

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Предрага Радовића, мастер геолога

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/57 од 29.03.2022. године донетој на седници одржаној 24.03.2022. године, именована је Комисија за оцену докторске дисертације кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, под насловом:

„ Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа“

у саставу:

1. др Невенка Ђерић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
2. др Драженко Ненадић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
3. др Барбара Радуловић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
4. др Душан Михаиловић, редовни професор
Универзитет у Београду, Филозофски факултет

Након прегледа докторске дисертације Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Предраг Радовић, мастер геолог пријавио је 07.10.2019. године под бројем 1/269 тему докторске дисертације на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, под насловом „Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа“. Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду број 1/331 од 28.10.2019. године именована је Комисија у саставу: др Катарина Богићевић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, др Мирјана Роксандић, редовни професор Универзитета Винипег у Канади, др Невенка Ђерић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета и др Јелена Миливојевић, ванредни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета за оцену научне заснованости теме

докторске дисертације кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, под поменутиим насловом.

Кандидат Предраг Радовић је дана 19.11.2019. одбранио приступни рад под називом **„Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа”** пред комисијом у саставу: др Катарина Богићевић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, др Мирјана Роксандић, редовни професор Универзитета Винипег у Канади, др Невенка Ђерић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета и др Јелена Миливојевић, ванредни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 26.12.2019. године је донело одлуку број 1/414 којом се усваја извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације Предрага Радовића, мастер геолога и одобрава израда докторске дисертације под насловом **„Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа”**, а за менторе именују др Катарина Богићевић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета и др Мирјана Роксандић, редовни професор Универзитета Винипег у Канади.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 23.01.2020. године донело је одлуку 02 број: 61206-82/2-20 од 23.01.2020. године којом се даје сагласност на предлог теме кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, под насловом **„Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа”** и потврђује менторство проф. др Катарини Богићевић и проф. др Мирјани Роксандић.

Кандидат Предраг Радовић, мастер геолог је 07.03.2022. године поднео молбу број 1/38 за именовање Комисије за оцену докторске дисертације под насловом **„Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа”**. Катедра за палеонтологију упутила је допис број 1/46 од 14.03.2022. године Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду са предлогом Комисије за оцену докторске дисертације у саставу: др Невенка Ђерић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, др Драженко Ненадић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, др Барбара Радуловић, научни сарадник Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета и др Душан Михаиловић, редовни професор Универзитета у Београду, Филозофског факултета.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 24.03.2022. године донело је одлуку број 1/57 од 29.03.2022. године којом се потврђује предлог матичне Катедре и именује Комисија за оцену докторске дисертације, чиме су испуњени услови за писање Реферата о урађеној докторској дисертацији.

1.2. Научна област докторске дисертације

Докторска дисертација **„Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа”** припада научној области **„Гео-науке”**, односно ужој научној области **„Палеонтологија”** за коју је матичан Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду.

Именоване су менторке: Др Катарина Богићевић, редовни професор Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета и др Мирјана Роксандић, редовни професор Универзитета Винипег у Канади за вођење кандидата при изради ове докторске дисертације, које су ауторке великог броја научних радова из области палеонтологије и антропологије, објављених у референтним међународним часописима, као и у зборницима међународних конгреса, што говори о њиховој компетентности за менторство на овој докторској дисертацији.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Предраг Радовић, мастер геолог, рођен је 8. децембра 1984. године у Краљеву, где је завршио основну школу и гимназију (природно-математички смер). На Филозофском факултету, Универзитета у Београду 2005. године уписује основне студије археологије, које завршава 2009. године (просечна оцена 9,53) када брани дипломски рад на тему „Еволуција средњоплеистоценских хоминина” (ментор: доц. др Софија Стефановић). Године 2013. уписује мастер академске студије геологије (модул палеонтологије) на Рударско-геолошком факултету у Београду, које редовно завршава 2015. године (просечна оцена 9,92) одбраном мастер рада под називом „Морфометријске карактеристике зуба фосилног хоминина из Мале Баланице у Сићевачкој клисури (БХ-1)” (ментор: проф. др Катарина Богићевић). Докторске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Геологија, уписао је 2017. године. Положио је све законом прописане испите са просечном оценом 10,00.

Током школских година 2006/2007. и 2014/2015. био је носилац Стипендије града Краљева за најбоље студенте. Добитник је награде фонда Милан Милићевић, инжењер геологије за најбољи научно-истраживачки рад младог научног радника из области геологије у 2018. години. Члан је Српског археолошког друштва (од 2011) и Српског геолошког друштва (2017).

Од 2011. године, Предраг Радовић је запослен у Народном музеју у Краљеву, где ради на позицији кустоса Групе за геологију и биологију. Од октобра 2020. године је запослен као асистент на Одељењу за археологију Филозофског факултета, Универзитета у Београду, и од тада учествује у реализацији наставе на предметима који су везани за палеоантропологију и археологију палеолита. Поред остатака плеистоценских хоминина, који представљају примарни фокус његовог истраживања, активно проучава и остатке неогених сисара (примате, сурлаше, преживаре, копитаре итд.), претежно дентални материјал. У свом досадашњем раду објавио је преко 30 библиографских јединица, од чега 14 у часописима са SCI листе.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Предрага Радовића, мастер геолога под насловом „Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа” је савремен и оригиналан истраживачки рад на геометријско-морфометријској анализи облика, односно контура првих горњих молара (M1) плеистоценских хоминина, као и процени примена различитих метода у класификацији појединачних зуба и раздвајању таксономских група.

Примарни циљ ове дисертације тиче се таксономске идентификације фосилних примерака M1 хоминина пронађених на територији Србије, применом метода 2D геометријске морфометрије, а истраживања су спроведена у две главне фазе: методолошке, у којој је

извршена компарација различитих приступа (геометријских модела) проблему класификације M1 неандерталаца и анатомски модерног човека, и оне која се тиче конкретнијег проблема таксономске идентификације примерака фосилних зуба из Србије.

У првој фази истраживања је испитана ефикасност 16 различитих геометријских модела, који су дизајнирани тако да обухватају разноврсне стратегије које су доступне у литератури, али и неке које до сада нису биле примењиване. У другој фази истраживања извршена је таксономска идентификација фосилних молара хоминина из плеистоценских слојева пећина Пештурина и Велика Баланица применом геометријских модела Komb3A и FragA.

Значај ове дисертације је у томе да се на основу испитаног фосилног материјала потврђује присуство неандерталаца на територији данашње Србије током средњег и касног дела плеистоценске епохе, при чему заједно са осталим налазима зуба из слоја 3 Велике Баланице, фосил ВН-4 представља потенцијално најранији фосилни запис који сведочи о присуству неандерталаца на Балкану, а могуће и на ширем подручју источног Медитерана. Такође, упадљива морфолошка сличност примерка ВН-4 и првих горњих молара хоминина са локалитета Sima de los Huesos (чија је старост процењена на око 430 хиљада година) указује на могућу врло рану експанзију неандерталаца са запада европског континента према истоку.

Савременост и оригиналност теме дисертације потврђена је и објављивањем резултата истраживања у оквиру 9 радова у међународним часописима са SCI листе, од којих чак 4 у часописима категорије M21a.

На основу свега наведеног може се закључити да су испуњени критеријуми савремености и оригиналности докторске дисертације кандидата Предрага Радовића, мастер геолога под насловом „Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа“. На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма "iThenticate" којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације „Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа“, кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, констатујемо да је утврђено подударане текста које износи 6 %. Овај степен подударности последица је библиографских података о коришћеној литератури, као и претходно публикованих резултата докторантових истраживања, који су проистекли из његове дисертације, што је у складу са чланом 9 овог Правилника.

2.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Литература која је коришћена при изради докторске дисертације обухвата 377 литературне јединице релевантне за предмет и циљеве истраживања. Највећим делом публикације су новијег датума, али треба нагласити да су цитирани и сви најзначајнији референтни наслови старијег датума. Део библиографских јединица односи се и на методе коришћене за решавање дефинисаних проблема. У списку литературе наведени су и радови у којима је аутор или коаутор кандидат Предраг Радовић, а који садрже оригиналне резултате добијене током рада на дисертацији.

2.3. Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Научне методе примењене у овој докторској дисертацији су адекватне проблематици која се истражује и анализира, као и постављеним циљевима у смислу квантификације и визуелизације варијабилности у одабраном узорку, као и успешности у класификацији појединачних зуба и раздвајању таксономских група на основу примене различитих метода. Сходно томе у докторској дисертацији су примењене следеће методе:

- Дигитална фотографија молара (оригинала или копија високог квалитета) у стандардизованој оклузалној пројекцији применом посебно израђене апаратуре (вертикалног сталка).
- Стварање 2D оклузалних пројекција оријентацијом тродимензионалних микротомографских модела у софтверском окружењу.
- Дигитализација специфичних тачака (енг. landmarks) и полутачака (енг. semilandmarks) са оклузалних фотографија/пројекција.
- Генерализована Прокрстова Анализа (GPA) као процедура којом се елиминишу ефекти величине, положаја и оријентације, са циљем издвајања варијабли облика за сваки зуб из узорка.
- Техника “клизања полутачака” (енг. sliding semi-landmarks) ради уклањања произвољности у размацима између појединачних полутачака на контури молара.
- Фуријеова анализа као процедура која редукује дигитализоване контуре молара на неколико тзв. Фуријеових коефицијената (хармоника), који се могу статистички испитивати.
- Анализа варијансе (ANOVA) за испитивање значајности разлика у величини центроида (тј. геометријске мере величине); мултиваријатне анализе варијансе (MANOVA) за испитивање значајности разлика у облику између различитих група хоминина.
- Анализа главних компоненти (PCA) примењена на варијабле облика као експлоративна метода, која омогућава визуелни увид и процену структуре варијабилности комплетног узорка.
- Канонијска дискриминантна анализа (CVA) примењена на главне компоненте добијене PCA методом ради квантификације и визуелизације разлика између унапред дефинисаних група хоминина.

Геометријско-морфометријске и статистичке анализе вршене су у неколико софтверских окружења, од којих су најважнија: Tps серија софтверских пакета (Rohlf, 2015), PAST 3.25 (Hammer et al., 2001) и MorphoJ (Klingenberg, 2011).

2.4. Оцена применљивости остварених резултата

Резултати истраживачког рада у оквиру ове докторске дисертације могу се примењивати у области антропологије, еволуције хоминина и археологије.

Ова врста студија може наћи место и у мултидисциплинарним пројектима, нарочито оним везаним за еволуциону биологију, јер може, у комбинацији са подацима о рецентним групама, дати ширу слику о генералним обрасцима морфолошке еволуције разних врста кичмењака.

2.5. Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Предраг Радовић, мастер геолог је током израде ове докторске дисертације показао да поседује потребне способности и вештине за самосталан научноистраживачки рад. На основу вишегодишњег рада у овој области кандидат је у потпуности спровео планирано истраживање од почетне идеје до реализације постављеног циља презентујући методологију и резултате истраживања у овој докторској дисертацији. На основу богатог теренског искуства, које укључује проспекције терена и систематска ископавања пећина са плеистоценском фауном на територији Србије, као и на основу резултата које је постигао у свом стручном и

научном раду, може се закључити да Предраг Радовић у сваком погледу испуњава услове који га квалификују да се самостално бави научно-истраживачким радом.

3. ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, под насловом: „Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа“, написана је на српском језику, латиничним писмом, на папиру А4 формата, укупног обима од 133 стране са 22 табеле и 49 слика. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, а затим садржај дисертације. Докторска дисертација је структурно подељена у 9 поглавља, која су наведена редом:

- 1) Увод;
- 2) Преглед палеоантрополошких остатака са територије Србије;
- 3) Локалитети и контексти палеоантрополошких налаза;
- 4) Остаци хоминина из Пештурине и Велике Баланице: описи налаза и резултати досадашњих истраживања;
- 5) Циљеви истраживања;
- 6) Методологија;
- 7) Резултати;
- 8) Дискусија;
- 9) Закључак.

Након наведених поглавља дат је списак литературе који садржи 377 библиографских јединица које су коришћене при изради докторске дисертације. Следе прилози, а на крају се налази биографија са библиографијом аутора и потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада.

3.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је структурирана сагласно предмету и циљевима истраживања.

У првом поглављу дате су основне поставке у складу са темом докторске дисертације и указује се на значај истраживања денталног материјала хоминина као врло релевантан извор информација, како за проучавања филогенетских односа различитих група хоминина, тако и за таксономску идентификацију појединачних фосилних примерака. Након изношења података о досадашњим истраживањима који недвосмислено указују на значај анализирања облика крунице првих горњих молара ради утврђивања таксономског афинитета фосилних налаза различитих група хоминина, дефинисане су методе које су коришћене у дисертацији, као и основне полазне хипотезе.

У другом поглављу докторске дисертације дат је преглед палеоантрополошких остатака са територије Србије, са посебним освртом на период после 2006. године, када у Србији започиње модерна ера палеоантрополошких истраживања.

У трећем поглављу под називом „Локалитети и контексти палеоантрополошких налаза“, дат је географски положај, приказ стратиграфских хоризоната, као и археолошких и палеонтолошких налаза локалитета Пештурина и Велика Баланица.

У четвртом поглављу докторске дисертације дати су детаљни описи налаза и резултата досадашњих истраживања фосилних остатака хоминина откривених на локалитетима Пештурина и Велика Баланица.

У петом поглављу дати су циљеви и фазе истраживања и јасно је указано на значај одабира најадекватнијег методолошког приступа.

Шесто поглавље бави се методологијом. На самом почетку поглавља дата је дентална терминологија, а потом и опис поступка креирања стандардизованих оклузалних пројекција молара. У трећем делу овог поглавља описане су методе геометријске морфометрије, у оквиру којих се облик морфолошке целине најчешће описује кроз конфигурације (тј. констелације) сачињене од серија тзв. специфичних тачака, које представљају анатомске локусе маркиране координатама у две (x, y) или три (x, y, z) димензије. У наставку овог поглавља објашњава се метода Прокрустове суперимпозиције или поравнавања, која се примењује ради издвајања варијабли облика пре него што се координатни подаци подвргну мултиваријантним статистичким анализама. Следеће три методе представљене у оквиру потпоглавља Методе геометријске морфометрије су: ТПС функција (математички модел заснован на метафори бесконачне, идеално танке металне плоче који пружа могућност ефектне визуелизације промена облика у две димензије применом тзв. деформационих мрежа); Полутачке (методе које не укључују дефинисање специфичних тј. хомологих тачака и које се користе у случајевима када је потребно окарактерисати морфолошке структуре као што су криве и контуре (у две димензије) или закривљене површи) и Елиптична Фуријеова анализа (метода која се у у контексту палеоантропологије често користи за анализе контура наглашено истрошених зуба). Четврто потпоглавље даје приказ мултиваријантних метода које су коришћене током израде докторске дисертације (Анализа главних компоненти и Дискриминантне анализе и класификација). Пето потпоглавље носи назив „Тестирани геометријски модели“ и даје приказ, начин одабира и поделу 16 различитих геометријских модела који су тестирани у овој дисертацији. У потпоглављу 6.6 се даје процена ефикасности различитих геометријских модела. Следеће потпоглавље под називом „Таксономска идентификација фосилних примерака М1 са територије Србије“ даје се ток испитивања таксономског афинитета првих горњих молара пореклом из плеистоценских слојева Пештурина и Велике Баланице применом анализе главних компоненти и линеарне дискриминантне анализе са тестовима класификација.

Седмо поглавље представља анализу добијених резултата. Прво потпоглавље под називом „Евалуација модела“ приказује најбоље резултате унакрсно проверених класификација заснованих на LDA приступу презентованих у табелама и графичким прилозима. Резултати NP-MANOVA тестова потврдили су да између неандерталаца и анатомски модерних људи постоје статистички значајне разлике у облику и форми крунице М1. У другом потпоглављу под називом „Таксономски афинитет фосилних првих горњих молара (М1) са територије Србије“ је испитан таксономски афинитет комплетних круница М1 пореклом из Пештурина (Pes-3) и Велике Баланице (BH-4) применом геометријског модела са ознаком Komb3A, док је за потребе испитивања таксономског афинитета фрагментованог молара BH-6 аплициран модел FragA. У трећем потпоглављу поређени су средњи облици крунице М1 за три компаративне групе хоминина (*Homo erectus*, *Homo sapiens* и *Homo neanderthalensis*) у поређењу са облицима круница BH-4 и Pes-3 (засновани на апликацији геометријског модела Komb3A). Резултати показују да *H. erectus* и *H. sapiens* показују готово идентичан облик крунице, док насупрот томе,

припадници лозе неандерталаца показују ромбоидни облик контуре са истуреним хипоконом. У четвртом потпоглављу под називом „Величина крунице М1“ указано је да постоји врло јасна дистинкција ($p < 0,001$) између анатомски модерног човека (*Homo sapiens*) и друге две компаративне групе хоминина (*Homo erectus*, *Homo neanderthalensis*) у величини крунице М1 израженој као природни логаритам величине центроида (InCS). Пето потпоглавље (Алометрија) показала је да 6,23% тоталне варијансе у облику крунице првог горњег молара зависи од разлика у величини, а пермутациони тестови показују да је овај ефекат алометрије статистички значајан.

Осмо поглавље, под називом „Дискусија“, представља анализу тестираних геометријских модела, где се са изузетком најједноставнијег (Spec1), може уочити да сви тестирани геометријски модели врше добру дискриминацију између зуба припадника класе неандерталаца и анатомски модерног човека, при томе пружајући веома високе стопе исправних унакрсно проверених класификација. Резултати презентовани у овој дисертацији потврђују резултате ранијих студија које су показале да постоје јасне разлике у облику и форми круница М1 припадника лоза неандерталаца и анатомски модерног човека. Истраживања такође указује на то да се модел са ознаком Komb3A издвојио као генерално најбољи међу моделима који у обзир узимају комплетно очуване крунице М1. Оба модела дизајнирана за фрагментоване крунице М1 (FragA-B) показала су се као врло ефикасна у класификацији представника две групе хоминина. То указује на чињеницу да чак и оштећене крунице првих горњих молара могу носити довољно геометријских информација за испитивање њиховог таксономског афинитета применом дводимензионалне (2D) геометријске морфометрије.

Закључак садржи релевантан осврт на коришћену методологију, урађену анализу и добијене резултате. На основу резултата презентованих у овој студији, а заснованих на примени метода дводимензионалне (2D) геометријске морфометрије, потврђена су ранија запажања према којима постоји јасна морфолошка дистинкција између круница првих горњих молара (М1) неандерталаца и анатомски модерних људи. Међу моделима који анализирају комплетно очуване крунице М1 као најефикаснији се издвојио модел Komb3A, док су се модели дизајнирани за фрагментоване крунице М1 (FragA и FragB) такође показали као прилично ефикасни. Добијени подаци потврђују да фосилни материјал пореклом из Велике Баланице и Пештурине потврђује присуство неандерталаца на територији данашње Србије током средњег и касног дела плеистоценске епохе.

4. ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Тема докторске дисертације је обухватила истраживање веома актуелне и значајне проблематике из области палеонтологије, а која се односе на разумевање еволуције и популационе динамике хоминина на простору Балкана.

Најзначајнији научни доприноси ове докторске дисертације су:

- Евалуација различитих геометријско-морфометријских приступа у контексту проблема таксономске атрибуције молара плеистоценских хоминина;
- Квантификација и визуелизација варијабилности у облику првог горњег молара код различитих група хоминина у датом узорку;
- Таксономска (фенетичка) атрибуција фосилних М1 плеистоценских хоминина са територије Србије;

- Боље разумевање еволуције и популационе динамике хоминина на простору Балкана.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа докторске дисертације и увида у полазне хипотезе, постављене циљеве истраживања и коришћену релевантну литературу, Комисија констатује да је кандидат спровео планирано истраживање и у потпуности реализовао постављене циљеве пријавом докторске дисертације.

Докторска дисертација кандидата Предрага Радовића, заснована на примени метода дводимензионалне (2D) геометријске морфометрије, потврдила је полазне хипотезе према којима постоји јасна морфолошка дистинкција између круница првих горњих молара (M1) неандерталаца (*Homo neanderthalensis sensu lato*) и анатомски модерних људи (*Homo sapiens*). Већина од 16 тестираних геометријских модела који су коришћени у овој тези пружа веома високе стопе исправних унакрсно проверених LDA класификација зуба, мада се међу моделима који анализирају комплетно очуване крунице M1 као најефикаснији издвојио модел Komb3A, који поред оклузалне контуре крунице квантификује и оријентације главних бразди. Поред тога, такође су се показали као прилично ефикасни модели дизајнирани за фрагментоване крунице M1 (FragA i FragB), што само потврђује чињеницу да испитивање таксономског афинитета оштећених круница M1 применом метода 2D геометријске морфометрије завређује пажњу истраживача.

Проучавани фосилни материјал пореклом из Велике Баланице и Пештурине недвосмислено потврђује присуство неандерталаца на територији данашње Србије током средњег и касног дела плеистоценске епохе. Изузетно значајан податак је чињеница да остаци индивидуе ВН-3/ВН-4 представљају најранији фосилни запис који сведочи о присуству неандерталаца на подручју Балканског полуострва, а вероватно и на ширем подручју источног Медитерана. Иако је број палеоантрополошких остатака који долазе са овог подручја релативно мали, ова истраживања на територији Балкана довела су до значајних сазнања о популационим кретањима и еволуцији хоминина током плеистоцена, мењајући неке од дубоко укоревених палеоантрополошких схватања. Нови материјали и подаци са подручја Србије о геолошким, климатским, археолошким и антрополошким променама у плеистоцену Балкана свакако ће омогућити боље сагледавање глобалних процеса миграција, што ће несумњиво играти важну улогу у будућим истраживањима.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси дисертације су верификовани публикавањем резултата истраживања у референтним међународним часописима и зборницима радова међународних конференција:

Категорија M21a:

1. Roksandic, M., **Radović, P.**, Lindal, J., Mihailović, D., in press. Early Neanderthals in contact: The Chibanian (Middle Pleistocene) hominin dentition from Velika Balanica Cave, Southern Serbia. *Journal of Human Evolution* (rad prihvaćen 16. februara 2022.) IF (2020)=3.895.
2. Roksandic, M., Radović, P., Wu, X.-J., Bae, C.J., 2022. Resolving the “muddle in the middle”: the case for *Homo bodoensis* sp. nov. *Evolutionary Anthropology* 31(1): 20–29. doi:10.1002/evan.21929; IF (2020)= 6.086.
3. Mihailović, D., Kuhn, S.L., Bogičević, K., Dimitrijević, V., Marín-Arroyo, A.B., Marković, J., Mercier, N., Mihailović, B., Morley, M.W., **Radović, P.**, Rink, W.J., Plavšić, S., Roksandic, M., 2022. Connections between the Levant and the Balkans in the late Middle Pleistocene: Archaeological findings from Velika and Mala Balanica Caves (Serbia). *Journal of Human Evolution* 163: 103138. doi: 10.1016/j.jhevol. 2021.103138; IF (2020)= 3.895.

4. **Radović, P.**, Lindal, J., Mihailović, D., Roksandic, M., 2019. The first Neanderthal specimen from Serbia: Maxillary first molar from the Late Pleistocene of Pešturina Cave. *Journal of Human Evolution* 131: 139–151. doi: 10.1016/j.jhevol.2019.03.018; IF (2019)= 3.661.

Категорија M22:

1. Roksandic, M., **Radović, P.**, Lindal, J., 2018. Revising the hypodigm of *Homo heidelbergensis*: A view from the Eastern Mediterranean. *Quaternary International* 466(A): 66–81. doi: 10.1016/j.quaint.2017.10.013; IF (2018)= 2.378.

Категорија M23:

1. Mihailović, D., Milošević, S., Blackwell, B.A.B., Mercier, N., Mentzer, S.M., Miller, C.E., Morley, M.W., Bogičević, K., Đurić, D., Marković, J., Mihailović, B., Dragosavac, S., Plavšić, S., Skinner, A.R., Chaity, I.I.C., Huang, Y.E.W., Chu, S., Nenadić, D., **Radović, P.**, Lindal, J., Roksandic, M., 2022. Neanderthal settlement of the Central Balkans during MIS 5: Evidence from Pešturina Cave, Serbia. *Quaternary International* 610: 1–19. doi: 10.1016/j.quaint.2021.09.003; IF (2020)=2.480.
2. Lindal, J., **Radović, P.**, Mihailović, D., Roksandic, M., 2020. Postcranial hominin remains from the Late Pleistocene of Pešturina Cave (Serbia). *Quaternary International* 542: 9–14. doi:10.1016/j.quaint.2020.02.019; IF (2020)=2.480.
3. **Radović, P.**, Lindal, J.A., Roksandic, M., 2014. A re-examination of the human fossil specimen from Bački Petrovac (Serbia). *HOMO – Journal of Comparative Human Biology* 65(4): 281– 295. doi: 10.1016/j.jchb.2014.01.004; IF (2014)=0.854.
4. **Radović, P.**, Miladinović-Radmilović, N., 2013. A Large Supernumerary Bone at Bregma and Metopism Co-occurring in the Skull of an Ancient Roman. *Archives of Biological Sciences (Belgrade)* 65 (4): 1637–1643. doi: 10.2298/ABS1304637R; IF (2013)= 0.747.

Категорија M51:

1. Радовић, П., 2012. Еволуција хоминина током средњег плеистоцена. *Гласник Српског археолошког друштва* 27: 215–248.

Категорија M13:

1. Roksandic, M., **Radović, P.**, Lindal, J., in press. The Complex picture of the Chibanian hominin record at the Crossroads of Europe and Asia. In: Ruiz-Redondo, A., Davies, W. (Eds.), *The Prehistoric Hunter-gatherers of South-eastern Europe: recent research*. Proceedings of the British Academy. Oxford University Press, Oxford.

Категорија M14:

1. Roksandic, M., **Radović, P.**, Alex, B.A., Pavić, S., Paunović, M., Marković, Z., 2014. Looking for hominins in Museum drawers – possible Upper Pleistocene specimens from Serbia: morphological descriptions and radiocarbon dating. In: Mihailović, D. (Ed.), *Palaeolithic and Mesolithic Research in the Central Balkans*. Serbian Archaeological Society – Commission for the Palaeolithic and Mesolithic, Belgrade: 7–19.

Категорија M34:

1. Roksandic, M., Lindal, J., **Radović, P.**, Mihailović, D., 2020. New hominin finds from Velika Balanica and Kozja Cave, Serbia. *Canadian Association for Physical Anthropology / L'Association Canadienne D'Anthropologie Physique (CAPA/ACAP) 48th Annual Meeting, Paleoanthropological Society of Canada / Société canadienne d'anthropologie (PASC/SCPA) 5th Annual Meeting*, London (ON, Canada): p. 58.
2. Roksandic, M., Lindal, J., **Radović, P.**, Mihailović, D., 2019. New Middle Pleistocene material from Serbia and its implications for human evolution in Europe (abstract). *Canadian Association for Physical Anthropology / L'Association Canadienne D'Anthropologie Physique (CAPA/ACAP) 47th Annual Meeting*, 23-26 October 2019, Banff (Canada): 63–64.

3. Roksandic, M., **Radović, P.**, Wu, X., Bae, C., 2019. *Homo heidelbergensis*: What do we need to set the question of the validity of this taxon to rest. *American Association of Physical Anthropology 88th Annual Meeting, March 27-30, Cleveland, Ohio*, 168: 207.
4. Roksandic, M., Mihailović, D., Lindal, J., **Radović, P.**, Blackwell, B.A.B., Alex, B.A., Dimitrijević, V., Mihailović, B., Harvati, K., Đurić, M., 2017. New hominin material from Pešturina cave in Serbia. *European Society for the study of Human Evolution 7th Annual Meeting, September 21-23, Leiden (Netherlands)*: p. 164.
5. Roksandic, M., **Radović, P.**, Lindal, J., 2013. A re-examination of the human fossil specimen from Bački Petrovac. *Canadian Archeological Association 46th Annual Conference, May 15-19, Whistler (Canada)*: p. 38.

Категорија М64:

1. **Radović, P.**, Lindal, J., Mihailović, D., Roksandic, M., 2020. Hominin fossil material from the Middle Pleistocene of Velika Balanica Cave (Serbia) and its implications for human evolution in Europe (abstract). *XLIII skup Srpskog arheološkog društva*, 14.-16. oktobra 2020., Subotica. *Program, izveštaji i apstrakti*: 78–79.
2. **Radović, P.**, Lindal, J., Mihailović, D., Roksandic, M., 2019. Maxillary first molar from the Late Pleistocene of Pešturina Cave: the first Neanderthal from Serbia. *XLII skupština i godišnji skup Srpskog arheološkog društva*, 30.05.-01.06.2019., Negotin. *Program, izveštaji i apstrakti*: p. 67.
3. **Radović, P.**, Lindal, J., Roksandic, M., 2013. A re-examination of the human fossil specimen from Bački Petrovac (Serbia). *XXXVI skupština i godišnji skup Srpskog arheološkog društva*, 30.05.-01.06.2013., Novi Sad. *Program, izveštaji i apstrakti*: 96–97.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Предрага Радовића, мастер геолога под насловом „**Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа**“ представља савремен, оригиналан и научно утемељен приступ истраживања из области палеонтологије. Докторском дисертацијом је кроз евалуацију различитих геометријско-морфометријских приступа у контексту проблема таксономске атрибуције молара плеистоценских хоминина, као и квантификацију и визуелизацију варијабилности у облику првог горњег молара код различитих група хоминина у датом узорку, добијена таксономска припадност плеистоценских хоминина са територије Србије, а самим тим је постигнуто и боље разумевање еволуције и популационе динамике хоминина на простору Балкана.

На основу прегледа докторске дисертације под насловом „**Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа**“, кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, Комисија за оцену докторске дисертације закључује да су испуњени сви законски услови за јавну одбрану. Комисија закључује да је докторска дисертација урађена према свим стандардима о научноистраживачком раду и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и критеријуме које је прописао Универзитет у Београду. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност у области гео-наука, ужој научној области палеонтологија. Резултати добијени током израде ове докторске дисертације верификовани су објављивањем 20 (двадесет) публикација, од тога 4 (четири) рада у врхунским међународним часописима категорије М21а, 1 (један) рад у истакнутом међународном часопису категорије М22 и 4 (четири) рада у међународним часописима категорије М23.

На основу горе наведеног Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „**Дводимензионална геометријска морфометрија првих горњих молара хоминина са територије Србије – таксономска и методолошка анализа**”, кандидата Предрага Радовића, мастер геолога, прихвати, изложи на увид јавности и даље у складу са процедуром упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, након чега би се приступило јавној одбрани докторске дисертације пред Комисијом у истом саставу.

У Београду 20.04.2022.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Невенка Ђерић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Драженко Ненадић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Барбара Радуловић, научни сарадник
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Душан Михаиловић, редовни професор
Универзитет у Београду, Филозофски факултет