

Број захтева: _____

Датум: _____

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета" број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

Драгане (Милан) Видаковић

КАНДИДАТ: **Драгана (Милан) Видаковић**

Пријавила је докторску дисертацију под називом:

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРЕМЕНСКИХ ФАКТОРА

Из научне области: **Инжењерски менаџмент**

Универзитет је дана **24.12.2012.** године својим актом под бројем **06-21061/40-12** дао сагласност на предлог теме дисертације која гласи: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРЕМЕНСКИХ ФАКТОРА**

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Драгане (Милан) Видаковић

образована је на седници одржаној **05.09.2013.** године, одлуком факултета под бр. **VI/4-9-6**, у саставу:

Име и презиме члана комисије / звање / научна област / установа у којој је запослен

1. Др Милован Вуковић, ван. професор, инжењерски менаџмент, Технички факултет у Бору, ментор
2. Др Нада Штрбац, ред. професор, инжењерски менаџмент, Технички факултет у Бору, члан
3. Др Војкан Јовановић, ред. професор, друмски и градски транспорт робе, Саобраћајни факултет у Београду, члан

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана **03.10.2013.** године, под бројем: **VI/4-10-1.**

Декан Факултета

Проф. др Милан Антонијевић

Прилог:

1. Извештај комисије са предлогом
2. Акт наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-10-1
Бор, 03. 10. 2013. године

На основу чл. 47. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној 03. 10. 2013. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **Драгане Видаковић**, дипл. инж. менаџмента - мастер под називом: „**Вишекритеријумска анализа квалитета ваздуха у урбаним срединама у зависности од временских фактора**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана 24. 12. 2012. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

- Рад у часопису: (М-23)

Dragana Vidaković, Dragan Jovanović, Milovan Vuković, Danijela Voza, Miroslav Piljušić, Measurements SO₂, NO_x and smoke in large cities of transitional countries in south-east Europe, *Technics, Technologies, Education Management*, Vol.8 No.4.,11/12 2013, ISSN 1840-1503.

- Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини: (М-34)

Драгана Видаковић, Драган Јовановић, Милован Вуковић, Концепт одрживог развоја саобраћаја у граду са аспекта заштите животне средине, Научно-стручни скуп: „Енергетске технологије“, Врњачка Бања, Србија (2011).

IV Именована ће бранити докторску дисертацију пред Комисијом у саставу:

1. др Милован Вуковић, ванредни професор Техничког факултета у Бору – ментор;
2. др Нада Штрбац, редовни професор Техничког факултета у Бору – члан;
3. др Војкан Јовановић, редовни професор Саобраћајног факултета у Београду – члан.

V Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

VI О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Доставити:

- именованој
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Милан Антонијевић

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата ДРАГАНЕ ВИДАКОВИЋ

Одлуком бр. VI/4-9-6 од 5. 9. 2013. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Драгане Видаковић под називом: „*Вишекритеријумска анализа квалитета ваздуха у урбаним срединама у зависности од временских фактора*”. После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације је: **ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА У УРБАНИМ СРЕДИНАМА У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРЕМЕНСКИХ ФАКТОРА**, која је написана на 214 страна и састоји се од десет поглавља; на крају је дат прилог, биографија аутора, те списак објављених радова из дисертације.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Драгана Видаковић, дипломирани инжењер индустријског менаџмента-мастер, уписала је школске 2008/2009. године докторске академске студије на Техничком факултету у Бору на студијском програму: *Инжењерски менаџмент*.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-1-15 од 26. октобра 2012. године именована је комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-2/9 од 23. 11. 2012. године усвојен је извештај комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 24. 12. 2012. године донело је одлуку, број 06-21061/40-12, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, број VI/4-9-6 од 5. 7. 2013. године именована је комисија за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Предмет истраживања докторске дисертације припада научној области *техничке науке*, односно ужој научној области *инжењерски менаџмент* за коју је Технички факултет у Бору акредитован.

1.4. Биографски подаци о кандидату

MSc Драгана М. Видаковић је рођена 7. децембра 1972. године у Кикинди. Основну и средњу електротехничку школу је завршила у Београду. Факултет за индустријски менаџмент завршила је 3. јула 2007. године просечном оценом 8,10, стекавши звање дипломираног инжењера индустријског менаџмента.

Мастер студије уписала је 2007. године на Техничком факултету у Бору, а мастер рад под називом *Развој хијерархијског модела сатисфакције запослених* одбранила је 15. јануара 2009. године на Техничком факултету у Бору, са просечном оценом 9,33 и оценом на мастер раду 10; тиме је стекла звање: дипломирани инжењер индустријског менаџмента - мастер.

Запослена је у Министарству унутрашњих послова Републике Србије у Београду.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на 214 страна и састоји се од десет поглавља, закључка, и осталих пратећих садржаја:

- Увод
- Саобраћај и животна средина
- Загађеност ваздуха у великим градовима
- Модели загађености ваздуха
- Методе вишекритеријумске анализе
- Београд и стање животне средине
- Резултати праћења квалитета ваздуха у Београду
- Анализа резултата и дискусија
- Закључак
- Литература
- Прилог 1 – Мониторинг анализираних параметара за 2011. и 2012. годину
- Биографија и списак радова проистеклих из израде докторске дисертације

Дисертација је илустрована са 33 слике и 44 табеле, а литературни преглед садржи податке о 103 референце.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *првом поглављу* изложена су уводна разматрања о предмету истраживања – почев од основне идеје, преко циљева докторске дисертације, основне и помоћних хипотеза до указивања на методе које ће се користити у раду. Кандидат у овом поглављу најпре указује на чињеницу да на почетку XXI века велики део човечанства (преко 600 милиона) живи у урбаним срединама, а да многи елементи који чине град имају негативан утицај на људско здравље – у првом реду, загађени ваздух који на различите начине утиче на здравље људи и екосистеме. На квалитет ваздуха у урбаним срединама, како се истиче у поглављу, значајан утицај испољава саобраћај. Међутим, на размере актуелног загађења из овог извора утичу и метеоролошки фактори, као и специфичности (пре свега, топографија) урбаних средина. На крају овог поглавља указује се на корисност метода вишекритеријумске анализе (пре свега, PROMETHEE) у смислу добијања поретка с обзиром на доприносе појединих загађујућих супстанци у укупном загађењу ваздуха. Најзад, истиче се неопходност дефинисања модела дисперзије полутаната на микро нивоу који би укључили у разматрање и специфичне локалне услове града (метеоролошке и топографске).

Тежиште *другог поглавља* је на анализи негативних утицаја на животну средину; у првом реду, на квалитет амбијенталног ваздуха у урбаним срединама. Детаљно су описани главни полутанти који доспевају као последица одвијања саобраћаја (CO, NO_x, SO₂, испарљива органска једињења (VOCs), озон и др.), те неки од механизма трансформације примарних у секундарне загађујуће супстанце. Образложене су мере које се предузимају у циљу побољшања квалитета ваздуха: урбанистичке, техничке и саобраћајне. У преосталом делу овог поглавља размотрене су основне поставке концепта одрживог развоја у светлу његове примене у области саобраћаја. Због тога су детаљније сагледани специфични индикатори одрживости који су релевантни за разматрање еколошких последица градског саобраћаја.

У *трећем поглављу* су сагледане размере загађености ваздуха у градским срединама. С обзиром на то да се у оквиру овог докторског рада загађеност ваздуха у зависности од метеоролошких и других фактора истражује на примеру Београда, главни град Србије је упоређен са осталим градовима. У поглављу се наглашава прилично ниска позиција Београда у области заштите ваздуха, те да је по том питању овај град много ближи карактеристикама урбаних агломерација Источне Европе него приликама у западноевропским градовима.

У *четвртном поглављу* дат је детаљан литературни преглед модела дисперзије полутаната с нагласком на оне који описују загађење на микро и макро нивоу, то јест, на нивоу града или дела града (улица). Најпре су изложени основни критеријуми за поделу модела, те су, у том смислу, сагледани физички, емпиријски и математички модели (статистички и динамички). Кандидат у сагледавању модела загађености ваздуха у урбаним срединама полази од постојеће праксе увођења еколошких стандарда у земљама Европске уније. Она у великој мери утиче на све израженије захтеве које грађани постављају локалним (градским) властима, а који се односе на обезбеђење квалитета амбијенталног ваздуха. Од градских управа се захтева се само упознавање јавности са концентрацијама појединих полутаната измерених на мерним станицама на територији града (макро-ниво), како се наводи у овом поглављу, већ и подаци о размерама загађења у појединим улицама (микро-ниво). Због тога је неопходно развијати и моделе загађености ваздуха у градовима, при чему резултати обављених мерења служе калибрисању предложених модела. Пракса показује да су потребна знатна средства за постављање и одржавање широке мреже мерних станица.

На крају овог поглавља дат је и краћи опис методе неуронских мрежа и образложена је корисност овог метода у анализи квалитета ваздуха у урбаним срединама у зависности од различитих вектора, укључујући и метеоролошке.

У *петом поглављу* изложене су основне поставке вишекритеријумске анализе. Најпре је указано на разлику између вишекритеријумског одлучивања и вишекритеријумске анализе, а затим су укратко изложене теоријске основе метода које су коришћене – PROMETHEE/GAIA. Указано је такође на примере коришћења ових метода у области еколошког менаџмента.

У *шестом поглављу* су детаљно описане микроклиматске и топографске карактеристике Београда на чијем примеру је сагледано постављено истраживачко питање – међузависност протока саобраћаја и метеоролошких параметара на размере загађења ваздуха, као и временске и просторне варијације загађености на ширем урбаном простору. Београд се, како је описано у овом поглављу, мора сагледавати као хетероген простор: и у топографском и у климатском погледу (има пет микроклиматских зона). У овом поглављу је такође описан постојећи систем мониторинга квалитета амбијенталног ваздуха у урбанима агломерацијама с тежиштем на Београду.

У *седмом поглављу* изложени су резултати праћења загађеност ваздуха у Београду за 1991., 2001., 2008., 2009. и 2010. годину. Најпре су приказани резултати мерења четири одабрана метеоролошка фактора (температура ваздуха, брзина ветра, релативна влажност и облачност), затим концентрације сумпор-диоксида, дима и оксида азота, те на крају подаци о протоку возила за наведене године. Параметри су упоређени на три различите локације: улица Деспота Стефана, Врачар и Кошутњак. Подаци који су коришћени за вишекритеријумску анализу применом метода PROMETHEE/GAIA дати су у прилогу 1 – односе се на резултате мерења концентрација пет полутаната на 18 мерних места.

У *осмом поглављу* су резултати праћења загађености ваздуха у зависности од временских фактора најпре статистички интерпретирани за улицу кањонског типа (Деспота Стефана). Због комплексности истраживаног феномена у овом раду, као и специфичности морфологије ове улице (слабе проветрености), нису се добили репрезентативни резултати методама мултилинеарне регресионе анализе за средње дневне вредности.

Ови резултати су потврђени и методом неуронских мрежа. Нелинеарном регресионом анализом коришћењем ANN алата дефинисана је архитектура мреже са шест скривених слојева; при том, добијене вредности R^2 после тестирања мреже изнеше 0,507 и 0,619 за SO_2 дим, редоследно, што се може сматрати сасвим задовољавајућим нивоом корелације зависно променљиве од разматраних независних променљивих. С друге стране, установљен је знатно мањи допринос NO_x у укупној варијанси, односно $R^2 = 0,263$.

На крају овог поглавља приказани су и резултати анализе применом PROMETHEE/GAIA метода за податке са 18 мерних места и пет полутаната. Установљена су два карактеристична кластера: кластер 1 (обухвата две локације: Нови Београд и Баново брдо) са мерним станицама на којима су измерене најмање концентрације загађујућих супстанци у ваздуху, односно кластер 2 са местима на којима су измерене највеће концентрације анализираних полутаната (једно мерно место у Земуну и четири у централној зони града).

У *деветом поглављу* изведени су закључци најпре у погледу могућности примене метода неуронских мрежа који се показао као релевантнији за обраду података у односу на

статистички метод. Метод неуронских мрежа и нелинеарна регресиона анализа показују значајан утицај температуре ваздуха и облачности на загађеност ваздуха у улици кањонског типа у Београду. На основу обављене анализе података применом метода PROMETHEE/GAIA није уочена значајнија разлика између два примењена сценарија – субјективног и објективног (како за летњи, тако и за зимски период) – што упућује на закључак да саобраћај остаје константно главни загађивач који утиче на квалитет ваздуха у Београду.

Најзад, у десетом поглављу дат је списак коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Моделовање различитих процеса у сврху предвиђања њиховог исхода налази се у жижи научног истраживања о чему сведочи растући тренд објављивања радова из ове проблематике. Моделовање је све присутније и када је реч о приступима проблемима из домена заштите животне средине као што су, на пример: управљање отпадом, управљање животним циклусом производа, управљање квалитетом водних ресурса, управљање квалитетом земљишта, управљање квалитетом ваздуха и сл.

У великом броју радова у часописима са JCR–SCI листе предочени су резултати моделовања катарактеристичних полутаната у градским средина у зависности од протока саобраћаја и метеоролошких услова. Уколико се саобраћај сагледава као главни извор загађења ових средина, онда се на мерним станицама обично прате концентрације полутаната попут оксида азота, честица аеросола, испарљивих једињења (посебно, бензена), а по могућству и SO_2 . При том, од свих полутаната оксид азота NO_2 показује највеће варијације унутар урбаних зона (често и на раздаљини од свега 50 m), те не чуди што је овој полутант у бројним студијама заступљенији у односу на друге.

Развој модела за поменуте, као и друге полутанте, омогућава предвиђање актуелних концентрација загађујућих супстанци што отвара могућност дефинисања управљачких алата за управљање ризиком у урбаним срединама, односно правовремено извештавање грађана о очекиваним размерама загађења. Претпоставка за то је добро развијена мрежа мерних станица са часовним праћењем одговарајућих полутаната. Изнесене чињенице учвршћују уверење да је дефинисан истраживачки проблем у овој дисертацији више него актуелан, о чему сведоче резултати сличних истражовања објављени у престижним међународним часописима.

Оригиналност се, при том, огледа у специфичној комбинацији метода и комбиновању два приступа (микро и макро) у разматрању загађености ваздуха у зависности од временских фактора на примеру једног великог урбаног подручја као што је Београд.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације коришћено је преко 100 литературних извора; углавном се ради о научним радовима новијег датума који су објављени у часописима са JCR листе. Цитирани радови су у сагласности са постављеним истраживачким питањем у овој дисертацији.

Међу важнијим радовима који су непосредно усмеравали ово истраживање налазе се они у којима је разматран проблем дисперзије загађујућих супстанци у ваздуху урбаних средина са освртом на утицај различитих временских фактора (у првом реду, брзине ветра). У наставку овог извештаја су, у том смислу, наведени најзначајнији радови са становишта ове дисертације:

1. Berkowicz, R., (2000). OSPM - A parameterised street pollution model. *Environmental Monitoring and Assessment* 65, 323-331.
2. Borrego, C., Monteiro, A., Sá, E., Carvalho, A., Coelho, D., Dias, D., Miranda, A.I., (2012). Reducing NO₂ Pollution over Urban Areas: Air Quality Modelling as a Fundamental Management Tool. *Water Air Soil Pollut.* 223, 5307-5320.
3. Briggs, D.J., de Hoogh, C., Gulliver, J., Wills, J., Elliott, P., Kingham, S., Smallbone, K., (2000). A regression based method for mapping traffic-related air pollution: application and testing in four contrasting urban environments. *Sci. Total Environ.* 253, 151-167.
4. Chaloulakou, A., Grivas, G., Spyrelis, N., (2003). Neural network and multiple regression models for PM₁₀ prediction in Athens. A comparative assessment. *Journal of the Air & Waste Management Association* 53, 1183-1190.
5. Chan. A.T., So, E.S.P., Samad, S.C., (2001). Strategic guidelines for street geometry to achieve sustainable street air quality. *Atmospheric Environment* 35, 4089-4098.
6. Colville, R.N., Hutchinson, E.J., Mindell, J.S., Warren, R.F., (2001). The transport sector as a source of air pollution. *Atmospheric Environment* 35, 1537-1565.
7. Dabberdt, W.F., Ludwig, F.L., Johnson, W.B., (1973). Validation and applications of an urban diffusion model for vehicular pollutants. *Atmospheric Environment* 7, 603-618.
8. Eerens, H.C., Sliggers, C.J., Van Den Hout, K.D., (1993). The CAR model: The Dutch method to determine city street air quality. *Atmospheric Environment* 27, 389-399.
9. Feitelson, E., (2002). Introducing environmental equity dimensions into the sustainable transport discourse: issues and pitfalls. *Transportation research Part D* 7, 99-118.
10. Fenger, J., (1999). Urban air quality. *Atmospheric Environment* 33, 4877-4900.
11. Friend, A., Ayoko, G., (2009). Multi-criteria ranking and source apportionment of fine particulate matter in Brisbane, Australia. *Environmental Chemistry* 6, 398-406.
12. Fu, L., Hao, J., Hertel, O., Berkowicz, R., (2000). Modelling traffic-related air pollution in street canyons of Beijing. *Air & Waste Management Association* 50, 2060-2066.
13. Gardner, M.V., Dorling, S.R., (1999). Neural network modelling and prediction of hourly NO_x and NO₂ concentrations in urban air in London. *Atmospheric Environment* 33, 709-719.
14. Grivas, G., Chaloulakou, A., (2006). Artificial neural network models for prediction of PM₁₀ hourly concentrations, in the Greater Area of Athens, Greece. *Atmospheric Environment* 40, 1216-1229.
15. Han, X., Naeher, L.P., (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International* 32, 106-120.
16. Harkonen, J., Valkonen, E., Kukkonen, J., Rantakrans, E., Jalkanen, L., Lahtinen, K., (1995). An operational dispersion model for predicting pollution from a road. *International Journal of Environment and Pollution* 5, 602-610.
17. Hewitt, C.N., (1991). Spatial variations in nitrogen dioxide concentrations in an urban area. *Atmospheric Environment* 25B, 429-434.
18. Kavuri, N.C., Paul, K.K., Roy, N., (2013). Regression modeling of gaseous air pollutants and meteorological parameters in a Steel City, Rourkela, India *Research Journal of Recent Sciences* 2, 285-289.
19. Lebre, E., Briggs, D., Van Reeuwijk, H., Fischer, P., Smallbone, K., Harssema, H., (2000). Small area variations in ambient NO₂ concentrations in four European areas. *Atmospheric Environment* 34, 177-185.

20. Pavlenkova, J., Kaasik, M., Kerner, E.-S., Loot, A., Ots, R., (2011). The impact of meteorological parameters on sulphuric air pollution in Kohtla-Järve. *Oil Shale* 28, 337-352.
21. Preradović, Lj., Ilić, P., Marković, S., Janjuš, Z., (2011). Meteorological parameters and pollution caused by sulfur dioxide and their influence on construction materials and heritage. *Facta Universitatis – Ser.: Elec. Energ.* 24, 11-22.
22. Puc, M., Bosiacka, B., (2011). Effects of meteorological factors and air pollution on urban pollen concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies* 20, 611-618.
23. Verma, S., Desai, B., (2008). Effect of meteorological conditions on air pollution of Surat city. *J. Int. Environmental Application & Science* 3, 358-367.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Моделовање у области заштите животне средине може се спровести на основу резултата добијених у лабораторијским условима или на основу резултата добијених у условима аутоматског мерења концентрације полутаната и метеоролошких фактора у реалном времену. Како други начин карактерише веће расипање резултата код моделовања се користе савремени статистички алати међу којима доминирају две групе метода: (1) методе мултилинеарне регресионе анализе и (2) методе нелинеарне регресионе анализе у оквиру које се велики значај придаје вештачким неуронским мрежама. У овој дисертацији примењене су опште прихваћене методе мерења и обраде резултата применом савремених линеарних и нелинеарних модела лиценцираног софтверског пакета SPSS (верзија 18).

Вишекритеријумско рангирање мерних места, односно одговарајућих градских зона, на основу имисије карактеристичних полутаната за градске средине учињено је применом комбинације метода PROMETHEE/GAIA. Метода рангирања коначног скупа алтернатива PROMETHEE (*P*reference *R*anking *O*rganization *M*ETHod for *E*nrichment *E*valuation), која обухвата PROMETHEE I за парцијално и PROMETHEE II за комплетно рангирање алтернатива, примерена је постављеном истраживачком питању.

Уз то, моделовање помоћу GAIA визуелизације пружа потребне информације доносиоцу одлуке о конфликтним карактерима критеријума и њиховом тежинском утицају на коначни резултат. GAIA равна је дефинисана векторима који произлазе из матрице коваријанси, формиране анализом главних компонената (PCA анализа).

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати до којих се дошло у овој дисертацији имају свој практични значај. Степен примљивости добијених резултата зависи, међу другим факторима, и од актуелног приступа у управљању заштитом животне средине у Републици Србији.

Предочени и анализирани резултати у овом раду могу послужити као основа за будућа истраживања квалитета ваздуха у Београду и примену одговарајућих мера за смањење емисије загађујућих супстанци као последица одвијања саобраћаја. Осим тога, идентификовани кластери локација за узорковање ваздуха у овом раду омогућавају усавршавање система за мониторинг ваздуха у смислу одређивања оптималног броја мерних станица.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, њихово тумачење, те проистекли и објављени научни радови указују на способност кандидата Драгане Видаковић, дипл. инж. индустријског менаџмента–мастер, за самостални научни рад као и за активно учешће у тимском раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Утврђена сезонска варијабилност концентрација примарних полутаната (на пример, SO_2) у зависности од метеоролошких параметара (влажности ваздуха), која омогућава поузданије предвиђање њихових концентрација у урбаним срединама, представља значајан допринос у области смањења ризика по здравље људи секундарним полутантима (посебно у зависности од доба године и периода дана);
- Најјача негативна корелација добијена је између релативне влажности и температуре ваздуха, $r=-0,593$, а најјача позитивна корелација између облачности и релативне влажности ваздуха, $r=0,643$. Код средњих месечних вредности анализираних параметара, најјача негативна корелација је добијена између температуре ваздуха и концентрације SO_2 , $r=-0,660$; с друге стране, уочена је најјача позитивна корелација између облачности и концентрације SO_2 , $r=0,529$.
- Неуронске мреже, на основу којих су одређене вредности коефицијената R^2 од 0,5 и 0,6 (за SO_2 и дим, редоследно), показују да је овај метод примеренији од статистичких техника за обраду података када се истражују феномени који се карактеришу изразитом комплексношћу и нелинеарним односима између утицајних променљивих. Ови резултати, несумњиво, доприносе повећању фонда научних чињеница о проблему загађености ваздуха великих урбаних подручја.
- Дефинисан модел неуронских мрежа у овој дисертацији (за карактеристичну улицу кањонског типа у Београду) представља један од важнијих научних доприноса. У предложеном моделу дисперзије загађујућих супстанци у ваздуху урбаних средина доминантну улогу међу метеоролошким параметрима имају облачност и температура ваздуха. Овај модел је у сагласности са резултатима нелинеарне регресионе анализе који истичу значајну статистичку тежину облачности и релативне влажности. Док је температура ваздуха значајнија када је реч о загађености ваздуха оксидима, дотле релативна влажност има велику моћ предикције концентрације SO_2 .
- Ветар, који се у сличним истраживањима показао као најважнији метеоролошки параметар у разматрању модела загађености ваздуха урбаних средина, не представља значајан фактор по питању загађености амбијенталног ваздуха на испитиваној локацији (улици кањонског типа) у Београду. Ово је објашњено специфичном геометријом испитиване улице (Деспота Стефана).

- Најзад, комбинацијом метода PROMETHEE/GAIA дошло се до оригиналног модела рангирања 18 локација са утврђеним релативним доприносом сваког полутанта (SO₂, Pb, VOCs, дим, NO_x) на квалитет ваздуха у Београду. Утврђена су два основна кластера, односно два мерна места са концентрацијама испод просечних (Нови Београд и Баново брдо) и пет мерних станица на којима су измерена концентрације изнад просечних (једна на Новом Београду и четири у централној зони Града). Кластери кореспондирају микроклиматским типовима који карактеришу Београд. Рангирање локација потенцијалног ризика омогућава формирање модела модела прогнозе концентрације полутаната на појединим локацијама пространог урбаног подручја.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Ова докторска дисертација садржи обиље података који су добијени мерењем на аутоматским мерним станицама применом стандардних техника узорковања амбијенталног ваздуха. Овај начин континуираног мерења концентрације загађујућих супстанци и временских фактора у реалном времену представља основу управљања квалитетом ваздуха широм света, посебно у развијеним земљама.

Пракса детаљног информисања грађана о квалитету ваздуха у урбаној средини заживела је и у неким градовима Републике Србије. Извор ових информација је аутоматизована мрежа мерних станица. Пошто укупан број станица за праћење квалитета ваздуха зависи од низа чинилаца, избору мерних места за праћење квалитета ваздуха требало би посветити далеко више истраживачке пажње. Наиме, опрез је неопходан када се пореде размере загађености ваздуха, изражене у апсолутним величинама, између различитих градова.

Ова дисертација у том смислу представља видан помак у истраживању овог феномена јер проблем загађености ваздуха, условљен пре свега саобраћајем, разматра на два нивоа: (1) на микро нивоу (одређена улица кањонског типа) и (2) макро-нивоу (čitаво градско подручје).

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација ове докторске дисертације је у складу са позитивним законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду међу којима се предвиђа и објављивање најмање једог рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би кандидат требало да буде први аутор. Кандидат Драгана Видаковић је, наиме, до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану добила потврду о објављивању једног рада у часопису са IF, а који се налази на SCI-JCR листи. Такође, кандидат има један рад саопштен на научном скупу. Из дисертације, као део дисертације, објављени су следећи радови:

Рад у часопису: (М-23)

Dragana Vidaković, Dragan Jovanović, Milovan Vuković, Danijela Voza, Miroslav Piljušić, Measurements SO₂, NO_x and smoke in large cities of transitional countries in south-east Europe, *Technics, Technologies, Education Management*, Vol.8 No.4.,11/12 2013, ISSN 1840-1503.

Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини: (М-34)

Драгана Видаковић, Драган Јовановић, Милован Вуковић, Концепт одрживог развоја саобраћаја у граду са аспекта заштите животне средине, Научно-стручни скуп: „Енергетске технологије”, Врњачка Бања, Србија (2011).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидата Драгане Видаковић садржи бројне оригиналне резултате који омогућавају надоградњу постојећих сазнања садржаних у коришћеним литературним изворима. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на дефинисање модела дисперзије загађујућих супстанци у урбаној средини у зависности од временских услова како на микро-нивоу (улица кањонског типа), тако и на макро-нивоу (читаво градско подручје). У раду је установљен већи значај релативне влажности и облачности на квалитет ваздуха у односу на брзину ветра. Дефинисане мултилинеарне и нелинеарне зависности концентрација анализираних полутаната (у првом реду, SO_2 и NO_x) од временских фактора повећава предвидивост концентрација загађујућих супстанци у великом градовима са велики доприносом саобраћаја као загађивача.

Од два објављена рада из докторске дисертације један је објављен у часопису категорије са JCR листе категорије M23, што потврђује солидан квалитет остварених резултата у овом докторском раду.

Сагледавајући квалитет овог рада Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидат Драгана Видаковић испуњава све законске и остале услове за одбрану урађене докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, те да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Техничког факултета у Бору и Критеријумима које је прописао Универзитет у Београду.

Имајући у виду предочене чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Драгане Видаковић под називом: *„Вишекритеријумска анализа квалитета ваздуха у урбаним срединама у зависности од временских фактора”* и да исти упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да после тога овог кандидата позове на јавну одбрану.

У Бору, септембра 2013. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Милован Вуковић, ванредни професор
Технички факултет Универзитета у Београду

Проф. др Нада Штрбац, редовни професор
Технички факултет Универзитета у Београду

Проф. др Војкан Јовановић, редовни професор
Саобраћајни факултет Универзитета у Београду