

DOI: <https://doi.org/10.5592/CO/ZT.2017.25>

Primjena Stimela okruženja na izvorištu Radobolja u Mostaru

Tatjana Džeba

Sveučilište u Mostaru, Građevinski fakultet
kontakt: tatjana.dzeba@tel.net.ba

Sažetak

Okosnicu vodoopskrbnog sustava grada Mostara čine izvorišta Radobolja i Studenac. Potreba zaštite njihovog slivnog područja i zaštite od utjecaja vode iz izgrađenih hidrotehničkih akumulacija je sve izraženija, a održavanje, razvoj i unapređenje postojećeg sustava brze filtracije i dezinfekcije na izvorištu Radobolja od izuzetnog je značenja. Stoga se ovim radom daje pregled postojećih modela procesa pripreme vode za piće i razmatra ideja za mogućnost primjene i razvoja Stimela okruženja modeliranja na izvorište Radobolja. Modeliranje bi omogućilo optimalan učinak stanice i poboljšanje do sada samo iskustvenog upravljanja stanicom. Spomenuta ideja bi se razradila kroz istraživanje i zaokružila doktorskim radom.

Glavne riječi: *slivno područje, kvaliteta vode za piće, izvorište Radobolja, modeliranje procesa pripreme, Stimela okruženje*

Application of Stimela environment on Radobolja Spring in Mostar

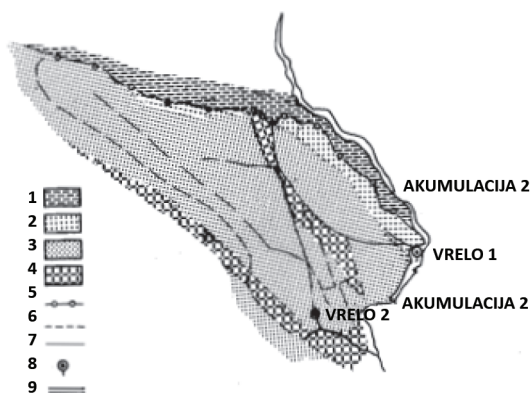
Abstract

Base of water supply system for city of Mostar are springs Radobolja and Studenac. A need for environmental protection of their catchments and protection from influence of water from reservoirs is growing constantly, while maintenance, development and improvement of existing rapid filtration and disinfection system on Radobolja Spring has exceptional value. This paper gives an overview of existing models for water treatment process and discusses idea for application and development of Stimela environment on Radobolja Spring. Use of models would enable optimum efficiency and improve current experience-based management of water treatment plant. This idea would be further developed through research and result with PhD thesis.

Keywords: *catchment, drinking water quality, Radobolja Spring, water treatment modeling, Stimela environment*

1 Uvod i pregled dosadašnjih ispitivanja područja izvorišta

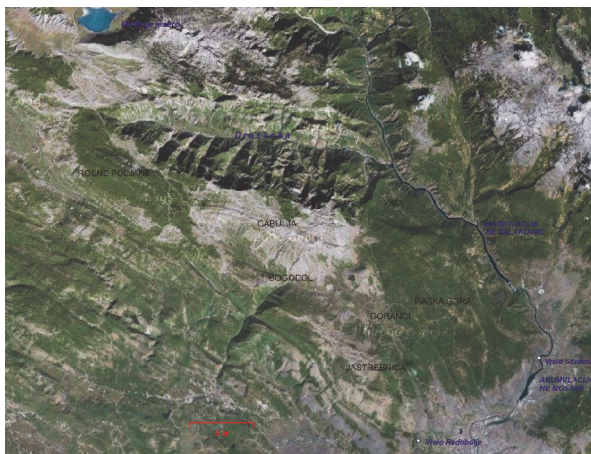
Vodoopskrba urbanog područja grada Mostara oslanja se na dva glavna izvorišta: vrelo Radobolje i Studenac čiji slivovi predstavljaju složenu cjelinu s varijabilnim granicama. Slivno područje pretežno karbonatnog masiva izgrađeno je od pukotinsko kavernoznih krednih i eocenskih krečnjaka, rjeđe vodopropusnog fliša i slabo vodopropusnog glacialnog zrnatog materijala. Slabo vodopropusni dolomiti (T3, J3) leže u podini klasificiranih krečnjaka, koji ubrani u siklinorijum zajedno s podužnim i reverznim i normalnim rasjedima omogućavaju kretanje podzemnih voda ka centralnom depresijskom dijelu, pri čemu značajnu ulogu u povezivanju pri nekim stanjima voda imaju dva dijagonalna rasjeda.



Slika 1. Sliv vrela s glavnim geološkim karakteristikama

Površina sliva oba izvorišta iznosi oko 280 km². Pomoću podataka o otjecanjima na vrelo Radobolje (vrelo 2), za niz od 40 godina, određena je slivna površina za to vrelo u iznosu od približno 100 km², a za sliv Studenac (vrelo 1) 180 km².

Prosječna je nadmorska visina sliva vrela Studenca (vrelo 1) oko 990 m n. m., a vrelo Radobolje oko 840 m n. m. Vrelo Studenac je na oko 66 m n. m. Prirodni minimum vrela 1 određen je s 1 m³/s, koji se puštanjem u pogon akumulacije Salakovac 80-ih godina (akumulacija 2) povisio na 2,5 m³/s. U prirodnom režimu zabilježen je prosječni protok vrela Studenac u iznosu od 6,4 m³/s. Protoci vrlo velikih voda su reda 40 m³/s, od kojih 10 m³/s istječe kroz pukotinski sustav u koritu vodotoka, a 30 m³/s preko povremenog vrela P1. Istražnim bušenjima utvrđena su tri pukotinska sustava-provodne zone, i to glavni s najvećim tlakovima na 140 m dubine, drugi na 50 m - 60 m dubine i treći između 10 m i 20 m dubine.



Slika 2. Satelitski snimak položaja akumulacija i slivnog područja vrela Radobolja i Studenac

U jednom od elaborata, izrađenom u travnju 1990. godine, analiziran je utjecaj akumulacije Salakovac (akumulacija 2) i akumulacije Mostar (akumulacija 1) na izvorište Studenac i utvrđeno je sljedeće: utok i dotok voda iz akumulacije Salakovac u izvorište Studenac najveći je u periodu malih voda, dok se kod većih voda taj priljev smanjuje da bi za protok od $6 \text{ m}^3/\text{s}$ utjecaj pao na samo 20 %. Provedena fizikalno-kemijska i hidrobiološka ispitivanja su potvrdila navedenu činjenicu o utjecaju akumulacije Salakovac. Također je u tijeku probnog punjenja akumulacije Mostar, provedena hidrodinamička analiza. Pri razini akumulacije Mostar od 72 m n. m. simuliran je rad svih bunara (pet po $120 \text{ dm}^3/\text{s}$ i dva po $250 \text{ dm}^3/\text{s}$, tj. ukupno $1100 \text{ dm}^3/\text{s}$). Simulacija je pokazala da će jedino i tijekom povećanja razine vode pri uspostavljenom novom stacionarnom stanju na razini 78 m n. m. jedan od bunara (B-3) primati vodu iz akumulacije Mostar. Za oba vrela je izrađen model padaline - otjecaj.

2 Aktualni modeli pripreme vode

Stupanj složenosti pripreme vode za piće ovisi s jedne strane o kvaliteti sirove vode koja se upotrebljava, a s druge strane o zakonski propisanoj kvaliteti vode za piće. Iskustva s modeliranjem pripreme vode za piće nisu velika, jer su počeci modeliranja pripreme vode za piće zabilježeni tek 1990-ih godina [1]. Razlozi tako male uporabe su količina podataka potrebna za testiranje te kalibriranje modela i krutost modela tijekom primjene izvan kalibriranog područja.

Od postrojenja za pripremu vode za piće, na izvorištu Radobolja postoje brzi filtri i sustav dezinfekcije, a na izvorištu Studenac samo se provodi dezinfekcija. Uglavnom se rad stanice za pripremu vode za piće do sada bazirao na iskustvu operatera, pa je to slučaj i s postojećim sustavom za pripremu vode za piće na izvorištu Radobolja.

Većinom godine kvaliteta je vode na izvorištu dobra, pa se od postupaka provodi samo dezinfekcija, a kvaliteta vode se svakodnevno u tijeku radnog tjedna prati i analizira u Higijenskom zavodu Mostar.

U periodima velikih kiša i izraženih pljuskova dolazi do zamućivanja, pa se u tim slučajevima voda za piće pročišćava brzim filtriranjem na postojećoj stanici na izvorištu, te dezinficira. Osim iskustva dežurnog operatera, ne postoji nikakav model kojim se prati i optimizira proces.

Sadašnja dostignuća u oblasti procesa pripreme vode za piće [2] usmjerena su na dobivanje modela s konceptom „stvarne stanice za preradu vode“ kao sredstva za oponašanje već izgrađene stanice i time alata za pomaganje operateru u iznalaženju optimalnih odrednica za rad same stanice. U tablici 1. prikazani su aktualni raspoloživi modeli i njihove karakteristike.

Tablica 1. Rezime karakteristika modela [3]

Modeli: karakteristike	OTTER (WRC – Komisija za istraživanje voda, SAD)	Stimela (Tehnički univerzitet u Delftu, Nizozemska)	Metrex (Tehnički univerzitet u Duisburgu, Njemačka)	WTP (EPA US– Agencija za zaštitu okoliša, SAD)	WatPro (Hydromantis, Kanada)
Dinamičnost?	DA	DA	DA	NE	NE
Prerada mulja?	DA	NE	NE	NE	NE
Recirkulacija?	DA	DA	NE	NE	NE
Dizinfekcija?	DA	DA	DA	DA	DA
Bistrenje?	DA	NE	DA	NE	NE
Filtracija?	DA	DA	DA	NE	NE
Lako proširenje?	NE	DA	NE	NE	NE
Projektiranje i u radu?	DA	DA	NE	DA	DA
Istraživačka uporaba?	NE	DA	DA	NE	NE
Lakoća uporabe?	DA	NE	NE	DA	DA

Stimela i Matrex okruženje modeliranja koriste okvirni alat – MATLAB / Simulink. Korištenje MATLAB / Simulinka čini modele Stimela okruženja jednostavnim i pristupačnim, struktura modela je otvorena i fleksibilna, grafička vizualizacija rezultata je također dostupna i nije nužno da korisnik uči MATLAB ili Simulink.

3 Modeliranje pripreme vode za piće u Stimela okruženju

Stimela je okruženje modeliranja koje je razvijeno i koje se i dalje razvija u kompaniji DHV Water BV (DHV Water BV, 2016) i Tehničkom sveučilištu u Delftu – Nizozemska. To sveučilište ima dužu tradiciju korištenja modeliranja u edukacijske i znanstvenoi-straživačke svrhe, te je na njemu već obranjeno nekoliko znanstveno-stručnih disertacija, koje se bave razvojem i primjenom modela Stimela okruženja [4]. Stimela modeli procesa pripreme vode za piće zahtijevaju definiranje različitih parametara kvalitete vode (parametri ovisni o konkretnom procesu). Svaki blok sadrži datoteke, odnosno parametre koji su relevantni za taj blok i proces prerade, te druge podatke koji opisuju stanje tih procesa (gubici tlaka u filtrima, stupanj zasićenja aktivnog ugljena, veličina zrna u reaktoru za omekšavanje i sl.). Simulacija modeliranjem može biti pokrenuta nakon utvrđivanja svih potrebnih parametara u okviru definiranih datoteka, birajući metodu povezivanja u blok-dijagram, veličinu koraka i vrijeme simulacije. Nakon simulacije dobiva se grafički izlaz (eventualno i tablični prikaz) otvaranjem izlaznog bloka. Izračunane vrijednosti iz izlaznih blokova modela mogu se usporediti s izmjerenim vrijednostima i dalje, u okviru primjene modela, provoditi kalibracija, verifikacija, odnosno testiranje modela koristeći odgovarajuću bazu podataka.

U BiH je izrađen i obranjen doktorski rad u Stimel okruženju modeliranja [2], gdje je prikazana efektivna primjena ovog modela kroz primjere dviju filtarskih stanica (FS) u BiH (FS »Crkvice« Zenica i FS »Tilave« Sarajevo). Potvrđene su povoljne mogućnosti primjene modeliranja iz Stimela okruženja na FS u BiH. Definirana je procedura, odnosno koraci tijekom primjene modeliranja procesa konvencionalnog filtriranja. Dokazano je da primjena modela znači bolju i učinkovitiju primjenu podataka koji se prate na stanici kroz definiranje baze podataka za modeliranje, te bolje razumijevanje procesa povećanjem uvida kako različiti parametri djeluju na sam proces, posebno na njegove izlazne/kontrolne parametre. Također, koristeći mogućnosti modeliranja, dokazana je mogućnost djelotvornijega korištenja raspoloživih kapaciteta FS (na primjer, izborom odgovarajućeg tipa ispune, odnosno odgovarajućih operacijskih parametara). Ovim radom je dokazano da modeliranje može biti instrument podrške u pripremi vode za piće, maksimalno koristeći raspoložive podatke i instalirane kapacitete, odnosno opremu i objekte stanice.

4 Zaključak

Kao zaključak se nameće činjenica da primjena modeliranja znači podršku procesima prerade bez velikog oslanjanja na iskustvene podatke i skupa pilot istraživanja.

Budući da pojedini blokovi Stimela okruženja nisu do sada dovoljno istraživani (npr. dezinfekcija), mogućnost izrade doktorskog rada za izvorište Radobolja u Stimela okruženju značilo bi primjenu i usavršavanje postojećeg modela na brze filtre na izvorištu Radobolja i razvoj modela za dezinfekciju u ovom okruženju.

Literatura

- [1] Dudley, J., Dillon, G., Rietveld, L.C.: Water treatment simulators, J. Water Supply: Res. Technol.- AQUA, 57 (2008) 1
- [2] Jusić, S.: Novi pristupi modeliranju pripreme vode za piće, VODOPRIVREDA 0350-0519, 48 (2016) 282-284, pp. 191-201
- [3] Hamouda, M.A., Best, J., Anderson, W. B. i Huck, P.M: What Dynamic Simulation Can Add to Water Utility Risk Assessment, Conference: 2014 OWWA/OMWA Joint Annual Conference and Trade Show, London, May 4th - 7th, 2014
- [4] Rietveld, L.C.: Improving Operation of Drinking Water Treatment through Modeling, PhD Dissertation, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, University of Technology, TU Delft, 2005.