Darko Vuksanović[1], Jelena Šćepanović[2]
Dragan Radonjić[3]

Pregledni stručni rad
DOI: 10.5937/VIK26287V

ULOGA POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA U CILJU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Rezime: Otpadne vode su vode koje su prošle kroz neki upotrebni ciklus i postale štetne po životnu sredinu. Po mjestu nastanka dijele se na sanitarne i industrijske otpadne vode. Kada se pomiješaju sanitarne i industrijske, nastaju komunalne otpadne vode. Da bi se spriječilo ugrožavanje kvaliteta životne sredine i zdravlja ljudi ove otpadne vode se prije njihovog ispuštanja u okolnu sredinu moraju prečistiti.
Sistemi za prečišćavanje otpadnih voda imaju ključnu ulogu u zaštiti životne sredine, jer uklanjaju zagađujuće materije prije nego što se voda vrati u prirodu. Oni sprečavaju zagađenje rijeka i jezera, štite biodiverzitet, čuvaju zdravlje ljudi i omogućavaju ponovno korišćenje prečišćene vode. Ključni aspekti njihove uloge su: Sprečavanje zagađenja voda: uklanjaju organske materije, teške metale, nitrate i fosfate koji mogu dovesti do eutrofikacije (nekontrolisanog cvjetanja algi koje uništava sav ostali život u vodi). Zaštita biodiverziteta: održavanjem kvaliteta vode u rijekama, jezerima i morima direktno se štite ribe, biljke i druge vodene vrste. Zaštita javnog zdravlja: prečišćavanjem se uništavaju patogeni mikroorganizmi (bakterije i virusi), čime se sprječava širenje zaraznih bolesti putem vode. Kruženje vode (reciklaža): savremeni sistemi omogućavaju da se prečišćena voda može koristiti za navodnjavanje u poljoprivredi ili u industrijske svrhe, čime se štede prirodni resursi.
Ključne riječi: otpadna voda, sistemi za prečišćavanje otpadnih voda, zaštita životne sredine, rijeke, jezera, more

THE ROLE OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: Wastewater is water that has gone through a certain use cycle and has become harmful to the environment. According to its place of origin, it is divided into sanitary and industrial wastewater. When sanitary and industrial wastewater are mixed, municipal wastewater is formed. In order to prevent the quality of the environment and human health from being endangered, this wastewater must be treated before being released into the surrounding environment.
Wastewater treatment systems play a key role in environmental protection, as they remove pollutants

[1] *Univerzitet Crne Gore, Tehnološki fakultet, Podgorica, Crna Gora darkov@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0003-0868-4649*
[2] *Univerzitet Crne Gore, Tehnološki fakultet, Podgorica, Crna Gora, jelenapj@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0001-5841-4335*
[3] *Univerzitet Crne Gore, Tehnološki fakultet, Podgorica, Crna Gora, draganra@ucg.ac.me, ORCID: 0000-0002-2577-8244*

before the water returns to nature. They prevent the pollution of rivers and lakes, protect biodiversity, preserve human health and enable the reuse of treated water. Key aspects of their role are: Preventing water pollution: They remove organic matter, heavy metals, nitrates and phosphates that can lead to eutrophication (uncontrolled algae blooms that destroy all other aquatic life). Protecting biodiversity: Maintaining water quality in rivers, lakes and seas directly protects fish, plants and other aquatic species. Protecting public health: Purification destroys pathogenic microorganisms (bacteria and viruses), thus preventing the spread of infectious diseases through water. Water circulation (recycling): Modern systems allow purified water to be used for irrigation in agriculture or for industrial purposes, thus saving natural resources.
Key Words: Wastewater, wastewater treatment systems, environmental protection, rivers, lakes, sea

1. Uvod

Voda koja je zagađena i onečišćena na bilo koji način jeste otpadna voda [1].

Količina otpadnih voda zavisi od ukupne potrošnje vode u određenoj sredini. Ukupnu potrošnju vode shodno svom stepenu razvoja, propisuje država putem planskih dokumenata kroz tzv. norme potrošnje vode.

Na taj način se mogu praviti planovi o ukupno potrebnim kapacitetima kako za vodosnabdijevanje, tako i za prečišćavanje otpadnih voda.

Za Crnu Goru kao primorsku zemlju koja izlazi na Jadransko more, a koja ima veliki broj rijeka i jezera, rad na izgradnji sistema za prečišćavanje otpadnih voda je od vitalnog značaja. Ugradnja sistema sa velikom efikasnošću prečišćavanja otpadnih voda može se podijeliti u nekoliko faza:

- Mehanička faza: uklanjanje krupnog otpada i taloženje pijeska i masti.
- Biološka faza: korišćenje mikroorganizama za razlaganje organskih materija.
- Hemijska/Tercijarna faza: dodatno uklanjanje nutrijenata (azota i fosfora) i dezinfekcija vode.

Veličina postrojenja zavisi od broja stanovnika, njihovog načina života, geografskog područja, veličine slivne površine, razvijenosti industrije, količine i sastava otpadnih voda [2].

Postrojenje predstavlja pozitivan primjer kako lokalne zajednice razmišljaju o zaštiti prirodnih vodotoka i životne sredine. Kako je ekološki prioritet sprečavanje zagađenja vode, velika je odgovornost i dužnost na razvijanju što efikasnijih postupaka za prečišćavanje vode [3].

Kada se razmatra problematika prečišćavanja otpadnih voda, u odnosu na veličinu naselja koncipira se i tip procesa prečišćavanja otpadnih voda. U grupu velikih naselja spadaju naselja sa preko 20.000 stanovnika. Mnoga od njih nisu pokrivena centralizovanim sistemima za prečišćavanje otpadnih voda, pa se za obradu otpadnih voda tih naselja koristi decentralizovani sistem. Mala naselja obuhvataju grupu naselja sa manje od 5.000 stanovnika [4].

Otpadne vode prije ispuštanja u recipijent moraju da zadovolje kriterijume koji su dati u Pravilniku o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izvještaja o kvalitetu otpadnih voda

(*Sl. list CG*, br. 056/19 od 04.10.2019) [5]. Prema ovom Pravilniku granične vrijednosti parametara koji se mjere da bi se utvrdio kvalitet otpadnih voda prilikom ispuštanja u površinske tokove su:

- BPK_5 = 25 mg/l,
- HPK = 125 mg/l,
- SM = 35 mg/l,
- Ukupni P = 2 mg/l,
- Ukupni N = 15 mg/l.

Cilj ovog rada je da se kroz konkretan primjer projektovanja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u opštini Kolašin pokaže važnost izgradnje postrojenja koje će omogućiti kvalitetniji tretman otpadnih voda, a samim tim i odgovarajuću zaštitu konačnog recipijenta, rijeku Taru.

2. Opis postojećeg stanja sistema za sakupljanje otpadnih voda iz opštine Kolašin

Izgradnja fekalne kanalizacione mreže u opštini Kolašin počela je 1995. godine, a postojeća mreža je uglavnom završena u periodu od 1995. do 2000. godine. Trenutno je na mrežu priključeno 960 korisnika, a još je planirano da će u narednom periodu biti još oko 850 korisnika. Na osnovu ovoga je uzeto da buduće tipsko PPOV bude kapaciteta 2.000 korisnika, odnosno 2.000 ES. Na postojećem sistemu fekalne kanalizacije postoje dionice sa priključcima atmosferske kanalizacije.

Međutim ovi priključci ne utiču značajno na ukupnu zapreminu otpadnih voda. Kanalizacioni sistem čine dva kolektora koji zajedno čine glavni kolektor prečnika 500 mm u blizini autobuske stanice. Ukupna dužina postojeće kanalizacione mreže u Kolašinu je 3.409 m. Otpadne vode iz kanalizacionog sistema Kolašina ispuštaju se direktno u lagune koje se nalaze na sjeveru grada na području Breze. Rijeka Tara (kao krajnji recipijent) je oko 25 metara udaljena od lagune.



Slika 1. Lagune u koje se ispuštaju otpadne vode opštine Kolašin
Figure 1. Lagoons into which the wastewater of the Municipality of Kolašin is discharged

Procjenjuje se da je u upotrebi 1.300 privatnih septičkih jama. Trenutno se otpadne vode bez prethodnog prečišćavanja ispuštaju u potoke i rijeke Taru i Plašnicu. Lagune fekalne kanalizacije u naselju Breza (slika 1), u Kolašinu, predstavljaju ključni dio infrastrukturnog sistema za prikupljanje otpadnih voda u tom dijelu naselja. Nalazi se u blizini stambenih objekata, što može uticati na svakodnevni život lokalne zajednice. Lagune mogu izazvati probleme kao što su neprijatni mirisi ili zagađenje, posebno tokom vrućih ljetnjih mjeseci.

Opisano postojeće stanje ne zadovoljava potrebe odgovarajućeg sakupljanja i tretmana komunalnih otpadnih voda, zbog čega je neophodna izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

3. Opis i lokacija PPOV u Kolašinu

U cilju adekvatnog rješavanja postojećeg problema odvođenja i tretmana otpadnih voda, opština Kolašin planira da izgradi fekalnu kanalizacionu mrežu i privremeno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda (PPOV), u zoni III prema Programu privremenih objekata, kapaciteta 2.000 ES. Ukupna površina katastarske parcele 1076 na kojoj treba da se izgrade fekalna kanalizaciona mreža i PPOV iznosi 8.477,61 m^2, dok je površina koju zauzima planirano PPOV 297 m^2. Površina zauzetosti zbog kolektora: 2,5 m (širina rova) x 292 m (dužina kolektora), što iznosi 730 m^2. Sama lokacija na kojoj će se graditi PPOV je na relativno većoj udaljenosti od individualnih stambenih objekata, a najbliži objekti su na udaljenosti od oko 140 m (slika 2).



Slika 2. Prikaz udaljenosti lokacije projekta (crvena boja) od najbližih objekata i naselja (Google Earth)

Figure 2. Distance between the project site (red) and the nearest buildings and settlements (Google Earth)

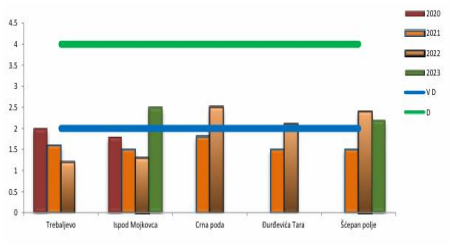
Sa slike 2 se vidi da su postojeće lagune za prihvat otpadnih voda iz Kolašina locirane sa zapadne strane.

4. Postojeće stanje kvaliteta vode rijeke Tare

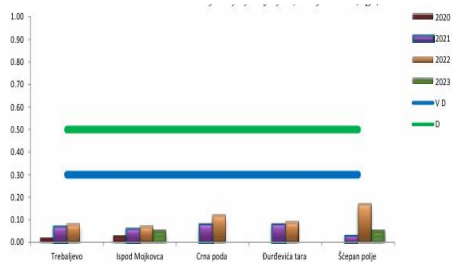
Recipijent prečišćene otpadne vode sa budućeg PPOV-a biće rijeka Tara, a efluent će se u rijeku upuštati u podnožju predmetne lokacije PPOV, sa desne obale Tare, u oblasti zone gdje su locirane postojeće lagune u koje se sada ispuštaju komunalne otpadne vode iz opštine Kolašin. Prema podacima iz Informacije o stanju životne sredine za 2023. godinu kvalitet vode rijeke Tare je od mjernom mjesta Trebaljevo do mjernog mjesta Šćepan polje u opsegu

od vrlo dobrog do dobrog kvaliteta. Najbliže mjerno mjesto nizvodno od lokacije za izgradnju tipskog PPOV-a je mjerno mjesto Trebaljevo, gdje dobijeni rezultati pokazuju da je kvalitet vode rijeke Tare vrlo dobar kada su koncentracije BPK_5 u pitanju. Izmjerene vrijednosti sadržaja ortofosfata i nitrata pokazuju da su njihove vrijednosti znatno ispod koncentracija koje bi mogle ugroziti vrlo dobar kvalitet vode rijeke Tare. Svi navedeni rezultati prikazani su na slikama 3-5.

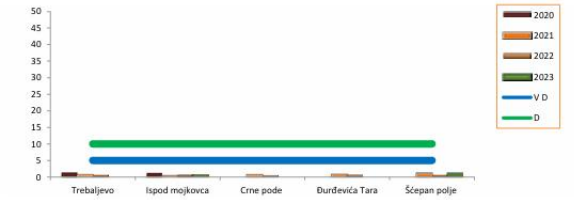
Iznijete činjenice, uslovile su da se kao zahtijevani kvalitet efluenta usvoje vrijednosti propisane EU Direktivom 91/271/EEC i Pravilnikom o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izvještaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda (*Sl. list CG*, br. 56/19).



Slika 3. BPK_5 u rijeci Tari (mg O_2/l)
Figure 3. BOD_5 in the Tara River (mg O_2/L)



Slika 4. Sadržaj ortofosfata(fosfata) u rijeci Tari (mg/l)
Figure 4. Orthophosphate (phosphate) concentration in the Tara River (mg/L)



Slika 5. Sadržaj nitrata u rijeci Tari (mg/l)
Figure 5. Nitrate concentration in the Tara River (mg/L)

Prikazani rezultati kvaliteta vode rijeke Tare pokazuju da kvalitet prečišćenih otpadnih voda nakon prolaska kroz PPOV mora biti u skladu sa gore navedenim Pravilnikom, da bi iste mogle biti ispuštene u recipijent, odnosno rijeku Taru, bez dodatnog ugrožavanja njenog postojećeg kvaliteta.

5. Usvojena tehnologija prečišćavanja otpadnih voda na PPOV-u

5.1. Fekalna kanalizaciona mreža

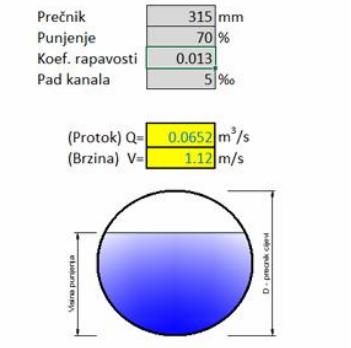
Izgradnja fekalnog kanalizacinog sistema i planiranog PPOV-a će zaštititi prirodne recipijente i imaće pozitivan efekat na poboljšavanje kvaliteta rijeke Tare. Na mjestu po-

stojećeg izliva planira se ugradnja revizionog okna iz koga će dalje kaskadno se postaviti trasa PVC fekalnog kolektora DN315 dalje ka planiranom PPOV-u.

Kolektor fekalne kanalizacije od postojeće lagune planiran je sve do PPOV-a u blizini rijeke Tare. Novoprojektovana gravitaciona kanalizacija je prečnika DN315 dužine cca 350 m. Na projektovanoj mreži predviđena je izrada 14 revizionih armirano-betonskih šahtova. Kako bi se usvojio prečnik fekalne kanalizacije išlo se od pretpostavke i formule

$$Q= N \times P \times f$$

N- broj korisnika – usvojeno je 2000 korisnika
P - prosječna dnevna potrošnja – usvojeno 350 l/korisniku
f- koeficjent otpadne vode – usvojen 0.89
Shodno proračunu količina otpadne vode iznosi 7.9 l/s =0.00792 m^3/s.



Slika 6. Prečnik kolektora
Figure 6. Collector Diameter

Prečnik kolektora je usvojen tako da omogućava priključenje planiranih objekata koji gravitiraju ovom kolektoru. Nad oknima su predviđeni kružni poklopci klase D400 za teška opterećenja.

5.2. PPOV (2.000 ES)

S obzirom na veličinu postrojenja i na karakter otpadnih voda mjerodavni elementi za izbor tehnološkog postupka bili su: zahtijevani izlazni parametri prečišćene vode, pouzdan i siguran rad uz minimalnu potrošnju energenata i uz visok stepen automatizacije.

U skladu sa zakonskom regulativom, komunalne otpadne vode se moraju tretirati na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda, da bi se svi njeni parametri doveli u granice maksimalno dopuštenih koncentracija za upuštanje u recipijent, rijeku Taru.

5.2.1. Elementi PPOV-a

Prepumpna stanica sa grabuljama

Prepumpna stanica ima ulogu da premosti visinsku razliku pomoću centrifugalnih pumpi. Otpadne vode dotiču gravitacijski preko kanalizacionog cjevovoda u poliestersku prepumpnu stanicu preko grabalja sa sitom. Grablje sa sitom su locirane na dotoku gdje

zadržavaju veće djelove pri doticanju otpadne vode u šaht. Otpaci se skladište u odgovarajući kontejner koji se odvozi na sanitarnu deponiju.

Mehanička komora sa mastolovom

Osnovna uloga mastolova je da masnoću, pomoću gravitacije, odvaja od vode. Osim toga hvatač masti iz vode odstranjuje i mulj, sav se mulj taloži na dnu, dok se mast odvaja na površinu.

Retenzioni bazen

Uloga retenzionog bazena je prihvat i retenzija udarnog opterećenja. Iz retenzionog bazena otpadna voda se uz pomoć pumpi dozira na biološke reaktore po odgovarajućem programu rada samog uređaja. Unutar retenzionog bazena je smješten bypass koji ima ulogu da u slučaju dolaska vode veće iznad projektovane količine rastereti uređaj.

Biološki reaktori

Tehnologija uređaja SBRREG 2000 radi po principu biološkog čišćenja otpadne vode sa lebdećom biomasom, pri kojoj se mikroorganizmi, koji se stvaraju biološkom razgradnjom organskih materija i drugih primjesa u otpadnoj vodi, nalaze u suspenziji. Bakterije za svoj rast koriste nečistoće iz otpadne vode i kiseonik, rastopljena organska materija se pretvara u nataloženi i mineralizovani oblik i otpadna voda se na takav način biološki očisti.

Tu se odvija biološko čišćenje otpadne vode ponavljajući vremenske cikluse, koji se prilagođavaju s obzirom na opterećenje uređaja. Ciklus je sastavljen iz više faza:

- punjenje biološke komore (pumpanje otpadne vode iz mehaničkog stepena pomoću potopne pumpe),
- miješanje bez aeracije omogućava, da otpadna voda dođe u kontakt sa aktivnim muljem i počne proces denitrifikacije,
- prozračivanje (odstranjivanje organskog zagađenja),
- sedimentacija i bistrenje,
- izlaz prečišćene vode.

Iz kompresora se u membranski aerator dovodi vazduh i kiseonik u otpadnu vodu, koji se reguliše sa sondom za kiseonik. Na ovaj način se u bazen dovede primjerena količina kiseonika, istovremeno, pa je otpadna voda u stalnom kretanju, što omogućava držanje raspršene biomase u lebdećem stanju. Po fazi sedimentacije se prečišćena voda pomoću plovka prepumpa na izlaz.

U reaktoru uvijek ostane dio aktivnog mulja, koji osigurava sljedeće čišćenje otpadne vode, koja pritiče u reaktor. U reaktor dolazi 1/3 otpadne vode, 2/3 reaktora su uvijek napunjene sa suspenzijom vode i aktivnog mulja.

Preko pumpe voda se prepumpava u biološki reaktor, kojih ima četiri. Uloga bioloških reaktora je da prečiste vodu na sistemu autopurifikacije odnosno samoprečišćavanja.

Samoprečišćavanje se odvija putem aeracije. Aeracija je operacija u obradi voda kojom se gasovita faza, obično vazduh ili kiseonik, i voda dovode u kontakt u cilju ostvarivanja što intenzivnijeg prenosa gasova.

Aeracija ima najširu primjenu za biološku obradu otpadnih voda, zatim za uklanjanje površinski aktivnih supstanci iz otpadnih voda, kao i za postupke koji prethode biološkoj obradi vode. Uređaji pomoću kojih se vrši uvođenje vazduha u otpadnu vodu nazivaju se aeratori, ima raznih vrsta ovdje su predviđeni difuzori.

Šaht za uzimanje uzorka

Pozicija 5 na tehnološkoj šemi je reviziono okno DN 1600 za uzimanje uzorka prečišćene vode.

Taložnik mulja

Voda nakon prečišćavanja ide u naknadni taložnik, gdje stoji neko vrijeme da se istaloži mulj, voda prečišćena ide zatim u reviziono okno za monitoring, a mulj se prepumpava u taložnik mulja.

Montažni objekat sa upravljačkom jedinicom i kompresorima

Pozicija 8 je montažni objekat gdje su smješteni: elektroormar grabalja Maind, montirani kompresor, ventilator, glavni elektroormar za uređaj na kom su montirani displej s kojim se na ulazu lako promijeni ručni i automatski rad svake ugrađene mašinske opreme (kompresora, mješala, pumpi za povrat blata, pumpi u mastolovu i egalizacionom bazenu), posuda za regulaciju pritiska od potopnog bunara i umivaonik. Brojni su faktori koji utiču na izbor procesa prečišćavanja otpadnih voda. Spisak samo najvažnijih faktora, koji će ovde biti dat i razmatran, je dugačak, broji čak 24 faktora. Ne može se tvrditi da je taj spisak konačan, i da ga u nekim situacijama nije neophodno dopuniti. Brojnost faktora ilustruje svu obimnost i složenost definisanja tehnologije prečišćavanja otpadnih voda.

- Primenljivost tehnološkog procesa prečišćavnja otpadnih voda

Primenljivost procesa se ocjenjuje na osnovu prethodnih iskustava, podataka o izgrađenim postrojenjima, podataka iz stručne literature (stručni časopisi, priručnici za praksu, priručnici za projektovanje), ili na osnovu ispitivanja na poluindustrijskom postrojenju (tzv. Pilotu). Iako su svi faktori važni za sebe, primenljivost procesa je po važnosti iznad svih, jer se radi o osnovnom koncipiranju tehnologije prečišćavanja otpadnih voda, i ukoliko se tu pogriješi cio dalji proces projektovanja, konstrukcije, i rada takvog postrojenja ne može da dā najbolje efekte.

- Primjenljiv opseg protoka (nastanka) otpadnih voda

Proces mora da savlada očekivani opseg protoka otpadnih voda. Na primjer: kod obrade otpadnih voda stabilizacione lagune nisu pogodne za veoma velike protoke u gusto naseljenim područjima. Količine otpadnih voda izražene kao dnevna ili časovna zapremina sa varijacijama izazvane ljudskim ili industrijskim aktivnostima, vremenskim uslovima i drugim sezonskim efektima (kraj sedmice, praznici itd.), zajedno sa drugim dodatnim aspektima, kao što su učestalost i frekvencija, u cilju optimizacije sistema.

- Primjenljive varijacije protoka otpadnih voda

Mnogi procesi i postupci prečišćavanja izvedeni su tako da rade u širokom rasponu protoka. Takođe, mnogi procesi rade najbolje na relativno konstantnom protoku. Ukoliko su varijacije protoka prevelike, neophodno je ujednačavanje protoka.

- Karakteristike sirove otpadne vode

Utiču na izbor tipa procesa koji će biti korišćeni (na primer: hemijski ili biološki) i zahtjeve koji moraju biti ispunjeni za njihov odgovarajući rad. Kontaminacije izražene u vidu suspendovanih materija, organskih materija (HPK i BPK_5), ukupnog azota (TKN), ukupnog fosfora (TP) kao i sadržaja drugih komponenata (patogeni mikroorganizmi). Inhibirajući konstituenti otpadnih voda i oni na koje ne djeluje primijenjena tehnologija. Potrebno je utvrditi da li postoje konstituenti otpadne vode koji mogu djelovati inhibitorno na proces prečišćavanja i da li postoje konstituenti na koje proces prečišćavanja ne djeluje.

6. Opis kontrukcije tipskog PPOV-a i ostalih sadržaja

Tipsko postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda sastoji se od sljedećih djelova (elemenata):

- 01 reviziono okno
- 02 pumpna stanica sa finim grabuljama
- 03 šaht sa mjeračem protoka
- 04 retenzioni bazen
- 05 distributer otpadnih voda
- 06a/b/c biološka faza - SBR reaktor (3x)
- 07 mjerno okno
- 08 rezervoar za mulj
- 09 upravljački/servisni objekat

7. Opis tehnološkog procesa prečišćavanja

Mehanički nivo

Objekat 01: Reviziono okno Ф 1200

Komunalne otpadne vode gravitaciono se ulivaju u ulazno okno. Od revizionog okna FI 1200 do šahta za uzorkovanje instaliran je obilazni vod za hitne slučajeve sa PVC kanalizacionom cijevi DN 200. Iz revizionog okna voda se gravitaciono odvodi u pumpnu stanicu sa finim grabuljama (PVC cijev DN 250).

Objekat 02: Pumpna stanica sa finim grabuljama

Komunalne otpadne vode gravitacijom otiču od revizionog šahta do pumpne stanice sa finim grabljama. Predviđene su automatske pužne grabulje sa otvorima perforacije do 6 mm. Odvojeni otpad se automatski uklanja sa sita i odlaže u kontejner od 360 l. Otpadna voda teče gravitacijom u retenzioni bazen (PVC cijev DN 200).

Objekat 03: Šaht sa mjeračem protoka

Voda se pumpa iz pumpne stanice do retenzionog bazena preko potisnog vodovoda. Prije retenzionog bazena, voda prolazi kroz mjerač protoka koji bilježi zapreminu otpadnih voda na ulazu u različitim vremenskim intervalima. Mjerač protoka je instaliran u šahtu prečnika DN 1000.

Objekat 04: Retenzioni bazen

Iz okna, koji je opremljen finim grabuljama, voda, očišćena od glavnih zagađivača, gravitacijom teče u retenzioni bazen ili rezervoar za zadržavanje V=50 m^3.

Svrha rezervoara za zadržavanje je pumpanje otpadnih voda do biološkog reaktora, smirivanje dolazne vode i uklanjanje masti i ulja iz otpadnih voda. Rezervoar za zadržavanje takođe sadrži sistem za aeraciju radi ravnomjernog miješanja suspenzije.

Dva plovna prekidača instalirana su u retenzionom bazenu za mjerenje minimalnog nivoa (LSLA) i maksimalnog nivoa (LSHA).

Objekat 05: Distributer otpadnih voda

Funkcija distributera otpadnih voda u SBR reaktorima je sljedeća:

Voda se pumpa u distributer otpadnih voda pomoću dvije potopne pumpe u drugoj komori rezervoara. Distributer ima tri elektromotorna nožasta zaporna ventila povezana sa tri biološka reaktora.

Biološka faza

Postrojenje 06: Biološka faza - SBR reaktor

Otpadne vode se pumpaju pomoću dvije pumpe u aeracioni bazen zapremine V = 195 m^3 (3 x SBR reaktora V = 65 m^3). Svaki reaktor ima svoj ventilator. Jedan ventilator se kontroliše razvodnikom i elektromotornim ventilom koji omogućava ventilatoru da duva u rezervoar ili reaktor. U aeracionom bazenu se odvija biološko uklanjanje organskog materijala (HPK, BPK_5) i nitrifikacija amonijačnog azota uz pomoć rastvorenog kiseonika i aktivnog mulja. Kod nitrifikacije, amonijačni azot se oksiduje u nitratni azot. Kružni difuzori su instalirani na dnu aeracionih bazena radi dovoda potrebnog vazduha. Komprimovani vazduh uvodi se preko aeracionog ventilatora koji se nalazi u servisnoj zgradi. Rad ventilatora se prati sondom koja mjeri koncentraciju rastvorenog kiseonika, a koja je instalirana u biološkom reaktoru. Nivo kiseonika je podesiv, osnovni nivo je 2 mg rastvorenog O_2/l. Kapacitet prenosa kiseonika u otpadnu vodu obezbjeđuje biorazgradnju, endogeno disanje i oksidaciju azotnih jedinjenja. Aeracija takođe obezbjeđuje ravnomjerno miješanje suspenzije.

Puštanje biološkog reaktora u rad vrši se dopremanjem aktivnog mulja. Svaki bioreaktor je opremljen kružnim difuzorima JetFlex HD 340 na dnu. Kružni difuzori su međusobno povezani sistemom PVC-U cevi. U reaktoru je instalirano 20 kružnih difuzora.

Plovni prekidači su instalirani u svakom biološkom reaktoru za mjerenje minimalnog i maksimalnog nivoa.

Svaki biološki reaktor sadrži sondu za kiseonik koja se koristi za mjerenje koncentracije rastvorenog kiseonika. Koncentracija rastvorenog kiseonika se automatski reguliše pomoću pripadajuće sonde za kiseonik (XICA-02). Sonda za kiseonik, u zavisnosti od količine rastvorenog kiseonika u vodi, automatski reguliše rad ventilatora na unaprijed podešenu vrijednost, koja se može ručno podesiti na drugu vrijednost.

SBR bioreaktor će biti podešen na 2 mg L^{-1}, što omogućava efikasan tretman otpadnih voda.

Objekat 07: Mjerno okno

Prečišćena otpadna voda se pumpa iz SBR reaktora u mjerno okno. Voda teče od mjernog okna do izlaznog mjesta. Mjerno okno se koristi za uzimanje uzoraka vode i kontrolu kvaliteta vode.

Objekat 08: Rezervoar za skladištenje mulja

Dvije pumpe u bioreaktoru pumpaju povratni mulj u rezervoar za skladištenje mulja. Iz rezervoara za skladištenje mulja, uređen je preliv nazad u retenzioni bazen. Na rezervoaru za skladištenje mulja su predviđena dva mjesta za ekstrakciju mulja - čvrsto usisno crevo završeno spojnicom za vatrogasno crijevo tipa A.

Objekat 09: Upravljanje

Upravljanje postrojenjem za prečišćavanje biće smješteno u servisnom objektu. Pored upravljačke jedinice, biće instalirani ventilator (3x), distributer vazduha, hemijski filter i stanica za doziranje (3x).

Svim hardverom instaliranim u postrojenju za prečišćavanje upravlja se preko PLC kontrolera u električnom ormaru, koji se može povezati sa SCADA upravljačkim sistemom. U slučaju kvara ili nestanka struje, ovlašćeno osoblje koje upravlja postrojenjem za prečišćavanje mora odmah prijaviti kvar. U slučaju kvara PPOV-a, otpadne vode gravitaciono teku kroz reviziono okno do ispusta. U slučaju kvara, operater postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda je dužan da otkloni kvar najkasnije u roku od 24 sata.

Ventilator

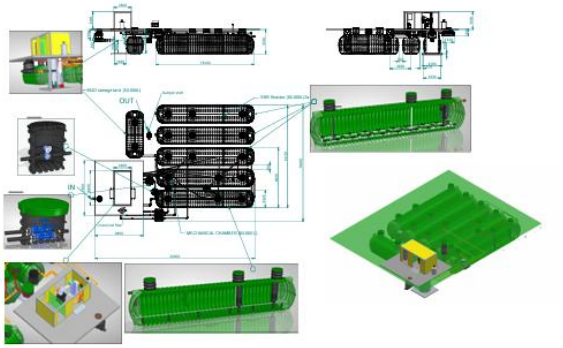
U servisnoj zgradi biće instaliran ventilator IVACO SC602SF4.0T IE2 (3x) za snabdijevanje postrojenja za prečišćavanje kiseonikom. Ventilator će biti kontrolisan iz kontrolnog centra postrojenja za prečišćavanje u zavisnosti od količine rastvorenog kiseonika u otpadnim vodama u SBR reaktoru. Svaki ventilator snabdijeva jedan SBR reaktor. Distributer vazduha omogućava ventilatoru 1 da duva u biološki reaktor i rezervoar za sakupljanje. Na vazdušnom kolektoru su instalirana dva elektromotorna kuglična ventila DN 50 (duva u bioreaktor) i DN 32 (duva u rezervoar).

Hemijski filter

Hemijski filter je dizajniran da neutrališe zagađivače i mirise iz otpadnog vazduha koji generiše PPOV. Filter kertridži oksiduju i neutrališu molekule koji izazivaju mirise, uklanjajući vodonik-sulfid i merkaptane (ili tiole) i druge supstance koje izazivaju mirise nastale razgradnjom otpadnih voda.

Stanica za doziranje

Sredstvo za taloženje hemijske defosfatizacije, koagulant polialuminijum hidroksihlorid (PAC), doziraće se u biološki reaktor pomoću dozirajuće pumpe (3x). Doziranje će se vršiti u unaprijed određenim vremenskim intervalima. PAC će biti skladišten u PE rezervoaru od 75 litara. Na slici 7 dat je šematski prikaz planiranog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Kolašinu.



Slika 7. Šematski prikaz planiranog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Kolašinu
Figure 7. Schematic Diagram of the Planned Wastewater Treatment Plant in Kolašin

8. Zaključak

Na osnovu datih podataka o postojećem stanju upravljanja otpadnim vodama u opštini Kolašin, predloženog tipa postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i postojećeg kvaliteta vode rijeke Tare kao konačnog recipijenta za prečišćene otpadne vode, može se zaključiti sledeće:

- Analiza postojećeg stanja upravljanja otpadnim vodama u opštini Kolašin pokazuje da je isto nezadovoljavajuće i da je neophodno provesti korake ka izgradnji tipskog PPOV-a, uz stvaranje uslova da se izvrši rekultivacija postojećih laguna, koje su sada krajnji recipijent za neprečišćene otpadne vode.
- Proračunom postojećih količina otpadnih voda po ES, kao i procjena izgradnje novih hotelskih i stambenih sadržaja, došlo se do podatka da planirano PPOV bude kapaciteta 2.000 ES.
- Predložena tehnologija prečišćavanja otpadnih voda omogućava njihov adekvatan tretman na planiranom PPOV-u, što garantuje kvalitet prečišćene otpadne vode da ista može biti ispuštena u krajnji recipijent, odnosno rijeku Taru.

9. Literatura

[1] M. Jahić, *Urbani vodovodni sistemi*, Udruženje za tehnologiju vode, Beograd, 1988.

[2] B. Dalmacija, *Monitoring otpadnih voda i njihov uticaj na životnu sredinu*, Novi Sad, 2016.

[3] Z. Malešević, J. Lazarević, I. Bošković, Wastewater treatment technology in small plants, *Voda i sanitarna tehnika*, L XII(1) 33-40, 2022.

[4] D. Nikolić, J. Skerlić, V. Šušteršić, Sistemi za prečišćavanje otpadnih voda u velikim i malim naseljima, *Vodoprivreda*, 0350-0519, 44, 258-260 p. 247-255, 2012.

[5] Pravilnik o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izvještaja o kvalitetu otpadnih voda (*Sl. list CG*, br. 056/19 od 04.10.2019).