

Originalan naučni rad
UDC: 553.78:551.24(497.6)

MINERALNE VODE JUGOISTOČNE BOSNE

Ferid Skopljak¹, Hazim Hrvatović¹, Jasminka Saletović¹

¹Federalni zavod za geologiju, Ustanička 11, Ilidža – Sarajevo, E-mail: zgeolbih@bih.net.ba

SAŽETAK

U radu su prikazani relevantni podaci o geološkim, strukturno-tektonskim i hidrogeološkim uslovima lokalizacije izvora mineralne vode u jugoistočnoj Bosni, fizičko-hemijskim osobinama, genezi i korištenju mineralnih voda u ovom prostoru. Po prvi puta se ukazuje na zakonomjernosti pojavljivanja mineralnih voda uzrokovane geološkom građom, rudnim mineralizacijama, strukturno-tektonskim i hidrogeološkim karakteristikama ovog terena koji je desetina miliona godina bio izložen eroziji ogromnih razmjera. Također, u radu se prezentiraju novi podaci o prisustvu tri tipa mineralnih voda u jugoistočnoj Bosni; mineralnih voda sa CO₂ bez sulfata, mineralnih voda sa CO₂ i povišenim sadržajem sulfata, te sulfatnih mineralnih voda bez CO₂.

Ključne riječi: *paleozoik, mineralne vode, CO₂, sulfati, pirit, gips*

MINERAL WATERS OF THE SOUTHEAST BOSNIA

ABSTRACT

The aim of this study is to show relevant data on geological, structural-tectonic and hydrogeological conditions of localizations of mineral water sources in the south-east Bosnia, its physical and chemical properties, genesis and usage of mineral water in this area. For the first time, certain regulations in the appearance of mineral waters are being demonstrated, caused by geological structure, ore mineralizations, structural-tectonic and hydrogeological characteristics of this area, which, for tens of millions of years, had been exposed to enormous erosions. Additionally, this study reveals new data on the presence of three types of mineral waters in the south-east bosnia: mineral waters with CO₂ without sulphate, mineral waters with CO₂ and increased amount of sulphate and sulphat mineral wters without CO₂.

Key Words: *paleozoic, mineral waters, CO₂, sulphate, pirit, gypsum*

UVOD

U jugoistočnoj Bosni je registrirano oko dvadeset izvora mineralne vode. Svi izvori su situirani u okviru paleozojskog kompleksa koji veće rasprostranjenje ima od Čajniča i Foče na jugoistoku do Prače na sjeverozapadu. Pojavljuju se na prelazu središnjih i unutrašnjih Dinarida Bosne i Hercegovine, u terenima koji su tokom geološke evolucije bili izloženi snažnim tektonskim pokretima, prije svega ubiranju širih razmjera, te intenzivnoj eroziji. Njihova dispozicija je, uglavnom, u zonama rudnih mineralizacija i relativno visoko iznad erozionog basisa. I pored toga što, na prvi pogled, imaju

veoma slične uslove geološke lokalizacije, izdašnosti i mehanizam isticanja, izvori mineralne vode u jugoistočnoj Bosni se bitno razlikuju u pogledu hemijskog sastava, gasonosnosti i genetskih karakteristika. U ovom radu prikazani su osnovni podaci o geološkim, strukturno-tektonskim i hidrogeološkim uslovima lokalizacije izvora mineralne vode u jugoistočnoj Bosni, te fizičko-hemijskom sastavu, genezi i korištenju mineralnih voda u ovom prostoru. Po prvi puta se egzaktno ukazuje na zakonomjernost pojavljivanja mineralnih voda i genetsku vezu pojedinih tipova mineralne vode sa određenim stijenama nosiocima rudnih mineralizacija u ovom prostoru. Rad, pored toga što ukazuje na potrebu učešća svih geoloških disciplina u rješavanju hidrogeološke problematike, ima za cilj podsticanje aktivnosti na istraživanju, eksploataciji, zaštiti i korištenju mineralnih voda u jugoistočnoj Bosni, a što može doprinijeti bržem i uspješnijem razvoju ovog dijela Bosne i Hercegovine.

PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA I ISPITIVANJA

Prve podatke o mineralnim vodama u paleozoiku jugoistočne Bosne daje F. K a t z e r (1926.) u radu „*Geologija Bosne i Hercegovine*“ gdje, između ostalog, daje najvrijednije podataka o paleozoiku jugoistočne Bosne, te izvorima mineralne vode u ovom prostoru. Prilikom razmatranja geneze K a t z e r skoro sve mineralne izvore u ovim terenima označava kao “vitriolne vode” (sumpornokisele željezovite vode. prim.aut.) jer, uglavnom, izbijaju iz stijena impregniranih piritom. Za neke pojave, kao npr. mineralna vrela kod Čajniča, smatra da bi mogle biti u vezi s kvarcnim žicama neke isčezle hidrotermalne periode (1926.str.368).

S. M i h o l i ć (1955.i 1957.) vrši prospekciju mineralnih voda u Prači, Bogušiću i Šahbašićima, a u svojim izvještajima prilaže analizu kiseljaka u Bogušiću kojem određuje radioaktivnost vode od 15,5 MJ. U radu “*Bosanski kiseljaci*” M i h o l i ć (1957.), između ostalih, analizira kiseljake u Bogušiću i Jabuci, te ukazuje na blisku ovisnost hemijskog sastava kiseljaka i terena koji u okolini izvora izbijaju na površinu, te navodi: “Kod kiseljaka u Jabuci jasan je uticaj sedre koja pripada permu”! On navodi da se mineralizacija vode ne vrši duboko, te da voda mora da dolazi sa površine, dok za CO₂ smatra da je, slično ostalim pojavama u Bosni, freatičan !? J. J o s i p o v i ć (1971.) u radu „*Mineralne, termalne i termomineralne vode u BiH*“ kratko razmatra problematiku geneze mineralnih voda u paleozoiku Prače, odnosno pojave u Prači, Bogušiću i Jabuci. Na osnovi povećanog hlor jona, vodu izvora Bogušić smatra sličnom kiseljacima na Majeveci (Dubnica i Jasenica), te kiseljaku kod Srednjeg, što ide u prilog pretpostavci da je CO₂ i ovdje biohemijskog porijekla (loc.cit. str.261). Visok sadržaj sulfata u kiseljaku Jabuka tumači prisustvom gipsa, a za porijeklo CO₂ smatra da je hemijsko, slično kao u Dabrinama kod Vareša. Sličnog porijekla bi, prema njemu, bio CO₂ u Prači (loc.cit.str.262). Posebno je interesantna tabela 11 u ovom radu u kojoj se uočavaju značajno različiti međujonski odnosi promatranih izvora mineralne vode u Prači, Bogušiću i Jabuci što je, po svoj prilici, uzrokovano geološkim uslovima njihove lokalizacije. N. M i o š i ć sa saradnicima (1977.) u “*Katastru mineralnih, termalnih i termomineralnih voda BiH*” daje vrijedne podatke i analize fiziko-hemizma skoro svih pojava mineralnih voda u jugoistočnoj Bosni. U radu „*Genetska kategorizacija mineralnih, termalnih i termomineralnih voda BiH*“ M i o š i ć (1982.) daje osnovne podatke o mineralnim vodama jugoistočne Bosne za koje smatra da su atmosferskog porijekla, a da je CO₂ u većini slučajeva kemogenog-freatskog porijekla (str.243). Pored konstatacija da se pojave kiseljaka nalaze u blizini orudnjenih zona olova, bakra, cinka, gipsa i kvarcnih žica napominje da su pojave u Bogušiću i Jabuci vjerovatno vezane za duboke rasjede u kojima je CO₂ nastao termometamornim procesima, ali nije juvenilan (loc.cit.str.243). I. S l i š k o v i ć (1983.) u radu „*Hidrogeološke značajke sliva rijeke Drine na teritoriji SR BiH*“ daje kraći osvrt na skoro sve pojave mineralnih izvora u jugoistočnoj Bosni pri čemu konstatira da se kiseljaci pojavljuju u blizini orudnjenja olova, cinka, bakra, gipsa i kvarcnih žila. Kada je riječ o genezi mineralnih voda i CO₂ navodi da su mineralne vode atmosferskog porijekla, a CO₂ freatičan nastao oksidacijom pirita i gipsa, na što ukazuje i pojava kiseljaka na velikim visinama u terenu. F. S k o p l j a k i A. S k o p l j a k (2000.) u radu “*Mineralne vode u Prači kod Sarajeva i njihov značaj za razvoj zdravstvenog turizma*” pored osnovnih podataka o geološkoj građi i hidrogeološkim karakteristikama terena, prilažu prvu kompletnu hemijsku analizu kiseljaka u Prači. F.S k o p l j a k (2003.) rukovodi ograničenim obimom istražnih radova na lokalitetu Mihalj u Prači. Tom prilikom locira i izvodi bušotinu na kojoj zahvata mineralne vode u količini 20

puta većoj od izdašnosti postojećeg izvora. U jezgru bušotine pronalazi veći sadržaj pirita, što ga navodi na zaključak da je CO_2 vadozan, nastao oksidacijom pirita, odnosno djelovanjem sumporne kiseline na krečnjake karbona i silura. F. S k o p l j a k, N. S a m a r d ž i ć i J. S a l e t o v i ć (2009.) godine vrše prospekciju, kartiranje i uzorkovanje najvećeg broja mineralnih izvora u jugoistočnoj Bosni za potrebe izrade „Katastra mineralnih, termalnih i termomineralnih voda F BiH“ koji realizira Federalni zavod za geologiju. Tom prilikom prikupljaju nove podatke o geološkim i hidrogeološkim karakteristikama terena u arealu mineralnih izvora, te fizičko-hemijskim karakteristikama mineralnih voda. Na osnovu navedenog pregleda dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja mineralnih voda u jugoistočnoj Bosni može se ocjeniti da su ista provedena u malom obimu; detaljno nije istraženo niti jedno ležište; nisu utvrđene i verificirane rezerve i kvalitet mineralnih voda niti jednog ležišta; nisu definirane zone i mjere zaštite izvora od zagađenja, i dr. Nizak stepen istraženosti mineralnih voda reflektira se u činjenici da se niti jedna od dvadeset pojava, ovih veoma kvalitetnih mineralnih voda, ne flašira, niti koristi na adekvatan način. Iz pregleda dosadašnjih istraživanja i ispitivanja uočava se, također, da geneza mineralnih voda, prema većini autora, nije upitna; one su atmosferskog porijekla. Međutim, postoje dijametralno različiti pristupi i mišljenja u pogledu geneze CO_2 ; jedan da je CO_2 f r e a t i č a n; drugi da je t e r m o m e t a m o r f n o g i treći da je CO_2 v a d o z n o g p o r i j e k l a. Definitivni odgovori na ova pitanja mogu, indirektno, doprinijeti rješavanju složene, i kao što se poznato, još nedovoljno proučene tektonske građe terena jugoistočne Bosne; odnosno dati odgovor na postojanja navlake kojom su paleozojske naslage navučene na trijaskie karbonate, a koji bi, eventualno, mogli biti izvor freatičnog ili termometamorfno CO_2 . Ovaj rad predstavlja doprinos proučavanju ove problematike, a definitivne odgovore na otvorena pitanja moguće je dati kompleksnim izotopskim i hemijskim ispitivanjima mineralnih voda i CO_2 , a koje treba programirati u fazama budućih hidrogeoloških istraživanja.

POLOŽAJ MINERALNIH IZVORA

Izvori mineralne vode u jugoistočnoj Bosni nalaze se u prostoru između Pala na sjeverozapadu i Čajniča na jugoistoku, te Višegrada na sjeveroistoku do Foče na jugozapadu (sl.1). Registrirani su u širem rejonu naselja Prača, Jabuka, Donje Selo, Štuke, Šahbašići, Bogušić, Mravinjac, Zupčići, Međuriječje i Zaborak.



Slika 1. Geografski položaj izvora mineralne vode u jugoistočnoj Bosni
Figure 1 The geographical location of sources of mineral water in the south-eastern Bosnia

U geomorfološkom pogledu teren jugoistočne Bosne, izgrađen uglavnom od paleozojskih naslaga, najvećim dijelom pripada oblasti srednjevisokih planina Bosne i Herecegovine, sa nadmorskim visinama 1.000 - 1.300 m u kojima su formirane brojne doline, klisure i kanjoni Drine i njenih pritoka. Najviša uzvišenja izgrađena su od karbonata devona i trijasa kao što su Klek (1.744 m), Borovac (1.749 m), Stolac (1.519 m), Raskršće (1.530 m), Kacel (1.675 m), Kolun (1.405 m), Golo brdo (1.309 m) i druga. Morfologija terena je, u najvećoj mjeri, rezultat dugotrajne i intenzivne erozije, a mjestimično predisponirana tektonskim aktivnostima. Najviši vrhovi brda izgrađeni od paleozojskih tvorevina nisu oštri već blago zaobljeni za razliku od dosta strmijih trijaskih uzvišenja. Doline i dolinske strane su, također, modelirane erozijom; najčešće blago zaobljene u paleozojskim i strme u trijaskim terenima. Na kratkim rastojanjima od oko 2 km visinska razlika između dna dolina i okolnih uzvišenja, mjestimično, iznosi 400-600 m. Najveći vodotok u jugoistočnoj Bosni je rijeka Drina koja u ovom dijelu toka teče pravcem jugozapad – sjeveroistok. Veće lijeve pritoke Drine u promatranom terenu su Bistrica i Prača, a desne Čehotina i Lim, dok su njene manje pritoke riječice Koluna, Osanica, Odska, Jošanica, Janjina i dr. Klima u prostoru jugoistočne Bosne je umjereno kontinentalna. Prosječna godišnja suma padavine je relativno mala i iznosi oko 850 mm, kao i prosječna srednja godišnja temperatura zraka oko 9 °C.

GEOLOŠKI I STRUKTURNO-TEKTONSKI USLOVI LOKALIZACIJE MINERALNIH IZVORA

Geološku građu terena u jugoistočnoj Bosni proučavali su brojni autori među kojima se naročito ističu radovi A.Bittnera (1880.), E.Kittla (1904.), F.Katzera (1926.), V.KostićPodgorska (1939.,1957., 1958.), M.Ramovića (1957.,1962), F.Trubelje (1963.), S.Đurića (1963.), M.Živanovića (1963.), S.Čičića (1963., 1966.), J.Pamića (1966.), N.Pantića (1967., 1973.), M.Dimitrijevića (1970.), E.Kulenovića (1979.,2006.), I.Kubata (1976.,1982.), R.Buzaljka (1977.,1979.,1971.,1974.,1982.), i drugih. Među manje brojnim radovima koji su razmatrali tektonsku građu ovih terena važno je pomenuti radove K.Petkovića (1961.), B.Sikoška i W.Medwenitscha (1964.,1965.), M.Anđelkovića (1978.), M.Vidovića (1983.), R.Buzaljko i J.Pamić (1982.), L.Vujnović (1983.), A.Ramovša i E.Kulenovića (1982. i 1985.), te S.Čičića (2002.), E.Kulenovića (2006.) i H.Hrvatovića (2006.) koji su najvećim dijelom korišteni za sagledavanje tektonskih karakteristika ove oblasti. Rudne pojave i ležišta jugoistočne Bosne istraživali su i u svojim radovima opisivali F.Katzer (1926.), K.Malitzky (1927.), G.Šelestov (1930.), Michel (1936.), Pletnjikov (1936.), A.Polić et al (1952.), M.Ramović (1953., 1954, 1955.,1961.), L.Noth (1952.), S.Popović (1954.), M.Perić i S.Višić (1954.), E.Kulenović (1965.,1967.,1968.,1971.,1972.,1974. i 1987.), I.Kubat (1972.,1978.), I.Kapelar (1973.), N.Jelić (1984.), J.Halamić (1987.) i drugi.

Geološka građa

U geološkoj građi terena jugoistočne Bosne, najvećim dijelom, učestvuju paleozojske naslage čiji su obodni dijelovi, skoro u cjelosti, izgrađeni od trijaskih tvorevina. Mlađe tvorevine imaju podređeno rasprostranjenje u ovim terenima, a izuzetak su tercijarne naslage u rejonu Miljevine, te aluvijalne naslage deponovane u duboko usječenju dolini Drine i njenih pritoka. Najstarije naslage paleozojskog kompleksa pripadaju *gornjem siluru*. Otkrivene su kod Prače, Ustikoline i Foče gdje su, uglavnom, predstavljene mermeriziranim krečnjacima, rožnacima, glincima, škriljcima, metapješčarima i kvarcitima. *Devonske naslage* imaju značajno rasprostranjenje, a otkrivene su u slivu Kameničke i Varoške rijeke, Osanice i Odske, izvorišnom dijelu Ljaljice i Trudanjskog potoka, Bitorajskom potoku, te u rejonu Mlječnika, Kožalja. U donjem devonu zastupljeni su škriljci sa rožnacima i različiti varijeteti krečnjaka; u srednjem devonu su sprudni krečnjaci i metapješčari, rožnaci i škriljci; dok su u gornjem devonu krečnjaci, metapješčari, rožnaci i rožnačke breče. Preko devonskih krečnjaka su naslage donjeg karbona, a iznad ovih, u tektonskom odnosu, sasvim moguće diskordantno, leže naslage gornjeg perma. Naslage *donjeg karbona* otkrivene su u slivu Prače, Drine, Čehotine i Bistrice. U sastavu donjokarbonskih naslaga su škriljci, glinci, pješčari, krečnjaci i mjestimično rožnaci. U gornjem karbonu i donjem permu se, u ovim terenima, zapaža prekid sedimentacije; odvija se erozija ogromnih razmjera koja je disecirala podlogu na kojoj se, najvjerovatnije, diskordantno talože naslage perma i trijasa. *Gornji perm* je u donjim dijelovima stuba predstavljen, crvenkastim klastitima, a u

višim nivoima krečnjacima, šupljikavim krečnjacima i gipsom. Ove naslage postepeno prelaze u donji trijas i usljed nedostataka faunističkog materijala se zajedno izdvajaju u *permotrijas*. Imaju veliko rasprostranjenje u slivu Kolune, Prače, Draženice i Janjine. U njihovom sastavu su, prema tumaču OGK list Foča, Prača i Pljevlja, konglomerati, glinci, pješčari, škriljci, liditi, krečnjaci i gips. Naslage *donjeg trijasa* su u tijesnoj vezi sa permskim naslagama. Predstavljene su pješčarima, laporcima, glincima i krečnjacima preko kojih, kontinualno, slijede krečnjaci srednjeg trijasa – anizika. Ove naslage izgrađuju obod paleozojskog kompleksa i nisu otkrivene u zoni pojave mineralnih izvora jugoistočne Bosne. Transgresivno preko starije trijasko i mlađe paleozojske podloge u rejonu Miljevine leže miocenske naslage. U njihovom sastavu su konglomerati, pješčari, glina, lapori i ugulj. Kvartarne naslage imaju ograničeno rasprostranjenje samo u duboko usječenim dolinama rijeka Drine i njenih pritoka gdje su sastavljene od šljunka, pijeska i glina.

Tektonika

U tektonskom pogledu tereni jugoistočne Bosne pripadaju: prema K. P e t k o v i ć u (1961.) zoni unutrašnjih Dinarida, odnosno zoni “paleozojskih škriljaca i mezozojskih krečnjaka”; prema B. S i k o š e k u i W. M e d w e n t i s c u (1964.,1965.) centralnom Dinarikumu; prema M. A n đ e l k o v i ć u (1978.) središnjim dinaridima-bosanskoj zoni; prema M. V i d o v i ć u (1983.) zoni paleozojsko-trijaskog masiva; prema S. Č i č i ć u (2002.) središnjim Dinaridima, a prema H. H r v a t o v i ć u (2006.) tektonskoj strukturi Durmitorske navlake. Prema OGK list Foča (R. B u z a l j k o, et all., 1977.) ovaj prostor pripada strukturo-facijalnoj jedinici Prača-Foča, prema kojima je uz tektoniku ovog područja vezan dijapirizam gipsa i proboji dijabaza. E. K u l e n o v i ć smatra da strukturo-facijalna jedinica Prača-Foča ima navlačni karakter, odnosno da su naslage gornjeg silura i devona navučene na trijasko tvorevine čemu je u prilog tektonsko okno Stolac (2006.str.77). Kada je o ovim razmatranjima riječ, mišljenja smo da treba imati u vidu da se trijaski greben Stolac, sačuvan od erozije, nalazi na sjeveroistočnoj strani paleozojskog kompleksa i da najvjerojatnije predstavlja “tektonsku klipnu”, a da ovom navlačenju ne odgovara činjenica da su u paleozojskom kompleksu jugoistočne Bosne, možda najbolje u Dinaridima, ovako dobro sačuvana ležišta gipsa, bila ona ili ne dijapirski utisnuta u naslage permotrijasa. F. K a t z e r mnogo jednostavnije promatra tektoniku terena jugoistočne Bosne (sl.6). On smatra da se u ovim terenima ispoljava nabiranje dinarskog pravca mjestimično priprečeno i prekinuto unakrsnim bosanskim ubiranjem, te da je vertikalno kretanje sa prelomima isključivo lokalnog značaja! K a t z e r napominje da je, najvjerojatnije, posljednje dinarsko nabiranje definitivno savladano bosanskim unakrsnim pružanjem, tek poslije Oligomiocena, a vjerovatno, kao u cijeloj Bosni i zapadnom balkanskom poluostrvu, tek početkom Kvartera. Važno je zapažanje K a t z e r a da se u paleozoiku jugoistočne Bosne ispoljava činjenica da “za modeliranje terena nije mjerodavan tektonski sklop već otpornost stijena naspram erozije gdje se najviši vrhovi oblasti sastoje iz kvarc-konglomerata (verukano) ili krečnjaka koji se mnogo bolje odupiru odnašanju nego pješčari i škriljci” (1926.str.371).

Rudne mineralizacije

Tereni jugoistočne Bosne obiluju brojnim pojavama mineralizacija željeza, mangana, cinka, olova, bakra, žive i antimona, te gipsa, grafita, barita, pirofilita i kvarca. **Sideritično-ankeritični krečnjaci** silura i devona su nosioci minerala željeza, cinka, olova i bakra. Pojavljuju se u slivovima rijeka Kolune, Osanice, Odske i Varoške rijeke, te sjeveroistočno od naselja Prača u slivu rijeke Prače. Krečnjaci su redovno jako limonitizirani, a sadržaj Fe u njima je u prosjeku oko 30 %, a mjestimično, kao na jugozapadnoj strani Mastilove (Vlaške) stijene u Prači, sadrže 45 % željeza (E. K u l e n o v i ć,1987.str.,113).U sideritično-ankeritičnim krečnjacima je utvrđena parageneza: siderit, ankerit, pirit, markazit, halkopirit, halkozin, kovelin, galenit i sfalerit, a mjestimično manganit i piroluzit, te mineralima antimona i barita. Uz ova ležišta su, uglavnom, vezana ležišta mineralnih voda sa CO₂ i izvori “kiseljaka” kako se to u Bosni običava reći za ovu vrstu voda. **Magnetiti** se pojavljuju kao metasomatska rudna tijela u krečnjacima i registrirani su kod Batotića, Luke i Presjeka, između Čajniča i Miljena, te kod Okosovića. Sa magnetitom se pojavljuje pirit, halkopirit, arsenopirit, markazit, limonit. Sadržaj željeza u rudi je, ovisno od lokaliteta varijabilan, u prosjeku 30-40 %.

Cinkano-olovne mineralizacije su registrirane u slivovima rijeka Kolune kod Jabuke i Kozje Luke, Čehotine kod Foče, iznad Prače, kod Zakalja i Metaljeke, i dr. Sadržaj cinka i olova u krečnjacima je različit na pojedinim lokalitetima, najčešće manji od 3 %, a samo izuzetno 10-15 %. **Kvarc-sideritske žice** su poseban tip orudnjenja koja se pojavljuju u slivu Čehotine; kod Dragočava i Slatine. Ove žice su nosioci sulfidnih minerala cinka, olova, bakra, željeza i mangana a nekada srebra i zlata.

Antimonske mineralizacije su, također, registrirane u paleozojskim krečnjacima u Podkozari kod Koražda, Kordićima i kod Bogušića. Nalazišta antimona su uglavnom žičnog tipa ali ih ima i u sideritično-ankeritskim krečnjacima. Rudnu paragenezu čine antimonit, halkopirit, zlato, cink i olovo, a od nerudnih minerala kvarc, kalcit i aragonit. Srednji sadržaj antimona je, u prosjeku, oko 2,5 %. **Bakarne mineralizacije** se pojavljuju u rožnacima i/ili krečnjacima u okolini Kožalja, Kacelja, Mirkovice, Previle, Žešće, u Kosovskoj rijeci, Bahovskom potoku, Pilipovićima i dr. **Pojave mangana** su registrirane također u rožnacima kod Drežbice, Perjanima i Presjeci. Ruda je predstavljena psilomelanom i piroluzitom. **Pojave i ležišta barita** su utvrđene u krečnjacima, metapješčarima i rožnačkim brečama u terenima između Jabuke, preko Kleka do Prače. Rudna tijela su žičnog i sočivastog tipa. Uz barit se u Jabuci, Ljaljičkom potoku i kod Prače pojavljuju halkopirit, malahit, azurit, pirit i tetraedrit. **Grafiti** se pojavljuju u rožnacima i grafitičnim škriljcima u dolinama Čehotine, Radonje, Osanice, Odske, Rijeke, Kolakovičkog potoka i dr. Sadržaj grafita u škriljcima je oko 7 % a mjestimične parcijalne analize su sadržavale i do 30 % C. **Pirofiliti** su registrirani na ušću Odske rijeke u Drinu. Prema mineralnom sastavu su kvarcno-glinovito sericitski škriljci. **Gips** se pojavljuje u dolini Kolune, Osanice i Janjine, a najveća ležišta su u Šahbašićima, Mehmedovićima, Presjeci, Lokvama i Međuriječju. Gips je onečišćen krečnjakom i pojavljuje se u vidu sočiva i proslojaka. U vršnim dijelovima gipsa kod Šahbašića pronađene su mineralizacije auripigmenta i antimonita u vidu impregnacija (J.Halamić, 1987. str.188).

HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE TERENA

Hidrogeološka kategorizacija, rejonizacija i funkcije stijena

U terenima jugoistočne Bosne, u kojima su registrirani izvori mineralnih voda, mogu se izdvojiti tri hidrogeološke kategorije stijena: propusne stijene kavernožno-pukotinske poroznosti, propusne stijene pukotinske poroznosti i pretežno nepropusni kompleksi, sl. 2. i sl. 3.

Propusne stijene kavernožno-pukotinske poroznosti su krečnjaci donjeg i srednjeg devona ($D_{1,2}$), šupljikavi krečnjaci i gips gornjeg perma (P_3); te karbonati anizika (T_2^1), srednje-gornjeg ($T_{2,3}$) i gornjeg trijasa (T_3). U ovim naslagama pojavljuje se mnoštvo površinskih i podzemnih kraških oblika; vrtača, ponora i kraških vrela: u slivu Bistrice; srednjem i donjem dijelu toka Prače i Lima; donjem dijelu toka Janjine i slivu Čehotine. U šupljikavim krečnjacima sa gipsom, koji su najbolje očuvani u dolinama Kolune Osanice i Janjine, pojavljuju se sulfatni mineralni izvori, a također, najveći broj kiseljaka u jugoistočnoj Bosni nastaje ili ima porijeklo iz ovih naslaga. Karbonati devona i trijasa imaju funkcije vodonosnika u kojima se pojavljuju snažna kraška vrela izdašnosti od 10 do preko 500 l/s, a šupljikavi krečnjaci i gips gornjeg perma funkcije vodonosnika mineralnih voda čija se izdašnost kreće od 0,01-0,2 l/s. *Propusne stijene pukotinske poroznosti* su krečnjaci gornjeg silura (S_3) i donjeg karbona (C_1). Pojavljuju se u rejonu Prače, Renovice, Ustikoline i Foče. Ove naslage, ovisno od lokaliteta i strukturnog položaja, imaju funkcije 1) vodonosnika obične pitke vode, 2) vodonosnika mineralnih voda sa CO_2 , a najvjerovatnije i funkcije 3) primarnog vodonosnika termalnih voda u Čeljadinićima kod Prače. Izdašnost izvora obične i mineralne vode je relativno mala i iznosi oko 0,1 l/s dok je izdašnost izvora u Čeljadinićima, usljed pojave u rasjedu i miješanja sa običnih kraškim vodama, oko 30 l/s.

Pretežno nepropusni kompleksi stijena predstavljaju škriljci, glinci, pješčari, breče, konglomerati, liditi i druge tvorevine donjeg i srednjeg karbona (C_1), perma (P), permotrijasa (P,T) i donjeg trijasa (T_1). Propusnost i transmisivnost ovih naslaga je promjenjiva u profilu iz razloga što se vertikalno, a često i lateralno, smjenjuju bolje i slabije propusne, te nepropusne naslage. Ovo su osnovni uzroci zbog kojih u njima nisu formirani vodonosnici veće vodoobilnosti. Mjestimično i plitko ispod površine

terena ove naslage imaju funkcije vodonosnika običnih voda ograničenog rasprostranjenja, a koje se prazne na, uglavnom, povremenim izvorima izdašnosti manje od 0,1 l/s. U zoni pojave rudnih mineralizacija i rasjeda u njima se pojavljuju izvori mineralne vode čija izdašnost, također, ne prelazi 0,1 l/s.

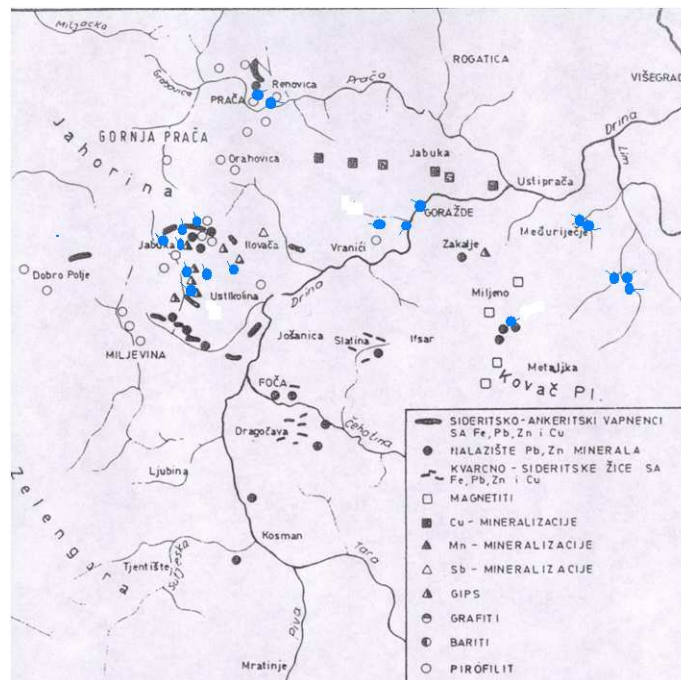


Slika 2. Hidrogeološka karta jugoistočne Bosne, M 1:500 000 (Savezni geološki zavod)

Izvor mineralne vode (redni brojevi izvora kao u tabeli 1)

Figure 2 Hydrogeological map of South-eastern Bosnia, M 1:500 000 (Federal Geological Institute)

Source of mineral water (the ordinal numbers of sources as in Table 1)



Slika 3. Dispozicija izvora mineralne vode u odnosu na razmještaj rudnih mineralizacija u paleozoiku jugoistočne Bosne (E.Kulenović,1987., dopunio F.Skopljak,2009.)

Figure 3 Disposition of sources of mineral water in relation to the deployment of Paleozoic Mineralization in Southeast Bosnia (E. Kulenovic, 1987., Dopunio Skopljak F., 2009.)

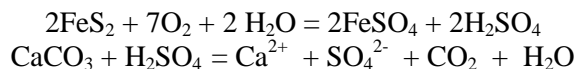
IZVORI MINERALNIH VODA

Izvori mineralne vode u jugoistočnoj Bosni se pojavljuju u četiri odvojena i međusobno udaljena rejlona; u okolini Prače, slivu rijeka Kolune, Odske, te kod Čajniča (v.sl.2 i 3). Između registriranih izvora mineralne vode pojedinih rejlona ne može se uspostaviti bilo kakva linijska povezanost, već isključivo genetska veza. Pojavljuju se u okviru pretežno nepropusnih kompleksa stijena paleozoika, redovno u zoni rudnih mineralizacija, najčešće u zoni rasjeda i relativno visoko iznad erozionog basisa. Na svim pojavama isticanje je koncentrirano i, uglavnom, uzlaznog mehanizma isticanja potpomognuto mjhurićima slobodnog CO₂ gasa.

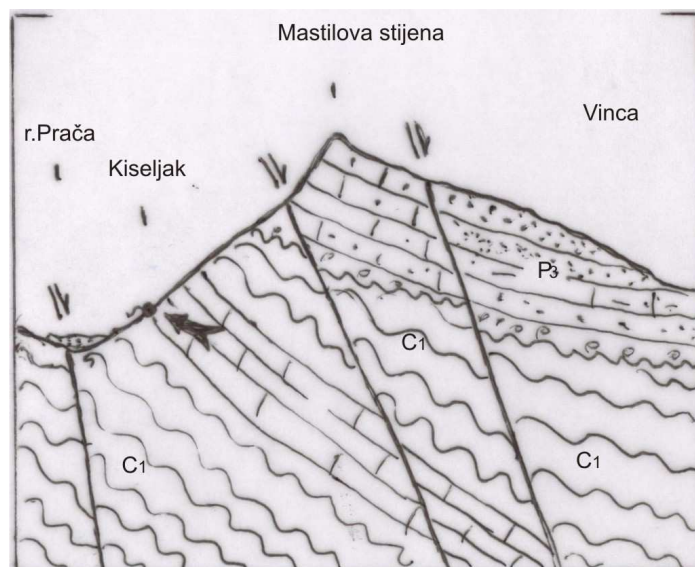
Mineralni izvori kod Prače

Kod Prače se pojavljuju dva izvora mineralne vode sa CO₂ tzv. "kiseljaka"; jedan sjeveroistočno od škole u livadi zvanj Mihalj, a drugi južno mjesta, nedaleko od prvog.

„Kiseljak“ - Mihalj se nalazi sa lijeve strane rijeke Prače, u livadi zvanj Mahalj, na jugozapadnim padinama Mastilove stijene. Situiran je na strmoj padini zahvaćenoj kliznim procesima, cca 40 m iznad erozionog basisa, a izvor se pojavljuje u nožici klizišta. Izvor je sekundarnog tipa, a primarno isticanje mineralne vode je vjerovatno oko 50-80 m uz padinu, u zoni bušotine izvedene 2003. godine. Izvor mineralne vode se pojavljuje u okviru naslaga donjeg karbona (C₁) preko kojih, sjeveroistočno od Mastilove stijene, diskordantno leže naslage gornjeg perma (sl.4). Prema raspoloživim podacima izdašnost izvora je promjenjiva u odnosu na hidrološke uslove; veća nakon padavina kada se Kiseljak i razblažuje, a manja ljeti kada ima odličan kvalitet. U aprilu 2009. godine nakon intenzivnih padavina izdašnost Kiseljaka je 0,04 l/; temperatura vode 9,1 °C kod temperature zraka 11 °C; i mineralizacija 496 mg/l, elektroprovodljivost 525 µS/cm² i salinitet 0,0. Prema podacima iz augusta 1999. godine, u izrazito sušnom periodu, temperatura vode iznosila je 13 °C kod temperature zraka 20 °C, mineralizacija 2166 mg/l. Kiseljak u Prači je željezoviti kiseljak sa oko 3,2 mg/l Fe i visokim sadržajem CO₂ koji je u ljeto 1999 godine iznosio je 2850 mg/l. U zaledu izvora su sideritično-ankeritični krečnjaci u kojima su utvrđene rudne mineralizacije: siderit, ankerit, pirit, markazit, halkopirit, halkozin, kovelin, galenit i sfalerit, a mjestimično manganit i piroluzit, te mineralima antimona i barita. Hemijski sastav Kiseljaka u mnogome odgovara rudnim mineralizacijama u njegovom zaledu koje su, u oksidacionoj zoni, rastvorljive u manjoj ili većoj mjeri. CO₂ je najvjerovatnije nastao djelovanjem sumporne kiseline (nastale oksidacijom pirita u prisustvu vode) na krečnjake u reakciji:



Prema tome, model formiranja mineralnih voda u Prači bio bi slijedeći: atmosferske vode se infiltriraju u orudnjene krečnjake; u oksidacionoj zoni se od pirita formira sumporna kiselina koja u reakciji sa krečnjacima stvara CO₂; CO₂ povećava kiselost sredine i njenu agresivnost pri čemu dolazi do pojačanog razlaganja stijena prije svega krečnjaka, a u određenoj mjeri i sulfidnih orudnjenja. Rezultat toga su mineralne vode bogate sa CO₂ i veoma niskog sadržaja sulfata (SO₄) što ih u mnogome razlikuje od ostalih pojava mineralnih voda jugoistočne Bosne koje potiču iz gipsnih formacija. Glede hidrogeološkog profila preko Kiseljaka u Prači sasvim je moguće da se prihranjivanje ležišta mineralnih voda odvija u rejlonu Mastilove stijene u okviru silurskih krečnjaka koji su limonitizirani i orudnjeni, te da je ovaj otkriveni vodonosnik podložan uticajima atmosferilija u zavisnosti od hidroloških uslova što se manifestira promjenama izdašnosti i fiziko-hemizmu mineralne vode na izvoru. Najvjerovatnije, veće količine infiltrirajućih voda indirektno utiču na smanjenje sadržaja CO₂ što se, pored razblaženja, manifestira slabijem rastvaranju okolnih stijena.



Slika 4. Hidrogeološki profil preko Kiseljaka u Prači
Figure 4 Hydrogeological profile over Kiseljak in Prača

„Kiseljak“ – *Izvan Prače* se, također, nalazi sa lijeve strane rijeke Prače, podno jugozapadnih padina brda Gradski kik. Situiran je na strmoj padini, cca 10 m iznad dna doline rijeke Prače. Pojavljuje se u okviru naslaga donjeg karbona (C_1) ovdje predstavljenih sivim pločastim krečnjacima, pješćarima, škriljcima i alevrolitima, preko kojih su navučeni krečnjaci silur devona ($S_{3,3}$). Na mjestu pojave Kiseljaka pojavljuje se i izvor obične vode. Mineralna voda gravitaciono ističe iz slojeva i međuslojnih pukotina impregniranih piritom, dok obična voda također ističe iz međuslojnih pukotina i slojeva koji nisu impregnirani piritom i drugim rudnim mineralizacijama. Ova pojava uzrokuje miješanje mineralne i obične vode slično kao na izvoru kisele vode u livadi Mihalj. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine nakon intenzivnih padavina, izdašnost ovog Kiseljaka je manja od 0,05 l/; temperatura vode 7,8 °C kod temperature zraka 18,2 °C; TDS 1383 mg/l, elektroprovodljivost 1467 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ i salinitet 0,5. Kiseljak izvan Prače je, također, željezoviti kiseljak sa visokim sadržajem CO_2 i veoma slične geneze kao i izvor Mihalj.

Mineralni izvori u slivu Kolune

U slivu rijeke Kolune registrirano je nekoliko izvora mineralnih voda sa CO_2 i visokim sadržajem sulfata u Jabuci, Donjem Selu, Božinovićima, Kolakovićima, Štukama i Šahbašićima, te jedan tipično sulfatni mineralni izvor bez CO_2 u Biljezima.

„Kiseljak“ - *Jabuka* nalazi se jugoistočno od škole sa lijeve strane Kolunske rijeke od koje je udaljen oko 80 m. Situiran je na blagoj padini iznad riječne terase cca 8-10 m iznad erozionog basisa. Izvor je uzlaznog mehanizma isticanja čemu doprinose obilne količine slobodnog CO_2 koji bukvalno ključa na mjestu isticanja. Važno je istaći da količine CO_2 značajno premašuju količinu vode, te usljed nemogućnosti njegove apsorpcije u vodi gas postaje slobodan i omogućava “gas-lift sistem” podizanja vode iz dubine. Tome svakako doprinosi relativno nizak pritisak i temperatura mineralne vode u ležištu. Dubina iz koje mineralna voda dolazi na izvor nije veća od 100 m. Izvor se pojavljuje u okviru naslaga koje, su prema OGK list Foča, izdvojene kao permotrijas (P,T) u čijem sastavu su konglomerati, pješćari, laporci, laporoviti krečnjaci, šupljikavi krečnjaci i gips. U njihovoj podini su, na više proučenih profila, naslage donjeg karbona (C_1) u čijem sastavu su škriljci, glinci, pješćari, krečnjaci i mjestimično rožnaci. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je 0,1 l/; temperatura vode 11,1 °C kod temperature zraka 18,4 °C; mineralizacija 2247 mg/l, elektroprovodljivost 2780 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ i salinitet 1,2. Kiseljak u Jabuci je željezoviti kiseljak sa oko 10,4 mg/l Fe i visokim sadržajem CO_2 od 2574 mg/l. Nedaleko od izvora u pravcu jugoistoka otkriven je profil baritne žice uložene u škriljave laporovite krečnjake. Žica je debljine oko 0,5 m u kojoj pored

kvarca ima pirita, antimonita, hematita i dr. mineralizacija. CO₂ je, najvjerovatnije, vadozan, slično kao u Prači, nastao djelovanjem sumporne kiseline na krečnjake. Hemijski sastav Kiseljaka u Jabuci se, međutim, bitno razlikuje Kiseljaka u Prači prema visokom sadržaju sulfata čija je vrijednost u Jabuci oko 1080 mg/l (april 2009.). Sulfati imaju porijeklo od gipsa čije izdanke nalazimo nedaleko od izvora. Model formiranja mineralnih voda u Jabuci bio bi slijedeći: atmosferske vode se infiltriraju u krečnjake koje su probile orudnjene barine i kvarcne žice; u oksidacionoj zoni se od pirita formira sumporna kiselina koja u reakciji sa krečnjacima stvara CO₂; CO₂ povećava kiselost sredine i njenu agresivnost pri čemu dolazi do pojačanog razlaganja stijena prije svega laporovitih krečnjaka i gipsa u višim nivoima perma, što rezultira pojavom mineralnih voda sa CO₂ i visokim sadržajem sulfata (SO₄). Vodonosnici mineralnih voda nemaju veliko rasprostranjenje u planu i profilu tako da imaju malu izdašnost. Prihranjivanje ležišta mineralnih voda je od strane padavina u okviru pretežno nepropusnih kompleksa perma i permotrijasa, tako da je ovaj vodonosnik zaštićen i malo podložan uticajima atmosferilija i, pored male izdašnosti, ne pokazuje oscilacije u zavisnosti od hidroloških uslova niti značajnije promjene izdašnosti i fiziko-hemizma mineralne vode na izvoru.

Kiseljak - Donje Selo se nalazi u njivi Oraškovac sa lijeve strane potoka od koje je udaljen oko 15 m. Situdiran je na blagoj padini visoko iznad erozionog basisa Ljaljičkog potoka. Izvor se pojavljuje u okviru naslaga koje, su prema OGK list Foča, izdvojene kao permotrijas (P,T) u kojima su registrirane mineralizacije olova, zinka, antimona i dr. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je manja od 0,1 l; temperatura vode 11,6 °C ; elektroprovodljivost 2920 μS/cm² i salinitet 1,4. Kiseljak je željezovit sa sadržajem željeza od 15 mg/l. Prema hemijskom sastavu veoma je sličan kiseljacima u Jabuci i Kolakovićima, te su, najvjerovatnije, slične geneze.

“*Kiseljak – Božinovići*” je registrovan na lijevoj obali Ljaljičkog potoka, izbija iz aluvijalnog nanosa u dnu doline. F.K a t z e r opisujući ovaj kiseljak navodi:” Voda je bistra, baca iskre u čaši, nešto privlačnog slabog željezovitog ukusa. Ona se kadkad upotrebljava ka ljekovita voda za piće a, naročito je hvaljena da dobro utiče na bolesti stomaka i malokrvnost “ (1926.,str.367). Prema raspoloživim podacima mineralna voda sadrži dosta CO₂ čija količina nije ispitana, te sulfata od oko 920 mg/l. Sadržaj željeza u vodi je veoma visok i iznosi oko 25 mg/l Prema hemijskom sastavu veoma slični kiseljacima u Jabuci, Donjem Selu i Kolakovićima te, najvjerovatnije, imaju sličnu genezu.

“*Kiseljak – Kolakovići*” se nalazi između Kolakovića i Milotine. Izbija iz crnih argilošista koji nisu tako impregnirani piritom. F.K a t z e r na osnovu taloženja većih količina hidroksida gvožđa smatra da je ovaj kiseljak, također, vitriolna voda i da nije isključeno da voda prolazi kroz zonu impregniranu piritom. Sadržaj željeza u vodi je veoma visok i iznosi oko 15 mg/l što potvrđuje konstatacije F. K a t z e r a. Pri tome treba naglasiti da voda ima visok sadržaj sulfata (1100 mg/l) što ukazuje da voda , također, prolazi kroz naslage gipsa. Prema raspoloživim podacima temperatura vode je 12 °C ; mineralizacija 2871 mg/l i prema hemijskom sastavu veoma slični Kiseljaku u Jabuci i Donjem Selu, te se pretpostavlja da su slične geneze.

“*Kiseljak – Štuke*” se nalazi u istoimenom selu, ispod puta za Kozju Luku, sa desne strane rijeke Kolune od koje je udaljen 80 m. Hipsometrijski posmatrano izvor je oko 8 m viši u odnosu na dno doline. Izbija iz svijetlosivih pješčara i konglomerata prošaranih ljubičastim glincima. Jugozapadno od kiseljaka registriran je proboj dijabaza koji se samo indirektno mogu vezati za pojavu Kiseljaka (kao nosioci rudnih mineralizacija), a nikako kao produkti neke isčezle hidrotermalne periode. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je manja od 0,01 l; temperatura vode 9,1 °C ; elektroprovodljivost 1998 μS/cm² i salinitet 0,8. Kiseljak je željezoviti na što ukazuju taložine hidroksida gvožđa na mjestu isticanja. Sadržaj željeza prema ranijim ispitivanjima je 12,5 mg/l. Prema hemijskom sastavu veoma je sličan Kiseljaku u Željevu kod Ustikoline i Krivača u Zaborku kod Čajniča te su, najvjerovatnije, slične geneze.

“*Kiseljak – Šahbašići*” se nalazi u istoimenom selu, sa desne strane puta za Ustikolinu nedaleko od kamenoloma gipsa. Pojavljuje se visoko iznad erozionog basisa kao i većina izvora mineralne vode u jugoistočnoj Bosni. Izbija u terenu koji izgrađuju naslage gornjeg perma i permotrijasa u čijem sastavu se ovdje prepoznaju ljubičasto-crvenkasti konglomerati i pješčari sa kvarcnim zrnima (najvjerovatnije verukano). Nedaleko od kiseljaka, u rejonu Hotke, registrirani su proboji dijabaza na površini od oko 1 km² za koje se, također, pojava Kiseljaka ne može direktno vezati. Teren na prvi pogled ne

karakterizira snažnija tektonika; nema naznaka rasjeda a, najvjerovatnije je ubiranje imalo prvorazredan uticaj u geomorfološkoj građi ovih terena u kojim su, visoko iznad erozionog basisa, od erozije sačuvane najmlađe naslage perma. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je manja od 0,04 l; temperatura vode 9,4 °C ; elektroprovodljivost 2600 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ i salinitet 1,2. Kiseljak je željezoviti na što ukazuju njegov ukus i hidroksidi gvožđa na mjestu isticanja. Prema hemijskom sastavu veoma je sličan Kiseljaku "Luke" u Čajniču.

Sulfatni izvor "Biljezi" se nalazi jugozapadno od Šahbašića podno brijega u cjelosti izgrađenog od gipsa. Pojavljuje se visoko iznad erozionog basisa, na strmoj padini sa lijeve strane rijeke Kolune, gdje su od erozije sačuvane najmlađe naslage perma. Izbija u terenu koji izgrađuju naslage gornjeg perma i permotrijasa u čijem sastavu dominiraju šupljikavi krečnjaci i gips. Izdašnost ovog uzlaznog izvora oko 1,0 l. Prema podacima ispitivanja kvaliteta u aprilu 2009. godine elektroprovodljivost vode je 2670 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$, mineralizacija 2755 mg/l. Odsustvo željeza i povišen sadržaj sulfata od 1280 mg/l je osnovna karakteristika ovog tipično sulfatnog izvora bez CO_2 .

Pored navedenih izvora mineralne vode u slivu rijeke Kolune u literaturnim podacima se pominje i izvor u *Željevu* kod Ustikoline. Ovaj izvor mineralizacije oko 350 mg/l, osim nešto povišenog sadržaja sulfata, nema karakteristike mineralne vode, te se neće detaljnije razmatrati.

Mineralni izvori u slivu Odske

U slivu rijeke Odske registrirana su dva izvora mineralnih voda sa CO_2 ; jedan u Bogušiću i drugi u Mravinjcu. Pored navedenih izvora mineralne vode u slivu rijeke Odske se u literaturnim podacima pominje i izvor *Brajlovići* mineralizacije oko 380 mg/l. Nakon rekognosciranja terena zaključili smo da ovaj izvor, osim visokog sadržaja željeza od oko 15 mg/l, nema karakteristike mineralne vode, te se neće razmatrati u narednom izlaganju. Ovoj grupi kiseljaka može se pridružiti i kopani bunar kisele vode u Zupčićima kod Goražda jer ima veoma slične geološke uslove lokalizacije i fizičko-hemijske karakteristike vode kao izvori u dolini Odske.

„*Kiseljak*“ - *Bogušić* se nalazi sa desne dolinske strane rijeke Odske, sjeveroistočno od istoimenog sela. Pojavljuje se u okviru naslaga donjeg karbona (C_1), a izbija iz crnih tankopločastih silifikovanih škriljaca koji su ispresijecani bezbrojnim tankim bijelim kalcitnim venama. Škriljci koji pod uglom od 22° padaju ka jugozapadu su, najvjerovatnije, postali silifikacijom škriljavog krečnjaka. Preko silifikovanih škriljaca, najvjerovatnije diskordantno, leže škriljavi konglomerati gornjeg perma koji navise prelaze u šarene škriljce. Prema raspoloživim podacima izdašnost izvora je postojana u odnosu na hidrološke uslove. U aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je 0,03 l; temperatura vode 11,2 °C kod temperature zraka 21 °C; elektroprovodljivost 1625 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ i salinitet 0,6. Kiseljak u Bogušiću je željezoviti kiseljak sa oko 1,18 mg/l Fe i visokim sadržajem CO_2 od 1459 mg/l. Kiseljak je veoma radioaktivan u vrijednosti 4,92 nC/l (S.Miholić,1955.). Prema stručnom mišljenju M i h o l i ć a kiseljak u Bogušiću može imati širok dijapazon primjene; za flaširanje, liječenje, i dr. Na osnovu povišenog sadržaja željeza, može se sa sigurnošću konstatirati da je ovaj kiseljak, također, vitriolna voda, te da najvjerovatnije voda prolazi kroz silifikovane škriljce impregnirane piritom. Prema hemijskom sastavu, količini CO_2 i relativno niskom sadržaju sulfata, kiseljak u Bogušiću se može porediti sa kiseljacima iz Prače, te im je najvjerovatnije veoma slična i geneza. Razlika je u tome što kiseljak u Bogušiću nema promenljiv režim izdašnosti i fiziko-hemizma kao što je slučaj u Prači, a što je uzrokovano geološkim uslovima njihove lokalizacije.

„*Kiseljak*“ – *Mravinjac* se nalazi u istoimenom selu, stotinjak metara prije ušća Odske u rijeku Drinu. Pojavljuje se ispod zasjeke akumulativne, najvjerovatnije diluvijalne, terase visoke oko 10 m sastavljene od zaglinjenog šljunka, pijeska i ulomaka stijena. Osnovno gorje iz kojeg izbija kiseljak su zrnasti karbonatni škriljci donjeg karbona. Teren na prvi pogled ne karakterizira snažnija tektonika ali po svoj prilici dolinom Odske je došlo do rasjedanja određenih razmjera. Prema podacima mjerenja u aprilu 2009. godine izdašnost Kiseljaka je oko 1,0 l/s Temperatura vode je 11,9 °C a elektroprovodljivost 625 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$. Kiseljak je manje željezovit i manje bogat sa CO_2 nego onaj u

Bogušiću. Kiseljak se, najvjerojatnije, miješa sa običnim vodama iz akumulativne terase na što ukazuju ranija ispitivanja koja pokazuju da je izdašnost 0,1 l/s i mineralizacija 1265 mg/l.

“Kopani bunar kisele vode” – Zupčići se nalazi u istoimenom selu, par stotina metara niže ušća Zupčićkog potoka u rijeku Drinu. Izveden je na samom rubu aluvijalne terase. Osnovno gorje iz kojeg izbija Kiseljak pripada donjem karbonu. Dolinom Zupčićkog potoka je pretpostavljen rasjed koji je najvjerojatnije, slično kao u Mravinjcu, imao uticaja na postanak kiseljaka. Prema podacima ispitivanja u aprilu 2009. godine temperatura vode je 10,9 °C, elektroprovodljivost 1857 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ i mineralizacija 1702 mg/l. Kiseljak je manje željezoviti, bogat sa CO_2 i sa manjim sadržaja sulfata, slično kao u Mravinjcu i Bogušiću, te im je najvjerojatnije veoma slična i geneza.

Mineralni izvori u okolini Čajniča

U okolini Čajniča registrirano je nekoliko izvora mineralne vode u rejonu sela Hasovića, Kožlijeba, Mištara, Međuriječja, Luke i Zaborke.

Kiseljak “Slana voda”- Hasovići se nalazi južno od sela na desnoj obali Sušičke rijeke, oko 1 m iznad riječnog korita. Pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T), a izbija iz jednog banka dolomita uloženog u kvarcne pješčare koji pod uglom od oko 45° pad ka jugozapadu. F.K a t z e r opisujući ovaj kiseljak navodi da se iz vrela penju veliki mjehuri ugljene kiseline te kaže slijedeće” Voda je bezbojna i bistra, baca iskre u čaši ima prilično jak kiseo gvožđevit ukus, ali nije nametljiv. Ova se voda s vremena na vrijeme pije u cilju liječenja “ (1926.,str.368). Prema raspoloživim podacima izdašnost izvora je manja od 0,1 l/s, pH =6,8, mineralizacija 2657 mg/l i temperatura vode 13,5 °C. Kiseljak je željezovit i sa visokim sadržajem CO_2 koji nisu ispitani. Prema hemijskom sastavu, količini CO_2 i relativno visokom sadržaju sulfata, kiseljak u Hasovićima može se porediti sa kiseljacima u slivu Kolune, te im je, najvjerojatnije, slična i geneza. Oko stotinu metara niže izvora u Hasovićima pojavljuje se moćna kvarcne žice sa kojom su, kako navodi F. K a t z e r u vezi izvori mineralne vode u ovom kraju (loc.cit.str.368).

Kiseljak “Slan kamen”- Kožlijeb se nalazi jugozapadno od sela na desnoj obali potoka, oko 4 m iznad riječnog korita. Pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T), a izbija iz ostijenjaka kvarcita. Opisujući ovaj kiseljak F.K a t z e r navodi: ”Voda je bistra i bezbojna, prilično bogata ugljenom kiselinom, sa dosta prijatnim gvožđevitim ukusom. Upotrebljava se kao ljekovita pijuća voda“ (1926.,str.368). Prema raspoloživim podacima mineralizacija vode je 3622 mg/l a sadržaj željeza je 2,5 mg/l.Prema hemijskom sastavu, količini CO_2 i relativno visokom sadržaju sulfata, kiseljak Slan kamen kod Kožlijeba se može uporediti sa kiseljacima u Hasovićima i onima u slivu Kolune, te im je, najvjerojatnije, slična i geneza.

“*Kiseljak*”- *Mištar* se nalazi u istoimenom selu sjeveroistočno od Hasovića. Pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T) u čijem su sastavu pješčari i škriljci. Prema raspoloživim podacima mineralizacija vode je 2689 mg/l a sadržaj željeza je 0,756 mg/l.Prema hemijskom sastavu i relativno visokom sadržaju natrija kiseljak u Mištaru se može uporediti sa kiseljakom u Domišićima kod Zaborke.

“*Kiseljak*”- *Domišići* se nalazi kod Zaborke. Pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T) u čijem su sastavu pješčari i škriljci sa proslojcima kvarcnih žica. Prema raspoloživim podacima mineralizacija vode je 2441 mg/l a sadržaj željeza je 0,19 mg/l.Prema hemijskom sastavu i visokom sadržaju natrija od oko 830 mg/l kiseljak u Domišićima može se uporediti sa kiseljakom u Mištaru. Posebna karakteristika ovog mineralnog izvora je veoma visok saržaj silicije od oko 62 mg/l.

“*Kiseljak*”- *Krivača* se nalazi u istoimenom selu sjeveroistočno od Zaborke. Pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T) u čijem su sastavu pješčari, konglomerati mjestimično probijeni kvarcnim žicama. Prema raspoloživim podacima mineralizacija vode je 2571 mg/l. Kiseljak je željezoviti sa visokim sadržajem željeza je 7,5 mg/l i CO_2 .Prema hemijskom sastavu se može uporediti sa kiseljakom u Hasovićima koji se nalazi par kilometara dalje.

“Kiseljak”- Luke se nalazi u istoimenom selu sjeverozapadno od Čajniča. Ovdje su registrirana dva izvora mineralne vode sa ekshalacijama CO₂ koji se pojavljuje se u okviru naslaga permotrijasa (P,T) blizu kontakta sa naslagama donjeg trijasa. U ovim terenima registrirano više pojava pirita, olova i cinka koji su jedan od uzroka pojave mineralnih voda. Prema raspoloživim, nepotpunim podacima, mineralizacija vode je 1082 mg/l a sadržaj željeza je 0,21 mg/l. Posebna karakteristika ovog mineralnog izvora je veoma visok sadržaj joda od 1,344 mg/l.

“Kiseljaci u Međuriječju” su registrirani u Okosovićima, Batovu i Dimovićima. Svi izvori su sličnog fizičko-hemijskog sastava uzimajući u obzir i izvor u Dimovićima koji je pod uticajem voda iz aluviona. Izvori se pojavljuju se u okviru naslaga permotrijasa (P,T) u čijem su sastavu karbonatni škriljci, pješčari, konglomerati mjestimično probijeni kvarcnim žicama, smeđi krečnjaci i gips. U ovim terenima registrirano je veće magnetitno tijelo sa piritom u obodu, te ležišta gipsa (v.sl.10 i 12). Mineralizacija vode je veoma visoka i iznosi 7.800-9.800 mg/l. Prema hemijskom sastavu, količini CO₂ i veoma visokom sadržaju sulfata, kiseljaci u rejonu Međuriječja se mogu uporediti sa kiseljacima u slivu Kolune, te im je, najvjerovatnije, slična i geneza.

Geneza mineralnih voda kod Čajniča je, uglavnom, vezana za rudne mineralizacije željeza i gipsa. To su atmosferske vode koje se realitvno plitko infiltriraju u stijene koje su probile orudnjene kvarcne žice; u oksidacionoj zoni se od pirita formira sumporna kiselina koja u reakciji sa krečnjacima stvara CO₂ koji povećava kiselost sredine i dovodi do pojačanog razlaganja naslaga iz viših nivoa perma u čijem sastavu je gips, te povećanje mineralizacije voda.

FIZIČKO-HEMIJSKI SASTAV VODA

Kako se vidi iz prethodnih razmatranja u jugoistočnoj Bosni su utvrđeni izvori mineralnih voda sa CO₂ niskog sadržaja sulfata, izvori mineralnih voda sa CO₂ i visokim sadržajem sulfata, te sulfatni mineralni izvor bez CO₂. Mineralne vode su, uglavnom, mineralizacije 1700- 2700 mg/l i temperature 10-15 °C. , HCO₃⁻-Ca – Na; HCO₃⁻-SO₄⁻-Ca-Mg-Na i podređeno SO₄⁻-HCO₃⁻-Ca tipa, te CO₂ plinskog sastava. Fizičko-hemijske karakteristike mineralnih voda prema podacima dosadašnjih ispitivanja, date su u tabeli 1. Na osnovu našim proučavanja i analiza fiziko-hemizma uočava se da je temperatura mineralne vode neznatno viša od temperature zraka mjesta pojavljivanja, što ukazuje da se obogaćenje mineralima ne vrši duboko ispod površine terena. Mineralizacija vode kiseljaka sa visokim sadržajem sulfata je za 500-600 mg/l viša nego kiseljaka sa niskim sadržajem sulfata. U pogledu hemijskog sastava mineralne vode jugoistočne Bosne u potpunosti odražavaju petrografski I mineraloški sastav stijena kroz koje prolaze, a specifične karakteristike jonskog i plinskog sastava su uzrokovane razmještajem rudnih mineralizacija u ovim terenima

SADAŠNJE I PERSPEKTIVNO KORIŠTENJE VODA

Mineralne vode jugoistočne Bosne se ne koriste na odgovarajući način i u potrebnoj mjeri. Od devetnaest registriranih pojava niti jedan izvor se ne flašira, niti koristi za druge svrhe. Skoro sve pojave mineralnih voda se koriste samo za piće mještana i prolaznika. U Prači su 2003. godine započete aktivnosti istražno-kaptažnih radova za potrebe flaširanja mineralne vode sa CO₂ ali proizvodnja do danas nije otpočela iako se radi o veoma kvalitetnim mineralnim vodama. Mineralne vode jugoistočne Bosne svojim fizičko-hemijskim sastavom omogućuju širok dijapazon primjene za flaširanje, banjski i rekreacioni turizam, liječenje, i dr.. Mogućnosti njihovog korištenja su značajno veće u kombinaciji sa ostalim prirodnim vrijednostima ovih terena; rijeka Drina sa pritokama, kanjonima klisurama, jezera, planinski tereni sa očuvanim biodiverzitetom, kraška vrela, pećine, lovišta i dr.). Pravilnim planiranjem istraživanja mineralnih voda i izgradnje kapaciteta za njihovo korištenje omogućio bi se brži društveno-ekonomski razvoj ovog kraja. U narednom periodu potrebno je programirati geološka i hidrogeološka istraživanja u cilju definiranja ukupnih rezervi, kvaliteta i uslova zaštite mineralnih voda u jugoistočnoj Bosni u funkciji planiranja izgradnje kapaciteta za flaširanje mineralne vode, banjskih, rekreacionih i turističkih centara u ovom prostoru, te proširenja turističke ponude zasnovane na prirodnim vrijednostima i resursima.

Tabela 1.

Table 1.

R.b	Naziv pojave	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	Hidrohem. tip	pH	Mineral. mg/l	t °C	Anali t ičar
1.	Prača-grad-izvor	163,3		193	0,60	1616,5	27,1	14	HCO ₃ -Ca-Na	9	2016	14	Vet.fak. 1974.
		147,2	33	276	68,04	1592	0,00	42		6,2	2166	13	Zavod za javno zdravstvo 1999
2.	Prača-van grada-izvor	226,7		140	1,33	843,18	96,0	40	HCO ₃ -Na-Ca	8,5	1348	14	Veterinarski fak.1975.
3.	Kolakovići-izvor			695	113,2	940,94	110	6,8	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg	7,0	2871	12	
4.	Božinovići-izvor			779	91,96	1733,7	920,	7,6	HCO3-SO4-Ca	6,5	3557	12	Zavod za javno zdravstvo BiH.1977.
5.	Donje Selo-izvor	420,4		220,	3,64	855,40	701,	33	SO ₄ -HCO ₃ -Na-Ca	7,5	2234	11	Veterinarski fak.Sarajevo
6.	Jabuka-Kiseljak-	4,9	1,2	106,	280,8	834,08	781		SO ₄ -HCO ₃ -Mg	6,1	2015		Veterinarski fak.1975.
		10,2	1,0	648,	51,4	623,6	133	3,2	SO ₄ -HCO ₃ -Ca	8	2801	9,9	S.Miholić i K.Mirnik 1957.
		34,7	1,1	641,	104,49	1122,4	108	44	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg	6,15	2247	11	Zavod za jzdravstvo F BiH.,2009.
7.	Štuke-izvor			331,	96,8	1050,9	376	4,2	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg	7,5	1873	11	
8.	Šahbašići- -izvor	9,9		508,	34,3	542,9	46,0	59	HCO ₃ -Ca	5,95	1201	11	Veterinarski fak.1975.
9.	Biljezi-Lokve-izvor	541,1		260,	3,64	983,71	914	38	SO ₄ -HCO ₃ -Na-Ca	7,5	2741	11	Veterinarski fak.Sarajevo. 1975.
		4,5	2,3	653,	77,7	695,40	128	40	SO ₄ -HCO ₃ -Ca	6,83	2017	8,3	Zavod za j. zdravstvo 24.42009

F. Skopljak, H. Hrvatović, J. Saletović: Mineralne vode jugoistočne Bosne

10.	Boškovići- Ilovača-izvor	361,5		120,	3,40	959,27	24,0	20	HCO ₃ -Cl- Na-Ca	7,5	1559	10	Veterinarski fak.Sarajevo. 1975.
11.	Bogušići-izvor	157,1		241,	54,94	961,70	139	15	HCO ₃ -Ca- Na	8,5	1711	15	S.Miholić i K.Mirnik1957.
		145,4	10,	135,	116,61	1244,9	96,2	12	HCO ₃ - Mg-Ca- Na	6,55	1711	15	Veterinarski fak.Sarajevo. 1975.
12.	Mravinjac-izvor	119,9	8,8	127,	86,30	709,59	156	56,7	HCO ₃ - Mg Ca-Na	6,35	1265	13	Veterinarski fak.Sarajevo. 1975.
13.	Luke-Čajniče- izvor	6,2		135	1,82	902,8	20,5	14,1	HCO ₃ -Ca	7,7	1082	14	Veterinarski fak.Sarajevo.1974.
14.	Krivača- Zaborak-izvor			45	142,30	1467,5	500	4,00	HCO ₃ - SO ₄ -Ca- Mg	7	2571	11,5	Zavod za ja vno zdra vstvo BiH.
15.	Međurječje- Batovo-izvor	1390		58,	159,72	3543,8	1220,0	11,6	HCO ₃ - SO ₄ .Na- Ca	6,6	7809		Zavod za ja vno zdra vstvo BiH.1977.
16.	Međurječje- Okosovići-izvor	1800	72	40	133,5	2351,	5114,	10,	SO ₄ - HCO ₃ -Na	7,8	9860	10	Zavod za ja vno zdra vstvo BiH.1976.
17.	Domišići- Zaborak-izvor	831,2		23,	23,86	1396	51,03	52	HCO ₃ -Na	6,5	2441	12	Veterinarski fak.Sarajevo
18.	Hasovići- Zaborak-izvor	237,1		20	186,7	1361,	663,3		HCO ₃ - SO ₄ - Mg - Ca	6,8	2657	13,5	Veterinarski fak.Sarajevo.1975.
19.	Zupčići- Goražde- bunar	276,0	7,8	15	17,01	1067	90,00	79,	HCO ₃ -Na- Ca	6,6	1702	11	Zavod za javno zdravstvo F BiH.5.5.2009

LITERATURA

1. Buzaljko, R. et al. (1980): Osnovna geološka karta SFRJ i tumač, list Foča 1 : 100 000, Savezni geološki zavod Beograd.
2. Čičić, S. (2002): Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine, p. 1-350. Earth Science Institute. Sarajevo.
3. Đurić, S. (1963.): Pojave magnetita okoline Čajniča, Geološki glasnik knj.7., p. 167-174. Geoinženjering, Sarajevo.
4. Halamić, J. Et.al. (1987.): Pojave auripigmenta i antimonita u naslagama gipsa kod Jabuke (Foča-jugoistočna Bosna), Geološki glasnik knj.31-32., p. 186-194. Geoinženjering, Sarajevo.
5. Hrvatović,H. (2006.): Geological guidebook through Bosnia and Herzegovina, Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.
6. Jelić,N., Halamić, J. (1987.): Geohemijske karakteristike dijela jugoistočne Bosne na osnovu analize strim-sedimentata, Geološki glasnik knj.31-32., p. 144-155. Geoinženjering, Sarajevo.
7. Josipović,J. (1971.): Mineralne, termalne i termomineralne vode na teritoriji Bosne i Hercegovine, Geološki glasnik knj.15., p. 233-275. Geoinženjering, Sarajevo.
8. Katzer, F. (1926): Geologija Bosne i Hercegovine, Direkcija državnih rudarskih preduzeća u Sarajevu.
9. Kostić-Podgorska,V. (1958.): Fauna i biostratigrafski odnosi paleozojskih tvorevina u okolini Prače, Geološki glasnik knj.4., p. 1-220. Zavod za geološka istraživanja BiH, Sarajevo.
10. Kubat,I. (1982.): Metalogenija i prognoza čvrstih mineralnih sirovina u trijasu BiH, Posebno izdanje Geol.glasnika, knj.XVIII, Geoinženjering, Sarajevo.
11. Kulenović,E. (1987.): Mineralizacije u paleozoiku jugoistočne Bosne, Geološki glasnik knj.31-32., p. 144-155. Geoinženjering, Sarajevo.
12. Kulenović,E. (2006.): Paleozoik jugoistočne Bosne, Geološki glasnik knj.36., p. 30-90. Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.
13. Miholić,S. (1955.): Izvještaj o ispitivanju mineralnih voda u NR Bosni i Hercegovini izvršenom 1955. godine.
14. Miholić,S. (1957.): Bosanski kiseljaci, Zbornik radova II Kongresa geologa Jugoslavije, Sarajevo.
15. Miholić,S. (1958.): Izvještaj o ispitivanju mineralnih voda u NR Bosni i Hercegovini izvršenom 1958. godine.
16. Miošić, N. et.al (1977.): Katalog pojava mineralnih, termalnih i termomineralnih voda Bosne i Hercegovine, Geoinženjering-Sarajevo, Institut za geotehniku i hidrogeologiju.
17. Miošić,N.(1982.): Genetska kategorizacija mineralnih, termalnih i termomineralnih voda BiH, Geološki glasnik knj. 27, p.221-258, Geoinženjering, Sarajevo.
18. Mirković,M. et al.(1972): Osnovna geološka karta SFRJ i tumač, list Pljevlja 1 : 100 000, Savezni geološki zavod – Beograd.
19. Pamić,J., Kubat,I. (1976.): Novi prilog poznavanju čajničkih granita i okolnih željeznih i drugih mineralizacija, Geološki glasnik knj. 21, p.153-162, Geoinženjering, Sarajevo.
20. Slišković,I. (1983.): Hidrogeološke značajke sliva rijeke Drine na teritoriji SR BiH, Geološki glasnik knj. 28, p.155-218, Geoinženjering, Sarajevo.
21. Skopljak,F. et al (2000.): Mineralne vode u Prači kod Sarajeva i njihov značaj za razvoj zdravstvenog turizma, "Voda i Mi", JP "Vodno područje sliva rijeke Save", Sarajevo.
22. Trubelja,F. (1963.): Granitske stijene okoline Čajniča, Geološki glasnik knj. 7, p.21-27, Geoinženjering, Sarajevo.
23. Vujnović,L. et al.(1981): Osnovna geološka karta SFRJ i tumač, list Prača 1 : 100 000, Savezni geološki zavod – Beograd