

Универзитет у Београду

Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Кристине Станојевић за израду докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета организационих наука 05-01 број 3/82/16 од 23.09.2020. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Кристине Станојевић, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом:

„Методологија избора оптималних локација постројења за третман медицинског отпада”.

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кристина Станојевић је рођена 17. јуна 1992. године у Смедереву, где је и завршила основну школу. Гимназију у Смедереву завршава 2011. године са одличном успехом. Факултет организационих наука у Београду, смер Менаџмент и организација уписује 2011. године. Током трајања студија била је стипендиста Institute of International Education. Све испите у оквиру студијске групе Операциони менаџмент положила је у року, са просечном оценом 9,17 (девет и 17/100). Завршни рад одбранила је 23. септембра 2015. године оценом 10,00 (десет). Школске 2015/2016. године уписује мастер академске студије на Факултету организационих наука на програму Пословна аналитика, модул Операциона истраживања. Мастер академске студије завршава 19. септембра 2016. године са просечном оценом 10,00 (десет), а школске 2016/2017. године уписује изнова мастер академске студије, на програму Менаџмент, модулу Еколошки менаџмент и одрживи развој. Мастер рад је одбранила 20. септембра 2019. године са оценом 10 (десет), и просечном оценом студирања 9,67 (девет и 67/100).

Докторске академске студије на Факултету организационих наука уписује 2017. године – студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Операциона истраживања, на којима је положила све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10,00 (десет).

Стручну праксу је обавила у Лабораторији за операциона истраживања „Др Јован Петрић“ на Факултету организационих наука, у јуну и јулу 2015. године. Од септембра 2015. до септембра 2017. године као сарадник ван радног односа била је ангажована за ужу научну област Еколошки менаџмент, за школску 2015/2016. и 2016/2017. годину на Факултету организационих наука, где је од стране студената била оцењена високим оценама. Од октобра 2017. године запослена је у Финтек компанији. На позицији аналитичара радила је од октобра 2017. године до марта 2018. године, од марта 2018. године до децембра 2019. године налазила се на позицији контролора података и операција, док од јануара 2020. године прелази на позицију вође тима.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Кандидат Кристина Станојевић је до сада у току докторских академских студија положила све испите предвиђене наставним планом и програмом.

- Испити и обавезе предвиђени планом и програмом докторских академских студија:

Р. бр.	Испит	Оцена	ЕСПБ
1.	Комбинаторна оптимизација	10 (десет)	10
2.	Нелинеарно програмирање	10 (десет)	10
3.	Систем менаџмента животном средином	10 (десет)	10
4.	Наука о менаџменту	10 (десет)	10
5.	Вишекритеријумска оптимизација и одлучивање	10 (десет)	10
6.	Менаџмент развоја	10 (десет)	10
7.	Животна средина, здравље и сигурност	10 (десет)	10
8.	Нови трендови у операционим истраживањима	10 (десет)	10
9.	Управљање ланцима снабдевања - одабрана поглавља	10 (десет)	10
10.	Приступни рад	/	30

Кандидат Кристина Станојевић се активно бави научно-истраживачким радом. Као аутор и коаутор објавила је 14 научних и стручних публикација и учествовала на више међународних и националних научних скупова. Од тога се посебно истичу три рада који су публиковани у часописима који се налазе на *Science Citation Index* или *Science Citation Index Expanded* листи часописа.

- Списак радова:

1. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

- 1.1. **Stanojević, K.**, Radovanović, G., Makajić-Nikolić, D., Savić, G., Simeunović, B., & Petrović, N. (2020). Selection of the optimal medical waste incineration facility location: A challenge of medical waste risk management. *Vojnosanitetski pregled*, OnLine-First Issue 00, 72-72. ISSN 0042-8450, eISSN 2406-0720, <https://doi.org/10.2298/VSP200521072S> (M23)
- 1.2. Petković, J., Petrović, N., Dragović, I., **Stanojević, K.**, Radaković, J. A., Borojević, T., & Kljajić Borštnar, M. (2019). Youth and forecasting of sustainable development pillars: An adaptive neuro-fuzzy inference system approach. *PloS one*, 14(6), e0218855. eISSN 1932-6203, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218855> (M22)
- 1.3. Radaković, J. A., Petrović, N., Milenković, N., **Stanojević, K.**, & Đoković, A. (2017). The improvement of students' higher environmental and climate change knowledge: A case study. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(6), 2711-2719. ISSN 1230-1485, <https://doi.org/10.15244/pjoes/69645> (M23)

2. Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

- 2.1. Radaković, J. A., **Stanojević, K.**, & Petrović, N. (2020 Septembar 20-23). Pandemija koronavirusa COVID-19 i загађење животне sredine kao izazov održivosti. U M. Vidović, K. Vukadinović & D. Popović (Eds.), *Zbornik radova XLVII Simpozijuma o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2020*, (pp. 23-28), Beograd, online. Saobraćajni fakultet: Beograd. ISBN 978-86-7395-429-5
- 2.2. Petrović, N., **Stanojević, K.**, Radaković, J. A., & Ćirović, M. (2020 Septembar 20-23). Percepcija žena o klimatskim promenama: Studija slučaja. U M. Vidović, K. Vukadinović & D. Popović (Eds.), *Zbornik radova XLVII Simpozijuma o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2020*, (pp. 11-16), Beograd, online. Saobraćajni fakultet: Beograd. ISBN 978-86-7395-429-5
- 2.3. **Stanojević, K.**, Petrović, N., Ćirović, M., & Radaković J. A. (2019 March 20-22). Students' Perceptions of Medical Waste Management in Serbia. In P. Šprajc, I. Podbregar, D. Maletić, & M. Radovanović (Eds.), *Proceedings of the 38th International Conference on Organizational Science "Ecosystem of Organizations in the Digital Age"*, (pp. 969-978), Portorož, Slovenia. University of Maribor Press: Maribor. ISBN-13 978-961-286-250-3 (pdf), <https://doi.org/10.18690/978-961-286-250-3.74>
- 2.4. Petrović, N., Radaković, J. A., Živadinović, M., Petković, J., & **Stanojević, K.** (2018 March 21-23). Case study teaching method in effective higher environmental education for sustainable development goals. In O. Arsenijević, I. Podbregar, P. Šprajc, D. Trivan & Y. Ziegler (Eds.), *Proceedings of the 37th International Conference on Organizational Science "Development Organization and uncertainty the digital age"*, (pp. 819-830), Portorož, Slovenia. University of Maribor, University Press: Maribor. ISBN 978-961-286-146-9 (pdf), <https://doi.org/10.18690/978-961-286-146-9.66>
- 2.5. Radaković, J. A., Petrović, N., Milenković, N., **Stanojević, K.**, & Stevanović, D. (2017 March 22-24). From Environmental Action to Climate Change and Back. In I. Podbregar (Ed.), *Proceedings of the 36th International Conference on Organizational Science*

- Development “*Responsible Organization*”, (pp. 801-812), Portorož, Slovenia. University of Maribor, University Press: Maribor. ISBN-13 978-961-286-020-2, <https://doi.org/10.18690/978-961-286-020-2.64>
- 2.6. Borojević, T., Maletič, M., **Stanojević, K.**, Đoković, A., Radaković, J. A., & Milenković, N. (2017 Septembar 25-28). Uloga mladih u zaštiti životne sredine i održivosti lokalne zajednice. U G. Ćirović (Ed.), Zbornik radova XLIV Simpozijuma o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2017, (pp. 466-470), Zlatibor, Srbija. Visoka građevinsko-geodetska škola: Beograd. ISBN 978-86-7488-135-4
 - 2.7. **Stanojević, K.**, Savić, G., & Petrović, N. (2016 Septembar 20-23). Izbor lokacije za insineraciju medicinskog otpada. U D. Marković (Ed.), Zbornik radova XLIII Simpozijuma o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2016, (pp. 45-48), Tara, Srbija. Ministarstvo odbrane, Vojska Srbije ISBN 978-86-335-0535-2
 - 2.8. **Stanojević, K.**, Makajić-Nikolić, D., Savić, G., & Petrović, N. (2016 June 10-13). Selection of efficient locations for medical wastes incineration plants. In O. Jaško & S. Marinković (Eds.), Proceedings of International symposium SymOrg 2016 “*Reshaping the Future through Sustainable Business Development and Entrepreneurship*”, (pp. 577-584), Zlatibor, Serbia. Belgrade: Faculty of Organizational Sciences. ISBN 978-86-7680-326-2
- 3. Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини (M63)**
- 3.1. **Stanojević, K.**, & Stanojević, M. (2019 Novembar 7-8). Model alokacije zaposlenih po projektima. U D. Slović & D. Stojanović (Eds.), Zbornik radova Skupa privrednika i naučnika SPIN'19 „*Lin transformacija i digitalizacija privrede Srbije*”, (pp. 591-598). Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija. Fakultet organizacionih nauka: Beograd. ISBN 978- 86-7680-365-1
 - 3.2. **Stanojević, K.**, Petrović, N., Drakulić, M., & Ćirović, M. (2017 Novembar 9-10). Stavovi o upravljanju medicinskim otpadom u Srbiji: Studija slučaja. U D. Vasiljević & L. Đorđević (Eds.), Zbornik radova Skupa privrednika i naučnika SPIN'17 „*Štedljivo (Lin) upravljanje resursima u privredi Republike Srbije*”, (pp. 286-292). Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija. Fakultet organizacionih nauka: Beograd. ISBN 978-86-7680-343-9
 - 3.3. **Stanojević, K.** (2015 Novembar 5-6.). Reverzna logistika i upravljanje otpadom u Republici Srbiji. U B. Stošić, N. Petrović, & S. Antić (Eds.), Zbornik radova Skupa privrednika i naučnika SPIN'15 „*Inovativna rešenja operacionog menadžmenta za revitalizaciju privrede Srbije*”, (pp. 654-661). Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija. Fakultet organizacionih nauka: Beograd. ISBN 978-86-7680-320-0

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија је размотрила све претходно наведене резултате рада и стечена искуства кандидата Кристине Стојановић. На основу приложених докумената и одбране приступног рада, Комисија је стекла увид у способности кандидата за научно-истраживачки рад и њене могућности да током израде докторске дисертације оствари

результате који ће бити приказани и оцењени од стране међународне научне заједнице. Став комисије је да кандидат Кристина Станојевић испуњава све потребне суштинске и формалне услове да приступи изради докторске дисертације са темом „Методологија избора оптималних локација постројења за третман медицинског отпада”.

2. Предмет и циљ истраживања

Приказ предмета истраживања и хипотетичких ставова о проблему који се истражује

Предмет истраживања докторске дисертације је управљање медицинским отпадом, а превасходно део процеса управљања који се одвија након што је медицински отпад већ генерисан. Пораст интересовања у стручној и научној заједници за проблем медицинског отпада говори у прилог озбиљности, комплексности и последицама које неадекватан процес управљања може да има по здравље људи и квалитет животне средине (Porta et al., 2009; Singh et al., 2020). Ово интересовање присутно је и у заједници операционих истраживача, који решавају различите оптимизационе проблеме у овој области. Најчешће решавани проблеми односе се на: процењивање количине медицинског отпада; процене ризика овог отпада по медицинско особље, становништво и животну средину; избор најбоље технологије за третман медицинског отпада; проблеме избора локација за складиштење, третман или депонију медицинског отпада; проблеме рутирања и транспорта медицинског отпада и многи други.

У литератури је присутно више различитих термина *“medical waste”*, *“hospital waste”*, *“health care waste”*, *“regulated medical waste”* и *“infectious medical waste”* (Komilis, 2016; Windfeld & Brooks, 2015) као и дефиниција које се везују за појам медицинског отпада (Ananth et al., 2010; Komilis et al., 2012). Према Националном водичу за безбедно управљање медицинским отпадом у Републици Србији, под медицинским отпадом се подразумева сав отпад који потиче од медицинске, стоматолошке, ветеринарске, фармацеутске или сличне праксе, док се према Агенцији за заштиту животне средине Сједињених Америчких Држава (US EPA, 2017) као медицински отпад категорише сав отпад генерисан у здравственим установама, као што су болнице, клинике, лекарске и стоматолошке ординације, банке крви, ветеринарске амбуланте, али и медицински истраживачки центри и лабораторије. Без обзира на разлике у дефиницијама, све ове институције се сматрају генераторима медицинског отпада.

Медицински отпад се може категоризовати као једна врста опасног отпада, па самим тим може носити низ различитих негативних утицаја по јавно здравље и животну средину. Као опасан отпад карактерише се сав отпад који носи опасне, канцерогене, штетне и инфективне материје (Marinković et al., 2008; Taghipour & Mosafari, 2009). Од укупне количине генерисаног медицинског отпада 10-25% представља опасан медицински отпад (Maamari et al., 2015; Sl. glasnik, br. 29/2010, 2010; WHO, 2018). Јасне последице у случају његовог неадекватног управљања и збрињавања су претња по стање квалитета воде, земљшта, ваздуха, али и опасност од ширења болести као што су тифус, колера, AIDS, Хепатитис Ц и Б (Insa et al., 2010). За сада не постоји метода или третман одлагања медицинског отпада који потпуно елиминише све ове ризике (MZRS, 2008).

Све ово недвосмислено указује на потребу уређења процеса управљања медицинским отпадом на најефикаснији и најбезбеднији начин за становништво и животну средину. Питање адекватног управљања медицинским отпадом посебно је присутно у земљама у развоју. Ово питање се односи на све фазе које овај процес подразумева, од његовог настајања до финалног третирања или одлагања. Као основни начини финалног одлагања отпада издвајају се (US EPA, 2020): рециклажа, третирање и одлагање на депоније. У радовима многих аутора исказан је значај начина третирања медицинског отпада кроз различита испитивања ефикасности могућих третмана и њихових утицаја (Hong et al., 2018; Yatsunthea & Chaayat, 2020). Фактори који имају највећи утицај на процес одлагања и третирања медицинског отпада су (Rolewicz-Kalinska, 2016): систем прикупљања, перформансе привременог складишта, транспортне потребе, складишни услови и метода одлагања. У Републици Србији се за сада овај процес у појединим здравственим установама одвија кроз стерилизацију, уситњавање и даље одвожење медицинског отпада на депоније. Све ово указује на велики простор за побољшање и неопходно додатно унапређење кроз активније решавање посматраног проблема. С тим у вези је у Статешком плану за управљење отпадом Републике Србије дефинисано више краткорочних и дугорочних циљева у области медицинског отпада. Ови циљеви се огледају у обезбеђењу капацитета за спаљивање (инсинерацију) медицинског отпада и успостављању система управљања медицинским отпадом (Сл. гласник, бр. 29/2010, 2010).

Интересовање операционих истраживача за локацијске и алокацијске проблеме у области управљања отпадом, па и медицинског отпада, присутно је још од 1970. године са употребом линеарног, целобројног, мешовитог целобројног и динамичког програмирања (Chang & Pires, 2015), па све до данас са применом вештачке интелигенције у решавању ових проблема (Abdallah et al., 2020). Неки од првих радова у области медицинског отпада и операционих истраживања односе се на избор начина третирања и одлагања медицинског отпада (Alagoz & Kocasoy, 2007), али и примену нових процедура и закона у управљању медицинским отпадом у Сједињеним Америчким Државама (Eitel, 1998).

Концепт „не у мом дворишту” (енг. *not in my back yard*) или непожељног постројења присутан је у многим локацијским проблемима у управљању отпадом. С обзиром на ову карактеристику, јасна је потреба укључености различитих еколошких, политичких и економских аспекта (Achillas et al., 2013) али и прихватање мишљења и њихово разумевање о потреби решавања ових проблема (Morrissey & Browne, 2004). Ово намеће директно издвајање два учесника у процесу доношења одлука у области управљања медицинским отпадом: државне институције и јавности. Такође, ризици везани за овај проблем могу се подвести под минимизацију ризика у околини постројења и ризика везаних за превозење опасног отпада до крајњих локација (Wyman & Kuby, 1995).

На основу прегледа досадашње литературе, решавање локацијских проблема медицинског отпада везује се за различите проблеме одређивања локација болница, складишта, постројења за прераду, одлагање и прикупљање медицинског отпада, али и за проблеме алокације, рутирања и распореда скупљања медицинског отпада (Eiselt, 2007). У прегледу конкретних локацијских проблема и медицинског отпада издвајају се различите формулације оптимизационих проблема, али и начини њиховог решавања

употребом егзактних метода или хеуристика. Локацијски и алокацијски проблем у области медицинског отпада појављује се последњих деценија 20. века док су проблеми рутирања у овој области присутни нешто касније.

Оптимизациони проблеми у процесу управљања медицинским отпадом се у литератури често разматрају вишекритеријумски. *Wichapa* и *Khokhajaikiat* (2018) дефинишу хибридни вишекритеријумски модел са циљем минимизације трошкова и максимизације тежина локација за одлагање инфективног отпада. Исти аутори, дефинишу и хибридни модел фази циљног програмирања и хибридни генетски алгоритам за избор локација и рута за транспорт инфективног отпада (*Wichapa & Khokhajaikiat*, 2017). *Abah* (2020), кроз корелацију и факторску анализу, испитује погодност локације и постојеће праксе у управљању медицинским отпадом. Прегледи радова у области вишекритеријумске оптимизације и управљања отпадом доступни су и кроз радове *Achillas*-а и других (2013), *Adeleke*-а и *Olukanni*-а (2020), *Demesouka*-а и других (2014), *Goulart Coelho*-а и других (2017).

Различити оптимизациони проблеми се односе на факторе који утичу на укупне трошкове управљања медицинским отпадом. Као могући утицаји издвојени су инфлација, промена капитала, трошкови инсинерације или трошкови различите технологије или третмана за одлагање ове врсте отпада (*Walery*, 2017a; *Walery*, 2017b, *Walery & Leszczynski*, 2018). *Yu* и остали (2020) дефинишу стохастички мешовити целобројни проблем изложености становништва ризику опасног отпада, али и различитих трошкова транспорта и третмана овог отпада. Дефинисани проблем решавају употребом циљног програмирања. *Chaerul* и остали (2008) користећи циљно програмирање предлажу начин за решавање проблема показатеља система управљања медицинским отпадом зависно од врсте отпада и пратећих трошкова, сигурности и утицаја на животну средину.

Осим неколико раних радова с краја 20. и почетка 21. века, приметно је да је највећи раст интересовања за локацијско-алокацијске проблеме забележен последњих година. Већина истраживања укључује више критеријума за избор локација, а као најчешћи издвајају се следећи:

- Трошкови: транспортни, фиксни трошкови изградње/отварања постројења за третман медицинског отпада, фиксни трошкови возила, оперативни трошкови, трошкови складиштења отпада, трошкови третирања отпада;
- Удаљеност: између болница и од болница до места за одлагање отпада, од локалних заједница, од водених ресурса;
- Време: транспорта, утовара, истовара;
- Број постројења за третман медицинског отпада;
- Оптерећење возила, балансираност између свих возила;
- Ризик изложености: становништва, локације одлагања/третирања отпада, становништва током транспорта медицинског отпада, медицинског особља у здравственим установама, поплавама;
- Капацитет: постројења за третман медицинског отпада, складишта, возила;

- Доступност земљишта: заштићене зоне, величина;
- Осетљивост окружења локације: земљиште, воде/реке, ваздух и емисија, конфигурација терена, тип локације – урбана или рурална, густина насељености;
- Количина отпада;
- Количина емисије;
- Покривеност генератора медицинског отпада местима третмана и одлагања;
- Услови пута, постојећа мрежа путева;
- Постојећа електроенергетска мрежа.

Сви ови критеријуми се могу користити приликом решавања проблема избора локације, алокације и рутирања, а по својој природи припадају економским, техничким, социјалним или еколошким критеријумима.

Централни проблем који ће се решавати у докторској дисертацији се односи на избор оптималних локација постројења за третман медицинског отпада, алокацију генератора медицинског отпада и избор оптималне локације на којој ће се медицински отпад финално депоновати. Решавање овог проблема допринело би побољшању процеса управљања медицинским отпадом, али и умањењу потенцијалних ризика за становништво и животну средину.

Као посебна питања овог проблема издвајају се:

- Колико и које потенцијалне локације за изградњу постројења за третман медицинског отпада треба узети у разматрање?
- Колико и које ефикасне локације се могу издвојити из свих потенцијалних локација?
- Колико и које оптималне локације треба изабрати из скупа ефикасних локација?
- Које генераторе медицинског отпада треба доделити којој оптималној локацији постројења за третман медицинског отпада?
- На којој локацији (депонији) треба одложити финалне остатке из постројења за третман медицинског отпада?

У давању одговора на ова питања треба узети у обзир и одговарајуће критеријуме. Природа ових критеријума може бити разнолика, а све са циљем покривања више различитих аспеката техничке, економске, друштвене и еколошке природе.

Посебна пажња ће бити посвећена моделирању и укључивању у оптимизациони проблем перцепције становништва о процесу управљања медицинским отпадом као једног од друштвених критеријума за избор оптималне локације, посебно због значаја овог критеријума и закључка да, на основу прегледа литературе, до сада није разматран. С обзиром да отпор локалне јавности према изградњи постројења може представљати велику препреку, намера је да се и ови подаци укључе у модел као један од релевантних критеријума, што је само по себи истраживачки изазов. У ту сврху су већ извршена прелиминарна истраживања (Stanojević, 2019) у којима је на основу одговора 856 испитаника утврђено каква је информисаност становништва у вези процеса управљања

медицинским отпадом, закона и регулатива, као и постојећих пракси његовог третирања и одлагања.

Циљеви истраживања, научно предвиђање циљева у функцији нивоа научног сазнања

Научни циљ истраживања огледа се у развоју методологије за решавање вишекритеријумског проблема избора локација постројења за третман медицинског отпада, алокације генератора медицинског отпада и избора једне локације за његово финално одлагање. Предложеном методологијом ће се прво, на основу различитих техничких, економских, друштвених и еколошких критеријума, применом Анализе обавијања података (енг. *Data Envelopment Analysis* - DEA) вршити евалуација свих потенцијалних локација да би се издвојиле ефикасне. Након тога ће се оптимизацијом решавати постављени локацијско-алокацијски проблем. Решавање овог проблема подразумеваће и сагледавање постојећег стања и анализу исплативости градње постројења за третман медицинског отпада.

Друштвени циљ истраживања огледа се у подршци успостављању ефикасног управљања медицинским отпадом у његовим финалним фазама сакупљања, превоза, третирања и одлагања. Такође, применом развијене методологије се пружа могућност смањења различитих ризика по становништво и животну средину и омогућава боље доношења одлука у процесу управљања медицинским отпадом.

2.1. Полазне хипотезе

У складу са дефинисаним предметом и циљем истраживања одређене су хипотезе докторске дисертације.

Општа хипотеза истраживања гласи:

X0: Применом модела за оцену ефикасности и решавањем локацијско-алокацијских проблема, могуће је унапредити процес управљања медицинским отпадом, уз уважавање различитих економских, техничких, друштвених и еколошких критеријума.

Општа хипотеза се разрађује кроз следеће **посебне хипотезе:**

X1: Могуће је дефинисати различите економске, техничке, друштвене и еколошке критеријуме који утичу на избор локације постројења за третман медицинског отпада;

X2: Могуће је Анализом обавијања података издвојити ефикасне локације постројења за третман медицинског отпада на основу техничких, економских, друштвених и еколошких критеријума;

X3: Избор локација постројења за третман медицинског отпада, алокација генератора медицинског отпада и избор локације за финално одлагање имају карактеристике оптимизационог проблема који се може моделирати и решавати методама операционих истраживања;

X4: Могуће је развити хеуристику за решавање локацијско-алокацијских проблема у области медицинског отпада;

X5: Могуће је креирати методологију која ће представљати подршку ефикасном управљању медицинским отпадом у Републици Србији.

2.2. Научне методе истраживања

Методе истраживања које ће бити коришћене током истраживачког процеса подразумевају пре свега методе прикупљања, анализе и систематизације постојећих научних резултата и приступа у области медицинског отпада, области локацијско-алокацијских модела и метода операционих истраживања за њихово решавање. Добијање релевантних података о генераторима медицинског отпада и потенцијалним локацијама за постројења за њихов третман биће утемељено на различитим статистичким и другим квантитативним и квалитативним методама и техникама које даље стварају основу за дефинисање критеријума који ће бити коришћени у методологији.

У даљим корацима методологије, потребно је извршити и евалуацију свих потенцијалних локација применом Анализе обавијања података и издвојити ефикасне на основу различитих техничких, економских, друштвених и еколошких критеријума. Након тога, користиће се математичко моделирање и одговарајуће оптимизационе методе за решавање формулисаног локацијско-алокацијског проблема.

У зависности од потреба условљених сложености проблема, развијаће се хеуристика за његово решавање. На крају, анализом сценарија биће могуће сагледати осетљивост различитих решења.

3. Очекивани научни доприноси

Очекивани доприноси докторске дисертације су следећи:

- Преглед, систематизација и критичка анализа досадашњих резултата из области медицинског отпада, његовим управљања у Републици Србији и свету, примени модела и метода операционих истраживања у решавању проблема управљања медицинским отпадом;
- Преглед и анализа могућих техничких, економских, друштвених и еколошких критеријума за избор оптималне локације постројења за третман медицинског отпада и дефинисање скупа најрелевантнијих критеријума;
- Моделирање перцепције становништва о процесу управљања медицинским отпадом као једног од друштвених критеријума за избор оптималне локације.
- Развој оригиналне методологије за избор ефикасних, а затим и оптималних локација постројења за третман медицинског отпада, алокацију генератора медицинског отпада и избор оптималне локације за његово финално одлагање. Методологија ће се састојати из две фазе. У првој фази ће се помоћу Анализе обавијања података

потенцијале локације постројења за инсинерацију медицинског отпада евалуирати и оцењивати као ефикасне или не. У другој фази ће се од ефикасних локација изабрати оптималне локације, алоцирати генератори медицинског отпада на постројења и извршити избор оптималне локације за финално одлагање остатака из процеса третмана медицинског отпада;

- Развој приступа за унапређење процеса управљања медицинским отпадом који ће га учинити трошковно ефикаснијим и допринети смањењу ризика од ширења болести и инфекција и умањењу негативних утицаја на животну средину.

4. План истраживања и структура рада

Фаза 1. Прикупљање података, обрада, анализа и систематизација постојећих стручних и научних резултата из следећих области:

- отпад и медицински отпад;
- управљање медицинским отпадом у Републици Србији и свету;
- примена ДЕА методе у локацијским проблемима;
- примена локацијско-алокацијских модела у проблемима управљања медицинским отпадом.

Фаза 2. Дефинисање критеријума и прикупљање података који ће се користити у методама и техникама за избора оптималних локација постројења за третман, алокације генератора медицинског отпада и избор локације за финално одлагање медицинског отпада.

Фаза 3. Развој методологије за избор оптималних локација за третман и финално одлагање медицинског отпада.

Фаза 4. Верификација предложене методологије и усклађивање хипотеза.

Фаза 5. Дискусија и закључна разматрања.

Оквирни садржај докторске дисертације

1. Увод
2. МЕДИЦИНСКИ ОТПАД
 - 2.1. Отпад и управљање отпадом
 - 2.2. Медицински отпад
 - 2.3. Третмани медицинског отпада
 - 2.4. Управљање медицинским отпадом
3. МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА У РЕШАВАЊУ ЛОКАЦИЈСКО-АЛОКАЦИЈСКИХ ПРОБЛЕМА
 - 3.1. Анализа обавијања података (ДЕА)

- 3.2. Одабрани локацијско-алокацијски проблеми
 - 3.3. Приступи решавању
 4. ПРЕГЛЕД СТАЊА У ОБЛАСТИ И ДОСАДАШЊИХ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА
 - 4.1. Примена локацијских модела у управљању отпадом
 - 4.2. Примена локацијских модела у управљању медицинским отпадом
 5. МЕТОДОЛОГИЈА ИЗБОРА ОПТИМАЛНИХ ЛОКАЦИЈА ЗА ТРЕТМАН МЕДИЦИНСКОГ ОТПАДА
 - 5.1. Формулисање и анализа проблема
 - 5.2. Дефинисање методологије
 - 5.3. Моделирање проблема
 - 5.3.1. Одређивање ефикасних локација
 - 5.3.2. Одређивање оптималних локација постројења за третман медицинског отпада, алокације генератора медицинског отпада и локације за финално одлагање медицинског отпада
 6. СТУДИЈА СЛУЧАЈА
 - 6.1. Резултати
 - 6.2. Дискусија
 7. РАЗВОЈ ХЕУРИСТИКЕ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЛОКАЦИЈА ТРЕТМАНА И ФИНАЛНОГ ОДЛАГАЊА ОТПАДА
 8. ВАЛИДАЦИЈА МЕТОДОЛОГИЈЕ
 9. НАУЧНИ И СТРУЧНИ ДОПРИНОС
 10. БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА
 11. ЗАКЉУЧАК
- ЛИТЕРАТУРА

Оквирна листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације

- Abah, R. C. (2020). Assessment of healthcare facilities location and medical waste generation and handling in Nigeria. *Journal of Public Health and Epidemiology*, 12(1), 50-62.
- Abdallah, M., Talib, M. A., Feroz, S., Nasir, Q., Abdalla, H., & Mahfood, B. (2020). Artificial intelligence applications in solid waste management: A systematic research review. *Waste Management*, 109, 231-246.
- Achillas, C., Moussiopoulos, N., Karagiannidis, A., Baniyas, G., & Perkoulidis, G. (2013). The use of multi-criteria decision analysis to tackle waste management problems: a literature review. *Waste management & research*, 31(2), 115-129.
- Adeleke, O. J., & Olukanni, D. O. (2020). Facility Location Problems: Models, Techniques, and Applications in Waste Management. *Recycling*, 5(2), 10.

- Alagoz, B. A. Z., & Kocasoy, G. (2007). Treatment and disposal alternatives for health-care waste in developing countries—a case study in Istanbul, Turkey. *Waste management & research*, 25(1), 83-89.
- Ananth, A. P., Prashanthini, V., & Visvanathan, C. (2010). Healthcare waste management in Asia. *Waste Management*, 30(1), 154-161.
- Chaerul, M., Tanaka, M., & Shekdar, A. V. (2008). Resolving complexities in healthcare waste management: a goal programming approach. *Waste Management & Research*, 26(3), 217-232.
- Chang, N. B., & Pires, A. (2015). Systems Analysis for the Future of Solid Waste Management: Challenges and Perspectives.
- Demesouka, O. E., Vavatsikos, A. P., & Anagnostopoulos, K. P. (2014). GIS-based multicriteria municipal solid waste landfill suitability analysis: A review of the methodologies performed and criteria implemented. *Waste Management & Research*, 32(4), 270-296.
- Eiselt, H. A. (2007). Locating landfills—optimization vs. reality. *European journal of operational research*, 179(3), 1040-1049.
- Eitel, D. F. (1998). Managing medical waste technology: how US hospitals adapted to change. *International Journal of Technology Management*, 15(3-5), 402-420.
- Goulart Coelho, L. M., Lange, L. C., & Coelho, H. M. (2017). Multi-criteria decision making to support waste management: A critical review of current practices and methods. *Waste Management & Research*, 35(1), 3-28.
- Hong, J., Zhan, S., Yu, Z., Hong, J., & Qi, C. (2018). Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment. *Journal of cleaner production*, 174, 65-73.
- Insa, E., Zamorano, M., & Lopez, R. (2010). Critical review of medical waste legislation in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1048-1059.
- Komilis, D. P. (2016). Issues on medical waste management research. *Waste Management*, 100(48), 1-2.
- Komilis, D., Fouki, A., & Papadopoulos, D. (2012). Hazardous medical waste generation rates of different categories of health-care facilities. *Waste Management*, 32(7), 1434-1441.
- Maamari, O., Brandam, C., Lteif, R., & Salameh, D. (2015). Health Care Waste generation rates and patterns: The case of Lebanon. *Waste management*, 43, 550-554.
- Marinković, N., Vitale, K., Holcer, N. J., Džakula, A., & Pavić, T. (2008). Management of hazardous medical waste in Croatia. *Waste management*, 28(6), 1049-1056.
- Ministarstvo zdravlja Republike Srbije (MZRS). (2008). Nacionalni vodič za bezbedno upravljanje medicinskim otpadom. Preuzeto 15 avgusta 2020, sa http://www.komorabiohemsrbije.org.rs/pdf/vodic_medicinski_otpad.pdf.
- Morrissey, A. J., & Browne, J. (2004). Waste management models and their application to sustainable waste management. *Waste management*, 24(3), 297-308.
- Porta, D., Milani, S., Lazzarino, A. I., Perucci, C. A., & Forastiere, F. (2009). Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environmental health*, 8(1), 60.
- Rolewicz-Kalinska, A. (2016). Logistic constraints as a part of a sustainable medical waste management system. *Transportation Research Procedia*, 16, 473-482.

- Singh, A. (2019). Solid waste management through the applications of mathematical models. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104503.
- Sl. glasnik, br. 29/2010. (2010). Strategija upravljanja medicinskim otpadom za period od 2010. do 2019. godine. Preuzeto 15 avgusta 2020, sa <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/reg/viewAct/011043b3-7cee-4488-ba2c-e95f95271713>
- Stanojević, K. (2019). *Učešće javnosti u zaštiti životne sredine u upravljanju medicinskim otpadom*. [Master rad, Univerzitet u Beogradu].
- Taghipour, H., & Mosafari, M. (2009). Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Science of the total environment*, 407(5), 1527-1535.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2017). Medical waste. Preuzeto 15 avgusta 2020, sa <https://www.epa.gov/rcra/medical-waste>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2020). Learn the Basics of Hazardous Waste. Preuzeto 13 avgusta 2020 sa <https://www.epa.gov/hw/learn-basics-hazardous-waste>
- Walery, M. J. (2017a). The effect of inflation rate on the cost of medical waste management system. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 22, p. 00183). EDP Sciences.
- Walery, M. J. (2017b, December). Impact of Capital and Current Costs Changes of the Incineration Process of the Medical Waste on System Management Cost. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 95, No. 4, p. 042014). IOP Publishing.
- Walery, M. J., & Leszczynski, J. (2018). An optimization model for transport, treatment and disposal of medical waste: a case study of Podlaskie Province. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 45, p. 00100). EDP Sciences.
- Wichapa, N., & Khokhajaikiat, P. (2017). Using the hybrid fuzzy goal programming model and hybrid genetic algorithm to solve a multi-objective location routing problem for infectious waste disposal. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 10(5), 853-886.
- Wichapa, N., & Khokhajaikiat, P. (2018). A Hybrid Multi-Criteria Analysis Model for Solving the Facility Location–Allocation Problem: A Case Study of Infectious Waste Disposal. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 50(5), 698-718.
- Windfeld, E. S., & Brooks, M. S. L. (2015). Medical waste management—A review. *Journal of environmental management*, 163, 98-108.
- World Health Organization (WHO). (2018). Health-care waste. Preuzeto 15 avgusta 2020, sa <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
- Wyman, M. M., & Kuby, M. (1995). Proactive optimization of toxic waste transportation, location and technology. *Location Science*, 3(3), 167-185.
- Yatsunthea, T., & Chaayat, N. (2020). A Very Small Power Plant–Municipal Waste of the Organic Rankine Cycle and Incinerator from Medical and Municipal Wastes. *Thermal Science and Engineering Progress*, 100555
- Yu, H., Sun, X., Solvang, W. D., & Zhao, X. (2020). Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1770.

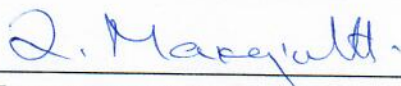
5. Закључак и предлог

На основу изложеног, Комисија констатује да кандидат Кристина Станојевић, мастер организационих наука, испуњава све потребне услове предвиђене Законом о високом образовању Републике Србије и Статутом Факултета за израду докторске дисертације под насловом „Методологија избора оптималних локација постројења за третман медицинског отпада“. Према мишљењу Комисије, предложена тема спада у научно подручје које се развија на Факултету организационих наука и у оквиру области Техничких наука. Тема докторске дисертације по предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно подручје истраживања, са теоријског и са аспекта примене у пракси. Поред испуњених услова, кандидат Кристина Станојевић је демонстрирала способност систематичног приступа анализи проблема и практичним знањима у области примене операционих истраживања у управљању медицинским отпадом, као и публиковању и излагању резултата у научној заједници.

На основу наведеног, Комисија за оцену подобности теме и кандидата Кристине Станојевић за израду дисертације предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се одобри израда докторске дисертације „Методологија избора оптималних локација постројења за третман медицинског отпада“ и да се за ментора именује др Драгана Макајић-Николић, ванредни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

Београд, 16.10.2020.

Чланови Комисије



др Драгана Макајић-Николић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



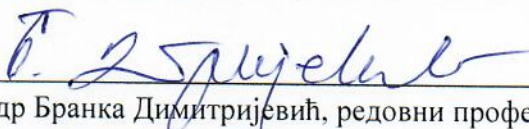
др Наташа Петровић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



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



др Милош Даниловић, доцент,
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



др Бранка Димитријевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

