



Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

## **Lepenica-priroda, stanovništvo, privreda i zdravlje**

**Grin, Ernest**

**1963**

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/items/2cf6f585-f2d1-4364-aa01-e19880111050>

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

<https://bastina.anubih.ba/>

# LEPENICA

Priroda, Stanovništvo, Privreda i Zdravlje



SARAJEVO

1963

BOGDAN M. STANČIĆ

## HEMIJSKE ANALIZE MINERALNIH VODA

Javljanje termalnih i mineralnih izvora u jednoj oblasti nije nikada proizvoljno i slučajno. Ovi izvori postaju u naročitim geološkim prilikama, a one su posljedice geoloških događaja koji su se odigrali u toj oblasti. Voda jednoga izvora može da bude topla ili vrela ako dolazi iz velike dubine ili ako se vrela magma nalazi blizu Zemljine površine. Zbog toga vrelih izvora ima u onim oblastima u kojima je u geološkoj prošlosti bilo velikih razlamanja u Zemljinoj kori i stvaranja dubokih pukotina duž kojih se voda može da probija do površine. Jugoslavija je u geološkoj prošlosti bila poprište značajnih geoloških događaja pa je zato naša zemlja bogata vrelim i mineralnim vodama. Znači, termomineralni izvori se javljaju samo u onim oblastima gdje je bilo mladih radijalnih poremećaja i mladog vulkanizma. I baš rezultat ovakvih poremećaja je i rasjed, koji je bogat linijama termalnih i mineralnih izvora, a to je rasjed na jugozapadnom obodu sarajevsko-zeničkog ugljenog bazena od Blažuja do Busovače. S ovim rasjedom se ukršta rasjed Vareš-Čevljanovići—Ilog, koji ima pravac SJ, i na presjeku oba ova rasjeda izbija termalna voda u Ilidži kod Sarajeva.

Još Mojsisovics (1) je istakao, među ostalima, da je »bosansko rudogorje«, predio koji se nalazi zapadno i sjeverozapadno od Sarajeva, izgrađeno uglavnom iz paleozoika i da ovaj gorski predio presijeca jedan rasjed, duž kojeg su na jugozapadu potonule starije naslage, a za tektonske pukotine i rasjede ove oblasti vezan je niz terma: Kruščica, Banja kod Fojnice, Toplica kod Kreševa, Ilidža kod Sarajeva, i kiseljaci: Busovača, Bjelalovac, Brestovsko, Azapovići i Biljkovići. Od svih ovih mineralnih voda su najznačajniji Kiseljak, Podgaj (Palež) i Mali kiseljak (Kiseljačić) u samom mjestu Kiseljaku i bližoj okolini.

Izvori u Kiseljaku izlaze iz trijasa, i to iz dolomita, a on leži na verfenskim slojevima, i taj trijas u dolini rijeke Lepenice je pokriven 5-13 m debelim diluvijalnim slojevima, koji su izgrađeni iz šljunka, a jednim dijelom i iz vapnene sedre (2).

U slivu rijeke Lepenice nalaze se izvori: Zabrđe, Azapovići, Boljkovići, Duhri i navedena tri izvora kod mjesta Kiseljaka. Nas su interesovale vode u slivu rijeke Lepenice i u tom cilju su urađene analize: Kiseljak-glavni izvor, Podgaj (Palež) i Mali kiseljak. (Kiseljačić), dok su analize izvora: Zabrđe, Azapovići, Boljkovići i Duhri, za sada, samo djelomične analize.

U radu na ovim izvorima uvijek je mjerena istodobno i električna sprovodljivost ovih voda, pa će se ovi izvori, naročito oni u mjestu Kiseljak, obraditi u posebnoj studiji i sa elektrohemijske strane.

Naročita pažnja je posvećena izvorima u mjestu Kiseljak pa su Kiseljak-glavni izvor, Podgaj i Kiseljačić pod našom stalnom kontrolom u vremenu od

1953. do 1959. godine, i mogla su se steći neka iskustva o ovim izvorima, a u toku od 1957. do 1959. godine za vode ova tri izvora urađene su nekoliko puta kvantitativne analize.

Nas naročito interesuju mineralne vode na području doline Sarajevo-Busovača, jer je ovaj geološki rasjed vrlo interesantan i nejasan sa geološke strane, pa bi, možda, sastav ovih voda mogao da djelomično doprinese rješenju ovoga problema. Zato će se nastojati da se izvori na ovom području obrade i za svakog pojedinačno dade posebna studija poslije višegodišnjeg praćenja svake vode.

Do danas imamo više analiza izvora Kiseljak-glavni izvor, gdje se nalazi i lječilište. Međutim za Podgaj i Mali kiseljak do sada smo imali samo djelomične analize.

Kako je Kiseljak jedan od najvažnijih izvora svoje vrste u Bosni, ta je voda najviše i obrađivana i imamo više analiza ove mineralne vode. A. Boué (3), koji je 1836-1838. dva puta dolazio u Bosnu, daje opis ove vode i kaže da voda ima velike količine ugljendioksida, zatim da ima: natrijum hlorida, natrijum sulfata, kalcijum sulfata i nešto kalcijum hidrokarbonata i željeznog hidrokarbonata. Navodi da je temperatura vode 10°C. Prvu kvantitativnu analizu ove vode izvršio je 1886. godine E. Ludwig (4), (tabela I A). Drugu hemijsku analizu ove mineralne vode izvršio je 1910. godine M. Teich (tabela I B). U toku vremena vršeno je više kaptaža ovog izvora, ali je 1953. godine izvor ponovo kaptirao J. Bać i vodu iz nove kaptaže analizirala M. Pejić 1953. godine (tabela I C). Godine 1954. izvršio je analizu S. Miholić (5), (tabela I D), a 1958. godine izvršio je S. Miholić ponovnu analizu. U ovom zadnjem periodu vremena urađene su i ove analize.

Ovi izvori leže blizu ušća Lepenice u Fojnicu na 43° 56'41" sjeverne širine i 18° 4' 39" istočne dužine od Grenwicha. Nadmorska visina je 476 m. Izvori se nalaze: Kiseljak-glavni izvor u samom mjestu Kiseljak, Podgaj (Palež) duž rijeke Lepenice prema Sarajevu, od samog mjesta Kiseljaka oko 800 m, a ova obadva izvora se nalaze na desnoj strani rijeke Lepenice. Mali kiseljak (Kiseljačić) se nalazi na izlazu iz mjesta Kiseljak ka Fojnici, na ivici malog uzvišenja, blizu ceste, a na lijevoj strani rijeke Lepenice.

**Kiseljak-glavni izvor.** Voda izlazi iz jedne bušotine uz veoma jako razvijanje ugljendioksida. Nad samim izvorom-bušotinom nalazi se drveni paviljon. Iz ove bušotine upotrebljava se voda za eksploataciju u preduzeću odmah tu smještenom, a također se voda pomoću cijevi provodi ispod ceste na drugu stranu, gdje se njom koriste pacijenti za piće.

Voda je bistra, malo žućkastozelene boje, i nema mirisa, usljed stajanja se muti, ukus kiselo-slana, a pomalo se osjeća i ukus željeza.

Radioaktivnost vode je 0,2541 MJ = O, 0959 nC/1 (S. Miholić).

Prema internacionalnoj klasifikaciji vodu hemijski karakterizira sastav: N/1000 = 141,4; Ca = 39,6; Na = 17,3; HCO<sub>3</sub> = 47,5; SO<sub>4</sub> = 19,4.

Reakcija vode je alkalna, pH = 8 (lakmus).

Voda je uzeta za analizu 29. X 1958. godine i hemijski sastav vode prikazan je u priloženoj tabeli.

**Podgaj (Palež).** Voda ovoga izvora izlazi iz stijene i otiče u Lepenicu. Oko kaptaže se nalazi istaloženo željeznog hidroksida. Voda je bistra, bez boje, ukusa kiselo-slana. Veoma malo se osjeća sumporvodoniak. Reakcija vode je alkalna, pH = 8

Radioaktivnost vode je 0,1224 MJ = 0,0446 nC/1 (S. Miholić).

Treba istaći da ovu vodu pacijenti u lječilištu radije piju nego vodu sa izvora u Kiseljaku.

Prema internacionalnoj klasifikaciji vodu hemijski karakterizira sastav: N/1000 = 146,7; Ca = 35,3; Na = 20,1; HCO<sub>3</sub> = 54,0; SO<sub>4</sub> = 14,9.

Voda je uzeta za analizu 29. X 1958. godine i hemijski sastav vode je prikazan u priloženoj tabeli.

**Mali kiseljak (Kiseljačić).** Voda je uzeta za ispitivanje 29. X 1958. godine. Izvor je primitivno kaptiran i iz vode se razvija ugljendioksid. Temperatura vode je 9,5°C, a vazduha 7,5°C. Voda je malo mutna, ukusa kiselo-slana, bez boje i bez mirisa. Reakcija alkalna, pH = 8 (lakmus). Slodobnog CO<sub>2</sub>: 1,448 g u litru. Radioaktivnost: 0,1358 MJ = 0,0493 nC/1 (S. Miholić). Specifična težina (0°/0°C) = 1,00516. Suvi ostatak 4,2134 g u 1.000 g vode. (Originalna analiza u rukopisu.)

TABELA 1.

(po S. Miholiću)

- A. Analiza E. Ludwiga iz g. 1886 (Tschermak' s Mineral. und Petrograph. Mittheilungen, 10 (1889) 403);  
 B. Analiza M. Teicha iz g. 1910 (Glasnik Zem. muzeja u Bosni i Hercegovini, 31 (1919) 234)  
 C. Analiza M. Pejić iz g. 1953 (Originalna analiza u rukopisu);  
 D. Analiza S. Miholić iz g. 1954 (Croatica Chem. Acta, 28 (1956) 113).

	A	B	C	D
Na	11,21	10,67	11,36	11,72
K	0,613	1,657	0,618	0,643
Li				0,012
Ca	19,24	18,34	18,58	19,04
Mg	4,497	4,587	4,512	4,014
Sr	0,072		0,074	0,034
Ba				0,001
Mn	0,004		0,001	0,001
Sn				0,001
Cu				0,001
Ni				0,001
Cl	3,767	3,873	4,066	3,586
SO <sub>4</sub>	24,72	21,42	21,82	21,52
PO <sub>4</sub>	0,016		0,022	
CO <sub>2</sub>	34,79	35,93	35,36	35,93
SiO <sub>2</sub>	0,367	0,173	0,374	0,321
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,004			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,004	0,086	0,004	0,022
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,254	0,263	0,211	0,154
Org. tvar	0,443			
salinatet (u 1.000 dijelova vode):	100,00	100,00	100,00	100,00
slobodan CO <sub>2</sub> :	4,603	4,635	4,464	4,285
	1,824	1,831	2,460	1,918

Naprijed je navedeno da su ova tri izvora u Kiseljaku praćena u toku od 1953. do 1959. godine. Tu je ipak primijećeno da su suvi ostaci ovih voda nekada podliježali većim promjenama, a također i količina ugljendioksida je varirala. U drugoj polovini 1953. godine vode ova tri izvora su bile skoro konstantne, kao i u početku 1954. godine. Međutim u avgustu 1954. godine u sve tri vode došlo je do naglog opadanja suvih ostataka, tako da su se oni smanjivali i do 45%. Tada su se mjerenja vršila svakodnevno i ustanovilo se da suvi ostaci jako variraju. Tada se

pristupilo određivanju suvih ostataka svaka četiri sata u 24 sata, pa je i tu ustanovljeno, u Kiseljaku-glavnom izvoru, da su varijacije veoma velike. U oktobru 1954. godine opet su suvi ostaci svih izvora bili iznad 4 g/l, što je ostalo i u 1955. godini. I u 1957. godini suvi ostaci su iznad 4 g/l. U 1958. godini suvi ostaci su također oko 4 g/l, ali kao da imaju vrlo male varijacije.

ANALIZA  
ZEMLJO-ALKALNE KISELICE U KISELJAKU

Spec. težina: 1,00511 (na 0°/0°C) Temperatura: 13,0°C				
1 kg vode sadrži:				Preračunato u postotcima čvrste materije:
Jona:	Grams:	Milimola:	Milivala:	
katjona:				
natrijuma (Na <sup>+</sup> )	0,3975	17,2826	17,2826	Na = 10,20
kalijuma (K <sup>+</sup> )	0,03608	0,92276	0,92276	K = 0,925
kalcijuma (Ca <sup>++</sup> )	0,7942	19,8055	39,6110	Ca = 20,38
magnezijuma (Mg <sup>++</sup> )	0,1563	6,4321	12,8642	Mg = 4,010
			70,68056	Cl = 3,436
Anjona:				
hlora (Cl <sup>-</sup> )	0,1339	3,77608	3,77608	SO <sub>4</sub> = 23,852
sulfata (SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> )	0,9296	9,68333	19,36666	CO <sub>2</sub> = 36,591
hidrokarbonata (HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup> )	2,8998	47,53782	47,53782	SiO <sub>2</sub> = 0,491
koloidalno ras- stvorenih oksida:			70,68056	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,025
silicijum- oksida (SiO <sub>2</sub> )	0,01913			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,092
aluminijum- oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,000996			100,00
željeznog oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,00359			
Ukupno:	5,371096			Salinitet (u 1.000 di- jelova vode):
Hidrokarbonati preračunati u karbonate:	3,8974			3,8974
Suvi ostatak:	3,9093			
Sulfatna kontrola:				
Računom:	4,8031			
Nađeno analizom:	4,7852			
Slobodan CO <sub>2</sub>	1,440			

**Kobiljača.** Ima dva izvora, od kojih se jedan nalazi odmah na ivici lijeve obale potoka Buhotina, sa kojim se malo i miješa, a udaljen je od mosta na glavnoj cesti oko 800 m. Voda je mutna i kapaciteta 1 litre za minut. Temperatura vode: 9,5°C, a vazduha: 6,3°C. Voda sadrži u litri: 1,114 g suvog ostatka; 1,848 g uljen-dioksida i 1,372 g hidrokarbonata (odreden sa N/10 HCl uz methyloorange). Električna sprovodljivost na 18° i 25°C:  $\kappa$  18° = 0,0015285 i  $\kappa$  25° = 0,001781  $\Omega^{-1}$  cm<sup>-1</sup>.

Oko 50 m uzvodno, a sa desne strane potoka Buhotina, nalazi se drugi izvor Kobiljača, koji otiče u potok. Ima mnogo istaloženog željeznog hidroksida. Temperatura vode je 9,2°C, a vazduha 6,3°C; kapacitet izvora je 12 l/min, voda ima suvi ostatak 0,974g/l, ugljendioksida 1,595 g/l, hidrokarbonata 1,200 g/l. Električna sprovodljivost ove vode na 18° i 25°C:  $\kappa_{18^\circ} = 0,001391$  i  $\kappa_{25^\circ} = 0,001623 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

ANALIZA  
ZEMNO-ALKALNE KISELICE U PODGAJU

Temperatura: 10,0°C Spec. težina: 1,00516 (na 0°/0°C)				
1 kg vode sadrži:				Preračunato u postocima čvrste materije:
Jona:	Grams:	Milimola:	Milivala:	
katjona:				
natrijuma (Na <sup>+</sup> )	0,4613	20,0565	20,0565	Na = 11,757
kalijuma (K <sup>+</sup> )	0,03215	0,82225	0,82225	K = 0,819
kalcijuma (Ca <sup>++</sup> )	0,7081	17,6583	35,3166	Ca = 18,047
magnezijuma (Mg <sup>++</sup> )	0,20835	8,5741	17,1482	Mg = 5,31
			73,34355	Cl = 3,915
Anjona:				SO <sub>4</sub> = 18,252
hlora (Cl <sup>-</sup> )	0,15578	4,3931	4,3931	CO <sub>3</sub> = 41,311
sulfata (SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> )	0,71613	7,4597	14,9194	
hidrokarbonata (HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup> )				
koloidalno rastvorenih oksida:	3,2959	54,03105	54,03105	SiO <sub>2</sub> = 0,373
			73,34355	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,034
				Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,124
silicijum-oksida (SiO <sub>2</sub> )	0,01465			99,942
aluminijum-oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,00134			
željeznog oksida (FeO <sub>2</sub> )	0,00488			
Ukupno:	5,59858			Salinitet
Hidrokarbonati				(u 1.000 dije-
preračunati u karbonate:	3,9236			3,9236
Suvi ostatak:	4,0531			
Sulfatna kontrola:				
Računom:	4,9537			
Nadeno analizom:	4,9555			
Slobodan CO <sub>2</sub>	1,920			

**Boljkovići.** Izvor se nalazi u selu sa lijeve strane rijeke Lepenice na oko 100 m u močvarnoj livadi. Voda sadrži mnogo istaloženog željeznog hidroksida, a iz vode stalno izlazi ugljendioksid. Izvor je vrlo malog kapaciteta. Temperatura vode: 10,7°C, a vazduha: 4,2°C. U vodi je utvrđeno CO<sub>2</sub> = 1,688 g/l, HCO<sub>3</sub> = 0,547 g/l, suvog ostatka 2,509 g/l. Električna sprovodljivost na 18° i 25°C:  $\kappa_{18^\circ} = 0,002240$  i  $\kappa_{25^\circ} = 0,002581 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

**Azapovići.** Izvor se nalazi u samom selu na livadi, vrlo je malog kapaciteta i ima mnogo istaloženog željeznog hidroksida. Suvi ostatak je mali: 0,147 g/l, a električna sprovodljivost na 18° i 25°C:  $\kappa_{18^\circ} = 0,000208$  i  $\kappa_{25^\circ} = 0,000244 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

**Duhri.** U selu Duhri nalazi se izvor čiju vodu narod upotrebljava za piće. Voda nema slobodnog ugljendioksida. Temperatura vode je 16,5°C. Kapacitet izvora

je 30 l/min.. Suvi ostatak 0,538 g/l, a električna sprovodljivost na 18° i 25°C.  $\kappa$  18° = 0,000822 i  $\kappa$  25° = 0,000981  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

**Zabrđe (Bug-banja, Toplice).** Iza sela Zabrđe na oko 2 km, u gornjem toku rijeke Lepenice, a na lijevoj obali, izviru iz stijene dva izvora kapaciteta: istočni — 10 l i zapadni — 7 l u minuti. Temperatura vode obadva izvora: 24,0°C, a vazduha: 20°C. Izvor većeg kapaciteta sadrži: suvi ostatak 0,270 g/l i ugljendioksida 0,160 g/l. Električna sprovodljivost na 18° i na 25°C:  $\kappa$  18° = 0,000375 i  $\kappa$  25° = 0,000440  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

Dalje uz potok, na zapad oko 100 m, izviru dvije vode direktno u potok, a one su većeg kapaciteta od navedenog. U svim ovim izvorima ne osjeća se sunporvodnik ni u tragovima.

Vode: Kobiljača, Boljkovići, Azapovići, Duhri i Zabrđe uzete su za analizu 28. XII 1958.

## ZAKLJUČAK

U Bosni se javlja duž rasjeda, osim termalnih izvora, i znatan broj kiseljaka. Voda je ovih kiseljaka vadoznog porijekla i ne prodire duboko u zemlju. Međutim ugljendioksid dolazi iz većih dubina, a postanak mu je vezan za reakciju  $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$  u velikim dubinama i na visokoj temperaturi. On se akumulirao u poroznim slojevima, koji leže pod nepropusnim naslagama, i polako prodire na površinu stvarajući tako kiseljake. Dolina Sarajevo—Busovača je naročito bogata izvorima čistog ugljendioksida (Klokoti), gdje ovaj plin izlazi u ogromnim količinama. Iz analiza vidimo da su sve mineralne vode ovog područja vrlo bogate ugljendioksidom, što se i može očekivati, pošto ugljendioksid duž cijele ove doline izlazi iz zemlje.

Urađene analize voda u slivu rijeke Lepenice pokazuju da vode: Kiseljak, Podgaj i Kiseljačić imaju suvi ostatak oko 4 g/l, dok ostale vode imaju male suve ostatke, osim Boljkovića. Sve imaju dosta željeznog hidroksida. Temperatura vode svih izvora ne prelazi srednju godišnju temperaturu mjesta na kome izviru. Može se pretpostaviti da se mineralizacija ovih voda vrši u blizini površine, a da ugljendioksid dolazi iz većih dubina. Interesantno bi bilo pratiti promjene u ovim vodama, kao i promjene u plinskim izvorima na ovom području jer su, one, vjerovatno, u vezi sa nekim događajima koji se odigravaju u ovom rasjedu.

Iz tabele analize izvora Kiseljak-glavni izvor vidi se, ako se ona usporedi sa ranijim analizama ove mineralne vode (tabela I, A, B, C, D), da se voda u svom sastavu nije bitno promijenila u izvoru Kiseljak-glavni izvor.

Isto se može reći da su vode Kiseljak-glavni izvor i Podgaj po svome karakteru slične vode, što ćemo pokušati kasnije da rastumačimo putem električne provodljivosti.

## LITERATURA

- 1) E. v. Mojsisovics, E. E. Tietze und A. Bittner: Grundlinien der Geologie von Bosnien—Hercegovina, Jahrbuch der geol. Reichsanstalt, 30, (1880), 167-266;
- 2) F. Katzer, Glasnik Zem. muzeja u Bosni i Hercegovini, 31 (1919), 191;
- 3) A. Boué, Esquisse géologique de la Turquie d' Europe, Paris, 1840, str. 169;
- 4) E. Ludwig, Tschermak's Mineral. und Petrograph. Mittheilungen, 10 (1889), 403;
- 5) S. Miholić, Croat'ca Chem. Acta, 28 (1956), 113.