

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско-геолошки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: *Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Александра Маџаревића, дипл. инж. машинства - мастер*

Одлуком Наставно научног већа, Рударско-геолошког факултета бр. 1/67 од 25.03.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

МЕТОДОЛОГИЈА ИНТЕГРАЛНЕ АНАЛИЗЕ СЦЕНАРИЈА ЕНЕРГЕТСКОГ РАЗВОЈА

кандидата **Александра Маџаревића, дипл. инж. машинства - мастер**

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Александар Маџаревић, дипл. инж. машинства - мастер је тему докторске дисертације пријавио на Рударско - геолошком факултету Универзитета у Београду (пријава број 1/161 од 13.05.2014. године).

Одлуком Наставно-научног већа Рударско - геолошког факултета у Београду бр. 1/183 од 30.05.2014. године именована је Комисија у саставу проф. др Дејан Ивезић, дипл. инж. маш., проф. др Марија Живковић, дипл. инж. маш., проф. др Милош Танасијевић, дипл. инж. руд., сви са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, проф. др Дејан Радић, дипл. инж. маш. са Машинског факултета Универзитета у Београду, за давање мишљења о научној заснованости докторске

дисертације под насловом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ кандидата Александра Маџаревић.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду прихвата извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости теме и доноси одлуку бр. 1/209 од 25.06.2014., којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ кандидата Александра Маџаревић, и за ментора именује др Дејан Ивезић, редовног професора.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници која је одржана 07.07.2014. године, донело је одлуку бр. 61206-3215/2014 којом се даје сагласност на предложеној тему докторске дисертације.

Кандидат Александар Маџаревић, дипл. инж. машинства – мастер 07.03.2019. године поднео је молбу број 1/55 за именовање комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“. Катедра за опште машинство и термодинамику упутила је допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета број 1/56 од 07.03.2019. са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Дејан Ивезић, ред. проф., ментор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Марија Живковић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Милош Танасијевић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет, др Душан Даниловић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско – геолошки факултет и др Александар Миливојевић, доцент, Универзитет у Београду, Машински факултет.

На основу наведеног дописа Наставно-научно веће је на седници од 21.03.2019. године донело одлуку бр. 1/67 од 25.03.2019. године којом је усвојило предлог Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, чиме су стекли услови за писање овог реферата.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ припада области техничких наука, научној области „Рударско инжењерство“ односно ужој научној области „Елементи машинских и енергетских система“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За ментора ове докторске дисертације именован је др Дејан Ивезић, редовни професор Рударско–геолошког факултета. Ментор је аутор више научних радова објављених у међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих саветовања, који су везани за проблематику енергетике и анализе енергетског развоја, има значајно искуство у раду са привредом, а до сада је био ментор више докторских дисертација, те се може сматрати компетентним за вођење докторанда у току израде докторске дисертације са горе наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Александар Маџаревић, дипл. инж. машинства – мастер, рођен је 21. априла 1987. године у Ивањици. Похађао је Гимназију „Венејамин Маринковић“ у Ивањици, општи смер, коју је завршио 2006. године, а том приликом му је додељена диплома „Вук Караџић“ за постигнут изузетан општи успех током школовања. Исте године уписао је Машински факултет, Универзитета у Београду. Основне академске студије завршио је у року, са просечном оценом 9.41 (словима: девет и 41/100) и у јуну 2009. године одбранио је завршни рад под називом „Метан као погонско гориво у аутомобилској индустрији“, са оценом 10. Школске 2009/2010. године уписао је Дипломске академске студије на Машинском факултету, Универзитета у Београду, модул Процесна техника и заштита животне средине, у трајању од 2 године. Дипломске академске студије је завршио у року, са

просечном оценом 9.25 (словима 9 и 25/100) и у јулу 2011. године је одбранио завршни мастер рад под називом „Идејно решење постројења за смањење емисије угљен-диоксида из термоелектране снаге 320 MW“, са оценом 10. Тиме је стекао звање Дипломирани инжењер машинства – мастер. Школске 2011/2012. уписао је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на студијском програму Рударско инжењерство. У току докторских студија кандидат је остварио 175 ЕСПБ бодова и положио све испите са просечном оценом 10.00.

Од 2011. године кандидат је запослен на Рударско-геолошком факултету у звању истраживача-приправника, од 2013. године као истраживач-сарадник финансиран са пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја ТР33001 „Истраживање могућности повећања енергетске ефикасности коришћењем енергетских потенцијала на примеру НИС-Нафтагас-а“.

Од 2014. године је на позицији асистента на Рударско-геолошком факултету за ужу научну област „Елементи машинских и енергетских система“.

Учествовао у извођењу наставе (одржавао вежбе) из предмета: Термодинамика, Топлотни мотори, Машине и уређаји за експлоатацију нафте и гаса, Пумпе, компресори и вентилатори, Гасоводни системи и компресорске станице и Дистрибуција гаса. Повремено помагао у извођењу наставе (преглед графичких радова) из предмета: Машински елементи и Аутоматизација и управљање процесима.

Кандидат је током докторских студија активно учествовао у реализацији пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја:

- **Истраживање могућности повећања енергетске ефикасности коришћењем енергетских потенцијала на примеру НИС-Нафтагас-а (2011-2019), ТР33001,**

као и пројекта Министарства заштите животне средине:

- **Истраживање могућности смањења емисије полутаната и ублажавања утицаја на климатске промене система даљинског грејања у Србији (2018),**

као и међународних пројекта из програма FP-7 и програма HORIZON 2020:

- **Knowledge transfer and research needs for preparing mitigation/adaptation policy portfolios PROMITHEAS – 4 (2011-2013), FP-7 – 265181;**
- **Forward-looking socio-economic research on Energy Efficiency in EU countries – HERON (2015-2017),**

и програма TEMPUS:

- **Training Courses for Public Services in Sustainable Infrastructure Development in Western Balkans, SDTRAIN, 530530-1-2012-1-SE-TEMPUS-JPHES, 2012-2014.**

Такође, кандидат је учествовао у изради следећих студија:

1. Подлоге за израду нове Стратегије развоја енергетике Републике Србије у области производње, прераде, трговине и транспорта нафтом и нафтним дериватима, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2011.
2. Подлоге за израду нове Стратегије развоја енергетике Републике Србије у области производње, транспорта, складиштења и дистрибуције природног гаса, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Технолошко-металуршки факултет, Београд, 2011.
3. Стратегија развоја енергетике Републике Србије за период до 2025. године са пројекцијама до 2030. године, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2012-2013.

Говори енглески језик. Познаје програмске језике C и C++, и користи програмске пакете LEAP, CATIA, AUTOCAD, Solid Works. Такође, познаје основну администрацију на оперативним системима GNU/Linux и Windows.

У оквиру научно-стручних активности, кандидат Александар Маџаревић је публикувао 20 радова у домаћим и иностраним часописима и међународним саветовањима, од тога 5 радова у часописима са SCI листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Александра Маџаревић, дипл. инж. машинства - мастер, под називом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ написана је на 8+185+5, укупно 198 страна стандардног формата А4, на српском језику, ћирилицом, а садржи 40 слика и дијаграма, 68 табела и 156 литературних јединица.

Докторска дисертација је подељена на осам функционално повезаних поглавља:

1. Уводна разматрања
2. Енергетска безбедност
3. Теорија фази логике и примена на модел интегралне анализе сценарија енергетског развоја
4. Индикаторска структура и парцијални индикатори
5. Модел интегралне анализе сценарија енергетског развоју
6. Примена методологије на студији случаја – евалуација сценарија развоја гасног сектора Републике Србије
7. Закључна разматрања
8. Литература

Поред тога дисертација садржи Захвалницу, Сажетак, Садржај, Биографију и стандардне изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије и коришћењу.

Поглавља 1 до 6 имају више потпоглавља.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У структурном смислу дисертација је прилагођена постављеним циљевима и примењеној методологији.

У оквиру Уводних разматрања приказан је кратак опис проблема који се разматра, основне претпоставке, циљеви и допринос дисертације, као и организациона структура дисертације.

Основни појмови везани за енергетску безбедност, преглед истраживања и метода које се користе за квалитативну и квантитативну оцену енергетске безбедности презентовани су у другом поглављу. Преглед литературе обухвата анализу научних радова који се баве проблемом енергетске безбедности, али су размотрени и литерарни извори које су објавиле мериторне међународне институције и компаније које се баве овом темом. Ово поглавље садржи и део који се бави енергетским сценаријима, тј. поделом, врстама и начином израде пројекција енергетског развоја. С обзиром на специфичност и вишедимензиони значај појма, размотрени су различити, усвојени концепти енергетске безбедности у земљама ЕУ, а све у контексту енергетске политике ЕУ. Последњи део овог поглавља се бави анализом оправданости креирања нове методологије за оцену енергетске безбедности. Анализом су обухваћени различити аспекти овог појма – друштвено-економска примењивост (утицај на конкурентност привреде, економска ефективност, утицај на запошљавање, развој осталих привредних грана, капацитети институција, испуњења домаћих и међународних норматива и препорука), енергетска сигурност (сигурно, поуздано и квалитетно снабдевање енергијом, развој инфраструктуре, примена мера енергетске ефикасности и сл.) и еколошка прихватљивост (смањење емисије ГХГ, заштита животне средине, екстерни ефекти).

Основна, теоретска разматрања о фази логици и могућностима њене примене у анализи енергетских система су дата у оквиру трећег поглавља. Кроз први део овог поглавља су дате дефиниције и кратка објашњења фундаменталних појмова фази логике, уз наглашавање различитости у односу на

класичну (бивалентну) логику. Објашњена је веза фази логике са интуитивном цртом људског резонувања, као и њена толерантност на непрецизне податке и флексибилност подручја примене. Приказани су примери различитих фази модела за симулацију рада и анализу енергетских система.

У четвртом поглављу је успостављена индикаторске структуре самог модела анализе енергетске безбедности. Дефинисани су синтетички индикатори који служе да са различитих аспеката (друштвено-економска примењивост, сигурност снабдевања и еколошка прихватљивост) квантификују енергетску безбедност, као и свих девет парцијалних индикатора (административна примењивост, економска оправданост, доступност, расположивост, диверсификација извора и праваца снабдевања, развој инфраструктуре, емисија гасова стаклене баште, емисија полутаната и индиректни еколошки ефекат) који ближе дефинишу сваки од синтетичких индикатора. Парцијални индикатори су дефинисани, детаљно описани и објашњена је њихова улога у моделу. Ради коришћења у фази модела, за сваки парцијални индикатор је дефинисан изглед фази скупа са функцијама припадности. Кроз анализу парцијалних индикатора је описан и начин њиховог квантификовања, односно дефинисања лингвистичког описа уколико нумерички приказ није примењив. Размотрена је и интеракција синтетичких и парцијалних индикатора, описан је међусобни однос парцијалних индикатора и дефинисан њихов утицај на синтетичке индикаторе.

Пето поглавље детаљно приказује методологију интегралне анализе сценарија енергетског развоја. Дефинисан је генерални алгоритам и детаљно описани сви поступци у различитим фазама израде фази-АХП синтетичког модела за оцену енергетске безбедности. Први ниво синтезе се односи на детерминисање друштвено-економске примењивости (на основу административне примењивости, економске оправданости и доступности), сигурности снабдевања (на основу расположивости, диверсификације извора и праваца и развоја инфраструктуре) и еколошке прихватљивости (на основу емисија ГХГ, емисија полутаната и индиректних еколошких ефеката), а други ниво синтезе се односи на композицију тако добијених синтетичких индикатора у енергетску безбедност. Сва четири синтетичка поступка (три на првом и један на другом нивоу синтезе) су остварена коришћењем одговарајуће фази композиције са ранжираним исходом. Ова фази композиција се састоји из пет корака – пропозиција, фазификација, рангирање, композиција и идентификација. Сваки корак је детаљно описан и образложена улога у моделу. Примена методологије интегралне анализе обезбеђује оцену енергетске безбедности приказану као фази број тј. у облику која даје целовитију слику стања у односу на класичан нумерички приказ, а обезбеђује мерљивост и упоредивост појма енергетске безбедности у оквиру различитих сценарија енергетског развоја.

Примена методологије кроз евалуацију оцене енергетске безбедности различитих сценарија развоја гасног сектора Републике Србије је предмет шестог поглавља ове дисертације. У њему је описано тренутно стање сектора природног гаса у Републици Србији, кроз анализу домаће производње, стања гасне инфраструктуре, дистрибутивног, транспортног и складишног система, као и потражње за гасом. Анализиран је развој сектора природног гаса у складу са усвојеним стратешким и правним оквиром. Размотрени су могући извори снабдевања природним гасом и урађена је процена способности гасног система Србије да реагује на неочекиване прекиде снабдевања. На бази ове свеобухватне анализе дефинисана су три различита сценарија развоја гасоводне инфраструктуре до 2025. године, као и две различите пројекције потрошње природног гаса за исти период. На тај начин се дошло до укупно 6 различитих сценарија развоја гасног сектора Републике Србије. За сваки од сценарија је урађена анализа и одређивање парцијалних, а потом, коришћењем моделе и синтетичких индикатора. Крајњи резултат је евалуација енергетске безбедности за сваки од размотрених сценарија и дискусија добијених резултата.

Закључна разматрања, дискусија и приказ праваца даљег истраживања, уз анализу потенцијалних недостатака развијене методологије приказана су у оквиру седмог поглавља.

На крају дисертације, у оквиру осмог поглавља дат је попис коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Александра Маџаревић, дипл. инж. Машинства - мастер, под називом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“, представља савремен и оригиналан приступ анализи енергетске безбедности, кроз анализу енергетских, друштвено-економских и еколошких критеријума.

У литератури и пракси појам енергетске безбедности најчешће се поистовећује са проблемом сигурности снабдевања. Међутим, кроз докторску дисертацију појам енергетске безбедности је сагледан у много ширем контексту. Предложено је разматрање и оцена енергетске безбедности за различите сценарије енергетског развоја са техничког (енергетског), друштвено-економског и еколошког аспекта. Синтезни индикатори који се разматрају су друштвено-економска применљивост, енергетска сигурност и еколошка прихватљивост. Сваки од побројаних индикатора се састоји од групе парцијалних индикатора, чија интеракција доприноси укупном утицају на оцену енергетске безбедности у целисти. Индикатор друштвено-економске примењивости разматра парцијалне индикаторе административне примењивости, економске оправданости и доступности, док индикатор енергетске сигурности превасходно сагледава функцију снабдевања и посматра три парцијална индикатора: расположивост енергената, диверсификацију извора и праваца снабдевања и развој инфраструктуре. Индикатор еколошке прихватљивости је ближе дефинисан групом парцијалних индикатора који чине: емисија ГХГ, емисија полутаната и индиректни еколошки ефекти.

Из наведеног се може закључити да је дисертацијом врло детаљно сагледано актуелно стање и приступи проблему енергетске безбедности у референтним научним радовима, да је развијен оригинални модел за оцену енергетске безбедности са дефинисаним парцијалним и синтезним индикаторима, чија је верификација урађена практичним испитивањима на реалним сценаријима развоја, што значи да дисертација испуњава критеријуме савремености и оригиналности.

На основу „Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду“ и Извештаја из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације утврђена је количина подударана текста од 10%. Установљени степен подударности је последица цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата истраживања докторанда, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. наведеног „Правилника“. Оригиналност текста дисертације је оцењена као позитивна у Изјави ментора бр. 1/59 од 08.03.2019.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У докторској дисертацији коришћена је обимна литература, укупно 156 литературних јединица, која третира проблематику енергетске безбедности и анализе сценарија енергетског развоја. Посебна пажња посвећена је прегледу литературе која се бави енергетском безбедношћу. Ова литература је кандидату послужила као полазна основа за сагледавање тренутног стања у вези са постојећим истраживањима из области на коју се дисертација односи. При томе, коришћена литература представља избор савремене и актуелне литературе. Кандидат је детаљно претражио и анализирао одговарајућу литературу и на основу урађене анализе (поглавље 2), могуће је сагледати актуелно стање у области која је била предмет дисертације.

С обзиром да је кандидат Александар Маџаревић, више од 7 година анагажован на активностима у оквиру Центра за енергетику РФФ-а, а интересовање за енергетику у најопштијем смислу је већ исказао током основних и мастер студија на Машинком факултету, може се сматрати да је био у

прилици да проучи највећи део релевантне литературе која покрива област енергетске безбедности и анализе енергетских сценарија.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Примењене научне методе су адекватне постављеном проблему. Да би се формирала методологија за интегралну анализу сценарија енергетског развоја била је неопходна комбинација квантитативних и квалитативних метода прикупљања података, анализа и синтезе истих. Истраживање се базирало на анализи постојећих теоријских резултата и рачунарским симулацијама сценарија енергетског развоја, а обухватило је сакупљање и проучавање доступне литературе, њену анализу и систематизацију, формирање енергетских модела. Све ово је имало за циљ да покаже оправданост и корисност развоја нове методологије у оцени сценарија енергетског развоја. У експериментално/симулационом делу, методологија је бити примењена на различите сценарије енергетског развоја сектора природног гаса што је на неки начин и верификација њене примењивости. Дакле, научни методи који су примењени односе се на методе неопходне за моделирање и експерименталну верификацију енергетских токова, одређивање и дескрипцију индикатора, њихову синтезу и поређењу, а обухватају следеће научне методе:

- Дескриптивне и нумеричке методе за анализу података,
- Методе за обраду и синтезу података,
- Рачунарске симулације коришћењем LEAP софтвера,
- Методе компаративне анализе и тестирања осетљивости модела.

Посебан изазов је представљало одређивање парцијалних индикатора за које не постоје могућност егзактне квантификације. Ови индикатори су одређени експертском анализом, односно припремом упитника и статистичком обрадом добијених експертских података и ставова.

Сви добијени резултати испитивања су нумерички и графички приказани што је омогућило прегледно анализирање и поређење са постављеним хипотезама и вредностима које се добијају на другим, сличним анализама енергетске безбедности енергетских система и сценарија енергетског развоја.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације применљиви су у научном смислу, али имају и значајну практичну примену.

Проблем стратешког енергетског планирања је од виталног значаја за одрживи развој како држава, региона, локалних самоуправа, тако и привредних и других организација. Стратешко енергетско планирање предвиђа разматрање различитих сценарија енергетског развоја, њихову критичку анализу у контексту општег друштвено економског развоја и доношење одлука о развоју појединих енергетских сектора који обезбеђују остварење оптималног развојног сценарија. Стратешко енергетско планирање узима у обзир потребу што је могуће мањег утицаја на животну средину и климатске промене, могућност позитивног утицаја на економски и друштвени развој, политичку прихваљивост, поштовање међународних обавеза и др. Урађена дисертација, односно предложена методологија представља идеалан алат при стратешком планирању, јер се појам енергетске безбедности, онако како је дефинисан и анализиран у дисертацији, може разумети као најшири, агрегатни показатељ квалитета одређеног енергетског система или неког од сценарија његовог развоја. Дисертација је оцени енергетске безбедности приступила са различитих аспеката (друштвени, економски, енергетски и технички, еколошки и сл.) са циљем добијања што реалније оцене. Због тога се добијене критеријумске зависности могу користити при дефинисању енергетске безбедности било ког енергетског система, а изведена методологија интегралне анализа сценарија енергетског развоја може свој општи карактер прилагодити, уз адекватну индикаторску анализу, свакој индивидуалној пројекцији енергетског развоја.

У научно-педагошком смислу, развијени модел омогућава студентима, који се сусрећу са предметима везаним за енергетику, а који се похађају на Рударско-геолошком факултету, да се кроз примену модела упознају са елементима (парцијалним и синтезним индикаторима) на бази којих је модел развијен и који директно утичу и условљавају енергетску безбедност.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде докторске дисертације показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама. Тема коју је обрадио, с обзиром на своју мултидисциплинарност, захтева изражену аналитичност у раду и систематичност у решавању проблема. Кандидат је при томе у потпуности искористио искуство које је стекао вишегодишњим бављењем енергетиком у оквиру домаћих и међународним пројеката. Такође, кандидат је у потпуности реализовао планирано истраживање од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Верификација научног доприноса и рада кандидата материјализована је објављивањем рада у часопису категорије M21a.

На основу укупно остварених резултата у научно истраживачком раду, закључујемо да је кандидат способан за самостални даљи научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Циљ дисертације под називом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ је, да се научним методама, анализира енергетски развој кроз призму енергетске безбедности, као и да се употребом адекватног модела развијеног кроз дисертацију, неки од битних индикатора који описују енергетски развој, попут сигурности снабдевања, расположивости, друштвено-економске прихватљивости, доступности и сл., дефинишу, вреднују и квантификују. Пошто поменути индикатори нису тако једноставни за квантификацију, јер не постоји конвенционалан начин њиховог дефинисања, вредновања и мерења, за анализу енергетског развоја је искоришћена теорија фази скупова и примењена су правила фази логике. Математички апарат заснован на теорији фази скупова дао је могућност истраживања и доношења одлука на основу непотпуних информација, тј. процеса који се могу описати као неодређени, субјективни, неизвесни и вишезначни. Добра страна примене теорије фази скупова јесте могућност моделирања употребом нумеричких података, али и експертских искустава, кроз комбинацију са уобичајеним техникама обраде података употребом класичних математичких операција. Метода на бази примене фази скупова, може се окарактерисати и као уређенија, са стриктнијом композицијом, где утицај аналитичара није изражен на сам процес евалуације.

Основно достигнуће предложене докторске дисертације је дефинисање методологије за анализу сценарија енергетског развоја која је заснована на теорији фази скупова и примени правила фази закључивања. Методологија интегрално сагледава енергетске сценарије развоја са техничког, друштвено-економског и еколошког становишта. Дисертација доприноси превазилажењу недоследности у оцени сценарија енергетског развоја, које су проистичале из парцијалног сагледавања интеракције енергетског развоја са економским, еколошким, друштвеним и институционалним развојем заједнице чији је енергетски систем разматран. Конкретни доприноси дисертације су следећи:

- Дефинисање скупа индикатора сценарија енергетског развоја који на униформан начин описују карактеристике енергетског развоја и стављају их у релацију са одговарајућим парцијалним индикаторима еколошког, економског, технолошког и друштвеног развоја;

- Формирање новог алгоритма за оцену сценарија енергетског развоја. Коришћењем одговарајуће фази композиција интегрисане су оцене сценарија уз потпуну интеракција енергетског и општер друштвено-економског развоја;
- Формирање оцене енергетске безбедности у облику фази броја. Континуална форма оцене обезбеђује синергетски ефекат у синтези индикатора и доприноси бољој диференцираности коначне оцене;
- Верификација предложене методологије (дефинисаног скупа критеријума и алгоритма за оцену сценарија) на примеру једног енергетског сектора. Извршене су анализе различитих сценарија развоја енергетског система на примеру сектора природног гаса Републике Србије.

Примена развијене методологије омогућава истовремено разматрање великог броја сценарија развоја, њихово поређење и оцењивање, што може олакшати одабир оптималног решења, тј. адекватног сценарија на брз и ефикасан начин. Развијени модел интегралне анализе који је, кроз дисертацију, примењен на један енергетски сектор, може бити дефинисан и за друге енергетске секторе. Да би методологија била применљива на различите енергетске системе (енергетска компанија, субјект, општина, регион, држава) за које су формиран сценарији развоја, дефинисан је униформни скуп квантитативних и квалитативних критеријума који интегрално посматрано дају репрезентативан опис одређеног сценарија и чија интегрална оцена даје могућност вредновања сценарија.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Енергетска безбедност је централна тема дисертације, а основни циљ дисертације се односи на квалитетније тумачење фактора који утичу на енергетску безбедност. То је остварено путем имплементације нове методологије за оцену енергетске безбедности. Само дефинисање појма енергетске безбедности повезано је са низом изазова, па је утврђивање нове методологије драгоцено само по себи. Оцена енергетске безбедности је формирана развојем поступка интегралне анализе сценарија енергетског развоја. Овај поступак обухвата идентификацију енергетских, економских, еколошких, друштвених и техничких индикатора карактеристичних за поједине сценарије развоја и формирања синтезне оцене енергетске безбедности кроз поступке успостављања индикаторске структуре и пропозиција парцијалних и синтезних индикатора, фазификације улазних података (добитених као експертске процене кроз спроведене анкете, или као измерени/израчунати нумерички подаци), рангирање и композиције парцијалних индикатора на ниво синтезних, односно коначне оцене енергетске безбедности у облику фази скупа.

У односу на постојеће поступке одређивања енергетске безбедности, предложени поступак је иновативан у смислу избора разматраних индикатора, као и у погледу њихове интеграције. Примена модела је универзална због формирања јединствене групе синтезних индикатора и пратећих парцијалних индикатора. Методологија се анализом и прилагођавањем парцијалних индикатора може прилагодити специфичности сваког енергетског система.

Као студија случаја и верификација методологије, у дисертацији је анализирана енергетска безбедност сектора природног гаса Републике Србије. Ефекти пројектованих промена у сектору природног гаса истражени су кроз шест сценарија развијених као комбинација три сценарија који претпостављају финализацију различитих инфраструктурних пројеката и два сценарија који претпостављају различиту потребу за гасом до 2025. године. Поред инфраструктурних пројеката у Републици Србији, за потребе детаљне анализе енергетске безбедности, узети су у обзир и реализовани, започети и предвиђени пројекти инфраструктурног развоја који се односе на природни гас у региону, као и могућност повезивања са неком од предвиђених траса међународних гасовода. Радом у дисертацији се тежило представљању и оцени енергетске безбедности анализираних сценарија развоја и потрошње система природног гаса у Србији, уз истовремену симулацију реаговања енергетског система на прекид снабдевања гасом. Примењена методологија је указала да амбициознија реализација инфраструктурних пројеката Републици Србији доноси задовољавајуће нивое енергетске безбедности, без ограничења чак и у случају значајних проблема у међународном транспорту гаса.

Студија случаја је показала да је дисертацијом предложени приступ оцени енергетске безбедности са различитих аспеката (друштвени, економски, енергетски и технички, еколошки и сл.) омогућио врло валидан опис енергетске безбедности за различите сценарије развоја сектора природног гаса. На основу тога се може закључити да се добијене критеријумске зависности могу користити при дефинисању енергетске безбедности и других енергетских система, а изведена методологија интегралне анализа сценарија енергетског развоја може свој општи карактер прилагодити, уз адекватну индикаторску анализу, свакој индивидуалној енергетској пројекцији.

Увидом у дисертацију, полазне хипотезе и постављене циљеве истраживања, те на основу прегледа релевантне литературе, сагледавања стања научних истраживања из области докторске дисертације, Комисија констатује да је кандидат у потпуности оправдао очекивања која су зацртана пријавом дисертације. Добијена решења су оригинална, значајна и применљива на различите енергетске секторе. Развијени процеси и примењене методе представљају добру основу за даља истраживања у области енергетске безбедности.

Комисија констатује да би имплементација методологије као пратећег алата у процесу стратешког енергетског планирања, значајно допринела рационалности одлучивања о оптималним правцима енергетског развоја.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос верификован је радом који је објављен у међународном часопису на коме је докторанд првопотписани аутор, а који је везан за истраживање које је спроведено у докторској дисертацији.

Упоредо са израдом дисертације кандидат је резултате добијене током израде дисертације презентовао кроз више радова излаганих на саветовањима у земљи и иностранству, као и у неколико часописа. Управо на овај начин кандидат је у непосредном контакту и у дискусијама са колегама који се интересују за ову област био у прилици да провери и верификује своје научне ставове, методологију и добијене резултате.

У наставку су дати наслови тринаест радова из области анализе енергетског развоја, енергетске безбедности и сектора природног гаса који верификују рад кандидата у области коју дисертација обухвата.

Рад у међународном часопису – M21a

1. **Madžarević, A., Ivezic, D., Živković, M., Tanasijević, M., Ivić, M.,** *Assessment of vulnerability of natural gas supply in Serbia: State and perspective*, Energy Policy, Volume 121, 2018, pp. 415-425, doi: 10.1016/j.enpol.2018.06.037

Рад у међународном часопису – M21

1. Zivkovic, M., Pereverza, K., Pasichnyi, O., **Madzarevic, A., Ivezic, D., Kordas, O.,** *Exploring scenarios for more sustainable heating: The case of Niš, Serbia*, Energy, Volume 115, Part 3, 2016, pp. 1758-1770, issn: 0360-5442, doi: DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.034>

Рад у међународном часопису – M23

1. Ivezic D., Živković M., Danilović D., **Madzarevic A.,** Tanasijevic M., *The state and perspective of the natural gas sector in Serbia*, Energy sources Part B - Economics planning and policy, Volume 11, 2016, pp. 1061-1067
2. Jovancic P., Kolonja B., Ignjatovic D., Tanasijevic M., **Madzarevic A.,** Krstic V., *Energy resources in the Republic of Serbia: Development policy*, Energy sources Part B - Economics planning and policy, Volume 11, 2016, pp. 1020-1026, issn: 1556-7249, doi: 10.1080/15567249.2014.896435

3. Zivkovic M., Ivic M., Ivezic D., **Madzarevic A.**, *Effect of natural gas composition on methane number: A case of gas reservoirs in Serbia*, Energy sources Part A- Recovery, Utilization and environmental effects, 2017, Volume 39 (23), pp. 2157-2165, issn: 1556-7036, doi: <https://doi.org/10.1080/15567036.2017.1403518>

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. M. Zivkovic, D. Ivezic, D. Danilovic, **A. Madzarevic**: *Uncertainty of carbon dioxide emission factor for natural gas*, - Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Energy and Climate Change, Atina, Grčka, 2012, pp. 192-199.
2. Tanasijevic M., Ivezic D., Jovancic P., **Madzarevic A.**: *Significance of dependability concept for electricity security of supply*, - Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Energy and Climate Change, Athens, Greece, 2013, pp. 113-120.
3. Марија Живковић, Дејан Ивезић, **Александар Маџаревић**, *The Role of Environmental Indicators in Processes of Strategic Energy Planing – Case of the City of Niš*, 5th International Symposium Mining and Environmental Protection - Proceedings, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, 2015, pp. 238 – 246

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. Ивезић Д., Даниловић Д., Живковић М., **Маџаревић А.**: *Развој гасне привреде Србије у последњих 20 година*, - Енергија, Vol. XIV, No 1-2, 2012, стр. 318-322
2. **Маџаревић А.**, Црногорац М., Живковић М., Ивезић Д., Петровић Т., *Процена развоја политике ублажавања утицаја на климатске промене и прилагођавања климатским променама за Србију AMS методом*, - Енергија, Vol. XVI, No 1-2, 2014, стр. 148-155, ISSN 0354-8651
3. Д. Ивезић, М. Живковић, **А. Маџаревић**, М. Ивић, *Развој сектора природног гаса у Србији – Индикатори напретка*, Енергија, економија, екологија, No XX, Vol. Vol. 3-4, 2018, стр. 383-391

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини - M63

1. Д. Ивезић, М. Живковић, **А. Маџаревић**: *LEAP као алат за планирање развоја гасног енергетског сектора*, Саветовање Гас 2012, Кладово, 2012.
2. Tanasijevic, M., Zivkovic, M., Ivezic, D., **Madzarevic, A.**, *Model for assessing the security of heat supply*, X IIPP Symposium, Belgrade 2014, pp. 137-143

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ кандидата **Александра Маџаревића, дипл. инж. машинства - мастер**, поседује савремен, оригиналан и научно утемељен приступ процени енергетске безбедности у оквиру анализе сценарија енергетског развоја. Развој модела је пратио све специфичности и посебности истраживања развоја различитих енергетских сектора, уз адекватну и детаљну индикаторску анализу.

На основу прегледане докторске дисертације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, закључује да урађена докторска дисертација кандидата **Александра Маџаревића, дипл. инж. машинства - мастер** испуњава све законске и остале услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима о научно-истраживачком раду као и да испуњава све услове предвиђене „Законом о високом образовању“, „Стандардима за акредитацију“, „Статутом Рударско-геолошког факултета“ и критеријумима које је прописао Универзитет у Београду.

Комисија са задовољством констатује да је дисертација значајне научне вредности у смислу унапређења и разумевања евалуације енергетских сценарија, процене енергетске безбедности и унапређења стратешког енергетског планирања.

Комисија, на основу горе наведеног, предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Методологија интегралне анализе сценарија енергетског развоја“ кандидата **Александра Маџаревића, дипл. инж. машинства - мастер** прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Комисија:

др Дејан Ивезић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Милош Танасијевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Марија Живковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Душан Даниловић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Александар Миливојевић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет