

ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА НА ПРОСТОРУ КОЗЛУКА КОД ЗВОРНИКА

PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF GROUNDWATER IN THE AREA OF KOZLUK NEAR ZVORNIK

НИКОЛА НИКОЛИЋ¹
ВАСО НОВАКОВИЋ²

Стручни рад
DOI: 10.5937/VIK24165N

Резиме: За потребе водоснабдевања, како становништва, тако и привреде на неком простору, неопходно је обезбедити довољне количине подземне воде, задовољавајућег квалитета. Водоснабдевање на простору Републике Српске врши се углавном подземним водама. Из тог разлога, неопходно је познавати физичко-хемијске карактеристике подземне воде. На простору Козлука, истраживања су вршена за различите потребе, и том приликом су изведени објекти који су каптирали различите типове издани. У овом раду су приказани и систематизовани сви доступни резултати који се односе на квалитет подземних вода до којих се дошло током истраживања на простору Козлука, код Зворника у североисточном делу Босне и Херцеговине, које су у новије време изводили и аутори овог рада.

Кључне речи: квалитет, подземна вода, издан, Козлук

Abstract: For the needs of water supply, both residential and commercial in an area, it is necessary to provide sufficient quantities of groundwater of satisfactory quality. Water supply in the area of Republic of Srpska is done mostly with groundwater. For this reason, it's necessary to know physical-chemical properties of groundwater. In the area of Kozluk, research was carried out for different needs, and on that occasion, objects were constructed that captured different types of aquifer. This paper presents and systematizes all the available results related to the quality of groundwater that were obtained during research in the area of Kozluk, near Zvornik in the northerneast part of Bosnia and Herzegovina, which were recently performed by the authors of this paper

Key Words: quality, groundwater, aquifer, Kozluk

¹ Никола Николић, ИПИН доо, - Институт за примијењену геологију и водоинжењеринг, Видовданска 48, Бијељина, Босна и Херцеговина, nikolanikolic@ipin-institut.com, ORCID: 0009-0004-0261-8776

² Васо Новаковић, ИПИН доо - Институт за примијењену геологију и водоинжењеринг Видовданска 48, Бијељина, Босна и Херцеговина, vasonovakovic@ipininstitut.com, ORCID: 0009-0009-7999-3992

1. Увод

Простор Козлука, који уједно предстаља и подручје овог рада, налази се на простору града Зворника, у североисточном делу Републике Српске, односно Босне и Херцеговине (слика 1).

На самом простору Козлука изведена су бројна истраживања. Први доступни подаци о овом простору односе се на минералне воде и потичу са краја 19. века, а први истражни радови изведени су током 1954. године [3]. Први бунар за захватање минералне воде изведен је 1972. године, а експлоатација минералне воде је започела 1976. године.



Слика 1. Географски положај Козлука, БиХ
Figure 1. Geographical location of Kozluk, BiH

Током 1975. године на простору Зворника вршени су истражни радови алувијона реке Дрине. Тада су изведене 3 истражне бушотине, које су резултирале извођењем бунара питке воде. У периоду од 2002-2006. година, на простору Козлука настављени су истражни радови за потребе захватања подземне воде из алувијона реке Дрине. Током поменутог периода изведене су 4 истражне бушотине и 3 нова бунара [7].

Поред истражних радова за захватање подземне питке воде, истраживања на овом делу терена вршена су и за захватање минералне воде. У периоду од 2002-2003. изведен је обиман број радова, који је обухватио геолошко и хидро-

геолошко картирање терена, као и геофизичка испитивања терена. Резултати поменутих истраживања послужили су за дефинисање локације нових објеката за захватање минералне воде. Бунар К-6 изведен је 2003. године, до дубине од 158,0 m [4], и користи се и данас за потребе рада фабрике Витинка АД у Козлуку.

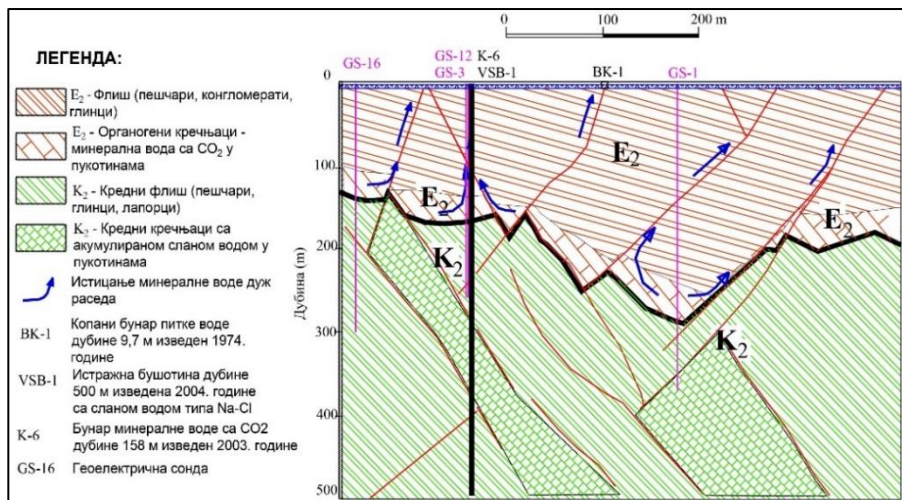
На основу резултата геофизичких испитивања терена, током 2003. и 2004. године изведена је структурно-истражна бушотина ВС-1 (С-1). Бушотина је изведена до дубине од 500,0 m, и њоме су захваћени кредни кречњаци и лапорци који се налазе у подини еоцена [6].

Током бушења К-6 и ВС-1 извршено узорковање набушеног материјала за палеонтолошку и петролошку анализу. Палеонтолошке и минералошко-петрографске анализе су по први пута дефинисале старост односно стратиграфску припадност набушеног материјала [5].

Током 2023. године изведени су истражни радови за обезбеђење додатних количина минералне воде. Том приликом су изведена геофизичка испитивања терена, бушење истражне бушотине до дубине од 167,0 m, проширење и претварање у бунар, зацевљење, разрада, испирање и тестирање бунара К-7 [8].

Поред извођења поменутих објеката на простору Козлука за различите потребе, вршене су и лабораторијске анализе подземне воде.

На наредној слици приказан је хидрогеолошки профил преко простора Козлука са шематским приказом наведених издани.



Слика 2. Хидрогеолошки профил преко простора Козлука
Figure 2. Hydrogeological profile across the area of Kozluk

На основу корелације изведених геофизичких истраживања и набушене литологије терена, на простору Козлука је утврђено да се налазе 3 издани:

- Прва по дубини је фреатска издан (питка вода) акумулирана у шљунковито-песковитом слоју алувијона реке Дрине на дубини 4,0 до 12,0 m;
- Друга издан је (минерална вода са повишеним садржајем CO_2) формирана у кречњацима средњееоценске старости на дубини од око 119,0 – 134,0 m у зони ВС-1; 123,0 – 147,0 у зони К-6; 121,0 – 148,0 у зони К-7;
- Трећа по дубини издан акумулирана у слоју кречњака значајне моћности на дубини 300 до 377 m, са испуцалим зонама посебно у интервалима 312 до 319 m. Поред тога набушен је и испуцао кречњак и на дубини 415 до 419,5 m.

Из профила терена приказаног на слици 2 јасно је да дуж раседа који пресецају стенске масе до дубина и преко 500 m долази до циркулације воде вертикално на горе, и тако до делимичног природног мешања вода издани различитог хемизма.

Циљ овог рада је да се кроз анализу и систематизацију резултата лабораторијских одређивања физичко-хемијских параметара подземне воде на простору Козлука, из аквифера различитих литостратиграфских карактеристика прикаже простирање аквифера са подземном водом различитог хемизма.

2. Методе истраживања

У циљу успешних хидрогеолошких истраживања примењене су геофизичке сеизмометријске методе рефлективне и рефрактивне сеизмике и електрометријске методе испитивања. За извођење истражно-експлоатационих бушотина односно бунара су коришћене тзв. ДТХ (Down the hole) методе бушења, а уграђене су бунарске цијевне конструкције од инокса и Џонсонови филтери велике порозности. За потребе дефинисања хидрохемијских карактеристика подземне воде, односно физичко-хемијског састава подземне воде, коришћене су стандардне методе узорковања воде, њихов транспорт до лабораторије и мерење нестабилних параметара на самом месту узорковања.

Узорковање подземне воде за лабораторијску анализу вршено је према стандарду БАС ЕН ИСО 5667. Приликом узорковања подземне воде, извршена је и конзервација узорака воде који, су одвојени за испитивање садржаја гвожђа и мангана у води [2]. Анализе узорака подземне воде вршене су у акредитованим лабораторијама Завода за јавно здравље Републике Српске у Зворнику и Бања Луци, те Градског завода за јавно здравље у Београду и лабораторији ИПИН Института у Бијељини.

Поред тога, израдом великог броја истраживања, те пратећих Елабората, као и систематизацијом добијених резултата, те увидом у резултате ранијих истраживања, извршена је реинтерпретација постојеће литературе и фондовске документације, са обрадом доступних резултата.

У наредном тексту су презентовани резултати претходно изведених физичко-хемијских анализа подземне воде из различитих издани на простору Козлука, Босна и Херцеговина.

3. Резултати и дискусија

Испитивањем физичко-хемијских параметара подземне воде на простору Козлука, из издани различите литостратиграфске припадности, уочене су неке правилности. У наредној табели дат је преглед добијених резултата основних физичко-хемијских параметара подземне воде. Поред приказаних параметара, на слици 3 дат је Пиперов дијаграм основног састава подземне воде.

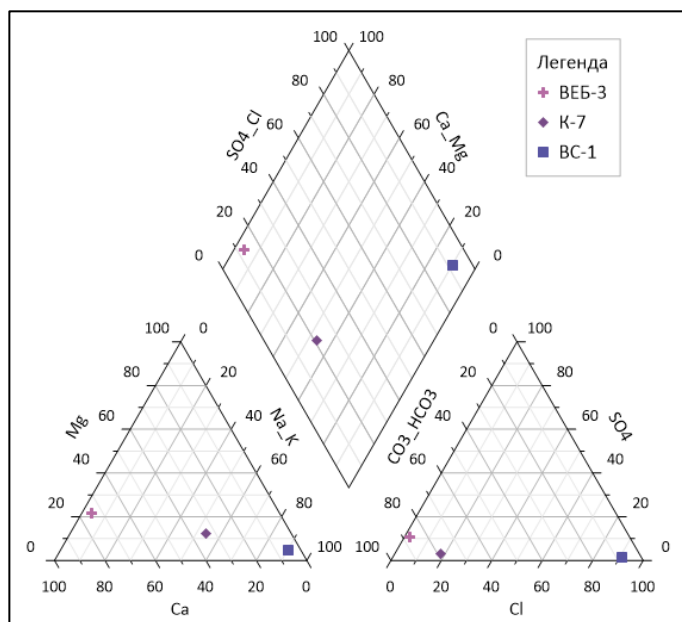
На основу резултата анализа и са дијаграма се може закључити да воде из седимената квартарне старости (прва издан) припадају хидрокарбонатној класи, калцијумској групи класификације према О. А. Алекину [1]. Припадају тврдим водама класификације према Клуту, а према минерализацији припадају пресним водама класификације према А. М. Овчиникову. У првој издани често је повишен садржај гвожђа [9], што се види на резултатима анализа. Имајући у виду да су квартарне насlage представљене песковима, шљунковима и валутицама са нижим рН, те изостанак зоне аерације, за очекивати је био овакав основни хемијски састав подземне воде.

Табела 1. Резултати испитивања физичко-хемијских параметара подземне воде на простору Козлука

Table 1. The results of testing the physico-chemical parameters of groundwater in the area of Kozluk

Параметар	VEB-3 (I издан)	K-7 (II издан)	BC-1 (III издан)
рН вредност	6,8	6,76	7,78
Ел. пров. $\mu\text{S}/\text{cm}$	630,0	1.664,0	15.200,0
Утрошак KMnO_4 (mg/l)	1,9	<0,5	22,23
Испарни остатак (mg/l)	410,0	1.017,0	7.960,0
Укупна тврдоћа $^{\circ}\text{dH}$	19,18	30,97	28,28
Fe (mg/l)	1,43	0,20	-
Mn (mg/l)	0,15	0,13	-

Воде из издани са минералном водом (друга издан), односно кречњака средњеоеценске старости припадају хидрокарбонатној класи, натријумско-калијумској групи. Припадају врло тврдим водама класификације према Клуту, док према минерализацији припадају сланкастим водама према А. М. Овчинкову. У минералној води утврђено је присуство CO_2 и H_2S гаса.



Слика 3. Пиперов дијаграм основног састава воде на простору Козлука
Figure 3. Piper's chart of the basic composition of water in the area of Kozluk

Воде из треће по дубини издани, односно кречњака кредне старости припадају хлоридној класи, натријумско-калијумској групи класификације према О. А. Алекину. За разлику од минералне воде, резултати хемијске анализе бушотине ВС-1 су показали да се ради о благоалкалној води (рН око 7,8) са високим садржајем хлорида (око 3.500,0 mg/l), електропроводљивошћу и испарног остатка. Воде ове издани припадају сланим водама класификације према О. А. Овчинкову, те имају изузетно слан укус. Није дефинисано присуство гасова CO_2 и H_2S .

4. Закључак

У раду су презентовани резултати анализе физичко-хемијских параметара подземне воде на простору Козлука, код Зворника. На поменутом простору истражним радовима је захваћено 3 различите издани, и то прва по дубини

питке воде из аквифера квартарне старости са израженим интергрануларним типом порозности, друга издан минералне воде из аквифера средњееоценске старости са израженим пукотинским типом порозности и трећа издан слане воде из аквифера кредне старости са израженим пукотинско-карстним типом порозности.

Резултати анализа показују да воде из прве по дубини издани, спадају у маломинерализоване воде и осим повишеног садржаја гвожђа, сви параметри физичко-хемијског састава воде одговарају важећем Правилнику. Минералне воде из кречњака средњееоценске старости спадају у сланкасте воде, и у њима је утврђено присуство CO_2 и H_2S гаса, а по квалитету се могу користити за потребе флаширања. Воде треће издани, односно из кречњака кредне старости спадају у слане воде, са веома високим садржајем хлорида, високом вредности електропроводљивости и испарног остатка. Воде треће издани се не могу користити за људску употребу, нити за потребе флаширања као минерална вода.

Намера аутора је да стручној и широј јавности презентује резултате истраживања на простору Козлука, који могу бити од користи код будућих истраживања, коришћења и заштите подземних вода овог подручја. Саопштена сазнања такође треба да истакну потенцијалне ризике од нестручног извођења дубоких бушотина и бунара у зонама са водама различитог физичко-хемијских особина, због могућности значајне промене квалитета подземних вода појединих издани као последица лоше међусобне изолације у прстенастом простору између зида бушотине и бунарске цеви, што би могло у крајњем довести и до трајног прекида производње минералне воде.

5. Литература

- [1] Димитријевић Н, Папић П, *Хидрохемија методе хемијских анализа природних вода и хидрохемијска истраживања*, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, ООУР Група за хидрогеологију, Београд, 1989.
- [2] Група аутора, *Вода за пиће – Стандардне методе за испитивање хигијенске исправности*, Савезни завод за здравствену заштиту, Београд, 1990.
- [3] Јосиповић Ј, Минералне, термалне и термоминералне воде на територији Босне и Херцеговине, *Геолошки гласник* број 15, Сарајево, 1971.
- [4] Новаковић В. и други, *Елаборат о бушењу и тестирању истражно-експлоатационог бунара минералне воде К-6 фабрике Витинка АД Козлук*, ДОО ИПИН, Бијељина, 2003.
- [5] Новаковић В. и други, Хидрогеолошке карактеристике издани минералне воде „Витинка“ у Козлуку, 33. *Конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода Вода 2004*, Борско језеро, 2004.

- [6] Новаковић В. и други, *Елаборат о бушењу и испирању дубоке истражне структурне бушотине ВС-1 за потребе фабрике Витинка у Козлуку*, општина Зворник, ДОО ИПИН, Бијељина, 2004.
- [7] Новаковић В. и други, *Елаборат о бушењу и тестирању бушеног бунара ВЕБ-3 за потребе водоснабдевања АД „Витинка“*, Зворник, ДОО ИПИН, Бијељина, 2006.
- [8] Новаковић В. и други, *Елаборат о изведеним допунским детаљним геофизичким и хидрогеолошким истраживањима налазишта минералне воде „Витинка поље“*, Козлук код Зворника, ДОО ИПИН, Бијељина, 2024.
- [9] Правилник о здравственој исправности воде намијењене за људску употребу, *Службени гласник Републике Српске*, број 88/17 и 93/23