Tehničko tehnološka optimizacija obrade otpadnih voda farme svinja u sistemu za biogas

MILAN R. BOŽOVIĆ, Univerzitet u Prištini,

Prirodno matematički fakultet, Kosovska Mitrovica

GORAN R. TOPIĆ, Srbijagas, Beograd

Originalni naučni rad

UDC: 628.3

DOI: 10.5937/tehnika1804527B

Farme svinja proizvode velike količine otpadnih voda koje ugrožavaju i degradiraju prirodne prijemnike – recipijente, obzirom da se otpadne vode najčešće ispuštaju bez bilo kakvog oblika obrade ili prečišćavanja. Otpadne vode sa sobom nose fekalije, neprerađenu hranu i druge prisutne organske materije i spadaju u kategoriju najzagađenijih voda. Mnoga primenjena tehničko-tehnološka rešenja njihove obrade u cilju sprečavanja ugrožavanja prirodnih recipijenata nisu dala adekvatne rezultate sa ekološkog aspekta. Obradom ovakvih otpadnih voda u sistemu za biogas se pored tehnološke i ekološke efikasnosti može ostvariti i značajna energetska efikasnost. Ispitivanjem efikasnosti sistema za biogas u toku radnog režima uočeni su određeni nedostaci, ali izmenom i optimizacijom tehničkih i biotehnoloških uslova dobijeni su rezultati zahtevani po projektu.

Glavne reči: otpadna voda, biogas, anaerobna mikroflora, ekologija, recipijent

1. UVOD

Farme svinja proizvode velike količine visoko-opterećenih otpadnih voda, kojima se značajno ugrožavaju i degradiraju prirodni prijemnici – recipijenti, obzirom da se najčešće ispuštaju bez bilo kakvog oblika obrade ili prečišćavanja. Količine otpadnih voda koje se najčešće sakupljaju u aeracione lagune a zatim upuštaju u recipijente prvenstveno zavise od veličine farme, uzgojne strukture i broja životinja u tovu odnosno uzgojnom turnusu. Jedna svinja kako po količini tako i stepenu zagađenja proizvodi otpadnu vodu kao pet ekvivalent stanovnika (ES) [1], [4].

Na farmi se u toku intenzivnog procesa tova može trošiti manja ili veća količina sanitarne vode, što zavisi od kontinuiteta rada, trenutnih potreba, radne discipline, kao i nekih drugih veoma značajnih momenata. Ukoliko se troši manja količina sanitarne vode, ona će na izlazu biti sa većom koncentracijom zagađenja, odnosno većim biološkim opterećenjem (BPK) i obrnuto. Standardne vrednosti, kako za količinu otpadnih voda, tako i za njihov kvalitet, opterećenost otpadnim materijama nisu definisane.

Kvalitet ispuštenih otpadnih voda u recipijent zavisi od kvaliteta ulazne otpadne vode, ali prevashodno zavisi od sistema za prečišćavanje, funkcionalnosti i tipa sistema, vremena njenog zadržavanja u sistemu, kao i poslovnog odnosa i shvatanja da je obrada otpadnih voda sastavni deo celokupnog proizvodnog procesa. U dosadašnjoj praksi ne samo u farmskoj proizvodnji nego uopšte nije bilo takvog pristupa, što je imalo kao posledicu ispuštanje velikih količina veoma opterećenih otpadnih voda u prirodne prijemnike – recipijente što ima velike ekološke posledice. Recipijent je veoma bitan faktor, obzirom na nivo kvaliteta do kojeg otpadna voda mora biti prečišćena da bi bez posledica mogla biti ispuštena u recipijent, i sa higijensko – sanitarnog, i sa ekološkog aspekta.

Unapređenje rada postojećih farmi mora na adekvatan način obuhvatiti obradu otpadnih voda, kako sa ekološkog tako i energetskog aspekta. Takođe, razvoj privatne inicijative u novije vreme uslovio je izgradnju većeg broja mini farmi, koje takođe moraju svoje otpadne vode pre konačne dispozicije prečistiti do ekološki i sanitarno zadovoljavajućeg nivoa kvaliteta.

Izgradnju tih malih farmi neminovno mora pratiti i izgradnja postrojenja za obradu, odnosno prečišćavanje njihovih otpadnih voda, primerenih kako njihovom kapacitetu tako i uslovima krajnje dispozicije njihovih prečišćenih otpadnih voda kao i konkretnih uslova sredine, odnosno karakteristika lokacije na kojoj se farma nalaze.

Adresa autora: Milan Božović, Univerzitet u Prištini
sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica, Ive Lole Ribara 29

e-mail: mbozovic@afrodita.rcub.bg.ac.rs

Rad primljen: 18.06.2018.

Rad prihvaćen: 22.06.2018.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Radeći na ispitivanju funkcionalnosti sistema za obradu i prečišćavanje otpadnih voda jedne farme svinja, uočen je određeni broj grešaka kako pri prostornom planiranju i samom projektovanju, tako i pri realizaciji tog projekta što je uslovalo njegovu malu efikasnost.

Sistemom je predviđeno je da otpadna voda nakon prolaza kroz navedene tretmane i obrade ima takve karakteristike da se bez ekoloških posledica može upustiti u kanalsku mrežu ili distribuirati po poljoprivrednoj površini.

Fizičko – hemijska i bakteriološka ispitivanja otpadnih voda obuhvatila su specifične i najvažnije indikatore zagađena voda, koji su od higijenskog, ekološkog i tehničko – tehnološkog značaja za određivanje funkcionalnosti sistema za tretman i obradu organskim sadržajem visoko opterećenih otpadnih voda.

3. TEHNIČKO - TEHNOLOŠKO REŠENJE – SISTEM ZA BIOGAS

Sistem za biogas sastojao se iz sledećih segmenata:

- sabirnih bazena i homogenizatora sa grubim i finim rešetkama na kojima bi se izdvajale sve grublje čvrste materije, koje su se nalazile u otpadnoj vodi;
- prihvatnog bazena za sedimentaciju;
- bazena za taloženje ispiranje i homogenizaciju supstrata;
- digestora;
- spremnika – bazena za biogas sa zvonom;
- muljne šahte;
- separatora;
- bazena za čvrstu fazu i
- lagune za tečnu fazu.

Na slici 1, je prikazano tehničko tehnološko rešenje za proizvodnju biogasa [2].

4. REZULTATI FIZIČKO- HEMIJSKIH ANALIZA

Uzorkovanje otpadnih voda iz sistema za predtretman vršeno je više dana u dužem vremenskom periodu pri čemu se u analizama krenulo od postojećeg stanja sistema za biogas i otpadne vode u sistemu za tretman i obradu a zatim u uslovima i režimu rada rekonstruisanog sistema sa sinhronizovanim tehničkim rešenjem. Izvršena je analiza većeg broja pojedinačnih, ali i kompozitnih uzoraka otpadnih voda. Uzorkovanje je vršeno svakih 30 min u određenim periodima rada od početne do završne faze, a zatim su formirani kompozitni uzorci otpadnih voda.

Od kompletnih analiza svih parametara koje zahteva ovaj tip otpadnih voda, prikazani su samo oni

parametri, tabela 1, koji definišu postojeću funkcionalnost sistema za tretman i obradu otpadnih voda. Prilikom ispitivanja funkcionalnosti sistema nisu se mogle dobiti niti utvrditi kvalitativno kvantitativne karakteristike obrađenih otpadnih voda da bi se mogle upustiti u recipijent.

I1 SABIRNI BAZENI SV. SUBSTRATA
HOMOGENIZACIJA SUBSTR.
PRAŽNJENJE BAZENA
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA
I2 PRIHVATNI BAZEN (sediment.)
I3 BAZEN ZA ISPIRANJE
TALOŽENJE
PRELIVANJE (tečne faze)
HOMOGENIZACIJA
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA
II1 DIGESTOR
UBACIVANJE SV. STAJNJAKA
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA
III3 SPREMNIK BIOGASA
PRAŽNJENJE SG PREV. sub.
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA
IV SEPARATOR
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA
V MULJNA ŠAHTA
UZIMANJE UZORAKA
OBRADA SREDNJEG UZORKA

Slika 1 - Šema tehnološkog procesa obrade svinjskog stajnjaka u sistemu za biogas

Tabela 1. Parametri koji definišu funkcionalnost sistema

Parametar		Ulaz	Izlaz
Suva materije	g/l	28,7	21,4
Suva organska materija	g/l	20,2	14,6
Mineralne materije	g/l	8,5	6,8
HPK	mlO ₂ /l	64.917,0	32.642,0
BPK ₅	mlO ₂ /l	29.040,0	10.280,0
Utrošak KMnO ₄	ml/l	37.920,0	31.126,0
Isparljive masne kiseline	g/l	16,3	5,97

Najbolji postignuti kvalitet otpadne vode u toku ispitivanja funkcionalnosti postojećeg sistema za tretman i obradu u sistemu za biogas je prikazan u tabeli 2. Obzirom na činjenicu da radom sistema u postojećim biotehnoškim uslovima nije postignuta tehnološka funkcionalnost i da nije dobijen odgovarajući kvalitet otpadne vode, izvršena je rekonstrukcija nekih postojećih segmenata propalih od agresivnog delovanja otpadnih voda, sinhronizacija rada tehničkih rešenja i vremenski usklađena dinamika sa metaboličkim procesima prisutne autohtone anaerobne mikroflore.

Pri režima rada u sinhronizovanim i vremenski optimiziranim uslovima postignut je bolji rezultat kvaliteta otpadnih voda, ali ne i zadovoljavajući obzirom na zahteve, potrebe i tehničko tehnološke mogućnosti, tabela 2.

Tabela 2. Parametri koji definišu funkcionalnost sistema za sinhronizovane i optimizirane uslove

Parametar		Ulaz	Izlaz
Suva materijea	g/l	35,2	21,4
Suva organska materija	g/l	25,6	13,5
Mineralne materije	g/l	9,6	7,9
HPK	mlO ₂ /l	69.604,0	21.564,0
BPK ₅	mlO ₂ /l	22.960,0	3.640,0
Utrošak KMnO ₄	ml/l	57.904,0	39.544,0
Isparljive masne kiseline	g/l	9,24	2,37

Zbog nedovoljne efikasnosti funkcionisanja sistema u postojećim, poboljšanim uslovima i režimima rada u sistem za biogas je ubačena selekcionisana anaerobna bakterijska kultura koja je prethodno umnožena kako bi se postigao visok stepen kontaminacije mikroflorom u digestorima i na isti način je praćena dinamika obrade otpadnih voda. Efekat je nakon kratkog vremena, dovoljnog za razvoj mikroflore anaeroba bio

znatno bolji i sistem je pokazao one efekte koje bi trebao da ima u kontinuitetu, tabela 3.

Tabela 3. Parametri posle ubacivanja selekcionisane kulture

Parametar		Ulaz	Izlaz
Suva materije	g/l	40,0	14,7
Suva organska materija	g/l	21,8	9,6
Mineralne materije	g/l	12,2	5,1
HPK	mlO ₂ /l	55.402,0	14.323,0
BPK ₅	mlO ₂ /l	25.120,0	1.990,0
Utrošak KMnO ₄	ml/l	73.349,0	16.126,0
Isparljive masne kiseline	g/l	7,35	0,3

Sistem bi u narednom periodu uz kontinualno doziranje određene količine anaerobne bakterijske kulture pokazivao i bolje rezultate ali taj segment u tehnološkom pogledu nije obezbeđen.

Sistem se nakon određenog vremenskog perioda zbog destrukcije anaerobne mikroflore ponovo našao u režimu slabije tehnološke funkcionalnosti i rezultati analiza bili su slični situaciji pre unošenja selekcionisane bakterijske kulture. Parametri za stanje posle destrukcije anaerobne flore su prikazani u tabeli 4.

Tabela 4. Parametri za stanje posle dedstrukcije anaerobne mikroflore

Parametar		Ulaz	Izlaz
Suva materija	g/l	63,7	22,6
Suva organska materija	g/l	48,8	15,0
Mineralne materije	g/l	14,9	7,6
HPK	mlO ₂ /l	36.359,0	22.845,0
BPK ₅	mlO ₂ /l	36.160,0	3.200,0
Utrošak KMnO ₄	ml/l	72.364,0	32.864,0
Isparljive masne kiseline	g/l	12,84	0,81

5. ZAKLJUČAK

Stanje životne sredine danas je značajno ugroženo nebrigom i nekontrolisanim izlivanjem neprečišćenih otpadnih voda u prirodne prijemnike – recipijente. Neophodno je primeniti sve oblike njihovog tretmana i obrade na najoptimalniji način u različitim uslovima i režimima rada. Sistem za biogas u tom pogledu predstavlja tehničko i tehnološko rešenje kojim se ne postižu samo ekološki efekti nego i energetski i ekonomski efekti. Međutim da bi svoju opravdanost pokazao u pravoj meri neophodno je usaglasiti tehnička

rešenja i stvoriti adekvatne i optimalne tehnološke uslove u jednom zatvorenom tehnološkom sistemu onoj anaerobnoj bakterijskoj mikroflori koja treba da ostvari metaboličku funkciju za koju je selekcionisana. Dovoljno je da jedan od neophodnih parametara izlazi iz optimalnih vrednosti i da čitav sistem ne funkcioniše na adekvatan način.

Ukoliko veći broj neophodnih uslova izlazi iz optimalnih vrednosti dolazi do zastoja u biotehno- loškoj funkciji čitavog sistema a dotok otpadnih voda sa farme je kontinualan i nezaustavljiv proces. Nakon takvih situacija sistem se svaki put mora nanovo uvoditi i uhodavati u definisani režim rada. Tada on nema niti ekološku, niti energetska a ni ekonomsku opravdanost.

LITERATURA

- [1] Bozovic M, *Possibilities of using of Wastewaters in agriculture - an analysis, Of The Banat Region Water Quality The Waste Water Treatment Technologies and Water Quality Management in Tamis river Watershead*, 1995, p. 93-103, BSB Engineering and Research Institute for Waste Water Treatment – Bucuresti Romania 1995.
- [2] Božović M, Konstrukcija pilot postrojenja za biotretman agroindustrijskih otpadnih voda i optimalizacija tehnološkog procesa obrade zbirnih otpadnih voda PKB-a, Projekat Ministarstva za nauku i razvoj Republike Srbije - S.3.0283, 1995.
- [3] Božović M, Tehnološki proces prerade svinjskog stajnjaka u sistemu za biogas - rekonstrukcija i optimalizacija rada farme svinja „Vizelj“, Projekto- montaža N° 3116., Padinska Skela 1992-1993.
- [4] Božović M, Petrović Lj, Tehnološka studija – reko- nstrukcija sistema za prečišćavanje otpadnih voda klanice Ratari i optimalizacija rada sistema, PKB „Dragan Marković“ - Ratari – Obrenovac, 1993.
- [5] Božović M, Otpadne vode mlinske industrije, *Voda i sanitarna tehnika*, God XXIV, br. 1-2 str. 41-43, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženje- rstvo, Beograd, 1994.
- [6] Božović M, Jocić S., Otpadne vode mlinske indu- strije sa ekološkog aspekta *Jugoslovenska konfere- ncija Zaštita voda* 93. str. 195-199, Arandelovac, 1993.
- [7] Božović M, Babić D, Jocić S, Primena ejektora u sistemu za predtretman klaničnih otpadnih voda, *Otpadne vode iz prehrambene proizvodnje i indu- strije*, Zbornik radova, str. 25-32, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Kikinda, 1993.
- [8] Božović M, Otpadne vode mlinske industrije, *Otpa- dne vode iz prehrambene proizvodnje i industrije*, Zbornik radova, str. 133-136, Udruženje za techno- logiju vode i sanitarno inženjerstvo, Kikinda, 1993.
- [9] Božović M, Ekološki kapacitet i (ne) opravdanost is- puštanja otpadnih voda, *Jugoslovenska konferencija Zaštita voda* 96, Zbornik radova, str. 480-486, Ulcinj, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd, 1996.
- [10] Bozović M, Petrović A, Petrović A. A, Tehnološka obrada klaničnih otpadnih voda primenom ejektora u sistemu za predtretman, *Tehnika*, 66, str. 68 – 73, 2017.

SUMMARY

TECHNICAL TECHNOLOGICAL OPTIMIZATION OF WASTE WATER TREATMENT OF PIG FARMS IN THE BIOGAS SYSTEM

Pigs farms produce large quantities of waste water that endanger and degrade natural receivers - recipients, since waste water is most often discharged without any form of treatment or purification. Waste waters carry faces, unprocessed foods and other organic substances present and fall into the category of the most polluted waters. Many of the applied technical and technological solutions to their processing in order to prevent the threat of natural recipes have not yielded adequate results from the ecological aspect. In addition to technological and ecological efficiency, treatment of such wastewaters in the biogas system can lead to significant energy efficiency. By examining the efficiency of the biogas system during the working regime, certain shortcomings were noted, but the changes and optimization of the technical and biotechnological conditions resulted in the results required by the project.

Key words: waste water, biogas, anaerobic micro flora, ecology, recipient