

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj 497
Podgorica, 30.03 25 god.

PREDMET: Predlog Komisije za odbranu master rada

Shodno dopisu broj 493 od 07.03. 2025. god., u kome smo obaviješteni da je Komisija za pisanje izvještaja o ocjeni master rada pod nazivom: **"Ispitivanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura” u Baru**", studentkinje Arnele Šabić, Spec. App. zaštita životne sredine, dostavila Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta izvještaj na razmatranje i da na rad kandidatkinje, koji je stajao na uvid javnosti u univerzitetskoj biblioteci, nije bilo primjedbi, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta predlog Komisije za odbranu master rada:

1. Prof. dr Darko Vuksanović, redovni profesor MTF-a, predsjednik
2. Prof. dr Veselinka Grudić, redovna profesorica MTF-a, mentorka
3. Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor MTF, član

U dogovoru sa kandidatkinjom termin odbrane master rada će biti naknadno utvrđen.

Predsjednica Komisije,


Prof. dr Vesna Vukašinović-Pešić

UNIVERZITET CRNE GORE

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

PODGORICA

PREDMET: Izvještaj Komisije za ocjenu master rada pod nazivom: „Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru“, kandidatkinje Arnele Šabić, Spec. App zaštite životne sredine

Na osnovu odredbi Statuta Univerziteta Crne Gore i odredbi Pravila studiranja na postdiplomskim Studijama Univerziteta Crne Gore Vijeće Metalurško-tehnološkog fakulteta na sjednici održanoj 22. 09. 2023. godine, imenovalo je Komisiju za ocjenu master rada pod nazivom „Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru“, kandidatkinje Arnele Šabić, Spec. App zaštite životne sredine.

Nakon pregleda dostavljenog master rada Komisija u sastavu:

1. Prof. dr Darko Vuksanović, MTF Podgorica, predsjednik
2. Prof. dr Veselinka Grudić, MTF Podgorica, mentor
3. Prof. dr Ivana Bošković, MTF Podgorica, član

Podnosi

I Z V J E Š T A J

o master radu

Kratak opis master rada

Master rad pod nazivom: „Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru“, kandidatkinje Arnele Šabić, Spec. App zaštite životne sredine, urađen je u skladu sa odobrenjem koje je za ovu temu saglasnost dalo Vijeće Metalurško-tehnološkog fakulteta.

Master rad je izložen na 62 strane. Rad je podijeljen na četiri poglavlja: uvod sa ciljem istraživanja, teorijski dio u kojem se obrađuju komunalni otpad, njegov sastav, izvori, svojstva i tehnologije upravljanja otpadom, zatim eksperimentalni dio koji sadrži opis deponije „Možura“ i metodologiju sakupljanja deponijskog gasa, potom rezultati i diskusija u kojima se procjenjuju količine deponovanog otpada i deponijskog gasa, kao i predlog za energetska postrojenja na osnovu dobijenih podataka. Rad sadrži ukupno 14 slika i 11 tabela koje dopunjuju tekstualni deo i jasno ilustruju ključne aspekte istraživanja. Takođe, u radu se nalaze i izvod, zaključak, prilog i literatura, koja obuhvata 60 bibliografskih navoda.

Cilj istraživanja master rada bio je da se pruži sveobuhvatan pregled trenutnog stanja upravljanja komunalnim otpadom na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru, da se utvrde količine deponijskog gasa koji nastaju tokom procesa razgradnje otpada, kao i da se na osnovu tih podataka predloži postrojenje za energetska iskorišćenje deponijskog gasa. Rad se fokusira na tehnologiju

konverzije deponijskog gasa u električnu energiju, uz poseban naglasak na efikasnost procesa prečišćavanja gasa, tehnologiju spaljivanja i smanjenje emisije štetnih gasova, posebno NO_x, kako bi se osigurala usklađenost sa ekološkim standardima. Deponija „Možura“, kao jedan od najvećih objekata za odlaganje otpada u Crnoj Gori, svakodnevno prima velike količine otpada, koji se razgrađuju i proizvode biogas. Zbog svoje veličine i obima proizvodnje gasa, deponija predstavlja idealno mjesto za implementaciju tehnologija koje mogu efikasno pretvoriti deponijski gas u korisnu energiju.

U uvodu rada naglašena je problematika porasta količina deponovanog komunalnog otpada usljed urbanizacije i industrijalizacije, što predstavlja izazov za upravljanje otpadom i zaštitu životne sredine. Naveden je značaj sanitarnih deponija koje omogućavaju sigurno odlaganje otpada i kontrolu emisije štetnih materija, kao što je deponijski gas. Istražena je mogućnost energetske valorizacije deponijskog gasa na deponiji „Možura“ u Baru, s ciljem proizvodnje električne energije, čime se smanjuje zagađenje i ostvaruju ekonomski i ekološki benefiti.

Teorijski dio rada sadrži osnovne pojmove vezane za komunalni otpad, izvore otpada kao i njegova fizička, hemijska i biološka svojstva koja utiču na odabir metoda obrade (reciklaža, spaljivanje, kompostiranje i sl.). Razmotrene su ključne aktivnosti u upravljanju otpadom, uključujući sortiranje, sakupljanje, reciklažu i zbrinjavanje. Poseban akcenat stavljen je na odlaganje otpada na deponijama, uz prikaz uticaja na okolinu, odnosno na zagađenja vazduha, vode i zemljišta, kao i potencijalnog uticaja na ljudsko zdravlje.

Objašnjen je proces nastanka deponijskog gasa kroz sve biološke faze razgradnje komunalnog otpada, uz šematski prikaz. Razrađeni su ključni parametri koji utiču na nastajanje deponijskog gasa u fazama anaerobne digestije, uključujući temperaturu, stopu organskog opterećenja (OLR), hidraulično retenciono vrijeme (HRT), odnos ugljenika i azota i pH vrijednost. Istaknuti su sastav i karakteristike deponijskog gasa kao bitni faktori koji utiču na efikasnu konverziju gasa u električnu energiju.

Takođe, analizirani su faktori: temperatura, vlaga, količina kiseonika, starost i sastav otpada koji utiču na proizvodnju deponijskog gasa. Uočeno je da viša temperatura povećava aktivnost bakterija, što favorizuje proizvodnju gasa, dok se s vremenom, kako otpad postaje stariji, proizvodnja gasa smanjuje, uz maksimalnu produkciju tokom 5-7 godina nakon deponovanja otpada.

Razmotrene su i tehnologije za proizvodnju električne energije iz deponijskog gasa, kao što su: gasni motori, Stirlingovi motori, dizel i Otto motori, uz pregled njihovih prednosti i nedostataka. Pored toga, analizirani su faktori koji utiču na korištenje deponijskog gasa u energetskim postrojenjima, uključujući kvalitet i količinu gasa, tehničke zahtjeve za instalaciju, odabir lokacije i ekonomske aspekte. Na kraju, obrađene su karakteristike koje utiču na efikasnost proizvodnje električne energije iz deponijskog gasa, kao što su efikasnost konverzije, održavanje postrojenja, kao i povezanost s električnom mrežom.

Eksperimentalni dio master rada sadrži podatke koji se odnose na sanitarnu deponiju „Možura“, gdje je detaljno opisan njen projektovani kapacitet, struktura deponije, kao i načini sakupljanja deponijskog gasa. Prikazani su podaci o fazama punjenja deponije, kao i implementacija pasivnog sistema za sakupljanje gasa putem biotrnova, koji omogućava efikasno spaljivanje deponijskog gasa na eko baklji.

U poglavlju **Rezultati i diskusija** detaljno su prikazane količine deponovanog komunalnog otpada na deponiji „Možura“ u periodu od 2012. do 2023. godine. Rezultati ukazuju na to da je količina deponovanog otpada značajno porasla u poslednjim godinama zbog odlaganja komunalnog otpada iz primorskih opština Budva, Tivat i Kotor, dok su u početnim godinama rada deponije zabilježene najmanje količine deponovanog otpada.

Takođe, u ovom dijelu rada su analizirani podaci o emisiji i spaljivanju deponijskog gasa za period od 2016. do 2023. godine. U tom periodu je ukupno spaljeno 19.095,439 Nm³ deponijskog gasa, pri čemu je ukupno vreme spaljivanja bilo 50.558 sati. Ovi podaci ukazuju na efikasnost procesa upravljanja deponijskim gasom, koji ima značajan uticaj na zaštitu životne sredine, jer smanjuje emisiju štetnih gasova u atmosferu.

Prikazani rezultati mjerenja koncentracija metana, CO₂ i kiseonika u deponijskom gasu za isti period ukazuju da je metan dominantan gas u deponijskom gasu, što omogućava njegovu upotrebu kao goriva za proizvodnju električne energije. Korišćenje metana u gasnim turbinama i drugim energetskim uređajima može doprinijeti smanjenju emisije štetnih gasova i korišćenju obnovljivih izvora energije.

Takođe, prikazani su podaci o postojećim postrojenjima za proizvodnju električne energije iz deponijskog gasa u zemljama u okruženju, kao što su Hrvatska, Slovenija, Turska, Grčka i Češka. Ovi podaci omogućavaju upoređivanje postojećih tehnologija i metoda u proizvodnji električne energije iz deponijskog gasa, što daje korisne informacije za predloženu tehnologiju na deponiji „Možura“.

U poglavlju „Predlog energetskog postrojenja“ detaljno je razrađen predlog za energetsko postrojenje na deponiji „Možura“, koje bi koristilo deponijski gas za proizvodnju električne energije. Preporučuje se upotreba kontejnerskih jedinica 2+2, opremljenih gasnim motorima JENBACHER, jer ovi motori omogućavaju efikasno iskorišćavanje deponijskog gasa, smanjenje emisije štetnih gasova i dugoročne uštede u poslovanju.

Takođe, u cilju bolje eksploatacije deponijskog gasa, predložena je nadogradnja sistema za prečišćavanje gasa. Prečišćavanje obuhvata primarnu i sekundarnu obradu, koja uklanja nečistoće poput CO₂, H₂S, amonijaka i drugih štetnih materija, prije nego što se gas koristi u gasnim motorima za proizvodnju električne energije.

Proračun emisije NO_x u kogeneracijskom postrojenju na deponiji „Možura“ pokazuje da bi, pri maksimalnom protoku deponijskog gasa, emisija NO_x mogla da pređe dozvoljene vrijednosti. Zbog toga se preporučuje instalacija sistema selektivne katalitičke redukcije (SCR) koji bi mogao smanjiti emisije NO_x za više od 90%, čime bi se postigao prihvatljiv nivo emisije i smanjio negativan uticaj na životnu sredinu.

Navedeni rezultati ukazuju na efikasnost procesa obrade i upotrebe deponijskog gasa, kao i na važnost primjene tehnologija koje mogu poboljšati energetske efekte, smanjiti emisiju štetnih gasova i doprinijeti održivom upravljanju resursima.

U zaključku rada, na osnovu dobijenih i analiziranih rezultata, navedeno je da deponija „Možura“ predstavlja značajan potencijal za proizvodnju energije iz deponijskog gasa, čime bi se smanjio negativni ekološki uticaj i povećala energetska efikasnost. Korišćenje kogeneracijskih sistema za

simultanu proizvodnju električne i toplotne energije iz deponijskog gasa može značajno unaprijediti ukupnu efikasnost. Međutim, naglašeno je da kvalitet biogasa, koji nastaje anaerobnim razlaganjem komunalnog otpada, mora biti poboljšán kroz primjenu tehnologija za prečišćavanje, što povećava troškove, ali doprinosi većoj efikasnosti u proizvodnji energije.

Takođe, sagorijevanje deponijskog gasa dovodi do emisije štetnih gasova, uključujući NO_x, što predstavlja izazov u kontroli zagađenja. Preporučuje se implementacija tehnologije selektivne katalitičke redukcije (SCR) za smanjenje emisije NO_x, čime bi se postigla usklađenost sa ekološkim standardima i smanjio štetni uticaj na životnu sredinu.

Korišćenje deponijskog gasa kao obnovljivog izvora energije može donijeti ekonomske koristi kroz smanjenje emisije metana i smanjenje zavisnosti od tradicionalnih izvora energije, ali je važno optimizovati troškove prečišćavanja gasa i implementacije sistema za smanjenje emisije NO_x kako bi se osigurala ekonomska održivost ovakvog projekta.

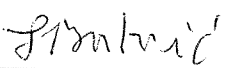
Iako predloženi sistem za energetska iskorišćavanje deponijskog gasa na deponiji „Možura“ predstavlja održiv način upravljanja deponijskim gasom, kao ključni izazov ostaje unapređenje tehnologija prečišćavanja gasa i smanjenje emisije NO_x, što je neophodno za postizanje ekološke i ekonomske efikasnosti.

Zaključni stav i predlog

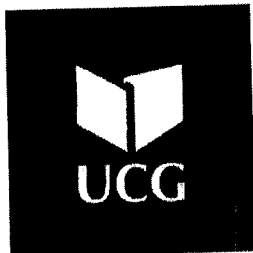
Detaljnim pregledom master rada pod naslovom „**Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru**“ kandidatkinje Arnele Šabić, Spec. App zaštite životne sredine, Komisija zaključuje da je kandidatkinja kvalitetnim definisanjem teme, sistematskim pristupom i detaljnom analizom mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa na deponiji „Možura“ u energetske svrhe, realizovala postavljene ciljeve master rada.

Komisija, na osnovu svega navedenog, predlaže Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta, Univerziteta Crne Gore u Podgorici da kandidatkinja Arnela Šabić, Spec. App zaštite životne sredine, pristupi odbrani master rada, pod gore navedenim nazivom.

Komisija u sastavu:

1. 
Prof. dr Darko Vuksanović, MTF Podgorica, predsjednik
2. 
Prof. dr Veselinka Grudić, MTF Podgorica, mentor
3. 
Prof. dr Ivana Bošković, MTF Podgorica, član

Podgorica, 07.03.2025. g.



Univerzitet Crne Gore
Centralna univerzitetska biblioteka
adresa / address_ Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone _00382 20 414 245
fax_ 00382 20 414 259
mail_ cub@ucg.me
web_ www.ucg.ac.me
Central University Library
University of Montenegro

Broj / Ref 01/G-16-1098/3
Datum / Date 04.03.2025

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
Broj 439
Podgorica 04.03 25 god.

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Sekretar

Gospođa Seka Šekularac-Petrović

Predmet: Vraćanje master rada kandidatkinje Arnele Šabić sa uvida javnosti

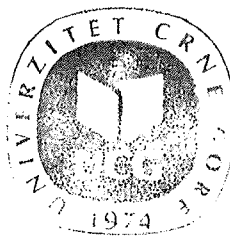
Poštovana gospođo Šekularac,

U prilogu akta dostavljamo Vam master rad pod nazivom: „**Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „Možura“ u Baru**“ kandidatkinje **Arnele Šabić**, koji je u skladu sa članom 21 stav 2 Pravila studiranja na master studijama dostavljen **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** dana 24. 02. 2025. godine, na uvid i ocjenu javnosti.

Na navedeni rad, Centralnoj univerzitetskoj biblioteci nijesu dostavljene primjedbe u predviđenom roku od 7 dana.

Molimo Vas da nam nakon odbrane, a u skladu sa članom 30 Pravila studiranja na master studijama, dostavite konačnu verziju master rada.

S poštovanjem,



DIREKTOR

Bosiljka Cicmil
Mr Bosiljka Cicmil

Pripremila:

Milica Barac *MB*
Administrativna asistentkinja
Tel: 020 271 427
e-mail: cub@ucg.ac.me



Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta

tel: +382 20 444 252
e-mail: qta@ucg.ac.me



Broj: 01/3- 1098/I

Podgorica, 20. 02. '25 godine

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

KOMISIJI ZA MASTER STUDIJE

PREDSJEDNIKU KOMISIJE

Poštovani članovi Komisije za master studije,

U skladu sa Odlukom o korišćenju softvera za utvrđivanje plagijata na Univerzitetu Crne Gore, Odbor za monitoring master studija je, na sjednici od 19-20.02.2025. godine, razmatrao izvještaj softvera sa rezultatima provjere master rada kandidatkinje **Arnele Šabić** pod nazivom „Istraživanje mogućnosti iskorišćenja deponijskog gasa u proizvodnji električne energije na sanitarnoj deponiji „MOŽURA” u Baru” i utvrđeno je da u radu nema elemenata koji ukazuju na plagijat.

Predlaže se sprovođenje dalje procedure, u skladu sa Pravilima studiranja na master studijama.

ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA



S. Perović
Prof. dr Svetlana Perović