

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ Бобан (Слободан) Павловић, маг. инж. зашт. жив. средине
(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму Рударско инжењерство

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства“

из научне области: Рударско инжењерство

Универзитет је дана 28.01.2021. год. својим актом под бр. 61206-4493/2-20 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства“

Име и презиме ментора Др Дејан Ивезић, ред проф.

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној 22.12.2022. год. одлуком факултета под бр. 1/412, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. др Марија Живковић, ред. проф.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. др Милош Танасијевић, ред. проф.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. др Александар Мацаревић, доц.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
4. др Милош Бањац, ред. проф.		Термомеханика	Машински факултет у Београду
5. др Душан Гордић, ред. проф.		Енергетика и процесна техника	Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности: 16.01.2023. год.

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на седници одржаној дана: 23.03.2023. год.

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на седници одржаној 23.03.2023. год.

одлуком факултета под бр. 1/66 , у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1. др Марија Живковић, ред. проф.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
2. др Милош Танасијевић, ред. проф.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
3. др Александар Мацаревић, доц.		Елементи машинских и енергетских система	Рударско-геолошки факултет у Београду
4. др др Милош Бањац, ред. проф.		Термомеханика	Машински факултет у Београду
5. др Душан Гордић, ред. проф.		Енергетика и процесна техника	Факултет инжењерских наука у Крагујевцу

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Биљана Аболмасов

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 43. и 44. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.03.2023. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену докторске дисертације **Бобана Павловића, магист. инж. заш. жив. средине**, под насловом *"Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства"*, уз образложење да је завршена докторска дисертација у складу са одобреном темом, као и да наводи садржани у извештају потврђују да су се стекли услови за одбрану докторске дисертације.
2. Универзитет у Београду је дана 28.01.2021. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Радови из научног часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2022). Transition pathways of household heating in Serbia: Analysis based on an agent-based model. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 163, 112506, doi: 10.1016/j.rser.2022.112506, IF: 16,799; M21a;
 - Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2021). State and perspective of individual household heating in Serbia: A survey-based study. Energy and Buildings, 247, 111128, doi: 10.1016/j.enbuild.2021.111128, IF: 7,201; M21a;
 - Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2021). Prioritization of strategic measures for strengthening the security of supply of the Serbian natural gas sector. Energy Policy, 148, Part A, 111936, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111936, IF: 7,576; M21a.
4. Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације именованог у саставу: др Марија Живковић, ред. проф.; др Милош Танасијевић, ред. проф.; др Александар Маџаревић, доц.; др Милош Бањац, ред. проф. Универзитета у Београду – Машински факултет; др Душан Гордић, ред. проф. Универзитета у Крагујевцу – Факултет инжењерских наука.
5. Комисија за одбрану бира председника из реда својих чланова.
6. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
7. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Комисији
- Именованом
- Одељењу за студентска и наставна питања

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: др Марија Живковић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Živković, M.**, Ivezić, D., 2022., Utilizing sewage wastewater heat in district heating systems in Serbia: effects on sustainability, Clean Technologies and Environmental Policy, 24, pp. 579–593, doi: 10.1007/s10098-021-02063-6. IF = 4,700
2. **Živkovic, M.**, Pereverza, K., Pasichnyi, O., Madžarević, A., Ivezić, D., Kordas, O., 2016., Exploring scenarios for more sustainable heating: The case of Niš, Serbia, Energy, 115, pp. 1758-1770, doi: 10.1016/j.energy.2016.06.034. IF = 8,857
3. Ivezić, D., **Živković, M.**, Madžarević, A., Grujić, M., 2020., Assessments of effects of implementation of strategic plans for development of Belgrade District heating system, Sustainable Cities and Society, 2020, 61, 102304, doi: 10.1016/j.scs.2020.102304. IF = 10,696
4. Vukašinović, V., Gordić, D., **Živković, M.**, Končalović, D., Živković, D., 2019., Long-term planning methodology for improving wood biomass utilization, Energy, 175, pp. 818-829, doi: 10.1016/j.energy.2019.03.105. IF = 8,857
5. Grujić, M., Ivezić, D., **Živković, M.**, 2014., Application of multi-criteria decision-making model for choice of the optimal solution for meeting heat demand in the centralized supply system in Belgrade, Energy, 67, pp. 341-350, doi: 10.1016/j.energy.2014.02.017. IF = 8,857

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: др Милош Танасијевић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Tanasijević, M.**, Ivezić, D., Jovančić, P., Ćatić, D., Zlatanović, D., 2013., Study of Dependability Evaluation for Multi-hierarchical Systems Based on Max–Min Composition, Quality and reliability engineering international, 29, pp. 317-326, doi: 10.1002/qre.1383. IF = 3,007
2. **Tanasijević, M.**, Ivezić, D., Jovančić, P., Ignjatović, D., Bugarić, U., 2013., Dependability assesment of open-pit mines equipment – study on the bases of fuzzy algebra rules, Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 15, pp. 66–74. IF = 2,742
3. Đenadić, S., **Tanasijević, M.**, Jovančić, P., Ignjatović, D., Petrović, P., Bugarić, U., 2022., Risk Evaluation: Brief Review and Innovation Model Based on Fuzzy Logic and MCDM, Mathematics, 10, 811, doi: 10.3390/math10050811. IF = 2,592
4. Crnogorac, M., **Tanasijević, M.**, Danilović, D., Karović Maričić, V., Leković, B., 2020., Selection of Artificial Lift Methods: A Brief Review and New Model Based on Fuzzy Logic, Energies, 13, 1758, doi: 10.3390/en13071758. IF = 3,252
5. Madžarević, A., Ivezić, D., **Tanasijević, M.**, Živković, M., 2020., The Fuzzy–AHP Synthesis Model for Energy Security Assessment of the Serbian Natural Gas Sector, Symmetry, 12, 908, doi: 10.3390/sym12060908. IF = 2,940

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: др Александар Маџаревић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Madžarević, A.**, Ivezić, D., Tanasijević, M., Živković, M., 2020., The Fuzzy–AHP Synthesis Model for Energy Security Assessment of the Serbian Natural Gas Sector, *Symmetry*, 12, 908, doi: 10.3390/sym12060908. IF = 2,940
2. **Madžarević, A.**, Ivezić, D., Živković, M., Tanasijević, M., Ivić, M., 2018., Assessment of vulnerability of natural gas supply in Serbia: State and perspective, *Energy Policy*, 121, pp. 415-425, doi: 10.1016/j.enpol.2018.06.037. IF = 7,576
3. Ivezić, D., Živković, M., **Madžarević, A.**, Grujić, M., 2020., Assessments of effects of implementation of strategic plans for development of Belgrade District heating system, *Sustainable Cities and Society*, 61, 102304, doi: 10.1016/j.scs.2020.102304. IF = 7,587
4. Živković, M., Pereverza, K., Pasichnyi, O., **Madžarević, A.**, Ivezić, D., Kordas, O., 2016., Exploring scenarios for more sustainable heating: The case of Niš, Serbia, *Energy*, 115, pp. 1758-1770, doi: 10.1016/j.energy.2016.06.034. IF = 8,857
5. Ivezić, D., Živković, M., Manić, D., **Madžarević, A.**, Pavlović, B., Danilović, D., 2022., Evaluation of the effects of wastewater heat pump integration into district heating systems by simulation, *Thermal Science*, doi: 10.2298/TSCI220813168I. IF = 1,971

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: др Милош Бањац

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Banjac, M.**, 2015., Achieving sustainable work of the heat pump with the support of an underground water tank and solar collectors, Energy and Buildings, 98, pp. 19-26, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.11.059. IF = 7,201
2. **Banjac, M.**, Laković, M., 2018., Introduction of the energy management system in the industrial sector of the republic of Serbia achieved results and challenges, Thermal Science, 22, pp. S1563-S1573, doi: 10.2298/TSCI18S5563B. IF = 1,971
3. Bajc, T., **Banjac, M.**, Todorović, M., Stevanović, Z., 2019., Experimental and statistical survey on local thermal comfort impact on working productivity loss in university classrooms, Thermal Science, 23, pp. 379-392, doi: 10.2298/TSCI170920160B. IF = 1,971
4. Todorović, M., **Banjac, M.**, Bajc, T., Ristanović, M., 2019., Achieving savings by implementation of efficient hybrid heating systems, Thermal Science, 23, pp. S1683–S1693, doi: 10.2298/TSCI180726176T. IF = 1,971
5. Todorović, R., **Banjac, M.**, Gojak, M., 2015., Theoretical and experimental study of heat transfer in wall heating panels, Energy and Buildings, 98, pp. 66-73, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.10.065. IF = 7,201

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

ПОДАЦИ О ЧЛАНУ КОМИСИЈЕ:

Име и презиме: др Душан Гордић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују за учешће у Комисији за оцену докторске дисертације:

1. **Gordić, D.**, Vukašinović, D., Kovačević, Z., Josijević, M., Živković, D., 2021., Assessing the Techno-Economic Effects of Replacing Energy-Inefficient Street Lighting with LED Corn Bulbs, *Energies* 14, 3755, doi: 10.3390/en14133755. IF = 3,252
2. **Gordić, D.**, Babić, M., Jelić, D., Končalović, D., 2014., Integrating Energy and Environmental Management in Wood Furniture Industry, *The Scientific World Journal*, 596958, doi: 10.1155/2014/596958. IF = 2,107
3. Vukašinović, V., **Gordić, D.**, Živković, M., Končalović, D., Živković, D., 2019., Long-term planning methodology for improving wood biomass utilization, *Energy*, 175, pp. 818-829, doi: 10.1016/j.energy.2019.03.105. IF = 8,857
4. Stefanović, A., **Gordić, D.**, 2016., Modeling methodology of the heating energy consumption and the potential reductions due to thermal improvements of staggered block buildings, *Energy and Buildings*, 125, pp. 244-253, doi: 10.1016/j.enbuild.2016.04.058. IF = 7,201
5. Stefanović, A., Bojić, M., **Gordić, D.**, 2014., Achieving net zero energy cost house from old thermally non-insulated house using photovoltaic panels, *Energy and Buildings*, 76, pp. 57-63, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.02.057. IF = 7,201

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Биљана Аболмасов

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Рударско-геолошки факултет

Наставно-научном већу

Предмет: Извештај о оцени докторске дисертације кандидата Бобана Павловића, маг. инж. заштите животне средине

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета бр. 1/412 од 22.12.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бобана Павловића, маг. инж. заштите животне средине, под насловом:

МОДЕЛИРАЊЕ И СИМУЛАЦИЈА ЕНЕРГЕТСКЕ ТРАНЗИЦИЈЕ У СЕКТОРУ ДОМАЋИНСТВА

Након прегледа докторске дисертације, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1 Обим дисертације

Докторска дисертација садржи 107 страна рачунарски обрађеног текста (од Увода па закључно са Литературним изворима), 8 почетних страна (насловна страна, сажетак на српском и енглеском језику и садржај), 7 страна са списком слика, табела и прилога и 4 завршне стране (биографија аутора и изјаве о ауторству). Укупан број страна дисертације је 126 и све су А4 формата. Дисертација садржи:

- 59 слика и дијаграма у текстуалном делу дисертације;
- 12 табела у текстуалном делу дисертације;
- 2 прилога (датотеке са кодовима);
- 200 литературних извора коришћених у дисертацији.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Бобан Павловић, маг. инж. заштите животне средине је пријавио тему докторске дисертације под насловом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*“, на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, 29.10.2020. године (пријава број 1/461).

На основу пријаве теме докторске дисертације, Катедра за опште машинство и термодинамику предложила је Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду покретање поступка за именовање Комисије за оцену научне заснованости докторске дисертације кандидата (број 1885 од 29.10.2020. године).

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду (број 1/480 од 20.11.2020. године) именована је Комисија у саставу: проф. др Дејан Ивезић, дипломирани машински инжењер, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду, проф. др Марија Живковић, дипломирани машински инжењер, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду и проф. др Милош Бањац, дипломирани машински инжењер, Машински факултет, Универзитет у Београду.

Кандидат је пред формираном Комисијом, 2.12.2020. године бранио предложену тему, након чега је Комисија саставила извештај о научној заснованости теме докторске дисертације (извештај број 1/500).

На основу извештаја који је Комисија саставила, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 24.12.2020. године донело је одлуку број 1/516 од 28.12.2020. године којом се усваја извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Бобана Павловића, маг. инж. заштите животне средине и одобрава израда докторске дисертације под насловом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*“, а за ментора именује проф. др Дејан Ивезић, редовни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 28.1.2021. године донело је одлуку број 61206-4493/2-20 којом се даје сагласност на предлог теме кандидата Бобана Павловића, под насловом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*” и потврђује менторство проф. др Дејану Ивезићу.

Кандидат Бобан Павловић, маг. инж. заштите животне средине је 5.12.2022. године поднео молбу број 1/380 за именовање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*”. Уз молбу кандидат је поднео сагласност ментора за предају урађене докторске дисертације (број 1/381 од 5.12.2022. године). Катедра за опште машинство и термодинамику је упутила допис број 1/387 од 7.12.2022. године Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду са предлогом Комисије за оцену докторске дисертације у саставу: проф. др Марија Живковић, дипломирани машински инжењер, проф. др Милош Танасијевић, дипломирани инжењер рударства, доц. др Александар Маџаревић, мастер инжењер машинства, сви са Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и проф. др Милош Бањац, дипломирани машински инжењер са Машинског факултета Универзитета у Београду и проф. др Душан Гордић, дипломирани машински инжењер са Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на седници одржаној 22.12.2022. године донело је одлуку број 1/412 од 26.12.2022. године којом се потврђује предлог матичне Катедре и именује Комисија за оцену докторске дисертације, чиме су испуњени услови за писање предметног Извештаја о урађеној докторској дисертацији.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата Бобана Павловића, маг. инж. заштите животне средине, припада научној области „Рударско инжењерство“, односно ужој научној области „Елементи машинских и енергетских система“ за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Именован је ментор за вођење кандидата при изради ове докторске дисертације:

- Проф. др Дејан Ивезић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, аутор великог броја научних радова из области енергетике, анализе и планирања развоја енергетских система различитих нивоа комплексности, математичких модела евалуације и избора, и сл. Према референтном извору *Scopus*, аутор или коаутор је 38 радова, од којих је 27 са референтне SCI листе, *h-индекс*: 8, цитираност радова 204.

Компетентност именованог ментора за вођење кандидата, оправдана је ауторством великог броја научних радова објављених у референтним међународним и домаћим часописима, као и у зборницима међународних и националних конференција и саветовања.

1.4 Биографски подаци о кандидату

Кандидат Бобан Павловић, мастер инжењер заштите животне средине, рођен је 4.7.1990. у Београду, где је завршио основну школу „20. октобар“ и Четврту гимназију у Београду (друштвени смер).

Основне академске студије на Универзитету у Београду на Факултету безбедности (студије цивилне заштите и заштите животне средине) уписао је 2009. године, а завршио 2013. године са просечном оценом 8,86 (осам и 86/100). Завршни рад под називом „Нуклеарна енергија: потенцијална шанса за осигурање енергетске безбедности“ одбранио је 2013. године оценом 10.

Мастер академске студије на Универзитету у Београду на Рударско-геолошком факултету (студијски програму Инжењерство заштите животне средине) уписао је 2014. године, а завршио 2016. године, са просечном оценом 9,60 (девет и 60/100). Мастер рад на тему „Расположивост као димензија енергетске безбедности у Републици Србији“ је одбранио оценом 10. Кандидат је уписао и мастер академске студије на Универзитету у Београду на Шумарском факултету (студијски програм Еколошки инжењеринг) 2014. године, а завршио 2016. године, са просечном оценом 9,67 (девет и 67/100). Мастер рад је урадио на тему под насловом „Анализа тематске стратегије земљишта – пример ЛЕАП-а села Радљево“. Рад је одбранио оценом 10.

На завршним годинама основних студија на Универзитету у Београду био је стипендиста Републике Србије. На мастер студијама награђен је од стране пословног удружења „Електромашиноградња“ за квалитетно урађен академски пројекат на Међународном сајму Енергетике у Београду.

Након мастер академских студија, обавио је стручну праксу у трајању од 4 месеца у ЈКП ГСП „Београд“ у Служби за заштиту животне средине. Пosaо асистента на пројектима у трајању од 6 месеци обављао је у предузећу за консалтинг „Envico“ д.о.о. Пosaо стручног сарадника за безбедност и здравље на раду у трајању од 6 месеци обављао је у компанији

„Lidl Srbija“ кд. Положио је стручне испите из безбедности и здравља на раду и заштите од пожара организованих од стране надлежних министарстава.

Докторске академске студије на Универзитету у Београду на Рударско-геолошком факултету (студијски програм Рударско инжењерство) уписао је 2018. године. Положио је све испите и остварио просечну оцену 10,00 (десет, 00/100). Марта 2019. године изабран је у звање истраживач-приправник, а маја 2021. године изабран је у звање истраживач-сарадник.

Учесник је пројекта TR33001 „Истраживање могућности повећања енергетске ефикасности коришћењем енергетских потенцијала на примеру НИС-Нафтагас-а“ који се реализовао при Министарству за науку и технолошки развој Републике Србије.

Похађао је летњу школу Енергетске заједнице на Универзитету у Бечу (Аустрија) у 2021. години.

Кандидат је два пута је добитник награде Задужбине Ђоке Влајковића за најбољи научни рад младих научних радника Универзитета у Београду у 2021. и 2022. години.

Као аутор или коаутор публиковао је шест научних радова у часописима са SCI листе, три рада у домаћим научним часописима и седам радова на међународним конференцијама. Објављени радови су према референтном извору *Scopus* цитирани 19 пута (*h-индекс* је 2), док су према извору *Google Scholar* цитирани 26 пута (*h-индекс* је 3). Поред научног рада, кандидат је од марта 2019. ангажован на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, на катедри за опште машинство и термодинамику (ОМИТ), где је обављао послове везано за: израду више стручних пројеката и студија, припрему вежби из предмета Основе енергетике (основне академске студије) и Енергетика и одрживи развој (мастер академске студије), као и за рад у лабораторији за ОМИТ.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Бобана Павловића написана је на латиничном писму и садржи следећа основна поглавља:

1. Увод,
2. Енергетска транзиција,
3. Енергетско планирање и моделирање,
4. Моделирање засновано на агентима,
5. Истраживање о грејању у домаћинствима у Републици Србији,
6. Модел енергетске транзиције у грејању домаћинстава заснован на агентима (ABM),
7. Интеграција ABM симулационог модела у процес енергетског планирања,
8. Закључна разматрања.

Поред наведених поглавља, докторска дисертација садржи и Сажетак на српском и енглеском језику, Садржај, Литературу, Списак слика и табела, Прилоге, Биографију, Изјаву о ауторству, Изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу. Поглавља од 1 до 7 садрже више потпоглавља.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација је структурирана сходно предмету и циљевима истраживања и примењеној методологији истраживања.

Прво поглавље (стр. 1-6) представља увод у проблематику и садржи основне поставке докторске дисертације. Приказан је значај актуелне енергетске транзиције, наведени су главни покретачи транзиције и дате су основне карактеристике и специфичности енергетске транзиције у сектору домаћинства. У овом поглављу истакнуте су и уочене основне препреке и недостаци у планирању и моделирању енергетске транзиције у сектору домаћинства. Ово поглавље садржи и образложење предмета истраживања, постављених циљева, постављених хипотеза и коришћених метода истраживања. Поред тога приказани су и очекивани доприноси дисертације и структура докторске дисертације.

Друго поглавље (стр. 7-17) разрађује појам енергетске транзиције, зависност енергетске транзиције од историјског контекста, њене главне покретаче кроз историју и анализира актуелну енергетску транзицију и њене домете у погледу тежњи да се смањи коришћење фосилних горива, оствари повећање енергетске ефикасности и постигне већа и разноврснија примена обновљивих извора енергије (ОИЕ). Поглавље у наставку садржи две тематске целине (потпоглавља). Прва целина разматра енергетску транзицију у Европској унији, а друга целина разматра енергетску транзицију у Републици Србији. Обе целине су конципиране на тај начин да се енергетска транзиција разматра кроз анализу енергетске политике, регулаторног оквира, стратешких и других планских докумената и оцену појединих енергетских показатеља успешности енергетске транзиције у погледу примене ОИЕ у финалној потрошњи енергије, удела фосилних горива, удела ОИЕ у производњи електричне енергије, енергетског интензитета економије и сл. Посебан осврт је дат грејању у сектору домаћинства у Европској унији и Републици Србији, с обзиром да се за грејање стамбеног простора троши највећи део енергије у овом сектору финалне потрошње енергије.

Треће поглавље (стр. 18-27) садржи преглед постојећих приступа, дефиниције основних појмова и класификације везане за енергетско планирање и моделирање. Поглавље садржи три тематске целине (потпоглавља). У првој целини је обрађен концепт планирања енергетске транзиције применом вишеслојне перспективе, где је дефинисано да енергетска транзиција зависи од доступности и приуштивости иновативних технологија, друштвене динамике и њених актера и социо-техничког амбијента у друштву. У другој целини се дефинишу појам и место моделирања у енергетском планирању, основне фазе и основни приступи у моделирању, тзв. приступ „одозго на доле“ (енгл. „top-down“) и тзв. приступ „одоздо на горе“ (енгл. „bottom-up“). Последња целина овог поглавља приказује и анализира карактеристичне приступе коришћене за моделирање енергетске транзиције, који су приказани у стручној и научној литератури.

Четврто поглавље (стр. 28-37) анализира теоријске основе моделирања заснованог на агентима. У поглављу се дају принципи моделирања заснованог на агентима, област примене, као и основне предности и основни недостаци овог начина моделирања. Поглавље садржи пет тематских целина (потпоглавља). У првој целини обрађени су симулација и симулациони модел и извршена је класификација на основне типове симулација, на основу чега су идентификовани симулациони модели заснованим на агентима. У другој целини је обрађен појам агента и његове основне карактеристике. У трећој целини су истакнути

основни принципи које би требало задовољити код развоја симулационих модела помоћу технике моделирања заснованог на агентима. Четврта целина даје преглед програмских језика и софтверских алата који се користе за развој симулационих модела. У овом делу су истакнуте основне карактеристике и предности неких од најчешће коришћених софтверских алата. Последња целина овог поглавља представља преглед литературе и анализу релевантних научних радова у области развоја и примене симулационих модела за подршку доношења одлука и анализе енергетске транзиције у сектору домаћинства.

Пето поглавље (стр. 38-58) приказује истраживање о грејању у Републици Србији, које је спроведено у оквиру докторске дисертације, у циљу прикупљања података који недостају, а потребни су за примену и верификацију симулационог модела на реалном случају. Поглавље је подељено у пет целина (потпоглавља). У првој целини приказан је поступак формирања упитника и преглед релевантне литературе на основу којих је упитник формиран. У другој целини приказана је методологија спроведеног истраживања, конкретно процес прикупљања података помоћу методе анкетирања домаћинстава. У трећој целини приказан је поступак одређивања типа и величине узорка популације која је обухваћена истраживањем. Узорак је формиран тако да су обезбеђени ниво поверења од 95% и маргина грешке у распону од $\pm 3\%$. У четвртој целини приказани су добијени резултати који су подељени на три области: основне карактеристике домаћинства (број чланова домаћинства, величина грејне површине, година изградње објекта, спроведене мере енергетске ефикасности на објекту), основне карактеристике система за грејање (врста енергента, конфигурација система, кување на чврста горива, припрема топле воде, старост система грејања, тип система грејања и др.) и ставови домаћинства (контрола потрошње енергије, препреке енергетској транзицији, спремност да се инвестира у одрживије грејање, спремност да се прихвати субвенција, утицај окружења домаћинства на начин доношења одлука и др.). У петој целини дата је анализа добијених резултата истраживања.

Шесто поглавље (стр. 59-78) приказује развој и примену симулационог модела енергетске транзиције у грејању домаћинстава заснованог на агентима. Поглавље је подељено у шест целина (потпоглавља). У првој целини приказан је алгоритам модела, методологија, основне целине модела, категоризација улазних података и дијаграм тока у симулационом моделу. У другој целини приказан је процес одлучивања по коме домаћинства одлучују о начину грејања (функција корисности). Одлука домаћинства о избору новог система грејања представља функцију финансијских (цена система и енергента), техничких (потрошња горива током грејне сезоне), социјалних и еколошких параметара (ниво спремности да се инвестира у одрживије грејање). Осим процеса доношења одлука, у овом делу је приказан и процес одлучивања о спремности да се инвестира у одрживије грејање током анализираног периода до 2050. године на који утиче окружење домаћинства. У трећој целини приказани су детаљи везани за анализиране инструменте за подршку енергетској транзицији и развијене сценарије за анализу осетљивости, који су разматрани детаљно коришћењем симулационог модела. У четвртој целини је приказан процес кодирања улазних параметара у софтверском алату „NetLogo“. У петој целини приказани су резултати симулационог модела на случају енергетске транзиције у грејању у сектору домаћинства у Републици Србији. Резултати су груписани у три категорије: пројекције структуре индивидуалних система грејања до 2050. године, пројекције емисије угљендиоксида и пројекције локалног загађења ваздуха. У шестој целини дата је анализа добијених резултата из примене симулационог модела.

У седмом поглављу (стр. 79-90) је приказан је начин интеграције симулационог модела заснованог на агентима у процес енергетског планирања за подршку доносиоцима одлука. У уводном делу дат је преглед литературе у коме су наведени примери интеграције различитих метода, база података и алата за енергетско моделирање у циљу унапређења процеса енергетског планирања, чиме је аргументована присутност ове праксе у стручној и научној литератури последњих година. Поглавље се даље састоји из пет целина (потпоглавља). У првој целини приказан је концепт и методолошки оквир предложеног интегративног приступа. У другој целини приказан је сегмент интеграције симулационог модела заснованог на агентима са „LEAP“ софтверским алатом за енергетско моделирање ((енгл. „Low Emissions Analysis Platform – LEAP). У трећој целини приказани су улазни подаци за примену интегративног приступа на примеру сектора домаћинства у Републици Србији. У четвртој целини приказане су добијене пројекције финалне потрошње енергије грејање у домаћинствима. У петој целини дата је анализа добијених резултата из примене интегративног приступа.

Закључна разматрања приказана су у осмом поглављу (стр. 91-94). Дат је осврт на специфичности енергетске транзиције у сектору домаћинства и образложени главни мотиви за развој симулационог модела заснованог на агентима и његову интеграцију у енергетско моделирање за подршку у енергетском планирању. Наведени су главни закључци примене модела на примеру грејања у сектору домаћинства у Републици Србији, као и резултати анализе осетљивости примене анализираних инструмената за подршку енергетској транзицији. На крају је размотрена успешност, применљивост и могућност предложеног модела да одговори на полазне хипотезе.

Литературни извори који су коришћени у дисертацији наведени су у наставку докторске дисертације. Након тога су дати списак слика, списак табела и прилози који садрже датотеке са деловима кода за софтверску апликативну форму модела у софтверу „NetLogo”.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Бобана Павловића, мастер инжењера заштите животне средине, под насловом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*“ представља савремен и оригиналан истраживачки рад на формирању симулационог модела за пројекцију путања енергетске транзиције у сектору домаћинства, оцену ефеката примене политичких инструмената и анализу осетљивости политичких инструмената на могуће промене у окружењу, који треба да допринесе дубљем и ширем сагледавању питања енергетске транзиције у сектору домаћинства, проширивањем перспективе разматрања и укључивањем у разматрање и анализу већег броја утицајних параметара.

Модели енергетских система који се развијају у циљу израде пројекција будуће потражње, структуре потрошње енергије, пројекција начина трансформације и сл., најчешће се базирају на коришћењу историјских трендова, статистичких метода, експертским проценама и претпоставкама. Овакви приступи енергетском моделирању су показали задовољавајуће резултате у централно вођеним енергетским секторима и подсекторима, као

нпр. у сектору производње електричне енергије, даљинском грејању, различитим гранама индустрије итд. Међутим, када је у питању сектор домаћинства, у коме је потрошња енергије фрагментирана на појединачна домаћинства, а структура потрошње и структура коришћених технологија хетерогена, овакви приступи остављају одређени степен неизвесности код динамике и обима замене застарелих технологија за модерније и ефикасније технологије, промену енергента, што се одражава и на неизвесност добијених пројекција финалне потрошње енергије, структуре потрошње енергије и др.

Како је грејање простора активност на коју се односи највећа потрошња енергије у сектору домаћинства а како највећи број домаћинстава користи индивидуалне системе грејања, основни циљ истраживања у оквиру докторске дисертације био је да се прикупе недостајуће информације о начинима индивидуалног грејања домаћинстава у Србији, карактеристикама коришћених система, карактеристикама домаћинстава, њиховом понашању, ставовима и спремности да трансформишу (промене) начин грејања и да се на основу тога развије симулациони модел који би се интегрисао у алат за подршку управљању енергетском транзицијом и формулацију ефективне енергетске политике.

Како ток енергетске транзиције, који разматра постојеће индивидуалне системе грејања, зависи пре свега од одлука сваког крајњег корисника који је део велике групе хетерогених потрошача, у докторској дисертацији питању енергетске транзиције у сектору домаћинства приступљено је из перспективне крајњег корисника. Због тога је за моделирање и симулацију енергетске транзиције у сектору домаћинства изабран приступ моделирања заснован на агентима (енгл. „Agent Based Modeling – ABM“). ABM представља врсту рачунарских модела који симулирају активности аутономних агената (појединачних или колективних ентитета) и пружају могућност да се процењују ефекти њихових активности на цео систем. У оквиру дисертације је развијен ABM модел у коме су домаћинства представљена као агенти. Овај тип модела обезбеђује тзв. приступ „одоздо на горе“, ослобођен од било каквог утицаја са хијерархијски вишег нивоа, чиме се добијају реалније и мање неизвесне пројекције у оквиру разматраног временског периода. Као што је и кроз елаборацију релевантне литературе истакнуто, овај приступ у моделирању енергетске транзиције у складу је са савременим истраживањима која проучавају понашање потрошача везано за начин коришћења и потрошњу енергије у домаћинствима.

Повезивањем моделирања заснованим на агентима (ABM) и моделирања у софтверском алату за моделирање енергетских система (LEAP) створа се могућност квалитетнијег сагледавања главних утицајних чинилаца на понашање домаћинстава, боље разумевање процеса њиховог доношења одлука и прецизнија пројекција будуће потрошње енергије у сектору домаћинства, према структури енергената и према врсти коришћене технологије. Осим тога, овим приступом је омогућена темељнија анализа кроз коју се процењују ефекти идентификованих препрека, што омогућава квантификацију њиховог утицаја на енергетску транзицију. Овако предложен приступ омогућава процену ефекта конкретних политичких инструмената на ублажавање препрека различите природе које имају утицај на понашање потрошача.

Да би симулациони модел заснован на агентима био утемељен на стварном стању, потребан је велики број улазних података. Емпиријски подаци о домаћинствима о начину грејања домаћинстава, потрошњи, навикама, ставовима и спремности домаћинстава да инвестирају у ефикасније и еколошки прихватљивије системе грејања добијени су помоћу истраживања анкетирањем. Истраживањем је обухваћена територија Републике Србије, а величина

узорка је 1.100 домаћинстава са индивидуалним грејањем. Подаци о макро окружењу у коме се транзиција одвија, прикупљени су анализом релевантних домаћих и међународних студија, анализом тржишта енергената и доступних технологија, као и примера добре праксе из научне и стручне литературе у примени инструмената енергетске политике за подршку енергетској транзицији ка одрживијем систему грејања. У истраживању приказаном у дисертацији одрживи начин грејања подразумева већу заступљеност обновљивих извора енергије, ефикасније коришћење енергије, дугорочно исплативије грејање и грејање са мање негативног утицаја на животну средину.

Главне хипотезе на којима се заснивао истраживачки рад на дисертацији су:

- Понашање домаћинстава, њихове социјалне интеракције и доношење одлука о начину грејања могу се моделирати и симулирати на прихватљивом нивоу апстракције.
- Континуирана енергетска транзиција ка ефикаснијем коришћењу енергије у сектору домаћинства условљена је активном енергетском политиком, чије спровођење и успешност захтевају примену нових алата за моделирање и симулацију, као подршку планирању и одлучивању.
- Истраживањем на репрезентативном узорку о структури индивидуалних система грејања, енергетској ефикасности објеката у Србији, ставовима домаћинстава и понашању везаном за грејање, могуће је обезбедити улазне податке за симулацију енергетске транзиције у будућем периоду.
- Моделирањем и симулацијом енергетске транзиције могуће је анализирати ефекте различитих активности, понашања и одзива потрошача. На тај начин се унапређује процес енергетског планирања, чиме се смањује неизвесност, а ризик од неадекватно планираног процеса минимизира.
- Применом симулационог модела заснованог на агентима могуће је симулирати чиниоце који на микро нивоу (нивоу домаћинства) утичу на доношење одлуке о начину грејања, као што су интеракције између индивидуалних домаћинстава и интеракције домаћинстава са околином.
- Применом симулационог модела заснованог на агентима могуће је симулирати утицаје шире друштвене заједнице (енергетска политика државе и политика локалних самоуправа, размена информација у окружењу и сл.) на понашање појединца (домаћинства) које одређује начин потрошње енергије.
- Интеграцијом предложеног симулационог модела са класичним алатима за енергетско моделирање заснованих на експертском приступу, могуће је извршити свеобухватнију анализу утицаја и постигнутих ефеката енергетске транзиције у домаћинствима на целокупан енергетски систем државе.

Из наведеног се може закључити да је дисертацијом врло детаљно сагледано актуелно стање грејања у сектору домаћинстава. Развијен је оригинални модел чији је излаз пројекција структуре система грејања (према коришћеној технологији и према коришћеном енергенту), узимајући у обзир и нетехничке и неекономске критеријуме који утичу на развој и путању целокупног сектора финалне потрошње енергије. Добијени резултати даље дају поузданију основу за оцену ефеката примене одређених селектованих политичких инструмената за подршку енергетској транзицији.

Модел који је развијен у оквиру дисертације је универзалан и примењив на било који енергетски систем и као такав представља допринос теоријском развоју моделирања и симулације за подршку планирању енергетске транзиције. Развијени модел је тестиран на реалном систему на примеру индивидуалних система грејања у Србији, а резултати предложеног приступа треба да обезбеде нова знања о потенцијалу и реалним могућностима транзиције ка одрживијем грејању (посматрано из садашњег тренутка) и пројекције структуре система грејања и финалне потрошње енергије за грејање у Републици Србији. Додатно, интеграцијом са класичним експертским приступом моделирању добијен је алат који омогућава континуално праћење ефеката предложених мера подршке транзицији, као и правовремену корекцију, уважавајући све промене које могу да утичу на понашање потрошача: техничке, економске, социолошке, културолошке, едукативне и др.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма „iThenticate“ којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације *„Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства“*, кандидата Бобана Павловића, мастер инжењера заштите животне средине, констатујемо да је према првобитном добијеном извештају утврђено укупно подударање текста износило 16%. Овај степен подударности последица је случајних подударања које садрже и: називе институција, називе метода на енглеском језику и њихових скраћеница, случајних подударања нумеричких података, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из његове дисертације. и сл., што је у складу са чланом 9. Правилника. Приступом ментора у софтверску платформу „iThenticate“ који је након филтрирања препознатих преклапања на приказ текста са већим или једнаким преклапањем од 1%, уочено је да је добијено укупно преклапање 5%. Имајући у виду да је кандидат током писања докторске дисертације узео у обзир све академске норме у погледу навођења и цитирања литерарних извора, Комисија сматра да докторска дисертација у потпуности представља резултат оригиналног научно-истраживачког рада кандидата.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

При изради докторске дисертације коришћена је литература која обухвата 200 литературних јединица које се односе на: енергетску политику за подршку енергетској транзицији у XXI веку, енергетско планирање; енергетско моделирање и симулације; постојеће приступе у енергетском моделирању енергетске транзиције; стандарде и теоријске основе у спровођењу истраживања о ставовима, начину грејања и потрошњи енергије у домаћинствима; методолошке приступе за интеграцију различитих метода и софтверских алата у процес планирања и моделирања у енергетици; доступне базе података и званичне статистике које су релевантне за предмет истраживања; примере најбољих пракси и примењених инструмената за убрзање и подршку процеса енергетске транзиције у грејању домаћинства; статистичку обраду података; и др.

Кандидат Бобан Павловић, мастер инжењер заштите животне средине, током свог истраживачког рада и израде докторске дисертације је објавио више радова из предметне области. Тиме се потврђује да је упознао и проучио значајан део релевантне литературе која се односи на: енергетску транзицију, енергетску политику у Европској унији и Републици Србији, енергетско моделирање, коришћење софтверских алата за симулације и

моделирање, испитивање ставова потрошача и процеса одлучивања на нивоу индивидуалних ентитета.

3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Научне методе примењене у овој дисертацији су адекватне проблематици која је предмет истраживања и анализе, као и постављеном предмету и циљевима истраживања. Да би се формирао интегративни приступ за подршку енергетској транзицији у сектору домаћинства била је неопходна комбинација метода за прикупљање података, обраду, анализу и синтезу. Истраживање је било усмерено на анализу постојећих истраживања везаних за моделирање и рачунарске симулације енергетске транзиције, сакупљање и проучавање доступне литературе, прикупљање података о грејању у домаћинствима, развој новог симулационог модела и концептуализацију интеграције моделирања заснованог на агентима у приступ за подршку енергетском планирању и доношењу одлука. Све ово је имало за циљ да покаже оправданост и корисност развоја новог методолошког приступа за подршку планирању енергетске транзиције у сектору домаћинства који одликују поменуте специфичности.

У докторској дисертацији су примењене следеће научне и истраживачке методе:

- Анализа садржаја постојеће научне и стручне литературе која се односи на: енергетску транзицију у сектору домаћинства, прикупљање емпиријских података о начину грејања и потрошњи енергије у домаћинствима, енергетско моделирање, енергетско планирање, званичне статистичке податке и сл.
- За потребе прикупљања специфичних података у истраживању о грејању коришћено је анкетирање, као техничка метода испитивања социолошких феномена. Помоћу ове методе подаци су прикупљени тако што су испитаницима, тј. члановима домаћинства, постављена унапред припремљена питања у вези са циљем истраживања.
- Као посебна техника моделирања, у дисертацији је коришћено АВМ моделирање с циљем изградње логичког и математичког модела једног објективног система, тј. сектора домаћинства. Развијени модел обезбеђује средину за праћење динамичких образаца понашања домаћинстава и пратећих процеса у енергетској транзицији грејања у сектору домаћинства. Изградња симулационог модела у конкретном случају подразумева креирање програмског кода за извршавање симулација енергетске транзиције у грејању домаћинстава.
- Истраживање, мерење и евалуација релевантних параметара и резултата добијених анкетом, моделирањем и симулацијама, обављени су помоћу стандардних статистичких метода.

Методе истраживања су савремене, комплементарне и заједно формирају заокружен алгоритам системског приступа енергетској транзицији у сектору домаћинства. Примена метода у дисертацији заснована је и на коришћењу савремених рачунарских програмских алата чиме је формиран апликативни и визуелни облик модела.

3.4 Оцена применљивости и верификација остварених резултата

Резултати истраживачког рада у оквиру докторске дисертације кандидата Бобана Павловића представљају допринос у области моделирања и симулације енергетске

транзиције, посебно за системе које чине хетерогени актери и потрошачи, и као такви могу се применити и реплицирати. Доприноси који су остварени овим истраживањем могу имати примену у процесима анализе и процене ефеката примене политичких инструмената за подршку енергетској транзицији пре њихове имплементације и формирању оптималног приступа за постизање енергетских, финансијских и еколошких уштеда кроз замену застарелих система грејања и унапређење енергетске ефикасности у сектору домаћинства. Иако је предмет дисертације транзиција сектора домаћинства, приказан приступ је у потпуности применљив и за друге секторе потрошње енергије који се могу посматрати на различитим нивоима: локалном, регионалном или државном.

Верификација предложеног симулационог модела (програмског кода у софтверу „NetLogo“) извршена је на примеру реалног енергетског сектора домаћинства у Републици Србији. Развијени модел је верификован коришћењем података прикупљених у истраживању о грејању у домаћинствима, које је спроведено у оквиру и за потребе израде докторске дисертације. Тиме су добијени резултати докторске дисертације, осим у научном смислу, добили и значај у практичној примени. Проблем енергетског планирања је од виталног значаја за одрживи развој држава, региона и локалних самоуправа. У том смислу, резултати пружају нова сазнања о ставовима, навикама и понашању домаћинства у Србији у вези са грејањем, као и процену ефеката примене анализираних политичких инструмената за подршку енергетској транзицији у грејању домаћинства до 2050. године.

Имајући у виду да је предложена методологија за моделирање и симулацију осмишљена са циљем подршке за енергетско планирање и развој мање неизвесних пројекција путања енергетске транзиције, валидацији будућих догађаја се најчешће приступа кроз анализу осетљивости улазних параметара. У оквиру дисертације испитивана је осетљивост у случају промена као што су - промене цена одређених енергената, смањење цена иновативних технологија грејања или веће улагање домаћинства у енергетску ефикасност стамбених објеката. Сама методологија пружа могућност за испитивање осетљивости других параметара који могу бити различите природе и порекла, а могу имати различите последице на процес енергетске транзиције у сектору домаћинства.

Урађена дисертација, односно предложени симулациони модел представља користан алат за енергетско планирање, јер се енергетској транзицији у домаћинствима приступа из перспективе крајњег потрошача енергије - домаћинства где се анализира шири круг аспеката који утичу на избор начина грејања (тип насеља, локацијски услови, спремност да се инвестира, незаинтересованост за замену тренутног начина грејања, утицај окружења, свест о одрживом коришћењу природних ресурса, еколошка свест и сл.) са циљем добијања што реалнијег резултата, независног од историјских трендова и експертских процена. Тако добијени подаци пружају могућност даље интеграције са алатима за енергетско моделирање где се резултати из симулационог модела могу надоградити са демографским трендовима, трендовима раста површине новоизграђених објеката, трендовима развоја електроенергетског сектора и система даљинског грејања, трендовима енергетске рехабилитације објеката, увозном зависношћу и другим аспектима који могу бити предмет интересовања за креаторе политике и доносиоце одлука.

3.5 Оцена способности кандидата за самосталан научни рад

Кандидат Бобан Павловић, мастер инжењер заштите животне средине, је током израде ове докторске дисертације показао да поседује потребне способности и вештине за самосталан научно-истраживачки рад. Формирање симулационог модела енергетске транзиције у сектору домаћинства, прикупљање података на репрезентативном узорку у оквиру истраживања о начину грејања у Републици Србији, интерпретација и анализа резултата, захтевају изражену аналитичност у раду и систематичност у приступу решавању проблема. Кандидат је на основу вишегодишњег рада и искуства у овој и сличним областима, стекао способност да при изради докторске дисертације у потпуности реализује планирано истраживање од формулације почетне идеје до испуњавања постављених циљева дисертације. Докторску дисертацију је кандидат концизно и садржајно презентовао кроз све сегменте модела, процеса и резултата у истраживању.

Сходно оствареним резултатима у научном и истраживачком раду, може се констатовати да је кандидат Бобан Павловић у сваком погледу испунио услове који га квалификују као способног за даљи самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Циљ дисертације под називом „*Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства*“ је да се научним методама анализира тренутно стање, перспективе и реални дometи енергетске транзиције у сектору домаћинства са фокусом на домаћинства са индивидуалним системима грејања. Код наведене групе домаћинства начин задовољења топлотних потреба директна је последица индивидуалних одлука домаћинства везаних за начин грејања. Енергетска транзиција система грејања домаћинства због тога највише зависи од будућих одлука домаћинства, односно избора система грејања и врсте енергента који ће се користити, док се за задовољење других енергетских потреба као што су осветљење, хлађење, употреба малих кућних апарата, беле технике, припрема топле санитарне воде и сл. доминантно користи електрична енергија, где на енергетску транзицију у електроенергетском сектору домаћинства не утичу директно својим одлукама.

Да би се развиле пројекције путања и дometа енергетске транзиције у сектору домаћинства које ће уважити што више битних чиниоца који утичу на одлуке домаћинства и да би се симулирало понашање домаћинства, у дисертацији је развијен симулациони модел заснован на агентима чија примена треба да обезбеди рану процену и квантификацију ефеката примене одређених политичких инструмената за подршку енергетској транзицији у грејању домаћинства. Основно достигнуће докторске дисертације јесте развој симулационог модела који интегрално сагледава техничке, социолошке, економске и еколошке чиниоце који утичу на одлуке појединачних домаћинства везано избор начина грејања. Дисертација доприноси смањењу неизвесности у процени динамике и тока енергетске транзиције домаћинства са индивидуалним системима грејања, јер се улазни подаци за симулацију ослањају на емпиријски прикупљене податке, чиме се смањује потреба за експертским проценама или екстраполацији историјских трендова који су се у пракси показали као недовољно поуздани за разматрање ефеката примене политичких

инструмената за подршку, јер не узимају нужно у обзир динамику на микро-нивоу и не вреднују препреке и покретаче енергетске транзиције из перспективе типичних категорија домаћинства.

Тема коју докторска дисертација обрађује и методолошки приступ који је предложен и развијен у дисертацији су веома актуелни, имајући у виду данашње тенденције да се у истраживањима проблема везаних за енергетску транзицију приступи из перспективе крајњих корисника енергије. Остварени научни доприноси се најпре огледају кроз:

- Нова и ажурирана сазнања о структури индивидуалних система грејања у Србији (врста енергената, старост система, потрошња, енергетска ефикасност објеката и др.).
- Нова сазнања о ставовима, навикама и понашању домаћинства са индивидуалним системима грејања у Србији
- Формулисање алгоритма и израда новог модела базираног на агентима за подршку енергетској транзицији ка одрживијем грејању домаћинства.
- Формулисање функције корисности по којој домаћинства доносе одлуку о начину грејања.
- Квантификацију и анализу ефеката примене политичких инструмената за подршку енергетској транзицији у грејању домаћинства у Србији са пројекцијама структуре система грејања према начину грејања до 2050. године.
- Израду сценарија осетљивости анализираних политичких инструмената у сектору домаћинства у Србији до 2050. године;
- Даљи допринос теоријском развоју поља примене моделирања на бази агената у енергетици.
- Формулацију и конципирање јединственог приступа за подршку доносиоцима одлука у процесу енергетског планирања до кога се дошло интеграцијом истраживања о грејању домаћинства, симулационог модела заснованог на агентима и алата за енергетско моделирање експертским приступом.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Енергетска транзиција у грејању домаћинства је централна тема дисертације, а основни циљ дисертације се односи на квалитетније тумачење и вредновање чинилаца који утичу на динамику транзиције. Тај циљ је остварен спровођењем истраживања усмереног на сакупљање података који недостају и развојем новог методолошког приступа који за резултат има пројекцију поузданије путање енергетске транзиције и оцену ефеката примене инструмената за подршку енергетској транзицији.

Коришћење предложеног приступа у целини може послужити као подршка у истраживању могућности промене структуре потрошње у различитим секторима потрошње, чији укупни резултат зависи од понашања великог броја актера. Предложени модел који се базира симулацији понашања актера-агената, је универзалан. Методологија се може прилагодити специфичностима сваког енергетског система. Имајући у виду комплексност промена које су предмет истраживања, као и реакција на промене на индивидуалном нивоу потрошача, оне се не могу симулирати у свој својој комплексности, али се помоћу развијеног приступа

могу уочити трендови промена у грејању домаћинстава и извући закључци о колективним обрасцима одлучивања у домаћинствима у околностима које су симулиране.

У целини гледано, истраживање о начину грејања и ставовима домаћинстава у Републици Србији, развијени симулациони модел и предложени приступ интеграције за подршку у енергетском планирању представљају оригиналне доприносе ове дисертације. Они испуњавају услове научног истраживања – систематичност, контролисаност, објективност и поновљивост. Анализирајући карактеристике предложеног приступа за подршку планирању и добијене резултате, може се закључити да је примена овакве методологије оправдала циљ истраживања:

- Побројане предности предложене методологије обезбедиле су холистички приступ у анализи препрека и њихових ефеката, као и домета подстицаја, пре свега политичких инструмената за убрзање транзиције.
- Интеракције домаћинстава међусобно током анализираниог периода осигурале су ефекат еволуције у понашању који на крају треба да резултира већом спремности домаћинстава да уложе у одрживије грејање.
- Моделирање засновано на агентима као примењена метода пружило је флексибилност у комбиновању широког спектра варијабли и њихову оцену кроз различите услове и сценарије, као и могућност интеграције са другим алатима у процесу енергетског планирања.

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 су резултати које је кандидат приказао у потпуности оправдали очекивања и одговорили на задатак постављен пријавом дисертације. Добијена резултати су оригинални, значајни и применљиви. Развијени модел и примењене методе представљају, корак напред и добру основу за даља истраживања у области енергетског моделирања и планирања.

Комисија констатује да би имплементација методологије као пратећег алата у процесу стратешког енергетског планирања, значајно допринела квалитету одлучивања о оптималним правцима енергетске транзиције у сектору домаћинства. Увођење оваквог приступа у енергетско планирање значајно би допринело бољем сагледавању процеса енергетске транзиције, смањењу субјективности експертских процена и смањењу ослањања на историјске трендове при евалуацији ефеката различитих инструмената или њихове комбинације.

4.3 Верификација научних доприноса

Научни допринос из области истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације је верификован објављивањем два рада у Научним часописима међународног значаја (M20) на којима је кандидат првопотписани аутор.

Категорија M21a – Рад штампан у међународном часопису изузетних вредности

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2022). Transition pathways of household heating in Serbia: Analysis based on an agent-based model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 163, 112506, doi: 10.1016/j.rser.2022.112506, **IF: 16,799**

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2021). State and perspective of individual household heating in Serbia: A survey-based study. *Energy and Buildings*, 247, 111128, doi: 10.1016/j.enbuild.2021.111128, **IF: 7,201**

Током израде докторске дисертације, кандидат је презентовао и објавио више радова из предметне области као првопотписани аутор или коаутор у Научним часописима међународног значаја (M20), Зборницима радова међународних научних скупова (M30) и Часописима националног значаја (M50). У наставку је дат приказ резултата који верификују рад кандидата из предметне области.

Категорија M21a – Рад штампан у међународном часопису изузетних вредности

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2021). Prioritization of strategic measures for strengthening the security of supply of the Serbian natural gas sector. *Energy Policy*, 148, Part A, 111936, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111936, **IF: 7,576**

Категорија M22 – Рад штампан у истакнутом међународном часопису

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2021). A multi-criteria approach for assessing the potential of renewable energy sources for electricity generation: Case Serbia. *Energy Reports*, 7, 8624-8632, doi: 10.1016/j.egyrt.2021.02.072, **IF: 4,937**

Категорија M23 – Рад штампан у међународном часопису

Ivezić, D., Živković, M., Manić, D., Madžarević, A., **Pavlović, B.**, Danilović, D. (2022). Evaluation of the effects of wastewater heat pump integration into district heating systems by simulation. *Thermal Science*, Online First, 00, doi: 10.2298/TSCI220813168I, **IF: 1,971**

Pavlović, B., Ivezić, D. (2017). Availability as a dimension of energy security in the Republic of Serbia. *Thermal Science*, 21, 1 Part A, 323-333, doi: 10.2298/TSCI160923303P, **IF: 1,247**

Категорија M33 – Саопштење са међународног скупа штампано у целини

Ivezić, D., Živković, M., Madžarević, A., **Pavlović, B.**, Danilović, D., Manić, D. (2022). Challenges in using wastewater heat pumps in district heating systems. 20th International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia, Faculty of Mechanical Engineering in Niš, (18.10.-21.10.2022.), 92-99, Niš, ISBN: 978-86-6055-163-6.

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2020). Life cycle assessment of individual wood biomass heating systems in households. 5th International Scientific Conference, COMETa, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications, University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, (26.11. - 28. 11. 2020), 428 - 435, East Sarajevo, ISBN: 978-99976-719-8-1.

Pavlović, B., Pešić – Georgiadis, M. (2019). The application of ArcGIS for assessing the potential of solar energy in urban area: The case of Vranje. 12th International Conference on Energy and Climate Change, (9.10.-11.10.2019), 325-340, Athens, ISBN: 978-618-84817-0-1.

Категорија M34 – Саопштење са међународног скупа штампано у изводу

Pavlović, B., Živković, M., Ivezić, D. (2022). Agent-based Modeling as a Support to an Expert-based Approach: Exploring Individual Heating Systems Transition. Conference on Sustainable Development of energy, Water and Environment Systems, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, (22.5.- 26.5.2022.), 104, Vlorë, ISSN: 2706-3682.

Pavlović, B., Pantelić, U., Živković, M., Ivezić, D. (2021). The Impact Assessment of NO₂ Emission from District Heating Plant on Local Air Quality, the Case of Zemun, Belgrade. Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, (10.10.-15.10.2021.), 489, Dubrovnik, ISSN: 1847-7178.

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2020). Identification of the Best Available Renewable Energy Source for Electricity Production in Serbia. Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, (28.6. – 3.7.2020), 135, Sarajevo, ISSN: 2706-3682.

Pavlović, B. (2018). The Analysis of Soil Thematic Strategy – Case Study: the LEAP of Village Radljevo. 1st Young researchers' conference Erosion and torrent control (ETC), University of Belgrade, Faculty of Forestry, Belgrade, (28.11.-30.11.2018) Belgrade, ISBN: 978-86-7299-282-31.

Kategorija M52 - Rad у истакнутом часопису националног значаја

Pavlović, B., Ivezić, D., Živković, M. (2022). Izazovi energetske tranzicije u sektoru individualnog grejanja. Energija, ekonomija, ekologija, 1, XXIV, 7-21, doi: 10.46793/EEE22-1.17P

Ivezić, D., Živković, M., Madžarević, A., **Pavlović, B.** (2021). Mogućnost korišćenja toplotnih pumpi sa otpadnom toplotom iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda kao toplotnim izvorom. Energija, ekonomija, ekologija, 1, XXXIII, 11-15, doi: 10.46793/EEE21-1.11I

Kategorija M54 – Rad у домаћем научном часопису који се први пут категоризује

Павловић, Б., Ивезић, Д. (2021). Енергетска безбедност Европске уније у светлу актуелне енергетске транзиције. Евроазијски безбедносни форум, 1, 24-54, ISSN: 2466-4448

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација „Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства” кандидата Бобана Павловића, мастер инжењера заштите животне средине, поседује савремен, оригиналан и научно утемељен приступ у енергетском моделирању за подршку у енергетском планирању. Докторском дисертацијом су доказане полазне хипотезе и развијен је симулациони модел заснован на агентима за евалуацију ефеката инструмената енергетске политике и за пројекцију путања енергетске транзиције у домаћинствима до 2050. године.

Модел је тестиран на примеру сектора домаћинства грејања у Републици Србији, за који су претходно прикупљени емпиријски подаци у оквиру истраживања о начину грејања у домаћинствима. Наведене предности предложене методологије обезбедиле су холистички приступ у идентификацији и анализи препрека за енергетску транзицију ка одрживијем грејању и њихових ефеката, као и домета подстицаја, пре свега политичких инструмената за убрзање транзиције.

На основу прегледа докторске дисертације, Комисија за оцену докторске дисертације закључује да докторска дисертација кандидата Бобана Павловића под насловом „Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства“ испуњава све законске услове за јавну одбрану. Комисија закључује да је докторска дисертација урађена према свим стандардима о научно-истраживачком раду и да испуњава све услове

прописане Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и прописаних критеријума Универзитета у Београду. Комисија констатује да докторска дисертација има значајну научну вредност.

На основу горе наведеног, Комисија за оцену докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под насловом „**Моделирање и симулација енергетске транзиције у сектору домаћинства**” кандидата Бобана Павловића, прихвати и изложи на јавни увид јавности и даље у складу са процедуром упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, након чега би се приступило јавној одбрани докторске дисертације пред комисијом у истом саставу.

У Београду, 10.1.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

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

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

др Александар Маџаревић, доцент
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Милош Бањац, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Душан Гордић, редовни професор
Универзитет у Крагујевцу, Факултет инжењерских наука