



UNIVERZITET U
Kragujevcu
AGRONOMSKI FAKULTET U
ČAČKU



UNIVERSITY OF
Kragujevac
FACULTY OF
AGRONOMY
ČAČAK

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNİK RADOVA 2 -



Čačak, 15 - 16. Mart 2019. godine

XXIV SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- Zbornik radova 2 -

ORGANIZATOR I IZDAVAČ

Univerzitet u Kragujevcu,
Agronomski fakultet u Čačku

Organizacioni odbor

Prof. dr Goran Dugalić, prof. dr Biljana Veljković, prof. dr Ljiljana Bošković-Rakočević, prof. dr Drago Milošević, dr Nikola Bokan, dr Milun Petrović, dr Milan Nikolić, dr Ranko Koprivica, dipl. inž. Miloš Petrović

Programski odbor

Prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković, prof. dr Radojica Đoković, prof. dr Milena Đurić, prof. dr Milomirka Madić, prof. dr Leka Mandić, prof. dr Drago Milošević, prof. dr Tomo Milošević, prof. dr Aleksandar Paunović, prof. dr Lenka Ribić-Zelenović, prof. dr Vladeta Stevović, prof. dr Gordana Šekularac, dr Vladimir Kurćubić, vanredni profesor, dr Goran Marković, vanredni profesor, dr Pavle Mašković, vanredni profesor, dr Gorica Paunović, vanredni profesor, dr Snežana Tanasković, vanredni profesor, dr Tomislav Trišović, vanredni profesor, dr Milan Lukić, naučni saradnik, prof. dr Mlađan Garić

Tehnički urednici

Dr Milun Petrović, dipl.inž. Miloš Petrović, dipl.inž. Dušan Marković

Tiraž: 180 primeraka

Štampa

Grafička radnja stamparija Bajić, V. Ignjatovića 12, Trbušani, Čačak
Godina izdavanja, 2019

HIPERDEZINFEKCIJA BUNARA ZA VODOSNADBEVANJE TIPAR RENI

*Tomislav Trišović¹, Branimir Grgur², Lidija Rafailović³, Milica Popović²,
Trišović Zaga⁴*

Izvod: U radu je prikazan postupak za čišćenje i dezinfekciju vode u bunarima velikih kapaciteta Beogradskog vodovoda. Tipičan primer bunara velikih kapaciteta je Reni bunar 2 i 4 koji su locirani na 50m od leve obale Save u neposrednoj blizini ušća Save u Dunav. Bunari su dubine oko 30m, prečnika 4 m i sadrže oko 300 m³ vode i sa horizontalnim drenovima dužine 50m. Prezentovan je jednostavan i jeftin način za hiperdezinfekciju bunarskog dna i bunarske vertikale. Takođe je pokušano da se tretiraju i unutrašnjost drenova koji napajaju ovakve bunare.

Ključne reči: bunari, voda, tretman, dezinfekcija, KMnO₄

Uvod

Rast potrošnje sredstava za zaštitu bilja, veštačkih đubriva, ne prečišćene fekalne vode gradova i sela umnogome utiču na pogoršanje kvaliteta površinskih rečnih i podzemnih voda. Septičke jame, poljoprivredna zemljišta, blizina industrije, farme i druga otpadne materije ispuštaju se u tlo, a iz tog istog tla crpi se voda iz bunara.

Voda iz bunara često može biti zagađena i puna neželjenih supstanci:

- različiti mikroorganizmi štetni po ljudsko zdravlje su česta pojava u bunarskoj vodi,
- visoka koncentracija amonijaka, nitrita i nitrata u vodi,
- povišena količina gvožđa i mangana u vodi,
- prisutnost pesticida i herbicida u vodi,
- visoka tvrdoća podzemnih voda.

Tipična oboljenja, koja se prenose vodom, a izazivaju mikroorganizmi koji vode poreklo iz gastrointestinalnog trakta (želudac, tanko crevo i debelo crevo) ljudi, ali i domaćih životinja u uslovima kad otpadne materije prodiru u podzemne vode izvorišta vode za piće. U bakterije koje se prenose na ovaj način spadaju Salmonella spp., Shigella spp., enterovirulentne Escherichia coli, Vibrio cholera, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni i C. coli. Najviše su pod rizikom su: stari, veoma mladi, osobe s opekotinama, osobe koje su bile podvrgnute hirurškoj intervenciji ili one koje su teško povređene, kao i osobe sa ozbiljnim oštećenjem imuniteta organizma. Ukoliko ovakve osobe koriste vodu za piće ili kupanje koja je bakteriološki neispravna (odnosno, sadrži veliki broj oportunističkih patogena) kod njih se mogu javiti infekcije kože, sluzokože

¹Institut tehničkih nauka SANU, K. Mihailova 35/4, 11000 Beograd, Srbija (tomislav.trisovic@itn.sanu.ac.rs)

²Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11 000 Beograd, Srbija

³CEST, Viktor-Kaplan-Str. 2, A-2700 Wiener Neustadt, Austrija

⁴Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11 000 Beograd, Srbija

oka, uha, grla i nosa. Primeri ovakvih oportunističkih bakterija su *Pseudomonas aeruginosa* i *Klebsiella* sp.

Cijanobakterije nastanjuju sve prirodne vode, a problem predstavljaju jedino onda kada ih ima u velikom broju (cvetovima). U uslovima eutrofikacije povećava se i cvetanje cijanobakterija. Prisustvo cijanobakterija u vodi za piće značajno je prvenstveno zbog intracelularnih toksina koje one proizvode. Ovi toksini pripadaju trima vrstama: hepatotoksini, koji oštećuju ćelije jetre; neurotoksini, koji oštećuju nervne ćelije, i cilindrospermopsin, koji može da izazove oštećenja jetre, bubrega, gastrointestinalnog trakta i krvnih sudova. Unošenjem toksina koje luče cijanobakterije nije smrtno opasno, ali konzumiranje vode koja sadrži ove toksine može da izazove gastroenteritis. Neprijatan ukus i miris vode može da nastane usled jedinjenja koja stvaraju određene vrste algi, cijanobakterije (modrozeleno alge), bakterije i ponekad protozoa [1,2].

Uzimajući u obzir gore navedeno dezinfekcija vode i uklanjanje biofilma na površinama okvašeni vodom su osnovni uslov bakteriološke ispravnosti vode. Prilikom dodavanja dezinfekcionog sredstva u vodu određena količina dezinfekcijskog sredstva se troši na oksidaciju organskih jedinjenja prisutnih u svakoj vodi (uključujući ovde i mikroorganizme), oksidaciju gvožđa i mangana (prisutne u nekim vodama), reakcije sa amonijačnim jedinjenjima (npr. amonijak). Svakako treba uzeti u obzir i činjenicu da čak i ista voda, ali u različitim prilikama (npr. pre i posle padavina) i različitim godišnjim dobima (uticaj spoljne temperature), ne troši istu količinu hlornog preparata.

Hiperhlorisanje (oksidacija) obavlja se najčešće kod veoma opterećenih voda spremljene u najrazličitije rezervoare. Obavlja se na vodama koje se prvi put (ili nakon dužeg nekorištenja) koriste ili postoji sumnja na biološko ili mikrobiološko zagađenje. Svrha je sprečavanje naknadnog zagađenja vode od zagađenog suda u kojem se nalazi. U takve posude za vodu se dozira 10 puta veća koncentracija hlora nego što je dozvoljeno u vodi za piće (100 mg/l ili 100 g/kubnom metru). Ovako dezinfikovana voda ostavi se u posudi 24 h i nakon tog vremena pre korištenja obavezno se mora obaviti dehlorisanje vode. Dehlorisanje većih količina vode najbolje je obaviti puštanjem vode kroz filtre s aktivnim ugljem, a dehlorisanje manjih količina vode obavljamo neutralizacijom sa natrijum tiosulfatom u zncima ili još jednostavnije sa tabletama vitamina C (askorbinska kiselina).

Hiperhlorisanje se može se obaviti i kod bunara koji nisu duže vremena korišćeni. Prvo se iscrpi najmanje tri zapremine vode iz bunara i mlazom čiste vode se isperu njegovi zidovi. Tada se izračuna zapremina vode u bunaru i obavi hiperhlorisanje. Voda se ne sme koristiti 24 sata i potom je neophodno obaviti dehlorisanje. Povremena dezinfekcija bunara nije efikasna. Razlog tome je što se voda u podzemlju kreće od nekoliko metara do kilometar na dan u zavisnosti od geološkog sastava tla kroz koji protiče. To znači ako je voda danas dezinfikovana, ta se ista voda sutra nalazi izvan bunara, a u bunar je pristigla nova, nedezinfikovana voda. Zbog toga je važno, ukoliko ne postoji mogućnost izgradnje kućnog vodovoda s rezervoarom, pokušati bunarsku vodu hlorisati što redovnije.

Dezinfekcija vodozahvata najčešće se vrši ili uz pomoć natrijum hipohlorita ili pomoću kalijum permanganata [3]. Prva metoda je poželjnija, jer je kalijum permanganat teže pronaći u trgovinama, a njegova cena je veća. S druge strane,

permanganat je manje toksičan za ljude, zbog toga će za brzi tretman biti bolji od natrijum hipohlorita .

Unutar bunarske vertikale, posebno ako je od betona povećane hrapavosti, ako je temperatura vode iznad 200C, može doći do stvaranja biofilma što će kao posledicu imati bakteriološki neispravnu vodu u bunaru. Potencijalni uzroci su još i prisustvo organskih materija, prisustvo jedinjenja fosfora, azota i kiseonika. Prvo se na unutrašnjoj površini zida bunara formiraju naslage jedinjenja, kalcijuma, magnezijuma, gvožđa ili čestica mangana. Tako formirani podstoj je idealna podloga za razvoj biofilma. Bakterije, kvasci i plesni prijanjaju za ove čestice i zatim formiraju biofilm - sluzavi sloj po unutrašnjosti bunarske vertikale. Ovo dovodi do nastanka okruženja koje je idealno za razvoj mikroorganizama i cijanobakterija.

Zagađeni cevovodi i bunari se mogu očistiti u tri koraka [3]:

1. Kiselo – bazno pranje – koriste se limunska kiselina u 1-2 procentnom rastvoru, a potom natrijum hidroksid i do 5%

2. Razlaganje biofilma tretmanom sa jakim oksidansima. Ovo zahteva visoku dozu permanganata, hipohlorita, hidrogen peroksida (100 do 300 ppm po litru), hlor dioksida ili formaldehida.

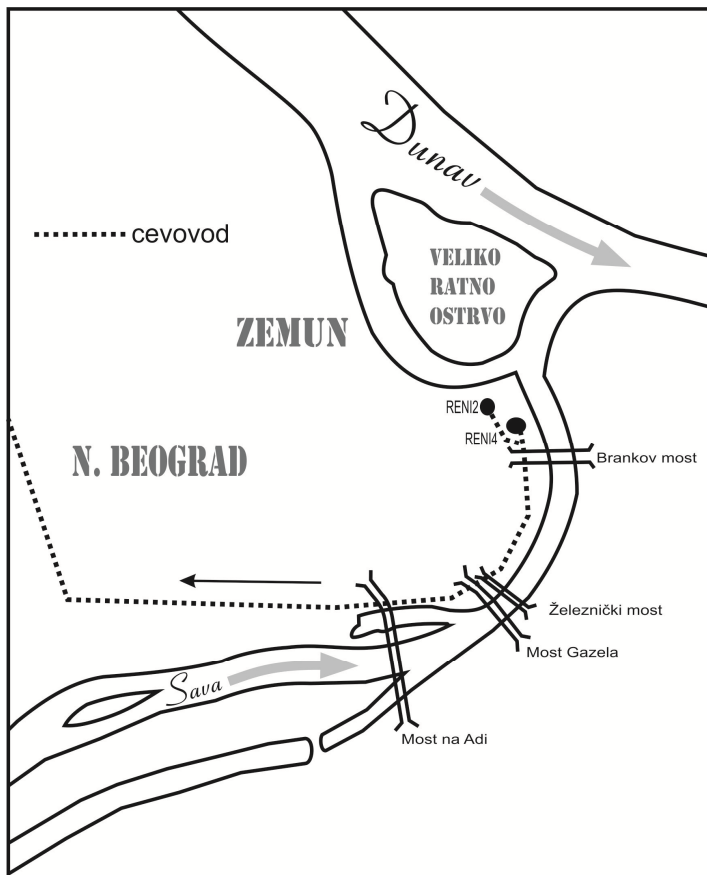
3. Instalacija uređaja za kontinualnu dezinfekciju kao preventive ponovnom stvaranju biofilma. Neophodno konstantno pratiti koncentraciju rezidualnog dezinficijensa a takodje i povremeno sa ručnim testerima.

Materijal i metode rada

Beogradski vodovod osnovan je pre 115 godina i tokom svog razvoja neprestano je povećavao kapacitete prateći demografski industrijski razvoj grada. U ovom periodu broj Beogradjana porastao je 25 puta a količina proizvedene vode 110 puta. Trenutno se oko polovine snabdevanja vodom ostvaruje preko reni-bunara, dakle iz podzemne vode, a drugu polovinu iz površinske. Hiperdezinfekcija bunarskog dna i bunarske vertikale od velikog je značaja za pravilno održavanje sistema. Inovativni načini dezinfekcije čak i bunara čija je dubina oko 30 m prikazani su u ovom radu i detaljno prikazani u narednom poglavlju.

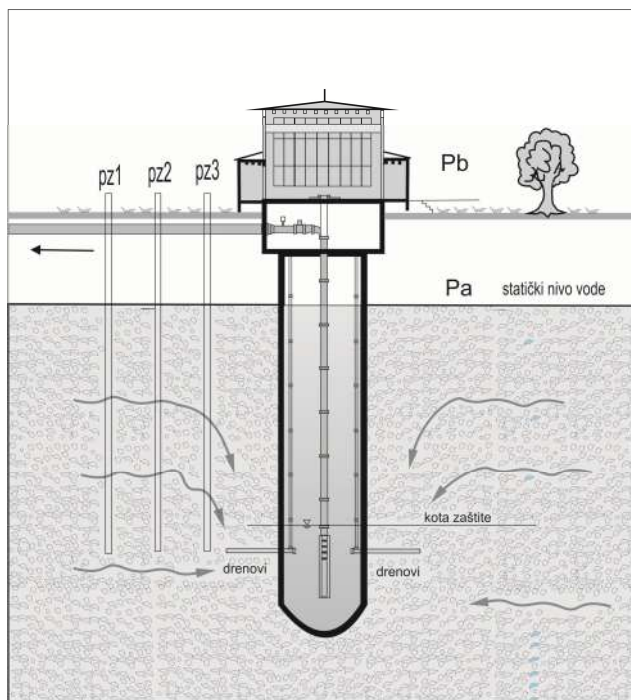
Rezultati istraživanja i diskusija

Beograd ima oko 100 reni-bunara, od kojih je 75 u funkciji. Zbog starenja reni-bunara i njihovog neobnavljanja, Beograd svake godine gubi 150-200 litara u sekundi izvorske odnosno podzemne vode. Bunari s vremenom daju sve manje i manje vode jer dolazi do zagušenja gvozdrenih drenova. Reni bunari 2 i 4 se nalaze na levoj obali Save a par stotina metara pre ušća Save u Dunav Slika 1.



Slika 1. Geografska lokacija Reni bunara 2 i 4.
 Figure 1. Geographical locations of Reni wells 2 and 4.

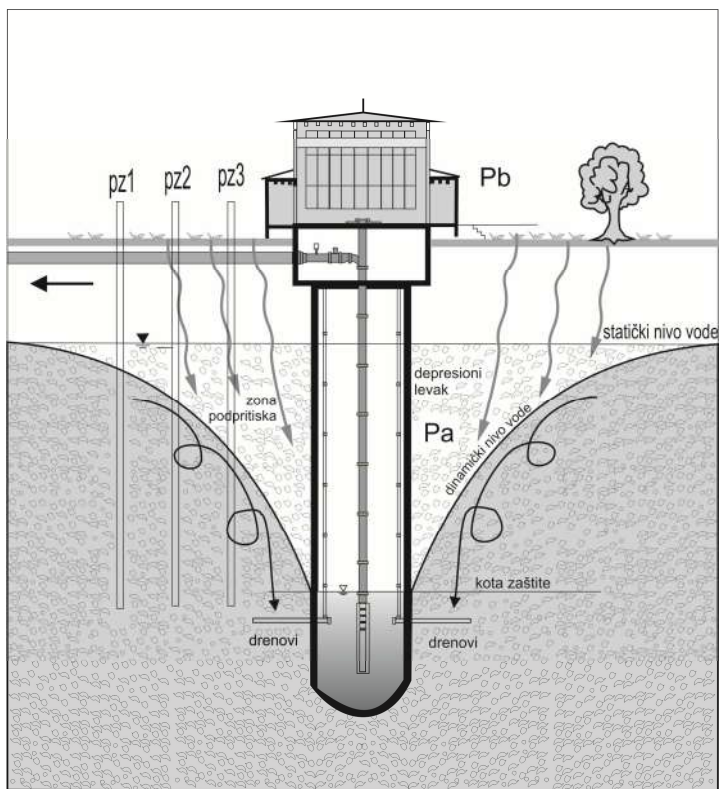
Bakterioloske analize koje radi Zavod za javno zdravlje Beograda (ZZJB) pokazuju da voda u bunaru nije odgovarajućeg kvaliteta odnosno brojnost cijanobakterija je povećana. Razlog pojave cijanobakterija mogu biti: zbog starosti bunara i nepravilne eksploatacije, nepoštovanja zona sanitarne zaštite oko bunara, sekundarnog zagađenja u samoj bunarskoj vertikali i dr.



Slika 2. Pravilna eksploatacija bunara.

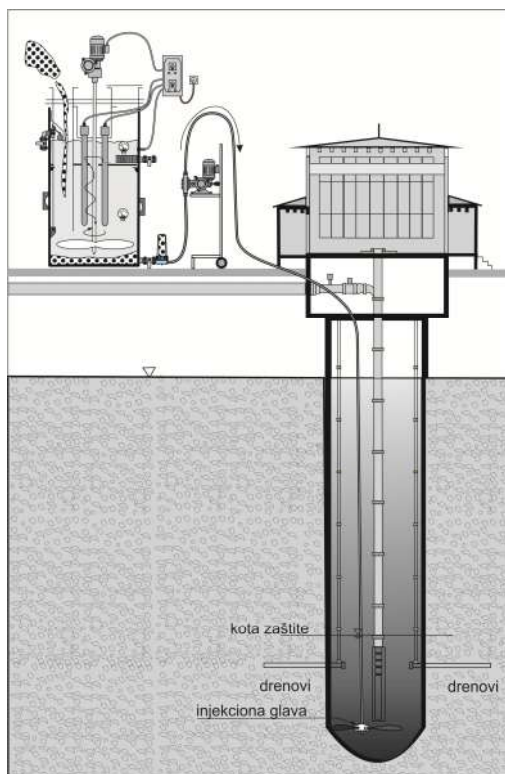
Figure. Appropriate exploration of the wells.

Pravilna eksploatacija bunara podrazumeva da se statički nivo podzemne vode ne razlikuje mnogo od dinamičkog nivoa kada se pumpom voda eksploatiše. Primer pravilne eksploatacije bunara dat je na slici 2. Sa slike se vidi da se statički i dinamički nivo podudaraju a to se može zaključiti merenjem nivoa u piezometrima pz1, pz2 i pz3. Odabir pumpi za eksploataciju vode iz bunara se vrši prvenstveno na osnovu izdašnosti bunara i visine dizanja. Obično se uzima pumpa koja na zahtevanoj visini dizanja eksploatiše 70% od dotoka vode tako da je obezbeđeno laminarno strujanje vode kroz vodonosni sloj. Na ovaj način pritisak iznad vodenog sloja P_a je viši od pritiska vertikalno naviše što znači da je viši i od atmosferskog pritiska P_b (Slika 2.). Na ovaj način je minimizirano strujanje vazduha i atmosferskih padavina od površine do vodonosnog sloja bunara. Međutim zbog pada izdašnosti bunara, tokom procesa starenja, dolazi se u situaciju da pumpa počinje da eksploatiše bunar nepravilno tj sa protokom većm od izdašnosti bunara. U tom slučaju počinje da se formira depresioni levak koji znatno obara nivo vode od statičkog nivoa a sam dotok vode kroz porozni sloj je turbulentan. Ako se na ovaj način bunar eksploatiše dolazi do njegovog ubrzanog starenja i bakteriološkog zagađenja vodonosnog sloja. Stvaranjem depresionog levka [4] od statičkog nivoa do kote zaštite (Slika 3) u zoni oko bunara a u unutrašnjosti levka se stvara podpritisak koji praktično usisava čestice i vode iz okolnih ne vodonosnih slojeva a i sa same površine vazduh ili atmosferske padavine.



Slika 3. Formiranje depresionog levka tokom nepravilne eksploatacije bunara Reni 4.
 Figure 3. Funnel formation during inappropriate exploration of the well (Reni 4).

S obzirom da je oko bunara parkovska površina gde se kreću ljudi, automobili i životinje, zagađenje sa površine sa bakterijskim kulturama dospeva u vodonosni sloj odakle se crpi sirova voda za vodosnabdevanje. Zbog turbulentnog strujanja koje nosi sitne čestice ka drenovima bunara dolazi do njihovog zapušavanja i smanjenja izdašnosti odnosno fenomena poznatog kao ubrzano starenje bunara. Ovaj fenomen smo uočili neposrednim osmatranjem i merenjem piezometrijskih visina i merenjem visine statičkog i dinamičkog nivoa tokom rada crpnih pumpi. Dinamički i statički nivo se razlikuju za blizu 15m. Zbog nedostatka vode bunari se eksploatišu nepravilno i zbog toga ubrzano stare i povećava se bakterijsko opterećenje bunarske vertikale.



Slika 4. Uređaj za kontinualno rastvaranje, temperovanje i doziranje kalijum permanganata na bunarsko dno i duž bunarske vertikale.

Figure 4. Device for continuous dissolution, dosing and temperature regulation of added potassium permanganate onto the well bottom and vertically along the well.

S obzirom da se ne može uticati na način eksploatacije bunara neophodno je u češćim vremenskim intervalima pristupiti procesu hiperdezinfekcije i hemijskog pranja bunarskog dna i bunarske vertikale i cevovoda [7]. Kako bi se rešio problem bakteriološke ispravnosti instalirana je oprema 12.2.2019.god za kontinualno rastvaranje, temperovanje i doziranje kalijum permanganata [5,6] prikazana na slici 4. Ovaj uređaj radi na sledeći način. Posuda od 2000 l se sastoji zapravo iz dva dela. U gornjem delu posude su instalirani grejači koji se spuštaju u donji deo posude gotovo do samog dna. U gornjem delu posude je takođe ventil plovak koji kontinualno dodaje vodu iz cisterne koja je pod pritiskom. Ventil plovak ubaci toliko vode koliko dozir pomba usisava zasićenog rastvora permanganata sa dna donjeg dela posude. Voda ulazi na vrhu gornjeg dela gde se nalaze četiri štapićasta grejača tako da je predgreju pre nego što stigne u donji deo posude. Gornji i donji deo posude su razdvojeni sa pregradom kako bi se umirilo kretanje rastvora u gornjem delu pre nego se zagreje na zadatu temperaturu koja se podešava termostatom. Kroz osu posude prolazi mešalica koja na dnu ima četiri propelera instaliranih neposredno uz samo dno posude. Brzina rotacije

mešalice je oko 30 obrtaja u minuti. Na vrhu posude je instaliran motor sa reduktorom snage 2,2 kW koji pokreće rotiranje mešalice. Doziranje kristalnog kalijum permanganata se ostvaruje na vrhu posude koja ima dozirnu cev koja od vrha posude vodi kristale permanganata do dna drugog dela posude na kome uvek ima praškastog permanganata kao osnovne potvrde da imamo u donjem delu posude zasićen rastvor kalijum permanganata. Na samom dnu posude se nalazi i sapnica koja ne dozvoljava da usisna pumpa uvuče kristale permanganata već samo rastvor. Sa spoljne strane posude nalazi se još jedan mrežasti filter od 50 mikrona koji je drugi sugurnosni element da pumpa ne povlači u kristalnu formu kalijum permanganata.

Na potisnom vodu pumpe (Slika 4) nalazi se dugačko fleksibilno crevo koje se na kraju završava sa injekcionom glavom i tegom na njoj. Teg omogućuje da se crevo lakše spušta na dno bunara. Kada je crevo sa injekcionim ventilom spušteno na dno bunara od 25m uključuje se dozirna pumpa koja usisava zasićen rastvor kalijum permanganata i potiskuje ga na bunarsko dno. Da bi se dobila željena koncentracija po celoj bunarskoj vertikali od 25 mg/l neophodno je injektirati u bunar 7,5 kg kristalnog kalijum permanganata ili 174, 5 litara zasićenog rastvora (proizvod rastvorljivosti kalijum permanganata na 10 0C je 43 g/l). Temperatura rastvora u reakcionoj posudi bija je 10 0C. Dozirna pumpa je podešena na kapacitet od 500 litara na sat što znači da vreme doziranja pod tim uslovima treba da bude 1255,8 sekundi tj oko 21 minut. Prvo je tretirano bunarsko dno sa većom koncentracijom od 25 mg/l a potom posle 5 min doziranja lagano je ručno povlačeno crevo duž cele bunarske vertikale tako da je posle 21 minut izvučeno potpuno iz vodenog stuba bunara kada je i zaustavljeno dalje doziranje dozirnom pumpom.

Posle obavljenog tretmana bunar je ostavljen da naredna dva sata bude u kontaktu sa visokom koncentracijom kalijum permanganata. Nakon dva sata pristupilo se procesu ispiranja (oko 1000 m³) tako da je u bunar ušla sveža voda iz vodonisnog sloja. Potom su radnici sanitarne kontrole a posle 24 h uzeli uzorke za analizu vode na prisustvo cijano bakterija. Dobijeni su sledeći rezultati koji su prikazani u Tabeli 1.

Tabela 1. Prisustvo cijanobakterija u bunaru Reni 4 posle tretmana sa KMnO₄.
 Table 1. Existance of cyanobacteria in the well (Reni 4) after the treatment with KMnO₄.

| | <i>Vreme posle tretmana bunarskog dna i bunarske vertikale sa KMnO₄ 25 mg/l</i> | <i>Broj cijanobakterija po cm² i l</i> |
|----|--|---|
| 1. | <i>1 dan</i> | <i>20</i> |
| 2. | <i>2 dana</i> | <i>5</i> |
| 3. | <i>3 dana</i> | <i>0</i> |
| 1. | <i>4 dana</i> | <i>0</i> |
| 2. | <i>5 dana</i> | <i>0</i> |

Posle ovog tretmana, kontaktnog vremena od 24 h, ispiranja, uzorkovanja kao i u prethodnim slučajevima dobijeni rezultati pokazuju (Tabela 1) da nisu više prisutne u bunaru ali da se tokom narednih dana ne pojavljuju u bunaru. Pojava cijanobakterija u bunaru je verovatno posledica loše eksploatacije bunara, probijanja zona sanitarne zaštite (u neposrednoj blizini se nalaze restorani splavovi koji nemaju rešene fekalne vode) pa je neophodno bunare sve češće trtirati oksidansima visoke koncentracije.

Zaključak

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da:

- Dezinfekcija bunara sa kalijum permanganatom minimizira sadržaj patogena.
- Koncentracija kalijum permanganata od 25 mg/l je dovoljna da dezinfikuje i stopira umnožavanje cijanobakterija.
- Zbog nepravilne eksploatacije bunara i probijanja zona sanitarne zaštite dolazi do stalne prihrane cijanobakterija što sa površine što iz samog vodonosnog sloja u toku od nekoliko meseci kada se ponovo detektuje njihovo povećano prisustvo.

Napomena

Istraživanja u ovom radu finansirana su sredstvima JKP Beogradski vodovod i kanalizacija.

Literatura

- Fawell J.K., Hart J., James H.A. and Parr W. (1993) Blue-green algae and their toxins – Analysis, toxicity, treatment and environmental control. *Water Supply*, 11(3/4): 109-121.
- Rodriguez E., Onstad G.D., Kull T.P.J. (2007) Oxidative elimination of cyanotoxins: Comparison of ozone, chlorine, chlorine dioxide and permanganate. *Water Research*, 41(15): 3381-3393.
- Milojko Lazić “Metode razrade i revitalizacije bunara“ RGF, AD „Kultura“ (2004).
- Milenko Pušić, „Hidraulika bunara“ RGF, Insituit za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ (2012).
- Fitzgerald G.P. (1966) Use of potassium permanganate for control of problem algae. *Journal of the American Water Works Association*, 58: 609-614.
- Pivokonska L., Baresova M., Henderson R.K., Zamyadi A., Janda V., Naceradska J., Pivokonsky M. (2017) The impact of pre-oxidation with potassium permanganate on cyanobacterial organic matter removal by coagulation, *Water Research* 114, 42-49.
- Trišović T., Milojević S., Jugović B.Z., Nikolić M., Trišović Z., (2018) Pranje i dezinfekcija vodovodne mreže na poligonu nacionalne vozačke akademije NAVAK u Subotičtu, XXIII savetovanje o biotehnologiji, 511-517.

WASHING AND DESINFECTION OF THE WELLS TYPE RENI

*Tomislav Trišović¹, Branimir Grgur², Lidija Rafailović³, Milica Popović²,
Trišović Zaga⁴*

Abstract

We show in this work the treatment procedure utilized for cleaning and desinfection of water in water wells of large capacity as in the case of wells of Belgrade Waterworks. The typical examples of such well of large capacity are Reni wells 2 i 4 located 50m from the left bank of the river Sava and in close geometrical distance of confluence of Save river into the Danube. The depth of wells is around 30 m, diameter of around 4 m with approximat content of 300 m³ of water. In this work, we demonstate a simple but innovative approach for the disinfection of the well bottom, vertical areas along the well and inner inlets that pump in the water into the well.

Key words: wells, water, treatment, disinfection, KMnO₄

¹Technical Institut of Serbian Academy of Sciences and Arts, K. Mihailova 35/4, 11000 Belgrade, Serbia

²Faculty of Technology and Metallurgy, Karnegijeva 4, 11 000 Belgrade, Serbia

³CEST, Viktor-Kaplan-Str. 2, A-2700 Wiener Neustadt, Austria

⁴Faculty of Mechanical Engineering, Kraljice Marije 16, 11 000 Belgrade, Serbia

**CIP- Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије**

63(082)
606:63(082)

САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (24 ; 2019 ; Чачак)

Zbornik radova. 2 / XXIV savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 15-16. mart 2019. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku = [organized by] University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak. - Čačak : Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet, 2019 (Čačak : Vajić). - Str. 483-845 : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 180. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-87611-68-9
ISBN 978-86-87611-69-6 (niz)

1. Агрoномски факултет (Чачак)

- a) Пољопривреда - Зборници
- b) Биотехнологија - Зборници

COBISS.SR-ID 274576652