

## Hemijske karakteristike vode Kuršumlijske banje

*Osnovnim geološkim i hidrogeološkim metoda-  
ma ispitan je kvalitet podzemnih voda Kuršum-  
lijske banje i njihove upotrebne vrednosti. Voda  
je uzorkovana jednokratno sa kaptiranog izvora  
„Žubor“ u Kuršumlijskoj banji. Po Alekinu voda  
je hidrogenkarbonatno-natrijumska grupa, II  
tip. Prema klasifikaciji po Klutu pripada grupi  
dosta tvrdih voda. Uočena je povišena minera-  
lizacija i koncentracija jona natrijum što je po-  
sledica postojanja natrijumskog alumoslikata  
albita. Radi sticanja detaljnijeg uvida u kvalitet  
vode dobijeni rezultati poređeni su sa ranijim is-  
traživanja koja su rađena 1975. i 1987. godine.  
Koncentracije ispitivanih parametara ukazuju  
na stabilan hemijske sastav vode.*

### Uvod

Područje Kuršumlijske banje bogato je ter-  
momineralnim izvorima koji se nakon zatvaranja  
banjskog kompleksa 2010. godine gotovo ne  
koriste. Cilj ovog istraživanja bio je određivanje  
hemijskog sastava podzemnih voda Kuršum-  
lijske banje, poređenje dobijenih rezultata sa  
ranijim podacima i ocena mogućnosti ponovnog  
korišćenja vode u banjske svrhe.

Istražno područje izgrađeno je od prekambri-  
jumskih metamorfita, jurskih dijabaza, krednih  
breča, mikrokonglomerata, peščara i kvartarnih  
aluvijalnih sedimenata. Duž područja u stenama  
kao što su peščari, andeziti, feldspikusi gnajsevi  
i tufovi glavni minerali su dvoliskusni, od kojih je  
najzastupljeniji albit, predstavnik plagioklasa.

Na području istraživanja zastupljena su tri  
tipa izdani: pukotinski, zbijeni i složeni tip izda-  
ni. Pukotinski tip izdani formiran je u litološkim  
sredinama koje su predstavljene dijabazima,  
krednim brečama, peščariama i kvarcitima. Zbi-  
jeni tip izdani se formirao u aluvijalnim i tera-  
snim naslagama klastičnih sedimenata. Složeni  
tip izdani (karstno-pukotinski) zastupljen je u  
krečnjacima u okviru gornjejurskog kompleksa  
(Malešević *et al.* 1980).

Rezultati hemijske analize uzorkovane vode  
poređeni su sa ranijim istraživanjima vode bu-  
šotina V 34/7 urađene 1975. godine i V 34/7  
urađene 1987. godine (Jovanović 2005) radi  
sticanja uvida u moguću promenu kvaliteta vode  
tokom godina. Poređene su koncentracije kal-  
cijuma, magnezijuma, zbir natrijuma i kalijuma,  
bikarbonata, sulfata, hlorida i ukupna minera-  
lizacija.

### Materijal i metode

Istraživanje je izvedeno u avgustu 2017. go-  
dine primenom hidrogeoloških i hidrohemijskih  
metoda. Na terenu je jednokratno uzorkovana  
voda sa kaptiranog izvora „Žubor“. Prilikom  
uzorkovanja izmerene su temperature vode i vaz-  
duha. U laboratoriji su određene pH vrednost  
vode (standardnom metodom, potenciometri-  
jski), boja i provodljivost (konduktometrijski).  
Koncentracije hlorida ( $\text{Cl}^-$ ), kalcijuma ( $\text{Ca}^{2+}$ ),  
magnezijuma ( $\text{Mg}^{2+}$ ), bikarbonata ( $\text{HCO}_3^-$ ), ok-  
sidabilnost i kiseonik ( $\text{O}_2$ ) određene su volume-  
trijski, a koncentracije amonijum jona ( $\text{NH}_4^+$ ),  
sulfata ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), nitrita ( $\text{NO}_2^-$ ) i nitrata ( $\text{NO}_3^-$ ) ko-  
lorimetrijski. Suvi ostatak na  $180^\circ\text{C}$  određen je  
gravimetrijski. Koncentracije natrijuma ( $\text{Na}^+$ ) i

*Dušica Lazić (2000), Prokuplje, Maloplanska  
16, učenica 2. razreda Gimnazije u Prokuplju*

*MENTORI:*

*Aleksa Vujanović, geolog-istraživač, Tomski  
politehnički univerzitet, Tomsk, Ruska  
federacija*

*Dejan Grujić, doktor medicine, specijalista  
kliničke biohemije, Dom zdravlja Novi  
Kneževac*

kalijuma ( $K^+$ ) određene su metodom plamene fotometrije. Metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije (AAS) određene su količine gvožđa (Fe ukupno) i mangana (Mn ukupno) u vodi (Papić 1984).

## Rezultati i diskusija

Voda je bez boje sa specifičnim mirisom, koji potiče od vodonik-sulfida ( $H_2S$ ). Prisutvo vodonik-sulfida u vodi ukazuje na prisustvo heterotrofni sumpornih bakterija. Izmerena pH vrednost je 6.85, tako da je voda neutralna. Zbog visokog sadržaja rastvorenih soli voda ima visoku elekto-provodljivosti ( $3220 \mu S/cm$ ). Temperatura uzorkovane vode iznosila je  $63.4^\circ C$ . Visoka temperatura ukazuje na cirkulacije vode na velikim dubinama i u kontaktu sa stenama kroz koje prolazi rastvara minerale čiji joni tom prilikom ulaze u njen sastav. Ovo objašnjava visoku mineralizaciju ispitivane vode koja iznosi  $1962 \text{ mg/dm}^3$  (tabela 1). Rezultati analize pokazuju da je po O. A. Alekinu uzorkovana voda hidrogenkarbonatno-natrijumska grupa, II tip; prema klasifikaciji po Klutu ona spada u dosta tvrde vode ( $14^\circ dH$ ).

Tabela 1. Fizičko-hemijski parametri vode

pH vrednost	6.85
Elektroprovodljivost	$3220.0 \mu S/dm^3$
Tvrdoća	$14.0^\circ dH$
Ukupna mineralizacija	$1962.0 \text{ mg/dm}^3$

Rezultati hemijskih analiza vode dati su u tabeli 2. Katjona u vodi ima u granicama MDK (maksimalno dozvoljena koncentracija), osim natrijuma koga ima  $606.8 \text{ mg/dm}^3$ , što je četiri puta više od propisane vrednosti za pijaće vode ( $150 \text{ mg/dm}^3$ ). Na istražnom području uočavaju se stene čiji su glavni petrogeni minerali, feldspati, od kojih je najzastupljeniji albit. Albit je natrijumski alumosilikat ( $NaAlSi_3O_8$ ), predstavnik plagioklasa, podgrupa feldspata. Tipičan je mineral koji se javlja u magmatskim i sedimentnim stenama (Babić 2003). Ukoliko dođe u kontakt sa podzemnim vodama lako biva apsorbovan u vodu, što je uzrok povećane koncentracije natrijuma.

Magnezijuma ima  $42 \text{ mg/dm}^3$ , kalcijuma  $31 \text{ mg/dm}^3$ , kalijuma  $44 \text{ mg/dm}^3$ . Najdominantniji anjon je bikarbonatni jon koga ima u koncentraciji  $2420 \text{ mg/dm}^3$ . Sulfata ima  $13 \text{ mg/dm}^3$ , a hlorida  $31 \text{ mg/dm}^3$ . Nizak nivo amonijum jona, nitrita i nitrata posledica su formiranja ovih voda na velikim dubinama što sprečava uticaj spoljašnje sredine na hemijski sastav vode. Kiseonika, gvožđa i mangana ima u količinama koje su ispod granice detekcije. Oksidabilnost iznosi  $5.9 \text{ mg/dm}^3$ , što je u granicama MDK.

Tabela 2. Izmerene koncentracije jona u vodi

KATJONI	$\text{mg/dm}^3$
Kalcijum ( $Ca^{2+}$ )	30.73
Magnezijum ( $Mg^{2+}$ )	42.21
Kalijum ( $K^+$ )	44.30
Natrijum ( $Na^+$ )	606.8
Amonijum ( $NH_4^+$ )	0.05
Kiseonik ( $O_2$ )	< 0.02
ANJONI	$\text{mg/dm}^3$
Sulfati ( $SO_4^{2-}$ )	13.00
Hidrogenkarbonati ( $HCO_3^-$ )	2115.5
Nitriti ( $NO_2^-$ )	< 0.03
Nitrati ( $NO_3^-$ )	< 0.00
Hloridi ( $Cl^-$ )	30.73
Oksidabilnost	5.09
TEŠKI METALI	$\text{mg/dm}^3$
Gvožđe (ukupno Fe)	< 0.00
Mangan (ukupno Mn)	< 0.02

I u ranijim istraživanjima količina natrijuma je izuzetno velika, kao i ukupna mineralizacija. Poređenjem naših analiza sa analizama vode iz 1975. i 1987. godine, ne uočavaju se bitne promene u hemijskom sastavu ovih voda, odnosno ispitivani hemijski parametri makorokomponentata ukazuju na stabilan hemijski sastav vode (tabela 3).

## Zaključak

Koncentracije ispitivanih makroelemenata su u granicama propisanim za vode za piće, sem u slučaju natrijuma, čije koncentracije prelaze pro-

Tabela 3. Usporedni prikaz rezultata sa ranije dobijenim koncentracijama (Jovanović 2005) (mg/dm<sup>3</sup>)

Parametar	Godina uzorkovanja		
	1975.	1987.	2017.
Kalcijum (Ca <sup>2+</sup> )	30.00	37.00	30.73
Magnezijum (Mg <sup>2+</sup> )	30.00	41.00	42.21
Kalijum (K <sup>+</sup> ) + Natrijum (Na <sup>+</sup> )	804.00	633.00	601.10
Hidrogenkarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	2196.0	1942.0	2415.5
Sulfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	8.00	8.00	13.00
Hloridi (Cl <sup>-</sup> )	35.00	28.00	30.73
Ukupna mineralizacija	2087.0	1962.0	3220.0

pisane vrednosti. Velike količine natrijuma potiču od plagioklasa koji ulazi u sastav stena od kojih je izgrađen teren. Niske koncentracije amonijum jona, nitrita i nitrata pokazuju nizak nivo zagađenosti vode. Voda spada u hipertermalne vode, a visoka temperatura ukazuje na formiranje izdani na velikoj dubini.

Poređenjem dobijenih analiza sa podacima ranijih istraživanja uočava se stabilan hemijski sastav ispitivane vode u periodu od četrdeset godina.

Uzimajući u obzir geološku i hidrogeološku građu terena na kome se Kuršumlijska banja nalazi, kao i izvanredna balneološka svojstva njenih voda, procena je da ova banja i danas ima dobre predispozicije i velike potencijale da bi ponovo počela sa radom i razvijanjem uspešnog banjskog turizama.

**Zahvalnost.** Zahvalnost dugujem svojim mentorima dr. Dejanu Grujiću i Aleksu Vujićeviću, koji su od početka istraživanja svojim savetima usmeravali ovaj rad. Za realizaciju ovog rada zahvalnost dugujem Institutu za javno zdravlje u Kruševcu, gosp. Trojanu, dr. Aleksandru Đorđeviću i gosp. Damjanu Janjićeviću za pomoć u terenskom i laboratorijskom radu. Prof. dr. Petru Papiću za pomoć u pronalaženju literature. Prof. dr. Snežani Nikolić Mandić i profesoru Milenku Trijiću za pomoć oko analiza dobijenih rezultata. Zahvalnosti oko pomoći za prikaz rezultata dugujem profesorki Oliveri Josimović i Andriji Avramoviću. Takođe, zah-

valnost dugujem svojoj porodici za pomoć oko realizacije istraživanja u celini.

## Korišćena literatura

Babić D. 2003. *Mineralogija*. Beograd: Cicero

Filipović B., Dimitrijević N. 1991. *Mineralne vode*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Jovanović M. 2005. *Hidrogeološke karakteristike Kuršumlijske banje*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet

Jovanović T., Janjić M., Popović G., Conić S. 1994. *Balneoklimatologija*. Beograd: CIBIF

Malešević M., Vukanović M., Brković T., Obradinović Z., Karajičić Lj., Stanislavljević R., Dimitrijević M., Jovanović O., Pavlović Z., Stefanović M., Trifunović S., Jovanović M. 1980. *Tumač za list K34-31 Kuršumlija OGK SFRJ*. Beograd: Savezni geološki zavod

Maćejka M. M., Tanaskoić M. R. 2005. *Opština Kuršumlija – vodič*. Kuršumlija: Turistička organizacija opštine Kuršumlija

Protić D. 1995. *Mineralne i termalne vode Srbije*. Beograd: Geoinstitut

Rakićević T. 1995. Fizičko-geografske osobine sliva Kosanice. *Zbornik radova Geografskog zavoda*.

---

*Dušica Lazić*

## Chemical Characteristics of Water from Kuršumlijska Spa

The purpose of this research was the determination of groundwater of Kuršumlijska spa, assessment of its use value, and evaluation of the possibility to open a spa complex again. Based on the classification of O. A. Alekin, the sampled water belongs to type II, hydrogen carbonate group, sodium class. The concentrations of almost all macro components are within prescribed limits, except for the concentration of sodium. The high concentration of sodium is in connection with geological terrain construction. In the explored area there are rocks with mainly petrogenic minerals, feldspat, with sodium's aluminosilicat albit being the most present, which is often the cause of high concentration of sodium. Based on the comparison of the obtained results with results from earlier research in 1975 and 1987 (Jovanović 2005), we can conclude that the concentrations of macro components in the water did not change. Considering the mineralization of the water and its specific smell which comes from hydrogen sulfide, this water can be used for drinking, but in limited quantities. Also, the sampled water can be used for bath treatment, and because of the high temperature, which can be higher than 60°C, this water can be used for heating. These findings suggest that the water provides balneological potential and we can conclude that, with adequate treatment, the Kuršumlijska spa complex could be used again in the future. 