

# **УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ**

Војводе Степе 305, Београд

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

## **ПРЕДМЕТ: РЕФЕРАТ О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ КАНДИДАТА НЕНАДА МАРКОВИЋ, ДИПЛОМИРАНОГ ИНЖЕЊЕРА САОБРАЋАЈА**

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду, Саобраћајног факултета бр. 946/4 од 28.10.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја, под називом:

### **„РАЗВОЈ МОДЕЛА ДУБИНСКИХ АНАЛИЗА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА ЗАСНОВАНОГ НА УТИЦАЈНИМ ФАКТОРИМА“**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## **РЕФЕРАТ**

### **1. УВОД**

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На основу предатих захтева кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја и донетих одлука Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- 09.03.2009. године, кандидат Ненад Марковић је уписао докторске студије;
- 21.01.2016. године кандидат Ненад Марковић је поднео пријаву теме докторске дисертације Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета (бр. 54/1), уз молбу да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио др Милана Вујанић, редовног професора Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета;
- 26.01.2016. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 54/3 од 02.02.2016. године) о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације;

- 22.03.2016. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 54/6 од 29.03.2016. године) о промени назива теме докторске дисертације и уместо теме "Развој предикционог модела дубинске анализе саобраћајне незгоде" усвојена је тема под називом "Развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода заснованог на утицајним факторима";
- 19.04.2016. године Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај (бр. 54/7) Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета;
- 26.04.2016. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 54/8 од 04.05.2016. године) којом се позитивно оцењује научна заснованост и подобност кандидата и прихвата предложена тема за израду докторске дисертације кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја;
- 13.06.2016. године на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, донета је одлука (бр. 61206-2361/2-16 од 13.06.2016. године) којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја;
- 11.09.2018. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 790/3 од 17.09.2018. године) о промени ментора и за новог ментора изабран је др Далибор Пешић, ванредни професор Универзитета у Београду;
- 14.10.2019. године кандидат Ненад Марковић, дипломирани инжењер саобраћаја, поднео је неукоричени примерак докторске дисертације уз захтев Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета за почетак поступка за оцену и одбрану докторске дисертације;
- 22.10.2019. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 946/4 од 28.10.2019. године) о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја.

Студенту је на лични захтев одобрено мировање у школским 2014/15, 2017/18 и 2018/19 годинама. На основу члана 101 став 4 Статута Универзитета у Београду и захтева студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија до истека троструког броја школских година потребних за реализацију уписаног студијског програма.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом: **"Развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода заснованог на утицајним факторима"** припада научној области техничких наука, подручје "Безбедност саобраћаја" и ужој научној области "Превентива и безбедност у саобраћају", за коју је матичан Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет.

Ментор на изради докторске дисертације је др Далибор Пешић, ванредни професор Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета. Др Далибор Пешић, дипл.инж. саобраћаја је аутор и коаутор преко 200 радова објављених у научним и стручним часописима, на међународном и националном нивоу, на домаћим и међународним научним скуповима, од којих 31 у часописима са SCI листе (са импакт фактором).

Др Далибор Пешић, дипл.инж. саобраћаја је био члан (водећи истраживач или руководиоца) ауторског тима у преко 100 научно-истраживачких студија и пројеката. На Институту Саобраћајног факултета у Београду учествовао је у преко 2000 експертиза саобраћајних незгода као члан Комисије за вештачења саобраћајних незгода. Коаутор је једног основног универзитетског уџбеника и два помоћна универзитетска уџбеника. Главне теме истраживања др Далибора Пешића су: анализе безбедности саобраћаја, индикатори и мерења у безбедности саобраћаја, бенчмаркинг у безбедности саобраћаја, превенција и експертизе саобраћајних незгода.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Ненад Марковић је рођен 23. октобра 1978. године у Београду. Завршио је основну школу "Војвода Степа Степановић" и средњу школу "XII Београдску гимназију" у Београду. Саобраћајни факултет у Београду, смер друмски и градски саобраћај и транспорт уписао је школске 1997/98 године и дипломирао 04. јуна 2004. године, на теми "Анализа угрожености у саобраћају деце - ученика О.Ш. "Војвода Степа" у Београду, са предлогом мера". Последипломске студије уписао је 2006. године, а докторске академске студије, 2009. године, на Саобраћајном факултету у Београду, смер Саобраћај и положио је све испите, са просечном оценом 9,7.

Од јануара 2004. године је обављао стручну праксу на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила, где је у наставку волонтирао до дипломирања. Након дипломирања, јуна 2004. године, ангажован је на месту сарадника на Институту Саобраћајног факултета, на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила на пословима вештачења саобраћајних незгода и процени штета, израде пројеката и студија безбедности саобраћаја, истраживачком раду и давању и осмишљавању предлога идејних решења, у функцији безбедности саобраћаја.

Од јуна 2013. године запослен је на Универзитету у Београду на Саобраћајном факултету, на месту асистента на катедри за Безбедност саобраћаја и друмска возила.

Кандидат, Ненад Марковић, дипломирани инжењер саобраћаја, је као аутор и коаутор учествовао у изради преко 70 научних и стручних радова од којих су четири објављена у међународним часописима са SCI листе у категорији M20.

Коаутор је шест приручника за унапређење знања лиценцираних кадрова у области обуке у ауто-школама: Полукружно окретање; Брзина кретања возила; Раскрснице са кружним током саобраћаја; Однос возача према пешацима; Саобраћај на раскрсници; Измене закона о безбедности саобраћаја на путевима. Такође, коаутор је и три Приручника за саобраћајно-техничко вештачење и то издања 2009.; 2016. и 2017. године. Коаутор је и приручника Савремени концепт саобраћајног васпитања и образовања у предшколским установама и Савремени концепт саобраћајног васпитања и образовања у првом разреду основног

образовања и васпитања.

Коаутор је и помоћног универзитетског уџбеника Збирка задатака из безбедности саобраћаја са практикумом, издатог на Саобраћајном факултету у Београду 2015. године.

Кандидат, Ненад Марковић, дипломирани инжењер саобраћаја, као члан ауторског тима учествовао је у изради преко 50 пројеката и студија из области безбедности саобраћаја и преко 2000 експертиза саобраћајних незгода, као члан Комисије вештака на Институту Саобраћајног факултета у Београду. Међу бројним пројектима на којима је Кандидат учествовао, су и три пројекта из области докторске дисертације, и то: "Дубинска анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима на територији града Београда", "Пројекат независних оцена утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде са погинулим лицима" (на државним путевима Републике Србије) и "Независна оцена утицаја пута на саобраћајне незгоде са погинулим лицима" (на територији Града Београда).

Од 2013. године рецензирао је и већи броја радова објављених на међународним конференцијама "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", а од 2017. године и за угледни међународни часопис Traffic Injury Prevention (IF=1,29). Од 2015. године члан је организационог одбора међународне конференције "Безбедност саобраћаја у локалној заједници", а од 2015. године члан је организационог одбора и конференције "Вештачење саобраћајних незгода и преваре у осигурању".

Кандидат, Ненад Марковић, дипломирани инжењер саобраћаја је положио стручни испит Инжењерске коморе Србије и поседује лиценце прописане за дипломираног саобраћајног инжењера "одговорни пројектант" од 16.06.2008. године и "одговорни извођач радова" од 16.07.2015. године. Стални је судски вештак са листе вештака Вишег суда у Београду, за област Саобраћај-Транспорт-Безбедност, од 2011. године.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја, написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“ из 2019. године. Докторска дисертација је написана на српском језику, ћириличним писмом, на папиру А4 формата, двострано, укупног обима од 177 страна са 7 табела, 24 графика и 4 слике. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, а затим садржај дисертације, списак табела, слика и коришћених скраћеница.

Докторска дисертација је структурно конципирана кроз шест поглавља написаних на 177 страна, под следећим насловима:

1. Увод (11 страна);
2. Анализа саобраћајних незгода – основне поставке (31 страна);
3. Дубинске анализе саобраћајних незгода (33 страна);
4. Развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода (48 страна);
5. Анализа тестирања развијеног модела дубинске анализе (30 страна);

## 6. Закључна разматрања (10 страна).

Након наведених поглавља, дат је списак литературе који садржи 177 библиографских јединица, које су коришћене при изради докторске дисертације. На крају докторске дисертације дата је биографија аутора и три прилога, и то потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада.

Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада, док по свом облику и садржају, поднети рад задовољава све стандарде прописане за израду докторске дисертације Универзитета у Београду.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У **првом поглављу**, односно уводу, указано је на значај и величину проблема страдања у саобраћајним незгодама и последицама које носе саобраћајне незгоде. Такође, указано је на досадашње резултате и потребу за унапређењем примењених метода превентивног деловања и потреби за развојем нових. Стављен је акценат на значај правилног препознавања узрока, околности и других утицајних фактора настанка саобраћајних незгода за унапређење безбедности саобраћаја, а што је и представљало основни мотив за избор теме и поставку проблема у овој дисертацији. Након описа мотива за избор теме, дате су основне хипотезе од којих полази ова докторска дисертација.

Такође, у уводном делу, дефинисани су предмет и научни циљеви истраживања, као и методе које су коришћене у докторској дисертацији за доказивање постављених хипотеза. На крају овог уводног поглавља дат је кратак приказ свих појединачних поглавља докторске дисертације.

Појам саобраћајне незгоде и врсте расположивих анализа представљени су у **другом поглављу**, где је посебно указано на значај етиолошких анализа за потпуно разумевање настанка саобраћајних незгода. Извршен је приказ најзначајнијих метода етиолошких анализа са циљем јасног указивања на могућности и ограничења сваке од метода, како у примени тако и у погледу добијених резултата и могућности унапређења безбедности саобраћаја. Посебно је указано на значај адекватног дефинисања и разликовања узрока и околности настанка саобраћајних незгода и дефинисању врсте утицаја сваког од препознатих фактора саобраћајне незгоде. У овом поглављу посебно је указано на могућности и значај експертиза саобраћајних незгода, као методе за дефинисање узрока и околности настанка саобраћајних незгода у циљу превентивног деловања у безбедности саобраћаја. На крају овог поглавља указано је на могућност дефинисања утицајних фактора настанка саобраћајних незгода коришћењем експертиза.

Преглед најважније референтне литературе и примењених пракси дубинских анализа саобраћајних незгода је дат у **трећем поглављу**, где је посебно указано на значај дубинских анализа за правилно дефинисање утицајних фактора саобраћајних незгода. Дефинисан је појам и законски оквир за спровођење дубинских анализа у Републици Србији. Приликом представљања најзначајнијих модела дубинских анализа саобраћајних незгода примењених у свету, указано је на могућности и ограничења дефинисања утицајних фактора сваког од модела.

Показано је да могућност примене и препознавање утицајних фактора директно зависе од расположивих и анализираних обележја саобраћајне незгоде, као и избора начина вршења дубинске анализе. На основу анализираних модела дубинских анализа, као и осталих расположивих знања, дефинисани су најважнији утицајни фактори саобраћајних незгода и приказани су могући утицаји на саобраћајне незгоде.

**Четвртим поглављем** указано је на значај развоја модела дубинских анализа саобраћајних незгода заснованог на утицајним факторима. Извршена је анализа постојећих модела за избор утицајних фактора саобраћајних незгода и посебно је указано на могућности дубинских анализа за дефинисање утицајних фактора. Такође, приказани су и модели који су коришћени за избор и дефинисање најважнијих утицајних фактора применом експертиза саобраћајних незгода, а који су касније коришћени за развој модела дубинске анализе. Извршено је поређење дефинисаних утицајних фактора помоћу експертиза и утицајних фактора препознатих дубинским анализама, на основу чега је постављен основни модел за дефинисање утицајних фактора. Приликом развоја модела вршена је оптимизација и дефинисан је минимални сет обележја саобраћајне незгоде, неопходан за дефинисање утицајних фактора. У оквиру овог поглавља приказан је и општи модел за дефинисање узорка, препознавање најважнијих утицајних фактора и спровођење дубинских анализа за територију Републике Србије. Такође, указано је и на могуће правце даљег развоја модела за посебне типове саобраћајних незгода.

У **петом поглављу** приказани су резултати препознавања утицајних фактора на основу развијеног модела дубинских анализа саобраћајних незгода на реалним саобраћајним незгодама из Републике Србије, а које су анализирани и класичном методом. Развијени модел је показао могућност дефинисања утицајних фактора на основу обележја саобраћајне незгоде. У наставку је извршена анализа и тумачење добијених резултата за све незгоде збирно, као и по појединим типовима незгода. Препознати су и дефинисани најчешћи утицајни фактори, као и они које модел не препознаје, извршена је квантификација утицаја, при чему су дискутовани и могући разлози наведеног непрепознавања. Развијеним моделом дефинисани су и значаји препознатих фактора на саобраћајне незгоде, чиме је указано на могућност даље калибрације модела.

**Шестим поглављем** показан је значај примене развијеног модела и указано је на потенцијалне бенефите практичне примене. Приказана је синтеза најважнијих закључака, као и научни доприноси до којих се дошло израдом докторске дисертације. Посебно је дат осврт на могућност имплементације у сврху превентивног деловања управљача саобраћајног система у Републици Србији. Приказан је и практични значај имплементације развијеног модела у процесу превентивног деловања и дате су смернице за даље унапређење развијеног модела и повећање поузданости дефинисаних фактора.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Превентивно деловање у безбедности саобраћаја не може дати поуздане и квалитетне резултате без адекватног разумевања узрока и околности настанка саобраћајних незгода и поузданог дефинисања фактора који на њих утичу.

У свету је познат и примењен значајан број различитих метода у циљу бољег, потпунијег и квалитетнијег сагледавања и разумевања околности настанка саобраћајних незгода и дефинисању утицајних фактора, али свака од њих поред предности има и одређена ограничења. Тенденција повећања броја смртно страдалих и повређених лица у саобраћају у свету, показује да до сада примењени модели нису дали очекиване и планиране резултате. Имајући то у виду јасна је потреба за даљим усавршавањем и унапређењем постојећих метода и развојем нових, а како би се боље разумеле околности настанка саобраћајних незгода и адекватно дефинисале и примениле одговарајуће превентивне мере. Међу до сада примењиваним методама, дубинске анализе саобраћајних незгода су омогућавале најдетаљније анализирање утицајних фактора настанка и последица саобраћајних незгода, што их чини изузетно значајним алатом за свеобухватно разумевање саобраћајних незгода и даље унапређење безбедности саобраћаја. Имајући то у виду од посебног је значаја перманентно унапређивати овај модел и омогућавати ширу примену у свету.

За различите потребе и са различитим циљевима спровођене су дубинске анализе саобраћајних незгода широм света, почев од потребе за усавршавањем возила до глобалног разумевања настанка незгода.

Бивале су усмерене на поједини фактор или групу фактора, па нису омогућавале целокупно сагледавање свих утицајних фактора. Друге су пак анализирале све постојеће утицаје и на основу учесталости појединих утицаја дефинисале најзначајније. Овакво дефинисање најзначајнијих утицајних фактора не даје најпоузданије резултате, па се у последње време препознала потреба квантификовања утицаја (значаја) препознатих фактора. Ово омогућава дефинисање и рангирање стварних утицајних фактора према њиховом степену утицаја у конкретној незгоди. Препознавање утицајних фактора и дефинисање степена утицаја у циљу дефинисања најзначајнијих утицајних фактора захтева значајне капацитете, стручњаке, време и посебно значајне материјалне ресурсе, што је чини теже применљивом широм света.

У циљу поједностављивања и унапређења процеса спровођења дубинских анализа саобраћајних незгода и масовљавања примене у пракси, развијен је модел који на основу претходних знања и искустава (експертиза, независних оцена, дубинских анализа и сл.) дефинише и квантификује утицајне факторе и препознаје најзначајније. На овај начин омогућено је да се на основу дефинисаних обележја саобраћајне незгоде развијеним моделом препознају утицајни фактори конкретне незгоде и даља анализа концентрише на разумевање утицаја препознатих фактора. Једна од највећих предности овог модела је то што омогућава анализу само фактора који су имали утицаја, без трошења ресурса на остале факторе који нису имали утицаја. Ово омогућава детаљније сагледавање и квалитетније анализирање препознатих утицајних фактора, као и смањење грешке при препознавању утицајних фактора. Ово такође омогућава и масовнију примену, јер

не захтева велики број експерата и значајне ресурсе за добијање квалитетних резултата.

Оригиналност докторске дисертације се огледа у иновативном приступу препознавања утицајних фактора на почетку процеса спровођења дубинских анализа. То омогућава проверу препознатих утицајних фактора и каснију калибрацију значаја препознатих фактора на основу резултата спроведених дубинских анализа. Такође, омогућава детаљније сагледавање утицаја препознатих фактора у конкретној незгоди и препознавање нових утицајних фактора.

С друге стране омогућава елиминисање анализе фактора који нису имали утицаја, што поједностављује и смањује трошкове примене. На овај начин омогућено је боље и детаљније сагледавање проблема који за последицу имају настанак саобраћајне незгоде. Ово омогућава перманентно тестирање постојећих препознатих утицајних фактора, као и дефинисање нових фактора са повећањем броја спроведених дубинских анализа и прикупљених података. Такође ово може омогућити и ефикасније спровођење дубинских анализа и повећање броја незгода које се, са расположивим капацитетима, могу дубински анализирати.

Развијеним моделом омогућено је да се боље сагледају околности под којима поједини фактори постају утицајни, постојање међуутицаја препознатих фактора, а што омогућава даље препознавање нових утицаја који нису очигледни. С друге стране, препознавање утицајних фактора на почетку дубинске анализе омогућава и интервентно предузимање одређених мера и акција на основу препознатих утицајних фактора, без даље дубинске анализе ако су претходно ти утицаји већ били препознати.

Модел који је развијен у овој докторској дисертацији представља савремен и иновативан приступ препознавању утицајних фактора саобраћајних незгода, који има могућност калибрације и унапређења, што омогућава квалитетно сагледавање проблема безбедности саобраћаја, развој и примену превентивних активности у циљу подизања нивоа безбедности саобраћаја, без ограничене примене у простору и времену. Имајући у виду да је развијени модел прилагођен стању у саобраћају у Републици Србији, то је за примену на другим подручјима неопходно дефинисање величине узорка, периода реализације и структуре узорка у зависности од конкретног подручја.

Савременост и оригиналност докторске дисертације верификована је кроз низ публикованих и саопштених радова кандидата на домаћим и међународним симпозијумима и часописима.

### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради докторске дисертације кандидат је опсежно и систематично приказао преглед најважнијих достигнућа из области анализе саобраћајних незгода, користећи 177 библиографских јединица. Наведена и коришћена литература је савремена и актуелна, релевантна за предмет и циљеве истраживања.

Кандидат је у докторској дисертацији правилно реферисао бројне литературне изворе и тиме показао висок ниво познавања резултата савремених истраживања присутних у литератури из релевантне научне области.



### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Приликом израде докторске дисертације коришћене су опште методе научног истраживања попут: анализе, синтезе, индукције, дедукције, апстракције и аналогije. Поред поменутих метода, за потребе спроведених истраживања у оквиру докторске дисертације коришћене су:

- студије случаја за анализу појединих саобраћајних незгода и дефинисање појединих утицајних фактора настанка и последица конкретних незгода;
- експертизе саобраћајних незгода за препознавање и дефинисање врсте утицаја на саобраћану незгоду;
- дубинске анализе саобраћајних незгода са територије Града Београда и Републике Србије;
- експертске оцене за дефинисање значаја и врсте утицаја препознатих фактора саобраћајних незгода;
- дескриптивне и аналитичке статистике за дефинисање утицаја појединих фактора на саобраћајне незгоде;
- компаративна анализа за поређење добијених резултата различитим методама, на различитим подручјима и узорцима незгода;
- вишекритеријумско вредновање за препознавање степена утицаја фактора код саобраћајних незгода на основу знања из експертиза;
- Бајесова неуронска мрежа заснована на вишекритеријумском вредновању за препознавање и вредновање утицајних фактора саобраћајних незгода.

Коришћене методе су адекватне и у потпуности одговарају дефинисаном предмету и циљу истраживања.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Поред истакнутог научног доприноса, докторска дисертација има и велики практични значај кроз имплементацију развијеног модела у превенцији саобраћајних незгода, препознавању утицајних фактора и омасовљавању примене дубинских анализа саобраћајних незгода. Значај овог модела огледа се и у томе што је просторно преносив, односно може се применити и у другим држава или подручјима уз корекцију потребног узорка, као и на различитим нивоима од локалног до међународног. Применом развијеног модела могуће је на једноставан, брз и поуздан начин дефинисати најважније утицајне факторе саобраћајних незгода и предузети жељене активности.

Примена развијеног модела омогућава ефикасније спровођење дубинских анализа саобраћајних незгода, јер омогућава да се на почетку процеса прикупљања података дефинишу потенцијални утицајни фактори. Ово омогућава да се прикупљање података фокусира на препознате факторе, а не на све могуће, што даље чини прикупљање података ефикаснијим, а касније и даље анализе прикупљених података, једноставнијим и поузданијим, јер се обрађује знатно мањи обим података. Претходно наведено, метод дубинских анализа чини практичнијим и применљивијим и мање зависним од постојећих ограничења у пракси.

Фокусирање прикупљања података дубинским анализама на препознате утицајне факторе, смањује потребе за већим ресурсима, односно материјалним и стручним кадровима и омогућава ширу примену. Смањивањем обима прикупљања података на препознате утицајне факторе смањују се неопходни трошкови за прикупљање и обраду података. Такође, фокусирањем на препознате утицајне факторе омогућава се смањење неопходног броја лица која прикупљају податке, као и дефинисање структуре тима у зависности од потреба препознатих утицајних фактора. Ово посебно омогућава знатне уштеде, јер се у зависности од препознатих утицаја могу ангажовати поједини експерти из области која се баве конкретним препознатим проблемом (фактором).

Смањењем потребног времена по једној дубинској анализи, применом на само препознате факторе, омогућава се вршење дубинских анализа већег броја саобраћајних незгода, што омогућава обимније и потпуније сагледавање утицајних фактора на посматраном подручју. На овај начин повећањем узорка дубински анализираних незгода смањује се могућност непрепознавања појединих утицајних фактора саобраћајних незгода.

Анализом препознатих утицајних фактора омогућава се детаљније анализирање и фокусирање на конкретне факторе, што омогућава боље разумевање њиховог утицаја, као и околности под којима се јављају ти утицаји.

Ово је посебно значајно јер појава утицаја појединих фактора често зависи од различитих међуутицаја фактора и околности, па овако фокусирано спровођење дубинских анализа омогућава да се боље сагледају ти међуутицаји и евентуално дефинишу нови утицајни фактори, који класичним анализама нису препознати.

Специфичност развијеног модела је и та да на основу прикупљених података спроведеним дубинским анализама омогућава перманентно вредновање утицајних фактора, што омогућава стално унапређење и развој модела, као и постизање поузданијих резултата. Наиме, како се у процесу прикупљања података о саобраћајној незгоди подаци перманентно уносе у базу, то омогућава да се врши калибрација модела и повећава поузданост утврђивања утицајних фактора са повећањем узорка саобраћајних незгода које су дубински анализирани. Ово омогућава и препознавање фактора који на неком подручју раније нису били препознати, јер се њихов утицај није појављивао, али са њиховом појавом и модел се оспособљава да их у наставку препознаје у одређеним околностима.

Развијени модел дубинских анализа, иако му то није превасходна намена, такође пружа могућност управљачу система да након добијања података о препознатим утицајним факторима донесе одлуку да ли ће се вршити дубинска анализа конкретне незгоде, а у зависности од расположивих ресурса и постављених циљева. Претходно омогућава алокацију расположивих ресурса на анализе незгода чији фактори су мање препознати или се желе посебно анализирати, а у циљу њиховог бољег разумевања. Ово омогућава фокусирање дубинских анализа на недовољно истражене утицајне факторе, а што може дати изузетне резултате за дефинисање превентивних активности усмерених на те факторе.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу вишегодишњег искуства у раду са кандидатом и анализе верификованих резултата истраживања, који су објављени у међународним часописима, као и радова који су објављени и саопштени на међународним и домаћим научно-стручним скуповима, Комисија сматра да је кандидат несумњиво показао способност за самостални научни рад.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу прегледа докторске дисертације кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја, Комисија сматра да су остварени следећи оригинални научни доприноси:

- Указано је на неопходност бољег разумевања разлога настанка саобраћајних незгода и правилног препознавања и дефинисања утицаја, у циљу предузимања адекватних мера и акција за унапређење безбедности саобраћаја у свету;
- Указано је на сложеност и непредвидивост околности настанка саобраћајне незгоде, што отежава адекватно сагледавање утицаја свих постојећих фактора и чини сложеним сагледавање свих утицаја;
- Систематизована су искуства развоја и примене дубинских анализа саобраћајних незгода у појединим државама света и дат је приказ примењених методологија, као и могућности дефинисања утицајних фактора применом дубинских анализа саобраћајних незгода;
- Дат је преглед најзначајнијих утицајних фактора утврђених применом дубинских анализа саобраћајних незгода на моделу већег броја држава, односно обједињавањем резултата у више држава;
- Показане су могућности примене вештачке интелигенције – неуронских мрежа на решавање проблема у безбедности саобраћаја, посебно у области препознавања утицаја појединих фактора на настанак и последице незгоде, развојем и применом Бајесових неуронских мрежа;
- Предложен је модел за вршење дубинских анализа саобраћајних незгода на територији Републике Србије, са дефинисаним узорком, територијалним обухватом, периодом реализације и осталим значајним специфичностима, уз примену Бајесове неуронске мреже;
- Указано је на могућност развоја посебних модела за поједине типове незгода, а што би омогућило једноставнију примену и поузданије резултате, када се анализирају само поједини типови незгода.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Докторска дисертација кандидата Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја, представља значајан искорак у области превентиве и безбедности саобраћаја. Развој новог модела вршења дубинских анализа саобраћајних незгода

представља савремен и иновативан алат са великом практичном и научном применом.

Основне предности овог модела су што омогућава брзо и ефикасно дефинисање утицајних фактора на основу малог броја обележја саобраћајне незгоде. Дефинисање утицајних фактора на основу постојећих искустава обезбеђује објективност дефинисања и искључује пристрасност приликом прикупљања података. Развијени модел захтева мање финансијске ресурсе за разлику од традиционалних модела, као и мањи број експерата, посебно при прикупљању података.

Предност модела је што није просторно ограничен, може се примењивати било где и на било ком нивоу, од локалног до међународног, уз неопходно дефинисања минималног узорка незгода. Такође, предност развијеног модела може бити и алокација расположивих ресурса на дубинске анализе незгода чији утицајни фактори нису довољно истражени, или факторе који се посебно желе сагледати, што омогућава стално унапређење и препознавање нових утицајних фактора.

Омогућавање препознавања свих утицајних фактора на неком подручју, а посебно међусобне условљености утицаја више фактора на настанак незгоде, од пресудног је значаја за правилно дефинисање превентивног рада, а што омогућава развијени модел. Претходним је омогућено управљачима система да правилним избором вршења дубинских анализа системски анализирају све могуће утицаје у највећој могућој мери, што даје потпуно сагледавање праваца деловања у превенцији саобраћајних незгода.

Имајући претходно наведено у виду, Комисија констатује да резултати истраживања дају одговоре на научне задатке који су дефинисани на почетку израде дисертације.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру ове докторске дисертације постигнута је објављивањем резултата истраживања у међународним часописима, као и саопштавањем резултата истраживања на међународним и националним скуповима. Научни доприноси дисертације су верификовани објављивањем следећих радова:

#### **Категорија М23**

1. **Marković, N., Pešić, D., Antić, B., Vujanić, M.** The Analysis of Influence of Individual and Environmental Factors on Two-Wheeled Users' Injuries, Traffic Injury Prevention, 2016; 17:6, 610-617, doi: 10.1080/15389588.2015.1132314, ISSN: 1538-9588, (IF 1.290 for 2016), <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1132314>;
2. Vujanić, M., Pešić, D., Antić, B., **Marković, N.** Selection and assessment of the relevant data for reducing the number of red-light running, Transport, 2018; 33:1, 268-279, doi: 10.3846/16484142.2016.1174153, ISSN: 1648-4142, (IF 1.524 for 2018), <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1174153>;

#### **Категорија М33**

1. **Марковић, Н., Лазаревић, М., Видаковић, М. Дефинисање и класификација утицаја пута на саобраћајне незгоде применом независних оцена.** 14.

- Међународна Конференција - Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Копаоник, 10-13 Април. 2019. ИСБН 978-86-7020-418-8, 157-166;
2. **Marković, N., Pešić, D., Antić, B., Lazarević, M. Analiza uticajnih faktora na nastanak saobraćajnih nezgoda primenom metode dubinskih analiza saobraćajnih nezgoda**, 14. Међународни симпозијум – Превенција саобраћајних незгода на путевима 2018, Нови Сад 2018. ИСБН 978-86-6022-099-0, 143-152;
  3. **Марковић, Н., Антић, Б., Смаиловић, Е. Дефинисање доминантних утицајних фактора настанка саобраћајне незгоде применом методе дубинских анализа**. 13. Међународна Конференција - Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Копаоник, 18-21 Април. 2018. ИСБН 978-86-81230-01-5, 61-70;
  4. **Marković, N., Pešić, D., Antić, B., Lazarević, M. Determinisanje uticajnih faktora primenom metoda dubinskih analiza**, VI Међународна конференција – Безбједност саобраћаја у локалној заједници, Банја Лука 2018. ИСБН 978-99976-727-4-2, 41-49;
  5. **Марковић, Н., Липовац, К. Утврђивање и дефинисање утицајних фактора настанка и последица саобраћајних незгода применом дубинских анализа**. 12. Међународна Конференција - Безбедност саобраћаја у локалној заједници, Тара, 19-22 Април. 2017. ИСБН 978-86-7892-924-3, 1-10;
  6. **Marković, N., Lipovac, K. Determining and defining influential factors on occurrence and consequences of traffic accidents using in-depth analysis**. XII International Conference ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY Serbia, Tara, 19-22 April. 2017. ISBN 978-86-7020-416-4, 31-40;
  7. **Marković, N. Pešić, D., Antić, B., Vujanić, M. Sistematizacija uticaja faktora puta na saobraćajne nezgode primenom metoda dubinske analize**, V Међународна конференција – Безбједност саобраћаја у локалној заједници, Банја Лука 2016. УДК: 614.8:343.915(497.6 RS), ISBN 978-99976-618-7-6, 17-26;
  8. **Marković, N., Antić, B., Pešić, D., Smailović, E. Iskustva dubinskih analiza na primeru uticaja tehničke ispravnosti vozila na saobraćajne nezgode**. 13th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ROAD ACCIDENTS PREVENTION 2016. Novi Sad, 13-14. October. 2016. ISBN 978-86-7892-855-0, 383-392;
  9. **Марковић, Н., Јончић, З., Миљковић, Д. Дубинска анализа саобраћајних незгода у ЈКП београдски водовод и канализација за период 2006-2014**. XI међународна конференција „БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ“, Врњачка Бања, 13-16 Април 2016. ISBN 978-86-7020-345-7, 81-90;
  10. **Marković, N., Vujanić, M., Pešić, D., Antić, B. Independent assessment of road impact upon the occurrence of road accidents involving pedestrians in the city of Belgrade** XI International Conference ROAD SAFETY IN LOCAL COMMUNITY, Vrnjanska Banja, 13-16 April, 2016. ISBN 978-86-7020-371-6, 53-64;
  11. **Марковић, Н., Вујанић, М., Антић, Б., Пешић, Д. Дубинске анализе саобраћајних незгода савремени приступ превентивног деловања у безбедности саобраћаја**, IV Међународна конференција Безбједност саобраћаја у локалној заједници, Бања Лука, 29-30. Октобар 2015. ИСБН 978-99976-618-5-2, 15-24;
  12. **Пешић, Д., Шелмић, М., Мацура, Д., Марковић, Н. Примена K-Means методе у дубинској анализи саобраћајних незгода**, IV Међународна конференција

Безбједност саобраћаја у локалној заједници, Бања Лука, 29-30. Октобар 2015. ИСБН 978-99976-618-5-2, 9-14;

13. **Марковић, Н., Пешић, Д., Мацура, Д., Шелмић, М. Независне оцене саобраћајних незгода са погинулим на јавним путевима, X Међународна конференција БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА У ЛОКАЛНОЈ ЗАЈЕДНИЦИ, Крагујевац, 22-25. април 2015. ИСБН 978-86-7020-315-0;**

#### **Категорија М34**

1. **Marković N, Pesic D, Antic B, Lipovac K. Determinisanje faktora put kao uticajnog faktora na saobraćajne nezgode primenom dubinskih analiza, Treći Srpski kongres o putevima, 14-15. Jun. 2018. Beograd. 625.7/.8(082), ISBN 978-86-88541-10-7; 454-464;**
2. **Antić B., Marković, N. Predikcija uticaja faktora put na nastanak saobraćajnih nezgoda primenom modela dubinskih analiza. Drugi Srpski kongres o putevima, 09-10. Jun. 2016. Beograd. 625.7/.8(082)(0.034.4), ISBN 978-86-88541-06-0; 790-799;**

#### **Категорија М63**

1. **Марковић, Н., Вујанић, М. Могућност унапређења вештачења применом резултата дубинских анализа, XV Симпозијум ВЕШТАЧЕЊЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА И ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ, Соко Бања, март 2016. ИСБН 978-86-7395-335-9;**
2. **Марковић, Н., Пешић, Д., Шелмић, М., Мацура, Д. Значај вршења дубинских анализа саобраћајних незгода за правилно утврђивање утицаја пута на настанак саобраћајне незгоде, XIV Симпозијум ВЕШТАЧЕЊЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА И ПРЕВАРЕ У ОСИГУРАЊУ, Перућац, 26-29. март 2015. ИСБН 978-86-7395-335-9;**

#### **Категорија М51-52-53**

1. **Марковић Н., Пешић, Д., Антић, Б., Лазаревић, М. Препознавање утицајних фактора на настанак саобраћајних незгода применом дубинских анализа саобраћајних незгода и бајесове неуронске мреже. Пут и саобраћај. 2019; 65(3): 29-38. <https://doi.org/10.31075/PIS.65.03.04>;**
2. **Марковић, Н., Антић, Б., Пешић, Д., Липовац, К., Лазаревић, М. Детерминисање фактора пут као утицајног фактора на саобраћајне незгоде применом дубинских анализа. Пут и сабрацај. 2018; 64(2), 55-64. <https://doi.org/10.31075/PIS.64.02.07>;**
3. **Марковић, Н., Вујанић, М., Липовац, К., Антић, Б., Пешић, Д. Методологија дубинских анализа саобраћајних незгода, Пут и саобраћај 61 (2), 51-58, 2015. ИССН 0478-9733;**
4. **Пешић, Д., Антић, Б., Давидовић, Ј., Марковић, Н. Основна обележја саобраћајних незгода у Србији, која се односе на пут у складу са CAdAS препорукама европске комисије, Пут и саобраћај 61(1), 27-32, 2015. ИССН 0478-9733.**

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Комисија закључује да је докторска дисертација под називом **"Развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода заснованог на утицајним факторима"** кандидата **Ненада Марковић, дипломираног инжењера саобраћаја**, оригиналан и савремени научни допринос. Развијени модел дубинских анализа за Републику Србију са развијеним моделом за дефинисање утицајних фактора настанка и последица саобраћајне незгоде, пружа научну основу за квалитетну анализу и поуздано препознавање и дефинисање фактора који за последицу имају саобраћајне незгоде, односно њихове последице. Развијени модел перманентно врши рекалибрацију значаја препознатих фактора, што омогућава перманентни развој и усавршавање резултата. Поред тога, развијени модел омогућава дефинисање и праћење најзначајних утицајних фактора на посматраном подручју, а што може служити за дефинисање приоритетних активности или пак поређење између подручја, што омогућава даље разумевање осталих утицаја на незгоде.

Модел је развијен за територију Републике Србије, али га је, уз прилагођавање узорка и периода реализације, могуће применити на било ком другом подручју, од локалног до међународног. Развијени модел је изузетно значајан јер омогућава значајне уштеде у примени дубинских анализа саобраћајних незгода и као такав има изузетан значај за унапређење безбедности саобраћаја.

Имајући у виду квалитет истраживања и приказани значај ове докторске дисертације, Комисија сматра да је кандидат Ненад Марковић, дипломирани инжењер саобраћаја, кроз израду докторске дисертације и публиковане радове, показао потпуну научноистраживачку зрелост и способност за самостални рад.

На основу свега напред изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета да се докторска дисертација под називом **"Развој модела дубинских анализа саобраћајних незгода заснованог на утицајним факторима"** кандидата **Ненада Марковића, дипломираног инжењера саобраћаја** прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 29.11.2019. године

### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

---

др Далибор Пешић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

---

др Крсто Липовац, редовни професор  
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

---

др Борис Антић, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

---

др Драган Јовановић, редовни професор  
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука