



Горан Гавриловић¹, Трајко Станић²
Зоран Миловановић³

Стручни рад
DOI: 10.5937/VIK25119G

РЕЗУЛТАТИ РЕВИТАЛИЗАЦИЈЕ РЕНИ БУНАРА НА ИЗВОРИШТУ „БРЗАН“: УТИЦАЈ НА КАПАЦИТЕТ И КВАЛИТЕТ ВОДЕ

Резиме: Извориште „Морава-Брзан“ за снабдевање Крагујевца водом за пиће изграђено је у периоду 1965-1976. године са 14 рени бунара. Током година долази до смањења капацитета изворишта услед промене тока реке Велике Мораве, ниског водостаја, као и наслага у самим дренажима. У новембру 2024. године извршено је подводно снимање стања дренажа које је показало да су дренажи у врло лошем стању. Приступа се ревитализацији бунара и у овом раду биће укратко описан поступак добијања нових количина воде, од снимања подводном камером дренажа, утискивања нових дренажа, испирања и контроле квалитета добијене воде
Кључне речи: рени бунар, извориште „Морава-Брзан“, ревитализација

RESULTS OF THE RENI WELL RENOVATION AT THE BRZAN SPRING: IMPACT ON CAPACITY AND WATER QUALITY

Abstract: The „Morava-Brzan“ spring for supplying Kragujevac with drinking water was built in the period 1965-1976 with 14 wells. Over the years, the capacity of the spring has decreased due to changes in the course of the Velika Morava River, low water levels, and deposits in the drains themselves. In November 2024, underwater recording of the condition of the drains was carried out, which showed that the drains were in very poor condition. The revitalization of the well is underway, and this paper will briefly describe the process of obtaining new quantities of water, from recording the drains with an underwater camera, inserting new drains, flushing and quality control of the obtained water..

Key Words: reni well, spring „Morava-Brzan“, revitalization

1. Општи подаци

Снабдевање Крагујевца водом за пиће обезбеђено је захватима површинских вода из акумулација на рекама Грошници и Гружи, као и изворишта подземних вода код Брзана. Извориште „Морава-Брзан“ изграђено је на левој обали реке Велике Мораве код села Брзан. Пројектовање и формирање изворишта обављено је у периоду од 1965. до 1976. године. Укупно је урађено 14 бунара са хоризонталним дренажима. Систем за водоснабдевање подземним водама из алувијалних наслага реке Велике Мораве радио

¹ ЈКП „Водовод и канализација“ Крагујевац, gorangsm@mts.rs, ORCID: 0009-0007-0487-2008

² Atinska 93, Kragujevac, tstancvkpb@gmail.com

³ ЈКП „Водовод и канализација“ Крагујевац, jkpvik@gmail.com

је све до изградње акумулације на реци Гружи. Пуштањем у рад акумулације на Гружи, након пуњења 1983. године, извориште „Морава-Брзан“ је престало да ради и било је у стању мировања све до краја осамдесетих година. Поновно активирање изворишта „Морава-Брзан“ извршено је крајем осамдесетих због повећања потрошње воде у подручју система водоснабдевања града Крагујевца, као и због појачаног пражњења акумулације „Гружа“ изазваног неповољним хидролошким условима, када је ниво језера на Гружи опао толико да је угрожено уредно водоснабдевање града Крагујевца.

Бунари су просечне дубине 15,0 m. Пречници бунара су 4,00 m за 11 бунара и 2,00 m за 3 бунара. При дну бунара утиснути су хоризонтални дренажи (8, односно, 6 дренажа).

Дренажне цеви су пречника 200 mm са прорезима за дренажање воде из водоносног слоја. Дужина појединачног дрена износи од 15-30 m. Дренажне цеви су ливено-гвоздене, дужине око 2,0 m. Отвори на дренажним цевима су ширине 6 mm. Дренажне цеви су утиснуте на различитим висинама од дна бунара у водоносни слој који је хетерогеног састава. Дужина утиснутих дренажних цеви зависила је од отпора који се јавио приликом утискивања.

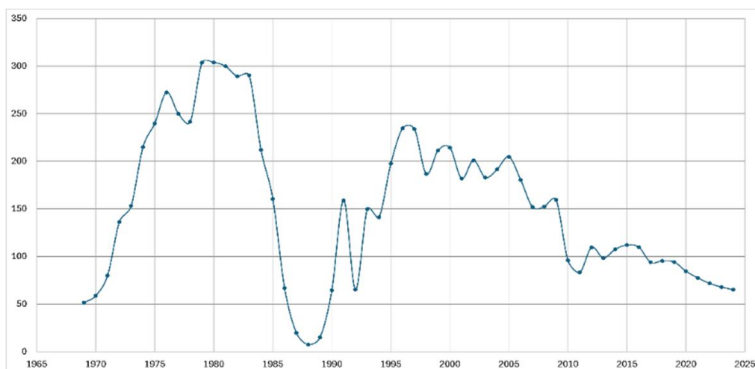


График 1. Количина дистрибуиране воде са изворишта „Морава-Брзан“ L/s
Figure 1. Quantity of distributed water from the "Morava-Brzan" spring L/s

Капацитет изворишта је према пројекту требало да буде око 500 L/s. Током експлоатације добијани су разни капацитети од 150-500 L/s (график 1.). Током година експлоатације дошло је до смањења количина воде услед померања корита реке Велике Мораве, као и све нижег водостаја саме реке.

2. Садашње стање

На основу дугогодишњег праћења нивоа реке Велике Мораве, количина падавина и издашности рени бунара 9 (РБ-9) може се закључити да на ниво подземних вода највише утиче водостај Велике Мораве (график 2).

Како је извориште у експлоатацији више од 50 година дошло је и до стварања наслага материјала у подземним слојевима где се налазе дренажи. Такође је дошло и

до смањења отвора на самим дренажима што отежава филтрацију, односно доток воде у бунарско окно. Због лоше хидролошке ситуације и због више деценијског коришћења изворишта, а како би се потрошачима од самог изворишта па до постројења „Кошутњак“ које се налази у Крагујевцу, обезбедиле довољне количине воде, ЈКП „Водовод и канализација“ Крагујевац је у новембру 2024. године покренуло процес обнављања овог изворишта.

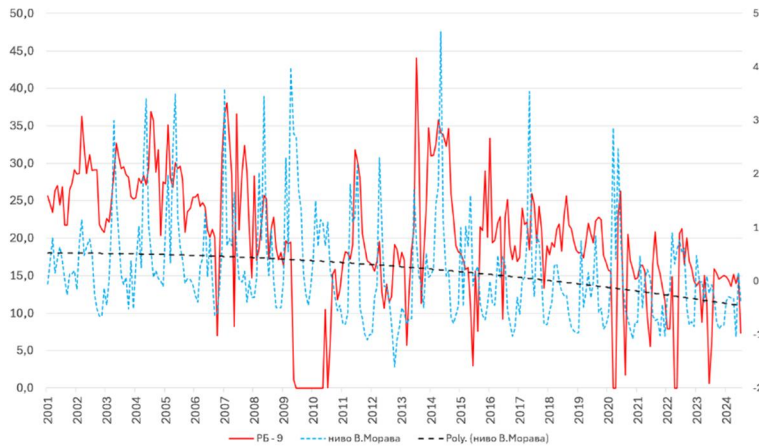


График 2. Зависност количине воде на РБ-9 (L/s) у односу на ниво реке Велике Мораве (m)
Figure 2. Dependence of water quantity on RB-9 (L/s) in relation to the level of the Velika Morava River (m)

У првој фази су одређени бунари на којима ће се извршити снимање стања дренажа помоћу подводне камере. Одређено је 5 бунара и то су: РБ-1, РБ-2, РБ-4, РБ-8 и РБ-9. Ових пет бунара су одређени на основу количина воде које могу дистрибуирати, односно бунари са најмањом и највећом издашношћу.



Слика 1. Изглед унутрашњости дренажа
Picture 1. Inside view of the drains



Подновно снимање рени бунара (слика 1) ради дефинисања стања у којем се налазе дренажи извршено је у периоду од 07.11.2024. до 08.11.2024. године. Подводним снимањем дренажа рени бунара регистровано је лоше стање дренажа на свим бунарима. На неким дренажима је снимањем констатована велика количина талога у и на дренажним цевима, али су они проходни до одређене дужине. Неке дренаже уопште није било могуће снимити или су веома мало снимљени због велике количине материјала која је регистрована на уласку у дренажне цеви.

На основу подводног снимања констатовано је тренутно стање унутрашњости рени бунара РБ-1, РБ-2, РБ-4, РБ-8 и РБ-9. Због јако лошег стања дренажа, на већини бунара, дошло је до знатног смањења капацитета наведених бунара. Из истих разлога није могуће извести механичко-хемијску ревитализацију постојећих дренажа.

На основу горе наведеног, узимајући у обзир опште хидрогеолошке услове на терену и тренутно стање дренажа, предложена је ревитализација бунара утискивањем пластичних дренажа мањег пречника у постојеће дренаже. Оваква метода ревитализације бунара омогућила би несметани рад бунара дужи низ година, са значајним повећањем издашности.

По завршетку снимања и израде елабората одређена су 3 бунара на којима ће се вршити утискивање нових дренажа у постојеће дренаже, као и испирање подземља и чишћење дренажа и то су РБ-1, РБ-2 и РБ-9.

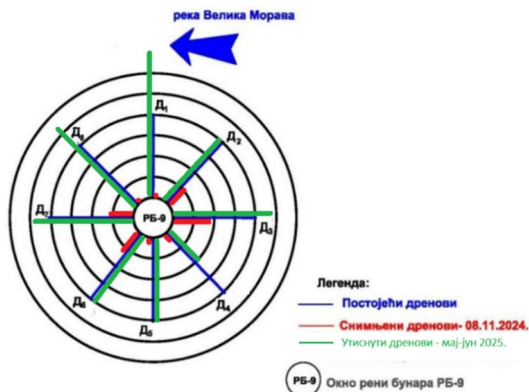
3. Извршени радови

У другој половини маја 2025. започети су радови на утискивању нових пластичних дренажа у РБ-9. Пре било каквих радова у самом бунару извршен је тест издашности, односно која количина воде се може исцрпети из бунара у току 3 дана а да ниво воде буде константан. Овим тестом је остварена издашност РБ-9 од 10 L/s.

После утврђивања издашности бунара, започет је процес утискивања нових дренажа (табела 1 и слика 2). По завршетку утискивања вршено је испирање дренажа помоћу воде и ваздуха под притиском. Такође, вршено је и испирање свих дренажа помоћу раствора лимунске киселине, како би се наслаге рђе на старим дренажима уклониле и омогућио доток нових количина воде.

Табела 1. Дужине дренажа
Table 1. Lengths of drains

Дрен	Снимљена дужина дрена	Дужина утиснутог новог дрена
1	0,60	35
2	5,20	20
3	8,30	24
4	2,00	10
5	1,10	20
6	5,40	20
7	5,50	24
8	0,30	26



Слика 2. Дужина дренажа
Figure 2. Lengths of drains

Када су сви процеси утискивања и испирања завршени, извршено је поновно мерење издашности бунара. Мерењем издашности после свих предузетих мера добијен је резултат од око 46 L/s. За ову количину воде потребно је узети у обзир да је ниво Велике Мораве на почетку радова износио -44 cm, а по завршетку радова је -88 cm.

Када је завршено са испитивањем издашности воде, урађене су хемијске анализе како би се утврдио квалитет добијене воде (график 3.)

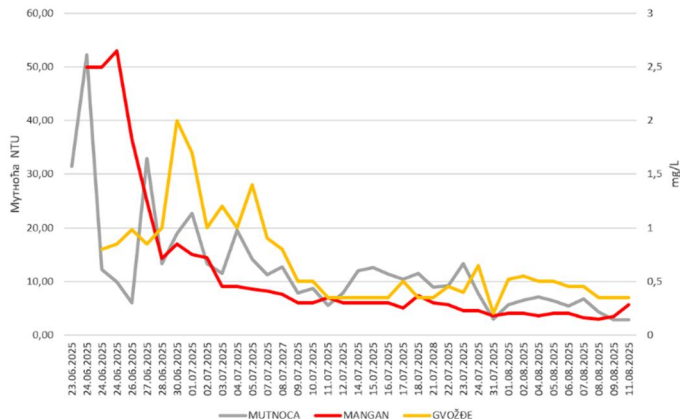


График 3. Мутноћа, концентрације мангана и гвожђа РБ-9 (mg/L)
Figure 3. Turbidity, manganese and iron concentrations in RB-9 (mg/L)

Након добијања првих резултата хемијских анализа, започето је испирање бунара, односно подземља. Параметри који су праћени су мутноћа, боја, манган и гвожђе. Током вишедневног испирања долази до смањења свих параметара, али како би се убрзао процес пуштања РБ-9 у систем водоснабдевања, а због недостатка воде са изворишта „Морава-Брзан“, извршено је испитивање квалитета воде из сваког дрена.



Резултати испитивања квалитета воде из сваког дрена показали су да у дренама 2, 3 и 4 постоји увећана концентрација гвожђа и мангана. Затварањем ова три дрена 30. јула покушано је да се убрза добијање воде квалитета који се може проследити у дистрибутивну мрежу. На овај начин постигнуто је смањење боје и мутноће, као и концентрације мангана.

Конечно, 13. августа рени бунар 9 је укључен у систем водоснабдевања са изворишта „Морава-Брзан“. Квалитет воде је праћен на више контролних тачака у насељу Баточина као и на црпној станици Жировница. Концентрације мангана и гвожђа нису прелазиле МДК вредности, као ни боја и мутноћа.

Укључивањем РБ-9 у систем водоснабдевања добијене су довољне количине воде за насеље Баточина, као и за све потрошаче до постројења „Кошутњак“.

4. Закључак

Ревитализацијом бунара РБ-9 успешно је повећан капацитет воде, а такође после одређеног времена испирања добијен је и квалитет, што је обезбедило довољне количине воде за општину Баточина, као и за потрошаче до Крагујевца. Овај приступ ревитализације, са утискивањем нових дрена, омогућио је дугорочни рад изворишта упркос веома лошој хидролошкој ситуацији. Такође, нови дренаи ће олакшати радове на редовном одржавању бунара.

5. Литература

- [1] *Извештај о снимању дрена рени бунара РБ-1, РБ-2, РБ-4, РБ-8 и РБ-9 на изворишту „Брзан“*, општина Крагујевац, 2024
- [2] *Елаборат о резервама подземних вода изворишта „Морава-Брзан“ за потребе водоснабдевања града Крагујевца*, Универзитет у Београду, Рурадско-геолошки факултет, 2013.
- [3] Горан Гавриловић, Иван Ступић, *Утицај падавина на квантитет водних ресурса на подручју Шумадије*, Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство, Зборник радова, Бања Ковиљача 2025.