

Karakterizacija mineralnih voda Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka

Dragica Z. Lazić¹, Jelena V. Škundrić², Ljubica C. Vasiljević¹, Slavica G. Sladojević², Dragana D. Blagojević²

¹Tehnološki fakultet Zvornik, RS, BIH

²Prirodno–matematički fakultet, Banja Luka, RS, BIH

Izvod

U ovom radu vršena je karakterizacija mineralnih voda izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka. Cilj ovih istraživanja je da se provjeri kvalitet ovih voda u poređenju sa ranijim istraživanjima iz 1954. godine, i utvrdi konstantnost kvaliteta pomenutih voda. Ispitivane su fizičko-hemijske karakteristike (temperatura, izgled, miris, pH, ukupna tvrdoća, elektroprovodljivost, isparni ostatak, suspendovane materije, hemijska potrošnja kiseonika i potrošnja KMnO₄) i hemijske karakteristike (Na⁺, Fe²⁺, Mg²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, K⁺, Ca²⁺, Cu²⁺, Al³⁺, HCO₃⁻, Cl⁻, CO₃²⁻, SiO₂, SO₄²⁻ i S²⁻). Dobijeni rezultati ukazuju da se radi o hidrokarbonatno-natrijum-hloridnim vodama, mineralizacije od 2450 do 5830 mg/dm³, a mogu se ubrojati u kalcijumove, magnezijumove i gvožđevite vode, a i kisele zbog prisustva slobodnog ugljen-dioksida. U dva uzorka prisutan je i vodonik-sulfid. Kvalitet ovih voda je saglasan sastavu zemljišta kroz koje prolazi.

Ključne reči: Vitinički kiseljak i Kozluk; mineralna voda; kvalitet; hidrokarbonatne-natrijum-hloridne vode.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

Izvorišta predstavljaju mjesta u kojima se spajaju podzemna i površinska hidrosfera. Javljaju se na granici litosfere i atmosfere, gdje reljef presjeca zone podzemne hidrosfere. Ističući, podzemna voda napušta svoju specifičnu prirodnu sredinu i pri tome gubi određene fizičke i hemijske odlike [1,2].

Mineralne vode nastaju poniranjem atmosferske vode kroz zemljište, koja teče do različitih dubina prema nagibu nepropusnih slojeva. Na tom putu voda se filtrira, rastvara razna hemijska jedinjenja, prima gasove (SO₂, H₂S i CO₂) i temperaturu, zavisno od dubine, pri čemu se formiraju termomineralne, ugljeno-kisele ili sulfidne vode.

Sjevero-zapadno od Zvornika (24 km), na području sela Vitinički kiseljak, nalazi se devet mineralnih izvora (1–9), čiji brojevi su saglasni njihovom pronalasku, a mineralni izvori Kozluk udaljeni su 8 km od Vitiničkog kiseljaka prema Zvorniku.

Podzemne vode se javljaju u različitim prirodnim sredinama i uslovima koji utiču na njihove fizičke i hemijske osobine. Rastvarajući minerale, podzemne vode se obogaćuju mineralnim solima pri čemu mijenjaju svoj prvobitni sastav. Istovremeno, dolazi do osiromašivanja prirodne sredine mineralnim sastojcima. Ovaj proces je veoma dugotrajan, ali može uticati na promjenu kvaliteta vode [3,4].

Fizičke osobine podzemnih voda zavise od prirode stijena, porijekla i hemijskih osobina vode i drugih fak-

STRUČNI RAD

UDK 553.7:613.38(497.6)

Hem. Ind. 65 (3) 263–270 (2011)

doi: 10.2298/HEMIND101220017L

tora. U ove osobine spadaju: temperatura, boja, providnost, miris, ukus, elektroprovodljivost, pH, suvi ostatak i suspendovane materije.

Mineralizovane podzemne vode sadrže različite hemijske elemente, od kojih zavise njihove glavne osobine. Svaki tip podzemnih voda ima sopstveno obilježje, koje je posljedica geološkog sastava terena, mineralnog sastava stijena, porijekla vode, njene temperature, pritiska itd. U podzemnim vodama je utvrđeno 45 hemijskih elemenata, a u mineralizaciji najčešće ih učestvuje oko 20. To je ustanovljeno na osnovu suvog ostatka koji se dobije isparavanjem vode na određenoj temperaturi [3,4].

Mineralne vode su sve one podzemne vode koje sadrže više od 1 g/dm³ rastvorenih mineralnih materija. Mineralne vode u zavisnosti od toga da li su ljekovite, poseduju određene minerale i mogu se klasifikovati na:

– Ljekovite vode, predstavljaju sve podzemne vode, koje bez obzira na količinu rastvorenih materija, svojim sastavom, temperaturom ili gasovima okrepljujuće djeluju na ljudski organizam [5-8].

– Termomineralne vode, to su sve vode koje sadrže preko 1 g/dm³ mineralnih soli, a imaju temperaturu višu od 20 °C.

Gasne vode su vode koje sadrže povišenu količinu gasova, npr. CO₂, metana, radona itd. One takođe mogu biti obične, mineralne, termalne i termomineralne.

Gvožđevite vode sadrže gvožđe(II) i gvožđe(III) jone u količini od najmanje 0,01 g/dm³ vode, bez obzira na sadržaj suvog ostatka. Sulfatno-gvožđevite arsenске vode se koriste u liječenju anemije, jer se gvožđe(II)-oblik bolje apsorbira u crijevima od gvožđe(III)-oblika. Ove vode sadrže i oligoelemente (bakar i kobalt) koji imaju

Prepiska: D. Lazić, Tehnološki fakultet Zvornik, Karakaj bb, 75400 Zvornik.

E-pošta: lazic.p@teol.net

Rad primljen: 20. decembar, 2010

Rad prihvaćen: 1. mart, 2011

pozitivan efekat na zdravlje. U ove vode spada izvor Crni Guber kod Srebrenice [2,8].

Sumporne vode se koriste u terapiji reumatičnih oboljenja i nekih oboljenja kože. Terapija ovim vodama je vjerovatno najstarija. Divalentni sumpor se nalazi u djelimično rastvorenom obliku i lako se resorbuje preko kože. Koncentracija u krvi se povećava tri sata poslije kupanja i dostiže maksimum. Ovakav tip voda se nalazi u Banji Koviljači (12–30 °C), Vranjskoj Banji (80–92 °C) i Mataruškoj Banji (38–40 °C).

Radioaktivne vode se koriste u terapiji reumatičnih, kardiovaskularnih i ginekoloških oboljenja. Koristi se kombinacija kupanja sa inhalacijom. Takve vode se nalaze u Niškoj Banji (12–39 °C) i Soko Banji (20–45 °C) [8,9].

Sulfatne vode se javljaju kao natrijum-sulfatne (Saličnične) i magnezijum-sulfatne (gorke). Koriste se u terapiji kod bolesti organa za varenje i uroloških oboljenja, uz ljekarsku kontrolu. Takva je Banja Kiseljak (12 °C) kod Sarajeva.

Alkalne vode se koriste u liječenju bolesti organa za varenje, kod uroloških i respiratornih oboljenja. Takve su Bukovička (12–25 °C) i Vrnjačka Banja (14–36 °C).

Sjevero-zapadno od Zvornika (24 km), na području sela Vitinički Kiseljak, nalazi se devet mineralnih izvora, a mineralni izvori Kozluk udaljeni su 8 km od Vitiničkog Kiseljaka prema Zvorniku. Istraživanja iz 1954. godine pokazuju da se mineralne vode Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka mogu ubrojati u gasne vode, jer sadrže dosta rastvorenog ugljen-dioksida u sebi. Na području ovih voda je brežuljkasto zemljište, koje ima najvišu apsolutnu visinu od 550 m i opkoljava dolinu Vitinički Kiseljak sa sjeverne, zapadne i južne strane, a na istočnoj strani prelazi u ravničarsko zemljište do Drine. Jasenički potok, kao glavna vodovodna arterija u ovom području, sastavljena je iz potoka Škrilje i Kosarrije, čija se izvorišta nalaze na ogranku planine Majevice. Glavna dislokaciona linija ima pravac pružanja zapadno-sjeverozapadno i istok-jugo-istok i proteže se dolinom potoka Jasenica, vežući se na sjeverni rub planine Gučevo. Ova glavna dislokaciona linija, presječena je sekundarnom dislokacijom, koja se proteže od potoka Kosarrije, do sjevera, ka jugu. Presjecište ovih dveju dislokacija nalazi se na početku doline Vitinički Kiseljak, tj. na ušću potoka Škrilje i Kosarrije. Treći sekundarni rasjed nalazi se u predjelu Slatina. Glavne dislokacione linije se pružaju duž potoka Škrilja i prekinute su kosarlijском dislokacijom prema sjevero-zapadu, pod uglom od 75° i presjeka skoro okomito slojeve pješčara i konglomerata. Iz dubine ovih dislokacija, pod pritiskom gasa, kroz pukotine konglomerata, na lijevoj obali potoka Škrilje, izbijaju mineralni izvori Vitiničkog Kiseljaka, brojevi 2 i 4–8, a sa desne strane potoka Škrilje izbija izvor broj 9. U blizini presjecišta glavne dislokacione linije i kosarlijске linije, nalazi se izvor broj 1, tj naspram ušća Škrilje i Ko-

sarrije na južnom rubu doline Vitinički Kiseljak. Izvor broj 3 nalazi se u dolini desne pritoke potoka Jasenica, koja uvire 360 m nizvodnije od izvora broj 1.

Ovo područje izgrađeno je od pjeskovitih i sitnih konglomeratičnih sedimenata, koji su podređeni laporastim škriljcima i glini. Ove tvorevine pripadaju eocenskom filsu. Bankoviti pješčari svjetlo-smeđe boje, kvarcnog zrna, leže na kvarcnim konglomeratima u konkordatnom položaju. Sa jako izraženim pukotinama, koje su okomite na slojne površine, ovi pješčari daju izgled lažne slojevitosti. Te pukotine se zapažaju samo na površinskim partijama pješčara, dok su vrlo rijetka u dubljim djelovima. Ispod ovih pješčara slijede bankoviti kvarcni konglomerati, veoma čvrsti, iz čijih pukotina izbijaju svi mineralni izvori u ovom području. Pri geološkom kartiranju ustanovljeno je, da su konglomerati stratifikovani i njihova moćnost je oko 30–40 m. Ispod konglomerata slijedi sivi i crveni liskunovito-glinoviti kvarcni pješčari, moćnosti do 4,5 metara, u kojima se nalazi kao proslojak smeđeg kvarcnog pješčara, debljine 1 metar. Ispod ovog sloja, slijede konglomerati i pješčari, siva plastična glina, konglomerati i pješčari i na kraju nastupaju bankoviti konglomerati, sa proslojcima laporastih škriljaca [10].

Mineralni izvori Kozluk nalaze se vezani uz jedan sekundarni rasjed, koji je približno paralelan jeseničkom rasjedu i na približnoj udaljenosti oko 3 km od prvog. Hladni izvor sumporne kisele vode nalazi se 3 km jugo-zapadno od Kozluka u selu Malešić, koji se nalazi vrlo visoko i nepristupačan je. Analiza geološkog profila za izvore mineralne vode Kozluk govori da se do 2 m nalazi humus, do 18 m smjenjuje se pjesak sa šljunkom, od 18–83 m smjenjuju se laporac i krečnjak, a od 83–86 m nalazi se laporoviti krečnjak [10].

EKSPERIMENTALNI DIO

Za eksperimentalni dio rada korištene su vode sa izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka. Uzorkovanje je izvršeno tako, što je voda sipana u ambalažu uz prelijevanje, pri čemu je omogućena približno četvorostruka izmjena zapremine, prije konačnog uzimanja uzorka. Ambalaža je punjena do vrha, da bi se onemogućio kontakt vode u boci sa vazduhom. Uzeto je devet uzoraka vode. Uzorci su uzorkovani u Vitiničkom Kiseljaku na izvorima obelježenim sledećim brojevima: 1, 2, 4–9, a i u Kozluku. Iz izvora broj 3 nije voda uzorkovana jer je bio nedostupan zbog klizišta. Od 1992. godine u vrijeme ratnih dejstava, došlo je do određenih ekoloških promjena okoline, do pjave erozije zemljišta, stoga se pristupilo analiziranju ovih voda radi poređenja sa predhodnim istraživanjima, kako bi se ustanovilo da li je došlo do hemijske promjene kvaliteta voda, s obzirom da se mjenjala izdašnost pojedinih izvora. Istraživanja iz 1954. godine („Istržni i kaptažni radovi u Jasenici i Kozluku kod Zvornika“) govore da je u toku istražnih

radova, prilikom izvođenja bušotina u području izvora, dolazilo do promjene izdašnosti pojedinih izvora, a neki su čak nestajali.

Hemijska analiza mineralnih voda Kiseljak je vršena u laboratoriji fabrike glinice „Birač“, Zvornik. U radu su korištene sledeće standardne metode ispitivanja: potencimetrijska (pH), konduktometrijska (električna provodljivost), gravimetrijska (suspendovane materije, isparni ostatak, žareni ostatak, SO_4^{2-}), kompleksometrijska (Al^{3+}), volumetrijska (HPK, HCO_3^- , CO_3^{2-} , ukupna tvrdoća – UT, P.KMnO_4 , Cl^-), UV/Vis spektrofotometrijska (SiO_2 i S^{2-}), atomsko-apsorpciona spektrofotometrijska metoda (Na^+ , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe_{uk} , Cu^{2+} i Ca^{2+}), organoleptički – miris i izgled vizuelno.

REZULTATI I DISKUSIJA

Mineralne vode sa izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka na osnovu dobijenih analiza spadaju u hidrokarbo-

natno-natrijum-hloridne vode, a prema članu 31. Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni glasnik Republike Srpske 40/2003, mogu se okarakterisati i kao kalcijumove, magnezijumove i gvožđevite vode (tabela 1) [8].

U članu 31 ovog pravilnika stoji da prema sadržaju karakterističnih sastojaka prirodna mineralna voda može biti: bikarbonatna (sadržaj bikarbonata veći od 600 mg/dm^3), sulfatna (sadržaj sulfata veći od 200 mg/dm^3), hloridna (sadržaj hlorida veći od 200 mg/dm^3), kalcijumova (sadržaj kalcijuma veći od 150 mg/dm^3), magnezijumova (sadržaj magnezijuma veći od 50 mg/dm^3), gvožđevita (sadržaj gvožđa veći od 1 mg/dm^3), fluoridna (sadržaj fluorida veći od 1 mg/dm^3), natrijumova (sadržaj natrijuma veći od 200 mg/dm^3) i kisela (sadržaj slobodnog ugljen-dioksida veći od 250 mg/dm^3).

Vode Vitiničkog Kiseljaka imaju sadržaj Ca^{2+} veći od 150 mg/dm^3 ($153\text{--}287 \text{ mg/dm}^3$) izuzev vode broj 5–7 ($141, 100$ i 115 mg/dm^3 , redom). Prema predhodno po-

Tabela 1. Fizičko-hemijska svojstva uzoraka vode Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka (K-1–K-9: Kiseljak 1-9, B – bistar, M.m – malo mutan, Da – miris na vodonik-sulfid, Ne – Nema mirisa na vodonik-sulfid, UT – ukupna tvrdoća, HPK – hemijska potrošnja kiseonika, P_{KMnO_4} – potrošnja kalijum-permanganata)

Table 1. Physico-chemical properties of water samples Vitinički Kiseljak and Kozluk

Parametar	Uzorak								
	Kozluk	Vitinički Kiseljak							
		K-1	K-2	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9
$t / ^\circ\text{C}$	15,2	13,0	13,2	14,8	18,0	16,5	17,5	14,2	14,5
Izgled	B	B	B	M.m	M.m	M.m	M.m	B	B
Miris	Da	Da	Da	Ne	Ne	Ne	Ne	Da	Ne
pH	6,4	6,5	6,4	6,6	6,5	6,7	7,1	6,4	6,7
UT / $^\circ\text{D}$	49,0	71,4	37,0	44,0	23,4	19,6	22,8	48,0	41
Provodljivost, mS	3,60	4,45	3,40	4,90	3,45	2,75	3,10	3,65	3,75
Suvi ostatak, mg/dm^3	3740	5120	3430	5830	3440	2450	2900	3720	5670
Ostatak nakon žarenja, mg/dm^3	920	1430	910	1290	830	400	500	710	780
Suspendovane materije, mg/dm^3	0	0	0	51	0	0	14	0	0
SO_4^{2-} , mg/dm^3	0	0	0	0	72	119	136	0	0
Al^{3+} , mg/dm^3	0,53	2,11	1,06	2,64	5,30	5,82	2,11	1,69	2,11
SiO_2 , mg/dm^3	14,93	7,40	7,79	8,33	16,50	6,04	9,23	7,45	11,7
$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$, mg/dm^3	0	2,10	0,70	0,98	3,13	1,61	1,75	1,61	1,54
Mg^{2+} , mg/dm^3	83,2	120,6	73,6	56,7	20,5	32,6	30,2	51,9	62,7
Mn^{2+} , mg/dm^3	0,06	0,22	0,15	0,2	0,35	0,64	0,29	0,14	0,09
Zn^{2+} , mg/dm^3	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
K^+ , mg/dm^3	40	75	35	82	40	25	33	40	81
Ca^{2+} , mg/dm^3	218	297	153	223	141	100	115	204	287
Na^+ , mg/dm^3	1120	1521	1061	2003	1128	779	913	1358	1908
Cu^+ , mg/dm^3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HCO_3^- , mg/dm^3	2636	3343	2413	3657	2014	549	1659	2647	3700
Cl^- , mg/dm^3	1038	1321	792	522	916	266	824	923	1409
CO_3^{2-} , mg/dm^3	5250	5618	4786	6259	3682	2127	1936	4459	5427
HPK, mg/dm^3	25,0	-	0	-	-	-	-	10,4	-
P_{KMnO_4} , mg/dm^3	1,35	-	1,35	-	-	-	-	2,72	-
S^{2-} , mg/dm^3	1,39	-	0,10	-	-	-	-	0	-

menutom pravilniku za mineralne vode, sadržaj kalcijuma prelazi datu granicu od 200 mg/dm^3 za izvore Kozluk, K-1, K-2, K-4, K-8 i K-9, ali dozvoljena su odstupanja od te granice. Na osnovu ispitivanja sastava zemljišta u studiji iz 1954. godine podaci govore da se radi o prisustvu slojeva zemljišta od krečnjaka i laporca, pa je zbog toga očekivati i značajno prisustvo kalcijuma. Mineralne vode Kiseljak broj 5 i 7 razlikuju se i po sadržaju magnezijuma (ispod 50 mg/dm^3), tj. ne prelaze granicu po Pravilniku, a ostale vode su iznad ove vrijednosti, što takođe prelazi granicu za mineralne vode, ali je dozvoljeno odstupanje. Po sadržaju gvožđa vode Kozluk i Kiseljak broj 2 su u granicama Pravilnika (ispod 1 mg/dm^3), a ostale vode imaju gvožđe iznad ove vrijednosti, koja je dopuštena pomenutim Pravilnikom (tabela 1).

Sadržaj natrijuma i hlorida prelazi datu granicu u pomenutom Pravilniku, ali su takođe dopuštena odstupanja za ove komponente. Mangan, bakar, cink, sulfati i silicijum-dioksid prisutni su u dozvoljenim granicama. Sadržaj kalijuma je u dozvoljenim granicama, izuzev izvora K-1 i K-4, koji su iznad granice geološki uslovljenog prekoračenja (tabela 1). Aluminijum je prisutan iznad dozvoljene granice od $0,05 \text{ mg/dm}^3$, a njegovo prisustvo je očekivano, saglasno glinovitom sastavu zemljišta, kao i prisustvo ostalih parametara, koji su analizirani u ovom radu.

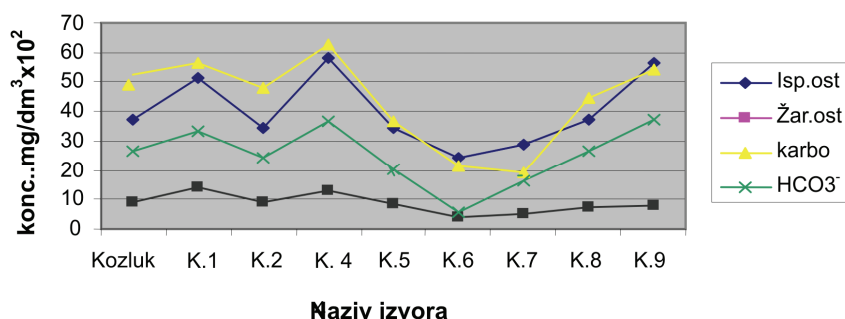
Temperatura voda je od $13\text{--}18 \text{ }^\circ\text{C}$, tako da spadaju u grupu hladnih voda. Izvor u Kozluku i Kiseljak K-2 i K-8 imaju miris na pokvarena jaja, što upućuje na prisustvo vodonik-sulfida u njima (tabela 1).

Poređenjem određivanih parametara uočavaju se njihove međusobne zavisnosti (isparni ostatak, žareni ostatak, karbonati i hidrogenkarbonati, slika 1). Poređeni su ispitivani izvori prema sadržaju ispitivanih komponenata (Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , CO_3^{2-} i SiO_2) i radi lakše analize predstavljeni su grafički (slike 1–7).

Mineralne vode Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka su karakteristične po znatnom sadržaju hlorida, natrijuma, kalcijuma, magnezijuma, kalijuma i hidrogenkarbonata (slike 1–6).

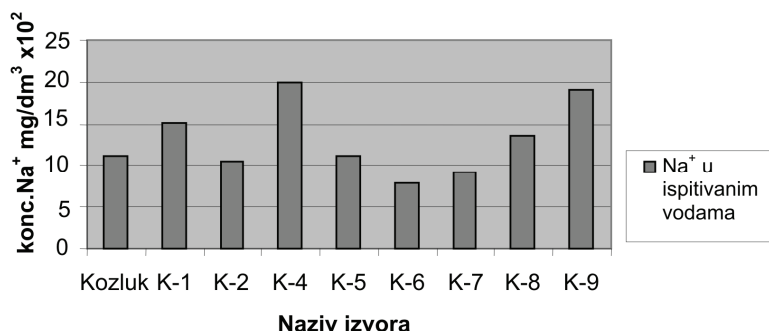
Prema direktivi Evropske unije (Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, Official Journal L 330, no. 3, 230-234) o vodi za piće mineralne vode su izuzete iz normalnih preporuka i ograničenja sadržaja minerala [11]. Za mineralne vode nema graničnih vrednosti i maksimalno dozvoljenih koncentracija za većinu parametara, osim onih koji imaju značajan uticaj na zdravlje ljudi.

Ako se uzmu sve ove pozitivne karakteristike prisutnih katjona u mineralnim vodama Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka, može se zaključiti, da ove vode mogu da utiču veoma pozitivno na organizam čovjeka. Tako veliki broj izvora na jednom mjestu i sa veoma povoljnim karakteristikama vode, predstavljaju veliko bogatstvo. S obzi-



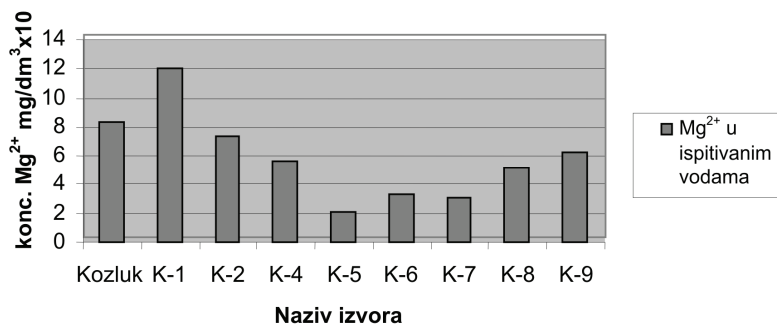
Slika 1. Koncentracija isparnog ostatka, žarenog ostatka, ukupnih karbonata i hidrogenkarbonata u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.

Figure 1. Concentration of residue-on-evaporation, burning residue, total carbonate and hydrocarbonate in samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.

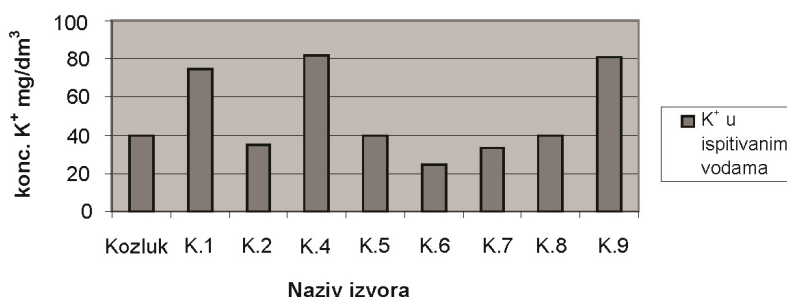


Slika 2. Koncentracija natrijuma u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.

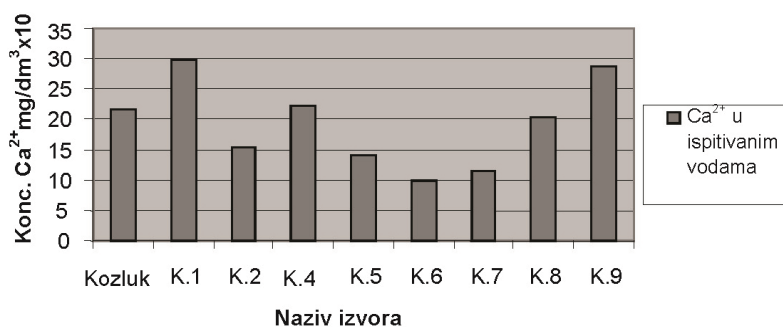
Figure 2. Concentration of sodium in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.



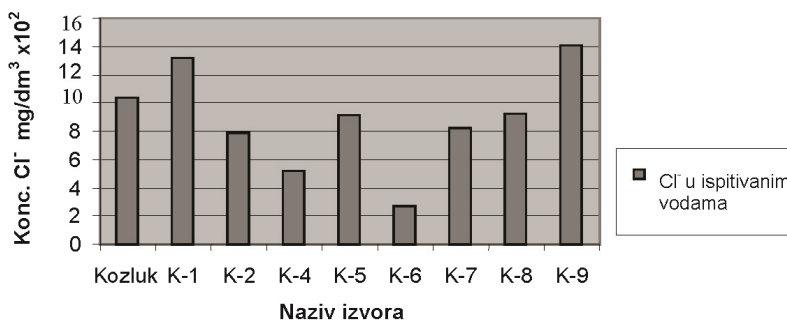
Slika 3. Koncentracija magnezijuma u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.
Figure 3. Concentration of magnesium in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.



Slika 4. Koncentracija kalijuma u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.
Figure 4. Concentration of potassium in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.



Slika 5. Koncentracija kalcijuma u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.
Figure 5. Concentration of calcium in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.



Slika 6. Koncentracija hlorida u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.
Figure 6. Concentration of chloride in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluk.

rom na stanje izvora u Vitiničkom Kiseljaku, neophodno je izvršiti rekonstrukciju svih izvora radi oživljavanja Kiseljaka kao banje.

Uočeno je da se hemijski sastav mineralnih izvora Vitinički Kiseljak iz perioda prvih istraživanja iz 1954. godine (tabela 2) dosta dobro slaže sa istraživanjima koja su rađena u okviru ovog rada u julu 2008. god.

Naime, analize K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SiO_2 , Fe^{2+} i HCO_3^- su u istim okvirima kao u pomenutoj literaturi, što nas navodi na zaključak da se kvalitet ovih mineralnih voda ne mjenja već decenijama (tabela 1).

Prema ranijim istraživanjima iz 1954. godine od strane prof. Josipa Baća i saradnika sadržaj kalijuma je u granicama 42–97 mg/dm³, natrijuma 851–1432 mg/dm³, hlorida 615–1332 mg/dm³, magnezijuma 11,1–71,5 mg/dm³, hidrogenkarbonata 2105–2696 mg/dm³, kalcijuma 151–251 mg/dm³, SiO_2 8–101 mg/dm³ i suvog ostatka 3378–4927 mg/dm³.

Ova činjenica daje značaj ovim istraživanjima, sa jedne strane, zbog kontinuiranog kvaliteta ovih voda, a sa druge strane, zbog njihovog kapaciteta.

Nadamo se da će se ponovo proširiti interesovanje za istraživanjima u ovoj oblasti, jer postoje dokazi o primjeni ovih voda u terapeuske svrhe za želudačne tegobe, pošto se kvalitet nije mjenjao, kao i mogućnost istraživanja sastava zemljišta, koji prema dosadašnjim istraživanjima direktno utiče na kvalitet ovih voda.

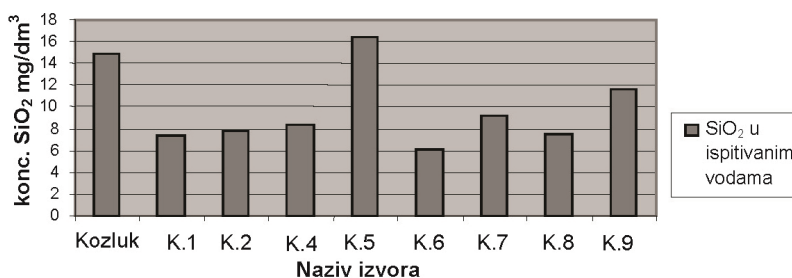
Prema dosadašnjim istraživanjima izvor 1 poznat je kao „Andrina voda“ i pije se kao svježa voda. Voda izvora 2 smatra se da djeluje kod stomaćnih oboljenja, disajnih problema, oboljenja krvotoka i oboljenja srca,

voda izvora 3 („Begova voda“) djeluje na poboljšanje apetita. Voda izvora 4 („Voda Djeвица“) efikasna je pri liječenju disajnih puteva, a voda izvora 5 („Bubrežna voda“) efikasna je pri liječenju bubrežnih bolesti. Voda izvora 6 („Voda za srce“) davala je dosta dobre efekte kod osoba sa problemima vezanim za krvotok i srčani aparat, dok voda izvora 7 („Voda za oči“) vjeruje se da utiče pozitivno na vidni aparat. Voda izvora 8 djeluje na probavni aparat [12].

Terapeutske indikacije ovih voda ispitivao je prof. M. Ciglar i ustanovio da pozitivno djeluju na liječenje: hronične upale disajnih organa, bolesti metabolizma, dijabetesa, gastritisa i hroničnih ulkusa, radi prisutne alkalne komponente, žuči i žučnih puteva i drugih bolesti [12].

Prof. R. Tišma, koji je radio na Institutu za fizijatriju i rehabilitaciju u Iliđi, došao je do zaključka, s obzirom na to da ove vode sadrže dosta litijuma, da se ove vode mogu koristiti za liječenje: čira na želucu i dvanaestopalačnom crijevu, oboljenja žuči, šećerne bolesti, bubrežnih bolesti i kamenca, malokrvnosti, disajnih organa, krvotoka i srčanih oboljenja [12].

Do istih podataka došli su prof. Husein Sušić, profesor Medicinskog fakulteta u Tuzli i dr Radmilo Tomić,



Slika 7. Koncentracija silicijum-doksida u uzorcima vode mineralnih izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka.

Figure 7. Concentration of silicon dioxide in the samples of water from mineral springs Vitinički Kiseljak and Kozluka.

Tabela 2. Fizičko-hemijska svojstva uzoraka vode Vitiničkog Kiseljaka iz studije „Istržni i kaptažni radovi u Jasenici i Kozluku kod Zvornika“ rađene 1954. godine (uzorci voda izvora K-1, K-5 i K-9 nisu analizirani u pomenutoj studiji)

Table 2. Physical and chemical properties of water samples Vitinički Kiseljak carried out in year 1954

Parametar	Uzorak					
	K-2	K-3	K-4	K-6	K-7	K-8
Suvi ostatak, mg/dm ³	3931,6	3378,1	4648,7	3828,8	3786,3	4994,1
K^+ , mg/dm ³	66,5	47,0	87,0	58,9	59,2	96,5
Na^+ , mg/dm ³	1113,9	851,9	1394,5	1232,5	1210,3	1432
Ca^+ , mg/dm ³	177,5	250,6	198,2	158,4	151,9	201,2
Sr^+ , mg/dm ³	2,2	1,5	1,9	2,2	1,9	2,2
Mg^{2+} , mg/dm ³	50,7	71,5	39,0	11,1	32,6	36,8
Cl^- , mg/dm ³	809,0	813,0	1250,0	1020,0	1012,0	1332,0
SO_4^{2-} , mg/dm ³	3,1	10,6	19,1	35,6	40,7	24,5
HCO_3^- , mg/dm ³	2647,5	2100,4	2555,7	2116,7	2067,9	2696,0
SiO_2 , mg/dm ³	8,7	100,5	14,8	13,4	18,4	14,7
Fe_2O_3 , mg/dm ³	6,0	103,4	14,9	23,6	26,2	15,6
$t / ^\circ C$	11,0	8,0	8,1	9,0	9,0	8,4
CO_2 , mg/dm ³	1056,0	1276,0	987,0	870,8	801,0	998,6

specijalista internista bolnice iz Šapca [12]. Sve ovo govori da vode „Vitiničkog Kiseljaka“ treba ponovo aktivirati za liječenje svih ovih bolesti i vratiti ih iz zaborava, koji se desio u periodu od početka poslednjeg rata, jer je mjesto bilo blizu razgraničenja linija ratnih dejstava. Cilj ovih istraživanja i jeste da se ove vode aktualiziraju ponovo, s ciljem stvaranja banje za liječenje mnogih bolesti i pošalje poruka, onim koji o tome odlučuju. Jedino komercijalnu primjenu ima voda u Kozluku, poznata kao „Vitinka“, ali ta voda se razlikuje po mjestu nastanka od voda Vitiničkog Kiseljaka, što potvrđuje pomenuta studija iz 1954. godine, koja je predstavljala bazni materijal za gradnju ove fabrike.

Na osnovu izloženog, može se bar djelimično stvoriti predstava o hemijskom sastavu voda, koje se nalaze na ovom području. Naravno, za preciznije zaključke o sastavu vode i procesima koji se u njoj dešavaju, neophodno je raspolagati kompletnom geološkom i hidrološkom slikom ovog područja, kao i potpunijim rezultatima analitičkih ispitivanja ovih voda.

ZAKLJUČAK

1. Mineralne vode izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka su hidrokarbonatno-natrijum-hloridne vode. Prema pravilima o kvalitetu prirodnih mineralnih voda, ove vode se mogu okarakterisati i kao kalcijumove, kalijumove, magnezijumove i gvožđevite vode.
2. Temperatura svih ovih izvora su 13–18 °C, a pH vrednost 6,4–7,1, pa se može reći da su to hladne i neutralne vode.
3. Prema sadržaju kalcijuma, vode izvora Kozluk, Vitinički Kiseljak 1, 2, 4, 8 i 9 spadaju u grupu vrlo tvrdih voda (153–297 mg/dm³), a vode izvora Vitiničkog Kiseljaka 5–7 u grupu tvrdih voda (100–141 mg/dm³).
4. Sadržaj mineralnih soli (računat kao suvi ostatak na 180 °C) kod svih voda izvora Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka je veći od 1500 mg/dm³, što govori da su to vode bogate mineralnim solima.
5. Sadržaj natrijuma, kalijuma, kalcijuma i magnezijuma je značajan u ovim vodama, a s obzirom na njihov značaj pri unosu u organizam, za ove vode se može reći da su ljekovite vode.
6. Mineralna voda izvora Kozluk i izvora Vitiničkog Kiseljaka broj 2 i 8 imaju miris na pokvarena jaja, što nam ukazuje na prisustvo vodonik-sulfida, kao što i hemijska analiza potvrđuje.
7. Poredeći analize vode dobijene istražnim radovima iz 1954. godine, sa dobijenim analizama u ovom radu,

može se reći da se kvalitet ovih voda nije mjenjao decenijama.

Na osnovu kvaliteta vode Vitiničkog Kiseljaka i Kozluka, može se konstatovati, da se ove vode mogu koristiti i u terapeutske svrhe za: tegobe želuca, hronične upale disajnih organa, bolesti metabolizma, dijabetesa, gastritisa i hroničnih ulkusa, žuči i žučnih puteva, bubrenih bolesti i kamenca, malokrvnosti, krvotoka i srčanih oboljenja.

LITERATURA

- [1] D.V. Blagojević, Promjena kvaliteta mineralnih voda Guber-Srebrenica pod različitim uslovima ambalažiranja i skladištenja, Tehnološki fakultet Banja Luka, Magistarski rad, 2007, str. 5–30.
- [2] G. Matthes, Lehrbuch der Hydrogeologie Band 2-Die Beschaffenheit des Grundwassers, Gebrüder Bornträger Berlin Stuttgart, 1990.
- [3] J. Petrović, Ž. Bogdanović, Hidrologija – Podzemne vode, Institut za geografiju, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 1988.
- [4] B. Dalmacija, J. Agbaba, S. Maletić, A. Tubić, Zakoni, pravila i standardi vode za piće, Kontrola kvaliteta vode za piće (ur. B. Dalmacija i J. Agbaba), Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2006, str. 11–92.
- [5] B. Dalmacija, M. Bečelić, I. Ivančev-Tumbas, I. Teodorović, Voda-tipovi, legislativa i standardi, Analiza vode-kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata (ur. B. Dalmacija i I. Ivančev-Tumbas), Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2000, str. 1–36.
- [6] N. Dolinić, Uticaj vode na zdravlje. Mineralne, termalne i izvorske vode, Zbornik referata, Ecologica, posebno izdanje, br. 3, 1996, str. 230–234.
- [7] S. Rončević, Z. Tamaš, Neorganski parametri kvaliteta vode za piće. Kontrola kvaliteta vode za piće (ur. B. Dalmacija i J. Agbaba), Departman za hemiju, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2006, str. 197–251.
- [8] Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni glasnik Republike Srpske, 40/2003, 2003.
- [9] D. Blagojević, D. Lazić, B. Škundrić, J. Škundrić, Lj. Vukić, Uticaj ambalažiranja i uslova skladištenja na sastav mineralne vode Guber-Srebrenica, Hem. Ind. 62 (2008) 25–30.
- [10] J. Bać, H. Selimović, O. Sokal, Istržni i kaptažni radovi u Jasenici i Kozluku kod Zvornika, Zvornik, 1954.
- [11] Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, Official Journal L 330, no. 3, pp. 230–234.
- [12] Zvanična Internet prezentacija Mjesne zajednice Vitinički Kiseljak, <http://www.vitinicki-kiseljak.ch/srl/izvori/izvori.aspx> (pristup 27. jun, 2011).

SUMMARY**CHARACTERIZATION OF MINERAL WATER FROM VITINIČKI KISELJAK AND KOZLUK SPRINGS**Dragica Z. Lazić¹, Jelena V. Škundrić², Ljubica C. Vasiljević¹, Slavica G. Sladojević², Dragana D. Blagojević²¹*Faculty of Technology, Zvornik, Republic of Srpska, BIH*²*Faculty of Natural Sciences, Banja Luka, Republic of Srpska, BIH*

(Professional paper)

The aim of this study was to determine the quality of the mineral water from Vitinički Kiseljak (Nos. 1 to 9, except No. 3) and Kozluk springs that are located near the town of Zvornik in the northwestern Republika Srpska, BIH. The results were compared with those presented in previous research in order to determine if the water quality has changed and if the water is still suitable for therapeutic purposes. The physicochemical (temperature, odor, pH value, total hardness, electro-conductivity, evaporated residue, suspended materials, chemical consumption of oxygen and KMnO_4) and chemical (Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , Cl^- , CO_3^{2-} , SiO_2 , SO_4^{2-} and S^{2-}) characteristics were analyzed. The obtained results showed that the waters could be classified as hydrocarbonate-sodium-chloride with the mineralization of 2450–5830 mg/dm^3 . It can also be concluded that the waters are rich in calcium, magnesium and iron, as well as that those are acidic waters due to the presence of free carbon dioxide. In the samples from Kozluk and Kiseljak No. 2 springs oxygen-sulphide is present as well. The ideal ratio of the minerals in these waters is suitable for therapeutic purposes.

Keywords: Vitinički kiseljak • Kozluk • Mineral water • Quality • Hydrocarbonate-sodium-chloride water