



УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ
МЕТАЛУРШКО-ТЕХНОЛОШКИ
ФАКУЛТЕТ

Џетински пут б.б.
81000 Подгорица,
Црна Гора

www.ucg.ac.me/mtf

Тел/Факс: +382(0)20 245-406

e-mail: mtf@ucg.ac.me

UNIVERSITY OF MONTENEGRO
FACULTY OF METALLURGY AND
TECHNOLOGY

Cetinjski put b.b.
81000 Podgorica
MONTENEGRO



Жиро рачун: 510-2435-10

ПИБ: 02016702

ПДВ: 30/31-03951-6

Број

Подгорица,

1388/1
03-07-2024.

UNIVERZITET CRNE GORE

SENAT

ODBOR ZA DOKTORSKE STUDIJE

Podgorica

PREDMET: Predlog Komisije za odbranu DD
kandidata MSc Aleksandre Gezović Miljanić

Poštovani,

U prilogu akta dostavljamo odluku Vijeća Metalurško-tehnološkog fakulteta od 03.07.2024. godine, o imenovanju Komisije za odbranu doktorske disertacije: „*Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije*“, kandidata MSc Aleksandre Gezović Miljanić, sa pretećom dokumentacijom, na dalji postupak.

Srdačan pozdrav,

DEKAN,
Prof. dr Veselinka Grudić



Na osnovu člana 64 stav 2 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore („Bilten UCG“ br. 337/2015 i br. 447/2018), a u vezi sa čl. 43 i 44 Pravila doktorskih studija Univerziteta Crne Gore, Vijeće Metalurško-tehnološkog fakulteta u Podgorici, na sjednici održanoj 03.07.2024. godine, donijelo je –

ODLUKU

I

Prihvata se izvještaj Komisije za ocjenu doktorske disertacije: „*Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije*“, kandidata MSc Aleksandre Gezović Miljanić.

II

Predlaže se prihvatanje doktorske disertacije: „*Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije*“, kandidata MSc Aleksandre Gezović Miljanić i imenovanje Komisije za odbranu, u sastavu:

1. Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor, UCG - MTF, Podgorica, predsjednica, Naučna oblast: *Fizička hemija*
2. Prof. dr Veselinka Grudić, redovni profesor, UCG - MTF, Podgorica, mentorka, Naučna oblast: *Fizička hemija*
3. Dr Milica Vujković, naučni savjetnik, UB - Fakultet za fizičku hemiju i gostujući predavač Centra za interdisciplinarnu i multidisciplinarnu studije UCG, komentorka, Naučna oblast: *Fizička hemija*
4. Prof. dr Martin Čalasan, vanredni profesor, UCG - ETF, Podgorica, član, Naučna oblast: *Električne mašine i pogoni*
5. Dr Miloš Milović, viši naučni saradnik, Institut tehničkih nauka, SANU, Beograd, član, Naučna oblast: *Fizička hemija, Elektrohemija, Kristalografija*

III

Predlog se dostavlja Odboru za doktorske studije i Senatu Univerziteta Crne Gore, na dalju proceduru.

DOSTAVLJENO:

- Odbor za doktorske studije,
- Sekretar,
- Dosije,
- a/a.



DEKAN,

Prof. dr Veselinka Grudić

Broj 1325
Podgorica, 02.07.2024. god.

OCJENA DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU		
Titula, ime i prezime	MSc, Aleksandra (Radovan) Gezović Miljanić	
Fakultet	Metalurško-tehnološki fakultet	
Studijski program	Hemijska tehnologija	
Broj indeksa	1/18	
MENTOR/MENTORI		
Prvi mentor	Prof. dr Veselinka Grudić	Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora
Drugi mentor	Dr Milica Vujković	Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu, Srbija Centar za interdisciplinarne i multidisciplinarne studije Univerziteta Crne Gore, Crna Gora
KOMISIJA ZA OCJENU DOKTORSKE DISERTACIJE		
Prof. dr Ivana Bošković (predsjednik)	Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	
Prof. dr Veselinka Grudić (mentor)	Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	
Dr Milica Vujković (komentor)	Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu, Srbija Centar za interdisciplinarne i multidisciplinarne studije Univerziteta Crne Gore, Crna Gora	
Prof. dr Martin Čalasan (član)	Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	
Dr Miloš Milović (član)	Institut tehničkih nauka, SANU, Srbija	
Datum značajni za ocjenu doktorske disertacije		
Doktorska disertacija i Izvještaj Komisije dostavljen Biblioteci UCG	06.06.2024. godine	
Javnost informisana (dnevne novine) da su Doktorska disertacija i Izvještaj Komisije dati na uvid	„Pobjeda“, 07.06.2024. godine	
Sjednica Senata na kojoj je izvršeno imenovanje komisije za ocjenu doktorske disertacije	23.04.2024. godine	
Uvid javnosti		

U predviđenom roku za uvid javnosti je bilo primjedbi?

Ne

OCJENA DOKTORSKE DISERTACIJE

1. Pregled disertacije

1.1. Bibliografski podaci disertacije:

Doktorska disertacija kandidatkinje Aleksandre Gezović Miljanić obima je 268 strana A4 formata kucanog teksta, pripremljena prema uputstvu za oblikovanje doktorske disertacije Univerziteta Crne Gore (font Arial za korice i naslovne strane i font Cambria veličine 12 pt i prored 1,5 red za tekst disertacije). Disertacija se sastoji iz sljedećih 7 poglavlja: Uvod (2 strane), Pregled literature (88 strane), Cilj rada (2 strane), Eksperimentalni dio (9 strana), Rezultati i diskusija (122 strane), Zaključak (4 strane) i Literatura (21 strana). Pored glavnog teksta, disertacija sadrži i Naslovne strane na crnogorskom i engleskom jeziku (2 strane), Spisak mentora i članova komisije (1 strana), Zahvalnicu (2 strane), Sažetke na crnogorskom i engleskom jeziku (4 strane), Sadržaj (4 strane), Prilog sa spiskom objavljenih naučnih radova i saopštenja iz doktorske disertacije (2 strane), Biografiju (1 strana), Izjavu o autorstvu (1 strana), izjavu o istovjetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada (1 strana) i izjavu o korišćenju (2 strane). U disertaciji je prikazano 108 slika (21 u Pregledu literature, 2 u Eksperimentalnom dijelu i 85 u Rezultatima i diskusiji) i 10 tabela (4 u Pregledu literature, 2 u Eksperimentalnom dijelu i 4 u Rezultatima i diskusiji).

1.2. Sažetak disertacije:

U **Uvodu** je dat osvrt na značaj razvoja i unapređenja elektrohemijskih sistema za konverziju i skladištenje energije. Objašnjene su razlike u mehanizmu skladištenja i konverzije energije za svaki tip elektrohemijskog izvora struje. Naglašen je značaj poboljšanja postojećih i dizajniranja novih elektrodnih materijala, ekološki i ekonomski prihvatljivih.

Pregled literature je podijeljen na pet cjelina. Na početku su navedene osnovne komponente koje čine svaku elektrohemijsku ćeliju, zatim su opisane osnovne karakteristike baterije koje se inače koriste kako bi se uočile sličnosti i razlike između različitih tipova baterija. Pored toga, posebno su definisani kriterijumi koji se prate kako bi se baterija mogla primijeniti u komercijalne svrhe. Slijedi kratak pregled razvoja baterija, počev od prvih primarnih do najsavremenijih sekundarnih litijum-jonskih baterija koje se mogu naći na tržištu. U drugoj cjelini ukazano je na značaj, sastav i princip rada litijum-jonskih baterija, gdje je takođe dat kratak pregled materijala sa primjenom u sekundarnim litijum-jonskim baterijama, sa posebnim osvrtom na polianjonske katodne materijale. Kao neizostavan dio i veoma bitan segment svake baterije, kako organski tako i vodeni elektroliti korišćeni u litijum-jonskim baterijama, takođe čine dio ove cjeline. Na isti način, uz detaljniji opis, treća cjelina sadrži značaj natrijum-jonskih baterija, pregled osnovnih karakteristika najvažnijih materijala (anodnih i katodnih) i elektrolita sa primjenom u ovom tipu baterija. Četvrta cjelina obuhvata detaljan pregled literature o katodnim materijalima, opšte formule $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{M} = \text{Mn, Co, Ni i Fe}$). Na osnovu eksperimentalnih i teorijskih rezultata uključena je sveobuhvatna retrospektiva postupaka njihovog dobijanja, kinetike i mehanizma reakcija sodijacije/desodijacije. Preciznije, napravljen je pregled svojstava različitih jedinjenja u pogledu njihovih električnih, vibracionih i površinskih osobina, praćeno metodama sinteze i performansama skladištenja jona Na/Li. U petoj cjelini je hronološki obuhvaćen način dobijanja $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ katodnog materijala različitim metodama sinteze, kao i postignute elektrohemijske performanse. Naveden je uticaj metoda sinteze na strukturne, morfološke i elektrohemijske osobine ovog materijala.

Ciljevi rada su sumirani u sljedećem poglavlju i u daljem tekstu će biti opisani.

U **eksperimentalnom dijelu** su dati uslovi dobijanja polianjonskih katodnih materijala i objašnjene su metode korišćene za njihovu strukturnu, morfološku i elektrohemijsku karakterizaciju. Sve je praćeno šemom i tabelarnim prikazom u cilju što lakšeg i jasnijeg razumijevanja načina dobijanja i ispitivanja pripremljenih materijala.

Rezultati i diskusija su podjeljeni na šest cjelina. U ovom dijelu disertacije detaljno je objašnjen uticaj uslova sinteze na performanse miješanog polianjonskog katodnog materijala Rendgenostrukturnom difrakcijom praškastih materijala identifikovan je fazni sastav svakog sintetisanog uzorka, dok je termogravimetrijskom i diferencijalno termalnom analizom izračunat sadržaj ugljenika. Prikazane su morfologije materijala na različitim uvećanjima, diskutovane sličnosti i razlike u obliku i veličini čestica uz primenu različitih pH vrednosti i prisustva saharoze. Infracrveni spektri materijala dodatno objašnjavaju uticaj pH na formiranje polianjonskih faza, a neslaganja u literaturi o IC spektru $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ razmatrana su kroz identifikaciju pirofosfata. Elektrohemijskim metodama prikazane su redoks aktivnosti u vodenim rastvorima NaNO_3 i LiNO_3 , uticaj saharoze na elektrohemijske osobine materijala i uticaj faznog sastava na elektrohemijsko ponašanje materijala sintetisanih pri različitim pH vrednostima.

U poglavlju **Zaključak** iznijeti su najvažniji rezultati doktorske disertacije i istaknuti zaključci koji iz njih proizilaze.

Poglavlje **Literatura** sadrži pregled naučnih radova, knjiga i drugih izvora (199 navoda).

2. Vrednovanje disertacije

2.1. Problem

Performanse sodacije/desodijacije $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ su u konstantnom napretku od 2013. godine, posebno za $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ materijal. Ipak, pregledom literature uočeno je mnogo nejasnih i nerazjašnjenih pitanja, ključnih za „komercijalni dizajn“ ovog materijala. Upravo sva ta neslaganja su sumirana u prvom preglednom radu iz doktorske disertacije (A. Gezović#, M.J. Vujković#,*, M. Milović, V. Grudić, R. Dominko, S. Mentus, Recent developments of $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ as the cathode material for alkaline-ion rechargeable batteries: challenges and outlook, Energy Storage Materials, 37 (2021) 243-273 <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.02.011>).

Prije svega, da bi neki materijal bio ispitan sa stanovišta primjene u litijum/natrijum-jonskim baterijama, prvo mora biti pripremljen kao čist i bez primjesa. Stoga, treba dodatno ukazati na značaj postupka sinteze i nedostatak objašnjenja u vezi sa uslovima sinteze i njihovim uticajem na konačan sastav ovog jedinjenja, što se ujedno i smatra prvim uočenim problemom. Naime, vodeni rastvori različitih soli kao što su oksalati, nitrati, acetati itd. su uglavnom korišćeni kao izvor prelaznih metala, dok su $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ili NaH_2PO_4 su uglavnom korišćeni kao izvor natrijuma i fosfora. Prvo su uočene neke razlike između reaktanata koji deluju kao izvor fosfora. Naime, u nekim sintezama, i $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ i NaH_2PO_4 , u količini koja odgovara ciljanom stehiometrijskom sastavu, korišćeni su kao izvor fosfora (obično u postupcima u čvrstom stanju), dok su neki drugi postupci (na primjer sinteza na bazi rastvora kao što je metoda sagorijevanja gela) koristili isključivo fosfatne soli. Pri tome, drugi slučaj podrazumijeva termičku konverziju fosfata u pirofosfate. Međutim, ne postoji opšte objašnjenje zašto je razlaganje fosfata zapravo spriječeno pod određenim uslovima sinteze i kako se termička konverzija $\text{PO}_4 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_7$ može podesiti/kontrolisati da bi se izbjegao

višak fosfatne ili pirofosfatne faze. Problem formiranja dodatne faze (NaFePO_4 , $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$...), u brojnim sintezama $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$, je praktično neizbježan. Količina mješovite polianjonske faze, u pripremljenom uzorku, kao i tip i količina sekundarne faze jako zavise od sinteze. Na primjer, pokazano je da se ova faza može pripremiti u reakcionom metodom u čvrstom stanju ali samo uz pomoć mljevenja. Takođe, naglo hlađenje uzorka može povećati sadržaj željene faze u uzorku, ali pogoršava njegove strukturne i elektrohemijske osobine. Primijećeno je da temperatura snažno kontroliše hemijski sastav. Štaviše, količinu natrijuma treba kontrolisati jer može odrediti fazni sastav. Sa druge strane, metoda po šablonu nudi mogućnost dobijanja čiste $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ (NFPP) faze sa impresivnom mogućnošću podnošenja visokih brzina punjenja/praznjenja. Sumirano, optimizacija uslova sinteze, u cilju dobijanja čiste faze definitivno je zahtijevala posebnu pažnju. Zatim, što se tiče strukturne karakterizacije, takođe su primijećeni nedosljednosti u tumačenju Infracrvenog i Ramanovog spektra. Iako je tumačenje IC spektra teško zbog preklapanja određenih vibracionih traka, sigurno se i u tom dijelu može dati doprinos. Veliki problem uočen pregledom literature se odnosi i na tumačenje difraktograma što je pomenuto u gornjem tekstu.

2.2. Ciljevi i hipoteze disertacije

2.2.a. Sinteza miješanog polianjonskog jedinjenja opšte formule $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ na način da se u postupku metode sagorijevanja gela koriste i fosfatne i pirofosfatne soli zasebno kao reaktanti.

2.2b Uvid u promjenu faznog sastava konačnog materijala kroz uticaj različitih pH vrijednosti (od 2 do 7) pri sintezi gore navedenog materijala (prateći stehiometriju za dobijanje $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ faze).

2.2c Ispitivanje svih pripremljenih materijala (pri svim pH vrijednostima, kako sa tako i bez saharoze) sa stanovišta primjene u vodenim Na- i Li-jonskim baterijama.

2.3. Bitne metode koje su primijenjene u disertaciji i njihovu primjerenost. Ako je primijenjena nova ili dopunjena metoda, opišite šta je novo

Za pripremu materijala korišćena je metoda sagorijevanja gela, koja se razlikuje od do tada primijenjenih, po izboru reaktanata, kao i po njihovom različitom odnosu. Nakon detaljnog uvida i pregleda u do tada postignute rezultate vezane za $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ katodni materijal, uočeno je dosta neslaganja i nedostataka, koji se prije svega odnose na poteškoće vezane za sintezu ove faze. Za razliku od metode sinteze u čvrstom stanju, u kojoj je obično korišćen $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ i $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ kao izvor fosfora, postupak metode sagorijevanja gela je obuhvatio isključivo fosfatne soli (bez pirofosfata) gdje se fosfati termički konvertuju do pirofosfata što rezultuje formiranjem $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ faze. Prema saznanjima, do tada nije bilo istraživanja u kojim su u postupku metode sagorijevanja gela korišćeni fosfati i pirofosfati zasebno kao reaktanti, što predstavlja prvu modifikaciju metode sinteze. Zatim, prvi put je ispitan i uticaj pH vrijednosti mijenjanjem odnosa reaktanata i to limunske kiseline i gvožđe(II)-oksalata. Nakon pripreme materijala, korišćeno je više standardnih metoda za strukturnu, morfološku i elektrohemijsku karakterizaciju istih. Strukturne osobine, odnosno kvalitativna i kvantitativna identifikacija uzoraka, određene su uz pomoć rendgenske difrakcije praha (eng. X-Ray powder diffraction, XRD). Značajne informacije o strukturi materijala su dobijene i tehnikom infracrvene spektroskopije sa Furijeovom

transformacijom (eng. Fourier transform infrared spectroscopy, FTIR). Morfološka karakterizacija čestica sintetisanih uzoraka je urađena pomoću visoko-rezolucione skenirajuće elektronske mikroskopije (eng. Field Emission Scanning Electron Microscopy, FESEM). Simultana termogravimetrijska i diferencijalno termalna analiza (eng. Thermogravimetric analysis and Differential thermal analysis, TGA/DTA) je omogućila procjenu sadržaja ugljenika u sintetisanim kompozitnim materijalima.

Metode kojima su ispitivane elektrohemijske performanse sintetisanih materijala su ciklična voltametrij (eng. Cyclic voltammetry) i hronopotencijometrija (eng. Chronopotentiometry). Mjerenja datim metodama su vršena na sljedeći način:

Metoda ciklične voltametrije je obuhvatila ispitivanja u različitim intervalima elektrodnih potencijala, u zavisnosti od brzine polarizacije i elektrolita. Primjenjivanje brzine polarizacije su 1, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300 i 400 mV s⁻¹. Ciklovoltamogrami dobijeni nakon snimanja predstavljali su zavisnost struje u amperima (A) od elektrodnog potencijala u voltima (V), a zatim su vrijednosti struje preračunate u zavisnosti od mase aktivnog materijala odnosno u A g⁻¹, kada se uzme u obzir procenat ugljenika u sintetisanom materijalu. Vrijednosti specifičnih kapaciteta su izračunate integracijom površine ciklovotamograma (mC), dalje dijeljenjem sa 3600 s (mAh) i proračunom na aktivnu masu materijala u gramima (mAh g⁻¹).

Metoda hronopotencijometrije je obuhvatila ispitivanja u rastvoru NaNO₃ u različitim intervalima elektrodnih potencijala, u zavisnosti od gustine struje. Primjenjivanje gustine struje su 0.12, 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 5 i 10 A g⁻¹. Krive dobijene ovom metodom su predstavljale zavisnost potencijala u V od vremena punjenja i pražnjenja u s. Kao takve nijesu prikazane u radu, već su postignuta vremena punjenja i pražnjenja preračunata na vrijednosti specifičnih kapaciteta punjenja i pražnjenja pri odgovarajućim gustinama struje. Proračun se zasnivao na množenju postignutog vremena (s) sa gustinom struje u A g⁻¹ (As g⁻¹), zatim sa 1 000 (mAh g⁻¹) i dijeljenjem sa 3600 s (mAh g⁻¹).

2.4. Rezultati disertacije i njihovo tumačenje

Rezultati i diskusija su podijeljeni na šest cjelina.

U **prvoj cjelini** je detaljno opisano dobijanje svih devet materijala, sa jasnim slikovitim prikazom toka sinteze. Na kraju cjeline je diskutovano na koji način je promjena pH vrijednosti uticala na dobijanje miješanog polianjonskog jedinjenja.

U **drugoj cjelini** su prikazani difraktogrami dobijeni rendgenostrukturnom difrakcijom praškastih materijala, gdje je i identifikovan fazni sastav svakog pojedinačno. Nastavljena je diskusija iz prve cjeline ovog poglavlja koja se odnosi na uticaj promjene pH vrijednosti tokom sinteze na dobijanje miješanog polianjonskog jedinjenja. Takođe je objašnjeno zbog čega je od izuzetno velikog značaja da se difraktogram miješanih fosfata-pirofosfata prikazuje već od $2\theta = 5^\circ$ a ne 15° kako je obično prikazano u literaturi.

U **trećoj cjelini** je simultanom termogravimetrijskom i diferencijalno termalnom analizom prikazan i izračunat sadržaj ugljenika u svakom pripremljenom materijalu. Takođe je uz pomoć DT dijagrama objašnjeno kako različita kinetika reakcija koje vode formiranju pirofosfata i miješanih fosfata/pirofosfata utiče na sadržaj ugljenika koji potiče od saharoze.

U **četvrtj cjelini** su prikazane morfologije pripremljenih materijala na različitim uvećanjima gdje je diskutovano o sličnostima i razlikama u obliku i veličini čestica sa primjenom pH vrijednosti sa i bez saharoze.

U **petoj cjelini** su prikazani infracrveni spektri pripremljenih materijala. Povezujući sa gore navedenim rezultatima još jasnije je objašnjen uticaj pH na tok reakcije formiranja individualnih ili

miješanih polianjonskih faza. Posebno je diskutovano o neslaganjima u literaturi kada je u pitanju IC spektar $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ katodnog materijala. Preciznije, pokazano je da IC spektar može biti dodatna metoda za identifikaciju prisustva individualnih pirofosfata pored miješanih fosfata-pirofosfata.

U šestoj cjelini su prikazani rezultati dobijeni elektrohemijским metodama. Redom je diskutovano o redoks aktivnostima sintetisanih materijala, prvo u vodenom rastvoru NaNO_3 sa ciljem njihove primjene u Na-jonskim baterijama, a zatim i u vodenom rastvoru LiNO_3 sa ciljem primjene u Li-jonskim baterijama. Diskutovano je i o uticaju saharoze na elektrohemijske osobine materijala pripremljenih u prisustvu i odsustvu iste. Pored toga, napravljen je uvid na uticaj faznog sastava na elektrohemijsko ponašanje materijala sintetisanih pri različitim pH od 2 do 7.

2.5. Zaključci (usaglašenost sa rezultatima i logično izvedeno tumačenje)

U disertaciji je pokazano da se $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ faza može uspješno dobiti metodom sagorijevanja gela uz pomoć limunske kiseline kao goriva, uz fosfat i pirofosfat kao reaktante (zaseban izvor fosfata i pirofosfata), samo kada je pH suspenzije podešen na neutralnu vrijednost. Naime, kod ove spontane reakcije (bez podešavanja pH) nastaje druga dominantna faza i to individualni pirofosfati, usled dalje razgradnje fosfata u pirofosfate. Udio ove faze je moguće smanjiti uz povećanje miješanih fosfata-pirofosfata (23 % $\rightarrow$ 42 %), kako pH suspenzije raste (2-3 $\rightarrow$ 6-7), što je kontrolisano količinom limunske kiseline (0.02 $\rightarrow$ 0 mol). Takođe je uočeno da su sitnije čestice karakteristične za individualne pirofosfate, a kako raste sadržaj miješanih fosfata-pirofosfata, a samim tim opada udio individualnih pirofosfata, javljaju se veći aglomerati. Infracrvena spektroskopija i ciklična voltametrijа su predložene kao pomoćne metode uz rendgenostrukturnu difrakciju praha za identifikaciju frakcije $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ u $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)/\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ smješi, budući da su te metode prepoznate kao vrlo osjetljive na male količine individualnih pirofosfata. Dodatno, nekoliko uzoraka s različitim težinskim udjelima ovih faza, omogućilo je nedvosmisleno dodjeljivanje vibracionih modova ovih faza i uspješnu korelaciju cikličnih voltamograma s faznim sastavom. Uočeno je karakteristično ponašanje za heterostrukturu, s visokom i niskom količinom miješane faze u elektrolitu koji sadrži jone Na. Pri ispitivanju kompozita sintetisanih pri pH = 3 u vodenom rastvoru LiNO_3 , uočeno je da dolazi do zamjene jona Na sa jonima Li, u određenoj mjeri, kod obje faze prisutne u kompozitu, što je potvrđeno njihovim redoks ponašanjem. Dobijene vrijednosti specifičnih kapaciteta su mnogo veće pri snimanju u rastvoru NaNO_3 (69 mAh g^{-1} u LiNO_3 u odnosu na 111 mAh g^{-1} u NaNO_3 pri gustini struje od 0.25 A g^{-1}).

Takođe, pri ispitivanju kompozita sintetisanog pri pH = 7 u vodenom rastvoru LiNO_3 , uočeno je da dolazi do uspješne zamjene ovih jona i da slično kao i u literaturi, pri ovakvoj elektrohemijскоj zamjeni se dobija miješani Na/Li katodni materijal za litijum-jonske baterije. Zaključeno je da prisustvo jona Na^+ u procesima interkalacije/deinterkalacije svakako stabilizuje strukturu NFPP materijala, dok prisustvo Li^+ jona čini strukturu manje stabilnom pri većim gustinama struje i brzinama polarizacije.

3. Konačna ocjena disertacije

3.1. Usaglašenost sa obrazloženjem teme

Disertacija je u potpunosti usaglašena sa obrazloženjem teme.

3.2. Mogućnost ponovljivosti

U cilju daljeg razvoja i unapređenja karakteristika dobijenog materijala, isti je više puta sintetisan na potpuno identičan način, čime je demonstrirana visoka ponovljivost njegove pripreme, korišćenjem gore navedene metode sinteze. Ovaj rezultat je potvrđen ispitivanjem ponovo pripremljenih materijala primjenom istih metoda strukturne i elektrohemijske karakterizacije.

3.3. Buduća istraživanja

Dalji cilj istraživanja je smanjenje sadržaja ugljenika uz zadržavanje dobrih elektrohemijskih osobina u sintetisanim kompozitnim materijalima. Fokus ovog rada bio je na vodenim elektrolitima, ali pripremljeni materijal može biti ispitan i kao katoda za organske elektrolite, što otvara mogućnost daljeg istraživanja uticaja tipa elektrolita i veziva. Takođe, treba razmotriti ispitivanje u visoko koncentrovanim elektrolitima tipa „voda u soli“.

Dodatno, planira se sinteza jedinjenja na bazi kalijuma umesto natrijuma. Prema literaturi, direktna sinteza iz čvrstog stanja nije moguća za ova jedinjenja, već isključivo elektrohemijom izmjenom.

3.4. Ograničenja disertacije i njihov uticaj na vrijednost disertacije

Prva ograničenja na koja je kandidat naišao su bila već na samom početku realizacije disertacije. To se odnosilo na sve pravno administrativne i finansijske poteškoće u smislu realizacije projekta stipendije za doktorska istraživanja između tadašnjeg Ministarstva nauke i Univerziteta Crne Gore. To se ogledalo kroz odlaganje nabavki hemikalija, neophodne sitne i krupne opreme za početak istraživanja, otežano usavršavanje koje je projektom planirano već na prvoj godini doktorskih studija i slično. Zatim je uslijedio jedan veoma izazovan period za cijeli svijet. Nažalost, Covid19 je toliko usporio rad, istraživanje i usavršavanje da je u najvećoj mjeri uticao na pomjeranje izrade i samim tim pripreme za odbranu doktorske disertacije. Ipak, svi napori su uloženi da navedene poteškoće ne utiču na konačnu vrijednost disertacije.

Originalni naučni doprinos

U disertaciji je objašnjeno da je pH ključni faktor koji kontroliše prirodu kompleksa na bazi Fe u reakcionoj smesi i, posljedično, konačni polianjonski sastav miješanog fosfatno-pirofosfatnog materijala, koristeći metodu sagorijevanja gela uz pomoć limunske kiseline. Predložena je nova metoda sinteze $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ koristeći fosfate i pirofosfate kao reaktante, dok se prethodne sinteze NFPP-a, objavljene u literaturi, zasnivaju isključivo na fosfatnim solima.

Studija naglašava važnost prikazivanja XRD difraktograma za NFPP pri malim uglovima, jer oblast niskog ugla XRD (ispod 13° ili $15^\circ \theta$) često nije predstavljena u mnogim radovima. Ovo je značajno za identifikaciju tragova $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$, (koji autori obično zanemaruju), a koji mogu smanjiti elektrohemijski odgovor NFPP faze, kao što je prikazano u ovom radu. Predložene su dodatne metode za identifikaciju primesa $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ (CV i FTIR), što nije objašnjeno u literaturi.

Na kraju, teorijski kapacitet NFPP-a je postignut pri gustini struje od 1 A g^{-1} (blizu 8 C), što predstavlja značajan izazov za vodeni elektrolit.

Mišljenje i prijedlog komisije

Članovi Komisije su sa zadovoljstvom konstatovali da razmatrana doktorska disertacija pod nazivom „**Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije**“ predstavlja izuzetan doprinos u datom polju istraživanja, te da u tom kontekstu, zadovoljava i najstrožije naučne kriterijume. Tema disertacije je obrađena na temeljan i sveobuhvatan način, demonstrirajući autentično znanje kandidata o temi, te sposobnost primjene složenih metodologija i analitičkog razmišljanja. Originalnost disertacije se ogleda kroz precizno identifikovani istraživački jaz pregledom postojeće literature, pri čemu je kandidatkinja uspješno popunila tu prazninu svojim istraživanjem i rezultatima. Metodološki pristup je precizan i pouzdan, a disertaciju karakteriše odlična organizacija i jasnoća izlaganja. Kandidatkinja je prenijela ideje i rezultate na razumljiv način, a dodatno, povezala je svoje rezultate sa postojećim teorijskim okvirom i prethodnim istraživanjima, što dodatno poboljšava kvalitet ove doktorske disertacije.

O vrijednosti i obimu istraživanja najbolje govore publikovani radovi u prestižnim međunarodnim časopisima:

- Aleksandra Gezović**, Miloš Milović, Danica Bajuk-Bogdanović, Veselinka Grudić, Robert Dominko, Slavko Mentus, Milica J. Vujković, An effective approach to reaching the theoretical capacity of a low-cost and environmentally friendly $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ cathode for Na-ion batteries, *Electrochimica Acta*, 476 (2024) 14371
<https://doi.org/10.1016/j.electacta.2023.143718> (IF = 6.6) i
- A. Gezović**#, M.J. Vujković#*, M. Milović, V. Grudić, R. Dominko, S. Mentus, Recent developments of $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ as the cathode material for alkaline-ion rechargeable batteries: challenges and outlook, *Energy Storage Materials*, 37 (2021) 243-273
<https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.02.011> (IF = 20.4).

Stoga, Komisija jednoglasno predlaže Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta da prihvati pozitivnu ocjenu doktorske disertacije kandidata MSc Aleksandre Gezović Miljanić, pod nazivom „**Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije**“ i uputi je u dalju proceduru za odobravanje javne odbrane.

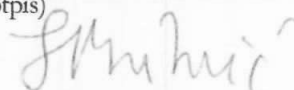
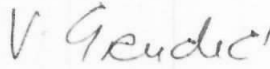
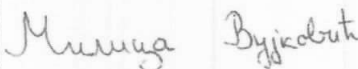
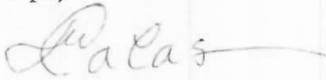
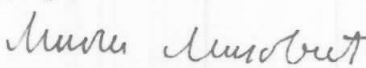
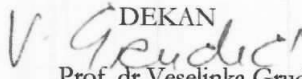
Izdvojeno mišljenje

(popuniti ukoliko neki član komisije ima izdvojeno mišljenje)

Ime i prezime

Napomena

(popuniti po potrebi)

KOMISIJA ZA ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE	
Dr Ivana Bošković, redovni profesor, Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	(Potpis) 
Dr Veselinka Grudić, redovni profesor, Metalurško-tehnološki fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	(Potpis) 
Dr Milica Vujković, naučni savjetnik, Fakultet za fizičku hemiju, Univerzitet u Beogradu, Srbija, gostrujući predavač, Centar za interdisciplinarne i multidisciplinarne studije Univerziteta Crne Gore, Crna Gora	(Potpis) 
Dr Martin Čalasan, vanredni profesor, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore, Crna Gora	(Potpis) 
Dr Miloš Milović, viši naučni saradnik, Institut tehničkih nauka, SANU, Srbija	(Potpis) 
Datum i ovjera (pečat i potpis odgovorne osobe)	
U Podgorici, 02. 07. 2024. godine  DEKAN  Prof. dr Veselinka Grudić	

**Univerzitet Crne Gore**

address / address: Cetinjski br. 2
61000 Podgorica, Crna Gora
phone / phone: 06962 20 414 255
fax: 06962 20 414 230
mail: rektor@ucg.ac.me
web: ucg.ac.me

University of MontenegroBroj / Ref: 03-1402Datum / Date: 24.09.2021

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: K24
Podjela: 01.00 - 21 god.

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“ br 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19 i 74/20) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 24.09.2021. godine, donio je

**ODLUKU
O IZBORU U ZVANJE**

Dr IVANA BOŠKOVIĆ bira se u akademsko zvanje redovni profesor Univerziteta Crne Gore iz oblasti Fizička hemija na Metalurško-tehnološkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, na neodređeno vrijeme.

**SENAT UNIVERZITETA CRNE GORE
PREDSJEDNIK**



Prof. dr Vladimir Božović, rektor

PROF. DR IVANA BOŠKOVIĆ- BIOGRAFIJA

Rodjena je 26. 08. 1971. u Titogradu. Osnovnu školu i gimnaziju Slobodan Škerović u Titogradu završila je 1990. godine. Studije neorganske tehnologije je završila na Metalurško-tehnološkom fakultetu u Podgorici 1995. godine. Zaposlila se na istom fakultetu 1995. godine kao asistent-pripravnik na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju. Poslijediplomske studije na Fakultetu za Fizičku hemiju u Beogradu je završila 1999. godine, a doktorske studije na istom fakultetu 2005. godine i stekla zvanje doktora fizičko-hemijskih nauka. U periodu od 2014. do 2016. godine obavljala je poslove prodekana za istraživanje i razvoj na Metalurško-tehnološkom fakultetu. Redovni je profesor i od 2021. godine prodekan za nastavu Metalurško-tehnološkog fakulteta. Naučno-istraživački rad je dominantno u oblasti fizičke hemije, fizičke hemije materijala i zaštite životne sredine.

POSLEDNJA ADRESA: Katedra za fizičku hemiju i elektrohemiju

Prof. dr Ivana Bošković je profesor na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju na Metalurško-tehnološkom fakultetu u Podgorici. Završila je osnovnu školu i gimnaziju Slobodan Škerović u Titogradu 1990. godine. Studije neorganske tehnologije je završila na Metalurško-tehnološkom fakultetu u Podgorici 1995. godine. Zaposlila se na istom fakultetu 1995. godine kao asistent-pripravnik na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju. Poslijediplomske studije na Fakultetu za Fizičku hemiju u Beogradu je završila 1999. godine, a doktorske studije na istom fakultetu 2005. godine i stekla zvanje doktora fizičko-hemijskih nauka. U periodu od 2014. do 2016. godine obavljala je poslove prodekana za istraživanje i razvoj na Metalurško-tehnološkom fakultetu. Redovni je profesor i od 2021. godine prodekan za nastavu Metalurško-tehnološkog fakulteta. Naučno-istraživački rad je dominantno u oblasti fizičke hemije, fizičke hemije materijala i zaštite životne sredine.

BIBLIOGRAFIJA (10 izabranih referenci)

1. I. Bošković, S. Mentus, J.M. Pješčić, (2005): Ta₂O₅ templated growth of droplet-like platinum particles by potentiodynamic polarization of tantalum in aqueous solution of hexachloroplatinic acid, *Electrochemistry Communications*, Vol.7, No. 8, pp. 797-802, ISSN: 1388-2481, DOI:10.1016/j.elecom.2005.05.001
2. I. Bošković, S. Mentus and M. Pješčić, (2006): Electrochemical behavior of an Ag/TiO₂ composite surfaces, *Electrochimica Acta*, Vol.51, No.14, pp. 2793-2799, ISSN: 0013-4686
3. I. Bošković, S. Nenadović, Lj. Kljajević, I. Vukanac, N. Stanković, J. Luković and M. Vukčević (2018): Radiological and physicochemical properties of red/mud based geopolymers, *Nuclear Protection & Radiation*, Vol.33, No.2, pp. 188-194, ISSN: 1451-3994, DOI:10.2298/NTRP.1802188B
4. V. Grudić, I. Bošković and A. Gezović (2018): Inhibition of copper corrosion in NaCl solution by propolis extract, *Chemical Biochemical Engineering Quarterly*, Vol. 32, No.3, pp. 299-305, ISSN: 0352-9568, DOI:10.15255/CABEQ.2018.1357
5. I. Bošković, V. Grudić, M. Ivanović, I. Milašević, (2018): Investigation of Reduction and Precipitation Rate of Colloidal Gold Particles Obtained in the Process of Electrical and Electronic Waste Recycling, *Iranian Journal of Chemistry & Chemical Engineering*, Vol. 37, No. 2, pp. 133-138, ISSN: 1021-9986
6. I. Bošković, M. Vukčević, S. Nenadović, M. Mirković, M. Stojmenović, V. Pavlović and Lj. Kljajević, (2019): Characterization of Red mud/metakaolin-based geopolymers as modified by Ca(OH)₂, *Materiali in Tehnologije*, 53 (3) 341 ISSN:1580-2949, DOI: 10.17222/mit.2018.130
7. A. Occhicone, M. Vukčević, I. Bošković and C. Ferone (2021): Red Mud-Blast Furnace Slag-Based Alkali-Activated Materials, *Sustainability*, Vol.13, No. 20, pp.11298-11313, ISSN: 2071-1050, DOI: 10.3390
8. M. Vukčević, I. Bošković, B. Potparić, S. Nenadović, L. Kljajević, N. Jović-Orsini (2021): Characterisation of metakaolin-based geopolymers as modified by organic phase, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, Vol.22, No.1, pp. 127-138, ISSN: 1311-5065
9. A. Occhicone, M. Vukčević, I. Bošković, S. Mingione and C. Ferone (2022): Alkali-Activated Red Mud and Construction and Demolition Waste-Based Components: Characterization and Environmental Assessment, *Materials*, Vol. 15, pp. 1617-1631, ISSN: 1996-1944, DOI:10.3390/ma15020694
10. S. Nenadović, J. Gulicovski, M. Mirković, Lj. Kljajević, I. Bošković, M. Vukčević and M. Nenadović (2022): Structural, Mechanical and Chemical Properties of Low Content Carbon Geopolymer, *Sustainability*, Vol. 14, pp. 4885-4898, , ISSN: 2071-1050, DOI:10.3390/su14094885

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ

Ул. Петинска бр. 2
П. бокс 99
81000 ПОДГОРИЦА
ЦРНА ГОРА
Телефон: (020) 414-255
Факс: (020) 414-230
E-mail: rektor@ucg.me



UNIVERSITY OF MONTENEGRO

Ул. Цетињска бр. 2
P.O. BOX 99
81 000 PODGORICA
MONTENEGRO
Phone: (+382) 20 414-255
Fax: (+382) 20 414-230
E-mail: rektor@ucg.me

Број: 08-1736
Датум: 04. 06. 2015 г.

Ref: _____
Date: _____

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Službeni list Crne Gore br. 44/14) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 24. juna 2015. godine, donio je

**ODLUKU
O IZBORU U ZVANJE**

Dr VESELINKA GRUDIĆ bira se u akademsko zvanje vanredni profesor Univerziteta Crne Gore za predmete: Hemijska termodinamika, Tehnološke operacije II, Elektrohemijska, Hemijski izvori struje i Zaštitne prevlake na studijskom programu Hemijska tehnologija na Metalurško-tehnološkom fakultetu, na period od pet godina.



REKTOR

Prof. Radmila Vojvodić

BIOGRAFIJA- Prof. dr Veselinka Grudić

Dr Veselinka Grudić rođena je 03.01.1972. godine u Pljevljima –SR Crna Gora. Osnovnu školu sam je završila u Pljevljima, a srednju školu u Podgorici sa odličnim uspjehom. Metalurško-tehnološki fakultet-odsjek Neorganska tehnologija (opšti smjer), Univerziteta u Podgorici je upisala 1990/91. godine. Diplomirala je 1995. godine i stekla zvanje diplomirani inženjer neorganske tehnologije. Poslijediplomske studije na Fakultetu za fizičku hemiju, Univerziteta u Beogradu upisala je 1995 godine. Magistarski rad pod naslovom: "Kinetika elektrodnih reakcija metala u aprotičnim elektrolitičkim rastvorima" odbranila je u februaru 1999. godine, Doktorsku disertaciju pod naslovom: "Oksidacija halogenidnih jona u aprotičnim elektrolitičkim rastvorima" odbranila je marta 2004. godine na Fakultetu za fizičku hemiju, Univerziteta u Beogradu.

Zaposlila se na Metalurško-tehnološki fakultet u Podgorici 1995. godine kao asistent – stažista sa punim radnim vremenom na Katedri za fizičku hemiju i elektrohemiju. U zvanje asistenta je izabrana 12.01.2000. godine na istoj katedri sa punim radnim vremenom. Tokom rada kao asistent-stažista bila je angažovana na izvođenju vježbi iz predmeta: Elektrohemija i Zaštitne prevlake. Od oktobra 2002 godine izvodila je vježbe iz predmeta Hemijska termodinamika, a od oktobra 2003 god. je angažovana u nastavi iz istog predmeta. U zvanje Višeg stručnog saradnika, za izvođenje vježbi iz predmeta: Fizička hemija i elektrohemija, Elektrohemija, Neorganska hemija i Hemija na Poljoprivrednom fakultetu izabrana je 02.11.2005. godine. U zvanje docenta izabrana je 26.11.2009. godine (bilten br. 245, odluka broj 01-2327 od 26.11.2009. god.) za predmete: Hemijska termodinamika, Tehnološke operacije, Hemijski izvori struje i Zaštitne prevlake na Metalurško-tehnološkom fakultetu. U zvanje vanrednog profesora izabrana je 24.06.2015. godine za predmete: Hemijska termodinamika, Tehnološke operacije II, Elektrohemija, Hemijski izvori struje i Zaštitne prevlake.

Profesionalna orijentacija dr Veselinke Grudić je u području elektrohemijske sinteze različitih oksida metala (metode sagorijevanja gela), elektrohemijskog ispitivanja različitih površinskih procesa na granici elektroda / elektrolita, ispitivanje mehanizma i kinetike sorpcijskih procesa, kao i zaštite metalnih materijala od korozije primjenom inhibitora. Bila je mentor velikog broja specijalističkih radova, jednog magistarskog rada, a trenutno je mentor dvije doktorske disertacije. Publikovala je više od 30 naučnih i konferencijskih radova, od kojih je 15 radova SCI indeksiranih publikacija. Aktivno je učestvovala u realizaciji 7 naučno-istraživačkih i bilateralnih projekata.

1. S.Mentus, D.Jelić, **V.Grudić**, "Lanthanum nitrate decomposition by both temperature programmed heating and citrate gel combustion", Journal of thermal analysis and calorimetry, Vol. 87 (2), 2007.ISSN 1388- 6150.str.393-397
2. S.V.Mentus, I. Bošković, J.M. Pješčić, **V.Grudić** and Ž. Bogdanov, "Tailoring the morphology and electrocatalytic properties of electrochemically formed Ag/TiO₂ composite deposits on titanium surfaces", *J. Serb.Chem.Soc.* 72 (12) (2007), pp. 1403-1418, ISSN 0352-5139
3. V.L. Vukašinović Pešić, V.N. Rajaković-Ognjanović, N.Z. Blagojević, **V.V. Grudić**, B.M. Jovanović, Lj.V. Rajaković, "Enhanced arsenic removal from water by activated red mud based on hydrated iron(III) and titan(IV) oxides", Chem. Eng. Commun., (2012), 199(7): 849-864. ISSN: 0098-6445
4. **Veselinka V. Grudić**, Đina Perić, Nada Z. Blagojević, Vesna L. Vukašinović-Pešić, Snežana Brašanac, Bojana Mugoša, "Pb(II) and Cu(II) sorption from aqueous solutions using activated red mud –evaluation of kinetic, equilibrium and thermodynamic models", Pol. J. Environ. Stud. (2013), 22(2): 377-385. ISSN: 1230-1485
5. **Grudić Veselinka V.**, Blagojević Nada Z., Vukašinović-Pešić Vesna L., Brašanac Snežana R., "Kinetics of degradation of ascorbic acid by cyclic voltammetry method", CI&CEQ, (2015) , 21(2): 351-357. ISSN: 1451-9372
6. **V.Grudić**, J.Pješčić-Šćepanović, I.Bošković, "Removal of cadmium (II) from aqueous solution using fermented grape marc as a new adsorbent", CI&CEQ (2015), 21(2): 285 – 293. ISSN 1451- 9372
7. **Veselinka V. Grudić**, Snežana Brašanac,Vesna L. Vukašinović- Pešić and Nada Z. Blagojević "Sorption of cadmium from water using neutralized red mud and activated neutralized red mud " ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences (2013), 8(11): 933 - 943. ISSN: 1819 – 6608
8. **Veselinka Grudić**, Ivana Bošković, Željko Jaćimović, Sorption kinetics of Cd(II) ions on fermented grape marc, Environment Protection Engineering (2017), 43(4): 243 -252
9. **V.Grudić**, I. Bošković, A.Gežović "Inhibition of Copper Corrosion in NaCl Solution by Propolis Extract ", Chemical and Biochemical Engineering Quarterly, (2018), 32 (3):299-305, ISSN 0352-9568
10. Stojan Božović, Sanja Martinez and **Veselinka Grudić**, "A Novel Environmentally Friendly Synergistic Mixture for Steel Corrosion Inhibition in 0.51 M NaCl", Acta Chimica Slovenica, (2019), 66 pp:112–122, ISSN: 1580-3155
11. **Veselinka Grudić**, Ivana Bošković, Sanja Martinez, Bojana Knežević, "Study of corrosion inhibition for mild steel in NaCl solution by propolis extract", Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, (2018) Vol. 37, No. 2, pp. 203–213, ISSN 1857-5552

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
Комисија за стицање научних звања

Број: 660-01-00006/449

27.04.2018. године

Београд

На основу члана 22. став 2. члана 70. став 5. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) и захтева који је поднео

Факултет за физичку хемију у Београду

Комисија за стицање научних звања на седници одржаној 25.04.2018. године, донела је

ОДЛУКУ
О СТИЦАЊУ НАУЧНОГ ЗВАЊА

Др Милица Вуковић

стиче научно звање

Виши научни сарадник

у области природно-математичких наука - физичка хемија

О Б Р А З Л О Ж Е Њ Е

Факултет за физичку хемију у Београду

утврдио је предлог број 936 од 10.07.2017. године на седници Наставно-научног већа Факултета и поднео захтев Комисији за стицање научних звања од 18.07.2017. године за доношење одлуке о испуњености услова за стицање научног звања *Виши научни сарадник*.

Комисија за стицање научних звања је по претходно прибављеном позитивном мишљењу Матичног научног одбора за хемију на седници одржаној 25.04.2018. године разматрала захтев и утврдила да именована испуњава услове из члана 70. став 5. Закона о научноистраживачкој делатности ("Службени гласник Републике Србије", број 110/05, 50/06 – исправка, 18/10 и 112/15), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача ("Службени гласник Републике Србије", број 24/16, 21/17 и 38/17) за стицање научног звања *Виши научни сарадник*, па је одлучила као у изреци ове одлуке.

Доношењем ове одлуке именована стиче сва права која јој на основу ње по закону припадају.

Одлуку доставити подносиоцу захтева, именованој и архиви Министарства просвете, науке и технолошког развоја у Београду.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

С. Стојић-Трујичић
Др Станислава Стојић-Трујичић,
научни саветник



BIOGRAFIJA – Dr Milica Vujković

Milica Vujković je rođena 28.01.1983. godine u Nikšiću, gde je završila Osnovnu školu "Olga Golović" a zatim i Gimnaziju "Stojan Cerović", prirodno-matematički smer. Osnovne studije na Fakultetu za fizičku hemiju, Univerziteta u Beogradu upisala je školske 2001/02. Diplomirala je 2006. godine sa prosečnom ocenom 9,33 i ocenom 10 za diplomski rad "Sinteza i karakterizacija karnegita sastava $\text{Fe}_x\text{Na}_{1-x}\text{AlSiO}_4$ ", pod mentorstvom prof. dr Ljiljane Damjanović-Vasilić. Dobitnik je specijalnog priznanja Srpskog hemijskog društva za izuzetan uspeh u toku osnovnih studija. Doktorsku disertaciju pod nazivom "Uticaj uslova sinteze kompozita $\text{Li}_4\text{T}_{15}\text{O}_{12}/\text{C}$ i LiFePO_4/C na kinetiku interkalacije litijuma u organskim i vodenim elektrolitičkim rastvorima" odbranila je 28.06.2013. godine na Fakultetu za fizičku hemiju u Beogradu, pod mentorstvom prof. dr Slavka Mentusa, redovnog člana Srpske Akademije Nauka i Umetnosti. Nagrađena je za najbolju doktorsku disertaciju na međunarodnoj konferenciji Yucomat 2013, kao i od privredne komore Beograda. Dobitnik je nagrade zadužbine "Đoke Vlajkovića", za najbolji naučni rad u 2018. godini. Od aprila 2007. godine do avgusta 2008. je radila kao instrumentalni analitičar u Centru za Ekotoksikološka ispitivanja Crne Gore u Podgorici. Od januara 2009. godine zaposlena je na Fakultetu za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu, gde trenutno radi kao viši naučni saradnik, na naučno-istraživačkom projektu pod nazivom: "Litijum-jon baterije i gorivne ćelije- istraživanje i razvoj" (br. III45014), čiji je nosilac Fakultet za Fizičku hemiju a rukovodilac Akademik prof. dr Slavko Mentus, redovni član SANU-a.

Релевантне публикации:

1. A. Gezović, J. Mišurović, B. Milovanović, M. Etinski, J. Krstić, V. Grudić, R. Dominko, S. Mentus, **M. J. Vujković***, High Al-ion storage of vine shoots-derived activated carbon: New concept for affordable and sustainable supercapacitors, *Journal of Power Sources* 538 (2022) 231561. IF2022=9.719.
2. A. Gezović[#], **M. J. Vujković[#]***, M. Milović, V. Grudić, R. Dominko, S. Mentus, Recent developments of $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ as the cathode material for alkaline-ion rechargeable batteries: challenges and outlook, *Energy Storage Materials*, 37, 2021, 243-273. IF2020=17.789.
2. **M. J. Vujković**, M. Etinski, B. Vasić, B. Kuzmanović, D. Bajuk-Bogdanović, R. Dominko, S. Mentus, Polyaniline as a charge storage material in an aqueous aluminum-based electrolyte: Can aluminum ions play the role of protons?, *Journal of Power Sources*, 482 (2021) 228937. IF2020=9.127.
3. **Milica Vujković***, Dušan Mladenović, Miloš Milović, Tamara Petrović, Danica Bajuk – Bogdanović, Biljana Šljukić – Paunković, Slavko Mentus, Sodium-pillared vanadium oxides as next-gen materials: Does co-inserted water control the cyclic stability of vanadates in an aqueous electrolyte? *Electrochimica Acta*, 425, 2022, 140603. IF2021=7.336. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2022.140603>
4. **M. Vujković**, D. Bajuk-Bogdanović, Lj. Matović, M. Stojmenović, S. Mentus, Mild electrochemical oxidation of zeolite templated carbon in acidic solutions, as a way to boost its charge storage properties in alkaline solutions, *Carbon*, 138 (2018) 369; IF2018=7.466.
5. J. Senčanski, D. Bajuk-Bogdanović, D. Majstorović, E. Tchernychova, J. Papan, **M. Vujković***, The synthesis of $\text{Li}(\text{Co-Mn-Ni})\text{O}_2$ cathode material from spent-Li ion batteries and the proof of its functionality in aqueous lithium and sodium electrolytic solutions, *J. Power Sources* 342 (2017) 690; IF2017=6.945.
6. Z. Jovanović* D. Bajuk-Bogdanović, S. Jovanović, Ž. Mravik, J. Kovač, I. Holclajtner-Antunović, **M. Vujković**, The role of surface chemistry in the charge storage properties of graphene oxide, *Electrochimica Acta* 258 (2017) 1228; IF2017=5.116.
7. Z. Jovanović*, I. Holclajtner-Antunović, D. Bajuk-Bogdanović, S. Jovanović, Ž. Mravik, **M. Vujković**, Effect of thermal treatment on the charge storage properties of graphene oxide/12-tungstophosphoric acid nanocomposite, *Electrochemistry Communications* 83 (2017) 36; IF2017=4.660.
8. **M. Vujković**, S. Mentus, Potentiodynamic and galvanostatic testing of $\text{NaFe}_{0.95}\text{V}_{0.05}\text{PO}_4/\text{C}$ composite in aqueous NaNO_3 solution, and the properties of aqueous $\text{Na}_{1.2}\text{V}_3\text{O}_8/\text{NaNO}_3/\text{NaFe}_{0.95}\text{V}_{0.05}\text{PO}_4/\text{C}$ battery, *J. Power Sources*, 325 (2016) 185; IF2016=6.395.
9. **M. Vujković**, S. Mentus, High-rate intercalation capability of $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ composite in aqueous lithium and sodium nitrate solutions, *J. Power Sources*, 288 (2015) 176-186. doi:10.1016/j.jpowsour.2015.04.132. (IF2016=6.395).
10. **M. Vujković**, S. Mentus, Fast sodiation/desodiation reactions of electrochemically delithiated olivine LiFePO_4 in aerated aqueous NaNO_3 solution, *J. Power Sources*, 247 (2014) 184-188. doi:10.1016/j.jpowsour.2013.08.062. (IF2014=6.217).



Univerzitet Crne Gore
Golubinka 5
81000 Podgorica, Crna Gora
+381 20 111 333
info@ucg.ac.me
www.ucg.ac.me
University of Montenegro

Red / Red: 03-1389
Datum / Date: 23. 02. 2024

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“, br. 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19 i 74/20 i 104/21, 86/22 i 125/23) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 23.2.2024. godine, donio je

University of Montenegro

ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“, br. 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19 i 74/20 i 104/21, 86/22 i 125/23)

Dr MARTIN ČALASAN bira se u akademsko zvanje **vanredni profesor Univerziteta Crne Gore** za oblast **Električne mašine i pogoni na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore**, na period od pet godina.

SENAT UNIVERZITETA CRNE GORE PREDSJEDNIK



Prof. dr Vladimir Božović, rektor

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“, br. 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19 i 74/20 i 104/21, 86/22 i 125/23) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 23.2.2024. godine, donio je

University of Montenegro

Red / Red: 03-1389

Datum / Date: 23. 02. 2024

Prof. dr Vladimir Božović, rektor

12

Čalasan Martin - Biografija

Rođen sam 05. oktobra 1986. godine u Plužinama. Osnovnu školu sam pohađao u mjestu Brezna, Opština Plužine, a Gimnaziju, prirodno matematički smjer, u Plužinama. Za uspjeh u osnovnoj i srednjoj školi dobitnik sam diplome »Luča I« i nosilac priznanja »Đak generacije«.

Školske 2005/2006. započeo sam studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, odsjek Energetika i automatika. Osnovne studije završio sam u junu 2008. godine sa prosječnom ocjenom 9.86. Nakon druge i treće godine studija dobio sam novčane nagrade Elektrotehničkog fakulteta za najboljeg studenta odsjeka Energetika i automatika. Specijalističke studije, smjer Industrijska elektrotehnika, na istom fakultetu, završio sam u junu 2009. godine sa prosječnom ocjenom 10.00. Tokom osnovnih i specijalističkih studija bio sam korisnik stipendija Vlade Republike Crne Gore za talentovane studente i učenike, Opštine Plužine, Regulatorne agencije za energetiku i Elektroprivrede Crne Gore AD Nikšić (EPCG).

Magistarske studije na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, smjer Industrijska elektrotehnika, završio sam odbranom magistarske teze naslova »Simulacioni model i dinamika statičkog pobudnog sistema sinhronih generatora u HE "Perućica"«, pod mentorstvom prof. dr Milutina Ostojića, u junu 2010. godine s opštim uspjehom 10, čime sam stekao akademski naziv magistra elektrotehničkih nauka.

Doktorsku disertaciju naslova »Upravljanje prekidačkim reluktantnim generatorom i tolopogije energetskeg pretvarača za rad u kontinualanom režimu«, pod mentorstvom prof. dr Vladana Vujičića, redovnog profesora Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, odbranio sam 15.06.2017. godine, čime sam stekao naučni stepen doktora elektrotehničkih nauka.

U zvanje DOCENTA za oblast Električne mašine i pogoni (Električne mašine – osnovne studije – studijski program Energetika i automatika; FACTS i HVDC komponente energetske elektronike – master studije – studijski program Elektroenergetski sistemi; Električni pogoni – master studije – studijski program Automatika i Industrijska elektrotehnika; Upravljanje i regulacija električnih pogona – master studije – studijski program Automatika i Industrijska elektrotehnika) na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, izabran sam na sjednici Senata UCG na sjednici od 12.02.2019. godine. U dosadašnjem radu na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici, Pomorskom fakultetu u Kotoru i Mašinskom fakultetu u Podgorici izvodio sam nastavu iz većeg broja predmeta iz izborne oblasti - oblasti električnih mašina i pogona. Na doktorskim studijama na Elektrotehničkom fakultetu ustanovio sam i predmet Sistemi za skladištenje električne energije.

U dosadašnjem naučno-istraživačkom radu objavio sam oko 55 radova na SCI/SCIE listi, kao i oko 150 radova u ostalim časopisima, kao i na domaćim, regionalnim i međunarodnim konferencijama. Objavio sam knjigu »Mašine jednosmjerne struje« u izdanju Naučne knjige iz Beograda (Srbija), kao i nekoliko poglavlja u knjigama međunarodnih izdavača. Recenzirao sam preko 2000 radova u časopisima sa SCI/SCIE liste i bio sam učesnik nekoliko međunarodnih projekata. Bio sam jedan od urednika u šest specijalnih izdanja časopisa sa SCI/SCIE liste:

- [1] "Renewable Based Energy Distributed Generation" – časopis Energies (ISSN 1996-1073)
- [2] "Power System Dynamics, Operation, and Control including Renewable Energy Systems and Smart Grid: Technology and Applications" – časopis Electronics (ISSN 2079-9292)
- [3] "Energy Hubs in Modern Energy Systems with Renewables and Energy Storage" – časopis Frontiers in Energy Research - Smart Grids (ISSN 2296-598X)
- [4] "Electrical Vehicles Technologies and the Power Quality Challenges" - časopis International Transactions on Electrical Energy Systems (ISSN: 2050-7038)
- [5] "Mathematical Modeling in Energy Sector" – časopis Energies (ISSN 1996-1073)
- [6] "Technical and Environmental Implications of Electrifying Waterborne Transportation Systems" – časopis Water (ISSN 1996-1073).

U prethodnom periodu, bio sam i član organizacionog/naučnog odbora većeg broja međunarodnih, domaćih i regionalnih konferencija, dok sam održao i veći broj predavanja na naučnim skupovima, ljetnjim školama i stručnim savjetovanjima.

Za svoj nastavni i naučno-istraživački rad dobio sam sljedeće nagrade i priznanja:

- Priznanja UCG za postignute rezultate i doprinose razvoju naučno-istraživačkog, umjetničkog i stručnog rada na Elektrotehničkom fakultetu u 2019, 2020 i 2022. godini
- Nagradu CANU za 2020. godinu iz Fonda Crnogorske akademije nauka i umjetnosti za podsticanje podmlatka,
- DANUBIUS nagradu za mlade naučnike koju dodjeljuje Austrijsko ministarstvo za obrazovanje, nauku i istraživanje i Institut za Dunavsku regiju i Centralnu Evropu, u oktobru 2021. godine
- Nagrada Ministarstva nauke za najboljeg pronalazača u Crnoj Gori u 2017. godini,
- Nagrada Ministarstva nauke za najboljeg naučnika Crne Gore u 2022. godini, i
- Državnu nagradu OKTOIH za 2022. godinu.

Imam naučnu saradnju sa profesorima i istraživačima iz preko 10 zemalja i sa preko 25 međunarodnih institucija. U periodu od marta 2021. godine do septembra 2021. godine bio sam član Savjeta za nauku Vlade Crne Gore. Od juna 2022. godine član sam Odbora direktora Elektroprivrede Crne Gore. Član sam IEEE i CIGRE, dok sam od 2021. godine potpredsjednik Crnogorskog komiteta CIGRE – CG KO CIGRE.

Ćalasan Martin – bibliografija (odabrani SCI/SCIE radovi)

- [1] Z. M. Ali, M. Calasan, F.H. Gandoman, F. Jurado, Shady H.E. Abdel Aleem, „Review of batteries reliability in electric vehicle and E-mobility applications“, Ain Shams Engineering Journal, August 2023, 102442, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102442>
- [2] I. Knezevic, M. Calasan, T. Diabac, „Novel Analytical Approaches for Induction Machine Direct Start-up Speed-Time Curve Modeling under Fan Load“, Archiv für Elektrotechnik - Electrical Engineering, Vol. AA, Issue BB, 2023, pp. AA-BB, <https://doi.org/10.1007/s00202-023-02039-3>
- [3] M. Micev, M. Calasan, M. Radulović, " Optimal tuning of the novel voltage regulation controller considering the real model of the automatic voltage regulation system," Heliyon, Vol. 9, No. 8, 2023, pp. e18707, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18707>
- [4] M. Petronijevic, I. Radonjic, M. Dimitrijevic, L. Pantic, M. Calasan, „Performance evaluation of single-stage photovoltaic inverters under soiling conditions“, Ain Shams Engineering Journal, 2023, pp. 102353, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102353>
- [5] M. Calasan, A. Jovanović, V. Rubežić, D. Mujičić, A. Deriszadeh, "Notes on parameter estimation for single-phase transformer", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 56, Issue 4, pp. 3710 - 3718, jul 2020, <https://doi.org/10.1109/TIA.2020.2992667>, ISSN 0093-9994
- [6] M. Micev, M. P. Calasan, S. H. E. Abdel Aleem, H. M. Hasanien and D. Petrovic, "Two Novel Approaches for Identification of Synchronous Machine Parameters from Short-Circuit Current Waveform," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 69, Issue 6, jun 2022, pp. 5536 - 5546, <https://doi.org/10.1109/TIE.2021.3086715>, ISSN 2780046, ISSN: 0278-0046
- [7] A. Deriszadeh, M. P. Calasan, A. Alaei and J. F. Gieras, "A Novel Field Current Estimation Method for Brushless Wound-field Synchronous Machine," IEEE Transactions on Transportation Electrification, Volume: 8, Issue: 3, September 2022, pp. 3524 - 3533, <https://doi.org/10.1109/TTE.2022.3162173>, ISSN: 2332-7782
- [8] M. Micev, M. Calasan, M. Radulović, „Full Synchronous Machine Parameters Identification Based on Field and Armature Current During the Short-Circuit“, IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 57, Iss. 6, pp. 5959 - 5968 <https://doi.org/10.1109/TIA.2021.3112141>, ISSN 0093-9994
- [9] M. Micev, M. Calasan, M. Radulović, S. H. E. Abdel Aleem, H. M. Hasanien and A. F. Zobaa, "Artificial Neural Network-Based Nonlinear Black-Box Modeling of Synchronous Generators," IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 19, Issue 3, March 2023, pp. 2826 - 2837, <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3187740>, Print ISSN: 1551-3203
- [10] M. Micev, M. Calasan, D. Petrović, Z.M. Ali, N. V. Quynh, S. H. E. Abdel Aleem „Field Current Waveform-Based Method for Estimation of Synchronous Generator Parameters Using Adaptive Black Widow Optimization Algorithm“, IEEE Access, Vol. 8, pp. 207537-207550, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3037510>, ISSN 2169-3536
- [11] A. Deriszadeh, O. Karabasoglu, M. P. Calasan, F. Mehdipour „A Dynamic Functional Model of Diode Bridge Rectifier for Unbalanced Input Voltage Conditions“, IET Power Electronics, Vol. 14, Issue 3, feb. 2021., pp. 584-589, <https://doi.org/10.1049/pel2.12040>, ISSN 1755-4543
- [12] M. Micev, M. Calasan, D. Oliva, „Design and robustness analysis of an Automatic Voltage Regulator system controller by using Equilibrium Optimizer algorithm“, Computers and Electrical Engineering, Volume 89, January 2021, pp. 106930, <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2020.106930>, ISSN 0045-7906
- [13] M. Rawa, Y. Al-Turkiab, H. Sindi, M. Calasan, Z.M. Alia, S.H.E. Abdel Aleem, „Current-voltage curves of planar heterojunction perovskite solar cells – Novel expressions based on Lambert W function and Special Trans Function Theory“, Journal of Advanced Research, Volume 44, Feb. 2023, pp. 91-108, <https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.03.017>, Print ISSN: 2090-1232
- [14] M. Calasan, SHE Allen, H. Hasanien, Z. Alaas, Z. Ali, „An innovative approach for mathematical modeling and parameter estimation of PEM fuel cells based on iterative Lambert W function“, Energy, Vol. 264, February 2023, pp. 126165, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126165>, Print ISSN: 0360-5442

- [15] M. Micev, M. Čalasan, D. Stipanović, M. Radulović, "Modeling the relation between the AVR setpoint and the terminal voltage of the generator using artificial neural networks," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 120, April 2023, pp. 105852, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.105852>, Print ISSN: 0952-1976
- [16] M. Čalasan, S.H.E. Abdel Aleem, A. F. Zobaa, "A new approach for parameters estimation of double and triple diode models of photovoltaic cells based on iterative Lambert W function", *Solar Energy*, Vol. 218 (2021) 392–412, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.02.038>, ISSN 0038-092X
- [17] M. Čalasan, S.H.E. Abdel Aleem, M. Bulatovic, Vesna Rubezic, Z.M. Ali, M. Micev, "Design of controllers for automatic frequency control of different interconnection structures composing of hybrid generator units using the chaotic optimization approach", *Electrical Power and Energy Systems*, Vol. 129 (2021), pp. 106879, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106879>, ISSN 0142-0615
- [18] M. Čalasan, S.H.E. Abdel Aleem, A.F. Zobaa, "On the root mean square error (RMSE) calculation for parameter estimation of photovoltaic models: A novel exact analytical solution based on Lambert W function", *Energy Conversion and Management*, Vol. 210, pp. 112716, April 2020, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112716>, ISSN 0196-8904
- [19] O. Lukacevic, A. Akmalag, K. Alqunun, A. Farah, M. Čalasan, Y. M. Ali, S. H. E. Abdel Aleem, "Optimal CONOPT solver-based coordination of bi-directional converters and energy storage systems for regulation of active and reactive power injection in modern power networks", *Ain Shams Engineering Journal*, Vol. 13, Issue 6, Nov. 2022, pp. 101803, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101803>, ISSN 2090-4479
- [20] E. M. Ahmed, S. Rakočević, M. Čalasan, Z. M. Ali, H. M. Hasanien, R. A. Turky, S. H. E. Abdel Aleem, "BONMIN solver-based coordination of distributed FACTS compensators and distributed generation units in modern distribution networks", *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no. 4, pp. 101664, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.101664>, ISSN 2090-4479
- [21] A. Taher, H. Hasanien, S.A. Aleem, M. T. Veliz, M. Čalasan, R. Turky, F. Jurado, "Optimal Model Predictive Control of Energy Storage Devices for Frequency Stability of Modern Power Systems", *Journal of Energy Storage*, Volume 57, January 2023, pp. 106310, <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106310>, ISSN 2352-152X
- [22] M. Rawa, S. Alghamdi, A. H. Miliyani, F. Hariri, B. Alghamdi, M. Ajour, M. Čalasan, Z. M. Ali, H. M. Hasanien, B. Popov, S.H.E. Abdel Aleem, "Thermal model of supercapacitors operating in constant power applications: New mathematical expressions for precise calculation of temperature change", *Journal of Energy Storage*, Vol. 49, May 2022, pp. 104121, <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104121>, ISSN 2352-152X
- [23] M. Micev, M. Čalasan, Z. M. Ali, H.M. Hasanien, S. H. E. Abdel Aleem, "Optimal Design of Automatic Voltage Regulation Controller Using Hybrid Simulated Annealing- Manta Ray Foraging Optimization Algorithm", *Ain Shams Engineering Journal*, Vol. 12, Issue 1, March 2021, pp. 641-657, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.07.010>, ISSN 2090-4479
- [24] M. Čalasan, A.F. Zobaa, H.M. Hasanien, S. H. E. Abdel Aleem, Ziad M. Ali, "Towards accurate calculation of supercapacitor electrical variables in constant power applications using new analytical closed-form expressions", and Corrigendum, *Journal of Energy Storage*, Vol. 42 (48), pp. 102998 (104367), 2021, <https://doi.org/10.1016/j.est.2021.102998>, ISSN 2352-152X
- [25] M. Čalasan, "Analytical solution for no-load induction machine speed calculation during direct start-up", *International Transactions on Electrical Energy Systems*, Vol. 29, Issue 4, 2019, pp. 1-12, <https://doi.org/10.1002/etep.2777>, ISSN 2050-7038
- [26] M. Čalasan, A. Nedic "Experimental Testing and Analytical Solution by Means of Lambert W-Function of Inductor Air Gap Length," *Electric Power Components and Systems (Formerly known as Electric Machines & Power Systems)* Vol. 46, Issue 7, 2018, <https://doi.org/10.1080/15325008.2018.1488012>, ISSN 1532-5008
- [27] T. Dlabáč, M. Čalasan, M. Krčum, N. Marvučić, "PSO-based PID controller design for ship course keeping autopilot", *Shipbuilding/Brodogradnja*, Vol. 70, No. 4, pp. 1-15, 2019, <https://doi.org/10.21278/brod70401>, ISSN 0007-215X
- [28] A. Dedic, T. Konjic, M. Čalasan, F. Dedić, "Fuzzy C-Means Clustering Applied to Load Profiling of Industrial Customers", *Electric Power Components and Systems (Formerly known as Electric Machines & Power Systems)*, Vol. 49, Issue 11-12, pp. 1068-1084, 2021, <https://doi.org/10.1080/15325008.2022.2049660>, ISSN 1532-5008
- [29] M. Čalasan, "An invertible dependence of the speed and time of the induction machine during no-load direct start-up", *Automatika - Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and*

Communications, Vol. 61, Issue 1, 2020, pp. 1411-149, <https://doi.org/10.1080/00051144.2019.1689725>,
ISSN: 0005-1144

- [30] M. Čalasan, L. Nikitović, S. Mujović, "CONOPT solver embedded in GAMS for optimal power flow", *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Vol. 11, pp. 1-16, 2019. <https://doi.org/10.1063/1.5113902>,
ISSN 1941-7012



Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ,
НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
Комисија за стицање научних звања

Број: 660-01-00001/2064

22.02.2022. године

Београд

На основу члана 24. став 2. и члана 76. став 6. Закона о науци и истраживањима ("Службени гласник Републике Србије", број 49/19), члана 3. ст. 2. и 4. и члана 40. Правилника о стицању истраживачких и научних звања ("Службени гласник Републике Србије", број 159/20) и захтева који је поднео

Институт техничких наука САНУ у Београду

Комисија за стицање научних звања на седници одржаној 22.02.2022. године, донела је

ОДЛУКУ

О СТИЦАЊУ НАУЧНОГ ЗВАЊА

Др Милош Миловић

стиче научно звање

Виши научни сарадник

у области природно-математичких наука - физичка хемија

О Б Р А З Л О Ж Е Њ Е

Институт техничких наука САНУ у Београду.

утврдио је предлог број 366/1 од 22.10.2021. године на седници Научног већа Института и поднео захтев Комисији за стицање научних звања број 370/1 од 25.10.2021. године за доношење одлуке о испуњености услова за стицање научног звања *Виши научни сарадник*.

Комисија за стицање научних звања је пр претходно прибављеном позитивном мишљењу Матичног научног одбора за хемију на седници одржаној 22.02.2022. године разматрала захтев и утврдила да именовани испуњава услове из члана 76. став 6. Закона о науци и истраживањима ("Службени гласник Републике Србије", број 49/19), члана 3. ст. 1. и 3. и члана 40. Правилника о стицању истраживачких и научних звања ("Службени гласник Републике Србије", број 159/20) за стицање научног звања *Виши научни сарадник*, па је одлучила као у изреци ове одлуке.

Доношењем ове одлуке именовани стиче сва права која му на основу ње по закону припадају.

Одлуку доставити подносиоцу захтева, именованом и архиви Министарства просвете, науке и технолошког развоја у Београду.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

Ђорђе Јововић

Др Ђорђе Јововић,

научни саветник

ПРВИ ПОМОЋНИК ПРЕДСЕДНИКА ВЛАДЕ



Институт технических наук С. А. Н. У

Бр. 165/1

12.04. 20 22 год.

Класс Микродова 35/IV, Београд, ПФ 377
Тел: 2030-594, 2185-437, Факс: 2185-263

Милош Миловић - СТРУЧНА БИОГРАФИЈА

Милош Драгош Миловић рођен је 1987. године у Приштини. Основну школу започео у Приштини, а завршио у Рашки, као и средњошколско гимназијско образовање. Године 2006. уписује Факултет за физичку хемију Универзитета у Београду. Мастер рад „Креирање неуронске мреже у циљу процене садржаја гвожђа у мозгу оболелих од амиотрофичне латералне склерозе“ одбранио је 2011. године. Докторске студије уписује 2011. на истом факултету, а докторски рад под називом “Синтеза, структурна и електрохемијска својства LiFePO_4 и $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ као катодних материјала за литијум-јонске батерије“ одбранио је 2016. У Институту техничких наука САНУ запослен је од децембра 2011. Од 2022. је у звању вишег научног сарадника. У област научног интересовања спадају: хемијски извори струје, литијум-јонске батерије, електродни материјали, хемија чврстог стања, кристалографија. До сада је објавио 21 рад у међународним часописима. Хиршов индекс М. Миловића је 7, а цитираност је 176 (према бази Scopus од 17.03.2024). Рецензент је у неколико часописа. Члан је Српског керамичког друштва и Српског кристалографског друштва. Члан је научног одбора конференције Младих истраживача (Young Researchers' Conference). Био је члан неколико комисија за избор у научна звања пред научним већима Института техничких наука САНУ и Института за нуклеарне науке „Винча“. Награђен је Повељом Универзитета у Београду као најбољи студент генерације Факултета за физичку хемију који је дипломирао у школској 2010/11. Награда је из 2012. Добитник је дипломе „Павле Савић“, коју додељује Друштво физикохемичара Србије за успех постигнут на студијама физичке хемије. Награда је из 2014. Добитник је стипендије Међународне уније за кристалографију (IUCr) за учешће на XXV конференцији Српског кристалографског друштва: 25th Conference of the Serbian Crystallographic Society, 2018. Добитник је награде за најбољу постер презентацију на конференцији: 3rd International Symposium on Materials for Energy Storage and Conversion mESC-IS 2018.

Листа најзначајнијих радова

1. Miloš Milović, Dragana Jugović, Nikola Cvjetičanin, Dragan Uskoković, Aleksandar S. Milošević, Zoran S. Popović, Filip R. Vukajlović, Crystal structure analysis and first principle investigation of F doping in LiFePO_4 , Journal of Power Sources 241 (2013) 70-79, DOI: [10.1016/j.jpowsour.2013.04.109](https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2013.04.109)
2. Dragana Jugović, Miloš Milović, Valentin N. Ivanovski, Max Avdeev, Robert Dominko, Bojan Jokić, Dragan Uskoković, Structural study of monoclinic $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ by X-ray diffraction and Mössbauer spectroscopy, Journal of Power Sources 265 (2014) 75-80, DOI: [10.1016/j.jpowsour.2014.04.121](https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2014.04.121) (ИФ=6.217, област: 2/28 Electrochemistry; бр хетероцитата: 10)
3. Miloš Milović, Dragana Jugović, Miodrag Mitrić, Robert Dominko, Ivana Stojković-Simatović, Bojan Jokić, Dragan Uskoković, The use of methylcellulose for the synthesis of $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4/\text{C}$ composites, Cellulose 23 (2016) 239-246, DOI: [10.1007/s10570-015-0806-9](https://doi.org/10.1007/s10570-015-0806-9)
4. Jugović, D., Mitrić, M., Milović, M., Cvjetičanin, N., Jokić, B., Umicević, A., Uskoković, D. The influence of fluorine doping on the structural and electrical properties of the LiFePO_4 powder, (2017) Ceramics International, 43 (3), pp. 3224-3230. DOI: [10.1016/j.ceramint.2016.11.149](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.11.149)
5. Jugović, D., Milović, M., Popović, M., Kusigerski, V., Škapin, S., Rakočević, Z., Mitrić, M. Effects of fluorination on the structure, magnetic and electrochemical properties of the P2-type Na_xCoO_2 powder, (2019) Journal of Alloys and Compounds, 774, pp. 30-37. DOI: [10.1016/j.jallcom.2018.09.372](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.09.372)
6. Jugović, D., Milović, M., Popović, M., Kusigerski, V., Škapin, S., Rakočević, Z., Mitrić, M. Effects of fluorination on the structure, magnetic and electrochemical properties of the P2-type Na_xCoO_2 powder, (2019) Journal of Alloys and Compounds, 774, pp. 30-37. DOI: [10.1016/j.jallcom.2018.09.372](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.09.372)
7. Milović, M.D., Vasić Aničijević, D.D., Jugović, D., Aničijević, V.J., Veselinović, L., Mitrić, M., Uskoković, D. On the presence of antisite defect in monoclinic $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ – A combined X-Ray diffraction and DFT study, (2019) Solid State Sciences, 87, pp. 81-86. DOI: [10.1016/j.solidstatesciences.2018.11.008](https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2018.11.008)
8. Milović, M., Jugović, D., Vujković, M., Kužmanović, M., Mraković, A., Mitrić, M. Towards a green and cost-effective synthesis of polyanionic cathodes: comparative electrochemical behaviour of LiFePO_4/C , $\text{Li}_2\text{FeP}_2\text{O}_7/\text{C}$ and $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4/\text{C}$ synthesized using methylcellulose matrix, (2021) Bulletin of Materials Science, 44 (2), art. no. 144. DOI: [10.1007/s12034-021-02397-3](https://doi.org/10.1007/s12034-021-02397-3)
9. Gezović, A., Vujković, M.J., Milović, M., Grudić, V., Dominko, R., Mentus, S. Recent developments of $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ as the cathode material for alkaline-ion rechargeable batteries: challenges and outlook, (2021) Energy Storage Materials, 37, pp. 243-273. DOI: [10.1016/j.ensm.2021.02.011](https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.02.011)

10. **Milović, M., Vujković, M., Jugović, D., Mitrić, M.** Electrochemical and structural study on cycling performance of γ - LiV_2O_5 cathode, (2021) *Ceramics International*, 47 (12), pp. 17077-17083, DOI: [10.1016/j.ceramint.2021.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.03.016)

10. Milović, M., Vujković, M., Jugović, D., Mitrić, M. Electrochemical and structural study on cycling performance of γ - LiV_2O_5 cathode, (2021) *Ceramics International*, 47 (12), pp. 17077-17083, DOI: [10.1016/j.ceramint.2021.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.03.016)

VIJEĆU METALURŠKO-TEHNOLOŠKOG FAKULTETA

PREDMET: Ocjena doktorske disertacije kandidatkinje MSc Aleksandre Gezović Miljanić

Na redovnoj sjednici Senata Univerziteta Crne Gore, održanoj 23.04.2024. godine, imenovani smo u komisiju za ocjenu doktorske disertacije pod nazivom „**Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije**“.

Detaljnim uvidom u doktorsku disertaciju Komisija podnosi sljedeći

IZVJEŠTAJ

I Podaci o doktorskoj disertaciji

Doktorska disertacija kandidatkinje Aleksandre Gezović Miljanić obima je 268 strana A4 formata kucanog teksta, pripremljena prema uputstvu za oblikovanje doktorske disertacije Univerziteta Crne Gore (font Arial za korice i naslovne strane i font Cambria veličine 12 pt i prored 1,5 red za tekst disertacije). Disertacija se sastoji iz sljedećih 7 poglavlja: Uvod (2 strane), Pregled literature (84 strane), Cilj rada (2 strane), Eksperimentalni dio (9 strana), Rezultati i diskusija (122 strane), Zaključak (4 strane) i Literatura (20 strana). Pored glavnog teksta, disertacija sadrži i Naslovne strane na crnogorskom i engleskom jeziku (2 strane), Spisak mentora i članova komisije (1 strana), Zahvalnicu (2 strane), Sažetke na crnogorskom i engleskom jeziku (4 strane), Sadržaj (4 strane), Prilog sa spiskom objavljenih naučnih radova i saopštenja iz doktorske disertacije (2 strane), Biografiju (1 strana), Izjavu o autorstvu (1 strana), Izjavu o korišćenju (1 strana) i Izjavu o istovjetnosti štampane i elektronske verzije dokorskog rada (1 strana).

U disertaciji je prikazano 108 slika (21 u Pregledu literature, 2 u Eksperimentalnom dijelu i 85 u Rezultatima i diskusiji) i 10 tabela (4 u Pregledu literature, 2 u Eksperimentalnom dijelu i 4 u Rezultatima i diskusiji).

U poglavlju **Uvod** dat je osvrt na značaj razvoja i unapređenja elektrohemijskih sistema za konverziju i skladištenje energije. Objašnjene su razlike u mehanizmu skladištenja i konverzije energije za svaki tip elektrohemijskog izvora struje. Naglašen je značaj poboljšanja postojećih i dizajniranja novih elektrodnih materijala, ekološki i ekonomski prihvatljivih. Posebno je ukazano na značaj baterija ka postizanju klimatske neutralnosti do 2050. godine.

Poglavlje **Pregled literature** podjeljeno je na pet cjelina. Na početku su navedene osnovne komponente koje čine svaku elektrohemijsku ćeliju uz objašnjenje njihove uloge pojedinačno. Zatim su opisane osnovne karakteristike baterija i definisani kriterijumi koji baterija mora ispunjavati da bi se mogla primijeniti u komercijalne svrhe. Slijedi kratak

pregled razvoja baterija, počev od prvih primarnih do najsavremenijih sekundarnih litijum-jonskih baterija koje se mogu naći na tržištu. Osnovne karakteristike odabranih tipova primarnih i sekundarnih baterija su sumirane tabelarno. U drugoj cjelini ukazano je na značaj, sastav i princip rada litijum-jonskih baterija, gdje je takođe dat kratak pregled materijala sa primjenom u sekundarnim litijum-jonskim baterijama. Kroz posebno poglavlje su opisani polianjonski katodni materijali u litijum-jonskim baterijama, prvo individualni a zatim i miješani. Posebna grupa polianjonskih materijala opšte formule $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ je takođe našla primjenu u litijum-jonskim baterijama, što je i opisano u ovoj cjelini. Kao neizostavan dio i veoma bitan segment svake baterije, kako organski tako i vodení elektroliti korišćeni u litijum-jonskim baterijama takođe čine dio ove cjeline. Na isti način uz detaljniji opis treća cjelina sadrži značaj natrijum-jonskih baterija, pregled osnovnih karakteristika najvažnijih materijala (anoda i katoda) i elektrolita sa primjenom u ovom tipu baterija. Četvrta cjelina obuhvata detaljan pregled literature o katodnim materijalima, opšte formule $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ ($\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni i Fe}$). Na osnovu eksperimentalnih i teorijskih rezultata uključena je sveobuhvatna retrospektiva njihovih postupaka dobijanja, kinetike i mehanizma reakcija sodijacije/desodijacije. Preciznije, napravljen je pregled svojstava različitih jedinjenja u pogledu njihovih električnih, vibracionih i površinskih osobina, praćeno metodama sinteze i performansama skladištenja jona Na/Li. U petoj cjelini je hronološki obuhvaćen način dobijanja, tj. različite metode sinteze $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ katodnog materijala uz opisivanje postignutih elektrohemijskih performansi. Naveden je uticaj metoda sinteze na strukturne, morfološke i elektrohemijske osobine ovog materijala.

U poglavlju **Cilj rada** sumirani su ciljevi i šta oni podrazumijevaju. Kao osnovni cilj doktorske disertacije ističe se modifikovanje uslova sinteze sagorijevanja gela u cilju dobijanja čiste $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ (NFPP) faze. Kao krajnji cilj rada je navedeno ispitivanje dobijenih materijala sa stanovišta primjene u vodenim Na- i Li- jonskim baterijama.

U poglavlju **Eksperimentalni dio** dati su uslovi dobijanja polianjonskih katodnih materijala. U istom poglavlju detaljno su objašnjene metode korišćene za strukturnu, morfološku i elektrohemijsku karakterizaciju katodnih materijala. Sve je praćeno šemom i tabelarnim prikazom u cilju što lakšeg i jasnijeg razumijevanja načina dobijanja i ispitivanja pripremljenih materijala.

Poglavlje **Rezultati i diskusija** podijeljeno je na šest cjelina. U prvoj cjelini je detaljno opisano dobijanje svih devet materijala, sa jasnim slikovitim prikazom toka sinteze. Na kraju cjeline je diskutovano na koji način je promjena pH vrijednosti uticala na dobijanje miješanog polianjonskog jedinjenja. U drugoj cjelini su prikazani difraktogrami dobijeni rendgenostrukturnom difrakcijom praškastih materijala, gdje je i identifikovan fazni sastav svakog pojedinačno. Nastavljena je diskusija iz prve cjeline ovog poglavlja koja se odnosi na uticaj promjene pH vrijednosti tokom sinteze na dobijanje miješanog polianjonskog jedinjenja. Takođe je objašnjeno zbog čega je od izuzetno velikog značaja da se difraktogram miješanih fosfata-pirofosfata prikazuje već

od $2\theta = 5^\circ$ a ne 15° kako je obično prikazano u literaturi. U trećoj cjelini je simultanom termogravimetrijskom i diferencijalno termalnom analizom prikazan i izračunat sadržaj ugljenika u svakom pripremljenom materijalu. Takođe je uz pomoć DT dijagrama objašnjeno kako različita kinetika reakcija, koje vode formiranju pirofosfata i miješanih fosfata pirofosfata, utiče na sadržaj ugljenika koji potiče od saharoze. U četvrtoj cjelini su prikazane morfologije pripremljenih materijala na različitim uvećanjima gdje je diskutovano o sličnostima i razlikama u obliku i veličini čestica sa promjenom pH vrijednosti sa i bez saharoze. U petoj cjelini su prikazani infracrveni spektri pripremljenih materijala. Povezujući sa gore navedenim rezultatima još jasnije je objašnjen uticaj pH na tok reakcije formiranja individualnih ili miješanih polianjonskih faza. Posebno je diskutovano o neslaganjima u literaturi kada je u pitanju IC spektar $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ katodnog materijala. Preciznije, pokazano je da IC spektroskopija može biti dodatna metoda za identifikaciju prisustva individualnih pirofosfata pored miješanih fosfata-pirofosfata. U šestoj cjelini su prikazani rezultati dobijeni elektrohemijskim metodama. Detaljno su diskutovane redoks aktivnostima sintetisanih materijala, prvo u vodenom rastvoru NaNO_3 sa ciljem primjene u Na-jonskim baterijama, a zatim i u vodenom rastvoru LiNO_3 sa ciljem primjene u Li-jonskim baterijama. Naglašen je uticaj saharoze na elektrohemijske osobine materijala pripremljenih u prisustvu i odsustvu iste. Pored toga, napravljen je uvid na uticaj faznog sastava na elektrohemijsko ponašanje materijala sintetisanih pri različitim pH od 2 do 7.

U poglavlju **Zaključak** iznijeti su najvažniji rezultati doktorske disertacije i istaknuti zaključci koji iz njih proizilaze.

Poglavlje **Literatura** sadrži pregled naučnih radova, knjiga i drugih izvora (199 navoda).

II Ciljevi doktorske disertacije

I cilj doktorske disertacije se odnosio na sintezu miješanog polianjonskog jedinjenja opšte formule $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ na način da se u postupku metode sagorijevanja gela koriste i fosfatne i pirofosfatne soli zasebno kao reaktanti.

II cilj doktorske disertacije, proistekao iz prvog cilja, jeste uvid na promjenu faznog sastava konačnog materijala kroz uticaj različitih pH vrijednosti (od 2 do 7) pri sintezi gore navedenog materijala (prateći stehiometriju za dobijanje $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ faze). Preciznije, polazeći od stehiometrije za pripremu navedenog materijala metodom sagorijevanja gela (izmjereno pH = 3) u većem udjelu se dobijaju individualni pirofosfati u odnosu na miješane fosfate-pirofosfate, dok tek pri pH = 7 može da se dobije miješana faza u odsustvu individualnih pirofosfata, zadržavajući sve ostale uslove sinteze identičnima.

III cilj doktorske disertacije je obuhvatio dalje ispitivanje svih pripremljenih materijala (pri svim pH vrijednostima, sa i bez saharoze) sa stanovišta primjene u vodenim Na- i Li-jonskim baterijama.

III Najvažniji rezultati doktorske disertacije

U disertaciji je pokazano da se $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7$ faza može uspješno dobiti metodom sagorijevanja gela uz pomoć limunske kiseline kao goriva, uz fosfat i pirofosfat kao reaktante (zaseban izvor fosfata i pirofosfata), samo kada je pH suspenzije podešen na neutralnu vrijednost. Naime, kod ove spontane reakcije (bez podešavanja pH) nastaje druga dominantna faza i to individualni pirofosfati, usled dalje razgradnje fosfata u pirofosfate. Udio ove faze je moguće smanjiti uz povećanje miješanih fosfata-pirofosfata (23 % $\rightarrow$ 42 %), kako pH suspenzije raste (2-3 $\rightarrow$ 6-7), što je kontrolisano količinom limunske kiseline (0.02 $\rightarrow$ 0 mol). Dalje je uočeno da su sitnije čestice karakteristične za individualne pirofosfate, a kako raste sadržaj miješanih fosfata-pirofosfata, javljaju se veći aglomerati. Infracrvena spektroskopija i ciklična voltametrija su predložene kao pomoćne metode uz rendgenostrukturnu difrakciju praha za identifikaciju frakcije $\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ u $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2\text{P}_2\text{O}_7/\text{Na}_2\text{FeP}_2\text{O}_7$ smješi, budući da su te metode prepoznate kao vrlo osjetljive na male količine individualnih pirofosfata. Dodatno, nekoliko uzoraka s različitim težinskim udjelima ovih faza, omogućilo je nedvosmisleno dodjeljivanje vibracionih modova ovih faza i uspješnu korelaciju cikličnih voltamograma s faznim sastavom. Uočeno je karakteristično ponašanje za heterostrukturu, s visokom i niskom količinom miješane faze u elektrolitu koji sadrži jone Na. Pri ispitivanju kompozita, sintetisanih pri pH $\approx$ 3 u vodenom rastvoru LiNO_3 , uočeno je da dolazi do zamjene jona Na sa jonima Li, u određenoj mjeri, kod obje faze prisutne u kompozitu, što je potvrđeno njihovim redoks ponašanjem. Dobijene vrijednosti specifičnih kapaciteta su mnogo veće u rastvoru NaNO_3 (69 mAh g^{-1} u LiNO_3 u odnosu na 111 mAh g^{-1} u NaNO_3 pri gustini struje od 0.25 A g^{-1}). Takođe, pri ispitivanju kompozita sintetisanog pri pH $\approx$ 7 u vodenom rastvoru LiNO_3 , uočeno je da dolazi do uspješne zamjene ovih jona i da slično kao i u literaturi, pri ovakvoj elektrohemijskoj zamjeni se dobija miješani Na/Li katodni materijal za litijum-jonske baterije. Zaključeno je da prisustvo jona Na^+ u procesima interkalacije/deinterkalacije svakako stabilizuje strukturu NFPP materijala, dok prisustvo Li^+ jona čini strukturu manje stabilnom pri većim gustinama struje i brzinama polarizacije.

IV Mišljenje i zaključci komisije

Komisija smatra da je doktorska disertacija MSc Aleksandre Gezović Miljanić, pod nazivom „Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije“ napisana po svim pravilima doktorskih studija na UCG, uz jasno predstavljanje originalnog i obimnog naučno-istraživačkog rada. Kroz disertaciju su jasno postavljeni i riješeni ciljevi istraživanja, uz opsežnu diskusiju svih dobijenih rezultata. O vrijednosti i obimu istraživanja najbolje govore publikovani radovi u prestižnim međunarodnim časopisima:

a) Aleksandra Gezović, Miloš Milović, Danica Bajuk-Bogdanović, Veselinka Grudić, Robert Dominko, Slavko Mentus, Milica J. Vujković, An effective approach to reaching the theoretical capacity of a low-cost and environmentally friendly $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$

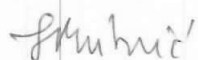
cathode for Na-ion batteries, *Electrochimica Acta*, 476 (2024) 143718
<https://doi.org/10.1016/j.electacta.2023.143718> (IF = 6.6) i

b) A. Gezović#, M.J. Vujković#,*, M. Milović, V. Grudić, R. Dominko, S. Mentus, Recent developments of $\text{Na}_4\text{M}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ as the cathode material for alkaline-ion rechargeable batteries: challenges and outlook, *Energy Storage Materials*, 37 (2021) 243-273 <https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.02.011> (IF = 20.4).

Stoga, Komisija jednoglasno predlaže Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta da prihvati pozitivnu ocjenu urađene doktorske disertacije kandidata MSc Aleksandre Gezović, pod nazivom „**Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije**” i uputi je u dalju proceduru za odobravanje javne odbrane.

Podgorica, 03. 06. 2024. godine

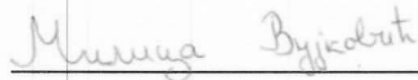
Komisija



Dr Ivana Bošković, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore (predsjednik komisije)



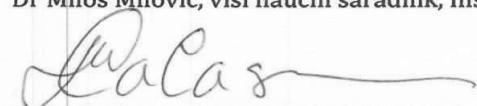
Dr Veselinka Grudić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore (mentor)



Dr Milica Vujković, naučni savjetnik, Univerzitet u Beogradu i gostujući predavač, Univerzitet Crne Gore (komentor)



Dr Miloš Milović, viši naučni saradnik, Institut tehničkih nauka SANU (član komisije)



Dr Martin Čalasan, vanredni profesor, Univerzitet Crne Gore (član komisije)

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

- Prof. dr Veselinka Grudić, dekanka -

- Komisija za doktorske studije -

PREDMET: Evaluacija doktorske disertacije doktorantkinje mr Aleksandre Gezović „Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za primjenu u litijum/natrijum-jonskim baterijama”, korišćenjem softvera Ithenticate

Poštovani,

Saglasno članu 9 Odluke o korišćenju softvera za utvrđivanje plagijata na Univerzitetu Crne Gore, Odbor za doktorske studije izvršio je provjeru elektronske verzije doktorske disertacije doktorantkinje mr Aleksandre Gezović „Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za primjenu u litijum/natrijum-jonskim baterijama”, koju je dostavio Metalurško-tehnološki fakultet Univerziteta Crne Gore. Nakon izvršene provjere, ustanovljeno je da u elektronskoj verziji doktorske disertacije nema elemenata koji bi se mogli tumačiti kao plagijat, saglasno kriterijumima propisanim članom 8 Odluke o korišćenju softvera za utvrđivanje plagijata na Univerzitetu Crne Gore. U skladu sa navedenim, postupak ocjenjivanja doktorske disertacije doktorantkinje mr Aleksandre Gezović može da se nastavi prema Pravilima doktorskih studija.

Srdačan pozdrav,

Broj: 01/2-1936/2

Podgorica, 17. 04. 2024. godine



predsjednik Odbora za doktorske studije
Prof. dr Boris Vukićević



Univerzitet Crne Gore
Centralna univerzitetska biblioteka
adresa / address: Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone: 00382 20 414 245
fax: 00382 20 414 259
mail: cub@ucg.ac.me
web: www.ucg.ac.me
Central University Library
University of Montenegro

Broj / Ref
Datum / Date

01/6-L6-1936/6
24. 06. 2024.

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Broj: 1275 24
Podgorica: 24. 06. 2024. god.

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURŠKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Dekan

Prof. dr Veselinka Grudić

Poštovana profesorice Grudić,

U prilogu ovog akta dostavljamo Vam doktorsku disertaciju pod nazivom: „**Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije**“ i Izvještaj Komisije o ocjeni doktorske disertacije, kandidatkinje mr Aleksandre Gezović, koja je u skladu sa članom 42 stav 3 Pravila doktorskih studija dostavljena **Centralnoj univerzitetskoj biblioteci** 06. 06. 2024. godine, na uvid i ocjenu javnosti.

Na navedeni rad nije bilo primjedbi javnosti u predviđenom roku od 15 dana.

Molimo Vas da nam nakon odbrane, a u skladu sa Pravilima doktorskih studija, dostavite konačnu verziju doktorske disertacije.

S poštovanjem,



DIREKTOR

mr Bosiljka Cicmil

Pripremila:

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

JELENA MARTINOVIĆ
DRUŠTVO

MARIJA JOVIČEVIĆ
NEDJELJNO IZDANJE

Urednici

JOVAN NIKITOVIĆ
KULTURA

MARIJA ŽIŽIĆ
CRNA HRONIKA

DRAGICA ŠAKOVIĆ
CRNOM GOROM

NIKOLA SEKULIĆ
HRONIKA PODGORICE

JOVAN TERZIĆ
ARENA

SLOBODAN ČUKIĆ
FELJTON I ARHIV

MARKO MILOŠEVIĆ
DIZAJN

DRAGAN MIJATOVIĆ
FOTOGRAFIJA

LOGOTIP POBJEDE

Miloš Milošević i Nikola
Latković (2019), inspiracija
Anton Lukateli (1944)

PORTAL POBJEDE

Urednica

UNIVERZITET CRNE GORE
METALURSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

Obavještenje

DAJE SE NA UVID JAVNOSTI

Doktorska disertacija: „Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za litijum/natrijum-jonske baterije“, doktoranta MSc Aleksandre Gezović, saradnika u nastavi na MTF, kao i Izvještaj Komisije za ocjenu doktorske disertacije, u sastavu:

- 1.Prof. dr. Veselinka Grudić, redovni profesor, UCG - MTF, Podgorica, mentor,
- 2.Dr Milica Vujković, naučni savjetnik, UB - Fakultet za fizičku hemiju i gostujući predavač Centra za interdisciplinarnu i multidisciplinarnu studiju UCG,
- 3.Prof. dr Ivana Bošković, redovni profesor, UCG - MTF, Podgorica, član,
- 4.Dr Miloš Milović, viši naučni saradnik, Institut tehničkih nauka, SANU, Beograd,
- 5.Prof. dr Martin Čalasan, vanredni profesor, UCG - ETF, Podgorica.

Primjerak doktorske disertacije, Izvještaj Komisije i Izvještaj Odbora za doktorske studije o provjeri doktorske disertacije putem softvera za utvrđivanje plagijata, nalaze se i mogu se pogledati u Centralnoj univerzitetskoj biblioteci i Biblioteci Tehničkih fakulteta i PMF.

Eventualne primjedbe se dostavljaju Vijeću Metalurško-tehnološkog fakulteta u Podgorici, u roku od 15 dana od dana objavljivanja obavještenja.

Poslovni broj : I.br.213/24

Javni izvršitelj Ivan Petrović iz Podgorice, Njegoševa br. 45 (PG Petrović) u pravnoj stvari izvršnog povjerioca, Royal Invest doo, Bar, PIB:02643863, koga zastupa punomoćnik Saša Vujačić advokat iz Podgorice, Bulevar Ivana Omojevića br.56/2, protiv izvršnog dužnika Košuta Nusreta iz Ucinja, adresa prebivališta Donji Štoj ulica br.19,

prostorijama AuaS banke AL „Budućnosti“) u Podgorici, u odnosu, dana 27. 06. 202

3. Uslovi javnog nadmetanja:

Pravo da učestvuju na javni depozit za učešće na javnoj najkasnije do dana 26. 06. 2

Depozit se uplaćuje na transakcija u stečaju (instrukcija ME2551000000001025759)

Svi troškovi uplate depozita

Učesnici postupka javnog n i dokumentaciju: fizička lica – naziv i sjedište, registarsk fotokopiju ne stariju od 15 d pečatom ovlašćenog lica, k Predstavnicu pravnih lica na gu vrstu lične isprave na osi vrstu lične isprave na osnov

Registracija učesnika će se prije početka javnog nadme

Licitacioni korak za:
- LN broj 2707 KO Budva iz
- LN broj 1916 KO Sutomon

„Pobjeda“, 07.06.2024.

Broj 869
25.04.2024. god.

Na osnovu člana 32 stav 1 tačka 14 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 41 Pravila doktorskih studija, Senat Univerziteta Crne Gore, u postupku razmatranja predloga Vijeća Metalurško-tehnološkog fakulteta i utvrđivanja ispunjenosti uslova iz Pravila doktorskih studija za ocjenu doktorske disertacije i dalji rad na disertaciji kandidatkinje mr Aleksandre Gezović, na predlog Odbora za doktorske studije, na sjednici održanoj 23.4.2024. godine, donio je sljedeću

ODLUKU

I

Utvrđuje se da su ispunjeni uslovi iz člana 38 Pravila doktorskih studija za ocjenu doktorske teze i dalji rad na disertaciji „Ekološki polianjonski katodni materijali na bazi fosfata za primjenu u litijum/natrijum-jonskim baterijama“ kandidatkinje mr Aleksandre Gezović.

II

Imenuje se Komisija za ocjenu navedene doktorske disertacije, u sastavu:

1. Dr Veselinka Grudić, redovna profesorica Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore,
2. Dr Milica Vujković, naučna savjetnica Fakulteta za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu i gostujući predavač u Centru za interdisciplinarne i multidisciplinarne studije Univerziteta Crne Gore,
3. Dr Ivana Bošković, redovna profesorica Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore,
4. Dr Miloš Milović, viši naučni saradnik Instituta tehničkih nauka, SANU, Beograd,
5. Dr Martin Čalasan, vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore

III

Zadatak Komisije je da, u roku od 45 dana od dana imenovanja podnese Vijeću organizacione jedinice izvještaj koji sadrži ocjenu doktorske disertacije i poseban izvještaj o procjeni originalnosti navedene doktorske disertacije.

IV

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

Broj: 03- 1936/4
Podgorica, 23.4.2024. godine

PREDSJEDNIK SENATA

Prof. dr Vladimir Božović, rektor

