

## ТЕХНОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ, НОВИ САД

## 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</p> <p>13.09.2019. Наставно-научно веће Технолошког факултета у Новом Саду</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. <b>Др Биљана Шкрбић</b>, редовни професор, Хемијско инжењерство, 1996., изабрана на Технолошком факултету, Универзитета у Новом Саду. Запослена на Технолошком факултету у Новом Саду.</p> <p>2. <b>Др Сања Подунавац Кузмановић</b>, редовни професор, 2009., Примењене и инжењерске хемије, изабрана на Технолошком факултету, Универзитета у Новом Саду. Запослена на Технолошком факултету у Новом Саду.</p> <p>3. <b>Др Горан Вујић</b>, редовни професор, Инжењерство заштите животне средине, 2017., изабран на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду. Запослен на Факултету техничких наука у Новом Саду.</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p><b>Весна, Боро, Маринковић</b></p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p><b>23.01.1985., Бања Лука, Босна и Херцеговина</b></p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p><b>Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, дипломирани хемичар-биохемија</b></p> <p><b>Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, мастер биохемичар</b></p>

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија

**2012. године, Нафтно-петрохемијско инжењерство**

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:**

Карактеризација органохлорних једињења у земљишту и уличној прашини на подручју града Новог Сада – профил и процена ризика по здравље

**IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Докторска дисертација је написана јасно и прегледно и садржи следећа поглавља:

1. Увод (стр. 1-5)
2. Теоријски део (стр. 6-36)
3. Експериментални део (стр. 37-58)
4. Резултати и дискусија (стр. 59-117)
5. Закључци (стр. 118-120)
6. Литература (стр. 121-132)
7. Прилог (стр. 132-172)

Докторска дисертација је написана на страници А4 формата, у 7 поглавља са 25 слика и 29 табела. Цитирано је 108 литературних навода. Поред тога, у дисертацији је дата Кључна документација са изводима на српском и енглеском језику.

**V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У оквиру поглавља **УВОД** истакнут је значај праћења органохлорних једињења као што су полихлоровани бифенили (PCB) и органохлорни пестициди (ОCP) у животној средини ради процене степена загађености. PCB и ОCP су привукли значајан научни и политички интерес због распрострањености и постојаности у различитим матриксама животне средине, па тиме и потенцијалног нежељеног и штетног утицаја по здравље људи. Из тог разлога процена стања загађености земљишта и уличне прашине у односу на изабрану класу једињења на територији града Новог Сада била је усмерена на локације окупљања најмлађих (школска дворишта, паркови) и посебно осетљивих група становништва (прилази болници), ради одређивања релевантног степена ризика по здравље. Такође, узорци су покупљени у току зимске и летње сезоне, у циљу свеобухватног увида у тренутно и сезонско стање животне средине.

Тежиште разматрања у уводном делу стављено је на развој нових убрзаних, аутоматизованих метода припреме узорака, ради праћења присуства већег броја једињења које припадају одређеним групама једињења у различитим врстама узорака, ради процене степена загађености. Такође, истакнут је значај прашине са аспекта процене ризика удисањем, контактом са кожом или случајним уносом кроз уста која све више привлачи пажњу због могућег утицаја на људско здравље. Прашина са површина улица се сматра значајним извором загађујућих једињења присутних у честичној материји у урбаним срединама, важним за праћење квалитета и стања загађености ваздуха.

Додатно, истакнут је значај како примене мултиваријационих метода тако и примене географског информационог система (GIS) у циљу илустративног приказа просторне визуелне расподеле загађујућих једињења у животној средини.

У оквиру уводног поглавља представљен је и **ЦИЉ РАДА**, који је у потпуности у складу са циљем дефинисаним у пријави докторске тезе.

У **ТЕОРИЈСКОМ ДЕЛУ**, дат је јасан и сажет преглед испитиваних органохлорних једињења, њихових особина и понашања у узорцима животне средине, као и ризика по здравље људи услед присуства ових једињења у животној средини. Споменути су могући извори њихове емисије у животну средину. Разматрана органохлорна једињења су шест индикаторских полихлорованих бифенила и 18 органохлорних пестицида. У оквиру истог поглавља дат је преглед објављених радова са методама припреме узорака и идентификације како PCB-а тако и ОCP-а у узорцима земљишта. Додатно, дате су теоријске основе најчешће примењиваних мултиваријационих техника

у области стања животне средине као што су анализа главних компоненти и анализа груписања. Описане су такође основе примењеног географског информационог система.

**У ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ДЕЛУ** описано је узимање узорака, метода припреме и анализе коришћене за добијање резултата о присуству шест индикаторских полихлорованих бифенила и 18 органохлорних пестицида у земљишту и уличној прашини. У овом делу дисертације такође је описан начин провере квалитета и поузданости примењене методе за идентификацију и квантификацију анализираних једињења у испитиваним матриксама као и методе анализе за обраду резултата као што су мултиваријационе методе анализе (анализа главних компоненти и анализа груписања) и просторна анализа употребом ARC GIS софтвера. Додатно, приказана је и методологија процене ризика по здравље људи.

У оквиру поглавља **РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** дат је детаљан опис резултата добијених применом развијене методе убрзане екстракције под повишеним притиском и на повишеној температури за једноступену екстракцију и пречишћавање екстракта ради гаснохроматографске анализе присуства РСВ-а и ОСР-а у узорцима земљишта и уличне прашине. Приказани су резултати унутрашње „in house“ провере квалитета методе за истовремено одређивање шест индикаторских РСВ-а и 18 ОСР-а у екстрактима узорака земљишта и уличне прашине. Развијена метода је примењена за испитивање органохлорних једињења у узорцима земљишта и први пут у узорцима прашине покупљене у урбаном делу у Новом Саду. Поглавља у овом делу су у складу са поглављима ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ ДЕЛА дисертације.

Метода за анализу шест индикаторских РСВ-а и 18 ОСР-а у узорцима земљишта и уличне прашине је проверена кроз унутрашњу „in-house“ процедуру контроле квалитета и поузданост. Вредности LOD за појединачне РСВ-е и ОСР-е добијене применом GC- $\mu$ ECD су у опсегу од 0,003 до 0,008 ng/g и од 0,003 до 0,011 ng/g, редом, док LOQ вредности су од 0,009 до 0,028 ng/g за РСВ-е и од 0,010 до 0,037 ng/g за ОСР-е. Просечне „recovery“ вредности РСВ-а и ОСР-а у обогаћеним узорцима земљишта који су анализирани са GC- $\mu$ ECD кретале су се од 92,3% (PCB 28) до 96,4% (PCB 180) и од 79,1% (ендосулфан I) до 96,2% ( $\beta$ -HCH). У обогаћеним узорцима прашине просечне „recovery“ вредности за РСВ-е и ОСР-е одређене применом GC- $\mu$ ECD кретале су се од 93,9% (PCB 28) до 98% (PCB 180) и од 80,7% (ендосулфан I) до 97,8% ( $\beta$ -HCH).

LOD вредности за појединачне РСВ-е одређене применом GC-MS кретале су се у опсегу од 0,004 до 0,008 ng/g и од 0,002 до 0,018 ng/g за ОСР, док су LOQ вредности биле од 0,012 до 0,025 ng/g за РСВ и од 0,005 до 0,438 ng/g за ОСР. Просечне „recovery“ вредности РСВ-а и ОСР-а добијене анализом обогаћених узорака са GC-MS кретале су се од 89,8% (PCB 28) до 95,8% (PCB 138) и од 77,9% (ендосулфан I) до 104,2% (метоксихлор).

У обогаћеним узорцима прашине просечне вредности „recovery“ за РСВ-е и ОСР-е одређене са GC-MS су се кретале од 90,6% (PCB 28) до 96,6% (PCB 153) и од 78,7% (ендосулфан I) до 105% (метоксихлор). Релативне стандардне девијације (RSD, %) за испитивана једињења у узорцима земљишта и уличне прашине су увек биле ниже од 20%.

Одабране локације са којих су сакупљени узорци земљишта и прашине за испитивање су подељене према намени у четири групе: школска дворишта, индустријска, стамбена и рекреативна зона.

Просторна и сезонска расподела, укупних концентрација РСВ-а (сума свих детектованих РСВ конгенера) се кретала од <LOD до 18,9 ng/g (средња вредност = 2,84 ng/g, медијана = 1,21 ng/g) у "зимским" узорцима, и од <LOD до 24,6 ng/g (средња вредност = 3,27 ng/g, медијана = 1,60 ng/g) у "летњим" узорцима. Резултат упареног t-теста је показао да не постоји статистички значајна разлика у укупним концентрацијама РСВ-а између летње и зимске сезоне. У анализираним узорцима земљишта профил конгенера је варирао у зависности од места узорковања и најзаступљенији конгенери су били PCB 138, 153 и 180, праћени са PCB 101. Конгенери 28 и 52 нису одређени на испитиваним локацијама што се може објаснити њиховом испарљивошћу јер су конгенери 28 и 52 најиспарљивији тј. имају виши напон паре у односу на остале индикаторске РСВ-е, лако се транспортују кроз атмосферу и таложе на велике удаљености од извора емисије. Такође, они су најподложнији разградњи у земљишту јер садрже мањи број атома хлора.

Просторна и сезонска расподела, укупних концентрација РСВ у уличној прашини се кретала од <LOD до 12,1 ng/g (средња вредност = 0,58 ng/g) у летњој и од <LOD до 3,82 ng/g (средња вредност = 0,45 ng/g) у зимској сезони. Резултат упареног t-теста је показао да не постоји статистички значајна разлика у укупним концентрацијама РСВ-а између "летње" и "зимске" сезоне.

Од 18 анализираних органохлорних једињења ОСП-а, само је одређен DDT (p,p'-DDE, p,p'-DDD, p,p'-DDT). Укупна концентрација DDT-а у земљишту се кретала од <LOD до 86,3 ng/g (средња вредности = 7,6 ng/g и медијана = 1,9 ng/g) у "летњим" узорцима и <LOD до 183 ng/g (средња вредности = 15,6 ng/g и медијана = 3,15 ng/g) у "зимским" узорцима. За разлику од садржаја РСВ-а одређених у узорцима земљишта, средња вредност за DDT је двоструко већа током зимске него летње сезоне. Међутим, резултат упареног t-теста је показао да не постоји статистички значајна разлика у укупним концентрацијама DDT-а између анализираних сезона.

У узорцима уличне прашине, као и у узорцима земљишта DDT-и су једини одређени ОСП-и. Укупна концентрација DDT у летњем периоду кретала се од <LOD до 34,7 ng/g (средња вредност= 6,2 ng/g и медијана = 1,4 ng/g), и од <LOD до 50,5 ng/g у зимском периоду (средња вредност= 7,1 ng/g и медијана = 2,0 ng/g). Резултат упареног t-теста је показао да не постоји статистички значајна разлика у укупним концентрацијама DDT-а у узорцима прашине између сезона.

Концентрациони однос p,p'-DDT/p,p'-(DDE+DDD) за све испитиване узорке земљишта/прашине био мањи од 1, и указао је на старо оптерећење прашине са p,p'-DDT тј. његову акумулацију услед микробиолошке деградације p,p'-DDT.

Коефицијенти корелације између концентрације DDT-а одређених у узорцима земљишта и уличне прашине за различите функционалне зоне су указали међузависност између укупних концентрација DDT-а у узорцима земљишта и уличне прашине само за рекреативну зону ( $p < 0,05$ ) тј. добијени резултати су указали да је укупна концентрација DDT-а у узорцима земљишта и уличне прашине значајно повезана у рекреативној зони ( $p < 0,05$ ).

Добијени резултати представљају прве податке који се односе на матрикс „прашина“ као индикатора могућег загађења животне средине органохлорним једињењима у различитим областима Новог Сада, Републике Србије и Западног Балкана. У Републици Србији постоје подаци о присуству РСВ-а и ОСП-а у узорцима из животне средине, међутим, не постоје студије које дају приказ присуства загађујућих једињења истовремено у оба матрикса, земљишту и уличној прашини, њиховој корелацији, просторној и временској расподели и ризику по здравље.

Одабране локације за испитивање су подељене према намени у четири групе: школска дворишта, индустријска, стамбена и рекреативна зона. Средње вредности укупних РСВ-а биле су 1,10 ng/g, 4,53 ng/g, 2,52 ng/g и 5,74 ng/g у свим испитиваним узорцима ("летњи" и "зимски") покупљеним из школских двориштима, индустријске, рекреативне и стамбене зоне, редом. На основу израчунатих RSD вредности највећа промењивост укупних РСВ-а за све испитиване узорке одређена је за рекреативну зону (156%RSD), индустријску зону (130 RSD%), док је за школска дворишта и стамбену зону износила око 120% RSD. Средња вредност укупних РСВ-а у школским двориштима, индустријској, стамбеној и рекреативној зони је била 0,74 ng/g (6,05 ng/g), 3,01 ng/g (3,13 ng/g), 2,15 ng/g (2,44 ng/g) и 9,05 ng/g (1,47 ng/g) у "летњим" и "зимским" узорцима земљишта, редом. Иако се средње вредности концентрација РСВ-а разликују унутар испитиваних зона у зависности од сезоне резултат ANOVA указује да не постоје значајне разлике ( $p < 0,05$ ) између четири функционалне зоне узимајући у обзир сезонско узорковање.

Средње вредности укупних РСВ-а биле су 0,55 ng/g, 0,43 ng/g, 2 ng/g, 0,55 ng/g у узорцима прашине из школских дворишта, стамбене, индустријске и рекреативне зоне, редом. Резултати ANOVA указали су да постоје значајне разлике ( $p < 0,05$ ) у нивоима РСВ загађења између четири функционалне зоне. Средње вредности укупних РСВ-а у школским двориштима, стамбеној, индустријској и рекреативној зони биле су 1,04 ng/g (0,06 ng/g), 0,32 ng/g (0,55 ng/g), 0,57 ng/g (3,43 ng/g), 0,09 ng/g (0,01 ng/g) у зимским (летњим) узорцима уличне прашине, редом. Резултати ANOVA су показали да нема значајних разлика ( $p < 0,05$ ) у концентрацијама РСВ-а у узорцима прашине између сезона.

Средња вредност укупних DDT у свим испитиваним узорцима земљишта у индустријској зони је износила 7,2 ng/g, у рекреативној зона 10,6 ng/g, у стамбеној зони 16,9 ng/g, док је у школским двориштима била 11,4 ng/g. Највећа варијабилност DDT (309%RSD) је израчуната за узорке узете у стамбеној зони, а најмања за узорке покупљене из школских дворишта (106%RSD). Према ANOVA резултатима не постоје значајне разлику између средњих концентрација DDT-а у узорцима земљишта између функционалних група нити између сезона.

Средње вредности измерених концентрација DDT-а за узорке прашине покупљене у школским двориштима, рекреативној и стамбеној зони биле су сличне, око 7 ng/g, док средња вредности измерених концентрација DDT-а у индустријској зони је значајно нижа - око 9 пута нижа (0,80

ng/g). Najveća varijabilnost DDT (182%RSD) je izračunata za rekreativnu zonu, dok je varijabilnost u školским двориштима, индустријској и стамбеној зони износила око 140% RSD. Према ANOVA резултатима не постоје значајне разлике између средњих вредности измерених концентрација DDT-а између функционалних зона нити између сезона.

Додатно, подједнак број узорака који су узети поред и даље пута са одређеном концентрацијом DDT-а током зимске сезоне, може бити последица повећане концентрације честица у ваздуху у односу на летњи период, с обзиром да током зимског периода честице у ваздуху потичу и од грејања за разлику од летњег периода где су главни извори честица у ваздуху процеси сагоревања горива у моторима са унутрашњим сагоревањем тј. честице присутне у издувним гасовима возила.

Зависност између анализираних физичко-хемијских особина земљишта/прашине (садржај органске материје и рН) и измерених концентрација РСВ-а (101, 138, 153 и 180) и DDT-а (p,p`-DDE, p,p`-DDD и p,p`-DDT) одређена је применом анализе главних компоненти и анализом груписања. Резултати РСА анализе су показали да не постоји веза између РСВ-а и карактеристика земљишта, што се може довести у везу са мешањем РСВ-а у урбаним срединама, где не постоји један извор већ неколико извора у близини мерних места из којих се емитују РСВ-и у земљиште. Такође, указано је да је заједничко порекло РСВ 101 и p,p`-DDT у испитиваним узорцима земљишта – атмосферска депозиција.

Резултати РСА анализе су показали да не постоји веза између физичко-хемијских особина узорака прашине и концентрација анализираних РСВ-а и DDT-а.

Резултати анализе груписања се делимично слажу са резултатима груписања променљивих добијених анализом главних компоненти.

Резултати степена ризика по здравље људи укључујући: канцерогени ризик узрокован гутањем честица земљишта/прашине, канцерогени ризик узрокован директним контактом коже са честица земљишта/прашине, канцерогени ризик узрокован удисањем честица земљишта/прашине, укупни животни канцерогени ризик као и неканцерогени ризик изражен преко коефицијента опасности су указали да целоживотно излагање популације Новог Сада органохлорним једињењима који су одређени у испитиваним узорцима не представљају ризик по здравље становништва.

**ЗАКЉУЧЦИ** су правилно, јасно и сажето изведени на основу добијених резултата истраживања и њихове дискусије, те се могу сматрати поузданим, дајући допринос дисертације изучавању присуства органохлорних једињења у узорцима животне седине применом мултиваријационих метода анализе и просторне анализе.

**ЛИТЕРАТУРА** садржи списак референци, релевантних и актуелних за област истраживања у оквиру дисертације.

У **ПРИЛОГУ** су дати радови са SCI листе, који представљају основу ове дисертације.

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

### **M21- Рад у врхунском међународном часопису**

1. B. D. Škrbić, V. Marinković, I. Antić, A. Petrović Gegić, Seasonal variation and health risk assessment of organochlorine compounds in urban soils of Novi Sad, Serbia, Chemosphere, 181, 101-110, 2017. (IF=5,108)
2. B. Škrbić, V. Marinković, Occurrence, seasonal variety of organochlorine compounds in street dust of Novi Sad, Serbia, and its implication for risk assessment, Science of the total environment, 662, 895-902, 2019. (IF=5,589)

### **M34 – Радови саопштени на скупу међународног значаја, штампани у изводу**

1. B. Škrbić, V. Marinković, I. Antić, G. Jovanović, A. Petrović Gegić, Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in street dust of Novi Sad, Serbia: Environmental and public risk assessment, Book of Abstracts of 19th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region, p. 189, Rome, Italy, October 4-6, 2017.
2. B. Škrbić, V. Marinković, A. Petrović Gegić, Health risk assessment of organochlorine compounds in street dust of Novi Sad, Serbia, Book of Abstracts of 19th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT)

Euroregional Conference on Environment and Health, p.52, Szeged, Serbia, 9-10 June 2017.

3. B. Škrbić, V. Marinković, I. Antić, J. Johansen, Concentration, distribution, source and risk assessment of polychlorinated biphenyls in urban soils of Novi Sad, Serbia, Book of Abstracts of 9<sup>th</sup> International PCB Workshop, p.152, Kobe, Japan, 9-13 October 2016.
4. B. Škrbić, V. Marinković, I. Antić, A. Petrović Gegić, Organochlorine compounds in surface soil samples from Novi Sad: Spatial and seasonal variation, Book of Abstracts of 18th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health, p.33, Novi Sad, Serbia, 2-4 June 2016.
5. B. Škrbić, V. Marinković, I. Antić, Distribution of the organochlorine compounds in dust from the Novi Sad, Serbia, Book of Abstracts of 18th Danube-Kris-Mures-Tisa (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health, p.37, Novi Sad, Serbia, 2-4 June 2016.
6. B. Škrbić, N. Đurišić-Mladenović, I. Antić, V. Marinković, A. Petrović-Gegić, Simultaneous preparation of the soil samples for the PAH and OCC analyses, Book of Abstracts of Workshop on approaches for risk assessment of emerging contaminants with round table „How to use EU funds“, p.34, Novi Sad, Serbia, 16-17 November, 2015.
7. B. Škrbić, Đ. Tadić, J. Cvejanov, V. Marinković, A. Petrović-Gegić, Risk assessment based on the analysis of SVOCs in soil and street dust samples from Novi Sad, Book of Abstracts of Workshop on approaches for risk assessment of emerging contaminants with round table „How to use EU funds“, p.35, Novi Sad, Serbia, 16-17 November, 2015.
8. B. Škrbić, V. Marinković, N. Đurišić-Mladenović, I. Antić, Đ. Tadić, N. Mrmoš, Development of a simultaneous pressurized-liquid extraction with in-cell clean-up procedure for the determination of PAHs and PCBs in soil samples, Book of Abstracts of Workshop on New Emergency Approach to the Identification of Targeted Compounds in Environmental Issues, p.24-25, Novi Sad, Serbia, 8 June 2015.

#### **M63 - Радови саопштени на скупу националног значаја, штампани у целини**

1. B. Škrbić, A. Petrović-Gegić, V. Marinković, N. Đurišić-Mladenović, I. Antić, Prisustvo policikličnih aromatičnih ugljovodonika i polihlorovanih bifenila u zemljištu i uličnoj prašini Novog Sada, Zbornik radova 10. Međunarodnog savetovanja Rizik i bezbedonosni inženjering, st. 533-542, Kopaonik, Srbija, 26-30. januar 2015.

### **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У оквиру дисертације, на основу постављених циљева дошло се до следећих закључака:

- Метода припреме и анализе шест полихлорованих бифенила и 18 органохлорних пестицида у узорцима земљишта и уличне прашине, успешно је развијена и проверена кроз унутрашњу (“in-house”) контролу квалитета. Развијена метода је примењена на реалне узорке земљишта и уличне прашине прикупљених са територије града Новог Сада. Развојем нове методе за једноступену екстракцију и пречишћавање екстракта а у циљу идентификације полихлорованих бифенила и органохлорних пестицида у узорцима земљишта и уличне прашине значајно је смањено време добијања поузданих резултата анализе великог броја узорака поштујући принципе "зелене" хемије, кроз смањену потрошњу коришћених растварача, а самим тим и заштиту животне и радне средине.
- Развијена метода је примењена за спровођење мониторинга животне средине са нагласком на локације окупљања најмлађих (школе, паркови) и посебно осетљивих група становништва (прилази болници), на основу чега је добијен први прелиминарни увид у стање квалитета земљишта и уличне прашине на територији

града Новог Сада. Добијени резултати представљају прве податке који се односе на матрикс „прашина“ као индикатора могућег загађења животне средине органохлорним једињењима у различитим областима Новог Сада, Републике Србије и Западног Балкана. Добијени резултати у оквиру докторске дисертације представљају прве податке о присуству органохлорних једињења истовремено у оба матрикса, земљишту и уличној прашини, њиховој корелацији, просторној и временској расподели и процени ризика по здравље популације.

- Повезаност између концентрација PCB-а, DDT-а и физичко-хемијских особина земљишта/прашине (садржај органске материје, рН, садржај глине, песка и праха) је израчуната помоћу Пирсоновог коефицијента корелације. Добијени резултати су указали на значајну корелацију између испитиваних једињења са рН земљишта/прашине и садржајем органске материје, док повезаност између садржаја песка, праха и глине са концентрацијама PCB-а/DDT-а у испитиваним узорцима није уочена.
- Применом мултиваријационих метода анализе (анализа главних компоненти и анализа груписања), је испитана повезаност садржаја анализираних једињења са физичко-хемијским особинама земљишта и уличне прашине, што је допринело разумевању порекла ових једињења у испитиваним матриксима. Применом географског информационог система „ARCGIS“ су представљени резултати о просторној и сезонској расподели испитиваних једињења у циљу илустративног приказа. Позитивна корелација између p,p'-DDE, p,p'-DDD са ОМ указује да органска материја игра важну улогу у расподели и сорпцији ових једињења у земљишту. Додатно, показано је да не постоји веза између PCB-а и карактеристика земљишта. Могући разлог је мешање PCB-а у урбаним срединама, где не постоји један извор већ неколико дифузионих извора. Негативна корелација је добијена између PCB 153, 180, p,p'-DDT и рН. Анализа груписања је показала сличне резултате добијене анализом главних компоненти тј. да не постоји узајамна веза између DDT и карактеристика уличне прашине, док постојање корелације је уочено између PCB 101, PCB 153 са рН и органске материје са PCB 138.
- По први пут процењени су канцерогени ризик узрокован гутањем честица земљишта-прашине ( $TR_{ing}$ ), канцерогени ризик узрокован директним контактом коже са честица земљишта/прашине ( $TR_{dc}$ ) и канцерогени ризик узрокован удисањем честица земљишта/прашине ( $TR_{inh}$ ) као и укупни животни канцерогени ризик (TLRC) за одрасле и децу у односу на PCB-е и DDT-а, као и неканцерогени ризик изражен преко коефицијента опасности ( $TnHQ$ ) за децу. Ово су први резултати добијени за изложеност популације града Новог Сада, Републике Србије и шире западног Балкана органохлорним једињењима присутним у узорцима прашине и земљишта који су указали да урбана средина нема негативни утицај на становнике Новог Сада и поред што је утврђено да су укупно одређени садржај DDT-а за више од 30% испитаних узорака како земљишта тако и прашине у обе сезоне: летњој и зимској били већи од граничне вредности. Ово надаље упућује да је неопходно размотрити законом прописане граничне вредности за садржај DDT-а у земљишту и/или испитати фазе поступка процене укупног животног канцерогеног ризика, предложеног од стране Агенције за заштиту животне средине (EPA).

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Докторска дисертација кандидата Весне Маринковић под насловом “Карактеризација органохлорних једињења у земљишту и уличној прашини на подручју града Новог Сада – профил и процена ризика по здравље“ је успешно и у целости реализована, и заснива се на лабораторијским истраживањима и првим резултатима о присуству органохлорних једињења истовремено у земљишту и уличној прашини добијеним у Србији, а и шире у региону Западног Балкана, статистичкој обради података као и просторној анализи података. Треба истаћи да су ово први подаци, који се односе на матрикс “прашина” као индикатор могућег загађења животне средине органохлорним једињењима у различитим деловима града Новог Сада, Републике Србије и западног Балкана, који су указали на могуће узорке присуства органохлорних једињења, са посебном пажњом усмереном на саобраћај, тј. процесе сагоревања. Исто тако, ово су први подаци на међународном нивоу где је матрикс прашине коришћен за процену ризика на основу одређених концентрација органохлорних једињења у анализираним узорцима.

#### **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

Докторска дисертација под насловом “Карактеризација органохлорних једињења у земљишту и уличној прашини на подручју града Новог Сада – профил и процена ризика по здравље“ кандидата Весне Маринковић, мастер биохемичар, у потпуности је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све елементе битне за овакав облик научно истраживачког рада.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

У оквиру докторске дисертације Весне Маринковић, мастер биохемичара, представљени су резултати истраживања признати на међународном нивоу у виду радова објављених у часописима са SCI листе, у којима је истакнут значај развијене и валидоване методе за истовремену (једноступену) екстракцију и припрему (пречишћавање) екстраката узорака земљишта и уличне прашине ради гасно хроматографске анализе (GC- $\mu$ ECD и GC-MS) полихлорованих бифенила и органохлорних пестицида у добијеним екстрактима помоћу убрзане екстракције под високим притиском и температуром (енгл. Accelerated solvent extraction, ASE). Развијена метода омогућава добијање већег броја поузданих резултата у кратком временском периоду за једињења од интереса и базира се на принципу тзв. “зелене” хемије тј. уштеди коришћених растварача за екстракцију. Резултати добијени применом развијене методе по први пут коришћени за свеобухватни увид у сезонску расподелу и дистрибуцију органохлорних једињења у испитиваним матриксима на подручју града Новог Сада, при чему је посебна пажња била усмерена на локације окупљања најмлађих (школе, паркови) и посебно осетљивих група становништва (прилази болници).

Применом географског информационог система „ARCGIS“ а у циљу илустративног приказа по први пут су представљени резултати просторне и сезонске расподеле испитиваних једињења на подручју града Новог Сада.

Применом мултиваријационих метода анализе (анализа главних компоненти и анализа груписања), испитана је повезаност садржаја органохлорних једињења и физичко-хемијских особинама земљишта и уличне прашине, што је допринело разумевању порекла ових једињења у испитиваним матриксима.

Добијени резултати послужили су као основа за процену ризика по здравље људи и деце на основу методологије за канцерогени односно неканцерогени ефекат изложености и указали су на потребу избегавања или коришћења одређених локација за друштвене активности.

Дакле, докторска дисертација представља оригинални допринос науци, јер представља прве податке, који се односе на матрикс „прашина“ као индикатора могућег загађења животне средине



органохлорним једињењима у различитим функционалним деловима градске средине Новог Сада, Републике Србија и Западног Балкана, који су указали на могуће узроке присуства органохлорних једињења, са посебном пажњом усмереном на саобраћај, тј. процесе сагоревања. Такође, ово су први подаци о могућим путевима изложености становништва органохлорним загађујућим једињењима присутним у одређеним концентрацијама у испитиваним узорцима земљишта и прашине на простору Србије и у региону западног Балкана.

Постигнути резултати научно су верификовани кроз објављивање два рада у водећим међународним часописима са SCI листе.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација нема недостатака.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана

На основу свега изложеног, ценећи рад уложен у експериментална истраживања, обимни преглед релевантне литературе, примену мултиваријационе и просторне анализе, процене ризика по здравље становништва у односу на органохлорна загађујућа једињења присутна у узорцима земљишта/прашине на простору Србије, као и да је по први пут на међународном нивоу матрикс прашина коришћен за процену ризика по здравље популације, Комисија даје позитивну оцену докторске дисертације Весне Маринковић под насловом “ Карактеризација органохлорних једињења у земљишту и уличној прашини на подручју града Новог Сада – профил и процена ризика по здравље“. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Технолошког факултета да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

КОМИСИЈА

---

Др Биљана Шкрбић, редовни професор,  
Технолошки факултет, Нови Сад, ментор

---

Др Сања Подунавац Кузмановић, редовни професор,  
Технолошки факултет, Нови Сад, председник

---

Др Горан Вујић, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан