

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

700
15.04.22
Podgorica, 2022. god.

Ovdje

PREDMET: Predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada

Shodno dopisu broj 548/1 od 23.03.2022. godine, a nakon dobijanja pozitivnog mišljenja Odbora za monitoring master studija UCG i izvršenih konsultacija sa kandidatom, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada pod nazivom: "*Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima*", kandidatkinje Sanje Bešović, Spec. App. Zaštite životne sredine:

1. Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor MTF-a, mentor
2. Prof. dr Mira Vukčević, redovni profesor MTF-a, predsjednik
3. Prof. dr Veselinka Grudić, redovni profesor MTF-a, član

U dogovoru sa kandidatom, Komisija predlaže prof.dr Ivanu Bošković za mentora.

Predsjednik Komisije,



Prof. dr Ivana Bošković



Univerzitet Crne Gore
CENTAR ZA UNAPREĐENJE KVALITETA
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Univerzitet Crne Gore
Centar za unapređenje kvaliteta

telefon: +382 20 414 252
e-mail: office@qas.ac.me



Broj: 01/3- 453/1

Podgorica, 16.03.2022. godine

Broj: 548
22.03.2022. god.

**METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
KOMISIJI ZA POSTDIPLOMSKE 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, a u vezi sa prijavom teme master rada pod nazivom „Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima“ kandidatkinje **Sanje Bešović**, Odbor za monitoring master studija, na sjednici od 14.03.2022. godine, daje sljedeće

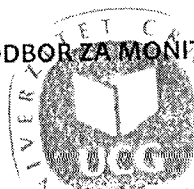
MIŠLJENJE

Prijava teme master rada pod nazivom „Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima“ kandidatkinje **Sanje Bešović**, sadrži elemente propisane Formularom za prijavu teme master rada, u skladu sa članom 22 Pravila studiranja na postdiplomskim studijama. Odbor predlaže sprovođenje dalje procedure, uz obavezu Komisije za postdiplomske studije da prati dalji tok izrade master rada i usklađenost sa predloženom prijavom teme.

Napomena: U toku rasprave povodom predmetne prijave, u cilju unapređenja samog master rada, iznijete su određene sugestije za izmjene. Naime, na sjednici Odbora konstatovano je da hipoteze u Prijavi nijesu ispravno formulisane (osnovna hipoteza više liči na cilj istraživanja), tako da se kandidatkinji sugeriše da se dodatno edukuje kada je formulisane hipoteza (istraživačkih pitanja) u pitanju, kako bi razumjela njihovu suštinu i pravilno ih formulisala u budućem radu. Tok istraživanja treba navesti u metodologiji rada. U Prijavi su metode istraživanja samo nabrojane, tako da se očekuje da u budućem radu budu detaljno opisane, kako bi se omogućila reproducibilnost istraživanja. U Poglavlju VII *Struktura rada* trebalo bi, ukoliko je moguće, jasnije izdvojiti Rezultate rada kao cjelinu, ili odvojeno (prije Diskusije rezultata) ili kao poglavlje Rezultati i diskusija. Odbor sugeriše da se u budućem master radu povede računa o pravilnom navođenju literature, u skladu sa izabranim stilom. Na primjer, u referencama 1. i 6. i sl. navedeni su puni nazivi časopisa, a u npr. referencama 3. i 5. skraćeni. Takođe, i imena autora treba ujednačiti, tj. da li se navodi samo prezime i inicijali imena (kao u ref.1., npr.) ili puno ime i prezime (kao u ref. 6., npr.), boldovani naziv časopisa u ref. 15. i sl.

ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA

Prof. dr Sanja Peković



Sanja Peković

UNIVERZITET CRNE GORE

ODBORU ZA MONITORING MASTER STUDIJA

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
BROJ 363/1
23.02.22
Podgorica, 20. god.

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 Sanje Bešović, Spec. App. Zaštita životne sredine, 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.

Predsjednik Komisije



Prof. dr Ivana Bošković

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

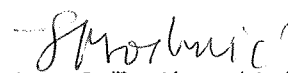
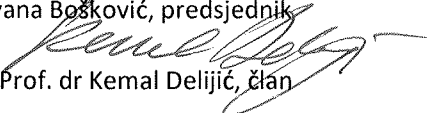
Broj 363
Podgorica, 23. 02 2022 god.

PREDMET: Saglasnost

Shodno Vašem dopisu broj 359 od 22.02.2022. godine, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Izvještaj za davanje saglasnosti na podnesenu prijavu teme za izradu master rada kandidatkinje Sanje Bešović, Spec. App. Zaštita životne sredine, pod nazivom: "**Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima**".

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 Sanje Bešović, Spec. App. Zaštita životne sredine, 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, predsjednik

2. Prof. dr Kemal Delijić, član

3. Prof. dr Zorica Leka, član


PRIJAVA TEME MASTER RADA (popunjavanje magistranta u saradnji sa mentorom)		Crna Gora UNIVERZITET CRNE GORE METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET Broj. 357/19 Podgorica, 14. 09. 20. god. 22	Studijska godina 2021/2022
OPŠTI PODACI MAGISTRANTA			
Ime i prezime:	Sanja Bešović		
Fakultet:	Metalurško-tehnološki fakultet		
Studijski program:	Zaštita životne sredine		
Godina upisa master studija:	2020.		

LIČNE INFORMACIJE **Sanja Bešović**

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



📍 Vasa Bracanovabb

☎ - 069624537

✉ sanja.besovic@mepg.gov.me

Pol	Datum rođenja	Državljanstvo
Ž	29.11.1994	Crnogorsko

RADNO ISKUSTVO

[Započnite s najnovijim.]

Upišite datume (od – do)

Mart 2020-

Ministarstvo ekologije, prostornog planiranja i urbanizma

-Praćenje i analiziranje stanja i predlaganje mjera za negativne efekte klimatskih promjena, priprema stručnih osnova i učešće u izradi propisa iz djelokruga rada Ministarstva i učešće u izradi strateških dokumenata, programa i planova iz oblasti klimatskih promjena ;

-Sprovođenje obaveza po osnovu implementacije relevantnih međunarodnih sporazuma i saradnje sa međunarodnim agencijama koje djeluju u ovoj oblasti; priprema tehničkih i stručnih osnova za zaključivanje međunarodnih multilateralnih i bilateralnih sporazuma i drugih sporazuma iz oblasti zaštite klime;

-Praćenje i ispunjavanje obaveza iz Okvirne konvencije UN o klimatskim promjenama i Pariškog sporazuma; obezbjeđivanje podataka za održavanje i ažuriranje informacija;

-Učešće u pripremi tenderske dokumentacije iz djelokruga nadležnosti;

-Saradnja sa nadležnim organima državne uprave, jedinicama lokalne samouprave, institucijama i privrednim subjektima na unapređenju zaštite klime;

-Priprema tehničkih i stručnih osnova za zaključivanje međunarodnih multilateralnih i bilateralnih sporazuma, i drugih sporazuma iz oblasti zaštite klime; kontakt osoba za aktivnosti promocije Okvirne konvencije UN-a o klimatskim promjenama; priprema informacija, izvještaja i drugih poslova u skladu sa propisima;

Mart 2019/ Mart2020 Agencija za zaštitu životne sredine

-Obavljanje složenih poslova koji se odnose na: unos i obradu podataka u specijalizirana softverska rješenja, prostorna i geografska distribucija podataka ; učešće u izradi IIR - Informativnih inventarnih izvještaja prema CLRTAP(otpad); učešće u izradi NIR – Informativnog izvještaja o Inventaru prema UNFCCC; upravljanje bazom podataka

-učesće u izradi Nacionalnog saopštenja o klimatskim promjenama za poglavlja Inventara;

-izrada Dvogodišnjeg izvještaja o klimatskim promjenama - Poglavlje Učešće inventara GHG u kreiranju Izvještaja o stanju životne sredine kroz prikaz indikatora; učešće u realizaciji projekata iz oblasti života sredina; kreiranje i ažuriranje inventara emisije zagađujućih materija u vazduh nagodišnji nivo; obavlja i druge poslove po nalogu pretpostavljenog.

Januar 2018-Oktobar
2020

„Ekološki pokret - Ozon“

Pripravnik

Koordinacija sa partnerskim organizacijama i relevantnim učesnicima u projektima na operativnom nivou (međunarodni projekti i institucije, vladine agencije, istraživačke organizacije i instituti, industrija, korisnici itd.)

- Priprema detaljnih planova rada i izvještaja o napretku;
- Koordinacija aktivnosti i usluga na terenu iu kancelariji u okviru poverenih nadležnosti;
- Organizacija rada i planiranje
- priprema projektne i logističke podrške za aktivnosti obuke i konsultantske misije;
- Tehnički poslovi na bazama podataka i dokumentaciji
- Podrška tehničkom sektoru u svim oblastima
- Priprema javnih saopštenja i saopštenja za javnost,
- Priprema izvještaja i analiza za menadžment / vođe timova

OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE

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

2020-	Master studije zaštite životne sredine Metalurško- tehnološki fakultet Univerzitet Crne Gore, Podgorica, Crna Gora
2017-2018	Specijalista zaštite životne sredine Metalurško- tehnološki fakultet Univerzitet Crne Gore, Podgorica, Crna Gora
2013-2017	Bečelor zaštite životne sredine Metalurško- tehnološki fakultet Univerzitet Crne Gore, Podgorica, Crna Gora



BIOGRAFIJA - CV

LIČNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJE

[Izbrišite sva prazna polja.]

Maternji jezik **Crnogorski**

Ostali jezici

Engleski jezik

Francuski jezik

	RAZUMIJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
	C2	C2	C2	C2	C2
	B1	B1	B1	B1	A2

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

Komunikacione vještine Upišite svoje komunikacione vještine. Navedite u kojem su kontekstu stečene.

Odlične komunikacijske vještine razvijene kroz iskustvo na različitim pozicijama u oblasti zaštite životne sredine.

Veoma kreativna, vrijedna i odgovorana, spremna za timski rad. Uvijek spremna podijeliti znanje i ideje sa svojim kolegama. Odlična sam u timskom radu, odlično se uklapam i snalazim se u različitim okruženjima i situacijama.

Dobre komunikacijske vještine omogućavaju mi različite pristupe u radu na različitim projektima i saradnji sa kolegama u svakodnevnom funkcionisanju u različitim situacijama i okolnostima.

Organizacione / rukovodeće vještine Upišite svoje organizacione / rukovodeće vještine. Navedite u kojem su kontekstu stečene.

Dobar koordinator, sa iskustvom u organizaciji posla, prostora i vremena. Posjedujem dobre organizacijske sposobnosti, stečene dugogodišnjim iskustvom u radu sa ljudima na različitim poslovima i pozicijama u različitim sektorima. Predana sam svom poslu i veoma profesionalno pristupam obavezama sa visokim stepenom profesionalizma i efikasnosti, spremna sam da radim pod pritiskom, prekovremeno, radim u složenim okolnostima i vrlo brzo i uspješno odgovaram na nove zahteve, poštujući pravila i procedure i rado prihvatitam nove izazove.

Poslovne vještine Upišite ostale poslovne vještine koje nijesu drugdje navedene. Navedite u kojem su kontekstu stečene.

Sektor zaštite životne sredine i prirode su u mom fokusu.

Uspješno organizujem svoj rad i prilagođavam se organizacionim šemama i radnim zadacima.

Aktivno koristim dostupne izvore podataka i inovativne tehnike kako bih uspješno odgovorio na radne zadatke uz potpunije stjecanje znanja i reprodukciju stečenog znanja.

Uspješno komuniciram sa kolegama i nadređenima. Dobro se snalazim u konfliktnim situacijama. Orijentisan sam na rezultate. Vodim urednu evidenciju i drugu propisanu dokumentaciju u skladu sa procedurama ali i zahtjevima nadređenih.

Digitalna kompetencija

SAMOPROCJENA

Obavljanje informacija	Komunikacija	Stvaranje sadržaja	Sigurnost	Rješavanje problema
------------------------	--------------	--------------------	-----------	---------------------

Nivoi: Elementarna upotreba - Samostalna upotreba - Kompetentna upotreba

Zamijenite nazivom potvrde o informatičkoj kompetenciji.

Upišite ostale računarske vještine. Navedite u kojemu su kontekstu stečene. Primjer:

Odlično poznavanje rada na računaru.

Odlično poznavanje standardnog Office softvera i aktivno koristim Word, Excel, PowerPoint itd.

Odlično se snalazim u korištenju internet resursa, kao i u e-mail korespondenciji i online komunikaciji.

Posebne kompjuterske vještine:

Vještine korištenja GIS alata i aplikacija - koristim softver kao što je Arc View GIS 10x verzija, Google Earth professional itd.



BIOGRAFIJA - CV

Vozačka dozvola

B

DODATNE INFORMACIJE

Izbrišite nepotrebna polja u lijevom uglu.

Prezentacije

Predstavljanje Nacionalno utvrđenog doprinosa Crne Gore; Prezentacija puta Crne Gore ka niskokarbonskoj budućnosti, Prezentacija o Negativnim emisijskim tehnologijama, Prezentacija Nacionalnog plana adaptacije i brojne druge.

PRILOZI

Unesite dokumenta priložena Vašem CV-u. Primjeri:

- prepiske svjedočanstva / diploma / kvalifikacija
- potvrde o zaposlenju ili radnom mjestu

Naslov rada <i>Tema mora biti aktuelna, nova, naslov treba precizno da odražava cilj i predmet istraživanja.</i>	Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima
I UVOD	
U uvodnom dijelu dati obrazloženje naziva rada (≤ 1200 karaktera) <i>Argumentovanim naučnim stilom obrazložiti aktuelnost i primjerenost predložene teme.</i>	Otpadne vode iz različitih industrija sadrže teške metale i organske zagadivače. Teški metali mogu se ukloniti iz otpadnih voda primjenom velikog broja tehnika, uključujući hemijsku koagulaciju, jonsku izmjenu, ekstrakciju hemijskim rastvaračima, reversnu osmozu i ultrafiltraciju. Međutim, ove metode su izuzetno skupe i nedovoljno efikasne kada su teški metali prisutni u malim koncentracijama. Adsorpcija se, usljed jednostavne tehnologije i potrebne opreme, kao i visoke selektivnosti potencijalnih sorbenata, pokazala kao pogodna metoda za uklanjanje i jako malih koncentracija teških metala iz kontaminiranih voda. Materijali nazvani geopolimerima, koji nastaju alkalnom aktivacijom aluminosilikatnih sirovina, a po strukturi su slični zeolitima, su se pokazali kao potencijalno dobri sorbenti teških metala iz otpadnih voda. Preliminarna istraživanja na tu temu pokazuju osnovanost njihovog sorpcionog potencijala. Glavne prednosti geopolimera u poredjenju sa sintetskim zeolitima su blaži uslovi sinteze i jednostavnija priprema, niska cijena, fleksibilnost i dugotrajnost.
Predmet istraživanja (≤ 1200 karaktera) <i>Koncizno obrazložiti predmet istraživanja.</i>	Neorganski polimeri (geopolimeri) su nova klasa aluminosilikatnih materijala koji su zbog odličnih mehaničkih osobina, mikro i nano poroznosti, skupljanja, vatrootpornosti, otpornosti na mraz i agresivne sredine veoma atraktivni za upotrebu u mnogim granama industrije. Upotreba ovih materijala je naročito ekološki prihvatljiva sa aspekta njihove energetske efikasnosti i male potrošnje energije za sintezu, kao i limitirane proizvodnje gasova sa efektom staklene bašte, tj. CO₂. Posebno je važno istaći da bilo koji aluminosilikatni materijal može služiti kao prekursor za sintezu ovih funkcionalnih materijala, što znači da se kao prekursori mogu javiti i industrijski otpadi tipa crvenog mulja u Bajerovom postupku proizvodnje glinice, leteći pepeo iz termoelektrana, razni tipovi troski itd. Istraživanja u ovom radu će biti usmjerena u tri pravca: -Fizičko-hemijska karakterizacija polaznih sirovina: crvenog mulja i metakaolina (hemijska analiza, granulometrijska analiza, infracrvena spektrometrija sa Furijerovom transformacijom (FTIR) i X-rej difrakciona analiza (XRD analiza); -Sinteza i karakterizacija geopolimernih materijala na bazi

	crvenog mulja i metakaolina (FTIR, XRD, SEM) i određivanje poroznosti pomoću N₂ adsorpcije/desorpcije (tzv. BET metoda) -Ispitivanje uticaja različitih parametara (pH, kontaktno vrijeme, početna koncentracija teških metala, veličina čestica i količina sorbenta) na mehanizam sorpcije.
--	---

Motiv i cilj istraživanja

(≤ 4000 karaktera)

Jasno i nedvosmisleno definisati razloge, svrhu i glavne ciljeve u procesu istraživanja.

Svrha ovog istraživanja je dobijanje pogodnog sorbenta jona teških metala iz vodenih rastvora tj. geopolimera sintetisanog korišćenjem prekursora na bazi industrijskog otpada: crvenog mulja iz KAP-a i metakaolina, dobijenog iz prirodne sirovine-kaolina žarenjem na 700°C, postupkom alkalne aktivacije. Karakterizacija dobijenih geopolimernih materijala u pogledu njihovog mineraloškog sastava, strukture i mehaničkih osobina, a posebno definisanje mezo i mikro poroznosti, kao i specifične površine neophodne za efikasnu adsorpciju, je jedan od ciljeva ovog istraživanja.

Na proces sorpcije utiče veliki broj parametara: pH vrijednost, vrijeme kontakta sorbenta i rastvora jona teškog metala, inicijalna koncentracija jona i veličina čestica i količina sorbenta, tako da je definisanje optimalnih vrijednosti ovih parametara još jedan cilj ovih ispitivanja.

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.

Geopolimeri su neorganski polimeri koji imaju trodimenzionalnu strukturu SiO_4 i AlO_4 tetraedara sličnu zeolitima, ali imaju dominantno amorfnu strukturu. Ponašaju se slično zeolitima, koji su poznati po svojstvu inkapsulacije toksičnih jona. Pored toga, sintetišu se na nižim temperaturama [1,2]. Pokazuju dobru pritisnu čvrstoću, termostabilnost, otpornost na dejstvo kiselina i na mraz, kao i na koroziju. Geopolimeri djeluju kao vezivo za pretvaranje polučvrstog otpada u ljepljivu čvrstu supstancu i imobiliziraju opasni otpad koji sadrži elemente poput bakra, kadmijuma, arsena, žive i olova zaključavanjem u trodimenzionalnoj mreži. Smatra se da su jonska veličina i valentnost specifičnih jona dva glavna faktora koja utiču na njihovu ugradnju u geopolimernu matricu.

Na osnovu do sada pregledane literature može se zaključiti da su geopolimeri sintetisani iz različitih prirodnih i otpadnih materijala korišćeni za ispitivanje adsorpcije jona teških metala iz vodenih rastvora. Wang i saradnici [3] su za uklanjanje Cu^{2+} jona iz vodenog rastvora koristili geopolimer na bazi letećeg pepela. Kapacitet adsorpcije je iznosio je 92 mg / g, što je znatno veća vrijednost od one za letećeg pepeo i prirodni zeolit kao sorbent.

Većina istraživača je otkrila da geopolimeri pokazuju različitu selektivnost za različite jone metala. Tako, geopolimer na bazi metakaolina [4-6] pokazuje porast efikasnosti adsorpcije jona teških metala po sljedećem redoslijedu: $\text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$.

F. M. Maingi i dr. [7] su koristili geopolimere na bazi gline i otpada od rižine ljuske kao odlične adsorbente Pb^{2+} jona. Lopez Guzman i Francisco Javier [8] su u svojoj studiji pokazali da uslovi sinteze i poroznost geopolimera na bazi metakaolina i geopolimera na bazi kombinacije metakaolina i pepela rižine ljuske kao otpadnog materijala, utiču bitno na mogućnost vezivanja Pb^{2+} i Cs^+ jona na određenim mjestima u strukturnoj mreži geopolimera.

Uticaj različitih parametara (pH vrijednosti, vremena kontakta, doze sorbenta, početne koncentracije jona teškog metala) na mehanizam adsorpcije, termodinamiku i kinetiku adsorpcionog procesa na različitim geopolimernim materijalima izučavali su mnogi autori. Najveći broj radova se odnosi na geopolimere na bazi metakaolina. U radu T.W. Cheng i saradnika je ispitana sorpcija različitih teških metala (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} i Cd^{2+}) iz vodenih rastvora na geopolimeru na bazi metakaolina, pri čemu ju optimalna sorpcija ustanovljena za Pb^{2+} jone [9].

Najbolja efikasnost adsorpcije Cd^{2+} jona postignuta je na geopolimeru na bazi metakaolina dobijenom korišćenjem 6 mol dm^{-3} NaOH (84,1%) pri $\text{pH} > 6$ u eksperimentalnim uslovima: sobna temperatura, vrijeme kontakta 60 min, doza adsorbenta 1 g / dm^3 [10].

Veća efikasnost adsorpcije olovnih jona (97,5%) na geopolimeru na bazi metakaolina je dobijena pri $\text{pH}=4$ u

	poredjenju sa onom na metakaolinu kao adsorbentu (92%) pri pH=5,5 [11]. Sorpcioni kapacitet Cu^{2+} jona na geopolimerima na bazi letećeg pepela je takodje bio predmet istraživanja [12,13]. Sorpcioni kapacitet Cu^{2+} jona na letećem pepelu aktiviranom sa NaOH je veći (30,21 mg/g) u poredjenju sa onim na letećem pepelu aktiviranom sa KOH (16,89 mg/g). U eksperimentima ispitivanja adsorpcije Cd^{2+} jona iz vodenog rastvora korišćen je geopolimer na bazi zeolita [14] sintetisan iz ugljeničnog letećeg pepela, Optimalni uslovi sorpcije su: doza sorbenta 0,08 g, vrijeme kontakta 7h i pH=5. Kamel All-Zboon i drugi [15] u svojim ispitivanjima su postigli bolju efikasnost uklanjanja Cr^{3+} jona iz vodenih rastvora na geopolimeru sintetisanom iz vulkanskog tufa (96%) u odnosu na čisti vulkanski tuf (70%). Efikasnost uklanjanja povećavala se sa porastom pH do 5, doziranjem geopolimera, kontaktnim vremenom do trideset minuta, temperaturom i sa smanjenjem početne koncentracije Cr^{3+} jona. Pregledom novije literature je ustanovljeno da je adsorpcija jona teških metala na geopolimernim materijalima veoma aktuelna i još nedovoljno istražena, posebno na onim materijalima sintetisanim samo na bazi otpadnih materijala iz industrije (crveni mulj, elektrofilterski pepeo, različite vrste troski itd.) što je predmet ovih istraživanja.
--	---

III HIPOTEZA/ISTRAŽIVAČKO PITANJE

**Hipoteza/e istraživanja
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.*

Osnovna hipoteza u ovom istraživačkom radu jeste da se dokaže mogućnost da geopolimerni materijali sintetisani iz industrijskih otpada mogu dobiti upotrebnu vrijednost u sorpciji jona teških metala zahvaljujući svojim poboljšanim mehaničkim osobinama i mogućnosti kontrolisanja mezo i mikro poroznosti preko velike specifične površine kao neophodnog uslova za uspješnu sorpciju. Na taj način bi crveni mulj od klasičnog industrijskog otpada i polutanta, dobio, potencijalni status sekundarne sirovine koja se, inovativnim postupkom, pretvara u materijal, odnosno proizvod, sa mogućnošću upotrebe u saniranju posljedica zagađenja životne sredine.

Nivo poroznosti sintetisanog geopolimernog materijala, je preduslov za hipotetičku upotrebu ovih materijala kao sorbenata. Sorpcija je pogodna metoda za uklanjanje jona teških metala u životnoj sredini, čak iako su prisutni u veoma niskim koncentracijama. Rezultat ove etape istraživanja bi trebalo da bude razvijen sorpcioni proizvod velike specifične površine, adekvatnog nivoa mezo i mikro poroznosti kao preduslova za sorpciju. Potencijal ovako razvijenog sorbenta, sa aspekta poroznosti, određivaće se savremenim tehnikama (BET metoda) čime će se potvrditi osnovna hipoteza o mogućoj inovativnoj upotrebi ovakvih materijala.

Nakon što se potvrdi osnovna hipoteza o mogućem korišćenju ovakvih materijala kao sorbenata jona teških metala, pristupiće se optimizaciji procesa u cilju potvrđivanja osnovne hipoteze. U tu svrhu, variraće se uticajni parametri kao što su: pH vrijednosti i početna koncentracija rastvora jona teških metala, doza i veličina čestica sorbenta i vrijeme kontakta sorbenta i rastvora u cilju postizanja što veće efikasnosti uklanjanja ispitivanih jona na sintetisanom geopolimeru.

IV METODE	
Naučne metode koje će biti primijenjene u istraživanju (≤ 3000 karaktera) <i>Detaljno navesti i obrazložiti koje će se metode koristiti kako bi se testirale hipoteza/e i/ili istraživačka pitanja.</i>	U cilju karakterizacije polaznih sirovina i karakterizacije sintetisanog geopolimera će se koristiti različite metode kao što su: -XRD analiza u cilju detektovanja različitih mineralnih faza u crvenom mulju i metakaolinu kao prekursorima za sintezu geopolimera, kao i za identifikaciju kristalnih i amorfni faza u sintetisanom geopolimeru. -FTIR spektroskopija za dodatnu karakterizaciju prekursora i sintetisanog geopolimera. -BET metoda za određivanje poroznosti i specifične površine sorbenta pomoću N₂ adsorpcije/desorpcije -SEM analiza mikrostrukture korišćenog sorbenta. -Određivanje čvrstoće na pritisak dobijenog sorbenta. - Metoda atomske apsorpcione spektroskopije (AAS) za određivanje koncentracije jona teških metala u filtratu nakon sorpcije

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.

Dobijeni geopolimerni materijal će omogućiti s jedne strane valorizaciju tj. korišćenje značajnog industrijskog otpada (crvenog mulja) za njegovu sintezu na relativno jednostavan, jeftin i ekološki prihvatljiv način. S druge strane, osim kao građevinski materijal, ovaj geopolimer će se moći koristiti za sorpciju jona teških metala koji su ozbiljan problem u otpadnim vodama različitih industrija. Na taj način se postižu višestruki pozitivni efekti sa stanovišta zaštite životne sredine. Postojeća istraživanja i literaturni podaci pokazuju korišćenje uglavnom prirodnih izvora aluminosilikata (metakaolina, glina, prirodnog dijamita, vulkanskog tufa) i jedne vrste otpadnog materijala (najviše leteći pepeo) kao sirovina za sintezu geopolimera kao pogodnog sorbenta jona teških metala iz vodenih rastvora.

Definisanje optimalnih uslova sorpcije (pH vrijednost, kontaktno vrijeme, doza i veličina čestica sorbenta i početna koncentracija jona teških metala) omogućice izračunavanje efikasnosti uklanjanja, maksimalnog i ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i vremena za postizanje ravnoteže sorpcije za svaki ispitivani jon metala. Moguće je i definisati selektivnost odabranog geopolimernog materijala za sorpciju različitih jona teških metala.

Istraživački rezultati treba da potvrde stvarni sorpcioni kapacitet geopolimernih materijala na bazi crvenog mulja i metakaolina i da otvore put ka njihovoj praktičnoj primjeni u prečišćavanju otpadnih voda.

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.*

Procedura sinteze nove klase aluminosilikatnih materijala-geopolimera je izuzetno kompleksna. Mijenjanjem nekoliko parametara procesa (koncentracija alkalnog aktivatora i molarni odnos Si/Na i Si/Al, odnos tečno/čvrsto ili dodatih aditiva), moguće je dobiti različite/željene osobine sintetisanog polimernog materijala (struktura i poroznost), koje bitno utiču na imobilizaciju jona teških metala, pa je to jedan od mogućih pravaca budućih istraživanja, ali i izvor potencijalnih ograničenja, jer niz relevantnih parametara u korelaciji utiče na efekte sinteze geopolimera, a time i na uspješnost njihove praktične primjene u industrijske ili poluindustrijske svrhe. Krajnji cilj i jeste dobijanje upotrebljivog proizvoda, ali uslovi sinteze, još uvijek, nedovoljno ispitani, mogu biti ograničavajući faktor.

Definisanjem optimalnih parametara sorpcije jona teških metala na površini geopolimera može se, u daljim istraživanjima, ustanoviti način vezivanja ovih jona tj. vrsta sorpcije (fizička, hemijska ili mješovita), potom da se između više vrsta sorpcionih izoterma odabere ona koja najbolje opisuje date procese i odredi najpogodniji kinetički model sorpcije za svaki od ispitivanih jona.

	Još jedan mogući pravac budućih istraživanja je ispitivanje procesa desorpcije jona teških metala sa geopolimernog sorbenta u cilju regeneracije i ponovnog korišćenja prečišćenog geopolimera za readsorpciju u istim eksperimentalnim uslovima. Literaturni podaci [16,17,18] ukazuju da se u testovima desorpcije mogu koristiti postupci sa vodom, bazama ili kiselinama, pri čemu se joni teških metala jednostavno, lako i efikasno uklanjaju iz strukture geopolimera. Jako kiseli uslovi desorpcije mogu oštetiti strukturu geopolimera, što je izvjesno ograničenje u ovim testovima, pa tome treba posvetiti posebnu pažnju.
VII STRUKTURA RADA	
Struktura rada po poglavljima: <i>Voditi računa da naslovi poglavlja budu problemski formulisani. Dati opis sadržaja rada po poglavljima.</i>	Struktura rada će se sastojati od sljedećih cjelina: - Uvoda u kojem će se obrazložiti aktuelnost teme i obrazložiti motivi i cilj istraživanja, sa opisom značaja sorpcionih procesa na geopolimernim materijalima - Teorijskog dijela u kojem će se obrađivati mehanizam geopolimerizacije, način sintetisanja geopolimera sa aspekta polazne sirovinske mješavine i njenog sastava, mogućnost kontrolisanja osobina geopolimera promjenom uslova sinteze, mehanizam procesa modifikacije mikrostrukture, karakteristike jona teških metala, sorpcioni procesi (vrste i parametri koji utiču na njih) - Eksperimentalnog dijela sa opisom pripreme sirovina, aktivatora, tečne i čvrste faze, sinteze geopolimera na bazi crvenog mulja i metakaolina, karakterizacijom polaznih materijala i karakterizacijom gotovih geopolimera. U okviru karakterizacije geopolimera elaboriraće se rezultati XRD, FTIR, SEM analize, čvrstoće na pritisak, mikro i mezo poroznosti sorbenta. U cilju mjerenja koncentracije jona teških metala u filtratu nakon adsorpcije metodom atomske apsorpcione spektroskopije (AAS) biće opisani način pripreme i vrste rastvora jona teških metala. - Rezultata i diskusije koja će obuhvatiti grafičke prikaze uticaja svih parametara (pH vrijednost, kontaktno vrijeme, doza i veličina čestica sorbenta i početna koncentracija jona teških metala) na sorpcione procese, proračune efikasnosti uklanjanja, maksimalnog i ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i vremena za postizanje ravnoteže sorpcije za svaki ispitivani jon. Dobijeni rezultati će biti upoređeni sa već dostupnim u literaturi. - Zaključka koji će definisati optimalne uslove sorpcionih procesa i njihovo poredjenje i vrstu sorpcionog procesa. Uz to, biće predloženi mogući pravci daljih istraživanja u ovoj oblasti.

	- Literature sa navodima najnovije literature izdate na ovu temu. Planira se pregled oko 100 referenci
--	---

VIII LITERATURA

1. Buchwald A., Zellmann H.D. and Kaps Ch., Condensation of Aluminosilicate Gels-Model System for Geopolymer Binders. *Journal of Non-Crystalline Solids*, **2011**, 357, 1376-1382.
2. Komnitsas K. and Zaharaki D., Geopolymerisation: A Review and Prospects for the Minerals Industry. *Minerals Engineering*, **2007**, 20, 1261-1277.
3. Wang S., Li L., Zhu Z.H., Solid-state conversion of fly ash to effective adsorbents for Cu removal from wastewater, *Journal of Hazardous Materials*, **2007**, 139(2), 254–259.
4. Cheng T.W., Lee M.L., Ko M.S., Ueng T.H., Yang S.F., The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer, *Applied Clay Science*, **2012**, 56, 90–96.
5. López F.J., Sugita S., Takaomi K. Cesium-adsorbent Geopolymer Foams Based on Silica from Rice Husk and Metakaolin, *Chem. Lett.* **2014**, 43(1), 128–130
6. Francisco J. López, Satoshi Sugita, Motohiro Tagaya, Takaomi Kobayashi, Metakaolin-Based Geopolymers for Targeted Adsorbents to Heavy Metal Ion Separation, *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, **2014**, 2, 16-27
7. Maingi F. M., Ng'ang'a M. M., Mwangi H., Mbuvi H. M. and Abdulhameed A., Thermodynamic, Kinetic and Equilibrium Studies of Pb (II) Ions Adsorption Using Ordinary Clay/Rice Husk Ash Based Geopolymers, *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, **2018**, 11(8), 46-54
8. Guzman L. and Javier F., Study of Geopolymer Adsorbents Prepared from Metakaolin and Rice Husk Silica for Targeting to Heavy Metal Capture, *Energy and Environment Science Nagaoka University of Technology*, Nagaoka, Japan, July **2014**
9. Cheng T.W., Lee M.L. , Ko M.S., Ueng T.H. , Yang S.F. , The heavy metal adsorption characteristics on metakaolin-based geopolymer, *Applied Clay Science*, **2012**, 56, 90–96
10. Mladenović N., Kljajević Lj., Nenadović S., Ivanović M., Čalića B., Gulicovski J., Trivunac K., The Applications of New Inorganic Polymer for Adsorption Cadmium from Waste Water, *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, **2020**, 30, 554–563
11. Trivunac K., Kljajević Lj., Nenadović S., Gulicovski J., Mirković M., Babić B., Stevanović S., Microstructural Characterization and Adsorption Properties of Alkali-Activated Materials Based on Metakaolin, *Science of Sintering*, **2016**, 48, 209-220
12. Darmayanti L., Notodarmodjo S., Damanhuri E. and Mukti R.R., Removal of Copper (II) Ions in Aqueous Solutions by Sorption onto Alkali Activated Fly Ash, *MATEC Web of Conferences*, **2018**, 147, 04007.
13. Vučenović P., Ravnoteža sorpcije bakrovih jona na modificiranom geopolimeru, diplomski rad, Sveučilište u Splitu, Hemijsko-tehnološki fakultet, **2016**
14. Javadian H., Ghorbani F., Tayebi H., Hosseini Asl S., Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies, *Arabian Journal of Chemistry*, **2015**, 8, 837–849.

15. Al-Zboon K., Al-Smadi B., Al-Harashsheh M., Al- Khawaldh S. Adsorption Modeling of Cr^{+3} on Volcanic Tuff-Based Geopolymer, *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences JJEES*, **2019**, 10(1), 35-45
16. Javadian H., Ghorbani F., Tayebi H., Hosseini Asl S., Study of the adsorption of Cd (II) from aqueous solution using zeolite-based geopolymer synthesized from coal fly ash; kinetic, isotherm and thermodynamic studies, *Arabian Journal of Chemistry*, **2015**, 8, 837–849.
17. Tong Y., Pan R.W., Tang J., The Research on Adsorption Behaviors and Mechanisms of Geopolymers on Sr^{2+} , Co^{2+} and Cs^{+} , *Advanced Materials Research Online*, **2013**, 704, 313-318.
18. Ge Y., Cui X., Kong Y., Li Z., He Y., Zhou Q., Porous geopolymeric spheres for removal of Cu(II) from aqueous solution: Synthesis and evaluation, *Journal of Hazardous Materials*, **2015**, 283, 244–251.

PRIJEDLOG ZA MENTORA:

U skladu sa članom 15 stav 1 i članom 16 Pravila studiranja na master studijama, studijama, predlažem prof. dr Ivanu Bošković za mentora pri izradi master rada pod nazivom:

Ispitivanje sorpcije jona teških metala na geopolimernim materijalima

Potpis studenta: Sanja Bešović
Sanja Bešović, 15/20

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

Potpis mentora: Prof. dr Ivana Bošković
Prof. dr Ivana Bošković

Potpis komentora:

*** NAPOMENE:**

- Definirati termine – objašnjenje svih termina koji su upotrijebljeni u prijavi teme magistarskog 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;
- Navedi reference za sve ideje, koncepte, djelove teksta i podatke koji nisu lični i nisu 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 magistarskih 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 magistarskog rada.

