

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Рударско-геолошки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Гордане Пауновић, дипл. инж. геологије.

Одлуком бр. 1/54 од 25.02.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Гордане Пауновић, дипл. инж. геологије, под насловом:

„Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде докторске дисертације

Гордана Пауновић, дипл. инж. геологије, уписала је школске 2012/13. докторске студије (студијски програм Геологија), на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету. На докторским студијама положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 10.00.

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета бр. 1/301 од 21.9.2015. године, која је донета на седници одржаној 17.09.2015. године, именована је Комисија за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене докторске дисертације.

Одлуком 1/457 од 26.11.2015. године, која је донета 19.11.2015. године на седници Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета, прихваћен је Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације „Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“. За менторе су именовани др Катарина Богићевић, ванр. проф. и др Александар Урошевић, научни сарадник Института за биолошка истраживања «Синиша Станковић», Београд.

Одлуком 02 број: 61206-5425/2-15 од 21.12.2015. године Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду дата је сагласност на предлог теме и ментора докторске дисертације Гордане Пауновић, дипл. инж. геологије, под називом „Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета је одлуком бр. 1/54 од 25.02.2020, донетом на седници одржаној 20.02.2020. године, именовало Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације, у саставу: др Катарина Богићевић, редовни професор (ментор, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет), др Александар Урошевић, виши научни сарадник (коментор; Универзитет у Београду – Институт за биолошка истраживања «Синиша Станковић» – Институт од националног значаја за Републику Србију), др Драженко Ненадић, редовни професор (Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет), др Зорица Лазаревић, ванредни професор (Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет).

1.2 Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове дисертације припадају научној области Гео-науке, ужој научној области Палеонтологија, за коју је матичан Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет.

Докторска дисертација урађена је под менторством др Катарине Богићевић, редовног професора Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета, научна област: Геологија, ужа научна област: Палеонтологија и коменторством др Александра Урошевића, вишег научног сарадника Универзитета у Београду – Института за биолошка истраживања «Синиша Станковић» – института од националног значаја за Републику Србију, научна област: Биологија, ужа научна област: Еволуциона биологија.

Према правилима Универзалне децималне класификације (УДК) докторска дисертација је сврстана на следећи начин: УДК број: 56:591.4(497.11)(043.3)

1.3 Биографски подаци о кандидату

Гордана Пауновић рођена је 1971. године у Смедереву, где је завршила основну и средњу школу. Дипломирала је на Рударско-геолошком факултету 1999. године на Смеру за палеонтологију, са дипломским радом „Фауна мезолитског слоја Велеснице“ и стекла звање дипломираног инжењера геологије.

Запослена је у Музеју у Смедереву од новембра 2002. године. Од 2003. године врши послове **кустоса-палеонтолога**, након што је одбранила стручни рад под називом „Палеонтолошка збирка Музеја у Смедереву“. Стручно звање **вишег кустоса** стекла је 2011. године пред комисијом у Народном музеју у Београду са радом „Остаци мамута из

Палеонтолошке збирке Музеја у Смедереву аквизирано од 2003-2011. године“. Стручно звање **музејског саветника** стекла је у децембру 2019. године пред комисијом у Народном музеју у Београду са хабилитационим радом „Примена геометријске морфометрије на остацима плеистоценских крупних сисара (са акцентом на мамуте и циновске јелене) из музејских збирки Србије“.

Докторске академске студије уписала је 2012/2013. године.

У оквиру рада у Музеју у Смедереву, кандидаткиња је учествовала у организовању изложби и вођењу пројеката.

2005. године заједно са мр Иваном Стефановићем била је аутор изложбе „Окамењени светови“ (изложбу су отворили проф. др Весна Димитријевић и проф. др Ненад Бањац).

2007. године иницијатор и аутор изложбе „Литургија, хармонија, спирала“ (омаж академику Николи Пантићу), заједно са коауторима проф. др Љупком Рундићем, проф. др Александром Петровићем, др Иваном Дулићем, др Душаном Мијовићем и мр Десом Ђорђевић – Милутиновић.

Коаутор изложбе „Историчар природе – Никола Пантић“ (презентована јавности у галерији Природњачког музеја у Београду).

2013. године аутор изложбе „Језеро Панон“ (изложбу су отворили др Слободан Кнежевић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду, др Зоран Стевановић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду и др Александра Маран Стевановић, виши кустос Природњачког музеја у Београду).

2015. године аутор изложбе “Џинови леденог доба” .

Руководилац пројекта „Палеонтолошко истраживање горњомиоценске фауне Орешца код Смедерева“, заједно са мр Горданом Јовановић. Пројекат је рађен у више етапа током 2004/5, 2011, 2012. и финансиран од стране Министарства културе Републике Србије, Града Смедерева, Природњачког музеја и Музеја у Смедереву.

Руководилац пројекта „Рестаурација рогова оријашког јелена“, финансираног од стране Министарства културе Републике Србије и Града Смедерева. Пројекат је реализован током 2013. године.

Руководилац пројекта “Монографија – Геологија Смедерева и околине” прва фаза, финансираног од стране Града Смедерева 2014. године. Аутори монографије су професор др Слободан Кнежевић, Гордана Пауновић и Гордан Младеновић.

Руководилац пројекта 2015. година “Монографија Смедерева и суседних области – II фаза”, финансираног од Града Смедерева.

Аутор је бројних текстова за каталоге и друга музејска издања.

Креатор више едукативних радионица: „Историја живог света“, „Занимање - палеонтолог“ и др.

У циљу презентације програма Музеја у Смедереву сарађује са телевизијским, радијским и штампаним медијима.

Током рада у Музеју, стручно се усавршавала на семинарима „Музејски бренд“ у организацији Народног Музеја из Београда, „Електронска обрада података у Музејима“ у Градском музеју у Суботици, „Школа наслеђа“ у Етнографском музеју и др.

Члан је Музејског друштва Србије (на месту секретара Природњачке секције МДС била од 2006 – 2010. године).

Одслушала курс 2015. године на Биолошком факултету у Београду под називом “Геометријска морфометрија” код др Ане Ивановић, редовног професора.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација Гордане Пауновић, дипл. инж. геологије, под насловом **„Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“** написана је на укупно 130 страна, од чега 61 страна текста. Дисертација садржи насловну страну (на српском и енглеском језику), захвалницу, резиме (на српском и енглеском језику), садржај, шест поглавља, укључујући и списак коришћене литературе, прилоге (26 табли са фотографијама), биографију кандидаткиње, списак објављених радова, изјаву о ауторству, изјаву о коришћењу и изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада. Структура дисертације је следећа:

1. Увод
2. Материјал и методе
3. Резултати
4. Дискусија
5. Закључци и перспективе
6. Литература

Текст дисертације илустрован је са 15 слика и 10 табела. Засебно је, после текста, дато 26 табли са фотографијама. У попису коришћене литературе кандидаткиња је навела 192 наслова.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље је комплексно, из више засебних јединица. Кандидаткиња најпре говори о плеистоцену, његовим климатским и палеогеографским карактеристикама. Затим се описује објекат истраживања – плеистоценска мегафауна, са акцентом на сукцесивне врсте мамута као и на циновске јелене. Даје се кратак историјат проучавања ових фосила у Србији. Врши се кратак осврт и на примену метода геометријске морфометрије у палеонтологији. Затим се елаборирају стратиграфске и палеонтолошке карактеристике наслага из којих потичу фосили плеистоценске мегафауне и детаљно се разматра морфологија главеног скелета проучаваних припадника плеистоценских крупних сисара. На крају уводног поглавља јасно се дефинишу циљеви истраживања.

У поглављу «Материјал и методе» даје се преглед материјала коришћеног у изради ове тезе, његова конзервација, припрема, као и методе фотографисања. Затим се описују методе геометријске морфометрије, од прелиминарних процедура и анализа до конкретних статистичких метода за тестирање хипотеза. На крају овог поглавља рекапитулирају се све анализе коришћене за мамут-групу, и оне за јелен-групу.

У трећем поглављу, износе се резултати анализа урађених на мамут-групи и на јелен-групи, заједно са њиховим табеларним и графичким приказом.

У четвртом поглављу, «Дискусија», елаборирају се добијени резултати у односу на истраживану проблематику за сваку групу. Детаљно се разматра интерспецијска диференцијација степског и рунастог мамута, у светлу палеоклиматских прилика које су утицале на промене вегетације у току плеистоцена и самим тим и на другачији тип исхране који утиче на другачију морфологију доње вилице. На узорку рунастог мамута, у коме је било и јувенилних јединки, утврђено је да описане алометријске промене облика везане за онтогенију одговарају променама раније описаним на основу линеарних мера. Код јелен-групе, описује се могућа интерспецијска диференцијација и полни диморфизам у величини и облику. Истичу се и разлике у резултатима између структура латералног кранијума, за које су добијени статистички значајни резултати, и структура базалног кранијума за које нису. Такође се разматрају и алометријски односи, односно промене облика лобање условљене величином.

Пето поглавље (Закључци и перспективе) укратко сумира све добијене резултате истраживања и њихове интерпретације, истичући круцијалне и дајући смернице за даља истраживања ове проблематике.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација Гордане Пауновић, дипл. инг. геологије, под насловом „Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије

применом геометријске морфометрије“, има пре свега модеран приступ проблематици истраживања и представља оригинално научно дело.

Фосилна фауна плеистоценских крупних сисара на тлу Србије до сада је углавном обрађивана дескриптивном методом, при чему је фокус био на појединачним примерцима. Значај ове дисертације је што је, по први пут, прикупљен обиман материјал из већег броја музејских збирки, урађена је *a priori* таксономска детерминација (на специјском и субспецијском нивоу), материјал је обрађен методама геометријске морфометрије и мултиваријатне статистике и на основу резултата тих анализа изведени су закључци везани за проучавану проблематику.

У изради су примењене релевантне методе које се користе у палеонтолошкој пракси изучавања мегафауне, као и методе геометријске морфометрије и мултиваријатне статистике које су релативно ретко коришћене у палеонтологији, а до сада практично никада у свету нису биле примењене на таксонима који су обрађени у овој тези. Ради компатибилности ове тезе са постојећом референтном литературом, коришћена је најсавременија терминологија за геометријску морфометрију која постоји на српском језику.

Ова дисертација се уклапа у савремени тренд у палеонтологији и биологији уопште, где се све већи значај даје проучавању материјала методама 2Д и 3Д геометријске морфометрије и коришћењем метода мултиваријатне статистике уместо досадашњих дескриптивних студија.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидаткиња Гордана Пауновић је детаљно прегледала постојећу релевантну литературу објављену у форми научних и стручних публикација, научно-истраживачких радова, докторских дисертација и других јавних публикација. У списку коришћене литературе наводе се 192 референце. Највећи део литературе чине радови еминентних страних стручњака који се баве геометријском морфометријом и плеистоценском мегафауном, од чега је 61% радова објављено у последњих 20 година.

3.3 Опис и адекватност примењених научних метода

Научне методе примењене у докторској дисертацији потпуно су у складу са постављеним научним проблемом. Током израде докторске дисертације материјал је претходно пробран тако да су у обзир узети само адекватно очувани примерци, а затим је на основу својих морфолошких карактеристика материјал *a priori* детерминисан. Сви примерци су фотографисани дигиталним фото апаратом, на начин на који се елиминишу ефекти дисторзије и паралаксе, а поред сваког примерка је фотографисан и лењир на

основу кога се врши скалирање. Доње вилице мамута фотографисане су у оклузалној, anteriornoј и латералној перспективи, а лобање циновских јелена у базалној и латералној перспективи. Након фотографисања, на проучаваним структурама су, програмом TrpDig2, постављене специфичне тачке на начин који најбоље описује морфологију проучаване структуре. Затим је на улазним подацима урађена Генерализована Прокрстова Анализа, која транслацијом, ротацијом и рескалирањем одваја облик од величине и као резултат даје варијабле облика – Прокрстова координате, и варијаблу величине – величину центроиде. Са тим подацима даље су рађене стандардне анализе геометријске морфометрије и мултиваријатне статистике. Већина анализа урађена је софтверским пакетом MorphoJ (Klingenberg, 2011), једним од најсавременијих корисничких програма за овај тип студија.

3.4 Применљивост остварених резултата

Нарочити значај ове докторске дисертације јесте у томе што је омогућила да се унапреди познавање фосилне плеистоценске мегафауне на тлу Србије. С обзиром да је палеомегафауна наше земље до сада била углавном дескриптивно проучена, ова дисертација представља велику рекапитулацију, систематизацију и унапређење у стручној литератури и пружа потпуније податке о морфологији и еволуцији ових таксона.

Подаци до којих се дошло истраживањима у оквиру ове тезе моћи ће да се користе у палеонтолошким и морфолошким истраживањима, па и у мета-анализама које би обухватиле узорке из већег броја музејских збирки. Такође, они дају увид у обрасце морфолошке диференцијације сукцесивних врста, интраспецијску диференцијацију могућих подврста у различите морфотипове, као и обрасце полног диморфизма и због тога су значајни у еволуционој биологији.

Због свега тога треба нагласити да ова врста студија може наћи место и у мултидисциплинарним пројектима, нарочито оним везаним за еволуцију биологију, јер могу у комбинацији са подацима на рецентним групама дати ширу слику о генералним обрасцима морфолошке еволуције.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња је током израде дисертације показала велику самосталност у научно-истраживачком раду и примени одговарајуће методологије у истраживањима. Посебно треба истаћи иницијативу и креативност кандидаткиње, као и посвећеност целокупном раду: од давања иницијалне идеје, формулисања теме и научног проблема, преко претраге и систематизације референтне литературе, извођења техничког дела истраживања, до анализе података и критичке интерпретације добијених резултата.

Током израде докторске дисертације, кандидаткиња је публиковала и излагала резултате свог рада, пре свега путем објављених научних радова у истакнутим научним часописима (2 рада из категорије M22, један од њих прихваћен у току предавања ове тезе). Такође, у току и пре реализације ове тезе кандидаткиња публикује и презентује свој палеонтолошки рад у домаћим часописима, каталозима, изложбама и учешћем на скуповима домаћег карактера. Битно је истаћи и да комплетна библиографија кандидаткиње није везана искључиво за докторску тезу, већ се бави широм палеонтолошком проблематиком (један рад из категорије M52, један рад из категорије M61 и чак 16 каталога, радова и саопштења у часописима ван SCI листе).

На основу свега изреченог може се закључити да је Гордана Пауновић стасала у доброг истраживача, у потпуности спремног за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос ове дисертације се састоји у следећем:

- Урађена је систематизација и *a priori* класификација великог дела материјала који припада плеистоценској мегафауни из више различитих збирки у Србији.
- Статистички је потврђена и визуелно приказана морфолошка диференцијација двеју сукцесивних врста мамута. Те морфолошке промене се могу тумачити у односу на промене палеоклиматских услова и самим тим дати бољи увид у морфолошку еволуцију мамута на овим просторима и генерално.
- Иако без статистичке потврде, због малог узорка, илустроване су алометријске промене током онтогеније рунастог мамута, што такође даје значајне податке о онтогенији и еволуцији ових животиња.
- Геометријском морфометријом је проверена могућа интраспецијска диференцијација код циновског јелена, што даје велики допринос овој проблематици око које и даље постоје супротстављена мишљења.
- Тестиран је полни диморфизам у величини и облику код циновских јелена, што даје значајан допринос истраживању ове проблематике код папкара.
- Алометријске промене облика код циновског јелена, које су илустроване у овој тези, такође дају допринос студијама алометрије код сисара.
- Ова теза потврђује и да је на релативно малим узорцима какви су пре правило него изузетак у палеонтолошким студијама могуће применити савремене методе геометријске

морфометрије и мултиваријатне статистике, што отвара могућности и перспективе за даља истраживања овог типа.

- По први пут у свету су анализе геометријске морфометрије примењене на таксонима родова *Mammuthus* и *Megaloceros*. Самим тим, ова теза је пионирска, како на нивоу Србије, тако и на међународном нивоу. То потврђује и чињеница да су резултати ове тезе публиковани у два истакнута међународна часописа.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Докторска теза кандидаткиње Гордане Пауновић представља детаљан приказ и темељну анализу кранијалног скелета крупних плеистоценских биљоједа. Применом савремених метода геометријске морфометрије анализирани су структуре доње вилице двеју сукцесивних врста мамута и лобање циновских јелена. На територији Србије овакав материјал је по први пут систематизован а резултати статистичких анализа дају бољи увид у морфолошку еволуцију обе групе великих сисара.

На основу резултата добијених стандардним методама геометријске морфометрије и мултиваријатне статистике била је омогућена детаљна анализа анатомије и морфологије проучаваних структура и самом тим је могуће донети закључке о морфолошкој еволуцији код обе проучаване групе, која се огледа у интерспецијској диференцијацији код мамута, односно интраспецијској диференцијацији код циновских јелена. Обрасци алометријских промена описаних за обе групе као и студија полног диморфизма код циновског јелена такође допуњују познавање ових проблематика код сисара генерално.

Осим тога, ови резултати представљају основ и за будућа истраживања у палеонтологији, морфологији и еволуционој биологији, јер проучавање образаца промена облика кранијалних структура и њихова интерпретација у светлу палеоклиматских услова има велику примењивост и у сродним научним дисциплинама као што су биологија, палеоекологија и сл.

4.3 Верификација научног доприноса

До сада је део резултата добијених овом докторском дисертацијом објављен у неколико радова: 2 рада у истакнутом међународном часопису са SCI листе (категирија M22), 1 рад из категорије M61 и четири публикације у часописима ван SCI листе).

M22 – Рад објављен у истакнутом међународном часопису

PAUNOVIĆ, G., BOGIĆEVIĆ, K., UROŠEVIĆ, A. in press. Intraspecific differentiation and sexual dimorphism in giant deer (*Megaloceros giganteus* Blumenbach, 1799; Artiodactyla, Cervidae) skulls found in Serbia. Acta Zoologica, DOI: 10.1111/azo.12325 IF (2018)=1.044.

РАУНОВИЋ, Г., БОГИЋЕВИЋ, К., УРОШЕВИЋ, А. 2017. Mandible shape differentiation between *Mammuthus trogontherii* and *M. primigenius* and mandible shape ontogeny in *M. primigenius* specimens from Serbia: a preliminary explorative geometric morphometric study. *Quaternary International*, 443, 212–220. DOI: 10.1016/j.quaint.2016.07.048 IF (2016)=2.199.

Мб1 – Предавање по позиву са скупа националног значаја штампано у целини

УРОШЕВИЋ, А., **ПАУНОВИЋ, Г.**, БОГИЋЕВИЋ, К. 2017. Примена геометријске морфометрије у палеонтолошким студијама. Симпозијум „Никола Пантић –човек и природа у спирали времена (90 година од рођења научника)“, 15. децембар 2017, Београд (предавање по позиву).

Радови у часописима ван SCI листе и остале публикације

ПАУНОВИЋ, Г. 2018. Палеонтолошка анализа лобање женке циновског јелена (*Megaloceros giganteus* /Blumenbach/) из фондуса Музеја у Смедереву. Смедеревски зборник, 6, 123–139.

ПАУНОВИЋ, Г., Филиповић, Б. 2016. Палеонтолошка анализа и рестаурација лобање и рогова циновског јелена (*Megaloceros giganteus* Blumenbach, 1803) из фондуса Музеја у Смедереву, Смедеревски зборник, 5, 27 – 43.

ПАУНОВИЋ, Г. 2015. Цинови леденог доба, Музеј у Смедереву, Смедерево, 24 стр.

ПАУНОВИЋ, Г. 2013. Остаци мамута из палеонтолошке збирке Музеја у Смедереву (аквизирано од 2003. до 2011.), Смедеревски зборник, 4, 227 – 250.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Гордане Пауновић, дипл. инг. геологије, под насловом **„Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“**, представља документован, обиман и савремен научно-истраживачки рад из домена палеонтологије. Постављени предмет и циљеви докторске дисертације су у потпуности остварени, те Комисија закључује да докторска дисертација испуњава све захтеване критеријуме, као и да садржи све потребне елементе који задовољавају услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом и Правилником Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета. Комисија такође закључује да је кандидаткиња Гордана Пауновић, дипл. инг. геологије, током израде дисертације показала самосталност и оригиналност у научно-истраживачком раду.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета да се докторска дисертација под називом: **„Анализа кранијалног скелета плеистоценских крупних биљоједа са територије Србије применом геометријске морфометрије“**, кандидаткиње Гордане Пауновић, дипл. инг. геологије, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, након чега би се приступило усменој одбрани дисертације пред комисијом у истом саставу.

Чланови Комисије:

У Београду, 02.03.2020.године

Др Катарина Богићевић, редовни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Драженко Ненадић, редовни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Зорица Лазаревић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Александар Урошевић, виши научни сарадник
Универзитета у Београду, Института за биолошка истраживања
„Синиша Станковић“ – института од националног значаја за
Републику Србију