

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Podobnost teme i kandidata mr Slobodana Cvetković, dipl. inž. tehnologije za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta br. 35/171 od 26.6.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu podobnosti teme i kandidata mr Slobodana Cvetkovića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme pod nazivom "MODELOVANJE I OPTIMIZACIJA PROCESA KORIŠĆENJA BIOGASA U PROIZVODNJI ZELENE ENERGIJE".

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. Podaci o kandidatu

1.1 Biografski podaci

Slobodan Cvetković rođen je 3.2.1970. godine u selu Darkovce, opština Crna Trava, Republika Srbija. Osnovnu školu i gimnaziju završio je u Smederevu.

Nakon odsluženja vojnog roka 1990. godine, započinje studije na Tehnološko – metalurškom fakultetu u Beogradu. Zvanje diplomiranog inženjera tehnologije stiče 1996. godine na smeru Hemijsko inženjerstvo, odbranom diplomskog rada sa ocenom 10 i srednjom ocenom 8,44 u okviru osnovnih studija. Magistarske studije završio je na Tehnološko-metalurškom fakultetu 2007.godine odbranom magistarskog rada i ukupnom prosečnom ocenom 9,20.

Radnu karijeru započeo je 1996. godine u Industriji skroba „Jabuka“ u Pančevu, gde je radio na poslovima inženjera pripravnika, inženjera i rukovodioca u pogonu, inženjera u razvojnom sektoru, kao i predsednika Nadzornog odbora kompanije. Od 2008. godine, karijeru je nastavio u Ministarstvu životne sredine, na poslovima unapređenja i primene obnovljivih izvora energije gde je i danas angažovan kao rukovodilac Grupe za održivo korišćenje obnovljivih resursa. Tokom rada u državnoj administraciji bio je angažovan na izradi strateških i zakonskih dokumenata iz oblasti obnovljivih izvora energije i zaštite životne sredine u Republici Srbiji. U dosadašnjoj praksi rukovodio je i učestvovao u realizaciji domaćih i međunarodnih projekata iz oblasti obnovljivih izvora energije.

Slobodan Cvetković je sertifikovani UNIDO ekspert za čistiju proizvodnju, kao i koautor „Uputstva za procenu uticaja vetroelektrana na životnu sredinu“, koje je izrađeno u okviru projekta saradnje sa Programom Ujedinjenih nacija za razvoj (UNDP) i Ministarstva životne sredine Republike Srbije. Član je Inženjerske komore Srbije kao odgovorni projektant tehnoloških procesa. Govori engleski jezik.

1.2 Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

Slobodan Cvetković je 15.09.2007. godine, odbranio magistarski rad sa temom „Ispitivanje imobilizacije ćelija aktivnog mulja u PVA čestice za tretman otpadnih voda". Rad je odbranjen na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, pod mentorstvom Dr Bojane Obradović, redovnog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu.

Mr Slobodan Cvetković je koautor 2 rada objavljena u časopisima međunarodnog značaja (M21-1 rad; M23-1 rad), kao i 3 saopštenja na naučnim skupovima (M33-1 saopštenje; M34-1 saopštenje; M64-1 saopštenje). Tokom 2010. godine, usavršavao se iz oblasti obnovljivih izvora energije na Institutu za biogas (Čengdu, NR Kina) u trajanju od dva meseca, a 2013. godine proveo je na tri nedelje na studijskom boravku na Institutu za energetiku i prirodne resurse „Teri" u Nju Delhiju.

Spisak objavljenih naučnih radova i saopštenja

Rad u vodećem međunarodnom časopisu (M21)

1. **S. Cvetković**, T. Kaluđerović, B. Vukadinović, M. Kijevčanin, Potentials and Status of Biogas as Energy Source in the Republic of Serbia, Renewable and Sustainable Energy Reviews 31 (2014) 407-416 (IF (2013) = 5,510; ISSN: 1364-0321)

Rad u međunarodnom časopisu (M23)

1. V.S. Božić, **S.M. Cvetković**, B.Živković, Influence of renewable energy sources on climate change mitigation in the Republic of Serbia, Thermal Science, (2014) doi: 10.2298/TSCI130221047B (IF (2013) = 0,962; ISSN: 1364-0321)

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini - M33

1. D. Kragić Kok; I. Bisschops; R. Kragić; **S. Cvetković**, G. Zeema, Energy and nutrient recovery potential from agricultural residues and organic waste in Vojvodina province, Serbia, Book of proceedings, 2nd International Conference: WASTES: Solutions, Treatments and Opportunities, September 11th – 13th 2013, Braga Portugal, p. 215–220

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu –M34

1. **S.Cvetković**, Lj.Mojović, B.Bugarski, B.Obradović, Cell Immobilization in PVA Microbeads for Wastewater Treatment, Book of Abstracts, 1st South East European Congress of Chemical Engineering, Belgrade, September 25-28, 2005, p.187

Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u izvodu – M64

1. N. Nikolic, J. Stojkovska, S.Cvetkovic, B.Bugarski, B.Obradovic, Novel method in cell immobilization in Poly(vinyl alcohol) micro-beads, Book of Abstracts, International Workshop and Summer School: Cell and Tissue Engineering, Belgrade, 01-08.07.2006, p.36

Odbranjena magistarska teza (M72):

1. S.Cvetković, Ispitivanje imobilizacije ćelija aktivnog mulja u PVA čestice za tretman otpadnih voda, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 2007. Mentor: Dr Bojana Obradović, redovni profesor, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.

1.3 Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu biografskih podataka, podataka o magistraturi, spiska objavljenih radova i dosadašnjeg rada sa kandidatom, komisija ocenjuje da je mr Slobodan Cvetkovic, pokazao sklonost i sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Takođe, iz same predložene teme disertacije, kandidat je do sada objavio jedan rad u vodećem međunarodnom časopisu M21, što ukazuje da ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. Predmet i cilj istraživanja

Industrijska proizvodnja u svetu pokazuje konstantan rast, uslovljavajući sve veću potražnju za energentima. Jedan od savremenih trendova je sve prisutnija zamena fosilnih goriva obnovljivim energetskim izvorima i sirovinama. Na ovaj način obnovljivi izvori postaju značajan resurs za proizvodnju energije. Privreda se suočava sa velikim izazovima, među kojima su rast cena energije i sirovina kao i unapređenje zaštite životne sredine. Takođe, prisutne su i sve strožije obaveze kada su u pitanju standardi u proizvodnji i potrošnji energije, kao i sve strožije granične vrednosti emisija u životnu sredinu, koje zahtevaju uvođenje novih proizvodnih tehnologija, analizu i korišćenje odgovarajućih obnovljivih izvora energije u cilju diverzifikacije energetskih resursa kao i sveobuhvatni pristup u rešavanja pitanja zaštite životne sredine.

Poljoprivreda, prehrambena industrija i komunalni sistemi koji generišu otpadne tokove pogodne za proces anaerobne digestije, predstavljaju oblasti sa velikim potencijalom za proizvodnju biogasa [1-5]. Biogas proizveden iz ovih izvora može se iskoristiti kao energent u različitim industrijskim sektorima, u energetskom sektoru za proizvodnju toplotne i električne energije, kao zamena korišćenja prirodnog gasa itd.

U okviru ove doktorske teze biće obuhvaćeni: analiza najznačajnijih postojećih resursa za proizvodnju biogasa; razvoj metodologije za proračun potencijala za proizvodnju biogasa iz najznačajnijih izvora; ocena potencijala za proizvodnju biogasa iz najznačajnijih izvora na osnovu njihovih bilansa i obnovljivosti; utvrđivanje mogućnosti (sirovinske i tehnološke) proizvodnje biogasa u Republici Srbiji. Za analizu postojećih biogasnih postrojenja i primenjenih tehnologija

koristiće se pristupi uvedeni u savremenoj literaturi: primena koncepta ocene životnog ciklusa (Life Cycle Assessment) [6-8], energetska analiza biogasnih procesa [9,10] na osnovu studije slučaja; modelovanje i optimizacija primene biogasa u proizvodnji toplotne energije, kogeneraciji [2], saobraćaju, supstituciji prirodnog gasa [11-14] i proizvodnji biovodonika [15-17] na osnovu analize materijalnih i energetskih tokova, a u cilju smanjenja potrošnje energije, modelovanja i optimizacije energetskih sistema, primene novih rešenja za unapređenje energetske efikasnosti i zaštite životne sredine [18,19,12].

Predmet naučnog istraživanja disertacije je razvoj novih metoda za energetska analizu proizvodnje i korišćenja biogasa, kao obnovljivog izvora energije u različitim privrednim granama. Metoda je zasnovana na termodinamičkim zakonitostima, uz implementaciju kriterijuma pouzdanosti, mogućnosti kontrole i ekonomske održivosti

Cilj predložene disertacije je uspostavljanje metodologije za analizu procesa proizvodnje biogasa iz različitih izvora, kao i različitih načina korišćenja biogasa. Implementacijom uspostavljenih modela i predloženih rešenja očekuje se poboljšanje energetske efikasnosti posmatranih sistema, povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije, kao i smanjenje emisija zagađujućih materija u životnu sredinu.

Literatura

- [1] J. Bacenetti, M. Negri, M. Fiala, S. González, *Sci. Total Environ.*, 463–464 (2013) 541-551.
- [2] M. Berglund, P. Börjesson, *Biomass Bioenergy*, 30 (2006) 254–66.
- [3] I. Bohn, L. Björnsson, B. Mattiasson, *Process Biochem.*, 42 (2007) 57–64.
- [4] M. Lübken, M. Wichern, M. Schlattmann, A. Gronauer, H. Horn, *Water Res.*, 41 (2007) 4085–96.
- [5] T. Prade, S. Svensson, J. Mattsson, *Biomass Bioenergy*, 40 (2012) 36–52.
- [6] M. Pehnt, *Renew. Energy*, 31 (2006) 55–71.
- [7] K. Starr, X. Gabarrell, G. Villalba, L. Talens, L. Lombardi, *Waste Manage.*, 32 (2012) 991-999.
- [8] S. Lacour, T. Chinese, D. Alkadee, C. Perilhon, G. Descombes, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 16 (2012) 1745–53.
- [9] C. Banks, M. Chesshire, S. Heaven S, R. Arnold, *Bioresour. Technol.*, 102 (2011) 612-20
- [10] P. Börjesson, *Biomass Bioenergy*, 11 (1996) 305–18.
- [11] *Biogas to biomethane technology review. Intelligent Energy – Europe programme. Vienna University of Technology; Vienna: 2012.*
- [12] A. Pertl, P. Mostbauer, G. Obersteiner, *Waste Manage.*, 30 (2010) 92–99.
- [13] J. Niesner, D. Jecha, P. Stehlik, *Chem. Eng. Trans.*, 35 (2013) 517-522.
- [14] M. Scholz, T. Melin, M. Wessling, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 17 (2013) 199-212.
- [15] P. Kolbitsch, C. Pfeifer, H. Hofbauer, *Fuel*, 87 (2008) 701-6.
- [16] T. Okubo, Y. Hideshima, Y. Shudo, *Int. J. Hydrogen Energy*, 35 (2010) 13021-7.
- [17] A. Effendi, K. Hellgardt, Z. Zhang, T. Yoshida, *Fuel*, 84 (2005) 869–74.
- [18] C. Becker, H. Döhler, H. Eckel, N. Fröba, T. Georgieva, J. Grube et al, *Empirical values for biogas*. 1st ed. Germany: Darmstadt; 2007.
- [19] P. Weiland, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 85 (2010) 849–860.

3. Polazne hipoteze

Korišćenje biogasa kao obnovljivog izvora energije, predstavlja savremeni trend u današnjim energetske tehnologijama. Na osnovu detaljnog literaturnog pregleda zaključeno je da nedostaju metode za energetske analizu i optimizaciju proizvodnje i korišćenja biogasa, u cilju njegovog mogućeg korišćenja kao obnovljivog izvora energije. Imajući u vidu značaj koji primena biogasa kao energenta može imati, pre svega sa aspekta zamene dominantnih fosilnih resursa, zaštite životne sredine i borbe protiv klimatskih promena, neophodno je razviti modele energetske analize proizvodnje i korišćenja biogasa, sa ciljem optimizacije procesa proizvodnje energije iz ovog energetske izvora.

Prvi deo ove doktorske disertacije biće vezan za analizu najznačajnijih resursa za proizvodnju biogasa; razvoj metodologije za proračun potencijala za proizvodnju biogasa iz najznačajnijih izvora na osnovu analize postojećih resursa, ocenu potencijala za proizvodnju biogasa iz najznačajnijih izvora na osnovu njihovih bilansa i obnovljivosti kao i determinisanje statusa biogas tehnologije. Drugi deo doktorske disertacije odnosiće se na primenu modela životnog ciklusa (LCA) u proizvodnji energije iz biogasa, kao i na razvoj modela i optimizacije primene biogasa u proizvodnji toplotne energije, kogeneraciji (kombinovanoj proizvodnji energije), saobraćaju, supstituciji prirodnog gasa i proizvodnji biovodonika, a na osnovu analize materijalnih i energetske tokova razmatranih energetske sistema.

4. Naučne metode istraživanja

Metode istraživanja u ovoj disertaciji obuhvataju analizu postojećih podataka i modela za energetske analizu procesa proizvodnje energije iz biogasa, statistička istraživanja najznačajnijih resursa za proizvodnju biogasa i modelovanje ovih rezultata u cilju determinisanja potencijala proizvodnje biogasa iz ovih resursa. Metode istraživanja obuhvataju i industrijske eksperimente (utvrđivanje stanja materijalnog i energetske sistema u pojedinim industrijskim kompleksima), energetske analizu biogas procesa primenom koncepta životnog ciklusa (Life Cycle Assessment), modelovanje u cilju ispitivanja novih metoda i modifikacija postojećih bilansa u cilju unapređenja energetske efikasnosti posmatranih energetske sistema.

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati dobijeni u toku rada na ovoj doktorskoj disertaciji mogu predstavljati značajan naučni doprinos razvoju metoda za energetske analizu biogasnih sistema. U okviru istraživanja očekuje se nekoliko naučnih doprinosa:

- Razvoj metodologije za predviđanje potencijala proizvodnje biogasa iz najznačajnijih izvora za anaerobnu digestiju
- Postavljanje matematičkog modela industrijskog kompleksa za dobijanje bio gasa
- Primenu koncepta ocene životnog ciklusa u energetske analizi biogas procesa

- Doprinos saznanjima o supstituciji neobnovljivih fosilnih goriva biogasom, kao ekološki prihvatljivim obnovljivom izvorom energije
- Poboljšanje energetske efikasnosti posmatranih industrijskih biogasnih postrojenja

6. Plan istraživanja i struktura rada

Očekuje se da će doktorska disertacija imati sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Potencijal i proizvodnja energije iz biogasa, Eksperimentalni deo, Modelovanje i optimizacija procesa korišćenja energije, Rezultati i diskusija, Zaključak, Literatura.*

U poglavlju *Uvod* biće definisani glavni ciljevi disertacije, predmet istraživanja i doprinos disertacije.

U okviru *Teorijskog dela* doktorske disertacije biće obuhvaćen pregled tehnologija za dobijanje biogasa, biće ispitivane mogućnosti primene biogasa gasa kao energenta u proizvodnji toplotne energije, kao i u kogeneraciji (kombinovanoj proizvodnji energije), saobraćaju, mogućnosti adekvatne zamene prirodnog gasa, kao i u proizvodnji biovodonika. U cilju sveobuhvatne energetske analize biogas procesa, počev od obezbeđenja sirovina za proizvodnju biogasa pa do proizvodnje energije, u *Teorijskom delu* biće prikazan i koncept ocene životnog ciklusa proizvodnje i korišćenja biogasa kao energenta (LCA koncept).

U okviru poglavlja *Potencijal i proizvodnja energije iz biogasa*, biće identifikovani i analizirani najznačajniji resursi za proizvodnju biogasa, razvijena metodologije za proračun potencijala za proizvodnju biogasa iz najznačajnijih izvora i definisan trenutni status biogas tehnologije.

Eksperimentalnom deo uključuje:

- izbor industrijskih sistema koji će biti analizirani sa stanovišta modelovanja i optimizacije energetskog bilansa
- planiranje industrijskog eksperimenta i definisanje granica sistema za energetske i materijalno bilansiranje
- LCA analiza industrijskih biogas postrojenja

Poglavlje *Modelovanje i optimizacija procesa korišćenja energije* obuhvatiće prikaz postojećih i razvoj novih modela, koji će biti iskorišćeni za optimizaciju energetskih sistema..

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani analiza novorazvijenih modela, njihova optimizacije kao i njihova diskusija.

Na osnovu izvršenih analiza, u poglavlju *Zaključak* biće sumirani svi dobijeni rezultati na osnovu izvedenih istraživanja.

Svi citirani navodi, kao i radovi koji su nastali u toku istraživanja i rada na ovoj doktorskoj disertaciji, nalaziće se u poglavlju *Literatura*.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog, Komisija smatra da kandidat mr Slobodan Cvetković, dipl. inž. tehnologije, ispunjava sve potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije. Takođe na osnovu iznetih podataka, Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije pod naslovom: "MODELOVANJE I OPTIMIZACIJA PROCESA KORIŠĆENJA BIOGASA U PROIZVODNJI ZELENE ENERGIJE" naučno utemeljena i da će rezultati ovog rada predstavljati značajan naučni doprinos naučnoj oblasti hemijskog inženjerstva. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, za koju je matičan Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu. Komisija predlaže Nastavno - naučnom veću Tehnološko - metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu da kandidatu mr Slobodanu Cvetkoviću, dipl. inž. tehnologije, odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim naslovom. Za mentora se predlaže dr. Mirjana Kijevčanin, redovni profesor Tehnološko - metalurškog fakulteta u Beogradu

U Beogradu, 28.8.2014. godine

ČLANOVI KOMISIJE

1. Dr Mirjana Kijevčanin, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko - metalurški fakultet

2. Dr Tatjana Kaluđerović Radoičić, docent
Univerziteta u Beogradu, Tehnološko - metalurški fakultet

3. Dr Aleksandar Jovović, redovni profesor
Univerziteta u Beogradu, Mašinski fakultet