УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ

Дејан Р. Анђелковић

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА ПРИМЕНОМ КОНТИНУАЛНЕ ДИСПЕРЗИОНЕ АНАЛИЗЕ

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, фебруар, 2019. године

UNIVERSITY IN NOVI SAD
FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD

Dejan R. Anđelković

IDENTIFICATION OF HOTSPOTS ON ROADS USING CONTINUAL VARIANCE ANALYSIS

DOCTORAL DISSERTATION

Novi Sad, february, 2019. years

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ● **ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА**
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, **РБР**:		
Идентификациони број, **ИБР**:		
Тип документације, **ТД**:		Монографска публикација
Тип записа, **ТЗ**:		Текстуални штампани материјал
Врста рада, **ВР**:		Докторска дисертација
Аутор, **АУ**:		Мсц Дејан Анђелковић
Ментор, **МН**:		Др Илија Танацков редовни професор
Наслов рада, **НР**:		"ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА ПРИМЕНОМ КОНТИНУАЛНЕ ДИСПЕРЗИОНЕ АНАЛИЗЕ"
Језик публикације, **ЈП**:		Српски
Језик извода, **ЈИ**:		Српски/Енгелски
Земља публиковања, **ЗП**:		Република Србија
Уже географско подручје, **УГП**:		АП Војводина
Година, **ГО**:		2019
Издавач, **ИЗ**:		Ауторски репринт
Место и адреса, **МА**:		21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, **ФО**: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)		5/126/304/19/27/0/1
Научна област, **НО**:		Саобраћајно инжењерство
Научна дисциплина, **НД**:		Безбедност саобраћаја
Предметна одредница/Кључне речи, **ПО**:		Безбедност саобраћаја, управљање безбедношћу саобраћаја, саобраћајне незгоде, опасна места на путевима, континуална анализа варијансе
УДК		
Чува се, **ЧУ**:		21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Важна напомена, **ВН**:		
Извод, **ИЗ**:		У оквиру истраживања ове докторске дисертације креиран је нови оригинални метод за идентификацију опасних места на путевима заснован на континуалној анализи варијансе (АНОВЕ). Метод, на основу статистичких показатеља даје одређене карактеристике (сигнификантности) односно разлике или сличности између посматраних група. Под појмом „група" подразумевају се краће путне деонице пута стандардне дужине (суб-деонице) на којима се у одређеном временском периоду десио одређени број саобраћајних незгода. Међусобним поређењем тих група (суб-деоница), као и поређењем тих група (суб-деоница) са целим скупом (целом посматраном путном деоницом коју чине све суб-деонице), добијају се одређене статистичке вредности сигнификантности односно значајности разлике или сличности међу њима. Ти показатељи дају одговарајуће оцене посматраних суб-деоница у погледу безбедности односно не безбедности тих суб-деоница.
Датум прихватања теме, **ДП**:		25.06.2013.
Датум одбране, **ДО**:		
Чланови комисије, **КО**:	Председник:	др Зоран Папић, ванредни професор
	Члан:	др Крсто Липовац, редовни професор
	Члан:	др Борис Антић, ванредни професор
	Члан:	др Драган Јовановић, редовни професор
	Члан, ментор:	др Илија Танацков, редовни професор

Потпис ментора

UNIVERSITY OF NOVI SAD ● **FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES**
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Образац **Q2.HA.06-05**- Издање 1

Accession number, **ANO**:	
Identification number, **INO**:	
Document type, **DT**:	Monographic publication
Type of record, **TR**:	Textual printed document
Contents code, **CC**:	PhD Thesis
Author, **AU**:	Dejan Anđelković
Mentor, **MN**:	PhD Ilija Tanackov
Title, **TI**:	„IDENTIFICATION OF HOTSPOTS ON ROADS USING CONTINUAL VARIANCE ANALYSIS“
Language of text, **LT**:	Serbian
Language of abstract, **LA**:	Serbian/English
Country of publication, **CP**:	Republic of Serbia
Locality of publication, **LP**:	AP of Vojvodina
Publication year, **PY**:	2019
Publisher, **PB**:	Author's reprint
Publication place, **PP**:	Faculty of Technical Sciences, Trg D. Obradovica 6, 21000 Novi Sad
Physical description, **PD**: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	5/126/304/19/27/0/1
Scientific field, **SF**:	Traffic engineering
Scientific discipline, **SD**:	Traffic safety
Subject/Key words, **S/KW**:	Traffic safety, traffic safety management, traffic accident, hotspots on the roads, continual analysis of variance
UC	
Holding data, **HD**:	Library of the Faculty of Technical Sciences Novi Sad
Note, **N**:	
Abstract, **AB**:	In the framework of the research of this doctoral dissertation, a new original method for the identification of dangerous locations on roads based on continual analysis of variance (ANOVE) was created. The method, based on statistical indicators, gives certain characteristics (significance), ie differences or similarities between the observed groups. The term "group" means shorter road sections of standard length (subsections) where a certain number of traffic accidents occurred during a certain period of time. By comparing these groups (subsections) with each other, as well as by comparing these groups (subsections) with the whole set (the entire observed road section consisting of all subsections), certain statistical values of significance or significance of the difference or similarity between them are obtained. These indicators provide appropriate assessments of the observed subsections in terms of the safety or not the safety of these subsections.
Accepted by the Scientific Board on, **ASB**:	25.06.2013
Defended on, **DE**:	
Defended Board, **DB**: President:	PhD Zoran Papić
Member:	PhD Krsto Lipovac
Member:	PhD Boris Antić
Member:	PhD Dragan Jovanović
Member, Mentor	PhD Ilija Tanackov

Menthor's sign

Obrazac **Q2.HA.06-05**- Izdanje 1

РЕЗИМЕ

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА ПРИМЕНОМ КОНТИНУАЛНЕ ДИСПЕРЗИОНЕ АНАЛИЗЕ

Проблем безбедности саобраћаја на глобалном нивоу је један од водећих проблема, са којим се сусрећу све земље света, почев од развијених, па све до неразвијених земаља. Кључ успеха у свакој области, па и у унапређењу безбедности саобраћаја огледа се првенствено у успешном и прецизном дефинисању постојећег стања, а тиме и предузимању оптималних мера у циљу приближавања постојећег стања жељеном стању. Успешност у управљању безбедношћу саобраћаја је различита од државе до државе, а без обзирна на то постоји стална тенденција свих држава за унапређивање мера и метода управљања. Развијене земље Европске уније су одавно препознале проблем повећаног страдања становника у саобраћају и осмислиле читав низ системских активности за смањење броја и тежине последица саобраћајних незгода.

Процес анализе саобраћајних незгода заузима значајно место у процесу управљања безбедношћу саобраћаја. Задатак овог процеса је прикупљање података о саобраћајним незгодама, идентификација опасних места на путевима, избор места на којима је потребно извршити интервенције, избор врсте интервенције и вредновање ефеката интервенције. У почетној фази управљања безбедношћу саобраћаја, посебна пажња се поклања идентификацији и санацији опасних места, такозваних „црних тачака“, јер се на њима догађа знатно већи број саобраћајних незгода, у поређењу са бројем саобраћајних незгода на другим местима.

Разматрајући стручну литературу уочен је низ покушаја да се пронађу и дефинишу најефикаснији методи, који би омогућили и мерење безбедности појединих деоница путева и утврдили најугроженија и најопаснија места. И поред огромних напора, до данас нису стандардизовани принципи и технике идентификације опасних места, па се коришћени приступи односно методе за идентификацију опасних места на путевима разликују од државе до државе. Методологије се крећу од једноставног обележавања места са великим бројем саобраћајних незгода, па до софистицираних техника у којима се оцењује очекивани број саобраћајних незгода, а тиме одређује и потенцијал за побољшање безбедности.

У оквиру истраживања ове докторске дисертације креиран је нови оригинални метод за идентификацију опасних места на путевима заснован на континуалној анализи варијансе (АНОВЕ). Метод, на основу статистичких показатеља даје одређене карактеристике (сигнификантности) односно разлике или сличности између посматраних група. Под појмом „група“ подразумевају се краће деонице пута стандардне дужине (у даљем тексту суб-деонице) на којима се у одређеном временском периоду десио одређени број саобраћајних незгода. Међусобним поређењем тих група (суб-деоница), као и поређењем тих група (суб-деоница) са целим скупом (целом посматраном путном деоницом коју чине све суб-деонице), добијају се одређене статистичке вредности сигнификантности односно значајности разлике или сличности међу њима. Ти показатељи дају одговарајуће оцене посматраних суб-деоница у погледу безбедности односно не безбедности тих суб-деоница.

Нови метод идентификације опасних места на путевима представља велики потенцијал из области безбедности саобраћаја, и може се користити од стране државних, републичких, регионалних, локалних и осталих стручњака из безбедности саобраћаја у циљу брзог и квалитетног идентификовања опасних места или опасних деоница на путевима.

Кључне речи: Безбедност саобраћаја, управљање безбедношћу саобраћаја, саобраћајне незгоде, опасна места на путевима, континуална анализа варијансе

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF HOTSPOTS ON ROADS USING CONTINUAL VARIANCE ANALYSIS

The problem of traffic safety on the global level is one of the leading problems that all countries of the world are facing, ranging from developed to underdeveloped countries. The key to success in every field, as well as in improving traffic safety, is primarily seen in the successful and precise definition of the current situation, and therefore by taking optimal measures in order to bring the existing state closer to the desired state. Efficiency in traffic safety management is different from country to country, and regardless of this there is a steady tendency of all countries to improve measures and management methods. The developed countries of the European Union have long ago recognized the problem of traffic safety and therefore they have defined the whole set of system activities to reduce the number and severity of traffic accidents.

The process of analyzing traffic accidents takes a significant place in the traffic safety management process. The task of this process is to collect data about traffic accidents, identification of dangerous places on roads, selection places where intervention is needed, select the type of intervention and evaluate the effects of intervention. In the initial phase of traffic safety management, special attention is paid to identifying and remediating hotspots, the so-called "black spots", because they have a significantly higher number of traffic accidents compared to the number of traffic accidents elsewhere on the road network.

Considering the professional literature, a series of attempts have been made to find and define the most effective methods, which would also enable the measurement of the safety of certain road sections and determine the most vulnerable and dangerous places. Despite enormous efforts, the principles and techniques for identifying hotspots have not been standardized to date, and the approaches or methods used to identify hotspots on roads vary from country to country. Methodologies range from simply marking places with a large number of traffic accidents, to sophisticated techniques in assessing the expected number of traffic accidents, and thus determining the potential for improving safety.

In the framework of the research of this doctoral dissertation, a new original method for the identification of dangerous locations on roads based on continual analysis of variance (ANOVE) was created. The method, based on statistical indicators, gives certain characteristics (significance), ie differences or similarities between the observed groups. The term "group" means shorter road sections of standard length (subsections) where a certain number of traffic accidents occurred during a certain period of time. By comparing these groups (subsections) with each other, as well as by comparing these groups (subsections) with the whole set (the entire observed road section consisting of all subsections), certain statistical values of significance or significance of the difference or similarity between them are obtained. These indicators provide appropriate assessments of the observed subsections in terms of the safety or not the safety of these subsections.

The new method for identification hotspots on the roads presents great potentials in the area of traffic safety, and can be used by states, republics, regional, local and other experts from the field of traffic safety for qualitative identification of dangerous places or hotspots on the roads.

Keywords: Traffic safety, traffic safety management, traffic accident, hotspots on the roads, continual analysis of variance

ПОСВЕТА

Докторску дисертацију посвећујем свим својим вољеним особама и искреним пријатељима, <u>а посебно својим синовима Угљеши и Вељку.</u>

ЗАХВАЛНИЦА

Искрену, велику и неизмерну захвалност дугујем свом ментору

проф. др Илији Танацкову

за комплетну помоћ, подршку и константно подстицање за мој рад, напредовање и ангажовање на изради ове Докторске дисертације.

Уједно се захваљујем и свим члановима комисије

проф. др Драгану Јовановићу,

проф. др Борису Антићу,

проф. др Крсти Липовцу, и

проф. др Зорану Папићу,

који су својим саветима, коментарима и сугестијама допринели изради и побољшању квалитета ове Докторске дисертације.

Дејан Р. Анђелковић

САДРЖАЈ

СПИСАК СЛИКА

СПИСАК ТАБЕЛА

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

ARM	Accident Risk Model - интегрисани метод ризика незгода
BERTAAD	Аналитичка база података о саобраћајним незгодама у Београду
BSM	Black spot management – Менаџмент у управљању црним тачкама
CADaS	Common Accident Data Set - Основни сет података о саобраћајним незгодама
FD	False discovery rate - Стопа погрешног откривања (погрешно одбачене позитивне црне тачке)
FNR	False negative rate - Стопа погрешних негативних (погрешно прихваћене негативне црне тачке - безбедна места)
FWE	Немодификована Newman-Keuls процедура
GPS	Глобални позициони систем
HSID	Hotspot identification metod – Метод идентификација опасних места
IRTAD	Међународна база података о саобраћају и саобраћајним незгодама
MapSourc	Програм за идентификацију опасни места на путевима ЈППС
MATAC	Manual Analysis of Traffic Accident Concentrations - Ручна анализа концетрације саобраћајних незгода
NSM	Network safety management - Менаџмент безбедности мрежа
PAR	Potencial Accident Reduction - Потенцијал за смањење незгода
SMW	Sliding Moving Window - метода клизног прозора
АНОВА	Континуална дисперзиона анализа
БС	Безбедност саобраћаја
ГИС	Географски информациони систем
ДП	Државни пут
ЕБ	Емпиријски Бајесова метод
ЕУ	Европска Унија
ИР	Индивидуални ризик незгода
ЈИС	Јединствени информациони систем
ЈППС	Јавно Предузеће "Путеви Србије"
КР	Кориговани колективни ризик незгода
КР*	Кориговани колективни ризик незгода
ЛТП	Лаке телесне повреде
МУП	Министарство унутрашњих послова
ПБСН	Пондерисани број саобраћајних незгода
ПГДС	Просечан годишњи дневни саобраћај
ПЗП	Предузеће за путеве
ПМ	Предложена метода
РС	Република Србија
САД	Сједињене Америчке Државе
СН	Саобраћајне незгоде
ТТП	Тешке телесне повреде

1. УВОДНИ ДЕО

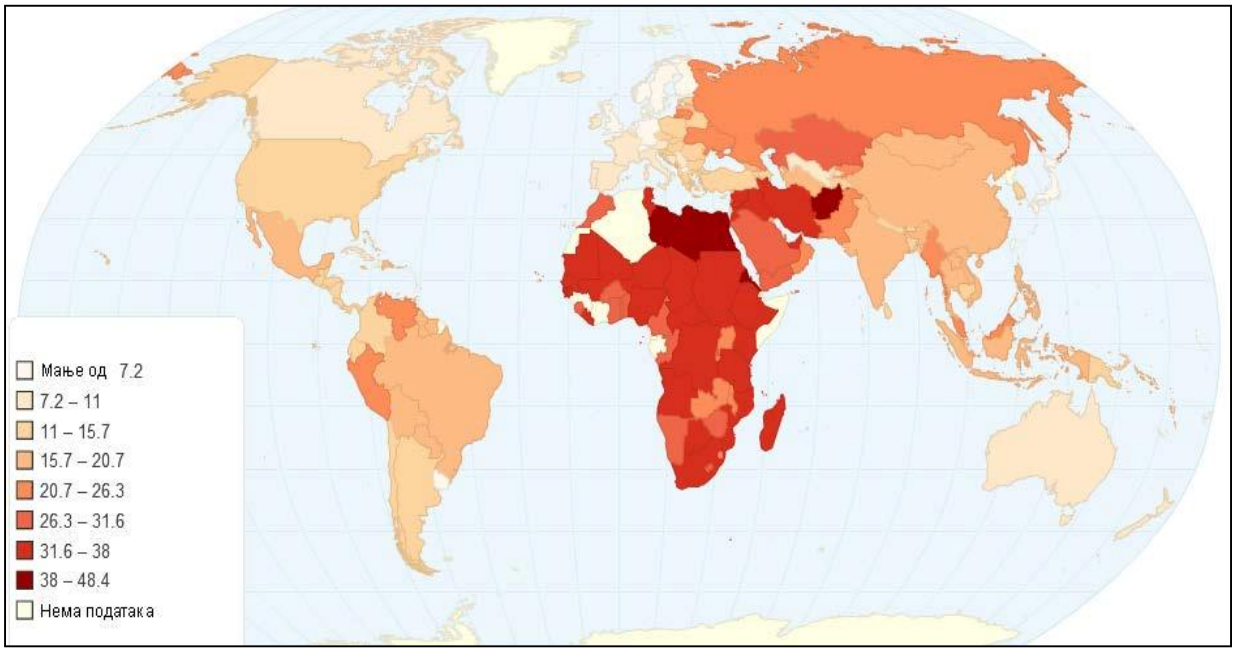
Друмске саобраћајне незгоде су данас схваћене као један од већих друштвених проблема у свету. Број саобраћајних незгода је у великој мери условљен развојем саобраћаја, а развој саобраћаја, развојом и производњом моторних возила. У техничко-технолошком смислу човечанство све брже напредује што за последицу има све веће ризике по живот и здравље људи. У прилог томе иде и чињеница да број погинулих људи у саобраћајним незгодама заузима треће место у морталитету највећег броја земаља. Велики број тешких повреда и смртних случајева услед саобраћајних незгода је данас признат као један од главних здравствених проблема широм света. Као резултат тога, политике акције су утврђене у борби против ових проблема на међународном и националном нивоу (WHO, 2007; WHO, 2009; Andjelković et al, 2011; WHO, 2013; WHO, 2018).

Према процени Светске здравствене организације из 2007 године (WHO, 2007), 1,2 милиона људи изгуби живот и чак 50 милиона буде повређено у друмским незгодама широм света сваке године, а на основу најновијег глобалног извештаја Светске здравствене организације (WHO, 2018), о стању безбедности у саобраћају у 2018, посебно се истиче да је годишњи број смртних случајева у саобраћају достигао 1,35 милиона, што је скоро 3700 људи који свакодневно гину на светским путевима. Пројекције показују да ће се ове бројке и надаље увећавати осим ако не буде повећане посвећености спречавању и превенцији саобраћајних незгода.

Ова тиха епидемија постаје све тежа у земљама у развоју. У оквиру истраживања које су спровели Светска банка (Kopits and Croper, 2003; Peden et al., 2004)**,** наводи се процена по којој ће се број смртних случајева у саобраћају на глобалном нивоу повећати за 65 процената од 2000 до 2020 године, осим ако не дође до имплементације интензивнијих безбедносних мера.

Глобални извештај о статусу безбедности саобраћаја на путевима из 2013 године (WHO, 2013), приказује информације о безбедности саобраћаја на путевима из 182 земаље, што чини скоро 99% становништва у свету (Слика 1.1**)** Извештај показује да у свету укупан број смртних случајева у саобраћајним незгодама остаје неприхватљиво висок и износи 1,24 милиона годишње. Овај извештај служи као основа за „Декаду акције за безбедност саобраћаја на путевима 2011-2020“, проглашена од стране Генералне скупштине Уједињених Нација (UN, 2010).

Као што се види на Слици 1.1 страдање у саобраћајним незгодама је широко распрострањен проблем. Највећа стопа смртности на 100.000 становника је у афричком и источно средоземном региону. Развијене земље ЕУ и региона западног пацифика имају најмању стопу смртности.



Слика 1.1 Стопа погинулих у саобраћајним незгодама (на 100.000 становника) у свету[1]

У Србији је проблем безбедности саобраћаја веома изражен, јер је јавни и саобраћајни ризик страдања у саобраћају знатно изнад најуспешнијих земаља ЕУ. Поред тога, веома важан проблем је велика неравномерност у променама показатеља безбедности саобраћаја, што је изазвано кампањским радом мањег броја субјеката и непостојањем снажног заштитног система у безбедности саобраћаја (Jovanović et al., 2011a). На основу (ABS, 2012; ABS, 2018a), основни показатељи безбедности саобраћаја у Србији, у последњих 16 година, приказани су у Табели 1.1.

У последњој деценији у Републици Србији, а на основу извештаја Агенције за безбедност саобраћаја из 2012 године, као на основу најновијег извештаја из 2018 године (ABS, 2012; ABS, 2018), покренут је значајан низ активности у циљу успостављања система безбедности саобраћаја који увелико функционише. Препозната је неопходност стварања услова за управљање безбедношћу саобраћаја. Најозбиљније промене промовисане су кроз усвајање Закона о безбедности саобраћаја на путевима 2009 године (ZOBS, 2009). Закон је усклађен са изменама Европске конвенције о саобраћају и савременим захтевима и изменама које су усвојене у законодавствима земаља Европске уније, а након тога и усвајањем измена и допуна поменутог закона. Могућности Србије у погледу безбедности друмског саобраћаја неопходно је пратити кроз институционалне оквире и решења предвиђена овим Законом.

Најзначајније новине Закона односе се на јачање институционалних капацитета, препознавање обавеза и одговорности појединих институција и организација, увођење система казнених поена, измене у систему обуке возача, техничког прегледа и испитивања возила, пооштравање казнене политике, као и увођење нових алата у област безбедност саобраћаја, попут ревизије безбедности саобраћаја, провере безбедности пута, управљања црним тачкама, мапирања ризика и дубинске анализе саобраћајних незгода.

[1] ChartsBin statistics collector team 2011, Estimated Road Traffic Fatal Injury Death Rate (Per 100,000 People), ChartsBin.com, viewed 25th November, 2012, http://chartsbin.com/view/2642

Табела 1.1 Основни показатељи безбедности саобраћаја у Србији
од 2002 до 2017 године

Година	Укупно СН	СН-е са настрадалим	СН-е са мат. штетом	СН-е са погинулима	СН-е са повређенима	Погинули	ТТ повреде	ЛТ повреде
2002	52.177	11.586	40.591	769	10.817	854	4.314	10.446
2003	55.660	12.415	43.245	769	11.646	868	4.551	11.403
2004	62.356	13.374	48.982	864	12.510	960	4.864	12.709
2005	62.036	12.769	49.206	765	12.004	843	4.401	12.490
2006	63.954	13.923	50.001	808	13.115	910	4.778	13.633
2007	70.789	16.594	54.195	861	15.733	968	5.318	16.891
2008	67.786	16.672	51.057	820	15.852	905	5.197	17.100
2009	64.887	15.814	49.070	734	15.080	810	4.638	16.873
2010	47.757	14.179	33.578	593	13.856	660	3.893	15.433
2011	42.438	14.119	28.319	659	13.460	728	3.777	15.535
2012	37.559	13.333	24.226	615	12.718	684	3.545	14.861
2013	37.162	13.526	23.636	594	12.392	650	3.422	15.053
2014	35.013	13.044	21.969	476	12.568	536	3.275	14.720
2015	34.171	13.656	20.515	548	13.108	599	3.448	15.902
2016	35.967	14.397	21.570	551	13.846	607	3.362	17.277
2017	36.477	14.756	21.721	525	14.321	579	3.504	17.773

Основни циљ Закона о безбедности саобраћаја на путевима је смањење броја и последица саобраћајних незгода, односно најозбиљнијих штетних последица функционисања друмског саобраћаја. У првој години примене новог Закона о безбедности саобраћаја на путевима забележен је знатан пад у броју погинулих лица. У току 2010 године у саобраћајним незгодама погинуло је 660 лица. Већ наредна 2011 година била је лошија у погледу броја смртно страдалих лица у саобраћајним незгодама. Ово се у научној и стручној јавности најчешће објашњава као слабљење ефеката Закона због немогућности примене појединих законских одредби, кашњења у погледу доношења подзаконских аката, недовољне активности појединих институција, слабљење позитивних ефеката утицаја медија и недовољно спровођење казнене политике. У последњим годинама постоји блага тенденција пада у броју погинулих на годишњем нивоу поредећи период од 2002-2012 и период од 2013-2017 (Табела 1.1).

Посматрањем препорука и циљева Уједињених нација и Европске уније, у овој области, може се рећи да је стање безбедности саобраћаја у последњој деценији у Србији доживело позитивну експанзију која се одражава пре свега значајним смањењем броја погинулих лица у саобраћајним незгодама. Наиме, у периоду од 2001 до 2010 године број погинулих лица у Србији смањен је за 48,2%, док је у земљама Европске уније у периоду од 2001 до 2010 године зацртан циљ био смањење броја погинулих лица за 50% (ABS, 2012), а посебно посматрајући период од 2012-2017 (ABS, 2018).

Свакако да брз развој саобраћаја, не оставља много времена друштву да се припреми и створи одговарајуће услове и предузме ефикасне мере заштите друштвених вредности од негативних последица какве овај развој прате. Оно што највише забрињава је то да број настрадалих и даље расте односно варира из године у годину. Негативни трендови су нарочито изражени у слабо развијеним земљама, попут наше, где је недовољно развијена организација превентивних и осталих активности која би имала за циљ опште побољшање безбедности саобраћаја (Inić, 2004; Inić and Jovanović, 2009; Lipovac et al., 2014).

1.1. СТРУКТУРА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Структура дисертације осмишљена је тако да су делови односно поглавља међусобно повезани и усклађени са дефинисаним захтевима истраживања тако да се препознају четири истраживачке фазе и пет поглавља (Табела 1.2).

Табела 1.2 Четири истраживачке фазе и пет поглавља

ОРЈЕНТАЦИОНИ САДРЖАЈ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТЦИЈЕ	**ФАЗЕ ИСТРАЖИВАЊА**
1. Уводни део – Структура истраживања – Дефинисање проблема истраживања – Дефинисање циљева истраживања – Дефинисање хипотеза	ПРВА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА
2. Досадашња истраживања у процесу идентификације опасних места на путевима – Преглед литературе – Полазне основе у идентификацији и рангирању опасних места на путевима – Опште методе у идентификацији опасних места на путевима – Искуства Србије у идентификацији опасних места на путевима – Најзначајнији примењени методи за идентификацију опасних места на путевима – Компаративна анализа претходно описаних метода	
3. Дефинисање метода заснованог на континуалној дисперзионој анализи – Статистика саобраћајних незгода – Прилагођавање базе података о саобраћајним незгодама – Основе нове методологије за идент. опасних места на путевима – Идентификација и рангирање опасних места на путевима по предложеној методологији	ДРУГА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА
4. Тестирање предложеног модела – Дефинисање пута (подручја) за примену предложено модела – Одређивање периода анализе за примену предложеног модела – Предложена пондеризација саобраћајних незгода – Тестирање предложеног модела – Компарација метода - упоређивање	ТРЕЋА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА
5. Закључна разматрања и правци даљег истраживања	ЧЕТВРТА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА
На крају рада, дат је приказ коришћене литературе, као и преглед прилога.	

У првој фази истраживања обрађена је свеобухватна систематизација досадашњих истраживања везаних за идентификацију опасних места на путевима применом разних методологија. Извршена је анализа научне и стручне литературе као и искуства водећих Европских и Светских земаља у идентификацији опасних места на путевима.

У другој фази истраживања извршено је дефинисање и теоријско објашњење формирања новог метода за идентификацију опасних места на путевима применом континуалне дисперзионе анализе. Овде је акценат стављен на образлагање статистичких елемената, појмова и законитости потребних за дефинисање поменутог метода и шире.

Трећа фаза истраживања обухвата примену, тестирање и компарацију предложеног метода у практичним условима, на већ одређеним параметрима предвиђеним за истраживање (параметри дефинисаног узорка).

Четврта фаза истраживања обухвата дискусију и закључке засноване на резултатима добијеним у раду. Приказани су кључни резултати истраживања, који су поређени са другим релевантним истраживањима и дат је критички осврт научне заснованости. Наведена су сва нова сазнања добијена спроведеним истраживањем са елементима како се предложени метод уклапа у ширу област поменуте проблематике. У закључним разматрањима представљени су и закључци који садрже синтезу добијених резултата рада, научни допринос рада и правци даљих истраживања.

1.2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОБЛЕМА ИСТРАЖИВАЊА

Анализа безбедности саобраћаја посматрана кроз анализу саобраћајних незгода је један од начина који омогућава да сагледају проблеми који оптерећују друштво, његове материјалне и биолошке ресурсе. Прецизним и правилним анализама се може јасно дефинисати који су то чиниоци који доприносе настајању саобраћајних незгода на једном путу или региону са истим или сличним карактеристикама. Када се ови чиниоци јасно одреде, добро усмереним мерама може се реаговати на сузбијање ових негативних појава (Kostić, 2005; Pumputis, 2006).

Анализа безбедности саобраћаја на конкретној путној деоници обухвата пре свега саобраћајне незгоде и њихове последице, као и просторну дистрибуцију саобраћајних незгода по путним деоницама различитих дужина. Просторна дистрибуција (распоред) саобраћајних незгода и њихових последица по путним деоницама већих и мањих дужина, омогућава да се утврди просторни размештај и трендови просторног кретања незгода, њихова дистрибуција, концетрација, цикличне варијације и разлике које постоје између држава, региона, насеља, путева ван насеља, града и села, разних категорија путева (ауто-путеви, магистрални, регионални, локални), па све до конкретне микролокације незгода на неком путу (раскрснице, кривине, правци, превоји, итд.) и односа фреквенције и незгода на појединим итинererима.

Детаљна анализа и стално праћење просторне дистрибуције незгода омогућава да се ефикасније планирају и спроводе мере и активности ради њиховог спречавања јер резултати ових анализа упућују где поједине мере треба предузети, какве оне треба да буду и са којом жестином да се примењују. Она је потребна јер незгоде нису равномерно распоређене по целој путној мрежи нити су њихови појавни облици и узроци исти, па самим тим ни реаговање друштва не може бити исто. На различиту просторну дистрибуцију незгода утиче читав низ различитих фактора које треба изучити да би се могле предузети практичне мере ради њиховог сузбијања. Међу факторима који утичу на ову дистрибуцију значајно место заузима обим и структура саобраћаја, дужина и квалитет путне мреже, стање и структура возног парка, распоред насељених места и разни социјални и културни чиниоци.

Просторна дистрибуција саобраћајних незгода није равномерно распоређена по путу или путној мрежи. На релативном малом броју места дешава се релативно велики

број саобраћајних незгода. Део пута на коме се у одређеном временском периоду догоди већи број незгода од просечног на сличној деоници пута, најчешће се назива опасна деоница, опасно место, опасан сектор, опасан километар, опасан пут или опасна зона. То су места са високом учесталошћу саобраћајних незгода.

Политика безбедности саобраћаја у многим земљама се своди на усмерено деловање. На пример: заснована је на одабиру и анализи критичних тачака, посвећивању посебне пажње рањивим учесницима у саобраћају (пешацима и бициклистима), или најчешћим врстама незгода (проузрокованих прекорачењем брзине, вожњом у алкохолисаном стању и друго). У Уједињеном Краљевству, Шведској, Холандији и Немачкој, ова политика се показала као веома успешна у смањењу броја незгода и жртава. Ипак, да би се остварио континуирани опадајући тренд погинулих и повређених у саобраћају, неопходно је предузети свеобухватнији приступ, заснован на интеракцији између људи, возила и инфраструктуре. У Холандији је овај приступ познат под именом "Одржива безбедност". У земљама централне и источне Европе у којима је стопа незгода велика, услед израженог пораста броја власника аутомобила и делом неадекватне инфраструктуре, добро усмерена политика представља најисплативију полазну тачку унапређења безбедности (RS, 2011).

У литератури (Huang et al., 2004) постоје два приступа у анализи безбедности саобраћаја (анализи саобраћајних незгода):

- Проактивни приступи (приступ предвиђања саобраћајних незгода), (Hadayeghi et al., 2003; Ladron de Guevara et al., 2004; Archer, 2005; Washington et al., 2006; Lovegrove and Sayed, 2006; Lovegrove, 2007; Hadayeghi et al., 2007; Pei et al., 2010; Chung, 2010; Naderan and Shahi, 2010; Khondakar et al., 2010; El-Basyouny and Sayed, 2010; Hadayeghi et al., 2010; Wang et al., 2011; Hossain and Muromachi, 2012; Deublein et al., 2013; Caliendo et al., 2013; Wood et al., 2013; Conors et al., 2013; Bačkalić et al., 2014; Codur and Tortum, 2015; Čubranić-Dobrodolac et al., 2017; Hosseinpour et al., 2018; La Torre et al., 2019)
- Реактивни приступи (статистички приступи засновани на историјским подацима о саобраћајним незгодама), (Geedipally et al., 2012; Couto and Ferreira, 2011; Lord and Geedipally, 2011; Qin et al., 2010; Ossenbrugen et al., 2010; Malyshkina and Mannering, 2010; Qin and Reyes, 2011; Savolainen et al., 2011; Garnowski and Manner, 2011; Jovanović et al., 2011c; Manner and Wunsch-Ziegler, 2013; Kwon et al., 2013; Andjelković et al., 2014; Lipovac et al., 2016; Ebrahemzadih et al, 2016; Andjelković et al., 2018; Jeong et al., 2018; Vangi et al., 2019)

У општем случају, постоје два различита начина анализе саобраћајних незгода: анализа тренутне ситуације или предвиђање могућег сценарија саобраћајних незгода. Већина истраживања безбедности на путевима базирана је на анализи стварних саобраћајних незгода (на пример инспекције безбедности или анализа путне мреже) (Dietze et al., 2008; Elvik, 2008b).

Одржива стратегија безбедности саобраћаја је пре окарактерисана проактивним и превентивним ставом, него реактивним којим се проблем третира онда када се појави. Поред тога, одржива безбедност је заснована на интегрисаном системском приступу у којем се сви елементи саобраћајно безбедносног и транспортног система ослањају једни на друге. На највишем нивоу је интеракација између човека, возила, инфраструктуре и законодавства (RS, 2011; Archer, 2005)

У овом истраживању примењен је реактивни приступ анализе безбедности саобраћаја са фокусом на идентификацији односно проналажењу "опасних места - опасних деоница - црних секција"[2] пута, применом историјских података о саобраћајним незгодама и њихових последица. Приликом оваквих истраживања узимају се у обзир,

[2] Највећи број истраживача "опасну деоницу – црну секцију пута" (black road section) дефинишу као део пута највеће дужине од 1км, на коме је у периоду од 4 године пријављено полицији најмање 10 незгода са настрадалим лицима.

ограничења и доприноси појединих аутора (Hauer and Persaud, 1984; Hauer and Quaye, 1990; Hauer et al., 1993; Jonathan et al 2016).

Пре дефинисања самог предмета истраживања потребно је дотаћи се појма и дефиниције "црних тачака [3] ", опасних деоница или опасних места на путевима. Дефинисање црних тачака, опасних места или опасних деоница на путевима заокупирало је пажњу већег броја аутора (ERF, 2003; Elvik, 2008a; Elvik, 2008b).

Стандардна дефиниција црних тачака, опасних деоница, или опасних места на путевима, како код нас тако и у свету, не постоји (Elvik, 2008a). Ипак, са теоретске тачке гледишта, опасна места на путевима се требају дефинисати као свака локација која има висок очекивани број саобраћајних незгода у односу на друге сличне локације, услед локалних фактора ризика (Sorensen and Elvik, 2008;). Зависно од начина идентификовања "црних тачака", за њихово класификовање могу се користити различити критеријуми, у циљу одређивања одговарајућих решења за њихово регулисање. У општем случају, концепт "опасних места" на путевима или деоница путева са великом "стопом незгода"[4] односи се на кратке деонице (максимално један километар) или на посебне елементе ("тачке") на мрежи путева као што су раскрснице, кривине итд. (Lipovac et al., 2006).

На основу (Lipovac et al., 2006), опасно место се дефинише као место "великог ризика" за возаче. "Велики ризик" тумачи се као повећана вероватноћа настанка саобраћајних незгода или повећана вероватноћа тешких повреда и смртног страдања која се може поуздано везати за неко место, односно деоницу пута.

.

Постојање базе података о саобраћајним незгодама представља најзначајнији предуслов за идентификацију и управљање опасним местима, односно "црним тачкама". Без адекватних података о незгодама није могуће идентификовати и пратити опасна места на мрежи саобраћајница. У нашој земљи, Министарство унутрашњих послова (МУП) Републике Србије (РС) поседује базу података о саобраћајним незгодама (Јединствени Информациони Систем – ЈИС) (ЈИС МУП)[5] која ће бити искоришћена као основа за идентификацију и управљање опасним местима. У складу са тиме Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије, а у сарадњи са Управом саобраћајне полиције Републике Србије 2015 године реализовала је пројекат „Унапређење квалитета прикупљања и уноса података у базу података о саобраћајним незгодама". Реализација наведеног пројекта је у складу са CADaS препорукама Европске комисије. CADaS је скраћеница од Common Accident Data Set (Основни сет података о саобраћајним незгодама), чиме је Европска комисија упутила позив свим државама чланицама Европске уније да прихвате предложену структуру обавезних података о саобраћајним незгодама. Реализација пројекта треба да обезбеди упоредивост са другим земљама, омогући боље анализе процеса догађања саобраћајних незгода и обезбеди квалитетнију базу података прилагођену Европској унији и шире (ABS, 2018b).

Други сет података, потребан за успостављање процеса управљања опасним местима ("црним тачкама") односи се на карактеристике саобраћајног тока на путевима и улицама. За квалитетно одлучивање о избору мера за унапређење неке локације, неопходно је поседовати ажурне податке о саобраћајном оптерећењу и структури саобраћаја на

[3] Највећи број истраживача "црну тачку – опасно место" (black spot) дефинишу као место на путу највеће дужине од 100м, где су се најмање догодиле 4 незгоде са настрадалим лицима, у последње 4 године, и биле пријављене полицији. „Црном тачком" незгода на путу сматра се било која локација која има већи очекивани број незгода од броја незгода на осталим сличним локацијама као последица локалних фактора ризика.

Најчешће, страни аутори користе термин „hotspot" односно врућа тачка, и под тим називом подразумевају појам који је познат као црна тачка.

[4] Стопа незгода се представља као број незгода или број повређених лица у односу на пређену километражу изражену у возило*километара. Неки истраживачи користе и учесталост односно густину незгода, па се по њима стопа незгода представља као број незгода по километру.

[5] Јединствени информациони систем Министарства унутрашњих послова (ЈИС МУП), подаци о саобраћајним незгодама, 2001-2011, Република Србија, Београд.

посматраним локацијама. Логично је да већи интензитет са собом носи и већу потенцијалну опасност од незгода. Такође је познато да путни правци на којима теретни саобраћај има знатно учешће у структури возила, поседују неке значајне карактеристике важне за безбедност саобраћаја. Тако да присуство већег броја теретних возила изазива успорење тока саобраћаја, што доводи до већег броја „опасних“ радњи као што је претицање, као и то да одређени број возача покушава да надокнади то изгубљено време повећавајући брзину кретања.

Опасна места („црне тачке“, „црне деонице“) на путевима представљају значајну област рада на унапређењу безбедности саобраћаја. Интервенције на местима накупљања саобраћајних незгода сматрају се једним од најефективнијих приступа у превенцији саобраћајних незгода на путевима (EU, 2001; ADB, 2003). Међу најзначајнијим фазама менаџмента црних тачака (Black spot management - BSM) и менаџмента безбедности мрежа (Network safety management - NSM), поред анализе и третмана, издваја се и идентификација опасних места, која представља процедуру за откривање таквих места на мрежи путева (Sorensen and Elvik, 2008; Nešić et al., 2016; Benedek et al 2016; Jonathan et al 2016; Andjelković et al., 2018; Debrabant et al., 2018; Cvitanić and Vukoje, 2018)

У научној и стручној литератури уочен је низ покушаја проналажења и дефинисања најефикаснијих метода, које би омогућиле мерење безбедности појединих деоница путева и утврђивање најугроженијих и најопаснијих места. И поред огромних напора, до данас нису стандардизовани принципи и технике идентификације опасних места, тако да се коришћени приступи разликују од земље до земље (Elvik, 2008a). Методологије се крећу од једноставног обележавања места са великим бројем саобраћајних незгода до софистицираних техника, у којима се оцењује очекивани број саобраћајних незгода и одређује потенцијал за побољшање безбедности. Општи принципи идентификације могу бити подељени по принципу заснованом на анализи саобраћајних незгода и принципу без саобраћајних незгода (Sorensen and Elvik, 2008; Lipovac et al., 2016).

(Elvik, 2008c) је анализирао неколико техника за идентификацију опасних места: (1) број саобраћајних незгода у анализираном периоду, (2) стопа незгода (број незгода на милион возних километара), (3) комбинован број незгода и стопе незгода изнад просечне вредности и (4) Емпиријска Бајесова (EB) оцена очекиваног броја саобраћајних незгода на разматраним местима.

(Pei and Ding, 2005) у свом раду истичу 6 метода идентификације опасних места, које се најчешће користе: (1) метод учесталости незгода, (2) метод стопе незгода, (3) метод матрице, (4) метод укупног еквивалента броја незгода, (5) метод контроле квалитета и (6) метод критичне стопе. (Heinrich et al., 1980) су били први који су указали на постојање и важност модела незгоде још раних 1930-их (мада термин модел незгоде није био у употреби у то време). По њима имамо три врсте модела незгода, секвенцијалне, епидемиолошке и системске моделе незгода.

На основу извештаја (OECD, 1976) и новијих радова (Persaud et al., 1999; Hauer et al., 1784; Vistisen, 2002; Madsen, 2005) може се направити разлика између следећих уобичајених дефиниција саобраћајних незгода у идентификацији опасних места на путевима:

- Нумеричке дефиниције саобраћајних незгода:
  - Број незгода (Hakkert and Mahalel, 1978; Carey, 2001) ,
  - Стопа незгода (Higle and Witkowski, 1988; Higle and Hecht, 1989),
  - Стопа и број незгода (DTLR, 2001; Persaud, 2001; ROSPA, 2002; PIARC, 2004; TAC, 2004; Tarko and Kanodia, 2004),
- Статистичка дефиниција саобраћајних незгода:
  - Критична вредност броја незгода (PIARC, 2004; Lyon et al., 2007),
  - Критичка вредност стопе незгода (Stokes and Mutabazi, 1996),
- Дефиниције засноване на моделу:

- Емпиријске Бајесове вредности (McGuigan, 1981; Persaud et al., 1999; Kusumawati and Wong, 2010; Montela, 2010; Elvik et al, 2017a)
- Дисперзивне вредности (Vistisen, 2002),

Поједина истраживања идентификације опасних места заснована су и на субјективној процени учесника у саобраћају (Kowtanapanich et al., 2006; Lipovac et al., 2016). Поред принципа и техника у појединим радовима могу се наћи и дефинисани критеријуми које је потребно уважити при идентификацији опасних места (Anderson et al., 2006). Све ово указује да постоји заиста широка лепеза у погледу методологије идентификације опасних места на путевима.

У Србији дуги низ година нису вршена системска истраживања опасних места на путевима и тек последњих неколико година озбиљније су започета истраживања у овој области безбедности саобраћаја (Lipovac et al., 2007; Lipovac et al., 2008; Jovanov et al., 2008; JPPS, 2008; JPPS, 2010; Lipovac et al., 2010a; Lipova et al., 2011, Janković et al., 2013; Andjelković et al., 2014; Nešić et al., 2016; Lipovac et al., 2016). Овим је направљен искорак у погледу управљања опасним местима на путевима Србије, а нарочито у погледу идентификације опасних места.

Оптималан поступак за стручно утврђивање делова путне мреже на којима би требало деловати са гледишта безбедности саобраћаја, треба да се заснива на идентификацији и анализи опасних места. При избору метода за идентификацију опасних места неопходно је користити међународна искуства и најбољу праксу, али и имати у виду специфичности услова у којима се она врши, а нарочито у погледу начина и доследности евидентирања саобраћајних незгода и њихових последица. Треба поменути, и да се на основу (Lipovac and Jovanović, 2007) поступак идентификације опасних места заснива на примени два основна критеријума: период посматрања и идентификационе технологије.

Предмет истраживања у ширем смислу представља анализа базе података саобраћајних незгода и њихових последица, односно утврђивање и анализа просторне дистрибуције саобраћајних незгода. У ужем смислу предмет истраживања се односи на идентификцију, односно рангирање опасних места на путевима.

Опсег интересовања обухвата истраживање и посматрање статистичке расподеле саобраћајних незгода и њихових последица по деоницама пута.

Поред наведеног, а у склопу предмета истраживања креиран је оригинални метод заснован на аутоматском одређивању[6] и идентификацији опасних места на путевима који користи податке о саобраћајним незгодама из базе података Јединственог информационог система Министарства унутрашњих послова Републике Србије (ЈИС МУП)[1], односно базе података Агенције за безбедност саобраћаја (ABS, 2018b). У разматрање се узима саобраћајна незгода као независтан и случајан догађај. На основу статистичких показатеља (континуалне дисперзионе анализе) на хеуристичан начин врши се идентификација, а затим и класификација опасних места на путевима.

Предметом истраживања обухваћена је база података са саобраћајним незгодама и њиховим последицама са преко 10.000 података, а предметни пут истраживања је државни пут "I реда"**[6]** на потезу од Београда до Рибарића, тачније од Кнежевца (кружни пут) до Рибарића, у укупној дужини од 282.9 километара, а за временски период од 2001-2011 године. Пре доношења Уредбе о категоризацији државних путева у Републици Србији (VRS, 2012) поменута деоница била је део магистралног пута М-22 који је сада категорисан у државни пут I реда. Највећи део поменуте деонице (Кнежевац-Рибариће) у јавности Србије се популарно назива „Ибарска Магистрала".

[6] Државним путевима I реда сматрају се путеви који саобраћајно повезују територију државе са мрежом европских путева, односно део су мреже европских путева, територију државе са територијом суседних држава, целокупну територију државе, као и привредно значајна насеља на територији државе (VRS, 2012).

1.3. ДЕФИНИСАЊЕ ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА

Генерално гледано, циљеви истраживања саобраћајних незгода се огледају у следећем:

- Издвајање места, деоница пута и путева са највећом концентрацијом саобраћајних незгода (опасна места или црне тачке).
- Оцена стања угрожености у саобраћају и испољавање тенденција у променама, под дејством мера које се спроводе организацијом саобраћаја;
- Испољавање узрока и фактора који условљавају настанак саобраћајних незгода и разрада мера за њихово спречавање;

Почетни део истраживања обухвата систематизацију до сада примењиваних, утврђених и презентованих поступака и метода за идентификацију опасних места на путевима. Након тога истраживање се усмерава на решавање претходно истакнутих проблема везаних за издвајање опасних места или деоница путева са највећом концентрацијом незгода узимајући у обзир последице (тежину) саобраћајних незгода. Другим речима, урађена је идентификација опасних места на путевима, применом, првенствено метода претраживања и обраде базе података о саобраћајним незгодама, а затим и применом нове методологије коришћењем „контуниалне дисперзоне анализе“.

Најважнији аспект, односно циљ овог истраживања усмерен је на израду новог метода који на основу статистичких показатеља даје одређене карактеристике (сигнификантности) односно разлике или сличности између посматраних група [7]. Обухваћен је велики број група односно путних деоница, које се међусобно пореде, где такође имамо и поређење тих деоница односно група у односу на цео скуп (цео скуп чине све деонице). Овде је реч о статистичким показатељима који представљају излазне податке континуалне дисперзионе анализе (АНОВЕ).

Главни резултати овог метода су добијене вредности сигнификантности (значајности) и други статистички показатељи усмерени ка идентификацији опасних места на путевима. У односу на поменуте показатеље представљена је одговарајућа оцена свих путних деоница у погледу безбедности односно не безбедности посматраних деоница.

На основу могућности примене стечених сазнања, ефеката имплементације нове методологије у идентификацији опасних места на путевима, као и постигнутих резултата истраживања остварује се компатибилност са светским искуствима, трендовима и најефикаснијим методологијама, а све у циљу постизања веће ефективности и ефикасности у процесу идентификације и управљања опасним местима на путевима.

Научни циљ истраживања представља објективно, детаљно и потпуно описивање свих димензија, могућности примене и могућих ограничења новог метода за идентификацију опасних места на путевима.

1.4. ДЕФИНИСАЊЕ ХИПОТЕЗА

Полазећи од описаног предмета (проблема) истраживања и задатака поменутог истраживања, постављене су следеће хипотезе:

Главна хипотеза: "Идентификација опасних места на путевима може се извршити применом континуалне дисперзионе анализе".

Помоћна хипотеза: „Идентификацијом опасних места на путевима могуће је извршити компаративну анализу односно поређење посматраних деоница на путу“.

[7] Под појмом „група“ овде се подразумева путна деоница односно суб-деоница одређене дужине на којој се у одређеном временском периоду десио одређени број саобраћајних незгода.

2. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА У ПРОЦЕСУ ИДЕНТИФИКАЦИЈЕ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

Основа сваке активности на унапређењу безбедности саобраћаја, односно на спречавању саобраћајних незгода и њихових последица, мора почивати на тачно дијагностификованом стању и јасно дефинисаним условима у којима се ове појаве јављају. Детаљна анализа и стално праћење просторне дистрибуције саобраћајних незгода, односно настрадалих лица, омогућава ефикасније планирање и спровођење мера и активности ради њиховог спречавања. Због тога је изузетно важна методологија идентификације опасних места на путевима. Неопходно је да свака држава има јединствени информациони систем о саобраћајним незгодама, који би садржао све податке релевантних служби локалне заједнице задужених за саобраћај. Подела информација међу различитим ентитетима омогућава локалним службама да проуче тренд саобраћајних незгода, као и њихове карактеристике.

Чињеница да методологија идентификације опасних места није усаглашена на глобалном нивоу указује на значај даљег развоја и унапређивања метода идентификације опасних места, у циљу што реалнијег утврђивања локација које изазивају појаву већег ризика на путевима. Истраживања која се спроводе у процесу идентификације опасних места на путевима треба да омогуће организовано и системско деловање релевантних институција у циљу смањења негативних утицаја на настанак и последице саобраћајних незгода. Тиме се даје огроман допринос ка успостављању ефикасног система управљања опасним места на путевима.

Посматрањем досадашњих искустава, а узимајући у обзир значајне разлике у последицама саобраћајних незгода са погинулим, повређеним и материјалном штетом, најчешће се примењује поступак пондеризације саобраћајних незгода и других фактора везаних за саобраћајне незгоде. Пондери су бројчане вредности које су одређене у складу са укупним друштвеним последицама појединих врста незгода, а у намери да се све незгоде ”сведу” на незгоде са материјалном штетом. Да би се коректно узели у обзир сви оправдани разлози за истицање опасности на одређеној деоници пута, најкоректније је узети у обзир све саобраћајне незгоде. Са друге стране, да би се узеле у обзир значајне разлике у последицама незгода са погинулим, повређеним и материјалном штетом, бира се поступак пондеризације незгода (Lipovac et al., 2009; Lipovac et al., 2010a; Lipovac et al., 2011; Antić et al., 2011).

У оквиру великог истраживачког пројекта који је финансирала Европска комисија обављено је испитивање приступа у регулисању црних тачака и анализи безбедности (Elvik, 2008b). Поред дефинисања приступа у регулисању опасних места представљене су и методе идентификације опасних места у појединим европским земљама (Elvik, 2008a).

У извештају (Elvik, 2006) представљена су и одређена ограничења у традиционалним приступима у анализи црних тачака или опасних места на путевима. Поред поменутог извештаја, Епиријском Бајесовом методом (са приступом клизних прозора), бавили су се и остали научници у својим радовима (Elvik, 1988; Hauer and Quaye, 1990), а где су (Persaud and Lyon, 2007; Xiong et al, 2018) изнели и одговарајуће проблеме у примени Емпиријског Бајесовог модела.

Овде је потребно нагласити, да непотпуно извештавање о незгодама доводи до општег потцењивања проблема безбедности на путевима. Промене у нивоу извештавања на локацији такође мењају процену нивоа безбедности.

2.1. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

Тренутно не постоји универзално прихваћена дефиниција појма „опасно место, црна тачка, или опасна деоница“. Неки истраживачи обележавају локације по стопи незгода (незгоде по километрима, незгоде по пређеним возило километара), неки користе учесталост незгода (незгоде по километру или години), а неки користе комбинацију оба случаја (Hauer, 1986; Geurts and Wets, 2003; Elvik, 2008a; Elvik, 2008d). Према (BTREA, 2001) локације су генерално класификоване као црне тачке након одређивања нивоа ризика и вероватноће незгода на таквој локацији. На неким местима, ниво ризика ће бити већи од просечног нивоа ризика околних места. Незгоде ће бити учесталије на таквим релативно ризичним локацијама. Локације које имају већи број незгода него обично су описане као концентрације незгода високог ризика, места врућих или црних тачака, или опасна места. Места са умереном количином “ризика” су понекад описана као сиве тачке. Раније, у анализи ризика често је коришћен термин са неодређеном дефиницијом. По (Aven, 1992), прва дефиниција ризика се односила на оно што може створити хазарде, а хазард је стање које се може представити активношћу која се развија у нежељени догађај, док друга дефиниција ризика представља математичко представљање нивоа безбедности система који обавља неку активност под специфичним условима. Како постоји неколико могућих последица са различитим степеном губитка, број ће се односити на просечан губитак система. Ризик за систем је израчунат математичким просеком могућих губитака, тј. сума производа вероватноћа за нежељене догађаје и губици створени њима. Ризик процењен у анализи ризика је објективан ризик, насупрот субјективном ризику који је процењен особом када се суочава са одређеном ситуацијом.

(Foldvary, 1979; Jovanis and Delleur, 1983) су користили једноставан метод користећи средњу вредност незгода и варијансу. Ови методи се користе у испитивањима учесталости незгода на различитим нивоима излагања. Ови методи нису у могућности да задовоље фактор ризика у учешћу незгода.

У методима (Oppe, 1979; Ceder and Livneh, 1982; Jovanović et al., 2011b) користе се вишеструке линеарне регресије. У овим методима, зависна променљива (број незгода, или стопа незгода) је функција низа независних променљивих као што су опсег времена или обим саобраћаја. Појава незгода у овим методима се претпоставља да је нормално распоређена. Овим методима генерално недостају дистрибутивне особине неопходне да адекватно опишу насумичну или дискретну незгоду возила на путу и неприкладне су за стварање тврдњи о вероватноћи појаве незгода.

Да би исказали вероватноћу природе појаве незгоде, (Saccomanno and Buyco, 1988; Blower et al., 1993) су користили Поасонов логаритамско линеарни метод да објасне варијације у учесталости незгода. Поасонова регресија је погодна за руковање са подацима који имају велики број нула. Али упркос томе, овај метод је неприкладан за путне незгоде пошто спада под посебне Поасонове варијације (вредност варијације може да пређе преко средње вредности) у тачкама незгода које се посматрају.

Да би се решио овај проблем посебне Поасонове варијације, више аутора (Maycock and Hall, 1984; Hauer and Persaud, 1987; Persaud, 1990; Miaou, 1994; Shankar et al., 1995; Maher and Summersgill, 1996; Kulmala, 1995; Hauer, 1997; Tunaru, 1999; Abdel-Aty and Radwan, 2000; Wang et al., 2019) су користили негативни Биномни регресиони метод. (Miaou, 1994) развио је две врсте негативних Биномних метода, један користи метод максималне веродостојности, а други користи метод момената. Метод максималне веродостојности је метод предвиђен да буде поузданији од Поасоновог регресионог

метода за предвиђање незгода у којој је присутна већа дисперзија. (Persaud, 1990) је регистровао Емпиријско-Бајесово (ЕБ) прилагођавање свог негативног Биномног метода тврдећи да прилагођавање историјских података по статистичким проценама даје бољу предвидљивост незгода.

Проблемом посебне Поасонове варијације бавили су се (Hauer and Persaud, 1987) који су проширили генерализовани линеарни метод у раду (Maycock and Hall, 1984), који су увели систематске разлике у фреквенцијама незгода између локација повезивањем средње вредности у Поасоновој дистрибуцији и неколицином карактеристика локације, као што су проток саобраћаја и друге геометријске варијабле. У њиховом методу, Поасоновој средњој вредности је било дозвољено да шета између локација, што је изван оног што би било објашњено као разлике у карактеристикама. Поасонов-гама генерализовани линеарни метод у раду (Hauer and Persaud, 1987) подржали су (Maher and Summersgill, 1996), и то је метод који је данас широко прихваћен. Спроведено је неколико додатака на овај метод. Као пример, код (Tunaru, 1999), параметар у Гама дистрибуцији, као и регресија променљивих, је моделирана као насумична променљива, како је додано неколико нивоа овом методу. Међутим, већина моделовања незгода у саобраћају користе генерализовани линеарни метод са негативним Биномним грешкама у структури, без специфичног моделовања дисперзивног ефекта (Abdel-Aty and Radwan, 2000).

У претходно описаним методима, користе се само историјски подаци о незгодама односно пријављени број незгода у периоду посматрања, као и карактеристике локације које се на основу тих информација уносе као константне. У пракси се ове карактеристике у одређеним саобраћајним протоцима стално мењају са временом. Како би се овакве појаве узеле у разматрање, испитивач може да подели период истраживања на мање временске периоде. Међутим, код одређених места са незгодама, у различитим временским периодима са истим специфичним условима имамо број незгода који се не огледа у карактеристикама локације, и они нису независни (Maher and Summersgill, 1996). Ово представља потешкоће у проручавању метода, с обзиром да средње вредности незгода више нису независне, и више нису Негативно Биномно распоређене. На пример, код (Persaud, 1994), сваке године је средња вредност незгода, коришћена само за ту годину. Међутим, (Persaud, 1994) је направио нереалну претпоставку о независности између годишње средње вредности незгода у исто време. Код (Vistisen, 2002) разврстани модели незгода на мање периоде у једној години се користе са претпоставком да су места годишњих незгода на истој локацији зависна. Насумичне варијације у учесталости незгода су објашњена хијерархијском Поасон-гама расподелом, али Поасонова средња вредност је подељена на фиксиране и дисперзионе делове.

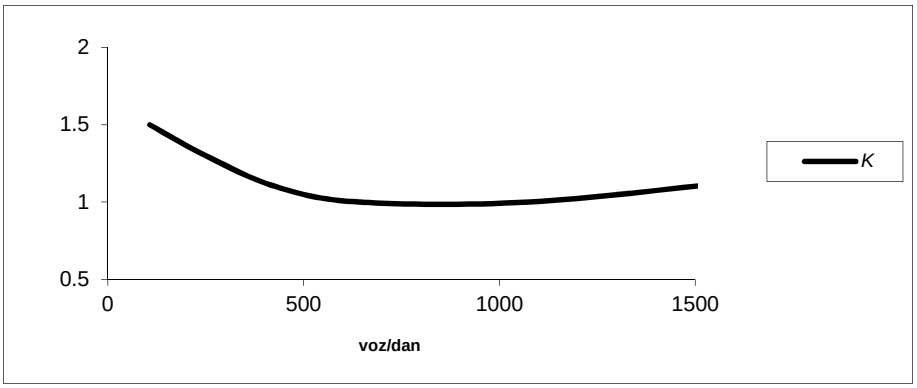
Код прегледа обима анализе саобраћајних незгода, показује се да је већина истраживача одлучила да анализира специфичне методе незгода. На пример: (Saccomanno et al., 1989; Saccomanno and Buyco, 1988; Jovanis and Delleur, 1983; Mountain et al., 1998) су анализирали специфичне локације незгода као што су прилази раскрсницама, кракови раскрснице или саме раскрснице. Други истраживачи, као (Saccomanno et al., 1989; Saccomanno and Buyco, 1988; Jovanis and Delleur, 1983; Blower et al., 1993; Miaou, 1994; Chirachavala and Cleveland, 1985; Glauz and Harwood, 1985; Wood and Simms, 2002; Valent et al., 2002) су проучавали различите типове возила, као што су велики камиони, који су укључени у незгоде на поменутим локацијама.

На основу истраживања (Dickerson et al., 2000; Martin, 2002; Kuddus et al., 2010), при већем интензитету саобраћаја опада брзина возила у току, број незгода се повећава а њихова тежина смањује.

Као што је описано у многим студијама (Ardekani et al., 1996; Lord et al., 2005) показало се да веза између фреквенције незгода и просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) није типично линеарна, јер фреквенција незгода тежи да расте опадајућом брзином или чак и да се спусти испод одређеног нивоа ПГДС-а. Са друге стране, у

истраживањима (Hiselius, 2004; Zanne and Groznik, 2018) показан је значај узимања у обзир протока саобраћаја, тј. стопа незгода је другачија у зависности од тога да ли је проток саобраћаја хомоген или није.

На путевима са интензитетом саобраћаја мањим од 500 воз/дан, брзина возила у саобраћајном току се повећава, а тада долази до раста броја саобраћајних незгода са тежим последицама (Слика 2.1). Ова зависност уочена је у Русији (A. Belwskogo) и у Француској (S. Goldberg).



Слика 2.1 Промена броја саобраћајних незгода у зависности од интензитета саобраћаја

За потребе анализе безбедности саобраћаја као и идентификације "опасних места", у употреби је више различитих метода, а у оквиру овог рада наведен је и већи број тих метода (поглавље 2.3, 2.4 и 2.5). Свака од њих би требало да садржи квантитативну, квалитативну или топографску анализу. Која ће од метода бити употребљена зависи од расположивих података, степена посматрања и пре свега циља који је постављен пред такву анализу. Основни проблем се састоји у томе да се пронађу и дефинишу одговарајући критеријуми који би омогућили мерење безбедности појединих деоница путне мреже и утврђивање најугроженијих места.

2.2. ПОЛАЗНЕ ОСНОВЕ У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ И РАНГИРАЊУ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

Један од првих алата развијених за одређивање и идентификовање деоница путева са проблемима на пољу безбедности саобраћаја био је концепт ”црних тачака”. Развијене су различите дефиниције, зависно од стратешких циљева и буџета који се издваја за ове сврхе. Генерално гледано, за дефинисање „опасних места“ или „опасних деоница“ на путевима потребни су следећи елементи: број саобраћајних незгода, дужина деонице пута, разматрани временски период, просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС), број возила и структура саобраћајног тока, као и разни други елементи. Правила за идентификацију опасних локација на путевима су најчешће описана на основу укупног броја пријављених незгода на локацијама. Ипак, саобраћајне незгоде су повезане са великим бројем могућности или фактора, који се могу сматрати као анализа појава у супротности или различитости између фреквенција незгода на различитим локацијама.

Сходно овоме анализа саобраћајних незгода, а при томе и идентификација опасних места на путевима вршена је према:

- тежини незгоде: фатална, повреде или само имовинско оштећење; (Nassar, 1996; Elvik, 2008d; Jung et al., 2010; Vadlamani et al., 2011; Kononen et al., 2011; Rifaat et al., 2011; Savolainen et al., 2011; Manner and Wunsch-Ziegler, 2013)

- факторима који доприносе незгоди, на пример: поледица (лед на путу) и друго, и ови фактори могу бити додељени возачу, локацији или возилу; (Abdel-Aty, 2003; Yau, 2004; Archer, 2005; Pumputis, 2006; Milton et al., 2008; Eluru et al., 2008; Quddus et al., 2009; Manner and Wunsch-Ziegler, 2013; Sadeghi et al., 2013)
- категорији или типу незгоде, на пример: пешачка незгода, незгода при скретању у лево, незгода при удару од позади, директни судар, незгоде ван пута и друге незгоде (Hamaoka et al., 1999; Valent et al., 2002)

Код идентификације опасних места на путевима веома је значајно познавати квантитативне, квалитативне и топографске анализе саобраћајних незгода. Међутим, за било какву анализу саобраћајних незгода потребна је квалитетна база података о саобраћајним незгодама.

2.2.1. Базе података о саобраћајним незгодама

Наиме, базе података о саобраћајним незгодама углавном нису унифициране чак ни у једној држави. Због тога резултате истраживања добијених на основу статистике саобраћајних незгода треба прихватити са одређеном резервом, односно са одређеним нивоом поузданости. Ради премошћавања проблема база података о саобраћајним незгодама, а у циљу касније квалитетне анализе безбедности саобраћаја и примене одговарајућих мера за унапређивање безбедности саобраћаја у Европској унији је основана међународна база података о саобраћају и саобраћајним незгодама – IRTAD и CARE (Antić, 2007). Њена основна сврха оснивања јесте премошћавање проблема различитости националних статистика и база података о саобраћајним незгодама, ради утврђивања нивоа безбедности саобраћаја и поређења нивоа безбедности саобраћаја. Проблеми који су настали су се огледали на првом месту у различитости дефиниција чак и за основне појмове саобраћајне незгоде. На пример, различите државе, погинуле у саобраћајним незгодама третирају на различит начин, па се рецимо у Италији, погинуло лице у саобраћајној незгоди сматра лице које је преминуло након незгоде у периоду од 7 дана. У Србији, као и у већини земаља Европске уније тај период износи 30 дана, а у Шведској уколико се установи да је лице преминуло од последица саобраћајне незгоде до краја свог живота.

Управо са тим циљем је од стране тима са Саобраћајног факултета из Београда и Факултета организационих наука из Београда, а у складу са пројектним задатком градског Секретаријата за саобраћај у Београду, осмишљена и формирана аналитичка база података о саобраћајним незгодама у Београду – BERTAAD (Antić, 2007). Ова база података омогућава унос и поређење података везаних за саобраћајне незгоде између најширих субјеката као што су МУП, здравствене установе, осигуравајуће куће и других субјеката, што касније анализе чини далеко поузданијим. За разлику од досадашњег приступа, у коме су подаци о саобраћајним незгодама веома тешко доступни и евентуално их је могуће добити тек по достављању низа молби, поменутим пројектом је предвиђено да значајан део података о саобраћајним незгодама путем интернета буде доступан најширој јавности.

У Републици Србији, подаци о саобраћајним незгодама до 2015 године водили су се на нивоу општине кроз Регистар саобраћајних незгода. Радници полиције и друга овлашћена службена лица органа унутрашњих послова на територији Републике Србије приликом вршења увиђаја на лицу места саобраћајне незгоде прикупљали су податке о истој, путем „Упитника о саобраћајној незгоди“. Образац се попуњавао ручно и читко штампаним словима.

Упитник је садржао следеће податке:

- податке о саобраћајној незгоди,
- податке о возилу,

- податке о физичком лицу,
- податке о лицу из саобраћајне незгоде.

Евидентирање података из „Упитника о саобраћајној незгоди“ подразумевало је уписивање података о саобраћајној незгоди у рачунарски систем.

У Републици Србији од 2015 године па надаље промењен је начин евиденције саобраћајних незгода увођењем протокола CADaS. У складу са тиме Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије, а у сарадњи са Управом саобраћајне полиције Републике Србије реализовала је пројекат „Унапређење квалитета прикупљања и уноса података у базу података о саобраћајним незгодама“. Реализација наведеног пројекта је у складу са CADaS препорукама Европске комисије. Овим препорукама Европска комисија упутила је позив свим државама чланицама Европске уније да прихвате предложену структуру обавезних података о саобраћајним незгодама. Реализација пројекта треба да обезбеди упоредивост са другим земљама, омогући боље анализе процеса догађања саобраћајних незгода и обезбеди квалитетнију базу података прилагођену Европској унији и шире (ABS, 2018b). Такође, прилагођавање Републике Србије CADaS захтевима Европске комисије својеврсна је похвала за саму земљу у процесу придруживања Европској Унији (ЕУ).

Сви подаци о саобраћајним незгодама који се прикупљају могу бити од великог значаја за уочавање постојећих или потенцијалних места концентрације саобраћајних незгода (Ernits et al, 2017). На пример, при истим путним и метереолошким условима број незгода зависи од интензитета саобраћаја, односно на стопу и тежину незгода утиче саобраћајно оптерећење пута које је различито у зависности од значаја и положаја пута.

2.2.2. Тежина саобраћајних незгода

Зависно од нивоа посматрања, у прикупљању и обради неопходних информација примењују се различити нивои анализе, који се могу поделити на квантитативне, квалитативне и топографске анализе. Независно од тога који ниво анализе се истражује, потребно је претходно незгоде разврстати по некој од постојећих класификација. Класификација саобраћајних незгода према тежини последица обухвата следеће категорије:

- Незгоде са материјалном штетом, мањом и већом;
- Незгоде са повређеним лицима, лако и тешко повређеним;
- Незгоде са погинулим лицима, лица погинула на месту незгоде и лица погинула од повреда до 30 дана од дана настанка незгоде.

Осим поделе по последицама, саобраћајне незгоде се могу поделити: према месту настанка, према времену настанка, према начину настанка, према узроцима настанка и према карактеристикама пута. Свака од поменутих класификација има своју тежину, односно свој значај у свеукупној анализи безбедности саобраћаја. Приликом евидентирања саобраћајне незгоде потребно је унети све податке неопходне за њено сврставање у одговарајуће групе према поменутим поделама. Међутим, за оцену нивоа безбедности, стручно планирање, организовање и спровођење превентивних активности потребне су и додатне обраде статистичких података. Под тиме се пре свега подразумева анализирање узрока и последица саобраћајних незгода, са циљем утврђивања појединачног или узајамног дејства појединих утицајних фактора.

Неки истраживачи, као што су (Zaremba, 1980; Hobbs, 1981; Gimotty and Chirachavala, 1982; Evans, 1985b; Nassar et al., 1994; Latimer, 1992; Wood and Simms, 2002; Mussone et al, 2017; Rovšek et al, 2017; Zhou and Chor Chin, 2019; Tang et al., 2019) истраживали су методе тежине (озбиљности) повреда у незгоди, док је неколико истраживача истраживало учесталост тешких повреда (Hobbs, 1981; Jovanis and Chang, 1989; Blower et al., 1993). Други истраживачи као што су (Gimotty and Chirachavala, 1982;

Nassar et al., 1994) су користили податке незгода изучавајући утицај промена у факторима ризика у зависности од тежине повреде. (Evans, 1985a; Evans, 1985b; Evans, 1985c; Hou et al., 2018) су користили систем извештавања података фаталних незгода у Сједињеним Америчким Државама (САД) да би се проценила ефикасност фактора ризика као што су коришћење сигурносних појасева и масе возила у спречавању саобраћајних незгода са погинулим лицима. Усвојени приступ, који се помиње као „поређење дуплог пара“ подразумева поређење вероватноће фаталности са или без подешене зоне за сличну групу фактора ризика.

(Gimotty and Chirachavala, 1982) су истраживали везу између тежине повреде путника и услова незгоде. Користећи бинарни логистички трансформисани (логит) метод направили су разлику између тешких повреда и оних које нису, који је опремљен за различите врсте утицаја.

(Nassar et al., 1994) предложили су низ секвенцијалних више одвојених променљивих логистички трансформисаних метода за тежине саобраћајних незгода. У принципу, методи су слични онима који користе (Gimotty and Chirachavala, 1982), иако они користе секвенцијални метод структуре за пет нивоа повреда. Сврха друмских метода тежине незгода је да истраже факторе који утичу на степен задобијених повреда појединаца који су укључени у саобраћајне незгоде. (Nassar, 1996) наводи да повреде које се дешавају путницима у возилу, су обухваћене методима тежине незгода који би требало да се фокусира на путнике и њихове карактеристике у тренутку незгоде. Тип незгоде (само једно возило, два и више возила, директан судар и други типови) и динамика незгоде играју велику улогу у предвиђању тежине повреде. Метод тежине незгода би требао да буде у стању да се интегрише са методима укључивања у обзир очекиваног броја повреда и смртних случајева у незгоди.

Често, подаци коришћени за анализу озбиљности повреда су ограничени услед количине информација доступних из извештаја о незгодама или других фактора. Изостављање релевантних експланаторних променљивих може да резултује неконзистентним проценама параметара ако су такве променљиве повезане са другим променљивима које су већ укључене у метод или ако је изостављена променљива повезана, или има различите варијансе међу нивоима озбиљности (Washington et al., 2011). Изостављање релевантних променљвих је често неопходно ограничење приликом извлачења закључака о озбиљности незгода на којима се заснивају безбедносне одлуке.

У (Nassar, 1996) интегрисани метод ризика незгода (Accident Risk Model - ARM) за доношење одлука је развијен коришћењем фактора ризика који утичу на незгоде на одређеним деоницама и коришћењем тежине повреде путника који су укључени у незгоде. Учешће метода незгода је засновано на негативној биномној регресији. Овај метод је у стању да обезбеди процену о учешћу броја возила на одређеној деоници по региону, врсти пута, типу возила или незгоди. Метод тежине незгода је развијен коришћењем секвенцијалног бинар-логит метода. Метод је у стању да увиди повреде путника у одређеном региону, врсту пута, тип незгоде и тип возила. Интегрисана структура метода ризика незгода омогућава процену ризика на путу у погледу броја укључених возила, смртних случајева, и повреде путника. Он такође дозвољава идентификацију фактора ризика који објашњава учешће незгода и тежину незгода. Међутим, примена метода за одлуке (политику) је ограничена.

2.2.2.1. Фактори ризика саобраћајних незгода

Фактори ризика се користе да објасне учешће тежине незгода. На основу (Aven, 1992; Nassar, 1996), фактори ризика у моделима саобраћајних незгода играју две улоге:

- Да побољшају учешће метода и смање количину необјашњивих варијација. Овде се мора водити рачуна да ови методи нису превише одређени. (тј. не укључују непотребне променљиве);
- Да обезбеде средства за процену ефикасности алтернативних мера безбедности;

Следећи фактори ризика су детаљно усвојени у литератури објашњавајући учешће незгода и тежину незгода. Детаљнији опис ових фактора ризика се може наћи у (Nassar, 1996), и то:

- Ток незгоде: маневрисање возила, акције (понашања) возача;
- Саобраћајни услови: обим саобраћаја, динамика, регулисање брзине;
- Услови окружења: осветљење, стање коловоза, геометрија;
- Радни услови: старост возача, старост путника, пол возача, стање возача (алкохол, умор, болест), позиција седишта, коришћење сигурносног појаса;
- Стање возила: маса возила, величина возила.

По (Geurts et al., 2003) асоцијација алгоритама се користи ради идентификације фактора незгоде који се често јављају заједно, на великим фреквентним локацијама незгоде. Осим тога, ови обрасци су анализирани и упоређени са карактеристикама честих незгода на ниским фреквентним локацијама незгоде. Добра страна овог проблема лежи у идентификацији релевантних варијабли које чине снажан допринос бољем разумевању околности незгоде и више дискриминишу (изостављају) профил околности незгода на црним тачкама и црним зонама. У принципу, фактори ризика који се односе на саобраћај и карактеристика дела пута су утврђени да су од суштинског значаја у анализи тежине повреда. Фактори ризика као што су динамика незгоде, брзина, коришћење сигурносних појасева и старост путника су утврђени као најважнији у објашњавању тежине незгоде.

На основу (Kukić et al., 2013; Kukić et al., 2016) не постоје дилеме међу научницима и стручњацима о томе да ли је битно и потребно анализирати саобраћајни ризик од повреде. Анализа саобраћајног ризика од повреда је веома ефикасан начин филтрирања најопаснијих делова, путева или одређених територија. У ранијим анализама безбедности на путу у Србији, вредност и тип специфичног ризика према величини посматарног подручја (држава, регион, округ, општина), дужина сегмента или важност путне категорије, нису експлицитно одређени. Разлике у вредностима анализираних параметара могу бити изражени у таквом обиму да добијене вредности разлика, између неких јединица које су посматране, представљају опсег подељен на ризичне групе. Ове разлике су примарно резултат тежине повреда и типова незгода коришћених за израчунавање индивидуалних ризичних категорија.

Вредност идентификовања расподеле ризика на главним међуградским мрежама путева, као и откривања путева који су се значајно побољшали и путева на којима и даље постоје проблеми на пољу безбедности, сада је већ добро позната, захваљујући редовном (годишњем) објављивању резултата EuroRAP (EuroRAP, 2007), у многим земљама.

EuroRAP анализе су комплементарне са текућим програмима побољшања и оцењивања, тако да се улога EuroRAP података и начин на који се информације могу користити за објављивање ризика и дефинисање приоритета за акције разликују између земаља. Мапирање ризика омогућава не само идентификовање праваца са већим ризиком, већ и праћење перформанси током времена, као и детаљну истрагу трендова саобраћајних незгода на различитим путевима, и све то на бази историјских података о саобраћајним незгодама.

2.2.3. Кратки осврт на факторе који доприносе незгодама

Проучавање друмског саобраћаја обично сматра вожњу као узајамни однос између возача, возила, пута и саобраћајног окружења. Стога се и фактори, који доприносе незгодама могу доделити човеку, возилу, путу или околини (Archer, 2005; Pumputis, 2006;

Sadeghi et al., 2013). Узимањем у обзир нормативно-правни и стручни приступ, дефинисања фактора безбедности саобраћаја а тиме и фактора који доприносе незгодама, најподеснија је коригована Хедонова матрица која систематизује утицаје четири фактора безбедности саобраћаја (човек, возило, пут и окружење) (Lipovac, 2008).

На Слици 2.2 Возач (Ч), возило (В) и пут (П) образују Ч-В-П јединицу. Неколико Ч-В-П јединица које раде заједно стварају саобраћајно окружење, чиме се уједно ствара и узајамни однос између ове три компоненте (Gunnarsson, 1996).

Слика 2.2 ЧВП јединица се састоји од возача (Ч), возила (В) и деонице пута (П).

У анализи незгоде се обично проучава једна Ч-В-П јединица у датом времену. Проучавање понашања Ч-В-П јединице је засновано на линеарном узајамном односу између возача, возила, пута и околине. Резултат анализе незгоде је ланац неприкладних понашања компоненти. Ако незгода садржи више од једне Ч-В-П јединице, свака од Ч-В-П јединица се прво проучава појединачно, а онда се однос између Ч-В-П јединица гради после тога (Englund et al., 1998).

2.2.4. Врсте (типови) саобраћајних незгода

Не постоји опште прихваћена подела саобраћајних незгода што се може видети код већег броја истраживача (Kostić, 1982; Inić, 2004; Inić and Jovanović, 2009). На основу (Inić, 2004; Inić and Jovanović, 2009), свака земља у својим статистикама, или аутори у својим радовима деле незгоде према својим потребама и схватањима. Пошто врста (тип) незгода високо корелира са врстом пута и природом активности корисника пута, саобраћајне незгоде сврстамо према њиховим карактеристикама у следеће основне врсте (типове) :

- Незгоде у којима учествује више возила на путу :
  - судар возила која се крећу из супротних смерова (чеони судари),
  - бочни судар возила,
  - налетање на возило које се креће у истом смеру,
  - судар са возилом на шинама,
  - налетање на заустављено или паркирано возило,
  - судар при паралелном кретању.
- Незгоде у којим учествује једно возило (без судара - сукоба возила) на путу :
  - превртање возила на путу,
  - судар са пешаком (налетање на пешака),

- гажење пешака,
- судар са животињом,
- откачињање прикључног возила,
- испадање лица из возила,
- удар у објекат - предмет на путу,
- други догађаји на путу искључујући судар.

- Слетање возила са пута :
  - превртање возила ван коловоза,
  - удар у објекат поред пута,
  - остала слетања са коловоза.
- Остале незгоде.

Ове основне врсте (типови) незгода могу се даље разрађивати. Бочни судари се деле на: сударе под правим, оштрим и косим углом, бочно додиривање возила која се крећу у супротном смеру, бочно додиривање возила из супротних смерова итд.

Догађаји који одређују карактеристику незгода и показују у коју ће врсту бити сврстана нису строго узети, као ни узроци због којих је саобраћајна незгода настала. Такође треба правити разлику између грешке (као манифестације узрока) и врсте (типа) незгоде. Правилно класирање незгода значајно је и због тога да се не би десило да се исте незгоде које се догоде на различитим местима сврстају у различите типове.

Ако постоји више догађаја (обележја) класификација незгода треба да зависи од првог догађаја. На пример, ако возило удари у друго возило на путу па после тога слети са пута класификује се као судар (сукоб) возила, а не као слетање са пута. Исто тако, уколико возило код раздвојених коловоза слети са свог и пређе на коловоз за супротан смер, класификацију треба извршити према првом догађају (слетање са коловоза, а не судар возила из супротних смерова) (Inić, 2004).

Код анализе врста саобраћајних незгода може се поставити питање: да ли су неке врсте незгода опасније од других и у којој мери? Као одговор на ово питање могу дати подаци о саобраћајним незгодама и њиховим последицама који стварају јасну представу о незгодама као врло опасним појавама, тј. опасност коју носи нека врста незгоде може се изразити учешћем незгода са настрадалим лицима у броју незгода посматране врсте.

Поред поменуте поделе на типове (врсте) саобраћајних незгода, често се користи ужа подела саобраћајних незгода према последицама и то:

- Саобраћајне незгоде са погинулима,
- Саобраћајне незгоде са повређенима,
- Саобраћајне незгоде са материјалном штетом.

Као и шира подела саобраћајних незгода према последицама на:

- Саобраћајне незгоде са погинулима,
- Саобраћајне незгоде са лакше повређенима,
- Саобраћајне незгоде са теже повређенима,
- Саобраћајне незгоде са већом материјалном штетом,
- Саобраћајне незгоде са мањом материјалном штетом.

2.2.5. Квантитативна анализа саобраћајних незгода

Као најједноставнија, квантитативна анализа укључује само бројчане показатеље. Она даје могућност процењивања:

- тренда саобраћајних незгода,
- појавних облика (грешака) саобраћајних незгода,
- просторне и временске дистрибуције саобраћајних незгода,
- тежине последица саобраћајних незгода

- степена угрожености у саобраћају.

Тренд саобраћајних незгода подразумева понашање криве која описује кретање величине броја саобраћајних незгода кроз време односно по годинама. Праћењем тренда могуће је предвидети број саобраћајних незгода у одређеном будућем периоду, уколико се не уведу мере за њихову превенцију. У зависности од нивоа посматрања, може се добити тренд укупног броја саобраћајних незгода, саобраћајних незгода са погинулима, саобраћајних незгода са лакше или теже повређенима, као и саобраћајних незгода само са материјалном штетом. Примена рачунарске технике у великој мери олакшава овакву квантитативну анализу.

При оцењивању трендова у незгодама, (DMPF, 2001) закључује се да је њихова политика у циљу смањења броја саобраћајних незгода на овим опасним локацијама или црним тачкама до сада била успешна. Међутим, ови трендови указују на то да незгоде имају тенденцију јављања на мање концентрисаним просторима, који ће се у будућности ограничити на ефикасност сличних инфраструктурних мера безбедности.

Следећи елеменат који се често открива у студији временских серија незгода на локацијама је тренд у развоју незгода током одређеног временског периода (Melchor et al, 2015). Постоје многи фактори који утичу на опште повећање или смањење тачака незгода. На пример, у саобраћају се мења избор и начин односа у учествовању. Пре и после студије треба да објасне овај ефекат трендова који се иначе приписује третману.

Појавни облици (грешке) саобраћајних незгода изучавају се феноменологијом, науком о манифестацијама саобраћајних незгода. У оквиру ње изучавају се спољни појавни облици незгода, њихова динамика и структура, структуралне промене, номенклатура, класификација итд. Као што је већ поменуто, у пракси се често спомиње да је, на пример, узрок саобраћајне незгоде претицање, недржање потребног одстојања или непрописна брзина кретања возила, док је стварни узрок незгоде оно што је непосредно утицало на унутрашње изворе понашања возача да направи грешку као што је непоштовање првенства пролаза. Значи, квантитативном анализом може се формирати преглед грешака учесника у саобраћају (возача, путника или пешака) које су претходиле саобраћајним незгодама, затим грешака учесника у саобраћају према тежини последица или по месту настајања, а све за одређени временски период.

Просторна дистрибуција саобраћајних незгода и њихових последица представља распоред саобраћајних незгода у простору (изабраног подручја), која се утврђује на основу статистике и на коју утиче читав низ фактора као што су саобраћајно оптерећење, квалитет путне мреже, просторне карактеристике, распоред насељених места, регулисање саобраћаја и разни други фактори (Kyoung-Ah et al 2016).

Последица неравномерне просторне дистрибуције саобраћајних незгода је појава опасних места или "црних тачака", односно локација на којима долази до повећаног броја незгода у односу на њихов просечан број на свим другим местима путне мреже исте дужине и категорије.

У истраживању (Flahaut et al., 2003), разматрана је идентификација црних деоница, као што произилази из свести о очигледној просторној интеракцији која постоји између суседних локација незгода. Постојање црних деоница открива концентрације незгода и самим тим може предложити просторну зависност између појединих појава. Просторне концентрације могу бити последица једног или више заједничких узрока.

Најприкладнији ниво просторне агрегације (нагомилавања) саобраћајних незгода је део пута, али у већини студија њена дужина није оправдана и контролисана (Thomas, 1996). Не постоји јасан показатељ онога шта је најбоља дужина опасног сегмента или деонице пута, нити да ли се може оптимална дужина дефинисати**.** (Deacon et al., 1975) прави разлику између кратких и великих сегмената аутопутева, односно назива места и секције. Дужине су изабране да би се ограничила хетерогеност у оквиру сваког сегмента пута, али аутори препоручују константне дужине, јер ће интерпретација података о

незгодама бити компликована за различите дужине пута**.** (Okamoto and Koshi, 1989) предлажу седам начина дефинисања сегмента пута, где су неки засновани на фиксним дужинама, а неки на различитим дужинама. (Stern and Zehavi, 1990) деле пут на једнокилометарске деонице, без посебног оправдања за те дужине. (Elvik, 1988) предлаже дефинисање опасних деоница пута за увек исте дужине, померањем клизног прозора (клизача) одређене дужине дуж пута. Међутим појединa истраживања показују да овја метод није задовољавајући.

(Flahaut et al., 2003) концепт црне зоне користи за решавање проблема дужине, као и локације деоница, узимајући у обзир суседну структуру појединих просторних целина. Овде постоји појам плаве зоне која је дефинисана као скуп суседних просторних јединица узетих заједно, коју карактерише велики број незгода. Није било покушаја да се сазна који фактори објашњавају незгоде, или које противмере треба предузети да се смањи њихов број. Истраживање се фокусира на истраживачке просторне податке за анализу проблема (дефинише положај и дужину црних зона). Користе се две методе: коришћење локалног индекса просторне аутокорелације (раздвајање глобалног „Moran“ индекса) и процене језгра. Обе методе разликују локалне опасности и укључују изравнање емпиријског процеса. Иако сваки метод полази од различитих концептуалних приступа, они могу да обезбеде веома сличне резултате у оквиру избора параметара и до дефиниције да суседне зоне нису црне зоне.

(Steenberghen et al., 2002; JPPS, 2008a; Hadayeghi et al., 2010; Soysal et al., 2012) показују корисност географског информационог системског (ГИС) софтвера и образац техника за дефинисање саобраћајних незгода за тачке или места црних зона унутар урбаних агломерација (насеља). Дефинисање локација саобраћајних незгода је засновано на динамичкој сегментацији, адресе „Геоподинга“ и идентификацији раскрсница. Једнодимензионална (линија) и дводимензионално (подручје) техника груписања се упоређују. Линеарна техника просторног груписања чини се да више одговара када саобраћајни токови буду јасно дефинисани у одређеним правцима. За густе мреже путева са дифузним саобраћајем, дводимензионалне технике омогућавају да се идентификује подручје подложно незгодама. Коришћење ових техника омогућава предлоге узрочне зависности, што је илустровано кроз анализу просторних смена концентрације незгода увођењем смирујућих мера у Белгијском граду (Мехелен). Безбедност у саобраћају је резултат равнотеже између карактеристика типа пута суседних карактеристика. Значај чинилаца животне средине у односу на карактеристике саобраћаја треба даље истраживати како би се боље идентификовале комбинације које генеришу више концентрације.

Ефекат миграције незгода је појава када фреквенција незгода очигледно расте на местима која се не третирају као опасне тачке, али поред третираних локација. Постоји мишљење да ефекат миграције настаје због механизма заснованог на идеји прилагођавања путу учесника у саобраћају. Међутим, на основу (Elvik, 1997), постојање ефекта миграције није верификовано, мада поједине студије указују да очигледне последице миграција могу у великој мери бити објашњене регресијом узроковане пристрасном селекцијом. Другим речима, локације нису усмерене као жаришта због неуобичајено ниског (испод очекиваног броја незгода, на локацијама са сличним особинама) броја незгода. Поред тога, неправилно кодирање локација незгода, као и промене у току саобраћаја због третмана суседних локација могу бити фактори који томе доприносе.

На основу наведеног, способност да се утврди где је дошло до незгоде је од виталног значаја за анализу црних тачака. Постоје два питања у вези са овим: исправно идентификовање локације незгода, и доследно снимање локације незгода у бази података, тако да подаци о незгодама буду лако доступни.

Временска дистрибуција саобраћајних незгода и њихових последица се примењује у циљу уочавања варирања броја незгода кроз време, и то по периодима од више узастопних

година, по једној одабраној години, по годишњим добима, по месецима, данима у недељи и часовима у току дана. Привредне активности, туристичка сезона, пољопривредни радови, начин живота, географски и климатски услови, дневна рутинска кретања и све остало што условљава саобраћајне активности утиче на временску дистрибуцију саобраћајних незгода. Њихово дејство се мења кроз време, (утицај леда на коловозу се јавља само у зимском периоду), па се може рећи да број незгода може да осцилује заједно са утицајним факторима по годинама, по месецима, данима и часовима. Такође, из овакве квантитативне анализе могу се уочити месеци у години са највећим бројем незгода, што отвара могућност даље анализе утицаја временских прилика на понашање возача. Није редак случај да се у летњим месецима возачи „опусте“ и возе са мањом пажњом у односу на вожњу у зимским месецима.

2.2.6. Квалитативна анализа саобраћајних незгода

Циљ квалитативне анализе саобраћајних незгода је првенствено да укажу на узрочне факторе који се касније могу довести у везу са величином степена моторизације, саобраћајном мрежом, растом становништва, степеном саобраћајне културе учесника итд. Наука која изучава узроке, услове и друге факторе због којих настају саобраћајне незгоде, које су резултат нарушавања законитости или односа у саобраћајном систему који укључује учеснике у саобраћају, субјекте који се брину о његовом одвијању, возила, пут, климатске услове и друге факторе назива се етиологија саобраћајних незгода. Етиологија би требало да утврди, зашто долази до незгода као појединачних и масовних појава, који узроци утичу на настајање ових појава, узрочну повезаност појава (узрока и последица), како се формира личност саобраћајног деликвента, који објективни услови доводе до незгода или изазивају или омогућавају понашања која завршавају незгодом и слично.

Анализом евиденција о саобраћајним незгодама може се уочити да су као узроци саобраћајних незгода окарактерисани непрописна брзина, претицање, непоштовање првенства пролаза и слично. То представља мешање појавних облика (грешака) и узрока, што омета утврђивање правих узрока и ствара погрешну представу. Имајући то у виду, мере друштвене интервенције могу се усмерити на спречавање грешака, а не на сузбијање правих узрока. Уочавањем разлике између ова два појма, као и уклањањем неуједначености критеријума, процена и дефинисања код стручних лица која воде евиденцију, анализу или закључивања, добила би се много реалнија слика стварног стања безбедности саобраћаја.

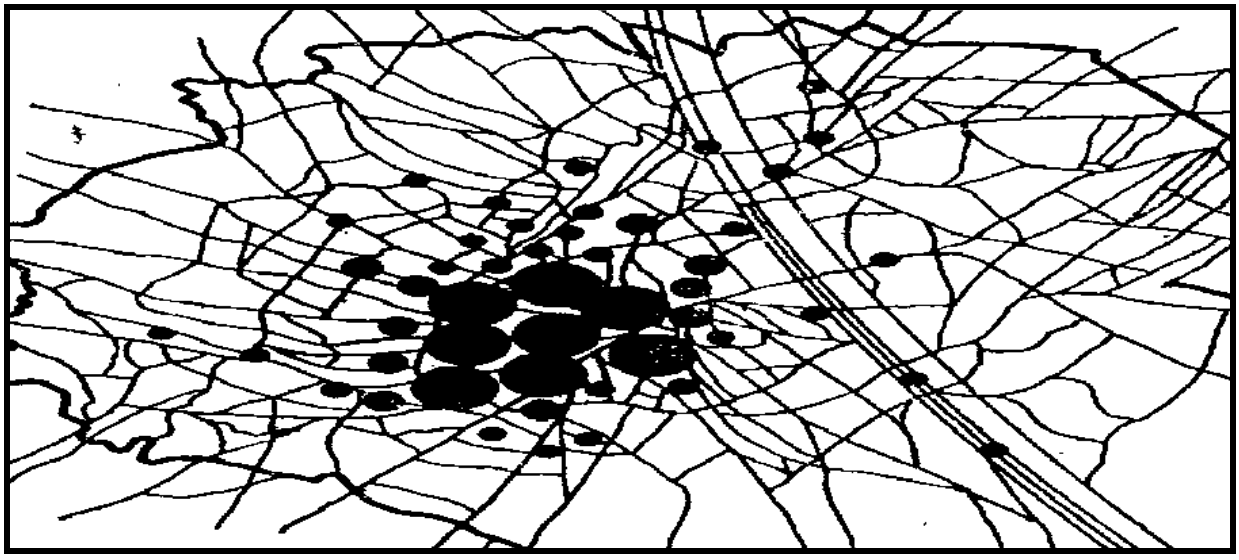
Поједини елементи пута могу у одређеној мери утицати на број незгода. Ту се првенствено мисли на кривине и подужни нагиб пута. Током 1912 године у Сједињеним Америчким Државама основан је национални Савет за безбедност саобраћаја и од тада се врши испитивање узрока настајања саобраћајних незгода. Многобројним истраживањима утврђено је да саобраћајна незгода готово никад не настаје само под дејством једног узрока, односно фактора, већ њиховим узајамним дејством.

2.2.7. Топографска анализа саобраћајних незгода

Једна од прегледних анализа саобраћајних незгода је топографска анализа, која се састоји у повезивању места њиховог дешавања са картом територије која се изучава. Најчешће се користе три вида поменуте анализе: карта (Слика 2.3), линијски графикон (Слика 2.4 и Слика 2.5) и ситуациони план односно размерна шема (Слика 2.6).

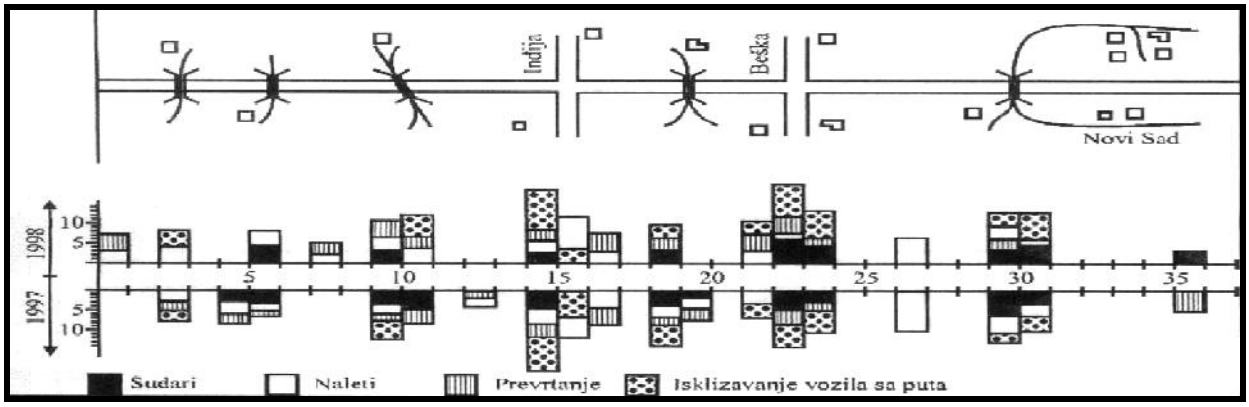
На карти терена са путевима, односно улицама могуће је уносити одређене ознаке које се односе на снимљене саобраћајне незгоде. При томе треба водити рачуна о размери и о начину уношења, као што је на пример како направити разлику у уносу незгода са настрадалим лицима и са материјалном штетом. Већа концентрација ознака значи и

смањену безбедност саобраћаја на посматраном месту. Међутим, иако је карта важан извор информација, она не може да омогући прецизно одређивање опасних места уколико се посматра шира територија. Из тог разлога данас се више користе одговарајући програмски пакети за евиденцију, анализу и приказивање саобраћајних незгода за разлику од некадашњег коришћења традиционалне зидне карте (Vujanić, 1999).

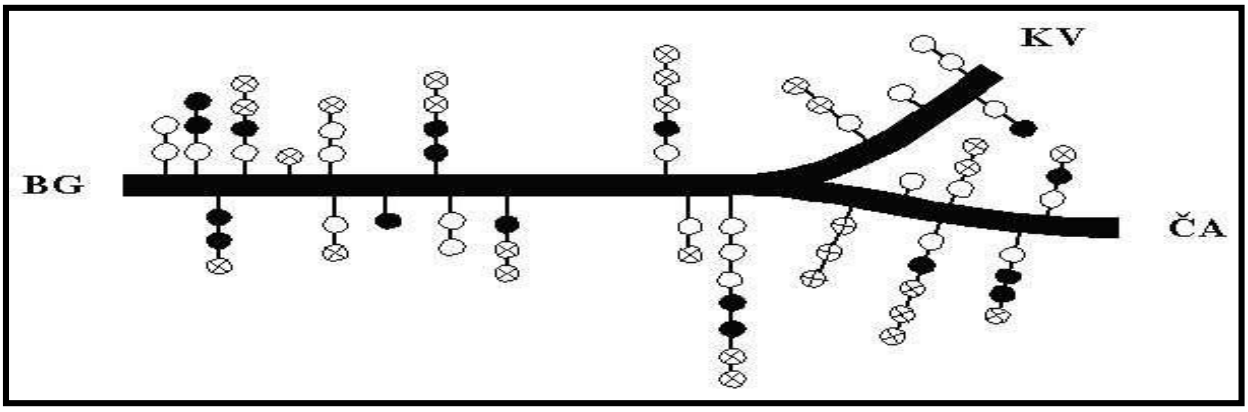


Слика 2.3 Карта за евиденцију и праћење саобраћајних незгода
(пречник 1милиметар = 10 саобраћајних незгода)

Када се за одређен пут, односно улицу и његове деонице приказују саобраћајне незгоде у одговарајућој размери настаје линијски графикон. Он је посебно погодан за праћење безбедности саобраћаја на улици на којој се обавља јавни градски превоз са наношењем ознака за оба смера, док коришћење крупније размере пружа могућност прецизнијег наношења података на графикон (приказивање по локацији, врсти, последицама, смеру кретања возила и слично).



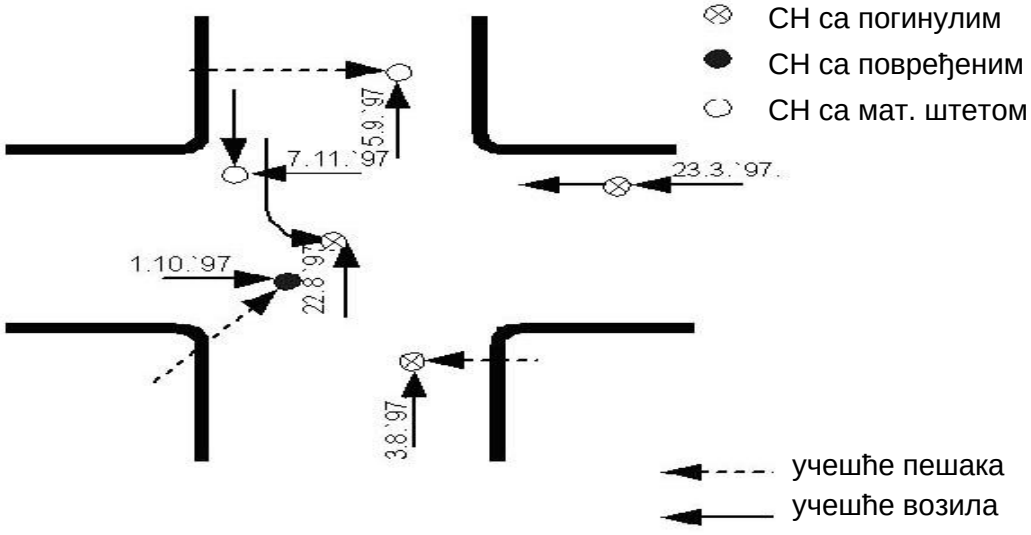
Слика 2.4 Линијски графикон саобраћајних незгода (Vujanić, 199)



Слика 2.5 Линијски графикон за утврђивање опасних места на путу (Vujanić, 1999)

Предузећа за путеве обично врше евиденцију саобраћајних незгода према месту локације на путно-уличној мрежи. Оваквом евиденцијом је могуће обухватити све незгоде, па се ради надзора и брзог уочавања појава опасних места препоручује управо вођење линијских графикона. Њиховим коришћењем може се направити јединствени графикон за целу мрежу путева, што олакшава утврђивање нивоа безбедности. Са друге стране, прикупљене и тако презентоване податке могу користити пројектантске организације, саобраћајна полиција, научно истраживачке организације и други. Наравно, наношење података није могуће без њихове систематизације из регистра, што је данас поједностављено применом рачунара.

За топографску анализу на места нагомилавања саобраћајних незгода као што су раскрснице, тргови и слично користе се ситуациони планови, односно размерне шеме. Овај начин приказивања је детаљнији у односу на карте и линијске графиконе, јер симбол који означава саобраћајну незгоду показује начин кретања учесника незгоде и тежину последица, уз могућност приказивања датума и времена када се незгода догодила.



Слика 2.6 Размерна шема (ситуациони план) незгода (Vujanić, 1999)

2.2.8. Трошкови саобраћајних незгода

Трошкови саобраћајних незгода представљају економске губитке изазване друмским саобраћајним незгодама. Они се уопштено састоје и огледају у оквиру следећих трошкова:

настадали (погинула лица, теже и лакше повређена лица), губитак ресурса (смањење радних способности, инвалидитет), рехабилитација (медицинска рехабилитација), материјална штета (трошкови поправке), и додатни трошкови (административни трошкови).

Узимајући у обзир да је број саобраћајних незгода у сталном порасту, а имајући у виду опис и процену трошкова саобраћајних незгода, многи истраживачи су се бавили одређивањем трошкова саобраћајних незгода (Alfaro et al., 1994; Christe et al., 1995; Blincoe et al., 2002; PIARC, 2004; Andersson, 2007; PIARC, 2008; Oh et al., 2010; Antić et al., 2011; Vadlamani et al., 2011; Bambach and Mitchell, 2015; Wijnen and Stipdonk, 2016; Wijnen et al., 2019). Многи истраживачи су се бавили поређењем израчунатих трошкова са Бруто националним производом (БНД) по глави становника (Al-Masaeid et al., 1999; Jacobs et al., 2000; Elvik, 2000; Kopits and Cropper, 2005; Connelly and Supangan, 2006; Antić et al., 2011), а поједини истраживачи и посматрањем специфичних утицаја на трошкове саобраћајних незгода (Steimetz, 2008; Ayuso et al., 2010). Из поменутог се може закључити да се на спречавању саобраћајних незгода мора стално радити и тај посао се мора стално унапређивати.

Генерално, постоје три методе вредновања или процене повреда и губитка живота у саобраћајним незгодама (T10, 2000; Alfaro et al., 1994). Те методе процене су:

- Метода трошкова реституције,
- Метода приступа људског капитала,
- Метода приступа спремности на плаћање.

Метод трошкова реституције се базира на директним трошковима генерисаних од стране саобраћајних незгода (медицински трошкови, имовинска штета, административни трошкови, итд).

Метод приступа људског капитала се базира на процени вредности изгубљеног продуктивног капацитета лица у будућности, услед собраћајне незгоде.

Метод приступа спремности на плаћање базира се на срачунавање трошкова незгоде како би се проценила вредност изгубљеног квалитета живота. Код овог метода вредности умеју да буду више него цео људски капитал, а тиме људи више обраћају пажњу на безбедност што смањује озбиљност црних тачака.

Предност ових приступа је привлачење што веће пажње јавног интереса према незгодама. У пракси, цена незгоде повреда или смрти се рачуна по броју људи који су укључени у незгоди. Међутим, зато што је овај број независтан од места незгоде, користи се просечно одређена цена типа незгоде.

Као додатак проблему давања цене незгодама, редуковање цене приликом спровођења мера сигурности је спорно. Ова несигурност се може поделити на:

- несигурност која укључује учесталост незгода према портфолију лечења;
- несигурност која укључује смањење трошкова пружања помоћи због присутних помагала на лицу места;
- несигурност која укључује питање да ли је место незгоде уопште црна тачка.

Друге две набројане несигурности се дотичу места незгоде, док је прва несигурност повезана са мерама предострожности. Претпоставља се да места са високим потенцијалом за црну тачку имају релативно високи потенцијал за смањење незгода него места са мањом вероватноћом (Persaud et al., 1999). Такође, мере предострожности које дотичу специфичан тип незгоде се претпостављају да су релативно чешће на местима на којима су чешће незгоде тог типа. Да би се повећала свест тих несигурности везаних за мере предострожности, неопходе су додатне мере „пре и после“ студије (Elvik et al., 1997; Vistisen, 2002).

2.2.9. Рангирање опасних места на путевима

До сада су предложене разне методе за рангирање опасних места и опасних деоница на путевима. (Jorgensen, 1966; Vistisen, 2002) су рангирали опасна места на путевима према пријављеном броју незгода. Локације са већим бројем вредности од прага незгода су означавали као црне тачке. Овај метод је веома осетљив кад су у питању насумичне варијације у средњој вредности незгода, и у регресији проблема (Hauer, 1986; Elvik, 1997) Међутим, утврђено је да, генерално, постоји прилично велика разлика између очекиваног броја незгода на различитим типовима раскрсница и путева.

Уместо тога, (McGuigan, 1981) предлаже рангирање места према њиховом потенцијалу за смањење незгода (Potencial Accident Reduction - PAR), који је разлика између пријављеног броја незгода на локацији и очекиваног броја незгода на локацијама са сличним карактеристикама. (Persaud et al., 1999) предлаже коришћење ЕБ процена уместо броја незгода за PAR. (Persaud et al., 1999) је користио Поасон-гама генерализован линеарни модел чије су карактеристике проток саобраћаја и разне геометријске варијабле.

У (Saccomanno et al., 2001) резултати мултиваријантне Поисонове регресије и ЕБ метода су поређени ради успостављања потенцијала незгода и одређивања сигурности црних тачака уз аутопоут. Испоставило се да ЕБ метод подлеже Поасоновом регресивном условима на неким локацијама.

Задатак уочавања црних тачака може се сагледати као проблем рангирања и селекције (Dudewicz and Koo, 1982) и паралела са PAR- методом. (Gupta and Hsu, 1980) су представили тзв. вероватноћу исправне селекције. У групи локација, локација је представљена као црна тачка, ако је вероватноћа ових места са највећим бројем незгода („најгора“ локација) онда је означена као горњи праг. Касније су (Hauer and Persaud, 1984) извели вероватноћу исправних селекција према Поасон-гама моделу. Међутим, вероватноћа исправне селекције у (Hauer and Persaud, 1984) методу је коришћен као мера целокупне ефикасности циљаног метода, и није директно коришћен за уочавање црних тачака. (Schlütler et al., 1997) је извео вероватноћу исправне селекције за индивидуално место као последња могућност да буде “најгоре“ у Поасон-гама методу без карактеристика тог места. (Heydecker and Wu, 2001) су касније продужили метод вероватноће исправне селекције да би укључили карактеристике локације и дефинисану вероватноћу исправне селекције као вероватноћу Поасонове стопе која прелази преко датог прага.

Поред наведеног постоји још алтернативних метода за уочавање црних тачака и то: (Heydecker and Wu, 1993) су предложили рангирање места према крајњој вероватноћи у којој се незгоде јављају на локацији, у којој се укључују својства мере на коју се циља. Они су поставили Поасон-бета модел без карактеристика локације. Код метода (Persaud and Kazakov, 1994) локације су рангиране по начину по којем процењена економска корист одговара санацији локације, и не прелази горњи праг планираних финансијских средстава. (Van den Bossche et al., 2002) су урадили истраживање према питању да ли рангирање само по себи даје увид у селекцију опасних места.

Неки истраживачи (Elvik, 2008d; Lipovac et al., 2010a; Lipovac et al., 2010b; Lipovac et al., 2011) рангирају опасне локације по стопи незгода која се представља као број незгода или број повређених лица у односу на пређену километражу изражену у возило*километара. Неки истраживачи (Elvik, 2008d; Bastos et al, 2015; Elvik, 2017b) користе и учесталост односно густину незгода, па се по њима стопа незгода представља као број незгода по километру.

На основу (Vujanić et al., 2006), а у вези са унапређивањем безбедности саобраћаја било којих учесника у саобраћају, на одређеној локацији, користи се тзв. ”трореперни систем” уочавања и рангирања опасних места – црних тачака. Трореперни систем користи статистику саобраћајних незгода, конфликтну технику и анкету.

Статистички ефекат пре и после студија је регресија средње вредности ефекта. У области безбедности саобраћаја, овај ефекат се може објаснити на следећи начин. Места са бројем незгода изнад или испод очекиване границе на местима са сличним особинама у години дана, ће у наредној години имати локације незгода које су у просеку ближе очекиваном броју незгода са сличним особинама. Другим речима, локације незгода су ишле регресијом ка средњој вредности (Davis, 1986). (Hauer, 1997) је показао да ЕБ приступ процене не само да решава проблем регресије ка средњој вредности, већ и даје прецизније процене. Дакле, процењивање ће бити ослобођено ограничења са одређеним трајањем претходног периода. Овде је испитивана кључна улога мултиваријантих модела који изражавају сигурност ентитета у функцији својих видљивих особина.

До сада, велики број истраживача је предложио велики број алтернативних метода за откривање и рангирање црних тачака. Међутим, за сада не постоји тако нешто као што је "исправно рангирање".

2.2.10. Грешке у идентификацији опасних места на путевима

Приликом сваког поступка идентификације опасних места на путевима неизбежне су грешке (Табела 2.1). Грешке се могу јавити и приликом идентификовања и рангирања.

Досадашње анализе (Cheng and Washington, 2005; Andjelković et al., 2018), су показале да ни тренутно најнапреднији модели за идентификацију не нуде спровођење поступка без икакве грешке. Опште узевши, важи правило, да једноставнији методи за идентификацију дају већи проценат грешке од сложенијих, односно да је највећа предност најнапреднијих метода управо у томе што је проценат грешке најчешће мањи, у односу на једноставне методе.

Табела 2.1 Могући исходи процеса идентификације

	Идентификоване као црне тачке	**Остала места (не црне тачке)**
Стварно није црна тачка	***ГРЕШКА 1 РЕДА*** *Место које није црна тачка је идентификовано као потенцијална црна тачка* ***(погрешне позитивне)***	*Место које није црна тачка, није ни идентификовано као потенцијална црна тачка*
Стварно јесте црна тачка	*Стварна црна тачка је идентификована као потенцијална црна тачка*	***ГРЕШКА 2 РЕДА*** *Стварна црна тачка није идентификовано као потенцијална црна тачка* ***(погрешне негативне)***

У случајевима када се место које није црна тачка идентификује као потенцијално црна тачка (грешка првог реда или погрешна позитивна), у фази појединачне анализе саобраћајних незгода на том месту се грешка лако отклања, али на рачун послова вршења анализе. Та места ће већ у следећем кораку бити одбачена као места која нису црна тачка, али ће то утицати на повећање кадровских ресурса, односно трошкова у фази појединачне анализе саобраћајних незгода. С друге стране, у случајевима када се место које јесте црна тачка не идентификује као потенцијална црна тачка (грешка другог реда или погрешна негативна црна тачка), онда тада стварна црна тачка остаје сакривена. Последица ове грешке је умањење ефективности алокације средстава приликом третирања црних тачака, односно умањивање ефективности целог програма.

2.3. ОПШТЕ МЕТОДЕ У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

2.3.1. Методологија органа унутрашњих послова

Секретеријат унутрашњих послова је један од органа који директно прати и предузима мере за унапређење безбедности саобраћаја на путевима. Стање безбедности се прати помоћу карата на којима се уносе саобраћајне незгоде по месту настајања тј. топографски методи. Тако се уочавају места где се јавља нагомилавање, односно концентрација саобраћајних незгода.

Као критеријум за издвајање опасних места, користи се следеће:

- 5 незгода са настрадалим лицима у једној години;
- 12 саобраћајних незгода за три године на деоници дугој 2 км;
- 8 незгода са настрадалим лицима за две године.

Међутим, примена наведених критеријума има недостатак јер не укључује обим саобраћаја. Постоји велика разлика између 5 незгода на путу са интензитетом саобраћаја од 2.000 возила по дану и на путу са 12.000 возила по дану. Зато се препоручује и укључивање обима саобраћаја у процедуру идентификације "црних тачака".

2.3.2. Метода критичног броја незгода

Метода критичног броја незгода је још једна од методи за откривање концентрације броја саобраћајних незгода и коришћена је на путној мрежи Републике Словеније. Као критеријум она користи однос између стварног и критичног броја незгода на одређеним деоницама. Отежавајућа околност приликом њене примене је услов постојања квалитетне базе података са потпуним подацима о незгодама, путу и саобраћају на испитиваној путној мрежи.

2.3.3. Метода линеарних графикона

Методи линеарних графикона развијени су у Русији (Babkov, 1975), и његова предност је у широј могућности употребе. Наиме, његовим коришћењем могуће је још у фази пројектовања новог пута или реконструкције постојећег, идентификовати опасна места и одредити потребне мере за корекцију и оценити безбедност и удобност трасе. Поступак се заснива на примени такозваног коефицијента саобраћајних незгода којим се квантификује утицај појединих елемената пута и путне околине. Сваки од коефицијената се односи на један од елемената пута чије су вредности утврђене на основу података добијених из истраживања у Русији и другим земљама. Овако одређене вредности коефицијената нису фиксне, већ су подложне променама, наравно у складу са даљим испитивањима зависности између броја незгода и различитих елемената пута (Babkov, 1975).

За деоницу која се испитује, утврђује се сумирани коефицијент саобраћајних незгода (К), који се добија множењем коефицијената саобраћајних незгода:

$$К = К_1 * К_2 * К_3 * ... * К_n \qquad (2.1)$$

Коефицијент саобраћајних незгода уствари представља релативну вероватноћу настанка незгода, односно вероватноћу да једно возило "доживи" саобраћајну незгоду на конкретном месту. Помоћу израчунатог сумираног коефицијента за све деонице

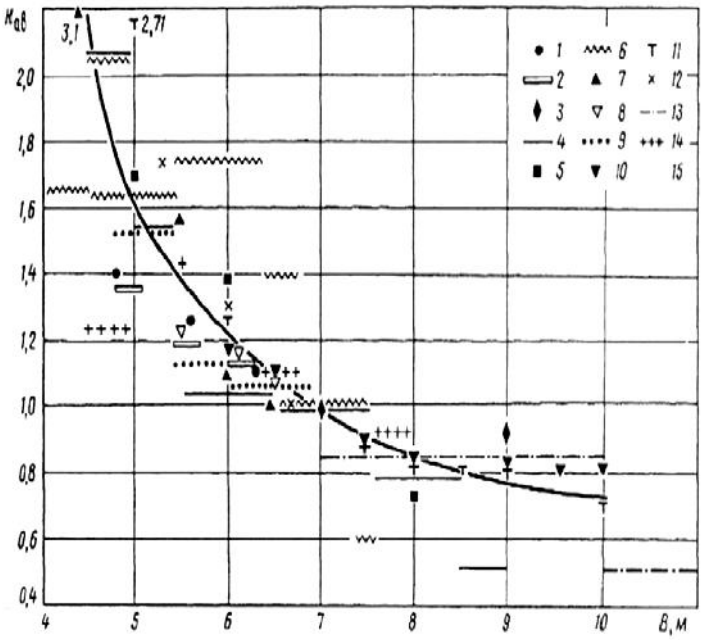
анализиране саобраћајнице, формира се линеарни графикон коефицијента саобраћајних незгода за целу дужину пута. Са оваквог графикона јасно се уочавају места где је могућа концентрација незгода. Граница до које коефицијент има прихватљиву вредност варира у односу на карактер терена кроз који пут пролази, као и од тога да ли се анализира будућа или постојећа саобраћајница.

Интензитет саобраћаја (возила/24 часа)	500	1000	2000	3000	5000	6000
K_1	0.40	0.50	0.60	0.75	1.0	1.15
Интензитет саобраћаја (возила/24 часа)	7000	9000	11000	13000	15000	20000
K_1	1.3	1.7	1.8	1.5	1.0	0.6
Ширина коловозне траке у (м)	4.5	5.5	6.0	7.5	9.0	10.5
K_2 са учвршћеном банкинама	2.2	1.5	1.35	1.0	0.8	0.7
K_2 са неучвршћеним банкинама	4.0	2.75	2.5	1.5	1.0	0.9
Ширина банкина (м)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
K_3	2.2	1.7	1.4	1.2	1.1	1.0
Подужни нагиб (‰)	20	30	50	70	80	
K_4	1.0	1.25	2.50	2.8	3.0	
Радијус хоризонталних кривина (м)	50	100	150	200 - 300	400 - 600	
K_5	10	5.4	4.0	2.25	1.6	
Радијус хоризонталних кривина (м)	600 - 1000		1000 - 2000		2000	
K_5	1.4		1.25		1.0	
Видљивост (м)	50	100	150	200	250	350	400	500
K_6 у попречном профилу	3.6	3.0	2.7	2.25	2.0	1.45	1.2	1.2
K_6 у уздужном профилу	5.0	4.0	3.4	2.5	2.4	2.0	1.4	1.0
Разлика у ширини коловозног дела мостова и пута	мање од 1m				једнако 1m			
K_7	6.0				3.0			
Разлика у ширини коловозног дела мостова и пута	више од 1m				више од 2m			
K_7	2.0				1.5			
Дужина правих деоница	3	5	10	15	20	25		
K_8	1.0	1.1	1.4	1.6	1.9	2.0		
Тип (врста) раскрснице:	више нивоа				кружне			
K_9	0.35				0.70			
Тип (врста) раскрснице: у истом нивоу -	% пресецаног тока од збира интензитета							
	до 10			10 - 20			20	
K_9	1.5			3.0			4.0	
Раскрснице у нивоу приликом укрштања са путевима другог реда (аутомобила/24 часа)	1600		1600 - 5000		3500 - 5000		5000	
K_{10}	1.5		2		3		4	
Видљивост на раскрсници у нивоу од пута који се прикључује (м)	од 60	60 - 40	40 - 30	30 - 20	до 20			
K_{11}	1.0	1.1	1.65	2.5	10.0			
Број саобраћајних трака на путу	необележене		обележене		без разделне траке			
	2	3	3	4				
K_{12}	1.0	1.5	0.9	0.80				
Број саобраћајних трака на путу	са разделном траком која их дели				раскрсница у разним нивоима			
	4				4			
K_{12}	0.65				0.35			
Утицај грађевине поред коловоза (у метрима)	постоје траке за локални саобраћај				постоје тротоари			
	15 - 20				5 - 10			
K_{13}	2.5				5.0			
Утицај грађевине поред коловоза (у метрима)	До 5 m, нема трака за локал. саобраћај				До 5 m, нема трака за локал. саобраћај и постојање тротоара			
K_{13}	7.5				10.0			
Дужина насеља (km)	0.5	1	2	3	5	6		
K_{14}	1	1.2	1.7	2.2	2.7	3.0		
Дужина деоница на улазима у насеља (km)	до	0.2	0.2 - 0.6	0.6 - 1.0				
K_{15}		2.0	1.5	1.2				
Особине коловозног застора :	клизаво (блатно, прљаво)	клизаво	чисто (суво)	назубљено (храпаво)	веома храпаво			
Коефицијент трења	0.2 - 0.3	0.4	0.6	0.7	0.75			
K_{16}	2.5	2.0	1.3	1.0	0.75			
Ширина разделне траке (m)	1	2	3	5	10	15		
K_{17}	2.5	2.0	1.5	1	0.5	0.4		

Слика 2.7 Коефицијенти саобраћајних незгода (Babkov, 1975).

Поступак се састоји у пондерисању појединачних коефицијената према величини одговарајућег показатеља за деоницу на којој су путни услови оптимални, а то је

хоризонтална права деоница са две саобраћајне траке и банкинама чија је ширина коловоза 7.5м, коловоз храпав, а интензитет саобраћаја 5.000 возила по дану. За њу је коефицијент раван јединици.



Легенда:

1. Babkov (Русија)
2. T. Koberna (Британија)
3. Статистика (Немачка)
4. Статистика (Француска)
5. Статистика (Шведска)
6. Статистика (Чешка)
7. Статистика (Мађарска)
8. M. Raffa (SAD)
9. Статистика (SAD)
10. A. Nečakov (Русија)
11. Статистика (Русија)
12. Статистика (Британија)
13. Статистика (Јапан)
14. Статистика (Аустрија)
15. Статистика средња линија

Слика 2.8 Зависност коефицијента небезбедности од ширине пута (Bunčić, 1997)

Метода линеарних графикона проверена је на путевима са интензивним саобраћајем и на локалним путевима са малим саобраћајним оптерећењем. За путеве у степској и планинској области утврђено је да места са високим коефицијентом на графикону одговарају местима са великим бројем незгода. Међутим, за дугачке и праве деонице забележено је одступање од графикона, што се објашњава монотоношћу вожње и заслепљеношћу возача фаровима аутомобила који долазе у сусрет приликом ноћне вожње.

Предност примене линеарних графикона коефицијената је што се она уз модификације може применити за утврђивање приоритета у отклањању опасних места. Критеријум за такво рангирање је тежина последица тј. трошкови друштва од саобраћајних незгода. Због чињенице да лошији путни елементи утичу да возачи смањују брзину вожње (чиме су последице незгода блаже), док са друге стране деонице које омогућавају кретање већим брзинама су праћене тежим последицама, највећи број незгода на једном месту пута не повлачи најтеже последице. Из тог разлога уведени су такозвани корекциони коефицијенти тежине.

Вредности корекционих фактора тежине се одређују на основу промене средње вредности губитака друштва од једне незгоде у зависности од конкретних услова пута, у односу на трошкове од једне незгоде на деоници ширине коловоза од 7 метара и стабилизованим банкинама. Вредности корекционих коефицијената тежине зависе од фактора чије се дејство на незгоде испитује, а збирни коефицијент тежине се добија као производ појединачних коефицијената:

$$M_г = M_1 * M_2 * M_3 * ... * M_п \qquad (2.2)$$

Збирни корекциони коефицијент тежине уводи се као коректор збирног коефицијента незгода када је K > 15.

Фактори		Коефицијенти тежине
Ширина коловоза (m)		
4.5		0.70
6.0	1.20	
6.0		1.10
7.5		1.00
9.0	1.40	
	1.20	
14.0	1.00	
14 и више са одвојеним смеровима		0.90
Ширина банкина (m)		
< 2.5		0.85
> 2.5		1.00
Уздужни нагиб (‰)		
> 30		1.40
< 30		1.00
Полупречник кривине (m)		
< 350		0.75
> 350		1.00
Видљивост по плану и уздужном профилу (m)		
< 250		0.70
> 250		1.00
Мостови и надвожњаци са висином банкина		
< 30		2.30
> 30		1.40
Раскрсница у нивоу	0.70	
Раскрсница у разним нивоима		0.95
Насеље	1.20	
Број саобраћајних трака		
1		0.90
2		1.10
3		1.30
4		0.90
Дрвеће, стубови надвожњака и томе слично и на површини између супротних смерова		1.50

Слика 2.9 Корекциони коефицијенти тежине (Babkov, 1975)

2.3.4. Метод који користи индекс опасности

Осим поменутог метода линеарних графикона, када је потребно поређење релативне опасности више црних тачака користи се "индекс тежине" односно "индекс опасности", који је погодан за кратке елементе пута као што су раскрснице и мостови. То је примена формуле коју је 1938 године предложио F. Reingold и гласи:

$$U = n_0p_0 + n_1p_1 + n_2p_2 + n_3p_3 \qquad (2.3)$$

где је: n_0 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_1 – број саобраћајних незгода са лакше повређенима,

n_2 – број саобраћајних незгода са теже повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

где су: $p_0 = 1,\ p_1 = 5,\ p_2 = 70,\ p_3 = 130$ сагласно одређени коефицијенти тежине последица.

Овај образац се користи када је уз помоћ топографског метода лоцирано више црних тачака са истим збирним бројем саобраћајних незгода, уважавајући неопходност спречавања незгода са најтежим последицама (Dragač and Vujanić, 2002).

Како метод Reingolda не узима у обзир интензитет саобраћаја и дужину пута, она се може модификовати за утврђивање индекса опасности на деоници:

$$U_0 = \frac{\sum_{i=0}^{3} p_i * n_i}{3 \quad *L*N_a} \qquad (2.4)$$

где је: p_i – коефицијент тежине последица одређене групе саобраћајних незгода;
n_i – број саобраћајних незгода одређене групе по тежини последица;
L – дужина дела пута;
N_a – просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС);

Даљим истраживањима материјалних губитака, незгоде су рашчлањене на следеће: са материјалном штетом на возилима, са лако повређеним лицима, са повредама које производе инвалидност лица, са смртним страдањем одраслог лица и са смртним страдањем деце. Из такве поделе проистекла је формула за одређивање индекса опасности елемената друмско-саобраћајне мреже:

$$S_{I(} = \frac{n_1p_1+n_2p_2+n_3p_3+n_4p_4+n_5p_5}{3 \quad a} \qquad (2.5)$$

где су: p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 – показатељи тежине саобраћајних незгода, односно:
$p_1 = 1,$ за незгоде са материјалном штетом,
$p_2 = 12$, за незгоде са лакше повређеним лицима,
$p_3 = 28$, за незгоде са повредама које производе инвалидност лица,
$p_4 = 81$, за незгоде са смртним страдањем одраслог лица,
$p_5 = 106$, за незгоде са смртним страдањем деце,
n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – показатељ броја незгода одређене групе по тежини (годишње);
N_a – просечни годишњи дневни саобраћај (возила по дану) (ПГДС);

2.3.5. Метод коришћења коефицијента угрожености саобраћаја

Метод коришћења коефицијента угрожености саобраћаја користи већ поменути коефицијент безбедности тј. динамичку стопу незгода (P_p), који се заједно са својом реципрочном вредношћу може користити за успешно мерење стања безбедности на путевима.

Како је број саобраћајних незгода у уској вези са обимом саобраћаја на путевима и густином незгода, за поређење и оцену стања безбедности саобраћаја на разним местима, деоницама или регионима, коефицијент угрожености има следећи облик:

$$К_u = 2740\ \frac{G}{Q} \qquad (2.6)$$

где је: G – густина саобраћајних незгода;
Q – обим саобраћаја;

2.3.6. Корелација броја незгода и обима саобраћаја

Као што је већ наведено, обим саобраћаја на деоници или путној мрежи се мора довести у везу са бројем незгода. Истраживања на путевима у Србији института "Кирило Савић" потврдила су повезаност између поменуте две величине, која се може изразити на следећи начин:

$$y = 1.618 - 0.59 * 10^{-3} + 0.65 * 10^{-7} * x^2 \qquad (2.7)$$

где је: y – годишњи број саобраћајних незгода по километру пута;
x – просечан дневни обим саобраћаја;

Ова функционална зависност указује да са порастом обима саобраћаја број незгода има тенденцију опадања до границе од око 4.500 возила на дан, а затим са даљим порастом обима саобраћаја тенденцију раста. Са већим интензитетом саобраћаја настаје већа интеракција возила, чешћа су претицања и друге радње што резултује већом могућношћу да дође до конфликта. Ова зависност је потврђена и међународним истраживањима.

Просечан број незгода за одређену величину саобраћајног тока може се израчунати применом наведене зависности, а затим би се критичан број незгода израчунао на основу процене интервала поузданости средње вредности, односно са којом статистичком поузданошћу се жели да се утврди критичан број незгода.

2.3.7. Однос могућих брзина

Различита истраживања у свету указују на чињеницу да се погрешно изабрана брзина не може искључиво посматрати као последица грешке возача у процени елемената пута и стања возила, него и као последица изненадних промена елемената пута које просечан возач благовремено не види. Значи, на опасним местима и деоницама од возача се захтева већа пажња, и брзина кретања се смањује у односу на претходну деоницу. Детаљна истраживања у Русији (Babkov, 1975), довела су до разрађивања методологије по којој се коефицијент безбедности изражава као однос могућих брзина на посматраној и претходној деоници:

$$к = \frac{V_i}{V_{i-1}} \qquad (2.8)$$

где је: V_i – брзина на посматраној деоници;
V_{i-1} – брзина на претходној деоници;

Практичним мерењима утврђене су следеће вредности коефицијента (k) у зависности од степена опасности деонице:

- врло опасна деоница: $k < 0,4$
- опасна деоница: $0,4 < k < 0,6$
- мање опасна деоница: $0,6 < k < 0,8$
- безопасна деоница : $0,8 < k < 1,0$

2.3.8. Идентификација опасних места на основу интервалне процене средње вредности броја незгода

Како је појава саобраћајне незгоде на путу случајан догађај, овај метод укључује и примену статистике. Тако се може одредити средњи број незгода за деоницу, пут или путну мрежу, а затим и уочити места на којима долази до њихове концентрације. Утврђивање критичног броја незгода, који је последица скупа околности, могао би се дефинисати као величина просечног броја незгода која прелази горњу границу интервала процене поузданости средње вредности броја незгода на једном путу:

$$N_k = \dot{N} + k * \frac{S}{\sqrt{n}} \qquad (2.9)$$

где је: $\dot{N}$ – средњи број незгода по јединици дужне деонице пута (густина незгоде);
k – мера статистичке поузданости, односно критеријум угрожености места на коме се дешавају незгоде (податак се узима из табеле за изабрану вредност поузданости (Табела 2.2);

Табела 2.2 Мера статистичке поузданости (к)

P (%)	99.5	99.0	98.0	96.0	95.5	95.0	90.0	80.0	68.3
K	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.65	1.28	1.00

s – стандардно одступање од стварне вредности;

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{n} (N - \dot{N})^2} \qquad (2.10)$$

n – број испитиваних деоница (елемената узрока);

Наведени образац се примењује на путевима где има више од 30 деоница за испитивање, а када је тај број мањи критичан број незгода се добија на следећи начин:

$$N_k = \dot{N} + t_\alpha * \frac{S}{\sqrt{n-1}} \qquad (2.11)$$

где је: t_α – критична вредност, односно горња граница интервала поузданости. Овај коефицијент се добија коришћењем Студентове расподеле за конкретан број елемената узорка n и жељеног ризика α;

Да би се овај метод применио, користи се део пута са константном величином саобраћајног тока и деоницама дужине 1км или мање (500м, 200м, 100м). Ако је посматрана путна мрежа са промењивим саобраћајним оптерећењем онда уместо средњег броја незгода по јединици дужине потребно је узети средњу вредност коефицијента угрожености саобраћаја $\overline{K_u}$.

2.3.9. Бодовање степена безбедности саобраћаја

Бодовање степена безбедности саобраћаја је метод коришћен у САД, Норвешкој и Шведској. На једној деоници пута, показатељ безбедности саобраћаја се добија као збир

бодова који одсликавају утицај саобраћаја и основних путних елемената. Максималан број бодова је 100, од којих адекватна коловозна конструкција се бодује до 35, саобраћајни услови до 30, а степен безбедности саобраћаја до 45 бодова. Ако се елементи пута и профила бодују од 1-10, деоница са најбољим путним елементима добила би максималних 70 бодова. Ти путни елементи су: ширина коловоза, банкина, величина радијуса кривина, број саобраћајних трака, број прикључака на путу, број аутобуских стајалишта, квалитет коловоза, прегледност и други. Слично наведеном бодовању степена безбедности у саобраћају, у истраживању (Tešić et al., 2018) користи се спектар индикатора безбедности на путевима који се користе како би се показала ситуација безбедности на путевима на одређеној територији.

2.3.10. Вероватноћа настанка незгоде

Као што је поменуто, појава саобраћајне незгоде је случајан догађај. Вероватноћа појављивања понаша се помоћу утврђених закона вероватноће. Овај начин идентификације места са концентрацијом незгода предложили су (Irac Patrik Hol and Danac Nils Jirgensen).

Оно што је потребно прво одредити је математичка зависност између густине саобраћајних незгода и обима саобраћаја за читаву мрежу саобраћајница, коју најбоље представља експоненцијална крива општег облика:

$$y = \alpha * x^{\beta} \qquad (2.12)$$

где је: y – густина саобраћајних незгода (незгода/км);
x – обим просечног дневног саобраћаја (возила по дану);
α, β – константе (-1 < β < 2);

Затим се посматрана мрежа подели на K деоница дужине L_i са просечним обимом дневног саобраћаја H_i. Очекивани број незгода за једну од деоница је:

$$e_i = L_i * Y_i \qquad (2.13)$$

Да би се одредила вероватноћа појаве једне саобраћајне незгоде на деоници i, користи се следећи образац:

$$P_i = \frac{e_i}{\sum_{i=1}^{k} e_i} \qquad (2.14)$$

Вероватноћа да се та незгода догоди на некој од осталих деоница је 1-P_i, што представља основну карактеристику биномне расподеле вероватноћа случајно промењивих. За практичну примену препоручује се стандардизована случајна променљива која је карактеристична за нормалну расподелу вероватноћа:

$$Z = \frac{a_i - e_i}{\sqrt{e_i * (1 - \frac{e_i}{n})}} \qquad (2.15)$$

где је: a_i – стваран број незгода на деоници i;

Применом ове методологије може се одредити интервал поузданости у коме би се стваран број незгода нашао са одређеном вероватноћом. Идентификација опасне деонице

обавља се упоређивањем стварног броја незгода на посматраној деоници са горњом границом добијеног интервала.

2.3.11. Емпиријски Бајесов метод (ЕБ)

Емпиријски Бајесов приступ процене безбедности на путевима је развијен од стране Ezre Hauer (Hauer, 1986). Новији приступи засновани на ЕБ методу омогућавају да се обезбеди непристрасна процена дугорочно очекиваног броја незгода за поједине елементе путне мреже, као што су одређене раскрснице, специфичне кривине или специфичне деонице пута. Ово представља значајан напредак у процени безбедности саобраћаја на путевима и омогућава елиминацију предрасуда које се могу приписати случајној флуктуацији у забележеном броја незгода (пристрасност која се приписује "регресији-према средини").

Бајесова нетода се заснива на теорији вероватноће, а те вероватноће се добијају из претходних статистичких анализа, и где након тога добијамо условне вероватноће.

Извештај (Elvik, 2008b), представља приступе врхунске технологије саобраћајним незгодама у менаџменту црне тачке и безбедоносну анализу путне мреже. Термин приступа врхунске технологије (state-of-the-art) односи се на најбоље приступе са теоријског становишта, који нису нужно идентични ниједном приступу који се тренутно користи. Извештај описује две активности које су основни елементи било ког система за управљање безбедношћу на путевима:

- Идентификација, анализа и третман саобраћајних незгода црних тачака (управљање црном тачком - black spot management),
- Безбедоносна анализа путне мреже.

У извештају се закључује да систематска употреба ЕБ метода за испитивање безбедности на путевима представља тренутну врхунску технологију у односу на управљање црним тачкама и управљање мрежном безбедношћу. За конструкцију метода предвиђања у оквиру ЕБ модела, морају се прикупити и подаци о обиму саобраћаја и карактеристикама путева референтних група.

Статистичка анализа је обухватала више корака у које спадају: (1) прилагођавање модела незгода у оквиру референтних група, у циљу емпиријске процене расподеле хипотетичких параметара у периоду пре; (2) интегрисање очекивања са реалним бројем незгода, како би се дошло до очекиваних вредности које се односе на период после; (3) предвиђање очекиваних незгода у периоду после, уз узимање у обзир ефекта времена; (4) поређење предвиђене средње вредности са процењеним бројем незгода, који се добија на основу ситуације на терену; и (5) комбиновање процена, како би се дошло до свеукупног ефекта програма на локацијама и како би се утврдило стање на коридору као целини.

Овај приступ омогућава да се обезбеди непристрасна процена дугорочно очекиваног броја незгода за поједине елементе путне мреже, као што су одређене раскрснице, специфичне кривине или специфичне деонице пута.

Извештај (Elvik, 2008b), описује постојеће приступе управљањима црним тачкама у Аустрији, Данској, Фландрији (Белгија), Немачкој, Мађарској, Норвешкој, Португалији и Швајцарској. Преглед показује да ниједна од тих земаља није у потпуности реализовала приступ врхунске технологије у управљању црном тачком данас. Португалија је једина земља у којој се ЕБ приступ делимично спроводи.

Основни циљ менаџмента мрежне безбедности је делимично исти као код управљања црном тачком, односно да идентификује оне локације које су у највећој потреби третмана безбедности на путевима. Постоје, међутим, две важне разлике између менаџента црне тачке и управљања мрежном безбедношћу:

- Код управљања мрежном безбедношћу, важан циљ је да се идентификују дуже деонице пута који имају сигурносне проблеме. Црна тачка, с друге стране, обично

је веома локална тачка на путном систему, као и раскрсница,

- Код управљања мрежном безбедношћу, води се рачуна о тежини незгода и покушава се, да се идентификују делови пута где су фаталне и тешке незгоде презаступљене. У менаџменту црне тачке, број незгода на сваком месту где се налази црна тачка обично је сувише низак да дозвољава значајна разматрања тежине незгода.

Системи за менаџмент мрежне безбедности у Немачкој, Норвешкој и САД су описани у извештају. Системи спроведени у Норвешкој и САД су засновани на ЕБ приступу. У САД, дизајниран је алгоритам да се идентификују дуже деонице пута са сигурносним проблемима. Ако се користе дуже деонице пута, број незгода који је потребан као основа за анализу је повећан (Elvik, 2008b).

У другом извештају (Elvik, 2006), представљена су и одређена ограничења у традиционалним приступима у анализи црних тачака или опасних места на путевима.

Поред поменутог извештаја, ЕБ методом, бавили су се и остали научници у својим радовима (Elvik, 1988; Hauer and Quaye, 1990; Elvik et al., 2017a), а имамо и истраживаче (Persaud and Lyon, 2007; Xiong et al, 2018), који су изнели и одговарајуће проблеме у примени ЕБ модела.

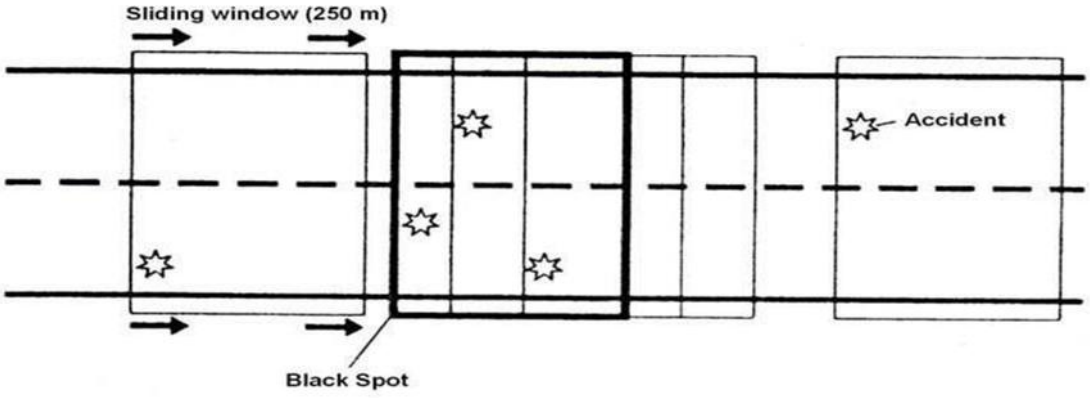
2.3.12. Метод (приступ) клизног прозора

У суштини метод клизног прозора сам по себи није класичан метод или методологија за идентификацију опасних места на путевима. Овај метод представља помоћно средство, приступ, оквир или бољи начин за идентификацију опасних места на путевима. У основи приступа клизног прозора мора постојати неки метод или критеријум за идетификацију опасних места.

Два битна елемента код приступа клизног прозора су:

- Дужина клизног прозора,
- Дужина преклапајућег дела са суседним клизним прозором.

У досадашњим истраживањима избор дужине клизног прозора је био разноврстан и ишао је од минималних 100м па све до 5км па чак и више, док је дужина преклапајућег дела клизног прозора ишла у распону од минималне вредности па до вредности која је једнака разлици укупне дужине клизног прозора и минималне вредности преклапајућег дела. На Слици 2.10 Приказан је пример иденификације црних тачака приступом клизног прозора дужине 250м.



Слика 2.10 Идентификација црних тачака приступом клизног прозора дужине 250м (Elvik, 2008b)

Користећи приступ клизног прозора вештачки се надувава број црних секција и чини се да свака секција изгледа црња него што стварно јесте. Ови налази су исти када се упореде фиксне и клизне секције различитих дужина.

2.3.13. Методи предвиђања саобраћајних незгода

На основу (Huang, 2007), уобичајена пракса у истраживању и превенцији незгоде покушава да успостави један међусобно повезан ланац неправилних (неприродних) догађаја који воде незгоди. Да би спречили незгоде, потребно је наћи што је више могуће података о вероватним незгодама у будућности. Може се рећи да су највероватније незгоде у будућности, једноставно врста најчешћих незгода у прошлости. Према томе, истраживањем незгода у прошлости, вероватно ћемо знати механизме незгода у будућности. Ова логика имплицитно каже да су најчешћи токови незгода и фактори који доприносе незгодама идентификовани у прошлости, баш они које ћемо такође наћи и у будућности.

Термин "метод предвиђања незгода" обично представља метод са више променљивих у који се похрањују подаци о незгодама, да би се проценили статистичке везе између броја незгода и фактора за које се верује да су повезани са настанком незгода. Термин "предвиђање" може довести до заблуде; одговарајући би био "објашњавање". Предвиђање се односи на покушаје да се изврши прогноза догађаја који се још нису догодили. Методи предвиђања незгода се увек похрањују историјским подацима па се стога могу једино описати и вероватно објаснити у односу на прошле догађаје.

Термини који се ређе користе, и у истом смислу као и термин „ метод предвиђања“, а при том укључују методи са више променљивих, су термин „објашњавајућег метода“ или термин „ метод структуре незгода на путу“, (Gaudry and Lassarre, 2000).

Основна форма скоро свих метода предвиђања незгода, а на основу (Mountain et al., 1996; Fridstrom, 1999; Gaudry and Lassarre, 2000; Ragnoy et al., 2002; Greibe, 2003, La Torre et al., 2019), је:

$$E(\lambda) = \alpha Q^{\beta} e^{\sum Y_i X_i} \qquad (2.16)$$

Процењени очекивани број незгода, E(λ) је функција количине саобраћаја, Q, и сета фактора ризика Xi (i=1,2,3...n). Ефекат густине саобраћаја на незгоде моделован је у погледу еластичности, а то је снага ß, за коју се подиже густина саобраћаја (Hauer, 1995). Ова еластичност показује проценат промене очекиваног броја незгода, који је повезан са променом густине саобраћаја од 1%. Ако је вредност ß=1.0 пропорцинална густини саобраћаја, како се и традиционално претпоставља када се користи стопа незгода у анализама безбедности на путу. Ако је вредност ß < 1, број незгода се повећава у мањем проценту него густина саобраћаја. Ако је вредност ß > 1, број незгода се повећава у већем проценту од густине саобраћаја. Више детаља и комплетна дискусија може се видети у раду (Ivan, 2004). Ако се користе путне секције различите дужине, може се поставити додатни услов једначине за предвиђање како би се представио ефекат варирајућих дужина путних сегмената.

Реално говорећи, прва одлука која се односи при развијању метода предвиђања незгода је спецификација метода (Elvik, 2008b). Спецификација метода се односи на општу формулацију метода у погледу следећих каратеристика:

- избор и дефиниција зависних променљивих,
- избор и дефиниција независних променљивих,
- спецификација функционалне форме везе између зависних и независних променљивих,

- спецификација преосталих услова модела,
- третирање времена у методу,

За сваку од ових ставки мора се направити избор између неколико различитих алтернатива. У односу на зависну променљиву, опције укључују:

- коришћење броја незгода као зависне променљиве,
- коришћење броја повређених или погинулих учесника у саобраћају као зависне променљиве,
- коришћење броја стопе незгода или стопе повреде као зависне променљиве.

Најчешће коришћена зависна променљива у методима предвиђања незгода је број незгода. Ако се користи број повређених учесника у саобраћају као зависна променљива, могу постојати проблеми у зависности између посматрања. Стога, ако је учесник у саобраћају фатално повређен у незгоди, постоји већа вероватноћа да су и остали учесници у саобраћају који су суделовали у истој незгоди такође фатално или тешко повређени. Употреба вишеструких метода је можда начин да се реши овај проблем. Друга могућност је развој одвојених метода за сваки ниво тежине повреде. Стопе незгода или повреда (на милион пређених километара) су ретко коришћене као зависна променљива у моделима предвиђања незгода. Познато је да однос између густине саобраћаја и броја незгода или повреда има тенденцију да буде нелинеаран. Одатле је и употреба стопе као зависне променљиве непримерена, с обзиром да подразумева линеарни однос.

2.3.14. Анализа конфликтних тачака

Анализа конфликтних тачака (Dragač and Vujanić, 2002), је још једна од метода која може одредити потенцијална места нагомилавања незгода, не чекајући њихов настанак. Под појмом "конфликтна тачка" подразумева се место са специфичним узајамним деловањем између учесника у саобраћају, најчешће укрштања путева односно раскрснице где се пресецају токови возила и пешака. Наравно, учешће незгода изазваних на оваквим местима у укупном броју одређене области знатно је веће у градским подручјма, где поменути износ достиже 40 %.

Ако се уђе у суштину проблема који настаје приликом кретања возила кроз мрежу путева, уочавају се маневри битни за безбедност тј. укључивање и искључивање, а затим и пресецање трајекторије кретања. Раскрсница је место где се токови деле по правцима и где се ови маневри јављају, али није и једино. Наиме, слична ситуација јавља се приликом промене саобраћајне траке и других престројавања.

Посматрајући четворокраку раскрсницу са свим дозвољеним маневрима и са по једном траком за сваки смер кретања, издвајају се 32 типичне конфликтне тачке, од којих 16 тачака пресецања, 8 искључивања и 8 укључивања (Слика 2.11). За утврђивање броја конфликтних тачака потребно је посебно посматрати пресецања трајекторија возила и пешака. При проласку кроз семафорисану раскрсницу разликујемо:

- пролаз возила право - најједноставнији, нема конфликта са пешацима;
- скретање возила десно - поремећај у динамици кретања, конфликт са пешацима;
- лево скретање возила - поремећај у динамици кретања, конфликт са возилима из супротног смера, конфликт са пешацима;
- повратно кретање возила - поремећај динамике кретања, ретко се користи, конфликт са возилима из супротног смера, нема конфликта са пешацима.

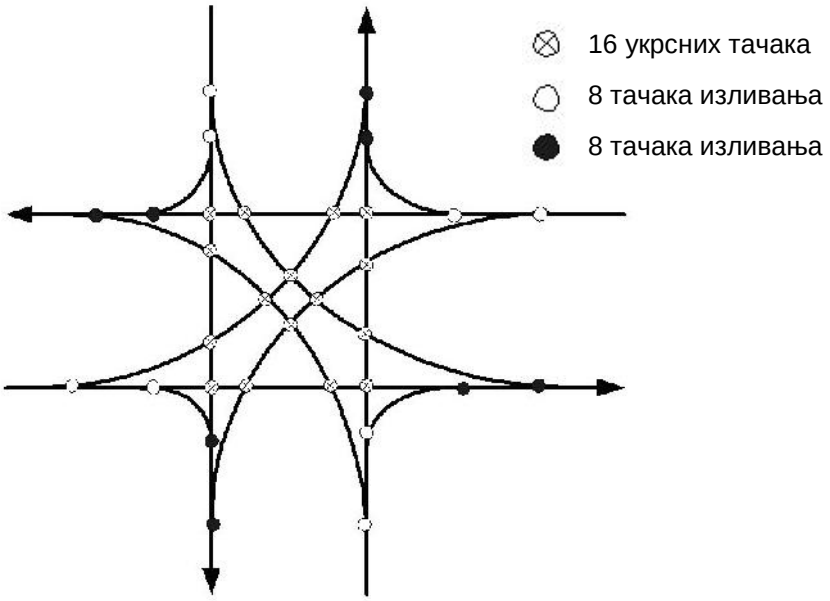
Да би се раскрснице међусобно разликовале по сложености може се увести, на пример, систем бодовања по поенима, по коме се маневри бодују на следећи начин:

- 1 поен - искључивање из саобраћајног тока,
- 3 поена - укључивање у саобраћајни ток,
- 5 поена - пресецање саобраћајног тока.

Другим речима, сумирање броја маневра рачуна се обрасцом:

$$m = n_i + 3n_u + 5n_p \qquad (2.17)$$

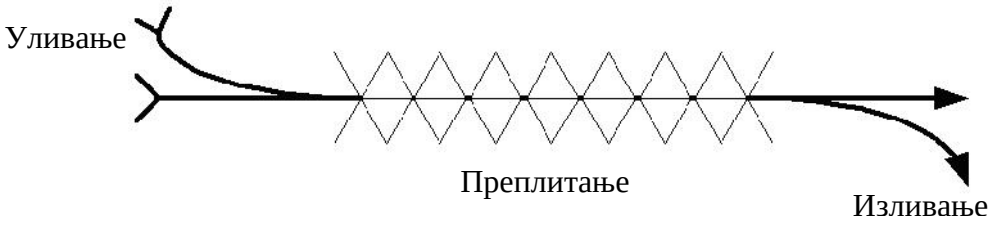
где је: n_i – број тачака искључивања из саобраћајног тока;
n_u – број тачака укључивања у саобраћајни ток;
n_p – број тачака пресецања саобраћајног тока;



Слика 2.11 Конфликтне тачке на раскрсници улица са две траке за двосмерни саобраћај (Jovanov, 1998)

По овом систему, саобраћајни чвор се сматра простим ако је m < 40, средње сложеним ако је вредност m између 40 и 80, сложеним за m између 80 и 150 и веома сложеним за вредности m > 150. Поменути поступак раскрсницу са 32 конфликтне тачке и m = 112 сврстава у сложене, што и одговара реалној ситуацији. Свака раскрсница има техничко-експлоатационе карактеристике које су од великог утицаја на њену сложеност (профил пута, тип и стање коловоза, услови видљивости итд.). Њих је неопходно уврстити у описани систем бодовања, ради адекватног сагледавања степена опасности, што значи да је потребна већа количина улазних података за процес анализе. Корак напред учињен је у превенцији саобраћајних незгода разрађивањем система оцене конфликтних тачака између токова возила и пешачких токова.

Међутим, неретко се јавља и маневар преплитања (Слика 2.12), карактеристичан за престројавања у низу кретања возила као што је код кружног тока саобраћаја. Може се рећи да је маневар преплитања комбинација укључивања и искључивања који се понављају. Оно што је карактеристично је дужина дела испреплетености, односно како је утврдити. Узимајући у обзир истраживања којима је утврђена брзина бочног измицања возила од 1-1.5 m/s и време престројавања из једне саобраћајне траке у другу од 3-3.5 s, могуће је израчунати дужину зоне испреплетености у зависности од карактеристичне брзине возила за одређени део пута.



Слика 2.12 Маневар преплитања (Jovanov, 1998)

Захваљујући анализи конфликтних тачака на раскрсницама могуће је направити одговарајући план права проласка токова користећи светлосну сигнализацију, уз поштовање заштитних времена за све учеснике.

2.3.15. Метод конфликтне технике

Метод конфликтне технике за оцену безбедности на раскрсници користи релативан однос броја конфликата и броја незгода. Он је посебно погодан када се вреднују мере предузете за превенцију незгода и то без потребе за дужим временом посматрања. Тако се већ у раној фази примене одговарајућих интервентних мера оне могу оценити применом метода конфликтне технике. Метод конфликтне технике се најчешће примењује за:

- утврђивање степена опасности и одређивање редоследа локација на којима треба деловати мерама за повећање нивоа безбедности саобраћаја,
- за анализу понашања учесника саобраћаја на карактеристичним и сложеним саобраћајницама и опасним местима,
- за утврђивање и вредновање реалних ефеката који се обезбеђују применом мера за побољшање нивоа безбедности саобраћаја,
- за утврђивање узрока и околности под којима настају незгоде и опасности на "црним тачкама" и да се тестирају мере за отклањање опасности на тим местима,
- за дефинисање, тестирање и вредновање регулативних мера и анализу стања после њихове примене,
- за мерење опасности у урбаним срединама где се саобраћајни услови брзо мењају,
- за показивање, пре и после примене регулативних мера, где и под којим околностима се дешавају поједине врсте саобраћајних незгода,
- за вредновање ефеката изградње пешачких и бициклистичких стаза,
- за оцену при програмирању и спровођењу акција и кампања које се примењују за повећање нивоа безбедности саобраћаја.

2.4. ИСКУСТВА СРБИЈЕ У ИДЕНТИФИКАЦИЈИ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

У Републици Србији (Lipovac et al., 2007; Lipovac and Jovanović, 2007; Lipovac et al., 2008; Lipovac and Jovanović, 2008; Lipovac et al., 2011, Andjelković et al., 2014; Nešić, 2016; Lipovac, 2016) посебну пажњу посвећују идентификацији опасних места у Републици Србији. Истраживањем су обухваћени путеви, саобраћајна оптерећења (ПГДС - просечан годишњи дневни саобраћај), саобраћајне незгоде и настрадала лица у овим саобраћајним незгодама.

2.4.1. Деловање Јавног предузећа „Путеви Србије“ на идентификацији опасних места на путевима у Републици Србији

Према Закону о јавним путевима[8], Јавно предузеће „Путеви Србије“ (ЈППС) је основано ради управљања државним путевима[9]. Задатке од главног националног значаја поставља ЈП "Путеви Србије" у области заштите, даље изградње и унапређења путне мреже у Републици Србији. Основне обавезе ЈП "Путеви Србије" дате су у Закону о путевима, и у најкраћем то су: одржавање, заштита, изградња и реконструкција државних путева првог и другог реда које се врши на основу програма радова које доноси ЈП "Путеви Србије", уз сагласност Владе Републике Србије. Приоритетна обавеза је одржавање путева. ЈП "Путеви Србије" је дужно да обезбеди трајно, непрекидно и квалитетно одржавање и заштиту државних путева првог и другог реда и да омогући безбедно и несметано одвијање саобраћаја на њима (JPPS, 2008a).

Имајући наведено у виду, ЈППС је у оквиру Сектора за квалитет, безбедност и заштиту животне средине и Програма пословања за 2007 годину, предвидело више системских активности међу којима је посебна пажња била посвећена идентификацији и управљању (санацији) опасним местима, такозваним "црним тачакама" на путевима. Управљање опасним местима је третирано као важан сегмент рада у области безбедности саобраћаја и налази се у усвојеној Политици безбедности саобраћаја на путевима у ЈППС, где се са јасно дефинисаним мерилима представља један од приоритета рада предузећа у домену унапређења безбедности саобраћаја.

Сагледавајући значај идентификације и управљања опасним местима, ЈППС је у Програму пословања за 2007 годину предвидело одређена финансијска средства у оквиру ставке: "Програми квалитета, безбедности и заштите животне средине - Студије и техничке мере у склопу програма побољшања безбедности саобраћаја", посебно имајући у виду управљање опасним местима, тзв. "црним тачкама". Конкретно, Програмом пословања је предвиђена реализација студије "Методологија идентификације и управљања опасним местима (црним тачкама) на путевима“ и низ елабората безбедности саобраћаја за конкретна опасна места (JPPS, 2008a).

Ово истраживање (JPPS, 2008a), представља интерни напор управљача пута на свеобухватном сагледавању локација опасних места на државним путевима у циљу предузимања даљих мера на њиховој санацији. Идентификован број опасних места, представља пресек стања у једном просторном и временском интервалу и није коначан, јер су опасна места променљива величина како просторно, тако и временски. У истраживању је образложен метод идентификације и формирања базе података о опасним местима на државним путевима I и II реда. Приказана су одабрана опасна места на путној мрежи, чији је избор заснован на анкетном истраживању Службе надзора ЈППС и представника предузећа за путеве, а верификован током обиласка терена и заједничког рада Одељења за безбедност саобраћаја ЈППС, саобраћајне полиције Министарства унутрашњих послова и инспектора за државне путеве Министарства за инфраструктуру.

Опасна места су разврстана у три категорије (ранг I, II и III) и за свако је дат предлог мера санације, који је у дијапазону од унапређења саобраћајне сигнализације и опреме пута, па до грађевинске интервенције на делу пута. За наведене мере сачињена је и процена трошкова.

Овај извештај (JPPS, 2008a), представља директан допринос ЈППС унапређењу безбедности саобраћаја на путевима и у непосредној је вези са активностима Министарства за инфраструктуру, МУП-а заснованим на "Извештају Светске банке о управљању капацитетима у области безбедности саобраћаја у Србији (2007)", и доношењу

[8] Службени гласник Републике Србије бр. 101-05

[9] http://www.putevi-srbije.rs, Одлука о оснивању ЈП за управљање националним путевима.

Стратегије управљања безбедношћу саобраћају у Србији са предлозима стратегије приоритетног инвестирања у оне деонице путне мреже на којима постоји највећа концентрација опасних места.

2.4.1.1.Метод идентификације опасних места ЈП „Путева Србије“

Приликом идентификације и управљања опасним местима на државним путевима, један од највећих проблема раније је представљала неадекватност постојеће базе података о саобраћајним незгодама, тј. њена комплексна претрага. Стога, за потребе оперативног рада у ЈП "Путеви Србије", дефинисан је метод идентификације и санације опасних места заснован на детаљним анкетним и теренским истраживањима (JPPS, 2008a). Метод се састоји од пет међусобно повезаних фаза, и то:

- Први корак у идентификацији опасних места на мрежи државних путева остварен је путем исцрпног анкетног истраживања реализованог преко Службе надзора (Сектора за одржавање путева). Истраживање је реализовано по територијалном принципу и у складу са постојећим распоредом предузећа за одржавање путева.
- Други, знатно комплекснији корак у процесу идентификације опасних места, састојао се у верификацији уочених опасних места од стране Одељења за безбедност саобраћаја, (Сектор за квалитет, безбедност и заштиту животне средине) и других директно надлежних институција, тј. Министарства унутрашњих послова - Управе саобраћајне полиције и Министарства за инфраструктуру - Инспекције за државне путеве. Наведено је реализовано током вишемесечних теренских истраживања наведених најзначајнијих субјеката, као и других заинтересованих локалних органа и институција.
- Трећи корак, реализован паралелно са другим, чинило је формирање јединствене и опште прихваћене базе података о опасним местима на мрежи државних путева. Овде је коришћена базна GIS технологија заснована на GPS координатама опасних места и пратећим табеларним и мултимедијалним садржајима (фотографије и видео записи). У оквиру овог корака, извршено је рангирање опасних места (ранг I - црвени троугли, ранг II - плави троугли и ранг III - зелени троугли).
- Наредни, четврти корак, је усмерен ка анализи основних типова понашања возача која су доводила до настанка саобраћајних незгода на наведеним местима и дефинисању конкретних предлога мера, чија примена на уоченим местима има за циљ спречавање настанка и смањење последица саобраћајних незгода. Током ове фазе реализована је процена трошкова санације за идентификована опасна места.
- Коначно, последњи, пети корак у процесу идентификације и управљања опасним местима, је усмерен ка праћењу реализације предложених мера и вредновању остварених ефеката након њихове примене.

Примењен метод истраживања је у сагласности са искуствима развијених земаља (EuroRAP, 2007; Elvik, 2008b), на управљању безбедношћу саобраћаја на путевима. На овај начин је остварен посебан допринос у домену превенције саобраћајних незгода, јер се не чекају њихове последице, већ се узроци благовремено идентификују и отклањају.

Верификација и обрада добијених резултата. У циљу верификације добијених излазних резултата анкете, подаци о опасним местима су за сваки од региона у коме су прикупљени (подручје које одржава предузеће за путеве - ПЗП) критички анализирани на терену и допуњени сазнањима надлежне полицијске управе (саобраћајно полицијске испоставе) МУП-а и територијално надлежног инспектора за државне путеве Министарства за инфраструктуру. Дакле, примарно прикупљени подаци су потврђени и делом проширени од стране наведених институција.

Теренска истраживања су била заснована на иницијалном радном састанку, у организацији Одељења за безбедност саобраћаја, надлежних надзорних органа, представника предузећа за одржавање путева, представника МУП-а и Министарства за инфраструктуру, након којих је реализован обилазак утврђених места на којима је вршено скицирање пута, GPS позиционирање, формирана фото и видео документација, анализирани основни узроци настанка саобраћајних незгода и специфициран предлог мера за унапређење стања безбедности саобраћаја.

Посебан допринос приликом верификације идентификовања опасних места је остварен захваљујући високом степену сарадње између надлежних институција, тј. припадника ЈП "Путеви Србије", Министарства унутрашњих послова, Министарства за инфраструктуру и предузећа за одржавање путева.

Софтверска подршка. У циљу успостављања базе података о опасним местима на мрежи државних путева извршен је следећи избор програмских алата:

- За позиционирање опасних места на мрежи путева,

За тачно позиционирање опасних места на мрежи путева, поред стационаже пута, искоришћен је Глобални позициони систем (GPS), који чине: орбитални сегмент (24 сателита на висини од око 20.000 км), контролни сегмент (серија контролних станица широм света са главним контролним центром у Colorado Springsu, California, USA) и кориснички сегмент (GPS пријемник). Постављене захтеве глобалног позиционирања испунио је комерцијални уређај произвођача "Garmin" серије GPSMAP 60CSx, тј. исти уређај који ће у будућности користити припадници саобраћајне полиције приликом вршења увиђаја.

За повезивање наведеног уређаја са рачунаром искоришћена је актуелна верзија програма Garmin MapSource (6.12.4), која омогућава пренос и приказ снимљених података са GPS уређаја уз успостављање рудиментарног географског информационог система (GIS-a). У наведени програм је учитана последња верзија карте Републике Србије (SCG Route 1.3) на којој су приказана опасна места. Наиме, приликом меморисања опасних места и њиховог преноса у рачунар, извршена је подела у 16 категорија и графички приказ већег броја симбола (нпр. саобраћајне незгоде (СН-е) са погинулим лицима, СН-е са повређеним лицима, СН-е са материјалном штетом, опасно место, опасан потез, аутопут, магистрални пут, регионални пут, пут ван насеља, пут у насељу, правац, кривина, раскрсница, пружни прелаз, путни објекат, ранг I/ II/ III). Наведена класификација је у функцији захтева управљача пута и намењена је графичком приказу унетих података по дефинисаним класама. Потпуна класификација је могућа у бази података о опасним местима. Иако са пуно ограничења (програм и није замишљен као замена за прави GIS), програм се успешно може користити за графички приказ и управљање опасним местима.

- За формирање базе података

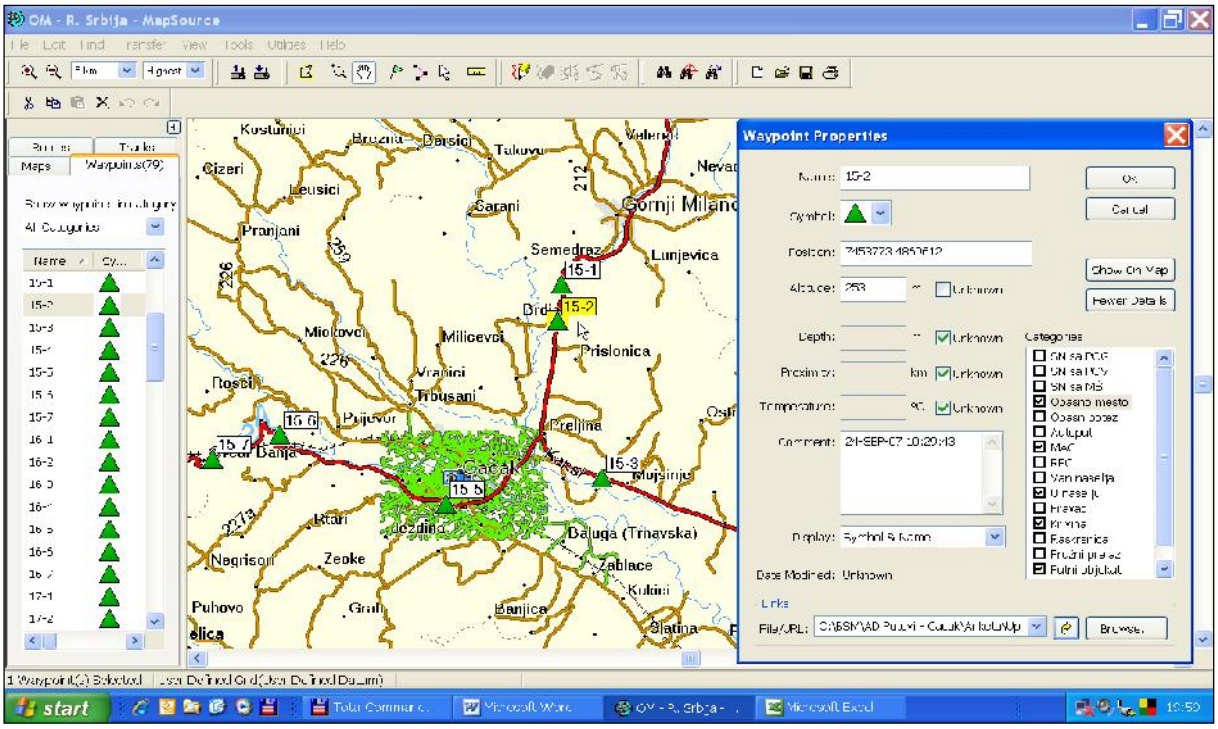
Имајући у виду мали број података који ће база садржати одабран је програм Microsoft Excel 2003 са посебно развијеним макроима намењеним једноставнијој интеграцији у програм MapSource и везивање са базом фотографија и видео записа. Уколико дође до повећања захтева, предвиђена је тренутна миграција у било коју од постојећих база података.

Овде су присутна и ограничења метода идентификације и санације опасних места. Наведени метод идентификације и санације опасних места нема аспирацију за успостављањем научног метода и приступа идентификацији и управљању опасним местима, већ представља оперативан алат за управљача путева и као такав има одређених недостатака која се огледају у следећем:

- недостатак прецизних података о броју и тежини последица саобраћајних незгода за сва опредељена опасна места,
- снимањем нису обухваћени путеви са малим ПГДС-ом,

- коришћени алати (GPS уређај, фото и видео техника), као и програми (MapSource, Microsoft Excel et al.,) нису у класи професионалних уређаја и програма.

Приказ базе података о опасним местима доступан је на два начина. Први је заснован на базном GIS приступу, путем програма MapSourc, где се врши одабир нивоа детаљности приказа путне мреже, према једном од 16 дефинисаних критеријума и коначни избор жељеног места (Слика 2.13). Након тога отвара се поље са детаљима одабраног места приказаним у програму MS Excel (Слика 2.14).



Слика 2.13 Приказ екрана програма MapSourc са једним од подпрозора за одабрано место

У новоотвореном прозору налазе се детаљни подаци о опасном месту са напоменама и предлогом мера. Из овог поља може се погледати постојећа фото и видео документација за посматрано место.

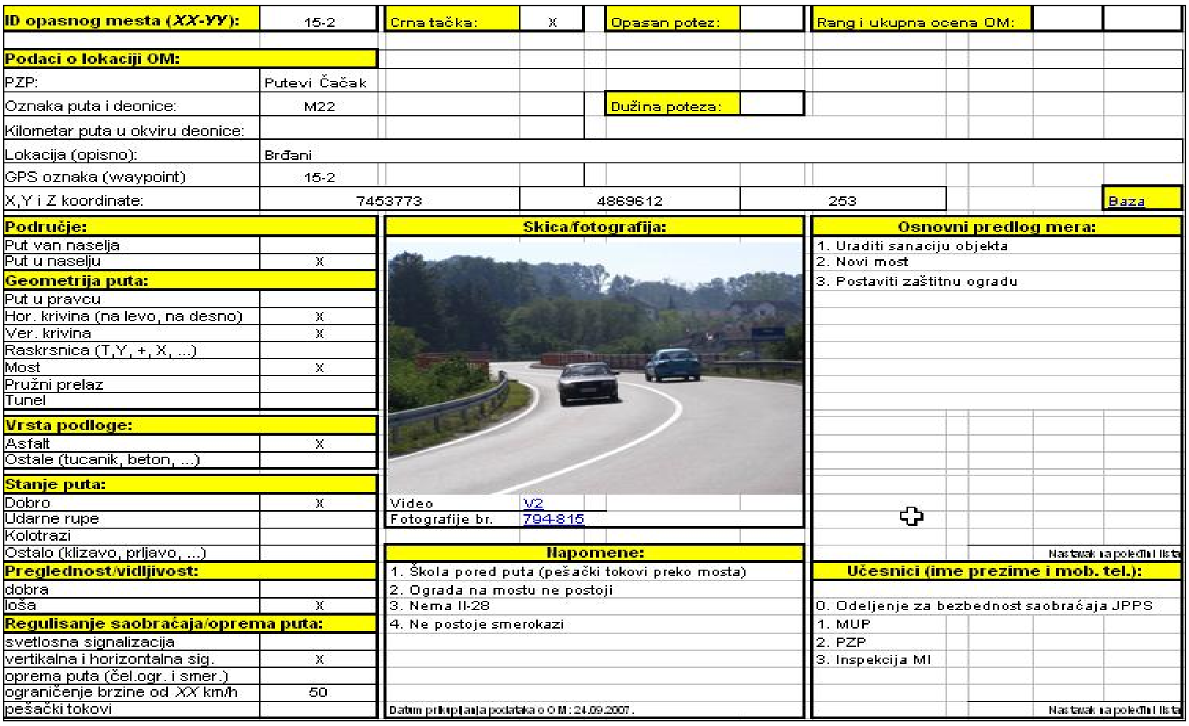
Одабиром поља "база" могућа је директна комуникација са интегралном базом података о наведеном опасном месту, као и употреба детаљних претрага (филтера) по свим расположивим критеријумима (Слика 2.15).

Приказана база података о опасним местима пружа могућности графичке презентације прикупљених резултата (GIS форма), а са пратећим спрегнутим програмима и анализе неопходне за квалитетно доношење одлука.

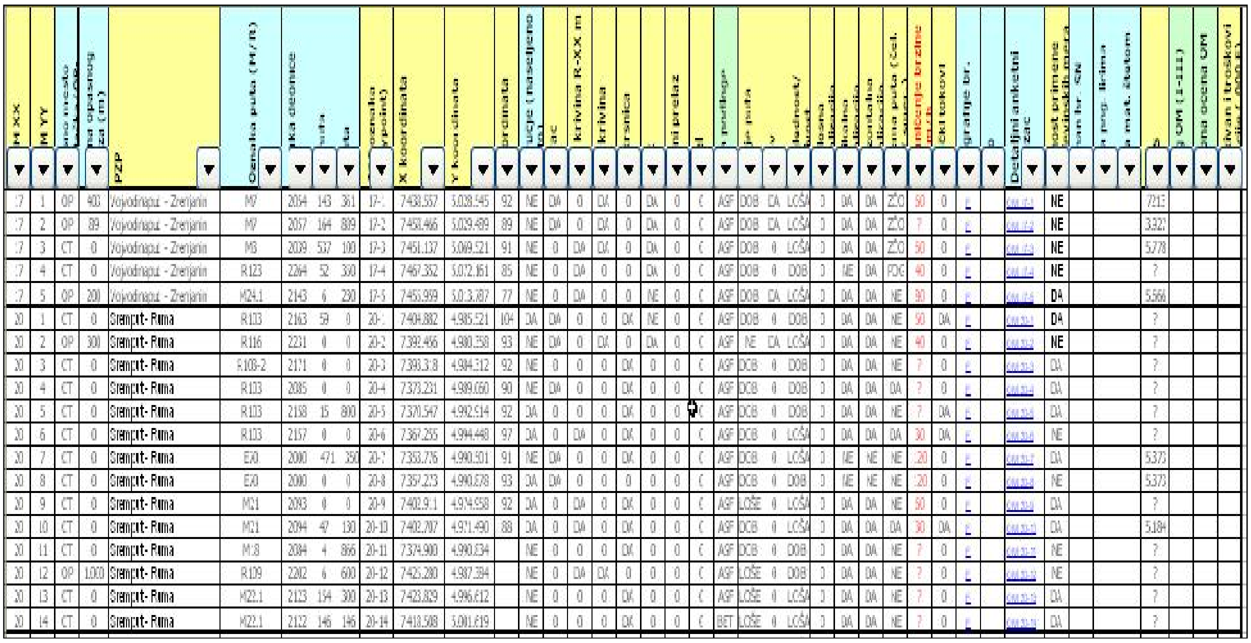
Приликом формирања базе, посебна пажња је посвећена рангирању опасних места (ранг I, II и III), као и процени износа средстава за њихову санацију. На тај начин, постављају се основе за квалитетно планирање санације опасних места у наредном периоду.

Такође, посебна пажња је посвећена типизацији опасних места и предлогу типских решења за санацију опасних локација на којима се најчешће догађају саобраћајне незгоде.

Приликом израде базе података, предвиђена је могућност праћења реализације и остварених ефеката након примене мера.



Слика 2.14 Приказ екрана програма MS Excel са детаљима везаним за претходно одабрано место и везом ка фото и видео документацији



Слика 2.15 Приказ екрана програма MS Excel са детаљним подацима везаним за претходно одабрано место и везом ка фото и видео документацији

Приликом формирања базе, посебна пажња је посвећена рангирању опасних места (ранг I, II и III), као и процени износа средстава за њихову санацију. На тај начин, постављају се основе за квалитетно планирање санације опасних места у наредном периоду (JPPS, 2008a).

Такође, посебна пажња је посвећена типизацији опасних места и предлогу типских решења за санацију опасних локација на којима се најчешће догађају саобраћајне незгоде.

Приликом израде базе података, предвиђена је могућност праћења реализације и остварених ефеката након примене мера.

2.4.2. Методолошки поступак утврђивања црних тачака и црних деоница на Коридору X

На основу студије коју су спровели (Lipovac et al., 2007) под називом „Студија безбедности саобраћаја са детаљном анализом угрожених микролокација и предлогом мера на коридору X“, представљена је детаљна методологија и дефинисани критеријуми за утврђивање црних тачака и црних деоница на коридору X.

На основу (JPPS, 2010), а у оквиру претходно поменуте студије издвојена су два метода за идентификацију и рангирање опасних локација:

- По стопи незгода (стављањем у однос броја СН-а и броја пређених воз*км),
- По учесталости догађања СН-а, односно густини незгода (број незгода по км пута и слично)

У оквиру идентификације опасних места коришћени су следећи показатељи:

Колективни ризик (густина саобраћајних незгода) представља број незгода по километру пута. Овај показатељ не узима у обзир различит обим саобраћаја на деоницама пута. Ако се прати само колективни ризик, онда ће се локације са високим обимом саобраћаја рангирати као локације са високим ризиком (густина незгода је висока због велике изложености, тј. због великог обима саобраћаја), чак и када ове локације имају релативно мали број незгода у односу на обим саобраћаја (имају мали индивидуални ризик). Најчешће се препоручује да се на основу колективног ризика одреде деонице високог ризика, а онда да се другим методима употпуни анализа ризичних деоница (дубинска анализа, студија случаја, конфликтна техника и сл.). Треба нагласити да колективни ризик расте са порастом интензитета саобраћаја на путу, па путеви већег значаја (са већим интензитетом саобраћаја) имају веће колективне ризике.

Стопе незгода (индивидуални ризик настанка незгоде - ИР) представља број незгода у односу на број возило километара, на датој локацији. Са порастом обима саобраћаја, опада индивидуални ризик, па је он најмањи на путевима са највећим обимом саобраћаја. Дакле, са порастом обима саобраћаја расте колективни, а опада индивидуални ризик настанка незгоде. Применом неколико итерација у процесу усаглашавања, на основу података за Коридор X, дефинисани су основни појмови и обрасци, који ће бити коришћени за идентификацију опасних места, и то:

- пондерисани број саобраћајних незгода

$$\text{ПБСН} = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150) \qquad (2.18)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

- пондерисани број саобраћајних незгода коригован њиховом тежином

$$\text{ПБСН}^* = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150) * (1 + \text{ПОГ}/(\text{ЛТП} + \text{ТТП} + \text{ПОГ})) \qquad (2.19)$$

где су: ПОГ – број погинулих у саобраћајним незгодама,
ТТП – број тешко повређених у саобраћајним незгодама,
ЛТП – број лакше повређених у саобраћајним незгодама,

Међутим, постоје врсте незгода, односно деонице путева у којима, по правилу, међу настрадалим лицима има више погинулих, односно тешко повређених. Да би се узео у обзир повећан број настрадалих у истом броју незгода, пондерисан број саобраћајних незгода је коригован тако да се добијају нешто веће вредности, ако је на посматраној деоници забележен већи број погинулих међу настрадалим лицима.

- колективни ризик незгода

$$КР = \frac{\sum_{i=1}^{Г} ПБСН_i}{Г*L} \quad \left\{ \frac{\text{незгода}}{\text{км*годишње}} \right\} \qquad (2.20)$$

где су: $Г$ – број година (период за који се врши анализа),
L – дужина посматране деонице (км),
$ПБСН$ – пондерисани број саобраћајних незгода,

- кориговани колективни ризик незгода (коригован тежином незгода)

$$КР^* = \frac{\sum_{i=1}^{Г} ПБСН_i^*}{Г*L} \quad \left\{ \frac{\text{незгода}^*}{\text{км*годишње}} \right\} \qquad (2.21)$$

где је: $ПБСН_i^*$ –пондерисани број саоб. незгода коригован њиховом тежином.

- индивидуални ризик незгода

$$ИР = \frac{\sum_{i=1}^{Г} ПБСН_i}{L*3 \quad *\sum_{i=1}^{Г} ПГДС_i} * 10^6 \quad \left\{ \frac{\text{незгода}}{\text{мил*воз*км}} \right\} \qquad (2.22)$$

где ИР одговара средњем броју незгода само са материјалном штетом у односу на милион возило километара у посматраном периоду.

- коригован индивидуални ризик незгода (коригован тежином незгода)

$$ИР^* = \frac{\sum_{i=1}^{Г} ПБСН_i^*}{L*3 \quad *\sum_{i=1}^{Г} ПГДС_i} * 10^6 \quad \left\{ \frac{\text{незгода}}{\text{мил*воз*км}} \right\} \qquad (2.23)$$

- пондерисани број настрадалих лица у саобраћајним незгодама

$$ПБСН = 1 * ЛТП + 5 * ТТП + 50 * ПОГ \qquad (2.24)$$

Дакле, уместо простог збира броја настрадалих, број настрадалих се пондерише тежином последица. Пондери су одређени на основу укупних друштвених последица које носи појединa врста страдања, а све у циљу да се сви настрадали сведу на број лако повређених лица. Тако је одређено да једно тешко повређено лице, по укупним последицама, кошта друштво као 5 лако повређених, а једно погинуло лице као 50 лако повређених.

- колективни ризик страдања у саобраћајним незгодама

$$КРС = \frac{\sum_{i=1}^{Г} ПБН_i}{Г*L} \quad \left\{ \frac{\text{настрадалих}}{\text{км*годишње}} \right\} \qquad (2.25)$$

- индивидуални ризик страдања у саобраћајним незгодама

$$\text{ИРС} = \frac{\sum_{i=1}^{r} \text{ПБН}_i}{\text{L} * 365 * \sum_{i=1}^{r} \text{ПГДС}_i} * 10^6 \quad \left\{ \frac{\text{настрадалих}}{\text{мил} * \text{воз} * \text{км}} \right\} \qquad (2.26)$$

Наведена методологија омогућава боље схватање проблема безбедности саобраћаја на путевима, а посебно идентификацију делова мреже и појединих ”тачака” на којима су се појавиле опасности веће него на остатку мреже. Овако се стварају услови за детаљнију, микроанализу стања безбедности саобраћаја на појединим, опасним деоницама, за управљање и санацију ”црних тачака”, за дубинску анализу саобраћајних незгода, независну истрагу на лицу места итд. На основу ових микроанализа врши се конкретизовање проблема, из чега могу произаћи и захтеви за рехабилитацију, реконструкцију или боље одржавање. После пројектовања, реализације појединих контрамера, неопходно је праћење и евалуација (Lipovac et al., 2007).

Рангирање опасних места се може вршити тако што се одреде класе – рангови ризика, а затим се за сваку деоницу или тачку одређују вредности ризика и припадност појединим класама. Дефинисано је пет класа које су означене бојама, звездицама или другачијом оценом. Вршено је упоређивање ранга ризика између појединих деоница истог пута, са циљем хомогенизације ризика дуж коридора X. У том смислу су за све деонице израчунати ризици, одређене екстремне вредности и расподеле ризика, а затим усвојени рангови ризика, тако да се могу издвојити деонице са највећим ризиком. С друге стране, због ограничене прецизности података у Србији о месту незгоде као и чињенице да се незгоде на аутопуту ретко концентришу на једној „тачки“ (до 100м), извршене су две врсте анализе: анализа ризика на саобраћајним деоницама пута и анализа ризика на једнокилометарским деоницама (JPPS, 2010).

Рангирање опасних места (Табела 2.3), по саобраћајним деоницама и километрима, извршено је на основу дефинисања класа ризика за кориговани колективни ризик незгода (КР*).

Табела 2.3 Рангови и класе ризика за деонице и километарске деонице у односу на кориговани колективни ризик незгода

Редни број (оцена БС)	Ниво ризика (опис)	КР* деоницу		КР* за километар	
		класа (интервал)	ранг (боја)	класа (интервал)	ранг (боја)
1	врло низак	до 10		до 20	
2	низак	[10 – 20)		[20 – 40)	
3	средњи	[20 – 30)		[40 – 60)	
4	висок	[30 – 40)		[60 – 80)	
5	врло висок	преко 40		преко 80	

2.4.3. Метод примењен на град Београд

(Lipovac et al., 2008; Lipovac and Jovanović, 2008; Lipovac et al., 2011; Nešić et al., 2016; Lipovac et al., 2016) су најзаслужнији за највећи део истраживања из области идентификације опасних места у Републици Србији. Истраживањем су обухваћени

путеви, саобраћајна оптерећења (ПГДС - просечан годишњи дневни саобраћај), саобраћајне незгоде и настрадала лица у овим саобраћајним незгодама.

У оквиру ових истраживања анализа стања безбедности саобраћаја на свим путним правцима извршена је у три фазе:

- Општа анализа стања и тенденција безбедности саобраћаја омогућила је схватање обима проблема, међународно поређење, сагледавање структуре незгода, временске расподеле незгода, тренда и других општих карактеристика стања.
- Анализа стања по саобраћајним деоницама и мапирање ризика по овим деоницама омогућили су да се боље схвати просторна расподела саобраћајних незгода и специфичност појединих саобраћајних деоница у погледу ризика настанка незгода или ризика повређивања, најчешћих врста незгода, категорије учесника, најчешће грешке итд. Ово омогућује дефинисање најопаснијих деоница.
- Анализа стања по километрима пута и одређивање најопаснијих километара. На основу детаљне анализе ажурности, стања и квалитета података о незгодама уочена је и прецизност одређивања локације незгоде и закључено да је прецизност мања од километар. На основу идентификације најопаснијих километара вршене су детаљне анализе незгода на опасним километрима.

Метод града Београда (Lipovac et al., 2011) заснива се на класичном упутству за идентификацију, класификацију, санацију и управљање опасним местима на улицама и путевима у надлежности града Београда. Поред формирања квалитетне базе података о саобраћајним незгодама, у оквиру метода врши се подела путне мреже на упоредиве деонице и чворове. Примењени метод спада у групу метода, заснованих на трошковима настанка саобраћајних незгода и карактерише га прагматичност, уз потребу квалитетне калибрације параметара. С обзиром да, у фази идентификације ”црних тачака” узима у обзир трошкове саобраћајних незгода, овај метод иде у сусрет каснијим “cost/benefit“[10] анализама и оптимизацији мера у циљу издвајања најефикаснијих и најефектнијих мера.

Анализа просторне дистрибуције саобраћајних незгода (која се ослања на савремене GIS алате) омогућава уочавање локација нагомилавања незгода. Имајући у виду да су уочене саобраћајне незгоде имале различите последице, свакој саобраћајној незгоди додељен је тежински индекс у зависности од врсте последица. Искоришћени су индекси засновани на трошковима незгода које предлаже Међународно удружење путара (PIARC, 2004), и то:

- СН-е са лаким телесним повредама мултиплициране су тежинским индексом 1,
- СН-е са тешким телесним повредама мултиплициране су тежинским индексом 10,
- СН-е са погинулим лицима мултиплициране су тежинским индексом 85.

На овај начин, за сваку од уочених локација (опасних места) је добијен такозвани пондерисан број СН-а (ПБСН). Сваком опасном месту се придружује вредност параметра (ПБСН), према чијој вредности се врши рангирање свих опасних места.

Наредни корак, након идентификације опасних места, представља процес класификације опасних места, тј. рангирање према ПБСН-а. На основу најбоље праксе, као и опредељеним ширинама класа, дефинисана су три ранга опасних места (Lipovac et al., 2011).

[10] Cost/benefit анализа представља однос улагања и очекиваних резултата.

2.5. НАЈЗНАЧАЈНИЈИ ПРИМЕЊЕНИ МЕТОДИ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈУ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

У досадашњем излагању поменут је велики број покушаја проналажења и дефинисања најефикаснијих метода за идентификацију опасних места на путевима, које омогућавају мерење безбедности појединих деоница путева и утврђивање најугроженијих и најопаснијих места (Elvik, 2008b; Elvik, 2008c). У овом поглављу детаљно је представљен велики број методи, метода или методологија за идентификацију опасних места на путевима.

Основни проблем на који наилазимо у идентификацији опасних места се састоји у томе да се пронађу и дефинишу одговарајући критеријуми који би омогућили мерење безбедности појединих деоница путне мреже и утврђивање најугроженијих места. У наредном делу су презентоване неке од методи за идентификацију опасних места.

2.5.1. ХОЛАНДСКИ "MATAC" МЕТОД

Холандски "MATAC" метод (Manual Analysis of Traffic Accident Concentrations - Ручна анализа концетрације саобраћајних незгода) презентован је и примењен у Републици Србији (RS, 2011), и у овом пољу је веома важан алат. "MATAC" метод је техника за анализирање концетрације незгода на путевима на појединачним локацијама и/или кратким деоницама. Циљ анализа је да се на основу сличности у карактеристикама незгода на релевантним локацијама извуку индикације потребне за пројекте унапређења путева. Пројектанти би требало да знају да употреба "MATAC" анализе захтева одређени степен знања и вештина. Она захтева општа знања о карактеристикама незгода, познавање науке о саобраћају и о понашању у саобраћају.

"MATAC" метод се може користити само ако се одређени, минимални број незгода (са повредама), појавио на одређеној локацији. Ово је, према томе, реактиван приступ безбедности саобраћаја: процена ситуација које су претходно резултовале незгодама. Локација може бити или раскрсница или деоница - веза путева. Веза путева је у принципу деоница између раскрсница која је дуга неколико стотина метара или километара. Као пример, деоница од 100 до 200 метара хомогеног пута се може сматрати једном јединицом.

Употреба "MATAC" - приручника у вези идентификовања црних тачака, бави се на почетку бројем незгода: најгоре црне тачке су оне локације са најмање 12 незгода током периода од пет година. Касније се ово правило променило да подразумева 6 или више незгода са повредама током периода од три године. Ако се незгоде појављују не само на једној локацији (раскрсници) већ дуж појединачних деоница пута, онда се ове деонице зову опасне везе (деонице) путева. Да би се "MATAC" метод успешно применио, потребно је да се на локацији, у претходних 3 до 5 година догодило:

- најмање 10 незгода укупно или,
- најмање 5 незгода сличног типа.

Да би се идентификовала локација погодна за примену "MATAC" метода потребна је опсервација концетрације незгода. Ако се, на пример, на деоници пута дугој 3 км појави 40 незгода, пожељније је применити неки алтернативни метод, а не "MATAC". Ако се 40 незгода деси на деоници од само неколико стотина метара, онда се ово може сматрати концетрацијом незгода и "MATAC" метод се може применити.

Незгода на путу је феномен који је генерално окарактерисан ланцем повезаних и неповезаних догађаја. Увек се може идентификовати више од једног узрока. Незгоди увек претходи ланац догађаја. Ланац почиње када се донесе одлука о путовању. Страна која

учествује у догађају бира време поласка, начин транспорта и појединачну руту, а затим практикује одређени начин понашања у зависности од расположења, расположивог времена и осталог.

У ланцу догађаја који на крају резултују незгодом, обично се може идентификовати неколико момената у којима другачије одлуке (друго време поласка, друга рута, мања брзина, вожња под дејством алкохола) не би довело до незгоде. Другим речима, постоје "шансе за неуспехом" у различитим моментима у ланцу. "MATAC" анализа се већим делом фокусира на шансе за неуспехом у ситуацијама које директно претходе незгоди.

Суштина "MATAC" метода је да пронађе почетне тачке за унапређење пројекта или начина употребе инфраструктуре на основу сличности између незгода.

Веома је битно да се "секвенцијални приступ" анализе: све незгоде - доминантни тип незгоде или карактеристика незгоде - анализа закључака - хипотезе - проналажење узрока - контрамере, одржи од почетка, па до краја студије. Према томе, строго се саветује употреба радних свесака и дијаграма. Ако се овај део анализе изведе прецизно и ако да конкретне резултате, онда је формулисање хипотезе у погледу могућих узрока незгода релативно једноставан посао.

Истраживања у Холандији су показала, на пример, да је број незгода у тачкама концетрације незгода опао у просеку за 32%, након увођења мера које су пратиле "MATAC" метод. Смањење броја незгода са повређенима је износило скоро 45%.

Ово демонстрира да је третирање места концетрације незгода на путевима одлично средство за промовисање безбедности на путевима.

2.5.2. АУСТРИЈСКИ МЕТОД

Опасним местом на путевима у Аустрији (Elvik, 2008a; Elvik, 2008b), сматра се свако место које испуњава један од следећих критеријума:

- Три или више сличних саобраћајних незгода са повређенима у року од 3 године и коефицијент ризика *Rk* од најмање 0,8. Вредност коефицијента ризика рачуна се на следећи начин:

$$Rk = \frac{U}{0.5+7*1^{-5}*A} \qquad (2.27)$$

где је: U - број саобраћајних незгода са настрадалим у периоду од 3 године,
AADT – просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС).

- Пет или више саобраћајних незгода (укључујући и оне само са материјалном штетом) сличног типа током 1 године. Од 1995 године саобраћајне незгоде са материјалном штетом нису бележене у Аустрији. Од тада препознавање ризичних локација на путевима примарно се ослања на прву дефиницију.

У идентификацији опасних места на путевима користи се приступ клизног прозора дужине 250м. Прозор се помера дуж пута, уз обележавање сваког места на коме је испуњен један од два наведена критеријума.

Аустријска директива за планирање, градњу и одржавање путева класификује незгоде према томе како се дешавају и који корисници пута су умешани у незгоду. Незгоде морају бити сличног типа пре него што један од два критеријума који дефинишу црну тачку могу бити искоршћени. Прави се разлика између следећих типова незгода:

- Незгода једног возила,
- Судар од позади,
- Чеони судар,

- Судар десног угла,
- Судар који укључује паркирано возило,
- Незгода која укључује пешака,
- Бициклистичка незгода,
- Незгода која укључује моторизоване двоточкаше,
- Незгода у сумрак или тами,
- Незгода на влажној путној површини или путу покривеним ледом или снегом.

Види се да ове категорије нису узајамно искључиве, то јест, иста незгода може се сврстати у више од једне категорије (нпр. незгода која укључује пешака на влажном путу).

2.5.3. ДАНСКИ МЕТОД

Идентификација опасних места на путевима у Данској (Elvik, 2008a; Elvik, 2008b), ослања се на доста детаљну класификацију система путева на различите типове деоница и раскрсница. У идентификовању опасних места користи се тест базиран на Поасоновој расподели. Минималан број саобраћајних незгода да би се неко место сматрало опасним је 4 незгоде у периоду од 5 година. Ниво значајности који се користи у статистичким тестовима је 5%. Оцене нормалног броја саобраћајних незгода на различитим елементима путева добијају се применом метода за предвиђање.

На пример, претпоставимо да је нормалан број незгода на неком месту оцењен као 2.8 (током 5 година), а да је регистровано 5 незгода. У Поасоновој расподели, вероватноћа да ће се догодити најмање 5 незгода (имајући у виду средњи број од 2.8) има вредност 0.152, што значи да се ово место не може класификовати као опасно. Када су у питању деонице путева, оне се идентификују применом приступа клизног прозора. Величина прозора мења се на основу нормалног броја незгода на деоници.

2.5.4. ФЛАНДРИЈСКИ (БЕЛГИЈСКИ) МЕТОД

У Фландрији (Фламанско говорно подручје Белгије), се примењује следећа дефиниција црних тачака или ризичних локација на путевима (Geurts, 2006) базирана на полицијским извештајима о саобраћајним незгодама: „Свако место на коме су се у претходне три године догодиле три или више саобраћајних незгода, обележено је и селектовано“. Затим, локација се сматра опасном ако је оцена за приоритет (S), израчуната коришћењем следеће формуле, једнака 15 или више:

$$S = (LI + 3SI + 5DI) \qquad (2.28)$$

где су: LI – укупан број лакше повређених,
SI – укупан број теже повређених (свака особа задржана у болници више од 24 сата),
DI – укупан број погинулих (свака особа која је умрла до 30 дана након незгоде)

Свака локација идентификована као црна тачка би требало да има дужину не већу од 100м. За идентификацију црних тачака коришћени су подаци за три године. За разлику од других дефиниција црних тачака путних незгода, до сада дефиниција коришћена у Фландрији покушава да уброји и тежину незгода тако што додељује већу тежину фаталним и тешким повредама него лакшим повредама. Стога, локација на којој су се десиле две фаталне незгоде и једна незгода са озбиљним повредама добиће приоритетну

вредност од 13 док ће локација где су се десиле 10 незгода са лакшим телесним повредама добити приоритетну вредност од 10.

(Geurts, 2006) је истраживао осетљивост рангирања црних тачака у Фландрији по тежини телесних повреда. Без изненађења, избор тежине има утицај на рангирање црних тачака. (Geurts, 2006) је такође истраживао употребу "претраживања података" за анализу незгода на црним тачкама. Системско претраживање података може се објаснити техником извлачења информације потенцијално интересантних образаца у незгодама забележеним на црним тачкама. Не би, додуше, требало бити замена за посете локацијама или друге технике анализе које улазе у суштину проблема.

2.5.5. НЕМАЧКИ МЕТОД

У Немачкој се опасна места на путевима (Elvik, 2008a; Elvik, 2008b), идентификују помоћу мапа саобраћајних незгода. У идентификацији се користи период од 1 или 3 године. Ако се користи 1 година, место се класификује као опасно ако је на њему регистровано 5 саобраћајних незгода сличног типа, без обзира на тежину (укључујући и незгоде само са материјалном штетом), при чему дужина места није већа од 100м. За утврђивање тога да ли су саобраћајне незгоде истог типа или не, развијена је детаљна типологија. Ако се користи период од 3 године, опасним местом сматра се свако место на коме је регистровано 5 или више незгода са повређенима или 3 или више незгода са тешко повређенима. Мада се приступ клизног прозора формално не користи, испитивање мапа у пракси се своди на примену клизног прозора.

2.5.6. МАЂАРСКИ МЕТОД

У Мађарској се ван урбаних области, опасним местима сматрају она места на којима су најмање 4 саобраћајне незгоде регистроване током 3 године, на деоници не дужој од 1.000м. Унутар урбаних области, опасним местима сматрају се она са најмање 4 регистроване саобраћајне незгоде током 3 године, на деоници не дужој од 100м. Тражење опасних места на мапама незгода обавља се применом методе клизног прозора. Прозор је дужине 1.000 или 100м.

Једном када се црне тачке идентификују, рангирају се за даље проучавање. Циљ је да се изведу детаљне инжењерске студије за око 10-15% црних тачака које су статистички идентификоване. Када се рангирају црне тачке, узима се у обзир густина саобраћаја тако да се идентификују црне тачке са стопом незгода вишом од нормалне. Стога, Мађарски приступ дефиницији црних тачака у пракси је слична методи стопе и броју незгода (Elvik, 2008b).

2.5.7. НОРВЕШКИ МЕТОД

У Норвешкој се прави разлика између црних тачака и црних секција (Statens, 2006). Црна тачка је било која локација са дужином не већом од 100м где се региструју најмање 4 саобраћајне незгоде са повређенима за претходних 5 година. Црна секција је било која секција пута са дужином не већом од 1000м где се региструју најмање 10 саобраћајних незгода са повређенима током претходних пет година. Период идентификације црних тачака и секција је скоро продужен са 4 на 5. Црне тачке и црне секције идентификоване су користећи приступ клизног прозора погодан за локацију незгоде. Црне секције често се састоје од црних тачака које су близу једна другој.

Једном када се црне тачке и црне секције идентификују рангирају се за детаљнију студију. Рангирање се врши праћењем четири корака:

- Процењивање цене незгоде базираном на документованом броју незгода,
- Процењивање очекиваног броја незгода и цене тих незгода за сличну тачку или секцију која има најбољи могући стандард безбедности пута,
- Процењивање вероватноће да забележени број незгода прелази број који се очекује на сличној локацији која има најбољи могући стандард безбедности пута,
- Рангирање локација (тачака или секција) према цени незгоде процењене за најбољу локацију, и цену незгоде на сличној локацији која има најбољи стандард безбедности пута (постоји потенцијал смањења трошкова незгода).

Према Норвешким смерницама, рангирање локација по потенцијалу за побољшање безбедности одговара критеријуму рангирања који се користи у Немачкој.

Први корак анализе рангирања базира се на забележеном броју незгода и средишњој вредности цене незгоде. Средње вредности процењују се на основу великог броја незгода да би се избегао велики утицај насумичних флуктуација.

Други корак се базира на опсежном сету нормалне стопе незгода за различите путне елементе. Стопе незгода представљају број незгода са повређенима на милион пређених возило-километара. Најбољи могући стандард безбедности дефинисан је као очекивана цена незгоде на стопи незгоде од 20% испод средишње вредности стопа незгода за дати путни елемент.

Да би се проценила вероватноћа да забележени број незгода премашује нормални очекивани број незгода за сличну локацију, направљен је „номограм“, који показује вероватноћу кореспондентних вредности за 20%, 10%, 5% и 1% нивоа од статистичке значајности. Ове вредности су биле одређене као критични процентили Поасонове дистрибуције.

На крају, у четвртом кораку локације се рангирају према количини њиховог потенцијала за безбедносно побољшање, наведено у смислу смањења цена незгода који може бити установљен ако се постигне најбољи могући стандард безбедности. Рангирање се врши само за локације које имају абнормално висок број незгода према статистичком тесту (према кораку три).

Локације које су високо рангиране издвајају се за детаљна инжењерска посматрања. Ово укључује детаљне анализе незгода, посете локацијама, посматрање учесника у саобраћају итд. На основу детаљне анализе предлажу се мере за побољшање безбедности и процењује се цена штета и ефекти ових мера. Приоритети за имплементацију мера безбедности постављају се према нето вредности односа између добити и цене за сваку локацију.

2.5.8. ПОРТУГАЛСКИ МЕТОД

Према (Elvik, 2008b), откривање црних тачака у Португалу спроводи се за путеве у власништву државне путне мреже, коју контролише Португалска агенција за путеве. Тренутно се користе две дефиниције за црне тачке. Једну је предложио Португалски Директорат саобраћаја, а другу LNEC. Према дефиницији Директората за саобраћај, црна тачка незгоде је секција пута у дужини од максимум 200м са пет или више незгода и индикатором озбиљности преко 20 у години анализе. Нема разлике између незгода на раскрсници и ван раскрсница. Користи се укупан број свих незгода. Индекс озбиљности (ИО) се рачуна као:

$$ИО = 100*\text{број погинулих}+10*\text{ број теже повређених}+\text{број лакших повреда} \quad (2.29)$$

Откривање се врши коришћењем приступа клизног прозора дуж пута. Резултати се објављују у годишњем извештају Португалске обсерваторије путне безбедности, огранка Директората за саобраћај.

Алтернативни метод предложен је од стране LNEC-а 1997, године, а тестиран 1998. године. Коришћен је као део плана путне безбедности Португалије 2004 - 2010. У овој методи усвојена је теоретска дефиниција: „Црна тачка је географска област где је очекивана фреквенција незгода већа него у сличним областима (не нужно географски близу) због утицаја карактеристика пута јединственим за ову област“. У пракси се ова дефиниција другачије примењује за раскрснице и ван њих.

Што се тиче незгода ван раскрсница користи се другачија минимална дужина секције пута за један коловоз и дупли коловоз. У првом случају минимум је 250м дужине, а 500м у другом. На дуплом коловозу детекција се врши одвојено за сваки коловоз. Путна мрежа подељена је у 6 класа путева према броју коловоза (један или два), где је ширина коловоза пута мања или једнака 6м, не већа од 7м, мања или једнака 7,75м, и већа од 7,75м. За сваку класу путева постоји јединствени метод предвиђања незгода и посебни подаци о незгодама за период од 5 година. Иницијално, користили су се методи у које су уношени подаци од 1994 - 1998 године. Данас су актуелни методи у које се уносе подаци 1999 - 2003 и после 2003 године. Метод је развијен коришћењем следеће једнакости:

$$E(\lambda) = \beta_1 * ADT^{\beta_2} * CW^{\beta_3} * e^{\left(\beta_4 * \frac{ADT}{1}\right)} \qquad (2.30)$$

где је: $E(\lambda)$ = очекивани број незгода у периоду од 5 година,
АДТ (ПГДС) = просечан дневни саобраћај,
CV = ширина коловоза,
$\beta_и$ = параметар процене сагласан са моделом.

У већини случајева, само просечан дневни саообраћај задржан је као статистички значајна објашњива варијабла (променљива).

Сваке године прикупљени подаци о незгодама из претходних пет година комбинују се са одговарајућим методом предвиђања незгода, да би се проценио број незгода на сваких 250м (једног коловоза) или 500м (дуплог коловоза) секције пута сваке класе пута. У пракси ово је апликација ЕБ метода како је описао (Hauer, 2002). У зависности од класе пута најгори случајеви 1/1000 и 2/1000 изабрани су за детаљнију дијагнозу безбедности и могућу интервенцију.

Раскрснице се посебно третирају пошто још није развијен употребљив модел незгода, па се сходно томе бира 20 најгорих раскрсница за детаљнију анализу незгода сваке путне класе.

2.5.9. ШВАЈЦАРСКИ МЕТОД

У Швајцарској се као опасно место на путевима сматра свако место са регистрованим бројем саобраћајних незгода који је значајно изнад средњег броја саобраћајних незгода на сличним местима. Слична места дефинишу се класификовањем система путева на различите типове деоница и раскрсница. У свакој групи оцењују се стопе саобраћајних незгода.

На бази добијених стопа дефинишу се критичне вредности за минималан регистровани број саобраћајних незгода у периоду од 2 године, да би место било класификовано као опасно.

На аутопутевима критичан број је 10 за све саобраћајне незгоде, 4 за незгоде са повређенима и 2 за незгоде са погинулима.

На ванградским путевима критична вредност је 8 за све незгоде, 4 за незгоде са погинулима и 2 за незгоде са погинулима.

На раскрсницама у градским областима критична вредност је 10 за све незгоде, 6 за незгоде са повређенима и 2 за незгоде са погинулима.

Дужина опасних места на путевима, изузев када су у питању раскрснице, креће се између 100 и 500м, зависно од обима саобраћаја. Ове деонице су фиксне и не идентификују се применом приступа клизног прозора (Elvik, 2008a; Elvik, 2008b).

2.6. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ПРЕТХОДНО ОПИСАНИХ МЕТОДА

(Elvik, 2008a) је на основу претходно наведених различитих метода (дефиниција), као и техника за идентификацију црних тачака установио да се оне разликују у следећем:

- Да ли помињу популацију локације (одређени тип путног елемента или само било коју локацију) или не?
- Да ли се црне тачке идентификују са приступом клизног прозора или према упућивању на одређене локације?
- Да ли помињу нормалан ниво безбедности или не?
- Да ли су базирани на забележеном броју незгода или на процени очекиваног броја незгода?
- Да ли се узима у обзир тежина незгода или не?
- Дужина идентификационог процеса?

У свом раду (Elvik, 2008a) је дао приказ компаративне анализе метода (дефиниција) црних тачака у одабраним земљама Европе, односно претходно описаних метода (Табела 2.4).

Табела 2.4 Преглед метода ризичних локација на путевима у одабраним земљама Европе (Elvik, 2008a)

Држава	У односу на насељеност места	Примена приступа клизног прозора	У односу на нормални ниво безбедности	Забележени или очекивани број незгода	Подразумевана озбиљност саобраћајних незгода	Дужина идентификационог периода
Аустрија	Не	Да, 250 м	Да, у виду критичних вредности за степен незгода	Забележени, минимална критична вредност 3; ф-ја степена саобраћаја	Не	3 године
Данска	Да, детаљно категорисани елементи путева	Да, за делове путева - варијабилне дужине	Да, у виду кришћења модела предвиђања незгода	Забележени, базиран на статистичком тесту – мин. 4 незгоде	Не	5 година
Фландрија	Не	Да, 100 м	Не	Забележени, у зависности од тежине	Да, у зависности од тежине	3 године
Немачка	Не	Не, коришћене мапе СН-а	Не	Забележени, минималне вредности 3 или 5	Да, према различитим критичним вредностима	1 година (све незгоде) или 3 године (незгоде са повредама)
Мађарска	Не	Да, 100 или 1000м	Не	Забележени, минимум 4	Не	3 године
Норвешка	Не када се идентификују	Да, 100 м (место) или	Да, у виду нормалног	Забележени више од	Да, проценом коштања	5 година

	црне тачке	1000 м (деоница)	нивоа незгода за елементе путева	нормалног статистичким тестом, минималне вредности 4(тачке) или 10 (деонице)	саобраћајних незгода и могућом уштедом	
Португал	Да по једној дефиницији, не по другој	Да по једној дефиницији, не по другој	Да по једној дефиницији, не по другој	Забележене по једној дефиницији (мин. 5), очекивани по другој	Да, по једној дефиницији (по обиму учесталости), не по другој	1 или 5 година
Швајцарска	Да, отворени путеви и раскрснице	Не, фиксне деонице променљивих дужина	Да	Забележене, пакет критичних вредности	Да, према различитим критичним вредностима	Две године

3. ДЕФИНИСАЊЕ МЕТОДА ЗАСНОВАНОГ НА КОНТИНУАЛНОЈ ДИСПЕРЗИОНОЈ АНАЛИЗИ

За дефинисање опасних локација најчешће потребни елементи су: број саобраћајних незгода, последице саобраћајних незгода, дужина деонице пута, разматрани временски период, просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС), број возила и структура саобраћајног тока. Имајући у виду не постојање јединственог и општеприхваћеног метода (са универзалним реперима) за идентификацију и класификацију опасних места у развијеним земљама, за потребе овог истраживања (а узимајући у обзир велики број СН-а) развијен је оригиналан метод, заснован на броју саобраћајних незгода и њихових последица, које се просторно и временски дистрибуирају током времена и по деоницама пута (Andjelković et al., 2018), а за који је у основи коришћена континуална дисперзиона анализа.

Статистички метод је незаобилазан метод у истраживањима безбедности саобраћаја и подразумева обраду узорака. Саобраћајне незгоде, а посебно конфликти у саобраћају су погодни за примену статистичког метода због своје масовности (статистика се ослања на законе великих бројева) и нумеричких обележја којима се могу описивати (број настрадалих, број незгода итд.) (Andjelković et al., 2018). Примена статистичког метода, а посебно тачност закључака, зависе од начина формирања узорка и његовог квалитета. Посебно су корисни случајни и стратификовани узорци., а закључци су бољи ако су узорци већи и боље представљају целину (репрезентативни узорци). За потребе истраживања безбедности саобраћаја, у нашим условима, могу се користити различите базе података (Lipovac, 2008), као што је база података МУП-а, односно база података Агенције за безбедност саобраћаја (ABS, 2018b).

3.1. СТАТИСТИКА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Статистика саобраћајних незгода представља најквалитетнији улазни податак за идентификацију опасних места. На основу статистике саобраћајних незгода могуће је поред локација на којима долази до накупљања саобраћајних незгода, спровести и далеко финије анализе везане за настанак саобраћајних незгода, као што је утврђивање периода у коме настају саобраћајне незгоде, специфичности локација и карактеристика учесника саобраћајних незгода, попут пола, старости и слично.

Анализе које је могуће извршити на основу статистика саобраћајних незгода у многоме зависе од начина вођења статистика саобраћајних незгода.

Основна сврха анализе статистике саобраћајних незгода јесте добијање квалитетне карте или приказа саобраћајних незгода, на основу којих се долази до опасних места или опасних деоница. Црне тачке представљају објективну опасност за учеснике у саобраћајним незгодама, односно представљају повећану опасност на тим локацијама. Пошто се на тим местима саобраћајне незгоде већ догађају, потребно је применити одговарајуће мере. Мере које је потребно применити зависе од детаљне и дубинске анализе података о саобраћајним незгодама и утврђивања основних узрока и околности настанка саобраћајних незгода (Vujanić et al., 2006). Коначно, важно је напоменути и то да се улагањем средстава на такозваним црним тачкама, односно местима на којима долази

до накупљања саобраћајних незгода остварују најбољи ефекти и најбољи односи трошкова и користи.

3.2. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА О САОБРАЋАЈНИМ НЕЗГОДАМА

Подаци о саобраћајним незгодама у Републици Србији воде се од 1996 године, на нивоу општине кроз регистар саобраћајних незгода. За унос података односно за ажурирање базе података о саобраћајним незгодама задужена је Управа саобраћајне полиције „Министарства Унутрашњих Послова“ Републике Србије (JIS MUP)[11], односно база података Агенције за безбедност саобраћаја (ABS, 2018b), што представља изворе података (прилог 1). За потребе овог истраживања коришћени су само подаци о саобраћајној незгоди везане за врсту саобраћајне незгоде, стационажу саобраћајне незгоде (километар и метар пута где се догодила незгода), и годину када се незгода догодила. С обзиром да не постоји опште прихваћена подела саобраћајних незгода у свету, на самом почетку истраживања, у оквиру добијене базе података, извршена је модификација већ постојеће категоризације врста саобраћајних незгода потребних за истраживање (Табела 3.1).

Табела 3.1 Класификација и прилагођавање врста саобраћајних незгода

Назив поља	**Могући садржај поља у добијеној бази података (1, 2 или 3)**	**Прилагођени подаци[1] (обрнуто означавање незгода)**
Врста СН-а	1 – Саобраћајне незгоде са погинулим лицима 2 – Саобраћајне незгоде са повређеним лицима 3 – Саобраћајне незгоде само са мат. Штетом	3 – Саобраћајне незгоде са погинулим лицима 2 – Саобраћајне незгоде са повређеним лицима 1 – Саобраћајне незгоде само са мат. штетом **0**[2] **-** локација без саобраћајних незгода

[1] Овакав прилагођени начин класификације врста незгода сматра се као једноставна класификација са редним нумеричким обележјима, односно сматра се минималном пондеризацијом саобраћајних незгода.

[2] За потребе истраживања, а у циљу комплетирања статистичког скупа врши се придруживање броја „0“, свакој посматраној суб-деоници на којој се у току једне године није догодила ни једна саобраћајна незгода.

На овакав начин добија се статистички скуп који се формира на основу прилагођених врста саобраћајних незгода, које се придружују одређеној километарској деоници на којој се догодила посматрана саобраћајна незгода. Овако комплетирана база података за примену предложеног метода нуди могућности избора различитих дужина суб-деоница, као и избора различитог временског периода посматрања.

Треба поменути, да је овако урађена класификација саобраћајних незгода, урађена према тежини последица саобраћајних незгода, где у оквиру незгода са материјалном штетом, спада и већа и мања материјална штета, где у оквиру незгода са повређеним лицима, спадају и лакше и теже повређена лица, и где у оквиру незгода са погинулим лицима, спадају лица погинула на месту незгоде и лица погинула од повреда задобијених у незгоди до 30 дана од дана настанка незгоде.

Овде се посматра статистички скуп који се формира на основу придруживања одређене врсте саобраћајне незгоде километарској деоници на којој се догодила посматрана саобраћајна незгода, узимајући у обзир годину у којој се догодила саобраћајна незгода (Табела 3.2).

[11] Јединствени информациони систем Министарства унутрашњих послова (JIS MUP), подаци о саобраћајним незгодама, Република Србија, Београд.

КМ пута	Ознака групе[12] (фактори 1 или 2	Врста СН из базе[13]	Усвојена врста СН-а	Година
205	1	/ (Ако нема незгода)	0 (дописујемо 0)	2001
206	1 (2)	/ (Ако нема незгода)	0 (дописујемо 0)	2001
206	1 (2)	1	3	2001
207	1	2	2	2001
207	1	3	1	2001
208	1	3	1	2001
209	1	/ (Ако нема незгода)	0 (дописујемо 0)	2001
209	1	1	3	2001
209	1	1	3	2001
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
485	1	3	1	2001
486	1	3	1	2001
486	1	3	1	2001
486	1	2	2	2001
487	1	1	3	2001
488	1	3	1	2001

Табела 3.2 Пример сређене базе података за 2001 годину

На основу података о саобраћајним незгодама и њихових последица (JIS MUP), свака саобраћајна незгода и њене последице ”спуштени” су на одговарајућу деоницу, тј. на одговарајућу километарску деоницу (километар пута). На основу пролагођене базе података (Табела 3.1) и сређене базе података (Табела 3.2) утврдиће се просторна дистрибуција саобраћајних незгода на делу државног пута од Кнежевца (кружни пут) до Рибарића у укупној дужини од 284 км (тачније 282.9 км, стационаже пута од 204.700 до 487.600 км), и након тога ће се припремити база основних података о саобраћајним незгодама и њихових последица, посебно за сваки километар, посебно за сваку годину, и то за период 2001-2011 године, чиме би био комплетиран скуп улазних података (Прилог 1).

Међутим, примена наведених података има недостатак јер не укључује обим саобраћаја. Постоји велика разлика између пет незгода на путу са интензитетом саобраћаја од 2.000 воз/дан и на путу са 12.000 воз/дан. Зато се препоручује и укључивање обима саобраћаја у процедуру идентификације "црних тачака".

12 Ознака групе (фактори) користи се само код улазних података за обраду података, а у оквиру новог предложеног метода. Ознака групе (фактори) имају само вредности 1 или 2. Код свих улазних података стоји ознака 1, а сходно километру (деоници) која се обрађује односно посматра самостално се придружује ознака 2, након чега се израчунавају све вредности значајне за дисперзиону анализу. У Табели 3.2 ознака (2) је испред 206 километра, што значи да се у случају израчунавања података, 206 километар тренутно обрађује односно за њега се израчунавају све претходно поменуте вредности.

13 Колона која се касније брише и не представља саставни део сређене базе података.

3.3. ОСНОВЕ НОВЕ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈУ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА

3.3.1. Дисперзиона анализа (Анализа варијансе – АНОВА)

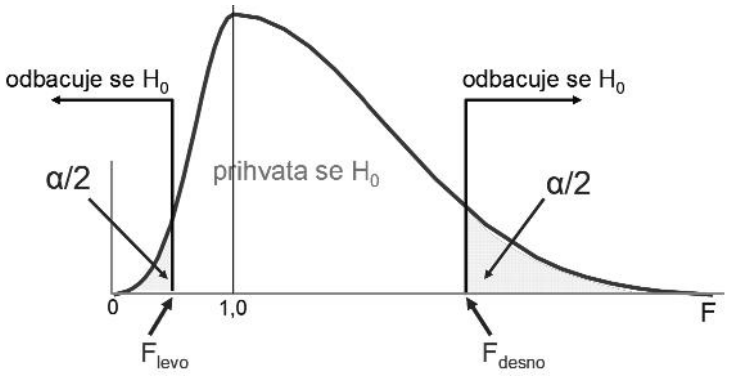
Анализа варијансе (диспрезиона анализа; АНОВА) је математичко-статистички поступак помоћу којег се тестира значајност разлике између аритметичких средина из два, три или више узорака. Израз анализа варијансе (за који се често користи акроним АНОВА од енглеског назива analysis of variance) описује групу статистичких процедура које је развио британски статистичар Sir Ronald Fisher. Анализа варијансе дакле представља статистички метод којим се испитује ефекат једне или више независних променљивих на једну зависну променљиву. Независно променљиве се називају фактори утицаја и они садрже више нивоа (група), а њихов ефекат се одражава на ниво зависне променљиве. Када се испитује утицај једне независне променљиве (једног фактора), који има три или више група, на зависно променљиву, онда је то једнофакторска анализа варијансе. У вишефакторској анализи варијансе испитује се утицај два фактора (двофакторска анализа варијансе), три фактора (трофакторска анализа варијансе) или више фактора, од којих сваки има више група, на једну зависно променљиву.

Код анализе варијансе, вероватноћа за појаву грешке тип I једнака је одабраном нивоу значајности.

Помоћу анализе варијансе може се испитивати утицај:

- једног фактора варијабилитета,
- два фактора варијабилитета,
- два фактора варијабилитета са више опсервација (посматрања).

Анализа варијансе се базира на Фишеровој F - расподели, која је асиметрична, па лева и десна вредност F које одвајају регионе за одбацивање нулте хипотезе нису једнаке. Из ове расподеле је развијена табела за F вредности у којој се налазе само вредности које одвајају десни регион за одбацивање нулте хипотезе, јер су оне од значаја за доношење закључка (Слика 3.1).



Слика 3.1 Приказ F - расподеле за одбацивање хипотезе

3.3.1.1.Једнофакторска анализа варијансе

Подаци који припадају различитим групама и из којих су израчунате средње вредности за сваку групу, могу да се представе на следећи начин (Табела 3.3):

Табела 3.3 Изглед табеле једнофакторске анализе варијансе

	Групе (нивои фактора утицаја)				
	група 1	група 2	група 3	...	група j
Подаци у групама	x_{11}	x_{21}	x_{31}	...	x_{j1}
	x_{12}	x_{22}	x_{32}	...	x_{j2}
	x_{13}	x_{23}	x_{33}	...	x_{j3}
	x_{14}	x_{24}	x_{34}	...	x_{j4}
	...	...	...	...	...
	x_{1n}	x_{2n}	x_{3n}	...	x_{jn}
Средња вредност групе	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	...	$\bar{x}_j$
Број података у групи	n_1	n_2	n_3	...	n_j

Код тестирања хипотезе за две средње вредности постоји једна нулта и само једна алтернативна хипотеза, а код анализе варијансе постоји једна нулта и више алтернативних хипотеза. Нулта и алтернативна хипотеза које могу да се поставе код анализе варијансе (за најједноставнији пример са три групе података) гласе:

Нулта хипотеза: $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

Алтернативна хипотеза:

H_1: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (све средње вредности се разликију једна од друге)

H_1: $\mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 \neq \mu_1$ (средња вредност у групи 1 се разликује од средњих вредности у групама 2 и 3, а средње вредности у групама 2 и 3 се не разликују међу собом)

H_1: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 = \mu_1$ (средња вредност у групи 2 разликује се од средњих вредности у групама 1 и 3, а средње вредности у групама 1 и 3 се не разликују међу собом)

H_1: $\mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_1$ (средња вредност у групи 3 разликује се од средњих вредности у групама 1 и 2, а средње вредности у групама 1 и 2 се не разликују међу собом)

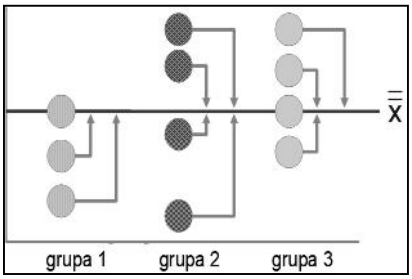
ili H_1: најмање једно $\mu \neq \mu_i$

ili H_1: нису све μ једнаке

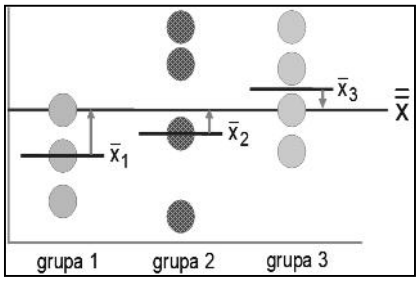
Другим речима, алтернативна хипотеза говори да је најмање једна средња вредност различита од осталих, али постоји могућност и да се све средње вредности разликују једна од друге.

Ако се после тестирања прихвати нулта хипотеза закључак је да се средње вредности не разликују, односно да независно променљива (фактор утицаја) нема ефекта. Ако се прихвати једна од алтернативних хипотеза закључак је да испитивани фактор утицаја има ефекта на средње вредности оних група података које се значајно разликују.

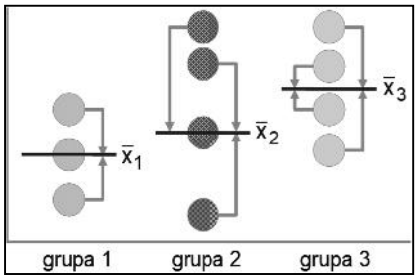
Логика анализе варијансе: Основна претпоставка код анализе варијансе је упоређивање два типа варијације, варијација (варијанса) између група упоређује се са варијацијом (варијансом) унутар група, да би се оценила разлика између средњих вредности. Мере варијације се добијају "раздвајањем" укупне варијације на варијацију која је последица испитиваног фактора утицаја (варијација између група) и случајну варијацију (варијација унутар група)(Слика 3.2, Слика 3.3, и Слика 3.4).



Слика 3.2 Укупна варијација



Слика 3.3 Варијација између група



Слика 3.4 Варијација унутар група

Ако су варијанса између група и варијанса унутар група приближно једнаке, нулта хипотеза се прихвата и закључак је да нема ефекта испитиваног фактора утицаја. Другим речима нема разлике између средњих вредности посматраних група. Ако је варијанса због фактора утицаја значајно већа од случајне варијансе, нулта хипотеза се не прихвата, већ се прихвата нека од алтернативних хипотеза и закључак је да испитивани фактор утицаја има ефекта и да се средње вредности неких или свих посматраних група значајно разликују.

Мере варијације се добијају "раздвајањем" укупне варијансе на варијансу између група и варијансу унутар група. Свака од ових варијанси се израчунава дељењем одговарајуће суме квадрата са њеним бројем степена слободе. Број степени слободе за укупну варијансу је једнак N - 1, број степени слободе за варијансу између група је m - 1, а број степени слободе за варијансу унутар група је N-1- (m-1) = N-m, где је N број података у свим групама заједно, а m је број група.

Укупна варијанса је једнака: $V_{t} = \frac{S_{t}}{N-1}$ (3.1)

Варијанса између група је једнака $V_{i} = \frac{S_{i}}{m-1}$ (3.2)

Варијанса унутар група је једнака $V_{u} = \frac{S_{u}}{N-m}$ (3.3)

Из варијансе између група и варијансе унутар група израчунава се F-расподела према изразу:

$$F = \frac{V_{i}}{V_{u}} \qquad (3.4)$$

где је $\varphi_1 = m - 1$ (одговара варијанси између група, V_{ig}), а $\varphi_2 = N - m$ (одговара варијанси унутар група, V_{ug}).

На вредност F расподеле утичу следећи фактори:

- разлика између средњих вредности (са већом разликом између средњих вредности добија се већа вредност F јер је варијација између група већа од варијације унутар група, па је закључак да се нулта хипотеза не прихвата);
- величина узорка (са већим узорком добија се већа вредност F и закључак је да се нулта хипотеза не прихвата);
- варијација унутар група (са великом варијацијом унутар група добија се мања вредност F, јер је варијација унутар група већа од варијације између група, тако да је лакше доказати нулту хипотезу).

Израчунавање F расподеле:

Подсетимо се да израз за варијансу гласи: $\mathbf{V = \frac{\sum x^2 - N\dot{x}^2}{N-1}}$ (3.5)

где је: $\sum x^2 - N\dot{x}^2$ = сума квадрата одступања од средње вредности (скраћено SK)
$N - 1$ = број степена слободе (обележава се са φ)

Израз за суму квадрата одступања од средње вредности може да се напише у следећем облику:

$$SK = \sum x^2 - N\dot{x}^2 = \sum x^2 - N\left(\frac{\sum x}{N}\right)^2 = \sum x^2 - N\frac{(\sum x)^2}{N^2} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \qquad (3.6)$$

У изразу за суму квадрата одступања од средње вредности други члан је заједнички за све варијансе и обележава се са C.

$$C = \frac{(\sum x)^2}{N} \qquad (3.7)$$

где је: $(\sum x)^2$- квадрат суме свих вредности у свим групама заједно
N - укупан број података у свим групама заједно

Сума квадрата одступања од средње вредности за израчунавање укупне варијансе, израчунава се према изразу:

$$SK_{t} = \sum x^2 - C \qquad (3.8)$$

где је, $\sum x^2$ − сума квадрата свих вредности (у свим групама заједно).

Сума квадрата одступања од средње вредности за израчунавање варијансе између група, израчунава се према изразу:

$$SK_{ig} = \frac{(\sum x_{п_1})^2}{n_1} + \frac{(\sum x_{п_2})^2}{n_2} + \frac{(\sum x_{п_3})^2}{n_3} + \cdots + \frac{(\sum x_{п_п})^2}{n_п} - C \qquad (3.9)$$

У овом изразу сваки члан представља квадрат суме података у једној групи подељен бројем података у тој групи. Код суме квадрата између група, сума вредности у једној групи има улогу појединачне вредности, а дељењем квадрата те суме са бројем података из кога је израчуната, коригује се утицај броја података на вредност суме.

Сума квадрата одступања од средње вредности за израчунавање варијансе унутар група, израчунава се као разлика између укупне суме квадрата и суме квадрата између група:

$$SK_{u} = SK_{t} - SK_{ig} \qquad (3.10)$$

Израчунате суме квадрата уносе се у радну табелу (Табела 3.4), и из њих се, дељењем са одговарајућим бројем степена слободе, израчунају потребне варијансе.

Табела 3.4 Стандардан изглед радне табеле за израчунавање варијансе

Извор варијације	**SK одступања од средње вредности**	**φ**	**Варијанса**
Између група	SK_{ig}	m - 1	SK/(m-1)
Унутар група	SK_{ug}	N - m	SK/(N-m)
Укупно	SK_{tot}	N - 1	-

Вредност F расподеле се израчуна дељењем варијансе између група са варијансом унутар група, а затим се добијена вредност упоређује са вредношћу из таблице[14] за одабрани ниво значајности и број степени слободе φ_1 = m-1 и φ_2 = N-m.

$$F = \frac{V_{iи}}{V_u} \qquad (3.11)$$

Већ је раније речено да су у таблицама приказане само вредности које одвајају десни регион за одбацивање нулте хипотезе, јер је само тај регион од значаја за доношење закључка. Када су варијансе између група и варијанса унутар група једнаке, вредност F = 1, а када је варијанса између група мања од варијансе унутар група вредност F < 1. И у једном и у другом случају нема разлике између група, F се налази лево од 1, али нема значаја да ли је у региону за прихватање или одбацивање нулте хипотезе. У оваквим ситуацијама израчуната вредност F ће бити мања од табличне, што значи да се нулта хипотеза прихвата, односно закључак је да између средњих вредности посматраних група нема статистички значајне разлике.

Када је израчуната вредност F већа од табличне, закључак је да се нулта хипотеза не прихвата, што значи да између средњих вредности посматраних група постоји значајна разлика. Вредност F ће бити већа од табличне, односно много већа од 1, када је варијанса између група већа од варијансе унутар група.

Међутим, вредност F не даје одговор на питање да ли је значајна разлика између свих средњих вредности, или само између појединих. Да би се утврдило између којих средњих вредности постоји значајна разлика, односно која алтернативна хипотеза је исправна, користе се тестови компаративне анализе (Andjelković et al., 2018).

3.3.2. Посткомпаративна анализа

3.3.2.1. Данкан тест

Данкан тест је из групе тестова посткомпаративне анализе, односно Анализе варијансе. За Данкан тест важи правило да је најлибералнији тест од свих тестова посткомпаративне анализе. Данкан тест је нешто блажи тест него што је то Анализа варијансе.

У статистици, Данканов тест вишеструког опсега је процедура вишеструког поређења развијена од стране David B. Duncan (Duncan, 1955). Данканов тест вишеструког опсега припада генералној класи процедура вишеструких поређења које користе Студентизовани (Студентов) опсег статистичког q_r како би се упоредили сетови просека.

Данканов нови вишеструки тест опсега је варијанта Student-Newman-Keuls методе која користи алфа нивое да би се израчунале критичне вредности у сваком кораку Newman-Keuls процедуре. Данканов тест вишеструког опсега покушава да контролише фамилију мудре стопе грешака (“Familywise error rate” - FWER) од:

$$\alpha_e = 1 - (1 - \alpha_p)^{k-1} \qquad (3.12)$$

приликом поређења *k*, где је *k* број група.

Ово резултује већим FWE од немодификоване Newman-Keuls процедуре која има FWE од:

$$\alpha_e = 1 - (1 - \alpha_p)^{k/2} \qquad (3.13)$$

[14] Убацити тачан назив табеле за F расподелу.

(Duncan, 1955) је развио овај тест као модификацију Student-Newman-Keuls методе како би имала већу моћ. Данканов тест вишеструког опсега је нарочито протективан од лажних негативних (Тип II) грешака на уштрб већег ризика од прављења лажних позитивних (Тип I) грешака.

Данканов тест је критикован као превише либералан од стране многих статистичара укључујући Henry Scheffe i John W. Turkey. Данканов тест вишеструког опсега тврди да је примерена либералнија процедура јер је у реланој пракси глобална нулта хипотеза H_0= ”све средње вредности су једнаке”, је често лажна тако да традиционални статистичари превише штите вероватно лажне нулте хипотезе од грешака типа I. Данкан је касније развио Duncan–Waller тест који је заснован на Бајесовим принципима. Он користи добијене вредности F расподеле како би проценио вероватноћу тога да ли је нулта хипотеза истинита.

Главне критике против Данканове процедуре средње вредности су:

- Данканов тест вишеструког опсега не контролише фамилију мудрих грешака на номиналном алфа нивоу, и то је проблем који је наследио од Student-Newman-Keuls метода.
- Повећана снага Данкановог теста вишеструког опсега над Newman-Keuls методом долази од интернационалног подизања алфа нивоа (стопа грешака типа I) у сваком кораку Newman-Keuls процедуре, а не од стварних побољшања SNK методе.

Примена Данкановог вишеструког теста опсега је слична LSD тесту. Данканов тест укључује израчунавање нумеричких граница које дозвољавају класификацију разлике између било која два просека третмана као значајну или безначајну. Данканов тест захтева израчунавање серије вредности од којих свака одговара специфичном сету парних поређења за разлику од једне променљиве за сва парна поређења у случају LSD. Примарно зависи од стандардних грешака разлике просека као што је случај код LSD. Ово се лако може решити коришћењем процене варијације процењених основних контраста третмана путем дизајна.

3.3.3. Начин примене и описа коришћења Континуалне Анализе варијансе

Анализа варијансе урађена је са претпоставком да постоје фактори које треба наћи и који негде егзистирају, а чији су стандарди непознати. Без обзира што се може десити да су математичка очекивања једнака ($m_1 = m_2$), то оправдава примену континуалне дисперзионе анализе односно анализе варијансе. Коришћењем хеуристичког приступа, врши се претраживање целог путног интервала који се посматра.

На посматраној деоници (цела дужина путног интервала) у једној години има укупно N саобраћајних незгода:

- $N_{smš}$ – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
- N_{pov} – број саобраћајних незгода са повређенима,
- N_{pog} – број саобраћајних незгода са погинулима.

Саобраћајна незгода са материјалном штетом има своје јединствено нумеричко обележје (у општем случају тежински фактор λ_1), саобраћајна незгода са повређеним има своје јединствено нумеричко обележје (у општем случају тежински фактор λ_2), и саобраћајна незгода са погинулима има своје јединствено нумеричко обележје (у општем случају тежински фактор λ_3). Ова нумеричка обележја могу бити и пондерисана (са одређеним тежинским фактором).

Укупна посматрана путна деоница (цео путни интервал) може се поделити на „n“ мањих сегмената једнаке дужине односно на више „n“ мањих суб-деоница једнаке дужине

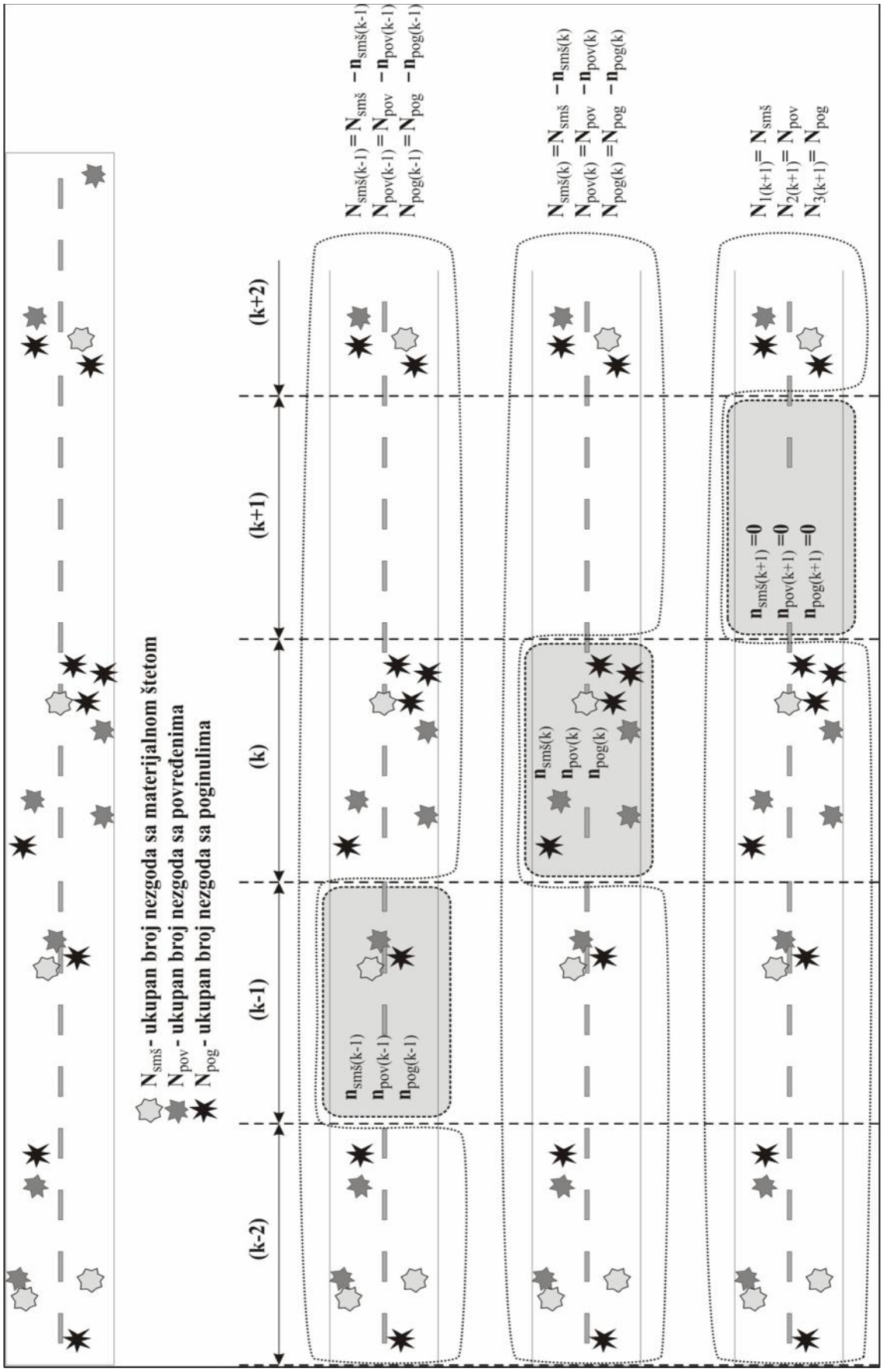
к. У даљем тексту за све мање дужине путних деоница коришћен је појам суб-деонице. На свакој суб-деоници одређене дужине догодио се различити број појединих врста саобраћајних незгода (Слика 3.5). На суб-деоници индекса „*k*“ расподела незгода је:

- $n_{smš(k)}$ – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
- $n_{pov(k)}$ – број саобраћајних незгода са повређенима,
- $n_{pog(k)}$ – број саобраћајних незгода са погинулима.

Нумеричка обележја на суб-деоници морају бити идентична као и општа нумеричка обележја која важе и на целој посматраној путној деоници (λ_1, λ_2, λ_3).

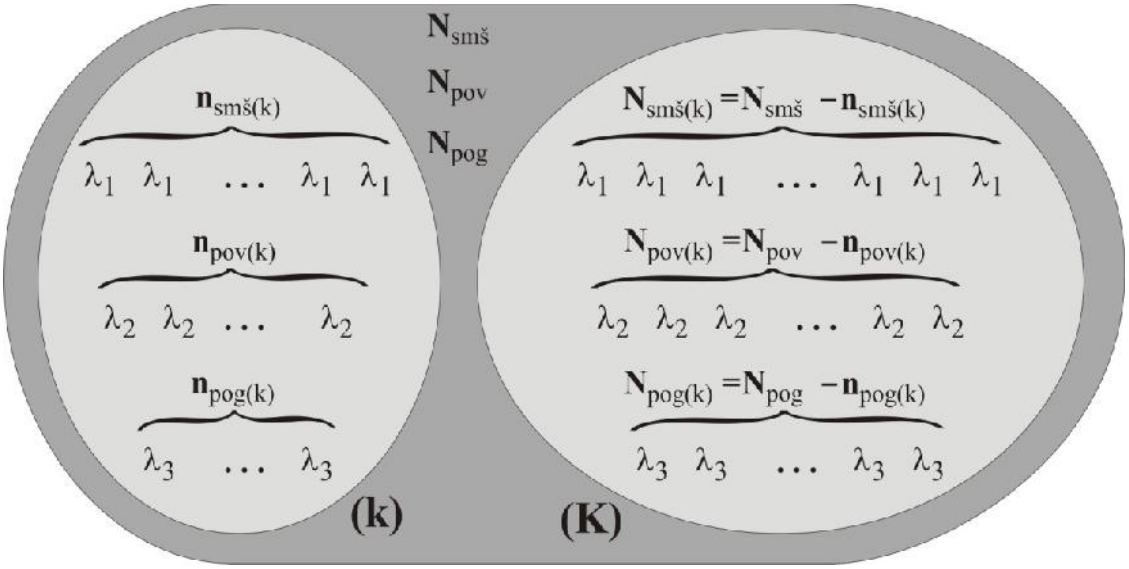
Између укупног броја незгода на посматранојн путној деоници и броја незгода на посматраној суб-деоници може се формирати комплементаран скуп незгода (Слика 3.6). Нумеричка обележја у комплементарном скупу су идентична општим изабраним обележјима (λ_1, λ_2, λ_3), и то:

- $N_{smš(k)}= N_{smš}–n_{smš(k)}$, комплементаран број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
- $N_{pov(k)}= N_{smš}–n_{pov(k)}$, комплементаран број саобраћајних незгода са повређенима,
- $N_{pog(k)}= N_{pog}–n_{pog(k)}$, комплементаран број саобраћајних незгода са погинулима,



Слика 3.5 Расподела укупног броја незгода на са нумеричким обележјима на посматраној деоници (Andjelković et al., 2018)

Сегмент „к“ (суб-деоница „к“) и његов комплемент „К“ имају расподелу нумеричких обележја саобраћајних незгода са материјалном штетом, са повређенима и са погинулима као што је приказано на Слици 3.6.



Слика 3.6 Расподела нумеричких обележја свих врста саобраћајних незгода у скуповима „к“ и „К“ (Andjelković et al., 2018)

Математичко очекивање нумеричких обележја на “к“ суб-деоници једнако је:

$$«_k = \frac{\overbrace{a_1 + a_1 + \ldots + a_1 + a_1}^{n_{smš(k)}} + \overbrace{a_2 + a_2 + \ldots + a_2}^{n_{pov(k)}} + \overbrace{a_3 + \ldots + a_3}^{n_{pog(k)}}}{n_{smš(k)} + n_{pov(k)} + n_{pog(k)}} \qquad (3.14)$$

А математичко очекивање нумеричких обележја на комплементу “К“ једнако је:

$$M_K = \frac{\overbrace{\lambda_1 + \lambda_1 + \lambda_1 + \ldots + \lambda_1 + \lambda_1 + \lambda_1}^{N_{smš(k)}} + \overbrace{\lambda_2 + \lambda_2 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_2 + \lambda_2}^{N_{pov(k)}} + \overbrace{\lambda_3 + \lambda_3 + \ldots + \lambda_3 + \lambda_3}^{N_{pog(k)}}}{N_{smš(k)} + N_{pov(k)} + N_{pog(k)}} \qquad (3.15)$$

Варијанса (дисперзија) нумеричких обележја на суб-деоници „к“ посматране путне деонице једнака је:

$$\nu_k = \frac{\overbrace{(\mu_k - \lambda_1)^2 + \ldots (\mu_k - \lambda_1)^2}^{n_{smš(k)}} + \overbrace{(\mu_k - \lambda_2)^2 + \ldots + (\mu_k - \lambda_2)^2}^{n_{pov(k)}} + \overbrace{(\mu_k - \lambda_3)^2 + \ldots + (\mu_k - \lambda_3)^2}^{n_{pog(k)}}}{n_{smš(k)} + n_{pov(k)} + n_{pog(k)}} \qquad (3.16)$$

Варијанса нумеричких обележја на комплементу „К“ једнака је:

$$V_K = \frac{\overbrace{(M_k - \lambda_1)^2 + \ldots + (M_k - \lambda_1)^2}^{N_{smš(k)}} + \overbrace{(M_k - \lambda_2)^2 + \ldots + (M_k - \lambda_2)^2}^{N_{pov(k)}} + \overbrace{(M_k - \lambda_3)^2 + \ldots + (M_k - \lambda_3)^2}^{N_{pog(k)}}}{N_{smš(k)} + N_{pov(k)} + N_{pog(k)}} \qquad (3.17)$$

Уз егзистенције варијанси нумеричких обележја на суб-деоници „к“ и комплементарном сегменту деонице „К“ може се поставити хипотеза о једнакости варијанси ова два скупа са прагом значајности α:

$$H(\nu_k = V_K)_\alpha \qquad (3.18)$$

Ова хипотеза се може верификовати једним од многобројних тестова АНОВЕ односно тестовима анализе варијансе (верификација се уједно може урадити и са Данкан тестом, као једним од многобројних тестова посткомпаративне анализе).

У случају да се варијансе нумеричких обележја суб-деонице „к“ и комплементарне деонице „К“ сигнификантно разликују, импликација се односи на компарирање математичких очекивања:

$$H(\nu_k \neq V_K)_\alpha \Rightarrow \mu_k \neq M_k \qquad (3.19)$$

У зависности од нумеричких вредности обележја, проистиче закључак о статусу безбедности суб-деонице „к“.

Посебан случај у општем приступу анализи варијансе настаје ако на посматраној суб-деоници „к“ није било саобраћајних незгода. Ова суб-деоница тада остаје без адекватног нумеричког обележја. Међутим, ако се у овај приступ имплементира темпорални карактер са временским интервалом настанка саобраћајне незгоде, а суб-деоници без саобраћајних незгода придружи нумеричко обележје λ_0=0, елиминише се проблем суб-деоница без саобраћајне незгоде. Овај временски интервал може бити произвољно одређен. За потребе истраживања, усвојен је једногодишњи временски интервал. За произвољан број година „г“ математичка очекивања нумеричких обележја суб-деонице „к“ и комплемента „К“ су:

$$\mu_{k,i\in(1,g)} = \sum_{i=1}^{g} \frac{\overbrace{\lambda_1 + \ldots + \lambda_1}^{n_{smš(k_i)}} + \overbrace{\lambda_2 + \ldots + \lambda_2}^{n_{pov(k_i)}} + \overbrace{\lambda_3 + \ldots + \lambda_3}^{n_{pog(k_i)}}}{n_{smš(k_i)} + n_{pov(k_i)} + n_{pog(k_i)}} \qquad (3.20)$$

Или

$$\left(n_{smš(k_i)} = 0 \wedge n_{pov(k_i)} = 0 \wedge n_{smš(k_i)} = 0, \forall i \in (1,g)\right) \Rightarrow \mu_{k,i\in(1,g)} = 0 \qquad (3.21)$$

$$\mathrm{M}_{K,i\in(1,g)} = \sum_{i=1}^{g} \frac{\overbrace{\lambda_1 + \ldots + \lambda_1}^{N_{smš(k_i)}} + \overbrace{\lambda_2 + \ldots + \lambda_2}^{N_{pov(k_i)}} + \overbrace{\lambda_3 + \ldots + \lambda_3}^{N_{pog(k_i)}}}{N_{smš(k_i)} + N_{pov(k_i)} + N_{pog(k_i)}} \qquad (3.22)$$

А варијансе нумеричких обележја суб-деонице „к“ и комплемента “К“ су:

$$\nu_{k,i\in(1,g)}=\sum_{i=1}^{g}\frac{\sum_{k_i=1}^{n_{smš(k_i)}}(\mu_{k,i\in(1,g)}-\lambda_1)^2+\sum_{k_i=1}^{n_{pov(k_i)}}(\mu_{k,i\in(1,g)}-\lambda_2)^2+\sum_{k_i=1}^{n_{pog(k_i)}}(\mu_{k,i\in(1,g)}-\lambda_3)^2}{n_{smš(k_i)}+n_{pov(k_i)}+n_{pog(k_i)}} \qquad (3.23)$$

Или

$$\left(n_{smš(k_i)}=0\wedge n_{pov(k_i)}=0\wedge n_{smš(k_i)}=0,\forall i\in(1,g)\right)\Rightarrow\nu_{k,i\in(1,g)}=0 \qquad (3.24)$$

И овде се не ради пост компаративна анализе варијансе.

$$V_{k,i\in(1,g)}=\sum_{i=1}^{g}\frac{\sum_{k_i=1}^{N_{smš(k_i)}}(M_{k,i\in(1,g)}-\lambda_1)^2+\sum_{k_i=1}^{N_{pov(k_i)}}(M_{k,i\in(1,g)}-\lambda_2)^2+\sum_{k_i=1}^{N_{pog(k_i)}}(M_{k,i\in(1,g)}-\lambda_3)^2}{N_{smš(k_i)}+N_{pov(k_i)}+N_{pog(k_i)}} \qquad (3.25)$$

Уз егзистенције варијанси нумеричких обележја на суб-деоници „к“ и комплементарном сегменту деонице „К“ може се поставити хипотеза о једнакости варијанси ова два скупа у временском интервалу од „г“ година, са прагом значајности α:

$$H(\nu_{ki\in(1,g)}=V_{Ki\in(1,g)})_\alpha \qquad (3.26)$$

И сада се уводе нумеричка обележја (г-број година).

Основа претраживања путног интервала који је подељен на суб-деонице, заснива се на посматрању два скупа са математичким очекивањем μ_1 и μ_2 где не постоје сигнификантне разлике између математичких очекивања (нема разлике у скуповима). Када се узме једна променљива и уради Анализа варијансе једног скупа наспрам другог скупа добијају се одређене вредности. Фиксирањем једне променљиве у константу, док друга променљива и даље остаје да буде променљива, и тако померајући је, у неком моменту добиће се сигнификантна одступања од средњих вредности. Добијени скуп изолује се дисперзионом анализом, а то је могуће само ако се мењају (варирају) параметри или фактори. У тој структури таквих скупова добијају се екстремне вредности, и мале и велике које праве еквилибријум са математичким очекивањем, што даје потврду да ту делује неки фактор. Ти фактори до сада нису били препознатљиви, зато што их досадашња статистика није препознавала. Овде је посебно значајно утврђивање тих фактора који су на параметарске тестове невидљиви (математичка очекивања су невидљива).

Континуална променљива је променљива која заокупира велику пажњу, што оставља могућност слободног избора односно слободног одређивања целокупног путног интервала (путне деонице, одакле-докле) за испитивање. Користећи калибрацију, а посматрајући суб-деонице, добија се негде већа, а негде мања разлика у дисперзији, и проласком кроз цео путни интервал, где увек долази до поделе на два скупа, и где постоји следећи фактор:

- Фактор који је променљив у смислу суб-деоница које обухвата, и означава цео скуп изузев суб-деонице односно само те дужине која се посматра,
- Фактор који је континуалан (континуалан у смислу дужине суб-деонице), и представља онај сегмент односно ону суб-деоницу (на пример суб-деоница дужине 1 км) који се извлачи из целокупног скупа.

Применом новог предложеног метода извучена суб-деоница се посматра у односу на цео комплементарни скуп (цео путни интервал), и на тај начин израчунавају се одређене вредности за ту посматрани суб-деоницу односно за ту издвојену посматрану дужину деонице. На овакав начин и применом калибрације, а затим и рачунањем долази се до разних вредности, како малих и великих, тако и екстремних вредности, који ће утицати на доношење закључака у погледу идентификације опасних места на путевима.

Даљим наставком испитивања, као и применом Фишерове расподеле, а узимајући првенствено у обзир претходно поменуте екстремне вредности, добијају се вредности испод одређене граничне односно критичне вредности, када се може доћи до одређеног закључка, зашто и због чега су баш те вредности испод одређеног нивоа вредности посматране граничне вредности. Након овога, могу се давати одређени коментари и изводити закључци за поједине елементе (сегменте или суб-деонице) одређених скупова који дају критичне вредности. Овде се поставља и питање из колико калибрација се може доћи до резултата, односно да ли је потребно да се интервал дели на 2, 3 или више делова. Надаље, неопходно је и поређати те факторе по величини, а знамо да сваки тај фактор има неки свој пар.

Овим начином рада, није потребан пун узорак, већ само узорак са неколико типичних примера, где би се при првој калибрацији користила подела на два, где се одмах налази где је тај фактор, у другој калибрацији поделом на два, налази се где је минимум, а каснијом поделом на три извлачи се тај минимум. Може се извршити подела и на четири, пет и више делова и тако добити прецизније стање са мањим интервалом одступања.

На основу овога дефинише се метод који ће истраживати поменуте факторе. Овде је потребно знати структуру тог фактора, како би се истраживање спроводило и надаље. Потребно је утврдити феномен тог ембриона односно валидног представника тог ембриона или скупа (Andjelković et al., 2018).

Типично за дисперзију јесте да се математичка очекивања узорака расподељују по Студентовој расподели (не по Нормалној расподели). Узимањем великог узорка (једне популације) и узимањем пуно узорака из те популације, и израчунавањем њихових математичких очекивања, долази се до закључка да се она неће расподељивати по Нормалној расподели, већ по Студентовој расподели. Из тих разлога, Студентова расподела се употребљава при верификацији једнакости математичких очекивања, а већ је доказано да се математичка очекивања узорака пролагођавају (повинују) Студентовој расподели, док се дисперзије расподељују по Фишеровој расподели. Због овога, Фишерова расподела се употребљава за верификацију једнакости у дисперзији, при чему је познато да дисперзија не може бити негативна (Vukadinović, 1990).

Значајно је нагласити да је овде је реч о случајним догађајима, а опште је познато да случајни догађаји у маси дају правилности или неку своју законитост поготово у великим бројевима. У зависности колико су ти бројеви велики, толико ће и бити интервала степени слободе. Условно реченео, што је већи број, интервал степени слободе је већи, а зна се да он практично сужава интервале међусобних прихватања, тако да са већим бројем, имамо и мањи опсег зоне прихватања.

За сваки посматрану суб-деоницу (иста дужина суб-деоница) посматраног дела пута од Кнежевца (Београд) до Рибарића, у укупној дужини од 282.9км (284км)[20], стационаже пута од 204,700 до 487,600 километара, а применом претходно наведених образаца, заснованих на континуалној дисперзионој анализи и Данкан тесту, израчунавају се следеће вредности, које се затим и графички предстаљају. Класичан пример изгледа и описа резултата који се добијају применог било ког математичког софтвера, а на основу анализе варијансе представљени су у Табели 3.5, а на основу Данкан теста представљени су у Табели 3.6.

KM	df Effect	df Error	MS Effect	MS Error	SS Effect	SS Error	P (varijansa	F (V)
0 – 999 (метара)	Број група минус један ($\varphi_{1=}$m-1) za m=2	Степен слободе (Укупан број елемената минус број група) ($\varphi_{2=}$N-m) za m=2	Средњи квадрат између група	Средњи квадрат унутар група	Збир квадрата између група SK_{ig}	Збир квадрата унутар групе SK_{ug}	Вероватноћа (по АНОВИ) У основи је $F = \frac{V_{ii}}{V_{u}}$	Варијанса $V = \frac{\sum x^2 - Nx^2}{N-1}$
...	...	...	...	...	...	..	...	...
213	1	9498	0.6132413	0.4306521	0.6132413	4090.764758	0.2327788	1.4239829
...	...	...	...	...	...	...	...	...

m-број група (овде је реч о две групе)

Табела 3.5 Пример изгледа и описа резултата добијених Анализом варијансе

KM	α	M1 (m_1)	M2 (m_2)	M1-M2 (m_1- m_2)	|M1-M2| (|m_1- m_2|)	CR	p (Duncan)
0 – 999 (метара)	Праг значајности (вероватноћа)	Средња вредност елемената 1 групе (цео скуп)	Средња вредност елемената 2 групе (посматрана деоница)	Разлика средњих вредности	Апсолутна вредност разлике средњих вредности	Критична вредност (увек узимана вредност из таблица 2,7)	Вероватноћа (по Данкану)
...	0,05 (0,01)	...	...	...	...	...	...
213	0,05 (0,01)	1,1747769	1.0909091	0.0838678	0.0838678	0,1376599	0.2327787
...	0,05 (0,01)	...	...	...		...	...

Табела 3.6 Приимер изгледа и описа резултата добијених Данкановим тестом

Уколико добијена вероватноћа по Данкановом тесту буде мања односно испод заданог прага значајности од 0.05 (0.1), добија се потврда да се два скупа сигнификантно разликују односно посматрана суб-деоница се сигнификантно разликује од осталих суб-деоница односно од целог комплементарног скупа.

Уколико добијена вероватноћа по Данкановом тесту буде већа односно изнад заданог прага значајности од 0.05 (0.1), добија се потврда да се два скупа сигнификантно не разликују односно посматрана суб-деоница се сигнификантно не разликује од осталих суб-деоница (сегмената) односно од целог скупа.

Поред претходно наведених услова за одбијање или прихватање хипотезе, потребно је нагласити да Фишерова анализа иде у вредностима од 0-1, и уколико Фишерова анализа падне испод 0.05 (мање од 0.05), то је такође оно што је интересантно, и што је значајно у овом истаживању. Тада се такође добија сигнификантна разлика и на основу те разлике могу се вршити даља испитивања или посматрања на такав начин одређених суб-деоница или сегмената.

У оквиру предложене методологије за идентификацију опасних места на путевима постоји и могућност коришћења приступа методе клизних прозора, тако да се целокупна претходно предвиђена методологија може користити и у складу са приступом методе клизног прозора.

Поред наведеног, а у складу са предложеном методологијом заснованој на математичком начину обраде података, а у складу са математичким принципима и формулама за анализу варијансе и Данкан тест, дата је и могућност графичког приказивања одређеног броја најзначајнијих статистичких и других показатеља.

3.4. ИДЕНТИФИКАЦИЈА И РАНГИРАЊЕ ОПАСНИХ МЕСТА НА ПУТЕВИМА ПО ПРЕДЛОЖЕНОЈ МЕТОДОЛОГИЈИ

Избор критеријума за идентификацију опасних места (путних деоница) не може бити базиран само на статистичком критеријуму. Не постоји статистички критеријум који може поуздано идентификовати само опасна места (деонице) и укључити све њих пошто би критеријум био искоришћен на популацији локација које садрже мешавину насумичних и систематских варијација у броју незгода. Свакако, сама идеја о избору опасних места (деоница) из популације локација која садржи само насумичне варијације је контрадикторна, с обзиром да је право опасно место увек дефинисано као место са већим очекиваним бројем незгода него на другим сличним локацијама. У комплетно хомогеној популацији, по дефиницији такве локације не би постојале. Опасна места (деонице) се увек морају идентификовати у хетерогеним популацијама које садрже неочекиване системске варијације у броју незгода и друге насумичне варијације.

Ово значи да би сваки критеријум био несавршен. Локације идентификоване као опасна места (деонице) ће увек садржати и лажна и права опасна места (деонице). Осим тога, увек ће постојати и одређен број лажно негативних опасних места (деоница). Број локација која представљају права или лажна опасна места (деонице) скоро никад није стварно познат. Ове потешкоће се компликују ако се опасна места (деонице) идентификују користећи приступ методе клизног прозора која одређује локације опасних места (деоница) према локацији незгода, пре него узорковање локација стандардних дужина (без клизног прозора) дозвољавајући да локације буду набројане (Elvik, 1988).

Да би се ово спровело, а на основу (Miranda-Moreno et al., 2007), дефинисани су појмови:

- Стопа погрешног откривања (false discovery rate – FDR) – очекивана пропорција грешака типа 1 (погрешно одбачене позитивне црне тачке),
- Стопа погрешних негативних (false negative rate – FNR), - очекивана пропорција грешака типа 2 (погрешно прихваћене негативне црне тачке - безбедна места)

Идентификација опасних места (суб-деоница константних дужина) на путевима, а у оквиру предложене методологије, урађена је на следећи начин, и то применом израчунатих вредности математичког очекивања - средње вредности (ε), дисперзије (v) и континуалне анализе варијансе - АНОВА (F), чиме се уједно остварује и примарни и секундарни циљ предложене методе. Дисперзија (v) код тестирања постављене хипотезе $H(v_k = V_k)_\alpha$ игра значајну улогу код одређивања величине сигнификантности (прага значајности) између посматране суб-деонице и целог комплементарног скупа односно пута.

Класичним приказом вредности математичког очекивања и дисперзије и вредности варијансе (АНОВЕ), за целокупан скуп односно односно за цео посматрани пут, и за све посматране суб-деонице константних дужина, а узимајући у обзир најчешће усвојен праг

значајности од 0.05[15] за континуалну анализу варијансе добијамо увек два скупа података односно две групе путних деоница које посматрамо. Као резултат овога добијамо путне суб-деонице константних дужина које се сигнификантно разликују од комплементарног скупа са прагом значајности испод 0.05 и добијамо путне суб-деонице константних дужина које се сигнификантно не разликују од комплементарног скупа са прагом значајности већим или једнаким од 0.05.

Аналитичким или графичким приказом ових података издвојиће се одређене путне суб-деонице које се сигнификантно разликују од комплементарног скупа где је праг значајности $\alpha < 0.05$ односно приказаће се одређене путне суб-деонице које су сигнификантно безбедне за неки одређени опсег математичког очекивања испод неке добијене вредности (za $\varepsilon < X_1$-неки природан број), односно приказаће се одређене путне суб-деонице које су сигнификантно не безбедне за такође неки опсег математичког очекивања који ће бити изнад неке вредности (za $\varepsilon > X_1$-неки природан број), а уједно ће се приказати и одређене путне суб- деонице, које се сигнификантно не разликују од комплементарног скупа за вредности прага значајности $\alpha \geq 0.05$ i za вредности математичког очекивања $\varepsilon = X_1$.

Поред наведених услова потребно је добити и потврду која показује које су то вредности варијансе АНОВЕ у оквиру којих се добијају сигнификантне, а у оквиру којих вредности се добијају не сигнификантне одређене путне суб-деонице константних дужина. За посматрану деоницу односно посматрани скуп, а за праг значајности $\alpha < 0.05$ одређене путне суб-деонице су сигнификантне за неке добијене вредности $F > Y_1$ -неки природан број, а за вредности $F \leq Y_1$ одређене путне суб-деонице су не сигнификантне.

У случају да се некада жели идентификација већег броја сигнификантних небезбедних путних суб-деоница односно жели се идентификација већег броја потенцијално опасних места, могуће је да већ одређену и добијену граничну вредност прага значајности $\alpha \geq 0.05$ повећамо на $\alpha \geq 0.1$ или на неку другу већу вредност.

Уједно са повећањем прага значајности α, призрокује се померање вредности варијансе (АНОВЕ), са $F > Y_1$ -неки природан број, на F > Y1-0.5 или на F > Y1-1.5. Оваквим поступком број идентификованих небезбедних путних суб-деоница се повећава за одређени број, односно добијамо већи број нових опасних места која се сигнификантно разликују.

Након идентификације небезбедних путних суб-деоница односно идентификације опасних места на путевима долази се до тачно одређених небезбедних путних суб-деоница односно долази се до одређених опасних места на којима је потребно применити одговарајуће контрамере. Због прихватања или сврставања можда и већег броја потенцијално небезбедних суб-деоница или опасних места у групу идентификованих као опасна места, може се применити и начин класификације и рангирања заснован на регресионој анализи тако што ће сва потенцијално опасна места са коефицијентом корелације изнад 0.9 бити потврдно преиначена у опасна места на путевима.

Поред наведеног, идентификована опасна места односно суб-деонице представљају се у опадајућем низу, како би се рангирање спровело на следећи начин (Табела 3.7):

- Првих 50% у самом врху опадајуће листе идентификованих небезбедних путних суб-деоница односно опасних места, рангирају се као најопаснија места,
- Других 25% у врху опадајуће листе идентификованих небезбедних путних суб-деоница односно опасних места, рангирају се као веома опасна места (испод првих 50%),

[15] Усвојен праг (ниво) значајности у овом раду је 0.05, а може се усвојити и 0.1 , или неки други.

- Трећих 25% у врху опадајуће листе идентификованих небезбедних путних суб-деоница односно опасних места, рангирају се као опасна места (испод претходних 75%).

Табела 3.7 Рангови и класе ризика (оцене безбедности) за опасне суб-деонице

Редни број	**Ниво ризика (оцена БС)**	**Опадајућа скала потенцијално опасних суб-деоница**	
		класа (интервал)	**ранг (боја)**
1	Најопасније суб-деонице	Првих 50% скале	
2	Веома опасне суб-деонице	Средњих 25% скале	
3	Опасне суб-деонице	Последњих 25% скале	

4. ТЕСТИРАЊЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕТОДА

4.1. ДЕФИНИСАЊЕ ПУТА (ПОДРУЧЈА) ЗА ПРИМЕНУ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕТОДА

Базе података (EuroRAP, 2007) односе се на међуградске главне путеве. На већини ових мрежа ограничење брзине је 80 km/h или веће. На неким деловима мрежа налазе се путне деонице значајне дужине са ограничењем брзине од 50, 60 или 70 km/h. То је случај када међуградски правци пролазе кроз мала насеља без обилазница, а мала ограничења брзине такође се користе када правци пролазе поред села.

Постављају се увек два питања. Прво, да ли би правци са градским деоницама требало да се разматрају посебно, а нарочито да ли би градски и ванградски делови ових праваца требало да буду подељени на посебне сегменте или деонице. Друго, шта можемо да научимо о ризику од саобраћајних незгода у градским областима на бази података о овим деоницама?

Мреже путева у Шведској и Холандији су ограничене на националне мреже путева. У Шведској су обилазнице направљене око свих, осим веома малих насеља, док на мрежи у Холандији има мало неподељених путева. Оцењује се да у Белгији више од 85 процената мреже има велика ограничења брзине, док за путне деонице са малим ограничењем брзине не постоје детаљни подаци. У Шпанији су у првим базама подаци посебно прикупљани за "транзитне" деонице путева, мада ове деонице представљају само мали проценат укупне путне мреже. Утицај путних деоница са малом брзином вероватно је највећи у Британији, обзиром да EuroRAP мреже пролазе кроз велики број малих насеља, због њихове велике густине. Детаљних података нема посебно за деонице са малим брзинама, али оцене се могу добити елиминисањем ових деоница, описаних као "градске", из података о обиму саобраћаја (EuroRAP, 2007).

Идентификација опасних места зависи од тога како се опасна места дефинишу, што је резултирало појавом више различитих критеријума, где су поједини у претходним поглављима и наведени. Они се најчешће постављају у зависности од тога да ли се ради о градским или ванградским подручјима. Тако, на пример, за потребе откривања "црних тачака" у Великој Британији постављени су следећи критеријуми:

- I опасна места у градским подручјима (путеви са дозвољеном брзином до 40 mph до 64 km/h) су она са 6 или више незгода са повређенима на деоници пута од 1/10 миља (0.16 км) у року од три године;
- II опасна места у ванградским подручјима (путеви са дозвољеном брзинама од преко 40 mph односно преко 64 km/h) су она са 3 или више незгода са повређенима на деоници пута од 1/10 миља (0.16 км) у року од три године.

Фокус истраживања обухваћен овим радом углавном се поклапа са другом наведеном ставком која се користи у Великој Британији, али само у погледу посматраног подручја односно посматрају се само ванградска подручја, где се не узимају у обзир наведени критеријуми за идентификацију опасних места, већ се тестира нови, претходно објашњени метод. На основу метода врши се идентификација опасних места на путевима која првенствено спадају у ванградска подручја, а чија је максимална ограничена брзина

за кретање по том путу 80km/h. Мора се такође напоменути да је овде реч о отвореном путу (ванградском путу) који у неким деловима свог простирања пролази и кроз градска подручја односно насељена места, у оквиру којих ограничења брзине могу варирати, и сходно саобраћајној ситуацији могу бити и мања од максималног ограничења брзине (70, 60, 50, 40, 30km/h и друга ограничења).

На основу постојања већег броја опасних места на државном путу I реда на потезу од Београда до Рибарића (део бившег магистралног пута М-22), а на основу (Lipovac et al., 2010b; Anđelković, 2007; Lipovac et al., 2011) који су потврдили у својим истраживачким радовима да се 85% најопаснијих километарских деоница у Србији, налази на следећа 4 бивша магистрална путна правца, а тренутно на државним путевима првог и другог реда:

- На магистралном путу М-1, 40 km (33.3%),
- На магистралном путу М-22, 33 km (27.5%),
- На магистралном путу М-21, 17 km (14.2%),
- На магистралном путу М-24, 12 km (10.0%).

Државни пут I реда на потезу од Београда (Кнежевца) до Рибарића (део бившег магистралног пута М-22), који је предмет истраживања, налази се и склопу трансевропске магистрале и представља веома важну карику у повезивању севера са југом наше земље. Деоница која се посматра, а на основу (Master plan, 2009), скуп је следећих деоница будућих предвиђених аутопутева (Табела 4.1):

- Прва деоница пута Кнежевац (кружни пут) - Прељина (Пројекат RDB6, деоница аутопута Е-763[16]), је деоница будућег аутопута Београд - Пожега који је део транс-европске путне мреже (ТЕМ) и повезиваће главне руте ТЕМ Коридора са Јадранским морем.
- Друга деоница пута Краљево - Прељина (Прељина - Краљево), (Пројекат RDC8, деоница аутопута Е-761)[17], је део будућег аутопута Појате - Прељина, који је веома битан за путну мрежу Србије и поред тога што је у транс-европској путној мрежи од секундарног значаја. Овај будући аутопут повезиваће централни део земље са две битне везе: Коридор X на запад и јужни Јадран на исток.
- Трећа деоница пута Краљево – Рибариће, саставни део пута Баточина - Крагујевац - Краљево - Рашка - Нови Пазар - Рибарићи - граница са Црном Гором (контролно безбедносни пункт Шпиљани)

Табела 4.1 Припадност бившег магистралног пута М-22 државним путевима на основу Уредбе о категоризацији државних путева (VRS, 2012)

Ред. број	**Почетак и крај микродеоница[18] (деоница Кнежевац-Рибарићи) (део бившег маг. пута М-22) (деоница која се истражује)**	**Припадност бившег магистралног пут М-22 по новој катег. државних путева (ДП)**	
		Ознака пута (број пута)	Простирање државног пута
1.	Кружни пут (Кнежевац) - Рушањ	ДП IA реда (2)	Београд - Љиг – Прељина (деоница будућег аутопута **Београд** - Пожега који је део транс-европске путне мреже (ТЕМ) и повезиваће главне руте ТЕМ Коридора са Јадранским морем)
2.	Рушањ - Липовачка Шума		
3.	Липовачка Шума - Милицијска кућица		
4.	Милицијска кућица - Велика Моштаница		
5.	Велика Моштаница - Вранић (Барајево)		
6.	Вранић (Барајево) - Вранић		
7.	Вранић - Степојевац		
8.	Степојевац - Степојевац (Велики Црљени)		

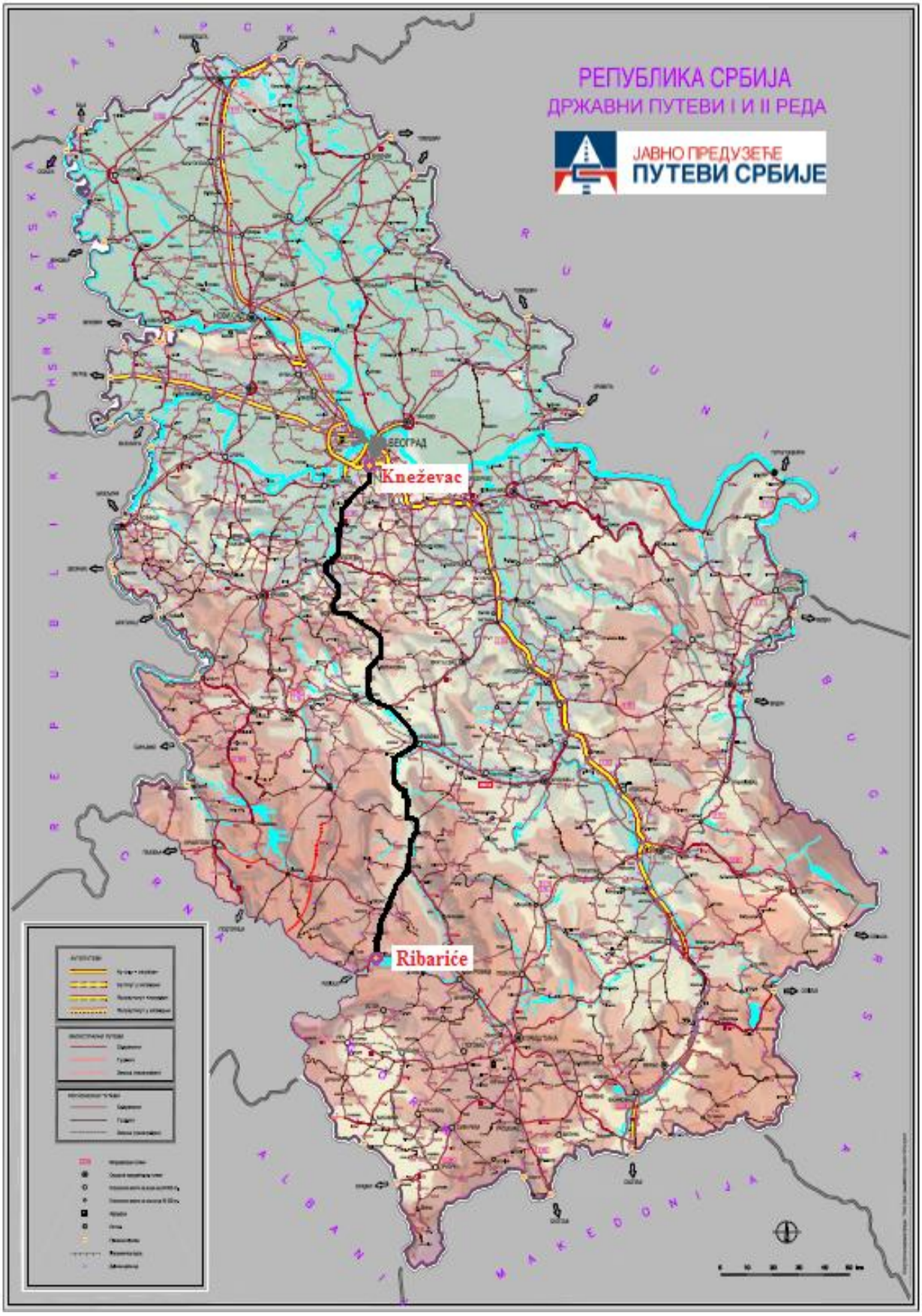
[16] Е-763 је део главне регионалне мреже и повезује Београд – Пожегу – Црна Гору.

[17] Е-761 је део главне регионалне мреже и повезује Турску - Бугарску - Србију - Босну и Херцеговину - Хрватску. Е-761 повезује регионалне аутопутеве Софија - Ниш - Сарајево - са Јадранским морем (Хрватска).

[18] Микродеонице одређене од стране ЈП „Путеви Србије“.

9.	Степојевац (Велики Црљени) - Лазаревац 1		
10.	Лазаревац 1 - Ћелије		
11.	Ћелије - Жупањац		
12.	Жупањац - Дудовица		
13.	Дудовица - Пољанце (Белановица)		
14.	Пољанце (Белановица) - Љиг (Миоица)		
15.	Љиг (Миоица) - Гукоши (Кадина Лука)		
16.	Гукоши (Кадина Лука) - Дићи		
17.	Дићи - Угриновци		
18.	Угриновци - Бућин Гроб		
19.	Бућин Гроб - Неваде		
20.	Неваде - Горњи Милановац		
21.	Горњи Милановац - Прељина		
22.	Прељина – Мрчајевци	ДП IA реда (4)	(део будућег аутопута Појате - Прељина, који је веома битан за путну мрежу Србије и поред тога што је у транс-европској путној мрежи од секундарног значаја. Овај будући аутопут повезиваће централни део земље са две битне везе: Коридор X на запад и јужни Јадран на исток.
23.	Мрчајевци – Краљево		
24.	Краљево - Чибутковац	ДП IБ реда (15)	Баточина - Крагујевац - Краљево - Рашка - Нови Пазар - Рибарићи - граница са Црном Гором (контролно безбедносни пункт Шпиљани)
25.	Чибутковац - Матарушка Бања		
26.	Матарушка Бања - Ушће		
27.	Ушће - за Гокчаницу		
28.	за Гокчаницу - Биљановац		
29.	Биљановац - Брвеник		
30.	Брвеник - Рашка		
31.	Рашка - Рашка (Трнова)		
32.	Рашка (Трнова) - Нови Пазар (Бања)		
33.	Нови Пазар (Бања) - Нови Пазар 2		
34.	Нови Пазар 2 - Нови Пазар 3		
35.	Нови Пазар 3 - Рибарићи		

Тестирање модела извршено је на државном путу I реда на потезу од Београда до Рибарића, тачније од места Кнежевац (кружни пут) па до Рибарића, за временски период од 2001-2011 године (Слика 4.1). Велики број података на овом путу има посебну тежину у значају квалитета добијених резултата, док остали део конструкције и начина избора узорка не игра толико важну улогу у овом истраживању. Ово је највише из разлога јер се такође један од приоритета предложеног метода, базира на обради великог броја података, аутоматизацији и слободном избору узорка односно укупне дужине (изабране) посматране деонице.



Слика 4.1 Приказ пружања пута Кнежевац (Београд) – Рибариће (JPPS, 2010)

У истраживањима (Anđelković, 2007; Lipovac et al., 2010; Lipovac et al., 2011) потврђено је да се на Државном путу "I реда"[19] на потезу од Београда па до Рибарића (део бившег магистралног пута М-22) (за детаље о класификацији путева види VRS, 2012), налази укупно 27,5% најопаснијих километарских деоница у Републици Србији, гледајући само магистралне путеве, што је и било пресудно у избору ове деонице за посматрање (слика 4.1). Део пута од Београда до Кнежевца може се сматрати за градско подручје града Београда, где најчешће имамо 2, 3 или чак више трака у једном смеру, што је био разлог искључења овог дела из даљег разматрања. Позадина одбацивања овог дела деонице лежи и у нашој тежњи за добијање што веће хомогености посматране деонице, у погледу техничких карактеристика пута.

Сходно наведеном, тестирање модела извршено је на путној деоници двотрачног државног пута "I реда" од Кнежевца (Београда) до Рибарића у укупној дужини од 282.9км (284км)[20], стационаже пута од 204,700 до 487,600 км (Слика 4.1). Овај пут се сматра за ванградски пут (ванградско подручје), чија максимална ограничена брзина за кретање по наведеном путу не прелази 80 км/сат. Поред наведеног у Табели 4.2 дате су и техничке карактеристике микродеоница посматраног пута.

Табела 4.2 Карактеристике микродеоница посматране путне деонице Кнежевац (Београд)– Рибариће (VRS, 2012)

Редни број	**Почетак и крај микродеоница (деоница Кнежевац-Рибариће) (државни пут I реда) (деоница која се посматра)**	**Почетна стационажа пута (km)**	**Крајња стационажа пута (km)**	**Дужина микро деонице (km)**	**Врсте микро деоница**	**Техничке карактер. микро деонице**
1.	Кружни пут (Кнежевац) - Рушањ	204.700	213.300	8.600	Отворен пут	3-трачни
2.	Рушањ - Липовачка Шума	213.300	214.400	1.100	Отворен пут	2-трачни
3.	Липовачка Шума - Милицијска кућица	214.400	215.100	0.700	Отворен пут	2-трачни
4.	Милицијска кућица - Велика Моштаница	215.100	217.800	2.700	Отворен пут	2-трачни
5.	Велика Моштаница - Вранић (Барајево)	217.800	220.900	3.100	Отворен пут	2-трачни
6.	Вранић (Барајево) - Вранић	220.900	221.500	0.600	Отворен пут	3-трачни
7.	Вранић - Степојевац	221.500	234.200	12.700	Отворен пут	2-трачни
8.	Степојевац - Степојевац (Велики Црљени)	234.200	235.200	1.000	Град. деоница	2-трачни
9.	Степојевац (Велики Црљени) - Лазаревац 1	235.200	249.000	13.800	Отворен пут	2-трачни
10.	Лазаревац 1 - Ћелије	249.000	253.500	4.500	Отворен пут	2-трачни
11.	Ћелије - Жупањац	253.500	257.600	4.100	Отворен пут	2-трачни
12.	Жупањац - Дудовица	257.600	264.000	6.400	Отворен пут	2-трачни
13.	Дудовица - Пољанце (Белановица)	264.000	272.800	8.800	Отворен пут	2-трачни
14.	Пољанце (Белановица) - Љиг (Мионица)	272.800	274.400	1.600	Отворен пут	2-трачни
15.	Љиг (Мионица) - Гукоши (Кадина Лука)	274.400	277.500	3.100	Отворен пут	2-трачни
16.	Гукоши (Кадина Лука) - Дићи	277.500	283.100	5.600	Отворен пут	2-трачни
17.	Дићи - Угриновци	283.100	292.700	9.600	Отворен пут	2-трачни
18.	Угриновци - Бућин Гроб	292.700	303.500	10.800	Отворен пут	2-трачни
19.	Бућин Гроб - Неваде	303.500	313.100	9.600	Отворен пут	3-трачни
20.	Неваде - Горњи Милановац	313.100	315.800	2.700	Отворен пут	2-трачни
21.	Горњи Милановац - Прељина	315.800	331.000	15.200	Отворен пут	2-трачни
22.	Прељина – Мрчајевци	331.000	343.200	12.200	Отворен пут	2-трачни
23.	Мрчајевци – Краљево	343.200	361.700	18.500	Отворен пут	2-трачни
24.	Краљево - Чибутковац	361.700	363.200	1.500	Град. деоница	2-трачни
25.	Чибутковац - Матарушка Бања	363.200	370.100	6.900	Град. деоница	2-трачни
26.	Матарушка Бања - Ушће	370.100	409.200	39.100	Отворен пут	2-трачни
27.	Ушће - за Гокчаницу	409.200	414.400	5.200	Отворен пут	2-трачни

[19] Државни пут И реда на потезу од Кнежевца (Београда) до Рибарића, који повезује северни и јужни део Републике Србије. Пут има изузетан привредни и економски значај за Републику Србију.

[20] Овде је реч о 282 километра уобичајене дужине 1000м, плус први не пуни километар дужине 300м, и плус последњи не пуни километар дужине 400м. С обзиром да је потребно да се ради о константним и континуалним дужинама деоница, постављена је претпоставка да је реч о 284 километара који се посматрају без обзира што први и последњи километар немају пуну дужину од 1000м.

28.	за Гокчаницу - Биљановац	414.400	424.000	9.600	Отворен пут	2-трачни
29.	Биљановац - Брвеник	424.000	432.200	8.200	Отворен пут	2-трачни
30.	Брвеник - Рашка	432.200	441.400	9.200	Отворен пут	2-трачни
31.	Рашка - Рашка (Трнова)	441.400	442.000	0.600	Град. деоница	2-трачни
32.	Рашка (Трнова) - Нови Пазар (Бања)	442.000	459.400	17.400	Отворен пут	2-трачни
33.	Нови Пазар (Бања) - Нови Пазар 2	459.400	459.700	0.300	Град. деоница	2-трачни
34.	Нови Пазар 2 - Нови Пазар 3	459.700	463.200	3.500	Град. деоница	2-трачни
35.	Нови Пазар 3 - Рибарићи	463.200	487.600	24.400	Отворен пут	2-трачни
		Укупна дужина:		**282.900**		

(Deacon et al., 1975), праве разлику између „кратких“ и „дугих“ сегмената пута, који су названи тачке и одсеци. Тачке су сегменти пута дужине између 0.24 и 0.48 км (0.15 и 0.3 миља), док су одсеци дужине 4.8 км (3 миље). (Okamoto and Koshi, 1989) предлажу 7 начина за дефинисање сегмената пута: неки базирани на непромењивим дужинама (100, 1.200 и 2.100 м), а неки на промењивим (један заснован на хомогеном геометријском дизајну, а преостали на критеријуме грешке). (Stern and Zehavi, 1990) предложили су поделу на сегменте односно суб-деонице дужине од 1км.

4.1.1. Избор дужине путних деоница за примену предложеног метода

Постоји више од једног упутства које државне агенције могу користити да би категорисале њихов систем путева у различите групе путева (Kwon et al., 2013). Тако да, различите државе могу да имају идентичне системе путева, обиме саобраћаја и податке о саобраћајним незгодама, али могу да заврше са категоризацијом њихових група путева на различите начине који ће их одвести ка развијању различитих сетова безбедносне перформансе функције (SPF - Safety Performance Functions) како би објаснили исти сет података. Не постоји јасан показатељ онога шта је најбоља дужина опасног сегмента или деонице пута, нити да ли се може оптимална дужина дефинисати. Дужине се бирају да би се ограничила хетерогеност у оквиру сваког сегмента пута, али поједини аутори препоручују константне дужине, јер ће интерпретација података о незгодама бити компликована за различите дужине пута. Stern and Zehavi, (1990) деле пут на једнокилометарске деонице, без посебног оправдања за те дужине. Elvik, (1988) предлаже дефинисање опасних деоница пута, за увек исте дужине, померањем клизног прозора (клизача) одређене дужине дуж пута. Поред поменутих, и други истраживачи су покушали да процене моделе незгода користећи приступ сегментације путева (Abdel-Aty and Radwan, 2000; Pardillo and Llamas, 2003; Cafiso et al., 2008). Они најчешће дефинишу сегменте пута са фиксном дужином или једноставно између две главне раскрснице. Sadeghi et al., (2013) урадили су идентификацију и сегментацију хомогених делова пута на основу фактора незгода. Фактори незгода које су користили за ову сврху су: Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС), ширина коловоза и средишњег разделника, ограничење брзине, стопа промене закривљености (CCR), асфалтни услови и други.

Као што су то у својим радовима (AASHTO, 2010; Harwood et al., 2010; Tegge et al., 2010) претпоставили да аутопутеви у Америци имају исту функционалну форму, тако и ми само без процене параметара, у нашем истраживању претпостављамо да цела дужина двотрачног пута има исту или приближно исту функционалну форму, где се користе константне дужине суб-деоница (сегмената) поучени искуствима следећих аутора: (Elvik, 1988; Okamoto and Koshi, 1989; Stern and Zehavi, 1990; Abdel-Aty and Radwan, 2000; Pardillo and Llamas, 2003; Cafiso et al., 2008).

Предложени метод могуће је применити на различите, али константне дужине суб-деоница. У овом раду представљена је примена константне дужине суб-деоница од 1км [21]. У оквиру предложене методологије постоји и могућност коришћења приступа - методе клизног прозора (Sliding Moving Window – SMW) (Elvik, 2008b; Kwon et al., 2013). Сходно томе, могуће је и коришћење приступа (методе) клизног прозора дужине 1км, 2км, 3км итд, са дужином преклапајућег дела клизног прозора од 0,5км, 1км, 2км итд.

У оквиру предложеног метода постоји могућност коришћења разних просторних размака мислећи се при томе на коришћење различитих дужина посматраних путних деоница (сегмената или суб-деоница) пута. У оквиру сваке појединачне анализе користи се константна дужина суб-деоница са претпоставком да су све посматране суб-деонице истих константних дужина, што нам даје могућност слободног избора свих дужина које нам могу бити интересантне и за које имамо потребне податке.

Наравно, поред тестирања и верификације модела на ванградском подручју (отворени пут), и у оквиру наведених дужина деоница, које ће се овом приликом детаљно обрадити, остају такође и отворене могућности за тестирање, верификацију и проширење метода и на другим путевима са различитим техничким и другим карактеристикама (путеви у оквиру градских подручја, аутопутеви, путеви резервисани за саобраћај моторних возила и други).

4.2. ОДРЕЂИВАЊЕ ПЕРИОДА АНАЛИЗЕ ЗА ПРИМЕНУ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕТОДА

Важан параметар у постизању поуздане идентификације деоница путева са статистички значајном стопом саобраћајних незгода је одређивање временског периода у коме се анализа обавља. Услед тога, у покушајима идентификовања ”црних тачака” разматрају се следећи кораци:

- Период анализе мора да буде довољно дуг да би се добили репрезентативни узорци саобраћајних незгода. Велики број истраживања указује да је, у већини случајева, период од три до пет година довољан да се гарантује поузданост анализе.
- Да би се идентификовале деонице путева на којима је дошло до наглих промена стопе саобраћајних незгода, корисно је обавити анализу у кратким временским периодима, од једне године или мање, у циљу откривања узрока и околности под којима је дошло до саобраћајне незгоде.
- Да би се избегло добијање погрешне слике због сезонских варијација, важно је обављати анализе у временским периодима од неколико година.
- После четири или пет година, подаци о саобраћајним незгодама понекад нису репрезентативни за постојеће путне и саобраћајне услове или за активности које се одвијају поред путева и понашање учесника у саобраћају итд. Због тога је важно, анализу обављати у два периода. Први период од три до пет година обезбедиће добијање поузданог узорка. Други период од једне године омогућиће откривање промена у стопи саобаћајних незгода које су изазване новим факторима.

Временски период за идентификацију опасних места у Србији у оквиру којег су успешно реализоване анализе свих незгода је 5 година, а детаљне анализе и студије

[21] Поред наведене константне дужине суб-деоница од 1км можемо узети за разматрање и константне дужине мање од 500м, као и константне дужине од 500м, 2км, 3км, 4км, 5км, односно сваку дужину коју хоћемо, користећи методу која је направљена за ову намену. Исто важи и за приступ клизног прозора изузев неколико ограничења. Референца је само за појашњење уколико узету дужину од 1км неко може сматрати неадекватном.

случајева су биле у току последње године. Чињеница је, да је најчешће примењивани период анализе за идентификацију опасних места од 3 до 5 година, и да не би требало ићи на дужи временски период од 10 година, али због повећања узорка, процене рада предложеног метода и провере његовог капацитета изабран је репрезентативни период од 11 година.

Узимајући у обзир поглавље 3.3., у коме смо навели да је познато да тестови варијансе лако верификују нулту хипотезу ако је мали број података у скуповима, и да тешко верификују нулту хипотезу када је велики број података у скуповима, налазимо као оправдање за избор овако великог временског периода од 11 година (2001-2011). Овим временским периодом обухваћено је 6.079 саобраћајних незгода са само материјалном штетом, 2.041 саобраћајне незгоде са повређенима и 322 саобраћајне незгоде са погинулима, што укупно износи 8.442 саобраћајне незгоде (Табела 4.3). Поред наведеног, оправдање за ово налази се и у плановима будућег накнадног проређења (истраживања) одређених безбедносних параметара ове путне деонице као двотрачног пута, са такође, параметрима ове деонице само убудуће не као двотрачног пута већ као аутопута чија је изградња већ почела 2012 године.

Табела 4.3 Коришћени подаци и варијације у броју саобраћајних незгода за период 2001-2011

СН-е по једном километру				**Укупан број СН-а за целу путну деоницу**	
Врста СН-а	**Мин.број СН-а по врсти незгоде**	**Макс.број СН-а по врсти незгоде**	**Средња вредност**	**Укупан број СН-а по врсти незгоде**	**(%)**
СН са само МШ	0	222	21.40	6079	72.01
СН са Повређенима	0	91	7.19	2041	24.18
СН са Погинулима	0	19	1.13	322	3.81
СН са Настрадалима	0	110	8.32	2363	27.99
Σ	**0**	**313**	**29.73**	**8442**	**100**

Напомена: Укупна дужина деонице је 282.9 (284)[3] km.

Због једноставности метода немамо примену обима саобраћаја у прорачун, што може представљати одређено ограничење са једне стране, као и одређену предност са друге стране. Укључивање обима саобраћаја у процедуру идентификације опасних места (суб-деоница) на путевима, представља један од наших будућих циљева проширења предложеног метода.

У оквиру предложеног метода постоји могућност коришћења разних временских периода анализе.

4.3. ПРЕДЛОЖЕНА ПОНДЕРИЗАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Неки аутори, при утврђивању ризика на путу, а посебно при дефинисању опасних деоница и тачака користе само податак о незгодама са погинулим, а неки обухватају и незгоде са повређеним. Ово је често у литератури и прихватљиво на глобалном нивоу, јер се у највећем броју држава евидентирају само незгоде са погинулим и повређеним лицима. Међутим, већина аутора се слаже да би требало некако узети у обзир и незгоде само са материјалном штетом, а детаљнијом анализом конкретних услова проверити да ли на том месту има услова за незгоде са настрадалим (случајно није било повреда). Да би се коректно узели у обзир сви оправдани разлози за истицање опасности на деоници пута, најкоректније је узети у обзир све саобраћајне незгоде. С обзиром да се у Србији евидентирају и незгоде са материјалном штетом, то је омогућено да се и оне узму у

разматрање. Са друге стране, да би се узеле у обзир значајне разлике у последицама незгода са погинулим, повређеним и материјалном штетом, одабран је поступак пондерисања незгода. Пондери су одређени у складу са укупним друштвеним последицама појединих врста незгода, а у намери да се све незгоде "сведу" на незгоде са материјалном штетом.

Ради тестирања модела заснованог на Анализи варијансе могу се користити различити начини пондерисања саобраћајних незгода и то:

- Основни забележени нумерички број за врсту саобраћајне незгоде (минимални пондерисани број саобраћајних незгода – ПБСН$_1$) (види поглавље 3.2),

$$ПБСН_1 = (n_1 * 1 + n_2 * 2 + n_3 * 3) \qquad (4.1)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

- Пондерисани број саобраћајних незгода (ПБСН$_2$) на основу (Lipovac et al., 2007; Lipovac et al., 2008; Antić et al., 2011), који се користи у Србији,

$$ПБСН_2 = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150) \qquad (4.2)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

- Пондерисани број саобраћајних незгода (ПБСН$_3$) на основу (Kapskij and Samoilovich, 2009), који се користи у Белорусији,

$$ПБСН_3 = (n_1 * 1 + n_2 * 15 + n_3 * 90) \qquad (4.3)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

За тестирање рада предложеног метода заснованог на Анализи варијансе па до добијања крајњих коначних резултата модела коришћен је основни забележени нумерички број за врсту саобраћајне незгоде односно минимални пондерисани број саобраћајних незгода – ПБСН$_1$ (види поглавље 3.2).

4.4. ТЕСТИРАЊЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕТОДА

Тестирање предложеног метода, а коришћењем континуалне анализе варијансе - АНОВЕ, као што је већ наведено, урађено је за укупан период 2001-2011, са 284 суб-деоница дужине по 1км, са елементарном пондеризацијом саобраћајних незгода ПБСН$_1$ са елементарним пондерима 1, 2 и 3 (види поглавље 3.2), затим са пондеризацијом ПБСН$_2$ са пондерима 1, 15 и 90, која се користи у Србији (Lipovac et al., 2007; Lipovac et al., 2008; Antić et al., 2011), и са пондеризацијом ПБСН$_3$ са пондерима 1, 20 и 150, која се користи у Белорусији (Kapskij and Samoilovich, 2009). Коришћен праг значајности је 0.05. У оквиру

наредне Табеле 4.4 представљени су резултати методе за свих 284 посматраних суб-деоница дужине од 1км, који се сигнификантно разликују као и оне које се сигнификантно не разликују од осталих суб-деоница односно од осталих километарских деоница. Зеленом бојом су означене суб-деонице које су безбедне, а црвеном бојом су означене суб-деонице које су не безбедне, док неозначене суб-деонице означавају неутралне суб-деонице. И зелене и црвене суб-деонице су суб-деонице које се сигнификантно разликују од свих осталих суб-деоница. У зависности од тога да ли имају веће или мање математичко очекивање у односу на просечно или средње математичко очекивање целог скупа, имамо и разлику у томе да ли су те суб-деонице безбедне или не безбедне.

Табела 4.4 Приказ резултата методе за различите пондере:
$ПБСН_1$ (Елементарни пондери 1,2 и 3), $ПБСН_2$ (Пондери 1, 15 и 90), и $ПБСН_3$ (Пондери 1, 20 и 150)

	$ПБСН_1$ (Пондери 1, 2 и 3)						**$ПБСН_2$ (Пондери 1, 15 и 90)**						**$ПБСН_3$ (Пондери 1, 20 и 150)**					
Редни број	**Редни број км**	**ПБСН**	**Критична вредост CR_1**	**Математ. очекивање ε_1**	**АНОВА Варијанса p_1**	**АНОВА вредност F_1**	**Редни број км**	**ПБСН**	**Критична вредост CR_2**	**Математ. очекивање ε_2**	**АНОВА Варијанса p_2**	**АНОВА вредност F_2**	**Редни број км**	**ПБСН**	**Критична вредост CR_3**	**Математ. очекивање ε_3**	**АНОВА Варијанса p_3**	**АНОВА вредност F_3**
1	205	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	205	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	205	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
2	206	3	0.3706774	0.2500000	0.0000010	23.8981734	206	3	9.4035289	0.2500000	0.1636613	1.9403675	206	3	15.4971743	0.2500000	0.2152067	1.5362558
3	207	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	207	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	207	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
4	208	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	208	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	208	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
5	209	19	0.2806398	0.9047619	0.0597100	3.5462729	209	71	7.1121495	3.3809524	0.3274423	0.9590860	209	91	11.7207198	4.3333333	0.3388536	0.9148561
6	210	10	0.3318569	0.6666667	0.0027155	8.9941352	210	36	8.4124711	2.4000000	0.2909097	1.1155312	210	46	13.8637016	3.0666667	0.3234911	0.9748811
7	211	24	0.2950593	1.2631579	0.5530853	0.3518440	211	128	7.4766960	6.7368421	0.9597515	0.0025469	211	168	12.3214362	8.8421053	0.8481561	0.0366634
8	212	12	0.3711279	1.0000000	0.3579199	0.8452607	212	64	9.4044366	5.3333333	0.7393112	0.1107395	212	84	15.4983089	7.0000000	0.7000856	0.1483918
9	213	96	0.1375973	1.0909091	0.2326582	1.4247182	213	200	3.4855819	2.2727273	0.0082768	6.9755181	213	240	5.7443672	2.7272727	0.0118095	6.3417010
10	214	133	0.1200325	1.1465517	0.6504512	0.2053448	214	428	3.0408406	3.6896552	0.0346726	4.4625107	214	568	5.0113326	4.8965517	0.0416881	4.1489503
11	215	155	0.1185012	1.3025210	0.0314528	4.6294542	215	928	3.0034018	7.7983193	0.5659308	0.3295619	215	1358	4.9495589	11.4117647	0.5836611	0.3003737
12	216	177	0.1068038	1.2040816	0.5750160	0.3143833	216	811	2.7062115	5.5170068	0.2992329	1.0777280	216	1161	4.4598250	7.8979592	0.3383653	0.9167078
13	217	167	0.1101778	1.2101449	0.5141668	0.4256099	217	666	2.7915463	4.8260870	0.1343282	2.2421415	217	911	4.6004246	6.6014493	0.1369285	2.2125162
14	218	104	0.1346087	1.1304348	0.5222775	0.4094239	218	260	3.4099284	2.8260870	0.0173371	5.6639172	218	320	5.6195956	3.4782609	0.0208562	5.3405556
15	219	67	0.1803814	1.3137255	0.1271362	2.3275376	219	471	4.5710370	9.2352941	0.3204679	0.9871396	219	706	7.5329858	13.8431373	0.3206765	0.9862889
16	220	48	0.2088444	1.2631579	0.4010862	0.7051307	220	239	5.2921251	6.2894737	0.8121292	0.0564950	220	339	8.7213220	8.9210526	0.8000727	0.0641407
17	221	43	0.2274933	1.3437500	0.1425094	2.1510094	221	321	5.7648048	10.0312500	0.2902754	1.1184684	221	481	9.5003202	15.0312500	0.3022558	1.0643310
18	222	73	0.1650418	1.1967213	0.7859233	0.0737752	222	351	4.1819704	5.7540984	0.5796650	0.3067977	222	511	6.8918398	8.3770492	0.6334574	0.2274161
19	223	70	0.1737449	1.2727273	0.2628750	1.2537016	223	631	4.4018832	11.4727273	0.0420240	4.1353581	223	1006	7.2538861	18.2909091	0.0251295	5.0165327
20	224	84	0.1530600	1.1830986	0.9064298	0.0138171	224	375	3.8782727	5.2816901	0.4018900	0.7027272	224	540	6.3913684	7.6056338	0.4514922	0.5669500
21	225	101	0.1416515	1.2168675	0.5496944	0.3578906	225	579	3.5893990	6.9759036	0.9794443	0.0006639	225	869	5.9152579	10.4698795	0.8869285	0.0202196
22	226	108	0.1424781	1.3170732	0.0472531	3.9373780	226	629	3.6109958	7.6707317	0.6849067	0.1646648	226	909	5.9508694	11.0853659	0.7295905	0.1194950
23	227	76	0.1663927	1.2666667	0.2722381	1.2055751	227	467	4.2164851	7.7833333	0.6896473	0.1594772	227	697	6.9486760	11.6166667	0.6555591	0.1989757
24	228	52	0.1919928	1.1555556	0.8501912	0.0356755	228	278	4.8649222	6.1777778	0.7611837	0.0923768	228	418	8.0173275	9.2888889	0.8529118	0.0343767
25	229	35	0.2240455	1.0606061	0.3199393	0.9892983	229	61	5.6764961	1.8484848	0.0785757	3.0947870	229	71	9.3549320	2.1515152	0.0972893	2.7499710
26	230	82	0.1499434	1.1081081	0.3858166	0.7521554	230	247	3.7988945	3.3378378	0.0620440	3.4827091	230	337	6.2606693	4.5540541	0.0834591	2.9968512
27	231	97	0.1425076	1.1829268	0.9013048	0.0153801	231	536	3.6110184	6.5365854	0.8299552	0.0461240	231	811	5.9509061	9.8902439	0.9592330	0.0026130
28	232	95	0.1375943	1.0795455	0.1748384	1.8412365	232	247	3.4858593	2.8068182	0.0194082	5.4662213	232	332	5.7448772	3.7727273	0.0309321	4.6581171
29	233	75	0.1692128	1.2931034	0.1653660	1.9247556	233	296	4.2879885	5.1034483	0.4014550	0.7040270	233	381	7.0664390	6.5689655	0.3324684	0.9393556
30	234	65	0.1803920	1.2745098	0.2724807	1.2043558	234	443	4.5711368	8.6862745	0.4490655	0.5730570	234	668	7.5331245	13.0980392	0.4247038	0.6373175
31	235	41	0.2207484	1.2058824	0.7763629	0.0806958	235	254	5.5935937	7.4705882	0.8490831	0.0362117	235	389	9.2181147	11.4411765	0.7657863	0.0887442
32	236	71	0.1737403	1.2909091	0.1849082	1.7579832	236	340	4.4028176	6.1818182	0.7380973	0.1118126	236	470	7.2557423	8.5454545	0.6840543	0.1656079
33	237	65	0.1769825	1.2264151	0.5595385	0.3405280	237	404	4.4846489	7.6226415	0.7606696	0.0927875	237	614	7.3905900	11.5849057	0.6813615	0.1686076
34	238	58	0.1753369	1.0740741	0.2616940	1.2599233	238	184	4.4426163	3.4074074	0.1184250	2.4384700	238	259	7.3215223	4.7962963	0.1579861	1.9937128
35	239	41	0.2145513	1.1388889	0.7477683	0.1034219	239	167	5.4363852	4.6388889	0.4075270	0.6860648	239	242	8.9591367	6.7222222	0.4659976	0.5314937
36	240	61	0.1804030	1.1960784	0.8094001	0.0581807	240	326	4.5712621	6.3921569	0.8170770	0.0535055	240	481	7.5333676	9.4313725	0.8727270	0.0256640
37	241	59	0.1963457	1.3720930	0.0471394	3.9414349	241	463	4.9756661	10.7674419	0.1290827	2.3039032	241	698	8.1998496	16.2325581	0.1375933	2.2050436
38	242	39	0.2116306	1.0540541	0.2651758	1.2416799	242	65	5.3618777	1.7567568	0.0578776	3.5980538	242	75	8.8364701	2.0270270	0.0744480	3.1828243
39	243	70	0.1677984	1.1864407	0.8836553	0.0214157	243	396	4.2518757	6.7118644	0.9197915	0.0101403	243	601	7.0070166	10.1864407	0.9680880	0.0016006
40	244	70	0.1637122	1.1290323	0.5882949	0.2930350	244	174	4.1475549	2.8064516	0.0500551	3.8405918	244	214	6.8351756	3.4516129	0.0572523	3.6161252

41	245	56	0.1941420	1.2727273	0.3169093	1.0017652	245	334	4.9196399	7.5909091	0.7912315	0.0700763	245	494	8.1074714	11.2272727	0.7740038	0.0824551
42	246	97	0.1451611	1.2278481	0.4636152	0.5371961	246	392	3.6781485	4.9620253	0.2908538	1.1157898	246	532	6.0615063	6.7341772	0.2808037	1.1633288
43	247	64	0.1650231	1.0491803	0.1360250	2.2227376	247	177	4.1812428	2.9016393	0.0576122	3.6056986	247	247	6.8908532	4.0491803	0.0863613	2.9415359
44	248	93	0.1662290	1.5500000	0.0000083	19.8815212	248	657	4.2157345	10.9500000	0.0601298	3.5346454	248	927	6.9478868	15.4500000	0.1251464	2.3521165
45	249	40	0.2311355	1.2903226	0.3226255	0.9783753	249	292	5.8568674	9.4193548	0.4034360	0.6981235	249	442	9.6519912	14.2580645	0.3909544	0.7360390
46	250	51	0.1941521	1.1590909	0.8800369	0.0227788	250	155	4.9191762	3.5227273	0.1730243	1.8568231	250	195	8.1067129	4.4318182	0.1731199	1.8559968
47	251	164	0.1241491	1.5185185	0.0000000	30.2320479	251	1136	3.1500015	10.5185185	0.0239906	5.0969537	251	1616	5.1915757	14.9629630	0.0605289	3.5236749
48	252	347	0.0876193	1.5917431	0.0000000	91.3688531	252	3183	2.2252746	14.6009174	0.0000000	47.7716677	252	4778	3.6683030	21.9174312	0.0000000	42.1063769
49	253	118	0.1331758	1.2553191	0.2269802	1.4598745	253	552	3.3747567	5.8723404	0.5356155	0.3837546	253	772	5.5615255	8.2127660	0.5147606	0.4244097
50	254	90	0.1470227	1.1688312	0.9448471	0.0047860	254	381	3.7252167	4.9480519	0.2936767	1.1028116	254	546	6.1391539	7.0909091	0.3421558	0.9024279
51	255	49	0.2175366	1.4000000	0.0411200	4.1722001	255	414	5.5125207	11.8285714	0.0806155	3.0531009	255	634	9.0845349	18.1142857	0.0807719	3.0499523
52	256	148	0.1265872	1.4230769	0.0000981	15.1866975	256	1086	3.2093892	10.4423077	0.0301915	4.6997654	256	1606	5.2891862	15.4423077	0.0432875	4.0852364
53	257	43	0.2207417	1.2647059	0.4191622	0.6527198	257	295	5.5934931	8.6764706	0.5391746	0.3770990	257	445	9.2179529	13.0882353	0.5162624	0.4213851
54	258	52	0.2035696	1.3000000	0.2233881	1.4826664	258	330	5.1586183	8.2500000	0.6145113	0.2536745	258	490	8.5013058	12.2500000	0.6098080	0.2604720
55	259	32	0.2431758	1.1428571	0.8014794	0.0632221	259	158	6.1618400	5.6428571	0.6817612	0.1681604	259	233	10.1546304	8.3214286	0.7389269	0.1110786
56	260	41	0.2207484	1.2058824	0.7763629	0.0806958	260	145	5.5933456	4.2647059	0.3491014	0.8768075	260	185	9.2176892	5.4411765	0.3263077	0.9635954
57	261	72	0.1611504	1.1250000	0.5489258	0.3592708	261	298	4.0832362	4.6562500	0.2723748	1.2048881	261	438	6.7292141	6.8437500	0.3483214	0.8796503
58	262	34	0.2240384	1.0303030	0.2075128	1.5889111	262	60	5.6764850	1.8181818	0.0768098	3.1318267	262	70	9.3549216	2.1212121	0.0960112	2.7711341
59	263	39	0.2275173	1.2187500	0.6989777	0.1495466	263	204	5.7651341	6.3750000	0.8501823	0.0356798	263	294	9.5008379	9.1875000	0.8593421	0.0314057
60	264	70	0.1722003	1.2500000	0.3844292	0.7565601	264	374	4.3635839	6.6785714	0.9099355	0.0127968	264	544	7.1911084	9.7142857	0.9279737	0.0081716
61	265	152	0.1248192	1.4205607	0.0000916	15.3158195	265	981	3.1650409	9.1682243	0.1610959	1.9642159	265	1406	5.2160897	13.1401869	0.2396880	1.3826016
62	266	49	0.2239692	1.4848485	0.0063812	7.4426985	266	453	5.6757634	13.7272727	0.0185818	5.5423631	266	688	9.3537458	20.8484848	0.0232097	5.1544144
63	267	44	0.2348816	1.4666667	0.0143649	5.9949516	267	361	5.9526944	12.0333333	0.0920524	2.8386851	267	536	9.8101303	17.8666667	0.1171978	2.4548232
64	268	24	0.3118693	1.4117647	0.1346683	2.2382305	268	215	7.9026005	12.6470588	0.1557099	2.0157238	268	315	13.0236033	18.5294118	0.2011306	1.6343728
65	269	68	0.1962138	1.5813953	0.0000443	16.6913282	269	589	4.9743900	13.6976744	0.0074346	7.1679344	269	869	8.1982295	20.2093023	0.0147189	5.9519854
66	270	34	0.2389598	1.1724138	0.9897143	0.0001662	270	173	6.0550123	5.9655172	0.7545477	0.0977548	270	253	9.9785656	8.7241379	0.7949383	0.0675536
67	271	53	0.2144679	1.4722222	0.0062659	7.4755491	271	435	5.4355853	12.0833333	0.0622987	3.4759271	271	635	8.9580747	17.6388889	0.0955652	2.7785915
68	272	27	0.2523148	1.0384615	0.2914890	1.1128554	272	140	6.3937478	5.3846154	0.6351938	0.2250977	272	210	10.5368301	8.0769231	0.7138484	0.1344714
69	273	48	0.2061649	1.2307692	0.5880090	0.2934844	273	191	5.2239678	4.8974359	0.4443480	0.5850775	273	246	8.6089383	6.3076923	0.3933284	0.7286942
70	274	20	0.2806567	0.9523810	0.1211814	2.4024166	274	194	7.1123569	9.2380952	0.5239507	0.4061398	274	314	11.7208677	14.9523810	0.4110799	0.6757350
71	275	18	0.3031140	1.0000000	0.2600295	1.2687519	275	118	7.6811662	6.5555556	0.9239719	0.0091077	275	183	12.6584275	10.1666667	0.9848541	0.0003604
72	276	54	0.1963795	1.2558140	0.4122871	0.6722550	276	271	4.9762547	6.3023256	0.8042741	0.0614179	276	381	8.2007686	8.8604651	0.7764046	0.0806649
73	277	15	0.3118507	0.8823529	0.0665419	3.3671046	277	41	7.9029164	2.4117647	0.2620596	1.2579939	277	51	13.0239524	3.0000000	0.2885855	1.1263350
74	278	17	0.3214806	1.0625000	0.4962841	0.4629093	278	156	8.1460515	9.7500000	0.4968875	0.4616135	278	236	13.4245361	14.7500000	0.4916257	0.4730031
75	279	8	0.3710037	0.6666667	0.0073370	7.1916610	279	21	9.4039127	1.7500000	0.2801289	1.1665979	279	26	15.4976178	2.1666667	0.3188507	0.9937597
76	280	31	0.2476253	1.1481481	0.8376350	0.0419943	280	183	6.2746337	6.7777778	0.9622186	0.0022440	280	268	10.3404827	9.9259259	0.9820753	0.0005048
77	281	32	0.2476258	1.1851852	0.9291870	0.0078979	281	210	6.2746111	7.7777778	0.7904908	0.0705863	281	305	10.3404521	11.2962963	0.8120042	0.0565716
78	282	23	0.2950639	1.2105263	0.8079519	0.0590859	282	162	7.4766276	8.5263158	0.6750279	0.1757878	282	242	12.3213405	12.7368421	0.6680060	0.1839549
79	283	25	0.2950510	1.3157895	0.3455638	0.8897696	283	338	7.4734904	17.7894737	0.0043532	8.1342059	283	538	12.3159525	28.3157895	0.0036032	8.4779096
80	284	30	0.2626008	1.2500000	0.5697475	0.3231278	284	317	6.6529932	13.2083333	0.0638645	3.4348753	284	507	10.9637200	21.1250000	0.0472148	3.9387418
81	285	67	0.1962330	1.5581395	0.0001180	14.8372801	285	697	4.9727346	16.2093023	0.0002420	13.4835287	285	1072	8.1952824	24.9302326	0.0003533	12.7734666
82	286	86	0.1520010	1.1944444	0.7904765	0.0705962	286	294	3.8511614	4.0833333	0.1447568	2.1270016	286	374	6.3465943	5.1944444	0.1315390	2.2746396
83	287	27	0.2806833	1.2857143	0.4345683	0.6106350	287	131	7.1124957	6.2380952	0.8487524	0.0363725	287	171	11.7212228	8.1428571	0.7501640	0.1013992
84	288	59	0.1840279	1.2040816	0.7474374	0.1037030	288	228	4.6629115	4.6530612	0.3365603	0.9235837	288	293	7.6843277	5.9795918	0.2977033	1.0845733
85	289	23	0.2742410	1.0454545	0.3575417	0.8465919	289	62	6.9488544	2.8181818	0.2454893	1.3489599	289	77	11.4516397	3.5000000	0.2619232	1.2587133
86	290	40	0.2088378	1.0526316	0.2531823	1.3058168	290	92	5.2913573	2.4210526	0.0938795	2.8071236	290	112	8.7201731	2.9473684	0.1095262	2.5615255
87	291	27	0.2742511	1.2272727	0.7028513	0.1455315	291	192	6.9492543	8.7272727	0.6114621	0.2580685	291	282	11.4522635	12.8181818	0.6344147	0.2261362
88	292	43	0.2348975	1.4333333	0.0300725	4.7065617	292	273	5.9534246	9.1000000	0.4737018	0.5133689	292	388	9.8112275	12.9333333	0.5628672	0.3347876
89	293	28	0.2523221	1.0769231	0.4499648	0.5707878	293	106	6.3935648	4.0769231	0.3809570	0.7676831	293	136	10.5364573	5.2307692	0.3696027	0.8050765
90	294	24	0.2742481	1.0909091	0.5520664	0.3536535	294	150	6.9493486	6.8181818	0.9750028	0.0009819	294	225	11.4523996	10.2272727	0.9749659	0.0009848

91	295	30	0.2573126	1.2000000	0.8425985	0.0394325	295	230	6.5199406	9.2000000	0.4939816	0.4678782	295	360	10.7446490	14.4000000	0.4259735	0.6338311
92	296	15	0.3214531	0.9375000	0.1489483	2.0833270	296	41	8.1457745	2.5625000	0.2929445	1.1061624	296	51	13.4241598	3.1875000	0.3163031	1.0042783
93	297	29	0.2573130	1.1600000	0.9150195	0.0113875	297	94	6.5197881	3.7600000	0.3398125	0.9112306	297	119	10.7444795	4.7600000	0.3341477	0.9328517
94	298	26	0.2682377	1.1304348	0.7499182	0.1016057	298	178	6.7969371	7.7391304	0.8149930	0.0547542	298	263	11.2012255	11.4347826	0.8074279	0.0594152
95	299	42	0.2207459	1.2352941	0.5850894	0.2980991	299	172	5.5934769	5.0588235	0.5110180	0.4320146	299	222	9.2178846	6.5294118	0.4535509	0.5618090
96	300	23	0.2950639	1.2105263	0.8079519	0.0590859	300	114	7.4766735	6.0000000	0.8073231	0.0594812	300	149	12.3213801	7.8421053	0.7257736	0.1230350
97	301	33	0.2572963	1.3200000	0.2650875	1.2421391	301	237	6.5198985	9.4800000	0.4422926	0.5903767	301	342	10.7447579	13.6800000	0.5063677	0.4415994
98	302	13	0.3319565	0.8666667	0.0693766	3.2984575	302	126	8.4129139	8.4000000	0.7316087	0.1176466	302	196	13.8642808	13.0666667	0.6688961	0.1829075
99	303	15	0.3436431	1.0714286	0.5582964	0.3426868	303	54	8.7075672	3.8571429	0.4889355	0.4789055	303	69	14.3499041	4.9285714	0.4843879	0.4890067
100	304	14	0.3565975	1.0769231	0.5934595	0.2849933	304	66	9.0359434	5.0769231	0.6876634	0.1616364	304	86	14.8910365	6.6153846	0.6515472	0.2039680
101	305	39	0.2389349	1.3448276	0.1601082	1.9735137	305	243	6.0549728	8.3793103	0.6379660	0.2214264	305	348	9.9785231	12.0000000	0.7001860	0.1482874
102	306	19	0.3031248	1.0555556	0.4432880	0.5878058	306	71	7.6809343	3.9444444	0.4457487	0.5814879	306	91	12.6580283	5.0555556	0.4393015	0.5981567
103	307	12	0.3565670	0.9230769	0.1675705	1.9048365	307	64	9.0359301	4.9230769	0.6632563	0.1896040	307	84	14.8910218	6.4615385	0.6370144	0.2226825
104	308	20	0.3214848	1.2500000	0.6427064	0.2152339	308	159	8.1460243	9.9375000	0.4687254	0.5250215	308	239	13.4245088	14.9375000	0.4745298	0.5114493
105	309	30	0.2742266	1.3636364	0.1745676	1.8435518	309	221	6.9490648	10.0454545	0.3786489	0.7751564	309	321	11.4520331	14.5909091	0.4357346	0.6075412
106	310	28	0.2742460	1.2727273	0.4796534	0.4996908	310	280	6.9483651	12.7272727	0.1014008	2.6838931	310	430	11.4507971	19.5454545	0.1033480	2.6536142
107	311	46	0.2207197	1.3529412	0.1110102	2.5402548	311	337	5.5932801	9.9117647	0.2945517	1.0988212	311	502	9.2176650	14.7647059	0.3141132	1.0134092
108	312	20	0.3214848	1.2500000	0.6427064	0.2152339	312	233	8.1447971	14.5625000	0.0659747	3.3812142	312	368	13.4223315	23.0000000	0.0582817	3.5864857
109	313	32	0.2682033	1.3913043	0.1116509	2.5311678	313	210	6.7968117	9.1304348	0.5248453	0.4043915	313	305	11.2010727	13.2608696	0.5728676	0.3179300
110	314	32	0.2573043	1.2800000	0.4184320	0.6547720	314	271	6.5196242	10.8400000	0.2388037	1.3878169	314	416	10.7441844	16.6400000	0.2279996	1.4534854
111	315	27	0.2626034	1.1250000	0.7141722	0.1341533	315	79	6.6537943	3.2916667	0.2830859	1.1523459	315	99	10.9653481	4.1250000	0.2891703	1.1236060
112	316	61	0.1919580	1.3555556	0.0626953	3.4654262	316	391	4.8648158	8.6888889	0.4765371	0.5068181	316	571	8.0171638	12.6888889	0.5162193	0.4214717
113	317	28	0.2806739	1.3333333	0.2650907	1.2421222	317	193	7.1123632	9.1904762	0.5325458	0.3895600	317	283	11.7210812	13.4761905	0.5654503	0.3303779
114	318	28	0.2682377	1.2173913	0.7506823	0.1009645	318	206	6.7968338	8.9565217	0.5581070	0.3430167	318	301	11.2010925	13.0869565	0.5937925	0.2844797
115	319	35	0.2311456	1.1290323	0.7023627	0.1460345	319	139	5.8568751	4.4838710	0.4119923	0.6731036	319	179	9.6519812	5.7741935	0.3846715	0.7557894
116	320	36	0.2349553	1.2000000	0.8277556	0.0473441	320	201	5.9535841	6.7000000	0.9397298	0.0057171	320	291	9.8113983	9.7000000	0.9450442	0.0047518
117	321	419	0.0736655	1.3343949	0.0000104	19.4600580	321	2712	1.8681995	8.6369427	0.0640690	3.4295925	321	3992	3.0788148	12.7133758	0.0790764	3.0844486
118	322	22	0.2876049	1.1000000	0.6136362	0.2549307	322	100	7.2876642	5.0000000	0.6033719	0.2699583	322	130	12.0098960	6.5000000	0.5624379	0.3355244
119	323	40	0.2475482	1.4814815	0.0147057	5.9535668	323	344	6.2735386	12.7407407	0.0688425	3.3111584	323	514	10.3388908	19.0370370	0.0875682	2.9191220
120	324	55	0.2035450	1.3750000	0.0520979	3.7735729	324	398	5.1583263	9.9500000	0.2493755	1.3269617	324	583	8.5009297	14.5750000	0.2945009	1.0990526
121	325	36	0.2431662	1.2857143	0.3667277	0.8148007	325	227	6.1618488	8.1071429	0.7072391	0.1410588	325	327	10.1546364	11.6785714	0.7518731	0.0999696
122	326	34	0.2389598	1.1724138	0.9897143	0.0001662	326	260	6.0549040	8.9655172	0.5087710	0.4366271	326	400	9.9783143	13.7931034	0.4604445	0.5448584
123	327	26	0.2523052	1.0000000	0.1756525	1.8343022	327	65	6.3931993	2.5000000	0.1736483	1.8514407	327	80	10.5359671	3.0769231	0.1940394	1.6869174
124	328	24	0.2876083	1.2000000	0.8590685	0.0315293	328	237	7.2870926	11.8500000	0.1850446	1.7568918	328	372	12.0088696	18.6000000	0.1620172	1.9556023
125	329	35	0.2389589	1.2068966	0.7866880	0.0732360	329	213	6.0550377	7.3448276	0.8926994	0.0181961	329	308	9.9785944	10.6206897	0.9096332	0.0128832
126	330	35	0.2476136	1.2962963	0.3319207	0.9414861	330	226	6.2745670	8.3703704	0.6518582	0.2035783	330	326	10.3404018	12.0740741	0.6998038	0.1486851
127	331	55	0.2010696	1.3414634	0.1013336	2.6849501	331	372	5.0954740	9.0731707	0.4078296	0.6851797	331	547	8.3972873	13.3414634	0.4398769	0.5966536
128	332	30	0.2626008	1.2500000	0.5697475	0.3231278	332	208	6.6541065	8.6666667	0.6081281	0.2629273	332	303	10.9658746	12.6250000	0.6439899	0.2135755
129	333	39	0.2522439	1.5000000	0.0111484	6.4440320	333	417	6.3911818	16.0384615	0.0051302	7.8366266	333	642	10.5327596	24.6923077	0.0063169	7.4609440
130	334	64	0.2009460	1.5609756	0.0001525	14.3530555	334	424	5.0951916	10.3414634	0.1877113	1.7357406	334	589	8.3970975	14.3658537	0.3113555	1.0250264
131	335	24	0.2876083	1.2000000	0.8590685	0.0315293	335	102	7.2876747	5.1000000	0.6222778	0.2426950	335	132	12.0099078	6.6000000	0.5735158	0.3168572
132	336	39	0.2389349	1.3448276	0.1601082	1.9735137	336	256	6.0549223	8.8275862	0.5378962	0.3794805	336	366	9.9784657	12.6206897	0.6119610	0.2573463
133	337	40	0.2389239	1.3793103	0.0913600	2.8508246	337	344	6.0542250	11.8620690	0.1094476	2.5626606	337	514	9.9773973	17.7241379	0.1304930	2.2870269
134	338	30	0.2682263	1.3043478	0.3399584	0.9106801	338	208	6.7968230	9.0434783	0.5413486	0.3730730	338	303	11.2010828	13.1739130	0.5832863	0.3009725
135	339	25	0.2742522	1.1363636	0.7877115	0.0725177	339	116	6.9492687	5.2727273	0.6398363	0.2189704	339	151	11.4522206	6.8636364	0.5855998	0.2972890
136	340	41	0.2311279	1.3225806	0.2064666	1.5962495	340	380	5.8560952	12.2580645	0.0737715	3.1977513	340	590	9.6506607	19.0322581	0.0672530	3.3495929
137	341	45	0.2240245	1.3636364	0.0961501	2.7688185	341	288	5.6773068	8.7272727	0.5336004	0.3875588	341	408	9.3561720	12.3636364	0.6260841	0.2374240
138	342	30	0.2523293	1.1538462	0.8754597	0.0245648	342	208	6.3937873	8.0000000	0.7421898	0.1082176	342	303	10.5368548	11.6538462	0.7641554	0.0900223
139	343	29	0.2573130	1.1600000	0.9150195	0.0113875	343	120	6.5199601	4.8000000	0.5213419	0.4112685	343	155	10.7447284	6.2000000	0.4823071	0.4936810
140	344	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	344	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	344	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781

141	345	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	345	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	345	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
142	346	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	346	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	346	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
143	347	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	347	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	347	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
144	348	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	348	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	348	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
145	349	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	349	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	349	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
146	350	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	350	15	9.8215124	1.3636364	0.2665107	1.2347641	350	20	16.1858794	1.8181818	0.3189820	0.9932206
147	351	5	0.3708307	0.4166667	0.0000625	16.0410152	351	31	9.4040840	2.5833333	0.3648081	0.8213524	351	41	15.4978552	3.4166667	0.4016706	0.7033826
148	352	8	0.3710037	0.6666667	0.0073370	7.1916610	352	182	9.4030272	15.1666667	0.0858126	2.9518383	352	302	15.4954358	25.1666667	0.0556549	3.6632554
149	353	4	0.3872834	0.3636364	0.0000411	16.8352998	353	17	9.8215535	1.5454545	0.2824500	1.1553952	353	22	16.1859165	2.0000000	0.3297962	0.9497956
150	354	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	354	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	354	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
151	355	3	0.3706774	0.2500000	0.0000010	23.8981734	355	3	9.4035289	0.2500000	0.1636613	1.9403675	355	3	15.4971743	0.2500000	0.2152067	1.5362558
152	356	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	356	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	356	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
153	357	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	357	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	357	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
154	358	3	0.3872019	0.2727273	0.0000051	20.8333081	358	3	9.8212370	0.2727273	0.1838643	1.7663670	358	3	16.1855307	0.2727273	0.2364958	1.4015385
155	359	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	359	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	359	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
156	360	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	360	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	360	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
157	361	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	361	2	9.8212118	0.1818182	0.1779473	1.8149539	361	2	16.1855084	0.1818182	0.2321632	1.4277422
158	362	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	362	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	362	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
159	363	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	363	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	363	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
160	364	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	364	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	364	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
161	365	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	365	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	365	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
162	366	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	366	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	366	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
163	367	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	367	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	367	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
164	368	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	368	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	368	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
165	369	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	369	15	9.8215124	1.3636364	0.2665107	1.2347641	369	20	16.1858794	1.8181818	0.3189820	0.9932206
166	370	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	370	2	9.8212118	0.1818182	0.1779473	1.8149539	370	2	16.1855084	0.1818182	0.2321632	1.4277422
167	371	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	371	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	371	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
168	372	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	372	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	372	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
169	373	0	0.3869052	0.0000000	0.0000000	35.4039546	373	0	9.8211605	0.0000000	0.1665404	1.9141066	373	0	16.1854630	0.0000000	0.2236675	1.4808781
170	374	1	0.3870128	0.0909091	0.0000000	30.1163823	374	1	9.8211863	0.0909091	0.1721732	1.8642004	374	1	16.1854858	0.0909091	0.2278871	1.4541888
171	375	108	0.1442185	1.3500000	0.0159313	5.8125275	375	607	3.6554730	7.5875000	0.7220062	0.1265861	375	852	6.0241804	10.6500000	0.8425468	0.0394588
172	376	54	0.1941493	1.2272727	0.5891164	0.2917462	376	258	4.9196109	5.8636364	0.6699864	0.1816294	376	363	8.1074255	8.2500000	0.6632187	0.1896491
173	377	123	0.1324676	1.2947368	0.0713291	3.2528976	377	622	3.3571858	6.5473684	0.8220088	0.0506107	377	867	5.5325641	9.1263158	0.7427299	0.1077481
174	378	26	0.2806893	1.2380952	0.6538857	0.2010490	378	117	7.1124567	5.5714286	0.7078798	0.1404124	378	152	11.7211489	7.2380952	0.6383928	0.2208645
175	379	60	0.1919661	1.3333333	0.1023622	2.6688642	379	268	4.8649061	5.9555556	0.6937129	0.1551047	379	348	8.0172059	7.7333333	0.5705485	0.3217880
176	380	63	0.1821807	1.2600000	0.3525425	0.8643696	380	245	4.6163342	4.9000000	0.3867854	0.7490931	380	315	7.6075581	6.3000000	0.3325112	0.9391892
177	381	45	0.2274708	1.4062500	0.0448025	4.0271254	381	349	5.7645858	10.9062500	0.1751535	1.8385482	381	519	9.5000359	16.2187500	0.2015067	1.6316467
178	382	85	0.1623800	1.3492063	0.0333825	4.5273762	382	493	4.1155182	7.8253968	0.6676226	0.1844072	382	703	6.7823273	11.1587302	0.7459303	0.1049887
179	383	46	0.2175660	1.3142857	0.2049012	1.6073122	383	324	5.5132081	9.2571429	0.4064731	0.6891544	383	484	9.0856752	13.8285714	0.4128896	0.6705240
180	384	52	0.2088152	1.3684211	0.0671050	3.3532211	384	247	5.2921338	6.5000000	0.8733143	0.0254257	384	322	8.7212938	8.4736842	0.7232431	0.1254140
181	385	60	0.1963355	1.3953488	0.0265464	4.9216081	385	477	4.9755591	11.0930233	0.0996638	2.7114463	385	717	8.1997085	16.6744186	0.1116443	2.5312615
182	386	7	0.3433808	0.5000000	0.0001188	14.8237401	386	7	8.7068235	0.5000000	0.1475303	2.0979456	386	7	14.3489856	0.5000000	0.1920116	1.7023578
183	387	13	0.3029974	0.7222222	0.0034428	8.5608648	387	52	7.6807381	2.8888889	0.3019742	1.0655717	387	67	12.6577862	3.7222222	0.3270443	0.9606654
184	388	28	0.2742460	1.2727273	0.4796534	0.4996908	388	254	6.9487253	11.5454545	0.1921726	1.7011251	388	394	11.4513018	17.9090909	0.1775693	1.8181213
185	389	6	0.3563139	0.4615385	0.0000885	15.3800232	389	19	9.0353490	1.4615385	0.2353018	1.4087017	389	24	14.8902807	1.8461538	0.2802306	1.1661045
186	390	8	0.3875228	0.7272727	0.0238154	5.1096758	390	34	9.8218479	3.0909091	0.4435132	0.5872252	390	44	16.1862696	4.0000000	0.4640317	0.5361958
187	391	20	0.3119061	1.1764706	0.9875094	0.0002451	391	98	7.9034060	5.7647059	0.7725205	0.0835718	391	128	13.0246276	7.5294118	0.7047984	0.1435369
188	392	47	0.2145360	1.3055556	0.2279129	1.4540275	392	264	5.4365759	7.3333333	0.8837724	0.0213723	392	374	8.9593852	10.3888889	0.9397061	0.0057216
189	393	33	0.2349511	1.1000000	0.5361203	0.3828059	393	98	5.9531269	3.2666667	0.2267574	1.4612755	393	123	9.8106672	4.1000000	0.2338715	1.4173400
190	394	8	0.3564252	0.6153846	0.0021187	9.4489247	394	8	9.0351250	0.6153846	0.1705313	1.8785521	394	8	14.8899850	0.6153846	0.2142647	1.5425817

191	395	28	0.2742460	1.2727273	0.4796534	0.4996908	395	132	6.9493237	6.0000000	0.7929584	0.0688949	395	172	11.4523122	7.8181818	0.7027649	0.1456203
192	396	4	0.3707579	0.3333333	0.0000088	19.7732535	396	4	9.4035528	0.3333333	0.1689819	1.8922410	396	4	15.4971955	0.3333333	0.2191359	1.5102206
193	397	74	0.1663989	1.2333333	0.4820241	0.4943194	397	391	4.2165123	6.5166667	0.8471145	0.0371744	397	566	6.9487379	9.4333333	0.8624286	0.0300288
194	398	6	0.3708960	0.5000000	0.0003673	12.7005367	398	19	9.4038749	1.5833333	0.2649412	1.2428997	398	24	15.4975830	2.0000000	0.3087190	1.0362596
195	399	8	0.3564252	0.6153846	0.0021187	9.4489247	399	8	9.0351250	0.6153846	0.1705313	1.8785521	399	8	14.8899850	0.6153846	0.2142647	1.5425817
196	400	5	0.3873562	0.4545455	0.0002719	13.2648355	400	18	9.8215736	1.6363636	0.2906571	1.1166997	400	23	16.1859347	2.0909091	0.3352913	0.9284472
197	401	23	0.2682162	1.0000000	0.2028303	1.6221008	401	75	6.7965541	3.2608696	0.2893029	1.1229885	401	95	11.2006256	4.1304348	0.2999141	1.0746935
198	402	54	0.1963795	1.2558140	0.4122871	0.6722550	402	345	4.9762217	8.0232558	0.6652914	0.1871711	402	510	8.2007214	11.8604651	0.6630080	0.1899021
199	403	18	0.2806196	0.8571429	0.0266876	4.9124429	403	105	7.1124030	5.0000000	0.5944375	0.2834866	403	165	11.7212026	7.8571429	0.7141616	0.1341637
200	404	68	0.1692300	1.1724138	0.9854302	0.0003335	404	211	4.2876302	3.6379310	0.1303799	2.2883719	404	266	7.0659254	4.5862069	0.1279718	2.3173425
201	405	3	0.3872019	0.2727273	0.0000051	20.8333081	405	16	9.8215332	1.4545455	0.2744013	1.1947500	405	21	16.1858980	1.9090909	0.3243597	0.9713868
202	406	5	0.3562481	0.3846154	0.0000140	18.8874817	406	18	9.0353299	1.3846154	0.2287788	1.4486247	406	23	14.8902634	1.7692308	0.2757422	1.1880933
203	407	4	0.3561755	0.3076923	0.0000019	22.7572512	407	4	9.0350356	0.3076923	0.1506340	2.0661531	407	4	14.8899046	0.3076923	0.1996830	1.6449208
204	408	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	408	2	9.8212118	0.1818182	0.1779473	1.8149539	408	2	16.1855084	0.1818182	0.2321632	1.4277422
205	409	12	0.3565670	0.9230769	0.1675705	1.9048365	409	199	9.0344435	15.3076923	0.0689443	3.3087285	409	324	14.8881791	24.9230769	0.0500076	3.8421862
206	410	11	0.3213389	0.6875000	0.0029824	8.8227454	410	111	8.1462499	6.9375000	0.9983845	0.0000041	410	176	13.4248573	11.0000000	0.8889113	0.0195121
207	411	32	0.2476258	1.1851852	0.9291870	0.0078979	411	236	6.2745279	8.7407407	0.5706284	0.3216547	411	341	10.3403514	12.6296296	0.6233432	0.2412124
208	412	6	0.3708960	0.5000000	0.0003673	12.7005367	412	19	9.4038749	1.5833333	0.2649412	1.2428997	412	24	15.4975830	2.0000000	0.3087190	1.0362596
209	413	70	0.1664032	1.1666667	0.9309489	0.0075088	413	287	4.2162967	4.7833333	0.3158052	1.0063471	413	397	6.9484023	6.6166667	0.3309037	0.9454552
210	414	29	0.2949793	1.5263158	0.0190872	5.4953883	414	429	7.4700369	22.5789474	0.0000396	16.9062494	414	689	12.3101168	36.2631579	0.0000294	17.4734538
211	415	15	0.3214531	0.9375000	0.1489483	2.0833270	415	128	8.1462213	8.0000000	0.7964711	0.0665248	415	198	13.4247889	12.3750000	0.7333827	0.1160351
212	416	15	0.3118507	0.8823529	0.0665419	3.3671046	416	128	7.9034316	7.5294118	0.8815242	0.0222133	416	198	13.0246862	11.6470588	0.8091930	0.0583097
213	417	18	0.3214869	1.1250000	0.7649996	0.0893595	417	231	8.1448443	14.4375000	0.0705315	3.2713455	417	366	13.4223803	22.8750000	0.0607515	3.5175877
214	418	12	0.3213749	0.7500000	0.0096566	6.6998919	418	38	8.1457328	2.3750000	0.2727088	1.2032107	418	48	13.4241204	3.0000000	0.3032505	1.0599605
215	419	8	0.3434347	0.5714286	0.0005808	11.8444789	419	95	8.7077867	6.7857143	0.9742334	0.0010433	419	155	14.3502594	11.0714286	0.8883359	0.0197161
216	420	8	0.3317632	0.5333333	0.0001526	14.3512104	420	8	8.4119788	0.5333333	0.1358422	2.2248156	420	8	13.8630898	0.5333333	0.1783667	1.8114489
217	421	54	0.1878830	1.1489362	0.7930164	0.0688554	421	258	4.7607269	5.4893617	0.5516592	0.3543785	421	363	7.8455974	7.7234043	0.5603882	0.3390565
218	422	72	0.1803394	1.4117647	0.0094309	6.7421108	422	541	4.5706693	10.6078431	0.1130009	2.5122076	422	801	7.5325071	15.7058824	0.1388596	2.1909207
219	423	95	0.1479709	1.2500000	0.3104257	1.0289739	423	355	3.7493836	4.6710526	0.2344131	1.4140619	423	455	6.1788286	5.9868421	0.1948074	1.6811189
220	424	14	0.3436314	1.0000000	0.3206589	0.9863606	424	140	8.7075674	10.0000000	0.4890847	0.4785766	424	215	14.3498750	15.3571429	0.4676963	0.5274561
221	425	10	0.3710810	0.8333333	0.0718399	3.2411980	425	62	9.4044245	5.1666667	0.7132304	0.1350798	425	82	15.4982953	6.8333333	0.6845262	0.1650854
222	426	38	0.2349484	1.2666667	0.4382789	0.6008352	426	277	5.9534042	9.2333333	0.4469709	0.5783700	426	422	9.8110649	14.0666667	0.4204963	0.6489842
223	427	12	0.3435900	0.8571429	0.0705045	3.2719735	427	51	8.7075354	3.6428571	0.4591330	0.5480523	427	66	14.3498724	4.7142857	0.4662742	0.5308345
224	428	66	0.1839956	1.3469388	0.0642375	3.4252524	428	570	4.6621683	11.6326531	0.0470241	3.9455547	428	870	7.6831849	17.7551020	0.0481877	3.9044388
225	429	17	0.3030989	0.9444444	0.1372756	2.2086089	429	69	7.6809164	3.8333333	0.4289968	0.6255914	429	89	12.6580103	4.9444444	0.4291780	0.6251004
226	430	11	0.3711082	0.9166667	0.1739209	1.8490966	430	137	9.4040570	11.4166667	0.3493693	0.8758333	430	212	15.4976695	17.6666667	0.3347738	0.9304378
227	431	35	0.2207300	1.0294118	0.1979564	1.6576204	431	87	5.5929082	2.5588235	0.1245671	2.3593547	431	107	9.2171057	3.1470588	0.1413354	2.1637200
228	432	17	0.3118864	1.0000000	0.2737236	1.1981301	432	69	7.9032291	4.0588235	0.4760929	0.5078400	432	89	13.0243656	5.2352941	0.4687804	0.5248916
229	433	12	0.3435900	0.8571429	0.0705045	3.2719735	433	99	8.7077867	7.0714286	0.9744229	0.0010280	433	159	14.3502499	11.3571429	0.8575729	0.0322093
230	434	9	0.3710461	0.7500000	0.0250517	5.0219068	434	109	9.4043914	9.0833333	0.6532697	0.2018155	434	174	15.4981703	14.5000000	0.5728732	0.3179208
231	435	3	0.3872019	0.2727273	0.0000051	20.8333081	435	3	9.8212370	0.2727273	0.1838643	1.7663670	435	3	16.1855307	0.2727273	0.2364958	1.4015385
232	436	31	0.2682162	1.3478261	0.2031878	1.6195352	436	283	6.7960921	12.3043478	0.1204669	2.4116736	436	433	11.1998602	18.8260870	0.1237026	2.3702252
233	437	17	0.3214806	1.0625000	0.4962841	0.4629093	437	69	8.1460792	4.3125000	0.5285707	0.3971679	437	89	13.4245672	5.5625000	0.5124832	0.4290259
234	438	20	0.3031316	1.1111111	0.6840081	0.1656591	438	159	7.6810740	8.8333333	0.6266193	0.2366887	438	239	12.6582599	13.2777778	0.6161709	0.2513027
235	439	24	0.2742481	1.0909091	0.5520664	0.3536535	439	89	6.9491056	4.0454545	0.4152763	0.6637027	439	114	11.4519804	5.1818182	0.4045432	0.6948424
236	440	23	0.3031270	1.2777778	0.5016230	0.4515356	440	188	7.6808430	10.4444444	0.3691278	0.8066756	440	278	12.6579596	15.4444444	0.4024902	0.7009368
237	441	33	0.2349511	1.1000000	0.5361203	0.3828059	441	111	5.9532291	3.7000000	0.2865472	1.1359016	441	141	9.8108078	4.7000000	0.2844953	1.1456192
238	442	23	0.3031270	1.2777778	0.5016230	0.4515356	442	236	7.6801589	13.1111111	0.1142295	2.4951690	442	371	12.6566354	20.6111111	0.1013716	2.6843530
239	443	35	0.2389589	1.2068966	0.7866880	0.0732360	443	126	6.0548189	4.3448276	0.4017391	0.7031778	443	161	9.9781892	5.5517241	0.3764130	0.7824575
240	444	3	0.3872019	0.2727273	0.0000051	20.8333081	444	3	9.8212370	0.2727273	0.1838643	1.7663670	444	3	16.1855307	0.2727273	0.2364958	1.4015385

241	445	36	0.2476050	1.3333333	0.2062054	1.5980882	445	275	6.2742905	10.1851852	0.3080499	1.0391302	445	420	10.3398850	15.5555556	0.2951272	1.0962047
242	446	13	0.3436137	0.9285714	0.1612554	1.9627209	446	52	8.7075463	3.7142857	0.4689525	0.5244854	446	67	14.3498831	4.7857143	0.4722700	0.5167011
243	447	24	0.2682262	1.0434783	0.3394488	0.9126040	447	224	6.7967205	9.7391304	0.4169454	0.6589666	447	354	11.2007415	15.3913043	0.3486142	0.8785822
244	448	13	0.3436137	0.9285714	0.1612554	1.9627209	448	39	8.7073870	2.7857143	0.3506302	0.8712611	448	49	14.3496685	3.5000000	0.3710313	0.8002836
245	449	17	0.3030989	0.9444444	0.1372756	2.2086089	449	56	7.6807843	3.1111111	0.3293461	0.9515654	449	71	12.6578305	3.9444444	0.3443361	0.8943100
246	450	21	0.3119037	1.2352941	0.6997132	0.1487794	450	112	7.9034379	6.5882353	0.9325599	0.0071617	450	147	13.0246958	8.6470588	0.8332943	0.0443036
247	451	109	0.1383796	1.2528736	0.2597656	1.2701577	451	604	3.5066599	6.9425287	0.9939605	0.0000573	451	874	5.7789115	10.0459770	0.9994954	0.0000004
248	452	66	0.1692284	1.1379310	0.6746200	0.1762563	452	222	4.2876881	3.8275862	0.1540326	2.0321788	452	282	7.0660105	4.8620690	0.1483999	2.0889625
249	453	66	0.1677949	1.1186441	0.5157018	0.4225124	453	183	4.2511717	3.1016949	0.0760151	3.1487971	453	228	7.0059001	3.8644068	0.0821464	3.0225566
250	454	109	0.1318032	1.1354167	0.5626236	0.3352056	454	365	3.3392367	3.8020833	0.0639174	3.4335059	454	490	5.5030819	5.1041667	0.0757194	3.1551590
251	455	37	0.2275188	1.1562500	0.8782684	0.0234607	455	189	5.7651080	5.9062500	0.7273309	0.1215837	455	274	9.5008065	8.5625000	0.7592279	0.0939445
252	456	44	0.2388594	1.5172414	0.0047613	7.9717157	456	300	6.0546511	10.3448276	0.2677246	1.2285129	456	425	9.9781672	14.6551724	0.3639557	0.8242772
253	457	35	0.2476136	1.2962963	0.3319207	0.9414861	457	213	6.2746045	7.8888889	0.7638292	0.0902791	457	308	10.3404464	11.4074074	0.7956757	0.0670576
254	458	29	0.2682334	1.2608696	0.5247838	0.4045115	458	146	6.7969467	6.3478261	0.8666548	0.0281950	458	191	11.2012057	8.3043478	0.7603891	0.0930120
255	459	41	0.2431061	1.4642857	0.0190025	5.5031742	459	567	6.1560285	20.2500000	0.0000215	18.0702973	459	902	10.1448299	32.2142857	0.0000178	18.4308022
256	460	15	0.3214531	0.9375000	0.1489483	2.0833270	460	41	8.1457745	2.5625000	0.2929445	1.1061624	460	51	13.4241598	3.1875000	0.3163031	1.0042783
257	461	91	0.1519906	1.2638889	0.2430418	1.3630338	461	560	3.8515552	7.7777778	0.6636490	0.1891331	461	820	6.3472974	11.3888889	0.6758646	0.1748292
258	462	43	0.2570773	1.7200000	0.0000306	17.3984426	462	656	6.5084533	26.2400000	0.0000000	33.9526074	462	1051	10.7256041	42.0400000	0.0000000	34.3214673
259	463	31	0.2573097	1.2400000	0.6143641	0.2538855	463	257	6.5197511	10.2800000	0.3128319	1.0187903	463	397	10.7443633	15.8800000	0.2861471	1.1377895
260	464	10	0.3435244	0.7142857	0.0086802	6.8903289	464	36	8.7073445	2.5714286	0.3262765	0.9637198	464	46	14.3496281	3.2857143	0.3555719	0.8535559
261	465	26	0.2875976	1.3000000	0.3897763	0.7397076	465	130	7.2877629	6.5000000	0.9079959	0.0133564	465	170	12.0100682	8.5000000	0.8007584	0.0636920
262	466	45	0.2310795	1.4516129	0.0182463	5.5742767	466	349	5.8564312	11.2580645	0.1463748	2.1099749	466	519	9.6514191	16.7419355	0.1726894	1.8597209
263	467	16	0.3320073	1.0666667	0.5260228	0.4020985	467	68	8.4128276	4.5333333	0.5764005	0.3121116	467	88	13.8641590	5.8666667	0.5544503	0.3494296
264	468	47	0.2240002	1.4242424	0.0281193	4.8222205	468	303	5.6772406	9.1818182	0.4354583	0.6082730	468	428	9.3561027	12.9696970	0.5388426	0.3777166
265	469	33	0.2681875	1.4347826	0.0562445	3.6456950	469	202	6.7968540	8.7826087	0.5923616	0.2866908	469	267	11.2012162	11.6086957	0.7839080	0.0752063
266	470	21	0.3031342	1.1666667	0.9622296	0.0022427	470	186	7.6808633	10.3333333	0.3844532	0.7564836	470	276	12.6579787	15.3333333	0.4122410	0.6723877
267	471	16	0.3214693	1.0000000	0.2883311	1.1275243	471	68	8.1460710	4.2500000	0.5187701	0.4163688	471	88	13.4245587	5.5000000	0.5066198	0.4410759
268	472	3	0.3872019	0.2727273	0.0000051	20.8333081	472	16	9.8215332	1.4545455	0.2744013	1.1947500	472	21	16.1858980	1.9090909	0.3243597	0.9713868
269	473	2	0.3871117	0.1818182	0.0000005	25.2599375	473	15	9.8215124	1.3636364	0.2665107	1.2347641	473	20	16.1858794	1.8181818	0.3189820	0.9932206
270	474	4	0.3707579	0.3333333	0.0000088	19.7732535	474	30	9.4040682	2.5000000	0.3556842	0.8531574	474	40	15.4978406	3.3333333	0.3957774	0.7211835
271	475	4	0.3872834	0.3636364	0.0000411	16.8352998	475	91	9.8221149	8.2727273	0.7885111	0.0719592	475	151	16.1865575	13.7272727	0.6554671	0.1990893
272	476	3	0.3706774	0.2500000	0.0000010	23.8981734	476	16	9.4038158	1.3333333	0.2432403	1.3618860	476	21	15.4975295	1.7500000	0.2939249	1.1016783
273	477	57	0.2035223	1.4250000	0.0152839	5.8855789	477	291	5.1586826	7.2750000	0.8950734	0.0173952	477	381	8.5014161	9.5250000	0.9043828	0.0144312
274	478	83	0.1691500	1.4310345	0.0027525	8.9693573	478	482	4.2880566	8.3103448	0.5255703	0.4029787	478	662	7.0667348	11.4137931	0.7025107	0.1458820
275	479	21	0.3119037	1.2352941	0.6997132	0.1487794	479	186	7.9030272	10.9411765	0.3192077	0.9922944	479	276	13.0241285	16.2352941	0.3509758	0.8700120
276	480	50	0.2239513	1.5151515	0.0027578	8.9658767	480	432	5.6760596	13.0909091	0.0328899	4.5528334	480	632	9.3544821	19.1515152	0.0557022	3.6618414
277	481	39	0.2431366	1.3928571	0.0770156	3.1274637	481	208	6.1618864	7.4285714	0.8734846	0.0253568	481	273	10.1546882	9.7500000	0.9546128	0.0032395
278	482	34	0.2681689	1.4782609	0.0259147	4.9632596	482	386	6.7940507	16.7826087	0.0044142	8.1089424	482	601	11.1965609	26.1304348	0.0047987	7.9575428
279	483	22	0.3118967	1.2941176	0.4497887	0.5712316	483	187	7.9030149	11.0000000	0.3121637	1.0216082	483	277	13.0241171	16.2941176	0.3464176	0.8866247
280	484	49	0.2175366	1.4000000	0.0411200	4.1722001	484	244	5.5134085	6.9714286	0.9879583	0.0002278	484	319	9.0859772	9.1142857	0.8405398	0.0404849
281	485	10	0.3565096	0.7692308	0.0259853	4.9585562	485	123	9.0358764	9.4615385	0.5825347	0.3021755	485	193	14.8908825	14.8461538	0.5270781	0.4000511
282	486	40	0.2275139	1.2500000	0.5114133	0.4312069	486	244	5.7651278	7.6250000	0.8124825	0.0562787	486	349	9.5008377	10.9062500	0.8584755	0.0317980
283	487	11	0.3565417	0.8461538	0.0713542	3.2523191	487	50	9.0358070	3.8461538	0.5033805	0.4478364	487	65	14.8908499	5.0000000	0.5064459	0.4414369
284	488	7	0.3563729	0.5384615	0.0004714	12.2340763	488	33	9.0355875	2.5384615	0.3405709	0.9083727	488	43	14.8905782	3.3076923	0.3749244	0.7873525

Математ. очекивање $\varepsilon_{1\Sigma}$ = 1.0013372

Математ. очекивање $\varepsilon_{2\Sigma}$ = 6.2166088

Математ. очекивање $\varepsilon_{3\Sigma}$ = 9.0572343

Применом математичког очекивања - средње вредности (ε), дисперзије (ν) и континуалне анализе варијансе - АНОВА (F), остварен је примарни и секундарни циљ предложеног метода. Дисперзија (ν) код тестирања постављене хипотезе $H(\nu_k = V_k)_\alpha$ игра значајну улогу код одређивања величине сигнификантности (прага значајности) између посматране суб-деонице к и комплементарног скупа (укупно посматраног дела пута).

Приказом вредности математичког очекивања и дисперзије континуалне анализе (Слика 4.2), затим приказом вредности F континуалне анализе варијансе и математичког очекивања (Слика 4.3), као и приказом вредности F континуалне анализе варијансе (АНОВЕ) и дисперзије (Слика 4.4), за целокупан скуп односно за свих 284 посматраних суб-деоница дужине 1км, а узимајући у обзир усвојен праг значајности од 0.05[22] за континуалну анализу варијансе добијају се увек два скупа података односно две групе суб-деоница. Добијене су 102 суб-деонице које се сигнификантно разликују од комплементарног скупа са прагом значајности испод 0.05 и 182 суб-деонице које се сигнификантно не разликују од комплементарног скупа са прагом значајности већим или једнаким од 0.05.

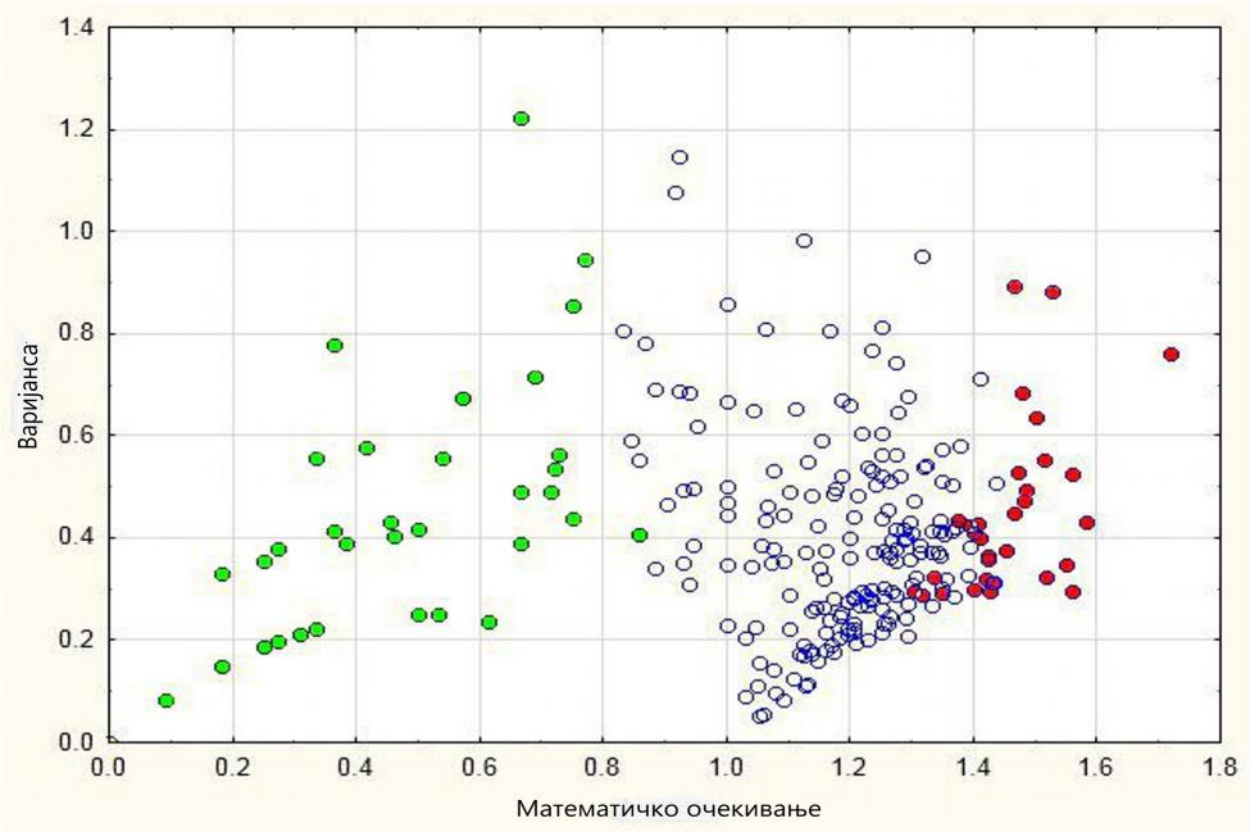
Слике 4.2, 4.3, и 4.4 очигледно приказују суб-деонице које се сигнификантно разликују од комплементарног скупа (за $\alpha < 0.05$) односно на сликама се издвајају 67 суб-деоница које су сигнификантно безбедне (за $\varepsilon < 1.0013372$) и 35 суб-деоница које су сигнификантно не безбедне (за $\varepsilon > 1.0013372$), док такође исте слике приказују и осталих 182-е суб-деонице које се сигнификантно не разликују од комплементарног скупа за вредности за $\alpha \geq 0.05$.

Поред наведених услова потребно је да се добије и потврда (Слике 4.3 и 4.4), које показују које су то F вредности континуалне анализе варијансе (АНОВЕ) у оквиру којих се добијају сигнификантне, а у оквиру којих F вредности се добијају не сигнификантне суб-деонице. За посматрану путну деоницу односно посматрани скуп, а за праг значајности $\alpha < 0.05$ суб-деонице су сигнификантне за вредности $F > 3.93$, а за вредности $F \leq 3.93$ суб-деонице су не сигнификантне.

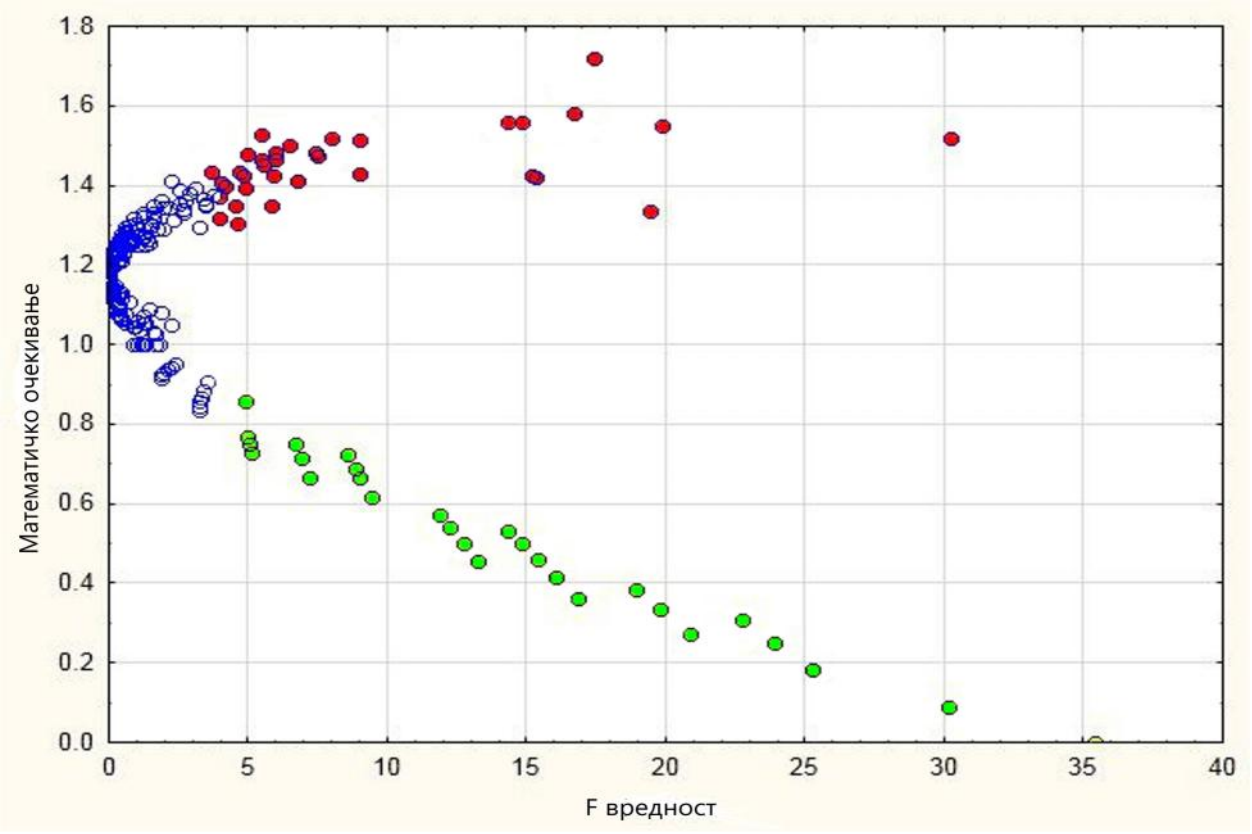
У случају да се жели идентификација већег броја сигнификантних небезбедних суб-деоница односно идентификација већег броја потенцијално опасних места, могуће је да се за већ одређену средњу граничну вредност (за $\varepsilon < 1.0013372$), прошири односно зада неки нови виши праг значајности на пример: за $\alpha < 0.1$ или $\alpha < 0.11$ и тако даље. Уједно, са повећањем прага значајности α, имамо и померање вредности F варијансе (АНОВЕ), са $F > 3.93$, на $F > 3.5$ или $F > 3$. Оваквим поступком број потенцијално небезбедних суб-деоница се проширује за одређени број нових небезбедних суб-деоница које се сигнифкантно разликују.

На Слици 4.5 дат је заједнички приказ односно тро-димензионални приказ вредности F, дисперзије (ν) и математичког очекивања (ε) за све суб-деонице посматраног дела пута у оквиру које се истичу суб-деонице које се сигнификантно разликују и суб-деонице које се сигнификантно не разликују. Ускладу са истакнутим бојама примећује се да црвена боја представља небезбедне суб-деонице док зелена боја представља безбедне суб-деонице.

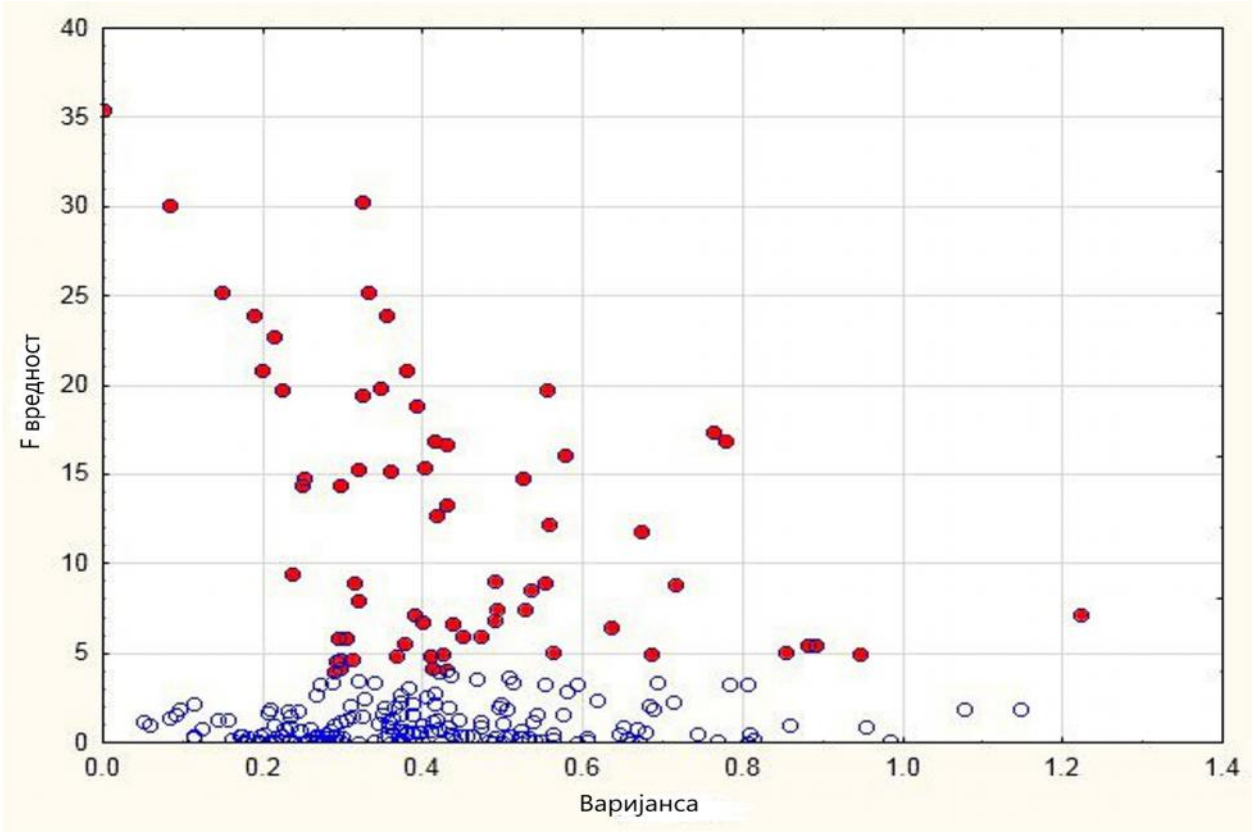
[22] Усвојен праг (ниво) значајности у овом раду је 0.05, а може се усвојити и 0.1, или неки други.



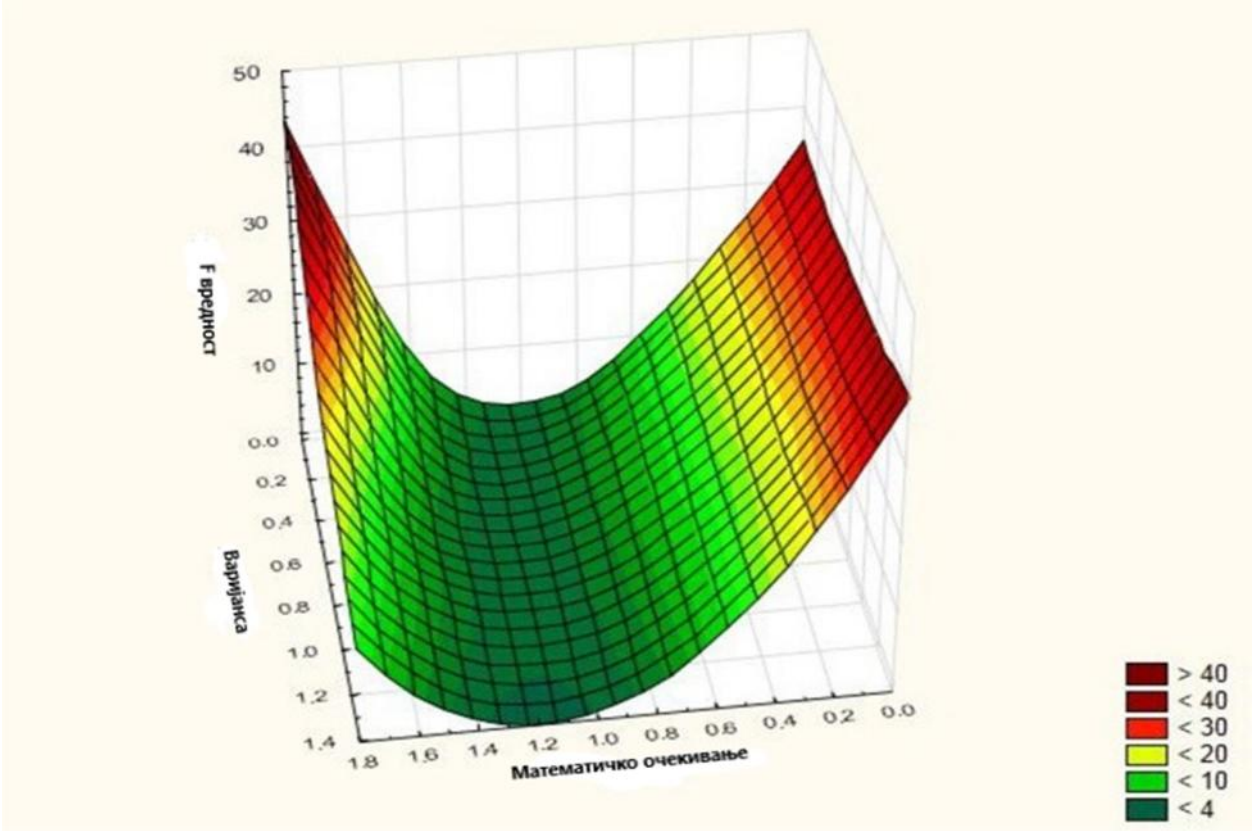
Слика 4.2 Приказ вредности математичког очекивања и дисперзије суб-деоница које се сигнификантно разликују



Слика 4.3 Приказ вредности математичког очекивања и вредности F суб-деоница које се сигнификантно разликују



Слика 4.4 Приказ вредности F и дисперзије суб-деоница које се сигнификантно разликују



Слика 4.5 Заједнички тро-димензионални приказ вредности F, дисперзије (v) и математичког очекивања (ε) за све суб-деонице посматраног дела пута

4.5. КОМПАРАЦИЈА МЕТОДА - УПОРЕЂИВАЊЕ

С обзиром на проблеме објективног мерења стања безбедности саобраћаја, у истраживањима је незаобилазан метод поређења – компарације. Упоређују се показатељи безбедности саобраћаја, угроженост, ставови и понашање појединих категорија становништва итд. Упоређивања се врше између држава (данас су незаобилазна упоређивања са земљама EU и земљама OECD-a), између појединих региона, између појединих општина и коначно, између појединих микролокација.

Посебно је значајан метод компарације код испитивања ефеката појединих система заштите, код избора возила, возача итд. Метод компарације може, делимично, допунити метод експеримента и друге методе чија је примена ограничена.

Анализа пре и после је посебан пример примене метода компарације. Овде се упоређује стање на истом простору пре и после предузимања неких контрамера, у циљу сагледавања ефеката. Овај метод би требало редовно примењивати после примене контрамера, а резултате објављивати, како би растао фонд знања о могућностима унапређивања безбедности саобраћаја. Посебно је значајно објективно истраживати недостатке како се у будућности не би правиле исте грешке (Lipovac, 2008).

Предложена метода (ПМ) заснива се на фреквенцији саобраћајних незгода, па је због тога урађена компаративна анализа само са методама које се такође заснивају на фреквенцији саобраћајних незгода. Коришћени су исти претходно наведени подаци о незгодама за период од 2001-2011. Метода је упоређивана са следећим HSID - hotspot identification методама: рангирање фреквенције незгода засноване на укупном броју незгода (CF), рангирање фреквенције незгода засноване на укупном броју незгода са настрадалима (CF_1), рангирање фреквенције незгода са само еквивалентном материјалном штетом ($EPDO_n$) са редним нумеричким обележјима и рангирање фреквенције незгода са само еквивалентном материјалном штетом ($EPDO_p$) са пондерисаним бројем незгода (Montella, 2010).

4.5.1. Фреквенција незгода (CF и CF_1)

Фреквенција незгода је најједноставнији критеријум идентификације (Cheng and Washington, 2005; Montella, 2010). Користећи овај метод, локације се рангирају по опадајућем реду посматране фреквенције незгода.

$$(CF) - \sum = n_1 + n_2 + n_3 \qquad (4.4)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

$$(CF_1) - \sum = n_2 + n_3 \qquad (4.5)$$

где су: n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

4.5.2. Фреквенција незгода са само еквивалентном материјалном штетом ($EPDO_p$ и $EPDO_n$)

EPDO фреквенција незгода мери тежину незгода према тежини последице (фаталне, повреде, само материјална штета) да би развила резултат са комбинацијом фреквенције и тежине за сваку локацију. Фактори мерења су базирани само на материјалној штети

незгода (PDO). EPDO вредност сумира штету незгода и његову тежину (Kapskij and Samoilovich, 2009; Montella 2010; Vadlamani et al., 2011).

Пондерисани број саобраћајних незгода ($EPDO_p$) који се користи у Републици Србији, а на основу (Lipovac et al., 2007; Lipovac et al., 2008; Antić et al., 2011), добија се на следећи начин:

$$EPDOp = (n_1 * 1 + n_2 * 20 + n_3 * 150) \qquad (4.6)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

Бројеви 1, 20 и 150 су тежински фактори придружени одређеној врсти незгоде.

Пондерисани број саобраћајних незгода ($EPDO_n$) са редним тежинским факторима 1,2 и 3 који су придружени одређеној врсти незгоде.

$$EPDOn = (n_1 * 1 + n_2 * 2 + n_3 * 3) \qquad (4.7)$$

где су: n_1 – број саобраћајних незгода са материјалном штетом,
n_2 – број саобраћајних незгода са повређенима,
n_3 – број саобраћајних незгода са погинулима,

4.5.3. Резултати поређења са HSID методама

Идентификација потенцијално опасних места урађена је у складу са правилима сваке претходно поменуте HSID методе. Затим, је урађено поређење сигнификантно не безбедних суб-деоница чији је број ограничен бројем суб-деоница које по предложеној методологији имају сигнификантност испод 0.05 ($\alpha < 0.05$).

У овом случају тај оквирни број суб-деоница које су сигнификантно небезбедне је 37 (види поглавље 4.4). У Табели 4.5 дат је приказ 35 идентификованих најопаснијих суб-деоница одређених по предложеној методологији односно по методама компарације које су претходно представљене.

Табела 4.5 Резултати поређења предложене методе (ПМ) са HSID методама (за свако **$\alpha < 0.05$**)

Редни број субдеонице (Редни број километра)	PM ($\alpha < 0.05$) $H(V_k = V_k)$	Редни број субдеонице (Редни број километра)	CF	Редни број субдеонице (Редни број километра)	CF_1	Редни број субдеонице (Редни број километра)	EPDOn	Редни број субдеонице (Редни број километра)	EPDOp
252	0.0000000	321	313	252	110	321	419	252	4778
251	0.0000000	252	218	321	91	252	347	321	3992
248	0.0000083	216	147	251	52	216	177	251	1616
321	0.0000104	217	138	265	41	217	167	256	1606
462	0.0000306	215	119	256	38	251	164	265	1406
269	0.0000443	214	115	248	32	215	155	215	1358
265	0.0000916	251	108	215	31	265	152	216	1161
256	0.0000981	265	107	217	27	256	148	285	1072
285	0.0001180	256	104	377	27	214	133	462	1051
334	0.0001525	377	94	375	27	377	123	223	1006
478	0.0027525	253	94	216	26	253	118	248	927
480	0.0027578	454	94	478	25	451	109	217	911
456	0.0047613	218	92	226	23	454	109	226	909
271	0.0062659	232	88	269	23	375	108	459	902
266	0.0063812	213	88	253	22	226	108	451	874
422	0.0094309	451	85	334	22	218	104	428	870
333	0.0111484	225	83	451	21	225	101	225	869
267	0.0143649	226	82	423	20	246	97	269	869
323	0.0147057	231	82	382	20	231	97	377	867
477	0.0152839	375	79	285	20	213	96	375	852

375	0.0159313	246	79	461	19	423	95	461	820
466	0.0182463	254	77	422	19	232	95	231	811
459	0.0190025	423	75	477	18	248	93	422	801
414	0.0190872	230	74	271	18	461	91	253	772
482	0.0259147	224	71	480	18	254	90	385	717
385	0.0265464	286	70	214	17	286	86	219	706
468	0.0281193	461	69	246	17	382	85	382	703
292	0.0300725	261	64	233	17	224	84	241	698
215	0.0314528	382	63	286	16	478	83	227	697
382	0.0333825	244	62	428	16	230	82	414	689
255	0.0411200	222	61	379	16	227	76	266	688
484	0.0411200	247	60	236	15	233	75	234	668
381	0.0448025	227	60	385	15	397	74	478	662
241	0.0471394	248	59	324	15	222	73	333	642
226	0.0472531	397	59	384	15	422	72	271	635

Ноте: У окиру колоне за предложену методу ПМ представљена су осенчена и неосенчена поља. Осенчена поља означавају поклапање одређене не безбедне суб-деонице из предложене методе са бар једном суб-деоницом која је идентификована од стране бар једне представљене методе компарације, а неосенчена поља означавају да нема поклапања ни са једном суб-деоницом од представљених метода компарације.

Резултати поређења предложене методе са HSID методама, показују у некој мери добра а у некој мери лоша поклапања у броју идентификованих потенцијално опасних места или суб-деоница. Резултати предложене методе највише се поклапају са методом важеће пондеризације саобраћајних незгода (EPDOp) у Србији (са 62,9%), док поклапања са методом са редним нумеричким тежинским факторима (EPDOn) износе 34,3%, са методом укупног броја саобраћајних незгода (CF) износе 28,6%, и са методом укупног броја саобраћајних незгода са настрадалима (CF_1) износе 54,3%.

Предложена метода (ПМ), чији се улазни подаци о незгодама ослањају на редно нумеричко обележавање саобраћајних незгода (Табела 3.1), поклапа се у највећој мери са методом пондерисања EPDOp (па са методом CF_1) што нам говори да предложена метода у доброј мери одражава односно представља озбиљност саобраћајних незгода а тиме и друштвене трошкове саобраћајних незгода. Предложена метода (ПМ) може представљати полазни основ за израду универзалне методе идентификације која може обрађивати различите нивое пондерисања (примена методе у различитим државама).

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

На основу најновијег глобалног извештаја Светске здравствене организације (WHO, 2018), о стању безбедности у саобраћају 2018, посебно се истиче да је годишњи број смртних случајева у саобраћају достигао 1,35 милиона, што је скоро 3700 људи који свакодневно гину на светским путевима. Извештај посебно истиче да су сада повреде у друмском саобраћају сада водећи убица људи старости од 5 до 29 година. Десетине милиона људи је повређено или онеспособљено сваке године, људи који су претрпели одређене повреде морају да убудуће живе са дуготрајним последицама. Ови губици имају велики утицај на породице и заједнице. Трошкови хитне интервенције, здравствене заштите и људске боли су огромни.

У циљевима одрживог развоја, светски лидери су се обавезали да ће до 2020 године преполовити број смртних случајева од саобраћајних незгода. Овај извјештај (WHO, 2018), показује да је три године касније остварено премало напретка ка овом циљу, тако да и надаље постоји хитна потреба да се повећају све интервенције и све инвестиције и циљу спречавања настанка саобраћајних незгода.

Анализе саобраћајних незгода заузимају значајно место у процесу управљања безбедношћу саобраћаја. Задатак овог процеса је прикупљање података о саобраћајним незгодама, идентификација опасних места на путевима, избор места на којима је потребно извршити интервенције, избор врсте интервенције и вредновање ефеката интервенције.

Детаљна анализа и стално праћење просторне дистрибуције незгода омогућава да се ефикасније планирају и спроводе мере и активности ради њиховог спречавања. Резултати ових анализа упућују где поједине мере треба предузети, какве оне треба да буду и са којом жестином треба да се примењују. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода није равномерно распоређена по путу или путној мрежи. На релативном малом броју места дешава се релативно велики број саобраћајних незгода.. То су места са високом учесталошћу саобраћајних незгода, која се требају што пре идентификовати, а након тога што пре и санирати. Због тога је изузетно важна методологија идентификације опасних места на путевима, која треба да претходи доношењу одлука и спровођењу акција за побољшање безбедности на тим деоницама пута.

Идентификација опасних места на путевима тренутно се истиче као један од посебних проблема у свету, којим се баве разне институције и истраживачи. Разматрајући стручну литературу уочен је низ покушаја да се пронађу и дефинишу најефикаснији методи, који би омогућили мерење безбедности појединих деоница путева и утврдили најугрожениија и најопаснија места. И поред огромних напора, до данас нису стандардизовани принципи и технике идентификације опасних места, па се коришћени приступи односно методе за идентификацију опасних места на путевима разликују од државе до државе. Методологије се крећу од једноставног обележавања места са великим бројем саобраћајних незгода, па до софистицираних техника у којима се оцењује очекивани број саобраћајних незгода, а тиме одређује и потенцијал за побољшање безбедности.

Претходна дискусија показује да постоји широк дијапазон методологија и методолошких приступа који се користе у идентификацији опасних места на путевима,

као и то да постоји стална методолошка еволуција која има за циљ превазилажење познатих недостатака у анализи и пружању нових увида метода и приступа.

Дискусија такође сугерише да све методологије често, и у великој мери зависе од доступних података, па сходно тачности улазних података имамо и тачност коришћених методологија. Иако су истраживања из области идентификације опасних места направила велик напредак током последње декаде година, ипак постоји још пуно тога што и даље представља значајне методолошке изазове.

Основа сваке активности на унапређењу безбедности саобраћаја, односно на спречавању саобраћајних незгода и њихових последица, мора почивати на тачно дијагностификованом стању и јасно дефинисаним условима у којима се ове појаве јављају. Детаљна анализа и стално праћење просторне дистрибуције саобраћајних незгода, односно праћење дистрибуције тежине тих саобраћајних незгода, омогућава ефикасније планирање и спровођење мера и активности ради њиховог спречавања. Због тога је изузетно важна методологија идентификације опасних места на путевима.

Приказ и анализа више метода за идентификацију опасних места потврђују хипотезу о неопходности дефинисања стандардног и општеприхваћеног модела за идентификацију опасних места на путевима. Чињеница да методологија идентификације опасних места није усаглашена на глобалном нивоу указује на значај даљег развоја и унапређивања метода идентификације опасних места, у циљу што реалнијег утврђивања локација које изазивају појаву већег ризика на путевима. Реализована истраживања у процесу идентификације опасних места на путевима Србије омогућавају организовано и системско деловање свих управљача над свим факторима безбедности саобраћаја у циљу смањења свих негативних утицаја свих фактора на настанак и последице саобраћајних незгода. Тиме је дат огроман допринос ка успостављању ефикасног система управљања опасним места на путевима Србије. У многим земљама расте тренд примене геоинформационог система (ГИС) за потребе анализа саобраћајних незгода од стране јавних агенција које се баве безбедношћу саобраћаја, јер су уочене велике предности информација добијених од система заснованих на ГИС окружењу.

До сада, а и убудуће ограничена средства за рад на безбедности опасних места на путевима постављаће ограничења на број утврђених сегмената или суб-деоница која се могу третирати као опасна места или опасне деонице. Стога, неопходно је да постоји приоритет између опасних места и опасних деоница и мера безбедности, како би се ограничена средства употребила што ефикасније. Третман опасних места или опасних деоница подразумева реализацију ефекта пре и после студије санације. Важни елементи, када се анализирају промене у извештајима незгода рачунатим у „пре и после“ спровођења мера превентивне заштите, су преклапања у позитивним ефектима, негативним ефектима, упутствима за понашања на путу, регресије ка средњој вредности, ефекат миграција, опште тенденције и промене на нивоу извештавања. Традиционални приступи „пре и после“ спровођења мера имају низ недостатака који се могу решити са неким прилагођавањем. Поред тога, показано је да Емпиријски Баесов приступ процене не само да решава регресију ка средњој вредности, већ и даје поузданије методе од традиционалних приступа.

Осим анализе укупног броја пријављених незгода на локацији, постоје и методи који су истраживали тежину незгоде и факторе који доприносе незгодама.

Доста често, у литератури је разматрана идентификација црних тачака, што произилази из свести о очигледној просторној интеракцији између суседних локација незгоде. Употреба географских информационих система и технике обраде опасних места или опасних деоница су се показали као веома корисни када се идентификују такве зоне. Међутим, ретко је било покушаја да се сазнају који фактори објашњавају незгоду, или које противмере треба предузети да се смањи њихов број. Истраживање се фокусира само на

историјске просторне и временске податке о саобраћајним незгодама за анализу проблема дефинисања положаја и дужине тих зона односно деоница.

У закључку анализе незгоде код идентификације опасних места на путевима код поменутих држава показује се да је анализа опасних места на путевима у циљу повећања безбедности на путу била ефикасна у смањењу броја незгода и броја жртава у незгоди. Међутим, путне и саобраћајне власти ће настојати да прво третирају најопаснија места и најопасније деонице, како ће корист од третмана на преосталим местима смањити прогресивно. То значи да је потребно да имамо константно неопходне процене, како би се помогло владама у утврђивању користи од даљег деловања на опасним местима и опасним деоницама како би оправдали трошкове улагања.

На основу наведеног, закључује се да методологија идентификације опасних места није усаглашена на глобалном нивоу. Због тога је значајно и убудуће развијати и унапређивати досадашње методологије, како би се што реалније утврдила места, која изазивају појаву већег ризика на путевима.

Резултат овог истраживања је креиран нови оригинални метод заснован на континуалној дисперзионој анализи који омогућава брзо, квалитетно и поуздано одређивање нивоа безбедности саобраћаја на одређеним путевима и изабраним деоницама тих путева, што га чини веома употребљивим за националне, регионалне, локалне и друге субјекте безбедности саобраћаја, посебно у циљу брзог и квалитетног идентификовања опасних места или деоница на путевима. Поменути метод користи већ постојеће базе података о саобраћајним незгодама, а све у циљу идентификације опасних места на путевима, зарад могућег што бржег превентивног деловања за спречавање будућих саобраћајних незгода на већ идентификованим опасним местима односно путним деоницама. Применом новог оригиналног метода, и обрадом података о саобраћајним незгодама и одређивањем одговарајућих нивоа ризика дошло се до резултата који говоре о томе које су то суб-деонице односно километарске деонице најопасније за саобраћај (Слика 4.2, 4.3, 4.4, и 4.5, и Табела 4.4 и 4.5). Ово су у ствари најопаснија места на којима је безбедност саобраћаја толико угрожена да је потребно најхитније предузимање одговарајућих мера како би се ниво безбедности саобраћаја на тим местима или деоницама подигао на одговарајући ниво (Andjelković et al., 2018).

Резултати истраживања су такви да се могу генерализовати и применити на различитим односно свим категоријама или деловима пута, а добијени резултати представљају у најмању руку значајан помак у управљању безбедношћу саобраћаја, а тиме и на пољу спречавања настанка нових саобраћајних незгода. Овим истраживањем даје се велики научни и практични допринос у циљу успостављања ефикасног система у идентификацији опасних места на путевима.

Спроведено истраживање ове докторске дисертације донело је потенцијалне и реалне могућности да се из саме структуре и области наведеног истраживања могу створити основни услови за даљу надоградњу, а затим и за израду свеобухватне националне или међународне методологије за идентификацију опасних места на путевима, а што је и циљ, глобалног плана за безбедност саобраћаја у оквиру деценије за безбедност саобраћаја на путевима у којој се налазимо (UN, 2010).

ЛИТЕРАТУРА

1. ABS, Agencija za bezbednost saobraćaja, (2012); „Statistički izveštaj o stanju bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji u 2012 godini", Republika Srbija, Beograd.
2. AASHTO, (2010); "Highway Safety Manual, 1st ed. American Association of State Highway and Transportation Officials", Washington, DC.
3. Abdel-Aty M., (2003); "Analysis of driver injury severity levels at multiple locations using ordered probit models", Journal of Safety Research, Vol. 34, Issue 5, pp. 597–603
4. Abdel-Aty M.A., Radwan A.E., (2000); "Modelling traffic accident occurrence and involvement", Accident Analysis and Prevention, Vol. 32, Issue 5, pp. 633-642
5. ABS, Agencija za bezbednost saobraćaja, (2016); „Metodologija za odredjivanje opasnih mesta na putevima Republike Srbije", Republika Srbija, Beograd.
6. ABS, Agencija za bezbednost saobraćaja, (2018a); „Statistički izveštaj o stanju bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji za 2017 godinu", Republika Srbija, Beograd.
7. ABS, Agencija za bezbednost saobraćaja, (2018b); „Integrisana baza podataka o obeležjima bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji", Republika Srbija, Beograd. (Podaci su javno dostupni kroz WEB GIS aplikaciju na adresi http://bazabs.abs.gov.rs/)
8. Aguero-Valverde J., (2013); "Full Bayes Poisson gamma, Poisson lognormal, and zero inflated random effects models: Comparing the precision of crash frequency estimates", Accident Analysis and Prevention, Vol. 50, pp. 289–297
9. Akgüngör A.P., Yıldız O., (2007); „Sensitivity analysis of an accident prediction model by the fractional factorial method", Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, Issue 1, Pages 63–68
10. Alfaro J.L., Chapuis M., Fabre F., (1994); "Socioeconomic Cost of Road Accidents", COST 313, Report EUR 15464 EN, Com- mission of the European Communities, Brussels. 127 p.
11. Al-Masaeid H.R., Al-Mashakbeh A.A., Qudah A.M., (1999); "Economic costs of traffic accidents in Jordan, Accident Analysis and Prevention, Vol. 31, Issue 4, pp. 347–357
12. Anastasopoulos P., Mannering F., (2009); "A note on modeling vehicle accident frequencies with random-parameters count models", Accident Analysis and Prevention, Vol. 41, Issue 1, pp. 153-159
13. Anđelković D., (2007); „Utvrđivanje opasnih mesta na delu magistralnog puta M-22", Diplomski - Master rad, Fakultet tehničkoh nauka, Novi Sad.
14. Anđelković D., Antić B., Pešić D., Subotić M., (2014); „Polazne osnove u identifikaciji opasnih mesta na putevima", Put i saobraćaj, Vol. 60, Issue 2, pp. 24-52 M-51
15. Anđelković D., Cvetković S. Radičević V., Ristikić Z., (2011): „U susret savremenom drumskom saobraćaju", Treći međunarodni simpozijum "Novi horizonti saobraćaja i komunikacija", Doboj, str. 365-370.
16. Andersson H., (2007); "Willingness to pay for road safety and es- timates of the risk of death: evidence from a Swedish con- tingent valuation study", Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, Issue 4, pp. 853–865
17. Andersson J., et al., (2006); "Roadside Infrastructure for Safer European Roads, European best practice for roadside design: guidelines for maintenance and operations of roadside infrastructure", Chalmers University of Technology.
18. Andjelković D., Antić B., Lipovac K., Tanackov I., (2018); "Identification of hotspots on roads using continual variance analysis", Transport, Vol. 33(2), pp. 478–488
19. Antić B., (2007); "Organizacija i funkcionisanje sistema bezbednosti saobraćaja u lokalnoj zajednici - Identifikacija ugroženih lokacija", Naučno - stručni skup "Uloga lokalne zajednice u bezbednosti saobraćaja", Saobraćajni fakultet, Beograd.

20. Antić B., Pešić D., Vujanić M., Lipovac K., (2013); "The influence of speed bumps heights to the decrease of the vehicle speed – Belgrade experience", Safety Science, Vol. 57, pp. 303–312
21. Antić B., Vujanić M., Lipovac K., Pešić D., (2011); "Estimation of the traffic accidents costs in Serbia", Transport, Vol. 26, Issue 4, pp. 433-440
22. Archer J., (2005); „Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections", Doctoral Dissertation Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.
23. Ardekani S., Hauer E., and Jamei B., (1996); "Revised monograph on traffic flow theory", Traffic impact models, N.H. Gartner, C.J. Messer, and A.K. Rathi, eds., Federal Highway Administration (FHWA), U.S. DOT, Washington, D.C.
24. Asian Development Bank (ADB), (2003): "Road Safety Guidelines for the Asian and Pacific Region: Improvement of hazardous locations, executive summary", http://www.adb.org/publications/road-safety-guidelines-asian-and-pacific-region
25. Aven T., (1992); „Reliability and risk analysis", Oxford, Elsevier.
26. Ayuso M., Guillén M., Alcañiz M., (2010); "The impact of traffic violations on the estimated cost of traffic accidents with victims", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, Issue 2, pp. 709-717
27. Babkov V.F., (1975); "Road Conditions and Traffic Safety",Mir Publishers, Moscow, Russia.
28. Bačkalić S., Jovanović D., Bačkalić T., (2014); "Reliability reallocation models as a support tools in traffic safety analysis", Accident Analysis and Prevention, Vol. 65, Issue X pp. 47-52
29. Bambach M.R., Mitchell R.J., (2015); "Hotspots and social background of urban traffic crashes: A case study in Cluj-Napoca (Romania)", Accident Analysis and Prevention, Vol. 85, Issue XII pp. 177-185
30. Bastos T.J., Shen Y., Hermans E., Brijs T., Clóvis A., Ferraz P., (2015); "Traffic fatality indicators in Brazil: State diagnosis based on data envelopment analysis research", Accident Analysis and Prevention, Vol. 81, Issue VIII pp. 61-73
31. Benedek J., Ciobanu M.C., Man C.T., (2016); "Hotspots and social background of urban traffic crashes: A case study in Cluj-Napoca (Romania)", Accident Analysis and Prevention, Vol. 87, Issue II pp. 117-126
32. Bil M., Andrašik R., Janoška Z., (2013); "Identification of hazardous road locations of traffic accidents by means of kernel density estimation and cluster significance evaluation", Accident Analysis and Prevention, Vol. 55, pp. 265–273
33. Blincoe L., Seay A., Zaloshnja E., Miller T., Romano E., Luchter S., Spicer R., (2002); "The Economic Impact of Motor Vehicle Crashes 2000", NHTSA Technical Report DOT HS 809 446. U.S. Department of Transportation. 86 p. Avail- able from Internet: <http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/Communication%20&%20Consumer%20Information/Articles/Associated%20Files/EconomicImpact2000.pdf>.
34. Blower D., Campbell K., Green P., (1993); "Accident rates for heavy truck-tractors in Michigan", Accident Analysis and Prevention, Vol. 25, Issue 3, pp. 307-321
35. BTREA, The Bureau of Transport and Regional Economics of Australia, (2001); "The Black Spot Program 1996-2002: An evaluation of the first three years", Australia.
36. Bunčić D., (1997); "Analiza uticaja elemenata puta na bezbednost saobraćaja", Diplomski rad, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd.
37. Cafiso S., Di Graziano A., Di Silvestro G., La Cava G., (2008); "Safety performance indicators for local rural roads: a comprehensive procedure from low-cost data survey to accident prediction model", TRB 87th Annual Meeting Compendium of Papers, National Research Council, Washington, DC.

38. Cafiso S., Di Graziano A., Di Silvestro G., La Cava G., Persaud B., (2010); “Development of comprehensive accident models for two-lane rural highways using ex- posure, geometry, consistency and context variables”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, Issue 4, pp. 1072-1079
39. Caliendo C., De Guglielmo M.L., Guida M., (2013); “A crash - prediction model for road tunnels”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 55, pp. 107–115
40. Caltrans, (2002); "Table C Task Force: Summary Report of Task Force’s Findings and Recommendations", California Dept. of Transportation, Sacramento.
41. Carey J., (2001); "Arizona local government safety project (LGSP) analysis model", Final Report 504, Phoenix, AZ.
42. Ceder A., Livneh M., (1982); "Relationships between road accidents and hourly traffic flow", Accident Analysis and Prevention, Vol. 14 (1), pp. 19-34
43. Cheng W., Washington S., (2005); "Experimental evaluation of hotspot identification methods", Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, pp. 870–881
44. Chirachavala T., Cleveland D., (1985); "Causal analysis of accident involvements for the nation’s large trucks and combination vehicles", Transportations Research Record, Vol. 847, pp. 37-42
45. Christe S., Nathalie G., Soguel N.C., (1995); "Contingent Valuation", Transport Safety and the Value of Life, 1st edition. Springer, Vol. 7, pp. 193-208
46. Christoforou Z., Cohen S., Karlaftis M.G., (2010); "Vehicle occupant injury severity on highways: an empirical investigation", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 1606–1620
47. Chung Y., (2010); “Development of an accident duration prediction model on the Korean Freeway Systems”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 282–289
48. Codur M., Tortum A., (2015); “An Artificial Neural Network Model for Highway Accident Prediction: A Case Study of Erzurum, Turkey”, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 27, Issue 4, pp. 217-225
49. Connelly L.B., Supangan R., (2006); "The economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories", Accident Analysis and Prevention, Vol. 38, Issue 6, pp. 1087–1093
50. Conors R.D., Maher M., Wood A., Mountain L., Ropkins K., (2013); “Methodology for fitting and updating predictive accident models with trend”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 56, pp. 82–94
51. Couto A., Fereira S., (2011); “A note on modeling road accident frequency: A flexible elasticity model”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp. 2104–2111
52. Čubranić-Dobrodolac M., Lipovac K., Čučević S., Antić B. (2017); “A Model for Traffic Accidents Prediction Based on Driver Personality Traits Assessment”, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 29, Issue 6, pp. 631-642
53. Cvitanić D., Vukoje B., (2018); “Detection and analysis of hazardous locations on roads: a case study of the Croatian motorway A1”, Transport, Vol. 33(2), pp. 418–428
54. Davis C.E., (1986); "Regression to the mean", Encyclopedia of statistical sciences, 7, 706, 708, John Wiley and Sons, Inc.
55. Deacon J.A., Zeeger C.V., Deen R.C., (1975); "Identification of hazardous rural highway locations", Transportation Research record, Vol. 543, pp. 16-33
56. Debrabant B., Halekoh U., Hjelmborg J., Bonat W.H., Hansen D.L., Lauritsen J., (2018); “Identifying traffic accident black spots with Poisson-Tweedie models”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 111, Issue II pp. 147-154
57. Deublein M., Schubert M., Adey B.T., Kohler J., Faber M.H., (2013); “Prediction of road accidents: A Bayesian hierarchical approach”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 51, pp. 274–291
58. Dickerson A., Peirson J., and Vickerman R., (2000); “Road accidents and traffic flows: An econometric investigation”, Economica, Vol. 67, Issue 265, pp. 101–121

59. Dietze M., Ebersbach D., Ch. Lippold (TUD), K. Mallschütyke (INECO), G. Gatti (POLIBA), A. Wieczynski (PIAP), (2008); Sixth Framework Programe: Sustainable Surface Transport, "Road Safety Performanse Function" („RIPCORD-ISEREST"), Transportøkonomisk institutt (Norway), Deliverable-D10, Final Report, February 2008.
60. DMPF, Design mobility plan Flanders, (2001); "Ministry of Flemish Government", Belgium, http://viwc.lin.vlaanderen.be/mobiliteit/
61. Dragač R., Vujanić M., (2002); "Bezbednost saobraćaja - II deo", Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
62. DTLR, Department for Transport, Local Government and the Regions, (2001); "A Road Safety Good Practice Guide", London.
63. Dudewicz E.J., Koo J.O., (1982); "The complete categorized guide to statistical selection and ranking procedures", American Sciences Press, Columbus OH.
64. Duncan D.B., (1955); "Multiple range and multiple F-tests", Biometrics, Vol. 11, pp. 1.42
65. Ebrahemzadih M., Giahi O., Foroginasab F., (2016); "Analysis of Traffic Accidents Leading to Death Using Tripod Beta Method in Yazd, Iran", Promet – Traffic & Transportation, Vol. 28, Issue 3, pp. 291-297
66. El-Basyouny K., Sayed T., (2010); "Application of generalized link functions in developing accident prediction models", Safety Science, Vol. 48, pp. 410–416
67. Eluru N., Bhat C.R., Hensher D.A., (2008); "A mixed generalized ordered response model for examining pedestrian and bicyclist injury severity level in traffic crashes", Accident Analysis and Prevention, Volume 40, pp. 1033–1054
68. Elvik R., (1988); „Some difficulties in defining populations of "entities" for estimating the expected number of accidents", Accident Analysis and Prevention, Vol. 20, pp. 261-275
69. Elvik R., (1997); "Evaluations of road accident black spot treatment: a case of the iron law of evaluation studies?", Accident Analysis and Prevention, Vol. 29, Issue 2, pp. 191-199
70. Elvik R., (2000); "How much do road accidents cost the national economy?", Accident Analysis and Prevention, Vol. 32, Issue 6, pp. 849–851
71. Elvik R., (2006); "New approach to accident analysis for hazardous road locations", Transportation Research Record, Vol. 1953, pp. 50-55.
72. Elvik R., (2008a); "A Survey of Operational Definitions of Hazardous Road Locations in Some European Countries", Accident Analysis and Prevention, Vol. 40, pp. 1830–1835
73. Elvik R., (2008b); Sixth Framework Programe: Sustainable Surface Transport, (Specific targeted research or innovation project), "State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road networks", („RIPCORD-ISEREST"), Transportøkonomisk institutt (Norway), Document ID: RI-TOI-WP&-R!-State_of_teh_Art, Final Report, February 2008.
74. Elvik R., (2008c); "Comparative Analysis of Techniques for Identifying Hazardous Road Locations", Annual meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C.
75. "ElviK R., (2008d). ""Comparative analysis of techniques for identifying locations of hazardous roads"".
76. Elvik R., (2017b); "A synthesis of studies of access point density as a risk factor for road accidents", Accident Analysis and Prevention, Vol. 107, Issue X pp. 1-10
77. Elvik R., Mysen A.B., Vaa T., (1997); "Trafikksikkerhetshåndbok", Transportøkonomisk institut (TØI), Oslo, Norway.
78. Elvik R., Ulstein H., Wifstad K., Syrstad R.S., Seeberg A.R., Gulbrandsen M.U., Welde M., (2017a); "An Empirical Bayes before-after evaluation of road safety effects of a new motorway in Norway", Accident Analysis and Prevention, Vol. 108, Issue XI pp. 285-296
79. Englund A., Gregersen N., Hydén C., Lövsund P., Åberg L, (1998); "Trafiksäkerhet: En kunskapsöversikt", Lund: Studentlitteratur.

80. EPTISA Grupo EP, IRD Engineering, (2008); "Feasibility Study for Road (Novi Sad-Šabac-Loznica-Požega)", Beograd.
81. "ERF, European Union Road Federation, (2003); ""Guidelines to black spot management - identification and handling research line 1 - definition of the concept of black spot"", European Union, Brisel.
82. Ernits E., Antov D., Kott A., (2017); "Assessment of the precision of data collected about the traffic accidents with property damage only in claim handling process by insurance companies", Transport, Vol. 32(2), pp. 160–166
83. EU, European Commission, (2001); "White Paper - European transport policy for 2010: Time to decide", Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
84. Evans L., (1985a); "Double pair comparison - a new method to determine how occupant characteristics affect fatality risk in traffic crashes", General Motors Research Laboratories Research Publication GMR-5087.
85. Evans L., (1985b); "Car size and safety: Results from analysing U.S. accident data", Transportation Research Department, General Motors Research Laboratories, Warren, Michigan.
86. Evans L., (1985c); "Effectiveness of safety belt in preventing fatalities", Transportation Research Department, General Motors Research Laboratories, Warren, Michigan.
87. Flahaut B., Mouchart M., San Martin E., Thomas I., (2003); "The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach", Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, Issue 6, pp. 991-1004
88. Foldvary L., (1979); "Road accident involvement per miles travelled", Accident Analysis and Prevention, Vol. 11, pp. 75-99
89. Foundation for Road Safety Research (EuroRAP), (2007); „European Road Assessment Core Programme II", European Road Assessment Programme, EuroRAP II Technical Report (2005-6).
90. Fridstrom L., (1999); "Econometric models of road use, accidents, and road investment decisions", Volume II, Report 457, Institute of Transport Economics, Oslo.
91. Garnowski M., Manner H., (2011); "On factors related to car accidents on German Autobahn connectors", Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, Issue 5, pp. 1864–1871
92. Gaudry M., Lassarre S., (2000); "Structural road accident models", The international DRAG family, Pergamon Press, Oxford.
93. Geedipally S.R., Lord D., Dhavala S.S., (2012); "The negative binomial-Lindley generalized linear model: Characteristics and application using crash data", Accident Analysis and Prevention, Vol. 45, pp. 258–265
94. Geurts K., (2006); "Ranking and profiling dangerous accident locations using data mining and statistical techniques", Doctoral dissertation, Faculty of applied economics, Hasselt University, Hasselt.
95. Geurts K., Wets G., Brijs T., Vanhoof K., (2003); "Profiling high frequency accident locations using association rules", In Proceedings of Transportation Research Board (CD-ROM), Washington, USA, pp. 11-16
96. Geurts K., Wets, G. (2003); "Black spot analysis methods: Literature review", Report number: RA2003- 07, Diepen-beek, Belgium, Flemish Research Center for Traffic Safety.
97. Gimotty P., Chirachavala T., (1982); "Models for the prediction of severe injury", 26th Annual Proceedings, American Association for automotive medicine, Ottowa, Ontario, pp. 63-76
98. Glauz W., Harwood D., (1985);, "Large truck accident rates: Another viewpoint", Transportation Research Record, Vol. 1038, pp. 17-25
99. Gregoriades A., Mouskos K.C., (2013); "Black spots identification through a Bayesian Networks quantification of accident risk index", Transportation Research, Part C, Vol. 28, pp. 28–43
100. Greibe P., (2003); "Accident prediction models for urban roads", Accident Analysis and Prevention,Vol. 35, pp. 273-285

101. Gunnarsson S., (1996); "Traffic accident prevention and reduction: Review of strategies", IATSS Research, Vol. 20, pp. 6-14
102. Gupta S.S., Hsu J.C., (1980); "Subset Selection Procedures With Application to Motor Vehicle Fatality Data in a Two-Way Latout", Technometrics, Vol. 22, Issue 4, pp. 543-546
103. Hadayeghi A., Shalaby A., and Persaud B., (2003); "Macro- level accident prediction models for evaluating the safety of urban transportation systems", Transportation Research Board Annual Meeting, National Research Council, Washington, D.C
104. Hadayeghi A., Shalaby A., Persaud B., (2010); "Development of planning level transportation safety tools using Geographically Weighted Poisson Regression", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 676–688
105. Hadayeghi A., Shalaby A.S., Persaud B., (2007); "Safety prediction models: proac- tive tool for safety evaluation in urban transportation planning applications", Transportation Research Record, Vol. 2019, pp. 225–236
106. Hakkert A.S., Mahalel D., (1978); "Estimating the number of accidents at intersections from a knowledge of the traffic flow on the approaches", Accident Analysis and Prevention, Vol. 10, pp. 69–79
107. Hamaoka H., Nagashima H., Morichi S., (1999); "An analysis of the cause of traffic accidents at the black spots", Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research, Antwerp, Belgium, Vol. 2, pp. 111-122
108. Harwood D.W., Council F.M., Hauer E., Hughes W.E., and Vogt A., (2000), "Prediction of the expected safety performance of rural twolane highways", FHWA-RD-99-207, FHWA, U.S. Dept. of Transportation, Washington, D.C.
109. Harwood D.W., Torbic D.J., Richard K.R., Meyer M.M., (2010); "SafetyAnalyst: Software Tools for Safety Management of Specific Highway Sites", FHWA-HRT-10-063, Midwest Research Institute, Kansas City, MO.
110. Hauer E., (1986); "On the estimation of the expected number of accidents", Accident Analysis and Prevention, Vol. 18, Issue 1, pp. 1-12
111. Hauer E., (1995); "On exposure and accident rate", Traffic Engineering and Control, Vol. 36, pp. 134-138.
112. Hauer E., (1997); "Observational before-after studies in road safety", Pergamon, Oxford.
113. Hauer E., (2006); "The frequency–severity indeterminacy", Accident Analysis and Prevention, Vol. 38, Issue 1, pp. 78–83
114. Hauer E., Harwood D.W., Council F.M., Griffith M.S., (2002); " Estimating safety by the empirical Bayes method", Transportation Research Record, Vol. 1784, pp. 27-32
115. Hauer E., Kononov J., Allery B., Griffith M.S., (1784); "Screening the road network for sites with promise", Transportation Research Record, Paper No. 02-2182, pp. 27-32.
116. Hauer E., Persaud B.N., (1984); "Problem of identifying hazardous road locations using accident data", Transportation Research Record, Vol. 975, pp. 36-43
117. Hauer E., Persaud B.N., (1987); "How to estimate the safety of rail-highway grade crossing and the effects of warning devices", Transportation Research Record, Vol. 1114, pp. 131-140
118. Hauer E., Quaye K., (1990); "On the use of accident or conviction counts to trigger action", Un-published manuscript, University of Toronto, Safety Studies Group, Department of Civil Engineering, Toronto.
119. Hauer E., Quaye K., Liu Z., (1993); "On the use of accident or conviction counts to trigger action", Transportation Research Record, Vol. 1401, pp. 17-25
120. Hausman J., Abrevaya J., Scott-Morton F., (1998); "Misclassification of the dependent variable in a discrete - response setting", Journal of Ecenometrics, Vol. 87, Issue 2, pp. 239-269
121. Heinrich H., Petersen D., Roos N., (1980); "Industrial accident prevention (5th ed.)", NY: McGraw-Hill.

122. Heydecker B.G., Wu J., (1993); "A knowledge-based system for road accident remedial work", Computing Systems in Engineering, Vol. 4, Issue (2-3), pp. 337-348
123. Heydecker B.G., Wu J., (2001); "Identification of sites for road accident remedial work by Bayesian statistical methods: an example of uncertain inference", Advances in Engineering Software, Vol. 32, Issue (10-11), pp. 859-869
124. Higle J.L., Hecht M.B., (1989); "A comparison of techniques for the iden- tification of hazardous locations", Transportation Research Record, Vol. 1238, pp. 10–19
125. Higle J.L., Witkowski J.M., (1988); "Bayesian identification of hazardous locations", Transportation Research Record, Vol. 1185, pp. 24–36
126. Hinde J., Demetrio C.G.B., (1998); "Over-dispersion: model and estimation", Computational Statistics and Data Analysis, Vol. 27, Issue 2, pp. 151–170
127. Hiselius L.W., (2004); "Estimating the relationship between accident frequency and homogeneous and inhomogeneous traffic flows", Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, Issue 6, pp. 985–992
128. Hobbs C.A., (1981); "Car occupant injury patterns and mechanisms", TRRL Supplementary Report 648, Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Crowthorne, Berkshire.
129. Hossain M., Muromachi Y., (2012); "A Bayesian network based framework for real-time crash prediction on the basic freeway segments of urban expressways", Accident Analysis and Prevention, Vol. 45, pp. 373–381
130. Hosseinpour M., Sahebi S., Zamzuri Z.H., Ismail N., Yahaya A.S., (2018); "Predicting crash frequency for multi-vehicle collision types using multivariate Poisson-lognormal spatial model: A comparative analysis", Accident Analysis and Prevention, Vol. 118, Issue IX pp. 277-288
131. Hou Q., Meng X., Tarko A.P., (2018); "Investigating factors of crash frequency with random effects and random parameters models: New insights from Chinese freeway study", Accident Analysis and Prevention, Vol. 120, Issue XI pp. 1-12
132. Huang Y., (2007); „ Having a new pair of glasses", Applying systemic accident models on road safety, Dissertation No. 1051, Linkoping University, Sweden.
133. Huang Y., (2007); „Having a new pair of glasses", Applying systemic accident models on road safety, Dissertation No. 1051, Linkoping University, Sweden.
134. Huang Y., Ljung M., Sandin J., Hollnagel, E., (2004); „Accident Models for Modern Road Traffic: Changing Times Creates New Demands", In Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics, The Hague, The Netherlands.
135. Inić M., (2004); „Bezbednost drumskog saobraćaja", Knjiga, 6 izdanje, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
136. Inić M., Jovanović D., (2009); „Bezbednost drumskog saobraćaja", Knjiga, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
137. Ivan J.N., (2004); "New approach for including traffic volumes in crash rate analysis and forecasting", Transportation Research Record, Vol. 1897, pp. 134-141
138. Jacobs G., Aeron-Thomas A., Astrop A., (2000); "Estimating global road fatalities", TRL Report 445, 36 p. Available from Internet: <http://www.transport-links.org/transport_links/ filearea/publications/1_329_TRL445.pdf>.
139. Janković S., Mladenović S., Lipovac K., Mladenović D., Vesković S., (2013); "Model of Service-Oriented B2B Integration in the Traffic Safety Area", Promet – Traffic & Transportation, Vol. 25, Issue 1, pp. 169-176
140. Jeong H., Bowman P.J., Jang Y., Masoud N., (2018); "Classification of motor vehicle crash injury severity: A hybrid approach for imbalanced data", Accident Analysis and Prevention, Vol. 120, Issue XI pp. 250-261

141. Jin G.T., Saito M., Eggett D., (2008); "Statistical comparisons of the crash characteristics on highways between construction time and non-construction time", Accident Analysis and Prevention, Vol. 40, pp. 2015–2023
142. Jonathan A.V., Wu K.F., Donnell E., (2016); "A multivariate spatial crash frequency model for identifying sites with promise based on crash types", Accident Analysis and Prevention, Vol. 87, Issue II pp. 8-16
143. Jorgensen R.E., (1966); "Evaluation of criteria for safety improvements on the highway", Westat Research Analysts Inc., Gaithersburg, Maryland, USA.
144. Jovanis P., Chang H., (1989); "Disaggregate model of highway accidents occurrence using survival theory", Accident Analysis and Prevention, Vol. 21, Issue 5, pp. 445-458
145. Jovanis P., Delleur J., (1983); "Exposure-based analysis of motor vehicle accidents", Transportation Research Record, Vol. 910, pp. 1-7
146. Jovanov D., (1998); "Metodologija utvrđivanja i praćenja bezbednosti saobraćaja u velikim gradovima sa posebnim osvrtom na Beograd", Magistarski rad, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd.
147. Jovanov D., i dr., (2008); "Identifikacija opasnih mesta na državnim putevima Republike Srbije", Beograd.
148. Jovanović D., Bačkalić T., Bašić S., (2011c); "The application of reliability models in traffic accident frequency analysis", Safety Science, Vol. 49, Issues 8-9, pp. 1246–1251
149. Jovanović D., Lipovac K., Nešić M., (2011a); „Najvažnije tendencije u bezbednosti saobraćaja u Evropskoj uniji", VI stručni seminar "Uloga lokalne zajednice u bezbednosti saobraćaja", Divčibare, 12-14. maj 2011.
150. Jovanović D., Lipovac K., Stanojević D., Stanojević D., (2011b); "The effects of personality traits on driving-related anger and aggressive behaviour in traffic among Serbian drivers", Transportation Research, Part F, Vol. 14, Issue 1 pp. 43–53
151. JPPS, Javno preduzeće "Putevi Srbije", (2008a); "Identifikacija opasnih mesta na državnim putevima Republike Srbije sa predlogom mera sanacije", Beograd.
152. JPPS, Javno preduzeće "Putevi Srbije", (2008b); "Mapiranje rizika na mreži državnih puteva I reda", Studija, Beograd.
153. JPPS, Javno preduzeće "Putevi Srbije", (2010); "Metodologija identifikacije i upravljanja opasnim mestima (crnim tačkama) na državnim putevima Republike Srbije", Studija, Beograd.
154. Jung S., Qin X., Noyce D., (2010); "Rainfall effect on single-vehicle crash severities using polychotomous response models", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, Issue 1, pp. 213–224
155. Kapskij D., Samoilovich T., (2009); "Theoretical basis for an economic evaluation of road accident losses", Transport, Vol. 24, Issue 3, pp. 200-204
156. Khondakar B., Sayed T., Lovegrove G., (2010); "Transferability of Community-Based Collision Prediction Models for Use in Road Safety Planning Applications", Journal of Transportation Engineering, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 136, Issue 10, pp. 871–880
157. Khorashadi A., Niemeier D., Shankar V., Mannering F., (2005); "Differences in rural and urban driver-injury severities in accidents involving large-trucks: an exploratory analysis", Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, pp. 910–921
158. Kononen, D.W., Flannagan C.A.C., Wang S.C., (2011); "Identification and validation of a logistic regression model for predicting serious injuries associated with motor vehicle crashes", Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, Issue 1, pp. 112–122
159. Kopits E., Cropper M., (2003); „Traffic Fatalities and Economic Growth", Policy Research Working Paper 3035, Washington DC.
160. Kopits E., Cropper M., (2005); "Traffic fatalities and economic growth", Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, Issue 1, pp. 169–178

161. Kostić S., (1982); "Ispitivanje opasnih mesta na putevima i pouzdanost modela za njihovo otkrivanje", Magistarski rad, Saobraćajni fakultet u Beograd, Beograd.
162. Kostić S., (2005); „Tehnike bezbednosti i kontrole saobraćaja“, Knjiga, 2 izdanje Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
163. Kowtanapanich W., Tanaboriboon Y., Chadbunchachai W., (2006); “Applying Public Participation Approach to Black Spot Identification”, Process-A, Case Study in Thailand – IATSS RESEARCH, Vol. 30, No.1
164. Kuddus M., Vang C., Ison S., (2010); “Road Traffic Congestion and Crash Severity: Econometric Analysis Using Ordered Response Models”, Journal of Transportation Engineering, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 136, Issue 5, pp. 424–435
165. Kukić D., Lipovac K., Pešić D., Rosić M., (2016); “The differences of road safety performance of countries based on outcome indicators”, Safety Science, Vol. 89, pp. 279–287
166. Kukić D., Lipovac K., Pešić D., Vujanić M., (2013); “Selection of a relevant indicator – Road casualty risk based on final outcomes”, Safety Science, Vol. 51, pp. 165–177
167. Kulmala R., (1995); "Safety at rural three and four - arm junctions", Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland.
168. Kusumawati A., Wong Y.D., (2010); "Rate-quality control method of identifying hazardous road locations", Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Volume 8.
169. Kwon O. H., Park M.J, Yeo H., Chung K., (2013); “Evaluating the performance of network screening methods for detecting high collision concentration locations on highways”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 51, pp. 141–149
170. Kyoung-Ah K., Joon-Ki L., Young-ihn U., Gudmundur F., (2016); “Spatial regression analysis of traffic crashes in Seoul”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 91, Issue VI pp. 190-199
171. La Torre F., Meocci M., Domenichini L., Branzi V., Tanzi N., Paliotto A., (2019); “Development of an accident prediction model for Italian freeways”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 124, Issue III pp. 1-11
172. Ladron de Guevara F., Washington S., and Oh J., (2004); “Forecasting crashes at the planning level: A simultaneous negative binomial crash model applied in Tucson, Arizona”, Presented at Transportation Research Board 2004 Annual Meeting, National Research Council, Washington, D.C.
173. Latimer M., (1992); "Effects of increased auto safety belt use levels on fatalities", Risk Analysis, pp. 449-454
174. Lipovac K. i dr., (2008); “Mapiranje rizika na državnim putevima Srbije”, Kriminalističko policijska akademija, Zemun.
175. Lipovac K., (2008); „Bezbednost saobraćaja“, Knjiga, Službeni list Republike Srbije, Beograd.
176. Lipovac K., i dr., (2010a); „Uputstvo o identifikaciji i upravljanju crnim tačkama“, Deo studije “Metodologija identifikacije i upravljanja opasnim mestima / crnim tačkama na državnim putevima Republike Srbije”, JP “Putevi Srbije”, Beograd.
177. Lipovac K., i dr., (2011); „Uputstvo za identifikaciju, klasifikaciju, sanaciju i upravljanje opasnim mestima na ulicama i putevima u nadležnosti grada Beograda", Javno preduzeće „Putevi Srbije“, Beograd.
178. Lipovac K., Jevtić D., Pešić., (2006); “Metode identifikacije crnih tačaka", Naučno stručni skup "Bezbednost saobraćaja na koridoru X", Saobraćajni fakultet u Beogradu i JP "Putevi Srbije", Beograd.
179. Lipovac K., Jovanovic D., (2008); „Mapiranje rizika na putnoj mreži Srbije“, Zbornik radova, IX Simpozijum sa međunarodnim učešćem “Prevencija saobraćajnih nezgoda na putevima 2008”, Novi Sad, 23. i 24. oktobar 2008.

180. Lipovac K., Jovanovic D., Nesic M., Jovanov D., (2009); Database of black spots on main roads in Serbia. In: 4th IRTAD Conference, Road Safety Data: Collection and Analysis for Target Setting and Monitoring Performances and Progress, Seoul, Korea,
181. Lipovac K., Jovanović D., Vuksanović B., (2010b); „Uporedna analiza identifikacije opasnih mesta i rizičnih deonica na državnim putevima Republike Srbije“, X International Symposium "Road Accidents Prevention 2010", Novi Sad, 21st and 22nd October 2010.
182. Lipovac K., Jovanovic, D., (2007); “Utvrđivanje opasnih mesta na putevima u funkciji procesa rehabilitacije puteva”, Zbornik radova, Naučno-stručni skup “Rehabilitacija i rekonstrukcija puteva”, Zlatibor, 20-22 jun, 2007.
183. Lipovac K., Nešić M., Tešić M., Ros A., Tubić V., Marić B., (2016); “A comparative analysis of dangerous locations on the public roads in Serbia”, Safety Science, Vol. 84, pp. 190–200
184. Lipovac K., Ros A., Tešić M., (2014): „Road safety management at the national level: The Case study of the Republic of Srpska and Serbia“, 2nd International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE) ” Assoc Italiana Ingn Traffico Trasporti Res Ctr, Belgrade, SERBIA, Vol. br. str. 322-328.
185. Lipovac K., Vujanić M., i dr., (2007); “Studija bezbednosti saobraćaja sa detaljnom analizom ugroženih mikrolokacija i predlogom mera na koridoru X”, Saobraćajni fakultet, Beograd.
186. Lord D., Geedipally S.R., (2011); “The negative binomial–Lindley distribution as a tool for analyzing crash data characterized by a large amount of zeros”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp. 1738–1742
187. Lord D., Middleton D., and Whitacre J., (2005); “Does separating trucks from other traffic improve safety?”, Transportation Research Record, Vol. 1922, pp. 156–166
188. Lord D., Miranda-Moreno L.F., (2008); "Effects of the low sample mean values and the small sample size on the estimation of the fixed dispersion parameter of Poisson-gamma models: a Bayesian perspective", Safety Science, Vol. 46, pp. 751-770
189. Lovegrove G., (2007); "Road Safety planning, new tools for sustainable road safety and community development", T. Muller, ed., VDM Verlag, Berlin.
190. Lovegrove G.R., and Sayed T., (2006); “Macro-level collision prediction models for evaluating neighbourhood traffic safety”, Canadian Journal for Civil Engineers, Vol. 33, Issue 5, pp. 609–621
191. Lyon C., Gotts B., Wong W.K.F., Persaud B., (2007); "Comparison of Alternative Methods for Identifying Sites with High Proportion of Specific Accident Types", Transportation Research Record, 2019. TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 212–218
192. Madsen O.J.C., (2005); “Skadesgradsbasered sortpletudpegning – fra crash pre- vention til loss reduction i de danske vejbestyrelsers sortpletarbejde”, Phd afhandling. Trafikforskningsgruppen, Institut for samfundsudvikling og planlægning, Aalborg Universitet, Aalborg.
193. Maher M.J., Summersgill I., (1996); "A comprehensive methodology for the fitting of predictive accident models", Accident Analysis and Prevention, Vol. 22, Issue 5, pp. 487-498
194. Malyshkina N., Mannering F., (2010); “Zero-state Markov switching count-data models: An empirical assessment”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 122–130
195. Manner H., Wunsch-Ziegler L., (2013); “Analyzing the severity of accidents on the German Autobahn”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 57, pp. 40–48
196. Martin J., 2002; “Relationship between crash rate and hourly traffic flow on interurban motorways”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, Issue 5, pp. 619–629
197. Maycock G., Hall R.D., (1984); "R.D., Accidents at 4-arm roundabouts. Reports 1120", Crowthorne, Transport and Road Research Laboratory, U.K.
198. McGuigan D.R.D., (1981); “The use of relationships between road accidents and traffic flow in “black spot” identification”, Traffic Engineering and Control, 22, pp. 448-453

199. Melchor I., Nolasco A., Moncho J., Quesada J.A., Salinas M., (2015); “Trends in mortality due to motor vehicle traffic accident injuries between 1987 and 2011 in a Spanish region (Comunitat Valenciana)”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 77, Issue IV pp. 21-28
200. Miaou S.P., (1994); "The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 26, Issue 4, pp. 471- 482
201. Miaou S.P., (2005); “Bayesian ranking of sites for engineering safety improvements: Decision parameter, treatability concept, statistical criterion, and spatial dependence”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, Issue 4, pp. 699–720
202. Miaou S.P., and Song J.J., (2005); “Bayesian ranking of sites for engineering safety improvements: Decision parameter, treatability concept, statistical criterion, and spatial dependence”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 37, Issue 4, pp. 699-720
203. Miaou S.P., Lord D., (2003); "Modeling traffic crash-flow relationships for intersections: dispersion parameter, functional form, and Bayes versus empirical Bayes methods", Transportation Research Record, Vol. 1840, pp. 31–40
204. Mićić S., Jovanović D., Matović B., Pljakić M., Bačkalić S., (2018). "Identifikacija i rangiranje opasnih deonica na ruralnim putevima: Studija slučaja put IB-21", XIII Medjunarodna konferencija "Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici", Kopaonik, 18-21 april 2018. str. 99-108
205. Milton J.C., Shankar V.N., Mannering F.L., (2008); "Highway accident severities and the mixed logit model: an exploratory empirical analysis", Accident Analysis and Prevention, Vol. 40, pp. 260–266
206. Miranda-Moreno L.F., Labbe A., Fu L., (2007); "Bayesian multiple testing procedures for hotspot identification", Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, pp. 1192–1201
207. Montella A., (2010); "A comparative analysis of hotspot identification methods", Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 571–581
208. Montgomery D.C., Runger G.C., (2003); "Applied Statistics and Probability for Engineers", Book, Third Edition, Chapter 13, "Design and Analysis of Single-Factor Experiments: The Analysis of Variance", pp. 468-505, John Wiley & Sons, Inc. New York.
209. Mountain L., Fawaz B., Jarret D., (1996); "Accident prediction models for roads with minor junctions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 28, pp. 695-707
210. Mountain L., Maher M., Fawaz B., (1998); "Improved estimates of the safety effects of accident remedial schemes", Traffic engineering and Control, Vol. 39, Issue 10, pp. 554-558
211. Mussone L., Bassani M., Masci P., (2017); “Analysis of factors affecting the severity of crashes in urban road intersections”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 103, Issue VI pp. 112-122
212. Naderan A., Shahi J., (2010); “Aggregate crash prediction models: Introducing crash generation concept”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 339–346
213. Nassar S., (1996); "Integrated Road Accident Risk Model", PhD Thesis, Waterloo, Ontario, Canada.
214. Nassar S., Saccomanno F., Shortreed J., (1994); "Road accident analysis: A micro-level approach", Canadian Journal for Civil Engineers, Vol. 21, Issue 5, pp. 847-855
215. Nešić M., Lipovac K., Vujanić M., Jovanović D., (2016); “Roadside public survey approach in black spot identification on rural roads: Case study”, Transport, Vol. 31(2), pp. 271–281
216. Oh J., Washington S.P., Lee D., (2010); “Property damage crash equivalency factors to solve crash frequency-severity dilemma: Case study on South Korean rural roads”, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Transportation Research Board, Washington, D.C., pp. 83–92
217. Okamoto H., Koshi M., (1989); "A method to cope with the random errors of observed accident rates in regression analysis", Accident Analysis and Prevention, Vol. 21, pp. 317-332

218. Oppe S., (1979); "The use of multiplicative models for analysis of road safety data", Accident Analysis and Prevention, Vol. 11, pp. 101-115
219. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), (1976); http://www.oecd.org/general/searchresults/?q=1976&cx=012432601748511391518:xzeadub0b0a&cof=FORID:11&ie=UTF-8
220. Ossenbruggen P., Linder E., Nguyen B., (2010); "Detecting Unsafe Roadways with Spatial Statistics: Point Patterns and Geostatistical Models", Journal of Transportation Engineering, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 136, Issue 5, pp. 457–464
221. Pardillo J.M., Llamas R., (2003); "Relevant variables for crash rate prediction in Spain's two lane rural roads", TRB 82nd Annual Meeting Compendium of Papers, CD-ROM, TRB National Research Council, Washington, DC.
222. Peden M., Scurfield R., Sleet D., Mohan D., Hyder A.A., Jarawan E., Mathers C., (2004); „World report on road traffic injury prevention", World Health Organization (WHO), Geneva.
223. Pei J., Ding J., (2005); "Improvement in the Quality Control Method to Distinguish the Black Spots of the Road", Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 2106-2113
224. Pei X., Wong S.C., Sze N.N., (2010); "A joint-probability approach to crash prediction models", Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp. 1160–1166
225. Persaud B., (1990); "Black spot identification and treatment evaluation", The Research and Development Brach, Ontario, Ministry of Transportation.
226. Persaud B., (2001); "Statistical Methods in Highway Safety Analysis", NCHRP Synthesis 295. Transportation Research Board, Washington, DC.
227. Persaud B., Lyon C., (2007); "Empirical Bayes before-after studies: lessons from two decades of experience and future directions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 39, Issue 3, pp. 546-555
228. Persaud B., Lyon C., Nguyen T., (1999); "Empirical Bayes procedure for ranking sites for safety investigation by potential for improvement", Transportation Research Record, Vol. 1665, pp. 7-12
229. Persaud B.N., (1994); "Accident prediction models for rural roads", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 21, Issue 4, pp. 547-554
230. Persaud B.N., Kazakov A., (1994); "A procedure for allocating a safety improvement budget among treatment sites", Accident Analysis and Prevention, Vol. 26, Issue 1, pp. 121-126
231. Pesic D., Vujanic M., Lipovac K., Antic B. (2014). In-depth analises of road accidents, state-ofthe- art and the possibilities for the implementation in the Republic of Serbia, Road Accidents prevention 2014, XII International Symposium
232. PIARC, World Road Association, (2003); "Road safety manual", PIARC Technical committee on road safety, Chapter 5, Identification, Carl Belanger and Patrick Barber.
233. PIARC, World Road Association, (2004); "Road safety manual", World Road Congres.
234. PIARC, World Road Association, (2008); "Road safety manual", Recomendations from the road world association, Chapter 7 (Priority ranking).
235. Poch M., Mannering F.L., (1996); "Negative binomial analysis of intersection accident frequencies", Journal of Transportation Engineering, Vol. 122, pp. 105-113
236. Program Evropske unije za region Balkana Albanija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Bivša Jugoslovenska Republika Makedonija, (Master plan), (2009); "Generalni Master plan saobraćaja u Srbiji Završni izveštaj – Aneks I", Projekat finansirala EU, a realizacijom rukovodila Delegacija EK, Završni izveštaj – Aneks I: Drumski saobraćaj, 05SER01/04/016.
237. Pumputis J., (2006); „The investigation of the traffic safety system "Traffic participant – vehicle – road (traffic environment)" elements interaction", Doctoral Dissertation Tehnological Sciences, Transport Engineering (03T), Vilinius technika, Lithuania.

238. Pumputis J., (2006); „The investigation of the traffic safety system “Traffic participant – vehicle – road (traffic environment)” elements interaction“, Doctoral Dissertation Tehnological Sciences, Transport Engineering (03T), Vilinius technika, Lithuania.
239. Qin X., Ng M., Reyes P., (2010); “Identifying crash-prone locations with quantile regression”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp. 1531–1537
240. Qin X., Reyes P.E., (2011); “Tonditional Quantile Analysis for Crash Count Data”, Journal of Transportation Engineering, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 137, Issue 9, pp. 601–607
241. Quddus M.A., Wang C., Ison S.G., (2009); "The impact of road traffic congestion on crash severity using ordered response models", In: TRB 2009 Annual Meeting CD-ROM.
242. Ragnoy A., Christensen R., Elvik R., (2002); "Skadegradstetthet, Et nytt mal pa hvor farling en vegstrekning er", Rapport 618, Transportokonomisk Institut, Oslo.
243. Republic of Serbia (RS), (2011); „Transport Rehabilitation Project”, Project ID: P075207, Consulting Services for Safe Road Design, Serbian Safe Road Design Manual, Amendments to the WB Manual, PE Roads of Serbia, Draft 2011-02-14.
244. Rifaat S., Tay R., de Barros A., (2011); "Effect of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users", Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, Issue 1, pp. 276–283
245. ROSPA, The Royal Society for Prevention of Accidents, (2002); "Road Safety Engineering Manual", Birmingham.
246. Rovšek V., Batista M., Bogunović B., (2017); “Identifying the key risk factors of traffic accident injury severity on Slovenian roads using a non-parametric classification tree”, Transport, Vol. 32(3), pp. 272–281
247. Saccomanno F., Buyco C., (1988); "Generalized loglinear models of truck accident rates", Transportation Research Record, Vol. 1172, pp. 23-31
248. Saccomanno F., Shortreed J., Van Aerde M., (1989); "Assessing the risks of transporting dangerous goods by truck and rail", Final report prepared for Proctor Limited and CGTX incorporated, Institute for Risk Research, University of Waterloo, Waterloo, Ontario.
249. Saccomanno F.F., Grossi R., Greco D., Mehmood A., (2001); "Identifying black spots along highway SS107 in Southern Italy using two models", Journal of Transportation Engineering, American Society of Civil engineering, USA.
250. Sadeghi A., Ayati E., Neghab M.P., (2013); “Identification and prioritization of hazardous road locations by segmentation and data envelopment analysis approach”, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 25, Issue 2, pp. 127-136
251. Savolainen P., Mannering F., Lord D., Quddus M., (2011); “The statistical analysis of highway crash-injury severities: A review and assessment of methodological alternatives”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp. 1666–1676
252. Schlütler P.J., Deely J.J., Nicholson A.J., (1997); "Ranking and selecting motor vehicle accident sites by using a hierarchical Bayesian model", The statistician, Vol. 46, Issue 3, pp. 293-316
253. Shankar V., Mannering F., Barfield W., (1995); "Effect of roadway and environmental factors on rural freeway accident frequencies", Accident Analysis and Prevention, Vol. 27, Issue 3, pp. 371-389
254. Shen J., Gan A., (2003); "Development of Crash Reduction Factors: Methods, Problems, Research Need", In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 002345, TRB, National Research Council, Washington, DC, pp. 50–56
255. Sorensen M., Elvik R., (2008); Sixth Framework Programe: Sustainable Surface Transport, “Black Spot Management and Safety Analysis of Road Net-works – Best Practice Guodelines and Implementation Steps”, („RIPCORD-ISEREST“), Transportøkonomisk institutt (Norway), Deliverable-D6, Final Report, February 2008.

256. Soysal Ö.M., Schneider H., Shrestha A., et al., (2012); "Zonal Statistics to Identify Hot-regions of Traffic Accidents", 9th International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods (MSV'12) in WORLDCOMP'12.
257. Stanojević P., (2013); „Uticaj saobraćajne prinude na stavove i ponašanje vozača", Doktorska Disertacija, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad.
258. Statens V, (2006); "Handbok 115, Analyse av ulykkessteder", Oktober 19, Vegdirektoratet, Oslo.
259. Steenberghen T., Thomas I., Dufays T., Flahaut B., (2002); "Intra-urban location and clustering of road accidents using GIS: a Belgian example", International Journal of Geographical Information Science, Vol. 18, Issue 2, pp. 169-181
260. Steimetz S.S.C., (2008); "Defensive driving and the external costs of accidents and travel delays", Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 42, Issue 9, pp. 703–724
261. Stern E., Zehavi Y., (1990); "Road safety and hot weather: a study in applied transport geography", Transactions of the Institute of British Geographers, Vol. 15, pp. 102-111
262. Stokes R.W., Mutabazi M.I., (1996); "Rate-quality control method of identifying hazardous road locations", Transportation Research Record, Vol. 1542, pp. 44-48
263. T10, (2000); "Notes for the unit of the Intercollegiates MSc course in transport", University College London, England.
264. TAC, Transportation Association of Canada, (2004); "The Canadian Guide to In-Service Road Safety Reviews", Ottawa.
265. Tang J., Liang J., Han C., Huang H., Li Z., (2019); "Crash injury severity analysis using a two-layer Stacking framework", Accident Analysis and Prevention, Vol. 122, Issue I pp. 122-226
266. Tarko A.P., Kanodia M., (2004; "Hazard Elimination Program", Manual on Improving Safety of Indiana Road Intersections and Sections, Report FHWA/IN/JTRP- 2003/19, West Lafayette, Indiana.
267. Tegge R.A., Jo J.H., Ouyang Y., (2010); "Development and Application of Safety Performance Functions for Illinois", FHWA-ICT-10-066, Illinois Center for Transportation, Urbana, IL.
268. Tešić M., Hermans E., Lipovac K., Pešić D., (2018); "Identifying the most significant indicators of the total roadsafety performance index", Accident Analysis and Prevention, Vol. 113, Issue X pp. 263-278
269. Thomas I., (1996); "Spatial data aggregation: exploratory analysis of road accidents", Accident Analysis and Prevention, Vol. 28, pp. 251-264
270. Tunaru R., (1999); "Hierarchical Bayesian models for road accident data", Traffic Engineering and Control, Vol. 40, Issue 6, pp. 318-324
271. Tunaru R., (2002); "Hierarchical Bayesian models for multiple count data", Austrian Journal of statistics, Vol. 31, Issue 2-3, pp. 221–229
272. UKDT, UK Department for Transport, (2007); "2005 Valuation of the Benefits of Prevention of Road Accidents and Casualties, Highways Economic, Note No. 1, London.
273. UN, Rezolucija Generalne skupštine Ujedinjenih nacija broj 64/255 od 02. marta 2010. godine, za period od 2011. do 2020. godine, (2010), "Deceniju akcije za bezbednost saobraćaja na putevima", Ženeva.
274. Vadlamani S., Chen E., Ahn S., Washington S., (2011); "Identifying Large Truck Hot Spots Using Crash Counts and PDOEs", Journal of Transportation Engineering, (ASCE / American Society of Civil Engineers), Vol. 137, Issue 1, pp. 11-21
275. Valent F., Schiava F., Savonitto C., Gallo T., Brusaferro S., Barbone F., (2002); "Risk factors for fatal road traffic accidents in Udine, Italy", Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, pp. 71-84
276. Van den Bossche F., Wets G., Lesaffre E., (2002); "A Bayesian hierarchical approach to model the rank of hazardous intersections for bicyclists using the Gibbs sampler", In Proceedings Transportation Research Board (CD-ROM), Washington, USA.

277. Vangi, D., Gulino, M., Cialdai, C., (2019); “Coherence assessment of accident database kinematic data”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 123, Issue II pp. 356-364
278. Vistisen D., (2002); “Models and methods for hot spot safety work”, PhD dissertation. Department for informatics and mathematical models, Technical University of Denmark, Lyngby.
279. VRS, Vlada Republike Srbije, (2015). Strategija bezbednosti saobraćaja na putevima Republike Srbije, za period od 2015. do 2020. godine („Sl. glasnik RS“ br. 64/2015), Beograd.
280. VRS, Vlada Republike Srbije, (2012); „Uredba o kategorizaciji državnih puteva“, Službeni glasnik RS, broj 14/2012, Beograd.
281. Vujanić M., (1999); "Inženjerski priručnik iz drumskog i gradskog saobraćaja i transporta", 10. poglavlje, Saobraćajni fakultet u Beogradu i Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd.
282. Vujanić M., Antić B., Pešić D., (2006); “Troreperni sistem analize bezbednosti saobraćaja kao metod utvrđivanja crnih tačaka”, Naučno stručni skup “Bezbednost saobraćaja na Koridoru X”, Saobraćajni fakultet i JP “Putevi Srbije”, Beograd.
283. Vukadinović S., (1990); „Elementi teorije i verovatnoće“, Knjiga, šesto izdanje, Univerzitet u Beogradu, Privredni pregled, Beograd.
284. Wang C., Quddus M., Ison S.G., (2011); “Predicting accident frequency at their severity levels and its application in site ranking using a two-stage mixed multivariate model”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43, pp. 1979–1990
285. Wang K., Zhao S., Jackson E., (2019); “Functional forms of the negative binomial models in safety performance functions for rural two-lane intersections”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 124, Issue III pp. 193-201
286. Washington S., Karlaftis M., Mannering F., (2011); "Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis", 2nd ed. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.
287. Washington S., Schalkwyk I.V., Meyer M., Dumbaugh E., Zoll M., (2006); "Incorpo- rating safety into long-range transportation planning", NCHRP Report 546, TRB. National Cooperative Highway Research Program, Washington D.C.
288. WHO, World Health Organization, (2007); „The world health report 2007 - A safer future: global public health security in the 21st century”, http://www.who.int/whr/2007/en/
289. WHO, World Health Organization, (2009); "Global status report on road safety: time for action", http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/
290. WHO, World Health Organization, (2013); „Global status report on road safety 2013”, http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html
291. WHO, World Health Organization, (2018); „Global status report on road safety 2018”, https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/
292. Wijnen W., Stipdonk H., (2016); “Social costs of road crashes: An international analysis”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 94, Issue IX pp. 97-106
293. Wijnen W., Weijermars W., Schoeters A., Berghe W., Martensen H., (2019); “An analysis of official road crash cost estimates in European countries”, Safety Science, Vol. 113, Issue III, pp. 318–327
294. Winston C., Maheshri V., Mannering F., (2006); "An exploration of the offset hypothesis using disaggregate data: the case of airbags and antilock brakes", Journal of Risk and Uncertainty, Vol. 32, Issue 2, pp. 83–99
295. Wood A.G., Mountain L.J., Connors R.D., Maher M.J., Ropkins K., (2013); “Updating outdated predictive accident models”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 55, pp. 54–66
296. Wood D.P., Simms C.K., (2002); "Car size and injury risk: a model for injury risk in frontal collisions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 34, pp. 93-99
297. Xiong X., Chen L., Liang J., (2018); “Analysis of Roadway Traffic Accidents Based on Rough Sets and Bayesian Networks”, Promet – Traffic & Transportation, Vol. 30, Issue 1, pp. 71-81

298. Yamamoto T., Hashiji J., Shankar V., (2008); "Underreporting in traffic accident data, bias in parameters and the structure of injury severity models", Accident Analysis and Prevention, Vol. 40, Issue 4, pp. 1320–1329
299. Yau K.K., (2004); "Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong", Accident Analysis and Prevention, Vol. 36, Issue 3, pp. 333–340
300. Zanne M., Groznik A., (2018); "The impact of traffic flow structure on traffic safety: the case of Slovenian motorways", Transport, Vol. 33(1), pp. 216–222
301. Zaremba L., (1980); "Injuries to unrestrained occupants in small car-small car and large car-large car head-on collisions", Accident Analysis and Prevention, Vol. 12, pp. 11-29
302. "Zhou M., Chor Chin H., (2019); "Factors affecting the injury severity of out-of-control single-vehicle crashes
303. Žižić M., Lovrić M., Pavličić D., (2007); „Metodi statističke analize", Knjiga, sedamnaesto izdanje, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet, Beograd.
304. ZOBS, Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima, (2009); "Službeni glasnik Republike Srbije бр. 41/2009, 53/2010, 101/2011, 32/2013 одлука УС, 55/2014, 96/2015 -др. закон и 9/2016–одлука УС, 24/2018, 41/2018, 41/2018 - dr. zakon i 87/2018), Republika Srbija, Beograd.

ПРИЛОГ 1: Саобраћајне незгоде за укупан период 2001-2011

Саобраћајне незгоде за укупан период 2001-2011

Редни број	Почетак километра	Крај километра	Ред. број километра	Без СН-а	СН-е са мат.штетом	СН-е са повређенима	СН-е са погинулима
				0	1	2	3
1	*204.700*	*204.999*	205	11	0	0	0
2	205.000	205.999	206	9	3	0	0
3	206.000	206.999	207	10	1	0	0
4	207.000	207.999	208	11	0	0	0
5	208.000	208.999	209	6	11	4	0
6	209.000	209.999	210	7	6	2	0
7	210.000	210.999	211	3	8	8	0
8	211.000	211.999	212	4	4	4	0
9	212.000	212.999	213	0	80	8	0
10	213.000	213.999	214	1	98	16	1
11	214.000	214.999	215	0	88	26	5
12	215.000	215.999	216	0	121	22	4
13	216.000	216.999	217	0	111	25	2
14	217.000	217.999	218	0	80	12	0
15	218.000	218.999	219	1	36	11	3
16	219.000	219.999	220	0	29	8	1
17	220.000	220.999	221	1	21	8	2
18	221.000	221.999	222	0	51	8	2
19	222.000	222.999	223	0	46	3	6
20	223.000	223.999	224	0	60	9	2
21	224.000	224.999	225	0	69	10	4
22	225.000	225.999	226	0	59	20	3
23	226.000	226.999	227	0	47	10	3
24	227.000	227.999	228	1	38	4	2
25	228.000	228.999	229	0	31	2	0
26	229.000	229.999	230	0	67	6	1
27	230.000	230.999	231	0	71	7	4
28	231.000	231.999	232	0	82	5	1
29	232.000	232.999	233	0	41	17	0
30	233.000	233.999	234	1	38	9	3
31	234.000	234.999	235	0	29	3	2
32	235.000	235.999	236	0	40	14	1
33	236.000	236.999	237	0	44	6	3
34	237.000	237.999	238	1	49	3	1
35	238.000	238.999	239	0	32	3	1

36	239.000	239.999	240	1	41	7	2
37	240.000	240.999	241	1	28	11	3
38	241.000	241.999	242	0	35	2	0
39	242.000	242.999	243	0	51	5	3
40	243.000	243.999	244	0	54	8	0
41	244.000	244.999	245	0	34	8	2
42	245.000	245.999	246	0	62	16	1
43	246.000	246.999	247	1	57	2	1
44	247.000	247.999	248	1	27	30	2
45	248.000	248.999	249	1	22	6	2
46	249.000	249.999	250	1	35	8	0
47	250.000	250.999	251	0	56	48	4
48	251.000	251.999	252	0	108	91	19
49	252.000	252.999	253	0	72	20	2
50	253.000	253.999	254	0	66	9	2
51	254.000	254.999	255	0	24	8	3
52	255.000	255.999	256	0	66	32	6
53	256.000	256.999	257	1	25	6	2
54	257.000	257.999	258	0	30	8	2
55	258.000	258.999	259	1	23	3	1
56	259.000	259.999	260	1	25	8	0
57	260.000	260.999	261	0	58	4	2
58	261.000	261.999	262	1	30	2	0
59	262.000	262.999	263	1	24	6	1
60	263.000	263.999	264	0	44	10	2
61	264.000	264.999	265	0	66	37	4
62	265.000	265.999	266	1	18	11	3
63	266.000	266.999	267	1	16	11	2
64	267.000	267.999	268	3	5	8	1
65	268.000	268.999	269	1	19	20	3
66	269.000	269.999	270	1	23	4	1
67	270.000	270.999	271	3	15	16	2
68	271.000	271.999	272	3	20	2	1
69	272.000	272.999	273	2	26	11	0
70	273.000	273.999	274	5	14	0	2
71	274.000	274.999	275	3	13	1	1
72	275.000	275.999	276	1	31	10	1
73	276.000	276.999	277	4	11	2	0
74	277.000	277.999	278	5	6	4	1
75	278.000	278.999	279	5	6	1	0
76	279.000	279.999	280	3	18	5	1
77	280.000	280.999	281	4	15	7	1
78	281.000	281.999	282	2	12	4	1
79	282.000	282.999	283	4	8	4	3
80	283.000	283.999	284	2	17	2	3

81	284.000	284.999	285	1	22	15	5
82	285.000	285.999	286	2	54	16	0
83	286.000	286.999	287	2	11	8	0
84	287.000	287.999	288	3	33	13	0
85	288.000	288.999	289	2	17	3	0
86	289.000	289.999	290	2	32	4	0
87	290.000	290.999	291	3	12	6	1
88	291.000	291.999	292	0	18	11	1
89	292.000	292.999	293	4	16	6	0
90	293.000	293.999	294	3	15	3	1
91	294.000	294.999	295	1	20	2	2
92	295.000	295.999	296	3	11	2	0
93	296.000	296.999	297	1	19	5	0
94	297.000	297.999	298	4	13	5	1
95	298.000	298.999	299	2	22	10	0
96	299.000	299.999	300	3	9	7	0
97	300.000	300.999	301	3	12	9	1
98	301.000	301.999	302	6	6	2	1
99	302.000	302.999	303	2	9	3	0
100	303.000	303.999	304	3	6	4	0
101	304.000	304.999	305	1	18	9	1
102	305.000	305.999	306	3	11	4	0
103	306.000	306.999	307	5	4	4	0
104	307.000	307.999	308	2	9	4	1
105	308.000	308.999	309	2	11	8	1
106	309.000	309.999	310	4	10	6	2
107	310.000	310.999	311	1	22	9	2
108	311.000	311.999	312	3	8	3	2
109	312.000	312.999	313	0	15	7	1
110	313.000	313.999	314	2	16	5	2
111	314.000	314.999	315	1	19	4	0
112	315.000	315.999	316	0	31	12	2
113	316.000	316.999	317	1	13	6	1
114	317.000	317.999	318	4	11	7	1
115	318.000	318.999	319	4	19	8	0
116	319.000	319.999	320	2	21	6	1
117	320.000	320.999	321	1	222	76	15
118	321.000	321.999	322	4	10	6	0
119	322.000	322.999	323	1	14	10	2
120	323.000	323.999	324	2	23	13	2
121	324.000	324.999	325	2	17	8	1
122	325.000	325.999	326	3	20	4	2
123	326.000	326.999	327	3	20	3	0
124	327.000	327.999	328	3	12	3	2
125	328.000	328.999	329	3	18	7	1

126	329.000	329.999	330	2	16	8	1
127	330.000	330.999	331	1	27	11	2
128	331.000	331.999	332	3	13	7	1
129	332.000	332.999	333	2	12	9	3
130	333.000	333.999	334	0	19	21	1
131	334.000	334.999	335	2	12	6	0
132	335.000	335.999	336	2	16	10	1
133	336.000	336.999	337	3	14	10	2
134	337.000	337.999	338	2	13	7	1
135	338.000	338.999	339	4	11	7	0
136	339.000	339.999	340	2	20	6	3
137	340.000	340.999	341	2	18	12	1
138	341.000	341.999	342	5	13	7	1
139	342.000	342.999	343	3	15	7	0
140	343.000	343.999	344	11	0	0	0
141	344.000	344.999	345	11	0	0	0
142	345.000	345.999	346	11	0	0	0
143	346.000	346.999	347	11	0	0	0
144	347.000	347.999	348	10	1	0	0
145	348.000	348.999	349	11	0	0	0
146	349.000	349.999	350	10	0	1	0
147	350.000	350.999	351	9	1	2	0
148	351.000	351.999	352	8	2	0	2
149	352.000	352.999	353	8	2	1	0
150	353.000	353.999	354	11	0	0	0
151	354.000	354.999	355	9	3	0	0
152	355.000	355.999	356	11	0	0	0
153	356.000	356.999	357	10	1	0	0
154	357.000	357.999	358	8	3	0	0
155	358.000	358.999	359	11	0	0	0
156	359.000	359.999	360	11	0	0	0
157	360.000	360.999	361	9	2	0	0
158	361.000	361.999	362	11	0	0	0
159	362.000	362.999	363	10	1	0	0
160	363.000	363.999	364	11	0	0	0
161	364.000	364.999	365	11	0	0	0
162	365.000	365.999	366	11	0	0	0
163	366.000	366.999	367	11	0	0	0
164	367.000	367.999	368	11	0	0	0
165	368.000	368.999	369	10	0	1	0
166	369.000	369.999	370	9	2	0	0
167	370.000	370.999	371	10	1	0	0
168	371.000	371.999	372	10	1	0	0
169	372.000	372.999	373	11	0	0	0
170	373.000	373.999	374	10	1	0	0

171	374.000	374.999	375	1	52	25	2
172	375.000	375.999	376	1	33	9	1
173	376.000	376.999	377	1	67	25	2
174	377.000	377.999	378	2	12	7	0
175	378.000	378.999	379	1	28	16	0
176	379.000	379.999	380	1	35	14	0
177	380.000	380.999	381	1	19	10	2
178	381.000	381.999	382	0	43	18	2
179	382.000	382.999	383	1	24	8	2
180	383.000	383.999	384	1	22	15	0
181	384.000	384.999	385	1	27	12	3
182	385.000	385.999	386	7	7	0	0
183	386.000	386.999	387	8	7	3	0
184	387.000	387.999	388	2	14	4	2
185	388.000	388.999	389	8	4	1	0
186	389.000	389.999	390	5	4	2	0
187	390.000	390.999	391	3	8	6	0
188	391.000	391.999	392	1	24	10	1
189	392.000	392.999	393	2	23	5	0
190	393.000	393.999	394	5	8	0	0
191	394.000	394.999	395	2	12	8	0
192	395.000	395.999	396	8	4	0	0
193	396.000	396.999	397	1	46	11	2
194	397.000	397.999	398	7	4	1	0
195	398.000	398.999	399	5	8	0	0
196	399.000	399.999	400	7	3	1	0
197	400.000	400.999	401	4	15	4	0
198	401.000	401.999	402	2	30	9	2
199	402.000	402.999	403	5	15	0	1
200	403.000	403.999	404	1	46	11	0
201	404.000	404.999	405	9	1	1	0
202	405.000	405.999	406	9	3	1	0
203	406.000	406.999	407	9	4	0	0
204	407.000	407.999	408	9	2	0	0
205	408.000	408.999	409	6	4	1	2
206	409.000	409.999	410	8	6	1	1
207	410.000	410.999	411	6	11	9	1
208	411.000	411.999	412	7	4	1	0
209	412.000	412.999	413	2	47	10	1
210	413.000	413.999	414	2	9	4	4
211	414.000	414.999	415	5	8	2	1
212	415.000	415.999	416	6	8	2	1
213	416.000	416.999	417	5	6	3	2
214	417.000	417.999	418	6	8	2	0
215	418.000	418.999	419	8	5	0	1

216	419.000	419.999	420	7	8	0	0
217	420.000	420.999	421	4	33	9	1
218	421.000	421.999	422	1	31	16	3
219	422.000	422.999	423	1	55	20	0
220	423.000	423.999	424	5	5	3	1
221	424.000	424.999	425	6	2	4	0
222	425.000	425.999	426	1	22	5	2
223	426.000	426.999	427	5	6	3	0
224	427.000	427.999	428	3	30	12	4
225	428.000	428.999	429	5	9	4	0
226	429.000	429.999	430	6	2	3	1
227	430.000	430.999	431	3	27	4	0
228	431.000	431.999	432	4	9	4	0
229	432.000	432.999	433	4	9	0	1
230	433.000	433.999	434	6	4	1	1
231	434.000	434.999	435	8	3	0	0
232	435.000	435.999	436	2	13	6	2
233	436.000	436.999	437	3	9	4	0
234	437.000	437.999	438	4	9	4	1
235	438.000	438.999	439	3	14	5	0
236	439.000	439.999	440	3	8	6	1
237	440.000	440.999	441	3	21	6	0
238	441.000	441.999	442	2	11	3	2
239	442.000	442.999	443	1	21	7	0
240	443.000	443.999	444	8	3	0	0
241	444.000	444.999	445	0	20	5	2
242	445.000	445.999	446	4	7	3	0
243	446.000	446.999	447	5	14	2	2
244	447.000	447.999	448	3	9	2	0
245	448.000	448.999	449	4	11	3	0
246	449.000	449.999	450	3	7	7	0
247	450.000	450.999	451	2	64	18	3
248	451.000	451.999	452	4	42	12	0
249	452.000	452.999	453	2	48	9	0
250	453.000	453.999	454	2	80	13	1
251	454.000	454.999	455	2	24	5	1
252	455.000	455.999	456	0	15	13	1
253	456.000	456.999	457	1	18	7	1
254	457.000	457.999	458	3	11	9	0
255	458.000	458.999	459	4	12	7	5
256	459.000	459.999	460	3	11	2	0
257	460.000	460.999	461	3	50	16	3
258	461.000	461.999	462	1	11	7	6
259	462.000	462.999	463	2	17	4	2
260	463.000	463.999	464	6	6	2	0

261	464.000	464.999	465	2	10	8	0
262	465.000	465.999	466	0	19	10	2
263	466.000	466.999	467	3	8	4	0
264	467.000	467.999	468	1	18	13	1
265	468.000	468.999	469	3	7	13	0
266	469.000	469.999	470	5	6	6	1
267	470.000	470.999	471	4	8	4	0
268	471.000	471.999	472	9	1	1	0
269	472.000	472.999	473	10	0	1	0
270	473.000	473.999	474	10	0	2	0
271	474.000	474.999	475	9	1	0	1
272	475.000	475.999	476	10	1	1	0
273	476.000	476.999	477	1	21	18	0
274	477.000	477.999	478	1	32	24	1
275	478.000	478.999	479	4	6	6	1
276	479.000	479.999	480	3	12	16	2
277	480.000	480.999	481	2	13	13	0
278	481.000	481.999	482	2	11	7	3
279	482.000	482.999	483	3	7	6	1
280	483.000	483.999	484	1	19	15	0
281	484.000	484.999	485	7	3	2	1
282	485.000	485.999	486	3	19	9	1
283	486.000	486.999	487	5	5	3	0
284	*487.000*	*487.600*	488	8	3	2	0