

Broj: 973
97-05 22 god.

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

Ovdje

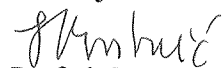
PREDMET: Predlog mentora i Komisije za ocjenu master rada

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: "*Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala*", kandidata Nikole Nenezića, 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

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET
KOMISIJI ZA POSTDIPLOMSKE STUDIJE
PREDSJEDNIKU KOMISIJE

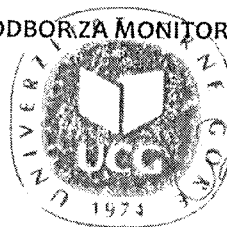
U skladu sa nadležnostima definisanim članom 13 Pravilnika o organizaciji i radu sistema za osiguranje i unapređenje kvaliteta na Univerzitetu Crne Gore, a u vezi sa prijavom teme master rada pod nazivom „Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala“ kandidata Nikole Nenezića, Odbor za monitoring master studija, na sjednici od 14.03.2022. godine, daje sljedeće

MIŠLJENJE

Prijava teme master rada pod nazivom „Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala“ kandidata Nikole Nenezića sadrži sve 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, Odbor smatra da je potrebno, u daljoj proceduri, preformulisati hipoteze istraživanja i konkretizovati ih.

ZA ODBOR ZA MONITORING MASTER STUDIJA



Prof. dr Sanja Peković

Sanja Peković

UNIVERZITET CRNE GORE

ODBORU ZA MONITORING MASTER STUDIJA

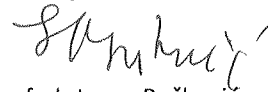
Univerzitet Crne Gore
Fakultet za inženjering i tehnologiju

391/1
25-02-22 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 kandidata Nikole Nenezića, 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 391
Podgorica, 28.02.22

PREDMET: Saglasnost

Shodno Vašem dopisu broj 386 od 24.02.2022. godine, Komisija za postdiplomske/master studije MTF-a dostavlja Izvještaj za davanje saglasnosti na podnesenu prijavu teme za izradu master rada kandidata Nikole Nenezića, Spec. App. Zaštita životne sredine, pod nazivom: "**Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala**".

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 kandidata Nikole Nenezića, 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 (popunjava magistrand u saradnji sa mentorom)		Crna Gora UNIVERZITET CRNE GORE METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET Broj <u>382/1</u> Podgorica, <u>29.04</u> <u>22</u> god.	Studijska godina 2021/2022
OPŠTI PODACI MAGISTRANDA			
Ime i prezime:	Nikola Nenezić		
Fakultet:	Metalurško-tehnološki fakultet		
Studijski program:	Zaštita životne sredine		
Godina upisa master studija:	2020.		

D. D. D. D.

LIČNE INFORMACIJE Nikola Nenezić

📍 Put pored Bistrice br.8 , Nikšić



☎ 068-811-492

✉ nnlusjon@gmail.com



Pol	Datum rođenja	Državljanstvo
m	03.12.1982.	Crnogorsko

RADNO ISKUSTVO

Upišite datume (od – do) **Komandir preduzetne jedinice u EPCG**
2017-2022

Unesite naziv poslodavca i mjesto (ako je važno, navedite adresu i internet stranicu)

EPCG AD NIKŠIĆ

• Unesite glavne aktivnosti i dužnosti

Rukovođenje preduzetnom jedinicom zaštite i spašavanja

Djelatnost ili sektor Unesite tip djelatnosti ili sektor

Zaštita i spašavanje

**OBRAZOVANJE I
OSPOSBLJAVANJE**

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

Upišite datume (od - do) **Spec. strukovni inženjer bezbednosti na radu**
2016-2017

Unesite naziv i mjesto ustanove za obrazovanje ili osposobljavanje (ako je važno, navedite državu)

VPTŠ Užice , Srbija

Upišite datume (od - do) **Spec. Zaštite životne sredine**
2015-2016

Unesite naziv i mjesto ustanove za obrazovanje ili osposobljavanje (ako je važno, navedite državu)

VPTŠ Užice

Metalurško tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Podgorica

Upišite datume (od - do) **Struk inž zžs**
2010-2014

Unesite naziv i mjesto ustanove za obrazovanje ili osposobljavanje (ako je važno, navedite državu)

VTŠ Novi sad , Srbija

BIOGRAFIJA - CV

JEZIKOVNE VEŠTINE KOMPETENCE

[izbrišite sva prazna polja.]

Materini jezik Srpski

Ostali jezici

Engleski jezik

	RAZUMJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
	C1	C1	C1	C2	C1

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

BIOGRAFIJA - CV

BIC

KLJUČNE INFORMACIJE

izbrisite nepotrebna polja u lijevom uglu.

Izdavanja

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
- izdavanja ili istraživanja

Naslov rada <i>Tema mora biti aktuelna, nova, naslov treba precizno da odražava cilj i predmet istraživanja.</i>	Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala
I UVOD	
U uvodnom dijelu dati obrazloženje naziva rada (≤ 1200 karaktera) <i>Argumentovanim naučnim stilom obrazložiti aktuelnost i primjerenost predložene teme.</i>	Otpadni materijali koji nastaju kao nusproizvodi sagorijevanja uglja, pored otpadnih gasova, su: elektrofilterski pepeo, kotlovski pepeo i šljaka. Najčešći način upravljanja pepelom i šljakom je deponovanje, koje predstavlja značajan problem zbog štetnih uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi. U cilju smanjenja uticaja na životnu sredinu i troškova odlaganja, mnoga istraživanja usmjerena su ka ispitivanju mogućnosti ponovne upotrebe i reciklaže pepela. Jedan od načina valorizacije elektrofilterskog pepela, budući da je bogat alumosilikatima i reaktivnim silicijum dioksidom, jeste za proizvodnju geopolimernih materijala. Geopolimeri su neorganski materijali trodimenzionalne mrežne strukture, slične zeolitima, koji nastaju reakcijom između prekursora bogatog alumosilikatom (prirodnog porijekla ili industrijski otpad) i jakog alkalnog rastvora. Zbog svojih mehaničkih osobina, vatrootpornosti, otpornosti na mraz i agresivne sredine sve više nalaze primjenu kao građevinski materijali (cementi, betoni, filteri, punioci, pjene, premazi), ali i ekološki prihvatljivi materijali, budući da je proces njihove izrade energetski efikasan i praćen odsustvom emisije gasova sa efektom staklene bašte, zbog čega se često nazivaju „zelenim materijalima”.

Predmet istraživanja

(≤ 1200 karaktera)

Koncizno obrazložiti predmet istraživanja.

Geopolimeri su grupa sintetičkih neorganskih polimernih materijala nastalih reakcijom alumosilikata sa silikatnim rastvorom u jako alkalnoj sredini. Polazna sirovina za proizvodnju geopolimera može biti bilo koji materijal prirodnog ili industrijskog porijekla koji ima visok sadržaj silicijuma i aluminijuma.

U ovom radu će se za sintezu geopolimernih materijala koristiti kombinacija dvije vrste industrijskog otpada: elektrofilterskog pepela i crvenog mulja.

Istraživanja će se odvijati u tri pravca:

-Fizičko-hemijska karakterizacija polaznih sirovina: elektrofilterskog pepela i crvenog mulja (hemijska analiza, granulometrijska analiza, infracrvena spektrometrija sa Furijerovom transformacijom (FTIR) i X-rej difrakciona analiza (XRD) ;

-Definisanje optimalnih uslova (sadržaj elektrofilterskog pepela i crvenog mulja u polaznoj mješavini, koncentracija NaOH i vodenog stakla, odnos čvrste i tečne faze, vrijeme starenja) pod kojima bi se dobili geopolimerni materijali povoljnih mehaničkih osobina;

- Fizičko-hemijska karakterizacija dobijenih geopolimernih materijala (određivanje čvrstoće na pritisak, FTIR, XRD i skeniranje elektronska mikroskopija -SEM analiza sintetisanih uzoraka)

Motiv i cilj istraživanja

(≤ 4000 karaktera)

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

Svrha ovog istraživanja je dobijanje geopolimernog materijala korišćenjem prekursora na bazi elektrofilterskog pepela iz Termoelektrane Pljevlja i crvenog mulja iz KAP-a-Podgorica postupkom alkalne aktivacije. Karakterizacija elektrofilterskog pepela i crvenog mulja u pogledu hemijskog, granulometrijskog i mineraloškog sastava je jedan od ciljeva ovog istraživanja.

Na proces geopolimerizacije utiče veliki broj parametara: koncentracija NaOH u alkalnom aktivatoru, odnos NaOH/vodeno staklo, odnos čvrste i tečne faze, odnos Si/Al, vrijeme starenja, tako da će se variranjem različitih uticajnih parametara definisati oni koji daju zadovoljavajuće vrijednosti čvrstoće na pritisak sa stanovišta mogućnosti korišćenja ovih materijala u građevinarstvu.

Dobijeni rezultati će se iskoristiti za upoređivanje osobina proizvedenih geopolimera sa literaturnim podacima o geopolimerima na bazi drugih prekursora (metakaolina, šljake i sl.).

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.

Pored različitih vrsta tretmana otpada, deponovanje je najčešće primijenjen način upravljanja otpadom. Prema hijerarhiji upravljanja otpadom, sve veća pažnja usmjerava se ka smanjenju, ponovom iskorišćenju i na kraju bezbjednom deponovanju otpadnih materijala [1]. Prednosti upotrebe i iskorišćenja pepela i crvenog mulja jeste i u njihovoj širokoj dostupnosti kao jeftine tzv. „low-cost“ sirovine [2].

Proizvodnja portland cementa glavni je izvor emisije ugljenik (IV)- oksida (CO_2), koji čini otprilike 5%-7% emisija CO_2 iz industrijskih i energetskih izvora na globalnom nivou [3]. Geopolimer se može smatrati alternativnim materijalom za portland cement [4], zbog njegovih prednosti u smislu smanjene potrošnje energije za 43% do 59% pri proizvodnji, u poredjenju sa konvencionalnim betonom s jedne strane, a dobrih mehaničkih osobina, vatrootpornosti i otpornosti na kiseline s druge strane [5,6].

Proces geopolimerizacije se bazira na heterogenoj hemijskoj reakciji, koja se javlja između čvrstih materijala bogatih alumosilikatima, kao što je metakaolin (MK) ili nusproizvodi industrijskih procesa, kao što je leteći pepeo i alkalnog rastvora natrijum-silikata [7,8]. Metakaolin se proizvodi iz prirodnih glina (kaolin) kalcinacijom na povišenoj temperaturi. Najčešće se koriste dvije vrste alkalnih aktivatora: kombinacija natrijum hidroksida (NaOH) s natrijum silikatom (Na_2SiO_3) ili kalijum hidroksida (KOH) s kalijum silikatom (K_2SiO_3). Geopolimerizacija je egzotermna reakcija koja se odvija na atmosferskom pritisku i temperaturi do 100°C i koja rezultira formiranjem kompaktnih, čvrstih materijala karakterističnih po specifičnoj trodimenzionalnoj polimernoj strukturi [9].

Za pogodnu primjenu geopolimera kao konstrukcionog materijala, najvažnija mehanička svojstva su: čvrstoća, tvrdoća, puzanje i vatrootpornost. Čvrstoća, bilo na savijanje ili na pritisak, zavisi od koncentracije pojedinih komponenata u polaznoj smjesi za proizvodnju geopolimera i od vremena „starenja“ strukture. Dosadašnja istraživanja su pokazala da čvrstoća na pritisak geopolimera raste sa porastom koncentracije NaOH , kao i sa porastom odnosa vodeno staklo/ NaOH , a opada sa porastom odnosa $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ [10,11]. Na povišenim temperaturama dobija se proizvod lošijih mehaničkih osobina [11].

Zavisno od uslova izrade, geopolimeri mogu pokazati široku paletu karakteristika. Proces očvršćavanja je ključni parametar u sintezi geopolimera. U radu C. Heah-a i grupe autora proučavan je uticaj temperature i vremena očvršćavanja na svojstva geopolimera na bazi kaolina. Uzorci su sintetisani na temperaturi okoline, 40°C , 60°C , 80°C i 100°C u toku jednog, dva i tri dana.

Odredjena je pritisna čvrstoća i SEM analiza geopolimernih proizvoda. Rezultati su pokazali da uslovi očvršćavanja imaju značajan uticaj na mehanička svojstva geopolimera na bazi kaolina [12].

Na poroznost utiče sadržaj Na_2O , zatim odnos $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, sadržaj vode i način pripreme. Posebno velik uticaj ima vazduh koji je zadržan u smješu miješanjem, pa većina pora potiče upravo od njega. Voda koje se oslobodi iz geopolimernog matriksa takođe ostavlja za sobom diskontinuirane pore. Poroznost geopolimera može rezultirati lošijim mehaničkim svojstvima posebno ako se koriste sirovine sa niskim sadržajem kalcijuma. Upotrebom sirovina sa visokim sadržajem kalcijuma doći će do stvaranja CSH gela, čime se spriječava pad mehaničkih svojstava zbog poroznosti [13].

Sastav elektrofilterskog pepela i fizičko-hemijska svojstva zavise od: vrste uglja (antracit, kameni ugalj, lignit), uslova procesa i tipa sagorijevanja, kao i sadržaja nesagorivog ugljenika, itd. [14-16]. Glavna svojstva pepela su specifična gustina, poroznost i raspodela veličine čestica. Pepeo se uglavnom sastoji od oksida kao što su SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO i nesagorelog ugljenika [2].

Crveni mulj se pokazao kao adekvatan prekursorski materijal za geopolimerizaciju, budući da je vrlo bogat alumosilikatima [17, 18]. Tomkins je svojim istraživanjem dao doprinos razvoju geopolimera na bazi crvenog mulja, baziravši ga na utvrđivanju uticaja H_2SO_4 i NaOH na karakteristike geopolimera [17].

U radu [18] je izmjereno smanjenje specifične radioaktivnosti nakon alkalne aktivacije crvenog mulja u odnosu na crveni mulj. S aspekta prirodne radioaktivnosti, autori preporučuju geopolimerni materijale na bazi crvenog mulja kao potencijalne građevinske materijale. Proces aktivacije crvenog mulja utiče na prirodnu radioaktivnost prekursora.

Geopolimeri pored niza dobrih osobina, imaju i nedostatke tipične za keramičke materijale, koji mogu limitirati njihovu upotrebu. Kao i keramika, pokazuju povećanu krtost, odnosno smanjenu žilavost i tvrdoću. Ovi nedostaci se, prema dosadašnjim istraživanjima [19, 20], mogu umanjiti, ili potpuno ukloniti, na dva načina: sintezom kompozita sa geopolimernom matricom ili dodavanjem modifikatora strukture koji formiraju različite faze kojima se popunjavaju prisutne pore.

Iako su značajna istraživanja posvećena ispitivanjima geopolimera kao građevinskog materijala, većina studija smatra geopolimerne materijale samo na bazi letećeg pepela [21,22], troske [23], pepela od rižinih ljuski [24] ili kaolina [25] ili samo metakaolina [26].

Pregledom dosadašnje literature je ustanovljeno da nema ispitivanja geopolimernih materijala na bazi kombinacije elektrofilterskog pepela i crvenog mulja 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.*

Ova istraživanja će biti usmjerena na sintetisanje geopolimernih materijala na bazi različitih mješavina elektrofilterskog pepela, kao nusproizvoda pri sagorijevanju uglja i crvenog mulja, koji predstavlja otpadni materijal pri proizvodnji glinice, kao i na karakterizaciju strukture, mehaničkih osobina i poroznosti dobijenog materijala.

Očekuje se da sadržaj reaktivnog silicijuma u elektrofilterskom pepelu bude između 40 i 50 mas% , što je ključan faktor za geopolimerizaciju, kao i količina reaktivnog Al_2O_3 .

Drugi, i obimniji dio ispitivanja, u okviru postavljenih hipoteza, je optimizacija uslova procesa geopolimerizacije (definisanje optimalnog sadržaja elektrofilterskog pepela, koncentracije NaOH i vodenog stakla, odnosa čvrste i tečne faze i vremena starenja) pod kojima bi se dobili geopolimerni materijali povoljnih mehaničkih osobina.

Očekuje se dobijanje materijala zadovoljavajućih vrijednosti pritiska čvrstoće, mikro ili nanoporoznosti i velike specifične površine. Mezopore su karakteristične pore između geopolimernih faza, dok mikropore postoje u geopolimernoj strukturnoj mreži.

IV METODE

**Naučne 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.*

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 elektrofilterskom pepelu i crvenom mulju kao prekursorima za sintezu geopolimera, kao i u cilju karakterizacije sintetisanih geopolimera.

-FTIR spektroskopija za dodatnu karakterizaciju prekursora i sintetisanog geopolimera.

-SEM analiza mikrostrukture geopolimera.

-Odredjivanje čvrstoće na pritisak sintetisanih geopolimera na mehaničkoj presi.

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 (elektrofilterskog pepela i crvenog mulja) za njegovu sintezu na relativno jednostavan, jeftin i ekološki prihvatljiv način.

S druge strane, osim kao građevinski materijal, geopolimer se može 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 diatomita, vulkanskog tufa) i jedne vrste otpadnog materijala (letećeg pepela, crvenog mulja, elektropećne šljake i dr.) kao sirovina za sintezu geopolimera.

Radovi koji su se bavili kombinacijom elektrofilterskog pepela i crvenog mulja za sintezu geopolimera kao konstrukcionog materijala su rijetki, a mogućnost za dalja istraživanja su velika.

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/Al, odnos tečno/čvrsto i sadržaja polaznih prekursora), moguće je dobiti različite/željene osobine sintetisanog polimernog materijala (struktura, kompaktnost i pritiska čvrstoća). Niz relevantnih parametara, u korelaciji, utiče na efekte sinteze geopolimera, a time i na uspjehnost njihove praktične primjene u industrijske ili poluindustrijske svrhe.

Krajnji cilj i jeste dobijanje upotrebljivog proizvoda, ali uslovi sinteze i sastav polaznih prekursora: elektrofilterskog pepela, a posebno crvenog mulja, zbog mogućeg sadržaja elemenata rijetkih zemalja, posebno lantanida i željeznih oksida, mogu biti ograničavajući faktor.

Poroznost i velika razvijena površina, slična zeolitima, visoka temperaturna stabilnost i otpor na termički šok čini ove materijale pogodnim sorbentima teških metala iz otpadnih voda, što je jedan od mogućih pravaca daljih istraživanja.

Geopolimeri pored niza dobrih osobina, imaju i nedostatke tipične za keramičke materijale, koji mogu limitirati njihovu upotrebu: povećana krtost, odnosno smanjena žilavost i tvrdoća. Ovi nedostaci se mogu umanjiti, ili potpuno ukloniti, na dva načina: sintezom kompozita sa geopolimernom matricom ili dodavanjem modifikatora strukture (neorganskog ili organskog) koji formiraju različite faze kojima se popunjavaju prisutne pore.

VII STRUKTURA RADA

Struktura rada po poglavljima:

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

Struktura rada će se sastojati od sljedećih cjelina:

- **Uvoda** u kojem će se obrazložiti aktuelnost teme i obrazložiti motivi i cilj istraživanja.

- **Teorijskog dijela** u kojem će se obradivati mogućnosti valorizacije elektrofilterskog pepela kao industrijskog otpada, mehanizam geopolimerizacije, način sintetisanja geopolimera sa aspekta polazne sirovinske mješavine i njenog sastava, mogućnost kontrolisanja osobina geopolimera promjenom uslova sinteze, mehanizam procesa modifikacije mikrostrukture.

- **Eksperimentalnog dijela** sa opisom pripreme sirovina, aktivatora, tečne i čvrste faze, sinteze geopolimera na bazi elektrofilterskog pepela i crvenog mulja, karakterizacijom polaznih materijala i karakterizacijom gotovih geopolimera. U okviru karakterizacije geopolimera elaboriraće se rezultati XRD, FTIR, SEM analize i čvrstoće na pritisak.

- **Diskusije rezultata** koja će obuhvatiti grafičke prikaze uticaja svih parametara (sadržaja elektrofilterskog pepela, koncentracije NaOH, odnosa čvrsto/tečno, vremena starenja) na proces geopolimerizacije i na mehaničke osobine dobijenog geopolimernog materijala, analizu FTIR spektara sintetisanog geopolimera, kao i analizu njegove mikrostrukture. Dobijeni rezultati će biti upoređeni sa već dostupnim u literaturi.

- **Zaključka** koji će definisati optimalne uslove za valorizaciju elektrofilterskog pepela u smješi sa crvenim muljem u pravcu dobijanja geopolimernog materijala dobrih mehaničkih osobina. Uz to, biće predloženi mogući pravci daljih istraživanja u ovoj oblasti.

- **Literature** sa navodima najnovije literature izdate na ovu temu. Planira se pregled oko 130 referenci

VIII LITERATURA

1. Karanac M., Jovanović M., Mihajlović M., Dajić A., Stevanović D., Jovanović J., Prilog tehnološkom projektovanju deponija u Srbiji. *Reciklaža i održivi razvoj*, **2015**, 8, 27-37.
2. Belvis, C., State-of-the-art applications of fly ash from coal and biomass: A focus on zeolite synthesis processes and issues. *Progress in Energy and Combustion Science*, **2018**, 65, 109-135.
3. 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.
4. Kumar P, Pankar C, Manish D, Santhi AS. Study of mechanical and microstructural properties of geopolymer concrete with GGBS and Metakaolin. *Materials Today: Proc.* **2018**;5(14): 28127-35.
5. Thamilselvi P, Siva A, Oyejobi D. Geopolymer concrete: overview. *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.* **2017**;8(6):10-4.
6. Neupane K, Chalmers D, Kidd P. High-strength geopolymer concreted properties, advantages and challenges. *Advanced Materials* **2018**;7:15-25.
7. Ma CK, Awang AZ, Omar W. Structural and material performance of geopolymer concrete: a review. *Construction Building Materials* **2018**;186: 90-102.
8. Morsy MS, Alsayed SH, Al-Salloum Y, Almusallam T. Effect of sodium silicate to sodium hydroxide ratios on strength and microstructure of fly ash geopolymer binder. *Arabian Journal of Science Engineering*, **2014**;39 (6):4333-9.
9. Giannopoulou I., Dimas D., Maragkos I., Panias D., "Utilization of Metallurgical solid by-products for the development of inorganic polymeric construction materials": *Global NEST Journal*, **(2009)**, 11, 127-136
10. Rangan B.V., "Fly ash-based geopolymer concrete": Research report GC4, Engineering Faculty, Curtin University of Technology, Perth, Australia, **(2008)**
11. Rovnanik P., "Effect of Curing Temperature on the Development of Hard Structure of Metakaolin-Based Geopolymer," *Construction Building Materials*, **2010**; 24(7) 76-83.
12. Heah CY, Kamarudin H, Al Bakri AM, Binhussain M, Luqman M, Nizar IK, et al. Effect of curing profile on kaolin-based geopolymers. *Physics Procedia* , **2011**; 22:11-30.
13. Škvara F., Doležal J., Svoboda P., Kopecky L., Pawlasova S., Lucuk M., Dvoraček K., Beksa M., Myšková L., Šulc R.: *Concrete based on fly ash geopolymers: part of the research project* **(2005)**
14. Jayaranjan M.L.D., van Hullebusch E.D., Annachhatre A.P., Reuse options for coal fired power plant bottom ash and fly ash. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, **2014**, 13, 467-486.
15. Yao Z.T., Ji X.S., Sarker, P.K., Tang, J.H., Ge, L.Q., Xia, M.S., Xi, Y.Q., A comprehensive review on the applications of coal fly ash. *Earth-Sci. Rev.*, **2015**, 141, 105-121.
16. Zacco, A., Borgese, L., Gianoncelli, A., Struis, R.P.W.J., Depero, L.E., Bontempi, E., Review of fly ash inertisation treatments and recycling. *Environmental Chemistry Letters*, **2014**, 12, 153-175.

17. Tomkins B. W., Dissertation: Chemical resistance of geopolymer concrete against H_2SO_4 & NaOH, University of Southern Queensland, **2011**
18. Ivana V. Bošković, Snežana S. Nenadović, Ljiljana M. Kljajević, Ivana S. Vukanac, Nadežda G. Stanković, Jelena M. Luković and Mira A. Vukčević :Radiological and physicochemical properties of red/mud based geopolymers, *Nuc. Technol. & Rad. Protect.*, **2018**, 33 (2), 188-194
19. Roviello G., Ricciotti L., Ferone C., Colangelo F., Cioffi R. and Tarallo O., Synthesis and Characterization of Novel Epoxy Geopolymer Hybrid Composites, *Materials* **2013**, 6, 3943-3962
20. G. Roviello, C. Menna, O. Tarallo, L. Ricciotti, C. Ferone, F. Colangelo, D. Asprone, R. di Maggio, E. Cappelletto, A. Prota, R. Cioffi, Preparation, structure and properties of hybrid materials based on geopolymers and polysiloxanes, *Materials and Design* **87(2015)** 82–94
21. Lahoti M, Wong KK, Tan KH, Yang EH. Effect of alkali cation type on strength endurance of fly ash geopolymers subject to high temperature exposure. *Mater. Des.*, **2018**;154:18-19
22. Chuah S, Duan WH, Pan Z, Hunter E, Korayem AH, Zhao XL, et al. The properties of fly ash based geopolymer mortars made with dune sand. *Mater. Des.* **2016**;92:571-578
23. Nazari A, Bagheri A, Sanjayan JG, Dao M, Mallawa C, Zannis P, et al. Thermal shock reactions of Ordinary Portland cement and geopolymer concrete: microstructural and mechanical investigation. *Construct Build Mater* **2019**;196:492-498.
24. He J, Jie Y, Zhang J, Yu Y, Zhang G. Synthesis and characterization of red mud and rice husk ash-based geopolymer composites. *Cement Concr. Compos.* **2013**; 37:10 -18.
25. Okoye FN, Durgaprasad J, Singh NB. Mechanical properties of alkali activated flyash/Kaolin based geopolymer concrete. *Construct Build Mater* **2015**;98:685-691
26. Albidah A., Alghannam M., Abbas H., Almusallam T., Al-Salloum Y., Characteristics of metakaolin-based geopolymer concrete for different mix design parameters. *J. of Mater. Res. and Technology*, **2021**, 10: 84-98

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:

Valorizacija elektrofilterskog pepela za sintezu geopolimernih materijala

Potpis studenta:



Nikola Nenezić, 18/20

SAGLASNOST MENTORA ZA PRIHVATANJE MENTORSTVA I PRIJAVE TEME MASTER RADA:

Potpis mentora:

.....

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;
- Navesti reference za sve ideje, koncepte, djelove 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 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.