

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2018

The 47th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2018

Conference Proceedings



Sokobanja, 12. – 14. jun 2018.



ПОВОДОМ 150 ГОДИНА САВЕЗА ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА СРБИЈЕ

Корени српске техничке цивилизације почињу још у средњем веку у доба Немањића. Зачети инжењерства су у рударско-металуршким подухватима као што је значајни рудник Ново Брдо и грађењу величанствених сакралних и других објеката.

Обнављањем српске државе после вишевековне Отоманске власти и стварањем модерне државе у 19. веку оживело је и инжењерство у Србији. Инжењери се тада претежно школују у Аустроугарском царству и у Француској. Већ 1868. године 3. фебруара била је основана „Техничарска дружина“ која је претеча данашњег Савеза инжењера и техничара Србије.

Инжењерски Савез је за својих 150 година пролазио кроз разне мене, али је стално био активан и друштвено препознатљив. Многи значајни инжењери и научници свих струка су били и сада су активни чланови. Први председник је био архитекта и урбаниста Емилијан Јосимовић, а истакнути почасни члан Никола Тесла.

Врло значајан моменат у раду и афирмацији Савеза је била изградња зграде Дома инжењера Србије 1936. године и новог Дома инжењера „Никола Тесла“ 1967. године. Средства за изградњу домова су обезбеђивали инжењери, привредници и добротвори чиме је инжењерска интелигенција исказала значај и вољу за окупљањем и деловањем кроз форму удружења и савеза као израз стручног, научног и интелектуалног, те критичког ангажовања.

Савез данас има преко четрдесет, што струковних, мултидисциплинарних, тематских, градских и регионалних чланица. У његовом саставу је Развојни центар, као и Инжењерска академија Србије. Активности су разноразне: окупљање, дебате, конференције, издаваштво, сарадња са другим струкама и удружењима, одржавање стручних испита, изложбе, рад са студентима, средњошколцима, младим истраживачима.

Чланство Савеза броји више хиљада инжењера из свих градова и општина Србије. Савез и његове чланице су невладине организације, које се самофинансирају из својих активности и чланарине.

Значај и улога Савеза у друштву су велики и у Србији и у широј европској и светској инжењерској заједници, што се очитује кроз видове чланства у међународним, сродним, организацијама, те у домаћем амбијенту кроз афирмацију знања и сарадњу са другим удружењима, државним органима, привредом, школством и нарочито по бројности и квалитету својих чланова.



www.sdzv.org.rs

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY

II

IZDAVAČ (PUBLISHER):

Srpsko društvo za zaštitu voda, Kneza Miloša 9/1, Beograd, Srbija,
Tel/Faks: (011) 32 31 630

PROGRAMSKI ODBOR (PROGRAMME COMMITTEE):

Prof. dr Branislav ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Prof. dr Božo DALMACIJA, dipl.hem., Novi Sad
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr. Bela CSÁNYI, dipl.biol., Budimšešta-Mađarska
Prof. dr Peter KALINKOV, dipl.inž.građ., Sofija-Bugarska
Prof. dr Valentina SLAVEVSKA STAMENKOVIĆ, dipl.biol., Skoplje-R.Makedonija
Prof. Dr. Goran SEKULIĆ, dipl.inž.građ, Podgorica-Crna Gora
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem., Beograd
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd

UREDNIK (EDITOR):

Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.

TIRAŽ (CIRCULATION):

200 primeraka

ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun, 2018

CIP- Katalogizacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije

502.51(082)

556.11(082)

628.3(082)

628.1(497.11)(082)

574.5(082)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (47 ; 2018 ; Соко Бања)

Voda 2018 = Water 2018 : zbornik radova : 47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda = Conference Proceedings : 47th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, Soko Banja, 12. - 14. jun 2018. / [organizator] Srpsko društvo za zaštitu voda u saradnji sa Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd [i JKP Drugi oktobar, Vršac] ; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2018 (Zemun : Akademska izdanja). - XII, 481 str. : Ilustr. ; 24 cm

Tiraž 200. - Str. XI: Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-6-3

1. Српско друштво за заштиту вода (Београд) 2. Институт за водопривреду "Јарослав Черни" (Београд) 3. ЈКП Други октобар (Вршац)
а) Воде - Зборници б) Отпадне воде - Зборници с) Снабдевање водом - Србија - Зборници
д) Хидробиологија - Зборници

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

u saradnji sa

Institutom za vodoprivredu "JAROSLAV ČERNI", Beograd

ZBORNİK RADOVA

47. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

VODA 2018

*47TH ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2018"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Sokobanja, 12. - 14. jun 2018.

IV

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd), u saradnji sa
Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (Beograd) i
JKP "Napredak", Sokobanja

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

KOPREDSEDNICI: Saša DRLJAČA, dipl.ecc., Sokobanja
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Nataša MILIĆ, dipl.inž.šum., Beograd
Latinka OBRADOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž.polj., Beograd
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Dragan ĐORĐEVIĆ, dipl.ecc., Beograd
Toplica GOLUBOVIĆ, dipl.inž., Sokobanja
Zoran RISTIĆ, dipl.inž.građ., Sokobanja
Zoran MILOSAVLJEVIĆ, dipl.ecc., Sokobanja
Miodrag MILOVANOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biolog, Beograd
Radmilo NIKOLIĆ, dipl.inž., Kladovo
Mr Bratislav STIŠOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Slavko VRNĐIĆ, dipl.inž.građ., Novi Sad
Dr Mirko ĐUROVIĆ, dipl.biolog, Kotor - Crna Gora
Zdravko MRKONJA, dipl.hem., Trebinje - R.Srpska-BiH
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn., Bijeljina - R.Srpska-BiH
Drago ĐAČIĆ, dipl.inž.rud., Podgorica - Crna Gora

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd
- Saobraćajni institut CIP, Beograd

Slika na koricama: akumulacija Bovan na reci Moravici

PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA OBRENOVCA

Marko Babić*, Aleksandar Đukić**

* *NIRAS SR doo., Lepenička 7, Beograd, email: marko.babic93@yahoo.com*

***Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, Bul. kralja Aleksandra 73,
Beograd, email: djukic@grf.bg.ac.rs*

REZIME

U radu je prikazano rešenje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) Obrenovca. Analizirani su rezultati merenja količine i kvaliteta otpadnih voda na postojećem ispustu u reku Kolubaru, na osnovu kojih su određene merodavne vrednosti za dimenzionisanje PPOV i usvojen je postupak tretmana. Izvršeno je tehnološko dimezionisanje objekata postrojenja i urađen je detaljan hidraulički proračun. Procenjena je investiciona vrednost izgradnje objekata, kao i fiksni i varijabilni operativni troškovi.

KLJUČNE REČI: prečišćavanje otpadnih voda, kanalizacioni kolektor, hidraulički proračun

WASTEWATER TREATMENT OF OBRENOVAC MUNICIPALITY

ABSTRACT

This paper presents technical solution of the wastewater treatment plant (WWTP) for the city of Obrenovac. The results of wastewater quantity and quality measurements at the existing outlet in the Kolubara River were analyzed, design criteria for WWTP were determined and process flowchart was defined. Sizing of plant facilities was carried out followed by detailed hydraulic calculations. Total investments for new wastewater transport and treatment facilities are estimated, as well as fixed and variable operational costs.

KEY WORDS: wastewater treatment, sewage collector, hydraulic calculation

UVOD

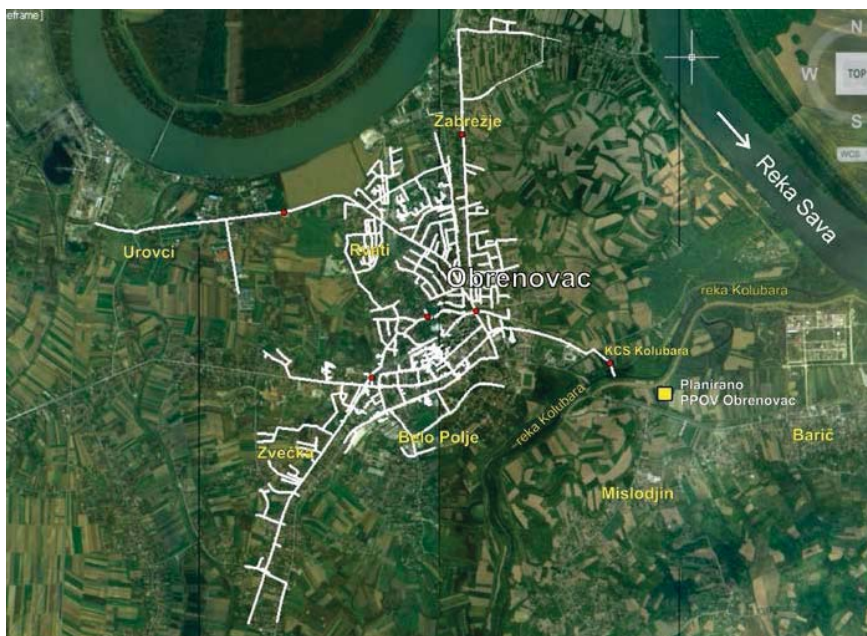
Obrenovac je beogradska opština u kojoj živi nešto više od 72.000 stanovnika. Samo naselje Obrenovac predstavlja centar opštine i u njemu je, po popisu iz 2011. godine, živelo oko 25.000 stanovnika.

Kanalizacija u Obrenovcu je izvedena po separacionom sistemu – posebno se skupljaju i kanališu upotrebljene vode iz domaćinstava a posebno atmosfenske padavine. Pored

domaćinstava, na kanalizacioni sistem za upotrebne vode je priključena i lokalna industrija kao i razne uslužne delatnosti u vidu auto perionica, benzinskih pumpi itd. Pored Obrenovca, kanalizacioni sistem pokriva i naselja koja gravitiraju ka Obrenovcu i to su: Belo Polje, Zabrežje, Zvečka, Krtinska, Rvati i Urovci (leva obala Kolubare) kao i Barič i Mislodjin (desna obala Kolubare). Sakupljene upotrebne vode se dovode sve do kanalizacione crpne stanice (KCS) „Kolubara“ odakle se, bez prečišćavanja otpadna voda prepumpava preko zaštitnog nasipa i ispušta u reku Kolubaru, uzvodno od njenog ušća sa Savom. Postojeća kišna kanalizacija značajno je manje razvijena od kanalizacije za upotrebne vode i izgrađena je samo u pojedinim delovima naselja Obrenovac.

Katastrofalne poplave 2014. godine su uništile veći deo opreme u kanalizaciji, a deo kanalizacione mreže je bio oštećen ili zasut muljem. Kanalizacioni sistem je očišćen i delimično saniran tako da je ponovo u funkciji, ali očigledno je će doći do odlaganja u realizaciji planiranog razvoja kanalizacione infrastrukture Obrenovca.

Nedavno je usvojen „Plan detaljne regulacije za izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda na lokaciji uz reku Kolubaru - gradska opština Obrenovac“ koji predviđa lokaciju budućeg PPOV se nalazi u severoistočnom delu opštine Obrenovac, uz reku Kolubaru. Predmet ovog rada je analiza podataka o količini i kvalitetu otpadnih voda i analiza tehničkog rešenja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Obrenovca pre ispuštanja u reku Kolubaru. Prikaz postojeće kanalizacije mreže Obrenovca i planiranog položaja PPOV je dat na slici 1.



Slika 1. Pregledna situacija Obrenovca sa postojećom mrežom kanalizacije za upotrebne vode i položajem planiranog PPOV Obrenovac

Figure 1. Layout of Obrenovac with existing sanitary sewer network and planned WWTP location

KOLIČINE OTPADNIH VODA – POSTOJEĆE STANJE

Za potrebe određivanja količina otpadnih voda, od velike važnosti je izvršiti merenja na terenu. U proteklom periodu obavljene su dve serije merenja količina i kvaliteta otpadnih voda na glavnom, izlaznom kolektoru za upotrebljenu vodu Obrenovca, na osnovu kojih će se dobiti verodostojni podaci za analizu i dimenzionisanje budućeg PPOV. U ovom radu obrađivani su sledeći rezultati merenja:

- Merenja na glavnom ispustu kanalizacije vršena 2013. godine od strane Građevinskog fakulteta iz Beograda (nadalje u tekstu: GFB, 2013)
- Merenja na glavnom ispustu kanalizacije iz 2015. godine koje je izvršio Institut Jaroslav Černi (nadalje u tekstu: IJC, 2015).

Kako se između ove dve serije merenja dogodila katastrofalna poplava, poređenjem rezultata će moći da se izvuku zaključci da li poplava uticala na izmenu režima rada kanalizacije.

Merenja izvršena 2013. godine (Građevinski fakultet, 2013)

Celokupna prikupljena upotrebljena voda gravitira ka jednom jedinom ispustu, odnosno skuplja se u crpnoj stanici „Kolubara“, odakle se voda prepumpava kroz cev DN500 preko zaštitnog nasipa u reku Kolubaru. Karakteristike KCS Kolubara (GFB, 2013):

Objekat:

- Nadzemni deo: 17,8 x 8,0 m
- Podzemni deo: cilindričnog oblika dubine 8m i prečnika 7,2m

Pumpe:

- 2 x FLYGT CP 3300 MT (34 kW) – radne
- 1 x ZENIT SBN 3000/6/300 A1LT-E (22kW) – hladna rezerva

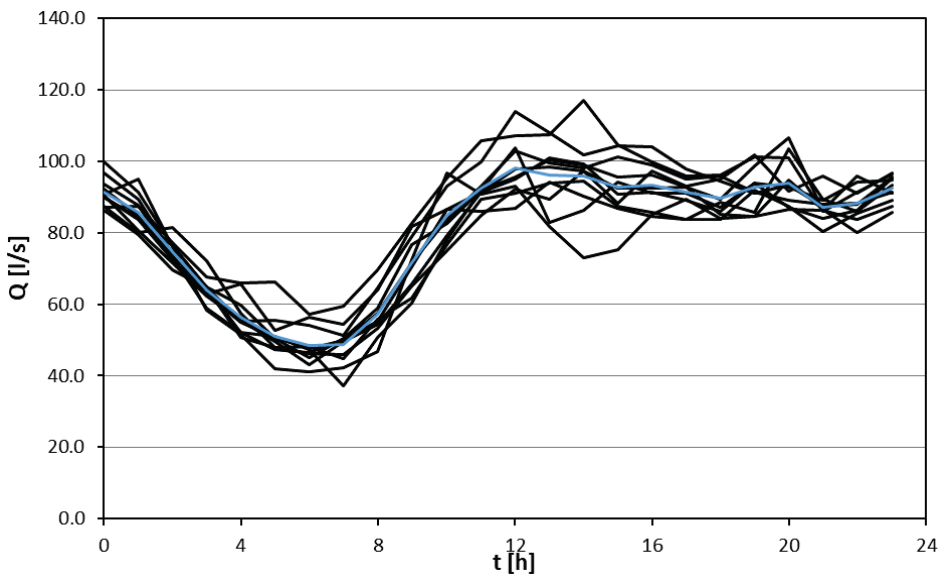


Slika 2. KCS Kolubara: spoljni izgled (levo), rešetka na dovodnom kolektoru (desno)

Figure 2. PS Kolubara: the building (left), screen at incoming trunk sewer (right)

Merenja brzine u tri različite tačke po visini su vršena pomoću EM sonde, i za veliku i za malu pumpu. Merenje je prvo izvršeno u sredini cevi kao i iznad i ispod centra cevi na odstojanju $\Delta h=140\text{mm}$. Na sledećoj slici se vide položaji tačaka u kojima je izvršeno

merenje brzine. Pri radu obe pumpe, za svaku tačku su izvršena po tri očitavanja brzina. Kada je izračunat protok, određena je zavisnost između očitanih protoka na ultrazvučnom merilu i protoka dobijenog proračunom. Sumarni obrađeni rezultati merenja protoka na poptisu KCS Kolubara, u periodima bez kiše, su dati na narednoj slici.



Slika 3. Dijagram promene protoka u periodu od 10.07. – 22.08.2013 (GRF, 2013)
Figure 3. Recorded diurnal flow variations in period 10 July – 22 August 2013 (GRF, 2013)

Merenja izvršena 2015. godine (Institut Jaroslav Černi, 2015)

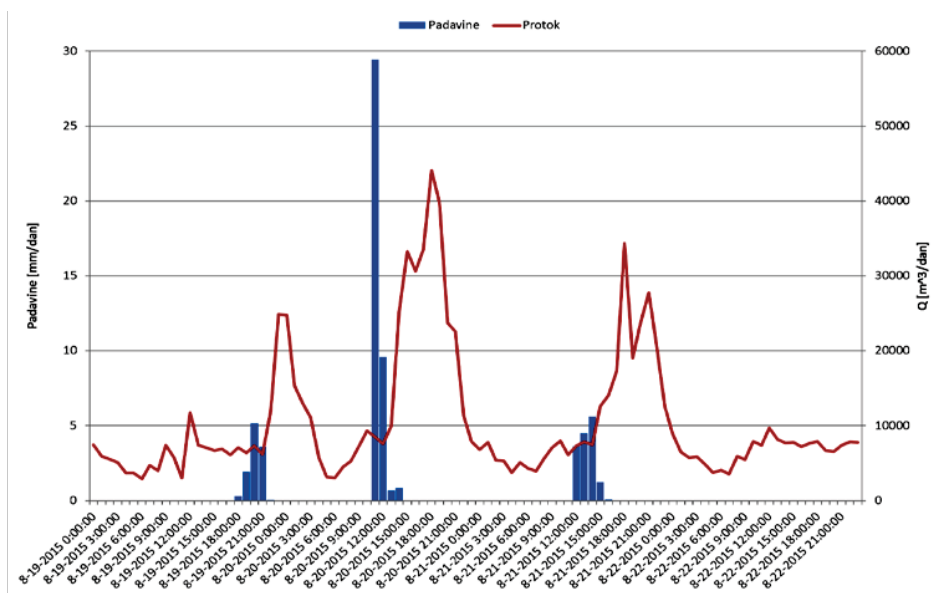
Institut Jaroslav Černi je, za potrebe merenja 2015. godine, koristio ultrazvučno merilo protoka na principu „transit time“. Ovakvo merenje se bazira na primeni sonde za emitovanje i prijem ultrazvučnog signala. Ova metoda je posredna, jer se meri srednja brzina fluida preko vremena prostiranja zvuka između sonde. Merenja protoka su izvršena na potisnom cevovodu (postojeći ultrazvučni merač), na odvodnom kanlu u reku Kolubaru. Takođe su vršena i simultanma merenja padavina na namenski postavljenom kišmeru u Obrenovcu.

Na narednom dijagramu su zbirno prikazane padavine i časovni proticaji za period u kome je bilo padavina.

Iz obrađenih rezultata merenja protoka koja su obavili Građevinski fakultet u Beogradu (GFB, 2013) i Institut "Jaroslav Černi" (IJČ, 2015) može se zaključiti:

- Prosečne dnevne količine otpadnih voda u obe serije merenja su slične i iznose 72,7 L/s (IJČ, 2015) odnosno 79,7 L/s (GFB, 2013).
- Prosečna specifična količina otpadnih voda (za oko 25.000 priključenih stanovnika) iznosi oko 260 L/st.dan.

- Koeficijenti časovnih neravnomernosti, za obe serije merenja, variraju u relativno uskom opsegu (0,58-1,22), što ukazuje na povećanu infiltraciju.
- Merenja nisu ukazala na bitnu promenu dnevnog protoka ili dijagrama časovne neravnomernosti za radne dane i vikend.
- Merenja GFB ukazuju da je u periodu merenja protoka oko 25 – 35 L/s infiltriranih voda u proseku ulazilo u kanalizaciju za upotrebljene vode Obrenovca, što daje specifičnu infiltraciju u opsegu od 37 do 50 m³/dan po km (0,42-0,58 L/s/km) postojeće kanalizacione mreže u Obrenovcu, ili do 0,06 L/s po hektaru (procenjena ukupna površina pod kanalizacijom oko 600 hektara),
- Uticaj kiše na protok otpadnih voda je prilično izražen: pri slabim padavinama (visina pale kiše 5 mm) protok na ispustu raste do 300 L/s, a pri jačem pljuskaju (visina pale kiše 30 mm), protok na ispustu dostiže i preko 500 L/s.



Slika 4. Uporedni prikaz padavina i oticaja na KCS od 19. do 22.08.2015. g. (IJČ, 2015)
Figure 4. Rainfall and wastewater flows at PS Kolubara from 19 to 22 August 2015 (IJČ, 2015)

KVALITET OTPADNIH VODA – POSTOJEĆE STANJE

Tokom obe kampanje merenja (GFB 2013 i IJČ 2015) zahvatani su 24-časovni kompozitni uzorci otpadne vode proporcionalni protoku. Analize ukazuju da je povećana infiltracija, odnosno da su otpadne vode razblažene i da su koncentracije zagađenja u otpadnoj vodi manje od uobičajenih, naročito za ukupni fosfor. Najveći deo HPK i BPK₅ se nalazi u partikulatnom obliku.

Tokom perioda merenja, nisu registrovane koncentracije štetnih materija koje mogu ugroziti biološko prečišćavanje otpadnih voda ili ugroziti objekte kanizacionog sistema.

Prema standardu opterećenja po ekvivalentnom stanovniku (standard ATV 131), ukupno opterećenje na KCS Kolubara u toku merenja je iznosilo oko 20-25 hiljada ES.

POTREBAN KAPACITET I FAZNOST IZGRADNJE PPOV

Projekcija količina i kvaliteta otpadnih voda je urađena na osnovu planske dokumentacije, jer ona definiše prostorni razvoj naselja, vodeći računa o kapacitetima prostora i infrastrukture. Takođe korišćeni su i podaci merenja u kanalizaciji 2013. i 2015. godine za određivanje pojedinih komponenti u otpadnim vodama, kao i preporuke iz literature.

Procenjen maksimalni broj priključenih stanovnika na kanalizaciju u budućnosti iznosi skoro 51 hiljada stanovnika. Postojeći broj priključenih stanovnika je oko 25.000. Uzimajući u obzir priključenje ustanova i drugih korisnika na kanalizaciju, uticaj kišnih voda i druge faktore., maksimalno opterećenje otpadne vode iznosi na kraju projektnog perioda, prema standardu ATV 131, blizu 60 hiljada ES.

S obzirom na dosadašnji usporeni razvoj kanalizacije usvojena je fazna realizacija PPOV Obrenovac. U I fazi je predviđena gradnja postrojenja za 40.000 ES, dok bi u konačnoj fazi postrojenje bilo prošireno za 50% kapaciteta, tako da ukupan kapacitet postrojenja bude 60.000 ES. Nadalje će detaljni biti prikazana I faza izgradnje PPOV Obrenovac. Usvojena hidraulička opterećenja PPOV u I fazi su data u narednoj tabeli

Tabela 1. Ukupna hidraulička opterećenja - I faza PPOV
Table 1. Total hydraulic loads – I phase of WWTP

Protok	Jedinica	Vrednost
Prosečan godišnji protok	m ³ /dan	9500
Maksi. dnevni protok u suvo vreme	m ³ /dan	11900
Maks. protok pri suvom vremenu	l/s	173
Maks. protok pri kišnom vremenu	l/s	520

OPIS PRVE FAZE PPOV OBRENOVAC

Kapacitet I faza izgradnje PPOV Obrenovac je 40.000 ES. I faza PPOV uključuje dovod otpadne vode (rekonstrukcija KCS Kolubara, novi cevovod ispod reke Kolubara, gravitacioni dovod na PPOV) i objekte tretmana vode i mulja na PPOV Obrenovac.

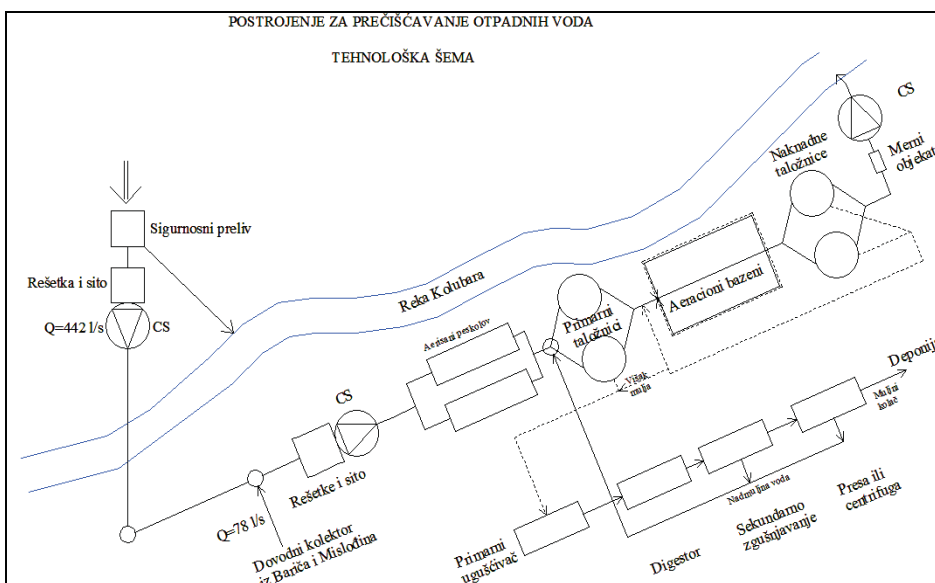
Lokacija je određena planskim dokumentima (Plan detaljne regulacije), a rešenje treba da bude takvo da rezerviše prostor za drugu fazu izgradnje postrojenja kada će se njegov kapacitet povećati za 50%. Ukupna površina zemljišta rezervisana za PPOV Obrenovac je oko 2,7 ha. Lokacija postrojenja je u području branjenom od poplava, odmah pored zaštitnog nasipa reke Kolubare.

Teren na lokaciji budućeg PPOV Obrenovac obuhvata zemljište koje se danas koristi za poljoprivrednu proizvodnju, sa kotama terena između 74,0 i 74,6 mnm. Na ovom nivou analize usvojeno je da će uređenje lokacije obuhvatiti uklanjanje površinskog sloja organskog i stišljivog tla dubine oko 1 m i nasipanje cele lokacije do kote 75,0 mnm (kota nakon konsolidacije i zbijanja materijala).

Kvalitet prečišćene vode budućeg PPOV Obrenovac u I fazi treba da ispuni zahteve domaće i EU regulative.

Na osnovu kvaliteta upotrebljenih otpadnih voda Obrenovca i zahtevanih emisionih graničnih vrednosti prema domaćim i EU propisima usvojen je postupak prečišćavanja otpadnih voda Obrenovca koja uključuje mehanički i biološki tretman otpadnih voda sa aktivnim muljem, uklanjanjem azota nitrifikacijom-denitrifikacijom i uklanjanjem fosfora dodavanjem soli gvožđa. Usvojena je anaerobna obrada mulja, koja pored nešto većih početnih ulaganja, ima prednosti u pogledu ukupne potrošnje energije PPOV. Objekti dovodnih kolektora, crpne stanice na postrojenju, rešetki i odvoda prečišćene vode se odmah grade za kapacitete potrebne za krajnju fazu postrojenje, jer je ove objekte veoma teško proširivati. Izabrani postupak je proveren i dokazan u praksi.

Blok shema prve faze PPOV Obrenovac je prikazana na narednoj slici.



Slika 5. I faza PPOV Obrenovac – blok shema
Figure 5. WWTP Obrenovac I phase – flowchart

Sprovedeno je preliminarno tehnološko dimenzionisanje objekta na liniji ovde i mulja i urađen je detaljni hidraulički proračun linije vode.

PROCENA INVESTICIJA I OPERATIVNIH TROŠKOVA I FAZE

Investicije I faze obuhvataju sledeće:

- Rekonstrukcija KCS Kolubara
- Dovod otpadne vode do PPOV Obrenovac (izgradnju cevovoda DN700 ispod reke Kolubara i novi gravitacioni kolektor do PPOV)
- Uređenje terena na lokaciji PPOV Obrenovac (usvojeno je uklanjanje površinskog sloja dubine oko 1 m i delimično nasipanje cele lokacije do kote 75,0 mmm).
- I faza samog Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) Obrenovac

Sa obzirom na to da u Srbiji postoji mali broj izvedenih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i da su podaci o investicijama u ove objekte nepotpuni i uglavnom nedostupni, za procenu investicija u analizirano PPOV Obrenovac korišćeni su podaci iz literature. Kao posebno pogodna za korišćenje pokazala se studija o investicijama i troškovima izvedenih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Evropskoj Uniji koja je urađena za potrebe Generalnog Direktorata za životnu sredinu Evropske Komisije (DG Environment, European Commission), pod naslovom: Compliance Costs of the Urban Wastewater Treatment Directive, Final report, September 2010. for DG Environment prepared by, Cowi A/S, Denmark, Document no. 70610-D-DFR. U navedenom izveštaju sumirani su podaci za zemlje EU u pogledu investicija i troškova u kanalizacione sisteme i postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda. Date su procene potrebnih investicija i troškova sa kojima će se pojedine zemlje suočiti kako bi ispunile zahteve iz EU Direktive o gradskim otpadnim vodama (Council Directive 91/271/EEC). Potrebne su dalje studije i analize koje bi pokazale da li preporuke iz ove literature se mogu direktno primeniti na ulove u Srbiji, ili je potrebno primeniti neke korekzione koeficijente.

Primenom metodologije iz navedene literature, dobija se da jedinične investicije u I fazu PPOV Obrenovac iznose 295 EUR/ES, što daje ukupne investicije u PPOV od 11.800.000,- Eur. Kada se na ovo dodaju procenjene investicije na gorenavredene druge pripadajuće objekte i radove, ukupne investicije su procenjene na nivou od 13,7 milion Eur.

Operativni troškovi predstavljaju troškove rada i održavanja postrojenja, i uključuju fiksne (radna snaga, održavanje, i dr.) i varijabilne (potrošnja električne energije, potrošnja hemikalija) troškove. Primenom metodologije iz navedene literature, dobija se da ukupni operativni troškovi prve faze PPOV Obrenovac, zajedno sa novim dovodom otpadne vode iznose 586.700,- Eur/god, odnosno 14,67 Eur/ES.god (ili oko 0,17 Eur/m³).

Zahvalnica

Rezultati objavljeni u ovom radu su ostvareni u okviru projekta tehnološkog razvoja Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekti TR 37010 i TR37009).

LITERATURA:

- DG Environment: Compliance Costs of the Urban Wastewater Treatment Directive, Final report, September 2010. for DG Environment prepared by, Cowi A/S, Denmark, Document no. 70610-D-DFR
- Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Merenja protoka otpadnih voda (2013)
- Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“: Merenje količina i kvaliteta otpadnih voda na teritoriji GO Obrenovac (2015)
- Ljubisavljević D., Babić B., Đukić A.: Prečišćavanje otpadnih voda, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, (2004)
- Metcalf & Eddy: Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, McGraw Hill Inc., NY, USA (1991)
- Zakon o vodama RS ("Službeni glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012 i 101/2016)