

Poreklo voda Niške Banje

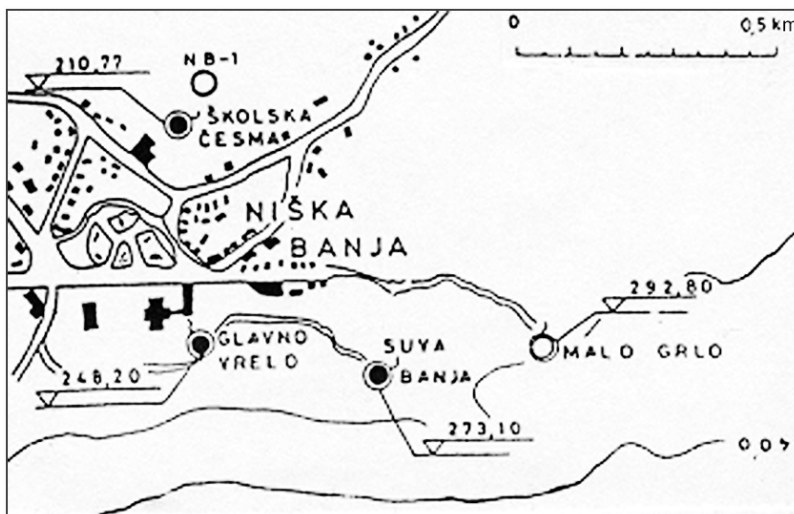
Poreklo voda Niške Banje do sada nije sasvim razjašnjeno, što je prouzrokovalo dosta poteškoća prilikom njihovog eksploatacije. Zadatak istraživanja je bio da se utvrde hidrohemijske karakteristike voda, u cilju utvrđivanja porekla voda i mehanizma njihovog pojavljivanja. Istraživanje je izvedeno osnovnim hidrogeološkim i hidrohemijskim metodama, u periodu od januara do maja 2003. godine, i njime su bila obuhvaćena tri izvora: Glavno vrelo, Suva banja i Školska česma. Na osnovu hemijskog sastava, temperature, geološke građe i tektonskog sklopa područja na kome se javljaju, utvrđeno je mešovito poreklo voda Niške Banje. Suva banja i Glavno vrelo su izvori čije vode predstavljaju mešavinu hladnih karstnih i termalnih voda. Termalnu komponentu čine starije karstne vode koje se zagrevaju poniranjem kroz niz sistema pukotina, mešaju se sa vulkanskim vodama i putem raseda izviru na površinu. Voda Školske česme nastaje infiltracijom voda Suve banje i Glavnog vrela kroz bigar i njihovim mešanjem sa hladnim karstnim vodama. Rezultati istraživanja su potvrdili da, posle spuštanja izliva Suve banje, veza između nje i Glavnog vrela dolazi do izražaja samo u vreme velikih padavina ili otapanja snega. Takođe je utvrđeno da je Školska česma deo ovog hidrauličkog sistema.

Uvod

Većina istraživanja voda Niške Banje bila je usmerena u pravcu pronalazjenja što efikasnijih načina za njihovo eksploatacije. Međutim, da bismo mogli da isplaniramo eksploataciju bilo koje vode, neophodno je znati njeno poreklo, a pogotovo kad je reč o vodama nestabilnog režima kakve su vode Niške Banje. Poreklo ovih voda do sada nije sasvim razjašnjeno, što je prouzrokovalo dosta poteškoća prilikom njihove eksploatacije (Protić, Tomić 1998). Zadatak istraživanja je bio da utvrdi hidrohemijske karakteristike voda, u cilju utvrđivanja njihovog porekla i mehanizma njihovog pojavljivanja.

Niška Banja se nalazi 10 km jugoistočno od Niša, sa leve strane do line Nišave. Smeštena je na padinama Koritnika, krajnjeg severozapadnog ogranka Suve planine, na 250 m nadmorske visine.

*Marko Vanić (1985),
Niš, Mramorska 1/a,
Durlan II, učenik 3.
razreda Gimnazije
"9. maj" u Nišu*



Slika 1.
Položaj izvora u
Niškoj Banji (prema
planu grada Niša
1: 5 000)

Figure 1.
Location of springs
in Niška Banja
(according to Niš city
map 1:5 000)

Niška Banja je poznata po izvorima radioaktivne termomineralne vode: Glavnom vrelu, Suvoj banji i Školskoj česmi. Glavno vrelo se nalazi u podnožju Koritnika na koti 248.5 m, Suva banja se nalazi na padini Koritnika, iznad Glavnog vrela na koti 264.9 m, a Školska česma se nalazi na kontaktu bigrene terase i aluvijona Nišave, nizvodno od dva pomenuta izvora (slika 1) (Milojević 1991).

Geološki i tektonski sklop ovog područja je veoma složen. Niški neogeni basen se pruža od Sićevačke klisure na istoku do Južne Morave na zapadu, to jest orijentisan je svojom dužom osom u pravcu zapad-istok. Zapadni deo basena nalazi se na području srpsko-makedonske mase, a istočni na području karpato-balkanida. Granica ovih jedinica pruža se duž pravca Niška Banja-Hum. U geološkoj građi terena učestvuju metamorfne stene kambrijske i prekambrijske starosti, kao i sedimenti devonske, karbonske, permske, trijaske, jurske, miocenske i kvartarne starosti (slika 2) (Petković, Luković 1932).

D. Antula (1898) je prvi pokušao da objasni poreklo voda Niške Banje. On smatra da je Glavno vrelo obično kraško vrelo, čija voda pre izlaska na površinu silazi do znatne dubine i usled toga ima povećanu temperaturu. J. Cvijić (1924-1926) pretpostavlja da se Glavno vrelo i Suva banja nalaze na Studenskom rasedu, pri čemu je Glavno vrelo na mestu ukrštanja Studenskog i Zaplenjskog raseda. K. V. Petković (1930) takođe vezuje pojavu izvora za rasede na obodu niške kotline, s tim što on pravi razliku između termalne vode koja prodire iz dubine uz rasede, i karstne vode koja se kroz krečnjake bočno probija do raseda, meša se sa toplom vodom i za vreme kiša je hladi i muti (Petković, Luković 1932). V. Vujanović, M. Teofilović i M. Arsenijević (1972) na osnovu prisustva K, Li, Rb, Sc i Sr svrstavaju ove vode u vode "šumadijskog tipa", jer su pomenuti elementi njihovi karakteristični pratioci. Prisustvo Cs, navode,



Slika 2.
Geološka karta područja
Niške Banje (prema OGK
1:100 000) Legenda:

- 1 – kvartarne tvorevine
(a – aluvijum,
b – bigar)
- 2 – mioplIOCenski
sedimenti
- 3 – donjokredni
konglomerati,
alevroliti i peščari
- 4 – titonski krečnjaci i
dolomiti
- 5 – jurski peščari,
krečnjaci i dolomiti
- 6 – permški crveni peščari
- 7 – karbonski peščari,
glinci i konglomerati
- 8 – devon-karbonski
škrljci i peščari
- 9 – devonski peščari i
alevroliti
- 10 – proterozojski
metamorfiti
- 11 – istražna bušotina
- 12 – termalni izvor

naočito je indikativno za vulkanske vode, pa vode Niške Banje u njih i svrstavaju. B. Georgijević (1976) nasuprot njima smatra da Li i Sr većim delom potiču iz krečnjaka, pa na osnovu toga i podataka o sadržaju nekih alkalnih i zemnoalkalnih elemenata vodu smatra vadoznom, a njenu povišenu temperaturu vezuje za termalni gradijent (Georgijević 1976). M. Milojević (1991) isključuje ulogu raseda i smatra da je reč o karsnoj vodi koja se zagreva cirkulacijom u ispucalim i karstifikovanim krečnjacima i dolomitima Koritnika, ispod niškog neogenog basena. Na osnovu izotopskog sastava on je utvrdio da dolazi do mešanja ovih voda i karstnih hladnih voda (Milojević 1991). D. Protić i V. Tomić (1998) smatraju da izvori Niške Banje pripadaju karstnom tipu vrela, koji se pojavljuju zahvajujući rasedima u donjokrednim krečnjacima. Povišenu temperaturu vode vezuju za termalni gradijent (Protić, Tomić 1998).

Metode

Istraživanje je izvedeno osnovnim hidrogeološkim i hidrohemijским metodama (Dimitrijević, Papić 1989). Uzorci za hemijske analize uzimani su jednom mesečno, a svakodnevno su određivane fizičke osobine voda (temperatura, boja i mutnoća) u periodu od januara do maja 2003. godine, sa tri izvora: Glavno vrelo, Suva banja i Školska česma (slika 1). Analize su vršene tri časa po uzimanju uzoraka u laboratoriji javnog komunalnog preduzeća za vodovod i kanalizaciju "Naissus" u Nišu. Određivane su koncentracije HCO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , O_2 , BPK₅ volumetrijski, SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , NH_4^+ , CN^- , S^{2-} , SiO_2 spektrofotometrijski, Fe, Mn, Cr, Hg, Pb, Cd, Cu, Zn atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom, Na^+ i K^+ plamenom fotometrijom i fenola gasnom hromatografijom.

Podaci o padavinama su preuzeti iz fonda hidrometeorološke stanice Niš. Iz literature su preuzeti podaci o geološkoj građi i tektonici terena, kao i podaci o koncentracijama jona koji su bitni za ovo istraživanje, a nisu mogli biti određeni u njegovom sklopu.

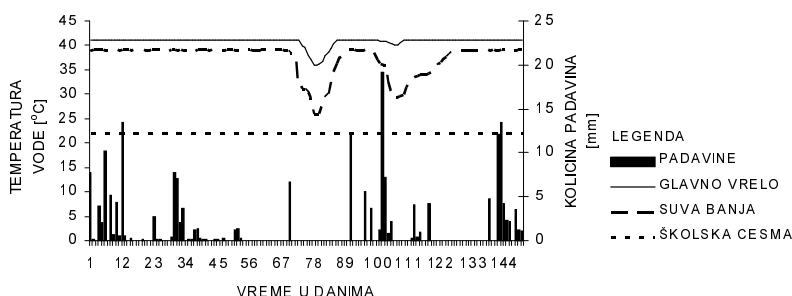
Figure 2.
Geology map of Niška
Banja area (according to
BGM 1:100 000) Legend:

- 1 – Quaternary deposits
(a – alluvium,
b – travertine)
- 2 – Miocene-Pliocene
sediments
- 3 – Lower Cretaceous
conglomerates,
siltstones and
sandstones
- 4 – Tithnian limestones
and dolomites
- 5 – Jurassic sandstones,
limestones and
dolomites
- 6 – Permian red
sandstones
- 7 – Carboniferous
sandstones,
claystones and
conglomerates
- 8 – Devonian-
Carboniferous schists
and sandstones
- 9 – Devonian sandstone
and siltstones
- 10 – Proterozoic
metamorphites
- 11 – exploratory drill-hole
- 12 – thermal spring

Rezultati i diskusija

Hemijski sastav ovih voda je skoro identičan. Po anjonskom sastavu vode su hidrogenkarbonatnog tipa, a po katjonskom kalcijuskog (klasifikacija po Alekinu). Vode imaju slabo bazični karakter (pH 7). Iako se radi o malomineralizovanim vodama, zbog visokog sadržaja radioaktivnog gasa radona (od 177 Bq/dm^3 do 546 Bq/dm^3), svrstane su u mineralne vode.

U istražnom periodu temperatura vode na Suvoj banji je varirala u intervalu od 26°C (od 20. do 22. marta) do 39.1°C . Voda Glavnog vrela imala je temperaturu od 36°C (od 20. do 21. marta) do 41.1°C . Temperatura vode Školske česme je bila relativno ujednačena i kretala se oko 22°C (slika 3).



Slika 3.
Padavine i
temperature voda na
izvorima

Figure 3.
Precipitation and
source water
temperature

Temperatura vode Suve banje znatno je opala, prvi put kao posledica otapanja snega, i drugi put kao posledica velikih padavina, dok je do znatnijeg pada temperature vode Glavnog vrela došlo samo u prvom slučaju. Sama činjenica da izlučivanje velike količine padavina utiče na rashlađivanje i hemijski sastav ovih voda govori nam o njihovom mešovitom poreklu (slike 3 i 4).

Koncentracija magnezijum jona kretala se u intervalu od 5.1 do 18.6 mg/dm^3 u vodi Suve banje, od 5.1 do 16.8 mg/dm^3 u vodi Glavnog vrela, i od 7 do 17.5 mg/dm^3 u vodi Školske česme (slika 4a).

Promena koncentracije magnezijuma na Glavnom vrelu i Suvoj banji je skoro identična, što je najverovatnije posledica povezanosti ovih izvora. Pad koncentracije u martu je posledica razblaženja usled padavina, jer je magnezijum slabo migrativan i rastvorljiv. Na Školskoj česmi i u aprilu dolazi do razblaženja, zbog uticaja padavina.

Koncentracije kalcijumovih jona varirale su u intervalu od 68 do 80 mg/dm^3 u vodi Suve banje, od 67 do 80 mg/dm^3 u vodi Glavnog vrela, i od 93 do 109 mg/dm^3 u vodi Školske česme (slika 4b).

Koncentracija kalcijuma na Suvoj banji i Glavnom vrelu se povećava u martu, kao posledica rastvaranja krečnjaka prilikom otapanja snega i padavina, dok na Školskoj česmi koncentracija magnezijuma opada zbog razblaženja, jer ovde ne dolazi do rastvaranja krečnjaka, već bigra. U maju

dolazi do smanjenja koncentracije kalcijuma zbog smanjenja uticaja hladnih karstnih voda na Glavnom vrelu, a iz istog razloga dolazi i do povećanja koncentracije kalcijuma na Školskoj česmi. Na Suvoj banji zbog padavina preovlađuje uticaj hladnih karstnih voda, što ponovo dovodi do povećanja koncentracije kalcijuma.

Hloridi su imali vrednosti od 8 do 14 mg/dm³ u vodi Suve banje, od 12 do 14 mg/dm³ u vodi Glavnog vrela, i od 14 do 30 mg/dm³ u vodi Školske česme (slika 4c).

Zbog padavina u martu takođe dolazi i do naglog porasta koncentracije hlorida na Školskoj česmi i minimalnog na Suvoj banji. Na Glavnom vrelu u martu ne dolazi do promene koncentracije hlorida, dok u aprilu dolazi do minimalnog smanjenja.

Koncentracija nitrata varirala je u intervalu od 0 do 3 mg/dm³ na Suvoj banji i Glavnom vrelu, i od 20 do 25 mg/dm³ na Školskoj česmi (slika 4d).

Do porasta koncentracije nitrata na Školskoj česmi dolazi zbog zagađenosti tla iznad zone prihranjivanja njene izdani. Na Glavnom vrelu i Suvoj banji povećanje koncentracije nitrata je minimalno, dok se u maju više ne javljaju u ovim vodama zbog male zagađenosti terena na kome se nalazi oblasti prihranjivanja.

Sulfati su takođe imali iste vrednosti na Suvoj banji i Glavnom vrelu, od 43 do 57 mg/dm³, dok su se na Školskoj česmi njihove vrednosti kretale od 51 do 89 mg/dm³ (slika 4e).

U periodu padavina i otapanja snega takođe dolazi i do povećanja koncentracije sulfata koji vode poreklo iz zemljišta i vazduha. I ovde je uočljivo skoro poklapanje vrednosti koncentracija na Glavnom vrelu i Suvoj banji, kao i znatno veće koncentracije kod Školske česme u odnosu na ova dva izvora. Na Školskoj česmi su povećane koncentracije sulfata zbog otpadnih voda koje se infiltriraju kroz bigar.

Hidrogenkarbonati su na izvoru Suva banja imali koncentracije u intervalu od 214 do 280.64 mg/dm³, na Glavnom vrelu od 256 do 317 mg/dm³, i na Školskoj česmi od 292 do 329 mg/dm³ (slika 4f).

Do smanjenja koncentracije hidrogenkarbonata u martu na Glavnom vrelu i Suvoj banji dolazi zbog rablaženja, usled većeg priliva karstne vode. Na Školskoj česmi povećanje koncentracije hidrogenkarbonata prouzrokovano je rastvaranjem bigra pod uticajem ugljendioksida iz padavina.

Suvi ostatak se kretao od 289 do 346 mg/dm³ na Suvoj banji, od 312 do 350 mg/dm³ na Glavnom vrelu, i od 328 do 500 mg/dm³ na Školskoj česmi. Na svim izvorima dolazi do smanjenja količine suvog ostatka u martu zbog uticaja padavina i otapanja snega koji dovode do razblaženja vode.

Kao što se sa grafika na slici 4 vidi, promena svih fizičkih i hemijskih parametara vode Suve banje i Glavnog vrela je skoro identična. Na osnovu toga možemo zaključiti da je reč o vodama iste izdani i istog porekla. Odstupanja se javljaju samo u periodu rashlađenja. To se jasno vidi ako sliku 4 uporedimo sa slikom 3.

Ove vode nastaju mešanjem termalne vode i hladne vode karstne izdani. Prilikom otapanja snega i u vreme velikih padavina, preovlađujući uticaj hladnih karstnih voda dovodi do rashlađivanja i promene hemijskog sastava. U mesecima kada nema padavina preovlađuje termalna komponenta u formiranju hemijskog sastava.

Zbog složenog tektonskog sklopa, pre svega postojanja raseda, većina autora smatra da termalna komponenta predstavlja starije karstne vode (starije od onih koje se formiraju danas kao posledica infiltracije padavina i otopljenog snega). One se, kako navode, zagrevaju poniranjem kroz niz sistema pukotina, a zatim kroz rasede izviru na površinu. Prema M. Teofiloviću i V. Vujanoviću (1980) vode Niške Banje odgovaraju descentnim vodama istočne Srbije, koje su nastale na već pomenut način. Međutim, zbog sadržaja cezijuma, koji se javlja samo u vulkanskim vodama "šumadijskog tipa", a ne i u descentnim vodama istočne Srbije, pomenuti autori vode Niške Banje svrstavaju u vulkanske. M. Milojević (1991) smatra na osnovu intervala u kome se kreće koncentracija ugljenikovog izotopa ^{13}C (od 7% PDB do 11.4% PDB) u hidrogenkarbonatu da je on jednim delom magmatskog porekla, i samim tim zaključuje da vode Niške Banje mogu biti jednim delom i vulkanske. M. Teofilović i V. Vujanović (1980) takođe navode da su descentne termomineralne vode istočne Srbije jednim delom juvenilne, odnosno vulkanske. Kao što se iz pregleda geološke građe terena vidi, dosadašnjim istraživanjima nisu kartirane magmatske stene i pretpostavlja se da se one uopšte ne javljaju na ovom području. Samim tim činjenica da ove vode mogu biti vulkanske zvuči kontradiktorno. Na osnovu rada D. G. Smita (Smith 1981) možemo postaviti hipotezu o poreklu voda Glavnog vrela i Suve banje, s obzirom da ne znamo da li na ovom području ima magmatskih stena. Kako ovaj autor navodi, magmatska stenska masa koja se nalazi i na dubini većoj od 3000 m sposobna je da odaje vodu i utiče na druge vode, bez obzira na njenu starost. Imajući u vidu rezultate M. Milojevića (1991) o izotopskom sastavu vode Glavnog vrela i Suve banje, podatke M. Teofilović i V. Vujanović (1980), a uključujući i rezultate ovog istraživanja, postojanje magmatskog tela na području Niške Banje i mešovito poreklo pomenutih voda je sasvim izvesno.

Voda Školske česme nastaje mešanjem termalnih voda Glavnog vrela i Suve banje, koje se prilikom infiltracije kroz bigar mešaju sa hladnim karstnim vodama koje dotiču iz pravca Golemog vrela, i hladnih karstnih voda, nastalih kao posledica padavina na području Koritnika.

Zaključak

Na osnovu hemijskog sastava, temperature, geološke građe i tektonskog sklopa područja na kome se javljaju, utvrđeno je mešovito poreklo voda Niške Banje. Suva banja i Glavno vrelo su izvori čije vode pred-

Slika 4
(naspramna strana)
Promena koncentracija
jona tokom vremena:

- a) magnezijuma
- b) kalcijuma
- c) hloriga
- d) nitrata
- e) sulfata
- f) bikarbonata

Figure 4
(opposite page)
Change of ion
concentration
depending on time:
a) magnesium
b) calcium
c) chloride
d) nitrate
e) sulfate
d) hydrogencarbonate

stavljaju mešavinu hladnih karstnih i termalnih voda. Termalnu komponentu čine starije karstne vode koje se zagrevaju poniranjem kroz niz sistema pukotina, mešaju se sa vulkanskim vodama i putem raseda izviru na površinu. Voda Školske česme nastaje mešanjem termalnih voda Glavnog vrela i Suve banje, koje se prilikom infiltracije kroz bigar mešaju sa hladnim karstnim vodama koje dotiču iz pravca Golemog vrela, i hladnih karstnih voda, nastalih kao posledica padavina na području Koritnika.

Rezultati istraživanja su potvrdili rezultate M. Pećinara (1961) da posle spuštanja izliva Suve banje, veza između nje i Glavnog vrela dolazi do izražaja samo u vreme velikih padavina ili otapanja snega. Takođe je utvrđeno da je Školska česma deo ovog hidrauličkog sistema.

Zahvalnost. Zahvaljujem se dipl. inženjerima geologije Milošu Stojanoviću i Zoranu Punišiću iz “Geoinženjeringa” iz Niša na sugestijama i podršci tokom izrade rada, dipl. hemičaru Mariji Minić iz JKP “Naissus” iz Niša na pomoći oko izrade hemijskih analiza, dr Draganu Miljkoviću iz instituta “Niška Banja” na ustupljenoj fondovskoj dokumentaciji instituta i sugestijama. Takođe se zahvaljujem dipl. hidrometeorologu Zoranu Vasiljeviću iz hidrometeorološke stanice Niš na ustupljenim podacima o padavinama za vreme istraživanja. Na kraju, ali podjednako kao i prethodnima, zahvaljujem se Dejanu Grujiću studentu medicine i Milenku Trijiću studentu hemije na Univerzitetu u Beogradu, na pomoći i podršci tokom izrade rada.

Literatura

Dimitrijević N., Papić P. 1989. *Hidrohemija – Metode hemijskih analiza prirodnih voda i hidrohemijskih istraživanja*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Georgijević B. 1976. Geohemijska studija Niške Banje. *Geološki anali Bakanskog Poluostrva*, knjiga XXXIX. Beograd: Geološki zavod

Milijević M. (ur) 1998. *Predlog za utvrđivanje područja Niške Banje*. Niška Banja: fond instituta “Niška Banja”

Milojević M. 1991. *Elaborat o eksploatacionim rezervama termomineralnih voda Niške Banje*. Niška Banja: fond instituta “Niška Banja”

Pećinar M. 1961. Hidrogeologija termalnih vrela Niške Banje i njihova zaštita od rashlađivanja i mućenja. *Glasnik Odeljenja Tehničkih nauka SANU*: CCXXLII, knjiga 5

Petković K., Luković M. 1932. Niška Banja – geološki sastav šire okoline banje i pojave termalnih i radioaktivnih izvora. *Glasnik Srpske kraljevske akademije*, knjiga CLVIII

Protić M., Tomić V. 1998. Hidrogeološka struktura Niške Banje i uslovi zahvatanja termalne vode viših temperatura. U *Hidrogeologija i inženjerska geologija* (ur. M. Šučur). Herceg Novi: Crnogorsko geološko društvo

Smith D. G. 1981. *The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences*. Cambridge University Press

Teofilović M., Vujanović V. 1980. Problemi geohemije i geneze mineralnih voda Srbije. *Radovi Geoinstituta*, knjiga 14. Beograd: Geoinstitut

Marko Vanić

Origin of Niška Banja Spa Waters

The origin of Niška Banja (Niška spa) waters has long been unexplained, which caused problems with their exploitation. The goal of this research was the determination of their hydrochemical characteristics and the mechanisms governing their appearance. We hoped that this would give an insight into the origin of these waters. The research was carried out between January and May of 2003, using basic hydrogeological and hydrochemical methods. Three sources were explored: Glavno Vrelo, Suva Banja and Školska česma.

According to the chemical composition, temperature, geological composition and tectonic structure of the sources, it was concluded that the waters are of mixed origin. The Suva banja and Glavno vrelo waters represent a mixture of cold karst waters and thermal waters. The thermal component consists of volcanic waters and karst waters which are heated by flowing through a system of fissures, and come up through faults. The waters from the Školska česma source originate from the infiltration of the Suva banja and Glavno vrelo waters through calcareous tuff. The results of the research confirm the earlier results obtained by M. Pećinar, that after the lowering of the source Suva banja, the link between it and Glavno vrelo is prominent only when there is a lot of rainfall or snow melting. It has also been determined that Školska česma is part of the same hydraulic system.

