



## Način rada na Postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda u Butilama

Dizdarević Aljoša

*KJKP „Vodovod i kanalizacija“ d.o.o. Sarajevo,*

*Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda u Butilama, Butile bb*

*aljosad87@gmail.com*

### Rezime

Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda grada Sarajeva (PPOV) izgrađeno je u Butilama , 1982 godine. Rad postrojenja je prekinut u aprilu mjesecu 1992. godine zbog ratnih dejstava. Glavni Projekat rekonstrukcije postrojenja izrađen je na osnovu Idejnog Projekta (IPSA Institut) u februaru 2014 godine.. Projekat je financiran od strane Svjetske Banke, IPA grant sredstava Evropske komisije i sredstvima Vlade Kantona Sarajevo. Izvođač radova na rekonstrukciji i dogradnji Postrojenja je bio JV Unioninvest d.d. Sarajevo i Passavant Energy & environmental Frankfurt. Nadzor nad izvođenjem radova je vršio JV Holinger\_Švicarska i Una Consulting Bihać\_BH. Uređaj za tretman otpadnih voda grada Sarajeva dimenzioniran je za biološko opterećenje od 600.000 ES (ekvivalentnih stanovnika) u I fazi rekonstrukcije sa mogućnošću naknadnog proširenja i unapređenja u II fazi. Postrojenje se funkcionalno može podijeliti na tri dijela : prečišćavanje otpadne vode, tretman i obrada mulja, iskorištenje energije (biogas). Prečišćavanje otpadne vode podrazumijeva prijem sirove, neobrađene kanalizacije i njeno tretiranje koje uključuje uklanjanje krupnih tvari, sitnih tvari, pijeska, šljunka, masti i ulja, biološku degradaciju organskih materija i taloženje kojima se odvaja voda od mulja prije ispuštanja u recipijent rijeku Bosnu. Mulj se dehidrira, smanjuje mu se masa i zapremina te se naposljetku deponuje. Biogas dobijen tretmano mulja se koristi za podmirivanje toplinskih potreba kao i dobijanje električne energije. Uzorci mulja i vode se svakodnevno analiziraju u laboratoriji i održavaju unutar zakonski propisanih normi.

Ključne riječi: Butile, otpadna voda, mulj, biogas, laboratorija

## UVOD

Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda grada Sarajeva (PPOV) izgrađeno je u Butilama, Općina Novi Grad. Lokacija postrojenja nalazi se na desnoj obali rijeke Miljacke, te na udaljenosti od oko 0,5 km od ušća Miljacke u rijeku Bosnu. Površina terena na kojoj je izgrađeno postrojenje iznosi 413.752 m<sup>2</sup>.

Pušteno je u rad 1982 godine. Izgrađeno je u okviru projekta „Zaštita čovjekove sredine“ i dijelom financirano kreditom Međunarodne banke za obnovu i razvoj. Rad postrojenja je prekinut u aprilu mjesecu 1992. godine. U toku ratnog perioda postrojenje se nalazilo na okupiranoj teritoriji, te u tom periodu nije bilo moguće zaštititi i održavati objekte i opremu postrojenja od oštećenja. Reintegracijom okupiranih teritorija Grada Sarajeva u martu 1996. godine prvi put je omogućen pristup lokaciji i samom postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda. Svi objekti postrojenja su pretrpjeli velika oštećenja uslijed ratnih dejstava i namjerne destrukcije. S obzirom na stanje i stepen devastacije objekata i opreme, PPOV nije bilo u funkciji i planirana je sanacija. Glavni Projekat rekonstrukcije postrojenja izrađen je na osnovu izrađenog Idejnog Projekta (IPSA Institut, februar 2014). Projekat je financiran od strane Svjetske Banke, IPA grant sredstava Evropske komisije i sredstvima Vlade Kantona Sarajevo. Projekat je implementirao Tim za implementaciju Projekta “Otpadne vode Sarajeva” koji je formiran u okviru KJKP “ViK” d.d.o Sarajevo. Monitoring kompletnog projekta vrši Tim za upravljanje projektom koji je formiran u okviru Ministarstva vanjske trgovine i ekonomskih odnosa BiH. Izvođač radova na rekonstrukciji i dogradnji Postrojenja je bio JV Unioninvest d.d. Sarajevo i Passavant Energy & environmental Frankfurt. Nadzor nad izvođenjem radova je vršio JV Holinger\_Švicarska i Una Consulting Bihać\_BH. Ukupna vrijednost investicije iznosi cca. 45,5 miliona KM. Ugovor je potpisan 15.01.2014 godine a postao je efektivan 12.03.2014. godine. Radovi su okončani 31.10.2016. godine

Postrojenje za tretman otpadnih voda grada Sarajeva dimenzionirano je za biološko opterećenje od 600.000 ES (ekvivalentnih stanovnika) u I fazi rekonstrukcije sa mogućnošću naknadnog proširenja i unapređenja u II fazi. Na postrojenje dolaze otpadne vode iz Gradskog i Rajlovačkog kolektora i prečišćavaju se određenim postupcima prije ispuštanja u prirodni recipijent rijeku Bosnu. Dok postrojenje nije ponovo pušteno u rad sve su se prikupljene vode, uključujući i kanalizacioni otpad, ispuštale direktno i bez prerade u rijeku Miljacku. Na taj način kvalitet vode rijeke Miljacke, shodno važećoj kategorizaciji vodotoka iz propisane II klase degradiran je u III klasu. Kvalitet rijeke Bosne je također degradiran iz II klase u III klasu nizvodno od PTOV-a. Rekonstrukcijom i izgradnjom PTOV-a Butile obnovljeno sarajevsko postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda uticat će pozitivno na sanitarne i okolišne uvjete ne samo u Sarajevu već i u nizvodnim područjima rijeke Bosne. Cilj je prečistiti otpadnu vodu koja ulazi u postrojenje gradskim kolektorom (influent) kako bi na izlazu (efluent) zadovoljila zakonsku regulativu FBiH prije ulijevanja u recipijent rijeku Bosnu. U tehnološkom procesu prečišćavanja, mulj nastaje kao nusprodukt tretmana otpadne vode. Mulj se dalje ugušnjava i dehidrira kako bi se smanjio njegov volumen i optimizirali troškovi dispozicije. Gas koji nastaje u digestoru se koristi u kogeneracijskom postrojenju za proizvodnju dijela toplote i električne energije za nesmetan rad postrojenja.

Očekivan dnevni dotok vode je 169.500 m<sup>3</sup> / dan. Ulazno hidrauličko opterećenje po suhom vremenu je 2,0 m<sup>3</sup>/s, a maksimalan dotok na postrojenje po olujnom vremenu je 3,9 - 5,20 m<sup>3</sup>/s.

Projekti rehabilitacije i nadogradnje na postrojenju u Butilama su uključivali:

- Sanaciju postojećih objekata
- Rekonstrukciju postojećih objekata
- Izgradnju novih objekata

Postrojenje se može funkcionalno podijeliti na tri dijela :

- Prečišćavanje otpadne vode
- Tretman i obrada mulja i
- Iskorištenje energije (biogas)

## PREČIŠĆAVANJE OTPADNE VODE

Prečišćavanje otpadne vode ili linija vode se sastoji od 4 faze: predtretman, primarno taloženje, biološko prečišćavanje i sekundarno taloženje. Tretman podrazumijeva prijem sirove, neobrađene kanalizacije i njeno tretiranje koje uključuje uklanjanje krupnih tvari, sitnih tvari, pijeska, šljunka, masti i ulja, biološku degradaciju organskih materija i taloženje kojima se odvaja voda od mulja prije ispuštanja u recipijent rijeku Bosnu.

### PREDTRETMAN

Novoizgrađeni dio postrojenja koji se sastoji iz objekata predtretmana (C-27-28-37) ima ulogu da poboljša rad postojenja i zaštiti opremu od abrazije, uklanjanjem krupnih materijala na početku tretmana. Otpadna voda dotiče u postrojenje putem *Gradskog* i *Rajlovačkog* kolektora koji se spajaju u objektu A-26, ulazna komora. U slučaju da nivo vode na ulazu u PTOV bude veći od projektovanog kapaciteta, ili u slučaju nestanka el. energije na ulaznoj pumpnoj stanici, odnosno, ako velike količine toksičnih i eksplozivnih supstanci dospiju u kanalizacioni sistem, otpadna voda će se pomoću bypassa vratiti nazad u rijeku Miljacku. Otpadna voda se prečišćava kroz aerisani grubi pjeskolov (služi za uklanjanje čestica dijametra većih od 2 mm) i stanicu grube provjere, gde se nalaze grube rešetke promjera 100 mm. Otpadna voda dalje dolazi do pumpne stanice sirove vode gdje se voda diže spiralnim pumpama na 9 m čime se omogućava gravitacioni tok otpadne vode u narednim fazama tretmana. Zatim slijedi objekat (A-1-2-3) fine rešetke sa promjerom od 6mm. Slijedi objekat (A-1-2-3) ili ozračeni pjeskolov - mastolov u kome se uklanja pjesak, ulja i masti. Svrha ove procesne jedinice je uklanjanje čestica pijeska većih od 0,2 mm iz otpadne vode.

Tabela 1. Grube rešetke

GRUBE REŠETKE		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj grubih rešetki	2	kom.
Veličina otvora	100	mm
Širina kanala za pojedinačnu rešetku	2,5	m
Hidraulički kapacitet rešetke	5200	l/s

Objekat grubih rešetki predstavlja primarnu zaštitu postrojenja, zaustavljaju nerijetko krupne komade drveta, leševе stoke i raznog plutajućeg otpada koji bi potencijalno mogli napraviti problem na objektima i opremi Postrojenja u slučaju njihovog ne uklanjanja iz otpadne vode. U sirovoj kanalizacionoj vodi nalazi se i neuobičajno velika količina tekstila koja može da se skuplja na rešetkama i time formira opterećenje od par stotina kilograma čime stvara probleme u normalnom radu rešetki. Imperativ je da se grube rešetke redovno obilaze, održavaju čistim i u slučaju naglih padavina ili snijega obezbijedi „češći“ mod rada rešetki čime se onemogućava nagomilavanje krupnog otpada.



Slika 1. Ulazna pumpna stanica

Tabela 2. Ulazna pumpna stanica

ULAZNA PUMPNA STANICA		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj pužnih pumpi	4	kom.
Hidraulički kapacitet	5200	l/s
Visina pumpanja	8,5	m
Kapacitet po jednoj pumpi	1300	l/s
Promjer pužnih pumpi	2400	mm
Instalirana snaga po jednoj pumpi	185	kW

Objekat ulazne pumpne stanice i finih rešetki su međusobno uzajamno povezani. Problem u radu finih rešetki automatski gasi i pužne pumpe. Kada se upale 3 od 4 pužne pumpe otvara se automatski i bypass koji dio vode transportuje u rijeku Bosnu van postrojenja. Princip rada finih rešetki je sličan principu rada grubnih rešetki i obavezno je redovno kontrolisanje istih da ne bi došlo do začepljenja konvejera ili kompaktora što može u konačnici oštetiti opremu.

Tabela 3. Fine rešetke

FINE REŠETKE		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj finih rešetki	4	kom.
Veličina otvora	6	mm
Širina kanala za pojedinačnu rešetku	1,5	m
Hidraulični kapacitet po rešetki	1300	l/s
Sadržaj skupljen na rešetkama	30	m <sup>3</sup> /sedmično

Tabela 4. Aerisani pjeskolov

AERISANI PJESKOLOV		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj aerisanih taložnica za pijesak	3	kom.
Dužina	28	m
Širina	2,8	m
Zapremina pojedinačne taložnice za pijesak	223	m <sup>3</sup>
Ukupna zapremina	670	m <sup>3</sup>
Vrijeme zadržavanja <sup>(1)</sup> pri 2.6 m <sup>3</sup> /s	4,3	min
Vrijeme zadržavanja <sup>(1)</sup> pri 3.9 m <sup>3</sup> /s	2,9	min
Vrijeme zadržavanja <sup>(1)</sup> pri 5.2 m <sup>3</sup> /s	2,1	min
Broj puhaljki za taložnicu (+rezerva)	1+(1)	kom.
Specifični ulaz zraka	1	Nm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> spremnik, h
Ulaz zraka	900	Nm <sup>3</sup>
Proizvodnja pijeska	11	m <sup>3</sup> /sedmično

### PRIMARNO TALOŽENJE

U dva primarna taložna bazena (A-4) izdvajaju se lako taložive suspendovane materije mineralnog i organskog porijekla. Predviđeni efekat taloženja je otprilike 30%.

Tabela 5. Primarni taložnici

PRIMARNI TALOŽNICI		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj taložnika	2	kom.
Kapacitet po jednom taložniku	1.300	l/s
Prečnik	51,4	m
Prosječna dubina	3,7	m
Ukupna površina	4150	m <sup>2</sup>
Ukupna zapremina	15355	m <sup>3</sup>
Vrijeme zadržavanja pri PDSV	2,1	h
Vrijeme zadržavanja pri maksimalnom protoku	1,6	h
Hidrauličko opterećenje	3,8	m/h

U objektu aerisanog pjeskolova/mastolova, tokom zimskog perioda i niskih temperatura treba obratiti pažnju i osigurati normalno kretanje mosta po šinama. Mast se odvaja u posebno izgrađenu jamu za mast. Zbog guste konzistencije za optimalno funkcionisanje potrebne su pumpe veće snage. Pumpe koje transportuju primarni mulj se moraju redovno čistiti da se ne bi dogodilo da se mulj zgusne i stvrdne u cijevima ili pumpama zbog pauze u radu ili niske temperature. Najbolji pokazatelj začepljenja je funkcionisanje u datom trenutku u odnosu na propisani/optimalni protok.



Slika 2. Aerisani pjeskolov i primarni taložnici

## BIOLOŠKO PREČIŠĆAVANJE

Dodavanjem kiseonika u bioaeracioni bazen (B-5) održava se aktivnom biomasa makro i mikroorganizama koji vrše biološku degradaciju organske materije (organski ugljenik, COD, BOD<sub>5</sub>). Na ovaj način se simuliraju uslovi u prirodnim vodotocima i jezerima. Optimalni uslovi, za trenutno opterećenje otpadne vode, se obezbijavaju samo dodavanjem potrebne količine kiseonika bez dodavanja bilo kakvih hemijskih sredstava. Potrebno je obezbijediti optimalan balans biomase mikroorganizama, organskih jedinjenja, kiseonika (što je veća koncentracija biomase veća je potreba za kiseonikom), pH, temperature i dostatnog nivoa nutrijenata.

Tabela 6. Bioaeracijski bazen

BIOAERACIJSKI BAZEN		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj aeracijskih spremnika	2	kom.
Dužina (ukupna dužina 2 odjeljka)	244	m
Širina	13	m
Dubina	3,7	m
Aerisana zapremina po jednom spremniku	11700	m <sup>3</sup>
Ukupna zapremina bioloških spremnika	23400	m <sup>3</sup>
Minimalno hidrauličko vrijeme zadržavanja pri suhom vremenu	2,5	h
Ukupna proizvodnja mulja	22500	kgUST/d
Koncentracija mulja	3,0	kg/m <sup>3</sup>
Aerobno vrijeme mulja	3,1	dan
Ukupno vrijeme mulja	3,1	dan

U objektu bioeracijskog bazena treba zorno motriti na nivo kiseonika, rad kompresora (da li rade u zadatom režimu - frekvencija, pritisak), svakodnevno motriti sedimentaciju mulja i MLSS u bazenima kao i pogledati mikrofloru i faunu pod mikroskopom jer izvjesne bakterije i alge predstavljaju bioindikatore stanja u bazenu.

## SEKUNDARNO TALOŽENJE

Pomoću četiri sekundarna taložna bazena (A-6) vrši se odvajanje aktivnog mulja iz biološki kondicionirane otpadne vode, te njegovo djelimično ugušćavanje i međuretenzija prije recirkulacije u bioeracioni bazen pomoću pumpne stanice aktivnog mulja, (A-8). Prečišćena voda utiče u recipijent rijeku Bosnu, a mulj ide dalje na obradu.

Tabela 7. Sekundarni taložnici

SEKUNDARNI TALOŽNICI		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Broj taložnika	4	kom.
Kapacitet po jednom taložniku (pri suhim vremenskim uslovima)	650	l/s
Prečnik	51,4	m
Prosječna dubina	3,5	m
Ukupna površina	2075	m <sup>2</sup>
Hidrauličko opterećenje	1,1	m/h

Princip rada je isti kao na primarnim taložnicima, treba redovno vršiti obilazak i provjeriti rad skrejpera, uklanjanje površinskog scuma, vizualnom metodom potvrditi postoje li rizične alge na površini, količinu mulja u bazenima.

## TRETMAN I OBRADA MULJA

Cijeli proces tretmana mulja sastoji se od zgušnjavanja, digestije, finalnog dehidriranja i konačnog odlaganja mulja. Mulj nastaje kao nusprodukt tretmana otpadne vode. Tehnološkim tretmanima u konačnici mulj se dehidrira, smanjuje mu se masa i zapremina, čime se olakšava njegova dispozicija uz smanjene troškove odlaganja.

## ZGUŠNJAVANJE MULJA

Zgušnjavanje mulja podrazumijeva zgušnjavanje u spremniku miješanog mulja (A-10/2), na presama u objektu za zgušnjavanje i dehidrataciju mulja (B-17-18-38), kao i u spremniku zgusnutog mulja (A-10/1). Mulj se miješa, presuje i skladišti oslobađajući se viška vode. Optimalna suha tvar mulja u objektu A-10/1 je 6%.

## DIGESTIJA MULJA

Mulj se iz spremnika zgusnutog mulja (A-10/1) transportuje do digestora (A-12) gde se vrši alkalna, mezofilna digestija što rezultira dobijanjem digestovanog, crnog i skoro bezmirisnog mulja. U Kotlovnici (A-13) se nalaze recirkulacione pumpe kojima se svježi mulj iz objekta A-10/1 miješa sa

obrađenim muljem iz digestora u svrhu očuvanja konstantne temperature u digestorima, kao i optimalnih uslova za enzimsku aktivnost mikroorganizama. U digestorima se održava temperatura od 35-37°C.



Slika 3. Digestori mulja

Tabela 8. Anaerobna digestija

ANAEROBNA DIGESTIJA		
Parametar	Vrijednost	Jedinica
Zapremina dnevno zgusnutog mulja	830	m <sup>3</sup> /d
Spremnik zgusnutog mulja	1500	m <sup>3</sup>
Vrijeme zadržavanja	1,8	dan
Broj napojnih pumpi za digestor (+rezerva)	2x(1+1)	kom.
Broj anaerobnih digestora	2	kom.
Aktivna zapremina	2x9000	m <sup>3</sup>
Vrijeme zadržavanja	21	dan
Radna temperatura	35-39	°C
Reciklacijske pumpe (+rezerva)	2x(1+1)	kom.

## DEHIDRIRANJE MULJA

Mulj se iz digestora transportuje u spremnik digeriranog mulja (A-16) gdje se skladišti i dalje homogenizuje. Zatim se dehidrira na centrifugama u objektu za zgušnjavanje i dehidraciju mulja (B-17-18-38), uz prethodnu pripremu. Prethodno se vrši priprema mulja doziranjem kationskog polielektrolita, hemijskog sredstva koje se najčešće koristi za flokulaciju mulja čime se povećava efikasnost dehidracije. Step en ugušćavanja na filter presama je oko 25 %.

Važno je redovno održavati cijevi i mašine koje su u kontaktu sa gustim medijumom kao muljem čistim da ne bi došlo do začepjenja. Svakodnevno treba motriti na pH i temperaturu mulju. Optimalan pH je neutralan ili blago alkalni (malo preko 7). U slučaju kiselosti mulja treba dodavati bazne proizvode kao sodu ili kreč da se pH podigne. Ako se ne postiže željeni efekat bazeni se prazne.



Dakle mulj se odvaja i taloži u primarnim i sekundarnim sedimentacionim bazenima a zatim se skuplja prema sredini bazena uz pomoć skrejpera (rotacionog zgrtača mulja). . Odatle se pumpama transportuje u vidu primarnog i sekundarnog aktivnog mulja u Bazen miješanog mulja (A446) gdje je suha tvar od 1-2 % DS. Pomoću 2 pužne pumpe (1 radna 1 rezervna) mulj recirkuliše između finalnih sedimentacionih bazena i bioaeracionog bazena i održava se stabilna ravnoteža mulja. U slučaju da nam je potrebno više mulja u bioaeracionom bazenu otvaramo brane i povećavamo dotok mulja i obrnuto u slučaju viška mulja. Uz pomoć 5 cijevi mulj se transportuje iz Bazena miješanog mulja (A446) do 5 presa. Nakon tretmana mulj se pumpa prema Bazenu zgusnutog mulja (A447) gdje je suha tvar 4-5 % DS. Odatle pomoću 4 pumpe mulj možemo da pošaljemo u digestor (svakodnevni postupak, da bi se održala anaerobna, mezofilna digestija kao i stabilna temperatura i PH, radi stvaranja biogasa) ili u bypass tj. Bazen digeriranog mulja (A433) gde je suha tvar oko 2-3 % DS jer konstantno biva razredjena preljevom sa digestora. Iz bazena digeriranog mulja konačno mulj šaljem pomoću 3 pumpe do 3 centrifuge (dekantera) koji vrše finalno dehidriranje mulja do zeljenih 20-25 % DS.

## KORIŠTENJE POLIMERA

Kao flokulant za zgušnjavanje/dehidraciju mulja da bi se postigao visok sadržaj suhe tvari i time smanjio volumen i olakšalo deponovanje, koristi se katjonski polimer / željezni sulfat (FeSO<sub>4</sub>). Isporučuje se u vrećama. Potpomaže zgušnjavanje (precipitaciju) na presama i centrifugama. Poseban polimer se koristi na presama (srednje molekularni) a poseban na centrifugama (visoko molekularni).

Tabela 9.. Evidencija ukupne potrošnje polimera u kg  
za trakaste prese i centrifuge u 2016. godini

TIP POLIMERA/MJESECI	POLIMER ZA CENTRIFUGE (kg)	POLIMER ZA TRAKASTE PRESE (kg)
Avgust	/	126
Septembar	2103	371
Oktobar	4028	1898
Novembar	1814	152
Decembar	1750	1000
TOTAL	9695	3547

## ISKORIŠTENJE ENERGIJE

Degradacijom organskih materija u digestoru stvara se biogas. On se transportuje cijevima u kompresornicu (A-14) gdje se prečišćava filterima i prema potrebi skladišti u rezervoaru gasa (A-15), te se koristi za dobijanje enegije pomoću kogeneracijskog postrojenja (C-35-40), a višak sagorijeva pomoću baklje (C-36). Iz energije bioplina proizvodi se 85-87% korisne energije (oko 33% električne energije i 54% toplotne energije).

Planirano je da se proizvodi oko 1 MW mjesečno energije što čini oko 1/3 ukupno potrebne energije za normalan rad postrojenja. Korištenjem bioplina skoro svi toplotni zahtjevi, te dio zahtjeva za električnom energijom mogu biti zadovoljeni.

U okolini objekata gde se nalazi gas strogo je zabranjeno paljenje cigareta, korištenje mobilnih telefona čak i uobičajnog alata koji može da stvori iskru već se koristi ex-proof alat od bakra. Treba često motriti kvalitet gasa (aparatom koji utvrđuje nivo CO<sub>2</sub> a ostalo je metan jer su drugi gasovi u tragovima). Potreban je strog nadzor nivoa gasa u balonu gde se višak skladišti kao i pritisak na vrhu digestora. U slučaju većeg nivoa gasa ili pritiska nego što je predviđeno pali se baklja i spušta se nivo gasa do željenog. Biogas koji se dobija u digestoru od mulja nije konzistentnog kvaliteta kao prirodni gas iz Sarajevo gasa tako da treba motriti temperature u razdjelnicima toplote i u slučaju da se ne može postići željena temperatura treba prebaciti bojlere na Sarajevo gas potrebno vrijeme.

## KONTROLA KVALITETA TEHNOLOŠKOG PROCESA

PPOV u Butinama posjeduje laboratoriju za kontrolu kvaliteta otpadne vode u procesu tehnološke prerade u cilju ispunjenja zahtjeva zakonske regulative FBiH. Laboratorijska kontrola podrazumijeva fizičko-hemijske analize influenta, efluenta i uzoraka mulja, kao i mikroskopiranje aktivnog mulja iz bioaeracionih bazena. Laboratorijske analize se odnose na slijedeće parametre: temperaturu (°C), taložne tvari po Imhoffu, pH vrijednost, električnu provodljivost, BPK, HPK, SS, TS, TSS, ISV, TOC, NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P/TP, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N i TN. Cilj je izlaznu vodu (efluent) pročistiti i uskladiti sa parametrima aktuelne Uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente i sisteme javne kanalizacije („Sl. novine FBiH“, br. 04-2012).

Na osnovu rezultata laboratorijskih analiza poduzimaju se izvjesne mjere. Na osnovu mikro flore i faune ispod mikroskopa može se dobiti realna slika o stanju parametara u bioaeracijskom bazenu. Postojanje izvjesnih vrsta iz roda *Paramecium* ukazuje na čistoću i veliku količinu kiseonika u vodi. Pojavljivanje crva iz roda *Nematoda* npr. ukazuje na veliku količinu mulja. Neke vrste gljiva i algi kao npr. iz roda *Thiothrix* nisu poželjne u bioaeracijskim bazenima zbog brzog širenja i svojih metaboličkih aktivnosti. Stoga ukoliko se po površini bazena pojave nepoznate formacije treba uzeti uzorak, identifikovati ih ispod mikroskopa a onda adekvatno reagovati. BPK, HPK, SS su esencijalni parametri otpadne vode koji se moraju redovno motriti i spustiti na zakonski propisan nivo prije ispuštanja u recipijent rijeku Bosnu. Na osnovu sedimentacije i MLSS mulja dobija se slika o količini i gustini mulja a TS, TSS, TOC kao i pH mogu nam više reći o biohemijskim parametrima mulja koji se moraju ispoštovati prije transporta mulja u digestor jer on ima delikatnu ravnotežu (alkalna, mezofilna digestija 35-37 C a pH oko 7-7,50) koja se mora održavati da bi tehnološki proces funkcionisao na optimalnom nivou.

Projektovane tereti zagađenja za PPOV u Sarajevu:

- BPK<sub>5</sub> 36.000 kgBPK5/d
- HPK 72.000 kgHPK5/d
- ukupne suspendirane materije 42.000 kgUST/d
- ukupni nitrogen po Kjeldahlu 6.600 kgUKN/d
- ukupni fosfor 1.080 kgPukup/d

Efluent postrojenja koji se ispušta u rijeku Bosnu treba da zadovolji sljedeće kriterijume:

- BPK<sub>5</sub> 25 mgO<sub>2</sub>/L (postotak redukcije 70-90%)
- HPK 125 mgO<sub>2</sub>/L (postotak redukcije 75%)
- ukupne suspendirane materije 35 mg/L (postotak redukcije 90%)
- ukupni nitrogen po Kjeldahlu - (1<sup>1</sup> ili 70-80 % redukcije)
- ukupni fosfor - (10<sup>1</sup> ili 80% redukcije)



Slika 4. Laboratorija

U 2016 godini prosječna vrijednost HPK je iznosila na ulazu oko 178 mg/L a na izlazu iz postrojenja oko 30 mg/L (standard 125 mg/L) , prosječna vrijednost BPK je iznosila na ulazu oko 67 mg/L a na izlazu iz postrojenja oko 13 mg/L (standard 25 mg/L) , prosječna vrijednost SS je iznosila na ulazu oko 82 mg/L a na izlazu iz postrojenja oko 15 mg/L (standard 35 mg/L) . NH<sub>4</sub> – amonijak na ulazu oko 11 mg/L na izlazu oko 3 mg/L (granična vrijednost 10 mg/L), NO<sub>3</sub> –Nitrat na ulazu oko 1,40 mg/L na izlazu oko 6 mg/L (granična vrijednost 10 mg/L) i PO<sub>4</sub> – fosfat na ulazu oko 3,50 mg/L na izlazu oko 0,80 mg/L (granična vrijednost 2 mg/L) .

## PROBLEMI

Neočekivan problem je velika količina otpada koji dolazi na postrojenje a koji nije svojstven za kanalizacionu mrežu (uginula stoka, plastična ambalaža, krupni komadi krutog otpada) koji pri velikim dotocima naprave određene probleme u radu grubih i finih rešetki i tada je potrebna pomoć uposlenika na Postrojenju. Problem je i još uvijek neriješeno odlaganje i korištenje finalnog, dehidriranog mulja. Studija je u toku i ista bi trebala dati neka rješenja vezano za dodatni tretman dehidriranog mulja. Isti se privremeno odlaže u krugu postrojenja na privremenoj deponiji.

## ZAKLJUČAK

Svaka gradska kanalizacija uliva se konačno u neki prirodni vodni tok. Pri tome mogu nastati brojne štete npr. smrad, loš ukus pitke vode, trovanje riba. Ljudsko zdravlje može biti ugroženo zaraženom pitkom vodom. Može doći u pitanje upotreba rečne vode za poljoprivredu ili industriju. Zadatak prečišćavanja (prerade) upotrebljenih voda sastoji se u tome da takve štete otkloni od vodotoka. Od aprila 1992 do juna 2016 sva prikupljena otpadna voda, uključujući i kanalizacioni otpad, se ispuštala direktno i bez prerade u rijeku Miljacku. Rijeke Miljacka i Bosna su glavni vodeni tokovi na koje utiču otpadne vode u Sarajevu. Miljacka teče kroz Sarajevo i ulijeva se u rijeku Bosnu nizvodno od PPOV Butila. Kao rezultat, kvaliteta vode u rijeci je jako opala nizvodno od postrojenja, što predstavlja znatnu prijetnju javnom zdravlju i okolišu.. Do postrojenja, rijeka Miljacka je kategorizirana kao vodeni tok kategorije II. Međutim, nizvodno od postrojenja, rijeka je kategorizirana kao vodeni tok kategorije III. Promjena u kvaliteti vode rijeke Bosne je također direktno uzrokovana njenim pritokama, koje donose većinu otpadnih voda u područje bazena rijeke. Kao rezultat, u veoma malom području kvaliteta vode rijeke Bosne opada iz kristalno čiste na izvoru, prelazi kategoriju II da bi na mjestu ulijevanja Miljacke, rijeka Bosna bila okategorizirana kao vodeni tok kategorije III. Optimalnim funkcionisanjem PPOV Butile očekuje se da se rijeke Bosna i Miljacka nizvodno od postrojenja opet pročiste do II kategorije u dogledno vrijeme, ispuštajući prerađenu i pročišćenu otpadnu vodu po zakonskim regulativama FBiH u recipijent rijeku Bosnu.

Glavni pozitivni uticaji rada postrojenja su sljedeći:

- Uklanjanje značajnih količina pijeska (sitnijeg i krupnijeg)
- Uklanjanje značajnih količina mulja
- Uklanjanje sitnih suspendiranih čestica
- Uklanjanje masti i ulja
- Uklanjanje toksičnih materija koje se vežu za suspendirane čestice
- Reguliranje pH vrijednosti u rijekama
- Smanjenje fekalnih koliformi
- Smanjenje nivoa toksičnih hemikalija
- Očuvanje habitata, flore i faune, očuvanje migracionih tokova ptica
- Smanjuje se šansa za oboljevanje uslijed navodnjavanja usjeva ili direktnog kontakta sa vodom
- Pozitivan uticaj na javno zdravlje

Ako se ima u vidu da se rijeke i drugi vodeni tokovi u BiH koriste za snabdijevanje vodom, navodnjavanje i za rekreativne svrhe, evidentno je da ispuštanje neprerađene otpadne vode može predstavljati veliki problem, posebno ako govorimo o javnom zdravlju. Sakupljanjem i adekvatnim tretmanom otpadnih voda, smanjiće se značajne količine sirove otpadne vode koja se ispušta u vodene tokove. Kao direktna posljedica tretmana očekuje se smanjenje patogenih organizama i zagađivača, čime se smanjuje šansa za oboljevanje uslijed konzumiranja vode, navodnjavanja usjeva ili direktnog kontakta. Tretiranjem otpadne vode smanjiće se nivo zagađenja koji se ispušta u rijeke Miljacku i Bosnu, a to će općenito imati pozitivan uticaj na javno zdravlje.