

НАЗИВ ФАКУЛТЕТА Факултет техничких наука

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију 26.04.2018., бр. 012-199/34-2013, Декан Факултета техничких наука на предлог Наставно научног већа ФТН</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. Др Миодраг Хаџистевић, редовни професор, УНО: Метрологија, квалитет, еколошко-инжењерски аспекти, алати и прибори; изабран у звање 22.04.2015., Факултет техничких наука, Нови Сад, председник;</p> <p>2. Др Драгана Штрбац, ванредни професор, УНО: Инжењерство заштите животне средине; изабрана у звање 07.10.2016., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан;</p> <p>3. Др Борут Косец, редовни професор, УНО: Процесне технике материјала, изабран у звање 29.05.2012., Природно технички факултет, Љубљана, члан;</p> <p>4. Др Богдана Вујић, ванредни професор, УНО: Инжењерство заштите животне средине; изабрана у звање 15.03.2017., Технички факултет „Михајло Пупин”, Зрењанин., члан;</p> <p>5. Др Милица Вучинић-Васић, редовни професор, УНО: Теоријска и примењена физика; изабрана у звање 20.12.2017., Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор;</p> <p>6. Др Игор Будак, ванредни професор, УНО: Метрологија, квалитет, еколошко- инжењерски аспекти, алати и прибори, изабран у звање 02.06.2015., Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Милана, Милорад, Илић Мићуновић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 14.06.1984., Нови Сад, Р. Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Инжењерство заштите животне средине, Дипломирани инжењер заштите животне средине - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2008. год., Инжењерство заштите животне средине</p>

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:

-

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:

-

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Модел за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја заснован на електронској микроскопији

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.

Докторска дисертација кандидата Милане Илић Мићуновић је прегледно и јасно изложена у оквиру седам поглавља:

1. Увод
2. Теоријске основе за развој модела за карактеризацију прашкастих материја
3. Експерименталне основе за развој модела
4. Развој модела за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја
5. Верификација развијеног модела
6. Закључци
7. Литература

У уводном поглављу је представљен проблем истраживања, дат је детаљан преглед стања у области, дефинисани су циљеви и постављене хипотезе истраживања, а поглавље завршава краћим описом садржаја дисертације. У теоријском делу су представљене карактеристике прашкастих материја и извршена је анализа метода њиховог испитивања. Полазећи од прве хипотезе да геометрија честица прашине има утицај на тачност резултата добијених примењеним методама, теоријске основе дају предности и недостатака две методе, базиране на ласерској дифракцији (ЛД) и скенирајућем електронском микроскопу (СЕМ). У оквиру другог поглавља дефинисани су и геометријски параметри који описују величину честице методом анализе слике (ИА): површина, обим, дужина и ширина 2Д пројекције честице, као и средња вредност Феретовог пречника и пречник еквивалентног круга, и параметри који описују облик честице: елонгација, кружност, конвексност, правоугаоност, солидност, размера, заобљеност и компактност. Такође су дате основе примењене мултиваријационе статистичке методе. Експериментална истраживања дефинисала су начин и ток примене метода за анализу узорка. Добијање репрезентативних узорка, у вези са емисијом прашкастих материја, је један од кључних процеса у оквиру њихове анализе. У трећем поглављу представљене су и две групе узорка прикупљене са две локације: Лабораторије за фиксну и мобилну протетику Медицинског факултета у Новом Саду и узорак прикупљен у оквиру радног простора при обради брушењем челика ознаке EN 90MnCrV8 у Лабораторији за трибологију на Факултету техничких наука у Новом Саду, на чему су базиране и две студије случаја. На основу теоријских и експерименталних сазнања у оквиру четвртог поглавља развијен је модел за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја. Модел прати проблематику испитивања честица прашкастих материја и могућности дефинисања сложене геометрије нехомогених честица. У петом поглављу спроведена је верификација функционалности и применљивости развијеног модела на реалним узорцима из радних средина корз две студије случаја, што суштински представља потврду друге и проверу треће хипотезе – да је одређивање геометријских карактеристика и избор кључних геометријских параметара који описују честице прашине од фундаменталног значаја за карактеризацију узорка у радној средини и да развијени модел за евалуацију резултата мерења елиминира недостатке две испитиване методе и доприноси унапређењу квалитета добијених резултата. Свеобухватна испитивања инхалативних фракција прашкастих материја су детаљно дискутована. Карактеризација геометрије честица, а затим и селекција и редукција геометријских параметара кроз мултиваријациону статистичку методу који решава проблем великог броја квантитативних података, представља основу за изведене закључке и препоруке за унапређење посматраних система. У шестом поглављу су изведени закључци истраживања, при чему је посебна пажња посвећена демонстрираним научним и стручним доприносима, као и могућим правцима даљих истраживања. У седмом поглављу су наведени коришћени литературни извори, а на крају рада дат је прилог.

Дисертација је написана на 206 страна А4 фомата, садржи 7 поглавља, 74 слика, 22 табеле, 203 цитираних литературних извора и 1 прилог.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Предмет истраживања докторске дисертације је проистекао из увек актуелне тенденције да се испита и добије што шира слика о утицају инхалативне фракције прашкастих материја на здравље експонираних радника, као и на животну и радну средину. Са циљем унапређења квалитета информација о микронским и субмикронским честицама, развијен је читав спектар аналитичких метода за њихово испитивање. Међутим, пракса показује да су подаци о карактеристикама честица, добијени помоћу различитих метода, теже упоредиви у случајевима када су карактеристике веома различите у неким од аспеката критичног профила: хомогеност, морфологија, интеракција, концентрација и/или динамика. Претходно имплицира да, код анализе карактеристика прашкастих материја, није препоручљиво ослањање на резултате добијене на основу примене само једне методе, тј. препоручује се верификација применом других метода. Ласерска дифракција и испитивања заснована на скенирајућем електронском микроскопу представљају значајне методе за испитивање и превазилажење проблема правилне карактеризације честица. Свеобухватно испитивање и квалитативно доношење одлука на основу добијених података представља комплексан и мултидимензионалан задатак, који омогућава испуњење постављених захтева.

Имајући у виду претходно, а респектујући могућности као и ограничења метода испитивања узорака, за основни **циљ истраживања** је постављен развој функционалног модела за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја. Модел би, на тај начин, обухватио идентификацију, процену и вредновање карактеристика прахова, која би допринела унапређењу тачности резултата у вези са карактеризацијом честица. У складу са постављеним циљем, дефинисане су **хипотезе**, којима је обухваћено: испитивање утицаја геометрије честица на тачност резултата поменутих методама, затим утицај геометријских карактеристика, као и избор кључних параметара на квалитет карактеризације узорака из радне средине, и провера функционалности развијеног модела у смислу елиминације недостатака испитиваних метода.

Правилна карактеризација честица инхалативне фракције прашкастих материја представља фундаменталну основу за валидацију различитих метода њиховог испитивања. **Прва хипотеза** - да геометрија честица прашине има утицај на тачност резултата добијених примењеним методама – је потврђена прво кроз литературна сазнања, а затим и кроз експерименталне резултате. Анализаирани су предности и недостаци ласерске дифракције и анализе слике, базиране на микрографијама скенирајућег електронског микроскопа. Расејавање светлости код ласерске дифракције се заснива на обрасцу који претпоставља сферне честице. Примена овог образаца на не-сферичним честицама, не води ка задовољавајућој (валидној) карактеризацији честица из радне средине. Са друге стране метода анализа слике (2Д микрографије) омогућава испитивање сложене геометрије честица, која је некад и пресудна за биолошку реакцију организма. Одступање у резултатима је потврђено короз конкретне примере, а одговор за овај нескладу лежи управо у облику саме честице.

Друга хипотеза – да је одређивање геометријских карактеристика и избор кључних геометријских параметара који описују честице прашине од фундаменталног значаја за карактеризацију узорка у радној средини – проверена је кроз резултате истраживања. Пре свега, да би се правилно извршила карактеризација честице потребно је испитати велики број честица и што више параметара. Сложена геометрија је испитана анализом 14 параметара, 6 који дефинишу величину и 8 параметара који описују морфолошке карактеристике честица, употребом два софтвера за анализу слике. Исход овако детаљне анализе представља обимна количина квантитативних резултата. У циљу превазилажења проблема велике количине података, који не даје увид у генералну структуру узорка из радне средине, а уједно и превазилажење субјективних прилаза, примењена је корелациона анализа, алгоритма анализе главних компоненти и кластеризације у циљу селекције репрезентативних параметара на основу којих се може довољно добро дефинисати и окарактерисати узорак. Резултат представља избор оптималног параметра који описује величину честице, као и по један параметар за форму, морфолошку и текстуралну храпавост инхалативних честица.

Потврда **треће хипотезе** – развијени модел за евалуацију резултата мерења код узорковања

прашине на бази филтера ће елиминисати недостатке две испитиване методе и значајно допринети унапређењу квалитета добијених резултата – је релизована у петом поглављу. Изабране локације за узорковања инхалативне фракције прашине су Лабораторија за фиксну и мобилну протетику Медицинског факултета у Новом Саду и Лабораторија за трибологију на Факултету техничких наука у Новом Саду. Добијени резултати модела за евалуацију резултата мерења карактеристика су детаљно дискутовани, на основу чега су изведени одговарајући закључци и донесене адекватне препоруке за унапређење. Резултати омогућавају детаљнији и свеобухватнији увид у оптерећења људског организма и радне средине уопште, које могу бити корисне и у практичном смислу, при пројектовању и руковању уређајима, што може допринети унапређењу решавања проблема загађености прашкастим материјама и смањењу развоја професионалних обољења.

Одговарајући **закључци** реализованих истраживања су изведени у шестом поглављу докторске дисертације. Након краћег осврта на реализацију циља и потврђене хипотезе истраживања, посебно су коментарисани доприноси реализованих истраживања, као и могући правци даљих истраживања који су отворени реализацијом ове докторске дисертације. Резултати истраживања, у општем смислу, представљају допринос у испитивању инхалативне фракције прашкастих материја, где састав и њихове карактеристике утиче на могућност реалније процене степена загађености животне/радне средине и степена ризика по здравље експонираних особа. Када је реч о могућим правцима будућих истраживања, пре свега треба поменути даљи развој модела кроз укључивање нових метода испитивања које укључују 3Д приказ честице. Такође, један од правца даљих истраживања би био и развој програмског алгорита којим би се омогућила аутоматизована класификација честица.

Коришћена **литература** обухватила је велики број научних и стручних публикација које су наведене у седмом поглављу. Највећи број цитираних публикација је новијег датума из међународних научних часописа са SCI листе. Такође консултовани су и актуелни међународни стандарди, претежно ИСО стандарди у вези са анализом слике и ваздухом на радном месту, и актуелни међународни приручници из истраживане области.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

1. **Пић М.**, Budak I., Vučinić Vasića M., Nagode A., Kozmidis-Luburić U., Hodolić J., Puškar T.: Size and shape particle analysis by applying image analysis and laser diffraction – Inhalable dust in a dental laboratory, Measurement, 2015, Vol. 66, pp. 109-117, ISSN 0263-2241 – **M21**
2. **Пић М.**, Budak I., Kosec B., Nagode A., Hodolić J.: The analysis of particles emission during the process of grinding of steel EN 90MnCrV8, Metallurgy, 2014, Vol. 53, No 2, pp. 189-192, ISSN 0543-5846 – **M22**
3. **Пић Мићуновић М.**, Budak I., Kosec B., Agarski B., Vukelić Đ., Hodolić J.: Particles characterization with static image analysis method, 5. International Symposium on Environmental and Material Flow Management - EMFM, Zenica: Faculty of Mechanical Engineering in Zenica, University of Zenica, 5-7 Novembar, 2015, pp. 110-115, ISBN 978-9958-617-46-1 – **M33**
4. **Пић М.**, Budak I., Hodolić J., Vukelić Đ., Puškar T.: Indoor air pollution: particulate emission and health effects on dental technicians, 20. Conference Engineering of Environment Protection - TOP2014, Bratislava: Faculty of Mechanical Engineering, 10-12 Jun, 2014, pp. 179-184, ISBN 978-80-227-4174-3 – **M33**
5. Puškar T., **Пић М.**, Vukelić Đ., Budak I., Trifković B., Hodolić J.: Environmental and occupational health risks in dental laboratories, 5. International Quality Conference, Kragujevac: Faculty of Mechanical Engineering, 20 Maj, 2011, pp. 595-602, ISBN 978-86-86663-68-9 – **M33**

6. **Plić M.**, Agarski B., Budak I.: Gravimetric Analysis of Inhalable Dust Fractions in Dental Laboratories, 1. International Scientific Conference "Metrology and Quality in Production Engineering and Environmental Protection" - ETIKUM, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 12-13 Jun, 2013, pp. 147-150, ISBN 978-86-7892-512-2 4 – **M63**
7. **Plić M.**, Budak I., Borzan M., Vukelić Đ., Medić V.: Emisija suspendovanih čvrstih čestica u radnoj sredini zubnih tehničara – zdravlje i bezbednost na radu, 8. International Scientific Conference "Metrology and Quality in Production Engineering and Environmental Protection" - ETIKUM, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 19-20 Jun, 2014, pp. 183-186, ISBN 978-86-7892-616-7 5 – **M63**
8. **Plić Mićunović M.**, Budak I., Kosec B., Vukelić Đ., Nagode A.: Ispitivanje čestica metodom analize slike prema ISO 13322, 9. International Scientific Conference "Metrology and Quality in Production Engineering and Environmental Protection" - ETIKUM, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 19-20 Jun, 2015, pp. 129- 132, ISBN 978-86-7892-712-6 – **M63**
9. **Plić Mićunović M.**, Agarski B., Kosec B., Nagode A., Mirosavljević Z.: Personalna izloženost pešaka zagađivačima vazduha na prometnoj saobraćajnici Grada Novog Sada, 11. International Scientific Conference ETIKUM, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 6-8 Decembar, 2017, pp. 209-212, ISBN 978-86- 6022-00-68 – **M63**
10. **Plić Mićunović M.**, Puškar T., Marković D., Hodolić J., Budak I.: Analiza zagađenosti laboratorija za stomatološku protetiku inhalativnih frakcijama prašine, 2. Simpozijum stomatologa i saradnika sa međunarodnim učešćem, Novi Sad, 27-28 Maj, 2011, pp. 41-41, ISBN 978-86-7473-577-0 – **M64**

VII ZAKLJUČCI ODNOSNO REZULTATI ISTRAŽIVAŃA

Rezultati istraživanja predstavljени су кроз проверу постављене три хипотезе. Полазећи од прве хипотезе, геометрија честица праšине би имала утицај на тачност резултата добијених примењеним методама. Следећа хипотеза претпоставља да је одређивање геометријских карактеристика, као и избор кључних геометријских параметара који описују честице праšине фундаменталан за карактеризацију узорка у радној средини. Према трећој хипотези развијени модел за евалуацију резултата мерења би елиминисао недостатке две испитиване методе и значајно допринео унапређењу квалитета добијених резултата. На основу литературних сазнања и експерименталних резултата, може се потврдити идеја полазне претпоставке. Карактеризација геометрије честица, а затим и селекција и редукција геометријске параметара који описују узорак су интегрисане у развој модела за евалуацију резултата мерења карактеристика праšкастих материја. Испитујући две различите методе у случају праšкастих материја чије су карактеристике различите са аспекта критичних профила (хомогеност, величина, морфологија) честица, и избором кључних параметара који описују сложену геометрију честице чиме се решава проблем великог броја квантитативних података верификује се друга хипотеза као и функционалност модела, што је потврђено кроз две студије случаја.

На основу остварених резултата истраживања, могуће је извести закључак да је испуњен постављени циљ докторске дисертације – да развој функционалног модела за евалуацију резултата мерења код узорковања праšине унапређује квалитет добијених резултата.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Резултати истраживања, остварени у оквиру ове докторске дисертације, приказани су и тумачени на јасан и систематичан начин, у складу са карактером проблема истраживања и опште прихваћеном праксом у области истраживане проблематике, што је и потврђено цитатима из кредибилних и актуелних литературних извора. Резултати истраживања потврђују постављене хипотезе, што је, кроз дискусију резултата образложено.

Рад је проверен у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate, у Библиотеци ФТН-а.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе карактеристичне за докторску дисертације у области техничко технолошких наука. Дефинисан је проблем истраживања и постављене су хипотезе истраживања, које су проверене и потврђене на одговарајућ и систематичан начин, у складу са методом научног рада. Добијени резултати су адекватно представљени и детаљно дискутовани, а на крају су изведени одговарајући закључци. Кредибилна и актуелна литература је на одговарајући начин наведена и цитирана у тексту дисертације.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Спроведено истраживање, у општем смислу, представља допринос у испитивању микронских и субмикронских честица, инхалативне фракције прашкастих материја, где састав, величина и облик честице, као и комбинација ових параметара утиче на тежину биолошке реакције организма и пружа могућност реалније процене степена загађености животне/радне средине и степена ризика по здравље експонираних особа. Модел за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја пружа свеобухватније информације, које могу бити корисне и у практичном смислу, при пројектовању и руковању уређајима, што може допринети унапређењу решавања проблема загађености прашкастим материјама и смањењу развоја професионалних обољења.

У посебном смислу, резултати истраживања представљају допринос анализе примењених метода (ЈД и ИА базирани на СЕМ) на узорцима инхалативних фракција прашкастих материја. Допринос је остварен кроз испитивање степена подударања добијених резултата различитим методама и исцрпну анализу честица прашкастих материјала, што даје увид у предности и недостатке примењених метода, као и њихову компатибилност у примени на конкретним узоркованим материјалима.

Да би се утврдио утицај геометријских карактеристика на добијене резултате испитан је велики број параметара који описују честицу применом ИА методе. Сложена геометрија је испитана анализом 14 параметара, 6 који дефинишу величину и 8 параметара који описују морфолошке карактеристике честица, употребом два софтвера за анализу слике. Испитивање параметара у овако великом броју такође представља један од специфичних доприноса овог истраживања.

Допринос у циљу превазилажења субјективних прилаза, високо зависних од искуства и стручности у области испитивања морфологије честица, огледа се у примена корелационе анализе, РСА и СА алгоритама у циљу селекције репрезентативних параметара на основу којих се може довољно добро дефинисати и окарактерисати узорак, на квантитативан и објективан начин.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација нема недостатака који би битније утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

На основу свеобухватног увида и прегледа докторске дисертације „Модел за евалуацију резултата мерења карактеристика прашкастих материја заснован на електронској микроскопији” кандидата Милане Илић Мићуновић комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука и Сенату Универзитета у Новом Саду да се докторска дисертација прихвати а кандидату одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Др Миодраг Хаџистевић, редовни професор, УНО:
Метрологија, квалитет, еколошко- инжењерски
аспекти, алати и прибори, Факултет техничких наука,
Нови Сад, Председник

Др Драгана Штрбац, ванредни професор, УНО:
Инжењерство заштите животне средине, Факултет
техничких наука, Нови Сад, Члан

Др Борут Косец, редовни професор, УНО: Процесне
технике материјала, Природно технички факултет,
Љубљана, Члан

Др Богдана Вујић, ванредни професор, УНО:
Инжењерство заштите животне средине, Технички
факултет „Михајло Пупин”, Зрењанин, Члан

Др Милица Вучинић-Васић, редовни професор, УНО:
Теоријска и примењена физика, Факултет техничких
наука, Нови Сад, Ментор

Др Игор Будак, ванредни професор, УНО:
Метрологија, квалитет, прибори, и еколошко
инжењерски аспекти, Факултет техничких наука у
Новом Саду, Ментор