

**IZVORIŠTA " VRELA "- RK VIJENAC U OPĆINI LUKAVAC**  
**SOURCES „VRELA“ – RK VIJENAC IN LUKAVAC MUNICIPALITY**

**Dr. sc. Izet ŽIGIĆ, red. prof.**  
**Dr. sc. Dinka PAŠIĆ-ŠKRIPIC, red. prof.**  
**Rudarsko-geološko-gradevinski fakultet Univerzitet u Tuzli**

**Dr. sc. Ferid SKOPLJAK, vanr. prof.**  
**Federalni zavod za geologiju, Sarajevo**

**REZIME**

*U radu su prikazane geološke i hidrogeološke karakteristike područja rudnika krečnjaka „Vijenac“ u opštini Lukavac, u cilju definisnja uslova pojave izvorišta „Vrela“ na istom području i određivanja izdašnosti i osnovnih osobina voda na ovim izvorima pitke vode. Istraživanja prezentirana u ovom radu izvedena su u okviru projektiranja zona sanitarne zaštite izvorišta Vrela.*

**Ključne riječi:** krečnjak, izvor, pitka voda, kvalitet voda.

**ABSTRACT**

*The paper describes the geological and hydrogeological characteristics of the area limestone mine „Vijenac“ in Lukavac municipality, in order to define the conditions of occurrence of „Vrela“ in the same area, and determining the yield and the basic characteristics of water in these sources of drinking water. The research presented in this paper were carried out in the context of designing sanitary protection zones.*

**Key words:** limestone, source, drinking water, water quality

**1. UVOD**

Rudnik krečnjaka "Vijenac" nalazi se 23 km jugozapadno od Lukavca. Sa Lukavcem je povezan asfaltnim putem, koji vodi preko Modraca, Prokosovića, Babica, Poljica i Svatovca. Do kamenoloma vodi i drugi priključni asfaltirani pravac oko 12 km iz Banovića (preko Treštenice i Čubrića), koji se pod samim podnožjem Vijenca spaja sa priključnim putem iz Lukavca. Najbliže naseljeno područje, selo Gornje Jaruške, nalazi se zapadno od Vijenca na udaljenosti oko 2 km vazdušne linije.

Područje na kome se nalazi kamenolom "Vijenac" nalazi se između neogenih basena Tuzle i Banovića, odnosno jugoistočno od ofiolitskog kompleksa Ozren-Uzlomac. Sa sjevera se područje "Vijenca" graniči sa Tuzlanskim basenom, a na južnoj strani je basen Banovića. To je blago zatalasani, pošumljeni teren na kojem sprudni krečnjaci strše među zaravnjenim metamorfnim i magmatskim stijenama.

Prvi podaci o geološkoj građi ovog područja datiraju iz druge polovine devetnaestog stoljeća od strane austrijskih i mađarskih geologa: *Rzhak A. (1879.)*, *John C. (1880.)*, *Walter B. (1887.)* i *Radinski W. (1889.)*, kao i podaci dati od *E. Mojsisovics, E. Tietze i A. Bittner (1880.)*.

## 2. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Obzirom na značaj padavina za bilans podzemnih voda, pa i na izdašnost izvorišta „Vrela“, analizirani su i podaci o padavinama prikupljeni na hidrometeorološkoj stanici instaliranoj na brani Modrac, koja je od izvorišta udaljena oko 8 km vazdušne linije. Analizirani su rezultati mjerenja padavina za period od 1999. do 2013. godine. Na ovom mjernom mjestu u posmatranom periodu maksimalne padavine zabilježene su u 2010. godini u iznosu od 1258.1 l/m<sup>2</sup>, kada je u mjesecu junu palo maksimalnih 224.9 l/m<sup>2</sup>. U ovom posmatranom periodu najviše padavina bilježi se u mjesecu junu prosječno 98.5 l/m<sup>2</sup>, a najmanje u julu prosječno 56.8 l/m<sup>2</sup>. U 2014. godini na ovoj kišomjernoj stanici zabilježene su padavine preko 1500 l/m<sup>2</sup>, dok je na kišomjernoj stanici u Tuzli (udaljena oko 20 km vazdušne linije od Vijenca), maksimalna količina padavina zabilježena 2014. godine od 1353,1 l/m<sup>2</sup>, sa maksimalnih 333,9 l/m<sup>2</sup> u maju mjesecu. U aprilu iste godine palo je 186,9 l/m<sup>2</sup> tako da je za samo ova dva mjeseca palo 526,2 l/m<sup>2</sup> kiše. U ovoj godini bilježe se mjesečni minimumi u novembru (22,6 l/m<sup>2</sup>) i januaru (28,6 l/m<sup>2</sup>).

Šire područje Tuzle ima umjerenokontinentalnu klimu sa određenim specifičnostima izazvanim lokalnim reljefom i položajem. Opće karakteristike umjerenokontinentalne klime su topla ljeta, sa prosječnim julskim temperaturama od oko 20°C i umjereno hladne zime sa prosječnim januarskim temperaturama od -1° do -2°C. Prosječna godišnja temperatura je 10°C (KS Tuzla).. Postoje i određena odstupanja tako da je u januaru 2006.g. zabilježena najniža temperatura sa srednjom prosječnom vrijednošću od -1,85°C, dok je 2004. g. zabilježen najtopliji mjesec juli sa prosječnom temperaturom 25,70°C. Najviša zabilježena temperatura na ovim prostorima je 2000. g. i iznosila je 40,4°C, a najniža temperatura je zabilježena 2003. g. i iznosila je -20,1°C.

## 3. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE UŽEG ISTRAŽNOG PROSTORA

Detaljnim geološkim kartiranjem izdvojene su slijedeće stratigrafske jedinice:

### ***Vulkanogeno-sedimentna formacija J<sub>2-3</sub>***

*Serpentiniti (Se)* zauzimaju cjelokupan sjeverni dio istražnog prostora. Javlja se kao velika masa koja sa sjevera i istoka okružuje ležište krečnjaka "Vijenac". Serpentiniti pripadaju velikom kompleksu ultramafitskog masiva centralne Bosne. Leže ispod sprudnih krečnjaka titona i donje krede, prema kojima imaju kontakt tektonskog karaktera. Kontaktni dijelovi uočeni su na bezimnim grebenima gdje je širina tektonskih zona 1-3 metra. Serpentiniti sadrže amfibol i talk, te se zavisno od njihovog procentualnog učešća može govoriti o amfibolskim i talknim varijetetima. Proces serpentinizacije nije obuhvatio istim intenzitetom cijelu masu, tako da ima i pojava serpentinskih peridotita. Na sjevernom i zapadnom dijelu istraživog terena mogu se uočiti izražene površine škriljavosti, koja je rezultat katakliziranosti i milonitizacije serpentinita (*J.Pamić, O.Sunarić-Pamić, I.Kapeler, J.Olujić, 1966.*).

### ***Titon-valendin (J,K)***

Krečnjaci gornje jure i donje krede predstavljaju najznačajniji litoški član na istražnom prostoru. Kontakt sa serpentinitima je tektonski, morfološki jasno izdiferenciran. Prema geološkoj karti ležišta zauzimaju centralne i južne dijelove. Krečnjačka masa javlja se kao masiv oblika kupe koji u tektonskom pogledu predstavlja horst spuštenog istočnog i zapadnog krila. Južna granica masiva obilježena je nizom vrtača u smjeru istok-zapad. Slojevitost nije jasno izražena, a elementi zalijeganja često se ne mogu izdvojiti zbog različite ispugalosti krečnjaka. Slojevitost je vidljiva samo djelimično, te se debljina slojeva kreće od 1,5 do desetak metara.



Slika 1. Geološka karta šireg područja RK „Vijenac”(OGK 1:100000-list Zavidovići)

Značajna osobina ovih krečnjaka je izražena karstifikacija i pukotinsko-prslinska ispucalost koja je rezultat egzogenih faktora i višefaznih tektonskih procesa. Brojne kaverne, pukotine i prsline raskomadale su krečnjake i na taj način uglavnom uništile prvobitnu slojevitost. Često su zapunjene crvenicom i raspadnutim krečnjačkim materijalom što se može vidjeti na profilima kopa.

#### **Sipari (s)**

Siparski materijal, kao padinska sekvenca kvartara zastupljen je na strmim odsjecima kopa i ispod upravne zgrade kamenoloma i uglavnom odgovara vještačkim osulinama. Vještačkim osulinama, odnosno deponijama jalovine odgovaraju i velike količine otpadnog materijala sa kamenoloma, registrovane na sjevernoj, zapadnoj i južnoj strani istražnog prostora.

#### **4. HIDROGEOLOŠKA KATEGORIZACIJA, REJONIZACIJA I FUNKCIJA STIJENA**

Zastupljenost različitih stijenskih masa na istraživanom području uslovljava i njihov specifičan hidrogeološki karakter. Prema hidrogeološkoj kategorizaciji stijenskih masa u širem području ležišta izdvojene su tri osnovne grupe različitih hidrogeoloških osobina i to:

- krečnjaci kao hidrogeološki kolektori sa kavernožno-pukotinsko-prslinskom poroznošću,
- rastrošena krečnjačka jalovina, zajedno sa glinovitim humusnim materijalom kao hidrogeološki kolektor intergranularne poroznosti, i
- serpentiniti kao hidrogeološki izolator.

Krečnjaci kao hidrogeološki kolektori imaju izrazitu površinsku i podzemnu karstifikaciju. Tektonski nastale pukotine kao i kaverne u krečnjacima su međusobno povezane i procesima karstifikacije znatno proširene. Kavernožna i pukotinska poroznost obezbjeđuje brzu cirkulaciju atmosferskih i podzemnih voda, kao i izbijanje istih u kontaktnom oreolu sa serpentinitima. Na osnovu ovih osobina može se zaključiti da krečnjaci Vijenca pripadaju vodopropusnim stijenama sa koeficijentom infiltracije  $k=10^{-3} - 10^{-1} \text{ cm}^3/\text{s}$ .



*Slika 2. Pripreme za mjerenje izdašnosti izvora*

Rastrošeni materijal pripada odlagalištima krečnjačke i humusne jalovine koja se nalazi na sjevernim i južnim padinama istražnog prostora. Ovaj nesortirani materijal, nakon odvajanja se odlaže na najpogodnijim stranama ležišta. Ovakav materijal ima intergranularnu poroznost, pa se kroz njega vrši infiltriranje i ocjeđivanje površinskih voda, ali veoma brzo. Prisustvo glinovite komponente dovodi do formiranja kratkotrajnih akumulacija voda, ali samo na onim dijelovima gdje su crvenica i ilovača zastupljene u većoj količini u površinskom dijelu terena. *Serpentiniti* kao vodonepropusne stijene predstavljaju u cjelini hidrogeološke izolatore. Javljaju se u podinskim dijelovima, ispod eksploatacionog nivoa 500 m.nm, te nemaju nikakvog uticaja na izdašnost u samom ležištu. U površinskim dijelovima, neposredno ispod krečnjaka mogu biti ispućali i trošni. Koeficijent filtracije ovih stijena iznosi:  $k = 2 \times 10^{-8} - 10^{-10}$  m/s.

#### **4.1. Izvori**

Opšta karakteristika karstnih izvora „Vrela” na RK „Vijenac” je da su im parametri u kvantitativno - kvalitativnom pogledu promjenjivi, u zavisnosti od hidroloških prilika u toku godine. Izdašnost izvorišta se kreće između 1,0 i 2,0 l/s u sušnim mjesecima i 5,0 l/s i više u periodima intenzivnih padavina. Na osnovu ovoga određena je prosječna izdašnost izvorišta  $Q_{pr} = 3,5$  l/s, što znači da je dnevni kapacitet izvorišta 302,4 m<sup>3</sup>/dan. Dnevno zahvatanje vode sa crpne stanice kreće se 100-140 m<sup>3</sup>. Međutim, obzirom da do sada nisu vršena sistematska i minimalno jednu hidrološku godinu mjerenja izdašnosti ovih izvora, napravljen je plan aktivnosti monitoringa ovih izvora, pa su prva mjerenja izdašnosti obavljena od 6.8.2015.godine (nulto mjerenje). Prema ovim rezultatima mjerenja izdašnost Izvora 1. kreće se od 0,7-1,0 l/s, a Izvora 2. od 1,2-1,5 l/s u periodima bez padavina, pa su ove vrijednosti mogu uzeti kao minimale izdašnosti ovih izvora.

Planska izgradnja postojećih vodnih objekata i opreme na vodozahvatu crpne stanice „Vrela” završena je sa otvaranjem kamenoloma 1956. godine.



*Slika 3. Adaptirana kaptaža na Crpnoj stanici „Vrela” , (septembar 2011.god.)*

Investiranje gradnje i održavanje vodnog objekta je iz vlastitih sredstava RK-a „Vijenac” Rudniku krečnjaka „Vijenac” d.o.o. Lukavac je ovaj vodozahvat neophodan kako bi zadovoljio potrebe vodom za piće, sanitarne potrebe i tehnološke potrebe.

Voda za piće je potrebna za snabdijevanje vlastitog restorana-kuhinje u kojoj se hrane zaposlenici RK „Vijenac”, kao i za nekoliko stambenih objekata u neposrednoj blizini izvorišta. Voda za piće se redovno kontroliše od strane ustanova koje su verifikovane za obavljanje ove djelatnosti.

#### **4.2. Slivno područje izvorišta**

Izvori „Vrela“ su kraškog uzlaznog tipa. Pojavljuju se u ispućalom krečnjaku na koti 370,00 m.nm. Vodozahvat crpna stanica “Vrela“ nalazi se u okviru parcele u vlasništvu je RK “Vijenac“. Oko vodozahvata “Vrela“ gravitiraju pašnjaci obrasli šumskim rastinjem i vještačka tvorevina Jezero-Vrela, koje je nastalo zapunjavanjem prirodne depresije oborinskim i prelivnim vodama sa izvorišta “Vrela“.

Lokacija crpne stanice “Vrela“ se nalazi neposredno ispod vodozahvata, u odobrenom eksploatacionom polju na koti 370 metara, desno od saobraćajnice Lukavac-Banovići na udaljenosti oko 250 metara od te saobraćajnice.

Fizičko-hemijske i bakteriološke analize vode, te mehanizam formiranja izvora "Vrela" ukazuju na tečenje podzemnih voda unutar karbonatnih stijena (krečnjaka) i dijelom u površinskim ispućalim serpentinitima, koji se nalaze u podini krečnjaka. Prisustvo magnezijuma u mineralnom sastavu ovih voda ukazuje da postoji komunikacija između voda krečnjačkog vodonosnika i voda u površinski ispućalim serpentinitima. Tečenje podzemnih voda se odvija prije svega duž međuslojnih pukotina, kaverni i privilegovanih pravaca predisponiranih rasjedima i pukotinskim sistemima.

Imajući u vidu geološke, strukturno-tektonske i hidrogeološke karakteristike terena, sasvim je izvjesno da se površinska i podzemna vododijelnica slivnog područja ovog izvorišta približno podudaraju.

Slivno područje izvorišta "Vrela" jasno je definirano morfostrukturom terena, položajem izvora i vodotokova, te rasprostranjenjem i rasporedom propusnih i nepropusnih stijena, odnosno strukturnim položajem vodonosnika i hidrogeoloških barijera.

#### **4.3. Uvjeti prihranjivanja izvorišta**

Akumulacija podzemnih voda formirana u vodonosniku kavernožno-pukotinske poroznosti koji se prazni na izvorištu "Vrela" prihranjuje se isključivo od strane padavina. Atmosferske padavine u zoni prihranjivanja su visoke (oko 1.000 mm/god.). Najveći dio padavina se infiltrira u rasjedima poremećene i ispucale naslage. Značajan faktor u prihranjivanju izvorišta pored padavina ima i vegetativni pokrivač koji, uz povoljne klimatske uvjete, smanjuje površinsko oticanje. Naročito važnu ulogu ima dugo vrijeme zadržavanje snijega u ovim terenima, temperatura zraka i postepeno otapanje snijega. Površinsko oticanje je zbog izrasjedanosti i ispucalosti stijenskih masa relativno slabo izraženo, tako da su i potoci u slivnom području jače aktivni samo u vrijeme dugotrajnih i intenzivnih padavina.

Generalni pravac toka podzemnih voda uvjetovan je strukturnim položajem vodonosnika u odnosu na vodonepropusnu podlogu, odnosno zone prihranjivanja i pražnjenja akumulacije u izvorištu "Vrela". Uzimajući u obzir odnos propusnih i nepropusnih stijena, morfologiju terena, raspored hidrografske mreže i poziciju izvora, realnije stajalište u definiranju pravca toka podzemnih voda treba tražiti u pružanju sistema najkрупnijih pukotinskih sistema koje su, u ovim terenima, pravca jugozapad-sjeveroistok, te lokalnih promjena pravca duž sistema manjih rasjeda.

U skladu s tim tečenje podzemnih voda u vodonosniku koji se prazni u izvorištu "Vrela" odvija se, najvjerojatnije, pravcem jugozapad – sjeverosjeveroistok.

Definitivan odgovor na ova pitanja moguće je dati samo nakon provođenja većeg obima hidrohemijskih, izotopskih i traserskih ispitivanja. Do sada nisu provedena nikakva specijalna istraživanja za ocjenu i definiranje pravca i brzine toka podzemnih voda u slivnom području izvorišta „Vrela“. U tom smislu uslovi prihranjivanja, pravci toka i uslovi isticanja podzemnih voda ovdje su tretirani samo na osnovu geoloških, strukturnih i hidrogeoloških proučavanja terena.

Brzine toka podzemnih voda koje ističu u izvorištu "Vrela" do sada nisu utvrđene terenskim istraživanjima nekim od standardnih metoda. Na osnovu navedenih razmatranja, kao i izvedenih mjerenja izašnosti izvora, te iskustava i literaturnih podataka može se procijeniti da brzina toka podzemnih voda koje ističu u izvorištu "Vrela" iz vodonosnika koji je, također, formiran u karbonatima trijasa, iznosi oko  $v = 850$  m/dan.

Navedena brzina toka podzemnih voda je, uz prikazane hidrogeološke i hidrodinamičke karakteristike vodonosnika, uzeta u obzir kod dimenzioniranja zaštitnih zona izvorišta "Vrela".

## **5. KVALITET VODA**

Kompletne analize fizičko-hemijskih parametara vode u izvorištu "Vrela" rade se periodično i po potrebi i iste pokazuju da su vode:

- pitke,
- bez boje, mirisa i okusa,
- temperature oko 10 °C,
- pH vrijednost 7,30
- elektroprovodljivost  $590 \mu\text{Scm}^{-1}$
- alkaliteta 12,88
- ukupne tvrdoće 14,90 nj°

Prema jonskoj klasifikaciji voda je hidrokarbonatno - kalcijskog tipa. U hemijskom sastavu vode procentualno dominiraju hidrokarbonati i kalcij što ukazuje na tečenje vode kroz

krečnjake ( $\text{CaCO}_3$ ), koje izgrađuju najveći dio vodonosnika u slivnom području izvorišta "Vrela".

Prema analizama urađenim u 2012. godini, sadržaj sulfata je 8,38 mg/l, a sadržaj klorida iznosi 3,9 mg/l.

Voda ne sadrži nitrite (0.01) i amonijak. Sadržaj nitrata iznosi 16,26 mg/l i u dozvoljenim granicama Pravilnika o ispravnosti voda za piće, što ukazuje na odsustvo organskog zagađenja vode.

Utrošak  $\text{KMnO}_4$  je relativno nizak i iznosi 2,41 mg/l što, također, ukazuje na odsustvo organskog zagađenja vode.

Prema raspoloživim analizama ove vode, ne sadrže ili ako se jave nalaze se u niskim vrijednostima i u dozvoljenim granicama, minerale: željezo, mangan, olovo i druge metale.

Kompletne analize vode izvora "Vrela" urađene su u Zavodu za javno zdravstvo Tuzlanskog kantona, ali nisu određivani sadržaji deterdženta, fenola, pesticida, benzola, benzopirena, PCB, metana, cijanida i dr. materija štetnih po ljudsko zdravlje, a što bi trebalo ispitati u narednom periodu

Na osnovu rezultata velikog broja analiza kvaliteta vode izvorišta "Vrela" može se zaključiti da fizičko-hemijski pokazatelji odgovaraju vodama za piće.

Bakteriološke analize *pokazuju* da u vodi izvorišta "Vrela" nisu izolovane bakterije i klice koje ukazuju na zagađenje podzemnih voda u slivnom području. Međutim, potrebno je kontinuirano vršiti monitoring voda ovog područja, zbog blizine lokalnog manjeg groblja, kao i nekoliko individualnih i gospodarskih objekata.

## 6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U radu su prezentirani rezultati istraživanja izvorišta Vrela na području RK Vijenac u opštini Lukavac. Izvori „Vrela“ su kraškog uzlaznog tipa. Pojavljuju se u ispucalom krečnjaku na koti 370,00 m.nm, čija izdašnost varira od 2,0 do 2,5 l/s. Voda ovih izvora spada u pitke vode i ima velikog značaja za vodosnabdijevanje rudnika krečnjaka i nekoliko objekata u zoni rudnika.

## 7. LITERATURA

- [1] Čičić, S.: Geološki sastav i tektonika BiH. Monografija, str. 1-350. Earth Science Institute. Sarajevo, 2002.
- [2] Katzer, F.: Geologija Bosne i Hercegovine, sv. I. Sarajevo, 1926..
- [3] Jakšić, V.: Pedološka karta Jugoslavije 1:50 000, Bosna i Hercegovina, Tla sekcije Kladanj 2, 1972.
- [4] Resulović, H., Čustović, H.: Pedologija, Univerzitetski udžbenik, Univerzitet u Sarajevu, 2002.
- [5] (5)Resulović, H., Čustović, H., Čengić, I.: Sistematika tla/zemljišta Nastanak, svojstva i plodnost, Univerzitetski udžbenik, Univerzitet u Sarajevu, 2008.
- [6] Žigić, I.; Pašić-Škripić, D.: Ranjivost vodnog tijela podzemnih voda sjeverozapadnog dijela Tuzlanskog područja, Zbornik sa 6. naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem "Kvalitet 2009", ISSN 1512-9268, str. 541-547, Neum.2009
- [7] Žigić, I.; Pašić-Škripić, D. i drugi: Studija ranjivosti prostora Tuzlanskog kantona, (hidrogeološki dio), Bosna-Soil Services company, 2008.
- [8] Žigić, I.; Pašić-Škripić, D.: Studija karakterizacije podzemnih voda sliva rijeke Save, na teritoriji FBiH, Zavod za vodoprivredu, 2009. Sarajevo.
- [9] Pašić-Škripić, D., Žigić, I., Srkalović, D.: Ecological Apects of Traditional Drinking Water Supply by Shallow Wells in Nordwest Bosnia, 14. International Research/Expert Conference, Trends in the Developoment of Machinery and Associated Technology TMT 2010, ISBN 1840-4944, str. 333-337, 2010. Mediterranean Cruise
- [10] Žigić, I.: Hidrogeološka istraživanja, Univerzitet u Tuzli, 2005.

