



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊА ЛУЦИ
ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
БАНЈА ЛУКА

Примљено: 01.09.2017			PRILOGA:
ORG. JED.	PROJ.	ARIH.ŠIFRA	
15/1	1333	/17	VOMJEDNOST:

ИЗВЈЕШТАЈ
*о ојени подобности теме, кандидата и ментора за израду докторске
дисертације*

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Орган који је именовао комисију: Наставно-научно Вијеће Технолошког факултета

Датум именовања комисије: 10.07.2017.

Број одлуке: 15/3.1159-2.2/17

Састав комисије:

1. Др Љиљана Вукић	редовни професор	Хемијско инжењерство Еколошко инжењерство
Презиме и име	Звање	Научно поље и ужа научна област
Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет		Предсједник комисије
Установа у којој је запослен-а		Функција у комисији
2. Др Петар Гверо	редовни професор	Машинско инжењерство Термотехника
Презиме и име	Звање	Научно поље и ужа научна област
Универзитет у Бањој Луци, Машински факултет		Члан комисије
Установа у којој је запослен-а		Функција у комисији
3. Др Александар Јововић	редовни професор	Машинство Процесна техника
Презиме и име	Звање	Научно поље и ужа научна област
Универзитет у Београду, Машински факултет		Члан комисије
Установа у којој је запослен-а		Функција у комисији
4. Др Саша Папуга	доцент	Хемијско инжењерство Еколошко инжењерство
Презиме и име	Звање	Научно поље и ужа научна област
Универзитет у Бањој Луци, Технолошки факултет		Члан комисије
Установа у којој је запослен-а		Функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Ранка (Урош) Радић

2. Датум рођења: 25.10.1973. Мјесто и држава рођења: Нова Градишака, Хрватска

II.1 Основне студије

Година уписа: 1992

Година завршетка: 1999

Просјечна оцјена током студија: 8.34

Универзитет: Универзитет у Бањој Луци

Факултет/и: Технолошки факултет

Студијски програм: Биотехнолошко- прехранбени одсјек

Звање: Дипломирани инжењер прехранбене технологије

II.2 Мастер или магистарске студије

Година уписа: 2000

Година завршетка: 2016

Просјечна оцјена током студија: 9.50

Универзитет: Универзитет у Бањој Луци

Факултет/и: Технолошки факултет

Студијски програм: Хемијско инжењерство

Звање: Магистар техничких наука из области заштите животне средине

Научна област: Инжењерство и технологије/Хемијско инжењерство/Еколошко инжењерство

Наслов завршног рада: „Просторне и временске варијације концентрација и хемијског састава суспендованих честица PM₁₀ у урбаној, руралној и индустријској средини“

II.3 Докторске студије

Година уписа: _____

Факултет/и: _____

Студијски програм: _____

Број ЕЦТС до сада остварених: _____

Просјечна оцјена током студија: _____

II.4 Приказ научних и стручних радова кандидата

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија ¹
1.	Радић, Р. , Стојановић, Б., Ђуковић, Ј., (2017). Примјена рецепторских модела за испитивање извора PM ₁₀ честица на подручје Града Бања Лука, В међународни конгрес „Инжењерство, екологија и материјали у процесној индустрији“, Јахорина, Зборник радова 884-896.	Научни рад
Суспендоване честице PM ₁₀ представљају једну од најчешћих загађујућих материја које прекорачују прописане стандарде квалитета ваздуха у већини градова у Босни и Херцеговини. У овом раду вршено је испитивање масених концентрација суспендованих честица тј. атмосферских аеросола PM ₁₀ и њиховог хемијског (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni, Al, As, Se, Sb, Hg, Ti, V, Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃) у урбаном дијелу града Бањалука, у трајању од 40 дана у вријеме зимске и лjetне сезоне, између јула 2010. године и марта 2011. године. Концентрације честица су се кретале од 14,29 – 251,68 µgm ⁻³ , што указује на значајна прекорачења ЕУ стандарда квалитета ваздуха. У циљу идентификације могућих извора загађења и процјене њиховог доприноса концентрацијама PM ₁₀ , подаци о саставу и садржају аеросола су анализирани користећи модел Позитивне факторизације матрице (PMF – Positive Matrix Factorization). Идентификовани су фактори оптерећени елементима који указују на саобраћај као доминантан извор загађења, индустријске активности те прашину која настаје услед ресуспензије земљишта. Идентификовано је и присуство секундарних аеросола што указује на могућност даљинског транспорта. У зимском периоду утврђено је оптерећење калијумом што указује на сагоријевање биомасе као извора емисија PM ₁₀ .		
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>	ДА	НЕ
		ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
2.	Radenkovic, M., Radic, R. , (2016). Annual Variations of fine respirable aerosol fraction in urban residential areas, 13 th International Conference on Fundamental and Applied Aspects on Physical Chemistry, Belgrade, Book of proceedings, Vol 2 723-726.	Рад није категорији-сан

Рад је објављен на енглеском језику. Прикупљене су и анализиране суспендоване честице, (PM _{2,5}) урбаног аеросола на позадинским локацијама у Бањој Луци (БЛ) и Београду (БГ), у трајању од годину дана, са периодом узорковања од 24h и фреквенцијом 3/7 (сваки трећи дан, тј. 3 узорка у току 7 дана). Мјерне концентрације аеросола одређене су стандардним гравиметријским методама. У честицама су идентификовани различити елементи антропогеног и геолошког поријекла, и одређени су примјеном нуклеарних аналитичких техника (PIXE, XRF). Резултати дескриптивне статистичке анализе показали су да је у току грејне сезоне у обје испитиване регије прекорачена годишња гранична вриједност PM _{2,5} , али са значајно већим вриједностима у Бањој Луци због различитих типова и структуре гријања и
--

¹ Категорија се односи на оне часописе и научне скупове који су категорисани у складу са Правилником о публиковању научних публикација („Службени гласник РС“, бр. 77/10) и Правилником о мјерилима за остваривање и финансирање Програма одржавања научних скупова („Службени гласник РС“, бр. 102/14).

карактеристика локалног саобраћаја. Добијене масене концентрације S и K су високе и, узимајући у обзир и концентрације других тешких метала, идентификовани су различити индустријски процеси као извори емисија на посматраним локацијама.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
3.	Gvero, P., Radic, R. , Kotur, M., Kardas, D., (2017). Urban Air pollution caused by the emission of PM ₁₀ from the small household devices and abatement measures, Sixth Regional Conference: Industrial energy and environmental protection in South Eastern European Countries, Zlatibor, Book of Abstracts, 40 (e-book)	Рад није категорисан

Рад је објављен на енглеском језику.

Урбанизација, индустријализација и индустријски развој резултирали су нарушавањем квалитета ваздуха у урбаним срединама.. У урбаним подручјима углавном су повишене концнетрације суспендованих честице које представљају озбиљан ризик за људско здравље, оштећење екосистема и узрокују смањену видљивост. Здравствени ефекти узроковани повећањем концентрација суспендованих честица PM повезани су са респираторним, кардиоваскуларним проблемима и прераном смртношћу. Честице на себи имају везане различите штетне материје, као што су трагови метала, јони, ВС, РАН, посебно ВаР, као познати карциноген. Трагови метала у честицама у атмосфери углавном чине неорганску фракцију која потиче од различитих врста возила, циглана, грађевинарства, кожара, бродова, корозије металних дијелова, прашине са земљишта итд. Мјерење концентрације PM₁₀ у урбаном подручјима града Бања Лука проводи се на четири локације, али хемијски састав PM₁₀ се још увијек ради периодично. Елементарни састав PM је врло важан за примјену мултиваријатних статистичких метода усмјерених на идентификацију извора загађења и квантитативну расподјелу загађујућих материја. Истраживање је проведено на урбаној локацији, Лазарево, Бања Лука, које карактеришу различити извори загађења као што је саобраћај, различите индустријске активности, прашина, сагоријевање фосилних горива у комерцијалним и стамбеним објектима за потребе гријања, али и сагоријевања дрвне биомасе. Важно је напоменути да је Лазарево предграђе града Бањалуке, где нема даљинског гријања и где су претежно стамбених објеката са индивидуалним гријањем. Према Регулационом плану града Бањалуке, то је стамбено насеље са око 10 000 становника, са просјечном густотом насељености од 71 становника / ha те бројем објекта од 1752, углавном појединачних кућа. Због тога су мала индивидуална ложишта (котлови) који сагоријевају дрвну биомасу, највећа пријетња загађењу ваздуха на том подручју. Узорковање ваздуха је вршено у два годишња доба, љети и зими, у периоду грејне и негрејне сезоне, у току 2010, 2011, и 2013. године. Циљ овог истраживања је био да се одређивањем концнетрација честица PM₁₀ и садржаја различитих јона и тешких метала у њима, утврди сложеност састава аеросола у урбаним срединама, те идентификују различити извори загађења.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
4.	Radic, R. , Gvero, P., (2017). Air quality in Rural Residential Area, 13 th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, Banja Luka, Book of Proceedings, 757-764.	Рад није категорисан

Рад је објављен на енглеском језику.

Истраживања квалитета ваздуха у руралним подручјима до сада су била занемарена. Значајан удио становништва у регији Западног Балкана живи у малим и средњим насељима где на квалитет ваздуха највише утичу емисије од сагоријевања дрвне биомасе као горива које се користи за загријавање стамбених објеката, те различитих пољопривредних активности као што је употреба минералних ћубрива. Иако је биомаса обновљиви извор енергије са значајним предностима са аспекта ублажавања климатских промјена, сагоријевање биомасе је значајан извор загађења ваздуха који има регионалне и локалне утјешаје како на на квалитет ваздуха тако и на јавно здравље. Главне загађујуће материје које настају као посљедица сагоријевања биомасе у стамбеним индивидуалним објектима су суспендовне честице (PM) које у свом саставу имају различите штетне материје. У раду су приказани резултати мјерења концентрација суспендованих честица PM₁₀ и њиховог хемијског састава у руралном подручју током зимске и љетне сезоне, као и метеоролошких мјерења. Утврђивање извора загађења извршено је примјеном PMF модела. Резултати анализе показали су да су процеси сагоријевања дрвне биомасе највећи извор елемената у траговима и PM₁₀ са значајним утицајем метеоролошких фактора. Анализиране су најефикасније мјере за побољшање квалитета ваздуха. Циљ овог рада је нагласити утицај загађеног ваздуха и у руралним срединама на здравље људији привући пажњу научне заједнице на потребу за даљњим истраживањима на овом подручју.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р.бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
5.	Radic, R., Gvero, P., (2017). Spatial and Temporal variations of Mass Concentrations and Chemical Composition of PM ₁₀ in Urban, Rural and Industrial areas, 12 th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Accepted for presentation.	Рад прихваћен за презентацију (није категорисан)

Рад је објављен на енглеском језику.

Суспендоване честице (PM₁₀) су загађујуће материје које премашују стандарде квалитета ваздуха у већини већих градова у Босни и Херцеговини. У раду је вршено испитивање концентрација PM₁₀ и њиховог хемијског састава амбијенталног ваздуха на три различите локације (урбана, рурална и индустријска) у Бањој Луци, Мањачи и Угљевику, у Републици Српској, утврђивање просторних и временских варијација концентрација те процијењени извори загађења на појединачним локацијама.

24 часовни узорци честица су прикупљани у трајању од по 20 дана у току зимске и љетне сезоне, од јула 2010. године до марта 2011. године. Суспендоване честице PM₁₀ су сакупљене на кондиционираним кварцним филтерима (Whatman, промјер 47 μm, величине пора од 2 μm) употребом MVS узорковача ваздуха са инлетом PM₁₀. Елементарни састав честица на садржај Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni, Al, As, Se, Sb, Hg, Ti, V, одређен је методом атомске апсорpcionе спектроскопије (AAS), а садржај Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻ јонском кроматографијом (IC). Концентрације PM₁₀ на урбаном подручју крећу се од 14,29 до 251,68 μg m⁻³, на руралном 2,53 - 85,13 μg m⁻³ те индустријским подручју од 9,52 - 245,30 μg m⁻³, што указује на озбиљна прекорачења стандарда квалитета ваздуха. За разлику од концентрација PM₁₀ које прекорачују граничне вриједности, концентрације свих тешких метала и осталих елемената су биле далеко испод дефинисаних стандарда. Просторна и сезонска варијабилност концентрација указује на значајан допринос сагоријевања дрвне биомасе и фосилних горива, као и специфичних метеоролошких увјета. Подаци о хемијском саставу аеросола анализирани су помоћу

модела Позитивне факторизације матрице (PMF) како би се идентификовали могући извори и процијенили њихови доприноси загађењу. Саобраћај, индустриске активности и други, неидентификовани извори, као што су секундарни аеросоли идентификовани су као фактори који су придонијели загађењу PM₁₀ током љетних мјесеци. Сагоријевање дрвне биомасе идентификовано је као могући извор током зимске сезоне. Стога се препоручује провођење интегрисане процјена квалитета ваздуха, комбинацијом мјерења и кориштења рецепторских модела, у циљу доношења ефикасних стратегија за смањење загађења.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
6.	Lammel, G., Klánová, J., Ilić, P., Kohoutek, J., Gasic, B., Kovacic, I., Lakić, N., Radić, R., (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons in air on small spatial and temporal scales-I. levels and variabilities, Atmospheric Environment 44, 5015-5021, doi:10.1016/j.atmosenv.2010.07.034	Научни рад у часопису са SCI листе (IF=3,629)

Рад је објављен на енглеском језику.

Полициклични ароматични угљоводоници (PAH) су мјерени заједно са неорганским загађујућим материјама у ваздуху на двије урбане локације и једној руралној тзв. „rural background“, у Бањалуци, Босна и Херцеговина, за вријеме 72h, у јулу 2008. године користећи узоркивач високе резолуције (5 узорака на дан) у циљу истраживања просторних и временских варијација и њихових утицаја у 24h периоду. Мјерна несигурност је одређена постављањем три независна узоркивача на једној од локација. Садржај PAH - ова се много разликовао по појединим локацијама. На урбаним локацијама количина је била већа од садржаја на руралној локацији за >100%. Разлика у садржају PAH - ова са 3-4 прстена је била доминантнија на градским локацијама, док су PAH - ови са 5-6 прстенова били равномјерније заступљени на свим локацијама. У току ноћи већи дио семиволатилних PAH - ова је везан или апсорбован на површину земљишта. Концентрације PAH - ова који се приписују честицама се много више разликују на урбаним локацијама, у односу на руралну локацију. Узорковањем од 24h не би се идентификовале разлике у саставу PAH - ова на појединачним локацијама у односу на 4h период узорковања.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
7.	Радић, Р., Папуга, С., (2013): Мониторинг и инвентар емисија CO ₂ за град Бањалуку, X Савјетовање хемичара, технолога и еколоха Републике Српске, Бања Лука, Зборник радова, 703-710.	Научни рад

Локалне заједнице одговорне су за више од 80% укупних емисија те имају обавезу креирати конкретне политике и дефинисати стратешке приступе ка рјешавању овог питања. Потписивањем Споразума градоначелника (Covenant of Mayors), Град Бањалука се обавезао на смањење емисија CO₂ за 20% до 2020. године у односу на базну 1990. годину, и то кроз разраду и реализацију мјера којима ће се остварити уштеда енергије и очувати животна средина. Овај рад има за циљ представити инвентар емисија CO₂ те финалну потрошњу енергије по секторима у Граду Бањалуци у 2008. години који је резултат реализације обавеза преузетих потписивањем Споразума градоначелника. Сви прорачуни су урађени према методологији препорученој од стране CoM (Covenant of Mayors). Добијени резултати су дискутовани и поређени са енергетском потрошњом и емисијама CO₂ за базну годину.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
8.	Папуга, С., Радић, Р., Мусић, И., (2016). Инвентар емисија гасова стаклене баште из енергетике и индустрије Републике Српске, XI Савјетовање хемичара, технologa и еколога Републике Српске, Теслић, Зборник радова 617-624.	Научни рад

Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским промјенама (UNFCCC) је усвојена 1992. године са циљем стабилизације концентрацију гасова стаклене баште (GHG) у атмосфери до нивоа који би спријечио опасно антропогено уплитање у климатски систем. Босна и Херцеговина, је приступила и ратификовала UNFCCC 2000. године. Сходно преузетим обавезама према UNFCCC, 2009. године усвојен је Први национални извјештај и 2011. године Други национални Извјештај Босне и Херцеговине у складу са UNFCCC, у којима су дати Инвентари GHG за период 1990 – 2001. година. У овом раду је по први пут представљен и анализиран Инвентар гасова стаклене баште за Републику Српску у периоду 2002-2014. година, а који обухвата емисије из енергетике и индустријских процеса. Инвентар је израђен у складу са Смјерницама за државе које нису чланице Анекса I UNFCCC, Одлука 3/ CP.5 и Одлука 2/CP.17. За потребе прорачуна емисије у овом раду кориштена је методологија Међувладиног тијела за климатске промјене (IPCC) прописана Конвенцијом и званични подаци Републичког завода за статистику Републике Српске. Анализе Инвентара указују на постојање сталног узлазног тренда поменутих емисија, а што је последица повећане енергетске производње те раста индустријске производње.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
9.	Папуга, С., Радић, Р., (2010). Инвентар емисије CO ₂ као дио Одрживог енергетског акционог плана за град Бањалуку, IX Савјетовање хемичара и технologa Републике Српске, Бања Лука, Зборник радова 478-489.	Научни рад

У овом раду је урађен прорачун емисије CO₂ за Град Бањалуку, те се разјашњавају специфичности методологије оваквог прорачуна. Такође, дата је структура финалне енергетске потрошње за Град Бањалуку, као основа прорачуна појединачних емисија. На основу анализе емисија CO₂, те локалних могућности, планова и расположивих ресурса, дате су смјернице за њихову редукцију. До сада је само у оквиру INC-а (Први национални извјештај Босне и Херцеговине у складу са Оквирном конвенцијом Уједињених Нација о климатским промјенама) вршена израда Инвентара CO₂ емисије, али сумарно на етитеским нивоима, док су појединачне емисије на локалним нивоима изостављене. У том смислу овај рад даје јединсвен допринос будућим активностима израде Инвентара CO₂ емисије, као основе других Одрживих енергетских акциони планова у различитим локалним заједницама. Прорачун емисија CO₂ се односи на базну 1990. годину.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
10.	Радић, Р., (2016): Квалитет ваздуха у Општини Брод, VIII међународни конгрес, Екологија, здравље, рад, спорт, Бања Лука, Зборник радова 305-313	Научни рад

Материје које загађују животну средину наносе велику штету људима и другим живим бићима, а загађење усљед сагоријевања фосилних горива по здравље људи, заузима једно од водећих мјеста на љествици загађења. Бројна истраживања у протеклој деценији показала су да се велики дио оболења и смртних случајева може приписати загађењу ваздуха због кориштења фосилних горива. Највећа опасност од оболијевања односи се на старије особе, малу дјецу те особе са хроничним кардиоваскуларним и респираторним болестима.

Да би се утврдила изложеност људи загађењу ваздуха, и оцијенио утицај на здравље, неопходно је вршити мјерење концентрација загађујућих материја на неком подручју различитим референтним методама..

У раду су приказани резултати мониторинга ваздуха у циљу одређивања концентрација SO₂, NO, NO₂, NOx, CO, O₃, PM₁₀, H₂S на мјерној станици Брод, у кругу Рафинерије нафте а.д. Брод.. Основни циљ истраживања је добијање информације о стању квалитета ваздуха и трендовима загађења као полазне тачке за креирање краткорочних и дугорочних политика управљања квалитетом ваздуха.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
11.	Радић, Р., Ступар, С., Ђајић, З., (2015). Пасивни мониторинг квалитета ваздуха у Републици Српској, VII међународни конгрес, Екологија, здравље, рад, спорт, Бања Лука, Зборник радова 589-594.	Стручни рад

Мониторинг ваздуха је основни корак и предуслов за све слиједеће активности које се предузимају у циљу смањења загађења ваздуха. Он подразумијева низ активности почев од утврђивања постојећег стања, процјене утицаја, израде планова активности, издавања одређених дозвола, те провођења прописаних мјера заштите. Постојеће стање квалитета ваздуха може се утврдити мјерењем концентрација загађујућих материја на неком подручју, било да се ради о мануелним или аутоматским - континуираним мјерењима. Основни циљ је добити информацију о стању квалитета ваздуха и трендовима загађења, као полазну тачку за креирање дугорочних политика управљања квалитетом ваздуха.

У раду су приказани резултати пасивног узорковања ваздуха у циљу одређивања концентрација NOx и SO₂ у Приједору и Бањој Луци на пет локација.

Основни циљ истраживања је утврђивања најпогодније локације за позиционирање двије нове станице за континуирани мониторинг квалитета ваздуха као дио републичке мреже мониторинга ваздуха.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ ДЈЕЛИМИЧНО

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
12.	Ступар, С., Радић, Р., Ђајић, З., (2013). Одређивање емисија GHG из друмског саобраћаја према методологији COPERT IV, Заштита животне средине између науке и праксе – стање и перспективе, Научно-стручна конференција са међународним учешћем, Бања Лука,	Рад није категоријиран

	Зборник радова 69-79.		
Све већи захтјеви за транспортом људи и роба уско су повезани са привредним развојем. Саобраћај је значајан и неопходан дио савременог друштва, али су његова рас прострањеност и интензитет препознати као чиниоци који доприносе одређеним нежељеним ефектима. Саобраћајна загушеност утиче на ниво квалитета живота, смањује ефикасност и економичност транспортног система повећањем времена путовања, повећањем потрошње горива и тд. Значајан негативан утицај транспорта огледа се у загађењу ваздуха. Од једног литра фосилног горива у процесу сагоријевања произведе се приближно 100 тона угљен- моноксида, 20 тона испарљивих органских једињења, 30 тона азотних киселина, 2,5 kg угљен диоксида и многих других штетних и отровних материја као што су једињења олова, сумпора и чврсте честице. Све штетне материје доводе до аерозагађења било директним утицајем на здравље људи или индиректно нпр. повећањем количине гасова са ефектом стаклене баште (GHG) у атмосфери.			
Рад припада проблематици докторске дисертације:	ДА	НЕ	<u>ДЈЕЛИМИЧНО</u>

P. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија	
13.	Стојановић, Б., Радић, Р., (2013). Анализа суспендованих честица PM ₁₀ у ваздуху, VI међународни конгрес, Екологија, здравље, рад, спорт, Бања Лука, Зборник радова 484-488.	Стручни рад	
Према важећој законској регулативи у Републици Српској у циљу оцјене квалитета ваздуха на неком подручју прописана је обавеза праћења концентрација суспендованих честица те су прописане граничне и толерантне вриједности у циљу заштите здравља људи и вегетације које су усклађене са европским прописима. У овом раду је описана анализа суспендованих честица PM ₁₀ те садржаја тешких метала и PAH-ова у честицама узоркованих из ваздуха у индустријском кругу Термолектране Угљевик током новембра 2012. године те је дата оцјена квалитета ваздуха у односу на законске критерије.			
Рад припада проблематици докторске дисертације:	ДА	НЕ	<u>ДЈЕЛИМИЧНО</u>

P. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница	Категорија
14.	Radic, R., Stanivukovic, S., Petrovic, S., Schjertzer, B., Gvero P., (2013). Emission reduction measures in local communities in B&H as a result of signing Covenant of Mayors, 11 th International Conference on Accomplishment in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2013, Banja Luka, Zbornik radova 643-648.	Рад није категорији-сан
Рад је објављен на енглеском језику. Циљ у овом раду је представити тренутно стање управљања енергијом и кориштења обновљивих извора енергије у локалним заједницама у БиХ, те презентовати потенцијалне мјере и активности за побољшање тренутног стања локалних заједница у смислу енергетске ефикасности и обновљивих извора енергије. Истраживања обухватају локалне заједнице, потписнике Споразума градоначелника, који су се обавезали на припрему акционих планова одрживе енергије (SEAP) и дефинисање низа мјера и активности за смањење емисије CO ₂ за најмање 20% до 2020. године кроз побољшање енергетске ефикасности и кориштење обновљивих извора енергије. У контексту припреме SEAP-а израчунате су емисије CO ₂ за 6 општина у БиХ: Лакташи,		

Ливно, Приједор, Травник, Зеница и Зворник. Прикупљени су подаци о финалној потрошњи енергије као основа за прорачун емисија према захтјевима прописане методологије за израду SEAP - a. На темељу тога, предложене су, процијењене и одобрane мјере и активности усмјерене ка постизању циљева Споразума градоначелника. У сврху изrade SEAP-a, приоритетне активности за смањење емисија CO₂ успоређују се са базним инвентарним емисијама. Попис емисија израђен је за секторе зградарства и саобраћаја.

Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ **ДЈЕЛИМИЧНО**

Да ли кандидат испуњава услове? ДА НЕ

III ПОДАЦИ О МЕНТОРУ/КОМЕНТОРУ

МЕНТОР

Петар (Миће) Гверо, рођен је 30.01.1966. године у Гламочу, где је завршио основну и средњу школу. Дипломирао је 1992. године на машинском факултету Универзитета у Бањој Луци. Од 1995. године запослен је на истом факултету. Магистрирао је 1997. године на машинском факултету Универзитета у Београду („Истраживање кинетике ослобађања горивих испарљивих материја дрвета“) чиме је стекао звање магистра техничких наука, научна област термотехника-сагоријевање. Докторску дисертацију одбранио је 2003. године на машинском факултету Универзитета у Београду („Моделирање процеса деволатилизације биомасе“). Од 1995-1997. године радио је на машинском факултету Универзитета у Бањој Луци као систем инжењер/асистент, а од 1997-2004. године као виши асистент на истом факултету на предметима Техничка термодинамика I и II, Погонски материјали и Расхладни уређаји. Од 2004-2009. године изабран је за доцента на смјеру Енергетско и саобраћајно машинство, машинског факултета, на предметима Погонски материјали и Расхладни уређаји. Од 2003. године у звању доцента такође ради на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци на смјеру Инжењерство у заштити животне средине, у саставу студијског програма Хемијска технологија, где ради као одговорни наставник на предметима Системи за пречишћавање димних гасова и Математичко моделовање. Од 2009. године ради као ванредни професор на машинском факултету Универзитета у Бањој Луци, а 2016. године изабран је у звање редовног професора на истом факултету, ужа научна област Термотехника. Ради је као руководилац и сарадник на већем броју међународних и националних научних и стручних пројеката, у оквиру којих је више пута боравио на иностраним универзитетима. Члан је уређивачког одбора научног часописа Thermal Science, који се налази на SCI листи. Уредник је научне монографије и тематског зборника међународног значаја те аутор научне књиге међународног значаја, као и више стручних књига. Ментор је двије докторске дисертације те већег броја магистарских, мастер и дипломских радова, а био је члан Комисије при одбрани већег броја докторских, магистарских, мастер и дипломских радова. Ради као гостујући професор и на другим универзитетима у Босни и Херцеговини. Члан је већег броја професионалних и стручних удружења, комисија те научних и програмских одбора.

Радови ментора из области којој припада приједлог докторске дисертације:

P. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница
1.	R. Radic, P. Gvero , Air quality in Rural Residential Area, 13th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, Banja Luka, Book of Proceedings, pp 757-764, 2017.
2.	R. Radic, P. Gvero , Spatial and Temporal variations of Mass Concentrations and Chemical Composition of PM ₁₀ in Urban, Rural and Industrial areas, 12th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Accepted for presentation, 2017.
3.	P. Gvero , R. Radic, M. Kotur, D. Kardas, Urban Air pollution caused by the emission of PM ₁₀ from the small household devices and abatement measures, Sixth Regional Conference: Industrial energy and environmental protection in South Eastern European Countries, Zlatibor, Book of Abstracts, 40 (e-book).
4.	S. Vaskovic, P. Gvero , D. Kalabic, V. Medakovic, A. Husika,, Determination values of financial subsidiesin accordance with the exergy quality forfuels and heat produced from biomass, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Fascicule 2, Tome XV [CD-Rom; online], 2017.
5.	C. Perakis, V. Papandreou, S. Ntoulas, E. Alexopoulou, P.Gvero , S.Petrovic, J.Domac, K.Popovski, C.Bordeianu, V.Nikcevic, B.Glavonjic, D.Stojiljkovic, T.Zheliezna, C.Panoutsou, Strategic analysis for the bioenergy sector in Western Balkan countries as well as Moldova and Ukraine, 18th European Biomass Conference Lyon, France, pp. 2347-2353, 2010.
6.	P.Gvero , S. Petrovic, S. Papuga, B.Jaksic, G.Tica, L.Roljic, Renewable Energy Sources and Their Potential Role in Mitigation of Climate Changes and As a Sustainable Development Driver in Bosnia and Herzegovina, Thermal Science Journal, Vol.14., No 3., pp. 641-654, 2010.
7.	P. Gvero , S. Petrovic, S. Papuga, M. Kotur, Biomass as Potential Sustainable Development Driver – Case of Bosnia and Herzegovina, "Biomass Now - Sustainable Growth and Use", book edited by Miodrag Darko Matovic, ISBN 978-953-51-1105-4, INTECH, 2013.
8.	S. Vasković, V. Halilović, P. Gvero , V. Medakovic, J. Music, Multi-Criteria Optimization Concept for the Selection of Optimal Solid Fuels Supply Chain from Wooden Biomass. CROJFE - Croatian Journal of Forest Engineering. 36(2015)1, (109-123).
9.	S. Vaskovic, P. Gvero , V. Medakovic, V. Halilovic, M. Ikic, S. Jokic, D. Kalabic, Energy Index for the Production of Wooden Chips, ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering 53, Fascicule 3, Tome XIII [CD-Rom; online], 2015.
10	Radic, R., Stanivukovic, S., Petrovic, S., Schjertzer, B., Gvero P. , (2013). Emission reduction measures in local communities in B&H as a result of signing Covenant of Mayors, 11th International Conference on Accomplishment in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI 2013, Banja Luka, Books of Proceedings 643-648.
11.	S. Papuga, I. Music, P. Gvero , Lj. Vukic, Preliminary Research of Waste Biomass and Plastics Pyrolysis Process. 5th International Scientific Conference, Contemporrary Materials 2012. Banja Luka, 2012.
12.	P.Gvero , S.Petrovic, G.Tica, A.Stanivukovic, Ther Results and Potential of Biomass Use in Bosnia and Herzegovina, IEEP, Regional Conference, Zlatibor, Serbia, 2010.
13.	C. Perakis, V. Papandreou, S. Ntoulas, P. Gvero , S. Petrovic, J. Domac, K. Popovski, C.Bordeianu, V. Nikcevic, B.Glavonjic, D.Stojiljkovic, T. Zheliezna, C.Panoutsou, Role of Biomass in the Energy Market of Western Balkans, Moldova and Ukraine. 3rd International Conference on Energy and Climate Change, Proceedings (pp.83-88), Athens, 2010.
14.	P.M. Gvero , S.N.Oka, M.R.Radovanovic, J.Rath, M.S.Ilic, Investigation of the Large Wood Particles Devolatilization Process Kinetics, Bioenergy 2007 3rd International Conference and

	Exibition, Finland, 2007.
15.	P.M. Gvero, S.Petrovic, G-B. Tremeer, S.Maslac, Biomass as Energy Resource in Bosnia and Herzegovina, Bioenergy 2007 3rd International Conference and Exibition, Finland, 2007.
16.	P.Gvero, M.Marceta, V. Curin, S.Jelisic, B. Kalanj, S.Stanivukovic, B.Buzar, Animal Waste Incineration System „Empes“ which use Biomass as Support Fuel, International Conference „Hazardous and Non-hazardous Waste Management in the Region“, Zenica, Bosnia and Herzegovina, 2010.
17.	С. Папуга, П. Гверо, Љ. Вукић, Утицај температуре на пиролизу пластике у реактору са фиксним слојем. Гласник хемичара, технолога и еколога Републике Српске, 10, (35-41), 2014.
18.	S. Papuga, I. Music, P. Gvero, Lj. Vukic, Preliminary Research of Waste Biomass and Plastic Pyrolysis Process. Contemporary Materials IV-I (pp.76-83),2013.
19.	D. Medjed, P.Gvero, Options Disposal of Waste Oils in City of Banja Luka, 7th Simposium "Recycling Technologies and Sustainable Development", In edition of G.D.Bogdanovic, M.Trumic, Soko Banja, (pp.99-105), Serbia, 2012.
20.	P. Gvero, B.Bacic, I. Mujanic, S.Papuga, Sustainable Wood Charcoal Production and Carbonization Process Improvements. IEEP 2013. IV Regional Conference, 2013.
21.	Dumonjić-Milovanović, S. & Gvero, P. (2013). Optimization of hybrid systems for electricity production based on wind and sun energy conversion with analysis of its applicability on Banjaluka region, DEMI 2013, International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, Banja Luka, pp. 749-754.
22.	Г.Тица, П.Гверо, В.Ђуричковић, Биогас - енергетски ресурс будућности у БиХ, Конференција ДЕМИ 2009, стр. 445-452, Бања Лука, 2009.
23.	C. Panoutsou, H. Langeveld, U.R. Fritsche, B. Elbersen, I. Dzene, R. Janssen, B. Kerckow, D.D.Stojiljkovic and P.M.Gvero, Research Overview, Gaps, and Recommendations in Book: Modeling and Optimization of Biomass Supply Chains Top-Down and Bottom-Up Assessment for Agricultural, Forest and Waste Feedstock, edited by Calliope Panoutsou, Academic Press, Elsevier, 2017.
24.	P. Gvero et al., Review of Synthetic Fuels and New Materials Production Based on Pyrolysis Technologies. Advances in Applications of Industrial Biomaterials, Editors: Pellicer, E., Nikolic, D., Sort, J., Baró, M., Zivic, F., Grujovic, N., Grujic, R., Pelemis, S. (65-85), ISBN 978-3-319-62766-3, Springer International Publishing (2017)

Да ли ментор испуњава услове?

ДА

НЕ

КОМЕНТОР

Саша Папуга, рођен је 03.04.1976. године у Брчком где је завршио основну и средњу школу. Дипломирао је на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци, 2002. године („Третман тешких метала у отпадним водама галванских постројења“) и стекао звање дипломированог инжењера хемијске технологије. Магистрирао је на истом факултету 2009. године („Математички модел ротационе сушаре за пиљевину“) и стекао научни степен магистра техничких наука из области хемијског инжењерства. Докторску дисертацију („Коприролиза отпадне пластике и биомасе“) одбровио је 2014. године такође на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци, те стекао научни степен доктора техничких наука из области хемијског инжењерства. У току 2003. године био је запослен као стручни сарадник на Институту заштите, екологије и информатике, Бања Лука, а исте

године започео је радни однос на Технолошком факултету Универзитета у Бањој Луци, избором у звање асистента на предмету Техничка термодинамика. У току 2009. године изабран је у звање вишег асистента за ужу научну област Реакцијско инжењерство, а од 2014. године и за ужу научну област Еколошко инжењерство. Од 2014. године изабран је у звање доцента за ужу научну област Еколошко инжењерство на Технолошком факултету. Ангажован је на настави на Технолошком, Машинском и Природно-математичком факултету Универзитета у Бањој Луци. Учествовао је на више међународних (FP6, FP7) и домаћих научно-истраживачких пројеката, те на више пројеката подржаних од Европске комисије, са тематиком заштите животне средине и управљања отпадом. У току 2008. године ангажован је од стране UNDP-а при изради документа „Први национални извјештај БиХ у складу са Оквирном конвенцијом Уједињених нација о климатским промјенама“- UNFCCC, а као експерт за управљање отпадом. Коаутор је више научних радова и студија изводљивости примјене различитих система за управљање отпадом, као и Плана за коришћење обновљивих енергетских ресурса и смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште за Град Бањалуку. Више пута је боравио у иностранству у оквиру научног и стручног усавршавања (Њемачка, Норвешка, Шведска, Италија, Црна Гора).

Радови коментатора из области којој припада приједлог докторске дисертације:

Р. бр.	Аутори, наслов, издавач, број страница
1.	Папуга С. , Радић Р., и Мусић И., Инвентар емисија гасова стаклене баште из енергетике и индустрије Републике Српске, „XI Conference of Chemist, Technologist and Environmentalists of Republic of Srpska”, 18 & 19 NOVEMBER 2016, Теслић, Зборник радова, 617-624.
2.	Папуга С. , Стана Копрановић, и Чизмић И. ,Емисије гасова стаклене баште из активности управљања отпадом и пољопривреде Републике Српске, „XI Conference of Chemist, Technologist and Environmentakists of Republic of Srpska”, 18 & 19 NOVEMBER 2016, Теслић, , Зборник радова, 593-603.
3.	Petar M. Gvero, Saša Papuga , Indir Mujanic, Srdjan Vaskovic, Pyrolysis as a Key Process in Biomass Combustion and Thermochemical Conversion, Thermal Science, Vol. 20, No. 4, pp. 1209-1222, 2016.
4.	Saša V. Papuga , Petar M. Gvero, Ljiljana M. Vukic, Temperature and Time Influence on the Waste Plastics Pyrolysis in the Fixed Bed Reactor, Thermal Science, Vol. 20, No. 2, pp. 731-741, 2016.
5.	Папуга С. , Гверо П. (2015). Процесни симулатор сушења пилевине у тропролазној ротационој сушари, XI Симпозијум са међународним учешћем «Савремене технологије и привредни развој», Технолошки факултет, Лесковац, октобар 2015. 188-187.
6.	Папуга С. , Гверо П., Томовић Г. (2015). Пиролиза отпадне пилевине у реактору са фиксним слојем, XI Симпозијум са међународним учешћем «Савремене технологије и привредни развој», Технолошки факултет, Лесковац, октобар 2015. 181-187.
7.	Papuga S. , Gvero P., Musić. I. Influence of the Reaction Time on Pyrolysis of the Plastic Waste in the Fixed Bed Reactor, Proceedings: Scientific Conferences Contemporary materials, Book 24 (2015) 209-220. (in serbian)
8.	Papuga S. , Gvero P., Vukic Lj. Influence of Temperature on Pyrolysis of Waste Plastic in the Fixed Bed Reactor, Gazette of Chemists, Technologists and Environmentalists of Republic of Srpska, 10 (2014) 35-41. (in serbian)

9.	С. Папуга , А. Савић, Математичко моделовање појединих параметара процеса производње вина од јабуке сорте Златни делишес, Proceedings IV International Congress: "Engineering, Environmental and materials in Processing Industry", Jahorina, pp. 413-423, Mar, 2015
10	Д. Дрљача, Љ. Вукић, А. Шиник, С. Папуга , С. Малетић, Излуживање тешких метала из узорака електрофилтерског пепела термоелектрана, Proceedings Proceedings IV International Congress: "Engineering, Environmental and materials in Processing Industry", Jahorina, pp. 569-577, Mar, 2015.
11.	Kukobat R., Vukic LJ., Drljaca D., Papuga S. Water Temperature and Flocculant Concentration Influence on the Surface Water Clarification With Process Modeling, Zaštita materijala, 55 (2014) 304-312. (in Serbian)
12.	Papuga S. , Musić I., Gvero P. i Vukic LJ. (2013). Preliminary Research of Waste Biomass and Plastic Pyrolysis Process, Contemporary Materials, IV-1 76-83.
13.	Radić R. i Papuga S. (2013).Monitoring and CO ₂ Emissions Inventory for the City of Banja Luka, Međunarodninaučni skup „X Savjetovanje hemičara i tehnologa i ekologa Republike Srpske, 15-16.nov.2013, Banja Luka, Zbornik radova, 703-711.
14.	Кукобат Р., Вукић Љ. и Папуга С. (2014). Моделовање процеса коагулације у систему бистрења површинске воде, Зборник радова: Научни скуп Савремени материјали, књига 22, АНУРС – Академија наука и умјетности Републике Српске, 237-250.
15.	Gvero P., Bačić B., Mujanić I. i Papuga S. (2013). Sustainable Wood Charcoal Production and Carbonization Process Improvements, Fourth Regional Conference Industrial Energy and Environmental Protection in South Eastern European Countries, Divcibare, Serbia, June 26-29. 2013., Book of Abstracts,37.
16.	Petrović S., Papuga S. , Gvero P.i Kotur M. (2012). Contribution of Biomass to Sustainable Development of Bosnia and Herzegovina – Challenges and Barriers, 2nd International Symposium on Environmental and Material Flow Management “EMFM 2012“ Zenica, B&H, 07-09 June. 2012, Proceding, 387-393.
17.	Папуга С. и Радић Р. (2010). Инвентар емисије CO ₂ као дио одрживог енергетског акционог плана за Град Бањалуку, IX Савјетовање хемичара и технologa Републике Српске, Бања Лука, 12-13.11.2010, Зборник радова, 480-491.
18.	Gvero P. M., Tica G.S., Petrović S.I., Papuga S. V., Jakšić B.M. i Roljić L.M, Renewable Energy Sources and Their Potential Role in Mitigation of Climate Changes and as a Sustainable Development Driver in Bosnia and Herzegovina, (2010). Thermal Science, 14(3),641-654.
19.	Papuga S. , Maksimović M. i Petrović P. (2009). Mathematical modeling for drying of sawdust in a triple pass rotary dryer, Journal of Engeneering & Processing Management, 1, 114-125.
20.	Максимовић М., Мандић Ј., Малиновић Б. и Папуга С. (2007). Употреба инхибитора у растворима за нагризање метала на бази киселина, Гласник хемичара и технologa Републике Српске, 46, 105-110.
21.	Вукић Љ., Папуга С. и Гверо П. (2006). Фарме као извори загађења подземних и површинских вода, Први међународни конгрес „Еколоџија, здравље, рад, спорт“, Бањалука, 8-11.јун. 2006, Зборник радова, 98-103.
22.	Давидовић Ђ., Давидовић А. и Папуга С. (2005). Структурне промјене и промјене особина материјала котловских цијеви, Конференција „Сарадња истраживача различитих струка на подручју корозије и заштите материјала“ поводом 50. годишњице Савеза инжењера и техничара за заштиту материјала Србије, Књига радова, СИТЗАМС, Тара, 29.мај-2.јун.2005, 263-270.

23.	Максимовић М., Мандић Ј., Папуга С. и Војиновић Ђ. (2004). Уклањање штетних материја из отпадних вода поступцима реактивирања, Зборник природно математичких наука, 6, 37-47.
24.	Жупљанин С., Бунић С., Папуга С. , Колонић Ђ. и Међедовић, П. (2003). Студија о утицају електромагнетног зрачења базних станица мобилне телефоније, Зборник радова – „Животна средина и здравље“, Међународни конгрес „Здравље за све“, Бања Лука, 04-08.јун.2003, 201-212.

Да ли коментор испуњава услове?

ДА

НЕ

IV ОЦЈЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ

IV.1 Формулација назива тезе (наслова)

Карактеризација и одређивање поријекла респирабилних честица у ваздуху урбане средине примјеном рецепторских модела

Наслов тезе је подобан?

ДА

НЕ

IV.2 Предмет истраживања

Урбани и привредни развој људског друштва, нагла експанзија индустрије од деветнаестог вијека, све бржи развој саобраћаја и све већа потреба за енергијом у густо насељеним подручјима имали су за посљедицу значајно нарушавање квалитета ваздуха. Промјене ваздуха које ове активности узрокују су у многим срединама почеле достизати драстичне размјере, до те мјере да су општи услови живота становништва постали нездрави, узрокујући хроничне болести, а неријетко имају и фаталне посљедице. Загађујуће материје присутне у ваздуху, прије свега суспендоване честице (PM - Particulate Matter), због свог негативног дејства на људско здравље, скрећу велику пажњу стручњака, регулаторних тијела и најшире јавности. Суспендоване честице тј. атмосферски аеросоли представљају комплексну смјешу органских и неорганских једињења суспендованих у ваздуху које негативно дјелују на људски организам (Samoli et al., 2014; Dockery&Pope, 2006), климатске промјене (Johnsom et al., 2006), интензитет зрачења (Ebi&McGregor, 2008), екосистем (Niyogi, 2004; Bytnerowicz et al., 2007), смањену видљивост на локалном подручју због чега су често предмет бројних научних истраживања. Због изразито штетног здравственог утицаја од посебног је значаја испитивање садржаја честица мањих од 2,5 μm , у литератури познатих под називом *респирабилне честице*. Аеросоли, односно честице димензија мањих од 2,5 μm сматрају се најштетнијим, јер удисањем доспијевају до најмањих алвеола у плућима носећи са собом различите врсте опасних супстанци, као што су тешки метали, кисели гасови, органске компоненте итд. Хемијским реакцијама у атмосфери, компоненте у аеросолима се трансформишу у материје са знатно већим негативним ефектима на људско здравље и екосистем. Поред природних, најзначајнији извори честица антропогеног поријекла су термоенергетска постројења, саобраћај, различите врсте индустријских процеса, инсталације за колективно и локално гријање (индивидуална ложишта), односно процеси сагоријевања фосилних горива, те различите пољопривредне активности и збрињавање отпада. Посљедњих година бројна истраживања идентификују сагоријевање биомасе у малим индивидуалним ложиштима као значајан извор емисија суспендованих честица, посебно у сектору становаша. Пораст ових емисија се очекује у наредном периоду због

климатских и енергетских политика (EEA, 2016), затим посљедица економске кризе (Paraskevopoulos et al., 2015), те сагоријевања у технолошки застарјелим постројењима, који не одговарају савременим стандардима у овој области. Прекограницни транспорт из сусједних региона и других држава такође значајно доприноси нивоу честица у амбијенталном ваздуху, као и метеоролошки и географски услови. Са оваквим посљедицама суочава се и Босна и Херцеговина. Биомаса, посебно дрво, је традиционално најзаступљенији енергент који се користи у индивидуалним ложиштима у Босни и Херцеговини и региону, те се, с обзиром на потенцијале за производњу дрвне биомасе, климатске и енергетске политике, као и општу перцепцију да се ради о еколошким "чистој енергији", очекује повећање потрошње овог енергента. Међутим, то са собом носи одређене ризике и пријетње када је у питању загађење ваздуха. Сагоријевање дрвне биомасе, посебно у малим ложиштима, али и ложиштима са неадекватним системима за третман чврстих честица, извор је бројних загађујућих материја, првенствено респираабилних честица $PM_{2,5}$, које носе са собом различита органска и неорганска једињења, полицикличне ароматичне угљоводонике (PAH), првенствено бензо(а)пирен, BaP, као доказани карциноген, органски (OC) и елементарни угљеник (EC), диоксине и фуране, тешке метале и друге токсичне елементе (Kubica et al., 2007). Нека једињења као BC (black carbon), калијум, левоглукосан, монсан и галактосан служе као трасери или индикатори за сагоријевање биомасе (Joksić et al., 2010). Да би се постигао квалитет ваздуха у границама препоручених концентрација, при којима је минималан ризик за здравље човјека, неопходно је успоставити адекватан мониторинг и ефикасан систем управљања квалитетом ваздуха. Први корак ка томе је одређивање концентрација загађујућих материја у ваздуху, а у новије вријеме примјена различитих врста математичких модела. Законска регулатива Европске Уније (Директива 2008/50/EC) већ дуги низ година, а од 2012. године и регулатива у Републици Српској (Уредба о вриједностима квалитета ваздуха, Службени гласник Републике Српске, број 124/12), прописују мониторинг двије фракције честица присутних у ваздуху, $PM_{2,5}$, (мањих од 2,5 μm , тзв. финих, респираабилних честица) и PM_{10} , (са аеродинамичким пречником мањим од 10 μm), у чији састав улазе поред финих честица и грубе честице које су из опсега од 2,5-10 μm . Међутим, регулатива у Босни и Херцеговини није у потпуности усаглашена са европским прописима (2008/50/EC, 2004/107/EC), те систематски мониторинг квалитета ваздуха није успостављен нити у Републици Српској нити у цијелој Босни и Херцеговини, што са собом носи велике ризике везане за квалитет ваздуха. Тренутно се мониторинг квалитета ваздуха и мјерења суспендованих честица PM_{10} и $PM_{2,5}$ врше на свега неколико локација, али се хемијски састав и карактеризација честица врши повремено само кроз научно – истраживачке пројекте (Radić & Gvero, 2017).

Из свега наведеног, намеће се потреба за испитивањем садржаја и хемијског састава суспендованих честица $PM_{2,5}$, чиме ће се добити основни подаци о атмосферским условима у одређеном временском периоду и локацији. Да би се поставили јасни циљеви и инструменти који би резултирали достизању стандарда квалитета ваздуха, поред мјерења концентрација честица које се врши узорковањем на одређеним локацијама, врло је важно знати идентификовати извор емисије и утврдити његов утицај и допринос загађењу на неком подручју. У ту сврху користе се различите врсте математичких модела који, користећи податке о саставу и концентрацијама појединачних загађујућих материја у честицама, обезбеђују основни оквир за описивање појединачних атмосферских процеса. У области управљања квалитетом ваздуха најчешће се користе мултиваријациони рецепторски модели PMF, PCA, CMB, UNMIX (Belis et al., 2014) чији је циљ утврдити квантитативну везу између нивоа загађења и самог извора, а да при томе није потребно познавање карактеристика самог извора (Mijić et al., 2010a; Mijić et al., 2010).

Као што је већ наведено, резултати мониторинга односно мјерења су кључни, али не и довољни за доношење одлука о правилном и благовременом управљању квалитетом

ваздуха. Зато се користе у комбинацији са различитим рецепторским моделима који такође имају бројних недостатака уколико се користе појединачно. Из тих разлога могуће је, комбинацијом мјерења и примјене различитих модела добити најадекватнији модел, тј. алат, који ће, с обзиром на тренутну расположивост података о изворима загађења суспендованим честицама, подацима о садржају честица у амбијенталном ваздуху и тренутном нивоу мониторинга суспендованих честица у Босни и Херцеговини, датиовољно информација за ефикасно управљање квалитетом ваздуха.

Предмет истраживања је подобан?

ДА

НЕ

IV.3 Најновија истраживања познавања предмета дисертације на основу изабране литературе са списком литературе

Бројна истраживања садржаја суспендованих честица у атмосфери потврдила су њихов негативан утицај на људско здравље и екосистеме, евидентне климатске промјене, зрачење те видљивост на локалном подручју, што указује на значајан научни и истраживачки интерес у овој области. Различите епидемиолошке студије показале су значајну статистичку корелацију између садржаја суспендованих честица у ваздуху и посљедица на људско здравље (Dockery&Stone, 2007; Ostro et al., 2014; Cruz et al., 2014). Недвосмислено је доказано да је аерозагађење честицама повезано са: повећањем морбидитета и морталитета узрокованих респираторним и кардиоваскуларним оболењима (Kunzli&Tager, 2000; Pope et al., 2002), повећањем ембриотоксичности (Dejmak et al., 2000; Binkova et al., 2003), те већом вјероватноћом од појаве рака плућа (Nyberg et al., 2000; Cury et al., 2000; Zhao et al., 2003).

Величина честица је од пресудног утицаја на здравствене ефekte, те су респирабилне честице, димензија мањих од 2,5 μm, најштетније јер удисањем доспијевају до најмањих алвеола у плућима носећи са собом различите токсичне материје. Праћење концентрација суспендованих честица у ваздуху је веома важно са аспекта ризика по здравље људи посебно у урбаним срединама где су њихове концентрације значајне. Познавањем концентрација те хемијског састава честица могу се донијети одређени закључци о мјесту њиховог настанка тј. о изворима загађења, те времену задржавања у атмосфери. Основна питања која се јављају у истраживањима о испитивању квалитета ваздуха у појединим областима јесу везана за доприносе појединих извора емисије на концентрације загађујућих материја, као и проналажење ефикасних стратегија и регулаторних инструмената за смањење нивоа концентрације испод граничних вриједности предвиђених одговарајућим стандардима. У ове сврхе користе се различити математички модели који се називају мултиваријациони *рецепторски модели* (Hopke, 2003), а дефинишу се као специфичне математичке процедуре који имају за циљ да идентификују и реконструишу утицај различитих извора емисије, засноване искључиво на измјереним концентрацијама на мјесту рецептора, односно локацији узорковања честица.

Мултиваријациони рецепторски модели, користећи податке о хемијском саставу честица, служе као врло поузданај алати који могу обезбиједити информацију о извору загађења (Belis et al., 2013). То су статистичке методе чија је сврха дефинисање основне структуре у матрици података (Hair et al., 2004). односно факторска анализа која се бави анализирањем структуре односа међу великим бројем варијабли, дефинисањем сета заједничких основних димензија, познатих као фактори. Фактори се сматрају потенцијалним изворима емисија. Један од таквих модела је метод главних компоненти (PCA – Principal Component Analysis) који се користи за смањење димензије скупа података, уз истовремено задржавање максимално могућег варијабилитета који је

присутан у тим подацима. У поступку примјене PCA методе оригиналне промјенљиве се трансформишу у нове промјенљиве, тј. у линеарне комбинације оригиналних промјенљивих, које се називају главне компоненте. Циљ PCA је идентификација броја фактора тј. извора загађења, те профила фактора односно концентрација елемената у сваком фактору. Овај модел успјешно се примјењује у различитим подручјима истраживања извора загађења (Hao et al., 2007; Karak&Gupta, 2007; Chavent et al., 2009). Позитивна факторизација матрице (PMF) је модел који је успјешно примијењен за анализу извора загађења честицама у многим подручјима са различитим карактеристикама (Johnson et al., 2006; Karanasiou et al., 2009; Karagulian&Belis, 2012; Tasić et al., 2009). За разлику од осталих метода које се користе у факторској анализи, PMF има сасвим другачији приступ. PMF за одређивање састава и доприноса поједињих извора емисије користи једначину одржања масе и метод најмањег квадрата за минимизирање разлике између мјерених података и података предвиђених моделом. PMF рјешава општи проблем рецепторског моделовања користећи метод најмањег квадрата са одређеним ограничењима (Querol et al., 2001; Cohen et al., 2009; Kim et al., 2003). У случају непостојања било каквог сазнања о изворима емисије, развијени су хибридни модели који укључују анализу трајекторија пристизања ваздуха на мјесто рецептора и на основу тога одређују највјероватнију област у којој се налазе поједине групе извора емисије. Примјери таквих модела су *Функција потенцијалних доприноса извора емисије* (PSCF – Potential Source Contribution Function) и *Модел трајекторија отежињених концентрацијама* (CWT – Concentration Weighed Trajectory). За рачунање трајекторија уназад користи се HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) модел који је развијен у NOAA (National Oceanic and Atmospheric Agency) лабораторији (Air Resource Laboratory), (Draxler&Rolph, 2010). Резултати мјерења масених концентрација суспендованих честица у Босни и Херцеговини указују на прекорачења граничних вриједности, посебно у зимском периоду у току трајања грејне сезоне те неповољних метеоролошких услова (Gvero et al., 2017; Radenković&Radić, 2016) што указује на нужност мјерења и даљих истраживања. До сада нису вршена испитивања хемијског састава респирабилних честица PM_{2,5} нити су кориштени рецепторски модели као алат за дефинисање политike управљања квалитетом ваздуха те смањења емисија PM_{2,5}.

- Aksić-Arnautović, D., Burazor, M., Delalić, N., Gajić, D., Gvero, P., Kadrić, Dž., Kotur, M., Salihović, E., Todorović, D., Zagora, N., (2016). Tipologija stambenih zgrada Bosne i Hercegovine, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Sarajevu.
- Belis, C.A., Karagulian, F., Larsen, B.R., Hopke, P.K., (2013). Critical review and meta-analysis of ambient particulate matter source apportionment using receptor models in Europe, Atmos. Environ. 69 94–108.
- Belis, C.A., Larsen, B.R., Amato, F., Hopke, P., Harrison, R.M., Paatero, P., Roberta, V., (2014). European Guide on Air Pollution Source Apportionment with Receptor Models, JRC, Report EUR 26080 EN
- Binkova, B., Cerna, M., Pastorkova, A., Jeline, R., Benes, I., Novak, J., Sram, R., (2003). Biological activities of organic compounds adsorbed onto ambient air particles: comparison between the cities of Teplice and Prague during the summer and winter seasons 2000-2001, Mutation research 525 43-59.
- Bytnerowicz, A., Omasa, K., Paoletti, E., (2007). Integrated effects of air pollution and climate change on forests: A northern hemisphere perspective, Environmental Pollution 147 438-445.
- Cesari, D., Donateo, A., Conte, M., Contini, D., (2016). Inter-comparison of source apportionment of PM₁₀ using PMF and CMB in three sites nearby an industrial area in central Italy, Atmospheric Research 182 282–293.
- Chavent, M., Guegan, H., Kuentz, V., Patouille, B., Saracco, J., (2009). PCA and PMF

- based methodology for air pollution sources identification and apportionment, *Environmetrics* 20 928-942.
- Cohen, D.D., Stelcer, E., Santos, F.L., Prior, M., Thompson, C., Pabroa, P.C.B., (2009). Fingerprinting and source apportionment of fine particle pollution in Manila by IBA and PMF techniques: a 7-year study, *X-Ray Spectrom.* 38 18–25.
- Cruz, M.J., Sarmento, S., Almeida, S.M., Silva, A.V., Alves, C., Freitas, M.C., (2014). Association between atmospheric pollutants and hospital admissions in Lisbon, *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* DOI 10.1007/s11356-014-3838-z
- Cury, P.M., Lichtenfels, A.J., Reymao, M.S., Conceicao, G.M., Capelozzi, V.L., Saldiva, P.H., (2000). Urban level of air pollution modifies the progression of uterane-induced lung tumors in mice. *Pathol. Rs. Pract.* 196 627-633.
- Dejmek, J., Solansky, I., Benes, I., Lenicek, J., Sram, R.J., (2000). The impact of polycyclic aromatic hydrocarbons and fine particles on pregnancy outcome, *Envir Health Perspect* 108 1159-1164.
- Dockery, D.W., Stone, P.H., (2007). Cardiovascular risks from fine particulate air pollution, *The New England Journal of Medicine* 356 511–513.
- Dockery, W.D., Pope, A.C., (2006). Critical Review: Health Effect of Fine Particulate Air Pollution, *Journal of the Air and Waste Management Association* 56 709-742.
- Draxler, R.R., Rolph, G.D., (2010). Hysplit (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) model access via NOAA ARL READY, NOAA Air Resource Laboratory, Silver Spring, available at <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php> (06.06.2010)
- Ebi, K. L., McGregor, G., (2008). Climate Change, Tropospheric Ozone and Particulate Matter, and Health Impacts, *Environ Health Perspect.* 116(11) 1449–1455.
- EEA, (2016). Air quality in Europe — 2016 report. EEA Report No 28/2016, European Environment Agency (<http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>) accessed 13 February 2017
- Fuzzi, S., Baltensperger, U., Carslaw, K., Decesar, S., Denier van der Gon, H., Facchini, M.C., Fowler, D., Koren, I., Langford, B., Lohmann, U., Nemitz, E., Pandis, S., Riipinen, I., Rudich, Y., Schaap, M., Slowik, J.G., Spracklen, D.V., Vignati, E., Wild, M., Williams, M., Gilardoni, S., (2015). Particulate matter, air quality and climate: lessons learned and future needs, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 8217–8299.
- Gvero P., Radic, R., Kotur, M., Kardas, D., (2017). Urban Air pollution caused by the emission of PM₁₀ from the small household devices and abatement measures, Sixth Regional Conference: Industrial energy and environmental protection in South Eastern European Countries, Zlatibor, Book of Abstracts, 40 (e-book).
- Hair, F., Anderson, J., Tatham, E., Black, L., (2009). Multivariate Data Analysis, Prentice – Hall International. Inc. Fifth Edition
- Hao, Y., Guo, Z., Yang, Z., Fang, M., Feng, J., (2007). Seasonal variations and sources of various elements in the atmospheric aerosols in Qingdao, China, *Atmospheric Research* 85 27–37.
- Hopke, P.K., (2003). Recent developments in receptor modeling, *Journal of Chemometrics* 17 255-265.
- Hupa, M., Karlstrom, O., Vainio, E., (2016). Biomass combustion technology development –It is all about chemical details, *Proceedings of the Combustion Institute* 000 1–22.
- Jayasekher, T. (2009). Aerosols near by a coal fired thermal power plant: chemical and toxic evaluation, *Chemosphere* 75 1525-1530.
- Johnson, K.S., de Foy, B., Zuberi, B., Molina, L.T., Molina, M.J., Xie, Y., (2006). Aerosol composition and source apportionment in the Mexico City Metropolitan Area with PIXE/PESA/STIM and multivariate analysis, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* 6 3997–4022.

- Joksic, J., Radenkovic, M., Cvetkovic, A., Matić-Besarbic, S., Jovasevic-Stojanovic, M., Bartonova, A., Yttri, K.E., (2010). Variation of PM₁₀ mass concentrations and correlations with other pollutants in Belgrade urban area, CICEQ 16 251-258.
- Karagulian, F., Belis, C., (2012). Enhancing source apportionment with receptor models to foster air quality directive implementation, Environment and pollution 50 190-199.
- Karak, K., Gupta, A.K., (2007). Source apportionment of PM₁₀ at residential and industrial sites of an urban region of Kolkata, India, Atmospheric Research 84 30-41.
- Karanasiou, F.F., Siskos, P.F., Eleftheriadis, K., (2009). Assessment of source apportionment by Positive Matrix Factorization analysis on fine and coarse urban aerosol size fractions, Atmos. Environ. 43 3385–3395.
- Kim, E, Larson, T.V., Hopke, P.K., Slaughter, C., Sheppard, L.E., Claiborn, C., (2003). Source identification of PM_{2.5} in an arid Northwest U.S. City by positive matrix factorization, Atmos. Res. 66 291–305.
- Kubica, K., Paradiz, B., Dilara, P., (2007). Small combustion installations: Techniques, emissions and measures for emission reduction, EUR 23214, JRC, Ispra, Italy.
- Kunzli, N., Tager, I.B., (2000). Long-term helath effects of particulate and other ambient air pollution research can progress faster if we want it to, Health Perspect, (1008) 915-918.
- Lazaridis, M., Eleftheriadis,K., Smolik, J., Colbeck, I., Kallos,G., Drossinos, Y., (2006). Dynamics of fine particles and photo-oxidants in the Eastern Mediterranean (SUB-AERO), Atmos. Environ. 40 6214–6228.
- Leelossy, A., Molnar, F., Izsak, F., Havasi, A., Lagzi, I., Merzaros, R., (2014). Dispersion Modelling of Air Pollutants in the Atmosphere: a review, Central European Journal of Geosciences, 6(3) 257-278.
- Marković, D., (2002). Hemijski pregled, O aerosolima, 43 (4) 78-82.
- Mijic, Z., Rajsic, S., Zekic, A., Perisic, M., Stojic, A., Tasic, M., (2010). Characterization and Application of Receptor Models to the Atmospheric Aerosols Research, Chapter in the book, Air quality, 143-167, ed. Ashok Kumar, ISBN 978-953-307-131-2.
- Mijic, Z., Stojic, A., Perisic, M., Rajsic, S., Tasic M., Radenkovic, M., Joksic J. (2010a). Seasonal variability and source apportionment of metals in the atmospheric deposition in Belgrade, Atmospheric Environment 44 3630-3637.
- Niyogi, D., Chang, H., Saxena, V.K., (2004). Direct observations of the effects of aerosol loading on net ecosystem CO₂ exchanges over different landscapes, Geophysical Research Letters, Vol. 31
- Nunes, L.J.R., Matias, J.C.O., Catalão, J.P.S., (2016). Biomass combustion systems: A review on the physical and chemical properties of the ashes, Renewable and Sustainable Energy Reviews 53 235–242.
- Nyberg, F., Gustavsson, P., Jarup, L., Bellander, T., Berglind, N., Jakobsson, R., Pershagen, G., (2000). Urabn air pollution and lung cancer in Stockholm, Epidemiology , 11 487-495.
- Ostro, B., Tobias, A., Karanasiou, A., Samoli, E., Querol, X., Rodopoulou, S., (2014). The risks of acute exposure to black carbon in Southern Europe: results from the MED-PARTICLES project, Occup. Environ. Med. 1–7.
- Pacyna, J.M., Pacyna, E.G., (2001). An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide, Environment Reviews 9 269-298.
- Paetero, P., Eberly, S., Brown, S.G., Noris, G., (2014). Methods for estimating uncertainty in factor analytic solution. Atmos. Meas. Tech. 7 (3) 781-797.
- Paraskevopoulos, D., Liakakou, E., Gerasopoulos, E., Mihalopoulos, N., (2015). Sources of

- atmospheric aerosol from long-term measurements (5 years) of chemical composition in Athens, Greece, Science of the Total Environment, (527-528C) 165-178.
- Pope, C.A., Brunett, R.T., Thau, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K., Thurston, G.D., (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution, JAMA, 287 1132-1141.
- Querol, X., Alastuey, A., Rodriguez, S., Plana, F., Ruiz, C.R., Cots, N., (2001). PM₁₀ and PM_{2.5} source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain, Atmos. Environ. 35 6407–6419.
- Radenkovic, M., Radic, R., (2016). Annual Variations of fine respirable aerosol fraction in urban residential areas, 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects on Physical Chemistry, Belgrade, Book of proceedings, Vol 2 723-726.
- Radic, R., Gvero, P., (2017). Spatial and Temporal variations of Mass Concentrations and Chemical Composition of PM₁₀ in Urban, Rural and Industrial areas, 12th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Accepted for presentation
- Radic, R., Gvero, P., (2017). Air quality in Rural Residential Area, 13th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering, Banja Luka, Book of Proceedings, 757-764.
- Samoli, E., Stafoggia, M., Rodopoulou, S., Ostro, B., Alessandrini, E., Basagaña, X., (2014), Which specific causes of death are associated with short term exposure to fine and coarse particles in Southern Europe? Results from the MED-PARTICLES project, Environ. Int. 67 54–61.
- Schauer, J. J., Lough, G. C., Shafer, M. M., Christensen, W. F., Arndt M. F., DeMinter J. T., (2006). Characterization of metals emitted from motor vehicles. Health Effects Institute, Research Report 1-76
- Seinfeld, J., Pandis, S.N., (2006). From Air Pollution to Climate Change, Atmospheric Chemistry and Physics, Wiley, New York, 2 edition
- Sippula, O., Lamberg, H., Leskinen, J., Tissari, J., Jokiniemi, J., (2017). Emissions and ash behavior in a 500 kW pellet boiler operated with various blends of woody biomass and peat, Energy Fuels 202 144–153.
- Tasic, M., Mijic, Z., Rajsic, S., Stojic, A., Radenkovic, M., Joksic, J., (2009). Source apportionment of atmospheric bulk deposition in the Belgrade urban area using Positive Matrix factorization. 2nd Int. Workshop on Nonequilibrium Processes in Plasma Physics and Science, IOP Publishing, Journal of Physics, Conference Series 162, 012018 doi:10.1088/1742-6596/162/1/012018
- Wagener, S., Langner, M., Hansen, U., Moriske, H.J., Endlicher, W.R., (2012). Source apportionment of organic compounds in Berlin using positive matrix factorization — Assessing the impact of biogenic aerosol and biomass burning on urban particulate matter, Science of the Total Environment 435–436 392–401.
- Zhao, X.S., Wan, Z., Zhu, H.G., Chen, R.P., (2003). The carcinogenic potential of extractable organic matter from urban airborne particles in Shanghai, China, Mutat.Res. 107-117.

Избор литературе је одговарајући?

ДА

НЕ

IV.4 Циљеви истраживања

Циљ истраживања ове тезе је:

1. Формирати општу слику стања квалитета ваздуха на датој локацији, одређивањем физичко-хемијског састава фракције суспендованих честица $PM_{2,5}$, што се може постићи примјеном више аналитичких техника;
2. Идентификовати и процијенити учешће потенцијалних извора загађења, примјеном статистичких метода рецепторског моделовања. База података формирана на основу физичко-хемијске карактеризације суспендованих честица $PM_{2,5}$, биће основа за примјену PCA и PMF рецепторских модела у сврху одређивања извора и њихових удјела у загађењу ваздуха;
3. Примјеном хибридног модела HYSPLIT процијенити утицај прекограницног транспорта, као регионалног утицаја, чије познавање је један од предуслова за формирање опште слике стања квалитета ваздуха у некој области;
4. Након идентификације извора и утврђивања њихових доприноса загађењу, предложити оптималан модел који ће служити као универзалан алат за дефинисање политike управљања квалитетом ваздуха те смањења емисија PM честица на било којем подручју.

Циљеви истраживања су одговарајући?

ДА

НЕ

IV.5 Хипотезе истраживања: главна и помоћне хипотезе

У оквиру овог рада постављене су следеће хипотезе:

- X1: Масене концентрације суспендованих честица $PM_{2,5}$, као и њихов физичко-хемијски састав, могу се употребити за оцјену квалитета ваздуха на одређеној локацији;
- X2: Познавање састава суспендованих честица користиће се као трасер (индикатор) за појединачне изворе загађења;
- X3: Сагоријевање дрвне биомасе значајан је извор загађења суспендованим честицама, које карактерише специфичан хемијски састав;
- X4: Рецепторски модели могу идентификовати врсте извора загађења и процијенити њихове доприносе на мјерене концентрације у посматраном региону;
- X5: Предложени модел може се користити као универзалан алат за развој и имплементацију ефикаснијих мјера за смањење емисија које су узрок загађења ваздуха суспендованим честицама.

Хипотезе истраживања су јасно дефинисане?

ДА

НЕ

IV.6 Очекивани резултати хипотезе

Резултати истраживања даће допринос актуелној проблематици карактеризације $PM_{2.5}$ фракције суспендованих честица у ваздуху, одређивању потенцијалних извора емисије као и испитивању утицаја на људско здравље. Примјеном добијених резултата биће могуће утврдити стање квалитета ваздуха, узroke и допринос појединих извора емисије, на основу чега би се могле предложити мјере које би допринијеле побољшању квалитета ваздуха на локалном нивоу, али и на ширем подручју. Истовремено, били би одређени и регионални утицаји. Успостављена методологија, која би по први пут била примијењена у Републици Српској и Босни и Херцеговини на примјеру Бањалуке, могла би се користити као модел и за друга подручја, како би се унаприједила област управљања квалитетом ваздуха и утицало на смањење емисија на локалном и регионалном нивоу, а што ће утицати на побољшање општих услова живота становништва и смањити штетно дејство атмосферског загађења на здравље људи.

Очекивани резултати представљају значајан научни допринос? ДА НЕ

IV.7 План рада и временска динамика

Експериментална истраживања проводиће се у неколико фаза:

- Припрема, кондиционирање и вагање филтера прије узорковања суспендованих честица $PM_{2.5}$;
- Припрема локације и узоркивача за узорковање;
- Узорковање суспендованих честица $PM_{2.5}$, период узорковања 24 h, фреквенција узорковања 1/3 (сваки трећи дан), у којем ће се прикупити око 250 узорака;
- Кондиционирање, припрема и вагање филтера након узорковања суспендованих честица $PM_{2.5}$;
- Одређивање масених концентрација суспендованих честица $PM_{2.5}$;
- Одређивање хемијског састава суспендованих честица у лабораторији примјеном XRF, и одређивање масених концентрација следећих елемената потенцијално присутних у $PM_{2.5}$ честицама: Al, Ba, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, S, Si, Sr, Ti, V, Zn.

Аналитичка истраживања експериментално добијених података проводиће се у сљедећим фазама:

- Статистичка обрада података и поређење са стандардима квалитета ваздуха;
- Утврђивања Pearsonovih коефицијената корелације и факторске анализе;
- Мултиваријациони статистички анализа (кластер анализа, фактор анализа, анализа главних компоненти);
- Примјена *PMF* рецепторског модела и идентификација извора загађења;
- Примјена *PCA* рецепторског модела и идентификација извора загађења, поређење са резултатима *PMF*;

- Примјена *HYSPLIT* хибридног модела у циљу утврђивања трајекторија ваздушних маса;
- Утврђивање најадекватнијих мјера за смањење загађења које настаје сагоријевањем дрвне биомасе посевно из индивидуалних ложишта.

План рада и временска динамика су одговарајући?

ДА

НЕ

IV.8 Метод и узорак истраживања

У овом раду ће се вршити узорковање суспендованих честица $PM_{2,5}$ на урбаној локацији у граду Бања Лука ($\phi=44^{\circ} 75' N$, $\lambda=17^{\circ} 24' E$, $Hs=175 m$) у периоду од двије године, са фреквенцијом узорковања 1/3 дана (сваки трећи дан у периоду од 24h). Узорковање ће се вршити референтним узоркивачем Sven Leckel (MVS6) за узорковање $PM_{2,5}$ и протоком $2.3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ у складу са стандардом EN 14907 (Ambient Air Quality - Standard Gravimetric Measurement Method for Determination of the $PM_{2,5}$ Mass Fraction of Suspended Particulate Matter, 2005). Суспендоване честице $PM_{2,5}$ ће се узорковати на тефлонским филтерим Whatman, PTFE, величина пора 2 μm , пречник филтера 45,2 mm.

Прије почетка узорковања и анализе суспендованих честица извршиће се припрема филтера у лабораторију. Пошто садржај влаге утиче на масу филтера исти се морају кондиционирати најмање 48 h у стабилним условима на температури од $20 \pm 2^\circ\text{C}$, релативној влажности ваздуха од 45-55% у контролисаној атмосфери, прије и послије узорковања. Масена концентрација $PM_{2,5}$ одредиће се стандардном гравиметријском методом вагањем на аналитичкој ваги (Mettler Toledo; XS205, Dual Range, min 1 mg; max 81g/220g) у складу са стандардом SOP MLD055 (Standard operating procedure for the determination of the $PM_{2,5}$ mass in ambient air by gravimetric analyses, 2003).

Хемијска анализа тешких метала и других елемената у честицама и то: Al, Ba, Br, Ca, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb, S, Si, Sr, Ti, V, Zn одређиваће се нуклеарном аналитичком техником XRF (рентгенска флуоресцентна спектроскопија) у лабораторији „Institute of Nuclear and Radiological Science & Technology, Energy & Safety“ у Атини, Грчка те другим аналитичким техникама у складу са потребама.

Такође ће се пратити метеоролошки услови у вријеме узорковања, те оцјена утицаја ових параметара на варијацију концентрација суспендованих честица и хемијских елемената у њима. Мјерења основних метеоролошких елемената вршиће се помоћу аутоматске метеоролошке станице Davis Wireless Vantage Pro 2.

База података формирана физичко-хемијском карактеризацијом суспендованих честица $PM_{2,5}$ урбаног аеросола града Бања Лука, биће основа за примјену мултиваријационих статистичких анализа. У раду ће се примијенити анализа главних компоненти, PCA (Principal Component Analysis) те факторска анализа, PMF (Positive Matrix Factorization), користећи софтверски алат PMF вер 5.0. (Paetero et al., 2014). Примјеном ових модела идентификована ће број и врста извора загађења те извршити прорачун процентуалног удеја сваког од извора на ниво загађења посматране локације.

Такође ће се урадити хибридни *HYSPLIT* модел на основу трајекторија да би се утврдио допринос прекogrаничног преноса загађујућих материја (Draxler&Rolph, 2010).

Користећи софтверски програмски пакет SPSS (Statistical Package for Social Sciences) израчунаће се Pearsonови коефицијенти линеарне корелације, како би се утврдила међусобна зависност метеоролошких параметара и садржаја и састава суспендованих честица $PM_{2,5}$, те корелативна веза између концентрација $PM_{2,5}$ и њиховог састава.

Истим софтверским пакетом урадиће се кластерска анализа, тј. груписање елемената

према одређеним карактеристикама на основу којих се могу дефинисати врсте извора загађења.

Метод и узорак су одговарајући?

ДА

НЕ

IV.9 Мјесто, лабораторија и опрема за експериментални рад

Републички хидрометеоролошки завод, Бања Лука

Institute of Nuclear and Radiological Science & Technology, Energy & Safety“, Атина, Грчка

Опрема:

Узоркивач за ваздух - Sven Leckel (MVS6),

Аналитичка вага - Mettler Toledo; XS205,

Ауторматска метеоролошка станица - Davis Wireless Vantage Pro 2,

XRF (X-Ray fluorescence spectrometer) - Epsilon 5.

Услови за експериментали рад су одговарајући?

ДА

НЕ

IV.10 Методе обраде података

Резултати испитивања ће бити обрађени статистички, одређивање средњих вриједности, Pearsonov-их коефицијената линеарне корелације, анализе главних компоненти, *PCA* (Principal Component Analysis), факторске анализе, примјеном софтверских алата и модела:

Софтверски програмски пакет *SPSS* (Statistical Package for Social Sciences),

Софтверски алат EPA *PMF* вер 5.0, (Positive Matrix Factorization), развијен од стране US EPA (Environmental Protection Agency, USA),

HYSPLIT model (The Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model) развијен од стране NOAA (National Oceanic and Atmospheric Agency) Air Resource Laboratory, USA

Предложене методе су одговарајући?

ДА

НЕ

V ЗАКЉУЧАК

Кандидат је подобан	<u>ДА</u>	<u>НЕ</u>
Тема је подобна	<u>ДА</u>	<u>НЕ</u>

ОЦЕНА И ПРИЈЕДЛОГ

На основу детаљне анализе Пријаве дисертације кандидата мр Ранке Радић, која поред осталог, подразумијева увид у биографске и библиографске податке кандидата, као и приложену документацију, Комисија сматра да кандидат у потпуности испуњава услове за израду докторске дисертације, прописане Законом о Универзитету и Статутом Универзитета у Бањој Луци.

Предложена тема дисертације под насловом *Карактеризација и одређивање поријекла респирабилних честица у ваздуху урбане средине примјеном рецепторских модела*, је веома актуелна, апликативна и још неистражена на овим подручјима, с обзиром да до сада нису вршена испитивања хемијског састава респирабилних честица PM_{2,5} нити су кориштени рецепторски модели као алат за дефинисање политике управљања квалитетом ваздуха те смањења емисија PM_{2,5}.

Предложене методе експерименталних испитивања, као и методе аналитичке обраде резултата су савремене, поуздане и одговарајуће, те могу осигурати научно заснована истраживања у датој области.

Узимајући у обзир све изложено, Комисија са задовољством даје позитивну оцјену теме, кандидата и ментора, те предлаже Наставно-научном вијећу Технолошког факултета и Сенату Универзитета у Бањој Луци, да прихвати *Извештај о подобности теме, кандидата и ментора* и одобри кандидату мр Ранки Радић израду дисертације под називом *Карактеризација и одређивање поријекла респирабилних честица у ваздуху урбане средине примјеном рецепторских модела*.

За ментора ове докторске дисертације, Комисија предлаже др Петра Гверу, редовног професора Машинског факултета у Бањој Луци, а за коментора др Сашу Папугу, доцента Технолошког факултета Универзитета у Бањој Луци.

Датум: 24. 08. 2017.

Предсједник комисије

Др Љиљана Вукић, редовни професор,
Универзитет у Бањој Луци,

Технолошки факултет

Члан 1

Др Петар Гверо, редовни професор,
Универзитет у Бањој Луци,
Машински факултет

Члан 2

Др Александар Јововић, редовни професор,
Универзитет у Београду,
Машински факултет

Члан 3

Др Саша Папуга, доцент,
Универзитет у Бањој Луци,
Технолошки факултет