

Факултет Технолошко-металуршки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026 - 35/158

(Број захтева)

8. 5. 2026.

(Датум)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовану комисије за одбрану**

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

КАНДИДАТ **Abdulrraouf (Almuktar Mohammed) Taboun**

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму: **Инжењерство материјала**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)из научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана 27. 5. 2025. својим актом под бр. 61206/2-25 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)

Име и презиме ментора: др Весна Радојевић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Име и презиме ментора 2.: др Милош Петровић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној **5. 3. 2026.**одлуком факултета под бр. 2026-35/76, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Петар Ускоковић	редовни професор	Инжењерство материјала	ТМФ
2.	Др Радмила Јанчић Хајнеман	редовни професор	Инжењерство материјала	ТМФ
3.	Др Душица Стојановић	научни саветник	Инжењерство материјала	ТМФ
4.	Др Ивана Стајчић	виши научни сарадник	Наука о материјала	Институт "Винча"

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности **24. 3. 2026.**Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана **7. 5. 2026.**

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној **7. 5. 2026.**

одлуком факултета под бр. _____ 2026-35/159 _____, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Петар Ускоковић	редовни професор	Инжењерство материјала	ТМФ
2.	Др Радмила Јанчић Хајнеман	редовни професор	Инжењерство материјала	ТМФ
3.	Др Душица Стојановић	научни саветник	Инжењерство материјала	ТМФ
4.	Др Ивана Стајчић	виши научни сарадник	Наука о материјала	Институт "Винча"

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Студент је уписан на докторске студије школске 2019/2020. године.

Решењем декана бр. 20/231 од 3. 12. 2025. године одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до 30. 9. 2028. године

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

др Мирјана Кијевчанин, редовни професор

-
- Прилози:**
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовану Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета



Република Србија
Универзитет у Београду
Технолошко-металуршки факултет

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНОЛОШКО МЕТАЛУРШКИ ФАКУЛТЕТ

Бр. 0025-20/231

03 DEC 2025 год.
БЕОГРАД

На основу члана 101. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета у Београду бр. 201/2018”) и члана 76. Статута Технолошко-металуршког факултета у Београду, као и захтева студента за продужење рока за завршетак студија Декан доноси

РЕШЕЊЕ

о продужењу рока за завршетак студија

Студенту **Abdulrraouf Taboun**, број индекса 2019/4017, уписан у прву годину докторских академских студија школске 2019/2020 године продужава се рок за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма, односно до 30.09.2028 године.



Деканка

Проф. др. Мирјана Кијевчанин

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 41. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 7. 5. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја о оцени докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије у саставу: др Петар Ускоковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет, др Душица Стојановић, научни саветник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Ивана Стајчић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под називом: „**Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)**“ коју је поднео **Abdulrraouf (Almuktar Mohammed) Taboun**, мастер инжењер технологије и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Abdulrraouf (Almuktar Mohammed) Taboun, под називом „**Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications)**“ Одлуком број: 61206/2-25 од 27. 5. 2025. године.

Верификација научних доприноса:

Категорија M21:

1. Taboun, A.; Jovanovic, M.; Petrovic, M.; Stajcic, I.; Pesic, I.; Stojanovic, D. B.; Radojevic, V. (2024). Citric Acid Cross-Linked Gelatin-Based Composites with Improved Microhardness. *Polymers*, 16 (8), 1077. (IF (2023)=4.7) (ISSN: 2073-4360) (<https://doi.org/10.3390/polym16081077>)

Категорија M22:

1. Taboun, A., Stajcic, I., Petrovic, M., Jovanovic, M., Jankovic-Castvan, I., Stojanovic, D. B., & Radojevic, V. (2025). Semi-Solid Extrusion Technique for the Processing of Gelatin-Based Composites with Improved Mechanical Performance. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 64 (17), 2670–2677. (IF (2024)=3.0) (ISSN 2574-0881) (<https://doi.org/10.1080/25740881.2025.2556291>)

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета, менторима, Служби за наставно-студентске послове и Архиви факултета.

ДЕКАНКА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ДУ

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 41. и 42. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 7. 5. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о именовану Комисије за одбрану докторске дисертације

Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације **Abdulrraouf (Almuktar Mohammed) Taboun**, мастер инжењера технологије, са темом под називом „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (**3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications**); у саставу:

1. Др Петар Ускоковић, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
2. Др Радмила Јанчић Хајнеман, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
3. Др Душица Стојановић, научни саветник Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет,
4. Др Ивана Стајчић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Одлуку доставити: Одлуку доставити: члановима Комисије, Универзитету у Београду, Служби за наставно-студентске послове и Архиви Факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале.

Одлуком бр. 2026-35/76 од 5. марта 2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале, под насловом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом” („3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications“)

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Школске 2019/2020. године кандидат Абдулрраоуф Табоун је уписао докторске академске студије на Универзитету у Београду, Технолошко-металуршки факултет, студијски програм Инжењерство материјала.

14. фебруара 2025. кандидат Абдулрраоуф Табоун је предложио тему докторске дисертације под називом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом” (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications).

20. марта 2025. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду донета је одлука (бр. 2025-35/38 од 20. марта 2025.) о именовању чланова Комисије за оцену научне заснованости теме кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије - мастер инжењера за материјале под насловом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом” (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications) у саставу: др Весна Радојевић, редовни професор ТМФ; др Милош Петровић, ванредни професор ТМФ, др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор ТМФ; др Душица Стојановић, научни саветник, ТМФ и др Ивана Стајчић, виши научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча”.

24. априла 2025. на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета, Универзитета у Београду донета је одлука о прихватању теме докторске дисертације под насловом „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications), а за менторе су именовани др Весна Радојевић, редовни професор ТМФ и др Милош Петровић, ванредни професор ТМФ - одлука бр. 2025-35/88 од 24. априла 2025.

27. маја 2025. Веће научних области техничких наука доноси одлуку (бр. 61206/2-25 од 27. маја 2025.) по којој даје сагласност на предлог теме „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications) кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале.

На седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета одржаној 5. марта 2026. донета је одлука (бр. 2026-35/76_од 5. марта 2026.) о именовану чланова Комисије за оцену докторске Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале, под насловом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications), у саставу: др Петар Ускоковић, редовни професор ТМФ, др Радмила Јанчић-Хајнеман, редовни професор ТМФ; др Душица Стојановић, научни саветник, ТМФ и др Ивана Стајчић, виши научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча”.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство и ужој научној области Инжењерство материјала, за коју је матичан Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду. Ментори су др Весна Радојевић, редовни професор ТМФ, ужа научна област инжењерство материјала, и др Милош Петровић, ванредни професор, ужа научна област електротехника, који су на основу досадашњих објављених радова и искустава компетентни да руководе израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Abdulraouf Taboun рођен је 7. јуна 1986. године у *Yifren*, Либија. Основну и средњу школу, као и факултет *College of medical Technology* завршио је у Триполију, Либија. Мастер академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Инжењерство материјала, завршио је 2019. године.

На Катедри за конструкционе и специјалне материјале на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду уписао је докторске академске студије 2020. године.

Запослен је у настави на Факултету науке и медицинске технологије, Триполи, Либија. Од 2011. до 2018. године био је демонстратор у настави, а од 2020. године је предавач.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале, писана је на енглеском језику и обухвата укупно 96 страна А4 формата, садржи 26 слика, 8 табела и 200 библиографских навода.

Дисертација садржи следећа поглавља: Резиме (на српском и енглеском језику), Увод, Теоријски део (Проблематика и стање у регенеративној ендодонцији и стоматологији; Дентални композитни материјали; Биоматеријали на бази желатина и три калцијум-фосфата; 3Д штампа денталних материјала; Проблематика и трендови у области денталних имплантата; Карактеризација композитних материјала), Експериментални део (Материјали и методе, Карактеризација узорака), Резултати и дискусија, Закључак, Литература, Биографија и Прилози. Прилози садрже изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије рада и изјаву о коришћењу и сагласности за јавно објављивање рада.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу докторске дисертације описани су предмет, циљ и научни контекст истраживања. Предмет ове докторске дисертације обухвата истраживања у области процесирања и карактеризације композитних имплантата с могућношћу пројектоване структуре и механичких својстава. Изведена је 3Д штампа (SSE - *semi-solid extrusion* техника) и карактеризација микро до наномодификованих денталних композитних материјала на бази желатина са ојачањем од хидроксиапатита (НА)- $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ и трикалцијум фосфата (β -ТСП)- $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$, као и умрежавање желатина лимунском киселином.

У теоријском делу приказан је преглед проблематике у оквиру регенеративне стоматологије која захтева решења путем дизајнирања нових композитних биоматеријала. Последњих година, појавиле су се нове могућности за лечење оштећења коштаног ткива, дентина и ткива сличног пулпи услед болести или траума развојем нових композитних имплантата који доводе до стимулације ћелија и ткива уградњом хемијских супстанци на бази калцијума у полимерну матрицу од природних полимера. У наредним поглављима изведен је преглед биоматеријала на бази желатина и калцијум фосфата. Такође су описане методе 3Д штампе у примени за процесирање денталних композитних имплантата чиме се постиже прецизност облика и персонализација према потребама пацијента. У последњем поглављу дати су принципи рада савремених метода карактеризације хибридних композитних материјала с полимерном матрицом.

Експериментални део је организован у две целине: Материјали и методе синтезе и карактеризације полазних и хибридних композитних материјала и поглавље Резултати и дискусија.

Као полимерна матрица изабран је желатин и ојачања у виду хидроксиапатита (НА)- $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ и три калцијум фосфата (β -ТСР)- $(Ca_3(PO_4)_2)$ а за умрежавање је примењена лимунска киселина. Композитни имплантати су изливани у виду танких филмова или процесирани методом 3Д штампе екструзијом из пасте.

У оквиру поглавља Резултати и дискусија издвајају се две целине: а) Процесирање методом изливања из раствора уз умрежавање с лимунском киселином и карактеризација композита желатин-(β -ТСР) и хибридног композита желатин-(β -ТСР)-НА као и дискусија о утицају процесних параметара, врсте ојачања и умрежавања на физичко-механичка својства композита; б) процесирање 3Д штампом и карактеризација композита желатин-(β -ТСР) уз дискусију о утицају процесних параметара и садржаја ојачања на физичко-механичка својства композита.

У дискусији су резултати тумачени на основу структурних и морфолошких анализа (инфрацрвена спектроскопија са Фуријеовом трансформацијом – *Fourier-transform infrared spectroscopy*, FTIR; скенирајућа електронска микроскопија са емисијом из поља – *field-emission scanning electron microscopy*, FE-SEM), као и термичких и механичких испитивања (диференцијална скенирајућа калориметрија – *differential scanning calorimetry*, DSC; испитивања затезањем и испитивања микротврдоће).

У првом делу је показано да хибридни композити показују побољшана механичка својства уз одсуство цитотоксичности. У другом делу су добијени 3Д штампани композитни имплантати и показано је да су физичко-механичка својства зависна од садржаја и дисперзије (β -ТСР) ојачања. Остварене хемијске везе између матрице и ојачања током процесирања и умрежавања праћене су FTIR анализом. Резултати DSC анализе показали су да се уградњом ојачања повећава температура трансформације T_g композита у односу на чист желатин. Механичка својства испитивана су методом микроиндентације.

Овако постављена структура поглавља омогућава конзистентно повезивање састава, микро/наноструктуре и функционалних својстава материјала, као и извлачење смерница за дизајнирање нових имплантата на бази пептида за стоматолошку примену.

У Закључку су концизно сумирани сви добијени резултати у овој докторској дисертацији и изнет је њихов значај за правце развоја композитних имплантата за примену у регенеративној ендодонтској и општој стоматолошкој пракси у зависности од тога која су својства захтевана. Поглавље Литература обухвата 200 референци из области истраживања и покрива све делове дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Композити са полимерном матрицом играју важну улогу у унапређењу регенеративног ендодонтског третмана, терапијског приступа усмереног на обнављање оштећене или оболеле зубне пулпе и ткива, служећи као тродимензионалне структуре које подржавају раст ћелија и формирање ткива.

Главни састојци композита су органска компонента или матрица и неорганска компонента или ојачање, од чијих односа зависе физичко-механичка својства композита. У току израде ове дисертације истражене су могућности процесирања хибридних композитних материјала на бази желатина побољшаних физичко-механичких својстава. То је остварено уградњом честица (β -TCP) и HA и умрежавањем желатина док је применом 3Д штампе омогућено дизајнирање геометрије и персонализација имплантата за примену у регенеративној стоматологији. Развојем хибридног композита са дуалним ојачањем уз умрежавање постигнута је оптимизација састава, структуре и дисперзије с једне стране и термичких и механичких својстава с друге стране уз одсуство цитотоксичности. Хибридна нано до микро модификација и умрежавање желатина побољшали су главни недостатак желатина-слабија механичка својства. Уз савремене трендове примене природних полимера резултати ове докторске дисертације промовишу развијени композитни материјал на бази желатина за биомедицинске примене. Процесирањем 3Д штампом омогућено је добијање сложених геометрија уз добра механичка својства без потребе за накнадним термичким третманом. Тиме се проширује област примене ових имплантата на доставу лековитих супстанци које су осетљиве на повишене температуре.

Оригиналноост дисертације огледа се у развоју нано до микромодификованог хибридног композита уз успостављену корелацију процесних параметара и постигнутих физичко-механичких својстава као и примени нове методе 3Д штампе за усмерену дисперзију ојачања и на тај начин дизајнирање физичко механичких својстава композита према врсти експлоатације. HA има спор и ограничен ресорптивни потенцијал, тако да се не може у потпуности заменити новом кости, али може деловати као волуметријска допуна и ојачање. С друге стране, β -TCP се лако ресорбује и заједно са својом међусобно повезаном порозном структуром, брзо се замењује новом кости. На тај начин је оптимизацијом односа садржаја ојачања могуће дизајнирати композитни имплантат захтеване функционалности.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији је цитирано 200 литературних навода који се односе на истраживања везана за проблематику савремених композитних материјала с полимерном матрицом за примену у регенеративној стоматологији. Литературни преглед је обухватио велики број публикованих научних радова из области: проблематике регенеративне ендодонције и стоматологије, савремених композитних материјала на бази желатина, процесирања нано и микро модификованих и хибридних композита и преглед техника 3Д штампе, утицаја синтезе као и модификације на термичка и механичка својства полимерних композита. Поред тога изведена је и систематизација савремених метода за карактеризацију, структурних, термичких и механичких својстава композита. У оквиру дисертације дат је потпун критички литературни преглед по појединим поглављима дискусије резултата као и поређења уочених феномена са слично публикованим резултатима.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У истраживањима у оквиру ове докторске дисертације коришћене су савремене технике карактеризације материјала у свим фазама експерименталних истраживања, а својства добијених композита могла су да се пореде са резултатима објављеним у релевантној литератури. У почетним истраживањима изведена је карактеризација полазних конститuenta. Остварене везе током процесирања, као и током умрежавања испитана су применом FTIR спектроскопије. Термичка својства полазног полимера, композита с једном врстом ојачања као и хибридних композита испитана су применом DSC анализе. Морфологија композита као и расподела честица у композиту испитана су скенирајућом електронском микроскопијом (FESEM). Механичка својства су испитивана микроиндентацијом и испитивањем затезањем. На овај начин је било могуће успоставити корелацију између структуре и физичко-механичких својстава композита.

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру ове дисертације изведена су истраживања с циљем добијања хибридних композита пројектованих механичких својстава за примену у регенеративној стоматологији. Изведено је процесирање и карактеризација композита на бази желатина са хибридном модификацијом са две врсте честица. Успостављањем корелације између структуре, састава и односа садржаја ојачања са

постигнутим физичко-механичким својствима могуће је дизајнирати оптимизован нецитотоксичан хибридни композит повољне геометрије и карактеристика. Када се говори о пројектовању својстава, могу се у једном случају варирати односи садржаја ојачања и тако прецизно моделирати физичко механичка својства. Примена 3Д штампе омогућује даљи равој ка имплантатима за доставу лекова.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У току израде докторске дисертације, кандидат је показао да може самостално и критички да направи литературни преглед, припреми и реализује експерименте, као и да анализира добијене резултате. Током израде докторске дисертације је спровео избор материјала и параметара, извео синтезу и припрему композита, као и применио савремене методе карактеризације и интерпретације резултата. Кандидат поседује способности неопходне за научно-истраживачки рад и самосталну презентацију добијених резултата, што се може видети из дисертације и објављених радова

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси дисертације могу се сумирати кроз следеће резултате:

- Развој дуално хибридног композитног имплантата на бази желатина;
- Оптимизација процесних параметара 3Д штампе за добијање жељене структуре, морфологије и геометрије имплантата;
- Успостављање корелације између састава и структуре композита и постигнутих физичко-механичких својстава.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Предмет ове докторске дисертације обухвата истраживања у области функционалних композитних материјала с полимерном матрицом за примену у регенеративној стоматологији, односно ендодонцији. Посебно су интензивна истраживања у области полимерних композита, где се традиционално слабе стране полимера (ниске вредности параметара механичке чврстоће и лоша термостабилност) значајно побољшавају применом нано, микро и хибридне модификације. Познато је да се додатком неорганских честица повећава тврдоћа и отпорност на хабање као и термичка својства композита. Полазна идеја је била да би се додатком НА и β -ТСР могла остварити боља механичка и термичка својства желатина као и побољшана интеграција у ткива зуба и пулпе. Комбинацијом ове две врсте ојачања би се могао оптимизовати и ресорптивни потенцијал имплантата.

Постављени циљеви ове докторске дисертације су у потпуности испуњени, а добијени резултати представљају допринос даљем развоју функционалних композитних имплантата.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси дисертације верификовани су објављивањем резултата у следећим међународним часописима (радови у часописима са WoS/SCIE листе):

Категорија M21

1. **Taboun, A.**; Jovanovic, M.; Petrovic, M.; Stajcic, I.; Pesic, I.; Stojanovic, D. B.; Radojevic, V. (2024). Citric Acid Cross-Linked Gelatin-Based Composites with Improved Microhardness. *Polymers*, 16 (8), 1077. (IF (2023)=4.7) (ISSN: 2073-4360) (<https://doi.org/10.3390/polym16081077>)

Категорија M22

1. **Taboun, A.**, Stajcic, I., Petrovic, M., Jovanovic, M., Jankovic-Castvan, I., Stojanovic, D. B., & Radojevic, V. (2025). Semi-Solid Extrusion Technique for the Processing of Gelatin-Based Composites with Improved Mechanical Performance. *Polymer-Plastics Technology and Materials*,

5. ПРОВЕРА ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204 од 22. јуна 2018. године), коришћењем програма iThenticate 6. марта 2026. извршена је провера оригиналности докторске дисертације кандидата Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије - мастер инжењера за материјале, под насловом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications),

Укупно поклапање износи 8%. Комисија оцењује да је утврђени проценат сличности последица уобичајених описа стандардних метода, дефиниција и библиографских навода као и претходно публикованих резултата истраживања кандидата, који су проистекли из његове дисертације. Ниједан део рада не указује на недозвољено присвајање туђих резултата; сличности се односе на сопствене претходно објављене текстове и стандардну научну терминологију, уз уредно навођење извора.

На основу свега изложеног Комисија сматра да је докторска дисертација кандидата Абдулрраоуф Табоуна оригинална, као и да су у потпуности поштована академска правила цитирања, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

6. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу увида у садржај докторске дисертације, приложених радова и остварених резултата, Комисија констатује да је кандидат успешно реализовао постављене циљеве истраживања и да је дисертација дала оригиналан научни допринос у области развоја хибридних композитних имплантата на бази желатина за примену у регенеративној стоматологији. Дисертација је методолошки добро утемељена, резултати су верификовани кроз публикације у међународним часописима, а предложени приступ има и научни и практични значај.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати овај Извештај и да се докторска дисертација Абдулрраоуф Табоуна, мастер инжењера технологије – мастер инжењера за материјале, под насловом: „Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом“ (3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications) прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
23. март 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Петар Ускоковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Радмила Јанчић Хајнеман, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
Др Душица Стојановић, научни саветник
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет

.....
др Ивана Стајчић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча”

TO THE TEACHING AND SCIENTIFIC COUNCIL

Subject: Report on the completed doctoral dissertation of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials.

By Decision No. 2026-35/76 dated March 5, 2026, we were appointed as members of the Committee for the evaluation of the doctoral dissertation of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, entitled: “Composite implants for application in regenerative dentistry obtained by 3D printing” (“3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications”).

After reviewing the submitted dissertation and other accompanying materials and after discussions with the candidate, the Committee has prepared the following

R E P O R T

1. INTRODUCTION

1.1. Chronology of approval and preparation of the dissertation

In the academic year 2019/2020, the candidate Abdulraouf Taboun enrolled in doctoral academic studies at the University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, study program Materials Engineering.

On February 14, 2025, the candidate Abdulraouf Taboun proposed the topic of the doctoral dissertation entitled: “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”).

On March 20, 2025, at the meeting of the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, a decision was made (No. 2025-35/38 dated March 20, 2025) on the appointment of members of the Committee for the evaluation of the scientific justification of the topic of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, entitled: “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”), composed of: Dr Vesna Radojević, Full Professor, FTM; Dr Miloš Petrović, Associate Professor, FTM; Dr Radmila Jančić-Hajneman, Full Professor, FTM; Dr Dušica Stojanović, Principal Research Fellow, FTM; and Dr Ivana Stajčić, Senior Research Associate, Institute of Nuclear Sciences “Vinča”.

On April 24, 2025, at the meeting of the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, a decision was made to accept the topic of the doctoral dissertation entitled “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”), and Dr Vesna Radojević, Full Professor, and Dr Miloš Petrović, Associate Professor, were appointed as supervisors – Decision No. 2025-35/88 dated April 24, 2025.

On May 27, 2025, the Council of Scientific Fields of Technical Sciences adopted a decision (No. 61206/2-25 dated May 27, 2025) granting consent to the proposed topic “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”) of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials.

At the meeting of the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy held on March 5, 2026, a decision was made (No. 2026-35/76 dated March 5, 2026) on the appointment of members

of the Committee for the evaluation of the doctoral dissertation of Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, entitled: “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”), composed of: Dr Petar Uskoković, Full Professor, FTM; Dr Radmila Jančić-Hajneman, Full Professor, FTM; Dr Dušica Stojanović, Principal Research Fellow, FTM; and Dr Ivana Stajčić, Senior Research Associate, Institute of Nuclear Sciences “Vinča”.

1.2. Scientific field of the dissertation

The research within this doctoral dissertation belongs to the scientific field of Technological Engineering and the narrower scientific field of Materials Engineering, for which the Faculty of Technology and Metallurgy of the University of Belgrade is responsible. The supervisors are Dr Vesna Radojević, Full Professor at FTM, narrower scientific field Materials Engineering, and Dr Miloš Petrović, Associate Professor, narrower scientific field Electrical Engineering, who, based on their previously published works and experience, are competent to supervise the preparation of this doctoral dissertation.

1.3. Biographical data of the candidate

The candidate Abdulraouf Taboun was born on June 7, 1986, in Yifren, Libya. He completed primary and secondary school, as well as his undergraduate studies at the College of Medical Technology in Триполи, Libya. He completed his Master’s academic studies at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, study program Materials Engineering, in 2019.

At the Department of Structural and Special Materials at the Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, he enrolled in doctoral academic studies in 2020.

He is employed in teaching at the Faculty of Science and Medical Technology, Tripoli, Libya. From 2011 to 2018 he worked as a teaching demonstrator, and since 2020 he has been a lecturer.

2. DESCRIPTION OF THE DISSERTATION

2.1. Content of the dissertation

The doctoral dissertation of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, is written in English and comprises a total of 96 pages of A4 format, containing 26 figures, 8 tables, and 200 bibliographic references.

The dissertation contains the following chapters: Abstract (in Serbian and English), Introduction, Theoretical part (Issues and state of the art in regenerative endodontics and dentistry; Dental composite materials; Gelatin-based biomaterials and tricalcium phosphates; 3D printing of dental materials; Issues and trends in the field of dental implants; Characterization of composite materials), Experimental part (Materials and methods, Characterization of samples), Results and discussion, Conclusion, References, Biography, and Appendices. The appendices contain a statement of authorship, a statement on the identity of the printed and electronic versions of the work, and a statement on the use and consent for public publication of the work.

2.2. Brief overview of individual chapters

In the introductory part of the doctoral dissertation, the subject, objectives, and scientific context of the research are described. The subject of this doctoral dissertation includes research in the field of processing and characterization of composite implants with the possibility of designed structure and mechanical properties. 3D printing (SSE – semi-solid extrusion technique) and characterization of micro- to nano-modified dental composite materials based on gelatin reinforced with hydroxyapatite (HA) – $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ and tricalcium phosphate (β -TCP) – $(Ca_3(PO_4)_2)$, as well as cross-linking of gelatin with citric acid, were performed.

In the theoretical part, an overview of the issues within regenerative dentistry is presented, which requires solutions through the design of new composite biomaterials. In recent years, new possibilities have emerged for the treatment of damage to bone tissue, dentin, and pulp-like tissue caused by disease or trauma through

the development of new composite implants that stimulate cells and tissues by incorporating calcium-based chemical substances into a polymer matrix made of natural polymers. In the following chapters, a review of gelatin-based biomaterials and calcium phosphates is given. Methods of 3D printing applied in the processing of dental composite implants are also described, achieving precision of shape and personalization according to the patient's needs. In the last chapter, the operating principles of modern methods for the characterization of hybrid composite materials with polymer matrices are presented.

The experimental part is organized into two sections: Materials and methods of synthesis and characterization of starting and hybrid composite materials, and the chapter Results and discussion.

Gelatin was selected as the polymer matrix, with reinforcements in the form of hydroxyapatite (HA) – $(\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2)$ and tricalcium phosphate (β -TCP) – $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$, while citric acid was used for cross-linking. Composite implants were cast in the form of thin films or processed by the method of 3D printing through paste extrusion.

Within the chapter Results and discussion, two sections are distinguished: a) processing by the solution casting method with cross-linking with citric acid and characterization of gelatin-(β -TCP) composites and hybrid gelatin-(β -TCP)-HA composites, as well as discussion on the influence of process parameters, type of reinforcement, and cross-linking on the physical-mechanical properties of the composites; b) processing by 3D printing and characterization of gelatin-(β -TCP) composites with discussion on the influence of process parameters and reinforcement content on the physical-mechanical properties of the composites.

In the discussion, the results were interpreted based on structural and morphological analyses (Fourier-transform infrared spectroscopy – FTIR; field-emission scanning electron microscopy – FE-SEM), as well as thermal and mechanical testing (differential scanning calorimetry – DSC; tensile testing and microhardness testing).

In the first part it was shown that hybrid composites exhibit improved mechanical properties without the presence of cytotoxicity. In the second part, 3D printed composite implants were obtained and it was shown that the physical-mechanical properties depend on the content and dispersion of the (β -TCP) reinforcement. Chemical bonds formed between the matrix and reinforcement during processing and cross-linking were monitored by FTIR analysis. The results of DSC analysis showed that incorporation of reinforcement increases the glass transition temperature T_g of the composite compared to pure gelatin. Mechanical properties were tested by the microindentation method.

Such a structure of chapters enables consistent linking of composition, micro/nanostructure and functional properties of materials, as well as drawing guidelines for the design of new peptide-based implants for dental applications.

In the Conclusion, all obtained results of this doctoral dissertation are concisely summarized and their significance for the directions of development of composite implants for application in regenerative endodontic and general dental practice is presented depending on the required properties. The References chapter includes 200 references from the research field and covers all parts of the dissertation.

3. EVALUATION OF THE DISSERTATION

3.1. Contemporaneity and originality

Composites with polymer matrices play an important role in improving regenerative endodontic treatment, a therapeutic approach aimed at restoring damaged or diseased dental pulp and tissues, serving as three-dimensional structures that support cell growth and tissue formation.

The main components of composites are the organic component or matrix and the inorganic component or reinforcement, whose ratio determines the physical-mechanical properties of the composite. During the preparation of this dissertation, possibilities of processing hybrid composite materials based on gelatin with improved physical-mechanical properties were investigated. This was achieved by incorporating particles of (β -TCP) and HA and by cross-linking gelatin, while the use of 3D printing enabled the design of geometry and

personalization of implants for application in regenerative dentistry. By developing a hybrid composite with dual reinforcement and cross-linking, optimization of composition, structure and dispersion on the one hand and thermal and mechanical properties on the other was achieved without cytotoxicity. Hybrid nano- to micro-modification and cross-linking of gelatin improved the main drawback of gelatin—its weaker mechanical properties. Following modern trends in the use of natural polymers, the results of this doctoral dissertation promote the developed gelatin-based composite material for biomedical applications. Processing by 3D printing enables obtaining complex geometries with good mechanical properties without the need for additional thermal treatment. In this way, the field of application of these implants is expanded to the delivery of medicinal substances sensitive to elevated temperatures.

The originality of the dissertation is reflected in the development of a nano- to micro-modified hybrid composite with an established correlation between process parameters and achieved physical-mechanical properties, as well as in the application of a new 3D printing method for directed dispersion of reinforcement and thereby designing the physical-mechanical properties of the composite according to the type of exploitation. HA has a slow and limited resorptive potential, so it cannot be completely replaced by new bone, but it can act as a volumetric filler and reinforcement. On the other hand, β -TCP is easily resorbed and, together with its interconnected porous structure, is quickly replaced by new bone. In this way, by optimizing the ratio of reinforcement content, it is possible to design a composite implant with the required functionality.

3.2. Review of the referenced and used literature

In the doctoral dissertation, 200 literature references are cited related to research on contemporary composite materials with polymer matrices for application in regenerative dentistry. The literature review included a large number of published scientific papers in the fields of regenerative endodontics and dentistry, modern gelatin-based composite materials, processing of nano- and micro-modified and hybrid composites, and a review of 3D printing techniques, as well as the influence of synthesis and modification on the thermal and mechanical properties of polymer composites. In addition, a systematization of modern methods for characterization of structural, thermal and mechanical properties of composites was performed. Within the dissertation, a complete critical literature review is presented in individual chapters of the discussion of results, as well as comparisons of observed phenomena with similarly published results.

3.3. Description and adequacy of applied scientific methods

In the research within this doctoral dissertation, modern material characterization techniques were used in all phases of the experimental research, and the properties of the obtained composites could be compared with results published in relevant literature. In the initial research, characterization of the starting constituents was performed. The bonds formed during processing as well as during cross-linking were examined using FTIR spectroscopy. Thermal properties of the starting polymer, composites with one type of reinforcement, as well as hybrid composites were examined using DSC analysis. The morphology of the composites as well as the distribution of particles in the composite were examined by scanning electron microscopy (FESEM). Mechanical properties were examined by microindentation and tensile testing. In this way, it was possible to establish a correlation between structure and physical-mechanical properties of the composites.

3.4. Applicability of the achieved results

Within this dissertation, research was conducted with the aim of obtaining hybrid composites with designed mechanical properties for application in regenerative dentistry. Processing and characterization of gelatin-based composites with hybrid modification using two types of particles were performed. By establishing a correlation between structure, composition and reinforcement content ratio with achieved physical-mechanical properties, it is possible to design an optimized non-cytotoxic hybrid composite with favorable geometry and characteristics. When speaking about the design of properties, in one case the ratios of reinforcement content can be varied and thus the physical-mechanical properties can be precisely modeled. The application of 3D printing enables further development toward implants for drug delivery.

3.5. Evaluation of the candidate's abilities for independent scientific work

During the preparation of the doctoral dissertation, the candidate demonstrated the ability to independently and critically perform a literature review, prepare and carry out experiments, and analyze the obtained results. During the preparation of the doctoral dissertation, he conducted the selection of materials and parameters, performed synthesis and preparation of composites, and applied modern methods of characterization and interpretation of results. The candidate possesses the abilities necessary for scientific research work and independent presentation of the obtained results, which can be seen from the dissertation and published papers.

4. ACHIEVED SCIENTIFIC CONTRIBUTION

4.1. Presentation of achieved scientific contributions

The scientific contributions of the dissertation can be summarized through the following results:

- Development of a dual hybrid composite implant based on gelatin;
- Optimization of process parameters of 3D printing for obtaining the desired structure, morphology and geometry of the implant;
- Establishing a correlation between the composition and structure of the composite and the achieved physical-mechanical properties.

4.2. Critical analysis of research results

The subject of this doctoral dissertation includes research in the field of functional composite materials with polymer matrices for application in regenerative dentistry, that is, endodontics. Particularly intensive research has been conducted in the field of polymer composites, where the traditionally weak aspects of polymers (low mechanical strength parameters and poor thermal stability) are significantly improved by applying nano, micro and hybrid modification. It is known that the addition of inorganic particles increases hardness and wear resistance as well as thermal properties of composites. The initial idea was that by adding HA and β -TCP it would be possible to achieve better mechanical and thermal properties of gelatin as well as improved integration into dental and pulp tissues. By combining these two types of reinforcement, the resorptive potential of the implant could also be optimized.

The set objectives of this doctoral dissertation were fully achieved, and the obtained results represent a contribution to the further development of functional composite implants.

4.3. Verification of scientific contributions

The scientific contributions of the dissertation were verified by publishing the results in the following international journals (papers in journals indexed in the WoS/SCIE list):

Category M21

1. **Taboun, A.**; Jovanovic, M.; Petrovic, M.; Stajcic, I.; Pesic, I.; Stojanovic, D. B.; Radojevic, V. (2024). Citric Acid Cross-Linked Gelatin-Based Composites with Improved Microhardness. *Polymers*, 16 (8), 1077. (IF (2023)=4.7) (ISSN: 2073-4360) (<https://doi.org/10.3390/polym16081077>)

Category M22

1. **Taboun, A.**, Stajcic, I., Petrovic, M., Jovanovic, M., Jankovic-Castvan, I., Stojanovic, D. B., & Radojevic, V. (2025). Semi-Solid Extrusion Technique for the Processing of Gelatin-Based Composites with Improved Mechanical Performance. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 64 (17), 2670–2677. (IF (2024)=3.0) (ISSN 2574-0881) (<https://doi.org/10.1080/25740881.2025.2556291>)

5. CHECK OF THE ORIGINALITY OF THE DOCTORAL DISSERTATION

Based on the Rulebook on the procedure for checking the originality of doctoral dissertations defended at the University of Belgrade (Official Gazette of the University of Belgrade, No. 204 dated June 22, 2018), using the iThenticate program on March 6, 2026, a check of the originality of the doctoral dissertation of the candidate Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, entitled: “3D printed

composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”), was performed.

The total similarity is 8%. The Committee considers that the determined percentage of similarity is the result of common descriptions of standard methods, definitions and bibliographic references as well as previously published research results of the candidate that originated from his dissertation. No part of the work indicates unauthorized appropriation of other people’s results; the similarities refer to the candidate’s own previously published texts and standard scientific terminology, with proper citation of sources.

Based on all of the above, the Committee considers that the doctoral dissertation of the candidate Abdulraouf Taboun is original and that academic citation rules have been fully respected, and therefore the prescribed procedure for preparation for its defense may continue.

6. CONCLUSION AND PROPOSAL

Based on the insight into the content of the doctoral dissertation, attached papers and achieved results, the Committee concludes that the candidate successfully realized the set research objectives and that the dissertation has provided an original scientific contribution in the field of development of hybrid gelatin-based composite implants for application in regenerative dentistry. The dissertation is methodologically well founded, the results are verified through publications in international journals, and the proposed approach has both scientific and practical significance. The Committee proposes to the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Technology and Metallurgy of the University of Belgrade to accept this Report and that the doctoral dissertation of Abdulraouf Taboun, Master of Technology – Master Engineer in Materials, entitled: “3D printed composite scaffolds for regenerative dentistry applications” („Композитни имплантати за примену у регенеративној стоматологији добијени 3Д штампом”) be accepted, made available for public review and submitted for final approval to the Council of Scientific Fields of Technical Sciences of the University of Belgrade.

In Belgrade,
March 23, 2026

MEMBERS OF THE COMMITTEE

.....
Dr Petar Uskoković, Full Professor
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr Radmila Jančić Hajneman, Full Professor
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr Dušica Stojanović, Principal Research Fellow
University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy

.....
Dr Ivana Stajčić, Senior Research Associate
University of Belgrade, Institute of Nuclear Sciences “Vinča”