj ovog hidrološki jedinstve-

nog sistema različit je u morfološkom pogledu kako po načinu postanka tako i po vremenu stvaranja.

Basen Modrog oka ili jezera smešten je, kako ga opisuje J. Cvijić, pod vertikalnom liticom Ručistene, iza poslednjih kuća sela Krupca. Potopljeni deo basena je kružnog oblika sa prečnikom 20—25 m. Sa dna basena, koji ima izgled vrtače, počinju potopljeni kanali dovodnog sistema Krupačkog vrela.

Geološki sastav potopljenog i suvog dela basena Modrog oka, kao i neposrednog zaleđa, prilično je jednostavan. Sastoji se iz donje krednih krečnjaka urgonske, sprudne facije. Bušenjem je utvrđeno da se na većim dubinama, pored čistih javljaju i dolomitični krečnjaci, konglomeratično-brečasti i laporoviti. Tektonski su veoma oštećeni pa se pored pukotina javljaju i veće šupljine. Debljina ove serije, koja leži preko klastičnih sedimenata aptskog kata, iznosi 250 m. Na ove tvorevine a na stranama obluka vrela naležu pliocenokvartarne naslage koje se uz planinske padine penju do znatnih visina (3). Basen Krupačkog vrela je nastao na mestu gde glavni nišavski rased presecaju dva poprečna raseda. Rasedni skok oko vrela iznosi 20 m a njegovo postojanje potvrđuje i kraško-termalni izvor Banjica.

### VRELSKA PEĆINA

Potopljeni pećinski kanali u sistemu Krupačkog vrela predstavljaju prirodni nastavak basena Modrog oka. Vrelska pećina počinje vertikalnom jamom, sa dna basena, na visini od 253 m. Širina ulaznog grotla, smeštenog ispod prirodnog mosta a pod severoistočnim odsekom basena, iznosi 3—4 m. Do prvog suženja, koje leži na visini od 240 m, ulazni kanal ima pravac Z-I a širina mu je ujednačena. Na završetku jame, posle manjeg suženja, javlja se dvorana širine oko 10 m i visine 7 m. Od ove dvorane pećinski kanal skreće na S-I i sve do drugog suženja, na dužini od 40 m, zadržava istu širinu. Manja bočna proširenja su obrazovana na mestima gde se na tavanici javljaju vertikalni kanali koji povećavaju visinu i do 10 m. Drugo sifonsko suženje leži na 23 m od kote ulaza, odnosno na visini od 230 m. Širina sifona nije veća od 1 m a posle nekoliko metara nastaje druga dvorana na čijoj se tavanici javljaju dva vertikalna kanala od 15 m i 10 m. Sve do apsolutne visine od 216 m, dokle je ronilačka ekipa vršila istraživanja, širina pećinskog kanala ostaje ista dok se visina stalno povećava i ni u jednom delu nije manja od 10 m.

Ispitani deo potopljenog kanala vrelske pećine tektonski je predisponiran jednim od nišavskih raseda, na šta ukazuje rasedni skok kao i pravac njegovog pružanja. Na poprečnim, manjim rasedima obrazovana su proširenja kao i vertikalni kanali. Od prvog suženja pa do kraja ispitanog dela, na dužini od 73 m, kanal ima kontinuelan nagib sa visinskom razlikom od 24 m. Visinska razlika između ulaznog grotla pećinskog kanala i krajnje ispitane tačke iznosi 37 m a od površine Modrog oka 47 m. Tako potopljeni deo pećinskog hodnika u dovodnom sistemu Krupačkog vrela, na ispitanj dužini, ima izgled duboko položenog sifonskog, uzlaznog kanala koji se ne završava na 216 m apsolutne visine već se i dalje spušta i nastavlja.

## DOLINA VRELSKE REKE

Otoka vrelskog jezera Modrog oka nema pravu dolinu jer je ona svedena na rečno korito plitko usečeno u aluvijalnoj ravni Nišave. Prirodni preliv otoke jezera je na visini od 260 m a njeno ušće u Nišavu na 256 m. Stalni tok vrelske reke ima dužinu od 260 m. Međutim, na korito Vrelske reke prirodno se nastavlja dolina Šupljajke. Gornji deo ove doline potpuno je skaršćen dok se u donjem javlja povremeni, bujični tok.

U morfološkom razvitku podzemnog i površinskog sistema Krupačkog vrela Vrelska reka i skaršćena dolina Šupljajke imaju poseban značaj. Naime bočnom erozijom toka Šupljajke i vertikalnim usecanjem otoke Modrog oka otvoren je izvorišni obluk, odnosno vrtačasti potopljeni basen Krupačkog vrela. Jugozapadni okvir ovog basena razoren je za 25—30 m, koliko iznosi visina južne krečnjačke grede koja zatvara i od kotline odvajava Modro oko. Dalje usecanje otoke jezera zaustavljeno je podizanjem veštačkog zagata, najpre za seoski mlin a zatim za vodovod Niša. Istina, usecanje je bilo skoro završeno jer je visinska razlika između istoka i ušća Vrelske reke svedena na najmanju meru i iznosi svega 2 m.

## HIDROLOŠKE ODLIKE VRELA

Krupačko vrelo pripada grupi najizdašnijih kraških izvora u Istočnoj Srbiji. Iz jezera Modro oko ističe prava reka »koja raspolaže većom količinom vode no Mlava na isteku iz Žagubičkog jezera« (1, 34). Sporadična merenja izdašnosti vrela započeta su 1951. godine i dala su ove rezultate. Maksimalna izdašnost od oko 11 m<sup>3</sup>/s izmerena je u maju 1956. godine a minimalna od svega 150 l/s u septembru 1952. godine. To je bila izuzetno sušna godina, inače se srednja minimalna izdašnost kreće oko 280—320 l/s a srednja maksimalna oko 8 m<sup>3</sup>/s.

U režimu izdašnosti Krupačkog vrela izdvajaju se dva maksimalna i dva minimalna stanja. Glavni maksimum je u proleće, jače je naglašen i dugotrajniji a sporedni u jesen. Prolećni maksimum je rezultat dugog topljenja snega i značajnih padavina dok je jesenji posledica dugotrajnijih kiša. Glavni minimum je krajem leta i početkom jeseni a sporedni u drugoj polovini zime. Događa se da i maksimalna i minimalna stanja u izdašnosti budu zamenjena. Od posebnog je značaja da Krupačko vrelo ima najujednačeniju izdašnost od svih vrela u Istočnoj Srbiji. To je rezultat prostrane sabirne oblasti i velikih podzemnih akumulacija u razgranatom i potopljenom pećinskom sistemu.

## UTVRĐENE DUBINSKE AKUMULACIJE

U cilju utvrđivanja veličine dubinskih akumulacija u sabirnom sistemu Krupačkog vrela, za potrebe vodvoda u Nišu, izvršeno je u vremenu od 22. IX do 10. X 1978. godine probno crpljenje jezera Modro oko. Eksperiment je obavljen sa dve podvodne muljne pumpe, svaka kapaciteta 300 l/s, i trajao je, sa manjim prekidima, ukupno 417 sati. Neposredno pre početka crpljenja iz jezera Modro oko isticalo je 355 l/s vode. Za trajanje eksperimenta na sabirnu oblast

Krupačkog vrela izlučilo se oko 20 mm taloga zbog čega se može smatrati da je dotok atmosferskih voda bio zanemarljiv.

Maksimalnim kapacitetom crpljenja obe pumpe od 725 l/s nivo vode u jezeru Modro oko spušten je za svega 9,5 m, odnosno, sa kote preliva 262,35 m na visinu od 252,85 m. Da bi se postiglo ovakvo spuštanje nivoa bilo je potrebno 74—92 sata neprekidnog rada pumpi sa punim kapacitetom. Nakon prestanka rada pumpi jezero se vraćalo na prvobitni nivo, na kotu 262,35 m, za svega 20 sati. Ovaj eksperiment je ponavljan više puta a dobijene su iste vrednosti.

Gornji eksperiment je pokazao da se u sabirnoj oblasti Krupačkog vrela nalaze veoma velike podzemne akumulacije vode. Najveći deo akumuliranih voda nalazi se ispod kote od 252 m, znači ispod korita susedne Nišave. Ostvarenim kapacitetom crpljenja, skoro dvostruko većim od trenutne prirodne izdašnosti, bili su ispražnjeni samo viši delovi pećinskog sistema iz kojeg se vodom snabdeva Krupačko vrelo. Brzo punjenje jezera Modro oko ukazuje da ni ovi sistemi nisu bili u potpunosti ispražnjeni. Najzad, najdublji delovi potopljenog pećinskog sistema ovim crpljenjem upošte nisu bili zahvaćeni. A oni upravo predstavljaju i najrazgranatiji sistem podzemnih prostorija.

### ZAKLJUČAK

Dubinski krš hidrološki aktivnog sabirnog sistema Krupačkog vrela razvijen je u južnom, glavnom vencu Svrlijskih planina. Kretacejski krečnjaci ovog krila antiklinale spuštaju se prema jugu duboko i tonu pod neogene jezerske sedimente Belopalanačke kotline. Najniže su ogolićene i oslobođene neogenih sedimenata u izvorišnom obluku Krupačkog vrela koje predstavlja i najniže položen kraški izvor u kotlini. Krupačko vrelo, međutim, svojom recentnom visinom isticanja ne označava i dubinu skaršćenosti krečnjačkih masa. Naprotiv, već samim basenom jezera Modro oko, iz kojeg ističe vrelo, ukazuje da je proces skaršćavanja zahvatio znatno dublje krečnjačke mase. Ovo tim pre što je dno basena za oko 20 m ispod korita susedne i glavne kotlinske reke Nišave. Istražnim bušenjima izvršenim oko samog vrela utvrđeno je da su krečnjačke mase skaršćene i do dubine od 150 m. Naime i na tim dubinama, a to znači ispod kompletne neogene serije, javljaju se kraške šupljine ispunjene vodom.

Da se radi o povezanom sistemu podzemnih kraških šupljina a ne o usamljenim kavernama potvrdila su i speleološka istraživanja. Ovim ispitivanjima utvrđeno je da se na basen jezera-vrela Modrog oka nastavlja veoma prostran pećinski hodnik koji kontinuelno tone prema unutrašnjosti krečnjačke mase. Ovaj pećinski hodnik, sa suženjima i proširenjima, vertikalnim i bočnim, sporrednim kanalima, spušta se ispod dna basena za još 47 m, do koje je dubine ispitan. Celom dužinom on leži, kao i donji deo basena, ispod korita reke Nišave, odnosno, donje erozije baze Belopalanačke kotline. Iz ovoga se zaključuje da i pećinske prostorije utvrđene na dubinama sve do 150 m pripadaju istom pećinskom sistemu.

Eksperimentalna crpljenja vode iz Modrog oka potvrdila su da se radi o velikom hidrološkom sistemu sa neprocenljivim rezervama akumulirane pod-

zemne vode. Ni posle višednevnih ispumpavanja nivo vode u Modrom oku nije nižen više od 9,5 m iako su pri tome pumpe izbacivale dvostruko više vode od trenutne prirodne izdašnosti vrela. Dalje, posle prestanka crpljenja nivo vode u jezeru vraćao se u prvobitno stanje za jednu petinu vremena potrebnog za dostizanje najniže kote. Sva obavljena ispitivanja nedvosmisleno su pokazala da je u sabirnom sistemu Krupačkog vrela razvijen veoma razgranat pećinski sistem dubokog krša čiji je najveći deo potopljen.

Starost potopljenog dela pećinskog sabirnog sistema Krupačkog vrela, koje predstavlja najniže položeni izvor u Belopalanačkoj kotlini, nikako se ne može pripisati savremenom podzemnom kraškom toku čije je isticanje ograničeno visinom preliva Modrog oka, odnosno, rečnim koritom Nišave kao donjom eruzionom bazom. Potopljeni deo pećinskog sistema morao je biti izgrađen pre taloženja jezerskih, neogenih sedimenata u Belopalanačkoj kotlini tim pre što oni pokrivaju krečnjačke padine Svrljiških planina sve do visine od 600 m, tj., do 350 m iznad kote isticanja Krupačkog vrela. Neogeni sedimenti su, prema tome, taloženi preko krečnjaka kada je u njima već bio izgrađen pećinski sistem.

Za trajanje neogenog jezera u Belopalanačkoj kotlini Krupačko vrelo je izbijalo kao sublakustrijski izvor, istina, na nešto većoj visini. U postjezerskoj fazi, sa usecanjem doline Nišave, oživelu su denudacioni procesi spiranja neogenih sedimenata i ologičavanja podinskih krečnjaka. Usecanjem toka Šupljajke razoren je jugozapadni okvir izvorišnog obluka Krupačkog vrela a potopljeni deo basena je otvoren do današnje kote isticanja Vreiske reke. Dalje spuštanje izvorišta Krupačkog vrela i razaranje potopljenog dela basena Modrog oka, kao i ponovno aktiviranje dublje položenih pećinskih kanala, ograničeno je malom visinskom razlikom između kote isticanja i korita Nišave. Zbog toga i najveći deo podzemnih kraških voda akumuliranih u dublje položenim delovima pećinskog sistema ostaje hidrološki neaktivan, umrtvljen.

## DISKUSIJA

M. Z e r e m s k i:

Položaj Krupačkog vrela u Belopalanačkoj kotlini, znatno ispod uždužnog profila Nišave, sa ascendentnim isticanjem, čiju genezu referentno pledira objasniti kao produžetak aktivnosti subjezerskih izvora iz perioda neogena ima osnove. Ovo stoga što su i danas poznati takvi izvori — vrulje koji izbijaju sa dna jezerskih i morskih basena (primeri Ohridsko jezero, Bokokotorski zaliv i dr.).

## LITERATURA

- Cvijić, J.: Izvori, tresave i vodopadi u Istočnoj Srbiji, Glas SKAN, LI, raz. I, Beograd, 1896.  
Petrović, J.: Krš Istočne Srbije, Posebna izdanja SGD, knj. 40, Beograd, 1974.  
Dokumentacija preduzeća za vodovod »Naisus«, Niš.



## THE PHREATIC KARST OF THE BELA PALANKA BASIN

### Summary

The Bela Palanka basin is placed in the mid-course of the River Nišava, in the Eastern Serbia. The bottom of the basin is built of Neogene lacustrine sediments, while the surrounding mountains are completely built of Cretaceous limestone. The mountains are deeply karstified and without the surface streams and their underground waters emerge in the Bela Palanka basin as strong springs biggest among them, the Krupačko vrelo emerges out of the lacustrine depression at the foot of the Svrljig Mountains. The lake basin which is some 20 m deep is followed up by a cave channel explored in the length of 47 m. The final point of the explored flooded cave system lies about some 58 m under the riverbed of the River Nišava, acting as the lower erosion base. The cave channels are placed deeply under the Neogene sediments and for that reason it is concluded that they were formed before the Lacustrine Phase in the Bela Palanka basin.