

## OTPADNE VODE U ŠAPCU- SADAŠNJE STANJE I BUDUĆI PRAVCI TRETIRANJA

Suzana Knežević

Akademija strukovnih studija Šabac, Odsek za poljoprivredno-poslovne studije i turizam,  
Dobropoljska 5, 15000 Šabac, Srbija, sdknez @gmail.com

### APSTRAKT

Šabac je grad koji od 2017.godine ima centralno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV), što je veoma važno sa aspekta zaštite zdravlja stanovništva i zaštite životne sredine. Prednost postrojenja je i u tome što olakšava poslovanje privrednih subjekata na teritoriji grada. Oni ne moraju imati sopstveno postrojenje za preradu otpadnih voda, već samo ono za predtretman. Tretman komunalnih voda, osim grada, obuhvata i gravitirajuća prigradska naselja. Na postrojenju se prečišćavaju prikupljene sanitarne otpadne vode kao i industrijske vode koje su odgovarajućim predtretmanima dovedene do određenog kvaliteta. U ovom radu korišćeni su podaci za procesne linije tretmana vode i tretmana mulja, dostupni iz internih ispitivanja laboratorije PPOV. Laboratorija koristi standardnu opremu za tretman otpadnih voda. Svakodnevno se obavljaju analize ulazne i izlazne vode kao i analiza suve materije, dok se jednom nedeljno, četvrtkom, ovim analizama pridružuje i određivanje sadržaja organske materije u mulju. Rezultati izveštaja prikazuju se tabelarno na nedeljnom nivou. Voda koja se nakon prerade u postrojenju pušta u reku Savu je za 40% čistija, što je značajan ekološki pokazatelj. Mulj nastao u procesu tretiranja odlaže se na bezbedan način i mogao bi predstavljati značajan izvor za proizvodnju gasa i komposta.

**Ključne reči:** prečišćavanje, otpadne vode, mulj.

### UVOD

Tretman otpadnih voda iz domaćinstava i industrijskih postrojenja je ozbiljan problem koji u Republici Srbiji nije praktično realizovan u celosti iako postoji jasno definisana i sa standardima Evropske unije usklađena zakonska regulativa. Poseban problem predstavljaju ruralna područja gde su i dalje u upotrebi septičke jame i nekontrolisano ispuštanje otpadnih voda u recipijente kao što su poljoprivredno zemljište i reke. I u gradskim sredinama prikupljanje i tretiranje kanizacionih voda nije u potpunosti rešeno. Beograd je jedna od retkih evropskih prestonica koja otpadne vode ispušta u rečne tokove Dunava i Save.

U Šapcu je od 2017.godine u rad pušteno centralno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV), koje prečišćava sanitarne otpadne vode na nivou grada ali i gravitirajućih prigradskih naselja. Prečišćavaju se i industrijske vode poreklom iz privrednih subjekata koji ne moraju imati sopstvena postrojenja za prečišćavanje, već moraju izvršiti samo predtretman industrijske vode do određenog kvaliteta.

Svakodnevno se vrše laboratorijska ispitivanja otpadne vode a izveštaji se prezentuju tabelarno na nedeljnom nivou. Za sada se izdvojeni mulj samo skladišti i ne koristi za dalju upotrebu iako bi uz odgovarajuća ulaganja mogao biti energent za postrojenje ali i sirovina za kompost i građevinsku industriju.

Sa aspekta zaštite životne sredine, značajno je da voda koja se nakon tretmana u postrojenju ispušta u reku Savu za 40% čistija.

## SADAŠNJE STANJE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA PPOV ŠABAC

### Osnovni podaci o postrojenju

U skladu sa gradskim urbanističkim planom grada Šapca (1994-2010), postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) je locirano na desnoj obali reke Save u južnoj industrijskoj zoni, između Fabrike belih limova, reke Save, cerskog obodnog kanala i postrojenja za tretman tehnoloških voda HI "Zorka".

Zbog većeg broja različitih izvora finansiranja, a u cilju njihovog optimalnog korišćenja, postrojenje se deli na sledeće segmente:

- Glavna kanalizaciona crpna stanica;
- Transportni cevovod otpadnih voda;
- Izgradnja i unapređenje ulaznog dela PPOV;
- Linija vode PPOV;
- Linija mulja PPOV;
- Izgradnja obaloutvrde.

Linija prerade vode (od šahta ulaznog merača protoka) projektovana je za 84.000 ekvivalentnih stanovnika (ES) a linija mulja za 126.000 ES. Vode koje se prečišćavaju na PPOV svrstavaju se u sledeće grupe:

- komunalne otpadne vode od stanovništva i privrednih subjekata,
- industrijske otpadne vode iz pojedinih procesa proizvodnje,
- atmosfereke otpadne vode.

Svi industrijski i ostali zagađivači koji proizvode otpadne vode sa koncentracijom parametara iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti za upuštanje u javnu gradsku kanalizaciju, a koje dolaze na PPOV, moraju svoje otpadne vode da prečiste na uređajima za predtretman vode do dozvoljenog nivoa prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje, [UGVEZM], 2012).

Postrojenje je predviđeno za tri faze izgradnje (realizovana je samo prva faza):

- I faza – podrazumeva izgradnju kompletne linije vode (od izlaza sa peskolova do tačke izliva u recipijent) za kapacitet 84.000 ES, komandno-administrativni blok i osnovne elemente linije mulja (gravitacioni ugušćivač primarnog mulja, trakasti ugušćivač za višak aktivnog mulja, rezervoari za skladištenje i mešanje, kondicioniranje mulja poelektrolitom i obezvodnjavanje na trakastim filter presama) za kapacitet 126.000 ES.
- II faza – kompletiranje linije za tretman mulja (anaerobni digestori i sva prateća oprema) za kapacitet 126.000 ES.
- III faza – dogradnja linije vode do kapaciteta 126.000 ES.

### Tehnologija prečišćavanja otpadnih voda na PPOV Šabac

Proces je definisan tako da bude efikasan, fleksibilan i da se njime može adekvatno upravljati. Izdvajaju se dve procesne linije. Procesna linija za tretman vode koja uključuje sledeće grupe procesa prečišćavanja: primarni tretman; sekundarni/biološki tretman sa inkorporiranim procesom biološkog uklanjanja nutrijenata; UV dezinfekciju dela efluenta koji se koristi kao tehnička i protivpožarna voda i procesna linija za tretman mulja.

Prema internim podacima PPOV, na procesnoj liniji za tretman otpadne vode primarni tretman se odvija u kružnim primarnim taložnicima gde se uklanja do 10% jedinjenja azota i fosfora, oko 30% organskog zagađenja (BPK5) i 55-60% sadržaja suspendovanih materija prisutnih u otpadnoj vodi. Na ovaj način se smanjuje opterećenje i potreban kapacitet narednih jedinica u procesnoj liniji. Primarni mulj i plivajuće materije uklonjeni na primarnim taložnicima, transportuju se u primarni ugušćivač.

Sekundarnim/biološkim tretmanom otpadne vode uklanjaju se organske materije u procesu aktivnog mulja. Biološki tretman uključuje najpre biološko otklanjanje fosfora u anaerobnim bazenima opremljenim mešalicama. Osim redukcije organskog zagađenja inkorporirano je i

uklanjanje azota. U delu bazena za denitrifikaciju su instalirane mešalice za postizanje uniformnog sastava sadržaja u bazenu. Proces se odvija u anoksičnim uslovima, nisu instalirani difuzori i ne postoji aeracija u bazenu. U cilju optimizacije procesa biološkog prečišćavanja, u tzv. fakultativnom bazenu, ugradnjom i mešalica i difuzora ostavljena je mogućnost postizanja anoksičnih ili aerobnih uslova, odnosno dodatne manipulacije u zavisnosti od procesnih zahteva.

U bazenu u kojem se odvijaju procesi nitrifikacije i redukcije organskog ugljenika, potrebni su aerobni uslovi pa su zato instalirani difuzori i obezbeđen je razvod vazduha. Uvođenjem vazduha se osim aeracije postiže i kvalitetno mešanje. Potreban kiseonik se obezbeđuje aeracijom bazena komprimovanim vazduhom putem difuzora. Na izlazu iz bioaeracionih bazena dozira se precipitant ( $\text{FeCl}_3$ ) za dodatno hemijsko uklanjanje fosfora. Iz njih se tretirana otpadna voda odvodi u finalne taložnike. Stvorena biomasa se izdvaja iz vode, a izbistreni efluent se delom vodi na dezinfekciju a ostatak se ispušta u recipijent- reka Sava. Deo izdvojenog mulja se recirkuliše u proces i meša sa otpadnom vodom u razdelnoj komori na ulazu u sistem za bioaeraciju, a višak mulja se transportuje na liniju tretmana mulja.

Kako bi se povećala efikasnost sistema, uvedena je i recirkulacija vode iz aerisanog dela bioaeracionog bazena u anoksičnu zonu.

Iz finalnih taložnika se deo efluenta transportuje u sistem tehničke vode i koristi kao servisna i protivpožarna voda. Pre distribucije servisna voda se u cilju dostizanja mikrobiološke ispravnosti vodi u procesnu jedinicu za dezinfekciju (obavlja se UV zračenjem). Pre ispuštanja u recipijent kontroliše se kvalitet prečišćenog efluenta (kontinualno praćenje kvaliteta automatskim uzimanjem i analizom uzoraka – vrednost temperature, pH i protok). Sadašnje analize pokazuju da je voda koja se ispušta u recipijent (reka Sava) za 40 % čistija.

Na liniji mulja primarni mulj i plivajuće materije, izdvojeni u primarnim taložnicima, vode se u pumpnu stanicu primarnog mulja a potom se transportuju na primarni gravitacioni ugušćivač sa zgrtačem. Višak aktivnog mulja iz procesa bioaeracije se skladišti u rezervoarima a odatle se transportuje na trakasti ugušćivač uz prethodno kondicioniranje polielektrolitom.

Ugušćeni primarni mulj meša se sa ugušćenim viškom aktivnog mulja u rezervoaru za mešanje koji je dimenzionisan na dva dana maksimalne proizvodnje. Nakon postizanja uniformnog sastava vodi se na obezvodnjavanje na trakastim filter presama gde se dodatno izdvaja višak vode iz mulja a sadržaj suve materije se povećava na konačnih 22%. Pre tretmana na filter presama mulj se kondicionira polimerom. Predviđeno je i doziranje krečnog mleka kako bi se obezbedio sadržaj suve materije od minimalnih 20% i dodatno stabilizovao mulj. Obezvodnjen mulj se transportuje u posebno projektovan prostor za odlaganje dehidratisanog mulja kapaciteta 30 dana. Dehidratisani mulj se iz zgrade za skladištenje mulja povremeno odvozi na konačno odlaganje na sanitarnu deponiju.

Proces prečišćavanja potpuno je automatizovan. U cilju optimizacije procesnih parametara i poboljšanja kontrole rada postrojenja, proces prečišćavanja vode se vodi preko glavnog programabilnog logičkog kontrolora (PLC) koji je povezan sa lokalnim kontrolnim ormarima kao i sistemom za online praćenje procesnih parametara.

### **Analiza parametara u laboratoriji PPOV JKP „ VODOVOD – ŠABAC“**

Analize ulazne i izlazne vode kao i analiza suve materije, svakodnevno se rade u laboratoriji PPOV. Za analize se koriste metode prema preporuci proizvođača opreme. Količina otpadnih voda meri se kontinualno meračima protoka na ulazu i na izlazu. Izmerene vrednosti se registruju i očitavaju u okviru SCADA sistema.

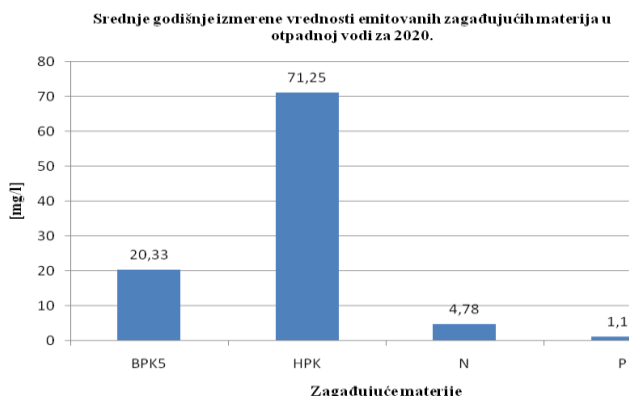
U ulaznim vodama kontroliše se pH, električna provodljivost, hemijska potrošnja kiseonika, biološka potrošnja kiseonika, sadržaj suspendovanih suvih materija, fosfor i ukupni azot. Isti ti parametri određuju se i u izlaznim vodama uz dodatnu proveru amonijak nitrata. Jednom nedeljno, četvrtkom, se uz sve ostale analize određuje i sadržaj organske materije u mulju.

Kontrolu otpadnih voda vrši i akreditovana laboratorija Zavoda za javno zdravlje grada Šapca.

Kao najznačajniji parametri izdvajaju se biohemijska potrošnja kiseonika ( $\text{BPK}_5$ ) i hemijska potrošnja kiseonika (HPK) jer se preko njih procenjuje stepen zagađenja otpadne vode organskim

materijama. Vrednost  $BPK_5$  je niža od vrednosti HPK jer je proces hemijske razgradnje uvek potpuniji u odnosu na biološku razgradnju.

Prema podacima koji su dostupni, u 2020. godini na PPOV je prečišćeno 5.503.950 m<sup>3</sup> otpadnih voda. Srednje godišnje izmerene vrednosti emitovanih zagađujućih materija u otpadnoj vodi iznosile su:  $BPK_5$  20,33 mg/l, HPK 71,25 mg/l, ukupni azot 4,78mg/l i ukupan fosfor 1,18 mg/l, što se vidi na Slici 1.

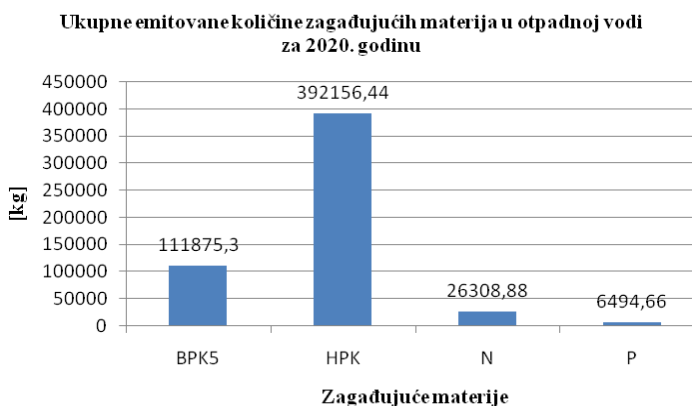


Slika 1. Srednje godišnje izmerene vrednosti emitovanih zagađujućih materija u otpadnoj vodi za 2020. godinu.

Figure 1. Average annual measured values of emitted pollutants in wastewater for 2020.

Ukupne emitovane količine zagađujućih materija pri redovnom radu postrojenja tokom 2020. godine iznosile su:  $BPK_5$  111.875,30 kg, HPK 392.156,44 kg, ukupnog azota 26.308,88 kg i 6.494,66 kg ukupnog fosfora, što se vidi na Slici 2.

Ovo su generalne karakteristike trenutnog stanja tretmana otpadnih voda na PPOV Šabac.



Slika 2. Ukupne godišnje izmerene vrednosti emitovanih zagađujućih materija u otpadnoj vodi za 2020. godinu.

Figure 2. Total annual measured values of emitted pollutants in wastewater for 2020.

## BUDUĆI PRAVCI TRETMANA OTPADNIH VODA NA TERITORIJI ŠAPCA

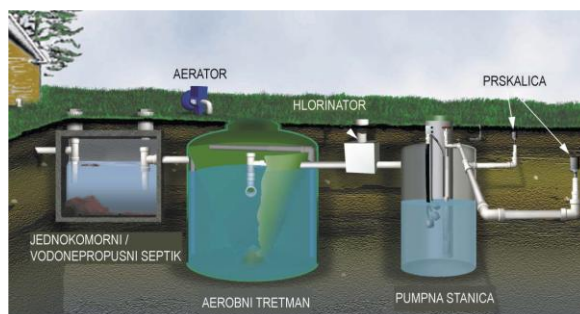
Uzimajući u obzir da se populacija gradskog stanovništva povećava kao i razvoj prigradskih naselja, potrebno je što pre realizovati treću fazu razvoja PPOV, odnosno proširiti liniju tretmana

otpadnih voda do kapaciteta 126.000 ES. Ovo je značajno jer se u poslednjoj dekadi znatno povećao i broj privrednih subjekata koji stvaraju otpadne vode.

### Koncept za ruralna područja

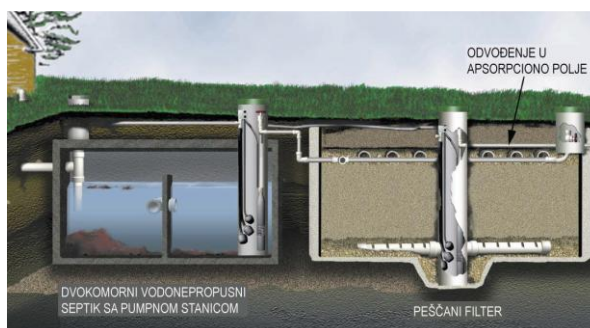
Veliki problem su ruralna područja u kojima nema kanalizacione mreže i gde se intenzivno koriste septičke jame što je rastuća ekološka i zdravstvena opasnost.

Kanalizacioni sistem treba da bude prilagođen potrebama korisnika i lokalnim specifičnostima-naseljenost i konfiguracija terena. Poseban problem su ruralno razučena naselja. U njima bi se kao optimalno tehnološko rešenje vršilo prečišćavanje otpadnih voda za grupe stambenih objekata i objekte društvenog standard primenom sistema koji obuhvata: vodonepropusni septički tank ili Imhof tank, kombinovan sa aerobnim procesom prečišćavanja i prečišćavanjem efluenta na intermitentnom peščano-šljunčanom filter (Veljković, 2010).



Slika 3. Koncept prečišćavanja aerobnim tretmanom sa upotrebom vode za zalivanje raspršivanjem (Veljković, 2010).

Figure 3. The concept of aerobic treatment with the use of spray irrigation water (Veljković, 2010).



Slika 4. Koncept prečišćavanja na peščanom filteru sa upotrebom vode za navodnjavanje (Veljković, 2010).

Figure 4. The concept of purification on a sand filter using irrigation water (Veljković, 2010).

Primena koncepta kanalisanja na ruralnom području korišćenjem prečišćene otpadne vode za zalivanje i navodnjavanje je idealno prilagođena lokalnim prilikama i potrebama. Sistemom se može navodnjavati obradivo zemljište na kome se gaje usevi i druge biljne kulture čijom prodajom bi se nadoknadio deo troškova sistema prečišćavanja (Veljković, 2010).

### Moguća upotreba mulja sa PPOV Šabac

Mulj sa PPOV se ne koristi za dalju preradu već se deponuje a prema podacima JKP "Vodovod – Šabac", deo se prodaje (Mađarska). Prema raspoloživim podacima za 2020. godinu, otpremljeno je oko 3.000 tona mulja. Mulj stvoren u procesu prečišćavanja otpadnih voda mogao bi biti značajna sirovina i izvor prihoda za pomenuto preduzeće. Količina mulja koju treba obrađivati je veća ukoliko je veći stepen prečišćavanja vode. To prate i visoki troškovi obrade koji se u nekim slučajevima približavaju troškovima prečišćavanja otpadne vode.

Neki od načina korišćena mulja su (Bečelić-Tomin, 2019):

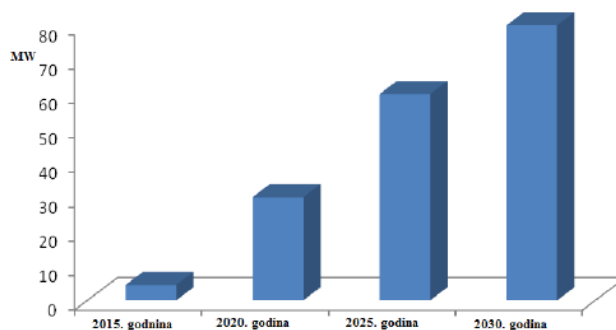
- Popunjavanje tla (rudokopi, zatvorene deponije, remedijacija i/ili bioremedijacija, biomaterijali stabilisani krečom, restauracija vodenih tokova),
- Hortikultura i uređenje okoline (kompost, đubrivo, proizvodnja busena, kontrola erozije, vegetacija pored autoputeva, korišćenje letjećeg pepela kao izvora fosfora),
- Šumarstvo (đubrivo, primena nakon šumskih požara),
- Industrijski procesi (upotreba u cementnim pećima, pravljenje građevinskog materijala, izrada agregatnih silikata za kolovoze),
- Iskoristivost sadržaja (izvor minerala i metala, substrat za proizvode visoke vrednosti),
- Dobijanje energije (bioenergija iz digestije, gasifikacija, piroliza).

Ono što bi bilo ostvarivo u odnosu na postojeće stanje na PPOV, bila bi upotreba mulja za dobijanje biogasa, kompostiranje za potrebe poljoprivrede i korišćenje za izradu građevinskih materijala.

### Biogas kao sopstveni energent za PPOV Šabac

Kod većine postrojenja za prečišćavanje produkti iz procesa prečišćavanja nalaze se u obliku mulja sa masenim udelom vode od 96 – 98 %. Prerada muljeva uključuje sledeće postupke: ugušćivanje, stabilizacija, kondicioniranje, obezvodnjavanje, sušenje i oksidacija i odlaganje. U poslednje vreme najrasprostranjeniji postupak prerade mulja je anaerobna digestija. Ovaj postupak se sastoji iz tri osnovne faze. U prvoj fazi čvrsti organski kompleksi, celuloza, proteini i masti se razlažu na isparljive organske kiseline, alkohole, ugljen monoksid i amonijak. Ova faza se izvodi pod dejstvom enzima. U toku druge faze se proizvodi iz prve faze prevode u acetatske kiseline, proteonske kiseline, vodonik, ugljen dioksid i ostale nisko molekulске organske kiseline. U trećoj fazi deluju dve grupe metanskih bakterija. Jedna grupa pretvara vodonik i ugljen dioksid u metan, dok druga grupa pretvara acetate i metan i bikarbonate. Obe grupe bakterija su anaerobne.

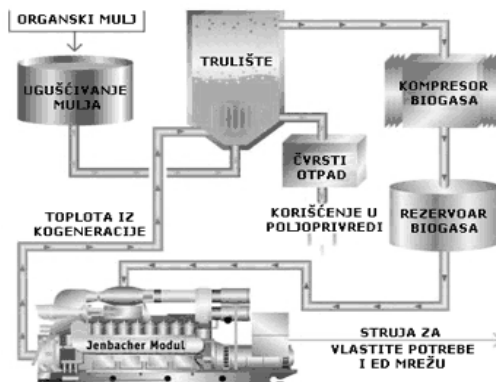
Kao rezultat anaerobne digestije smanjuje se količina finalnog mulja, pri čemu se uništava većina patogenih prisutnih u mulju i dobija se biogas. Biogas predstavlja mešavinu metana (60 – 70%) i ugljen-dioksida  $CO_2$  (30 – 40 %) i ostalih gasova koji se nalaze u tragovima. Njegova donja toplotna moć je oko  $6,63 \text{ kWh/m}^3$ . U procesu sagorevanja biogasa proizvodi se toplotna i električna energija u kogeneracionim postrojenjima čime se pokrivaju kompletne potrebe postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV) za aeraciju, digestiju, grejanje i proizvodnju električne energije, čime se optimizuju rashodi postrojenja i redukuje njihov negativan uticaj na životnu sredinu (Lalović i Bošković, 2019).



Slika 5. Plan izgradnje biogasnih postrojenja za proizvodnju električne energije u Republici Srbiji do 2030. godine (Lalović i Bošković, 2019).

Figure 5. Plan for construction of biogas plants for electricity production in the Republic of Serbia until 2030 (Lalović, Bošković, 2019).

Prema istraživanjima koje su dali Vranić i ostali, na uređajima za prečišćavanje otpadnih voda sa anaerobnom stabilizacijom mulja nastaje biogas, koji predstavlja vrlo interesantan izvor energije.



Slika 6. Dobijanje biogasa iz otpadnih voda (Vranić, Vranić i Tonić, 2010).

Figure 6. Obtaining biogas from wastewater (Vranić et al., 2010).

Praktična iskustva pokazuju da se na uređajima za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda prosečno proizvede 25 l/ES na dan (Vranić i sar., 2010).

Norveška firma CAMBI osmislila je način maksimalnog iskorišćenja biološke aktivnosti mulja pomoću tehnologije poznate pod nazivom termalna hidroliza. Ovaj proces je omogućio i dobijanje veće količine kvalitetnijeg biogasa u tretmanu mulja kao i znatno bolji način korišćenja prerađenog ostatka u poljoprivredi. Prema procenama proizvodnja biogasa u procesu termalne hidrolize, koja predstavlja predtretman anaerobne digestije, povećava se od 30 do 50 %, a suvi ostatak nakon ovog procesa čija je struktura izmenjena predstavlja prvoklasno đubrivo. U Velikoj Britaniji se čak 40 % mulja tretira ovom tehnologijom, a to je otvorilo i novu granu industrije. Britanske vlasti su nakon promene legislativne sklopile ugovore sa firmama koje đubrivo dobijeno termalnom hidrolizom odvoze poljoprivrednicima i prodaju ga po ceni koja je upola niža od cene veštačkog đubriva (Joksić, 2018).

Da bi se u Srbiji a i na PPOV Šabac, koristila ova tehnologija potrebno je usvojiti novi pristup prema mulju kao izvoru fosfata i prirodnog fosfora budući da u svetu vlada nestašica ovih elemenata. Upotrebom đubriva, nastalog na ovaj način, u poljoprivredi prirodni nutrijenti se vraćaju u zemljište i ono se oplemenjuje. Za zemljište koje je ispošćeno azotnim jedinjenjima, mulj ima vrednost multivitaminskog preparata. Ujedno je i najbolji saveznik u organskoj proizvodnji jer ne narušava već podstiče prirodnu ravnotežu neophodnu za zdrav uzgoj poljoprivrednih kultura. Da bi se mulj koristio na opisan način, neophodno je usvojiti nacionalnu strategiju za tretman mulja.

### Kompostiranje mulja

Kompostiranje predstavlja poznat i dokazan sistem obrade za stabilizaciju i smanjenje patogena. Proces kompostiranja mulja sa uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda uglavnom se provodi uz prisustvo kiseonika (u aerobnim uslovima) u otvorenom ili zatvorenom reaktorskom sistemu. Odvija se pod uticajem brojnih faktora: vlage, odnosa C/N, pH – vrednosti, veličine čestica, protoka vazduha. Zbog toga se u većini slučajeva provodi ko-kompostiranje, odnosno kompostiranje dva ili više supstrata. S obzirom da aktivni mulj sadrži visok udeo vlage i izrazito nizak odnos C/N, neophodno je takav supstrat pomešati sa supstratom koji ima nizak udeo vlage i visok odnos C/N, poput različitog strukturalnog materijala (granja, lišća, slame), biootpada, mešanog komunalnog otpada, agroindustrijskog otpada (Kučić-Grgić, 2020).

Mulj zahteva pravilnu konzistenciju za aeraciju u čvrstom obliku i za postizanje pravilnog odnosa ugljenika i azota. Da bi se sprečio nastanak neprijatnih mirisa, proces kompostiranja mora biti pažljivo nadziran.

Zato se u obzir uzimaju:

- skladištenje,
- mešanje,
- provetravanje i
- filtracija.

Kompost nastao na ovaj smatra se kompostom klase III pa se prema važećoj pravnoj legislativi u ovoj oblasti i koristi se na zemljištu na kojem se ne proizvodi hrana- šumsko zemljište i parkovi. Može se koristiti za potrebe rekultivacije zemljišta, kao i za izradu završnog rekultivacijskog sloja odlagališta.

### **Mulj kao sirovina za građevinske materijale**

Pošto se u blizini PPOV u Šapcu nalazi i fabrika "Zorka Opeka", ostatak od obrađenog kanalizacionog mulja koji je isušen i naziva se "biosolid" mogao bi da bude sirovina za ekološki prihvatljivu opeku.

Na *RMIT University* u Australiji, tim na čelu sa vanrednim profesorom Abbas Mohajeranijem stvorio je niz ekološki prihvatljivih opeka u koje je ugrađeno od 10 do 25 % "biosolida". U odnosu na konvencionalne opeke, "biosolidne" opeke imaju manju toplotnu provodljivost. To znači da bi one izvlačile manje toplote iz unutrašnjosti ukoliko bi se koristile za izgradnju zgrada. Istraživanja su pokazala da je, zahvaljujući svom organskom sadržaju, opeka od 25% "biosolida" zahtevala 48,6 % manje energije za pečenje. Fabrike koje bi ih proizvodile imale bi znatno smanjen karbonski otisak i manje račune za struju.

Prilikom istraživanja na *RMIT*, pokazalo se da je 43 do 99 % teških metala prisutnih u "biosolidima" zarobljeno unutar opeke, što je dalje sprečavalo njihovo širenje u životnu sredinu - koncentracije teških metala koje su iscurile iz opeke su bile beznačajne.

Pošto fabrika „Zorka Opeka“ akcenat stavlja na ekološku prihvatljivost svojih proizvoda i ističe njihovu energetska efikasnost, primena tehnologije proizvodnje opeka zasnovane na korišćenju "biosolida", svakako bi doprinela daljem poboljšanju kvaliteta njenih proizvoda sa ovog aspekta (Coxworth, 2019).

### **ZAKLJUČCI**

Zaštita zdravlja stanovništva i očuvanje životne sredine je osnovni cilj kada je u pitanju tretman otpadnih voda na teritoriji Šapca kako sada tako i u budućnosti. Analize otpadnih voda su svakodnevne i usklađene sa svim standardima i propisima koji važe u ovoj oblasti.

U radu su prezentovani podaci koji su dostupni za stanje o količinama prečišćenih otpadnih voda i izdvojenih zagađujućih materija u 2020. godini. Na PPOV Šabac je prečišćeno 5.503.950 m<sup>3</sup> otpadnih voda. Srednje godišnje izmerene vrednosti emitovanih zagađujućih materija u otpadnoj vodi iznosile su: BPK<sub>5</sub> 20,33 mg/l, HPK 71,25 mg/l, ukupni azot 4,78 mg/l i ukupan fosfor 1,18 mg/l. U istoj godini otpremljeno je 3.000 tona mulja.

Osim proširenja kapaciteta osnovne linije za tretman otpadnih voda sa 84.000 na 126.000 ES, u budućnosti je veoma važno pretvoriti mulj u "izvor zarade i energije"- kompost, biogas, sirovina u građevinskoj industriji i sl. Da bi se to ostvarilo, potrebno je kompletirati deo postrojenja za tretman mulja izgradnjom anaerobnih digestora sa pratećom opremom. Tretman otpadnih voda ne bi trebalo ograničiti samo na gradsko područje i naselja koja imaju kanalizacionu mrežu, već i na ruralna područja u kojima se stvara značajna količina otpadnih voda a one se ne tretiraju adekvatno. Voda koja se pušta u reku Savu nakon tretmana je za 40 % čistija prema trenutnim analizama i podacima. Sa ekološkog stanovišta moglo bi se razmišljati o povećanju stepena čistoće uvođenjem inovativnijih postupaka i opreme.

### **LITERATURA**

- Bečelić-Tomin, M. (2019). Obrada i odlaganje muljeva nastalih u procesu prečišćavanja otpadnih voda. *U Water Workshop " Kvalitet voda"*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.
- Coxworth, B. (2019). Environmentally-friendly bricks made from sewage-treatment by product. Retrieved May 11, 2021, from [https:// newatlas.com](https://newatlas.com).
- Joksić, B. (2018). Mulj je resurs a ne problem. Preuzeto 11. maja 2021. sa <https://energetskiportal.rs>.
- Kučić Grgić, D., Bera, L., Miloloža, M., Cvetnić, M., Ignjatić Zokić, T., Miletić, B., ... & Ocelić Bulatović, V. (2020). Obrada aktivnog mulja s uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda procesom kompostiranja. *Hrvatske vode*, 28(111), 1-8.
- Lalović, Č., & Bošković, G. (2019). Proizvodnja biogasa na postrojenjima za tretman otpadnih voda u centralnoj Srbiji. *U zborniku radova sa Međunarodnog kongresa o procesnoj industriji* (str. 257-262). Novi Sad: Društvo za procesnu tehniku pri SMEITS-u.
- Veljković, N. (2010). Unapredjenje kvaliteta vode kod lokalnih vodovoda i kanalisanje manjih mesta u Srbiji. U knjizi *Upravljanje rizicima u lokalnim vodovodnim sistemima*, (str. 38-57). Beograd: Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo.
- Vranić, D., Vranić, N., Tonić, N. (2010). Obnovljivi izvori energije (Biogas-održivi razvoj). *U zborniku radova sa Nacionalne konferencije o kvalitetu života* (rad br. 41). Kragujevac: Asocijacija za kvalitet i standardizaciju Srbije.
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje. Službeni glasnik Republike Srbije, 67/11 i 48/12.

## WASTEWATER IN ŠABAC - CURRENT SITUATION AND FUTURE TREATMENT DIRECTIONS

Suzana Knežević

Academy of Professional Studies Šabac, Department of agricultural business studies and tourism,  
Dobropoljska 5, 15 000 Šabac, Serbia, [sdknez@gmail.com](mailto:sdknez@gmail.com)

### ABSTRAKT

Šabac is a city that has had a central wastewater treatment plant (WWTP) since 2017, which is very important from the aspect of protecting the health of the population and protecting the environment. The advantage of the plant is that it facilitates the business of economic entities in the city. They do not have to have their own wastewater treatment plant, but only one for pre-treatment. The treatment of communal waters, apart from the city, also includes gravitating suburban settlements. The collected sanitary wastewater is treated at the plant, as well as industrial water, which has been brought to a certain quality by appropriate pre-treatments. In this paper, data for process lines of water treatment and sludge treatment, available from internal tests of the WWTP laboratory, were used. The laboratory uses standard wastewater treatment equipment. Inlet and outlet water analyzes are performed daily, as well as dry matter analysis, while once a week, on thursdays, these analyzes are accompanied by the determination of the content of organic matter in the sludge. The results of the report are presented in tabular form on a weekly basis. The water that is released into the Sava River after processing in the plant is 40% cleaner, which is a significant environmental indicator. Sludge generated in the treatment process is disposed of in a safe manner and could be a significant source for gas and compost production.

**Keywords:** treatment, wastewater, sludge.