

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
Шумарског факултета
Универзитета у Београду

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО: 01-03-2018			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	730/1		

Предмет: Извештај комисије о оцени израђене докторске дисертације дипл.инж. Горана Тривана

На основу Члана 154. Статута Универзитета у Београду Шумарског факултета, поднетог рукописа израђене докторске дисертације, дипл. инж. Горана Тривана, под насловом *Заштита од ерозије и бујичних поплава као елемент система заштите животне средине на територији Града Београда* и одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета Универзитета у Београду (број одлуке 01-2/91, од 20.07.2017. године) као чланови Комисије, Наставно-научном већу Шумарског факултета Универзитета у Београду подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

I - ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ:

1. Орган који је именовao (изабрао) комисију и датум:

Одлуком Наставно-научног већа Шумарског факултета у Београду, број одлуке 01-2/91, од 20.07.2017. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације кандидата дипл.инж. Горана Тривана.

2. Састав комисије:

1. др *Ратко Ристић*, редовни професор

Ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода

Датум избора у звање: 14.12.2011.

Универзитет у Београду Шумарски факултет

2. др *Борис Радић*, доцент

Ужа научна област: Пејзажна архитектура и хортикултура

Датум избора у звање: 28.01.2015.

Универзитет у Београду Шумарски факултет

3. др *Зоран Никић*, редовни професор

Ужа научна област: Водоснабдевање и менаџмент подземних водних ресурса

Датум избора у звање: 16.01.2013.

Универзитет у Београду Шумарски факултет

4. др *Миодраг Златић*, редовни професор

Ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода

Датум избора у звање: 08.11.2005.

Универзитет у Београду Шумарски факултет

5. др *Саша Милијић*, научни саветник

Ужа научна област: Просторно планирање

Датум избора у звање: 30.09.2015.

Институт за архитектуру и урбанизам Србије

II - ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља, презиме:

Горан, Ђорђа, Триван (у даљем тексту Кандидат)

2. Датум и место рођења, општина, држава:

20.08.1962., Кладово, Република Србија

III - НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Заштита од ерозије и бујичних поплава као елемент система заштите животне средине на територији Града Београда

IV - САДРЖАЈ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација под насловом: *Заштита од ерозије и бујичних поплава као елемент система заштите животне средине на територији Града Београда* обухвата 7 поглавља, са 212 страна текста. У оквиру текста приложено је 135 табела, 23 илустрације (слике) (графици, шеме) и 22 карте. Списак релевантне стране и домаће литературе везане за област истраживања обухвата 220 библиографских јединица. На почетку рада су дате кључне документационе информације, резиме на српском и енглеском језику, са кључним речима. Поглавља су структурирана тако да представљају посебне и логички повезане целине:

1. Увод: 1-10. стр.
2. Основне карактеристике истраживаног подручја: 11-42. стр.
3. Метод рада: 43-67. стр.
4. Резултати истраживања: 68-190. стр.
5. Дискусија: 191-203. стр.
6. Закључци: 204-206. стр.
7. Литература: 207-230. стр.

На крају текста дисертације дате су потребне изјаве кандидата о ауторству, истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Поглавље 1. Увод садржи уопштен осврт на предмет рада, значај истраживања, циљ истраживања, као и полазне хипотезе и очекиване резултате. У оквиру потпоглавља 1.1. Предмет рада обрађена је проблематика бујичних поплава, као једне од најчешћих природних катастрофа на глобалном, регионалном и локалном нивоу. Наглашено је да оне представљају сталну претњу са последицама у економској, социјалној и еколошкој сфери, услед учесталости појаве, силовитости и просторног обухвата, подједнако у руралним и урбаним срединама. Наглашава се да су бујичне поплава једна од екстремних резултујућих форми у којој се испољава деловање ерозионих процеса на сливном подручју. Кандидат наглашава да се природне катастрофе не могу спречити, али је могуће ублажити њихове последице, пре свега кроз виши ниво спознаје и разумевања механизма настанка и испољавања, развој напредних система за рану најаву и упозорење и активну примену превентивних мера. Тренд урбанизације у садејству са климатским променама повећава ризик од појаве и учесталости поплава у градским срединама, услед смањења површина под вегетацијом, деградације земљишта, редукције инфилтрационог капацитета земљишта и повећања удела површинског отицаја. На територији града Београда регистровано је 187 бујичних водотокова, од којих многи причињавају велике штете и односе људске животе. Вршни делови сливова су углавном прекривени шумским и пољопривредним површинама, делимично изложени деградационим процесима и урбанизацији, док су нижи, долињски делови углавном урбанизовани и изложени честим појавама плављења. Заштита од ерозије и бујичних поплава, као елемент система заштите животне средине на територији града Београда, требало би да буде интегрисана у актуелне стратегијске концепте управљања градским простором: заштиту и повезивање „плаво-зелених“ коридора (преостали отворени водотокови и фрагменти шумских површина) и пошумљавање градског простора. У потпоглављу 1.2. Значај истраживања истиче се да заштита животне средине на територији града Београда представља сложен систем, јер се обавља на простору величине од око 3234 km², на широкој предеоној скали од равничарских до брдско-планинских пејсажа, од високо урбанизованих до руралних

средина. На осетљивим подручјима, какав је простор територије Београда, могуће је применити два приступа која су, поред специфичних особености, потпуно комплементарна са заштитом од ерозије и одбраном од бујичних поплава: концепт „плаво-зелених“ коридора и *Стратегију пошумљавања Београда*. Изложеност територије Града опасности од бујичних поплава на одговарајући начин је обрађена и у *Акционом Плану адаптације на климатске промене са проценом рањивости*, што Београд сврстава у малу групу главних градова Европе са оваквим документом. Концепт „плаво-зелених“ коридора обухвата идентификацију, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагмената шумске вегетације и вредних зелених површина. Широм света (Њујорк, Берлин, Копенхаген, Барселона, Осло, Трондхајм) се користи концепт развоја „зелене инфраструктуре“, која се третира као елемент система за редукацију ризика од природних катастрофа, посебно од поплава на урбаним подручјима („зелени“ кровови, „кишни“ вртови, линијски системи зеленила дуж улица, шеталишта и приобаља). Значај истраживања је у томе да оно допринесе креирању модела одрживог управљања територијом Београда, са аспекта заштите од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава, уз очување, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагмената шума и вредних зелених површина, са следећим ефектима: стварање нових рекреативних зона, ублажавање ефеката климатских промена на територији Града и очување биодиверзитета. У потпоглављу **1.3. Циљ истраживања** кандидат истиче да је просторно-временска дистрибуција деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на истраживаном подручју условљена природним и антропогеним факторима, као и њиховим међусобним утицајима, што је условило издвајање три основна циља истраживања: 1) израду карте угрожености од генерисања деструктивних ерозионих процеса и појаве бујичних поплава, на сликовима на територији Београда; 2) дефинисање услова за превенцију деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на територији Београда; 3) израду плана за примену оптималних мера заштите (биолошке, биотехничке, техничке и административне мере), које могу бити интегрисане у систем заштите животне средине града Београда. У потпоглављу **1.4. Полазне хипотезе и очекивани резултати** констатује се да је просторно-временска дистрибуција деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на истраживаном подручју условљена природним и антропогеним факторима, као и њиховим међусобним утицајима, док мере противерозионе заштите доводе до обнављања вегетационог покривача и стабилизације деградираних површина, успостављања повољних хидролошких и псамолошких ефеката. Очекивани резултати проистичу из постављених општих циљева истраживања, а посебно, обухватају следеће елементе: дефинисање основних карактеристика бујичних сливова на истраживаном подручју; прорачун ерозионе продукције и транспорта наноса; издвајање сливова са потенцијалом за формирање деструктивних бујичних поплава; дефинисање услова за превенцију деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на територији Београда; формулисање основних принципа концепције превенције и интегралне противерозионе заштите на истраживаном подручју, као елемента система заштите животне средине на територији Града Београда; израду Плана за примену оптималних

мера заштите од деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава; дефинисање постојећег и планираног стања „плаво-зелених“ коридора и преосталих зелених површина на одабраним сливовима истраживаног подручја, са аспекта хидролошких и псамолошких ефеката; дефинисање услова за примену концепта „плаво-зелених“ коридора и *Стратегије пошумљавања* на истраживаном подручју, у складу са постојећом планском и законском регулативом; израду модела одрживог управљања територијом Београда, са аспекта заштите од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава, уз очување, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагмената шума и вредних зелених површина.

У оквиру поглавља 2. **Основне карактеристике истраживаног подручја** кандидат наглашава да су у циљу решавања проблема из домена заштите животне средине, у складу са *Законом о главном граду* и *Статутом Града Београда*, утврђене надлежности града Београда у домену израде програма коришћења и заштите природних вредности и програма заштите животне средине, где је, између осталог, значајан простор дат и интегралном управљању водама (заштита вода; заштита од штетног дејства вода; коришћење вода). У потпоглављу 2.1. **Опште карактеристике истраживаног подручја** кандидат најпре дефинише просторни обухват истраживања на 1484.55 km², као систем сливова јужно од Саве и Дунава, где доминирају брдовити предели испресецани уским алувијалним равнима водених токова. У потпоглављу 2.2. **Климатске карактеристике истраживаног подручја** обрађени су основни подаци о режиму температуре ваздуха и карактеристике падавина на истраживаном подручју. Истакнута је појава топлотних острва на високо урбанизованим просторима на подручју ГУП (Генерални Урбанистички План). У потпоглављу 2.3. **Геолошке карактеристике истраживаног подручја** истиче се да је геолошка грађа терена веома сложена, са комплексним међусобним односима појединих геолошких јединица. Подручје истраживања представља део територије града Београда која се простире јужно од Дунава и од Саве. Географски ово подручје припада крајњем северном делу Шумадије, односно централној Србији, а шире посматрано западном делу Балканског полуострва и југоисточној Европи. У геотектонском погледу, подручје истраживања припада Динаридима, а у оквиру њих Вардарској зони, односно Централној Вардарској субзони. У структурно-тектонском погледу, подручје истраживања се налази на крајњем северном ободу тектонски издигнутих терена шумадијског побрђа наспрам спуштених терена панонске низије северно од Саве и Дунава. Великим раседним зонама дуж долина Саве и Дунава одвојен је изразито равничарски терен који припада Панонској низији, од типично брдско-планинског терена. Бројни геодинамички процеси током геолошке историје су доводили до раседања, убирања и навлачења стенских маса, обликујући постојећи рељефни изглед али и међусобне геолошке односе. На стварање савремене морфологије терена, поред ендегених геолошких процеса који су имали велики утицај, значајни су и егзогени геоморфолошки процеси који су путем ерозије и акумулације допринели формирању изгледа савременог рељефа. Према стратиграфској припадности, стенске творевине на анализираном

подручју су издвојене у следећа четири структурна спрата: најстарији припада палеозооцику, а представљен је различитим шкриљцима; следећи припада мезозооцику, а представљен је различитим магматским, метаморфним и седиментним стенама; творевине терцијара су издвојене у трећи структурни спрат, представљен миоценским и плиоценским наслагама које дискордантно леже преко мезозојских и изливних стена; најмлађи структурни спрат припада квартару, литолошки је представљен генетски различитим растреситим и слабо везаним седиментима. У потпоглављу **2.4. Педолошке карактеристике истраживаног подручја** идентификовани су и описани типови земљишта, на основу Педолошке карте Србије (листови Аранђеловац 1, Аранђеловац 2, Београд 1, Београд 3, Београд 4, Обреновац 4, Крагујевац 1, Ваљево 2): гајњаче, псеудоглеј, делувијална земљишта, смеђе скелетоидно кисело земљиште на граниту, алувијални нанос, смоница и чернозем. У потпоглављу **2.5. Начин коришћења простора на истраживаном подручју** истакнуто је да је структура начина коришћења простора на целокупном истраживаном подручју (1484.55 km^2) детерминисана на основу CORINE базе података, док је за одабране сливове начин коришћења простора одређен анализом орто-фото снимака.

У поглављу **3. Метод рада**, кандидат даје приказ примењених методолошких приступа. У потпоглављу **3.1. Општи метод рада** образложена је сложеност аналитичког приступа геопросторним особинама истраживаног подручја, која је одредила примену одговарајућих општих и посебних научноистраживачких метода. Истиче се важност метода моделирања, који је апликативан, заснован на уносу квантитативних атрибута геопросторних елемената. Структура примењеног истраживачког модела садржи следеће елементе: систем хидрографских ентитета (сливних подручја) као основни предмет моделирања; подмодел којим се детерминише ниво актуелних и претпостављених нивоа деградације, кроз перцепцију природних хазарда; примена одговарајућих ГИС алата и поступака; калибрација модела, као референтан поступак за утврђивање његове применљивости. У потпоглављу **3.2. Легислативни оквир примењених метода** кандидат је анализирао хијерархијску структуру актуелних правних норми у домену заштите животне средине, од значаја за одрживо и ефикасно управљање простором Града Београда. У потпоглављу **3.3. Моделирање процеса деградације земљишног простора** кандидат је изнео критеријуме за одабир одговарајућег модела, како би се на оптималном нивоу проценило актуелно стање деградације земљишног простора. У потпоглављу **3.4. Модели за процену интензитета ерозије земљишног простора** представљена су три примењена модела: МПЕ (Метод потенцијала ерозије), модификована Универзална једначина губитка земљишта (RUSLE) и WaTEM/SEDEM (WATER and Tillage Erosion Model/SEdiment DELivery Model) метод. У потпоглављу **3.5. Просторна димензија примене модела за процену интензитета ерозионих процеса** кандидат је у складу са величином административног подручја Града Београда (3234 km^2), као и основном тематиком истраживања (ерозија и бујичне поплаве), детерминисао ширу и ужу зону истраживања. Шира зона истраживања обухвата систем од 57 сливова, јужно од Саве и Дунава,

укупне површине од 1484.55 km², на којима ће бити примењен МПЕ са резолуцијама улазних база података од 100 m. Систем сливова је издвојен применом ArcHydro[®] софтвера. Ужа зона истраживања обухвата систем од 4 слива, на ужем градском подручју, укупне површине од 25.93 km², на којима ће бити примењени МПЕ, USLE и WaTEM/SEDEM модели са резолуцијама улазних база података од 20m. У потпоглављу **3.6. Прорачун максималног протицаја** кандидат је представио основне елементе методологије прорачуна максималног протицаја за излазне профиле одабраних сливова. Прорачун је обављен за актуелне услове намене површина на предметним сливовима, као и за измењене услове, после планираних рестаурационих радова. Прорачун максималног протицаја одређене вероватноће појаве $Q_{max(\%)}$, обављен је за натпросечне услове влажности, коришћењем комбинованог поступка, који има два основна сегмента: примену теорије синтетичког јединичног хидрограма за детерминисање вршне ординате јединичног отицаја q_{max} ; примену SCS методологије за раздвајање ефективних падавина P_e (формирају директан отицај) од укупних (брutto падавина P_{br}). Коришћене су регионалне зависности за одређивање времена кашњења, редукацију меродавне дневне кише на часовне вредности и одређивање хидролошких класа земљишта.

У оквиру поглавља **4. Резултати истраживања** представљени су основни резултати истраживања, у складу са постављеним циљевима. У потпоглављу **4.1. Физичко-географске карактеристике сливова** наводи се да средња надморска висина на истраживаном подручју износи 209.52 mnm, у висинској зони до 300 mnm се налази 92.33 %, а преко 300 mnm 7.67% од укупне површине истраживаног подручја. Средњи нагиб терена на целокупном истраживаном подручју износи $I_{sr}=12.50\%$, Највећи део истраживаног простора се налази на терену са распоном нагиба 9-27% (740.54 km², односно, 49.88% површине истраживаног простора). Нагиби од 0-9% захватају 608.96 km², односно, 41.02% површине истраживаног простора). Нагиби преко 27% су заступљени на свега 135.07 km², односно, 9.09% површине истраживаног простора. Детерминисани су основни физичко-географски показатељи, за 57 сливова: површина слива; обим слива; кота врха слива; кота ушћа; дужина слива по главном току; одстојање од излазног профила, мерено по главном току, до тачке у кориту, најближе тежишту слива; апсолутни нагиб дна корита главног тока; уравни пад дна корита главног тока; средњи нагиб терена на сливу; средња надморска висина слива; средња висинска разлика слива; укупна дужина хидрографске мреже на сливу; густина хидрографске мреже на сливу; просечна ширина слива. Дијапазон површина анализираних сливова креће се од $A=2.21-114.3$ km². Број сливова са површином $A<10$ km² износи 6 (односно 10.53%), док су најзаступљенији сливови у дијапазону површина од 10-20 km² (22 слива, односно, 38.6%), а следе сливови у дијапазону површина од $A=20-30$ km² (13 сливова, односно, 22.81%) и $A=30-40$ km² (8 сливова, односно, 14.04%). Најмање су заступљени сливови у дијапазону површина од $A=40-50$ km² (4 слива, односно, 7.02%) и $A>50$ km² (4 слива, односно, 7.02%). Највише и најниже коте анализираних сливова су у распону од $K_v=210-556.2$ mnm, односно, $K_u=70-156.63$ mnm,

док су средње надморске висине у распону од $H_{sr}=116.7-295.9$ mm. Дужине сливова по главном току варирају у распону од $L=3.72-22.67$ km, док су одстојања $L_c=1.97-12.4$ km. Средњи нагиби терена истраживаних сливова крећу се у распону од $I_{sr}=5.39-27.89\%$, апсолутни нагиби речних (поточних) корита $I_a=0.66-9.42\%$ а уравнати падови $I_u=0.32-5.35\%$. Укупне дужине свих водотокова су у дијапазону вредности $\Sigma L=4.6-186.6$ km, густина хидрографске мреже $G=0.34-3.25$ km² (просечна вредност износи $G_{sr}=1.35$ km²), док је просечна ширина истраживаних сливова $B_m=0.59-4.45$ km. У потпоглављу **4.2. Начин коришћења простора** представљена је структура површина, као ефикасно средство за детерминисање нивоа утицаја антропогеног фактора, посебно на обешумљеним и урбанизованим локалитетима. Детерминисане су врсте просторних елемената са одговарајућим шифрама, док је структура површина на истраживаним сливовима представљена табеларно. У потпоглављу **4.3. Ерозиони потенцијал истраживаног подручја** се констатује да су на широј локацији истраживаног подручја заступљени процеси од I (ексцесивне) до V (врло слабе) категорије разорности. Доминирају процеси слабе ерозије (58.42% од укупне површине истраживаног подручја), што условљава и просечну вредност коефицијента ерозије $Z_{sr}=0.297$ (слаба, мешовита ерозија). Према степену заступљености, следе процеси врло слабе ерозије (21.89% од укупне површине истраживаног подручја), затим средње ерозије (17.88%), док су јака и ексцесивна ерозија заступљене са свега 1.5%, односно, 0.3%. Одређене су просечне, минималне и максималне вредности коефицијента ерозије Z, као и стандардна девијација. Највећа просечна вредност коефицијента ерозије $Z_{srmax}=0.48$ регистрована је на сливу Кијевског потока а најмања $Z_{srmin}=0.18$ на сливу реке Грабовице. На деловима појединих сливних површина уочене су појаве ексцесивне ерозије, са следећим максималним вредностима коефицијента ерозије: Болечица, $Z_{max}=1.86$; Топчидерске река, $Z_{max}=1.82$; Бела и Барајевска река, $Z_{max}=1.78$. Укупна годишња ерозиона продукција износи $W_{god}=607.308$ m³, а изражено као специфична вредност $W_{godsp}=409$ m³·km²·god⁻¹. На 33 слива истраживаног подручја нису уочени процеси ексцесивне ерозије, док на 17 сливова нису уочени процеси ексцесивне и јаке ерозије. Највеће вредности специфичне годишње ерозионе продукције уочене су на сливовима Кијевског потока ($W_{godsp}=767,83$ m³·km²·god⁻¹) и потока Паригуз ($W_{godsp}=631,23$ m³·km²·god⁻¹). Најмање вредности специфичне годишње ерозионе продукције уочене су на сливовима потока Грабовица ($W_{godsp}=190,85$ m³·km²·god⁻¹) и Губеревачке реке ($W_{godsp}=224,82$ m³·km²·god⁻¹). У потпоглављу **4.4. Резултати истраживања (ужа зона)** представљени су резултати истраживања на четири одабрана слива на ужем градском подручју (Каљави, Железовачки и Раковички потока, као и слив потока Паригуз), на укупној површини од 25.93 km². Поред детерминисања физичко-географских карактеристика, типова земљишта и начина коришћења простора, на предметним сливовима су обављене упоредне анализе ерозионе продукције, према следећим моделима: МПЕ (Метод Потенцијала Ерозије), RUSLE и WaTEM/SEDEM. У потпоглављу **4.5. Ерозиони потенцијал уже зоне истраживаног подручја пре извођења рестаурационих радова** детерминисан је применом три модела: МПЕ (метод Потенцијала Ерозије), RUSLE (Revised Soil Loss Equation) и WaTEM/SEDEM

(Water and Tillage Erosion Model/SEdiment DELivery Model). Одређен је однос укупног проноса суспендованог и вученог наноса за подручје Београда, као и репрезентативне вредности запреминске масе, са коефицијентом конверзије из $\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$ у $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$, који износи 1.05. Учешће вученог наноса износи 15%, са средњом запреминском масом $\rho_v = 1.9 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$, док је учешће суспендованог наноса 85%, са средњом запреминском масом $\rho_s = 0.9 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$. Установљена је веза између интензитета ерозионих процеса и два значајна фактора, на ужој зони истраживаног подручја: начина коришћења простора и нагиба терена. Представљени су поједини просторни елементи, који чине структуру површина сливова на ужој зони истраживаног подручја, као и одговарајуће вредности интензитета ерозионих процеса. Са друге стране, нагиб терена као једна од задатих, природних карактеристика слива, има велики утицај на брзину генерисања и трансфера брзог површинског отицаја, посебно у условима проређеног или уклоњеног вегетационог покривача. Интензитет ерозионих процеса представљен је на површинама које су обухваћене са четири категорије нагиба. Такође, представљене су максималне, средње и минималне вредности параметара који исказују интензитет ерозионих процеса, вредности ерозионе продукције, као и вредност стандардне девијације: Z, коефицијент ерозије (МПЕ); A, средњи годишњи губитак земљишта ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$) (RUSLE); Tc, транспортни капацитет, односно, средњи годишњи губитак земљишта ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{god}^{-1}$) (WaTEM/SEDEM). У потпоглављу **4.6. Ероциони потенцијал уже зоне истраживаног подручја после извођења рестаурационих радова** представљени су резултати прорачуна ерозионе продукције који потврђују повољан ефекат предузетих рестаурационих радова (обухватају пошумљавање, формирање илофилтерских система и САМ - савремене агротехничке мере: затрављивање или подсејавање, примену контурне обраде, терасирање и ротацију усева). Пошумљавања су предвиђена на деградираним земљишним површинама, са уоченим ерозионим процесима, као и на напуштеним обрадивим површинама. Илофилтери су предвиђени као линијске структуре, генерално паралелно постављене са хидрографском мрежом, на падинама које гравитирају водотоковима. Примена САМ (савремене агротехничке мере) је предвиђена на мање деградираним земљишним површинама, као и на пољопривредним земљиштима на нагибима преко 8%. У потпоглављу **4.7. Прорачун максималног протицаја на сливовима уже зоне истраживаног подручја** представљени су резултати прорачуна за излазне профиле сливова Каљавог, Железовачког, Раковичког и потока Паригуз. Предметни сливови су типични бујични водотокови који се одликују наглим надоласцима поплавног таласа, покретањем великих количина наноса и израженом деструктивном енергијом. Максимална дневна киша одређене вероватноће појаве $H_{(24h,p)}$ је добијена обрадом података осматрања са К.С. Авала и Врчин, у периоду 1953-2014, применом Log Pearson Type III расподеле. Одређене су меродавне вредности броја криве отицаја CN за натпросечне услове влажности, у условима пре и после рестаурације. Спроведеним поступком прорачуна добијен је максималан протицај на Каљавом Железовачком, Раковичком и потоку Паригуз, за повратне периоде од $T_r = 1000, 200, 100$ и 50 година (вероватноћа појаве $p = 0.1, 0.5, 1$ и 2%), за натпросечне услове влажности, у условима пре и после рестаурације сливова. На основу хидрограма

директног отицаја за натпросечне услове влажности, пре и после рестаурације предметних сливова, добијене су запремине поплавних таласа на Каљавом Железовачком, Раковичком и потоку Паригуз, за повратне периоде од $T_r=1000, 200, 100$ и 50 година (вероватноће појаве $p=0.1, 0.5, 1$ и 2%). У потпоглављу 4.8. **Карактеристични параметри прорачуна максималног протицаја са одговарајућим хидрограмима, у условима пре и после рестаурације** представљене су вредности вршне ординате синтетичког јединичног троугаоног хидрограма, меродавне вредности броја криве отицаја за натпросечне услове влажности, меродавне укупне кише, меродавне ефективне кише, времена пораста хидрограма, времена опадања хидрограма, временске базе хидрограма, као и одговарајући хидрограми директног отицаја. У потпоглављу 4.9. **Карта угрожености од генерисања деструктивних ерозионих процеса и појаве бујичних поплава, на подручју шире зоне истраживања** издвојена су критична подручја, коришћењем методологије МПЕ, и приказана на одговарајућој карти. Детерминисане су три категорије угрожености: I (обухвата површине захваћене експесивном и јаком ерозијом); II (обухвата површине под осредњом ерозијом); III (обухвата површине под слабом и веома слабом ерозијом). На целокупном подручју шире зоне истраживања установљено је да I категорија угрожености захвата 21.27 km^2 (1.43% од укупне површине истраживаног подручја), II категорија угрожености 255.36 km^2 (17.2% од укупне површине истраживаног подручја) и III категорија угрожености 1207.93 km^2 (81.37% од укупне површине истраживаног подручја). У потпоглављу 4.10. **Дефинисање услова за превенцију деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на територији Београда анализирани су услови за примену система интегралне заштите кроз комплекс мера биолошког, биотехничког, техничког и административног карактера, у складу са Програмом заштите животне средине града Београда, Стратегијом пошумљавања подручја Београда, Акционим планом адаптације на климатске промене са проценом рањивости,** концептом „плаво-зелених“ коридора, уз пуно уважавање релевантне законске регулативе, као и просторних и урбанистичких планова. Детерминисане су основне смернице за заштиту од ерозије и бујичних поплава: заштита земљишта и вегетационог покривача; побољшање способности земљишта да прими и задржи воду (инфилтрационо-ретенциони капацитет); просторно уређење ерозионих подручја кроз оптималан размештај и третман шумских и пољопривредних површина; минимизирање деструктивног дејства површинског отицаја; примена административних мера (забране и препоруке), на ерозионим подручјима, на основу одговарајуће планске документације (*Планови за проглашење ерозионих подручја; Оперативни планови за одбрану од поплава на водотоковима II реда*). У потпоглављу 4.11. **План за примену оптималних мера заштите од деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава на ужој зони истраживања** представљен је модел одрживог управљања простором четири слива уже зоне истраживања, са аспекта заштите од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава, уз очување, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагмената шума и вредних зелених површина. Приказани су одговарајућа

карта и алгоритам. Основне поставке представљеног модела могу се применити на сваком од 57 анализираних сливова шире зоне истраживања.

У поглављу 5. **Дискусија** кандидат детаљно разматра резултате добијене у појединим сегментима истраживања и успоставља одређене везе у циљу реализације постављених циљева. Испуњен је основни циљ, односно, сагледавање проблематике ерозионих процеса и бујичних поплава у контексту интегралне заштите животне средине на територији Града Београда. Истраживања су обухватила укупно 57 сливова укупне површине 1484.55 km², карактеристичне по појави интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава. Применом прилагођене ГИС технологије дат је просторни приказ добијених резултата, дефинисане су основне карактеристике бујичних сливова и квантификован интензитет ерозионих процеса. Предложене су мере за превенцију ерозионих процеса и бујичних поплава, у контексту интегралне заштите животне средине на територији Града Београда. Карактеристике истраживаних сливова су доведене у везу са ерозионим процесима и потенцијалом за појаву бујичних поплава, на основу детаљне анализе свих значајних фактора који имају утицај на природу и интензитет поменутих процеса. С обзиром на мали обим изведених противерозионих радова на територији Града (биолошки, биотехнички, технички), не може се говорити о значајнијим заштитним ефектима, што имплицира потребу далеко ангажованијег приступа, како би се елиминисали или ублажили потенцијални ризици, који могу да доведу до катастрофалних догађаја, какве су биле бујичне поплаве у мају 2014. године. Повећање површине под шумама, заштита и побољшање стања земљишта, везивање угљеника, унапређење хидролошког статуса земљишта, ефекат интерцепције, обнављање биодиверзитета, ублажавање ефеката „топлотног острва“, само су неке од пожељних последица антропогеног утицаја у циљу смањења ризика од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава и велики корак ка стварању бољег окружења за становнике Београда, односно „рехуманизацију“ градског простора. Стање и структура начина коришћења простора на истраживаном подручју, поред природних детерминанти, углавном су директна последица антропогених дејстава, односно, рапидног повећања броја становника и урбанизованих површина, што је тренд који ће се задржати и у блиској будућности. На административном подручју Града Београда тренутно живи 1.679.000 становника, у односу на 634.003 становника према попису из 1948. године. Сва насеља захваћена су процесом ширења, што је последица сталног прилива становништва са територије Србије и из региона. Средња годишња температура ваздуха за шире истраживано подручје износи 9.73°C, док за ужу зону истраживаног подручја износи 12.1°C. Средња годишња количина падавина за шире истраживано подручје износи 693.3 mm, док за ужу зону истраживаног подручја износи 675.2 mm. Поред релативно малих флукуација годишње количине падавина, уочена је значајна промена унутаргодишње расподеле падавина, са чешћом појавом екстремних кишних епизода у вегетационом периоду. Током катастрофалних бујичних поплава у мају 2014. године бројне кишомерне станице на територији Града су забележиле историјске максимуме дневних количина падавина. Период 2000-2016 обухвата

неколико најтоплијих година у историји мерења метеоролошких елемената, а глобалне процене упућују на забринутост по питању раста средње годишње температуре ваздуха и неповољну унутаргодишњу дистрибуцију падавина. Према расположивим подацима уочени су неки екстремни временски догађаји у непосредној прошлости: топлотни таласи лета 2013., 2012., 2009., 2007. (измерена је највиша температура ваздуха 43.6°C), 2006. године (само 35% падавина од вишегодишњег просека), 2003., 2000 и 1997. године. Током сушног периода лета 2012. године (од краја јуна до краја августа) регистровани су хидролошки минимуми на већим водотоковима (Сава) и пресушивање десетина мањих водотокова, углавном бујичног карактера, уз масовну појаву сушења вегетације. Екстремне хладноће су забележене током зима 2012. (са 17 узастопних ледених дана), 2008/2009, 2007/2008 и 1998 године. Екстремне плувиометријске епизоде и појава бујичних поплава маја 2014. године имали су катастрофалне последице на територији Града Београда: људске жртве, велике материјалне штете на инфраструктурним системима, индустријским и јавним објектима, објектима индивидуалног и колективног становања, као и ризик од појаве заразних болести. Неке кишомерне станице на административном подручју Града, или у његовој непосредној близини, су забележиле историјске максимуме количина падавина: Авала - 185 mm; Врчин - 114 mm; Умчари - 115 mm; Радмиловац - 125.5 mm; Београд - 107.9 mm; Кошутњак - 108.2 mm; Партизани - 160 mm; Степојевац - 185.1 mm; Сопот - 124 mm; Сибница - 182.5 mm; Рудовци - 160 mm. На основу података из CORINE land cover базе података, шуме заузимају 19.31% површине истраживаног подручја (листопадне, четинарске, мешовите), комплекс аграрних простора 38.13% (склоп уситњених парцела различитих једногодишњих и вишегодишњих усева), агрошумски простори 23.97%, обрадиво земљиште 9.06%, урбанизоване површине 6.78%, воћњаци 0.95% и пашњаци 0.86%. Остали просторни садржаји (шибљаци, виногради, индустријске и комерцијалне јединице, градске зелене површине, водотокови, водене површине, експлоатациона поља, мочваре, саобраћајна инфраструктура и припадајуће земљиште) заузимају свега 0.92% од укупне површине истраживаног подручја. Начин коришћења простора (намена површина) има велики утицај на развој или минимизирање интензитета ерозионих процеса, и представља највидљивији облик антропогеног утицаја. Концепт интегралне заштите животне средине, кроз активности на смиривању интензитета ерозионих процеса и превенцију бујичних поплава, свакако укључује и повећање процента површина под шумама. Наравно, само пошумљавање не може бити једина мера у контроли ерозионих процеса, смањења продукције наноса и ризика од појаве бујичних поплава. Промена структуре површина на широј зони истраживања, пре свега нестанак значајних површина под шумама и интензивна урбанизација, довели су до појачања интензитета ерозионих процеса. На појединим површинама уочено је да коефицијент ерозије Z варира у распону од 0.012 (слив Врбовице) до 2.1 (слив Раковичког потока). Просторно, доминирају процеси слабе ерозије (58.42%), следи врло слаба ерозија (21.89%), затим средња (17.88%), док је заступљеност експресивне и јаке ерозије свега 1.8%. Просечна годишња продукција ерозионог материјала на ширем истраживаном подручју износи $W_{\text{god}} = 607.308 \text{ m}^3$, исказано као специфична ерозиона

продукција $W_{godsp}=409 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Интензивни процеси ерозије на истраживаним сливовима углавном су антропогено убрзани, а ова тврдња је подржана чињеницом да се најугроженије површине налазе у близини насељених места. Експесивна и јака ерозија су уочене на падинама сливова Топчидерске реке, Раље, Пештана, Болечице и Бељанице, на отвореним коповима поред Лазаревца. Средњи интензитет ерозије је уочљив у зони подавалских насеља (Бели поток, Зуце, Пиносава), у околини Барајева и деловима сливова Раље и Пештана. Слаба и врло слаба ерозија се јављају на просторима покривеним шумском и ливадско-пашњачком вегетацијом (делови Сремчице уз Липовичку шуму, шира зона Космаја и Авале, простор између Младеновца и Космаја). Анализом карактеристика рељефа, као једног од фактора развоја ерозионих процеса, установљено је да висинска амплитуда подручја износи 580, док је средња надморска висина истраживаног подручја 209.52 mnm. Један од фактора који указују на потенцијал за појаву бујичних поплава јесте развијеност (густина) хидрографске мреже, која варира у дијапазону од $0.34 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ до $3.25 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$, док просечна вредност на истраживаном подручју износи $1.35 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$. Најниже деонице бујичних токова имају мале падове, често смањену пропусну моћ корита и значајну акумулацију наноса. Најмање вредности апсолутног нагиба речног корита су регистроване на водотоковима Мрчевици ($I_a=0.66\%$), Врбовици ($I_a=0.79\%$), Опарни ($I_a=0.82\%$) и Болечици ($I_a=0.95\%$). Четири слива на ужој истраживаној зони (Каљави, Железовачки, Раковички и поток Паригуз) су обрађена применом ГИС апликација. Поред ДЕМ резолуције 90 m, који је коришћен за ширу зону истраживања, креиран је и ДЕМ резолуције 20 m (на основу дигитализованих топографских карата). Начин коришћења простора на четири слива уже зоне истраживања је одређен на два начина: за ширу зону истраживања (за коју је коришћен ДЕМ резолуције 90 m) коришћена је CORINE Land Cover база података; за ужу зону истраживања (за коју је генерисан ДЕМ резолуције 20m) коришћени су аерофото снимци који су интерпретирани модификацијом методологије CLC. Затим, примењена је МПЕ у циљу прорачуна укупне годишње ерозионе продукције. Различите резолуције су произвеле разлике у структури површина на предметним сливовима, а тиме и у резултујућим вредностима укупне годишње ерозионе продукције. Вредност укупне годишње ерозионе продукције добијене коришћењем CORINE Land Cover на широј зони истраживања, на сливу 52 (Каљави и Железовачки поток), износи $W_{god}=5903 \text{ m}^3$, а изражено као специфична вредност $W_{godsp}=540.65 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. На сливу Раковичког потока и потока Паригуз те вредности износе $W_{god}=7939.8 \text{ m}^3$ и $W_{godsp}=577.44 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, односно, $W_{god}=2985.7 \text{ m}^3$ и $W_{godsp}=631.23 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Истовремено, истраживања на ужој зони (Каљави, Железовачки, Раковички и поток Паригуз), уз креирање ДЕМ 20 m и са структуром површина детерминисаном, на основу обраде аерофото снимака, показују да укупна годишња ерозиона продукција, према МПЕ, на сливовима Каљавог и Железовачког потока износи $W_{god}=341.95 \text{ m}^3$, односно, $W_{god}=1497.3 \text{ m}^3$, а изражено као специфичне вредности $W_{godsp}=232.62 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$, односно, $W_{godsp}=250.39 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. На сливовима Раковичког и потока Паригуз одређене су вредности $W_{god}=4687.1 \text{ m}^3$, односно, $W_{god}=1965.2 \text{ m}^3$, а изражено као специфичне вредности $W_{godsp}=340.9 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$

$2 \cdot \text{god}^{-1}$, односно, $W_{\text{godsp}}=415.5 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Коришћењем ДЕМ 20 m и структуре површина на основу обраде аерофото снимака, добијају се мање вредности специфичне ерозионе продукције, као и укупне ерозионе продукције, у дијапазону од 53.7-57% (за сливове Каљавог и Железовачког потока), односно, 34.2-41% за сливове потока Паригуз и Раковичког потока. Очигледно је да ДЕМ 20 m (са структуром површина на основу обраде аерофото снимака високе резолуције) има већу осетљивост у односу на ДЕМ 90 m (са структуром површина на основу CORINE базе података). Из тога следи да се плански документи као што су *Планови за проглашење ерозионих подручја* и *Оперативни планови за одбрану од поплава на водотоковима II реда* могу радити на основу ДЕМ 90 m, уз коришћење CORINE Land Cover базе података за одређивање намене површина, а да би техничку документацију за извођење објеката противерозионе заштите и за превенцију бујичних поплава требало радити на основу ДЕМ 20 m, уз коришћење аерофото снимака високе резолуције за одређивање намене површина. На четири слива уже зоне истраживања (Каљави, Железовачки, Раковички и поток Паригуз) планирани су рестаурациони радови, односно, примена противерозионих мера кроз следеће врсте активности: пошумљавање, формирање илофилтерских система и примену САМ (савремене агротехничке мере). Симулација стања после рестаурације сливова уже зоне истраживања, применом МПЕ, показује смањење ерозионог потенцијала, што је изражено преко вредности специфичне продукције ерозионог материјала $W_{\text{godsp}}(\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1})$: Каљави поток - 6.7%; Железовачки поток - 15.9%; Раковички поток - 22.6%; поток Паригуз - 18.7%. Обављени су прорачуни максималног протицаја за услове пре и после примене рестаурационих мера. Примена противерозионих мера променила би структуру површина на предметним сливовима у смеру повећања заступљености шумских површина, у односу на укупну површину: на Каљавом потоку: 1.69%; на Железовачком потоку: 4.47%; на Раковичком потоку: 14.14%; на потоку Паригуз: 15.44%. Повећање степена пошумљености сливова води ка појачавању ефекта интерцепције. Измењена структура површина на сливу и смањење броја криве отицаја CN, уз исте улазне параметре (падавине и физичко-географске карактеристике), показује модификацију хидролошких услова, пре свега кроз ниже вредности максималног протицаја одређене вероватноће појаве и редукацију запремине хидрограма директног отицаја. На Каљавом потоку је смањен максимални протицај $Q_{\text{max}(\%)}$ у опсегу од 12.5-17.5%, на Железовачком 11.8-16.4%, Раковичком 14.1-19.7% и потоку Паригуз 11.8-16.4%, за све четири анализирани вероватноће ($p=0.1, 0.5, 1$ и 2%). На Каљавом потоку је смањена запремина хидрограма директног отицаја $W_{\text{d}(\%)}$ у опсегу од 7.9-14.3%, на Железовачком 8.2-13.2%, Раковичком 10.2-15.9% и потоку Паригуз 7.9-14.5%, за све четири анализирани вероватноће ($p=0.1, 0.5, 1$ и 2%). Планирано повећање шумовитости на четири слива уже зоне истраживања, углавном лишћарским врстама, обезбеђује појачан ефекат интерцепције који на годишњем нивоу износи око 21%, у односу на вишегодишњу просечну количину падавина (675.21 mm). Сходно томе, укупна запремина воде која доспева на површину предметних сливова на годишњем нивоу биће умањена сразмерно повећању површина под шумском вегетацијом: на Каљавом потоку: за 3516 m^3 ; на Железовачком потоку: за

37915 m³; на Раковичком потоку: за 275682 m³; на потоку Паригуз: за 103521 m³. Применом одговарајућих техника и технологија пошумљавања (примена тераса и градона; коришћење контејнерских садница; противерозионо пошумљавање на „елипсе“; припрема садних места коришћењем експлозива; формирање илофилтерских система) могуће је обнављање деградираних шума и у климатски измењеним условима. Успостављање шума утиче на смањење интензитета ерозионих процеса, пре свега кроз развој и заштиту земљишта, ефекат интерцепције, појачану инфилтрацију и ретенцију. Тиме се редукује потенцијал за формирање брзог површинског отицаја, транспорт ерозионог материјала и појаву бујичних поплава. Истовремено, долази до модификације циклуса отицаја кроз повећано учешће малих и средњих вода, са редукованом запремином поплавног отицаја, мањим проносом суспендованог и вученог наноса. Поред превентивног дејства на деструктивне ерозионе процесе и бујичне поплаве, остварује се и заштита водних тела од засипања наносом, што је важно и за квалитет воде у акумулацијама на територији Града. Такође, пошумљавањем се ублажавају негативни ефекти климатских промена и успоравају процеси дезертификације. На основу резултата истраживања на предметном подручју, као и у другим деловима Србије, конципиран је савремени приступ за заштиту од ерозије и превенцију бујичних поплава, унутар концепта интегралне заштите животне средине на територији Града Београда, чији су полазни елементи: коришћење позитивних искустава из Србије и других земаља, на већ третираним ерозионим подручјима, са читавим дијапазоном техничких радова у хидрографској мрежи, биотехничких и биолошких радова на падинама сливова; општине на подручју Града, у оквиру својих дефинисаних надлежности, треба да спроведу решења из усвојених *Планова за проглашење ерозионих подручја*, и да израде функционалне *Оперативне планове за одбрану од поплава на водотоковима II реда* (бујични водотокови), у складу са *Законом о водама*; сливна подручја третирати интегрално, кроз симултано извођење техничких, биотехничких и биолошких радова, у складу са прописаним административним мерама; приликом пошумљавања користити првенствено аутохтоне врсте које подносе високе температуре, у условима дужих сушних периода; примењивати противерозиону агротехнику на обрадивим површинама, у оквиру концепта агрошумарства, како би се искористили продуктивни потенцијали земљишта, уз минимизирање нежељених ефеката; примењивати одржива просторно-планска решења, са јасно означеним зонама где постоји висок степен ризика (еродиране површине, плавне зоне). Модел одрживог управљања територијом Београда, са аспекта заштите од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава, уз очување, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагмената шума и вредних зелених површина, који је представљен на четири слива уже зоне истраживања, представља образац који је могуће применити на свих 57 анализираних сливова шире зоне истраживања. Просторни развој Београда, као иманентна потреба метрополитенског подручја, носи и одређене ризике који су својствени и другим, сличним подручјима на глобалној поредбеној размери, са јаким утицајима на квалитет људског живота и биоразноврсност. Основ за реализацију дугорочне противерозионе заштите простора на широј зони истраживаног подручја,

кроз примену система интегралне заштите, јесу основне поставке кључних докумената, усвојених у градским институцијама: *Програм заштите животне средине града Београда*, *Стратегија пошумљавања подручја Београда* и *Акциони план адаптације на климатске промене са проценом рањивости*. Примењен истраживачки приступ и добијени резултати су омогућили детерминацију критеријума за утврђивање степена угрожености, као и последичне предлоге за ублажавање ризика од појаве деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава, у складу са *Програмом заштите животне средине Града Београда*. Остварени резултати истраживања су такође у функцији потребе да се детерминишу мере ублажавања и прилагођавања на актуелне климатске аномалије, што је и примарни циљ *Акционог плана адаптације на климатске промене са проценом рањивости*. Истиче се важност мера које треба предузети у контексту адаптације виталних градских функција на измењене климатске услове, како би се смањио „степен рањивости“. Наглашена је важност стварања нових „зелених простора“, кроз пошумљавање деградираних површина, као мера високог приоритета у циљу обнављања и повећања отпорности природних система. Такође, један од циљева *Стратегије пошумљавања подручја Београда* јесте „ревитализација малих градских водотокова“. Реализација циљева детерминисаних *Стратегијом пошумљавања* градске територије, у садејству са развојем концепта „плаво-зелених“ коридора и усмереним дејством на контроли ерозионих процеса на падинама сливова, као и активним третманом хидрографске мреже кроз изградњу попречних и подужних објеката, нужно воде ка унапређењу стања животне средине и постају важна компонента њене интегралне заштите. *Стратегијом пошумљавања* предвиђено је да се пошуми око 50.000 ha градске територије, а до сада је то обављено на око 730 ha, при чему су коришћене контејнерске саднице лишћара и четинара, различите старости. Кључно је повећати површине под шумама, унапредити њихову структуру и повећати степен покривности тла, уз контролисану урбанизацију и примену конзервационих мера у пољопривреди. Територија Града Београда представља простор велике „осетљивости“ у складу са чињеницама да је то административни и економски центар земље, у коме живи 23.9% становништва Републике Србије, где је најважније чвориште копненог, ваздушног и воденог саобраћаја. Истовремено, то је веома важан простор у погледу енергетске и војне безбедности земље, тако да било какав третман београдске територије захтева комплексно сагледавање свих функција простора.

У оквиру поглавља 6. **Закључци** поред истицања теоријских основа рада и добијених резултата, кандидат указује на значај и могућност примене резултата истраживања, кроз усвојене стратешке документе Града Београда. На основу анализе резултата сопствених истраживања, релевантне научне литературе, постојећих стратешких и планских докумената, могу се издвојити следећи закључци: територија Града Београда изложена је веома високом ризику од појаве деструктивних ерозионих процеса и бујичних поплава, који су претња у еколошком, безбедносном, економском и социјалном смислу. Природне карактеристике подручја (клима, рељеф, земљиште, геолошка подлога, развијена хидрографска мрежа), у садејству са антропогеним

утицајима, погодују развоју процеса ерозије и појави бујичних поплава; Стање ерозионих процеса на ширем истраживаном подручју се одликује просторном доминацијом слабе и врло слабе ерозија (80.31% укупне површине истраживаног подручја), док репрезентативна вредност коефицијента ерозије износи $Z_{sr} = 0.297$. Просечна годишња ерозиона продукција износи $W_{god} = 607.308 \text{ m}^3$, изражено као специфична вредност $W_{godsp} = 409 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{god}^{-1}$. Иако ексцесивна и јака ерозија захватају свега 1.8% укупне површине а средња ерозија 17.88% истраживаног подручја, може се констатовати висок ниво деградације земљишта, што се и манифестовало током катастрофалних бујичних поплава у мају 2014. године, када је у хидрографској мрежи и приобаљу депонована огромна количина наноса; најинтензивнији процеси ерозије на истраживаном подручју Града Београда су последица прекомерног антропогеног притиска. Негативни антропогени утицаји, са аспекта развоја ерозионих процеса и стварања услова за појаву бујичних поплава, најизраженији су кроз процесе урбанизације (изградња резиденцијалних и економских објеката, путне и остале инфраструктуре; заузеће површина у приобаљу), уклањање преосталих фрагмената шумске вегетације, деградацију зелених површина, ширење површинских копова и неадекватан третман пољопривредних површина. Становништво административног подручја Града Београда је увећано за 1025437 људи, у периоду 1948-2011 (године у којима су вршени пописи). Актуелни тренд раста становништва Београда извесно упућује и на повећан ризик од интензивирања ерозионих процеса и чешће појаве бујичних поплава; на четири слива уже зоне истраживања (Каљави, Железовачки, Раковички и поток Паригуз) обављени су прорачуни ерозионе продукције и максималног протицаја у условима пре и после рестаурационих противерозионих радова, са тежиштем на биолошким радовима (пошумљавање, формирање илофилтерских система и примена САМ). Утврђена је промена стања после симулиране примене рестаурационих радова: смањење ерозионог потенцијала, броја криве отицаја CN, максималног протицаја и запремине хидрограма директног отицаја. Истовремено, повећање степена шумовитости у дијапазону од 1.69-15.44% значајно је појачало ефекат интерцепције; основ за реализацију дугорочне противерозионе заштите простора на широј зони истраживаног подручја, кроз примену интегралног приступа (мере биолошког, биотехничког, техничког и административног карактера) јесу принципи садржани у кључним документима: *Програм заштите животне средине града Београда*, *Стратегија пошумљавања подручја Београда*, *Акциони план адаптације на климатске промене са проценом рањивости*; неопходна је израда ажурираних *Планова за проглашење ерозионих подручја* и *Оперативних планова за одбрану од поплава на водотоковима II реда*, за све општине на подручју Града, у складу са актуелним стањем простора; *Планови за проглашење ерозионих подручја* и *Оперативни планови за одбрану од поплава на водотоковима II реда* могу се радити на основу ДЕМ 90 m, уз коришћење CORINE базе података за одређивање намене површина, док се техничка документацију за извођење објеката противерозионе заштите и за превенцију бујичних поплава може радити искључиво на основу ДЕМ 20 m, уз коришћење аерофото снимака високе резолуције за одређивање намене

површина; креирани модел одрживог управљања простором четири слива уже зоне истраживања, са аспекта заштите од интензивних ерозионих процеса и бујичних поплава, уз очување, заштиту и повезивање преосталих отворених водотокова, фрагментна шума и вредних зелених површина, представља истовремено и образац за израду модела који се може применити на 57 анализираних сливова шире зоне истраживања, са укупним просторним обухватом од 1484.55 km²; врста, обим и временска динамика планираних противерозионих радова требало би да буду у складу са усвојеним планским и урбанистичким документима, који детерминишу основне развојне правце простора Града Београда. Уколико се уоче недостаци или потенцијални ризици, као последица неадекватних планских и урбанистичких решења, са реалним ризиком за интензивирање ерозионих процеса и повећање потенцијала за појаву бујичних поплава, потребно је у оквиру законске процедуре иницирати адекватне промене.

У оквиру поглавља 7. Литература је приказан списак од 220 коришћених научних референци.

VI - ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу детаљног прегледа укупног материјала докторске дисертације дипл. инж. Горана Тривана, Комисија констатује да је дисертација написана у складу са наводима у пријави теме, за коју је Веће Научних области Биотехничких наука Универзитета у Београду дало сагласност (одлуком, 02 број 61206-2924/4-13 од 09.07.2013. године). Дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, информације о ментору и члановима комисије, резиме на српском и енглеском језику, садржај, текст рада по поглављима, списак литературе, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу. Комисија сматра да је рад методолошки правилно постављен и да је предмет рада успешно обрађен, односно, да актуелну проблематику третира на нивоу који одговара карактеру докторске дисертације, и да представља оригиналан научни рад.

Кандидат дипл. инж. Горан Триван је детаљном анализом литературе, правилно конципираном методологијом истраживања и адекватном анализом добијених резултата, дао важан допринос истраживањима у разумевању везе између ерозионих процеса, појаве бујичних поплава и заштите животне средине на територији Града Београда. Кандидат је предложио модел за одрживо управљање простором Београда, уз прецизну идентификацију свих неопходних параметара.

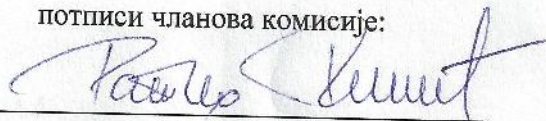
Такође, имајући у виду да се као услов за одбрану докторске дисертације поставља објављен рад у часопису међународног значаја, комисија констатује да је кандидат коаутор 1 рада категорије M21 и 3 рада категорије M23. Све наведене референце су

видљиве на веб страници Конзорцијума библиотека Србије (КоБСОН, http://kobson.nb.rs/nauka_u_srbiji.132.html?autor=Trivan Goran&samoar=#.Wo1OJThq-cw):

- (1) *Torrential floods and town and country planning in Serbia*, NATURAL HAZARDS AND EARTH SYSTEM SCIENCES, (2012), vol. 12 br. 1, str. 23-35 (M21);
- (2) Woody plants and herbs as bioindicators of the current condition of the natural environment in Serbia, JOURNAL OF MEDICINAL PLANTS RESEARCH, (2011), vol. 5 br. 15, str. 3507-3512 (M23);
- (3) Concentration of Pollutants in the Air, Soil and Plants in the Area of the National Park "Fruska Gora" – Serbia, FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, (2011), vol. 20 br. 1, str. 44-50 (M23);
- (4) Concentration of Pahs in Forest Ecosystems of the Protected Natural Resource "Avala", FRESENIUS ENVIRONMENTAL BULLETIN, (2013), vol. 22 br. 1, str. 136-141 (M23).

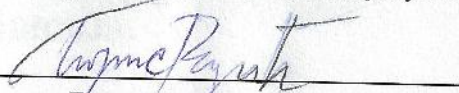
Полазећи од наведених чињеница, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду Шумарског факултета, да докторску дисертацију кандидата дипл. инж. Горана Тривана, под насловом *Заштита од ерозије и бујичних поплава као елемент система заштите животне средине на територији Града Београда* прихвати за јавну одбрану.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:



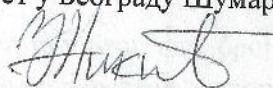
др Ратко Ристић, ред.проф.

Универзитет у Београду Шумарски факултет



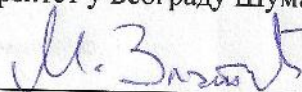
др Борис Радић, доцент

Универзитет у Београду Шумарски факултет



др Зоран Никић, ред.проф.

Универзитет у Београду Шумарски факултет



др Миодраг Златић, ред.проф.

Универзитет у Београду Шумарски факултет



др Саша Милијић, научни саветник.

Институт за архитектуру и урбанизам Србије