

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о завршеној докторској дисертацији кандидаткиње **Тијане Милановић**.

На седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Факултета организационих наука, одржаној 10.11.2021. године, одлуком 05-01 бр. 3/143-4, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, кандидаткиње Тијане Милановић, под насловом:

„Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије”

После прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидаткињом, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Тијана (Стана) Милановић је 2014/2015. школске године уписала докторске академске студије на Универзитету у Београду - Факултету организационих наука, студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Квантитативни менаџмент. Положила је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија, са просечном оценом 9,89 (девет и 89/100) и на тај начин стекла право на израду приступног рада. На седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, одлуком 05-01 бр. 3/132-23, на лични захтев, кандидаткињи Тијани Милановић, одобрен је статус мировања за школску 2016/2017. годину.

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Факултета организационих наука 05-01 бр. 3/3-6, на седници одржаној 23.01.2019. године, је одређена Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације. Кандидаткиња Тијана Милановић је 25.12.2019. године одбранила приступни рад под називом „Управљање отпадом у функцији унапређења циркуларне економије”, под менторством др Наташе Петровић, редовног професора, Универзитета у Београду - Факултета организационих наука. Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на Наставно-научном већу 23.09.2020. године, одлуком 05-01 бр. 3/82-8. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 27.10.2020. године, одлуком 02 број 61206-3542/2-20, одобрило је израду предложене докторске дисертације под насловом „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије”, а за ментора је именована др Наташа Петровић, редовни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука.

Веће студијских програма докторских академских студија Универзитета у Београду - Факултета организационих наука је обавештено о датој сагласности на предлог теме докторске дисертације и одређивању ментора на седници одржаној 16.11.2020. године. Наставно-научно веће Универзитета у Београду - Факултета организационих наука је обавештено о датој сагласности на предлог теме докторске дисертације и одређивању ментора на седници одржаној 18.11.2020. године.

Ментор проф. др Наташа Петровић је 10.11.2021. године известила Наставно-научно веће Универзитета у Београду - Факултета организационих наука да је кандидаткиња Тијана Милановић завршила израду докторске дисертације. Одлуком Наставно-научног већа 05-01 бр. 3/143-4 од 10.11.2021. године, одређена је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, у саставу:

1. **др Наташа Петровић**, редовни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, ментор;
2. **др Милан Мартић**, редовни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, члан;
3. **др Гордана Савић**, ванредни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, члан;
4. **др Сандра Једнак**, редовни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, члан;
5. **др Александар Јововић**, редовни професор Универзитета у Београду - Машинског факултета, спољни члан.

1.2 Научна област дисертације

Докторска дисертација „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије” припада научној области техничких наука, подручју организационих наука, ужој научној области еколошки менаџмент. Ментор др Наташа Петровић, редовни професор Универзитета у Београду - Факултета организационих наука, поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду објављених радова у међународним часописима из области еколошког менаџмента реферисаним у међународним цитатним базама *Journal Citation Report* и *Web of Science*.

1.3 Биографски подаци о кандидату

Тијана Милановић је рођена 20.03.1983. године у Београду, Република Србија. Завршила је основну школу „Вук Караџић” у Београду са одличним успехом, а потом Средњу економску школу, такође у Београду. Школске 2002/2003. године је уписала основне академске студије на Универзитету у Београду - Факултету организационих наука које је завршила са просечном оценом током студија 8,21 (осам и 21/100). Дипломирала је на тему „Концепти одрживог развоја” са оценом 10 (десет). Након тога уписује мастер академске студије на Универзитету у Београду - Факултету организационих наука, на студијском програму Управљање квалитетом. Завршни мастер рад на тему „Анализа индикатора одрживог развоја у процесу приближавања Републике Србије Европској унији” је одбранила дана 29.12.2011. године и завршила мастер академске студије са просечном оценом 9,29 (девет и 29/100). Потом је школске 2013/2014. године уписала специјалистичке академске студије на студијском програму Управљање квалитетом на Универзитету у Београду - Факултету организационих наука и завршила их 2014. године са просечном оценом 10 (десет) одбравши специјалистички академски рад под називом „Управљање медицинским отпадом у Републици Србији”. Докторске академске студије уписала је 2014/2015. године на Универзитету у Београду - Факултету организационих наука, студијски

програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Квантитативни менаџмент. Све испите (9/9 испита) предвиђене наставним планом и програмом студија положила је са просечном оценом 9,89 (девет и 89/100), те одбранила 25.12.2019. године приступни рад под насловом „Управљање отпадом у функцији унапређења циркуларне економије”.

Професионално искуство стакла је радом од 2008. до 2014. године у Министарству животне средине, Одељење за управљање отпадом, у Београду, где је учествовала и на великом броју пројеката, везаних за тему управљања отпадом. Затим је од 2014. до 2017. године радила у Министарству рударства и енергетике, а од септембра 2017. године до данас ради као предавач на Београдској Академији пословних и уметничких струковних студија, Београд. Аутор је уџбеника Предузетништво, на поменутој Академији, а предавач на четири предмета: Предузетништво, Предузетништво и бизнис, Логистика и Еколошки менаџмент.

На Београдској Академији пословних и уметничких струковних студија, Београд, била је ангажована као ментор тима студената на међународној конференцији - 38th *International Conference on Organizational Science “Ecosystem of Organizations in the Digital Age”*, Faculty of Organizational Sciences, Portorož, Slovenia у решавању студије случаја 2019. године, на тему “Circular economy is working: municipal material - flow cycle of used beverage cartons”.

Похађала је и завршила Академију циркуларне економије (АЦЕ) која је организована од стране Привредне коморе Србије и организације *Climate KIC*, у Београду, новембра 2019. године и тиме стекла додатна знања и искуство у области циркуларне економије.

Пројекти и радне групе у којима је учествовала и била укључена:

- Имплементација *COWI EU* пројекта под називом Техничка помоћ за лечење, медицински отпад у Републици Србији, Министарство за заштиту животне средине (2010-2013);
- Члан радне групе на пројекту управљања медицинским отпадом Техничка подршка у управљању отпадом, Министарство за заштиту животне средине (2010-2013);
- Имплементација *EU TA* пројекта Техничка помоћ за управљање отпадом, Министарство за заштиту животне средине (2010-2013);
- Члан радне групе за Усклађивање закона са Оквирном директивом о отпаду, Министарство за заштиту животне средине (2010-2013);
- Члан пројекта Техничка подршка за третман медицинског отпада у Србији;
- Члан пројекта Јачање институционалних капацитета за управљање опасним отпадом;
- Члан радне групе Института за стандардизацију Србије, Комисије за управљање отпадом;
- Члан радне групе за усклађивање националног законодавства са директивом Европске уније о отпаду.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије” написана је на 138 страна, организована је у осам целина, после који последње поглавље представља списак коришћене литературе током израде дисертације, а које се састоји од 230 релевантних референци. Дисертацији садржи девет слика, те 29 табела.

Садржај дисертације је следећи:

1. УВОД

- 1.1. Предмет истраживања
- 1.2. Циљеви истраживања
- 1.3. Хипотезе истраживања
- 1.4. Методологија истраживања
- 1.5. Структура докторске дисертације

2. ЦИРКУЛАРНА ЕКОНОМИЈА

- 2.1. Истраживање порекла и теоријског концепта циркуларне економије
- 2.2. Удаљавање од линеарног модела економије и приближавање циркуларном моделу
- 2.3. Сродне школе мишљења које су допринеле развоју концепта циркуларне економије
 - 2.3.1. Индустријска екологија
 - 2.3.2. Од колевке до колевке
 - 2.3.3. Економија перформанси (учинка)
 - 2.3.3.1. Економија затворене петље
 - 2.3.3.2. Продаја перформанси уместо производа
 - 2.3.4. Плава економија
 - 2.3.5. Биомимикрија
- 2.4. Појам и дефиниције циркуларне економије
- 2.5. Принципи циркуларне економије

3. ДЕФИНИСАЊЕ И ПОЈАМ ПОСЛОВНИХ МОДЕЛА ЦИРКУЛАРНЕ ЕКОНОМИЈЕ

- 3.1. Модел циркуларни ланац снабдевања
- 3.2. Модел поновне употребе искоришћених ресурса
- 3.3. Модел продуженог животног века производа
- 3.4. Модел дељења и пружања услуга уместо куповине самог производа
- 3.5. Модел производа као услуге

4. ИНДИКАТОРИ ЦИРКУЛАРНЕ ЕКОНОМИЈЕ

- 4.1. Преглед предузетих иницијатива за развој индикатора циркуларне економије
- 4.2. Преглед група индикатора
 - 4.2.1. Индикатори према нивоу мерења циркуларне економије
 - 4.2.1.1. Процена ЦЕ на микро нивоу
 - 4.2.1.2. Процена ЦЕ на мезо нивоу
 - 4.2.1.3. Процена ЦЕ на макро нивоу
- 4.3. Преглед индикатора циркуларне економије у Кини
- 4.4. Преглед индикатора циркуларне економије у Француској
- 4.5. Преглед индикатора циркуларне економије Европске уније
 - 4.5.1. Преглед оквира за праћење ЦЕ
 - 4.5.2. Композитни индекс ЦЕ и његова примена у области ЦЕ и одрживости

5. АНАЛИЗА ОБАВИЈАЊА ПОДАТАКА (ДЕА): ОСНОВНИ И МОДЕЛИ ЗА КОМПОЗИТНЕ ИНДЕКСЕ

- 5.1. Основни ДЕА модели
 - 5.1.1. ДЕА модели са варијабилним приносом на обим
- 5.2. ДЕА модели за композитне индексе
- 5.3. Преглед примена ДЕА методе

5.3.1. Примена ДЕА методе у области ЦЕ и одрживости	
5.3.2. Преглед примена ДЕА методе у развијању композитних индекса у области ЦЕ и одрживости	
6. КРЕИРАЊЕ ИНДИКАТОРА ЦИРКУЛАРНЕ ЕКОНОМИЈЕ ПРИМЕНОМ ВИШЕСЛОЈНОГ ДЕА МОДЕЛА	
6.1. Избор индикатора и подиндикатора и анализа података	
7. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ОЦЕНЕ ИНДЕКСА ЦИРКУЛАРНЕ ЕКОНОМИЈЕ	
7.1. Студија 1. – Композитни индекс за област управљања отпадом	
7.1.1. Анализа водећих држава у области управљања отпадом	
7.1.2. Дискусија резултата оцене композитног индекса управљања отпадом	
7.2. Студија 2. – Креирање композитног индекса ЦЕ применом вишеслојног ДЕА модела	
7.2.1. Сценарио 2.1. – Композитни индекс ЦЕ са 18 подиндикатора	
7.2.2. Сценарио 2.1. – Дискусија	
7.2.3. Сценарио 2.2. – Композитни индекс ЦЕ са 15 подиндикатора	
7.2.4. Сценарио 2.2. – Дискусија	
7.3. Методологија развоја и оцене композитног индекса циркуларне економије	
8. ЗАКЉУЧАК	
8.1. Преглед истраживања, научни и стручни доприноси, хипотезе	
8.2. Даљи правци истраживања	
ЛИТЕРАТУРА	
БИБЛИОГРАФИЈА	

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу** докторске дисертације приказани су основни појмови и концепт, предмет и проблем истраживања дисертације, затим циљеви и хипотезе истраживања, методологија истраживања и сажет преглед структуре дисертације, кроз сва поглавља.

У **другом поглављу** дисертације представљени су: Истраживање порекла и теоријског концепта циркуларне економије (ЦЕ); Удаљавање од линеарног модела и приближавање циркуларном моделу; Сродне школе мишљења, које су допринеле развоју ЦЕ; Појам и дефинисање ЦЕ; Принципи ЦЕ.

У **трећем поглављу** су представљени и дефинисани пословни модели ЦЕ. Објашњено је и представљено укупно пет пословних модела ЦЕ, као и њихове основне особине и карактеристике.

У **четвртном поглављу** су дати индикатори ЦЕ, као и преглед предузетих иницијатива за развој индикатора ЦЕ; преглед група индикатора, у оквиру кога су представљени индикатори према нивоу мерења ЦЕ; затим је дат преглед индикатора ЦЕ у Кини; преглед индикатора ЦЕ у Француској и преглед индикатора ЦЕ Европске уније (ЕУ). У оквиру овог поглавља дата су још два потпоглавља: Преглед оквира за праћење ЦЕ и Композитни индекс ЦЕ и његова примена у области ЦЕ и одрживости.

У **петом поглављу** у оквиру потпоглавља Анализа обавијања података (ДЕА метода): основни и модели за композитне индексе, представљени су: основни и модификовани ДЕА модели, ДЕА модели за композитне индексе, затим је приказан преглед литературе примене ДЕА методе у области ЦЕ и одрживости, а на крају је приказан и преглед примене ДЕА методе у формирању композитног индекса. У оквиру овог поглавља се као најважнији истиче приказ вишеслојног ДЕА

модела креираног за потребе формирања композитног индекса у области ЦЕ. Креирани модел и његова примена за креирање композитног индекса у области Управљања отпадом су верификовани публикавањем резултата у међународном часопису са *SCIE* листе са импакт фактором (M23): Milanović, T., Savić, G., Martić, M., Milanović, M., & Petrović, N. (2022). Development of the Waste Management Composite Index Using DEA Method as Circular Economy Indicator: The Case of European Union Countries. *Polish Journal of Environmental Studies*. 31(1). <https://doi.org/10.15244/pjoes/139896>. ISSN 1230-1485.

У **шестом поглављу** су дати изабрани индикатори и подиндикатори који су коришћени за креирање композитног индекса ЦЕ применом вишеслојног ДЕА модела. Поред тога, приказани су и анализирани улазни подаци преузети из *Eurostat* базе података (European Commission [EC], 2019).

У **седмом поглављу**, помоћу ДЕА методе израчунат је композитни индекс за следећа три сценарија:

- Композитни индекс ЦЕ за област управљања отпадом, за 26 држава ЕУ за 2010., 2012., 2014. и 2016. годину.
- Композитни индекс ЦЕ за 20 држава ЕУ за 2016. годину, на основу података 18 подиндикатора ЦЕ.
- Композитни индекс ЦЕ за 26 држава ЕУ за 2016. годину, на основу података 15 подиндикатора ЦЕ.

Поред тога, у овом поглављу, извршена је детаљна анализа добијених резултата.

У **осмом поглављу** представљена су закључна разматрања уз доказане хипотезе истраживања, као и будући правци истраживања.

Завршни део докторске дисертације чини списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације од укупно 230 релевантних референци.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије” кандидаткиње Тијане Милановић бави се савременом и актуелном темом која се односи на све значајнију улогу ЦЕ, како у глобалној економији, тако и у развоју и одрживости. Актуелност дисертације се огледа у анализи и примени одговарајућег скупа одабраних актуелних индикатора и подиндикатора ЦЕ који се односе првенствено на унапређивање ЦЕ, а омогућавају приказ тренутне позиције држава ЕУ у односу на стање њихове имплементације ЦЕ. На савременост и актуелност предмета истраживања докторске дисертације указују и многобројне публикације, књиге, а посебно научни радови објављени у истакнутим међународним часописима и конференцијама, посебно у последње три године.

Оригиналност докторске дисертације се пре свега односи на развој вишеслојног ДЕА модела за креирање композитног индекса у области ЦЕ. Прво је дат преглед основних ДЕА модела, затим приказан и образложен ДЕА модел за креирање композитних индикатора. *Eurostat* оквир (ЕС, 2019) за праћење ЦЕ кроз четири области (производња и потрошња, управљање отпадом, секундарне сировине и конкурентност и иновативност) се састоји од 10 индикатора, при чему су неки од њих развијени на подиндикаторе. Композитни индикатор у области ЦЕ је креиран

агрегацијом свих индикатора. При креирању композитног индекса, у оквиру докторске дисертације је извршена модификација постојећих ДЕА модела и креиран вишеслојни ДЕА модел који прати хијерархијску структуру индикатора. Овај модификовани модел је прво примењен у области Управљања отпадом (развијен је композитни индекс ЦЕ у области Управљања отпадом - КИУО). На основу података за два индикатора и осам подиндикатора развијен је композитни индекс за 26 држава ЕУ за 2010., 2012., 2014. и 2016. годину. *MS Excel Solver* је коришћен при решавању вишеслојног ДЕА модела и извршена је аутоматизација креирањем корисничке *VBA (visual basic for application)* апликације. Поред тога, кандидаткиња је применила развијени ДЕА модел за креирање композитног индекса у још два сценарија која се разликују по броју држава укључених у анализу, с обзиром на расположивост података. Други сценарио се односи на примену ДЕА методе, како би се развио двослојни композитни индекс ЦЕ (КИЦЕ18), на основу података за седам индикатора и 18 подиндикатора, а обухватајући све четири области ЦЕ. Коришћени су подаци за 20 држава ЕУ за 2016. годину и треба напоменути да је ово једно од првих истраживања композитног индекса држава ЕУ за све четири области индикатора ЦЕ, на основу 18 подиндикатора ЦЕ. У трећем сценарију који је приказан у дисертацији, креирани ДЕА модел је примењен за развој двослојног композитног индекса ЦЕ (КИЦЕ15), а на основу података за шест индикатора и 15 подиндикатора, за 26 држава ЕУ за 2016. годину. Након емпиријских истраживања, предложен је методолошки оквир примене ДЕА модела у развоју композитног индекса ЦЕ кроз четири фазе: Дефинисање индикатора и подиндикатора ЦЕ; Прикупљање и анализа података; Развој ДЕА модела; Решавање модела, израчунавање композитних индекса у области ЦЕ и анализа резултата.

Посебна вредност предложеног методолошког оквира у докторској дисертацији огледа се у његовој прилагодљивости за примену у различитим областима ЦЕ. Резултати који су добијени у спроведеним сценаријима потврђују валидност предложеног модела и показују како научни тако и практични значај дисертације.

Имајући у све ово у виду, може се закључити да је предмет истраживања докторске дисертације кандидаткиње Тијане Милановић у складу са савременим и актуелним истраживачким трендовима, а добијени резултати истраживања представљају оригинални допринос кандидата постојећим знањима из ове изучаване области, те дају могућности за њихов даљи развој и унапређење.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради докторске дисертације „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије”, кандидаткиња је користила 230 различитих референтних јединица. Коришћена је релевантна и савремена литература, књиге и научни радови објављени у домаћим и међународно признатим часописима, као и зборницима радова са конференција из области везаних за тему докторске дисертације. Литература која је референцирана у докторској дисертацији обухвата релевантне радове за анализу проблематике који су значајни за основне концепте коришћене у истраживању и приказу досадашњих предлога за решавање сличних проблема и њиховог поређења. Овим је и утврђено да постоји потреба за истраживањем које је предмет и допринос докторске дисертације, а односи се на примену ДЕА методе у развоју композитног индекса ЦЕ и његову практичну примену.

Ужи списак литературе, од посебног значаја за израду докторске дисертације је следећи:

1. Azevedo, S. G., Godina, R., & Matias, J. C. D. O. (2017). Proposal of a sustainable circular index for manufacturing companies. *Resources*, 6(4), 63.

2. Babbitt, C. W., Gaustad, G., Fisher, A., Chen, W. Q., & Liu, G. (2018). Closing the loop on circular economy research: From theory to practice and back again. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 1-2.
3. Banaitè, D. (2016). Towards circular economy: analysis of indicators in the context of sustainable development. *Social Transformation in Contemporary Society*, 4(9), 142-150.
4. Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.7.
5. Cavicchia, C., Sarnacchiaro, P., & Vichi, M. (2021). A composite indicator for the waste management in the EU via Hierarchical Disjoint Non-Negative Factor Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 73, 100832.
6. Cayzer, S., Griffiths, P., & Beghetto, V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(4-5), 289-298.
7. Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (Vol. 2). Springer.
8. Di Maio, F., & Rem, P. C. (2015). A robust indicator for promoting circular economy through recycling. *Journal of Environmental Protection*, 6(10), 1095.
9. European Commission - EC (2018a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a monitoring framework for the circular economy*. {SWD (2018) 17 final}. Strasbourg, 16.1.2018. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A29%3AFIN>.
10. European Commission - EC (2018b). *Commission Staff Working Document measuring progress towards circular economy in the EU - key indicators for a monitoring framework, 2018 Strasbourg, 16.1.2018 SWD (2018) 17 final*. Dostupno na: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework_staff-working-document.pdf.
11. European Commission - EC (2019). *Indicators*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators.1.2>.
12. Franco-García ML., Carpio-Aguilar J.C., & Bressers H. (2019). Towards Zero Waste, Circular Economy Boost: Waste to Resources. In: Franco-García ML., Carpio-Aguilar J., Bressers H. (eds) *Towards Zero Waste. Greening of Industry Networks Studies*, vol 6. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6_1.
13. Garcia-Bernabeu, A., Hilario-Caballero, A., Pla-Santamaria, D., & Salas-Molina, F. (2020). A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index. *Sustainability*, 12(2), 618.
14. Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S., & Zhang, P. (2013). Measuring China's circular economy. *Science*, 339(6127), 1526-1527.
15. Giannakitsidou, O., Giannikos, I., & Chondrou, A. (2020). Ranking European countries on the basis of their environmental and circular economy performance: A DEA application in MSW. *Waste Management*, 109, 181-191.
16. Huang, J., Xia, J., Yu, Y., & Zhang, N. (2018). Composite eco-efficiency indicators for China based on data envelopment analysis. *Ecological indicators*, 85, 674-697.
17. Iacovidou, E., Velis, C. A., Purnell, P., Zwirner, O., Brown, A., Hahladakis, J., ... & Williams, P. T. (2017). Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 166, 910-938.
18. Kyriakopoulos, G. L., Kapsalis, V. C., Aravossis, K. G., Zamparas, M., & Mitsikas, A. (2019). Evaluating circular economy under a multi-parametric approach: A technological review. *Sustainability*, 11(21), 6139.
19. Li, B., & Xu, J. (2008). An evaluation model based on data envelopment analysis and its application to country circular economy. *World Journal of Modelling and Simulation*, 4(1), 35-43.

20. Li, S. (2012). The research on quantitative evaluation of circular economy based on waste input-output analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 12, 65-71.
21. MacArthur, E. (2013). *Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation, Cowes, UK. Dostupno na: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>.
22. Milanović, T., Petrović, N., & Ćirović, M. (2019). Upravljanje otpadom i cirkularna ekonomija, Zbornik radova XII skup privrednika i naučnika SPIN'19: „Lin transformacija i digitalizacija privrede Srbije” (pp. 328-334). Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka, Centar za operacioni menadžment, Beograd.
23. Milanović, T., Savić, G., Martić, M., Milanović, M., & Petrović, N. (2022). Development of the Waste Management Composite Index Using DEA Method as Circular Economy Indicator: The Case of European Union Countries. *Polish Journal of Environmental Studies*. 31(1), 1-14. <https://doi.org/10.15244/pjoes/139896>.
24. Milanović, T., Jovović, A., Petrović, N., & Martić, M., (2020). Pregled indikatora cirkularne ekonomije razvijenih zemalja. Zbornik radova SYM-OP-IS 2020 XLVII Simpozijum o operacionim istraživanjima, 20-23.09.2020, (pp 17-22). Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Beograd (online).
25. Organization for Economic Cooperation and Development - OECD (2019). *Business Models for the Circular Economy: Opportunities and Challenges for Policy*, OECD Publishing, Paris. Dostupno na: <https://doi.org/10.1787/g2g9dd62-en>.
26. Organization for Economic Cooperation and Development – OECD (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and user guide*. Dostupno na: <https://www.oecd.org/els/soc/handbookonconstructingcompositeindicatorsmethodologyanduserguide.htm>.
27. Radojicic, M., Savic, G., & Jeremic, V. (2018). Measuring the efficiency of banks: the bootstrapped I-distance GAR DEA approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(4), 1581-1605.
28. Rodrigues, M., & Franco, M. (2019). Composite index to measure cities' creative performance: An empirical study in the Portuguese context. *Sustainability*, 11(3), 774.
29. Savić, G., & Martić, M. (2017). Composite indicators construction by data envelopment analysis: Methodological background. In *Emerging Trends in the Development and Application of Composite Indicators*, (pp. 98-126). IGI Global.
30. Shen, Y., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2013). Data envelopment analysis for composite indicators: A multiple layer model. *Social Indicators Research*, 114(2), 739-756.
31. United Nations Environment Programme - UNEP (2020). Belgium, on its way towards a circular economy. Dostupno na: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/belgium-its-way-towards-circular-economy>. Pristupljeno: 14.09.2020.
32. Van Buren, N., Demmers, M., Van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. *Sustainability*, 8(7), 647.
33. Wang, H. (2015). A generalized MCDA-DEA (multi-criterion decision analysis–data envelopment analysis) approach to construct slacks-based composite indicator. *Energy*, 80, 114-122.
34. Zhou, P., & Ang, B. W. (2009). Comparing MCDA aggregation methods in constructing composite indicators using the Shannon-Spearman measure. *Social Indicators Research*, 94(1), 83-96.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидаткиња је у току израде дисертације користила следеће научне методе истраживања:

- Опште методе:
 - Статистичке методе (учење на основу података).
 - Методе моделовања.

- Посебне методе:
 - ДЕА метода.
- Емпиријске методе:
 - Аналитичке методе (анализа садржаја и структуре предмета истраживања, функционална анализа којом се утврђује међузависност параметра дефинисаних предметом и обимом истраживања, компаративна анализа).
 - Прикупљање података о индикаторима изабраним на основу прегледа литературе, синтеза различитих студија, итд.
 - Верификација и тестирање предложеног ДЕА модела за развој композитног индекса ЦЕ.

На основу анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе и технике одговарају, по свом значају и структури, теми дисертације и спроведеном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

У докторској дисертацији се решава проблем мерења ефикасности држава креирањем композитног индекса у области ЦЕ применом ДЕА модела. Предложена методологија је верификована и тестирана кроз три сценарија: компаративна анализа држава ЕУ на основу композитног индекса управљањем отпадом, компаративна анализа држава ЕУ на основу композитног индекса ЦЕ са 18 и 15 индикатора. Овим је доказано да развијена методологија примене ДЕА методе у креирању композитног индекса ЦЕ може да идентификује примере добре праксе у примени принципа ЦЕ, те да омогући анализу најуспешнијих и најефикаснијих држава ЕУ дајући смернице које се могу применити на мање ефикасне земље. Посебан значај предложеног методолошког оквира се огледа у његовој адаптивности и флексибилности. Предложени вишеслојни ДЕА модел се једноставно може прилагођавати реалној ситуацији и премешивати на различитим скуповима индикатора на свим нивоима анализе (локалном, на нивоу региона или држава). Овоме треба додати да се предност предложене методологије примене ДЕА методе у развоју композитног индекса ЦЕ у све четири области ЦЕ огледа у томе што приказује тренутно стање и позиције појединачних држава током њихових транзиција ка ЦЕ, уз омогућавање њиховог рангирања и међусобног поређења. Применљивост развијене методологије такође, може да допринесе бржем и јаснијем доношењу одлука о примени принципа ЦЕ.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу увида у рад кандидаткиње на докторској дисертацији, Комисија констатује да је Тијана Милановић показала способност за самосталан научно-истраживачки рад, како од способности да истражи и критички сагледа релевантну литературу, разуме и примени различите теоријске приступе, дефинише проблем и истраживачка питања, развије нове приступе за решавање актуелних проблема, тако и да изврши верификацију предложене примене ДЕА методе у развоју композитног индекса ЦЕ кроз експериментална истраживања и анализу резултата добијених истраживањима, што је, осим у процесу израде ове докторске дисертације, кандидаткиња показала и квалитетом објављених научних публикација јер је објавила, као аутор или коаутор, радове у међународним часописима, као и у зборницима са домаћих и међународних конференција. Имајући све претходно у виду, те узевши у обзир целокупни ток истраживања и остварене резултате у досадашњем научно-истраживачком раду, закључујемо да је кандидаткиња Тијана Милановић доказала способност да се у потпуности самостално бави научно-истраживачким радом.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених доприноса

Научни доприноси који су остварени у оквиру докторске дисертације су следећи:

- Развој ДЕА модела за израчунавање вишеслојног композитног индекса.
- Развој методологије оцене композитног индекса у области ЦЕ.
- Верификовање методологије у развоју композитног индекса ЦЕ интегрисањем примене ДЕА методе на основу доступних и прикупљених података, као и путем тестирања предложеног модела, те објављивање резултата истраживања у научним публикацијама.
- Систематизација научних сазнања о:
 - индикаторима ЦЕ,
 - пословним моделима ЦЕ,
 - композитном индексу ЦЕ и његовој примени у области ЦЕ и одрживости,
 - оцени композитног индекса ЦЕ држава ЕУ.

Стручни доприноси који се могу издвојити као најважнији у оквиру дисертације су:

- Анализа и дискусија резултата оцене композитног индекса управљања отпадом (КИУО) држава ЕУ.
- Анализа и дискусија резултата оцене композитног индекса ЦЕ држава ЕУ.
- Дефинисање најбоље праксе као и анализа и дискусија политика даљег развоја ЦЕ у државама ЕУ.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Освртом на постављене циљеве истраживања, полазне хипотезе и остварене резултате, Комисија констатује да је кандидаткиња успешно одговорила на сва истраживачка питања и задатке постављене у докторској дисертацији.

У дисертацији је предложена модификација познатог ДЕА модела ради развоја двослојног композитног индекса ЦЕ. Овај модел омогућава да доносилац одлуке експертски дефинише опсег учешћа виртуелних индикатора или подиндикатора у композитном индексу. Ово је најосетљивији корак у примени предложене методологије, јер ако се релативни допринос сваког индикатора или подиндикатора у композитном индексу не дефинише добро модел неће дати допуштено решење. У дисертацији нису представљени други приступи за решавање овог проблема.

Валидност и употребна вредност креираног модела је показана његовим тестирањем на реалним примерима. Применом ДЕА методе развијен је двослојни композитни индекс ЦЕ:

1. на основу података за 26 држава ЕУ за осам подиндикатора из тематске области Управљања отпадом (КИУО),
2. на основу података за 20 држава ЕУ за 18 подиндикатора из све четири тематске области ЦЕ (КИЦЕ18) и
3. на основу података за 26 држава ЕУ за 15 подиндикатора из све четири тематске области ЦЕ (КИЦЕ15).

Даљи правци истраживања огледају се у могућностима унапређења и проширења методолошког оквира како би се унапредиле процедуре примене ЦЕ и индикатора ЦЕ, као и процене нивоа ефикасности држава према свим релевантним индикаторима и подиндикаторима ЦЕ. Један од будућих праваца истраживања било би и формирање базе података која ће садржати податке о

индикаторима ЦЕ за посматрани скуп држава и њиховом нивоу примене ЦЕ. База података би пружила јасно полазиште за даље анализе и одличну основу за идентификацију оних области у којима државе треба да даље развијају своје могућности и потенцијале, преусмере своје стратегије и политике, како би испуњавале задате циљеве ефикасног примењивања индикатора и принципа ЦЕ. Такође, даље развијање индикатора у свим наведеним областима представља само део онога што је неопходно учинити, како би се имплементација ЦЕ и свих њених принципа јасно дефинисала у свим сегментима.

4.3. Верификација научних доприноса

Докторска дисертација Тијане Милановић верификована је публикавањем више научних радова објављених у часопису међународног значаја и зборницима са домаћих и међународних конференција:

Рад у међународном часопису (M23)

Milanović, T., Savić, G., Martić, M., Milanović, M., & Petrović, N. (2022). Development of the Waste Management Composite Index Using DEA Method as Circular Economy Indicator: The Case of European Union Countries. *Polish Journal of Environmental Studies*. 31(1). <https://doi.org/10.15244/pjoes/139896>. ISSN 1230-1485.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

Milanović, T., Jovović, A., & Petrović N. (2020). Entrepreneurship, Innovation and Sustainable Development: The Impact of Digitalization on the application of Circular Economy within the Fourth Industrial Revolution. *Proceedings of the XVII International symposium Business and Artificial Intelligence*, SymOrg 2020, (pp. 133-138). Belgrade (online). ISBN 978-86-7680-385-9.

Milanović, T., Jovović, A., Petrović, N., & Martić, M. (2020). Pregled indikatora cirkularne ekonomije razvijenih zemalja. *Zbornik radova SYM-OP-IS 2020 XLVII Simozijum o operacionim istraživanjima*, 20-23.09.2020, (pp. 17-22). Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet, Beograd (online), 2020. ISBN 978-86-7395-429-5.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

Милановић, Т., Петровић, Н., & Ћировић, М. (2019). Управљање отпадом и циркуларна економија. Зборник радова XII скуп привредника и научника СПИН'19 „*Лин трансформација и дигитализација привреде Србије*”, (pp. 328-334). Универзитет у Београду - Факултет организационих наука, Центар за операциони менаџмент, Београд. ISBN 978-86-7680-365-1.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и анализе докторске дисертације под називом „Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије” кандидаткиње Тијане Милановић, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Универзитета у Београду - Факултета организационих наука и Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидатиња Тијана Милановић успешно завршила докторску дисертацију, у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања, имајући у виду да докторска дисертација приказује развој композитног индикатора циркуларне економије применом ДЕА методе на основу индикатора и подиндикатора ЦЕ који обухватају четири подручја ЦЕ, а да је

предложена методологија верификована и тестирана кроз три сценарија чиме се даје потврда дефинисаних хипотеза.

Кандидаткиња Тијана Милановић је у докторској дисертацији дошла до оригиналних научних закључака, што је научно верификовано публикавањем рада у међународном часопису са *SCiE* листе са импакт фактором, као и више радова објављених на међународним и националним конференцијама. С обзиром на научну актуелност дисертације, оригиналност приказаних резултата и методолошку и тематску адекватност, докторска дисертација задовољава све потребне критеријуме и квалификује кандидаткињу Тијану Милановић за самосталан научно-истраживачки рад. Ценећи наведене научне и стручне доприносе докторске дисертације, Комисија констатује да су остварени постављени циљеви истраживања и позитивно оцењује дисертацију.

На основу наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Факултета организационих наука да се докторска дисертација под називом „**Методологија примене ДЕА методе у развоју композитног индекса циркуларне економије**” кандидаткиње **Тијане Милановић**, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 14.12.2021. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
др Наташа Петровић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

.....
др Милан Мартић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

.....
др Гордана Савић, ванредни професор,
,
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

.....
др Сандра Једнак, редовни професор,
,
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука

.....
др Александар Јововић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет