

# VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

Crna Gora  
UNIVERZITET CRNE GORE  
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
Broj 2446  
Podgorica, 29.11.2024. god.

**PREDMET:** Predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada

Shodno dopisu broj 1363 od 01. 7. 2024. godine, a nakon dobijanja pozitivnog mišljenja Odbora za monitoring master studija UCG i izvršenih ispravki od strane kandidatkinje (ispravljena verzija dostavljena 19.11.2024. god.), Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada pod nazivom: **"Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova"**, kandidatkinje Vaske Vukosavljević, dipl.ing.metalurgije:

1. Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor MTF-a, predsjednik
2. Prof. dr Veselinka Grudić, redovna profesorica MTF-a, mentorka
3. Prof. dr Milica Kosović-Perutović, docent MTF-a, članica

U dogovoru sa kandidatkinjom, Komisija predlaže prof. dr Veselinku Grudić za mentorku.

Predsjednica Komisije,  
  
Prof. dr Vesna Vukašinović-Pešić

Broj: 1355 24  
01-07 20 god.

Broj: 01/3-3258/7

Podgorica, 28.06.2024 godine

## METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

### KOMISIJI ZA MASTER STUDIJE

#### PREDSJEDNIKU KOMISIJE

U skladu sa nadležnostima definisanim članom 13 Pravilnika o organizaciji i radu sistema za osiguranje i unapređenje kvaliteta na Univerzitetu Crne Gore (Bilten UCG, broj 343/15) i članom 17 Pravila master studija (Bilten UCG, broj 493/20), a u vezi sa prijavom teme master rada pod nazivom „**Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova**“ kandidatkinje **Vaske Vukosavljević**, Odbor za monitoring master studija, na sjednici od 25.06.2024. godine, daje sljedeće

#### MIŠLJENJE

Prijava teme master rada „Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova“ kandidatkinje Vaske Vukosavljević sadrži elemente propisane Formularom za prijavu teme master rada.

Odbor predlaže sprovođenje dalje procedure, uz obavezu Komisije za master studije da prati dalji tok izrade master rada i usklađenost sa predloženom prijavom teme.

**Napomena:** U toku rasprave povodom prijave kandidatkinje, a u cilju unapređenja samog master rada, ali i budućih prijava, Odbor sugeriše da je, u poglavlju VI *Diskusija i zaključak*, potrebno identifikovati i opisati potencijalna ograničenja istraživanja i u svijetlu tih ograničenja razmotriti rezultate istraživanja. Takođe, potrebno je literaturu citirati u istom, izabranom stilu.

#### ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA

Prof. dr Svetlana Perović



UNIVERZITET CRNE GORE

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

UNIVERZITET CRNE GORE  
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
Broj 1101  
Podgorica, 03. 06. 2024. god.

PREDMET: Saglasnost

Shodno dopisu broj 1015 od 20. maja 2024. godine, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja izvještaj za davanje saglasnosti na podnesenu prijavu teme za izradu master rada kandidatkinje **Vaske Vukosavljević**, dipl. ing. metalurgije, pod nazivom: " **Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova**".

Prema članu 17. Pravila studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a je razmotrila dostavljenu dokumentaciju za prijavu teme master rada kandidatkinje **Vaske Vukosavljević**, dipl. ing. metalurgije, i saglasna je da je dostavljena dokumentacija u skladu sa Pravilima studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, kao i da navedena tema ispunjava uslove za izradu master rada.

Komisija u sastavu:

1. Prof. dr Ivana Bošković, predsjednica
2. Prof. dr Darko Vuksanović, član
3. Prof. dr Zorica Leka, član

Broj 4009/11 24  
Podgorica, 03.06 20. god.

UNIVERZITET CRNE GORE

ODBORU ZA MONITORING MASTER STUDIJA

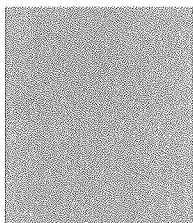
PREDMET: Saglasnost

Shodno članu 17. Pravila studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a je razmotrila dostavljenu dokumentaciju za prijavu teme master rada kandidatkinje **Vaske Vukosavljević**, dipl. ing. metalurgije, i saglasna je da je dostavljena dokumentacija u skladu sa Pravilima studiranja na postdiplomskim/master studijama Univerziteta Crne Gore, kao i da navedena tema ispunjava uslove za izradu master rada.

UNIVERZITET CRNE GORE  
Predsjednica Komisije  
*[Signature]*  
Prof. dr Ivana Bošković

|                                                                                  |                                |                                                                                                                                     |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>PRIJAVA TEME MASTER RADA</b><br>(popunjava magistrant u saradnji sa mentorom) |                                | Crna Gora<br>UNIVERZITET CRNE GORE<br>METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET<br>Broj <u>1014/1</u> 27<br>Podgorica, <u>19. 11</u> 20__ god. | <b>Studijska<br/>godina<br/>2023/24</b> |
| <b>OPŠTI PODACI MAGISTRANDA</b>                                                  |                                |                                                                                                                                     |                                         |
| <b>Ime i prezime:</b>                                                            | Vaska Vukosavljević            |                                                                                                                                     |                                         |
| <b>Fakultet:</b>                                                                 | Metalurško-tehnološki fakultet |                                                                                                                                     |                                         |
| <b>Studijski program:</b>                                                        | Zaštita životne sredine        |                                                                                                                                     |                                         |
| <b>Godina upisa<br/>master studija:</b>                                          | 2023.                          |                                                                                                                                     |                                         |

## LIČNE INFORMACIJE



### Unesite ime(na) i prezime(na)

[Sva su polja u CV-u izborna. Izbrišite sva prazna polja.]

📍 Ul. Bratstva i jedinstva 83, Podgorica, 81000, Crna Gora

☎ +382 20 625 538

📠 +382 67 482 826

✉ vaskavukosavljević18@gmail.com

🌐 Unesite ličnu internet stranicu

💬 Unesite vrstu usluge za slanje istovremenih poruka

|     |              |               |
|-----|--------------|---------------|
| Pol | Datumrođenja | Državljanstvo |
| ž   | 18/03/1974   | crnogorsko    |

Unesite radno mjesto na koje se prijavljujete /zvanje/ željeno radno mjesto/studijski program na koji se prijavljujete /lični profil

RADNO MJESTO NA KOJE SE  
PRIJAVLJUJETE  
ZVANJE  
ŽELJENO RADNO MJESTO  
STUDIJSKI PROGRAM NA  
KOJI  
SE PRIJAVLJUJETE  
LIČNI PROFIL

## RADNO ISKUSTVO

[Započnite s najnovijim.]

Upišite datume (od-do)

Upišite naziv radnog mjesta na kojem radite

(2012.-)

D.O.O „Vodovod i kanalizacija“ –Tehnolog analitičar u Sektoru kontrole kvaliteta vode za ljudsku upotrebu.

(2011)

O.Š. „Milorad Musa Burzan“- Profesor hemije.

(2006.-2010.)

Akcionarsko društvo „Kombinat aluminijuma” Podgorica-  
Inženjer za difraktometrijska ispitivanja u metalurškoj laboratoriji i inženjer analitičar u hemijskoj laboratoriji kontrole kvaliteta.

(2005.)

Hidrometeorološki zavod Podgorica-Inženjer analitičar u hemijskoj laboratoriji za ispitivanje kvaliteta voda.

(2002.-2003.)

J.Z.U. Zavod za zdravstvenu zaštitu (Institut za javno zdravlje) Podgorica  
Sanitarni hemičar- laboratorija za ispitivanje kvaliteta voda i životnih namirnica.

(2000.-2001. i 2004.-2005.)

D.O.O “Radije Dakić – Transmisija  
dipl. ing. metalurgije u Sektoru tehnologije.

OBRAZOVANJE I  
OSPOSOBLJAVANJE

[Svaki obrazovni program upišite posebno. Započnite s najnovijim.]

Upišite datume (od-do)

Upišite dodijeljene kvalifikacije

Zamijenite nivoom  
CKO-a ako  
je  
primjenjivo

(1992 -1999) Metalurško-tehnološki fakultet, metalurgija

(1998-1992) Gimnazija „Slobodan Škerović“ Podgorica

Unesite naziv imjesto ustanove za obrazovanje ili osposobljavanje (ako jevažno, navedite državu)

Unesite glavne predmete a koje ste odslušali ili stečene vještine

## LIČNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

[Izbrišite sva prazna polja.]

Maternji jezik Navedite maternji jezik/jezike  
crnogorski

| Ostali jezici  | RAZUMIJEVANJE     |                   | GOVOR               |                    | PISANJE           |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
|                | Slušanje          | Čitanje           | Govorna interakcija | Govorna produkcija |                   |
| Engleski jezik | Unesite nivo<br>B | Unesite nivo<br>B | Unesite nivo<br>B   | Unesite nivo<br>B  | Unesite nivo<br>B |

Nivoi: A1/2: Elementarna upotreba jezika-B1/B2: Samostalna upotreba jezika-C1/C2: Kompetentna upotreba jezika

Komunikacione vještine: Odlične komunikacione i prezentacijske vještine. Sposobnost za konstruktivno rješavanje problema i konflikata. Odlične vještine pisane komunikacije. Veoma razvijena kreativnost i inovativnost, spremnost na saradnju i lako prilagođavanje promjenama. Operativne i strateške sposobnosti.

Organizacione/rukovodeće vještine: Odlične organizacione sposobnosti i sposobnost rada u timu i individualno.

Poslovne vještine: Obučena za rad na. ICP-u, XRF-u, HRD-u, kvantometru, spektrofotometru, turbidimetru, IC, difraktometru.

## Digitalna kompetencija

| SAMOPROCJENA       |                   |                    |                   |                     |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Obrada informacija | Komunikacija      | Stvaranje sadržaja | Sigurnost         | Rješavanje problema |
| Kompletna uporeba  | Kompletna uporeba | Kompletna uporeba  | Kompletna uporeba | Kompletna uporeba   |

Nivoi: Elementarna upotreba- Samostalna upotreba- Kompetentna upotreba

Zamijeniti nazivom potvrde o informatičkoj kompetenciji.

- dobro upravljanje kancelarijskim protokolom (procesorom teksta, tablica, prezentacija)

Vozačka dozvola: B kategorija

**DODATNE INFORMACIJE**

Izbrišite nepotrebna polja u lijevom uglu.

Izdanja  
Prezentacije  
Projekti  
Konferencije  
Seminari  
Priznanja i nagrade  
Članstva  
Preporuke  
Citati  
Časovi  
Certifikati

**PRILOZI**

Unesite dokumenta priložena Vašem CV-u. Primjeri:

- Prepiske svjedočanstva /diploma /kvalifikacija
- Potvrde o zaposlenju ili radnom mjestu
- Izdanja ili istraživanja

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Naslov rada</b></p> <p><i>Tema mora biti aktuelna, nova, naslov treba precizno da odražava cilj i predmet istraživanja.</i></p>                                                  | <p><b>Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>I UVOD</b></p>                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>U uvodnom dijelu dati obrazloženje naziva rada</b><br/>(≤ 1200 karaktera)</p> <p><i>Argumentovanim naučnim stilom obrazložiti aktuelnost i primjerenost predložene teme.</i></p> | <p>Uprkos značajnom tehnološkom napretku i otkrićima, prečišćavanje zagađenih voda je i dalje kritično globalno pitanje. Zgađenje voda nastaje različitim antropogenim aktivnostima u brojnim sektorima industrije, poljoprivrede, komunalnih djelatnosti itd. i čini prijetnju po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Prisustvo teških metala (Cd, Pb, Zn, Fe, Cu, Ni, Hg i Co) u vodenim tokovima je zabrinjavajuće s obzirom da su toksični, nisu razgradivi i imaju sposobnost bioakumulacije u živim organizmima. Stoga je neophodno da se izvrši njihovo uklanjanje prije ispuštanja u vodotokove. U poređenju sa konvencionalnim tehnikama (hemijsko taloženje, flokulacija, jonoizmjenjivačke kolone), sorpcija se smatra jednom od najvažnijih tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda, jer pruža ekonomičan i efikasan način uklanjanja zagađujućih materija. Kao jedan od tipičnih sorbenata, aktivni ugalj sa dobro razvijenom poroznom strukturom i specifičnom površinom je privukao veliku pažnju zbog svoje dobre sposobnosti sorpcije različitih zagađujućih supstanci u poređenju sa drugim konvencionalnim sorbentima. Međutim, njegova visoka cijena proizvodnje i regeneracija ograničava široku primjenu. U prilog tome, poslednjih godina, istraživači pokušavaju da razviju ekonomski isplativ i ekološki prihvatljiv sorbent sličan aktivnom uglju. Za dobijanje visoko efikasnog sorbenta iz biomase i agro-otpada, istraživači se sve više okreću njihovoj karbonizaciji. Kako su dosadašnja istraživanja pokazala, biougalj, glavni proizvod karbonizacije, ima malu poroznost i specifičnu površinu, ali sadrži veliki broj površinskih funkcionalnih grupa koje su zaslužne za efikasno uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora. U cilju poboljšanja specifične površine i poroznosti biougla, a samim tim i njegovih sorpcionih performansi vrši se njegova naknadna aktivacija, fizička ili hemijska [1,2,3,4].</p> |

|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Predmet istraživanja</b><br/>(≤ 1200 karaktera)</p> <p><i>Koncizno obrazložiti predmet istraživanja.</i></p>                                                   | <p>Predmet istraživanja master rada je sinteza aktivnog ugljenika termohemijskom konverzijom otpadne biomase dobijene orezivanjem vinograda i ispitivanje njegove primjene kao sorbenta <math>Pb^{2+}</math> jona iz vodenih rastvora.</p> <p>Razvoj jeftinih i efikasnih metoda i materijala za prečišćavanje voda zagađenih teškim metalima predmet je istraživanja velikog broja istraživačkih grupa širom svijeta. Danas se sorpciji, kao metodi prečišćavanja, poklanja sve veća pažnja zbog jednostavnosti i mogućnosti primjene velikog broja prirodnih i sintetičkih sorbenata. Među različitim vrstama sorbenata koji nalaze veliku primjenu u prečišćavanju vodenih sistema zagađenih teškim metalima, ugljenični materijali dobijeni karbonizacijom otpadne biomase privlače posebnu pažnju zbog velike specifične površine, hemijske i mehaničke stabilnosti, hemijske reaktivnosti površine i niske cijene [5,6,7,8].</p> <p>Aktivni ugljenik se dobija iz prirodnih sirovina organskog porijekla bogatih ugljenikom, najčešće drveta, komunalnog otpada biljnog porijekla, nus proizvoda poljoprivrednih biljnih kultura itd. Na ovaj način se doprinosi smanjenju količine otpada, što ima pozitivan uticaj na zaštitu životne sredine, kao i proizvodnji jeftinog aktivnog ugljenika s visokom dodatkom vrijednošću koji se koristi kao efikasan sorbent zagađivača u otpadnoj vodi [9,10,11,12].</p>                                                                                                      |
| <p><b>Motiv i cilj istraživanja</b><br/>(≤ 4000 karaktera)</p> <p><i>Jasno i nedvosmisleno definisati razloge, svrhu i glavne ciljeve u procesu istraživanja</i></p> | <p>Otpadna biomasa je trajni ekološki problem u mnogim zemljama jer se njegova količina značajno povećava paralelno sa rastom ljudske populacije. Ovakav otpad se često neadekvatno tretira, izazivajući zagađenje zemljišta, vode i vazduha. Pored deponovanja na otvorenom, nepropisno spaljivanje otpadne biomase stvara veliku količinu <math>NO_2</math>, <math>SO_2</math>, <math>CH_4</math> i dima, što ozbiljno zagađuje vazduh. Stoga, njena primjena u vrijedne materijale, ne samo da bi riješila pitanje zaštite životne sredine i održivosti, već bi promovisala efikasniju strategiju upravljanja otpadom.</p> <p>Posljednjih godina, različite termohemijske metode konverzije otpadne biomase u aktivni ugljenik postaju sve aktuelnije. Aktivni ugljenik, zahvaljujući svojim fizičko-hemijskim karakteristikama ima brojne praktične primjene. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se ovi materijali mogu veoma uspješno koristiti kao sorbenti različitih materijala, sredstva za oplemenjivanje zemljišta, nosači katalizatora i sl. [1,2,3,4].</p> <p>Zbog konstantnog povećanja koncentracije zagađivača u životnoj sredini, kao što su teški metali koji u prirodu dospijevaju preko industrijskih otpadnih voda, veoma je važno razviti nove materijale koji bi poboljšanim sorpcionim svojstvima omogućili efikasno uklanjanje pomenutih zagađivača.</p> <p>S obzirom na to da je upotreba komercijalnih aktivnih ugljenika u ovu svrhu zbog visoke cijene sinteze još uvijek ograničena,</p> |

upotreba novih, ekološki i ekonomski isplativih materijala omogućila bi uklanjanje pomenutih zagađivača na lako dostupan i efikasan način [9,12].

Budući da se na području Crne Gore, zbog pogodnosti tla i klimatskih uslova uzgaja vinova loza, naročito u južnim i centralnim djelovima zemlje, mogućnost korišćenja biljnih otpadaka dobijenih orezivanjem čokota vinove loze kao prekursora za dobijanje aktivnog uglja su ogromne.

Naučni cilj master rada je sinteza aktivnog ugljenika termičkom modifikacijom grančica vinove loze procesom karbonizacije i hemijske aktivacije pomoću  $ZnCl_2$  i određivanju fizičko-hemijskih, teksturalnih, morfoloških, spektralnih i drugih karakteristika sintetisanog sorbenta.

Na proces sorpcije utiče veliki broj parametara: pH vrijednost, vrijeme kontakta sorbenta i vodenog rastvora  $Pb^{2+}$  jona, količina sorbenta, tako da je definisanje optimalnih vrijednosti ovih parametara jedan od ciljeva planiranih istraživanja. Na bazi eksperimentalnih podataka definisaće se sorpciona ravnoteža, priroda sorpcije i mehanizam sorpcionog procesa [13,14,15,16,17].

Na osnovu eksperimentalno određenog vremena potrebnog za doziranje ravnoteže sorpcionog procesa, efikasnosti sorpcije, kao i vrijednosti maksimalnog sorpcionog kapaciteta, predložiće se mogućnost primjene sintetisanog aktivnog ugljenika kao potencijalnog sorbenta za uklanjanje jona olova iz otpadnih voda.

## II PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA IZ NAVEDENE OBLASTI

### Pregled dosadašnjih istraživanja

(pozvati se na najmanje 10 primarnih referenci na kojima se istraživanje bazira, od toga minimum 5 iz posljednjih 10 godina  
(≤ 6000 karaktera)

Pregled dosadašnjih istraživanja je narativan. Prikazati stanje u oblasti nauke u vezi sa predmetom istraživanja.

Opsežna istraživanja širom svijeta pokazala su da se ugljenični materijali dobijeni konverzijom poljoprivrednih nusproizvoda, kao i otpadnih materijala iz prehrambene i drvne industrije, koji imaju nisku ili pak nikakvu ekonomsku vrijednost, mogu koristiti za sorpciju teških metala. Način aktivacije i vrsta prekusora direktno utiču na strukturu dobijenog aktivnog ugljenika, na poroznost i tip funkcionalnih grupa na površini koji utiču na njegovu primjenu.

Ayyapan i saradnici ispitivali su efikasnost ugljenika dobijenog od agro otpadnih materijala, tj. srži bagasa i piljevine za prečišćavanje otpadnih voda koje sadrže Pb(II) [18].

Proučavani su efekti početne koncentracije metala, vremena kontakta, pH i doze sorbenta na uklanjanje Pb(II).

Jonas Bayuo i saradnici su analizirali sveobuhvatni pregled Pb(II) iz vode i otpadnih voda jeftinim sorbentima i ustanovili da su nedostaci konvencionalnih metoda u upravljanju vodom i otpadnim vodama, uključujući potražnju za visokom potrošnjom energije, stvaranje sekundarnog toksičnog mulja i operativni troškovi previsoki za zemlje u razvoju [19].

Ovo istraživanje je pokušalo da razmotri biosorpciju Pb(II) na jeftine biosorbente da bi se razumio njihov mehanizam adsorpcije. Pregled pokazuje da je biosorpcija korišćenjem jeftinih biosorbenata ekološki prihvatljiva, isplativa i jednostavna tehnika za tretman vode i otpadnih voda koja sadrži jone Pb(II).

Serijski testovi biosorpcije sprovedeni u većini studija pokazuju da biosorpcija Pb(II) od strane jeftinih biosorbenata zavisi od varijabli biosorpcije kao što su: pH vodenog rastvora, vrijeme kontakta, početna koncentracija Pb(II) i temperatura. Štaviše, podaci o ravnoteži serije su istraženi u mnogim studijama procjenom kinetike, izotermnih i termodinamičkih varijabli [19].

Utvrdeno je da većina studija o adsorptivnom uklanjanju Pb(II) prati modele pseudo-druge kinetike i Langmuir-ove izoterme sa termodinamičkim varijablama koje sugerišu izvodljivost i spontanu prirodu sekvencijalne sorpcije Pb(II). Međutim, postoje praznine u povećanju sposobnosti biosorpcije, ekonomskoj izvodljivosti, optimizaciji sistema biosorpcije i desorpciji i regeneraciji korišćenih poljoprivrednih biosorbenata [19].

Pepeo dobijen od listova *Rosa Canina-L* (poljoprivredni otpad) pokazao se kao efikasan sorbent Pb(II) iz vodenih rastvora.

Ravnoteža sorpcionog procesa se dostiže u toku 40 minuta uz maksimalni monoslojni adsorpcioni kapacitet od 588,2 mg/g [20].

Ispitivanjem uticaja vremena kontakta ( $t = 0-60$  min), doze sorbenta ( $m = 0-5$  g/L), početnog pH ( $pH = 2-10$ ) i početne koncentracije ( $C_0 = 10-200$  mg/L) na sorpciju Pb(II) aktivnim ugljenikom dobijenim od otpada drveta *Vatica Rassak* bavili su se Teong i saradnici [21]. Ravnoteža sorpcionog procesa je opisana Langmuir-ovim modelom uzoterme, a vrijednost maksimalnog sorpcionog kapaciteta iznosila je 149,25 mg/g.

Aktivni ugljenik dobijen karbonizacijom ljuski sjemena bundeve na 500°C i aktivacijom sa  $\text{ZnCl}_2$  imao je razvijenu specifičnu površinu (1564 m<sup>2</sup>/g), dok je zapremina mikropora iznosila 0,526 cm<sup>3</sup>/g. Zhvaljujući navedenim karakteristikama pokazao se kao efikasan sorbent jona Pb(II) iz vodenih rastvora [22].

Zadovoljavajuće sorpcione karakteristike u odnosu na Pb<sup>2+</sup> jone, sa vrijednošću maksimalnog kapaciteta sorpcije od 206nm/g pokazao je i aktivni ugalj dobijen iz lista vodenog zumbula, aktivacijom kalijum hidroksidom [23].

Mogućnost primjene prirodne pirinčane ljuske kao potencijalnog sorbenta Pb(II) iz vodenog rastvora ispitivali su Ong i saradnici [24]. Rezultati ispitivanja su pokazali da je proces sorpcije zavistan od pH vrijednosti rastvora. Ravnoteža procesa se pri optimalnoj vrijednosti pH rastvora (5-7) postiže za 30 minuta. Dechapanya i saradnici su dokazali da je aktivni ugljenik dobijen termohemijskom konverzijom ljuske palminog zrna glavnog poljoprivrednog otpada iz industrije palmonog ulja, može vrlo uspješno koristiti za tretman otpadnih voda kontaminiranih teškim metalima. Nakon karbonizacije, biougalj je hemijski aktiviran pomoću rastvora fosforne kiseline na 25°C [25].

Ispitivanjem sorpcije Pb<sup>2+</sup> iz vodenih rastvora pomoću devet različitih biougljeva sintetisanih iz tri različita tipa biomase (kukuruza, organske kore i ljuske pistacija) na tri temperature pirolize (300, 450 i 600°C), Mireles i saradnici su potvrdili značajan uticaj tipa biomase i temperature pirolize, kao i pH rastvora na efikasnost sorpcionog procesa [26]. Efikasnost uklanjanja Pb<sup>2+</sup> se povećala sa povećanjem pH (2-6).

Ahmed i saradnici su u svom radu kao obećavajući i isplativ pristup u pogledu uklanjanja Pb(II) iz otpadnih voda, koji ne bi imao štetne uticaje na životnu sredinu predložili biougalj sintetisan pirolizom sjemena lubenice [27].

Takođe, aktivni ugljenik dobijen iz kokosove ljuske pokazao se kao pogodan sorbent jona olova iz vodenih rastvora. Ravnoteža sorpcionog procesa se postiže u toku 240 minuta, dok se kinetika najbolje opisuje kinetičkim modelom drugog reda, sugerišući da je hemosorpcija najsporiji stupanj ukupnog procesa [28].

Aktivni ugljenik sintetisan hidrotermalnom karbonizacijom latica *Crocus sativus* [29] i aktivacijom cink hloridom pokazao je maksimalni kapacitet sorpcije Pb(II) od 89,5 mg/g.

Petrović i saradnici [30] su hidrotermalnom karbonizacijom komine grožđa i naknadnom aktivacijom kalijum hidroksidom sintetisali aktivni ugljenik koji se pokazao kao efikasan sorbent olova (maksimalni kapacitet sorpcije iznosi 137 mg/g).

Zhou i saradnici [31] i Ge i saradnici [32] su pokazali da aktivni ugljenik sintetisan termohemijskom konverzijom svježe kore banane, uz korišćenje fosfatne kiseline kao aktivatora dostiže maksimalni kapacitet sorpcije Pb(II) od 241, odnosno 238 mg/g.

### III HIPOTEZA/ISTRAŽIVAČKO PITANJE

**Hipoteza/e i/ili  
istraživačko/a pitanje/a  
sa obrazloženjem**  
(≤ 2400 karaktera)

*Jasno definisati hipotezu/e i/ili istraživačka  
pitanja. Hipoteza treba da sadrži ključne  
riječi iz naslova, odnosno predmeta  
istraživanja.*

Osnovne hipoteze istraživanja u master radu su:

1. Optimizacijom uslova termohemijske konverzije otpada iz industrije vina (temperatura i vrijeme karbonizacije, odnos prekursor/aktivator) dobiće se visoko porozni i aktivni ugljenik velike specifične površine.
2. Zahvaljujući navedenim osobinama koje i diktiraju sorpcione karakteristike proizvoda, aktivni ugljenik će veoma efikasno ukloniti  $Pb^{2+}$  jone iz vodenih rastvora.

#### IV METODE

**Naučne/istraživačke metode koje će biti primijenjene u istraživanju**

(≤ 3000 karaktera)

*Detaljno navesti i obrazložiti koje će se metode koristiti kako bi se testirale hipoteza/e i/ili istraživačka pitanja.*

Tokom planiranih istraživanja, za ispitivanje, testiranje hipoteza i istraživačka pitanja koristiće se različite metode.

Strukturna karakterizacija materijala vršiće se metodama:

**FTIR- infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom**, za identifikaciju funkcionalnih grupa na površini aktivnog ugljenika prije i nakon ispitivanja sorpcionig procesa.

**BET- Brunauer-Emmet-Teller** metoda za određivanje specifične površine i poroznosti aktivnog ugljenika.

**XRD- Rendgenska difrakcija** kojom će se dokazivati amorfna stuktura sintetisanog aktivnog ugljenika, kao i moguće prisustvo nekih drugih elemenata ili jedinjenja u strukturi, raznih nečistoća itd.

Mjerenje koncentracije teških metala (olova) u filtratu, u cilju ispitivanja sorpcionih svojstava aktivnog ugljenika vršiće se spektrofotometrijski (UV-VIS spektroskopija) i ICP- MS (indukovano spregnuta plazma-masena spektrometrija).

## V OČEKIVANI REZULTATI ISTRAŽIVANJA I NAUČNI DOPRINOS

### Očekivani rezultati istraživanja, primjena i naučni doprinos

(≤ 3000 karaktera)

*Koncizno navesti važnije očekivane rezultate. Ukazati na eventualnu praktičnu primjenu rezultata istraživanja. Sažeto navesti očekivani doprinos rada u odnosu na postojeća istraživanja.*

Očekivani rezultati istraživanja su:

- Dokazivanje visoke efikasnosti sorpcije olova iz vodenih rastvora aktivnim ugljenikom sintetisanog termohemijskom konverzijom grana vinove loze.
- Identifikacija optimalnih parametara sorpcije, kao što su: pH vrijednost, temperatura i vrijeme kontakta, koji obezbjeđuju efikasno uklanjanje olova,
- Poređenje sorpcionih performansi aktivnog ugljenika sa komercijalno dostupnim sorbentima za olovo.

Naučni doprinos master rada ogleda se u:

- Boljem razumijevanju sorpcionih karakteristika aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze, uključujući sorpcijske mehanizme i kinetiku procesa sorpcije.
- Razvoju ekološki prihvatljive i ekonomski isplative alternative za uklanjanje olova iz vode, što može imati značajan uticaj u području zaštite životne sredine i javnog zdravlja.

## VI DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

### Ograničenja i dalji pravci u istraživanju

(≤ 1800 karaktera)

*Diskusija o mogućim prijedlozima za buduća istraživanja u ovoj oblasti i njihovoj opravdanosti (putem rezultata istraživanja ili literature). Identifikovati i opisati potencijalna ograničenja istraživanja. Rezultate i doprinose istraživanja je potrebno razmotriti u svjetlu ograničenja—npr. teorijski i konceptualni problemi, problemi metodoloških ograničenja, nemogućnost odgovora na istraživačka pitanja i tome slično.*

Istraživački rad u okviru master rada otvara brojna istraživačka pitanja, kao što su:

- Modifikacija sintetisanog aktivnog ugljenika sa ciljem povećanja kapaciteta sorpcije.
- Ispitivanje mogućnosti korišćenja aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze u drugim područjima, poput uklanjanja drugih teških metala ili zagađujućih materija iz otpadnih voda.
- Ispitivanje mogućnosti proizvodnje i primjene sintetisanog sorbenta u industrijskim razmjerama i lociranje istih na tržištu komercijalnih aktivnih ugljeva za uklanjanje teških metala i drugih mikropolutanata.
- S obzirom da većini radova koji se bave uklanjanjem zagađivača sorpcijom nedostaju studije regeneracije/sorpcije, istraživanjima regeneracije sorbenta u cilju njegove ponovne upotrebe otvaraju mogućnosti daljih istraživanja.

## VII STRUKTURA RADA

### Struktura rada po poglavljima:

*Voditi računa da naslovi poglavlja budu jasno formulisani. Dati opis sadržaja rada po poglavljima.*

Struktura rada će sadržati sledeće cjeline:

- Uvod
- Teorijski dio
- Eksperimentalni dio
- Rezultati i diskusija
- Zaključak
- Literatura

**Uvodni dio** će se sastojati od kratkog osvrta na oblast istraživanja, predmet i cilj istraživanja, značaj procesa karbonizacije biomase u cilju dobijanja konačnog produkta aktivnog uglja, značaj sorpcionih procesa na aktivnom ugljeniku i plan istraživanja.

**U teorijskom dijelu** će se obrađivati mehanizam termohemijske konverzije biomase, ugljenik i ugljenični materijali, mehanizam karbonizacije i uslovi sinteze ugljeničnih materijala, mehanizam aktivacije, karakteristike teških metala i olova, sorpcioni procesi (vrste i parametri koji utiču na njih), adsorpcione izoterme i kinetički modeli koji se mogu koristiti za opisivanje sorpcionih procesa.

**U eksperimentalnom dijelu** će biti opisano dobijanje aktivnog uglja od grančica vinove loze, karakterizacija dobijenog aktivnog uglja, kinetika adsorpcije na ispitivanom aktivnom uglju, izoterme adsorpcije na ispitivanom aktivnom uglju, ispitivanje uticaja parametara na adsorpciju, objašnjenje eksperimentalnih metoda ispitivanja.

**Rezultati i diskusija** će obuhvatiti prikaz i detaljnu analizu rezultata, odnosno rezultate karakterizacije aktivnog ugljenika, opšte fizičko-hemijske osobine aktivnog ugljenika, grafičke prikaze uticaja svih parametara na sorpcione procese, ispitivanje specifične površine i raspodjele pora, proračune efikasnosti uklanjanja, maksimalnog i ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i vremena za postizanje ravnoteže sorpcije za svaku ispitivanu koncentraciju teških metala- olova i grafičke prikaze adsorpcionih izoterma i kinetičkih modela u cilju definisanja one izoterme i modela koja najbolje opisuje ispitivane sorpcione procese i njihovu kinetiku, uticaj pH na adsorpciju, poređenje sa rezultatima sličnih istraživanja.

**U zaključku** će biti sumirani utisci i zaključci donešeni tokom rada i dobijenih rezultata. Takođe, biće predložene mogućnosti daljih istraživanja u ovoj oblasti.

**Literatura** će sadržati sve navedene relevantne radove iz oblasti istraživanja u okviru magistarskog rada.

## VIII LITERATURA

- [1] B. Dalmacija, J. Agbaba: *Kontrola kvaliteta vode za piće*. Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, Novi Sad, (2006).
- [2] M. Bogner, M. Stanojević, O. vodama- *Teorija, propisi i primeri iz prakse*. ETA, Beograd 2006.
- [3] Oghenerobor Akpor: *Remediation of heavy metals in drinking water and wastewater treatment systems: Processes and applications*, November 2010. International Journal of the Physical Sciences 5(12), 1807-1817-1817
- [4] M. A. Hasim, S. Mukhopadhyay, J. N. Sahu, Bhaskar Sen Gupta: *Remediation Technologies for Heavy Metal Contaminated Groundwater*, June 2011. Journal of Environmental Management 92(10):2355-2388. DOI:10.1016/j.jenvman.2011.06.009
- [5] Aiyuan Ma, Xuemei Zheng, Chenhui Liu, Jinhui Peng: *Study on regeneration of spent activated carbon by using a clean technology*, March 2017. 6(5). DOI:10.1515/gps-2016-0110
- [6] Aditya Kale: *Study on attrition of carbon particles during regeneration of activated carbon*, October 2019. Conference: World Gold Conference 2019. At: Perth, Australia
- [7] Irfan Shah, Babu Alappat, Pascaline Prè: *Effect of thermal regeneration of spent activated carbon on volatile organic compound adsorption performances*, July 2014. Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers 45(4). DOI:10.1016/j.jtice.2014.01.006
- [8] Bagreev A., Rahman H., Bandosz T.J.: *Thermal Regeneration of a Spent Activated Carbon Previously Used as Hydrogen Sulfide Adsorbent*, August 2001. Carbon 39(9):1319-1326. DOI:10.1016/S0008-6223(00)00266-9
- [9] Harry Marsh, F. Rodriguez-Reinoso: *Activated Carbon*, September 2006. DOI:10.1016/B978-008-044463-5.X5013-4. Publisher: Elsevier Science
- [10] H.L. Chaing, C.P. Huang, P.C. Chiang: *The surface characteristic of activated carbon as affected by ozone and alkaline treatment*, May 2002. Chemosphere 47(3):257-265. DOI:10.1016/S0045-6535(01)00215-6
- [11] Teresa J. Bantosz: *Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation*, January 2006. Hardcover, ISBN 10:0123705363. Publisher: Academic Press, 2006.
- [12] B. Viswanathan, I. Neel Pulidindi, T. K. Varadarajan: *Methods of Activation and Specific Applications of Carbon Materials*, February 2009. Edition: E book. Publisher: NCCR IIT Madras. Editor: B Viswanathan.
- [13] C.Q. Teong, Herma Dina Setiabudi, N.A.S. El-Arish, Mahadi Bahari: *Vatica rassak wood waste- derived activated carbon for effective Pb(II) adsorption: Kinetic, isotherm and reusability studies*, December 2020, Materials Today Proceedings 42(1). DOI:10.1016/j.matpr.2020.11.270
- [14] Ilknur Demiral, Canan Şamdan, Hakan Demiral: *Kinetics & equilibrium adsorption study of Pb(II) onto activated carbon prepared from pumpkin seed shell*, July 2017. Fresenius environmental bulletin 26(7):4484-4494
- [15] Maryam Ghasemi, Maryam Ghasemi, Nahid Ghasemi, Yadollah Yosefi Fard: *Adsorption of Pb(II) from aqueous solution using new adsorbents prepared from agricultural waste: Adsorption isotherm and kinetic studies*, July 2014. Journal of Industrial and Engineering Chemistry 20(4):2193-2199. DOI:10.1016/j.jiec.2013.09.050
- [16] J. Acharya, J.N. Sahu, C.R. Mohanty, B.C. Meikap: *Removal of Lead(II) From Wastewater by Activated Carbon Developed From Tamarind Wood by Zinc Chloride Activation*, July 2009. Chemical Engineering Journal 149:249-262. DOI:10.1016/j.cej.2008.10.029

- [17] P. A. Marques, M. F. Rosa, H. Pinheiro: *pH effects on the removal of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$  from aqueous solution by brewery biomass*, August 2000. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 23(2): 135-141. DOI:10.1007/PL00009118
- [18] R. Ayyapan, A. Carmalin Sophia, Kantha Swaminathan, S. Sandhya: *Removal of Pb(II) from aqueous solution using carbon derived from agricultural wastes*, March 2005-*Process Biochemistry*. 40(3-4):1293-1299. DOI:10.1016/j.procbio.2004.05.007
- [19] Jonas Bayuo, Mwemezi Rwiza, Kelvin Mtei: *A comprehensive review on the decontamination of Pb(II) from water and wastewater by low-cost biosorbents*, April 2022. 12(18):11233-11254. DOI:10.1039/d2ra00796g
- [20] Maryam Ghasemi, Maryam Ghasemi, Nahid Ghasemi, Yadollah Yosefi Fard: *Adsorption of Pb(II) from aqueous solution using new adsorbents prepared from agricultural waste: Adsorption isotherm and kinetic studies*, July 2014. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 20(4):2193-2199. DOI:10.1016/j.jiec.2013.09.050
- [21] C.Q. Teong, Herma Dina Setiabudi, N.A.S. El-Arish, Mahadi Bahari: *Vatica rassak wood waste-derived activated carbon for effective Pb(II) adsorption: Kinetic, isotherm and reusability studies*, December 2020.-*Materials Today Proceedings*, 42(1).DOI:10.1016/j.matpr.2020.11.270
- [22] İlknur Demiral, Canan Şamdan, Hakan Demiral: *Kinetics & equilibrium adsorption study of Pb(II) onto activated carbon prepared from pumpkin seed shell*, July 2017. - *Fresenius environmental bulletin* 26(7):4484-4494.
- [23] Asmamaw Taye, Solomon Mehretie Mehretie, Shimelis Admassie: *Adsorption of Pb(II) ions using KOH-activated carbon derived from water hyacinth*, September 2023.-*Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia* 37(6):1369-1382. DOI:10.4314/bcse.v37i6.6
- [24] C.-T. Ong, Y.-C. Foo, Yung-Tse Hung: *Removal of Pb(II) from aqueous solution using natural rice husk*, September 2013- *Research Journal of Chemistry and Environment* 17(9):53-57
- [25] Wipawee Dechapanya, Attaso Khamwichit: *Biosorption of aqueous Pb(II) by  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -activated biochar prepared from palm kernel shells (PKS)*, July 2023. - *Heliyon*, 9(7):e17250 DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e17250
- [26] Sergio Mireles, Jason G Parsons, Tia Charbel Trad, Chu-Lin Cheng: *Lead removal from aqueous solutions using biochars derived from corn stover, orange peel, and pistachio shell*, January 2019.- *International journal of Environmental Science and Technology* 16(1-3).DOI:10.1007/s13762-018-02191-5
- [27] Waqas Ahmed, Sajid Mehmood, Avelino Núñez-Delgado, Sehrish Ali: *Enhanced adsorption of aqueous Pb(II) by modified biochar produced through pyrolysis of watermelon seeds*, April 2021-*The Science of The Total Environment* 784:147136. DOI:10.1016/j.scitotenv.2021.147136
- [28] Yudi Sukmono, Risky Ayu Kristanti, Barry Victoriano Foo, Tony Hadibarata: *Adsorption of Fe and Pb from Aqueous Solution using Coconut Shell Activated Carbon*. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, Volume 14, Issue 2, 2024., 30. <https://doi.org/10.33263/BRIAC142.030>
- [29] S. Rasam, M. Moraveji, A. Soria, A. Salimi : *Synthesis, characterization and absorbability of *Crocus sativus* petals hydrothermal carbonized hydrochar and activated hydrochar*. November 2020. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification* 159(1):108236. DOI:10.1016/j.cep.2020.108236
- [30] J. Petrović, M. Stojanović, J. Milojković, M. Petrović: *Alkali modified hydrochar of grape pomace as a perspective adsorbent of  $\text{Pb}^{2+}$  from aqueous solution*. November 2016. *Journal of Environmental Management* 182:292. DOI:10.1016/j.jenvman.2016.07.081
- [31] N. Zhou, H. Chen, Q.Feng, D. Yao: *Effect of phosphoric acid on the surface properties and Pb(II) adsorption mechanisms of hydrochars prepared from fresh banana peels*. July 2017. *Journal of Cleaner Production* 165. DOI:10.1016/j.jclepro.2017.07.111
- [32] Q. Ge, Q. Tian, S. Wang, J. Zhang: *Highly Efficient Removal of Lead/Cadmium by Phosphoric Acid-Modified Hydrochar Prepared from Fresh Banana Peels: Adsorption Mechanisms and Environmental Application*. November 2022. *Langmuir* 38(49). DOI:10.1021/acs.langmuir.2c02693

**PRIJEDLOG ZA MENTORA:**

U skladu sa članom 15 stav 1 i članom 16 Pravila studiranja na master studijama,

Predlažem **prof.dr Veselinku Grudić** za mentora i podnosim prijavu teme master rada pod nazivom:

**Primjena aktivnog ugljenika dobijenog termohemijskom konverzijom grana vinove loze kao sorbenta olova.**

Potpis studenta: Bacna Vukosavljević  
Vaska Vukosavljević 10/23

**SAGLASNOST MENTORA ZA PRIHVATANJE  
MENTORSTVA I PRIJAVE TEME MASTER RADA:**

Potpis mentora: V. Grudić  
Prof. dr Veselinka Grudić

Potpis komentora: .....  
Prof. dr/Doc. dr, ime i prezime

**\* NAPOMENE:**

- ☐ Definirati termine—objašnjenje svih termina koji su upotrijebljeni u prijavi teme master rada, a koji nisu uobičajeni, po mogućnosti pronaći i sličnu interpretaciju koja bi bila razumljivija;
- ☐ Koristiti opciju *italic* za naslove slika, tabela, crteža i grafikona; kao i za sve strane riječi i izraze;
- ☐ Navesti reference za sve ideje, koncepte, dijelove teksta i podatke koji nijesu lični i nijesu nastali kao rezultat istraživanja. Neadekvatno navođenje referenci može izazvati sumnju da je rad plagijat;
- ☐ Strogo voditi računa o pravopisu i gramatici;
- ☐ Naziv rada (radni), hipoteze i ciljevi istraživanja moraju biti usklađeni.

**Napominjemo da se nepotpuna dokumentacija neće razmatrati— dostavljene prijave tema master radova moraju sadržati sve navedene elemente. Nadležni na fakultetskoj jedinici, kao i studenti, u obavezi su da se pridržavaju dostavljene forme za izradu prijave teme master rada.**