

**NASTAVNO – NAUČNOM VEĆU STOMATOLOŠKOG
FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na petoj redovnoj sednici Nastavno – naučnog veća Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 27.06.2023. godine, imenovana je Komisija u sastavu:

dr Vojkan Lazić, redovni profesor, Stomatološki fakultet, Beograd

dr Igor Đorđević, vanredni profesor, Stomatološki fakultet, Beograd

dr Branimir Grgur, redovni profesor, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd

za ocenu završene doktorske disertacije pod nazivom „**UTICAJ TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE NA BIOFUNKCIONALNE OSOBINE NIKL-TITANIJUM LEGURE ZA PRIMENU U STOMATOLOŠKOJ PROTETICI**“

Kandidat: dr stom. **Minja Miličić Lazić**

Mentori: Doc. dr **Katarina Radović**

Prof. dr **Rebeka Rudolf**

Imenovana Komisija je proučila doktorsku disertaciju i podnosi Nastavno – naučnom veću Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sledeći

I Z V E Š T A J

Kandidat dr stom. Minja Miličić Lazić je rođena 19.08.1988. u Beogradu. Integrisane studije stomatologije na Stomatološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu upisuje 2007, a završava ih 2013, sa prosečnom ocenom 8,16. Lekarski staž obavila je na Stomatološkom fakultetu u Beogradu, a državni ispit je položila u januaru 2015. godine. U januaru 2016. godine upisuje specijalističke studije, zdravstvenu specijalizaciju iz oblasti Stomatološke protetike koje završava polaganjem specijalističkog ispita 10.jula 2019, sa ocenom odličan. Doktorske studije kandidatkinja upisuje u oktobru 2018. godine. Položila je sve ispite predviđene nastavnim planom i programom sa prosečnom ocenom 9,93. Svoj radni staž započinje na Klinici za stomatološku protetiku, Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu u svojstvu saradnika u nastavi 2019. godine. Učestvovala je u jednom međunarodnom projektu SLO/SRB *Proizvodnja i karakterizacija materijala sa memorisanim oblikom za primenu u stomatologiji i nautici*, finansiranom od strane

Evropske Unije, u saradnji sa Ministarstvom prosvete, nauke i tehnološkog razvoja br.451-03-9/2021-14/200129. Trenutno je angažovana kao kooperant na projektu *Razvoj nove legure zlata sa germanijumom (Au-Ge) za primenu u stomatologiji, proizvodnji nakita i industriji* u okviru 17091 GOLD-GER Eureka projekta br.337-00-00294/2021-09/07. Tokom 2018. učestvovala je na kursu *Maxillofacial Rehabilitation for Maxillofacial Surgeons, Prosthodontists and Orthodontists* u Beogradu. Pored toga, 2021. učestvovala je na kursu iz implantat-protetike, *2021 Melbourne ITI education week*. Tokom 2023. pohađala je kontinuirani kurs iz implantat-protetike *EAO First Certificate in Implant Dentistry* organizovanog od strane Evropske asocijacije za oseointegraciju. Do sada je objavila 3 rada na SCI listi.

A. Prikaz sadržaja doktorske disertacije

Doktorska disertacija dr stom. Minje Miličić Lazić pod nazivom „*Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje na biofunktionalne osobine nikel-titanijum legure za primenu u stomatološkoj protetici*“ napisana je na 111 strana, i ilustrovana sa 15 tabela, 1 grafikonom, 45 slika i 163 literaturna navoda.

Disertacija sadrži: sažetak na srpskom i engleskom jeziku, uvod i naučnu osnovu problema, pregled literature, ciljeve istraživanja, materijal i metode, rezultate, diskusiju, zaključke, i literaturu.

U **Uvodu** kandidatkinja detaljno opisuje predmet istraživanja disertacije. U prvom delu uvoda opisana su funkcionalna obeležja nikel-titanijum legura, tj. mogućnost da zapamte željeni oblik i superelastičnost, koji se ispoljavaju kao makroskopski vidljive promene uzrokovane jedinstvenom kristalografskom transformacijom. U radu je dat detaljan opis medicinskih i stomatoloških uređaja od nikel-titanijum legure koji se koriste u terapijske svrhe. Svojtvo dvosmernog efekta pamćenja oblika, osiguralo je primenu legure u stomatološkoj protetici za izradu retencionih elemenata, tzv. memorijskog abatmenta u implantat-protetici. U literaturi se mogu naći podaci u vezi sa ispitivanjem svojstava nikel-titanijum legure za izradu kukica, obzirom na to da niži modul elastičnosti ove legure u odnosu na leguru Co, Cr i Mo osigurava veću fleksibilnost uz smanjenje trajne deformacije.

Ipak, kandidatkinja ukazuje na činjenicu da je približan ekvatomski odnos nikla i titanijuma razlog skepse među kliničarima, obzirom na to da je nikel poznat kao najjači biološki senzibilizator. U nastavku uvoda opisana je važnost tkivne kompatibilnosti, koja podrazumeva hemijsku inertnost legure sa biološkim okruženjem. Ovo svojstvo moguće je osigurati ukoliko se ispune zahtevi koji se tiču otpornosti na degradaciju, a pre svega na koroziju. Sa stanovišta

korozionog ponašanja, ove legure pripadaju grupi pasivnih legura, koje karakteriše svojstvo formiranja površinskog oksida.

Navodeći naučnu osnovu problema, kandidatkinja ističe značaj rasvetljavanja zaštitne uloge oksidnog sloja pasivnih legura, njegovih karakteristika u pogledu integriteta i homogenosti, u cilju boljeg razumevanja interakcije nikel-titanijumskih legura sa biološkim okruženjem.

Opasnost od razvoja korozije na nikel-titanijumskim naoknadama u stomatologiji naglašena je iz dva ključna razloga. Prvi faktor je u vezi sa prirodom tkivnih fluida u usnoj duplji, a drugi faktor je u vezi sa konstantnim dejstvom sila kompresije i zatezanja usled cikličnih opterećenja.

Kandidatkinja se opredelila da biofunktionalne osobine nikel-titanijum legure poredi u kontekstu različitih tehnoloških postupka proizvodnje. Kao polaznu ideju za ovaj vid studije ističe činjenicu da su rezultati dosadašnjih istraživanja pokazali da je planskim podešavanjem proizvodnih parametara (jačina struje koja meša rastop, temperature predgrevanja, brzina livenja i očvršćavanja rastopa, kao i krajnje dimenzije dobijenih odlivaka) moguće uticati na fizičko-hemijska svojstva gotovih proizvoda koji se koriste u stomatologiji.

Kandidatkinja je postavila sledeću **Hipotezu** istraživanja: Kontinualno livenje, kao tehnološki proces, omogućilo bi izradu proizvoda od nikel-titanijum legure boljih biofunktionalnih osobina u odnosu na proizvode na tržištu.

U poglavlju **Ciljevi** istraživanja formulisano je i studijom opravdano više istraživačkih ciljeva.

Glavni cilj israživanja:

Prikazati proces kontinualnog livenja nikel-titanijum legure i uporediti biofunktionalne karakteristike proizvoda dobijenih datim tehnološkim postupkom sa sličnim proizvodima koji se već nalaze na tržištu.

Bliži ciljevi istraživanja:

1. Uspostaviti optimalni model proizvodnje legura nikel-titanijum za upotrebu u stomatologiji.
2. Nakon karakterizacije hemijskog sastava legure, identifikovati površinsku i subpovršinsku strukturu, sa ciljem definisanja stepena homogenosti površinskog sloja.
3. Merenje koncentracije otpuštenih jona metala u rastvorima veštačke pljuvačke u *in vitro* uslovima.
4. Merenje korozione otpornosti legura.
5. Određivanje stepena citotoksičnosti legura nikel-titanijum.

U poglavlju **Materijal i metode** detaljno je opisan način pripreme uzoraka koji su bili podeljeni u dve grupe, eksperimentalnu i kontrolnu. Eksperimentalnu grupu uzoraka činili su uzorci proizvedeni kontinualnim livenjem u obliku šipki. Kontrolnu grupu činili su komercijalno dostupni uzorci legure proizvedeni klasičnim postupkom livenja, odnosno pretapanjem u vakuum peći sa elektrootpornim zagrevanjem i finalnim livenjem u različite ingote. Nakon dobijanja poluproizvoda, sečenje uzoraka u oblike pogodne za istraživanje vršeno je metodom bezkontaktne elektroerozivne obrade.

Mikrohemijska analiza svih uzoraka, eksperimentalne i kontrolne grupe, izvršena je na energijski disperzivnom spektroskopu (SEM/EDX analiza). Dodatna potvrda hemijskog sastava određena je rendgenskom fluorescentnom metodom (XRF analiza). Detaljno ispitivanje mikrostrukture i vidljivost različitih faza uzoraka obavljena je korišćenjem SEM uređaja opremljenog analitičkim tehnikama difrakcije povratnog raspšenja elektrona (EBSD analiza). Mikrostruktura ispitivanih uzoraka posmatrana je u propuštenoj svetlosti optičkog mikroskopa, pri čemu je broj zrna određen ASTM metodom.

Tvrdoću i miktrotvrdoću uzoraka kandidatkinja je ispitala statičkom metodom po Vickersu, nakon čega je vršena analiza otiska nastalog usled plastične deformacije klasično i kontinualno livene legure.

Koroziona otpornost kontrolne i eksperimentalne grupe uzoraka analizirana je kroz tri grupe eksperimenata: analitičke metode, elektrohemijske metode, i metode vizuelnog pregleda površine uzoraka. U cilju ispitivanja postojanosti legura u rastvorima različite kiselosti korišćena je analitička metoda (ICP-OES analiza). Testiranja su obavljena u okviru sedmodnevnih testova uranjanja.

Nakon toga, primenjene su elektrohemijske metode kojima je kroz merenje korozionog potencijala i polarizacione otpornosti poređena kinetika korozionog procesa klasično i kontinualno livene niki-titanijum legure. Konačno, na osnovu vizuelnog pregleda površine legura makro i mikroskopski zabeleženim snimcima, detektovan je stepen zahvaćenosti površine legura korozijom.

Po završenim testovima korozije sprovedena je analiza karakteristika novoformiranog oksida na obe grupe uzoraka tehnikom jonskog sečenja (FIB analiza). Na mestima gde je ostvaren kontakt primarnog snopa jona galijuma sa korozionim produktima legure, izvršena je hemijska analiza i detekcija prisutnih elemenata (SEM/EDX analiza) unutar novoformiranog površinskog sloja.

Biokompatibilnost ispitivanih legura kandidatkinja je ispitala na ćelijskoj kulturi fibroblasta humanog porekla izolovanih iz gingive. Eksperimentalno istraživanje je izvedeno u Laboratoriji za ćelijske kulture, Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. U cilju vizuelne detekcije prisutnih ćelija na ispitivanim materijalima rađena je skenirajuća elektronska mikroskopija uzoraka na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu. Ispitivanje citotoksičnosti

izvedeno je prema zahtevima standarda za biološko vrednovanje medicinskih sredstava (ispitivanje citotoksičnosti u in vitro uslovima ISO 10993-5: 2009). Tokom studije, analizirana je citotoksičnost prilikom direktnog kontakta ćelija sa materijalom, kao i indirektnog kontakta ćelija i materijala (otpuštenih molekula materijala u medijum za kulturu). Citotoksičnost materijala, nakon odgovarajućih vremenskih intervala, merena je kroz procenu vijabilnosti ćelija direktnom metodom- MTT (3-(4,5-Dimetiltiazol-2-yl)-2,5-dipeniltetrazolium bromid) testom. Citotoksičnost je praćena u dva vremena: nakon 24 časa i 7 dana.

Od deskriptivnih statističkih pokazatelja korišćeni su srednja vrednost, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrednost. U proceni značajnosti razlike u tvrdoći između ispitivanih legura korišćen je t-test nezavisnih uzoraka. Kvantil-kvantil grafička tehnika korišćena je da bi se utvrdila distribucija podataka u okviru rezultata debljine novoformiranih oksidnih slojeva nakon testova korozije. Za potrebe poređenja rezultata vijabilnosti ćelija u kontaktu sa kontrolnom i eksperimentalnom grupom legura korišćen je t-test nezavisnih uzoraka. Test dvofaktorske analize varijanse korišćen je za procenu uticaja legura korišćenih u studiji i vremena proteklog od kontakta sa ćelijama na njihovu vijabilnost.

Poglavlje **Rezultati** podeljeno je na pet delova. U prvom delu opisani su **rezultatati ispitivanja hemijske karakterizacije** kontinualno i klasično livene legure. Rezultati dobijeni na bazi spektralnih podataka EDX analize su pokazali da je maseni udeo nikla bio veći u kontinualno livenim uzorcima u odnosu na klasično livene uzorke. Ovi rezultati potvrđeni su i XRF analizom. U drugom delu, na osnovu fazne raspodele u mikrostrukturi klasično livenih uzoraka, utvrđeno je da postoje dve faze (NiTi kubna faza, tj. matriks, i Ni₃Ti heksagonalna), što ukazuje jasno da se radi o hipoeutektičkoj leguri. Sa druge strane, uzorak kontinualno livene legure se pokazao kao trofazni sistem zbog prisustva dodatne NiTi₂ kubične faze. **Rezultati mikrostrukturne analize** ispitivanih uzoraka su pokazali manja zrna i finiju mikrostrukturu kod kontinualno livenih uzoraka u odnosu na klasično livene uzorke. Rezultati su pokazali da je za klasično livenu leguru ASTM broj zrna po 1 mm² bio 4 puta manji u poređenju sa kontinualno livenom legurom. ASTM broj zrna se povećavao sa smanjenjem veličine zrna.

Saglasno sa analizom mikrografije, u okviru trećeg dela, **rezultata mehaničkih osobina**, kontinualno livena legura je pokazala statistički značajno veće vrednosti tvrdoće i mikrotvrdoće u odnosu na klasično livenu leguru. Naši rezultati pokazali su da je u obe legure sadržaj nikla bio veći u odnosu na sadržaj titanijuma, što je preduslov za osobinu superelastičnosti koja je svojstvena isključivo binarnim legurama sa većom zastupljenošću nikla.

U okviru **rezultata korozionih ispitivanja**, ustanovljeno je različito ponašanje obe grupe uzoraka kada se nađu u rastvorima različite kiselosti. Testovi uranjanja sprovedeni tokom 7 dana

pokazali su različite koncentracije oslobođenih jona iz klasično i kontinualno livene legure samo u kiseloj sredini. Očekivano, obe grupe uzoraka nisu pokazale značajnu razliku u koncentraciji oslobođenih jona u sintetskom rastvoru veštačke pljuvačke (pH 6,5), niti su oslobođene količine bile klinički značajne. Analizom rezultata korozionog ponašanja klasično i kontinualno livenih uzoraka u rastvoru mlečne kiseline (pH 2,3), ustanovljeno je da je supresija jona nikla bila je veća od dozvoljenih vrednosti iz obe grupe uzoraka. Ipak, rastvori sa testiranim uzorcima su se značajno razlikovali u koncentraciji detektovanih jona metala. Migracija jona nikla bila je dva puta manja, a titanijuma tri puta manja iz testiranih (kontinualno livenih) u odnosu na kontrolne uzorke (klasično livene). Sečenjem oksidnog sloja usmerenim jonskim snopom i naknadnim merenjem ustanovljena je ista debljina oksida na klasično i kontinualno livenim uzorcima. Rezultati hemijske analize korozionih površinskih produkata pokazali su prisustvo kiseonika u svim mernim tačkama što govori u prilog da je oksid formiran na obe grupe uzoraka. Ipak, manja migracija jona Ni i Ti iz kontinualno livene legure ukazuje da je homogenost oksidnog filma bila mnogo važnija od njegove debljine.

Rezultati ispitivanja korozionog potencijala u okviru elektrohemijskog testiranja pokazali su da je potencijal obe legure pozitivirao u funkciji vremena. Ipak, kontinualno liveni uzorak uspostavio je negativniju vrednost korozionog potencijala, a time i bolju korozionu stabilnost u odnosu na klasično liveni uzorak.

Porast gustine anodne struje nedvosmisleno ukazuje na obostrano rastvaranje legura. Uočava se da su u okolini korozionog potencijala ove legure iste, i da tek na višim potencijalima kontinualno livena legura pokazuje bolju korozionu stabilnost, i to za oko 3 puta što je u studiji i ilustrovano prikazano kroz Evansov dijagram.

Vizuelnim pregledom površine uzoraka nakon testova korozije ustanovljeni su jamičasti defekti nastali tokom kontakta obe grupe ispitivanih uzoraka sa rastvorom mlečne kiseline, natrijum sulfida i natrijum hlorida.

Rezultati biokompatibilnosti pokazali su da je mitohondrijalna aktivnost ćelija koje su uzgajane direktno na testiranim uzorcima bila veća u oba vremenska intervala u poređenju sa kontrolnim uzorcima sa tendencijom proliferacije tokom vremena posmatranja. Ipak, pri kontaktu fibroblasta sa molekulima materijala u medijumu za ćelijsku kulturu (indirektni kontakt) primećeno je da nakon dvedesetčetvoročasovnog porasta broja ćelija, sedmog dana po tretmanu dolazi do pada ukupne metaboličke aktivnosti ćelija u kulturi. Ipak, dobijene vrednosti nisu ukazale na subtoksične ni letalne toksične doze.

Diskusija je u doktorskoj disertaciji podeljena na tri dela.

U početnom delu **diskutovani su rezultati hemijske karakterizacije uzoraka**. Analize

hemijskog sastava ukazuju da postoji razlika između klasično i kontinualno livene legure, što je posledica različitih proizvodnih procesa. Kandidatkinja nadalje u diskusiji navodi da je odstupanje od ciljanog sastava koje je posebno uočeno kod kontinualno livenih uzoraka, posledica slabog mešanja na dnu lonca. Sa tim u vezi, naknadna istraživanja bi trebalo da budu usmerena na pronalaženje uslova optimalnih frekvencija i samim tim na pravilno mešanje. Dodatno, pronađene su i razlike u mikrostrukturnoj analizi klasično i kontinualno livenih uzoraka. Identifikacija dodatne NiTi₂ faze u kontinualno livenim uzorcima smatrala se poželjnom, obzirom da je dokazano da pri hlađenju legure, upravo zone ove faze predstavljaju centre nukleacije martenzitnih zrna, nosioca efekta memorije oblika, što je presudan faktor za primenu u okviru abatmenta sa memorijskim oblikom u implantat-protetici. Daljom metalografskom analizom potvrđeno je da kontinualno livena legura ima manja zrna i finiju mikrostrukturu u odnosu na klasično livenu nikel-titanijum leguru. Kandidatkinja navodi da su uzrok tome deformacije u strukturi zrna klasično livene legure koje se dešavaju tokom neizostavnog postupka valjanja ili izvlačenja poluproizvoda u cilju dobijanja ingota manjih dimenzija. Varijacije u težinskom procentu elemenata između kontrolne i eksperimentalne grupe uzoraka takođe su bile odgovorne za mikrostrukturne razlike, obzirom na to da je dobro dokumentovano da dopunske centre nukleacije omogućavaju teško topivi metali. U kontinualno livenoj leguri, veći maseni udeo nikla uticao je na povećanje broja klica tokom procesa nukleacije metalnih zrna.

U drugom delu diskusije kandidatkinja je diskutovala koroziону otpornost legura. Navodi se da su podaci u literaturi u vezi sa postojanošću nikel-titanijum legura u različitim koroziönim sredinama nekonzistentni. Evaluacijom sveobuhvatnih rezultata u našoj studiji zabeležena je koroziönna postojanost i klasično i kontinualno livene legure u pH neutralnom rastvoru sintetske pljuvačke. Međutim, ustanovljena je koroziönna nestabilnost obe grupe uzoraka u kiselim rastvorima i rastvorima bogatim jonima Cl⁻. Lošija koroziönna stabilnost klasično livene u odnosu na kontinualno livenu nikel-titanijum leguru ukazuje da su tome doprinele i strukturne promene nastale usled mašinske obrade klasično livene legure. Što su zrna unutar mikrostrukture materijala veća - legura je manje koroziönno rezistentna. Takođe, razlike u faznoj strukturi i prisustvo kubične NiTi₂ faze u kontinualno livenoj leguri mogu biti razlog njene bolje polarizacione otpornosti.

U trećem delu diskusije kandidatkinja je diskutovala rezultate biokompatibilnosti ispitivanih uzoraka. Pored toga što su obe legure pokazale zadovoljavajuću biokompatibilnost pri direktnom i indirektnom kontaktu materijala i ćelija fibroblasta, zapaženo je da je veća ćelijska proliferacija ostvarena pri direktnom kontaktu fibroblasta sa ispitivanim legurama. Ovo je posledica bolje adhezije fibroblasta za površinski oksid, obzirom na navode u literaturi da je medijum za ćelijsku kulturu sredina u kojoj dolazi do reaktivnosti titanijuma i nikla sa kiseonikom što rezultira formiranjem oksida na površini nikel-titanijum uzoraka. Imajući u vidu činjenicu da oksid nije bio

prisutan u rastvoru kojim su tretirane ćelije samo sa ekstraktima materijala, očekivana je manja ćelijska proliferacija pri indirektnom testu biokompatibilnosti.

Zaključci su izneti sažeto i jasno, po redosledu prikazanih rezultata:

1. Za razliku od klasičnog livenja u kalupe, tehnologija kontinualnog livenja daje mogućnost dobijanja odlivaka malih dimenzija. Na taj način smanjena je potreba za daljim postupcima hladne ili tople obrade.
2. Iako tehnologija kontinualnog livenja rezultira različitim hemijskim sadržajem Ni i Ti, ova činjenica ne utiče negativno na biološke karakteristike dobijene legure. Pored toga, pošto nije bilo potrebe za sekundarnim proizvodnim procesima, mikrostruktura uzoraka za kontinualno livenje je pokazala manja zrna i veću homogenost mikrostrukture u poređenju sa klasično livenom legurom.
3. Analizirajući uticaj hemijskog sastava legura na tvrdoću, uočena je linearna zavisnost između sadržaja nikla i većih vrednosti tvrdoće kod kontinualno livenih uzoraka.
4. Testovima korozione postojanosti legura u rastvorima pH neutralne veštačke pljuvačke nije uočena razlika u koncentraciji otpuštenih metalnih jona iz obe grupe uzoraka, niti su dobijene vrednosti bile klinički značajne; dok je u slučaju uranjanja uzoraka u kiselu sredinu manja supresija Ni i Ti jona zabeležena iz legure nikel-titanijum dobijene kontinualnim livenjem. Dakle, može se zaključiti da je kontinualno livena legura otpornija na koroziju, iako su obe grupe uzoraka pokazale skoro istu debljinu oksidnog sloja.
5. MTT testom mitohondrijske aktivnosti ćelija pokazana je zadovoljavajuća biokompatibilnost pri direktnom i indirektnom kontaktu ćelija fibroblasta humanog porekla sa ispitivanim uzorcima.

Poglavlje **Literatura** sadrži 163 adekvatno citirane reference iz relevantne naučne literature.

B. Objavljeni radovi koji čine deo doktorske disertacije

Milić Lazić Minja, Majerić P, Lazić V, Milašin J, Jakšić M, Trišić D, Radović K. Experimental Investigation of the Biofunctional Properties of Nickel–Titanium Alloys Depending on the Type of Production. *Molecules*. 2022 Jan; 27(6):1960. doi:10.3390/molecules27061960

IF(2021)=4.927

Provera originalnosti doktorske disertacije

Na osnovu pravilnika o postupku provere originalnosti doktorskih disertacija koje se brane na Univerzitetu u Beogradu, i nalaza u izveštaju iz programa *iThenticate* kojim je izvršena provera originalnosti doktorske disertacije autora dr stom. Minje Miličić Lazić pod nazivom „Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje na biofunktionalne osobine nikel-titanijum legure za primenu u stomatološkoj protetici“, utvrđeno je da podudaranje teksta iznosi **5%**. Dobijeni stepen podudarnosti posledica je prethodno publikovanih rezultata doktorandovih istraživanja, koji su proistekli iz ove disertacije, kao i korišćenja standardnih izraza iz oblasti istraživanja, naziva hemikalija, korišćene aparature, opštih mesta i podataka, što je u skladu sa članom 9. Pravilnika o postupku provere originalnosti doktorskih disertacija koje se brane na Univerzitetu u Beogradu i ukazuje na originalnost doktorske disertacije.

C. Zaključak (obrazloženje naučnog doprinosa)

Doktorska disertacija „Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje na biofunktionalne osobine nikel-titanijum legure za primenu u stomatološkoj protetici“ dr stom. Minje Miličić Lazić predstavlja originalan i značajan naučni doprinos u okviru ispitivanja biofunktionalnih osobina nikel-titanijum legure, uz posebnu pažnju posvećenu analizi korozivnih i bioloških karakteristika izlivenih objekata ove legure.

Imajući u vidu da mehaničke i biološke karakteristike legure zavise od tehnoloških procesa njenog oblikovanja u zubnu nadoknadu, od velikog je značaja utvrđivanje optimalnih parametara proizvodnje u okviru kontinualnog livenja, i naknadno ispitivanje biološke karakterizacije izlivenih objekata dobijenih ovom metodom. Postizanjem boljeg razumevanja zavisnosti proizvodnog procesa i biofunktionalnih osobina Ni-Ti legura osigurana je mogućnost njihove bezbedne primene. Ova vrsta izrade može doprineti široj upotrebi Ni-Ti legure u stomatologiji.

Doktorska disertacija dr stom. Minje Miličić Lazić urađena je prema svim principima naučnog istraživanja, sa jasno definisanim ciljevima istraživanja, jedinstvenim naučnim pristupom, savremenom metodologijom rada, precizno prikazanim i diskutovanim rezultatima i jasno uobličanim zaključcima.

Nakon uvida u dostavljeni tekst komisija je jednoglasno ocenila da doktorska disertacija pod nazivom „Uticaj tehnološkog procesa proizvodnje na biofunktionalne osobine nikel-titanijum legure za primenu u stomatološkoj protetici“ dr stom. Minje Miličić Lazić predstavlja originalno, samostalno i dobro dokumentovano istraživanje.

Doktorska disertacija ispunjava sve kriterijume propisane Zakonom o Univerzitetu i statutima Univerziteta i Stomatološkog fakulteta u Beogradu.

Na osnovu svega navedenog, Komisija predlaže Nastavno – naučnom veću Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu da prihvati pozitivan izveštaj za ocenu doktorske disertacije dr stom. Minje Miličić Lazić i odobri njenu javnu odbranu.

U Beogradu, _____

Članovi Komisije:

Prof. dr Vojkan Lazić

Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Igor Đorđević

Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Branimir Grgur

Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu

