

PROIZVODNJA BIOGASA NA POSTROJENJIMA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA U CENTRALNOJ SRBIJI

dr Čedo Lalović dipl. ing.
maš.

REZIME

- Otpadne vode, kada se tretiraju anaerobno, mogu biti značajan izvor metana.
- Količina proizvedenog metana zavisi od količine organske materije u otpadnoj vodi, temperature i tipa tretmanskog sistema.
- Opšti parametri koji se koriste za merenje organske komponente otpadne vode su biološka potrošnja kiseonika (BPK) i hemijska potrošnja kiseonika (HPK).
- U istim uslovima otpadne vode sa većom BPK ili HPK koncentracijom će proizvoditi više

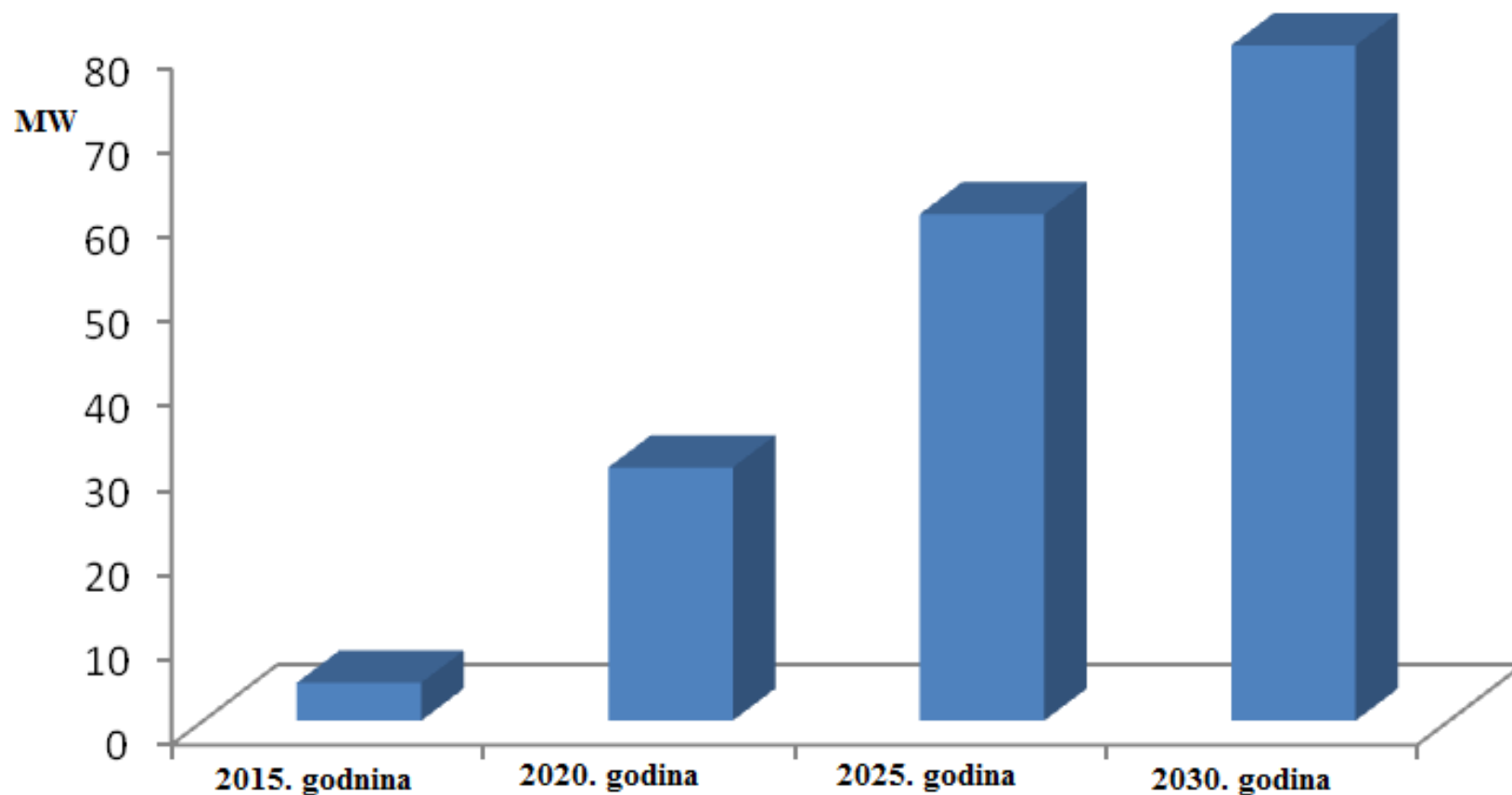
UVOD

- Najveći mehanizmi za borbu protiv klimatskih promena jesu energetska efikasnost i uvođenje obnovljivih izvora energije u proizvodnju, distribuciju, transmisiju, potrošnju i zadovoljenje energetske potrebe.
- Veliki izazov za celokupnu zajednicu- obezbeđivanje sigurnog snabdevanja energijom, zaštita životne sredine i ublažavanje efekata klimatskih promena.
- U procesu pristupanja EU, energetska sektor RS biće suočen sa velikim troškovima usled investiranja u smanjenje emisije gasova sa

UVOD

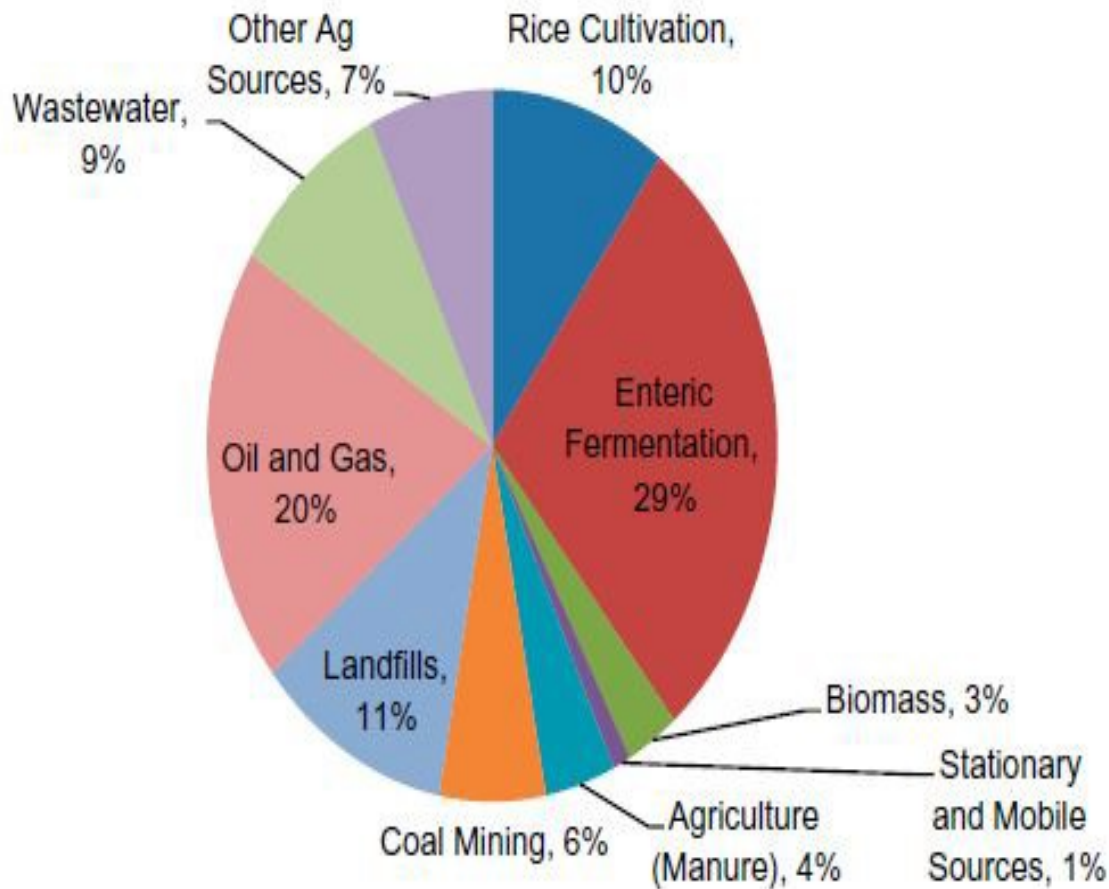
- U 2012.godini iz biogasa je proizvedeno 0,001 Mega tona ekvivalenta nafte (Mten) energije, što je 0,11% proizvedene energije iz obnovljivih izvora u RS.
- Akcionim planom za obnovljive izvore energije 2020.godine predviđena je izgradnja biogasnih postrojenja ukupne snage do 30MW za proizvodnju električne energije.
- Nacrt Strategije razvoja energetike do 2025.godine sa projekcijom do 2030. predviđa izgradnju do 80MW instalisane snage za

Plan izgradnje biogasnih postrojenja za proizvodnju električne energije u Republici Srbiji do 2030.godine



- Porast gasova staklene bašte, kao rezultat ljudske aktivnosti, direktno je doveo do porasta srednje temperature Zemljine atmosfere i okeana koji su uzorkovali globalno zagrevanje.
- Gasovi staklene bašte: ugljen-dioksid, metan i azotni oksid se kontinuirano emituju iz različitih antropogenih izvora.
- Sektor otpada i otpadnih voda doprinose 2,8% ukupnih antropogenih GHG emisija.

Globalna antropogena emisija metana iz različitih sektora



Emisija metana, će imati, ima 28 puta veći uticaj na temperaturu od emisije ugljen-dioksida iste mase u narednih 100 godina.

OTPADNE VODE

- Otpadne vode su količine vode koje se nakon upotrebe prenose u postrojenje za tretman ili se ispuštaju u podzemne vode.
- Porast broja stanovnika i ubrzan industrijski razvoj doveli su do povećanja količine otpadnih voda.
- Konstrukcija kanalizacije nije rešila problem, već ga samo “premestila” na drugu lokaciju.
- Kao rezultat toga došlo je do pogoršanja bioloških, hemijskih i fizičkih vrednosti vodnih

TRETMAN OTPADNIH VODA

- Prečišćavanje otpadnih voda obuhvata fizičke i hemijske procese koji se odvijaju pod uticajem organizama tokom razgradnje organskih komponenti.
- Da bi se sprečilo zagađenje recipijenta direktnim ispuštanjem otpadnih voda, neophodno ih je, pre ispuštanja, tretirati u postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda.
- Otpadne vode se mogu tretirati na licu mesta (ne sakupljene), otpremati u centralizovano postrojenje (sakupiti) ili odložiti neobrađene u

PRIMARNI I SEKUNDARNI

TRETMAN

- Centralizovane metode tretmana otpadnih voda mogu se klasifikovati kao primarni, sekundarni i tercijalni tretmani.
- Primarna obrada je tretman otpadnih voda fizičkim i/ili hemijskim procesima koji uključuju sakupljanje suspendovanih materija , ili druge procese u kojima se BPK5 ulaznih otpadnih voda smanjuje najmanje 20% pre ispuštanja i ukupne suspendovane materije ulaznih otpadnih voda se smanjuju za najmanje 50%.
- Sekundarni tretman podrazumeva biološki

TERCIJALNI TRETMAN

- Tercijalni tretman je nastavak sekundarne obrade azota i/ili fosfornih i/ili drugih zagađivača koji utiču na kvalitet ili specifičnu upotrebu vode: zagađenje, boja itd.
- Efikasnost tercijalnog tretmana definišu i organsko uklanjanje zagađenja najmanje 95% za BPK5 i 85% za HPK, i najmanje jedan od sledećih procesa: uklanjanje azota od najmanje 70%, uklanjanje fosfora od najmanje 80% i mikrobiološka uklanjanja koja postižu fekalnu gustinu koliforma manju od 1000 u 100ml.

- Prečišćavanjem otpadnih voda dolazi do izdvajanja organskih i neorganskih materija koje je dalje potrebno deponovati, otpadni materijali trebaju da imaju visok udeo izdvojenih komponenti i mali udeo vlage.
- Produkti iz procesa prečišćavanja- mulj sa masenim udelom vode 96-98%.
- U postupke prerade muljeva spadaju: ugušćivanje, stabilizacija, kondicioniranje, obezvodnjavanje, sušenje, oksidacija i odlaganje.
- Najrasprostranjeniji postupak prerade mulja-

ANAEROBNA DIGESTIJA

Rezultat anaerobne digestije je smanjenje količine finalnog mulja, pri čemu se uništava većina patogena u mulju i dobija biogas.

BIOGAS

- Biogas predstavlja mešavinu metana(60-70%) i ugljen-dioksida (30-40%) i ostalih gasova koji se nalaze u tragovima.
- Sagorevanjem biogasa proizvodi se toplotna i električna energija u kogeneracijskim postrojenjima čime se pokrivaju kompletne potrebe tih postrojenja za aeraciju, digestiju, grejanje i proizvodnju električne energije, čime se optimiziraju rashodi postrojenja i redukuje njihov negativni uticaj na životnu sredinu.

MODELIRANJE PRODUKCIJE

BIOGASA IZ OTPADNIH VODA

- Otpadne vode kada se tretiraju u anaerobnim uslovima predstavljaju značajan izvor metana, a količina proizvedenog metana primarno zavisi od količine organske materije u otpadnoj vodi, temperature i tipa tretmanskog sistema.
- Potencijal generisanog metana je količina organske materije u otpadnoj vodi.
- Opšti parametri koji se koriste za merenje organske komponente su: BPK i HPK.
- Otpadne vode sa većom vrednošću

Emisija metana iz otpadnih voda u uslovima anaerobnog tretmana za vremenski period od godinu dana procenjuje se na osnovu jednačine :

$$\text{CH}_4\text{Emisija} = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{V_i}{V} \right) \times \left(\frac{C_i}{C} \right) \times \left(\frac{P_i}{P} \right) \right] \times (\text{TOW} - S) - R \dots (1)$$

Gde je:

- **CH₄Emisija** – emisija metana u toku jedne godine
- **TOW** – ukupna količina organske materije u toku jedne godine
- **S** – organska komponenta uklonjena kako mulj
- $\frac{V_i}{V}$ – procenat populacije u pojedinoj tretiranoj oblasti
- $\frac{C_i}{C}$ – stepen utilizacije tretmanskog/ ispusnog voda ili sistema
- $\frac{P_i}{P}$ – oblast: ruralna, veoma urbana i urbana
- $\frac{C_i}{C}$ – tretmanski / ispusni vod ili sistem
- $\frac{P_i}{P}$ – faktor emisije
- **R** – količina iskorišćenog metana tokom jedne godine

Faktor emisije (EF) za tretirane otpadne vode se ispusnim sistemima je funkcija maksimalno potencijala proizvodnje metana (B₀) i metanskog korekcionog faktora (MCF), za svaki tretmanski ispusni vod ili sistem i prikazan je sledećom jednačinom:

Faktor emisije (EF) za tretirane otpadne vode se ispusnim sistemima je funkcija maksimalno potencijala proizvodnje metana (B_0) i metanskog korekcionog faktora (MCF), za svaki tretmanski ispusni vod ili sistem i prikazan je sledećom jednačinom:

$$EF_j = B_0 \times MCF_j \dots (2)$$

Gde su:

EF_j – faktor emisije

B_0 - maksimalni potencijal proizvodnje metana

MCF_j – metanski korekcionni faktor

J – tretmanski / ispusni vod ili sistem

Maksimalni potencijal proizvodnje metana (B_0) je maksimalna količina metana koji se može proizvesti za datu količinu organske materije (izražene kao BPK ili

Ukupna količina organske materije je funkcija ljudske populacije i BPK po jednom stanovniku. Ukupna količina organske materije može se izračunati koorišćenjem jednačine :

$$\mathbf{TOW=P \times BOD \times 0,001 \times I \times 365.... (3)}$$

Gde su :

TOW- ukupna količina organske materije u toku jedne godine

P – populacija u toku jedne godine

BPK – biološka potrošnja kiseonika po stanovniku na dan

I- korekcionni faktor za dodatni ispust industrijske BPK u kanalizaciju. Za sakupljene vode vrednost

REZULTATI MODELIRANJA PROIZVODNJE BIOGASA IZ OTPADNIH VODA

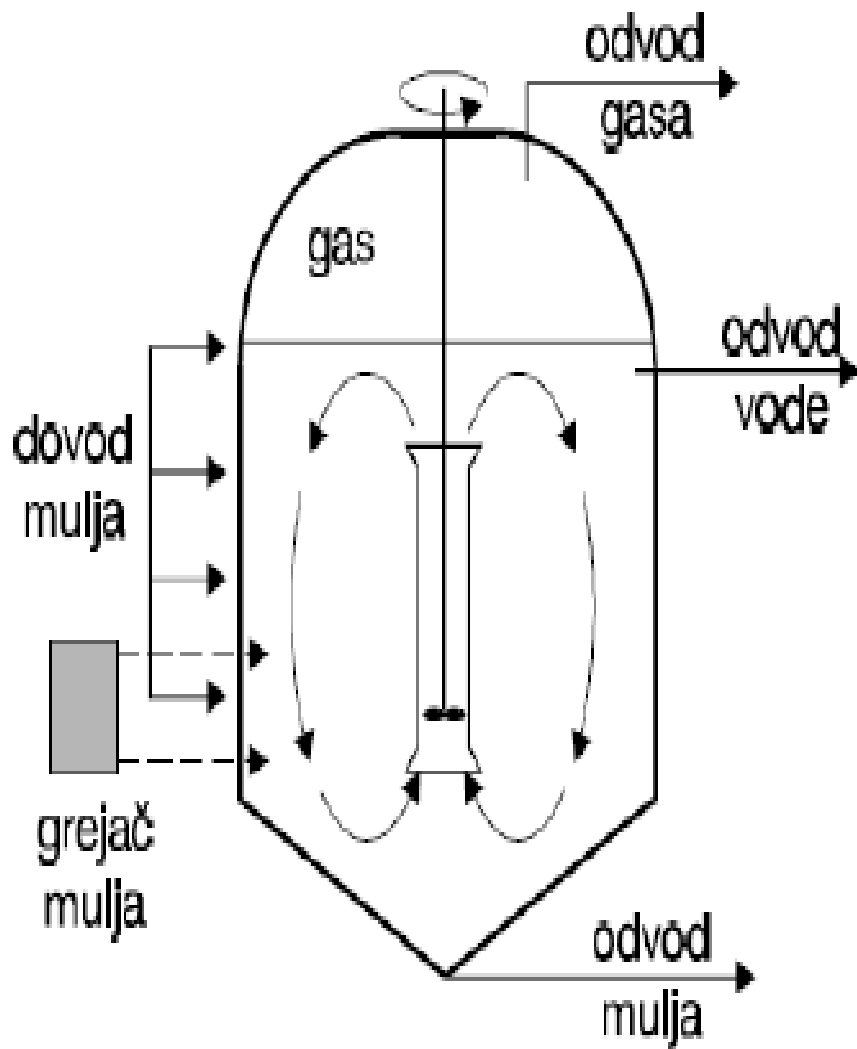
- Kanalizacionom mrežom nije pokriveno celokupno stanovništvo Centralne Srbije, pa je za izračunavanje emisije metana neophodno posebno razmatrati ruralno a posebno urbano stanovništvo.
- Ruralno stanovništvo otpadne vode odlaže u septičke jame sa metanskim korekcionim faktorom $MCF=0,5$.

OPŠTINA KRAGUJEVAC

- Na kanalizacionu mrežu u ovoj opštini priključeno je 75% od ukupnog broja stanovnika.
- Kragujevac poseduje centralno postrojenje za prečišćavanje komunalnih i predtretiranih industrijskih otpadnih voda sekundarnog tipa u kome se otpadna voda prečišćava u aeracionom bazenu sa aktivnim muljem pa je $MCF=0$.
- Postrojenje projektovano za 250 000 ekvivalentnih stanovnika a instalirani kapacitet je 125 000ES.
- Za specifičnu potrošnju vode uzeta je vrednost od

OPŠTINA KRAGUJEVAC

- Kao što je prethodno napomenuto, anaerobna digestija mulja je višestepeni biohemijski proces koji se odvija u tri faze.
- Za potrebe postrojenja instalirana su dva zatvorena digestora sa velikom brzinom digestije koje karakterišu sledeće karakteristike:
 - vrši se zagrevanje digestora uz potpuno mešanje mase
 - favorizuje se rast termofilnih (optimalna temperatura od 40-60°C) i



Reaktor sa velikom brzinom digestije

- Produkcija gasa varira u zavisnosti od sadržaja isparljivih materija, sadržaja mulja i biološke aktivnosti u digestoru i kreće se u opsegu od 17-28 l/s. Kako je MFC postrojenja jednak nuli, znači da

OPŠTINA ARANĐELOVAC

- U opštini Aranđelovac je 57% stanovništva priključeno na kanalizacionu mrežu.
- Posедуje dva postrojenja istog tipa kao i Kragujevac znatno manjeg kapaciteta 45000ES, pa i u ovom slučaju nema emisije metana urbanog stanovništva.
- U kanalizaciju se ispuštaju industrijske otpadne vode.
- Emisija metana ruralnog stanovništva iznosi 133 tone na godišnjem nivou.

OPŠTINE TOPOLA I RAČA

- U opštini **Topola** samo 15% stanovništva je priključeno na kanalizacionu mrežu.
- Ne postoji centralno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda.
- Emisija metana ruralnog stanovništva iznosi 161tona/godina.
- U opštini **Rača** je 24% stanovništva priključeno na kanalizacionu mrežu.
- Otpadna voda komunalnog i industrijskog tipa se ispušta u reku pa je $MCF=0,1$.

BATOČINA, LAPOVO I KNIĆ

- U opštini **Batočina** 18% stanovništva je priključeno na kanalizacionu mrežu, u kanalizaciju se ispuštaju industrijske otpadne vode.
- Otpadne vode se ispuštaju u reku pa je $MCF=0,1$ a ukupna emisija metana iznosi 69tona/godišnje.
- U opštini **Lapovo** je na kanalizacionu mrežu priključeno 20% stanovništva.
- Otpadna voda se ispušta u jezero pa je $MCF=0,1$ a ukupna emisija metana na

- Iz svega navedenog proizilazi zaključak da ukupni energetska potencijal sadržan u komunalnim otpadnim vodama u sedam opština regiona Centralne Srbije iznosi 899 tona metana na godišnjem nivou.
- Ovaj energetska potencijal predstavlja značajnu bazu za izgradnju kogeneracijskih postrojenja za pokrivanje energetska potreba centralizovanih postrojenja tretmana otpadne vode za električnom i toplotnom energijom iz obnovljivih izvora.

ZAKLJUČAK

- Povećanje koncentracije gasova staklene bašte-direktan negativni uticaj ljudskih aktivnosti.
- Sektor otpadnih voda doprinosi 9-10% ukupnoj antropogenoj emisiji gasova.
- Globalni izazovi: smanjenje rezervi fosilnih goriva, klimatske promene, direktno ispuštanje otpadnih voda u vodotokove, odlaganje otpada i smanjenje zelenih površina, rešenje ovih problema –korišćenje biogasa iz otpadnih voda i deponijskih rezervi.

ZAKLJUČAK

- Primenom anaerobnih postupaka prerade komunalnih otpadnih voda koje kao rezultat imaju produkciju biogasa mogu se optimizirati ukupne energetske potrebe postrojenja za toplotnom i električnom energijom.
- Kako ekisija metana iz komunalnih otpadnih voda u regionu Centralne Srbije iznosi 900tona na godišnjem nivou smatra se da je to dovoljan potencijal za primenu kogenerativnih postrojenja na izvoru biogasa iz otpadnih