

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj 2609
18. 12. 2024. god.
Podgorica, 20. 12. 2024. god.

PREDMET: Predlog Komisije za odbranu master rada

Shodno dopisu broj 2577 od 16.12. 2024. god., u kome smo obaviješteni da je Komisija za pisanje izvještaja o ocjeni master rada pod nazivom: **"Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori"**, kandidatkinje Vesne Boljević, BApp. 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 Jelena Šćepanović, vanredna profesorica MTF-a, mentorka
3. Prof. dr Veselinka Grudić, 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: „**Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori**“, kandidatkinje Vesne Boljević, 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 23. 10. 2024. godine, imenovalo je Komisiju za ocjenu master rada pod nazivom „**Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori**“, kandidatkinje Vesne Boljević, Spec. App zaštite životne sredine.

Nakon pregleda dostavljenog master rada Komisija u sastavu:

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

Podnosi

I Z V J E Š T A J

o master radu

Kratak opis master rada

Master rad pod nazivom: „**Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori**“, kandidatkinje Vesne Boljević, 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 prikazan na 65 strana i sadrži: Izvod, Abstract, Uvod, Vrste i karakteristike stakla, Upravljanje staklenim otpadom i reciklaža stakla, Analizu mogućnosti reciklaže stakla u Crnoj Gori, Postrojenje za reciklažu u Podgorici, Diskusiju rezultata u kontekstu postavljenog hipotetičkog okvira, Zaključke i Literaturu. Rad obuhvata tekstualni dio, 10 slika, 11 tabela i spisak od 29 referenci.

Cilj istraživanja master rada je bio da se pruži detaljan pregled trenutnog stanja upravljanja staklenim otpadom u Crnoj Gori, da se identifikuju prepreke u postojećem sistemu, kao i da se predlože konkretne preporuke i tehnologije za njegovo unapređenje. U tom kontekstu, u master radu su analizirani potencijali za unaprjeđenje ekološke i ekonomske održivosti kroz primjenu modernih tehnologija, uz korišćenje pozitivnih iskustava iz Evropske unije.

U poglavlju koje se odnosi na vrste i karakteristike stakla dat je opis sirovina koje čine osnovu za pravljenje stakla, kao i koja su ključna svojstva stakla. Takođe, u ovom dijelu je opisan proces proizvodnje stakla koji obuhvata faze pripreme sirovina za proizvodnju stakla, topljenje, oblikovanje, hlađenje (žarenje), procesi dorade i kontrola kvaliteta. U ovom poglavlju dat je opis vrsta stakla i njihova primjena, pri čemu je nakon opisa različitih vrsta stakla konstatovano da različite vrste stakla omogućavaju širok spektar primjena, od građevinskih i industrijskih do dekorativnih i sigurnosnih, čime se potvrđuje njegova univerzalna uloga u savremenom društvu.

Poglavljje **upravljanje staklenim otpadom i reciklaža stakla**, obrađuje pravni aspekt koji se odnosi na nacionalno i međunarodno zakonodavstvo, pri čemu je opisan zakonski okvir Evropske unije za upravljanje otpadom, u okviru kojeg je naveden sistem Direktiva i Uredbi za regulisanje upravljanja otpadom koje je usvojila Evropska unija. Ovaj sistem Direktiva i Uredbi obuhvata opšte principe prevencije otpada, ponovne upotrebe, reciklaže i održivog zbrinjavanja otpada. Kada je nacionalno zakonodavstvo i usklađenost sa EU Direktivama u pitanju, navodi se da usklađivanje sa standardima Evropske unije predstavlja poseban izazov, jer otvaranje pregovaračkog poglavlja 27, posvećenog zaštiti životne sredine i klimatskim promjenama, nameće obavezu sprovođenja brojnih zakonodavnih i praktičnih reformi u oblasti upravljanja otpadom. Osim pravnog aspekta u ovom poglavlju se opisuju karakteristike otpadnog stakla, kao i kružni tok stakla u prirodi. Takođe, kroz dalji opis se navode podaci o sastavu komunalnog otpada i udjelu stakla u njemu, koji se odnosi na razvijene zemlje i zemlje u razvoju. Uočljive su razlike u količini otpada po stanovniku, gustini, vlažnosti, kao i toplotnoj vrijednosti otpada između ove dvije grupe zemalja. Sastav otpada se takođe razlikuje, gdje razvijene zemlje imaju veći udio reciklabilnih materijala poput papira i kartona (20-40%), dok zemlje u razvoju imaju značajan udio biootpada (40-85%). Udio stakla i keramike je relativno sličan u obje grupe zemalja, ali s manjim rasponom u razvijenim zemljama. Ovi podaci ukazuju na različite izazove u upravljanju otpadom, gdje su razvijene zemlje usmjerene na reciklažu i smanjenje otpada, dok zemlje u razvoju još uvijek imaju visok udio biorazgradivog otpada. U podpoglavljju **separacija stakla** dat je opis različitih postupaka njegove separacije, dok sledeće podpoglavljje opisuje tehnologije reciklaže stakla, navodeći da savremene tehnologije reciklaže stakla igraju ključnu ulogu u smanjenju ukupne količine otpada i očuvanju prirodnih resursa. Date analize pokazuju da količina staklenog otpada varira od zemlje do zemlje, ali reciklaža je u velikoj mjeri prihvaćena kao efikasna strategija za smanjenje deponijskog otpada, posebno u razvijenim zemljama. Iako je reciklaža stakla efikasan način za smanjenje otpada, postoje određeni tehnički izazovi i ograničenja koja utiču na ovaj proces. Naime, kvalitet i čistoća prikupljenog stakla igraju ključnu ulogu u određivanju njegove upotrebljivosti. Na primjer, staklo koje sadrži nečistoće ili je pomiješano s drugim materijalima može se teže obraditi, što smanjuje efikasnost reciklaže i povećava troškove. U podpoglavljju se navodi da se uspjehnost recikliranja mjeri kroz indikatore: stopa reciklaže, efikasnost recikliranja, reciklirani sadržaj, što navodi na to da reciklaža staklenog otpada ne doprinosi samo očuvanju životne sredine, već ima i značajan ekonomski i društveni uticaj. Prvo, smanjuje troškove proizvodnje, jer proizvodnja staklenih proizvoda od recikliranog materijala zahtijeva manje energije nego proizvodnja iz primarnih sirovina. Prema nekim procjenama, recikliranje stakla može smanjiti energetske potrebe za čak 30% u poređenju sa proizvodnjom iz osnovnih materijala.

Kroz podpoglavljje **Ekonomski i ekološki efekti reciklaže stakla**, kandidatkinja navodi podatke o uštedama proizvodnje stakla koristeći njegovu reciklažu. Konstatuje, na bazi literaturnih navoda da reciklaža stakla donosi višestruke ekonomske i ekološke koristi. Kao ekološke prednosti navodi smanjenje emisija CO₂, očuvanje prirodnih resursa i smanjenje opterećenja na deponije, dok se

kao ekonomske koristi navode smanjenje potrošnje energije u proizvodnji novog stakla za 4-22%, dok reciklaža jedne tone stakla može uštedjeti do 30 tona nafte. Korišćenjem staklenog otpada u proizvodnji smanjuje se potreba za primarnim sirovinama i energijom, dok se emisije štetnih gasova smanjuju za oko 20%. U ovom podpoglavlju se navode podaci da reciklažom jedne tone staklenog otpada može da se uštedi približno: 30.000 tona staklenog pijeska, 100.000 tona sode, 6.000 tona lož-ulja, 18.000 MWh električne energije, 76 miliona kubnih metara prirodnog gasa. Navedeni podaci jasno ukazuju na potrebu korišćenja reciklaže stakla u procesu proizvodnje, uz napomenu da ove uštede nemaju samo pozitivan ekološki efekat, već i ekonomski. Ipak, finansijska održivost reciklaže stakla može biti problematična u pojedinim regionima, gdje su troškovi obrade recikliranog stakla veći nego proizvodnja novog staklenog materijala, što podrazumijeva saradnju između vlada, industrije i lokalnih zajednica, kroz određene subvencione programe ili poreske olakšice. U ovom podpoglavlju kandidatkinja taksativno navodi i opisuje ekološke prednosti reciklaže stakla i to: smanjenje upotrebe prirodnih resursa, ušteda energije, smanjenje otpada na deponijama, inovacije u procesu ponovnog korišćenja stakla. Na bazi svih opisanih prednosti, kandidatkinja jasno navodi da reciklirano staklo nalazi široku primjenu u različitim industrijama.

U podpoglavlju **budućnost reciklaže stakla**, kandidatkinja navodi da budućnost reciklaže stakla obećava dalji tehnološki napredak i inovacije koje će dodatno povećati efikasnost i smanjiti troškove reciklažnih procesa, ali da i pored tehnoloških unapređenja, budućnost reciklaže zavisi i od uspostavljanja adekvatnog zakonskog okvira koji će podržati ove napore. U nastavku se navodi da je jedan od najvažnijih tehnoloških napredaka optimizacija temperature topljenja recikliranog stakla. Naime, stakleni krš se topi na nižim temperaturama nego primarne sirovine, što omogućava značajne uštede energije. Međutim, iako reciklaža stakla donosi brojne prednosti, ona se suočava sa određenim izazovima koji utiču na efikasnost i održivost procesa. Kao jednu od prepreka za efikasno sprovođenje reciklažnih programa predstavljaju visoki troškovi sakupljanja i transporta staklenog otpada, posebno u ruralnim i manje razvijenim područjima. Ove prepreke povećavaju operativne troškove i smanjuju ekonomsku isplativost reciklaže, naročito kada je riječ o fragmentisanom tržištu reciklaže.

U poglavlju **analiza mogućnosti reciklaže stakla u Crnoj Gori**, kandidatkinja navodi da se trenutno sistem upravljanja staklenim otpadom u Crnoj Gori suočava sa brojnim izazovima, uključujući nedostatak razvijene infrastrukture za reciklažu i nisku svijest javnosti o značaju reciklaže stakla. Ove prepreke otežavaju postizanje ciljeva koje propisuje zakonodavstvo i ograničavaju efikasnost sistema upravljanja otpadom. Kroz podpoglavlje **recentna istraživanja**, opisana su istraživanja i studijske analize u okviru kojih su navedeni i podaci u zemljama okruženja (Srbija i Hrvatska) i u evropskoj uniji, kada je reciklaža stakla u pitanju. Takođe, kandidatkinja u podpoglavlju **pravni i institucionalni okvir** obrađuje postojeće zakonske propise, pravilnike i uredbe kada je ambalažni otpad u pitanju, kao i ulogu institucija koje se bave ovom problematikom.

U dijelu koji se odnosi na **trenutno stanje i izazovi u upravljanju staklenim otpadom u Crnoj Gori**, kandidatkinja analizira strukturu komunalnog otpada koji se produkuje u Crnoj Gori, kao i količine sakupljenog komunalnog otpada. Na osnovu podataka iz 2022. godine, udio stakla u ukupnom komunalnom otpadu iznosi 5.91%, što je ekvivalentno 20,034 tona godišnje. Procjena je da će do 2025. godine, doći do povećanja udjela staklenog otpada na 6,50%, sa ukupno 23.176 tona godišnje, dok bi do 2040. godine, ukupna količina staklenog otpada mogla dostići 25.055 tona

godišnje. Ove projekcije naglašavaju važnost unapređenja reciklažnih kapaciteta kako bi se osigurala održivost sistema upravljanja otpadom. Data analiza generisanja i sastava otpada u Crnoj Gori ukazuje na značajne izazove, ali i prilike za optimizaciju sistema upravljanja otpadom, naročito kroz unapređenje reciklaže staklenog otpada. Ovi podaci pružaju osnovu za strateško planiranje i implementaciju mjera usklađenih sa ciljevima održivog razvoja. U nastavku kandidatkinja navodi nekoliko modela za odvojeno sakupljanje staklenog otpada koje Crna Gora primjenjuje: sistem „od vrata do vrata“, sistem dovoza otpada, tipovi kontejnera (zvonasti kontejneri) koji se postavljaju u gradskim područjima i specijalizovani su za prikupljanje staklenog otpada. Kandidatkinja u jednom dijelu ovog podpoglavlja daje opis i kvantifikaciju ciljeva Državnog plana kada je u pitanju stakleni otpad, navodeći da je jedan od ključnih ciljeva Državnog plana upravljanja otpadom za period 2024.–2028. godine u Crnoj Gori smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponijama, s posebnim naglaskom na reciklažu staklenog otpada.

Master rad u poglavlju **postrojenje za reciklažu u Podgorici**, u prvom dijelu obrađuje postojeće stanje upravljanja staklenim otpadom u Crnoj Gori, na osnovu kojeg u drugom dijelu poglavlja prerdlaže tehničke opcije za reciklažu stakla. Na osnovu obrađenog postojećeg stanja i tehničkih opcija za reciklažu stakla, kandidatkinja opisuje kriterijume za izgradnju postrojenja u Podgorici, koje bi obuhvatilo centralni region Crne Gore. Dati podaci o količinama staklenog otpada u centralnom region Crne Gore, koje je kandidatkinja preuzela iz Državnog plana upravljanja otpadom, poslužili su da se dobije projekcija o produkciji staklenog otpada na godišnjem nivou. Proračunom je dobijena količina staklenog otpada od 24.575 t/godišnje. Na osnovu projekcija iz Državnog plana, može se očekivati da će količine komunalnog otpada u Podgorici i okolnim opštinama nastaviti da rastu i nakon 2028. godine, s projekcijom povećanja do 2031. godine. Ove prognoze ukazuju na potrebu za dugoročnim planiranjem kapaciteta reciklažnih postrojenja, uključujući fleksibilnost u slučaju dodatnih proširenja. U nastavku ovog poglavlja, kandidatkinja obrađuje tehničku opremu i procese za reciklažu stakla, kao što su tehnologije koje uključuju balističku separaciju, magnetnu separaciju, tromel separaciju i optičku separaciju. U podpoglavlju nabavka novog postrojenja i proširenje postojećih kapaciteta, kandidatkinja predlaže optimizaciju kapaciteta reciklažnog postrojenja u Podgorici, što predstavlja ključnu komponentu u ostvarivanju ciljeva održivog upravljanja staklenim otpadom i cirkularne ekonomije u Crnoj Gori. Navodi se da bi proširenje kapaciteta doprinijelo smanjenju količine staklenog otpada na deponijama i povećalo količinu visokokvalitetnog recikliranog materijala koji je spreman za ponovnu upotrebu. Predlaže se i razvoj MRF postrojenja (Material Recovery Facility) koje bi omogućilo efikasno prikupljanje, odvajanje i pripremu reciklabilnih materijala, uključujući staklo. U radu je navedeno i konkretno postrojenje koje bi moglo biti implementirano u Podgorici. Takođe, u ovom poglavlju su obrađene i alternativne tehnologije za reciklažu staklenog otpada, kao što su: postrojenja za hemijsku i termičku obradu, postrojenja za suhu separaciju otpada, postrojenja za mokru separaciju otpada, MBO postrojenja za mehaničko-biološku obradu, postrojenja za reciklažu specijalnih vrsta stakla, kao i postrojenja za ponovnu upotrebu i preradu stakla. Nakon opisa alternativnih tehnologija, u master radu se konstatuje da predložene opcije omogućavaju sveobuhvatno sagledavanje mogućih rješenja za upravljanje staklenim otpadom u Podgorici i okolnim opštinama. Ipak, navedena osnovna ulaganja u MRF postrojenje i edukaciju građana pružaju osnovu za stabilan i efikasan sistem reciklaže, dok alternativne tehnologije omogućavaju dodatno prilagođavanje i povećanje kapaciteta u zavisnosti od specifičnih potreba i dostupnih resursa. Kombinovanjem ovih opcija, Podgorica može značajno unaprijediti svoj kapacitet za reciklažu i postati uzor za održivo upravljanje otpadom u regiji.

Na osnovu sprovedenih istraživanja i analiza, izvršena je analiza ulaganja u reciklažu stakla u Podgorici, kroz Cost-Benefit analizu i SWOT analizu. Cost-Benefit analiza pokazuje da su ukupna ulaganja 37.418.133 eura, koja obuhvataju: opremu za sakupljanje otpada, reciklažne centre i MRF postrojenje. Ovi troškovi uključuju nabavku opreme i izgradnju potrebnih centara, kako bi se osigurala efikasna obrada i prikupljanje staklenog otpada. Proračuni dati u Cost-Benefit analizi pokazuju ekonomski opravdano i isplativo ulaganje u reciklažno postrojenje u Podgorici.

Poglavlje **diskusija rezultata** je obrađeno u kontekstu postavljenog hipotetičkog okvira.

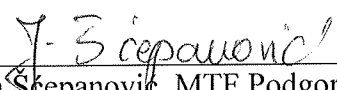
U „Zaključku” je, na osnovu dobijenih i analiziranih rezultata, kandidatkinja navela najznačajnije konstatacije do kojih je došla u toku realizacije master rada, a koje se odnose na razmatrane tehnologije za reciklažu staklenog otpada, uz navođenje ekoloških i ekonomskih aspekata. Sprovedeno istraživanje je ukazalo na potrebu za formalizacijom neformalnog sektora i edukacijom stanovništva o značaju reciklaže, posebno staklenog otpada. Uvođenje inicijativa koje uključuju ove sektore može dodatno unaprijediti prikupljanje i povećati svijest o važnosti pravilnog odlaganja otpada.

Zaključni stav i predlog

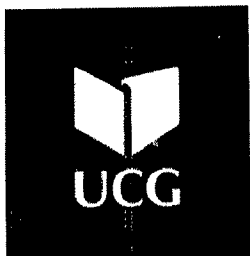
Detaljnim pregledom master rada pod naslovom „**Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori**“ kandidatkinje Vesne Boljević, Spec. App zaštite životne sredine, Komisija zaključuje da je kandidatkinja kvalitetnim definisanjem teme, sistematskim pristupom i detaljnom analizom mogućnosti iskorišćenja kanizacionog mulja 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 Vesna Boljević, 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 Jelena Šćepanović, MTF Podgorica, mentor
3. 
Prof. dr Veselinka Grudić, MTF Podgorica, član

Podgorica, 16.12.2024. 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: 01/6-16-3850/5
Datum / Date: 16.12.2024.

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 2569/7
Podgorica, 16.12.2024. god.

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Sekretar

Gospođa Seka Šekularac-Petrović

Predmet: Vraćanje master rada kandidatkinje Vesne Boljević sa uvida javnosti

Poštovana gospođo Šekularac,

U prilogu akta dostavljamo Vam master rad pod nazivom: „**Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori**“ kandidatkinje **Vesne Boljević**, koji je u skladu sa članom 21 stav 2 Pravila studiranja na master studijama dostavljen **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** dana 06. 12. 2024. 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

[Signature]
Mr Bosiljka Cicmil

Pripremila:

Milica Barac *[Signature]*
Administrativna asistentkinja
Tel: 020 414 245
e-mail: cub@ucg.ac.me



Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta



Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 01/3- 3850/3

Broj 2496
Podgorica, 06.12. 2024 god. Podgorica, 08.12.2024 godine

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

KOMISIJI ZA MASTER STUDIJE

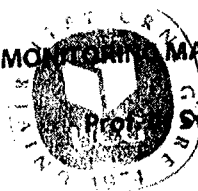
PREDSJEDNIKU KOMISIJE

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 29.11-01.12.2024. godine, razmatrao izvještaj softvera sa rezultatima provjere master rada kandidatkinje **Vesne Boljević** pod nazivom „Analiza mogućnosti primjene savremenih tehnologija za reciklažu stakla u Crnoj Gori” 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



Prof. **Svetlana Perović**