

**ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ЗА ПОСЛЕДИПЛОМСКЕ СТУДИЈЕ
УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУНУМ**Београд
Данијелова 32

Одлуком Већа Департмана за последипломске студије Универзитета Сингидунум, број 4–60/2023, од 06. 04. 2023. године, одређени смо за чланове Комисије за преглед, оцену и усмену одбрану докторске дисертације кандидата Мр. Филипа Абрамовића под називом: *“Могућности супституције природних камених агрегата рециклажом грађевинског отпада ради повећања заштите животне средине и одрживог коришћења природних ресурса”*. После прегледа достављене Дисертације и пратећих материјала, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ**1. УВОД****1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације**

Филип Абрамовић је докторске студије започео на Рударско-геолошком факултету (РГФ) Универзитета у Београду, а школске 2022/2023. одобрен му је прелазак на докторске студије на студијском програму Животна средина и одрживи развој (ЖСОР) Универзитета Сингидунум при чему му је признато 90 ЕСПБ на основу испита положених надокторским студијама на РГФ. Захтев за одобравање теме за израду докторске дисертације поднео је крајем фебруара 2023. године. На основу позитивног извештаја Комисије за оцену теме и подобности кандидата, Веће Департмана за последипломске студије Универзитета Сингидунум је на седници од 6. априла 2023. године одобрило рад на изради докторске дисертације под називом: *“Могућности супституције природних камених агрегата рециклажом грађевинског отпада ради повећања заштите животне средине и одрживог коришћења природних ресурса”*. Одлуком Већа Департмана за последипломске студије Универзитета Сингидунум, број 4–60/2023 од 06.04.2023. године, образована је Комисија за оцену и одбрану дисертације у следећем саставу:

1. Др Мирослав Поповић, ванр. проф., Универзитет Сингидунум, Београд (ментор)
2. Др Маја Вујчић-Тркуља, доцент, Универзитет Сингидунум (члан)
3. Др Владимир Симић, редовни професор, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду (члан).

1.2. Научна област дисертације

Тема дисертације кандидата је у домену научних области 'управљање отпадом', 'одрживо коришћење природних ресурса' и 'науке о заштити животне средине', за које је

студијски програм Животна средина и одрживи развој (ЖСОР) Универзитета Сингидунум матичан.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Филип Абрамовић је рођен 03.11.1975. године у Београду. Основну и средњу Машинску школу завршио је у Београду. Дипломирао је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 2004. године и стекао звање дипломирани инжењер геологије на смеру Истраживање лежишта минералних сировина.

Академске магистарске студије је уписао 2005. године, а звање MSc стекао 2007. године. Докторске студије уписује 2008. године на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, у оквиру студијског програма „Геологија“, а фебруара 2023. године прелази на докторске студије Универзитета Сингидунум, на студијски програм „Заштита животне средине“. На Машинском факултету Универзитета у Београду 2010. године завршио специјализацију из области „Управљања чврстим отпадом“ као и EU Environmental academy - двогодишње специјалистичке студије. Аутор је више научних радова из области геологије и заштите животне средине.

Од 2017. године је запослен у Министарству заштите животне средине. Тренутно је на позицији руководиоца групе за хармонизацију прописа са Европском унијом у области отпада и отпадних вода. Пре тога је обављао послове помоћника министра и руководиоца Сектора за управљање отпадом и отпадним водама. У Скупштини града Београда је на позицији шефа Кабинета председника скупштине Града Београда као и помоћника Секретара за заштиту животне средине и директора Дирекције за управљање отпадом града Београда.

Учествовао у реализацији пројекта јачања капацитета и стручног усавршавања кадрова „SPEAK EUROPAEN“ (стипендија ЕУ-3 месеца стажирања у институцијама ЕУ-Велика Британија-Greater Manchester Waste Disposal Authority и PFI компанија Viridor Laing 2011. године – у склопу пројекта ЕУ и Владе Републике Србије; учествовао је у израдама Локалног плана управљања отпадом за територију града Београда за период 2011-2020. и 2020-2030, као и у другим пројектима од круцијалне важности за управљање отпадом на територије Републике Србије.

Обављао је и функције члана Управног одбора Републичког фонда за иновативну делатност 2006-2011, члана Савета Рударско-геолошког факултета у два мадата, члана Управног одбора Рударско-геолошког факултета од 2000 до 2002.

Члан је МЕНСЕ. Говори енглески језик, служи се руским и француским језиком. Ожењен је Љубицом и отац Мие.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под називом: *“Могућности супституције природних камених агрегата рециклажом грађевинског отпада ради повећања заштите животне средине и одрживог коришћења природних ресурса”* има укупно 82 стране. Дисертација има шест поглавља и списак литературе. Поглавља су:

1. Увод, 31 страна,
2. Предмет и циљ истраживања, 2 стране,
3. Производња и употреба камених агрегата у Београду, 13 страна,
4. Експериментални протокол, 13 страна,
5. Резултати и дискусија, 14 страна,

6. Закључци и предлози даљих активности, 2 стране.

У дисертацији има укупно 23 слике и 20 табела. Литература садржи 127 библиографских јединица, побројаних на 7 страна.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље садржи два потпоглавља. Прво је насловљено са 'Природни агрегати' и у њему се излаже геолошка структура Србије, доноси се преглед извора и постојећих капацитета (и квалитета) природних камених агрегата у Србији, динамика њихове експлоатације (уз поређење са динамиком експлоатације у Европској Унији), и планови за одрживо искоришћавање истих. Овде се даје и дефинисање камених агрегата, и њихова класификација на примарне и секундарне. На крају овог потпоглавља је преглед и анализа прописа (релеватне легислативе) Р. Србије и ЕУ из области коришћења природних агрегата. Друго потпоглавље носи наслов 'Грађевински отпад' и у њему се разматра досадашња пракса третмана грађевинског отпада, методе његове рециклаже, извори и методе/технологије добијања секундарних камених агрегата, могућности коришћења истих, као и досадашње студије из домена ове тематике.

Кратко друго поглавље дефинише значај тематике истраживања и објашњава циљ докторске дисертације, а то је - детаљна анализа тренутног стања у области резерви и могућности коришћења природних агрегата, и испитивање могућности смањења коришћења природних агрегата и супституције агрегатима добијеним рециклажом грађевинског отпада (на огледном примеру депоније „Винча“) уз детаљну анализу бенефита потоњег, са становишта економије, одрживости, и заштите животне средине.

Треће поглавље бави се систематизацијом и анализом резултата кандидатових истраживања о лежиштима природних камених агрегата и количини и врсти техногених агрегата на територији Београда, њиховој производњи и употреби, као и карактеристикама потоњих и начинима њиховог добијања рециклажом. Износи се овде план развоја града Београда са аспекта рециклаже грађевинског отпада, укратко разматра актуелна потрошња природних агрегата и потреба за побољшањем снабдевања истим у Београду.

Четврто поглавље доноси детаљно излагање и опис примењених метода испитивања узорака, укључујући експерименте и мерења. Описују се локације и методе узорковања и припреме узорака са депоније „Винча и њиховог испитивања, као и методе анализе узорака са новог рециклажног постројења.

У првом потпоглављу петог поглавља ('Резултати') излажу се и анализирају добијени резултати. У другом потпоглављу ('Дискусија') дискутују се и анализирају могућности одрживог коришћења камених агрегата тј. супституције и ефеката на природне ресурсе, са становишта резултата студије. Анализују се и интерпретирају ефекти примене супституције природних агрегата техногеним на животну средину – степен смањења експлоатације природног извора камена, повећање заштите од деградације крајолика експлоатацијом, као и на смањење генерисања отпада и његовог депоновања.

У шестом поглављу су дати су закључци добијених резултата истраживања, и предлози даљих мера у остварењу циљева смањења потрошње природних агрегата.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања ове дисертације је анализирање могућности супституције природних (примарних) камених агрегата рециклираним грађевинским отпадом (тј. секундарним агрегатима) са циљем оптимизације енергетске ефикасности (веће уштеде енергије), економских бенефита (трошкови производње/прераде агрегата) и додатних бенефита за животну средину.

Трошкови производње, у случају коришћења рециклираног грађевинског отпада уместо производњи агрегата из природних ресурса, чиме се једним делом бави овај рад, смањују се за скоро 0,5 €/т. произведеног агрегата. Поред економских бенефита, ова теза процењује и истиче један посебан еколошки бенефит: смањење емисије CO₂ у случају поновне употребе искоришћеног грађевинског материјала, и то у незанемарљивој мери – што овај приступ употребе (супституција природних агрегата рециклираним) са еколошког становишта сврстава у чисте технологије.

Методе узорковања материјала и лабораторијских анализа, примењене у раду (а описане у поглављу 4), засноване су на прворазредним савременим техникама анализе грађевинског и геолошког материјала, док је процена утицаја на животну средину базирана на студиозном life cycle assessment (LCA) и life cycle cost assessment (LCCA) приступу.

Након интерпретације експерименталних резултата, представљен је опсежан преглед и анализа економских фактора и бенефита за животну средину: кроз циркуларну економију, одрживо коришћење ресурса, попуњавање девастираних подручја (обнова екосистема, уређење предела и рекреативних простора), секвестрацију угљеника, смањење штета од поплава, регулацију температуре, и ефекте на здравље. Анализирају се два сценарија даље употребе агрегата на простору Србије са економско-еколошког становишта.

Највећа предност ове супституције је енергетска ефикасност, тј. уштеда енергије од чак 23% у односу на производњу агрегата из природних ресурса, што је значајна потенцијална еколошка и економска корист.

У овом контексту, кандидат је оригиналност свог истраживачког рада потврдио објављивањем научним радова у међународним научним часописима са SCI листе (од тога, један рад у категорији M21, објављен 2024.), у домаћим часописима (један рад у M51), као и у зборницима са међународних и домаћих научних конференција. Степен плагијаризма у дисертацији је шест процената.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради дисертације коришћена је обимна литература из области управљања грађевинским отпадом и третмана истог – нарочито рециклаже и механичког испитивања материјала, заштите животне средине, одрживог искоришћавања природних ресурса, енергетске економије, укључујући ту и најсвежије радове из истакнутих међународних научних часописа. На основу тих референци, оригинални научни резултати које је кандидат добио својим радом и презентовао у дисертацији су смештени у конкретан контекст.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Научноистраживачки методи обухватили су кабинетске, теренске и лабораторијске радове. Теренски рад укључио је обиласке локалитета, опажање и прикупљање података, и узорковање по утврђеној и прихваћеној процедури. Лабораторијски рад сачињавала су физичка, механичка и хемијска испитивања узорака техногених агрегата за утврђивање њихових особина ради анализе могућности коришћења истих као супститута за природне.

Систематизација и синтеза података као и методе тумачења, прогнозе и аналогije при њиховој анализи и верификација података извршиће се систематичним приступом.

Кандидат је у изради дисертације комбиновао различите методе научно-истраживачког рада како би се задовољили основни методолошки захтеви (објективност, поузданост, општеважност, систематичност).

У складу са изабраном тематиком, дефинисаним циљевима истраживања и постављеним научним хипотезама ради формирања валидних закључака употребљена је теоријска анализа уз коришћење резултата истраживања из међународне научне литературе, односно сазнања шире научне заједнице у домену проблематике дисертације.

Главна хипотеза дисертације осмишљена је тако да се на основу ње докаже да се фракције грађевинског отпада, третиране и рециклиране, могу користити као ресурс и као грађевински материјал са великим дијапазоном примене и са потенцијалом да замене природне агрегате одн. смање њихово коришћење, чиме се верификује допринос одрживом развоју, циркуларној економији, мањој експлоатацији необновљивих ресурса, заштити животне средине, мањој деградацији површина, и ефикаснијем коришћењу нових ресурса.

У раду је такође коришћена компаративна научна метода: анализирана су и упоређивана механичка својства природних агрегата и рециклираног грађевинског отпада. Истом методом успоређивани су еколошки и економски бенефити коришћења једног и другог типа агрегата. Упоређивани су резултати унутар сваке групе, као и тачност и поузданост мерења (и методе), а такође и у односу на литературне вредности и опсервације. Ово је дало потврду употребљивости рециклираних агрегата уместо природних, те тиме потврдило први део радне хипотезе.

У циљу провере енергетске ефикасности и економске исплативости, извршена је економска анализа хипотезираних двају сценарија могућег даљег коришћења ових двају типова агрегата, те је тиме у целости потврђена главна радна хипотеза дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

У Републици Србији не постоје довољне количине природних агрегата за садашње потребе, а камоли за одрживо коришћење, у смислу обезбеђивања будућих генерација и потреба, док с друге стране мањка законска регулатива и инфраструктура за третман и одлагање грађевинског отпада. Практични циљ ове дисертације је отварање могућности смањења употребе природних камених агрегата њиховом супституцијом агрегатима добијеним рециклажом грађевинског отпада, што је од великог економског и научног значаја, али и од пресудног значаја за заштиту животне средине. У раду је на експерименталним примерима приказана оправданост коришћења рециклираног грађевинског отпада у грађевинарству, као замена за природне агрегате. Употребом рециклираног грађевинског отпада уштеђује се око 0,5 €/т произведеног агрегата и смањује потрошња енергије за 23% у односу на производњу из природних ресурса, што отвара могућности примене ради смањења негативних ефеката на животну средину.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самосталан научни рад

Кандидат је у свом раду на изради докторске дисертације и пропратом објављивању научних радова показао задовољавајуће квалитете неопходне за бављење истраживачким радом и саопштавање (писмено и усмено) научних резултата: способност уочавања и дефинисања проблема, постављања јасног и постижног циља истраживања, могућност схватања и проширивања теоријских концепата, оригиналност, методолошку доследност и ригорозност, способност да самостално осмисли, креира и спроведе истраживање, постави хипотезе и провери их, као и да критички анализира добијене резултате.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни доприноси дисертације су следећи:

- Потврђено је да су материјали добијени рециклажом грађевинског отпада насталог на подручју Београда у складу са постојећим (важећим) регулативама и стандардима;
- Доказано је да се ови материјали могу користити као замена за природне агрегате – као невезани носећи слојеви, као невезани слојеви против хабања, као агрегат за заштитање/јачање, као и бетонске мешавине које садрже цемент;
- Анализом економских фактора и еколошких аспеката, и могућих сценарија, утврђено је да се могу постићи значајне потенцијалне еколошке и економске користи употребом рециклираног грађевинског отпада (за продају и уређење простора) у виду уштеде од скоро 0,5 €/т, одн. 23% мањом потрошњом енергије, него што је то случај при производњи агрегата из природних ресурса.
- Потврђено је да се коришћењем рециклираног агрегата од отпадног бетона, у који се као минерални додатак додаје летећи пепео (што је такође са еколошког аспекта нарочито пожељно), могу добити нешто ниже, али задовољавајуће, механичке карактеристике за производњу нових видова бетона.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У првој фази кандидат је разматрајући расположиву литературу у области теме дисертације извршио критичку анализу доступних информација и коректно дефинисао циљ истраживања.

Током истраживачког рада критички је проверавао добијене резултате, упоређивао их са литературним вредностима добијеним из других истраживања и сродних метода и изводио научно аргументоване (засноване) закључке, дајући свој доприноси кроз предлоге даљих праваца истраживања и унапређивања истих.

Кандидат критички нарочито анализира ефекте на животну средину: могућности бољег искоришћења отпада, редуцирања дивљих као и несанитарних и санитарних регистрованих депонија, позивитан утицај на земљиште спречавањем мобилизације опасних елемената из овог типа отпада и смањење оптерећења на експлоатацију природног необновљивог ресурса каменог агрегата. Позитивни ефекти се огледају и у заштити крајолика, смањењу дефорестације, и низу позитивних ефеката на биотопе, флору и фауну, што је све дало потврду постављеним хипотезама.

Поред предности, уочени су и поједини недостаци употребе рециклираних агрегата уместо природних (нешто слабије механичке карактеристике произведеног материјала за секундарну грађевинску употребу), и указано на могуће начине њиховог превазилажења и унапређивања производног метода, као и правце могућих даљих истраживања.

4.3.

Верификација научних

доприноса

Научни доприноси ове дисертације верификовани су следећим радовима кандидата:

Објављени радови у часописима категорије M21:

- F. Abramović, M. P. Popović, V. Simić, V. Matović and R. Šerović, Characterization and Environmental Evaluation of Recycled Aggregates from Construction and Demolition Waste in Belgrade City Area, *Materials*, **2024**, 17(4), 820. DOI: 10.3390/ma17040820

Објављени радови у часописима категорије M23:

- V. Simić, F. Abramović, N. Andrić, I. Delić, Z. Miladinović, D. Životić, "Need to Improve the Natural Aggregate Resources Supply in the City of Belgrade (Serbia)", *Acta Mont. Slov.*, 21, 3 (2016), 191-199. IF₂₀₁₅ = 0.390, ISSN 1335-1788, <http://actamont.tuke.sk/pdf/2016/n3/3simic.pdf>

Објављени радови у часописима категорије M51:

- Ф. Абрамовић, В. Симић, "Управљање грађевинским отпадом у Београду у функцији одрживог коришћења камених агрегата", *Ecologica* 21, 74 (2014), 295-298. UDC 620.4.036.004.8 (497.11-20);

5. МИШЉЕЊЕ КОМИСИЈЕ И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног, комисија констатује да докторска дисертација кандидата Филипа Абрамовића под насловом *“Могућности супституције природних камених агрегата рециклажом грађевинског отпада ради повећања заштите животне средине и одрживог коришћења природних ресурса”* испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета Сингидунум у Београду. Докторска дисертација Филипа Абрамовића садржи научне доприносе који се састоје у потврди адекватности и применљивости супституције природних камених агрегата техногеним агрегатима (рециклираним грађевинским отпадом), чиме се смањује оптерећење на природне необновљиве ресурсе, редукује количина грађ.материјала на депонијама, отпад боље искоришћава, смањује дефорестација и загађење земљишта, смањују трошкови, а повећава заштита животне средине и енергетска ефикасност.

Током целокупне израде докторске дисертације, кандидат је демонстрирао задовољавајућу способност за самостални истраживачки рад. Стога чланови Комисије са задовољством предлажу Већу департмана за последипломске студије да се докторска дисертација под насловом *“Могућности супституције природних камених агрегата рециклажом грађевинског отпада ради повећања заштите животне средине и одрживог коришћења природних ресурса”* кандидата Филипа Абрамовића прихвати, изложи увиду јавности, и упуту на коначно усвајање Сенату Универзитета Сингидунум у Београду.

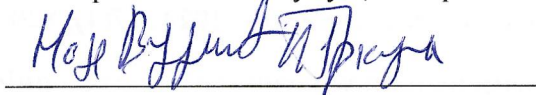
Београд, 19. 02. 2024. године

Чланови комисије:

Др Мирослав Поповић, ванредни професор,
Универзитет Сингидунум, Београд



Др Маја Вујчић-Тркуља, доцент,
Универзитет Сингидунум, Београд



Др Владимир Симић, редовни професор,
Рударско-геолошки факултет,
Универзитет у Београду

