

PRILOG PROUČAVANJU POREKLA TERMALNE KOMPONENTE RADONSKIH OLIGOMINERALNIH IZVORA U NIŠKOJ BANJI

Vesna Minić

Termalne vode Niške Banje sačinjavaju tri komponente: topla, hladna stalna i hladna povremena (bujično-kraška) komponenta. Poreklo tople komponente nije razjašnjeno. Prisutna su suprotna stručna mišljenja. Po jednim istraživačima topla komponenta je vadozna, a po drugim juvenilna. Poreklo hladnih komponenata je u velikoj meri razjašnjeno. U ovom radu su sistematizovani i dokumentovano prikazani rezultati istraživanja geneze tople komponente tokom XX stoleća, kao baza i smernica za dalja istraživanja. Posebno su analizirani najnoviji rezultati o pulsaciji temperature vode kao mogućem indikatoru ritmičkog izviranja. *Acta Medica Medianae* 2003; 42(3):35-41.

Ključne reči: termalne vode, geneza, Niška Banja

Građevinska tehnička škola "Ncimar" u Nišu

Kontakt: Vesna Minić
Građevinska tehnička škola "Neimar"
Vojvode Tankosića 11/43, 18000 Niš, Srbija i Crna Gora
Tel.: 018/351-030

Uvod

Višegodišnja istraživanja hidrološkog i temperaturnog režima termalnih izvora u Niškoj Banji pokazuju da se vode termalnih radonskih, oligomineralnih izvora, Glavnog vrela i Suve banje, sastoje od po tri komponente: tople, hladne stalne i hladne povremene (bujično-kraške) komponente. Poreklo i uticaj hladnih komponenata je detaljno obrađen u radovima V. Minić (1, 2, 3 i 4). Poreklo termalne komponente nije proučeno u dovoljnoj meri. Prema rezultatima istraživanja M. Lukovića i K. Petkovića (5), termalna komponenta je vadoznog (descendentnog) porekla. Na mogućnost juvenilnog porekla upućuje S. Stevanović (6). Heterogeni materijal sa drobinom magmatskih stena u zoni ukrštanja Nišavskog i Studenskog raseda, na koji se naišlo prilikom probijanja tunela za spuštanje izliva Suve banje 1955/1956. godine, potkrepljuje ovu mogućnost M. Pećinar (7). Sadržaj mikroelemenata upućuje, takođe, na vulkansko poreklo vode Ristić i sar. (8); Vujanović i sar. (9). Radovi novijeg datuma: Teofilović i Vujanović (10); Vujanović i Teofilović (11); Vujanović i Teofilović (12), sa gledišta tektonike, geohemije i geneze mineralnih voda Srbije, takođe ukazuje na vulkansko poreklo termalne komponente. Pulsacije temperature vode koje su došle do izražaja 1997., 1998. i 1999. godine usled znatnog smanjenja količina hladnih komponenata, koje je nastalo kao posledica sniženja kote izliva vrela Suva

banja i niza sušnih godina, ukazuje na mogućnost ritmičkog izviranja termalne komponente, što je karakteristično zajuvenilne vode.

Ovaj rad ima za cilj da sistematizuje i prikaže rezultate istraživanja porekla termalne vode u Niškoj Banji do kojih su došli stručnjaci raznih profila tokom XX stoleća, kako bi ta saznanja poslužila kao osnova za dalja buduća istraživanja porekla termalne komponente i porekla radioaktivnosti radonskih, oligomineralnih izvora, Glavnog vrela i Suve banje.

Autor ovog rada, koji se bavi istraživanjem uticaja atmosferskih i kraških voda na režim termalnih izvora u Niškoj Banji, došavši do saznanja koja bi mogla da budu korisna u istraživanjima geneze termalne komponente, nastoji da ih učini dostupnim stručnjacima kompetentnim za tu oblast.

Poreklo vode

Vode termalnih radonskih oligomineralnih izvora, Glavnog vrela i Suve banje su istog porekla, što se vidi po hemijskom sastavu, količini radijum emanacije, po temperaturi i mestu izbijanja. Voda ističe kao mešavina tople i hladnih komponenata, od čije razmere zavisi izdašnost i temperatura. Analizom višegodišnjih uporednih meteoroloških i hidroloških osmatranja konstatovano je da je termalna komponenta stalna i po temperaturi i po izdašnosti, a da promene nastaju usled promenljivosti hladnih kraških komponenata, čije količine zavise od atmosferskih padavina u slivnom (sabirnom) području Suve planine i Koritnika (1, 2, 3, 4). U osmatranom periodu od 1931. do 1999. godine maksimalna temperatura vode Glavnog vrela iznosi 41,3°C, a minimalna 19°C, dok se temperature vode vrela Suva banja kreću između 39,4°C i 11°C.

Poreklo termalne komponente nije utvrđeno. Postoje, zasad, dve pretpostavke:

- da je termalna voda vadozna i
- da je termalna voda juvenilna.

Po profesorima: M. Lukoviću i K. Petkoviću

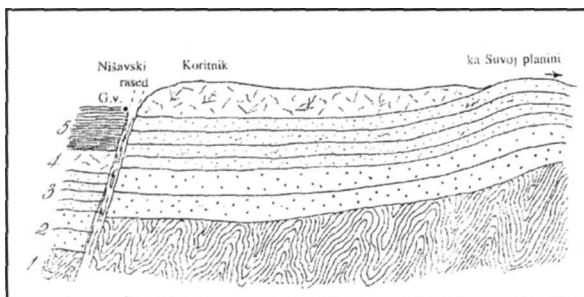
Na osnovu geoloških i hidrogeoloških istraživanja, K. Petković i M. Luković (5,13), smatraju da je termalna voda Niške Banje vadozna, meteorska voda sa sliva Suve planine koja ponire u veću dubine, gde se zagreva, pa ponovo izbija na površinu koristeći Nišavski rased.

Sabirnu oblast predstavlja pojas koji se pruža između Studenskog i Zaplanjskog raseda pravcem SZ-JI na dužini od oko 50 km. Površina ove oblasti iznosi oko 150 km². Najveći deo sabirne oblasti čine lijaski peščari, koji su pokriveni intenzivno skaršćenim krečnjacima Suve planine i Koritnika.

Kretanje podzemne vode je različito u krečnjačkoj masi i u peščarima. Zbog intenzivne skaršćenosti krečnjaka Suve planine i Koritnika, podzemna hidrografija je karstnog tipa. Najveći deo meteorske vode koja ponire kreće se relativno brzo kroz mnogobrojne kanale i prsline u pravcu nagiba krečnjačke mase i nepropustne podloge, dok manji deo vode struji lagano kroz sitnije pukotine.

Krečnjački masiv Suve planine drenira veći deo svoje vode putem vrela u Studeni, Dušniku i drugim, dok manji deo ponire u peščare. Skaršćeni krečnjački masiv Koritnika, ispresecan kanalima koji su orijentisani u pravcu pada sinklinale, prema Nišavskom rasedu, najveći deo svoje vode drenira putem termalnih vrela u Niškoj Banji.

Lijaski peščari imaju suprotnu ulogu od krečnjaka. Oni primaju znatno veću količinu vode u pojasu koji je razgolićen i jako isprepucao na površini. Ova voda se lagano kreće u pravcu pada slojeva, ka severozapadu i zapadu. Kako su preko zapadnog boka, duž Zaplanjskog raseda, navučeni kristalasti škriljci, to ova voda uglavnom odlazi na sever prema Nišavskom rasedu (slika 1). U dubinu, ova voda prodire do kontakta crvenih peščara i škriljaca koji je, po mišljenju profesora M. Lukovića i K. Petkovića, ispred



Slika 1. Uzdužni šematski profit sabirne oblasti:

1. paleozojski škriljci velike debljine;
2. crveni peščari - oko 500 m;
3. lijaski peščari - oko 400 m;
4. kretacejsko-titonski krečnjak, u bazi vrlo peskovit - oko 350 m
5. terciarne gline, peskovi i laporci (Luković i Petković (5))

Nišavskog raseda na dubini od oko 1500 m, na kojoj se voda, uz lagano kretanje, može da zagreje do preko 50°C. Sabirna oblast u južnom delu nalazi se 2000 metara iznad ovog kontakta, te je voda na rasedu pod dovoljnim hidrostatičkim pritiskom da se popne do površine. Prilikom penjanja, voda se rashlađuje usled priliva hladnije vode iz viših horizonata peščara i hladne kraške vode.

Po profesoru S. Stevanoviću

Profesor S. Stevanović (6) ukazuje 1941. godine na mogućnost juvenilnog porekla vode:

"Iz toga što u neposrednoj blizini Niške Banje nisu do sada nađene vulkanske stene ne može se zaključiti da postanak ove banje uopšte nema veze sa radom nekadašnjih vulkana jer su poremećaji koji su se vršili u zemljinoj kori sredinom Tercijera, ostavili duboke tragove u oblasti kojoj ta banja pripada. Ti tragovi su izraženi u nabiranju Suve planine i postanku raseda i potolina oko nje. Nabiranjem planine stavljena je u pokret rastopljena masa u unutrašnjosti zemljinoj, a rasedi su joj omogućili da negde izbije i na površinu. Profesor J. M. Žujović (14) našao je u svoje vreme kod sela Malča tuf postao vulkanskim erupcijom na dnu jezera, koje je za vreme mladeg tercijera ispunjavalo nišku kotlinu, a kod manastira Sv. Petke u Sićevačkoj klisuri otkrio žicu eruptivne stene koju je odredio kao bazalt. Nalasci vulkanskog tufa i bazalta potvrđuju da se u okolini Niške Banje magma približavala površini zemlje, što je na mestima gde je bilo raseda izazvalo vulkansku radnju."

Nakon jedne i po decenije, profesor M. Pećinar prilikom probijanja tunela za spuštanje izliva vrela Suva banja, naišao je na komade magmatskih stena u zoni ukrštanja Studenskog i Nišavskog raseda.

Profesor S. Stevanović, dalje ističe da se ritmičko isticanje vode, koje je karakteristično za juvenilne vode, ne može opažati zbog toga što voda izvire pomešana sa hladnom vodom iz krečnjaka.

Polastolećakasnije, (1997., 1998., 1999.) uperiodu kada je došlo do znatnog smanjenja količina hladnih komponenata, autor beleži pulsacije temperature vode na oba vrela, što je i bio povod za ovaj rad.

Po profesoru M. Pećinaru

Prilikom probijanja tunela dužine 55 m na lokaciji Suva banja 1955/1956. godine, po projektu profesora M. Pećinara, došlo se do značajnih podataka. Tunnel je izveden radi sniženja kote izliva vrela Suva banja za 8,5 m u cilju poboljšanja hidrološkog režima termalnih vrela. Izvođenjem radova je rukovodio lično inženjer M. Pećinar, uz sve mere predostrožnosti zbog osetljivosti terena i mogućih iznenađenja. Probiranjem tunela kroz heterogenu stensku masu na ukrštanju Nišavskog raseda sa Studenskim rasedom, konstatovane su i dve značajne činjenice: potvrđen je geološki profil koji je opisan u studiji M. Lukovića i K. Petkovića (5) i pronađeni su komadi magmatskih stena, što se detaljnije prikazuje citatom M. Pećinara (7), 1961. godine:

"Prvih 25 metara tunel je išao kroz brečaste krečnjake. Na daljih 6 metara ovi krečnjaci bili su jako isprepućali, sa mnogo crvenice u pukotinama. Potom se naišlo na zdrobljenu i jako presovanu mešavinu krečnjačke drobine, škriljaca i raznobojnih glina. Kroz ovaj materijal je išao 8 metara, pa se ušlo u jedre kredne krečnjake. Oni su dalje trajali sve do kraja bušenja, tj. 16 metara. Sve do pojave jedrih krečnjaka tunel je obložen betonskom oblogom. Među drobinom krečnjaka, izmešanog sa škriljcima i glinama, nalazili su se i komadi stene koja je slična granitu. Mi smo uzorke ove stene dali na određivanje jednoj laboratoriji u Beogradu, ali je ona uzorke zaturila, a u međuvremenu je taj deo tunela bio obložen betonom. Ukoliko bi, međutim, pojava granita u ovom tunelu bila interesantna i mogla doprineti upoznavanju tla u dubinama i poreklu radioaktivnosti, takvi uzorci mogu se dobiti bušenjem betonske obloge na toj deonici tunela. Ovdje moramo napomenuti da je geološki profil tunela skoro identičan saprognoznim profilom koji su još 1932. godine dali dr Luković i dr Petković (5)."

Spektrohemijska analiza Rb i Cs u mineralnoj vodi Niške Banje

Istovremeno je spektrohemijskom analizom prvi put utvrđeno prisustvo rubidijuma, cezijuma i litijuma u termalnoj vodi Niške Banje, S. Ristić i sar. (8) 1956. godine.

"Izvršena su fizičko-hemijska i spektrohemijska istraživanja vode Niške Banje, kojima su upotpunjeni i donekle provereni neki ranije objavljeni podaci drugih autora.

U hemijskom pogledu je sasvim novo zapažanje - jednovremeno prisustvo ređih alkalnih metala (Li, Rb, Cs), koje je ovde sasvim pouzdano spektrohemijski dokazano. Na moguć geohemijski značaj ove konstatacije ukazano je naročito u vezi sa radovima Bossnet-a i Lepape-a."

"Prisustvo gotovo svih alkalnih metala (sem francijuma) čini nam se iz više razloga naročito interesantno. Pre svega, cezijum je doista redak element, jer prema Goldschmidt-ovom procenivanju (16) njegova obilnost nalaženja u zemljinoj kori oko 400 puta manja od obilnosti nalaženja natrijuma. U prirodnim vodama njegovo je prisustvo dosta retko (17). S druge strane to je najelektropozitivniji katjon (posle francijuma), sa najvećim atomskim i jonskim radijusom, koji zbog toga pokazuje interesantne i fizičke i hemijske osobine. Međutim, cezijum u slučaju ove naše mineralne vode može da bude, možda, i naročito značajan kao kriterijum za juvenilno ili vadozno poreklo njeno. U jednom značajnom radu, gde su izneti rezultati oko stotinu mineralnih i drugih voda, R. Bossnet (18) (1934) je istakao karakterističnu činjenicu, da prisustvo cezijuma, uz ostale alkalne metale, ukazuje na mineralizaciju iz najstarijih terena, dok odsustvo ovog elementa otkriva vezu sa površinskim poreklom vode. Ovo je nesumnjivo vrlo važan podatak, jer bi se na osnovu njega, očigledno, relativno lako, moglo proveriti pitanje mešanja dubinske sa površinskom vodom u Niškoj Banji.

Prema dosadašnjem istraživanju porekla mineralne vode Niške Banje, mišljenja su podeljena. Gornji podaci bi svakako bili od velikog značaja da se konačno utvrdi poreklo ove vode. Ređi sastojci, koji su prisutni u mineralnim vodama, mogu da posluže "kao indikator" za dokazivanje da li su te vode juvenilnog ili vadoznog porekla (19)."

"Ova činjenica, kao i niz novijih podataka iznetih u ovom radu, dovoljni su da ukažu na potrebu preciznijih i sistematskije vođenih analiza u slučaju ove naše mineralne vode."

Geotektonski i geomineralni aspekti mineralnih voda

Nasi eminentni stručnjaci M. Teofilović, V. Vujanović i M. Arsenijević vršili su istraživanja mineralnih i termomineralnih voda Srbije u jednom dužem periodu i uspeli su da izdvoje nekoliko različitih genetskih tipova. Pri tom su, između ostalog, utvrdili da se određeni tipovi učestano javljaju u pojedinim regionima u Republici, dok ih u drugim nema ili se javljaju sasvim retko.

Tipiziranje i genetsko raščlanjivanje izvršili su na osnovu hemijskog sastava mineralnih voda, pri čemu je posebna pažnja obracena na njihov mikro sastav.

Glavne geohemijske i genetske karakteristike ispitivanih voda i njihovu distribuciju u pojedinim geotektonskim jedinicama baziraju na 74 mineralne termalne vode u raznim krajevima Srbije. Na osnovu tih ispitivanja izvršili su sledeću klasifikaciju svih mineralnih i termomineralnih voda u Srbiji:

- panonske mineralne vode,
- vulkanske mineralne vode Šumadijskog tipa,
- ostale vulkanske vode,
- descendentne mineralne vode,

M. Teofilović i V. Vujanović (10) 1979. godine: "Poznato je da se poreklo toplih voda još uvek zasniva na pretpostavkama pa zato ništa manje nije neizvesno ni poreklo njihovih sastojaka. Prema dosadašnjim podacima prisutne su dve teorije - magmatska i epigenetska. Po prvoj prinos hemijskih elemenata vrše magmatske pare i gasovi pod pritiskom, a po drugoj hemijski sastav toplih voda se obrazuje putem ispiranja iz stena kroz koje prolaze na putu prema površini ili dok se stvara podzemni rezervoar. Mnogi autori su skloni kombinovanju obe mogućnosti. Jer, smatra se da odnos koncentracije Cs, Li i drugih elemenata u vodi i stenama kroz koje se filtriraju ili prolaze vode, nikako ne može da opravda prisustvo visokih sadržaja ovih elemenata u termalnim vodama ako su uneti jednostavnim ispiranjem iz okolnih stena (13).

Prilazeci objašnjenju porekla pojedinih elemenata i ovde smo naišli na slične teškoće, posebno u pogledu porekla nekih ređih elemenata.

Litijum. U panonskim vodama, pored toga što prati ležišta nafte (33), sigurno je da i epigenetski deo rasejanog Li igra vidnu ulogu u njegovom balansu. U šumadijskom tipu voda, naprotiv, njegova pojava se veže za mladi vulkanizam koji je dao vode ovog sastava.

Cezijum i rubidijum predstavljaju, zajedno sa litijumom, grupu retkih metala koji se udružuju u različitim uslovima, pa se može reći da su u šumadijskom tipu njihove glavne količine vulkanskog porekla, dok u panonskom tipu ovi elementi, kao i litijum, verovatno prate i ležišta nafte. Treba ipak istaći da je u ovom poslednjem slučaju cezijum vrlo redak. S obzirom na sve, cezijum se pokazuje kao karakterističan indikator za recentne termalne vode vulkanskog porekla (3,4), Vujanović, Teofilović, Arsenijević (15) 1971. godine.

U saopštenju Srpskog geološkog društva isti autori (9) 1972. godine navode:

"Ispilivanje vode iz Niške Banje bilo je od posebnog interesa, s obzirom da se ona nalazi u geološko-strukturnoj jedinici (obod Karpatsko-balkanskog luka), koja do sada nije bila ispitivana u pogledu prisustva voda "šumadijskog tipa", čije je prisustvo konstatovano unutar Vardarske zone u širem smislu i u Srpsko-makedonskoj masi. S toga je bilo interesantno utvrditi da li su vulkanske vode šumadijskog tipa, tj. one koje mi genetski vezujemo za mlade leucitske i slične vulkanske stene Srbije i Makedonije, prisutne i unutar Karpatsko-balkanskog luka, čime bi se u isto vreme dobio odgovor i na pitanje da li je ovaj vulkanizam zahvatio samo Vardarsku zonu i deo Srpsko-makedonske mase ili je on zahvatio bar delove strukturne jedinice unutar koje se nalazi i banjska voda Niške Banje."

U istom radu navodi se dalje: "Ako analiziramo sadržaje elemenata u ispitivanoj vodi, možemo lako da dodemo do zaključka da su oni u najvećem broju slučajeva vrlo niski, što se naročito odnosi na Rb, Cs, Cr, Mn, Cu i druge elemente koji su otkriveni i u drugim termomineralnim vodama Srbije. U stvari, izuzev stroncijuma, ni jedan element se ne javlja u iole značajnim količinama, ne uzimajući u obzir sadržaj nekih makro elemenata kao što su kalcijum, magnezijum i natrijum. Čak i sadržaji kalijuma su niški i spadaju u najniže sadržaje u termomineralnim vodama Srbije koje smo do sada ispitivali.

Upada u oči, međutim, da u opisanoj vodi većina elemenata koji se javljaju u šumadijskom tipu voda, prisutan je i ovde, a to se posebno odnosi na karakteristične pratioce ovog tipa voda kao što su kalijum, litijum, rubidijum, stroncijum, a naročito cezijum."

Kao zaključak ovih istraživanja kaže se: "Termomineralna voda Niške Banje vrlo je slična odgovarajućim vodama šumadijskog tipa u Srbiji u pogledu prisustva elemenata, ali su sadržaji najvećeg broja elemenata veoma niski u odnosu na prosečne sadržaje istih u vodama šumadijskog tipa. Svi karakteristični elementi koji prate vode navedenog tipa otkriveni su i u vodi iz Niške Banje, pri čemu posebno treba ukazati na prisustvo cezijuma u istoj, koga mi smatramo najkarakterističnijim pratiocem voda šumadijskog tipa. Kako ove vode mi tretiramo kao "vulkanske vode" genetski vezane za mlade leucitske i slične stene, to i termomineralna voda Niške Banje treba da je istog načina postanka."

U okviru razmatranja prisustva mikroelemenata (oligominerala) u vodama Niške Banje treba da se istakne da su navedena istraživanja obavljena pri znatno

nižim normalnim temperaturama vode Glavnog vrela, u periodu kada je stalna hladna komponenta vode imala veću izdašnost.

U pogledu dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja profesor D. Protić (16) 1995. godine zaključuje:

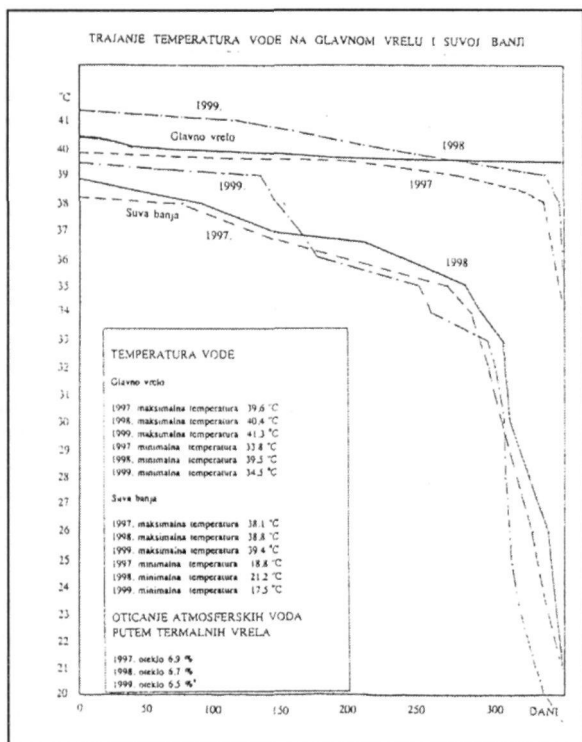
"Svi dosadašnji pristupi ovom problemu nisu dali optimalno rešenje, odnosno nije otkrivena primarna hidrogeološka struktura u kojoj bi se zahvatile termalne vode viših temperatura i radioaktivnosti od one koja je na prirodnom izvoru. To se može reći i za najnovija istraživanja, u okviru kojih je tokom 1986-1987. godine izbušena bušotina NB-1 do dubine 510 m (Milivojević, 1991). Tom bušotinom je ispod tercijarne naslage niškog basena otkrivena akumulacija termalne vode u krednim krečnjacima, što je istraživačima bio dokaz da je to u suštini primarno ležište termalne vode koje se prirodno prazni preko Glavnog vrela i Suve banje."

"Temperatura vode je 36,9 °C, a sadržaj Rn - 3,7 Bq/l, Ra - 0,12 Bq/l, što dovodi u sumnju pretpostavku da je otkriveno primarno ležište termalne vode."

Pulsacije temperature vode

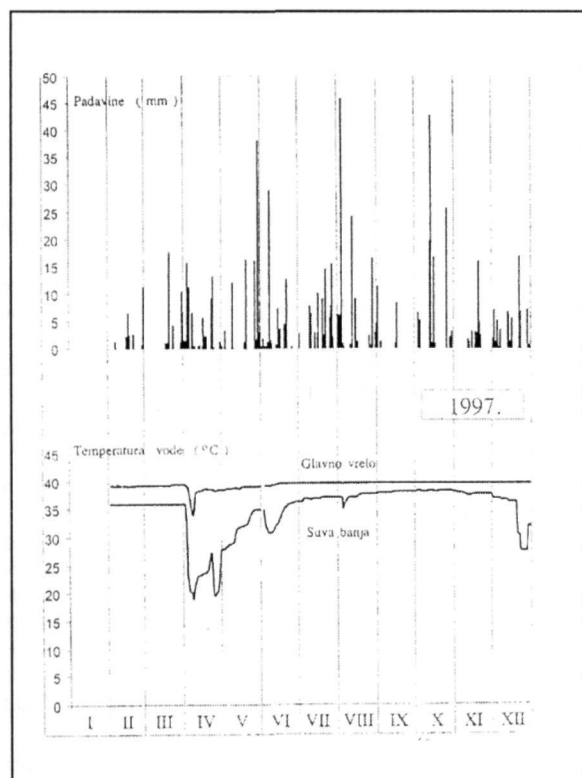
U hidrogeološkoj studiji terena Niške Banje S. Stevanović (6) 1941. godine navodi da se ritmičko isticanje vode kraško-termalnih vrela u Niškoj Banji ne može opažati zbog toga što voda izvire pomešana sa hladnom vodom iz krečnjaka. Ova konstatacija je izvedena u periodu pre izvršenih sanacionih radova, spuštanja kote izliva vrela Suva banja, koji su obavljani tokom 1955./1956. godine (M. Pećinar (7) 1961). Ovim radovima je u velikoj meri poboljšan prirodni hidrološko-hidraulički režim Suva banja - Glavno vrelo u karstu Koritnika, što je detaljno prikazano u radovima V. Minić (1, 2, 3, 4) (1999., 2001. i 2002. godine). Izvršenim radovima znatno je smanjen uticaj povremene kraško-bujične komponente na režim isticanja oba vrela, a delimično je smanjen i uticaj stalne hladne komponente na izdašnost i temperaturu vode. Meteorološki faktor, duži niz sušnih godina, koji se manifestuje smanjenjem filtracionih voda u slivu (sabirnom području) Suve planine, na termalnim vrelima Niške Banje je doveo do permanentnog povećanja temperature vode, odnosno smanjenja stalne hladne komponente, koja je regulator temperature vode. Maksimalne temperature vode u periodu 1997., 1998. i 1999. su u stalnom porastu. One iznose na Glavnom vrelu: 39,6°C; 40,4°C; 41,3°C a na vrelu Suvabanja: 38,1°C; 38,8°C; 39,4°C, i to u dužem trajanju (slika 2). Maksimalna temperatura vode na Glavnom vrelu u presacionom periodu, u dužem trajanju, iznosila je 36,5°C do 37°C, po čemu je Niška Banja bila svrstana kao radioaktivna homeoterma a samo u veoma retkim ekstremima zabeležena je temperatura 38°C.

Uporedo sa smanjenjem izdašnosti stalne hladne komponente, pored povišavanja temperature vode, uočavaju se i pulsacije temperature vode pri višim temperaturama, odnosno, u periodima smanjenog uticaja bujično-kraških voda sa Koritnika (povremene hladne komponente), što u periodu pre izvršenih hidrograđevinskih radova nije bilo moguće opažati (slika 3, 4 i 5).

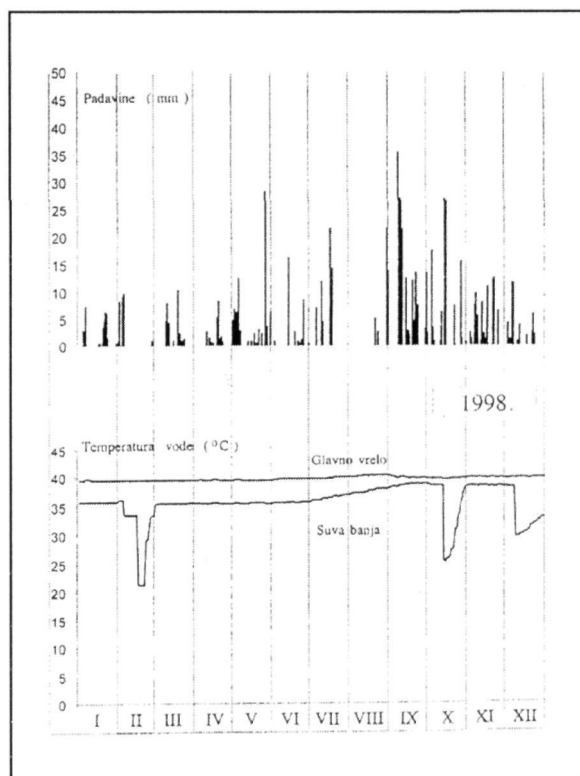


Slika 2. Trajanje temperature vode na Glavnom vrelu i Suvoj banji

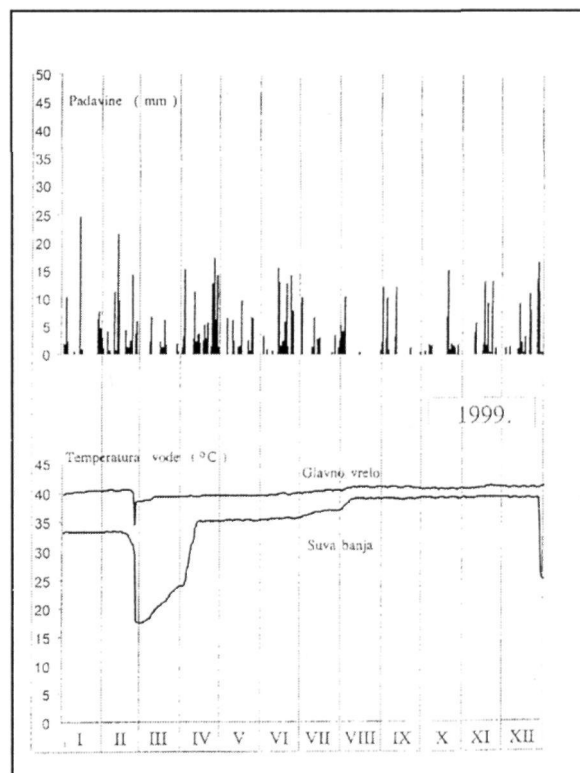
Opazanje izdašnosti (količine isticanja), nažalost nije moguće jer se ovaj parametar, koji je od velikog značaja za praćenje pojava na kraško-termalnim vrelima Niške Banje, ne meri. Kako se temperatura vode meri jedanput dnevno, to je na termogramima prikazana dnevna pulsacija temperature vode.



Slika 3. Temperatura vode termalnih vrela i atmosferske padavine 1997. godine



Slika 4. Temperatura vode termalnih vrela i atmosferske padavine 1998. godine



Slika 5. Temperatura vode termalnih vrela i atmosferske padavine 1999. godine

U pogledu istraživanja geneze termalne vode Niške Banje, pomenuti indikator (pulsacija temperature) bi mogao da bude od posebnog značaja. U cilju sistematskog praćenja ove pojave i analize procesa koji se odvijaju u režimu termalne vode Niške Banje, pre-

poručuje se permanentno osmatranje temperature vode postavljanjem posebnog temperaturnog registratora (termografa), koji bi vršio automatsko registrovanje temperature vode tokom čitave godine.

Podaci o proticajima su od fundamentalnog značaja u istraživanjima svih vrsta (fizičko-hemijskom, radiološkom, hidrološko-hidrauličkom), jer dobijeni rezultati o sadržaju i koncentraciji elemenata nemaju realnu vrednost, ukoliko nije registrovano pri kolikom proticaju i temperaturi vode su uzorci zahvaćeni. Kako se proticaji na termalnim vrelima, nažalost, ne mere, neophodno je uspostaviti njihovo merenje.

U cilju sistematskog praćenja i naučne analize svih promena na termalnim vrelima Niške Banje potrebno je da se pored osmatranja temperature vode, uvede i osmatranje proticaja vode, programira fizičko-hemijska analiza vode i merenje radioaktivnosti, kao i praćenje svih drugih manifestacija koje su od značaja za racionalno korišćenje i razvoj prirodnih vodnih resursa Niške Banje.

Posle izvršenih sanacionih hidrograđevinskih radova na termalnim vrelima u Niškoj Banji, profesor M. Pećinar (7) je izvršio simultano merenje temperature vode na oba vrela i merenje količina vode na prelivima u periodu od 1956. do 1960. godine. Uoprednom analizom izmerenih vrednosti i podataka RHMZ Srbije o atmosferskim padavinama u merodavnom slivu, ocenio je da dolazna temperatura tople komponente iznosi 39°C, a njena ukupna izdašnost 60 l/s, i to: na Glavnom vrelu 35 l/s, a na vrelu Suva banja 25 l/s. Temperatura isticanja na vrelima zavisi od količine i temperature hladne vode koja dotiče iz karsta.

Nakon nepune četiri decenije vode Glavnog vrela i Suve banje premašuju prognoziranu maks-

imalnu vrednost od 39°C. Krajem XX stoleća termalna voda Niške Banje se prevodi iz kategorije "radioaktivna homeoterma", u koju je bila svrstana tokom čitavog stoleća, u kategoriju "oligomineralna radonska hiperterma" (Utvrđivanje područja banje Niška Banja, Institut za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju reumatičkih i kardiovaskularnih bolesnika, Niska Banja, 1998)(17).

Zaključak

Analizirani rezultati istraživanja: geološki i hidrogeološki, geotektonski i geohemijski, hidrološki, zatim, fizičko-hemijske analize vode i pulsacije temperature vode do kojih se došlo tokom XX stoleća upućuju na mogućnost da termalna komponenta vode Niške Banje izvire kao složena od:

- juvenilne žice visoke temperature koja je nosilac mikroelemenata (oligominerala), i
- termalne vode niže temperature, vadoznog porekla koja potiče od meteorskih voda sa sliva Suve planine i pridružuje se juvenilnoj žici na Nišavskom rasedu u dubljim slojevima peščara.

Descendentne vode iz viših slojeva lijaskih peščara predstavljaju ustaljenu hladnu komponentu termalne vode Niške Banje, koja je regulator izlazne temperature i koncentracije mineralnih sadržaja, a verovatno i stepena radioaktivnosti. Opadanje izdašnosti ove komponente usled dužeg niza sušnih godina pruža posebnu priliku za opažanje brojnih parametara, komparaciju rezultata istraživanja i donošenje zaključaka o genezi termalne vode Niške Banje.

Literatura

1. Minić V. Vodno blago Niške Banje - prirodni faktori i sanacija. Balneoclimatologia. Udr. banj. i klim. mesta Srbije. Niška Banja, Vrnjačka Banja 1999; (23) 2: 1-7.
2. Minić V. Uticaj prirodnih i antropogenih faktora na zamučivanje termalnih vrela u Niškoj Banji. Acta medica Medianae. Med Fac i Podr SLD-Niš 2001; 3: 5-38.
3. Minić V. Hidrogeološki uticaj sliva Rautovačkog potoka na kvalitet termalnih voda Niške Banje. Acta medica Medianae. Med Fac i Podr SLD-Niš 2001; 4: 5-37.
4. Minić V. Uticaj kraških voda na temperaturni režim termalnih izvora u Niškoj Banji, Korišćenje i zaštita voda 2002. Vrnjačka Banja, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd 2002: 287-92.
5. Luković M, Petković K. Niška Banja, geološki sastav šire okoline banje i pojava termalnih radioaktivnih izvora. Beograd Srpskaskralj. akademija. Glas CLVIII,1933: 2-37.
6. Stevanović S. Niška Banja, geološki sastav terena, poreklo radioaktivnih materija, hlađenje i mućenje vode glavnih vrela. Beograd 1941: 7-46.
7. Pećinar M. Hidrologija termalnih vrela Niške Banje i njihova zaštita od rashlađivanja i mućenja. Beograd Glas CCXLVII SANU. 1961: 48-55.
8. Ristić S, Arsenijević S, Milutinović V. Spektrohemijski nalaz Rb i Cs u mineralnoj vodi Niške Banje. Glasnik hem. društva. 1956; (21) 5: 283-91.
9. Vujanović V, Teofilović M, Arsenijević M. Sadržaj elemenata u termomineralnoj vodi Niške Banje i njena geneza. Beograd Srpsko geološko društvo. 1972: 89-93.
10. Teofilović M., Vujanović V. Prilog geotektonici Srbije sa aspekta mineralnih voda. Beograd Srpsko geološko društvo. 1979: 76-83.
11. Vujanović V, Teofilović M. Problemi geohemije i geneze mineralnih voda Srbije. Beograd Radovi Geoinstituta. 1980;(20)14: 123-41.
12. Vujanović V, Teofilović M. Banjske i mineralne vode Srbije. G. Milanovac Privredna knjiga. 1983:65-7.
13. Petković K. V. Geološki sastav i tektonski sklop Suve planine. Posebno izdanje, Beograd Srpske kralj. akademije. 1930.
14. Zujović M. J. Geologija Srbije I deo. Beograd Srpska kralj. akademija. 1893: 334.
15. Vujanović V, Teofilović M, Arsenijević M. Regionalna proučavanja mineralnih voda i banja u Srbiji i AP Vojvodini i njihove osnovne geološke, geohemijske i genetske karakteristike. Beograd Institut za geološko-rudarska istraživanja i ispitivanja nuklearnih i drugih mineralnih sirovina. 1971:7: 125-6.
16. Protić D. Mineralne i termalne vode Srbije. Beograd Geoinstitut, 1995; 17: 85-98.
17. Utvrđivanje područja banje "Niška Banja". Niška Banja Institut za prevenciju, lečenje i rehabilitaciju reumatičnih i kardiovaskularnih bolesti, 1998; pril.: 2-3.

SUPPLEMENT TO THE INVESTIGATION OF THE THERMAL COMPONENT ORIGIN OF RADONIC SPRINGS IN NISKA BANJA

Vesna Minić

The thermal water sources in Niska Banja, Glavno vrelo and Suva banja, consist of three water components each, namely, the thermal component, the cold permanent component and the cold occasional torrent - karst component. The genesis of warm component is not yet elucidated. There are present the opposite professional meanings. According to one researchers the warm component is descendible, the others think that is juvenil. The genesis of the cold components is in great measure explained. In this work there are systemized and documentary represented the results of searching the genesis of warm component during the twentieth ceantury as a base and tendency for the further investigations. Particularly are analysed the up-to-date results about the pulsation of water's temperature as a potential indicator of the rhythmical springing. *Acta Medica Medianae 2003; 42 (3): 35-41.*

Key words: thermal waters, genesis, Niska Banja